

大 阪 大 学
接 合 科 学 研 究 所
年 次 報 告

2 0 1 9 年 度

Joining and Welding Research Institute
Osaka University



ご 挨拶

大阪大学接合科学研究所長 田中 学

2019年度（令和元年度）の年次報告をお届け致します。

本研究所は、溶接・接合分野における我が国で唯一の総合研究所であるという特色を最大限に生かし、接合科学の基礎を支える接合プロセス、接合機構、接合評価の3研究部門と、ナノ・メゾの視点で材料加工プロセスの未来開拓研究を推進する附属スマートプロセス研究センターが両輪となって、溶接・接合分野における世界の研究を先導しています。加えて、国内外から200名を超える共同研究員を受け入れ、本研究所が有する特色ある設備や世界最先端の研究装置を共同利用・共同研究に広く供することにより、溶接・接合研究の裾野を広げるとともにその学術基盤の向上に努め、「接合科学共同利用・共同研究拠点」としての役割を果たしています。また、大阪大学憲章に掲げられている「実学の伝統」を実践した産学共創を展開し、革新的なものづくり技術の創出のためのオープンイノベーションを推進しています。

さて、2019年度の本研究所としての主な取り組みでは、2019年11月21-22日に本研究所主催の国際会議 Visual-JW2019 & WSE2019を開催しました。世界の溶接・接合研究分野に「Visual」というキーワードを広めた国際会議 Visual-JWも今回で第5回目を数え、世界各地から総勢300名以上の参加者をお迎えしました。溶接・接合分野の研究者コミュニティの中で定着した手応えを感じています。特に、今回は、上海交通大学に設置したJWRIオフィス（本研究所中国ハブ拠点）を活用することによって、上海交通大学はもちろんのこと、清華大学、西安交通大学、ハルビン工業大学、天津大学、華中科技大学、北京工業大学、重慶大学などの中国重点大学から約100名の研究者と学生が当国際会議に参加し、学術講演を行いました。

また、ベトナムのハノイ工科大学に設置したJWRIオフィス（本研究所ASEANハブ拠点）が中心になって、2018年11月に発足させた「大阪大学接合科学研究所ベトナム溶接研究会」を活用することにより、ハノイ工科大学やJETROハノイ、JETROホーチミンと共催し、2019年6月25日（ハノイ市）、同年10月8日（ホーチミン市）、2020年2月11日（ハノイ市）にそれぞれ定期セミナーを開催し、研究活動および技術課題等の共有と意見交換を行い、国際産学連携強化を図りました。その結果、在ベトナム日系企業を中心とした産業界との協調を推し進め、ベトナムで新たに2件の国際産学連携共同研究契約の締結に至りました。

拠点間の取り組みとしては、6大学6研究所（本研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、東京医科歯科大学学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構）の連携による「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」を推進しました。加えて、人材育成の観点では、広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業で展開しているカップリングインターンシップ（CIS）全6か所の内、4か所を海外で行うアウトバウンドCISとして、2か所を国内で行うインバウンドCISとして実施し、グローバル人材育成を国内外で継続しました。

産学連携の観点では、工学研究科と連携し、民間企業との新たな協働研究所を2019年4月に本研究所内に設置するとともに、2つの共同研究部門も新たに加わり、全2協働研究所および4共同研究部門の体制となりました。溶接・接合に関わる基礎研究から実用化までの道筋を切れ目なく開拓する産学共創研究を強力に推進しています。

2019年11月に研究所独自の外部評価を実施しました。第3期中期計画期間の中間評価を受ける

ことにより、第4期中期計画期間に向けて早期の改善を行い、的確で効果的な活動指針を策定するためのものです。国内外の有識者（国内8名、海外4名）から本研究所の活動成果や取組状況に対して、多くの貴重なアドバイスを頂戴しました。賜った貴重なアドバイスを踏まえつつ、研究所全体に亘る今後の改革・改善に引き続き努めて参りたいと考えております。未来に輝く社会を夢見ながら、溶接・接合分野のグローバル研究拠点として溶接・接合研究の絶え間ない追求を行い、人類の持続的な繁栄と発展に資するべく、所員一同努力していく所存です。年次報告をご一読いただき、研究所の活動として不十分な点や改善すべき点など、お気づきの点がございましたら、ご遠慮なく、私田中（tanaka@jwri.osaka-u.ac.jp）までご連絡賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

目 次

I. 組 織	
1. 1 研究所職員	1
1. 2 人事	5
1. 3 運営委員会委員	7
1. 4 共同研究運営委員会委員	8
II. 予 算	
2. 予 算	9
III. 研究業績	
3. 研究業績 (研究業績件数表)	13
IV. 分野別活動成果と自己評価	
接合プロセス研究部門	
エネルギー制御学分野	15
エネルギー変換機構学分野	39
加工プロセス学分野	49
レーザプロセス学分野	63
接合機構研究部門	
溶接機構学分野	83
接合界面機構学分野	99
複合化機構学分野	125
接合評価研究部門	
接合構造化解析学分野	141
接合構造化評価学分野	163
接合設計学分野	181
信頼性評価・予測システム学分野	197
スマートプロセス研究センター	
スマートコーティングプロセス学分野	211
ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野	225
スマートグリーンプロセス学分野	239
ライフイノベーション材料プロセス学分野	241
接合界面微細構造解析室	249
JFE ウエルディング協働研究所	251
ダイヘン溶接・接合協働研究所	255
日立造船先進溶接技術共同研究部門	257
大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門	261
「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門	267
学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究拠点	269
広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター／国際協働研究部門・国際人材育成部門	273
国際連携溶接計算科学研究拠点	285
溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点	287
V. 研究集会等	
5. 1 特別講演会	291
5. 2 共同研究員・共同研究成果発表会	292

VI. 国際交流	
6. 1 国際交流協定締結大学等	293
6. 2 海外出張・研修	296
6. 3 来訪者	306
VII. ニュース	
7. 1 接合科学研究所 第16回 産学連携シンポジウム	311
7. 2 ダイヘン溶接・接合協働研究所 開所記念式典 & シンポジウム	312
7. 3 Smart MADE 2019: 1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation	313
7. 4 香港 城市大学との国際合同会議 (JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop)	314
7. 5 Visual-JW2019&WSE2019: The 5th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation & The 8th International Conference of Welding Science and Engineering	315
7. 6 東京セミナー	316
7. 7 第二回ベトナム溶接研究会	317
7. 8 ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナー	318
7. 9 第四回ベトナム溶接研究会	319
7. 10 第1回 喫茶接合ロマン「接合科学ヒストリア講演会」	320
7. 11 第2回 喫茶接合ロマン「接合科学ヒストリア講演会」	321
7. 12 第7回 接合科学カフェ「60分のミステリーツアー - 割れ -」	322
7. 13 第8回 接合科学カフェ「60分のミステリーツアー - すき間 -」	323
7. 14 外国人研究員紹介	324

I. 組

織

1. 1 研究所職員

(R2. 3. 1 現在)

所長 (兼) 教 授	田 中 学	特任研究員	堀 英 治
		技術補佐員	井 藤 里 香
特任事務職員 (所長秘書)	吉 村 淳 子	事務補佐員	小 林 初 芽
		事務補佐員	宮 崎 怜 奈
副所長 (兼)			
教 授	節 原 裕 一	[先端基礎科学分野]	
教 授	藤 井 英 俊	招へい教授	出 村 雅 彦
接合プロセス研究部門		接合機構研究部門	
[エネルギー制御学分野]		[溶接機構学分野]	
教 授	田 中 学	教 授	伊 藤 和 博
准教授	茂 田 正 哉	准教授	三 上 欣 希
助 教	田 代 真 一	講 師 (兼)	高 橋 誠
招へい教授	中 田 一 博	助 教	山 本 啓
招へい教授	三 田 常 夫	招へい教授	小 川 和 博
招へい教授	西 山 秀 哉		
招へい准教授	細 井 宏 一	[接合界面機構学分野]	
招へい教員	XU BIN	教 授	藤 井 英 俊
事務補佐員	増 田 万 里	准教授	柳 楽 知 也
		助 教	劉 恢 弘
[エネルギー変換機構学分野]		特任教授	潮 田 浩 作
教 授	節 原 裕 一	特任准教授	森 貞 好 昭
准教授	竹 中 弘 祐	特任講師	青 木 祥 宏
招へい教授	斧 高 一	招へい研究員	CHENG CHUN
		招へい研究員	VICHARAPU BUCHIBABU
[加工プロセス学分野]		招へい研究員	KAR AMLAN
教 授	西 川 宏	事務補佐員	越 野 恵 子
特任研究員	佐々木 喜 七	事務補佐員	近 藤 亜 弥 子
特任研究員	SHEN YU-AN		
招へい研究員	小日向 茂	[複合化機構学分野]	
事務補佐員	坂 田 祐 子	教 授	近 藤 勝 義
派遣職員	米 澤 藍 子	准教授	梅 田 純 子
		助 教	設 樂 一 希
[レーザプロセス学分野]		招へい教授	MA QIAN
教 授	塚 本 雅 裕	招へい教授	三 浦 秀 士
准教授	佐 藤 雄 二	招へい准教授	ZHONG LISHENG
特任研究員	東 野 律 子	特任研究員	堀 江 光 雄
特任研究員	升 野 振 一 郎	特任研究員	藤 井 寛 子

特任研究員 南 谷 良 二
事務補佐員 武 田 寛 子

[ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野]
教 授 桐 原 聡 秀
特任研究員 高 松 伸 行

接合評価研究部門

[接合構造化解析学分野]
教 授 麻 寧 緒
准教授 芹 澤 久
特任研究員 樋 崎 邦 男
特任研究員 河 原 充
招へい研究員 LI WANGNAN
事務補佐員 亀 井 久 美
事務補佐員 赤 路 三 紀

[スマートグリーンプロセス学分野]
教 授 (兼) 西 川 宏

[ライフイノベーション材料プロセス学分野]
准教授 阿 部 浩 也
派遣職員 吉 田 加 菜 子

接合界面微細構造解析室

講 師 高 橋 誠

[接合構造化評価学分野]
教 授 南 二 三 吉
助 教 高 嶋 康 人
事務補佐員 山 口 純 子

協働研究所

[JFE ウエルディング協働研究所]
教 授 (兼) 田 中 学
招へい教授 大 井 健 次
招へい教授 田 川 哲 哉

[接合設計学分野]
教 授 (兼) 南 二 三 吉
准教授 堤 成 一 郎
特任講師 FINCATO RICCARDO
特任研究員 RAMY SAEED SHAFEAK GADALLAH

[ダイヘン溶接・接合協働研究所]
教 授 (兼) 井 上 裕 滋
教 授 (兼) 田 中 学
招へい教授 恵 良 哲 生
招へい研究員 門 田 圭 二

[信頼性評価・予測システム学分野]
教 授 井 上 裕 滋
准教授 門 井 浩 太
助 教 鴫 田 駿
事務補佐員 森 垣 章 子

共同研究部門

スマートプロセス研究センター

[日立造船先進溶接技術共同研究部門]
特任准教授 (常勤) 中 谷 光 良
特任助教 (常勤) 阿 部 洋 平
招へい教授 北 側 彰 一
招へい教授 片 山 聖 二
招へい研究員 谷 川 大 地
招へい研究員 藤 本 貴 大

センター長 (教授 (兼)) 藤 井 英 俊

[スマートコーティングプロセス学分野]
教 授 内 藤 牧 男
助 教 小 澤 隆 弘
特任研究員 (常勤) 近 藤 光
事務補佐員 伊 藤 夕 佳
派遣職員 福 山 香 代

[大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門]
特任教授 阿 部 信 行
特任助教 (常勤) 林 良 彦

特任助教（常勤） 安 積 一 幸
招へい研究員 米 山 三樹男
招へい研究員 辰 巳 佳 宏

特任助教（常勤） BAHADOR ABDOLLAH
特任助教（常勤） MA YUNWU
事務補佐員 古 田 佳 央

[[高度ジョイント生産システム構築]共同研究部門]

招へい准教授 甘 崎 哲 也
招へい研究員 山 口 博

国際共同研究拠点

[国際連携溶接計算科学研究拠点]

[先端接合技術 共同研究部門]

招へい教員 大 谷 靖 弘
招へい教員 野 木 俊 克
招へい教員 勝 木 誠
招へい教員 矢 野 良 明
招へい教員 村 山 雅 智

拠点リーダー（教授（兼）） 麻 寧 緒
招へい教授 村 川 英 一
招へい教授 平 岡 和 雄
招へい教授 松 山 欽 一
招へい教授 CHEN YUNXIA
招へい准教授 柴 原 正 和
准教授（兼） 芹 澤 久

環境資源開発プロジェクト

特任教授 高 橋 康 夫
特任研究員 村 松 正 康
招へい教授 内 田 成 明
招へい教授 板 倉 啓二郎
招へい准教授 平 木 博 久

[溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点]

拠点リーダー（教授（兼）） 南 二 三 吉
招へい教授 寺 田 賢二郎
准教授（兼） 堤 成 一 郎
助 教（兼） 高 嶋 康 人
特任講師（兼） FINCATO RICCARDO

文部科学省特別経費プロジェクト

[学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション

マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点]

拠点リーダー（教授（兼）） 節 原 裕 一
特任教授 大 原 智
事務補佐員 喜 多 由紀子

客員教授 菅 哲 男
招へい教授 小 溝 裕 一
招へい教授 中 西 保 正
招へい教授 安 田 功 一
招へい教授 大 原 智

[広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター

国際協働研究部門・国際人材育成部門]

センター長（教授（兼）） 田 中 学
国際協働研究部門長
（教授（兼）） 近 藤 勝 義
国際人材育成部門長
（教授（兼）） 西 川 宏
特任准教授（常勤） 勝 又 美穂子
特任講師（常勤） 橋 本 智 恵
特任助教（常勤） 寺 西 未 沙

研究所特命

技術部

技術部長（教授（兼）） 藤 井 英 俊
副技術部長（兼）
技術専門員 水 谷 正 海
技術専門員 釜 井 正 善
技術職員 植 原 邦 佳
技術補佐員 塔 本 健 次
技術補佐員 中 辻 義 弘
技術補佐員 小 倉 卓 哉
技術補佐員 浅 野 健 司

技術補佐員	村 上 猛
技術補佐員	伊 東 万寿雄
技術補佐員	篠 原 睦 夫

事務部

事務長	今 井 京 子
-----	---------

庶務係

係 長	高 木 謙 司
主 任	榊 原 聡 子
特任事務職員	時 水 清 美
事務補佐員	稲 森 和 代
事務補佐員	中 村 久美子

会計係

係 長	近 藤 裕
主 任	北 島 美 絵
事務職員	南 原 智 実
派遣職員	森 川 直 哉

研究推進係

係 長 (兼)	近 藤 裕
主 任	尾 崎 みち子
特任事務職員	清 水 秀 世

図書室

事務補佐員	谷 村 宏 美
-------	---------

広報・データ管理室

技術補佐員	田 中 喜 隆
-------	---------

産学連携室

客員教授 (兼)	菅 哲 男
----------	-------

1. 2 人事

[職 名]	[氏 名]	[異動内容]	[年月日]
特任研究員	村 松 正 康	環境資源開発プロジェクト分野 採用	H31.4.1
招へい教授	恵 良 哲 生	ダイヘン溶接・接合協働研究所 受入れ	H31.4.1
招へい教授	斧 高 一	エネルギー変換機構学分野 受入れ	H31.4.1
招へい教授	出 村 雅 彦	先端基礎科学 受入れ	H31.4.1
招へい教授	三 浦 秀 士	複合化機構学分野 受入れ	H31.4.1
招へい准教授	山 崎 洋 輔	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	AYMAN HAMADA ABDELHADY ELSAYED	複合化機構学 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	門 田 圭 二	ダイヘン溶接・接合協働研究所 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	谷 川 大 地	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	藤 本 貴 大	日立造船先進溶接技術共同研究部門 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	原 田 尚 彦	「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門 受入れ	H31.4.1
招へい研究員	VICHARAPU BUCHIBABU	接合界面機構学分野 受入れ	R1.5.1
招へい研究員	CHENG CHUN	接合界面機構学分野 受入れ	R1.5.1
招へい研究員	KAR AMLAN	接合界面機構学分野 受入れ	R1.5.1
招へい研究員	HOU JUNCAI	加工プロセス学分野 受入れ	R1.7.1
准教授	竹 中 弘 祐	エネルギー変換機構学分野 昇任	R1.8.16
准教授	佐 藤 雄 二	レーザプロセス学分野 採用	R1.9.1
特任研究員	高 松 伸 行	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 採用	R1.9.1

招へい教授	CHEN YUNXIA	国際連携溶接計算研究科学研究拠点 受入れ	R1.11.1
招へい教員	XU BIN	エネルギー制御学分野 受入れ	R1.11.1
招へい教授	小 川 和 博	溶接機構学分野 受入れ	R1.12.1
招へい准教授	ZHONG LISHENG	複合化機構学分野 受入れ	R2.3.1

1. 3 運営委員会委員

[氏 名]	[所 属]	[職 名]	[任 期]
学外委員			
栗飯原周二	一般社団法人 日本溶接協会 東京大学	会長 名誉教授	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
石出 孝	三菱重工業 株式会社 総合研究所	フェロー アドバイザー	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
神谷 利夫	東京工業大学 科学技術創成研究院 フロンティア材料研究所	所長	H31. 4. 1 ~ R3. 3. 31
古賀 信次	川崎重工業 株式会社 技術開発本部	フェロー (役員)	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
篠崎 賢二	一般社団法人 溶接学会 呉工業高等専門学校	会長 校長	H30. 4. 25 ~ R2. 3. 31
高梨 弘毅	東北大学 金属材料研究所	所長	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
花田 和明	九州大学 応用力学研究所	所長	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
安田 秀幸	京都大学 大学院工学研究科	教授	H31. 4. 1 ~ R3 .3. 31
学内委員			
田中 敏宏	大学院工学研究科	研究科長	H29. 8. 26 ~ R1. 8. 25
菅沼 克昭	産業科学研究所	所長	H30. 4. 1 ~ R2. 3. 31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所長	H31. 4. 1 ~ R3. 3. 31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H31. 4. 1 ~ R3. 3. 31
藤井 英俊	接合科学研究所 附属スマートプロセス研究センター	副所長 センター長	H31. 4. 1 ~ R3. 3. 31

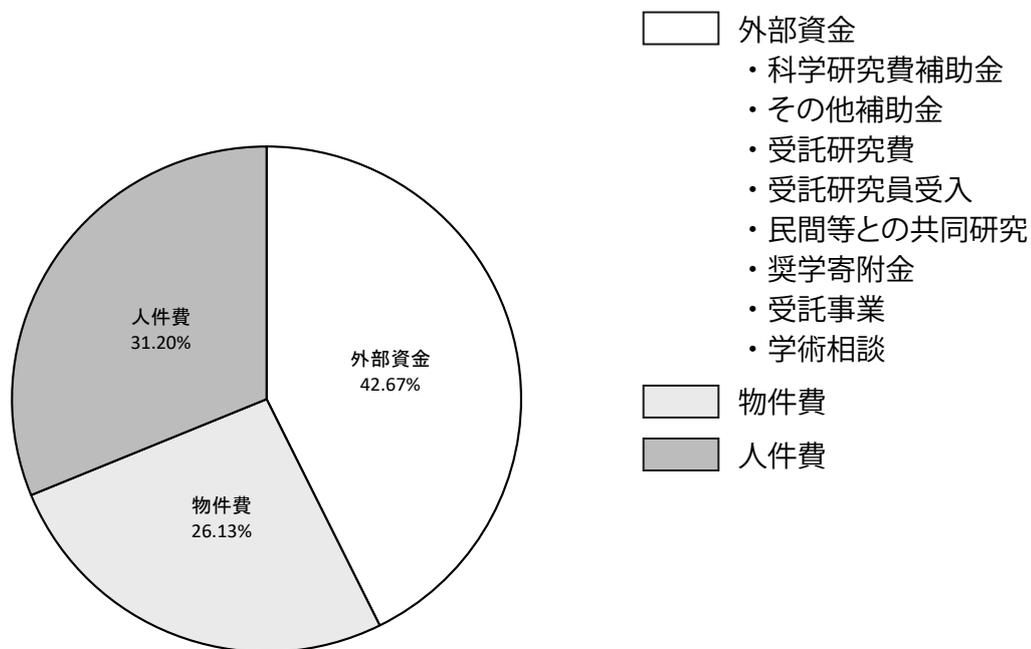
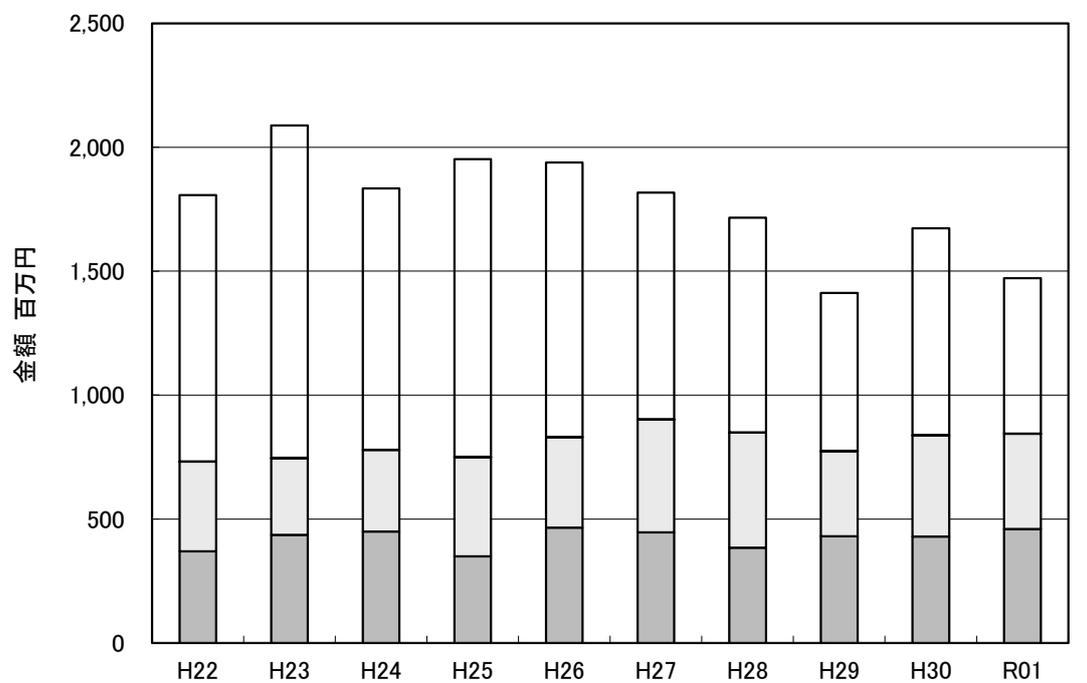
1. 4 共同研究運営委員会委員

[氏 名]	[所 属]	[職 名]	[任 期]
学外委員			
岩田 聡	名古屋大学 未来材料・システム研究所	所長	H31. 4. 1 ～ R2. 3. 31
岸本 泰明	京都大学 エネルギー理工学研究所	所長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
久保 雅男	パナソニック 株式会社 ライフソリューションズ社	常勤監査役員	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
黒田 聖治	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点	特命研究員	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
塩野谷 哲	トヨタ自動車 株式会社 第2 素形材技術部	機能部品技術室長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
清水 弘之	株式会社 神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター	技術センター長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
平田 弘征	日本製鉄 株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所	接合研究部長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
牧野 吉延	東芝エネルギーシステムズ 株式会社 京浜事業所	シニア エキスパート	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
山岡 弘人	株式会社 IHI 技術開発本部 技術基盤センター	所長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
学内委員			
才田 一幸	大学院工学研究科	教授 (生産科学コース長)	H31. 4. 1 ～ R2. 3. 31
宇都宮 裕	大学院工学研究科	教授 (マテリアル科学コース長)	H31. 4. 1 ～ R2. 3. 31
所内委員			
田中 学	接合科学研究所	所長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
節原 裕一	接合科学研究所	副所長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
藤井 英俊	接合科学研究所 附属スマートプロセス研究センター	副所長 センター長	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31
西川 宏	接合科学研究所	教授	H31. 4. 1 ～ R3. 3. 31

II. 予 算

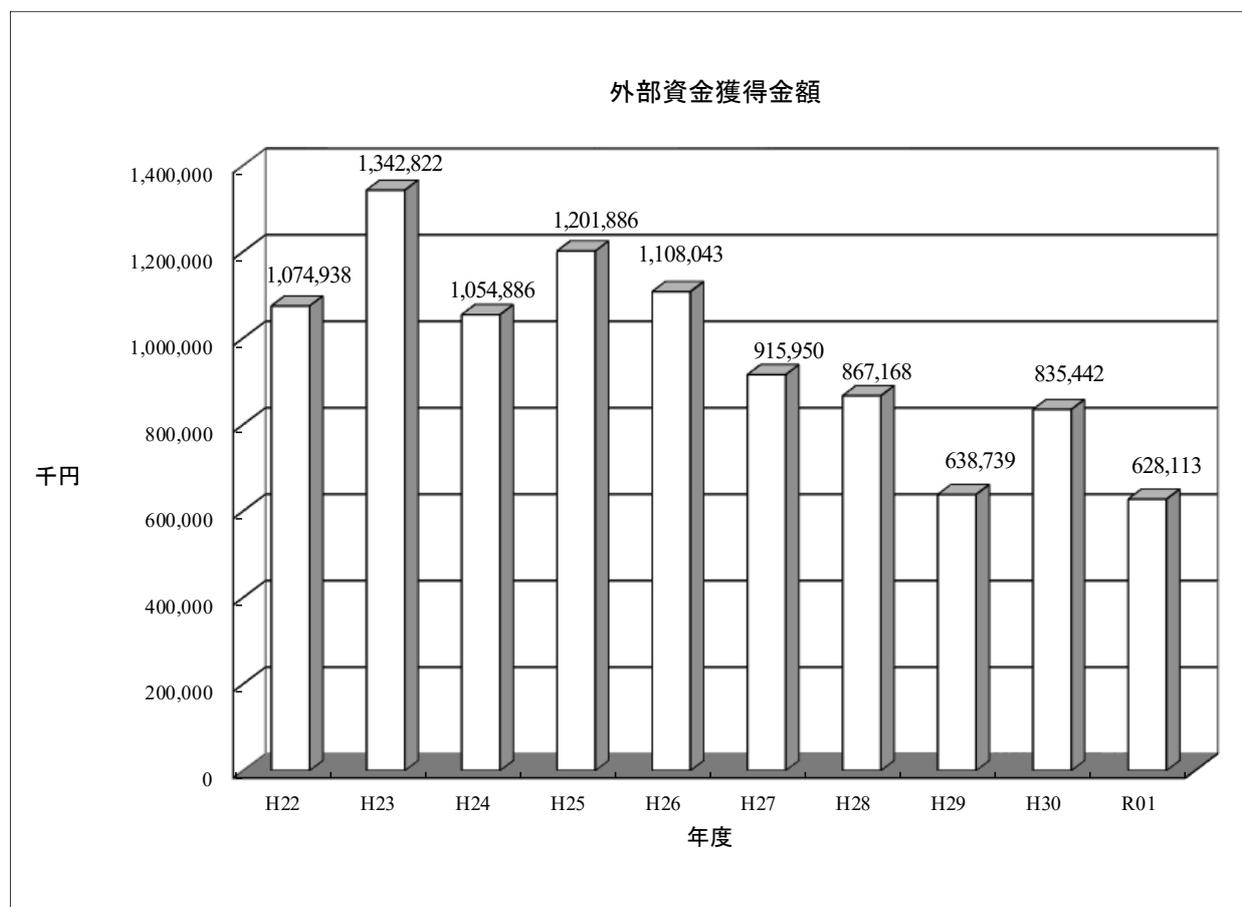
2 予 算

① 総予算



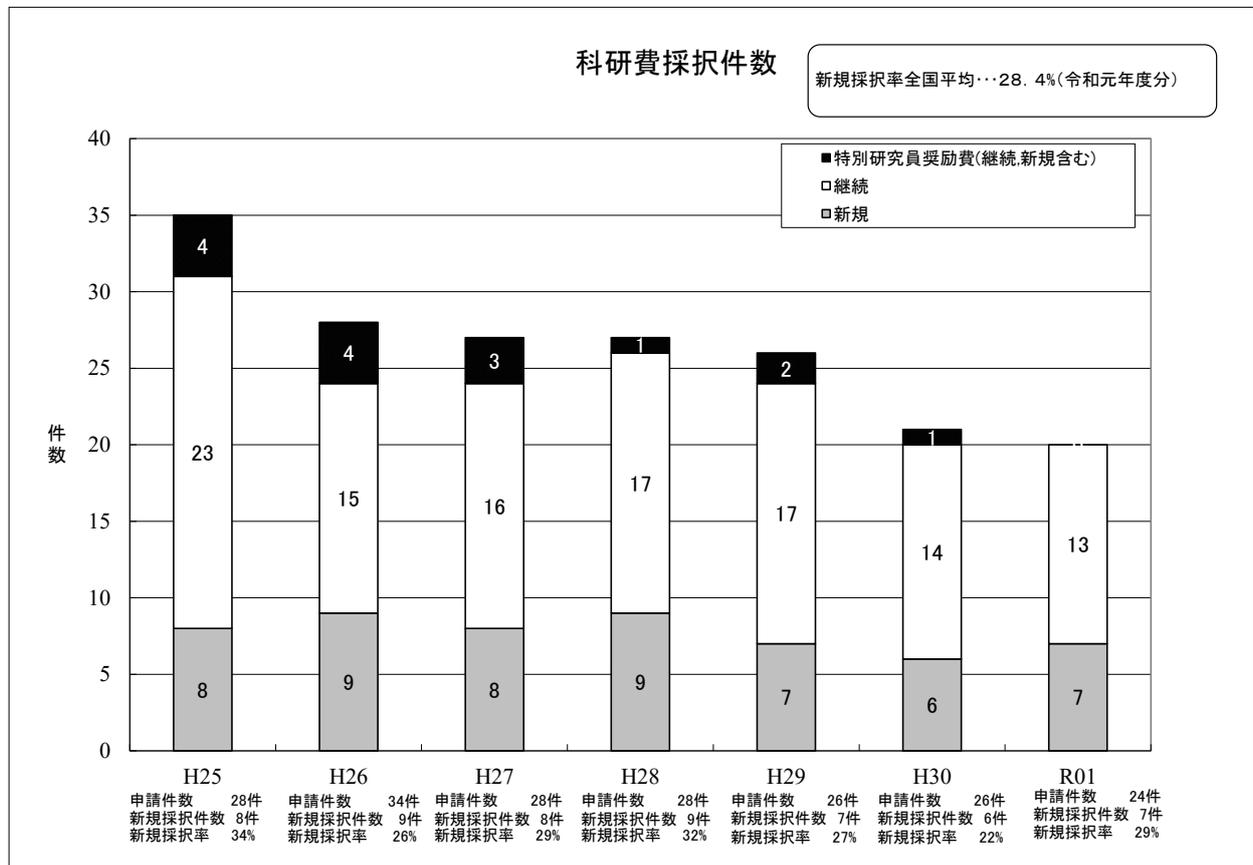
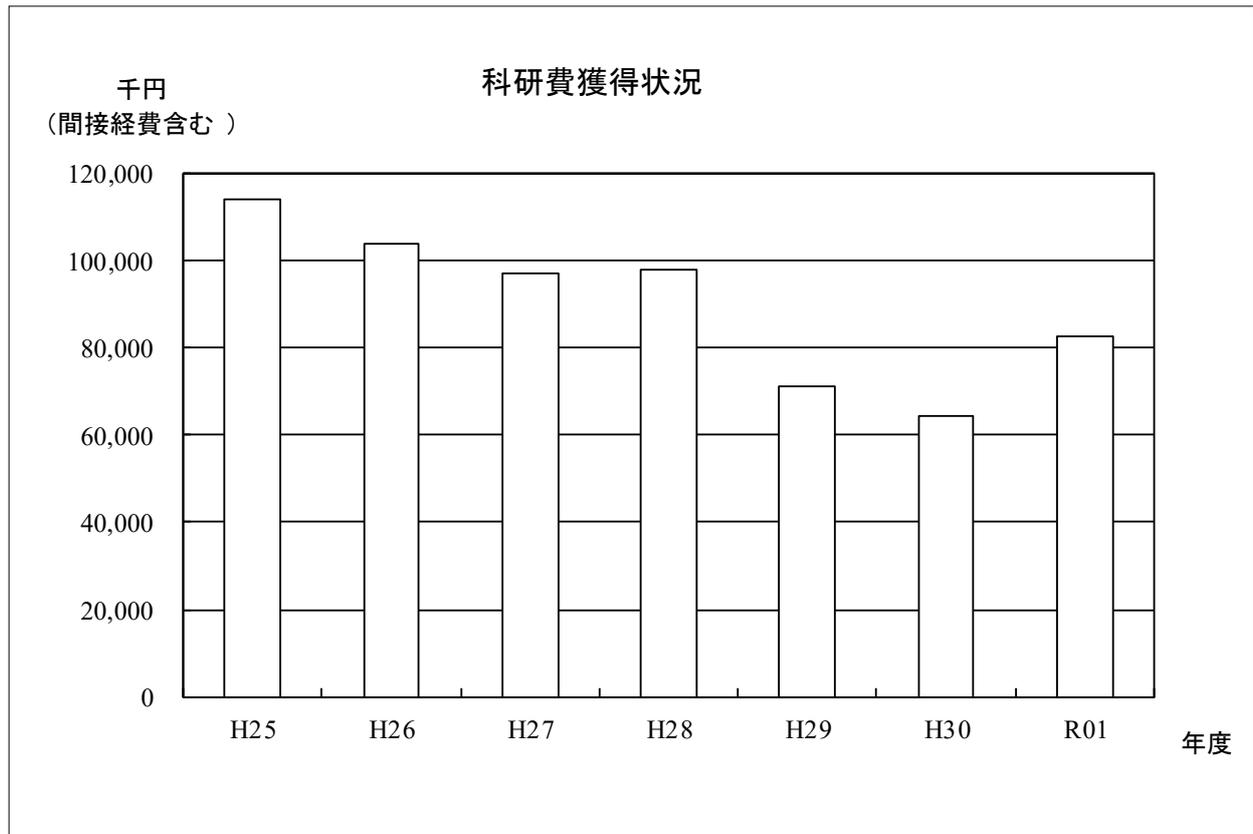
- 外部資金
 - ・ 科学研究費補助金
 - ・ その他補助金
 - ・ 受託研究費
 - ・ 受託研究員受入
 - ・ 民間等との共同研究
 - ・ 奨学寄附金
 - ・ 受託事業
 - ・ 学術相談
- 物件費
- 人件費

② 外部資金



区 分	R01 年度 獲得金額 (千円)
科学研究費補助金	82,550
その他補助金	10,725
受託研究費	170,814
受託研究員受入	3,813
民間等との共同研究	299,612
奨学寄附金	45,544
受託事業	6,888
学術相談	8,167
合 計	628,113

③ 科研費

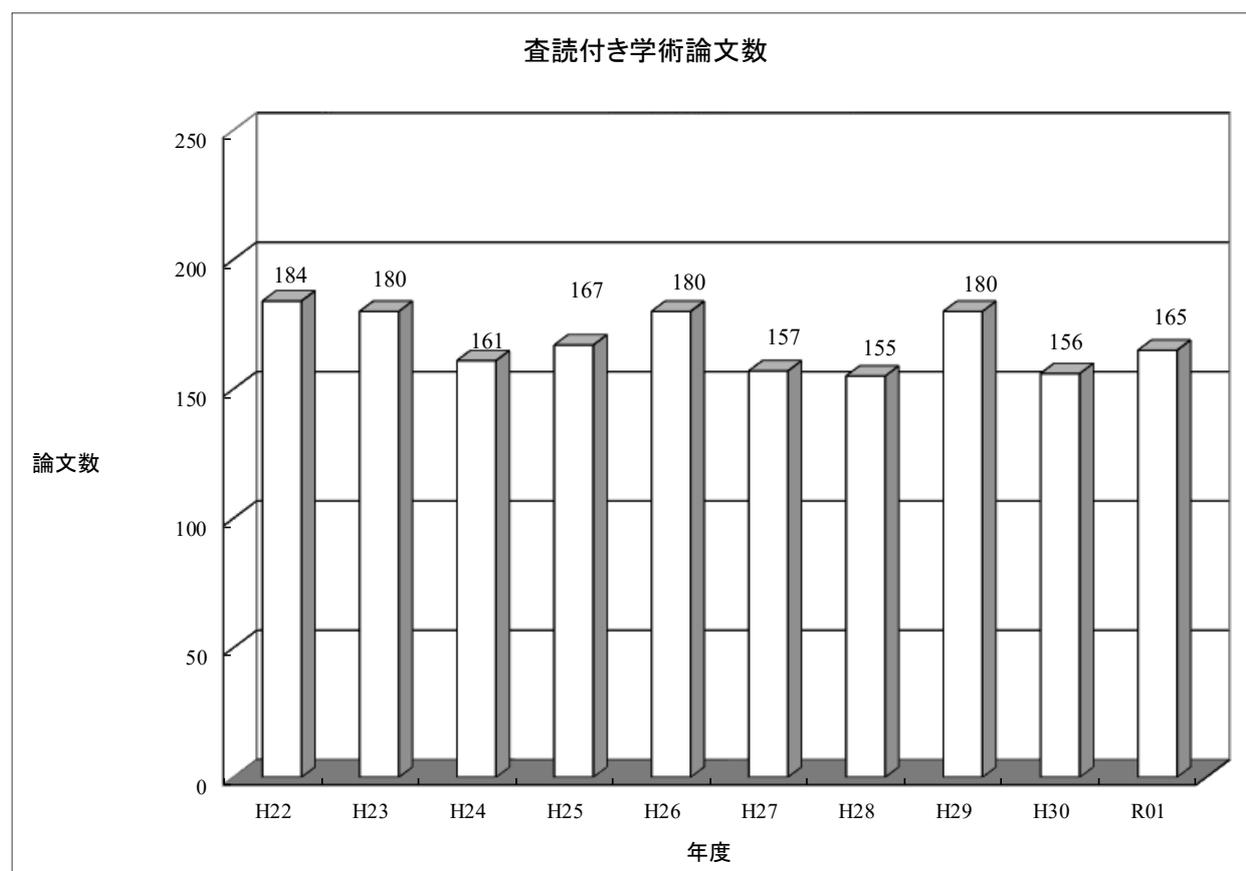


Ⅲ. 研 究 業 績

3. 研究業績

研究業績件数

区 分	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01
査読付き学術論文	184	180	161	167	180	157	155	180	156	165
国際会議発表論文	54	57	41	89	52	60	82	62	64	41
国内会議発表論文	10	25	13	8	35	24	13	32	13	36
国際会議発表	164	121	208	183	162	124	172	107	118	159
国内学会発表	195	231	214	243	243	250	241	234	231	202
講 演	148	136	132	139	150	182	166	151	152	153
解説・総説	32	47	58	58	43	39	28	43	47	42
著 書	13	17	14	30	15	11	8	7	9	15
国内特許	33	29	34	25	18	20	19	19	32	26
海外特許	31	12	22	5	17	5	15	10	18	24
受 賞	19	26	22	27	29	30	29	32	23	24



IV. 分野別活動成果 と自己評価

分野別活動成果と自己評価の内容(各分野共通)

4. 1 研究概要
4. 2 研究課題
4. 3 研究成果と研究に対する自己評価
 - (1)研究成果
 - (2)研究に対する自己評価
4. 4 教育に対する自己評価
4. 5 社会貢献に対する自己評価
4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価
4. 7 研究業績
 - (1)査読付き学術論文
 - (2)国際会議発表論文(査読あり)
 - (3)国際会議発表論文(査読なし)
 - (4)国内会議発表論文(査読あり)
 - (5)国内会議発表論文(査読なし)
 - (7)国際会議発表
 - (8)国内学会発表
 - (9)国際会議講演
 - (10)国内会議講演
 - (11)解説・総説
 - (12)著書
 - (13)特許出願・登録
 - (14)その他資料
 - (15)受賞
 - (16)規準・規格等の作成
 - (17)外部資金
4. 8 教育
 - (1)大学院等講義科目
 - (2)博士論文(主査)
 - (3)博士論文(副査)
 - (4)修士論文
 - (5)卒業論文
4. 9 社会貢献
 - (1)学会役員
 - (2)国際会議委員
 - (3)他大学での非常勤講師
 - (4)企業等への貢献
 - (5)国・自治体・公益法人等への貢献
 - (6)外国人招へい研究員・研究留学生
 - (7)社会への情報発信
4. 10 全国共同利用に関する研究
 - (1)共同研究員と研究テーマ
 - (2)共同研究員との共著論文件数

接合プロセス研究部門
エネルギー制御学分野

接合プロセス研究部門 エネルギー制御学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、集中性および分散性のエネルギー源の特性とその高度制御、すなわちエネルギー輸送の最適化、さらにはそれらのエネルギー源と材料との相互作用について基礎的研究を行うことにより、高精度・高機能材料加工のための新しいエネルギー制御の手法を探求している。特に、溶接、切断、加熱、高温反応、表面被覆、表面改質、物質合成などにおいて代表的エネルギー源として幅広く応用され、新しく熱プラズマによる材料プロセスという概念を生み出しつつあるアークプラズマの発生、制御および熱輸送現象に関して基礎的検討を加えている。

4. 2 研究課題

1. 溶接アーク現象の実験的・理論的解析
2. 溶融池熱流動解析のための新型シミュレーター開発
3. 熱プラズマ流動－材料プロセス解析のための高精度計算手法の開発
4. 熱プラズマの発生と制御、および新しい溶接プロセスの開発
5. アーク溶接における溶融池制御技術の開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 溶接アーク現象の実験的・理論的解析

高分解能イメージ分光分析システムを構築し、ティグ溶接プロセス時に生成される種々の金属蒸気が発する固有のスペクトルを計測することで、アークプラズマ中に金属由来の強い発光領域が二層構造をとることを明確に可視化することに成功し、輸送現象に電極間の電場が大きな影響を及ぼすというメカニズムを明らかにした。またアークプラズマ内部に分布する金属蒸気のみならず、特に電極近傍で見られる発光領域と電極内部の添加物に由来する金属成分に着目し、それらの相関性を明らかにした。

それに関連して、電極内部の添加物の拡散および電極表面での蒸發現象を二次元空間での数値シミュレーションにより定量的調査を行った。当該の数値シミュレーションは電極だけではなくアークプラズマも同時に連成して取り扱うが、このアークプラズマの計算モデルに二温度性によって表される熱非平衡性を取り入れ、パルスティグアークプラズマの非定常現象の研究も行った。それにより、電流値が大きく変化する短い時間にアークプラズマ外縁領域で電子温度と重粒子温度に差異が生じることが示された。

2. 溶融池熱流動解析のための新型シミュレーター開発

被溶接部をフラックスで覆いながら消耗式電極を用いるサブマージアーク溶接は厚板材を高速溶接できるため、産業界で広く用いられている溶接法の1つであるが、フラックスで覆われているため、その物理過程の多くは未解明である。そこでサブマージアーク溶接中の特に溶融池内対流や、溶融池およびビードの形成メカニズムを解明することを目的として、非圧縮性 SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法および離散要素法を連成した新型シミュレーターの開発を行った。その結果、電極先端に溶滴が形成した後に離脱する過程と、溶滴が落下し溶融金属が熱源の中心より後方に広がりながら溶融池が形成されている過程が再現された。溶融池の後方では溶融金属が盛り上がりながら再凝固することで余盛が形成される過程も再現されており、実際のサブマージアーク溶接でも見られる現象をシミュレートできた。データ解析の手法としてアンサンブル平均処理を導入し数値計

算により得られた瞬間場を解析することで、溶融池表面および内部に生じる複雑な流れ場を明らかにした。さらにFCW（フラックス・コアード・ワイヤ）を用いたマグ溶接の溶滴移行現象、切断プロセスにおけるドロス形成過程、抵抗スポット溶接におけるナゲット形成過程にも適用可能なシミュレーターを非圧縮性 SPH 法を基盤として開発した。

3. 熱プラズマ流動－材料プロセス解析のための高精度計算手法の開発

溶接アーク・非移行式アークプラズマジェット・高周波誘導結合プラズマをはじめとした熱プラズマは溶接・切断・溶射などの材料加工プロセスから、近年ではナノ粒子の量産といった新材料創製プロセスに至るまで幅広く応用されている。これらのプロセスはいずれもプラズマの高温場を積極的に利用するものであるが、同時に高速なプラズマの流れが低温の外気を直接巻き込みながら乱流場を形成することでプラズマが不安定となり、結果としてプロセスの品質低下を招いてしまう。このような複雑なプラズマ流動場に適用可能なオリジナルの計算手法を用いて、均一核生成・不均一凝縮・粒子間凝集によるナノ粒子群の集団的な形成過程および移流・拡散過程を同時に表現した方程式系の数値解を得ることに成功し、アークプラズマの流体力学的ゆらぎとナノ粒子群の成長・輸送過程の相関を数値解析的に明らかにした。

4. 熱プラズマの発生と制御、および新しい溶接プロセスの開発

純アルゴンシールドガスを用いたミグ溶接は、高い強度や靱性をもつ溶接継手の作成に適していると言われている。しかしながら、純アルゴンミグ溶接はアークが不安定となるだけでなく、溶接ビードのぬれ性が低く溶込み深さも浅くなるため、その実適用には未だに多くの課題が残されている。この問題解決のため新たな溶接プロセスとして二段給電ミグ溶接を開発した。二段給電ミグ溶接ではワイヤ先端近くにて第二電流を別途給電することにより、ワイヤ送給速度と溶接電流の独立制御が可能となる。当該年度はこの二段給電ミグ溶接の基本特性について検討した。検討の結果、同一のワイヤ送給速度のもと、二段給電ミグ溶接は従来型ミグ溶接と比較して多くの溶接電流を給電できることが明らかになった。さらに、二段給電ミグ溶接における溶滴の保有熱量は第二電流の増加に伴い上昇し、結果的にぬれ性と溶込み深さの増加につながることを示された。加えて、第二給電位置が溶接電流及び溶滴保有熱量に及ぼす影響についても検討し、コンタクトチップと第二給電位置の距離の増加に伴い、溶接電流及び溶滴保有熱量は大きく増加することが判明した。また、溶接電流の増加はアークの安定性向上にも寄与することが確認された。二段給電ミグ溶接を積層溶接に適用した結果、溶接欠陥の無い健全な溶接ビードが得られ、本プロセスの有効性が確認された。

5. アーク溶接における溶融池制御技術の開発

本研究では鋼板やアルミニウム合金板等のプラズマキーホール溶接におけるキーホール及び溶融池の形成プロセスを明らかにしその制御を可能とすることを目的としている。ここでは、溶融池内部に対する高輝度 X 線透過型溶接接合機構 4 次元可視化システムによる三次元流動計測ならびに溶融池表面に対するトレーサ法による二次元流動計測及び二色測温法による二次元温度場計測から成る総合的な実験観察を実施した。また、これと併せてアークプラズマモデルと溶融池モデルを連成させた新たな統合シミュレーションモデルを開発し、これを用いてキーホール及び溶融池の形成プロセスを理論的にも検討した。詳細な検討の結果、溶融池のキーホール後方側には 2 つの大きな渦が形成され、これらの大きさのバランスは特にプラズマガス流量に依存し大きく変化することが示された。プラズマガス流量が大きい場合、母材裏面側の渦が大きく成長しアークからの入熱の大部分は裏面側に輸送され、その結果表面側の溶融池温度が低下しアンダーカット等の溶接欠陥を生じることが明らかになった。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接・接合を中心とした材料加工プロセスのためのエネルギー制御に焦点を合わせ、特にエネルギー源として世界に浸透しているアーク放電を取り上げ、高精度制御を目指してアークプラズマと材料との相互作用の解明に注力してきた。大気圧アークプラズマと材料との相互作用の解明を実験観察と数値シミュレーションの両面から攻める本研究分野の研究アプローチは世界的に見てもユニークである。これらの研究に関する高い学術性が認められ、田中教授・茂田准教授による上記 4.3-(1)-3 の成果が *Nanomaterials* (IF: 4.034) に掲載、田中教授・田代助教による 4.3-(1)-5 の成果が *Journal of Cleaner Production* (IF: 6.395) 及び *Welding Journal* 等に掲載された。特に茂田准教授はその研究実績の表れとして、プラズマ応用科学分野において最高の権威を有する国際会議 *International Symposium on Plasma Chemistry* において招待講演を行ったほか、当該分野におけるトップジャーナルの一つである *Plasma Chemistry and Plasma Processing* および *Japanese Journal of Applied Physics* からの依頼を受けて招待レビュー論文を 1 件ずつ掲載している。さらに田中教授および茂田准教授は、溶接物理・技術奨励賞を 2 件受賞するなど本研究分野から発信している研究開発成果が高く評価された。また、本年度に雑誌掲載された査読付き論文数は 28 件であり、国立大学法人化後の過去 16 年間の合計が 252 件、平均して毎年 16 件程度の査読付き論文を掲載したことになり、限られた教員数の中で努力したと考えている。研究予算については、茂田准教授が科学研究費補助金およびパワーアカデミー研究助成「特別推進研究」に採択されるとともに、民間企業との共同研究を幅広く展開し、外部資金の獲得にも積極的に取り組んできたと考えている。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、世界レベルの研究活動を通じて大学院教育を実施し、溶接・接合に関する高度な知識と研究推進能力を有する研究者・技術者の育成に努力している。また、国内会議での研究発表はもちろんのこと、国際会議での研究発表も積極的に行わせ、研究成果の総括力と表現力ならびにコミュニケーション力の発現に努力している。具体的には、大学院生が著者または共著者となった発表件数は、本年度だけでも査読付き雑誌論文 21 件、国際会議が 24 件、国内学会が 22 件ある。それらを受け、国外において 1 名の大学院生が国際溶接学会 (IIW) ヘンリー・グランジョン賞、国内において 2 名の大学院生がそれぞれスマートプロセス学会学術奨励賞、1 名の大学院生が溶接学会優秀研究発表賞を受賞した。また、中国人大学院生が中国留日同学賞 (論文賞) を受賞した。

一方、工学研究科マテリアル生産科学専攻の協力講座として大学院講義を担当し、アクティブラーニング形式の講義を設ける等、大学院修士学生の座学教育についても努力している。また、学部学生 (2 年生、3 年生) の講義も担当し、溶接・接合プロセスの物理現象を理解するために必要不可欠な輸送現象論といった基礎学問の習得およびプロセスの実現に必要な機器システムの専門知識習得に貢献している。さらに全学部に対して教育科目「学問への扉」を通じて、工学部以外の学生も含む学部 1 年生に向けたものづくり実習講義を設け、接合科学の基礎から最先端研究に渡る幅広い知識教育を行っている。その他、ISO に準拠した IIW 溶接技術者資格認証制度に基づく、大学院修士学生向け教育課程「国際溶接技術者 (IWE) コース」の運営に対して、田中教授はコース責任者として、田代助教はコース文書管理責任者補佐として尽力し、コースの第 11 期生 7 名の修了及び IWE 資格取得に大きく貢献した。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、国内外を問わず溶接・接合に関わる多くの学協会の運営に関わり、溶接・接合の学術・技術の幅広い振興と普及、ならびに溶接技術者の育成に貢献している。特に、田中教授は、(一社) 日本溶接協会溶接技能者教育委員会委員長、(一社) 軽金属溶接協会アルミニウム溶接教育委員会委員長、(一社) 日本溶接協会溶接管理技術者教育委員会副委員長、など溶接分野の研究者コミュニティにおける人材育成に深く関わり、溶接教育に大きく貢献している。また、溶接技術者向けの

教科書「新版改訂 溶接・接合技術入門」を分担執筆するとともに、(一社)日本溶接協会の「2級溶接管理技術者演習問題集」改訂を主査し、それぞれの発刊に貢献した。茂田准教授は、九州大学および慶應義塾大学において非常勤講師として集中講義を行い、大学の垣根を超えて大学院生の教育に貢献したほか、(一社)日本溶接協会の「浪速博士の溶接がってん！ R」や日刊工業新聞に解説記事を掲載するなど、幅広く知識提供を行うことで社会貢献している。田中教授は国際会議「FiMPART 2019」の国際アドバイザー委員として開催の成功に尽力した。田代助教は国際会議「ISAPS'19」の実行委員として開催の準備に尽力した。

田中教授は、平成22年度より就任している山東大学の博士共同指導教授、平成26年度より就任している蘭州理工大学の客座教授、さらには平成28年度より就任している上海交通大学の重点研究室学術評価委員会外部有識者委員、として中国における大学の国際的な人材育成と学術発展に貢献した。また、「大阪大学接合科学研究所ベトナム溶接研究会」の初代会長に就任し、国際的な産学連携共同研究を通じた将来のベトナムの科学技術人材の育成と、それに係る研究機能の向上に寄与することを目指して、国際産学共創の推進に尽力した。

また、茂田准教授はプラズマ応用科学分野において最高権威を有する国際機関の一つとされる International Plasma Chemistry Society のディレクターボードのメンバーに抜擢され、国際レベルで当該分野の発展に貢献している。国内においては(一社)日本流体力学会代議員、(一社)日本機械学会流体工学部門広報委員会委員、(一社)溶接学会全国大会運営委員会委員、査読委員会委員、関西支部幹事、(一社)スマートプロセス学会編集委員会委員および総合企画運営委員会委員を務め、各学会の取り組みや最新の研究成果を社会へ向けて情報発信することに尽力している。

一方、田代助教はプラズマ応用科学会の運営委員会委員及び学術雑誌 Materials (Scopus Q1) のゲストエディター等として活動し、当該分野の活性化に貢献した。

4.6 接合科学共同利用・共同利用拠点に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、他の研究機関より18名の共同研究員を迎えて共同研究を実施した。また、他大学から大学院生5名を共同研究員として受け入れ、全国共同利用による共同研究を通じて人材育成にも貢献した。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Performance Evaluation of Alternating Current Square Waveform Submerged Arc Welding as a Candidate for Fabrication of Thick Welds in 2.25Cr-1Mo Heat-Resistant Steel
J. Press. Vessel Technol. -Trans. ASME, 142 (2020), 041506 (11 pages).
U. K. Mohanty, Y. Abe, T. Fujimoto, M. Nakatani, A. Kitagawa, M. Tanaka, T. Suga and A. Sharma
- (2) The Relation Between Electrode Lifetime and Additive Consumption During TIG Welding
WL, 37, 4 (2019), 4WL-6WL.
K. Tanaka, T. Yamada, M. Shigeta, M. Tanaka and S. Nakabayashi
- (3) Investigation of the Bilayer Region of Metal Vapor in a Helium Tungsten Inert Gas Arc Plasma on Stainless Steel by Imaging Spectroscopy
J. Phys. D-Appl. Phys., 52, 35 (2019), 354003- (9 pages).
K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (4) Visualization of Electromagnetic-Thermal-Fluid Phenomena in Arc Welding
Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2019), SA0805- (12 pages).
M. Shigeta and M. Tanaka
- (5) Numerical Analysis of Correlation between Arc Plasma Fluctuation and Nanoparticle Growth-Transport under Atmospheric Pressure
Nanomaterials, 9, 12 (2019), 1736- (13 pages).
M. Shigeta, M. Tanaka and E. Ghedini
- (6) Numerical Study of the Effects and Transport Mechanisms of Iron Vapour in Tungsten Inert-Gas Welding in Argon
J. Phys. D-Appl. Phys., 53, 4 (2020), 44004- (14 pages).
J. Xiang, H. Park, K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (7) Simulating Turbulent Thermal Plasma Flows for Nanopowder Fabrication
Plasma Chem. Plasma Process., 40 (2020), 775-794.
M. Shigeta
- (8) Numerical Study of the Metal Vapour Transport in Tungsten Inert-Gas Welding in Argon for Stainless Steel
Appl. Math. Model., 79 (2020), 713-728.
J. Xiang, F. F. Chen, H. Park, K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (9) Effect of Arc Pressure on the Digging Process in Variable Polarity Plasma Arc Welding of A5052P Aluminum Alloy
Materials, 12 (2019), 1071 (17pp).
B. Xu, S. Tashiro, F. Jiang, S. Chen and M. Tanaka
- (10) Investigation on Cathode Spot Behavior in Argon AC TIG Welding of Aluminum through Experimental Observation
J. Phys. D-Appl. Phys., 52, 26 (2019), 26LT02 (8pp).
L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka

- (11) Modeling of Xenon Short Arc Lamp Considering Behavior of Tungsten Vapour Evaporated from Electrodes
J. Phys. D-Appl. Phys., 52 (2019), 334001 (15pp).
 S. Maenaka, S. Tashiro, A. B. Murphy, K. Fujita and M. Tanaka
- (12) Undercut Formation Mechanism in Keyhole Plasma Arc Welding
Weld. J., 98 (2019), 204-s-212-s.
 A. V. Nguyen, D. Wu, S. Tashiro and M. Tanaka
- (13) Analysis of the Energy Propagation in the Keyhole Plasma Arc Welding Using a Novel Fully Coupled Plasma Arc-Keyhole-Weld Pool Model
Int. J. Heat Mass Transf., 141 (2019), 604-614.
 D. Wu, S. Tashiro, X. Hua and M. Tanaka
- (14) Optical Measurement of Surface Temperature Distribution of Weld Pool in AC Tungsten Inert Gas Welding of Aluminum A1050
Journal of Smart Processing, 8, 5 (2019), 213-218.
 Q. N. Trinh, H. L. Phan, S. Tashiro, V. H. Bui and M. Tanaka
- (15) The Effect of Electrode Energy Balance on Variable Polarity Plasma Arc Pressure
Int. J. Heat Mass Transf., 145 (2019), 118715-118728.
 B. Xu, S. Tashiro, F. Jiang, M. Tanaka and S. Chen
- (16) 拡散性水素低減トーチのガス流体解析
 スマートプロセス学会誌, 8, 5 (2019), 219-224.
 田代 真一, 迎井 直樹, 井上 芳英, A. B. Murphy, 菅 哲男, 田中 学
- (17) アーク遮断現象を定量化するシミュレーション技術
 OMRON TECHNICS, 52, 2 (2019), 1-6.
 森地 高大, 濱 開, 井戸田 修一, 田代 真一, 田中 学, A. B. Murphy
- (18) Development of Novel MIG Welding Process with Duplex Current Feeding
J. Manufacturing Processes, 47 (2019), 74-82.
 A. Aoki, S. Tashiro, H. Kurokawa and M. Tanaka
- (19) アルミニウム合金の交流ティグ溶接においてマグネシウム量が陰極点挙動に及ぼす影響
 溶接学会論文集, 37, 4 (2019), 181-186.
 P. H. Le, 田代 真一, B. V. Hanh, 田中 学
- (20) Influence of Current Feeding Position of Duplex Current Feeding MIG Welding on Droplet Heat Quantity
Materials, 12 (2019), 3590 (16pp).
 A. Aoki, S. Tashiro, H. Kurokawa and M. Tanaka
- (21) Influence of Shielding Gas on Cathode Spot Behaviours in Alternating Current Tungsten Inert Gas Welding of Aluminium
Sci. Technol. Weld. Joining, 25 (2019), 258-264.
 L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka
- (22) Material Flow Analyses of High-Efficiency Joint Process in VPPA Keyhole Flat Welding by X-ray Transmission System
J. Clean Prod., 250 (2019), 119450.
 B. Xu, S. Chen, S. Tashiro, F. Jiang, A. V. Nguyen and M. Tanaka

- (23) Numerical Study on Arc-Droplet Coupled Behavior in Magnetic Field Controlled GMAW Process
J. Phys. D-Appl. Phys., 53, 11 (2019), 115202.
 L. Xiao, D. Fan, J. Huang, S. Tashiro and M. Tanaka
- (24) Reduction of Blowholes in DC Modulated TIG Welding for Copper
Int. J. Adv. Sci. Technol., 28, 18 (2019), 88-93.
 T. Yuji, N. Kamata, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, K. Kamei, S. Mamat, S. Tashiro and M. Tanaka
- (25) 拡散性水素低減プロセスによる FCAW の低温割れ抑制効果
 スマートプロセス学会誌, 9, 1 (2020), 35-39.
 迎井直樹, 井上芳英, 田代真一, 菅哲男, 田中学
- (26) Analysis of Heat Transfer and Material Flow in Hybrid KPAW-GMAW Process Based on the Novel
 Three Dimensional CFD Simulation
Int. J. Heat Mass Transf., 147 (2020), 118921 (14pp).
 D. Wu, S. Tashiro, Z. Wu, K. Nomura, X. Hua and M. Tanaka
- (27) Influence of Electrode Energy Balance on Gas Convective Pattern of a High-Pressure Xenon Short Arc
 Lamp
Plasma Chem. Plasma Process. (2020), online.
 S. Maenaka, S. Tashiro, A. B. Murphy, K. Fujita and M. Tanaka
- (28) Study on the Decoupled Transfer of Heat and Mass in Wire Variable Polarity Plasma Arc Welding
Materials, 13 (2020), 1073 (16pp).
 F. Jiang, C. Li, B. Xu, S. Tashiro, M. Tanaka and S. Chen
- (29) Application of Pulse Plasma MIG Welding Process to Al/steel Dissimilar Joining
Weld. World 64 (2020), 857-871.
 S. B. Mamat, S. Tashiro, M. N. Masri, S. M. Hong, H.-S. Bang and M. Tanaka
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) NUMERICAL INVESTIGATION OF CORRELATION BETWEEN ARC PLASMA FLUCTUATION
 AND NANOPOWDER DISTRIBUTION
Proc. Second Pacific Rim Thermal Engineering Conf., 9, 12 (2019), 24037-(5 pages).
 M. Shigeta, M. Tanaka and E. Ghedini
- (3) 国際会議発表論文 (査読なし)
- (1) A Simplified Numerical Model of Metal Transfer Phenomena for Highcurrent GMAW Process
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava. Slovakia (2019.7.7-12), IIW DOC. 212-
 1606-19.
 L. Xiao, D. Fan, J. Huang, S. Tashiro and M. Tanaka
- (2) Analysis of the Coupled Interaction of Arc, Droplet, Keyhole and Weld Pool in the Hybrid KPAW-P-
 GMAW Process
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava. Slovakia (2019.7.7-12), IIW Doc. 212-1619-19.
 D. Wu, S. Tashiro, Z. Wu, K. Nomura, X. Hua and M. Tanaka

- (3) In-situ Observation of Keyhole Detouring Flow in VPPA Flat Welding of Aluminum Alloy by X-ray Transmission System and Tracer Particles
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12), IIW Doc. 212-1637-19.
B. Xu, S. Chen, F. Jiang, S. Tashiro, V. A. Nguyễn and M. Tanaka
- (4) Numerical Simulation of Gas Flow in a Novel Torch for Reducing Diffusible Hydrogen
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12), IIW Doc. 212-1617-19.
S. Tashiro, N. Mukai, Y. Inoue, A. B. Murphy, T. Suga and M. Tanaka
- (5) Development of Advanced Control Technology of Plasma-MIG Process and Application to Dissimilar Joining
ICMaSS 2019, Nagoya, Japan (2019.11.1-3), S2-I-3 (4pp).
S. M. Hong, S. Tashiro, M. B. Sarizam, M. Tanaka and Y. Koizumi
- (7) 国際会議発表
- (1) Observation of Droplet Properties in the Arc Atmosphere of GMAW
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Hosoi, S. Takagi and M. Tanaka
- (2) Study on Penetration Control of the Arc Welding Using External Magnetic Field
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Matsuda, M. Tanaka and Y. Tanahara
- (3) Computational Study of Droplet Detachment Mechanism in Flux-Cored Arc Welding by SPH Method
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
M. Shigeta, T. Sugai, M. Tanaka, H. Komen, N. Mukai and Y. Inoue
- (4) Effect of Metal Vapor Transport on Tungsten Electrode Consumption During TIG Welding
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
K. Tanaka, M. Shigeta and M. Tanaka
- (5) Effects of the Shielding Gas Flow on the Blowhole Generation for Aluminum Alloys Laser Welding
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
T. Fujimoto, M. Hirano, E. Fujimoto, Y. Abe, M. Nakatani, M. Shigeta and M. Tanaka
- (6) Investigation of Welding Condition for Narrow Gap Submerged Arc Welding
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
Y. Abe, M. Nakatani, T. Fujimoto, M. Shigeta and M. Tanaka
- (7) Simulation of Dross Formation Process in Gas Cutting During Three-Dimensional Particle Method
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
T. Sugai, T. Katou, Y. Kitamura, T. Satou, H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (8) Visualization of Submerged Arc Welding Phenomena by Experimental Observations and Particle-Based Simulation
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, Y. Abe, T. Fujimoto and M. Nakatani
- (9) Effect of Metal Vapor Transport on Melting and Deformation of Tungsten Electrode during TIG Welding
The Symp. of Thailand Welding and Inspection Technology 2019, Bangkok, Thailand (2019.11.11)
K. Tanaka, M. Shigeta and M. Tanaka

- (10) Particle Method Simulation of Slag Transport and Formation Process during MAG Welding
The Symp. of Thailand Welding and Inspection Technology 2019, Bangkok, Thailand (2019.11.11)
K. Tatsumi, H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (11) Deposition of Titanium Oxide Film by APS Using Vortex Arc Flow
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Ando, Y. Noda, M. Shigeta, M. Tanaka and H. Nishiyama
- (12) Development of a Welding Condition Optimization Program for Narrow Gap SAW
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Abe, T. Fujimoto, M. Nakatani, M. Shigeta and M. Tanaka
- (13) Imaging Spectroscopy for Dynamic Transport of Chromium Vapor During a Helium TIG Welding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Tanaka, M. Shigeta, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (14) Metal Vapour in Arc Welding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. B. Murphy, J. Xiang, H. Park, F. F. Chen, D. G. Thomas, Y. Feng, K. Tanaka, M. Shigeta
and M. Tanaka
- (15) Numerical Simulation of Droplet Transfer with Flux Column During Flux Cored Arc Welding by
Three-dimensional Smoothed Particle Hydrodynamics Method
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
R. Ueno, H. Komen, M. Shigeta and M. Tanaka
- (16) Investigating Cathode Spot Behavior in Argon AC TIG Welding of Aluminum through Experimental
Observation
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava. Slovakia (2019.7.7-12)
L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka
- (17) The Effect of Groove Shape on Penetration Depth in the GTA Welding of High Mn Steel
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava. Slovakia (2019.7.7-12)
S. Miki, Y. Kisaka, F. Kimura, S. Tashiro, M. Tanaka and A. B. Murphy
- (18) An Investigation on Plasma-MIG Hybrid Welding Process of Thick Plate Aluminum
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
T. Yuji, S. Tashiro, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, D. Wu, Z. Wu and M. Tanaka
- (19) Development of a Low Oxidation Method in Weld Metals for Narrow Groove GMA Welding with a
Local CO₂ Adding Nozzle
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
T. Nakashima, Y. Ota, Y. Kisaka, F. Kimura, S. Tashiro, M. Tanaka and M. Ohara
- (20) Effect of Keyhole Size on Weld Pool Dynamics in VPPA Keyhole Flat Welding of Aluminum Alloy by
3D X-ray Transmission In-Situ Observation
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
B. Xu, S. Chen, S. Tashiro, F. Jiang, A. V. Nguyen and M. Tanaka
- (21) Experimental Study on Novel MIG Welding Process with Duplex Current Feeding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
A. Aoki, S. Tashiro, H. Kurokawa and M. Tanaka

- (22) Investigation of Energy Propagation in Keyhole Plasma Arc Welding Using a Coupled Plasma Arc-Keyhole-Weld Pool Model
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
D. Wu, S. Tashiro, X. Hua and M. Tanaka
- (23) Joint Characteristics of Dissimilar Materials (AA50K52 Aluminium Alloy - DP590K High Strength Steel) by Direct Current Pulsed Gas Metal Arc Welding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
S. M. Hong, S. Tashiro, H.-S. Bang and M. Tanaka
- (24) Modeling of Xenon Short Arc Lamp Considering Behavior of Tungsten Vapour Evaporated from Electrodes
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
S. Maenaka, S. Tashiro, A. B. Murphy, K. Fujita and M. Tanaka
- (25) Numerical Analysis of Duplex Current Feeding MIG Welding Process
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
S. Tashiro, A. Aoki, H. Kurokawa and M. Tanaka
- (26) Numerical Analysis on Thermal Characteristics of Direct Current Pulsed Gas Metal Arc Welded Joints of AA50K52 Aluminium Alloy to DP590K High Strength Steel
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
S. M. Hong, S. Tashiro, H.-S. Bang and M. Tanaka
- (27) Numerical Simulation of Magnetic Blowout Process of Air Arc Plasma in Electrical Contacts
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
S. Tashiro, S. Itoda, T. Morichi, A. B. Murphy and M. Tanaka
- (28) Single Pass Full Penetration Welding of High-Strength Steel on Square-Groove Butt Joint Using Hybrid Welding Process
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
K. Ishida, S. Tashiro, M. Mizutani and M. Tanaka
- (29) Study on the Weld Bead Formation on Square-Groove Butt Joint Using Hybrid Welding Process
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
K. Ishida, S. Tashiro, M. Mizutani and M. Tanaka

(8) 国内学会発表

- (1) ティグ溶接における電極消耗過程の数値シミュレーション
(一社)日本鉄鋼協会 第178回秋季講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
田中学
- (2) ティグ溶接における電極内添加物挙動の数値解析
(一社)溶接学会 2019年度秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
山田哲生, 田中学, 茂田正哉
- (3) 外部磁場を用いた溶け込み制御の研究
(一社)溶接学会 2019年度秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
松田昇一, 棚原靖, 田中学

- (4) 高電流 GMA 溶接中の埋もれ空間形成過程の三次元粒子法シミュレーション
(一社)溶接学会第 249 回溶接法研究委員会, 東京 (2020.1.27)
古免久弥, 馬場 勇人, 門田 圭二, 恵良 哲生, 田中学, 寺崎 秀紀
- (5) 熱プラズマ法により合成された FeCo 合金粒子の組成分布評価
(一社)粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会(第 123 回講演大会), 横浜 (2019.6.5-7)
平山 悠介, 茂田 正哉, 高木 健太
- (6) ティグ溶接中に発生する金属蒸気を考慮した電極消耗メカニズムの実験的検討
(一社)溶接学会 第 243 回溶接法研究委員会, 大阪 (2019.8.6)
田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中学
- (7) フラックスコアードアーク溶接のモデル化および溶滴離脱メカニズムの数値解析的研究
(一社)溶接学会 第 243 回溶接法研究委員会, 大阪 (2019.8.6)
茂田 正哉, 須貝 友裕, 古免久弥, 田中学, 迎井 直樹, 井上 芳英
- (8) ティグ溶接中の金属蒸気輸送が電極の変形に及ぼす影響
(一社)日本鉄鋼協会 第 178 回秋季講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中学
- (9) ティグ溶接の熱効率に関する測定方法の比較および考察
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
藤山 将士, 茂田 正哉, 田中学
- (10) ティグ溶接中の金属蒸気輸送がタングステン電極消耗に与える影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中学
- (11) フラックスコアードアーク溶接のモデル化および溶滴離脱メカニズムの数値解析的研究
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
茂田 正哉, 須貝 友裕, 古免久弥, 田中学, 迎井 直樹, 井上 芳英
- (12) 回帰分析と遺伝的アルゴリズムを用いたデジタル波形制御 SAW に対する溶接部形状制御手法の開発
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
藤本 貴大, 阿部 洋平, 中谷 光良, 茂田 正哉, 田中学
- (13) 極狭開先サブマージアーク溶接に向けた適正条件の検討
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
阿部 洋平, 中谷 光良, 藤本 貴大, 茂田 正哉, 田中学
- (14) 数値解析によるアルミニウム合金の溶接におけるシールドガス流れの検討
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-21)
平野 瑞樹, 藤本 貴大, 藤本 恵美子, 阿部 洋平, 茂田 正哉, 田中学
- (15) セリウム添加電極使用時のティグ溶接中におけるアーク上部の発光領域に関する実験的検討
(一社)スマートプロセス学会 令和元年度秋季総合学術講演会, 東京 (2019.11.28)
山下 悠登, 上野 亮, 茂田 正哉, 田中学
- (16) ティグ溶接における金属蒸気輸送がタングステン電極の溶融・変形に及ぼす影響
(一社)スマートプロセス学会 令和元年度秋季総合学術講演会, 東京 (2019.11.28)
田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中学

- (17) ティグ溶接における電極内および気相中の添加物挙動の数値解析
 (一社)スマートプロセス学会 令和元年度秋季総合学術講演会, 東京 (2019.11.28)
 山田 哲生, 田中 慶吾, 茂田 正哉, 田中 学
- (18) 軟鋼/アルミ異材抵抗スポット溶接におけるナゲット形成過程の3次元粒子法シミュレーション
 (一社)スマートプロセス学会 令和元年度秋季総合学術講演会, 東京 (2019.11.28)
 築地 慎乃輔, 茂田 正哉, 田中 学
- (19) 非圧縮性 SPH 法を用いたマグ溶接におけるスラグ形成・輸送過程の三次元数値シミュレーション
 (一社)スマートプロセス学会 令和元年度秋季総合学術講演会, 東京 (2019.11.28)
 辰巳 和也, 古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学
- (20) 極狭開先サブマージアーク溶接における適正施工条件の検討
 (一社)溶接学会第 249 回溶接法研究委員会, 東京 (2020.1.27)
 阿部 洋平, 中谷 光良, 藤本 貴大, 茂田 正哉, 田中 学
- (21) AC TIG 溶接における陰極点分布
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka
- (22) ハイブリッド KPAW-MIG の融溶池の流動の研究
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 Dongsheng Wu, 田代 真一, A. V. Nguyen, Ziang Wu, 華 学明, 田中 学
- (23) プラズマーマイグ複合溶接の開発
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 呉 子昂, 呉 東昇, 田代 真一, 田中 学
- (24) 簡易数値解析モデルによる大電流 GMAW におけるローテーティング移行現象の検討
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 肖 磊, 樊 丁, 黄 健康, 田代 真一, 田中 学
- (25) 高速精密プレス・インラインにおける極薄突合わせ溶接の研究
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 ヌエン ヴァン アン, 村田 彰久, 村田 唯介, 田代 真一, 田中 学, 宮澤 勤
- (26) 酸素プラズマ切断アークの数値シミュレーション
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 田代 真一, 山本 健太郎, 伊原 大輔, 佐野 義美, 田中 学
- (27) Prediction of IMC Layer Thickness in TIG Assisted Hybrid Friction Stir Welded Joints of Dissimilar Materials (Al5052-DP590) by Numerical Analysis
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 S. M. Hong, H.-S. Bang, A. Das, H.-S. Bang, S. Tashiro and M. Tanaka
- (28) プラズマーマイグ複合溶接法の実験観察
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 呉 子昂, 呉 東昇, 田代 真一, 田中 学

- (29) 外部磁場印加時の大電流 GMAW における液滴移行挙動に関する研究
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
肖磊, 樊丁, 黄健康, 田代真一, 田中学
- (30) 拡散性水素低減トーチのガス流体解析
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
田代真一, 菅哲男, 田中学, 迎井直樹, 井上芳英
- (31) 超高速カメラを用いたアルミニウムの交流ティグ溶接における陰極点挙動の定量分析
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
ファンファイル, 田代真一, 菅哲男, 田中学, B. V. Hanh, 佐藤豊幸
- (32) 統合モデルに基づく VPPAW プロセスにおける物質及びエネルギー輸送の数値解析
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
呉東升, 田代真一, 呉子昂, 田中学, 華学明

(9) 国際会議講演

- (1) Tyr for Visualizations of Welding Phenomena
The Symposium of Thailand Welding and Inspection Technology 2019 (TWIT 2019), Bangkok, Thailand (2019.11.11)
M. Tanaka
- (2) Understanding of Arcs through Visualizations of Phenomena for Smart Welding Technology
The 909th Academic Lecture, Jinan, China (2019.12.14)
M. Tanaka
- (3) To Simulate Turbulent Thermal Plasma Flows for Nanopowder Fabrication
24th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC24), Naples, Italy (2019.6.9-14)
M. Shigeta

(10) 国内会議講演

- (1) 可視化による溶接アーク現象の理解とその応用
大阪大学接合科学研究所「第 16 回産学連携シンポジウム」, 大阪 (2019.5.28)
田中学
- (2) 数値解析によるアーク可視化技術について
ダイヘン溶接・接合協働研究所「開所記念講演会」, 大阪 (2019.6.6)
田中学
- (3) 溶接技術の基本
HPI 技術セミナー「圧力設備の材料、設計、施工、維持管理の基礎」, 東京 (2019.7.4-5)
田中学
- (4) 溶接法基礎論
令和元年度溶接工学夏季大学, 大阪 (2019.7.24-26)
田中学
- (5) 大阪大学 接合科学研究所
平成 31 年度産業技術調査事業(国内外の産業技術をめぐる動向の調査), 東京 (2019.10.18)
田中学

- (6) その次に役立つ溶接現象の可視化と理解
富山大学「特別講演会」, 富山 (2020.1.31)
田中学
- (7) 航空機製造を支えるプラズマの科学
航空機フォーラム, 大阪 (2019.1.19)
茂田 正哉
- (8) アーク溶接を観て診る
高速度イメージングとフォトンクスに関する総合シンポジウム 2019, 名古屋 (2019.11.16-18)
茂田 正哉, 田中学
- (9) 溶接ヒュームの集団形成過程のシミュレーション
大阪大学接合科学研究所東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」, 東京 (2019.11.27)
茂田 正哉, 田中学
- (10) 酸素プラズマ切断アークの数値シミュレーション
2019 年度第 1 回ガス溶断部会 技術委員会 溶断小委員会, 東京 (2019.9.6)
田代 真一, 田中学, 山本 健太郎, 伊原 大輔, 佐野 義美
- (11) **解説・総説**
 - (1) 溶接プロセスのシミュレーション・可視化技術
ふえらむ, 24, 4 (2019), 222-228.
田中学
 - (2) 溶接技術の基本
圧力設備の材料, 設計, 施工, 維持管理の基礎 (2019), 117-145.
田中学
 - (3) 溶接法基礎論
2019 年度溶接工学夏季大学教材 (2019), 1-28.
田中学
 - (4) 『評価』の時代を迎えて
スマートプロセス学会誌, 9, 1 (2020), 1.
田中学
 - (5) 溶接プロセスのシミュレーションの活用法って何? の巻
WE-COM マガジン(日本溶接協会), 33 (2019)
茂田 正哉
 - (6) 熱プラズマ流によるナノ粒子量産プロセスにおける諸現象のモデリングと数値計算法の研究
生産と技術, 72, 1 (2020), 87-90.
茂田 正哉
 - (7) プラズマミグによる鉄/アルミニウムのろう付けプロセス
ふれいず, 53, 124 (2019), 9-14.
田代 真一

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆
M. Tanaka

(15) 受賞

- (1) 海外論文発表奨励賞
(一社)生産技術振興協会 (2019.10.08)
田中 慶吾(D2)
- (2) 溶接物理・技術奨励賞
(一社)溶接学会 溶接法研究委員会 (2019.08.06)
茂田 正哉, 田中 学
- (3) 溶接物理・技術奨励賞
(一社)溶接学会 溶接法研究委員会 (2019.08.06)
古免 久弥, 茂田 正哉, 田中 学, 阿部 洋平, 藤本 貴大, 中谷 光良
- (4) 優秀研究発表賞
(一社)溶接学会 (2019.12.17)
田中 慶吾 (D2)
- (5) 中国留日同学会賞
中国留日同学会 (2019.11.16)
Wu Dongsheng (D2)

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|---------|--|-------|--------|
| (1) | 基盤研究(B) | 超臨界プラズマ流動制御による有機修飾複合ナノ粒子のワンステップ合成プロセスの開発 | 茂田 正哉 | 10,530 |
|-----|---------|--|-------|--------|

民間等との共同研究

- | | | | | |
|-----|--|---|------|-------|
| (1) | | ダイヘン溶接・接合協働研究所 | 田中 学 | 1,000 |
| (2) | | 拡散性水素低減トーチの流体解析に関する研究等
①拡散性水素低減トーチの流体解析に関する研究
② X線イメージング装置を用いた観察(FCWのすみ肉溶接による気孔欠陥発生現象)
③大入熱溶接金属の組織形成に関する研究 | 田中 学 | 4,560 |
| (3) | | JFE ウエルディング協働研究所 | 田中 学 | 1,500 |
| (4) | | 高 Ar シールドガス MAG 溶接現象の研究 | 田中 学 | 2,000 |
| (5) | | W電極材料の評価に関する研究 | 田中 学 | 100 |

(6)	放電ランプおよびランプ電極材料の評価に関する研究	田中 学	1,000
(7)	二段給電式M I G溶接の数値解析シミュレーションによる現象解析(その4)	田中 学	1,200
(8)	ショートアークランプの現象可視化に関する研究	田中 学	480
(9)	開閉器におけるアーク放電と電気接点の相互作用メカニズム解明のためのアーク放電解析技術に関する研究	田中 学	2,839
(10)	JFE ウエルディング協働研究所	茂田 正哉	1,500

受託研究

(1)	省エネルギー等国際標準開発(国際標準分野)エネルギー技術を支える鋼溶接継手破壊靱性評価試験方法に関する国際標準化	田中 学	389
-----	--	------	-----

学術相談

(1)		茂田 正哉	500
-----	--	-------	-----

奨学寄付金

(1)		田中 学	6,978
(2)		茂田 正哉	2,300

4. 8 教育

氏名：田中 学

(1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	材料機能化設計学
(2)	マテリアル生産科学専攻	溶接プロセス学特論
(3)	応用理工学科	生産機器工学 I
(4)	応用理工学科	生産情報基礎学 I
(5)	全学教育推進機構	学問への扉(マチカネゼミ)

(2) 博士論文 (主査)

(1)	マテリアル生産科学専攻, Phan Huy Le	Investigation of cathode spot behavior in arc welding
-----	--------------------------	---

(3) 博士論文 (副査)

- | | |
|--|---|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 岩瀬 拓 | 異種積層膜高アスペクト比微細構造プラズマエッチング機構の解明 |
| (2) マテリアル生産科学専攻,
Parchuri Pradeep Kumar | Effects of processing parameters on interface morphologies and related mechanical properties in cladding of a group V or VI refractory metal plate on Cu plates using explosive welding |

(4) 修士論文

- | | |
|------------------------|--|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 山田 哲生 | 可視化技術を用いたアーク放電の物質・エネルギー輸送現象に関する基礎的研究 |
| (2) マテリアル生産科学専攻, 呉 子昂 | プラズマ-ミグハイブリッド溶接においてアーク及び溶滴移行現象が溶融池形成に及ぼす影響に関する研究 |

(5) 卒業論文

- | | |
|----------------------------------|--|
| (1) 応用理工学科マテリアル生産科学科目,
築地 慎乃輔 | 3次元粒子法シミュレーションを用いた軟鋼/アルミニウム合金異材抵抗スポット溶接のナゲット形成過程および金属間化合物の厚さ推定 |
| (2) 応用理工学科マテリアル生産科学科目,
山下 悠登 | 希土類金属添加メタルコアドワイヤを用いた炭酸ガスアーク溶接における溶滴移行現象の解明 |

氏名: 茂田 正哉

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|-----------------|----------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻 | 加工物理学I |
| (2) マテリアル生産科学専攻 | 材料機能化設計学 |
| (3) 応用理工学科 | 輸送現象論 I |
| (4) 全学教育推進機構 | 学問への扉 (マチカネゼミ) |

氏名: 田代 真一

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
|--------------|---------------|

4. 9 社会貢献

氏名：田中 学

(1) 学会役員

- | | | |
|------|-------------------|-----------------------------|
| (1) | (一社)スマートプロセス学会 | 会長 |
| (2) | (一社)軽金属溶接協会 | アルミニウム溶接教育委員会 委員長 |
| (3) | (一社)軽金属溶接協会 | 理事 |
| (4) | (一社)電気学会 | 論文委員会 委員 |
| (5) | (一社)電気学会 | 令和3年電気学会全国大会実行委員会 委員 |
| (6) | (一社)日本鉄鋼協会 | 接合・結合フォーラム 主査 |
| (7) | (一社)日本溶接協会 | IIW 資格日本認証機構特認コース小委員会 委員 |
| (8) | (一社)日本溶接協会 | 電気溶接機部会技術委員会 副委員長 |
| (9) | (一社)日本溶接協会 | メールマガジン編集委員会委員 |
| (10) | (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者教育委員会 副委員長 |
| (11) | (一社)日本溶接協会 | 国際活動委員会 委員 |
| (12) | (一社)日本溶接協会 | IIW 資格日本認証機構 J-ANB 管理委員会 委員 |
| (13) | (一社)日本溶接協会 | 溶接技能者教育委員会 委員長 |
| (14) | (一社)日本溶接協会 | 溶接・接合技術入門改訂編集委員会 委員 |
| (15) | (一社)日本溶接協会 | 70年史編集委員会 委員 |
| (16) | (一社)日本溶接協会 | 70周年祝賀実行委員会 委員 |
| (17) | (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者2級演習問題集改訂ワーキング 主査 |
| (18) | (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者研修会2級標準PPT検討ワーキング 委員 |
| (19) | (一社)日本溶接協会 | IIW2022年次大会実行準備委員会 委員 |
| (20) | (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 第212委員会 委員長 |
| (21) | (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 共同企画委員会 委員 |

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| (22) (一社)溶接学会 | 溶接法研究委員会 副委員長 |
| (23) (一社)溶接学会 | 溶接教育委員会 委員 |
| (24) (一社)溶接学会 | 全国大会運営委員会 委員 |
| (25) (一社)溶接学会 | 論文査読・審査委員会 副委員長 |
| (26) (一社)溶接学会 | 企画委員会 委員 |
| (27) (一社)溶接学会 | 関西支部 幹事 |
| (28) (一社)溶接学会 | 理事 |
| (29) (一社)溶接学会 | 溶接情報化委員会 委員 |
| (30) (一社)溶接学会 | 研究推進部会 部長 |
| (31) (一社)溶接学会 | 令和2年度溶接学会秋季全国大会実行委員会
委員長 |
| (32) (独)日本学術振興会 | プラズマ材料科学第153委員会 委員 |
| (33) IIW(国際溶接学会) | Study Group 212 委員会 委員長 |
| (34) IIW(国際溶接学会) | 技術マネジメント委員会(TMB) 委員 |
| (2) 国際会議委員 | |
| (1) FiMPART 2019 | International Scientific Committee |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献 | |
| (1) (公財)溶接接合工学振興会 | 評議員 |
| (2) (公財)溶接接合工学振興会 | 企画委員会 委員 |
| (3) 山東大学(中国, 済南市) | 博士共同指導教授 |
| (4) 上海交通大学(中国, 上海市) | 重点研究室学術評価委員会 委員 |
| (5) 蘭州理工大学(中国, 蘭州市) | 客座教授 |
| (6) 研究留学生 | |
| (1) 研究生: TRINH QUANG NGOC | FCAW におけるアーク現象の解析 |

(7) 社会への情報発信

- | | |
|---|---------------------|
| (1) 接合研所長に田中教授 大阪大学 | 溶接ニュース (2019.04.16) |
| (2) 阪大・神戸製鋼など、ベトナムで溶接技術における国際産学連携共同研究を開始 | 日経新聞 (2019.04.24) |
| (3) 神鋼、溶接技術で産学共同研究を推進
ハノイ工科大・阪大などと | 日刊工業新聞 (2019.04.24) |
| (4) 神戸製鋼、溶接・接合高度技術醸成へ
越で産学連携共同研究 | 産業新聞 (2019.04.24) |
| (5) 神鋼グループ 溶接・接合技術で国際
産学連携研究 阪大などとベトナムで | 鉄鋼新聞 (2019.04.24) |
| (6) 特別インタビュー | 溶接技術 (2019.05.01) |
| (7) 阪大・神鋼など 日越で産学共同研究
東南アジアの溶接、高度化図る | 溶接ニュース (2019.05.07) |
| (8) 阪大・溶生会「春の会」開催 世代を超
えた 70 人参集」 | 溶接ニュース (2019.05.07) |
| (9) 阪大接合研 学園祭で「接合」PR | 溶接ニュース (2019.05.14) |
| (10) この人に聞く
大阪大学接合科学研究所所長 | 溶接ニュース (2019.05.14) |
| (11) ベトナムで即戦力仕込む | 日経産業新聞 (2019.05.23) |
| (12) 次世代溶接～ JFE・阪大 | 日経産業新聞 (2019.05.30) |
| (13) ダイヘン・阪大接合研 協働研究所 開設 | 溶接ニュース (2019.06.18) |
| (14) 大阪大学接合科学研究所内に「ダイヘ
ン溶接・接合協働研究所」を開所 | 溶接新報 (2019.06.24) |
| (15) 阪大接合研シンポジウム開催
産学連携の取り組みなど報告 | 溶接ニュース (2019.07.02) |
| (16) 溶接・接合分野で世界オンリー 1, ナン
バー 1 の研究所を目指す! | 溶接新報 (2019.08.12) |
| (17) 科学の森 古くて新しい金属の「接合」 | 毎日新聞 (2019.08.15) |
| (18) UPDATE 知の現場
大阪大 接合科学研究所 | 日本経済新聞 (2019.09.25) |
| (19) 2020 国際ウェルディングショー
阪大接合研とのコラボ企画新設 | 溶接ニュース (2019.12.10) |

- | | |
|--|---------------------|
| (20) 新春特別座談会 | 溶接ニュース (2020.01.07) |
| (21) 2020 国際ウエルディングショー | 溶接ニュース (2020.01.07) |
| (22) 最先端のものづくり技術を講演 | 溶接ニュース (2020.01.07) |
| (23) 溶接界各氏新年への期待の声 | 溶接ニュース (2020.01.21) |
| (24) 2020 国際ウエルディングショー
春の溶接まつりなど併催企画も充実 | 溶接ニュース (2020.02.04) |
| (25) 2020 国際ウエルディングショー | 溶接ニュース (2020.02.18) |
| (26) JIWS 記者会見
出展社数 240 社、大阪会場過去最大 | 溶接ニュース (2020.02.25) |

氏名：茂田 正哉

(1) 学会役員

- | | |
|---|-------------------------|
| (1) (一社)スマートプロセス学会 | 編集委員会 委員 |
| (2) (一社)スマートプロセス学会 | 総合企画運営委員会 委員 |
| (3) (一社)日本機械学会流体工学部門 | 広報委員会 委員 |
| (4) (一社)日本流体力学会 | 代議員 |
| (5) (一社)日本流体力学会 | 実行委員 |
| (6) (一社)溶接学会 | 2020 年度溶接学会秋季全国大会 実行委員 |
| (7) (一社)溶接学会 | 全国大会運営委員会 委員 |
| (8) (一社)溶接学会 | 論文査読委員会 委員 |
| (9) (一社)溶接学会 | 溶接法研究委員会 幹事 |
| (10) (一社)溶接学会関西支部 | 幹事 |
| (11) International Plasma Chemistry Society | Board of Directors (理事) |

(3) 他大学等での非常勤講師

- | | |
|----------------|------------------|
| (1) 九州大学大学院工学府 | プラズマ流体工学の基礎と応用 |
| (2) 慶應義塾大学理工学部 | ものづくりを拓くプラズマ流体工学 |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

(1) European Union External Advisory Board 委員

(7) 社会への情報発信

(1) 溶接・接合技術『溶接プロセスの「深」に迫る』 日刊工業新聞(2019.12.23)

氏名: 田代 真一

(1) 学会役員

(1) Materials Guest Editor

(2) 国際会議委員

(1) ISAPS'19 Executive Committee

(2) Visual-JW2019 Program Committee

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名: 田中 学

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|----------------------|-------|--|
| (1) | 沖縄県工業技術センター | 棚原 靖 | 鉄筋圧接への溶融池磁気制御アーク溶接法の適用に関する研究 |
| (2) | 宮崎大学教育学部 | 湯地 敏史 | ハイブリッド溶接における超合金溶接技術の確立 |
| (3) | 熊本大学自然科学教育部 | 寺崎 秀紀 | フラックスコアードアーク溶接中の溶滴移行現象のモデル化 |
| (4) | 熊本大学先進マグネシウム国際研究センター | 古免 久弥 | フラックスコアードアーク溶接中の溶滴移行現象のモデル化 |
| (5) | 佐世保工業高等専門学校電気電子工学科 | 房野 俊夫 | 溶接アークのシールドガス組成と陰極点挙動の解明及び挙動制御のための基礎的研究 |
| (6) | 足利大学工学部 | 安藤 康高 | アーク流液相前駆体溶射による酸化物半導体皮膜の高速形成 |
| (7) | 東京都市大学工学部電気電子通信工学科 | 岩尾 徹 | 横磁界印加時における TIG アーク溶接の溶融池を考慮した 3 次元電磁熱流体シミュレーションの開発 |

- | | | | |
|------|----------------------------------|-------|---|
| (8) | 東京都市大学
総合理工学研究科
電気・化学専攻 | 鈴木 祐揮 | TIG アーク溶接における横風吹きつけ時の
回転横磁界印加が及ぼすアーク偏向距離 |
| (9) | 東京都市大学
総合理工学研究科
電気・化学専攻 | 杉山 雄紀 | TIG アーク溶接における横風吹きつけ時の
回転横磁界印加が及ぼすアーク偏向距離の
解析 |
| (10) | 東京都市大学大学院
総合理工学研究科
電気・化学専攻 | 任 振威 | 屋外のアーク溶接における横風吹きつけ時の
溶融池への入熱量の解析 |
| (11) | 東京都市大学大学院
総合理工学研究科
電気・化学専攻 | 根本 雄介 | 熱的反應論的非平衡を考慮したパルス TIG
溶接の数値解析 |
| (12) | 富山大学工学部 | 柴柳 敏哉 | アルミニウム合金の溶融溶接における熱及
び物質移動の数値シミュレーション |
| (13) | 富山大学理工学教育部
材料機能工学専攻 | 新田 浩之 | アルミニウム合金の溶融溶接における熱お
よび物質移動数値シミュレーション |
| (14) | 琉球大学工学部工学科 | 松田 昇一 | 溶融池磁気制御溶接法による溶け込み制御
の研究(磁場がアーク形状および偏向した
アークが母材入熱に及ぼす影響) |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|---|----------------------|---|
| (1) | Faculty of Engineering
Technology, KU Leuven,
Belgium | Sharma Abhay | Research on laser-arc hybrid welding of lap
fillet joints of steel sheet |
| (2) | Lanzhou University of
Technology | XIAO Lei | Metal transfer in GMAW |
| (3) | Universiti Malaysia Kelantan | Mamat Sarizam
Bin | Development of TIG/MIG hybrid welding for
porosity reduction |

氏名：茂田 正哉

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|---------------|-------|-------------------------------------|
| (1) | (国研)産業技術総合研究所 | 平山 悠介 | 熱プラズマ流によるナノ材料合成反応の探
索と輸送現象の解明 研究 |
|-----|---------------|-------|-------------------------------------|

(2) 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 20 |
|-----|----|----|

接合プロセス研究部門
エネルギー変換機構学分野

接合プロセス研究部門 エネルギー変換機構学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、材料加工プロセスに介在する加工エネルギー源（プラズマ、粒子ビーム）から材料へのエネルギー変換（あるいはエネルギー付与）に伴う相互作用機序に関する研究を基軸に据えて、材料表界面の高機能化と高度制御に向けた基礎学理を追求すると共に、先進的な加工エネルギー源ならびにプロセス制御法の創成と診断評価を通じて、接合科学の高度化に資する基礎研究および応用技術開発ならびに人材育成を行っている。特に、次世代の科学・技術フロンティアを支える先進的表界面加工プロセスの創成を目指し、1) 加工エネルギー源と材料との相互作用に関する機序解明を通じて、2) エネルギー変換・付与過程に着目した先進的材料加工プロセスの研究開発に加えて、3) プロセスの高度制御に有効な新しい加工エネルギー源の開発と応用に関する研究を展開している。

具体的には、独自のプラズマ生成・制御技術に基づき、次世代の平面ディスプレイならびに太陽電池をはじめとする大面積プロセスへの応用を念頭に置いて、低温かつ低ダメージでの高品位材料プロセスの実現に資する先進的表界面制御プロセスに関する研究開発を推進している。さらに、プラズマ生成・制御に関する基礎的知見を大気圧非平衡プラズマに展開し、科学研究費補助金・新学術領域研究（研究領域提案型）「プラズマ医療科学の創成」で培った放電制御技術ならびに有機材料との相互作用に関する知見を基に、有機-金属異種材料接合をはじめとする高度材料プロセスに向けた研究を推進している。また、プラズマプロセスを駆使した機能材創成と構造制御に関する研究を進めている。

これらの一見多岐に亘る研究内容に共通するテーマは、「表界面制御の高度化による材料プロセスの低温化と高品位化」に立脚しており、熱平衡状態では高温を要する材料プロセスを低温の基材上で実現するための新しい加工エネルギー発生・制御技術の開拓に集約される。

4. 2 研究課題

1. プラズマ-材料相互作用の解明と先進的表界面制御プロセスの開発
2. 新しいプラズマ源、粒子ビーム源ならびに高度プロセス技術の開発
3. 大面積・低ダメージ・高密度プラズマ源の開発と先進的プロセス制御技術の研究
4. 有機-無機複合デバイス創製ならびに有機-金属異種材料接合に向けた技術開拓
5. 新しい大気圧非平衡プラズマ源ならびに有機-金属異種材料接合技術の開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 反応性高度制御プラズマスパッタ製膜による高品質酸化物半導体薄膜の低温形成

透明酸化物半導体 InGaZnO_x (IGZO) は、高速動作薄膜トランジスタ材料として期待されているが、現状の製造プロセスでは高温のアニールプロセスが不可欠であるためガラス上でのデバイス製造に限られており、次世代に向けたフレキシブルデバイス（有機材料等の広範な基材上でのデバイス）の創成に向けた技術展開には、高移動度の薄膜トランジスタを低温で形成するための新たなプロセス技術の開発が不可欠である。

このため、本研究では、酸化物半導体薄膜形成プロセスにおける反応過程の解明を通じて、プラズマ反応性の高度制御により、デバイス形成の低温化と大面積均質プロセスの実現に向けた新しいプラズマプロセス技術を創成することを目的に据えて研究を推進している。

上記の研究目的を達成するため、本年度は特に、安定同位体元素を反応マーカーとして用いたプ

プロセス解析を通じて、低温かつ大面積でのデバイス形成に適用可能な高度プロセス制御法に関する研究開発を推進した。

実験においては、製膜プロセスで供給した反応気体元素（水素、酸素）と雰囲気から試料に吸着等を通じて付着した元素（水素、酸素）を明確に峻別するため、製膜プロセスにおける供給ガスとして安定同位体元素（水素： $H_2 \rightarrow D_2$ [重水素]、酸素： $^{16}O_2 \rightarrow ^{18}O_2$ ）を用い、製膜後に質量分析を併用した昇温脱離ガス分析法を用いた試料分析を行うことにより、安定同位体元素を反応マーカーとして用いたプロセス解析を行った。その結果、反応性プラズマプロセスが半導体膜中の弱結合酸素の低減に有効であり、デバイス特性とも相関を示すことが明らかになった。

尚、本研究の一部は、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）基盤研究（B）の支援を受けて実施したものである。また、本年度に Japanese Journal of Applied Physics 誌に掲載された論文は、当該誌の“Selected Topics in Applied Physics”（STAP）に選定され、高い評価を受けた。

2. 大気圧非平衡プラズマ源の高度化を通じた有機-金属異種材料接合技術の開発

本研究では、科学研究費補助金・新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」（平成 24～28 年度）の計画研究「高度時空間制御による生体適合放電生成の基盤確立と革新的医療プラズマ源の創成」（研究代表者）を通じて開発した新たな大気圧非平衡プラズマジェット（従来よりも格段に高密度の活性種生成と幅広い制御性を具備）を礎に、有機材料と金属との異材接合の研究に展開している。

本年度は、ステンレス鋼 SUS304 とポリカーボネートの接合において、開発した高密度の大気圧非平衡プラズマジェットを用いた表面活性化により、従来の熱圧着法（加熱後に圧着するプロセス）に比べて、5.5 倍の接合強度を実現することに成功した。

さらに、上記の接合強度は、SUS304 とポリカーボネートの片方ではなく両方の材料表面の活性化により、達成可能であることを明らかにした。

本研究では、従来の熱プロセスを格段に凌駕する接合強度を実現し、軽量化の進展が著しい輸送機の製造分野への展開が期待される。

本研究で用いた非平衡プラズマジェット生成技術ならびにプラズマ処理溶液中の活性種診断技術は、平成 28 年度まで実施した科学研究費助成事業（科学研究費補助金）新学術領域研究の支援を受けて培った学術的知見を活用したものである。本研究の礎である大気圧非平衡プラズマに関する研究成果は、Springer Nature Publishing 発刊の Scientific Reports 誌（5-year impact factor = 4.609）誌に掲載された。

3. 物理・化学的機能性付与による高機能有機材料表面形成技術の開発

本研究では、輸送機器などに用いられる構造・機能材料の抜本的な軽量化に向けて、有機材料に新たな機能を付加して適材適所に使用するマルチマテリアル化により新規エンジニアリング部材の創成プロセスに革新的なブレークスルーをもたらす技術開発を目指し、非平衡プラズマの高活性な反応場を利用した物理的・化学的機能性付与による有機材料表面の改質ならびに薄膜形成技術の開発を目的としている。

有機材料の最表面の構造を精密制御し、なおかつその表面に官能基付与した、物理的・化学的に機能性を有する表面改質および薄膜形成技術開発を念頭に、生体材料応用で有望視されている PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）との表面相互作用の解明に向けた研究を推進し、アルゴン酸素混合プラズマを PEEK に照射することにより、表面の物理的構造が変化することを確認した。また、グラフェンなどの電子デバイスに応用される材料の、物理的構造や分子構造の変化に対する電気特性の影響調査など新分野への応用展開している。

本研究の成果はプラズマによる様々な有機材料表面の改質・制御技術および物理的構造形成技術の発展に向けた貢献が期待できるものと考えている。

尚、本研究の一部は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究（C）の支援を受けて実施したものである。

(2) 研究に対する自己評価

①研究の独自性

本研究分野では、材料加工プロセスに介在する加工エネルギー源（プラズマ、粒子ビーム）から材料へのエネルギー変換（あるいはエネルギー付与）に伴う相互作用機序に関する研究を基軸に据えて、材料表界面の高機能化と高度制御に向けた基礎学理を追求すると共に、先進的な加工エネルギー源ならびにプロセス制御法の創成と診断評価を通じて、接合科学の高度化に資する基礎研究および応用技術開発ならびに人材育成を行っている。

特に、接合科学の高度化に資する基礎研究を通じて、次世代の科学・技術フロンティアを支える先進的な表界面加工プロセスの創成を目指し、1) 加工エネルギー源と物質との相互作用に関する機構解明の研究を通じて、2) 物質へのエネルギー変換・付与過程に着目した先進的材料加工プロセスの研究開発に加えて、3) プロセスの高精度制御に有効な新しい加工エネルギー源の開発と応用に関する研究を展開している。

本研究分野での研究アプローチは、既製の従来装置を用いた材料開発あるいはプロセス開発ではなく、装置で決まる従来プロセスでの境界条件（限界）を打破し、既存の装置では実現できないプロセス条件や新たな制御性を追求することを志向しており、その点において実際に得られた成果の意義があるものと考えている。

特に、当研究分野での表界面制御に関する研究では、機能性デバイス形成プロセスの開発に向けて、内外で提案されていないオリジナリティーを重視した研究アプローチを採っており成果を上げてきている。

②研究レベル

研究成果については、国際会議ならびに国内会議において多数の招待講演（国際会議：8件、国内会議：1件）を依頼されるなど、内外において高く評価されているものとする。さらに、発表を行った学術誌は、Springer Nature Publishing 発刊の Scientific Reports 誌（5-year impact factor = 4.525）、Plasma Sources Science and Technology 誌（Impact Factor = 4.128）、Thin Solid Films 誌（Impact Factor = 1.888）ならびに Japanese Journal of Applied Physics 誌（Impact Factor = 1.471）であり、国際的に高いインパクト・ファクターを有する学術誌への投稿と論文の質の向上に注力している。また、Japanese Journal of Applied Physics 誌に掲載された論文は、“Selected Topics in Applied Physics”（STAP）に選定され、高い評価を受けている。さらに、研究成果については、知財手続きを行っている。

③研究成果の社会への貢献

研究成果の内、プラズマプロセスならびに半導体関連の研究については、研究成果の実用化に向けた研究開発や製品開発に向け、産学連携による社会貢献が図られているものとする。さらに、大気圧プラズマ源の応用に関する研究では、これまでにお願いした特許（大阪大学継承）を通じて、産学連携による製品開発に向けた今後の展開が期待される。

④研究予算

外部資金として、プラズマならびにプロセス関連の研究については、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）基盤研究（B）（節原）ならびに科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究（C）（内田、竹中：各1件）を受けている。また、六大学六研究所連携プロジェクト「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」に参画し、学外との共同研究を実施している。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、本学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻における大学院教育を兼担しており、「材料電磁プロセス学」（節原、竹中）の講義を担当すると共に、大学院学生の研究指導を行っている。また、大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センターの兼任教授（節原）として、学内での活動にも貢献している。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

①国内外での学会等活動

学協会での理事、評議員、幹事長等を歴任し、学会等の活動に貢献している。

②産学連携

民間企業への知見提供等を通じて、産学連携を推進している。

③国際貢献

複数の国際会議において、組織委員、チェア等を歴任している。さらに、Asian Joint Committee for Applied Plasma Science and Engineering (AJC/APSE) の委員（節原）ならびに European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering (EJC/PISE) の Associate Member（節原）として、国際連携に関わる中長期的戦略の企画立案にも携わっている。

④その他社会貢献

（節原）日本学術振興会の産学協力研究委員会委員（プラズマ材料科学第 153 委員会、水の先進理工学第 183 委員会）ならびに大学改革支援・学位授与機構において社会貢献を図っている。また、六研連携プロジェクトでは、現行の「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」（平成 28～令和 2 年度）の獲得に尽力すると共に、プロジェクトリーダーとして所内外の取り纏めを行っている。さらに、次期六研プロジェクトの獲得に向けた六研代表者会議に参画している。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

プラズマプロセスに関わる共同研究では、高密度プラズマの応用技術開発とプロセス制御に不可欠なラジカル計測技術の開発と新しいプロセス創出を目指して精力的な共同研究を実施している。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Decomposition and Oxidation of Methionine and Tryptophan Following Irradiation with a Nonequilibrium Plasma Jet and Applications for Killing Cancer Cells
Sci. Rep., 9 (2019), 6625/1-6625/17.
G. Uchida, Y. Mino, T. Suzuki, J. Ikeda, T. Suzuki, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (2) Low-temperature Formation of High-Mobility A-InGaZnO_x Films Using Plasma-Enhanced Reactive Processes
Jpn. J. Appl. Phys., 58 (2019), 090605/1-090605/5.
K. Takenaka, M. Endo, H. Hirayama, G. Uchida, A. Ebe and Y. Setsuhara
- (3) Droplet-Vaporization Behavior during Plasma-Assisted Mist Chemical Vapor Deposition of Zinc Oxide Films
Plasma Sources Sci. Technol., 28 (2019), 065015/1-065015/8.
K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (4) High-rate Deposition of Silicon Nitride Thin Films Using Plasma-Assisted Reactive Sputter Deposition
Thin Solid Films, 685 (2019), 306-311.
K. Takenaka, Y. Setsuhara, J.G. Han, G. Uchida and A. Ebe
- (5) Effects of Surrounding Gas on Plasma-Induced Downward Liquid Flow
Jpn. J. Appl. Phys., 59 (2020), SHHF02/1-SHHF02/6.
T. Kawasaki, K. Nishida, G. Uchida, F. Mitsugi, K. Takenaka, K. Koga, Y. Setsuhara and M. Shiratani

(7) 国際会議発表

- (1) Plasma-assisted Reactive Processes for Low-Temperature Fabrication of High-Mobility InGaZnO_x TFTs
XXIV Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Hokkaido, Japan (2019.7.14-19)
Y. Setsuhara, M. Endo, H. Hirayama, T. Yoshitani, K. Takenaka, G. Uchida and A. Ebe
- (2) Plasma-Enhanced Reactivity-Control Processes for Low-Temperature Formation of High-Mobility IGZO Thin-Film Transistors
12th Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE2019), Jeju, Korea (2019.9.1-5)
Y. Setsuhara, K. Takenaka, H. Hirayama, G. Uchida and A. Ebe
- (3) Development of Low-Temperature Plasma Process for Formation of Functional Thin Films
4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
Y. Setsuhara, K. Takenaka, H. Hirayama, K. Ide and T. Kamiya
- (4) Development of Plasma Surface Modification Technique Towards Application of Polymers to Biomaterials
4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
Y. Setsuhara and K. Takenaka
- (5) Droplet-vaporization Behavior in Vacuum during Plasma-Assisted Mist Chemical Vapor Deposition
XXIV Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Hokkaido, Japan (2019.7.14-19)
K. Takenaka and Y. Setsuhara

- (6) Effects of Liquid Properties on Plasma-Induced Liquid Flow
XXIV Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Hokkaido, Japan (2019.7.14-19)
K. Nishida, M. Kawaguchi, Y. Hazama, G. Uchida, F. Mitsugi, N. Takeuchi, K. Takenaka, K. Koga, Y. Setsuhara, M. Shiratani and T. Kawasaki
- (7) Effects of Surrounding Gas on Plasma-Induced Liquid Flow
XXIV Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th Int. Conf. on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Hokkaido, Japan (2019.7.14-19)
T. Kawasaki, K. Nishida, M. Kawaguchi, Y. Hazama, G. Uchida, F. Mitsugi, N. Takeuchi, K. Takenaka, K. Koga, Y. Setsuhara and M. Shiratani
- (8) Applications of Plasma-Treated Amino Acid Water for Killing Cancer Cells
12th Asian-European Int. Conf. on Plasma Surface Engineering (AEPSE2019), Jeju, Korea (2019.9.1-5)
G. Uchida, J. Ikeda, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (9) Effect of Hydrogen Plasma Treatment for Ultra-Wide Bandgap Amorphous Oxide Semiconductor, Amorphous Ga-O
4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
K. Ide, Y. Kasai, K. Takenaka, Y. Setsuhara, A. Hiraiwa, H. Kawarada, T. Katase, H. Hiramatsu, H. Hosono and T. Kamiya
- (10) Formation of Amorphous Oxide Thin Films Using Plasma-Assisted Reactive Sputter Deposition
Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan (2019.11.1-3)
H. Hirayama, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (11) Plasma-assisted Reactive Process for Fabrication of High Mobility IGZO Thin Film Transistor at Low-Temperature
Materials Researchmeeting 2019, Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
K. Takenaka, H. Hirayama, G. Uchida, A. Ebe and Y. Setsuhara
- (12) Effects of Post-Processing Temperature on Performance of IGZO TFTs Fabricated with Plasma-Enhanced Reactive Processes
12th Int. Symp. on Adv. Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma 2020) / 13th Int. Conf. on Plasma Nano Technology & Science(IC-PLANTS 2020), Nagoya, Japan (2020.3.8-11)
K. Takenaka, M. Endo, T. Yoshitani, H. Hirayama, G. Uchida, A. Ebe and Y. Setsuhara

(8) 国内学会発表

- (1) 反応性プラズマプロセスを用いた高移動度 IGZO 薄膜トランジスタの低温形成
第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学 (2019.9.18-21)
節原 裕一, 竹中 弘祐, 平山 裕之, 遠藤 雅, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (2) 反応性プラズマプロセスを用いた高移動度 IGZO 薄膜トランジスタの低温形成(II)
第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2020.3.12-15)
節原 裕一, 竹中 弘祐, 平山 裕之, 内田 儀一郎, 江部 明憲
- (3) プラズマ支援ミスト CVD におけるプラズマ中の液滴蒸発挙動(II)
第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学 (2019.9.18-21)
竹中 弘祐, 節原 裕一

(9) 国際会議講演

- (1) Low-temperature Formation of High-Mobility InGaZnO_x Thin Film Transistor by ICP-enhanced Reactive Plasma Processes Yuichi Setsuhara
The 15th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP2019), Kanazawa, Japan (2019.6.11-14)
Y. Setsuhara, K. Takenaka, M. Endo, T. Yoshitani, G. Uchida and A. Ebe
- (2) Reactive Plasma Processes for Formation of High-Mobility IGZO Thin-Film Transistors
21st International Conference on Advanced Energy Materials and Research, Zurich, Switzerland (2019.7.11-12)
Y. Setsuhara
- (3) Low-temperature Formation of High-Mobility In GaZnO_x Thin-Film Transistors by Plasma-Enhanced Reactive Processes
7th Global Nanotechnology Congress and Expo, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.12.2-4)
Y. Setsuhara, K. Takenaka, M. Endo and G. Uchida
- (4) Low-temperature Formation of High-Mobility InGaZnO_x Thin-Film Transistors by Plasma-Enhanced Reactive Processes
7th Global Nanotechnology Congress and Expo, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.12.2-4)
Y. Setsuhara, K. Takenaka, M. Endo and G. Uchida
- (5) Studies on Selective Production of RONS and Chemical Change of Amino Acids in Plasma-Treated Solutions
XXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10), Sapporo, Japan (2019.7.14-19)
G. Uchida, K. Takenaka, J. Ikeda and Y. Setsuhara
- (6) Functional Thin Film Deposition Using Plasma-Assisted Reactive Process
International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan (2019.11.1-3)
K. Takenaka, H. Hirayama, Y. Setsuhara, K. Ide and T. Kamiya
- (7) Development of a Direct Bonding Process by Using High-Frequency Ar Plasma Jet
Materials Researchmeeting 2019, Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
G. Uchida, R. Machida, K. Takenaka and Y. Setsuhara
- (8) Plasma Surface Modification Towards Application of Polymers to Biomaterials
Materials Researchmeeting 2019, Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
K. Takenaka and Y. Setsuhara

(10) 国内会議講演

- (1) プラズマジェット照射によるアミノ酸の酸化・分解とがん細胞殺傷への応用
第29回日本MRS年次大会, 横浜 (2019.11.27-29)
内田 儀一郎, 池田 純一郎, 竹中 弘祐, 節原 裕一

(11) 解説・総説

- (1) 大気非平衡プラズマによる水中活性種の生成・制御
金属, 89, 6 (2019), 9-14.
節原 裕一, 内田 儀一郎, 竹中 弘祐

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 共同編集, 分担執筆
Y. Setsuhara, T. Kamiya and S. Yamaura

(15) 受賞

- (1) ICMaSS2019/ iLIM-s Outstanding Presentation Award
ICMaSS2019 (2019.11.03)
H. Hirayama, K. Takenaka, Y. Setsuhara

(17) 外部資金

(単位: 千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|---------|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) | 次世代酸化物半導体デバイス低温大面積形成のためのプラズマ反応性高度制御法の創成 | 節原 裕一 | 3,510 |
| (2) | 基盤研究(C) | 物理・化学的機能性付与による高機能有機材料表面形成技術の開発 | 竹中 弘祐 | 1,170 |

4. 8 教育

氏名: 節原 裕一

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 材料電磁プロセス学

氏名: 竹中 弘祐

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 材料電磁プロセス学

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 町田 陸朗 大気圧非平衡プラズマジェットを用いた金属-有機材料接合プロセスの開発
- (2) マテリアル生産科学専攻, 平山 裕之 プラズマ支援反応性プロセスの解析を通じた高移動度酸化物半導体薄膜トランジスタの低温形成に関する研究

4. 9 社会貢献

氏名：竹中 弘祐

(1) 学会役員

(1) (公社)応用物理学会 応用物理学会大分類 8 プログラム委員

(2) 国際会議委員

(1) Visual-JW2019 Executive Committee

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：節原 裕一

一般公募研究課題

- | | | | |
|------|------------------------------------|-------|---|
| (1) | (国研)産業技術総合研究所
太陽光発電研究センター | 布村 正太 | 太陽電池タンデム化デバイスの高性能化 |
| (2) | 岐阜大学工学部機械工学科 | 上坂 裕之 | プラズマ CVD による硬質炭素膜の合成において高密度プラズマ化が膜構造に及ぼす影響の解明 |
| (3) | 九州大学
システム情報科学研究院 | 鎌滝 晋礼 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成 |
| (4) | 九州大学
システム情報科学研究院 | 板垣 奈穂 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成 |
| (5) | 九州大学プラズマナノ
界面工学センター | 白谷 正治 | コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成 |
| (6) | 九州大学プラズマナノ
界面工学センター | 古閑 一憲 | 新しいプラズマ源、粒子ビーム源の開発と高度プロセス技術(CVD、PVD)の研究 コンビナトリアルプラズマプロセス解析装置の創成 |
| (7) | 佐世保工業高等専門学校 | 川崎 仁晴 | プラズマ-材料相互作用の解明と先進的な表界面制御プロセスの研究 |
| (8) | 西日本工業大学工学部 | 川崎 敏之 | 大気圧非熱平衡プラズマジェットの放電基礎特性に関する研究 |
| (9) | 東京工業大学
科学技術創成研究院
フロンティア材料研究所 | 井手 啓介 | プラズマ反応性プロセスを用いた新規アモルファス酸化物半導体の創成 |
| (10) | 東北大学大学院
工学研究科電子工学専攻 | 岡田 健 | 酸化亜鉛上歪み導入グラフェンのプラズマプロセス |

- | | | | |
|------|---------------------|-------|------------------------|
| (11) | 名城大学理工学部 | 内田儀一郎 | 新規ナノ粒子生成ドライプロセスの開発 |
| (12) | 名城大学理工学部
電気電子工学科 | 平松美根男 | 大気圧プラズマを用いたグラフェンの大面積合成 |

先導的重点課題 [非金属異材接合に向けた先進材料プロセスの開発 (役割分担型)]

- | | | |
|-----|--------------|-------|
| (1) | 岐阜大学工学部機械工学科 | 上坂 裕之 |
| (2) | 佐世保工業高等専門学校 | 川崎 仁晴 |
| (3) | 名城大学理工学部 | 内田儀一郎 |

氏名：竹中 弘祐

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|----------|-------|----------------------------------|
| (1) | 大分大学理工学部 | 市來 龍大 | 非真空プラズマによる超簡易窒素ドーピング法の窒素原子供給量の制御 |
|-----|----------|-------|----------------------------------|

先導的重点課題 [非金属異材接合に向けた先進材料プロセスの開発 (役割分担型)]

- | | | |
|-----|--------------------------------|-------|
| (1) | 大分大学理工学部 | 市來 龍大 |
| (2) | 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文、国際会議論文) | |
| (1) | 合計 | 4 |

接合プロセス研究部門
加工プロセス学分野

接合プロセス研究部門 加工プロセス学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、種々のエネルギー源を用いた接合をはじめとする材料加工プロセスの機構解明と環境負荷低減に寄与できる高能率・高効率な先進加工プロセスの構築に関する研究に取り組む。特に、エレクトロニクス実装分野におけるマイクロ接合を対象に、優れた機能と高い信頼性を有する微細接合部を確立するための機能性接合材料の創出や各種エネルギー源を利用した新たな先進微細プロセスの構築、さらには界面構造・機能制御による接合部の高信頼性化を推進するとともに、関連する基礎学理の構築と実用化に向けた応用技術開発を行う。さらに次々に開発される新材料の接合プロセス問題の解決、既存材料との異材接合の接合可能性評価などを行い、新材料に適した新たな加工プロセス開発を図る。

4. 2 研究課題

1. 先進微細接合プロセスの開発と評価
2. 微細接合プロセスの現象解明と欠陥抑制
3. はんだ付界面の微細組織制御とその組織解析
4. 還元雰囲気を利用した低環境負荷型フラックスレスはんだ付プロセスの開発
5. 3次元ナノ構造を利用した焼結型高耐熱性接合部の構築
6. フレキシブル性を有する低温接合材料の開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 低融点鉛フリーはんだの長期信頼性向上

汎用の鉛フリーはんだとして Sn-Ag-Cu 系はんだが利用されているが、接合対象部材に耐熱性の低い有機材料も多く含まれるようになってきていることから、接合プロセスの低温化が求められている。そこで、138℃の融点をもつ Sn-Bi 共晶はんだが注目されているが、融点が低いために室温でもはんだ組織の粗大化が著しく、特性劣化が懸念されており、Sn-Bi 系合金とそのはんだ付部の長期信頼性向上が求められている。そこで Sn-Bi 系合金の特性向上を目的として、融点を大きく変化させることなく、機械的特性低下の原因となる Bi の含有量を減らす方策を検討し、熱力学的計算を用いて Sn-Bi-Zn の3元系合金組成を提案し、その3元系合金を用いた接合部の接合強度、界面微細構造の評価を行った。その結果、接合部の長期信頼性向上が認められ、Sn-Bi 系合金を用いたはんだ付部の信頼性向上に向けた貴重な成果を得た。

2. 100℃以下の液相線温度を持つ極低融点合金の探索

フレキシブルデバイスやウェアラブルデバイスの出現によりデバイス自体の素材に有機材料が多く用いられるようになり、有機材料の耐熱性の問題から、接合プロセスの低温化がより強く求められるようになってきている。一般に低融点はんだと言われる Sn-Bi 共晶はんだの場合でも、融点は138℃であり、耐熱性の低い PC や PP、さらに耐熱性の低い PMMA などのプラスチックには利用することが出来ない。そこで、新たに 100℃以下の融点を持つ合金材料の探索とその実用に向けた開発に着手している。今年度は、昨年度に選定し試作した In-Bi 合金4種類の機械的特性評価を中心に行った。その結果、In-Bi 合金の In 含有量を増加すると合金の引張強度は低下するものの、伸びが大きく増加することが分かり、また時効処理の影響も受け難いことが分かり、100℃以下の融点を持つ極低融点はんだの確立に向けた貴重な成果を得た。

3. 低融点金属めっき Cu 粒子を利用した高温はんだ代替接合技術の開発

パワーモジュールなどに高温はんだとして使用される高 Pb 含有はんだ (Pb-10Sn など) の有害物質フリー化が求められており、高温はんだ代替接合材料として金属粒子を用いる新規接合プロセスの構築に向けた基礎研究を継続的に行っている。今年度は、Sn めっきしたマイクロサイズ Cu 粒子に溶剤を添加したペーストを試作し、作製した接合体の長期信頼性を中心に評価した。特に、長期信頼性評価としては、250℃のオープン中での高温放置試験とし、被接合材としては無酸素銅試験片または無電解 Ni/Au めっき試験片を準備し、接合体を準備した。高温放置試験の結果、無酸素銅試験片を用いた接合体の場合、その接合強度は試験開始直後から低下し、1000 h 経過後には 15 % 程度まで低下した。一方、無電解 Ni/Au めっき試験を用いた接合体の場合、接合強度の低下は限られており、1000 h 経過後でも 24.5 MPa という高い接合強度を示し、長期信頼性を向上させるための貴重な指針を得た。

4. ナノポーラス材料を利用した焼結型接合技術の開発

パワーモジュールなどに高温はんだとして使用される高 Pb 含有はんだ (Pb-10Sn など) の有害物質フリー化が求められており、高温はんだ代替接合材料として低温焼結性にも優れたナノマテリアルを用いる新規接合プロセスの構築に向けた基礎研究を行っている。従来までの Au や Ag のナノポーラスシートから更に汎用的な材料である Cu のナノポーラスシートに関する研究に継続的にこれまでから着手している。今年度は、Cu ナノポーラスシートを作製する際の前駆体合金の製造方法に着目し、検討を行った。通常、単ロール法による急速冷却により前駆体合金を作製するのが一般的であるが、安定して均質な合金を得ることが困難である。そこで、不活性雰囲気のアーク溶解炉にて、Mn-Cu 合金を作製し、冷間圧延を用いて Mn-Cu 合金薄帯を作製し、Cu ナノポーラス構造の作製を試みた。その結果、冷間圧延により得られた Mn-Cu 合金薄帯の場合でも、金属部分の幅が 120 nm 程度のポーラス構造が形成可能であること確認した。今後は、冷間圧延により得られた Mn-Cu 合金薄帯を用いて、接合実験などを行っていく予定である。

5. Sn 系はんだのエレクトロマイグレーションの評価と特性向上

エレクトロマイグレーションとは、金属配線やはんだ付部に流れる電子が金属原子と衝突し、金属原子を輸送する現象である。この輸送により金属原子が減少する部分は断線し、一方で堆積する部分が発生し、信頼性に影響を及ぼす。従来は、接合部の微細化に伴う電流密度の高密度化による信頼性問題と認識されていた。しかしながら、近年では高温動作が期待され、大電流を制御するようなパワーデバイスなどの分野でもエレクトロマイグレーションを信頼性問題として考える必要が出てきている。そこで、パワーデバイスのダイアタッチ部の接合用材料として期待されている Ag ナノ粒子や Cu ナノ粒子を用いた焼結型接合部に対するエレクトロマイグレーションの評価を実施し、鉛フリーはんだとの比較などを行うことを開始した。本年度も、Sn 及び Sn-3.0Ag-0.5Cu はんだのエレクトロマイグレーション現象について評価するとともに、材料中のエレクトロマイグレーション現象を物理的に理解するために、ランダムウォークを利用した数値計算を英国の King' s College London の Mannan 教授のグループと共同で確立し、実験と数値計算の両面から検討を行った。

(2) 研究に対する自己評価

①研究の独自性、研究レベル： 本研究分野は、エレクトロニクス実装分野におけるマイクロ接合を対象に、優れた機能と高い信頼性を有する微細接合部を確立するための機能性接合材料の創出や各種エネルギー源を利用した新たな先進微細プロセスの構築、さらには界面構造・機能制御による接合部の高信頼性化を推進している。具体的には、鉛フリーはんだ接合部界面微細組織解析・継手特性評価と低融点鉛フリーはんだの探索とその特性向上、ナノマテリアルやナノ構造を利用した新

規接合プロセスの確立を3本柱として研究を進めており、独自性の高い先進的研究成果をあげている。特に世界に先駆けて Au や Ag, Cu ナノポーラス構造の接合への適用やマイクロサイズの Cu 粒子表面に作製したナノ構造を利用する焼結型接合プロセスを世界に先駆けて提案するなど、常に先駆的な研究に取り組んでいる。先駆的な研究に取り組む一方で、得られた成果や知見を国際標準化事業にも活用している。これまでの高温はんだ代替接合技術に関する研究成果が認められ、平成27年度から開始された省エネルギー等国際標準開発(国際電気標準分野)事業(テーマ名: パワーデバイス実装に関する国際標準化)に参画し、事業内で得られた成果により、IEC(国際電気標準会議)に日本から標準試験方法が提案され、西川教授が日本代表として本提案のプロジェクトリーダーとなり、国際規格の成立に向けた取り組みを行っている。更に平成30年度からは戦略的国際標準化加速事業(政府戦略分野に係る国際標準開発活動)(テーマ名: 産業機器用電力半導体回路基板/放熱構造接合部の耐久性評価に関する国際標準化)にも、副委員長として参画している。

②研究の成果発表等: 研究成果は海外の欧文誌を中心に掲載しており、研究論文は、査読付き学術論文17件(うち海外欧文誌17件)、査読有り国際会議論文2件、査読なし国際会議論文7件、国際会議招待講演2件、著書2件となっており、常勤研究者1名による成果としては高く評価できる数値である。今年度も外国雑誌中心に投稿した結果、インパクトファクター(IF)が3.0を超える学術雑誌(Mater. Des., Sci. Rep., J. Mater. Sci. 等)に5件が掲載され、その他も全てIF1.0以上の学術雑誌に掲載されており、接合分野としてはレベルの高い雑誌に掲載されていると自負している。継続してIFの高い欧文誌への投稿を増やすことに努力していく。

③研究成果の社会への貢献: H27年度から参画していた国プロ・省エネルギー等国際標準開発(国際電気標準分野)事業(テーマ名: パワーデバイス実装に関する国際標準化)に参画し、事業内で得られた成果により IEC/TC91 委員会において日本代表として2件の試験方法を提案し、国際規格の成立に向けた取り組みを行っている。また平成30年度からは戦略的国際標準化加速事業(政府戦略分野に係る国際標準開発活動)(テーマ名: 産業機器用電力半導体回路基板/放熱構造接合部の耐久性評価に関する国際標準化)にも参画しており、新たな試験方法の国際規格化提案に向けた取り組みも開始している。研究室独自には新たなシーズとして接合用材料としてのナノポーラスシートやマイクロサイズ粒子の表面改質方法を世界に先駆けて提案しており、他大学や民間企業との共同研究を通じて、実用化を目指している。

④研究予算と共同研究: 平成31年度外部資金は科学研究費補助金「基盤研究(B)」を研究代表者として新規に獲得するとともに、経済産業省「戦略的国際標準化加速事業」を継続して実施した。科学研究費補助金1件10,790千円、民間等との共同研究3件7,680千円、受託研究1件17,206千円、奨学寄付金1,900千円で、外部資金合計は37,576千円となり、継続して30,000千円を上回ることが出来た。今後も積極的に民間企業との共同研究を行う等して総額の上積みを目指すとともに、さらに大型研究予算の獲得に向けて努力していく。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻生産科学コースの協力講座として大学院教育を中心に行っている。西川教授が平成30年度から教授に採用され、新たな研究室としてスタートを切ったことからマテリアル生産科学専攻・生産科学コースからの学生の配属数はまだ限定的であり、大学院博士後期課程学生4名、大学院前期課程学生3名、学部4年生1名の研究指導を行った。接合科学研究所が実施している、共通教育機構の学問への扉も分担している。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

①国内外での学会等活動：

本研究分野では溶接・接合、特にエレクトロニクス実装に関わる学協会を中心に活発な社会貢献を展開している。(一社)溶接学会、(一社)スマートプロセス学会、(一社)日本溶接協会、(一社)エレクトロニクス実装学会、その他学協会等の委員会、ワーキング等においても幹事、主査等を務めており、微細接合ならびに鉛フリーはんだ実装の進展、及び関連する評価試験方法の国際規格化、技術者教育に貢献している。

②産学連携：

民間企業との共同研究を継続的に行うとともに、新規の共同研究もスタートしており、H31年度は3件の共同研究を実施した。今後は大型外部資金獲得に繋げていきたい。また平成30年度からは戦略的国際標準化加速事業(政府戦略分野に係る国際標準開発活動)に参画し、日本の産業界への貢献として、国際規格制定に向けた活動にも注力している。今後も、産学連携に注力しながら、外部資金獲得額の増加と継続的な大型プロジェクト採択が課題と位置付けている。

③国際貢献

これまでから IEC/TC91 関連委員会と WG に参加しており、今年度は日本から昨年度提案したパワーデバイス実装に関する2件の試験方法を規格化するため、日本代表として WG に参加し、審議対応をおこなった。鉛フリーはんだおよびエレクトロニクス実装関連の日本発の IEC 国際規格制定に貢献している。

また留学生(研究生を含む)が例年、複数在籍しており、本年度は生産科学コース以外に所属する学生を含め、中国からの留学生8名、韓国からの留学生3名、ベトナムから留学生1名が在籍している。

その他、本研究所が受け入れを行った JST「日本・アジア青少年サイエンス交流事業・さくらサイエンスプラン」では、台湾からの学生を3週間受け入れ、研究指導を行った。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、先進加工プロセス研究に関して共同研究員を募集しており、主としてエレクトロニクス実装にかかわる研究者が集まっている。本年度は国内から5名の共同研究員を迎えて共同研究を実施し、共同研究員との共著論文を2件発表した。今後も研究員の研究領域と人数の拡大を目指すとともに、共同研究員との共同成果発表を増やせるように務めていきたい。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Substrates on Fracture Mechanism and Process Optimization of Oxidation-Reduction Bonding with Copper Microparticles
J. Electronic Mater., 48, 4 (2019), 2263-2271.
R. Gao, S. He, Y.-A. Shen and H. Nishikawa
- (2) Improved Mechanical Properties Induced by In and In & Zn Double Additions to Eutectic Sn58Bi Alloy
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 30, 8 (2019), 7423-7434.
S. Zhou, Y.-A. Shen, T. Uresti, V. C. Shunmugasamy, B. Mansoor and H. Nishikawa
- (3) Effects of In Content on the Microstructure and Mechanical Properties of In-Bi Alloys During Isothermal Aging
Metals, 9, 5 (2019), 548.
S. Jin, O. Mokhtari, S. Kanayama and H. Nishikawa
- (4) Preferred Orientation of Bi and Effect of Sn-Bi Microstructure on Mechanical and Thermomechanical Properties in Eutectic Sn-Bi Alloy
Mater., 6 (2019), 100309.
Y.-A. Shen, S. Zhou, S. Huang and H. Nishikawa
- (5) The Newly Developed Sn-Bi-Zn Alloy with a Low Melting Point, Improved Ductility, and High Ultimate Tensile Strength
Mater., 6 (2019), 100300.
S. Zhou, C.-H. Yang, Y.-A. Shen, S.-K. Lin and H. Nishikawa
- (6) Microstructure and Mechanical Properties of Sn-1.0Ag-0.5Cu Solder with Minor Zn Additions
J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 30, 13 (2019), 11914-11922.
Y. M. Leong, A. S. M. A. Haseeb, H. Nishikawa and O. Mokhtari
- (7) Suppressed Growth of (Fe, Cr, Co, Ni, Cu)Sn₂ Intermetallic Compound at Interface between Sn-3.0Ag-0.5Cu Solder and FeCoNiCrCu_{0.5} Substrate during Solid-state Aging
Sci. Rep., 9 (2019), 10210.
Y.-A. Shen, C. M. Lin, J. Li, R. Gao and H. Nishikawa
- (8) Effect of Copper Over-Pad Metallization on Reliability of Aluminum Wire Bonds
Microelectronics Reliability, 99 (2019), 168-176.
F. Kawashiro, K. Takao, T. Kobayashi, M. Yoshikawa, E. Miyake, T. Endo, T. Tonedachi and H. Nishikawa
- (9) Intermetallic Compound Growth between Sn-Cu-Cr Lead-Free Solder and Cu Substrate
Microelectronics Reliability, 99 (2019), 62-73.
J. Bang, D.-Y. Yu, Y.-H. Ko, J.-H. Son, H. Nishikawa and C.-W. Lee
- (10) Interfacial Reaction Behavior and Mechanical Properties of Pure Aluminum and Magnesium Alloy Dissimilar Materials Fabricated by Hot Press and Heat Treatment
Mater. Charact., 157 (2019), 109879.
J. Umeda, K. Kondoh, H. Sannomiya, T. Luangvaranunt, M. Takahashi and H. Nishikawa

- (11) Biosynthesis of Bismuth Selenide Nanoparticles Using Chalcogen-Metabolizing Bacteria
Appl. Microbiol. Biotechnol., 103, 21-22 (2019), 8853-8861.
M. Kuroda, S. Suda, M. Sato, H. Ayano, Y. Ohishi, H. Nishikawa, S. Soda and M. Ike
- (12) Novel Polarity Effect on Intermetallic Compound Thickness Changes during Electromigration in Cu/
Sn-3.0Ag-0.5Cu/Cu Solder Joints
J. Appl. Phys., 126, 18 (2019), 185109.
Z. Jin, Y.-A. Shen, S. He, S. Zhou, Y. C. Chan and H. Nishikawa
- (13) Sn-3.0Ag-0.5Cu/Sn-58Bi Composite Solder Joint Assembled Using a Low-Temperature Reflow
Process for PoP Technology
Mater. Des., 183 (2019), 108144.
Y.-A. Shen, S. Zhou, J. Li, C.-H. Yang, S. Huang, S.-K. Lin and H. Nishikawa
- (14) Effect of Zn Addition on Interfacial Reactions and Mechanical Properties between Eutectic Sn58Bi
Solder and ENIG Substrate
J. Nanosci. Nanotechnol., 20, 1 (2020), 106-112.
S. Zhou, S. He and H. Nishikawa
- (15) In-situ Observation of Fluxless Soldering of Sn-3.0Ag-0.5Cu/Cu under a Formic Acid Atmosphere
Mater. Chem. Phys., 239 (2020), 122309.
S. He, R. Gao, J. Li, Y.-A. Shen and H. Nishikawa
- (16) Fabrication of Nanoporous Cu Sheet and Application to Bonding for High-Temperature Applications
J. Electronic Mater., 49, 3 (2020), 2151-2158.
S. Koga, H. Nishikawa, M. Saito and J. Mizuno
- (17) Wettability, Interfacial Reactions, and Impact Strength of Sn-3.0Ag-0.5Cu Solder/ENIG Substrate Used
for Fluxless Soldering under Formic Acid Atmosphere
J. Mater. Sci., 55, 7 (2020), 3107-3117.
S. He, R. Gao, Y.-A. Shen, J. Li and H. Nishikawa

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Effects of In and Zn Double Addition on Eutectic Sn-58Bi Alloy
Proc. 2019 IEEE 69th Electronic Components and Technology Conf. (ECTC), Nevada, USA
(2019.5.28-31), 1081-1086.
S. Zhou, Y.-A. Shen, H. Nishikawa, T. Uresti, V. C. Shunmugasamy and B. Mansoor
- (2) Microstructure and Property Changes in Cu/Sn-58Bi/Cu Solder Joints during Thermomigration
Proc. 2019 IEEE 69th Electronic Components and Technology Conf. (ECTC), Nevada, USA
(2019.5.28-31), 2003-2008.
Y.-A. Shen, S. Zhou, J. Li, K. N. Tu and H. Nishikawa

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) A Cu-Cu Bonding Method Using Preoxidized Cu Microparticles under Formic Acid Atmosphere
Proc. 2019 Int. Conf. of Electronics Packaging (ICEP), Niigata, Japan (2019.4.17-20), 159-162.
R. Gao, J. Li, Y.-A. Shen and H. Nishikawa

- (2) Bonding Strength of Cu-to-Cu Joints Using Cu Cold Spray Deposition by an Oxidation and Reduction Process for Power Device Package
Proc. 2019 Int. Conf. of Electronics Packaging (ICEP), Niigata, Japan (2019.4.17-20), 432-436.
J. Hou, C. Li, S. Huang and H. Nishikawa
- (3) Development of Sn-Bi-In-Ga Quaternary Low-Temperature Solders
Proc. 2019 Int. Conf. of Electronics Packaging (ICEP), Niigata, Japan (2019.4.17-20), 367-369.
C.-H. Yang, S. Zhou, S.-K. Lin and H. Nishikawa
- (4) The Study of Sn-45Bi-2.6Zn Alloy before and after Thermal Aging
Proc. 2019 Int. Conf. of Electronics Packaging (ICEP), Niigata, Japan (2019.4.17-20), 333-336.
S. Zhou, C.-H. Yang, Y.-A. Shen, S.-K. Lin and H. Nishikawa
- (5) Bonding Strength of Cu/Cu Joints Using Sintering Process of Micro-Sized Cu Particles for High-Temperature Application
Proc. IMAPS High Temperature Electronics Network (HiTEN 2019), Oxford, UK (2019.7.8-10), 85-90.
H. Nishikawa and X. Liu
- (6) Effect of Bonding Temperature on Shear Strength of Joints Using Micro-Sized Ag Particles for High Temperature Packaging Technology
Proc. 22nd Microelectronics and Packaging Conf. (EMPC), Pisa, Italy (2019.9.16-19), MT-12-1-MT-12-4.
H. Nishikawa, M.-H. Roh, A. Fujita and N. Kamada
- (7) Tin Whisker Growth Mechanism on Tin Plating of MLCCs Mounted with Sn-3.5Ag-8In-0.5Bi Solder in 30°C 60%RH
Proc. 22nd Microelectronics and Packaging Conf. (EMPC), Pisa, Italy (2019.9.16-19), R&Q-02-1-R&Q-02-4.
A. Saito and H. Nishikawa

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) パワーサイクル試験におけるダイボンド部の劣化挙動
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26 (2020.1.28-29), 51-54.
金黒 秀平, 佐々木 喜七, 西川 宏
- (2) 外部電極形状が Sn ウィスカの成長に及ぼす影響
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26 (2020.1.28-29), 199-204.
斎藤 彰, 西川 宏
- (3) 基板材料が Sn-Ag-Cu はんだ接合部の熱疲労特性に与える影響
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26 (2020.1.28-29), 65-68.
森下 真衣, 檜崎 邦男, 麻 寧緒, 西川 宏

(5) 国内会議発表論文（査読なし）

- (1) Au ナノポーラスシートを用いた接合部のパワーサイクル試験における長期信頼性評価
第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集 (2019.9.12-13), 19-22.
金黒 秀平, 佐々木 喜七, 西川 宏
- (2) 高温環境下での Ag 焼結層組織変化の定量評価
第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集 (2019.9.12-13), 187-188.
山野 聡太, 眞砂 紀之, 荻谷 健人, 西川 宏
- (3) 有限要素法を用いた熱疲労特性に与える Sn-Ag-Cu はんだ接合部形状の影響評価
第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集 (2019.9.12-13), 135-138.
森下 真衣, 麻 寧緒, 檜崎 邦男, 西川 宏
- (4) In, Zn の微量添加による Sn-Bi 合金の機械的特性改善
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26
(2020.1.28-29), 379-380.
平田 侑希, 周 士祺, 楊 智涵, 林 士剛, 西川 宏
- (5) はんだ / 基板材料間のガルバニック腐食特性への金属間化合物の影響
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26
(2020.1.28-29), 381-382.
井上 健司, 西川 宏

(7) 国際会議発表

- (1) Ductile Damage Criterion for Sn-Ag-Cu Solder Failure Prediction Using Finite Element Method
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Morishita, K. Narasaki, N. Ma and H. Nishikawa
- (2) Influence of Thermomigration on Microstructure and Properties of Cu/Sn-58Bi/Cu Solder Joint
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y.-A. Shen, S. Zhou, J. Li and H. Nishikawa
- (3) Sn Steaming Phenomenon during Fluxless Soldering under a Formic Acid Atmosphere
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. He, R. Gao, J. Li, S. Huang and H. Nishikawa

(9) 国際会議講演

- (1) Basic Characteristics of Laser Solder Process
2019 Spring Conference of the Korean Welding and Joining Society, Yeosu, Korea (2019.5.16)
H. Nishikawa
- (2) Transient Liquid Phase Bonding Using Sn-coated Cu Particles for High-Temperature Applications
The 18th International Symposium on Microelectronics and Packaging, Busan, Korea (2019.11.13)
H. Nishikawa

(10) 国内会議講演

- (1) 金属粒子の焼結現象を利用したエレクトロニクス向け微細接合技術
(一社)粉体粉末冶金協会 2019年春季大会, 東京 (2019.6.4-6)
西川 宏

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 191-202, 589-604.
H. Nishikawa
- (2) 次世代パワー半導体の熱設計と実装技術
シーエムシー出版, (2020), 分担執筆
西川 宏

(13) 特許出願・登録

- (1) 銅粒子を用いた低温接合方法
特許第 6659026 号
西川 宏

(15) 受賞

- (1) 業績賞(論文賞)
(一社)レーザー学会 (2019.05.31)
塚本 雅裕, 舟田 義則, 左今 佑, 森本 健斗, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 原 隆裕, 西川 宏,
浅野 孝平
- (2) 大阪大学賞 大学運営部門
大阪大学 (2019.11.21)
西川 宏

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- (1) 基盤研究(B) 材料表面のナノ構造を利用した低温固相接合技術の探求と接合メカニズムの解明 西川 宏 10,790

民間等との共同研究

- (1) 高信頼ダイボンディング接合技術の開発と評価に関する研究 西川 宏 4,800
- (2) パワーデバイス用ダイアタッチ材の評価方法の確立 西川 宏 816
- (3) 電力半導体 Die Attach Sintering 材料研究 西川 宏 4,464

受託研究

- (1) 産業機器用電力半導体回路基板 / 放熱構造接合部の耐久性評価に関する国際標準化 西川 宏 17,206

受託研究員

- (1) スールアドリアナ ナジファ アブ ベーカー (外国人受託 研修員) 材料工学 2 西川 宏

奨学寄付金

- (1) 西川 宏 1,900

4.8 教育

氏名：西川 宏

(1) 大学院等講義科目

- (1) 全学教育推進機構 学問への扉（マチカネゼミ）

(2) 博士論文（主査）

- (1) 環境・エネルギー工学専攻, Shiqi Zhou Improving mechanical properties and reliability of eutectic Sn58Bi alloy and its joints by modified composition
- (2) 環境・エネルギー工学専攻, Sanghun Jin Development of In-Bi alloys with low-melting temperature for microelectronics interconnections
- (3) 環境・エネルギー工学専攻, Junghwan Bang Characteristics of interfacial reaction between Sn-Cu solder alloys with trace elements and Cu substrates
- (4) 環境・エネルギー工学専攻, Siliang He Fluxless soldering under a formic acid atmosphere using Sn-3.0Ag-0.5Cu solder

(3) 博士論文（副査）

- (1) 生産科学専攻, 櫻井 大輔 チップオンウエハにおける薄型ウエハの高精度実装に関する研究
- (2) 生産科学専攻, Huy Le PHAN Investigation of cathode spot behavior in arc welding

- (3) 知能・機能創成工学専攻, 金 東辰 High temperature reliability of die-attach structure and thermal property characterization for SiC/GaN power device

(4) 修士論文

- (1) 環境・エネルギー工学専攻, 黄 思杰 環境に優しい金属コート Cu 粒子を用いた接合プロセス
- (2) 環境・エネルギー工学専攻, 周 来洲 凝固中の共晶 Sn-Bi 合金微細構造に及ぼす温度勾配の影響
- (3) 環境・エネルギー工学専攻, 森下 真衣 有限要素法を用いた電子機器における Sn-Ag-Cu はんだ接合部の熱疲労評価
- (4) 環境・エネルギー工学専攻, 山野 聡太 Ag 粒子の焼結現象を利用した接合部の長寿命化
- (5) 生産科学専攻, 金黒 秀平 パワーサイクル試験におけるダイボンダ部劣化状況の熱抵抗による評価

(5) 卒業論文

- (1) 応用理工学科, 綿谷 一駿 Cu シート表面ナノ構造を利用した高耐熱性接合部の形成

4.9 社会貢献

氏名: 西川 宏

(1) 学会役員

- (1) (一社)エレクトロニクス実装学会 関西支部 幹事
- (2) (一社)エレクトロニクス実装学会 第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム 実行委員
- (3) (一社)スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会 企画委員会 委員
- (4) (一社)スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会 電子デバイス実装研究委員会 幹事
- (5) (一社)スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会 有機/無機接合研究委員会 副委員長
- (6) (一社)スマートプロセス学会 編集委員会 委員長
- (7) (一社)スマートプロセス学会 理事

- | | |
|--------------------|--|
| (8) (一社)電子情報技術産業協会 | IEC/TC91 国内委員会 委員 |
| (9) (一社)電子情報技術産業協会 | 電力半導体デバイス接合部の国際標準化研究委員会 副委員長 |
| (10) (一社)日本溶接協会 | はんだ・微細接合部会技術委員会規格分科会 主査 |
| (11) (一社)日本溶接協会 | はんだ・微細接合部会微細接合技術分科会 幹事 |
| (12) (一社)日本溶接協会 | マイクロソルダリング教育委員会 委員 |
| (13) (一社)溶接学会 | マイクロ接合研究委員会幹事 |
| (14) (一社)溶接学会 | 全国大会運営委員会 委員 |
| (15) (一社)溶接学会 | 第26回エレクトロニクス実装におけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム 実行委員 |
| (16) (一社)溶接学会 | 編集委員会 委員 |
| (17) (一社)溶接学会 | 論文査読・審査委員会 委員 |

(2) 国際会議委員

- | | |
|--|-------------------------------------|
| (1) ICEP2019 | Technical Program Committee Members |
| (2) 4th International Conference on the Science and Engineering of Materials | International Advisory Committee |
| (3) ISMP-EMAP 2019 | International Advisory Committee |
| (4) Visual-JW2019 | Executive Committee, Chairman |
| (5) TMS2020 149th Annual Meeting & Exhibition | Leading Program Organizer |
| (6) ICEP2020 | Technical Program Committee Members |
| (7) The Electronics System-Integration Technology Conferences | Technical Program Committee |

(6) 研究留学生

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| (1) 特別研究学生：LUO CUI | 亜鉛ベースの高温はんだの腐食挙動 |
| (2) 特別研究学生：WANG JIANHAO | エレクトロマイグレーションによる Sn-Bi はんだ接合部への影響 |
| (3) 特別研究学生：金 容在 | 鉛フリーはんだの高信頼性化 |

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：西川 宏

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|----------------------------------|-------|---------------------------------|
| (1) | 早稲田大学
ナノ・ライフ創新研究機構 | 水野 潤 | 材料表面のナノ構造を利用した固相接合技術の探求 |
| (2) | 早稲田大学
ナノ・ライフ創新研究機構 | 齋藤美紀子 | 電析法によるナノポーラス構造形成とそのメカニズム及び接合特性 |
| (3) | 早稲田大学
電子物理システム学科 | 桑江 博之 | 材料表面のナノ構造を利用した固相接合技術の接合メカニズムの解明 |
| (4) | 大阪大学大学院
工学研究科
環境・エネルギー工学専攻 | 黒田 真史 | 微生物によるアンチモン微粒子の合成 |
| (5) | 大阪大学大学院
工学研究科
環境・エネルギー工学専攻 | 細川 久顕 | 微生物によるアンチモン微粒子の合成 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 2 |
|-----|----|---|

接合プロセス研究部門
レーザプロセス学分野

接合プロセス研究部門 レーザプロセス学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、レーザ科学と生産技術との高度な融合を目指し、レーザを活用した接合、切断、表面改質、分離・除去等の材料加工法に関する基礎研究を実施している。特に、溶接・接合現象について光学的観察法およびX線透視法等による可視化を行い、溶接・接合メカニズム解明やモニタリングの知能化等の研究に焦点を当てている。さらに、レーザの効率的且つ熱的な利用だけでなく、光と物質との相互作用に基づく物理化学的な作用を活用し、金属積層造形技術の開発等の革新的な新プロセス創出やその実用化に取り組むとともに、レーザ光源およびレーザ加工システムの開発を行い、社会に発信する。

4. 2 研究課題

1. 新機能材料のレーザ溶接・接合プロセスの開発と評価
2. レーザ溶接現象および溶接欠陥形成機構の解明と欠陥防止法の開発
3. 高出力青色半導体レーザの開発
4. 青色半導体レーザ加工システムの開発とその応用
5. 青色半導体レーザを用いたレーザメタルでポジション
6. 青色半導体レーザと近赤外線レーザを用いたハイブリッド溶接
7. レーザエネルギー制御による高精度金属積層造形
8. レーザ誘起微細構造による異材接合
9. レーザによる表面改質・除去加工おける現象解明
10. レーザ表層加工による細胞伸展制御

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. フェムト秒レーザ照射によるナノ周期構造形成

フェムト秒レーザを用いてプラスチック表面にナノ周期構造を選択的に形成し、ナノ周期構造のドメインによるマイクロドメイン構造を形成した。形成したマイクロドメイン構造上に骨芽細胞による培養テストを行った結果、ナノ周期構造ドメインには、未加工領域の約7倍の細胞が生着することがわかった。このような基礎現象解明は、バイオマテリアルの開発において重要な知見となる。

2. ナノ秒レーザ誘起プルームを利用したニッケル基板上への微細構造形成

樹脂と金属の異材接合では、接合前に粗化処理された金属表面の微細構造の制御が重要となる。本研究では、ナノ秒レーザを金属表面に照射した際に形成される微細構造に着目し、レーザプロセス中の雰囲気ガスの酸素濃度の影響を解析した。その結果、レーザ誘起プルーム中のナノ粒子と雰囲気ガスとの酸化反応が微細構造の形状に影響を与えることを明らかにした。本成果は、Applied Physics A : Materials Science and Processing に掲載された。

3. 大出力青色半導体レーザ開発および加工システム開発

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」にて、大阪大学接合科学研究所は鳥津製作所と連携してコア径 100 μm の光ファイバーからNA (開口数) が0.2で出力される200W級青色半導体レーザを開発した。さらに、200W 青色半導体レーザを3台搭載した600W級マルチビーム加工ヘッドを開発し、ヤマザキマザッ

ク製工作機械に組み込み、銅の高速・精密レーザーコーティング等の新加工技術開発に着手できるようになった。

4. 青色半導体レーザーによるクラッディング技術の開発

100W 級青色半導体レーザーを二台用いたマルチビーム式レーザーコーティング装置 (LMD 装置) を用いて、純銅の積層造形に成功した。従来手法では、材料粉末の加熱が不均一なので出力を重視したレーザーを用いて、材料表面に熔融池を形成し、そこに材料粉末を供給して皮膜を形成していた。これに対して、本手法では粉末の均一に加熱できるようなレーザー照射法を開発し、必要な部分に必要な量だけ粉末を熔融させて溶接し、純銅の積層造形に成功した (Applied Physics A に掲載決定)。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、主にフェムト秒レーザー、ピコ秒レーザー、ナノ秒レーザー、半導体レーザー、青色半導体レーザー、ファイバーレーザー、ディスクレーザーおよび超微粒子ビームを用いたスマート加工に関する研究を行っている。

1. 研究の独自性

フェムト秒レーザー加工の研究はガラスやプラスチックのような非金属が主流であったが、金属材料加工への応用性に早くから着目し、他機関との共同研究により基礎研究を進め、いち早く基礎データの蓄積を行ってきた。経済産業省の地域コンソーシアム事業により企業との共同研究の基盤を築くとともに、近年はさらに新しい分野へ研究を進め、金属やセラミックスの新機能付加研究へと展開している。また平成 30 年度特別経費「全国共同利用・共同実施分」「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」(6 大学連携プロジェクト) においては、チタンおよびチタン合金の生体適合性向上への展開を行った。

半導体レーザーについては 1990 年代から基礎的研究を行ってきており、1999 年に 2kW 半導体レーザーシステムを日本で最初に開発して以来、半導体レーザーによる 10mm までの厚板溶接から 5 μ m までの超薄板溶接、クラッディング、焼き入れ、表面改質など、半導体レーザーの特性を活かした応用分野を切り開いてきた。近年はさらに実用化へ向けて、半導体産業向け圧力センサーや精密ペローズの微細接合、大型部品の無歪精密クラッディングなどを行っている。現在も企業と協力してレーザークラッディングの実用化装置開発を行っている。

また、レーザークラッディング技術については、経済産業省平成 30 年度戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン事業) に「非モルテンプール型レーザークラッディングによる超耐熱玉軸受 (ボールベアリング) の開発」が採択され、製品化に向け応用展開中である。

ファイバーレーザーについては、スマート加工の観点から微細加工に着目し、機能的金属構造体創製の要素技術の一つとして位置付け、選択的局所微細加熱システムを開発して材料組織制御の研究を行っている。さらに機器開発が目覚ましく進展しているシングルモードファイバーレーザーについては、微細接合および積層造形をターゲットとして基礎研究を開始し、実用化研究にも企業と協力して開発を進めている。

レーザー金属積層造形法 (SLM 法) においては、チタン、チタン合金、ステンレス鋼などの金属の積層造形に取り組み、レーザーのビームプロファイルやパルス波形が造形に及ぼす影響について検討した。チタン合金の造形において、連続発振 (CW) のレーザーを用いて造形すると、 α 相が支配的な組織が形成され、変調パルスを用いることで $\alpha + \beta$ 相が支配的な組織が形成され、レーザーの入熱量を精密に制御することで、材料組織を制御できることを明らかにした。本研究は、オークランド工科大学との国際共同研究に発展した。また、ステンス鋼の造形では、「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を通じて、タイ国立金属材料研究センター (MTEC) との国際共同研究を

行い、積層造形で課題であったボーリング効果を抑えたレーザー照射法を開発した。本成果は、国際共著論文として査読付論文 Journal of Optics and Laser Technology に掲載された。

2. 研究レベル

フェムト秒レーザー、ピコ秒レーザーおよびナノ秒レーザーの研究成果は国内では主に応用物理学会、レーザー学会、レーザー加工学会および溶接学会で、国外ではレーザー微細加工に関する国際会議 LAMP2019 (The 8th International Congress on Laser Advanced Materials Processing) で発表を行っている。

半導体レーザーおよびファイバーレーザー加工の研究成果は国内では主に溶接学会、応用物理学会、レーザー学会及びレーザー加工学会、国外ではレーザー加工の中心的国際会議 ICALEO (International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics)、Photonics West (LASE) で発表を行っている。塚本、佐藤は、レーザー学会業績賞(論文賞)を受賞している。

3. 研究成果の社会への貢献

【塚本】

平成 30 年度に引き続き令和元年度もレーザーによるものづくり中核人材育成講座(光産業創成大学院大学)等にて、主としてものづくり企業に対する教育「アディティブマニュファクチャリング・レーザーコーティングの産業応用」を行った。

NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」が採択され、接合科学研究所研開発拠点において高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発を推進している。

光・レーザー関西 2019 開催記念公開シンポジウム、長野県溶射技術研究会、豊田中央研究所講演会特別講義、講師を行い、レーザー加工の知識の社会普及に貢献した。

【佐藤】

長野県溶射技術研究会、豊田中央研究所講演会特別講義、レーザープラットフォーム協議会「2 級レーザー加工管理技術者講習会」にて講師として講義を行い、レーザー溶接・接合の知識の社会普及に貢献した。

4. 研究予算

フェムト秒レーザーによる生体適合性向上に関する研究は平成 30 年度特別経費「全国共同利用・共同実施分」「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」(6 大学連携プロジェクト)の資金で行っている。NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」は NEDO からの委託費で行っている。レーザー金属積層造形の研究では、科学研究費補助金基盤研究(C)「時間・空間を制御したパルスレーザーによる低歪かつスパッタレス金属積層造形技術の開発」(課題番号:19K05079)の資金で行っている。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科機械工学専攻の協力講座として大学院教育を行い、全学共通教育機構には接合科学研究所として協力している。大学院教育では「レーザープロセス学」の授業を担当し、レーザーによる材料加工プロセスの特徴とアブレーションおよび熱加工プロセスについて講義を行っている。授業中の質問とそれに対する回答、小テストとその解答の説明などを通じて、レーザープロセス学の理解を深めさせている。

大学院博士後 2 名期課程(社会人)、大学院博士前期課程 4 名、学部 4 年生 2 名の研究指導を行っている。大学院生及び学部 4 年生に対し、国内学会および国際会議での発表を推奨・推進している。本年度の学生の発表件数は、国際会議発表:16 件、国内会議発表:19 件である。配属の大学院生に対しては、研究活動を通じて、実験・研究の進め方や国内外の会議や委員会において研究成果をわかりやすく発表するための指導を行っている。また、国際共同研究において、学生が海外の研究

者と議論できる場を積極的に提供し、学生の英語能力の向上、議論の大切さおよび意思疎通の難しさを体感してもらい、大学院教育の国際化・グローバル化に貢献している。また、大学院生博士後期課程の学生に査読付き学術論文の作成を指導、主査として論文構成の指導し、レーザー溶接・接合の研究者の育成に努めている。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

1. 国内外での学会活動

【塚本】

溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会委員長、溶接学会 研究推進部会委員、レーザー学会研究委員会委員、レーザー学会次世代産業用レーザー専門委員会、レーザー加工学会理事、レーザー加工学会誌編集委員会委員長、レーザー加工学会講演会実行委員、スマートプロセス学会理事、スマートプロセス学会誌編集委員会委員、Best Review 賞審査委員会委員として活動している。

【佐藤】

溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会幹事、レーザー学会次世代産業用レーザー専門委員会幹事、レーザー加工学会誌編集委員会編集委員、レーザー加工学会講演会 実行委員、溶接学会誌会員モニタを務め、情報を講演会や学会誌の記事で紹介するなど社会貢献している。

2. 産学連携

ファイバーレーザーおよび半導体レーザーを用いた溶接の研究は平成 20 年度から企業との共同研究を開始し、令和元年度も引き続き開発研究を継続中である。

NEDO プロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」（2016 年度～2020 年度）では参画企業と連携して「高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発」を推進している。

3. 国際貢献

国際会議である OPTICS & PHOTONICS International Congress 2020 (OPIC2020) の運営委員・組織委員および、OPIC2020 で開催される国際会議 Smart Laser Processing Conference 2020 (SLPC 2020) の議長 (塚本)、実行委員長 (佐藤) を務めている。

4. その他社会貢献

【塚本】

一般社団法人 レーザプラットフォーム協議会 (中小企業へのレーザー加工の利用・導入に向け、企業、大学、公設試験研究機関、支援機関等の連携を図り、普及啓発、人材育成及び機器の利用等を実施することを通じて、「ものづくり」中小企業におけるイノベーション創出、新事業の創出、新製品の開発を促進することを目的とした組織) の会長として、大阪富士工業先進機能性加工共同研究部門 阿部信行特任教授 (同協議会理事) と企画を行い、平成 30 年度事業として、1 回のフォーラムと 3 回のセミナーを開催した。

【佐藤】

一般社団法人 レーザプラットフォーム協議会にて、レーザー加工管理技術者認証委員として令和元年度「2 級レーザー加工管理技術者講習会」を企画し、講習会を開催した。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、2019 年度 26 名の共同研究員と共同研究を行い、5 編の共著論文および 16 編の国際会議論文を発表している。国内外の学会発表もほぼすべて連名発表となっている。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Kinetic Model for Color-Center Formation in Tio₂ Film Using Femtosecond Laser Irradiation
J. Vac. Sci. Technol. A, 37, 3 (2019), 31512.
S. Kato, A. Sunahara and M. Tsukamoto
- (2) Experimental Studies on Joinability of Zircaloy and SiC/SiC Composite with Titanium Powder
IJCES, 1 (2019), 56-62.
H. Serizawa, N. Nakazato, Y. Sato, M. Tsukamoto, J. S. Park and H. Kishimoto
- (3) レーザ溶接による A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の異材接合
軽金属溶接協会誌, 57, 5 (2019), 26-34.
松本 幸樹, 西本 明生, 石川 武, 永塚 公彬, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (4) Oxygen Concentration Dependence of Microstructure Formed on Ni by Backward Pulsed Laser Deposition
Appl. Phys. A, 126, 114 (2020)
K. Koda and M. Tsukamoto
- (5) Morphological Characteristics of Nanoholes Induced by Single-Shot Femtosecond Laser Ablation of Borates and Aluminate Silicates
J. Laser Appl., 32 (2020), 12015-12015-14.
N. Kodama, T. Takahashi, T. Inoue, M. Kudo and M. Tsukamoto
- (6) Fabrication of 316L Stainless Steel with TiN Addition by Vacuum Laser Powder Bed Fusion
Opt. Laser Technol., 126 (2020)
S. Srisawadi, D. Tanprayoon, Y. Sato, M. Tsukamoto and T. Suga

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) High Quality Welding of Pure Copper Plate with High Intensity Blue Diode Laser
ICALEO, Orlando, FL, USA, 2019 Proceedings, Paper#Poster 116 (2019.10.7-10)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, A. Nobuyuki, S. Masuno, E. Hori, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi and Y. Hayashi
- (2) Influence of Laser Wavelength on Weld Quality in Bead-On-Plate Welding of Pure Copper with High Intensity Blue Diode Laser
ICALEO, Orlando, FL, USA, 2019 Proceedings, Paper#Macro 1701 (2019.10.7-10)
E. Hori, M. Tsukamoto, K. Morimoto, S. Masuno, Y. Sato and S. Kato
- (3) Pure Copper Layer Formation on Aluminum Based Alloy Substrate with Multi-Color Laser Cladding System Combined with Blue and Ir Lasers
ICALEO, Orlando, FL, USA, 2019 Proceedings, Paper 327 (2019.10.7-10)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe
- (4) Bead-on-plate Welding of Pure Copper Sheet with 200 W High Intensity Blue Diode Laser
Proc. SPIE 11273, High-Power Laser Materials Processing: Applications, Diagnostics, and Systems IX, 112730E (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe

- (5) Developments of High Power Blue Diode Laser Systems for Laser Metal Deposition and Welding of Pure Copper Materials
Proc. SPIE 11262, High-Power Diode Laser Technology XVIII, 112620M (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
M. Tsukamoto
- (6) Forming of Pure Copper Rod by LMD Method with Blue Diode Lasers
Proc. SPIE 11271, Laser 3D Manufacturing VII, 1127117 (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Ono, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, T. Hara, Y. Funada and N. Abe
- (7) Development of Blue Diode Laser for Additive Manufacturing
Proc. SPIE 11271, Laser 3D Manufacturing VII, 1127114 (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
R. Higashino, Y. Sato, S. Masuno, T. Shobu, Y. Funada, N. Abe and M. Tsukamoto

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) アディティブマニュファクチャリングのための高出力青色半導体レーザー開発
第 153 回微小光学研究会機関紙, 東京, 37, 3 (2019.9.4), 17-22.
塚本 雅裕, 東野 律子
- (2) 200W 青色半導体レーザーを用いた純銅板のビードオンプレート溶接
レーザー学会第 537 回研究会報告 - 次世代レーザー加工 -, 北海道 (2019.11.1), 13-16.
森本 兼斗, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 加藤 進, 安積 一幸, 林 良彦, 阿部 信行
- (3) フェムト秒レーザーのダブルパルス照射によるシリコン加工の初期過程
レーザー学会第 537 回研究会報告 - 次世代レーザー加工 -, 北海道 (2019.11.1), 25-30.
甲藤 正人, 横谷 篤至, 加来 昌典, 塚本 雅裕
- (4) 青色半導体レーザーの開発と加工への応用展開
レーザー学会第 537 回研究会報告 - 次世代レーザー加工 -, 北海道 (2019.11.1), 7-11.
東野 律子, 塚本 雅裕, 佐藤 雄二, 原 隆裕, 升野 振一郎, 堀 英治, 東條 公資, 舟田 義則, 阿部 信行
- (5) ファイバ結合型高輝度青色半導体レーザー BLUE IMPACT の紹介とその加工例
レーザー学会第 537 回研究会報告 - 次世代レーザー加工 -, 北海道 (2019.11.1), 1-5.
諏訪 雅也, 若林 直樹, 宇野 進吾, 廣木 知之, 徳田 勝彦, 東條 公資, 升野 振一郎, 堀 英治, 東野 律子, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (6) マルチ半導体レーザー集光システムを用いたタンゲステンへの銅粉体肉盛り接合試験
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 57-60.
島岡 淳, 芹澤 久, 佐藤 雄二, 原 隆裕, 塚本 雅裕, 谷川 博康
- (7) サステイナブルな光-光変換を目指す太陽光励起レーザーへの取り組み
産業応用部門 次世代産業システム研究会, 横浜, IIS-20, 1 (2020.2.21), 1-5.
大久保 友雅, 松永 栄一, 越地 駿人, 下山 拓海, 佐藤 雄二, ギン タンフン

(7) 国際会議発表

- (1) Effect of Laser Wavelength on Welding of Pure Copper Plate with Blue Diode Laser
The 8th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing (LAMP2019), Hiroshima, Japan (2019.5.21-24)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, N. Abe, S. Masuno, K. Azumi and Y. Hayashi
- (2) Femtosecond Laser Induced Periodic Nanostructures Formation on Fluorinated Ethylene Propylene Surface
The 8th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing (LAMP2019), Hiroshima, Japan (2019.5.21-24)
N. Shinohara, M. Tsukamoto, K. Takenaka and S. Asai
- (3) Ablation Suppression of Titanium Optimizing the Delay Time by Two-Color Femtosecond Double-Pulses Laser
Lasers in Manufacturing (LiM2019), Munich, Germany (2019.6.24-27)
N. Shinohara, K. Takenaka, M. Hashida, S. Inoue, S. Asai, S. Sakabe and M. Tsukamoto
- (4) Influence of Laser Wavelength on Melt Pool Behavior in Welding of Thin Pure Copper Plate with Blue Diode and Fiber Lasers
Lasers in Manufacturing (LiM2019), Munich, Germany (2019.6.24-27)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (5) Ambient-gas Dependence of Microstructure Formed on Nickel by Backward Pulse Laser Deposition
15th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA2019), Maui-Hawaii, USA (2019.9.8-13)
K. Koda and M. Tsukamoto
- (6) Pure Copper Layer Formation on Copper Based Alloy Substrate with Blue Diode Lasers
15th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA2019), Maui-Hawaii, USA (2019.9.8-13)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe
- (7) Collecting Osteoblasts on Nanostructure D Polymer Surface Treated by Femtosecond Laser Irradiation
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
N. Shinohara, M. Tsukamoto and Y. Sato
- (8) Regulation of Preosteoblast Behaviors by Multi-scaled Hierarchical Patterned Titanium Surface [Fabricated with Femtosecond Laser Irradiation]
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
P. Chen, N. Shinohara, T. Shinonaga, M. Tsukamoto, M. Ashida, Y. Tsutsumi and T. Hanawa
- (9) High Quality Welding of Pure Copper Plate with High Intensity Blue Diode Laser
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, E. Hori, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (10) Influence of Laser Wavelength on Weld Quality in Bead-On-Plate Welding of Pure Copper with High Intensity Blue Diode Laser
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
E. Hori, M. Tsukamoto, S. Masuno, K. Morimoto, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe

- (11) Pure Copper Layer Formation on Aluminum Based Alloy Substrate with Multi-Color Laser Cladding System Combined with Blue and IR
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe
- (12) Effect of Laser Wavelength on Welding of Pure Copper Sheet with Fiber and Blue Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, S. Kato, T. Ohkubo, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (13) Pure Copper Rod Formation by Laser Metal Deposition System with Blue Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, K. Ono and N. Abe
- (14) Uniform Laser-Induced Periodic Surface Structures on Titanium Irradiated with a Two-Color Femtosecond Double-Pulse Laser Beam
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Hashida, Y. Furkawa, S. Inoue, S. Sakabe, S. Masuno, M. Kusaba, H. Sakagami and M. Tsukamoto
- (15) Pure Copper Film Welding with Near Infrared and Blue Diode Lasers
Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Sato, K. Azumi and Y. Hayashi
- (16) Bead-on-plate Welding of Pure Copper Sheet with 200W High Intensity Blue Diode Laser
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (17) Control of Cell Arrangement on PMMA Surface by Femtosecond Laser Induced Periodic Nanostructures
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
N. Shinohara, M. Tsukamoto and Y. Sato
- (18) Forming of Pure Copper Rod by LMD Method with Blue Diode Lasers
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Ono, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, T. Hara, Y. Funada and N. Abe
- (19) Effect of Spatter on Ti Plate Fabricated by Selective Laser Melting in Vacuum
15th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA2019), Maui-Hawaii, USA (2019.9.8-13)
Y. Mizuguchi, T. Sibata, Y. Sato and M. Tsukamoto
- (20) Numerical Simulation of Copper Layer Formation with Blue Direct Diode Lasers
15th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA2019), Maui-Hawaii, USA (2019.9.8-13)
T. Ohkubo, Y. Sato, E. Matsunaga and M. Tsukamoto
- (21) Development of Copper Deposition on Tungsten with Blue and Infrared Diode Lasers
19th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-19), Ja Jolla, USA (2019.10.27-11.1)
H. Serizawa, J. Shimaoka, Y. Sato, T. Hara, M. Tsukamoto and H. Tanigawa
- (22) Basic Study on Copper Deposition Method to Tungsten with Blue and Infrared Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Shimaoka, H. Serizawa, Y. Sato, T. Hara, M. Tsukamoto and H. Tanigawa

(23) Development of Blue Diode Laser for Additive Manufacturing
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
R. Higashino, Y. Sato, S. Masuno, T. Shobu, Y. Funada, N. Abe and M. Tsukamoto

(24) Model of Dielectric Constant of Pure Copper on Laser Welding
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
S. Kato, A. Sunahara, K. Morimoto, Y. Sato and M. Tsukamoto

(8) 国内学会発表

(1) DOE(回折光学素子)を利用した幅広ビームレーザクラッディングの技術開発(第3報)
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京(2019.4.17-19)
林良彦, 阿部信行, 安積一幸, 塚本雅裕, 辰巳佳宏, 米山三樹男

(2) 青色半導体レーザ及びファイバーレーザを用いた純銅のビードオンプレート溶接における
レーザ波長が熔融池形成に及ぼす影響
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京(2019.4.17-19)
森本健斗, 塚本雅裕, 阿部信行, 升野振一郎, 安積一幸, 林良彦

(3) レーザを用いた不可加工に関するレーザと金属粉末の相互作用に関する数値計算
第91回レーザ加工学会講演会, 大阪(2019.6.20-21)
大久保友雅, 佐藤雄二, 越地駿人, 松永栄一, 塚本雅裕

(4) 青色半導体レーザの波長が純銅箔の溶接に及ぼす影響
第91回レーザ加工学会講演会, 大阪(2019.6.20-21)
森本健斗, 塚本雅裕, 升野振一郎, 阿部信行, 林良彦, 安積一幸

(5) 200W 青色半導体レーザを用いた純銅のビードオンプレート溶接
(一社)溶接学会 2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
森本健斗, 塚本雅裕, 升野振一郎, 阿部信行, 安積一幸, 林良彦

(6) DOE(回折光学素子)を利用したレーザクラッディングの技術開発
(一社)溶接学会 2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
林良彦, 阿部信行, 安積一幸, 塚本雅裕, 森本健斗, 辰巳佳宏, 米山三樹男

(7) Multi-scaled Hierarchical Patterned Titanium Surface Regulated Proliferation and Calcification
Behaviours of Preosteoblast
第41回日本バイオマテリアル学会大会, 茨城(2019.11.24-26)
P. Cheng, M. Miyake, N. Shinohara, M. Tsukamoto, M. Ashida and T. Hanawa

(8) 800nm と 400nm のフェムト秒レーザー加工されたシリコン太陽電池表面の黒色化と結晶構造
の比較
第40回レーザー学会学術講演会, 仙台(2020.1.20-22)
児子史崇, 橋田昌樹, 升野振一郎, 阪部周二, 塚本雅裕, 草場光博

(9) 金属の精密クラッディングのためのマルチビーム照射法の開発
第40回レーザー学会学術講演会, 仙台(2020.1.20-22)
浅野孝平, 塚本雅裕, 舟田義則, 左今佑, 森本健斗, 佐藤雄二, 升野振一郎, 原隆裕,
西川宏

- (10) レーザ急速加熱によるステンレス基板上での Ag-Cu 共晶ろう材の溶融挙動
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
瀬知 啓久, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (11) スパッタレス SLM による Ti-6Al-4V の積層造形と材料組織制御
第 92 回レーザー加工学会講演会, 東京 (2019.12.9-10)
水口 佑太, 東本 耀平, 佐藤 雄二, 部谷 学, 塚本 雅裕
- (12) 高輝度青色半導体レーザーを用いた無酸素銅の溶接と溶融・凝固ダイナミクスの観察
第 92 回レーザー加工学会講演会, 東京 (2019.12.9-10)
藤尾 駿平, 森本 健斗, 柴田 知希, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (13) フェムト秒レーザー照射による酸化チタン光触媒の可視光応答に関する研究
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
有村 恒良, 佐藤 雄二, 森 正和, 吉田 実, 塚本 雅裕
- (14) マルチビームレーザーコーティング法を用いた Co-Cr 合金の積層造形とその機械的特性評価
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
金下 征司, 原 隆裕, 舟田 義則, 山下 順広, 中野 人志, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (15) 異種材料接合のためのナノ秒レーザーを用いた表層加工
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
中西 碧, 佐藤 雄二, 神田 和輝, 塚本 雅裕
- (16) 高輝度青色半導体レーザーを用いた純銅の溶接
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
藤尾 駿平, 森本 健斗, 柴田 知希, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (17) 高出力青色半導体レーザーモジュールの新展開
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
東條 公資, 諏訪 雅也, 若林 直樹, 宇野 進吾, 廣木 知之, 徳田 勝彦, 升野 振一郎, 堀 英治,
東野 律子, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (18) 真空下における選択的レーザー溶融法による Ti-6Al-4V の造形
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
水口 佑太, 東本 耀平, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 部谷 学, 塚本 雅裕
- (19) 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム式レーザー金属堆積法による純銅ロッドの造形
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
小野 和宏, 原 隆裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (20) 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム式レーザー金属堆積法による純銅皮膜形成メカニ
ズムの解明
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
原 隆裕, 小野 和宏, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (21) 青色半導体レーザーを用いた純銅の積層造形における空隙形成を抑制するレーザー照射法の
開発
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
柴田 知希, 藤尾 駿平, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕

- (22) 選択的レーザー溶融法を用いた SUS316L の積層造形
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
東本 耀平, 水口 佑太, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, Sasitorn Srisawadi, Dhriti Tanprayoon, 部谷 学,
塚本 雅裕
- (23) 純チタン板表面へのフェムト秒レーザー誘起ナノ周期構造形成における周期の制御
第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 東京 (2020.3.12-15)
篠原 直希, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (24) MC3T3-E1 細胞の増殖と石灰化を促進するチタン表面のフェムト秒レーザー加工による創製
日本金属学会 2020 年春期 第 166 回講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
陳 鵬, 篠原 直希, 篠永 東吾, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕, 蘆田 茉希, 埜 隆夫

(9) 国際会議講演

- (1) Smart Laser Additive Manufacturing with IR and Blue Diode Lasers
The 7th Laser Ignition and Giant-microphtonics Conference (LIC2019), Yokohama, Japan
(2019.4.22-26)
M. Tsukamoto
- (2) Development of Laser Additive Manufacturing Technology with IR and Blue Diode Lasers
MTEC Additive Manufacturing Workshop, Thailand (2019.6.5-6)
M. Tsukamoto
- (3) Development of High Power Blue Diode Laser for Additive Manufacturing of Pure Copper
Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan (2019.12.13-17)
M. Tsukamoto
- (4) Developments of High Power Blue Diode Laser Systems for Laser Metal Deposition and Welding of
Pure Copper Materials
PHOTONICS WEST 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
M. Tsukamoto
- (5) Development of Laser Coating Method Using Multi-Laser Combine System
JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop, Hong Kong (2019.11.6)
Y. Sato

(10) 国内会議講演

- (1) 青の錬金術師
やわらか 3D 共創コンソーシアム 1 周年記念シンポジウム, 東京 (2019.4.5)
塚本 雅裕
- (2) 新しいものづくり技術を実現する青色・緑色レーザー開発
加工用高出力青色・緑色レーザーの現状と今後, 東京 (2019.4.26)
塚本 雅裕
- (3) 高出力青色半導体レーザー開発と拡大する加工分野への応用
光・レーザー関西 2019 開催記念公開シンポジウム, 大阪 (2019.7.24)
塚本 雅裕

- (4) kW 級青色半導体レーザー開発
レーザープラットフォーム協議会フォーラム, 大阪 (2019.8.26)
塚本 雅裕
- (5) アディティブマニュファクチャリングのための高出力青色半導体レーザー開発
第 153 回微小光学研究会, 東京 (2019.9.4)
塚本 雅裕
- (6) レーザ加工技術の概要と技術動向
豊田中央研究所講演会「レーザー加工技術の開発動向」, 愛知 (2019.11.26)
塚本 雅裕
- (7) レーザ加工技術の開発動向
長野県溶射技術研究会令和元年度現地研修(第 2 回研究会), 大阪 (2019.11.27)
塚本 雅裕
- (8) 次世代 3D 金属積層造形のための青色半導体レーザー開発
LMP シンポジウム 2020, 兵庫 (2020.1.22-23)
塚本 雅裕
- (9) レーザ加工の基礎
令和元年度「2 級レーザー加工管理技術者講習会」, 大阪 (2019.11.8)
佐藤 雄二
- (10) レーザ加工現象の実例～レーザー金属積層造形とレーザーによる CFRP 加工～
豊田中央研究所講演会「レーザー加工技術の開発動向」, 愛知 (2019.11.26)
佐藤 雄二
- (11) レーザ金属積層造形法における溶融金属ダイナミクスの観察とスパッタリングの抑制
長野県溶射技術研究会令和元年度現地研修(第 2 回研究会), 大阪 (2019.11.27)
佐藤 雄二

(11) 解説・総説

- (1) 高輝度青色半導体レーザー開発と加工への応用展開 = 世界初, 高輝度青色半導体レーザー搭載複合加工機 =
光アライアンス, 30, 10 (2019), 16-20.
塚本 雅裕, 東野 律子, 升野 振一郎, 阿部 信行, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 左今 佑, 大内 誠悟, 浅野 孝平, 東條 公資
- (2) 青い光が拓く新たな純銅接合・3D プリンティング技術
DENSO TECHNICAL REVIEW 2019 - 未来につながる新技術 -, 24 (2019), 5-10.
塚本 雅裕
- (3) SIP,NEDO における高輝度青色半導体レーザー開発
溶接学会誌, 89, 1 (2020), 21-26.
塚本 雅裕
- (4) 「加工用青色・緑色レーザーとその応用への期待」特集によせて
OPTRONICS, 457 (2020), 26-27.
塚本 雅裕

- (5) 島津製作所の 1kW 級青色半導体レーザー光源
OPTRONICS, 457 (2020), 32-36.
東條 公資, 宇野 進吾, 諏訪 雅也, 若林 直樹, 廣木 知之, 徳田 勝彦, 石垣 直也, 湯浅 善仁,
塚本 雅裕
- (6) 「高出力青色・緑色レーザー開発の現状と今後の展望」特集によせて
スマートプロセス学会誌, 9, 2 (2020), 39-40.
塚本 雅裕
- (7) 炭素繊維強化樹脂のレーザー加工に関する数値計算
光アライアンス, 30, 9 (2019), 41-45.
大久保 友雅, 松永 栄一, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕
- (8) 先進加工応用に向けた高出力青色半導体レーザー
スマートプロセス学会誌, 9, 2 (2020), 41-44.
東條 公資, 諏訪 雅也, 若林 直樹, 宇野 進吾, 廣木 知之, 徳田 勝彦, 升野 振一郎, 堀 英治,
東野 律子, 佐藤 雄二, 塚本 雅裕

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 241-254.
P. Chen and M. Tsukamoto

(15) 受賞

- (1) 業績賞(論文賞)
(一社)レーザー学会(2019.05.31)
塚本 雅裕, 舟田 義則, 左今 佑, 森本 健斗, 佐藤 雄二, 升野 振一郎, 原 隆裕, 西川 宏,
浅野 孝平

(17) 外部資金 (単位:千円)

科学研究費補助金

- | | | | |
|-----|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) 時間・空間を制御したパルスレーザーによる低歪かつスパッタレス金属積層造形技術の開発 | 佐藤 雄二 | 1,300 |
|-----|---|-------|-------|

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|-------------------------------|-------|-------|
| (1) | ダイヘン溶接・接合協働研究所 | 塚本 雅裕 | 1,000 |
| (2) | 金属積層造形技術に関する研究 | 塚本 雅裕 | 1,632 |
| (3) | 短波長レーザーによる板金材料切断および溶接に関する基礎研究 | 塚本 雅裕 | 4,471 |
| (4) | レーザーを用いた金属・樹脂材料の表面処理に関する研究 | 塚本 雅裕 | 8,796 |
| (5) | 多層巻き平角銅線の低入熱レーザー接合に関する研究 | 塚本 雅裕 | 4,095 |

受託研究

- | | | | |
|-----|--------------------|-------|--------|
| (1) | 高輝度・高効率次世代レーザー技術開発 | 塚本 雅裕 | 58,392 |
|-----|--------------------|-------|--------|

受託研究員

- | | | | |
|-----|---------------|------------------------|-------|
| (1) | 甲斐 拓斗
(短期) | 高効率レーザークラディングに関する研究 | 塚本 雅裕 |
| (2) | 岡崎 朋也
(短期) | 青色半導体レーザーを用いた熱加工の可能性検討 | 塚本 雅裕 |
| (3) | 大沼 一平
(短期) | 青色半導体レーザー加工に関する研究 | 塚本 雅裕 |

奨学寄付金

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | | 塚本 雅裕 | 3,100 |
|-----|--|-------|-------|

4. 8 教育

氏名：塚本 雅裕

(1) 大学院等講義科目

- | | | |
|-----|--------|-----------|
| (1) | 機械工学専攻 | レーザープロセス学 |
|-----|--------|-----------|

(4) 修士論文

- | | | |
|-----|---------------|---|
| (1) | 機械工学専攻, 原 隆裕 | 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム照射法による純銅皮膜形成に関する研究 |
| (2) | 機械工学専攻, 柴田 知希 | 青色半導体レーザーを用いた選択的レーザー溶融法による純銅の積層造形に関する研究 |

(5) 卒業論文

- | | | |
|-----|---------------|---|
| (1) | 機械工学科目, 小野 和宏 | 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム照射法による純銅の三次元積層造形に関する研究 |
| (2) | 機械工学科目, 藤尾 駿平 | 青色半導体レーザーの先行加熱援用による近赤外線ファイバーレーザー溶接に関する研究 |

氏名：佐藤 雄二

(1) 大学院等講義科目

- | | | |
|-----|--------|-----------|
| (1) | 機械工学専攻 | レーザープロセス学 |
|-----|--------|-----------|

4. 9 社会貢献

氏名：塚本 雅裕

(1) 学会役員

- | | |
|--------------------|---|
| (1) (一社)スマートプロセス学会 | 2019年度スマートプロセス学会 理事 |
| (2) (一社)スマートプロセス学会 | 2019年度スマートプロセス学会誌編集委員会
委員 |
| (3) (一社)スマートプロセス学会 | スマートプロセス学会 2019年度論文賞・Best
Review 賞審査委員会 委員 |
| (4) (一社)スマートプロセス学会 | スマートプロセス学会 2020年度論文賞・Best
Review 賞審査委員会 委員 |
| (5) (一社)レーザー学会 | レーザー学会研究委員会 委員 |
| (6) (一社)レーザ加工学会 | 2019年度レーザ加工学会誌編集委員会 委員
長 |
| (7) (一社)レーザ加工学会 | 2019年度レーザ加工学会 理事 |
| (8) (一社)レーザ加工学会 | 第91回レーザ加工学会講演会 実行副委員長 |
| (9) (一社)レーザ加工学会 | 第93回レーザ加工学会講演実行委員会 委員 |
| (10) (一社)日本溶接協会 | 2018・2019年度 日本溶接会議(JIW)第4委
員会 委員長 |
| (11) (一社)溶接学会 | 2019年度高エネルギービーム加工研究委員会
委員長 |
| (12) (一社)溶接学会 | 2019年度研究推進部会 委員 |

(2) 国際会議委員

- | | |
|---|-------------------------------|
| (1) LAMP2019 | 実行委員 |
| (2) OPTICS&PHOTONICS International
Congress 2020 | 運営委員会 委員 |
| (3) OPTICS&PHOTONICS International
Congress 2020 | 組織委員会 委員 |
| (4) SLPC2020 | チェア |
| (5) IIW2020 | Commission-IV Delegate (日本代表) |

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| (6) | The 39th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2020) | program committee |
| (7) | ICALEO2020 (Laser Macro-Processing) | Co-Chair |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献 | | |
| (1) | (一財)大阪科学技術センター | 「非モルテンプール型レーザークラッディングによる超耐熱玉軸受(ボールベアリング)の開発」研究開発推進委員会 委員 |
| (2) | (一社)レーザプラットフォーム協議会 | レーザプラットフォーム協議会 会長 |
| (3) | (公財)石川県産業創出支援機構 | 「超硬合金積層造形とハイブリッド加工による超薄肉長尺精密ジグの革新的製造技術の開発」に係る研究開発委員会 アドバイザー |
| (4) | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | NEDO 技術委員 |
| (5) | 職業訓練法人 アマダスクール | 優秀板金製品技能フェア運営委員 |
| (7) 社会への情報発信 | | |
| (1) | 高放熱合金の加工に適した青色半導体レーザーで出力 1KW 達成 | ガスレビュー (2019.05.01) |
| (2) | やわらか 3D 共創コンソーシアム、1周年記念シンポジウムを開催 | 月刊ソフトマター (2019.05.05) |
| (3) | 特集 = 3D 積層造形 3D プリンターによるものづくり革新の期待 | 溶接ニュース (2019.06.18) |
| (4) | 特別インタビュー 可能性を秘めた青色半導体レーザー | 溶接ニュース (2019.06.18) |
| (5) | 溶接や切断, 積層(3D プリンター)加工機での普及目指す | PRO トロン (2019.07.01) |
| (6) | 科学の森 古くて新しい金属の「接合」 | 毎日新聞 (2019.08.15) |
| (7) | 青の革命 | ぶーめらん (2019.09.15) |
| (8) | 日本の科学アラカルト「次世代ものづくりを支える進化するレーザー加工技術」 | 選択 創刊 45 周年号 (2020.03.01) |

氏名：佐藤 雄二

(1) 学会役員

- | | | |
|-----|-------------|-------------------------|
| (1) | (一社)レーザー学会 | 次世代産業用レーザー専門委員会 幹事 |
| (2) | (一社)レーザ加工学会 | レーザ加工学会編集委員会 委員 |
| (3) | (一社)レーザ加工学会 | 第93回レーザ加工学会講演会 実行委員 |
| (4) | (一社)溶接学会 | 溶接学会高エネルギービーム加工研究委員会 幹事 |
| (5) | (一社)溶接学会 | 溶接学会誌会員モニタ |

(2) 国際会議委員

- | | | |
|-----|--|----------------|
| (1) | The 4th Smart Laser Processing Conference 2020 (SLPC2020) | SLPC2020 実行委員長 |
| (2) | The 16th International Conference on Laser Ablation (COLA2021) | COLA2021 実行委員 |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | | |
|-----|--------------------|--------------------|
| (1) | (一社)レーザプラットフォーム協議会 | レーザ加工管理技術者認証委員会 委員 |
|-----|--------------------|--------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：塚本 雅裕

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|---|-------|---------------------------|
| (1) | (国研)産業技術総合研究所
電子光技術研究部門
先進プラズマプロセス
グループ | 加藤 進 | 短パルスレーザーによる色中心生成に関するモデル構築 |
| (2) | (国研)日本原子力研究開発
機構 敦賀総合研究開発セ
ンター レーザー・革新技
術共同研究所 | 佐藤 雄二 | スパッタレスレーザー積層造形技術の開発 |
| (3) | 宮崎大学
産学・地域連携センター | 甲藤 正人 | 超短パルスレーザーによる加工プロセスに関する研究 |

(4)	京都大学化学研究所	橋田 昌樹	レーザー生成プラズマ制御による新表面改質機能の創成
(5)	近畿大学 理工学部 電気電子工学科	吉田 実	パルスレーザーによる酸化チタン皮膜の機能向上に関する研究
(6)	近畿大学 理工学部 電気電子工学科	中野 人志	レーザ加工におけるビームと材料の相互作用
(7)	山梨大学大学院 総合研究部	宇野 和行	レーザーパルス波形制御 CO ₂ レーザーによるポリマー樹脂の切削加工
(8)	鹿児島県工業技術センター 生産技術部	瀬知 啓久	青色半導体レーザを用いた異材接合に関する研究
(9)	秋田大学大学院 理工学研究科	井上 拓哉	フェムト秒レーザーアブレーションによる透明酸化物表面のナノドット構造の作製
(10)	秋田大学大学院 理工学研究科	小玉 展宏	フェムト秒レーザーアブレーションによる透明酸化物表面のナノドット構造の作製
(11)	石川県工業試験場	山下 順広	ブルーレーザーによる銅のコーティング技術の開発
(12)	石川県工業試験場	舟田 義則	ブルーレーザーによる銅のコーティング技術の開発
(13)	大阪産業大学 工学部 電子情報通信工学科	草場 光博	レーザープラズマ制御による半導体の微細加工に関する研究
(14)	大阪産業大学 工学部 電子情報通信工学科	部谷 学	レーザクラディングおよび積層造形技術における加工条件の導出
(15)	大阪産業大学大学院 工学研究科 電子情報通信工学専攻	兒子 史崇	レーザープラズマ制御による半導体の微細加工に関する研究
(16)	大阪大学大学院 工学研究科	安田 清和	LD レーザ照射によるアルミニウム合金の異材接合性の改善
(17)	大阪大学 レーザー科学研究所	岩崎 稔広	ダイヤモンドカプセルの高品質化
(18)	大阪大学 レーザー科学研究所	重森 啓介	ダイヤモンドカプセルの高品質化
(19)	大阪大学 レーザー科学研究所 超高压科学グループ	前田 優斗	ダイヤモンドカプセルの高品質化
(20)	大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻	箕島 弘二	金属ナノ薄膜の強度・疲労・クリープ特性に及ぼす表面酸化層の影響

- | | | | |
|------|-------------------------|-------|--|
| (21) | 大阪大学大学院
工学研究科 機械工学専攻 | 近藤 俊之 | 銅ナノ薄膜の強度・疲労・クリープ特性に
及ぼす表面酸化層の影響 |
| (22) | 東京医科歯科大学
生体材料工学研究所 | 陳 鵬 | 表面微細構造パターンニングによる次世代イ
ンプラントインテリジェント界面の創製 |
| (23) | 東京工科大学 工学部
機械工学科 | 大久保友雅 | レーザー加工時における熱的現象に関する
数値解析 |
| (24) | 東京農工大学大学院
工学研究院 | 宮地 悟代 | フェムト秒レーザーによる固体表面の微細
周期構造生成現象の物理過程の解明と制御 |
| (25) | 東北大学
多元物質科学研究所 | 中村 貴宏 | 電子後方散乱法を用いたレーザー肉盛り構
造の組織観察 |
| (26) | 福岡工業大学 工学部 | 山岸 里枝 | 短パルスレーザーによるアブレーション現
象の可視化 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|--|-----------------|--|
| (1) | Auckland University of
Technology - Mechanical
Engineering | Pasang Timotius | Welding of Additive Manufactured aluminium
alloys |
|-----|--|-----------------|--|

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 10 |
|-----|----|----|

接合機構研究部門
溶接機構学分野

接合機構研究部門 溶接機構学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、溶融溶接、液相/固相接合、および固相接合された接合構造体が有する機能および力学的特性の支配機構を、材料科学的な視点による微細組織観察・構造解析に加え、観察・解析結果に基づくモデリングとシミュレーションを通じて明らかにするための研究を行っている。これらを通して、欠陥がなくかつ優れた機能を有する接合界面を得るための材料設計の基礎の確立と、新しい接合法の開発、および接合構造体の特性評価へとつなげることを目指す。これらの目的達成のため、接合・界面微細組織の X 線回折法を用いた構成相および組織の配向などの同定、走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡および付属機器による接合・界面構造のナノ微細組織観察、元素分析、結晶方位同定、数値シミュレーションなど種々の手法を用いて、その形成過程および接合構造体が有する機能および力学的特性との関連について材料科学的な視点で検討を加えていく。

4. 2 研究課題

1. 摩擦攪拌プロセス (FSP) を用いた溶接継手疲労強度増加機構の解明
2. 被溶接体振動によるタンデム - パルス GMAW 溶込み形状改善に関する研究
3. 高融点薄板金属と銅板との爆発圧接界面組織評価とその形成機構解明、ならびに曲げ変形特性シミュレーション
4. 超高純度アルミニウムの摩擦攪拌接合と接合強度・低温電気・熱特性への影響評価
5. 厚板多層溶接部の破壊靱性試験における残留応力緩和手法の検討
6. 抵抗スポット溶接部の現場試験における変形および応力・ひずみ発生挙動の検討

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 摩擦攪拌プロセス (FSP) を用いた溶接継手疲労強度増加機構の解明

昨年度は、高強度低合金鋼の溶接継手止端部に対し、球面 WC ツールを用いて入熱量を変化させた FSP を施工することで、最大で約 54% の疲労強度改善が得られることを明らかとした。その要因のひとつに、鋼中へのツール構成元素 W と C の固溶が関与していると考えられたことから、本年度は複数のツール回転速度において、走行距離の増加に伴う WC ツールの摩耗挙動を調査するとともに、ツール摩耗量と W 及び C 供給量の関係やその供給機構の解明を試みた。その結果、回転速度 (FSP 入熱量) の増大は WC ツール/鋼界面での反応を促進し、そこに形成される化合物層がツールの摩耗量と鋼中への W 及び C の供給量に重要な役割を果たしていることを明らかにした。また、その化合物層を介して鋼側へ供給される W は、その後のマルテンサイト変態によって Fe 中に過飽和固溶され、それらの固溶量に依存して表面硬さの増大に寄与することを C の強化能と分離して評価した。本手法によって得られるツール構成元素固溶層におけるより詳細な理解とその特性評価については、次年度以降も引き続き行っていく見込みである。

2. 被溶接体振動によるタンデム - パルス GMAW 溶込み形状改善に関する研究

タンデム - パルス GMAW は施工効率が良い溶融溶接法であるが、フィンガー状の深い溶込みが特徴である。フィンガー状溶込みの凹み部直下に広い熱影響部 (HAZ) が形成され、この部分が硬化部となり、溶接金属と母材との間に大きな強度差のある不連続部を生じてしまう。当グループでは、被溶接体のある振動数の正弦波で最大振幅 $1\mu\text{m}$ 程の振動させることで、なべ底状の溶込みに変化できることを発見している。この形状下で、均一で薄い HAZ が形成でき、強度差の不連続性、

不均一性を低減できる。この振動アシストタンデム - パルス GMAW での溶込み形成を Flow-3D ソフトを用いた数値シミュレーションで再現し、振動の効果を考察し、その起因を理解することに成功している。本研究は、広域アジア事業における共同研究で、IITH 校 Sharma 准教授、現在ベルギー KU Leuven 准教授、IITH 准教授兼任と共同して研究を進めている。

3. 高融点薄板金属と銅板との爆発圧接界面組織評価とその形成機構解明、ならびに曲げ変形特性シミュレーション

高融点遷移金属薄板と Cu 板との爆発圧接による接合に成功している（共同研究先成果）。その接合界面組織評価を当研究室にて担当した。この界面組織評価は接合機構解明の一環であり、本年度は、同族で周期の異なる W と Mo との接合界面およびその機構を、属の異なる Ta、Nb の昨年成果と比較してまとめた。W と Mo の場合には、接合時の衝撃波が高融点金属板表面にて反射した反射波と合わさり、高融点金属内部に引張応力を発生させ、Ta、Nb より脆く硬い W、Mo 板では接合時に表層近傍に多数のクラックを発生させ、クラッド材の曲げ強度低下の原因となっていた。そこで、この伝搬する衝撃波を減らす爆発圧接条件を探索し、クラッド材曲げ変形能の改善と合せて、その機構を考察して、特性改善機構をまとめた。

4. 超高純度アルミニウムの摩擦攪拌接合と接合強度・低温電気、熱特性への影響評価

高純度アルミニウム (Al) は、電気や熱の伝導性が高く、低温での伝導性が優れることなどから、電子材料、超電導機器用周辺材料など幅広い用途での利用が期待されている。そのため、低温での伝導性を損なうことなく高強度の継手を作製するための接合法の確立が急務となっている。我々は、摩擦攪拌接合 (FSW) に着目し、従来の熔融溶接法である TIG 溶接と比較し、5N-Al 薄板の FSW 突合せ継手作製条件探索と、その強度と低温での伝導性を調査した。その結果、ツール接触部の形状およびその直径を適切に制御し、回転速度をできるだけ速く、接合速度をできるだけ遅くして、入熱を増加させることで接合が可能となった。接合条件により、FSW 攪拌部組織の微細化は異なるが、広い接合条件範囲で母材破断となる接合強度が得られ、4.2K と室温での抵抗率を比較した RRR 値も母材の 7 割程度と微細粒による粒界散乱の影響は小さいことが明らかとなった。また、熱処理により、FSW 施工部組織を粗大化、残留ひずみを除去させることで、母材に近い RRR 値が得られ、かつ熱処理材も母材破断となり、高強度で電気・熱伝導性を劣化させない接合手法を構築した。

5. 厚板多層溶接部の破壊靱性試験における残留応力緩和手法の検討

溶接構造物の脆性破壊を防止することを目的として、溶接部に対して破壊靱性要求がなされ、国内では、CTOD (crack tip opening displacement) 試験が広く用いられている。三点曲げ CTOD 試験には、片側切欠き曲げ試験片が用いられ、切欠き底に疲労予亀裂を導入するが、導入される疲労予亀裂の前縁形状には直線性が規定されている。しかし、溶接部の試験においては、溶接残留応力が存在し、前縁形状の直線性を確保できない場合がある。規定を満たす疲労予亀裂を導入することは、溶接部の破壊靱性を適正に評価するためにも、また、試験を効率的・経済的に実施するためにも不可欠である。本研究では、疲労亀裂前縁形状の直線性を確保するための残留応力緩和処理に注目し、特に局部圧縮法による残留応力緩和挙動とメカニズムを明らかにした。その結果、局部圧縮の位置、圧縮量、圧盤の寸法などの影響が明確になり、従来に比べて低荷重で残留緩和処理が可能となることを示した。引き続き実験による検証を進め、効果的な処理方法の提案を目指す。

6. 抵抗スポット溶接部の現場試験における変形および応力・ひずみ発生挙動の検討

自動車に多用される抵抗スポット溶接は、製造ラインにおいてたがね試験を実施することが一般的である。たがね試験とは、抵抗スポット溶接した鋼板間にたがねと呼ばれる工具を打ち込んで溶

接部の健全性を確認することを目的としたものである。ところが、近年の高強度鋼の適用拡大により、たがねを打ち込むことが困難になったり、たがね試験によって割れが生じることが懸念されたりするのが現状である。本研究では、たがね挿入時に抵抗スポット溶接部に発生する応力・ひずみの挙動を把握し、たがね試験が持つ力学的な特性を明らかにしたうえで、適切な試験方法や試験条件の提案を目指して実施するものであり、昨年度に引き続いて実施した。まず、実験によりたがね試験後の抵抗スポット溶接部を観察し、割れの有無や大きさを把握した。同じたがね試験条件では、高強度鋼ほど割れが生じやすいことが確認され、たがね試験の課題を明確にすることができた。また、たがね試験の数値シミュレーションにより、たがね試験時の変形挙動や応力・ひずみ発生挙動を明らかにした。その結果をふまえ、高強度鋼抵抗スポット溶接部へのたがね試験の適用に向けて、たがねの形状、挿入量の制御により負荷を制御できる可能性を見だし、有効なたがね試験法の策定に活用可能な知見を得た。

(2) 研究に対する自己評価

溶融溶接から複数の固相接合法を用いて形成した接合界面の微細観察を中心に、その用途に応じた機械特性試験と合わせて、接合機構解明、微細組織と機械的特性との関係、界面での拡散機構などを明らかにし、その接合プロセスに開発指針を発信することを目的とした。複数分野の研究経験や接合に関わる複数分野の研究者との共同研究による知見を生かし、特異な発想と従来実験手法の組合せで接合機構の解明に努めた。国内・国際学会では、院生教育も含め多数の成果発表をはじめ、査読付き会議録、雑誌論文などの成果を挙げたが、引き続き論文投稿準備中のものもあり、鋭意進めていく。

研究予算では、三上と高橋が基盤研究(C)を、山本が研究活動スタート支援を獲得した。また、民間等との複数の共同研究・受託研究を、伊藤、三上、高橋が行った。

4. 4 教育に対する自己評価

マテリアル生産科学専攻の博士前期課程の学生に、伊藤と高橋は、機能材料学の講義を行った。特に組織制御による高強度化の機能付加を講義の中心に据え、光学顕微鏡と電子顕微鏡を用いた組織観察について解説した。応用理工学科2年次の学生に、三上は材料力学Iおよび確率・統計基礎の講義を行った。材料力学Iは構造部材の応力・変形評価、確率・統計基礎は実験データ処理の基礎となるもので、実際の応用例を交えながら重要性を認識させることを目指した。また工学部におけるカリキュラム改定への対応として、応用理工学科1年次の学生に、三上は統計学C-Iの講義も行っている。全学共通科目について、今年度より学問への扉(マチカネゼミ)を全教員で担当することとなり、伊藤は「3次元プリンタを用いたものづくり」、三上、高橋、山本は「強くて軽い新聞紙橋を設計しよう」を担当した。山本は後期配当の情報工学演習の分担講義を行った。

伊藤はCIS日本事前研究プログラム中の接合技術講義の講師を例年通り務めた。

本年度は、博士後期課程2名、前期課程2年生2名と1年生2名、学部学生2名が在籍した。うち博士後期課程学生1名は期間短縮修了を果たした。各学生に独自の研究テーマを与え、十分な指導を行い、研究成果を日本金属学会、溶接学会、国際シンポジウムなどにて複数口頭発表やポスター発表を行わせ、研究・成果発表の基盤を養わせた。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

伊藤は、(一社)溶接学会にて、編集委員会委員長、研究推進部会委員、企画委員会委員、溶接教育委員会委員、論文査読委員会委員、2020年秋季全国大会実行委員会カタログ展示小委員会委員長等の業務委員会と、溶接冶金研究委員会学術幹事、界面接合研究委員会幹事を、(一社)日本溶接協会にて、溶接材料部会技術委員会副委員長、WL運営委員会委員を、日本溶接会議(JIW)第17

委員会委員（委員長）、日本溶接会議（JIW）第9委員会委員 副委員長、国際溶接学会（IIW）-IX-L 委員会 副委員長を、（公社）日本金属学会では、講演大会 企画委員・調査・研究 企画委員（第6分野 副委員長）、第29回奨励賞選考委員会委員を担当した。また、Korean Society for Heat Treatment の Guest Editors（Foreign Researchers）として論文査読を行った。

国・自治体・公益法人等への貢献として、（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構の事前書面審査委員として登録している。また、MOU およびさくらサイエンスをとおして複数のインターンシップ生を受け入れた。

三上は、（一社）溶接学会にて、溶接構造研究委員会幹事、溶接冶金研究委員会委員、編集委員会委員、溶接構造研究委員会溶接構造シンポジウム2019 実行委員会幹事、（一社）日本溶接協会にて、鉄鋼部会 CTE 委員会中立機関委員、鉄鋼部会 CRB 委員会中立機関委員、経済産業省の国際標準化事業における LCP 委員会委員として活動した。

高橋は、（公社）日本金属学会の会誌編集委員会・欧文誌編集委員会査読委員として活動した。

山本は、（一社）溶接学会にて、若手会員の会 運営委員として活動した。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

（国研）物質・材料研究機構、芝浦工業大学、岩手大学、西日本工業大学、学内複数研究室から共同利用・共同研究者と研究補助者を受入れ、接合界面などの微細組織観察・評価を行った。継続利用の方もおられ、本年度も査読付き学術論文、国際・国内会議発表論文、国際・国内会議発表を行った。詳細は研究成果をご参照下さい。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) レーザ溶接による A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の異材接合
軽金属溶接協会誌, 57, 5 (2019), 26-34.
松本 幸樹, 西本 明生, 石川 武, 永塚 公彬, 伊藤 和博, 塚本 雅裕, 中田 一博
- (2) Cladding of a Crack-Free W Plate on Cu Plates Using Explosive Welding at Higher Collision Velocity with Lower Collision Angle
Results Mater., 5, 100023 (2019), 1-7.
P. K. Parchuri, S. Kotegawa, K. Ito, H. Yamamoto, A. Mori, S. Tanaka and K. Hokamoto
- (3) Microstructure and Mechanical Properties of Ah-36 Steel Weldment Welded Using Magnesium Modified E6013 Electrode
Int. J. Technol., 11, 1 (2020), 48-59.
D. Purnama, W. Winarto, N. Sofyan, A. Prihastomo and K. Ito
- (4) Effect of PWHT Conditions on Toughness and Creep Rupture Strength in Modified 9Cr-1Mo Steel Welds
High Temp. Mater. Process., 38 (2019), 739-749.
S. Nishikawa, T. Hasegawa and M. Takahashi
- (5) Effect of Substrate Temperature on the Microstructure and Interface Bonding Formation of Plasma Sprayed Ni20Cr Splat
Surf. Coat. Technol., 371 (2019), 36-46.
J. Wang, X.-T. Luo, C.-J. Li, N. Ma and M. Takahashi
- (6) Influence of Post-Deposition Annealing on Characteristics of Pt/Al₂O₃/β-Ga₂O₃ MOS Capacitors
Microelectron. Eng., 216 (2019), 111040.
M. Hirose, T. Nabatame, K. Yuge, E. Maeda, A. Ohi, N. Ikeda, Y. Irokawa, H. Iwai, H. Yasufuku, S. Kawada, M. Takahashi, K. Ito, Y. Koide and H. Kiyone
- (7) Interfacial Reaction Behavior and Mechanical Properties of Pure Aluminum and Magnesium Alloy Dissimilar Materials Fabricated by Hot Press and Heat Treatment
Mater. Charact., 157 (2019), 109879.
J. Umeda, K. Kondoh, H. Sannomiya, T. Luangvaranunt, M. Takahashi and H. Nishikawa
- (8) Effect of Application of Opposite Polarity Voltage on Interface Separation of Anodically Bonded Kovar Alloy-Borosilicate Glass Joints
Sens. Actuator A-Phys., 296 (2019), 367-374.
S. Nishikawa and M. Takahashi
- (9) 第 5,6 族金属 /Cu 爆発圧接クラッド材の接合界面の透過電子顕微鏡観察
スマートプロセス学会誌, 8, 6 (2019), 261-266.
パラチューリ プラディーブ クマール, 高橋 誠, 伊藤 和博, 山本 啓, 外本 和幸
- (10) 抵抗スポット溶接部における温度・応力変化を考慮した水素拡散解析
溶接学会論文集, 37, 3 (2019), 125-132.
川邊 直雄, 松田 広志, 沖田 泰明, 池田 倫生, 三上 欣希, 望月 正人

- (11) Numerical Simulation of Microscopic Residual Stress Evolution in Polycrystalline Aggregate Subjected to Weld Thermal Cycle
Weld. World, 64, 1 (2019), 105-114.
Y. Mikami, W. Sadakane and M. Mochizuki
- (12) 二相ステンレス鋼の溶接金属における水素割れ発生特性に及ぼす微視組織の影響に関する数値解析
鉄と鋼, 106, 4 (2019)
荻田 玄, 松本 幸樹, 望月 正人, 三上 欣希, 伊藤 和博
- (13) 微視組織レベルの応力および拡散性水素濃度分布の数値解析による二相ステンレス鋼の水素割れ発生特性の評価
鉄と鋼, 106, 4 (2019)
荻田 玄, 松本 幸樹, 望月 正人, 三上 欣希, 伊藤 和博

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Effect of Workpiece- Vibration on the Penetration Shape Change of Weld Bead in P-GMA Welds
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12), IIW Doc. IX-2672-19 (IX-L-1211-19).
H. Hamed, K. Ito, P. K. Parchuri, H. Yamamoto, K. Manish and A. Sharma

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) 抵抗スポット溶接部における温度・応力変化と水素拡散挙動の解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 314-320.
川邊 直雄, 松田 広志, 沖田 泰明, 池田 倫生, 三上 欣希, 望月 正人

(7) 国際会議発表

- (1) Direct Application of Friction Stir Processing to Weld Toes of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
TMS 2019 148th Annual Meeting & Exhibition, San Antonio, Texas, USA (2019.3.10-14)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami and H. Fujii
- (2) Effects of Workpiece-Vibration on Penetration Shape Change of MAG Welds
The 72nd IIW Annual Assembly and Int. Conf, Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12)
K. Ito, H. H. Zargari, H. Yamamoto, T. Miwa, P. K. Parchuri, M. Kumar and A. Sharma
- (3) W Alloying Due to WC Tool Wear during Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
S. Koga, H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, Y. Mikami and H. Fujii
- (4) Direct Application of Friction Stir Processing to Weld Toes of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2019 (ICMaSS2019), Nagoya, Japan (2019.11.1-3)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami and H. Fujii

- (5) Weld Toe Modification Using Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan (2019.11.1)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami and H. Fujii
- (6) A Unique CEL Numerical Method on Material Flow in a Molten Pool of Workpiece Vibration Assisted Welding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
H. H. Zargari, K. Ito, Y. Mikami and A. Sharma
- (7) Travel Distance of Stable WC-tool-wear Related W Alloying Varying with Friction Stir Processing Parameters on Low-Carbon Steel Plates
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Imagawa, H. Yamamoto and K. Ito
- (8) W Alloying Due to WC Tool Wear during Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Koga, H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, Y. Mikami and H. Fujii
- (9) Fundamental Study on the SiO₂ Growth Mechanism of Electronegativity Difference of Metal-O in the High-K Underlayers by PE-ALD Method
ALD2019, Washington, USA (2019.7.21-24)
E. Maeda, T. Nabatame, M. Hirose, M. Inoue, A. Ohi, N. Ikeda, M. Takahashi, K. Ito and H. Kiyono
- (10) Analysis and Observation of Solid State Cold-Spray Additive Manufacturing Using a New Material Model Considering Strain Hardening, Ultra-High Strain Rate Hardening, Thermal Softening and Recrystallization
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Q. Wang, N. Ma, M. Takahashi, X. Luo and C. Li
- (11) Glass-to-Glass Anodic Bonding Using Conductive Intermediate Layers on Joint Surfaces of Both Glasses
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Takahashi
- (12) Hardening, Ultra-High Strain Rate Hardening, Thermal Softening and Recrystallization for Solid State Cold-Spray Additive Manufacturing
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Q. Wang, N. Ma, M. Takahashi, X. Luo and C. Li
- (13) Numerical Simulation of Crack Tip Opening Profile in Fracture Toughness Test Considering Variation of Welding Residual Stress Distribution
72nd IIW Annual Assembly and Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12)
Y. Mikami and T. Kawabata
- (14) Effect of Grain Boundary Geometry on Opening and Sliding Behavior in Ni-Base Alloy Weld Metal
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Okuda, K. Torigata, D. Abe, Y. Mikami and K. Ito

- (15) Numerical Simulation of Deformation Behavior during Chisel Testing of Resistance Spot Welds of High-Strength Steel
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Otsuka, Y. Mikami and K. Ito
- (16) Simplified Analysis of Welding Heat Conduction Behavior Utilized Neural Network Technique
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
H. Kitano, Y. Mikami and K. Ito

(8) 国内学会発表

- (1) WC ツールを用いた摩擦攪拌プロセスによる表面改質と機能性向上
(公社)日本金属学会 2019 年春期大会, 東京 (2019.3.20-22)
伊藤 和博, 山本 啓, 段野 芳和
- (2) A Summary on Microstructural Features and Mechanical Properties of Explosive Welded Group V, VI Refractory Metals Cu Clads
日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
P. K. Parchuri, S. Kotegawa, K. Ito, H. Yamamoto, A. Mori and K. Hokamoto
- (3) The Benefits of Workpiece Vibration in Tandem Pulsed Gas Metal Arc Welding
日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
H. H. Zargari, K. Ito, P. K. Parchuri, H. Yamamoto, M. Kumar and A. Sharma
- (4) アルミニウム層を仲立ちとしたガラス同士の陽極接合界面組織の形成と継手強さ
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
高橋 誠
- (5) ガラス同士の陽極接合界面の導電性の部分的制御
日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
高橋 誠
- (6) 金属粉末超音速衝撃結合とその場ピーニングを融合した高密度固相積層プロセスの可視化解析(第 1 報: 超音速衝撃粒子の超塑性変形を予測する材料モデルの開発)
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
王 倩, 麻 寧緒, 高橋 誠, Xiaotao LUO, 李 長久
- (7) 両側の接合面に仲立ちの導体層を施して作成したガラス同士の陽極接合界面の健全性
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
高橋 誠
- (8) 二次元モデルを用いた溶接変形・残留応力の簡易解析に関する検討
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
三上 欣希, 山岸 俊太, 望月 正人
- (9) 二相ステンレス鋼溶接金属の水素割れに及ぼす微視組織形態の影響に関する数値解析的検討
(一社)日本鉄鋼協会 第 178 回秋季講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
三上 欣希, 伊藤 和博, 松本 幸樹, 望月 正人

- (10) 微視的応力および拡散性水素濃度分布を考慮した二相ステンレス鋼の水素割れ発生特性の検討
 (一社)日本鉄鋼協会 第 178 回秋季講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
 三上 欣希, 伊藤 和博, 松本 幸樹, 望月 正人
- (11) 二相ステンレス鋼の微視組織を考慮した水素割れ発生特性の検討
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 三上 欣希, 伊藤 和博, 松本 幸樹, 荻田 玄, 望月 正人
- (12) Mo/Cu 爆発圧接クラッド材の曲げ強度と接合界面の関係
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 P. K. Parchuri, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 森 昭寿, 田中 茂, 外本 和幸
- (13) 高強度低合金鋼溶接継手止端部への摩擦攪拌プロセスにおける施工条件と疲労強度改善の関係
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
 古賀 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (14) 摩擦攪拌プロセスによる WC ツール構成元素の低炭素鋼表面への供給とその組織形成に及ぼすツール摩耗挙動の影響
 日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
 今川 雄大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (15) 摩擦攪拌プロセスによる WC ツール構成元素の低炭素鋼表面への供給とその組織形成に及ぼすツール摩耗挙動の影響
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 今川 雄大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊

(9) 国際会議講演

- (1) 溶接部破壊靱性試験手法の高度化に向けた残留応力シミュレーションの応用
 ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナー, ベトナム, ホーチミン (2019.10.8)
 三上 欣希

(10) 国内会議講演

- (1) 導体層を仲立ちとしたガラス同士の陽極接合
 第 26 回 電子デバイス実装研究委員会, 東京 (2019.7.10)
 高橋 誠
- (2) 抵抗スポット溶接部のタガネ試験シミュレーション
 一般社団法人日本溶接協会(JWES)自動車部会(AMD)ISMA プロジェクト成果報告会, 東京
 (2019.5.23)
 三上 欣希
- (3) 溶接・接合にともなう材料・力学挙動を考慮した継手性能評価
 大阪大学接合科学研究所 第 16 回 産学連携シンポジウム, 大阪 (2019.5.28)
 三上 欣希

- (4) 二相ステンレス鋼の水素割れ発生特性に関する微視組織レベルの応力および拡散性水素濃度分布に基づく考察
 一般社団法人 日本溶接協会 2019 年度 第 3 回(通算第 293 回)化学機械溶接研究委員会, 東京 (2019.12.16)
 三上 欣希

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
 Springer, (2019), 分担執筆, 203-218.
 K. Ito

(13) 特許出願・登録

- (1) 溶接部の改質方法
 特許第 6606730 号
 藤井 英俊, 伊藤 和博, 森貞 好昭, 他 2 名

(15) 受賞

- (1) Excellent Presentation Award
 International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s) (2019.11.01)
 H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami, H. Fujii
- (2) 平成 30 年度 界面接合研究賞
 (一社)溶接学会 界面接合研究委員会 (2019.05.13)
 山本 啓, 段野 芳和, 今川 雄大, 伊藤 和博
- (3) 2019 年度溶接学会優秀研究発表賞
 (一社)溶接学会 (2019.12.17)
 P. K. Parchuri, 古手川 将大, 山本 啓, 伊藤 和博

(17) 外部資金 (単位: 千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|----------------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) | 導通部・絶縁部が共存するガラス/ガラス陽極接合界面の作成方法の開発 | 高橋 誠 | 1,430 |
| (2) | 基盤研究(C) | 応力・ひずみ・拡散性水素の不均一分布を考慮した水素割れの微視組織形態依存性の解明 | 三上 欣希 | 1,170 |
| (3) | 研究活動
スタート支援 | 摩擦攪拌現象中のツール摩耗を利用した局所的元素添加手法の確立 | 山本 啓 | 1,430 |

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|---------------------------|-------|-------|
| (1) | 液相拡散接合技術の確立研究 | 伊藤 和博 | 1,200 |
| (2) | 摩擦攪拌プロセスによる水中き裂補修技術に関する研究 | 伊藤 和博 | 1,818 |

(3)	アルミニウム材料の溶接法と評価に関する研究	伊藤 和博	4,000
(4)	JFE ウエルディング協働研究所	三上 欣希	1,500

受託研究

(1)	省エネルギー等国際標準開発(国際標準分野) エネルギー技術を支える鋼溶接継手破壊靱性評価試験方法に関する国際標準化	三上 欣希	3,339
-----	---	-------	-------

学術相談

(1)		伊藤 和博	2,320
(2)		高橋 誠	1,375

奨学寄付金

(1)		伊藤 和博	600
(2)		三上 欣希	500

4. 8 教育

氏名：伊藤 和博

(1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	機能材料学
(2)	全学教育推進機構	学問への扉(マチカネゼミ)

(2) 博士論文(主査)

(1)	マテリアル生産科学専攻, Parchuri Pradeep Kumar	Effects of processing parameters on interface morphologies and related mechanical properties in cladding of a group V or VI refractory metal plates on Cu plates using explosive welding (第 5,6 族金属 /Cu クラッド材の爆発圧接条件と界面組織および機械的性質の関係)
-----	--	---

(3) 博士論文(副査)

(1)	マテリアル生産科学専攻, 本間 祐太	大型鍛鋼品及びその溶接熱影響部の金属組織に基づく靱性予測手法の構築
(2)	マテリアル生産科学専攻, 荻田 玄	水素拡散・集積挙動の微視組織依存性を考慮した二相ステンレス鋼の水素割れ発生特性評価

- | | |
|----------------------------|--|
| (3) マテリアル生産科学専攻, 崔 正原 | Ti と異種材料の摩擦攪拌接合 |
| (4) 知能・機能創成工学専攻,
鮫島 純一郎 | TOF-SIMS による SiC パワー半導体電極界面構造へ及ぼすアニール影響の解析 |

氏名：高橋 誠

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|-----------------|---------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻 | 機能材料学 |
| (2) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |

氏名：三上 欣希

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) 工学部応用理工学科 | 確率・統計基礎 |
| (2) 工学部応用理工学科 | 材料力学 I |
| (3) 工学部応用理工学科 | 統計学 C-I |
| (4) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |

(3) 博士論文(副査)

- | | |
|--|---|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 山田 剛久 | 延性ダメージモデルの提案と材料の機械的特性からの延性亀裂進展抵抗予測手法 |
| (2) マテリアル生産科学専攻, 荻田 玄 | 水素拡散・集積挙動の微視組織依存性を考慮した二相ステンレス鋼の水素割れ発生特性評価 |
| (3) マテリアル生産科学専攻,
Parchuri Pradeep Kumar | Effects of processing parameters on interface morphologies and related mechanical properties in cladding of a group V or VI refractory metal plate on Cu plates using explosive welding |

氏名：山本 啓

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 工学部 | 情報工学演習 |
| (2) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |

4. 9 社会貢献

氏名：伊藤 和博

(1) 学会役員

- | | |
|--|-------------------------------------|
| (1) (一社)日本溶接協会 | WL 運営委員会 委員 |
| (2) (一社)日本溶接協会 | 溶接材料部会技術委員会 副委員長 |
| (3) (一社)日本溶接協会 | 日本溶接会議(JIW)第17委員会 委員(委員長) |
| (4) (一社)溶接学会 | 2020年秋季全国大会実行委員会 カタログ展示小委員会委員長 |
| (5) (一社)溶接学会 | 界面接合研究委員会 幹事 |
| (6) (一社)溶接学会 | 研究推進部会 委員 |
| (7) (一社)溶接学会 | 論文査読委員会 委員 |
| (8) (一社)溶接学会 | 企画委員会 委員 |
| (9) (一社)溶接学会 | 日本溶接会議(JIW)第9委員会 委員(副委員長) |
| (10) (一社)溶接学会 | 編集委員会 委員長 |
| (11) (一社)溶接学会 | 溶接教育委員会 委員 |
| (12) (一社)溶接学会 | 溶接冶金研究委員会 学術幹事 |
| (13) (公社)日本金属学会 | 新第6分野 副委員長 |
| (14) (公社)日本金属学会 | 講演大会企画 委員 |
| (15) (公社)日本金属学会 | 調査・研究企画 委員 |
| (16) (公社)日本金属学会 | 第29回奨励賞選考委員会 委員 |
| (17) IIW | IIW-IX-L 委員会 副委員長 |
| (18) Korean Society for Heat Treatment | Guest Editors (Foreign Researchers) |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | |
|---------------------------|-----------|
| (1) (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 事前書面審査 委員 |
|---------------------------|-----------|

氏名：三上 欣希

(1) 学会役員

- | | |
|--------------|------------------------------------|
| (1) (一社)溶接学会 | 編集委員会 委員 |
| (2) (一社)溶接学会 | 溶接構造研究委員会 幹事 |
| (3) (一社)溶接学会 | 溶接冶金研究委員会 委員 |
| (4) (一社)溶接学会 | 2020 年秋季全国大会実行委員会 カタログ展示小委員会 委員 |
| (5) (一社)溶接学会 | 溶接構造研究委員会 溶接構造シンポジウム 2019 実行委員会 幹事 |

(2) 国際会議委員

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| (1) Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Program Committee, Member |
|-------------------------------|---------------------------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | |
|----------------|---|
| (1) (一社)日本溶接協会 | 鉄鋼部会 CTE 委員会 中立機関委員 |
| (2) (一社)日本溶接協会 | 鉄鋼部会 CRB 委員会 中立機関委員 |
| (3) 経済産業省・東京大学 | 平成 31 年度 省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費(省エネルギー等国際標準開発(国際標準分野))(エネルギー技術を支える鋼溶接継手破壊靱性評価試験方法に関する国際標準化)における LCP 委員会委員 |
| (4) 経済産業省・東京大学 | 平成 31 年度 省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費(省エネルギー等国際標準開発(国際標準分野))(エネルギー技術を支える鋼溶接継手破壊靱性評価試験方法に関する国際標準化)における LCP 委員会 WG 委員 |

氏名：山本 啓

(1) 学会役員

- | | |
|--------------|-------------------------|
| (1) (一社)溶接学会 | 平成 30・31 年度 若手会員の会 運営委員 |
|--------------|-------------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：伊藤 和博

一般公募研究課題

- | | | | |
|------|---|-------|-------------------------------------|
| (1) | (国研)物質・材料研究機構 | 生田目俊秀 | 半導体エピ膜/酸化膜/金属の接合界面における拡散、反応及び構造解析 |
| (2) | (国研)物質・材料研究機構 | 池田 直樹 | 半導体エピ膜/酸化膜/金属の接合界面における拡散、反応及び構造解析 |
| (3) | (国研)物質・材料研究機構
技術開発・共用部門 | 大井 暁彦 | 半導体エピ膜/酸化膜/金属の接合界面における拡散、反応及び構造解析 |
| (4) | (国研)物質・材料研究機構
構造材料研究拠点
接合・造型分野溶接・接合
技術グループ | 北野 萌一 | 機械学習を用いた溶接熱源形状決定システムの構築 |
| (5) | 岩手大学 理工学部 | 西川 聡 | 陽極接合継手における金属の種類と接合条件が接合強度に及ぼす影響 |
| (6) | 芝浦工業大学 工学部
応用化学科 | 大石 知司 | 有機無機異材接合界面の微構造観察 |
| (7) | 西日本工業大学
総合システム工学科 | 高橋 雅士 | In718 三次元積層造形材の高温劣化挙動の解明 |
| (8) | 大阪大学大学院
工学研究科 | 志村 考功 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価 |
| (9) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 廣瀬 明夫 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (10) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 五十嵐友也 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (11) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 山際 大貴 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (12) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 松田 朋己 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |

- | | | | |
|------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|
| (13) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 川端 玲 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (14) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 浅山 智也 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (15) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 大垣 俊也 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (16) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 内川 智仁 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (17) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 木村真之介 | 界面ナノ構造解析による異材接合部の高信頼化組織制御 |
| (18) | 大阪大学大学院
工学研究科
生命先端工学専攻 | 岡本 昂大 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価 |
| (19) | 大阪大学大学院
工学研究科
生命先端工学専攻 | 和田 祐希 | 急速加熱液相エピタキシャル成長により作製した半導体微細構造の結晶性評価 |

氏名：高橋 誠

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|--------------|------|-------------------------------|
| (1) | 大阪大学大学院工学研究科 | 小椋 智 | 界面ナノ構造解析による異種金属材料接合部の高信頼化組織制御 |
|-----|--------------|------|-------------------------------|

(2) 共同研究員との共著論文件数(査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 13 |
|-----|----|----|

接合機構研究部門
接合界面機構学分野

接合機構研究部門 接合界面機構学分野

4. 1 研究概要

本研究分野は、鉄鋼材料、非鉄材料、非金属材料およびそれらの組み合わせた接合・溶接界面における諸現象を巨視的、微視的に解析することで、種々の接合・溶接プロセスにおける界面の形成機構を明らかにするとともに、その知見を活用した新規界面制御技術を確立することを目的とする。

新たな価値創出のコアとなる強みを有する摩擦接合法（摩擦攪拌接合（FSW）、摩擦圧接、線形摩擦接合）や溶融溶接法を主軸とし、次世代接合 & 改質プロセス技術を創出し、新たな学術基盤を体系化するとともに我が国の産業競争力向上による持続的な成長の一助となることを目指す。

4. 2 研究課題

1. 摩擦接合（FSW、摩擦圧接、線形摩擦接合）界面制御と形成機構の解明
2. 新規接合 & 改質プロセスの開発
3. 溶接界面、溶融池形成機構の解明
4. 接合界面構造の解析

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 摩擦接合（FSW、摩擦圧接、線形摩擦接合）界面制御と形成機構の解明

中・高炭素鋼、中・高 Mn TWIP 鋼、高強度 Ti 合金、 β Ti 合金、Al 厚板、Al 合金丸棒、カーボンナノチューブ強化 Al 合金、Mg-Li 合金、Mg-Al-Li 合金、難燃性 Mg 合金、Cu 合金、純 Ag などの難接合材の摩擦攪拌接合や、異種の Al 合金、Al / Mg、炭素鋼 / Al、Ti / Mg、Ti / CFRP、Mg / プラスチック、V 合金 / ステンレス鋼、WC/12Co サーメット / 鋼などの組み合わせにおける異種接合に取り組んだ。

ツールを用いない線形摩擦接合法や摩擦圧接を用いて低温で接合できる手法を確立し、今年度は、中炭素鋼の線形摩擦接合継手に対して、靱性と疲労特性を測定した。さらに、これらの手法を異種材料の接合へ発展させ、Ti-6Al-4V 合金と SUS316L の線形摩擦接合及び摩擦圧接を行い、無欠陥で混合層の無い継手を得ることで 100% の継手効率を達成した。この成果は、鉄鋼協会学生ポスターセッション努力賞、軽金属学会優秀ポスター賞に繋がった。

摩擦攪拌接合において、塑性流動を可視化し、超硬ツールの摩耗現象について明確にした。計算機シミュレーションにより、ツールに対する負荷に及ぼす被接合材の影響や継手の残留応力を計算した。この他にも、窒化ケイ素ツールの開発、厚板鋼板の接合用ツールの開発、40mm の厚板鋼や薄板亜鉛メッキ鋼板など難接合材の摩擦攪拌接合などにも取り組み、多くの論文発表に繋げている。

2. 新規接合 & 改質プロセスの開発

ツールを用いない線形摩擦接合法や摩擦圧接においては、試料に付与する圧力によって接合温度を制御することを明らかにし、接合初期から高圧力を付与することで、鉄鋼材料を A_1 点以下で、Ti 合金を β トランズス以下で接合できる手法を開発した。同様の方法で、A6061、A7075 や A1050 などの種々の Al 合金に対して、完全に軟化を抑制し、継手効率 100% を達成した。加えて、ジュール熱を利用した新規接合法にも成功し、短時間で 100% の継手効率を得られる手法として、日刊工業新聞に掲載され、本手法も国内外から注目されている。これらの成果に対して、日本鉄鋼協会学術貢献賞（三島賞）、Arconic Russia Special Award が授与された。

摩擦接合を念頭においた Cr-Si 鋼、Cr-Ti 鋼、Mn-Si 鋼、高耐候性鋼などを開発し、靱性及び P、

C 添加の影響を明確にした。この成果に対して、鉄鋼協会学生ポスターセッション奨励賞を受賞した。

この他、摩擦熱を利用したポーラス材料の作製や気孔形成および変形挙動の透過 X 線観察、さらには、3D 造形にも取り組んだ。3D 造形は通常とは異なり、構造物ではなく、2 液自硬性の砂型鑄型を 3D 造形し、複雑形状を作製する手法について取り組んだ。重ね継手の上下共に複動式ツールを配置したフラット FSW を開発し、Mg 合金および炭素鋼に対してその有効性を示した。2 組の高輝度 X 線を用いて、界面の形成メカニズムを明らかにした。

3. 溶接界面、溶融池形成機構の解明

Ti / Mg、Ti / ステンレス鋼、Ti / CFRP などの摩擦接合に積極的に取り組み、界面反応と界面強度の関係や欠陥形成メカニズムについて検討した。Ti / Mg は 2 相分離系であるため、接合が困難な組み合わせであるが、Al 薄膜を付与することで界面反応が促進され、接合が可能となるメカニズムを明らかにした。加えて、Mg 中に Al が固溶することより積層欠陥エネルギーが低下するため、接合温度が高いほど結晶粒が微細化する逆転現象を観察した。この成果に対して、軽金属溶接協会優秀ポスター賞が授与された。また、Mn-Si 鋼において、摩擦攪拌接合による HAZ 軟化を抑制するための鋼材開発ならびに接合条件の最適化を行った。

線形摩擦接合においては、炭素鋼及び Ti 合金の継手において、変形、再結晶、粒成長、集合組織などの現象が、界面からの距離によってどのように変化するかを詳細に調査することで、詳細な接合メカニズムを明らかにした。

Spring-8 を活用した溶接凝固割れに関する研究を行った。Al-Cu 合金に加え、種々のステンレス鋼板の TIG 溶接時における初晶及び共晶の成長速度、溶融池内の溶質の濃度分布変化、ひずみ分布を測定することにより、割れの発生メカニズムの解明ならびにその改善案を提案した。割れ速度は溶接速度と同じではなく、周期性を有することなどを明らかにした。

4. 接合界面構造の解析

摩擦攪拌接合の組織形成メカニズムを解明するため、液体 CO₂ とストップアクション法を組み合わせた手法及びその後の熱処理を組み合わせることにより、FSW の攪拌中の組織形成と冷却中の焼きなまし効果を分離し、議論を行った。積層欠陥エネルギーの異なる FCC 金属である純銀、純銅、純 Al に対して実験を行い、組織形成に及ぼす積層欠陥エネルギー、温度の影響を明らかにした。トレーサー法を用いて、ツールとの相対位置に対するひずみ及びひずみ速度の推定を行うとともに、これらの組織形成に及ぼす温度の影響を明らかにした。

Mg 合金の組織形成に及ぼす、Cr、Sr 添加の影響を調査するとともに、Mg-Li 合金に対して、摩擦攪拌プロセスを施すことで結晶粒を 500nm 以下にすることにより、473K で 1000% を超える超塑性現象が発現することを明らかにした。同様に、Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al 合金や Ti-6V-4Al 合金においても摩擦攪拌プロセスを施すことで、超塑性現象が発現した。また、生体用の Co-Cr-Mo 合金を開発し、疲労特性を明らかにした。

ツールの回転数を極端に低下させ、大荷重下で摩擦攪接合する極低温摩擦攪拌接合を、これまでの Al 合金や Mg 合金だけでなく、SPCC 鋼に対して行い、常温に近い低温での接合においても、接合部では等軸粒が形成しており、HAZ 軟化を抑制できる新規接合法の可能性を示した。また、摩擦攪拌接合中の超音波印加の影響や Mn 鋼継手の変形挙動に及ぼす積層欠陥エネルギーの影響についても詳細に検討し、前者に対して溶接学会研究発表賞が授与された。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、高融点金属、難接合材を含む種々の素材の摩擦攪拌接合、接合部における現象の解明とそれに基づく高効率・高品質溶接法の開発、摩擦攪拌プロセス等を用いた表面改質とそ

の評価などを中心に多くの成果を挙げ、査読付き原著論文を 27 報発表した。また、これら多くは Journal of Materials Science and Technology (5.040) 2 報に掲載されたのを始め、Journal of Magnesium and Alloys (4.523)、Journal of Materials Processing Technology (4.178)、Journal of Alloys and Compound (4.175) 2 報、Materials and Science and Engineering A (4.081) 5 報、Journal of Manufacturing Processes (3.462) 4 報などインパクトファクターが高く、国際的に認められた雑誌に掲載された。また、Spring-8 や溶接現象 3 次元可視化システム等を活用した溶接凝固割れのメカニズムを始めとする溶接現象の解明などにも取り組んだ。

特許は 24 件出願し、以前出願した特許が 7 件権利化された。国際会議の招待講演が 5 件、国内招待講演 11 件、解説・著書 10 件と研究成果を社会に対して還元し、十分にその責務を果たしている。大学特許 2020 (ネオテクノロジー発行) によると、2018 年 9 月 1 日～2019 年 8 月 31 日に発行された当研究室の公開特許数は、医学系等を抑えて、全学で第 2 位にランクされている。

これらの一連の研究成果に対して、日本鉄鋼協会三島賞、ITEX2019 Gold Medal、Arconic Russia Special Award、溶接学会優秀発表賞、鉄鋼協会学生ポスターセッション努力賞、軽金属溶接協会優秀ポスター賞、軽金属溶接協会賞などの多数の受賞をした。研究予算に関しても、科学研究費補助金 4 件や経済産業省 (ISMA) の革新的新構造材料等技術開発、JST 未来社会創造事業、経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業」などから外部資金を獲得するとともに、奨学寄付金を含めた企業との共同研究も積極的に推進した。R2 年度における研究予算 (外部資金獲得総額) は、120 百万円であり、研究環境も十分に整備できたと考える。

4. 4 教育に対する自己評価

大学院教育においては、マテリアル生産科学専攻の協力講座として、機能性評価学およびマテリアル生産科学ゼミナールの授業を担当した。授業後のアンケート調査等によれば、毎年、極めて高い評価を得ている。また、接合研全体として担当しているマチカネゼミにおいても授業を行い、学部生に対する教育を行った。さらに、藤井はグローバル COE プログラム「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」の後継である、構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの教授を兼任している。溶接学会主催の「夏期大学」の非常勤講師を務め、若手研究者の育成に尽力した。

博士後期課程 9 名、博士前期課程 7 名の指導を行い、博士後期課程 3 件、博士前期課程 3 件の主査を担当した。世界に通用する知識・技量を身につけるための十分な研究指導を行うことにより、学生自身による論文発表、学会発表等の多くの成果に結びついている。特に、博士後期課程 3 年の Hu が溶接学会優秀研究発表賞を受賞したのを始め、日本鉄鋼協会学生ポスターセッションで奨励賞 2 件ならびに努力賞、溶接金属協会賞、軽金属学会優秀ポスター賞を受賞したことなどは、このような教育研究活動が評価されたものと考えられる。

また、常勤教員 (助教) として外国人研究者を雇用するだけでなく、海外から研究員 (特任研究員、招へい研究員) を 3 名および留学生 8 名を受け入れ、国際化も図るとともに、社会人ドクターを 3 名受け入れ、1 名に学位を取得させるなど、社会人教育も積極的に進めた。尚、今年、卒業、離職した留学生、特任研究員は、中国人 1 名が精華大学、インド人 2 名が、いずれも IIT (Palakkad 校と Dhanbad 校) に就職が決まるなど、各国の最高峰の大学への異動となった。また、学生、研究員、教員に対して、吹田祭や冶金杯などへの積極的参加も促し、心の健全性を維持するよう努めている。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、社会貢献に対しても精力的に行っている。外部機関に対する貢献、すなわち、学会役員、国際会議委員、企業との連携、国・自治体・公益法人における種々の活動の委員等のいずれにおいても積極的に行っている。

学会においては、(一社) 溶接学会、(一社) 日本溶接協会、(一社) 日本鉄鋼協会、(公社) 日本金

属学会、(一社)軽金属溶接協会、(一社)スマートプロセス学会、(公社)日本鑄造工学会、(一社)日本マグネシウム協会それぞれ各種委員等としてその責務を果たしている。特に溶接学会では理事を務めている。海外においても、Poland Foundry Research Institute の Member of Science Committee を務めている。また、国・自治体・公益法人等に対しても、各種委員、審査委員を務めた。

さらに、民間企業との共同研究も着実に推進することにより、産学連携にも大きく貢献している。これにより、多くの特許や論文などの成果が得られ、また、成果が日刊工業新聞に掲載されるなど、社会への情報発信も積極的に行っている。特に、H28年度に企業とともに開設した共同研究部門は、大型の実用化を達成したので、今年度で終了した。H30に開設した共同研究講座においても十分な成果を収めている。1つの研究室が2つの共同研究講座を担当することは、全学で唯一と伺っている。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、青森から沖縄に至る全国の研究機関と 32 件、国外との研究者と 1 件の共同研究を行った。特に、中・高炭素鋼の接合を始めとした種々の鉄鋼材料、チタン合金、アルミニウム合金、難燃性マグネシウム合金を始めとした種々の材料の摩擦攪拌接合を行い、鉄鋼材料、チタン合金、難燃性マグネシウムに関しては、疲労亀裂進展機構の解明や寿命評価法の検討にも取り組んだ。

この他、球面ツールを用いた点接合技術(摩擦アンカー接合)の開発、鉄鋼材料用耐熱超硬・サーメット FSW ツール材の開発、FSW ツールの形状の最適化、摩擦攪拌プロセスを用いた Al 合金パイプの表面改質、レーザ肉盛層金属組織の微細化、軽金属材料の改質、摩擦攪拌プロセスを用いたポーラス材の作製やダイキャスト材の発泡化、摩擦インクリメンタルフォーミングなどのテーマにおいては積極的に研究を遂行し、多くの成果が得られた。加えて、SPring-8 などを用いた溶接現象の解明や接合研所有の高輝度 X 線システムを用いて FSW 流動の可視化などにも積極的に取り組んだ。中・高炭素鋼に関しては、線形摩擦接合も実施した。また、生体用の Co-Cr-Mo 合金を開発し、疲労特性を明らかにした。

その結果、共同研究員との共著の雑誌掲載論文は 5 件に上り、Materials and Science and Engineering A (4.081) 2 報、Journal of Manufacturing Processes (3.462) などの国際的な一流誌にも掲載された。国際共同研究に関しても、その成果が、30th International Invention & Technology Exhibition 2019 で ITEX2019 Gold Medal を受賞するなど、高い評価を頂いた。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of a Ni Interlayer on Microstructure and Mechanical Properties of WC-12Co Cermet / SC45 Steel Friction Stir Welds
J. Manufacturing Processes, 40 (2019), 1-15.
M.-N. Avettand-Fenoel, T. Nagaoka, H. Fujii and R. Taillard
- (2) Friction Stir Spot Welding of SPCC Low Carbon Steel Plates at Extremely Low Welding Temperature
J. Manufacturing Processes, 35 (2019), 733-741.
Y. F. Sun, H. Fujii, Y. Sato and Y. Morisada
- (3) Investigation on Microstructure and Mechanical Properties of Cold Source Assisted Friction Stir Processed AZ31B Magnesium Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 761 (2019)
N. Xu, Q. Song, Y. Bao and H. Fujii
- (4) Effects of Carbon and Chromium on Microstructure Evolution and Mechanical Properties of Friction Stir Weldment in Medium-carbon Steel
Mater. Sci. Eng. A., 762 (2019), 138060.
C. Cheng, K. Kadoi, S. Tokita, H. Fujii, K. Ushioda and H. Inoue
- (5) Improving the Mechanical Properties of 2219-T6 Aluminum Alloy Joints by Ultrasonic Vibrations during Friction Stir Welding
J. Mater. Process. Technol., 271 (2019), 75-84.
Y. Hu, H. Liu and H. Fujii
- (6) Asymmetric Local Strain, Microstructure and Superelasticity of Friction Stir Welded Nitinol Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 767 (2019), 138344.
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, E. Hamzah, F. Yusof, H. Fujii and K. Kondoh
- (7) Microstructure, Mechanical Properties, and Damping Capacity in Stir Zone after Friction Stir Welding of Fe-17Mn Damping Alloy
J. Alloy. Compd., 803 (2019), 1155-1167.
S.-J. Lee, S. E. Shin, K. Ushioda and H. Fujii
- (8) Linear Friction Stir Welding of Medium Carbon Steel at Low Temperature
ISIJ Int., 59, 10 (2019), 1853-1859.
Y. Aoki, R. Kuroiwa, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama
- (9) Friction Stir Welding of Medium Carbon Steel with Laser-Preheating
ISIJ Int., 60, 1 (2020), 153-159.
T. Wada, Y. Morisada, Y. Sun, H. Fujii, Y. Kawahito, M. Matsushita and R. Ikeda
- (10) Foaming of A1050 Aluminum Precursor by Generated Frictional Heat during Friction Stir Processing of Steel Plate
Int. J. Adv. Manuf. Technol., 106 (2020), 3131-3137.
Y. Hangai, K. Takada, H. Fujii, Y. Aoki, Y. Aihara, R. Nagahiro, K. Amagai, T. Utsunomiya and N. Yoshikawa

- (11) Double-sided Friction Stir Welding of 40 mm Thick Low Carbon Steel Plates Using a PcBN Rotating Tool
J. Manufacturing Processes, 50 (2020), 319-328.
Y. Sun, H. Fujii and Y. Morisadaa
- (12) Experimental Evaluation of Strain and Strain Rate during Rapid Cooling Friction Stir Welding of Pure Copper
Sci. Technol. Weld. Join., 24 (2019), 352-359.
X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira, K. Ushioda and H. Fujii
- (13) Evaluation of Dynamic Development of Grain Structure during Friction Stir Welding of Pure Copper Using a Quasi in Situ Method
J. Mater. Sci. Technol., 35 (2019), 1412-1421.
X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira, K. Ushioda and H. Fujii
- (14) Strain Rate Dependent Micro-Texture Evolution in Friction Stir Welding of Copper
Mater., 6 (2019), 100302-1-100302-5.
X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira, K. Ushioda and H. Fujii
- (15) Role of Annealing Twinning in Microstructural Evolution of High Purity Silver during Friction Stir Welding
Sci. Technol. Weld. Join., 24 (2019), 644-651.
T. Nagira, X. C. Liu, K. Ushioda, Y. Iwamoto, G. Ano and H. Fujii
- (16) Microstructure and Mechanical Properties of Friction Lap-Butt Welded Ultra-Thin Galvanized Steel Sheets
J. Manufacturing Processes, 45 (2019), 22-32.
Y. Gao, Y. Morisada, H. Fujii and J. Liao
- (17) Effects of Ca and Sr Additions on Microstructure, Mechanical Properties, and Ignition Temperature of Hot-Rolled Mg-Zn Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 769 (2020)
M. Zhou, X. Huang, Y. Morisada, H. Fujii and Y. Chino
- (18) Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Duplex Mg-Li Alloy LZ91
Mater. Sci. Eng. A., 773 (2020)
M. Zhou, Y. Morisada, H. Fujii and J.-Y. Wang
- (19) Effect of Ca Addition on the Microstructure and the Mechanical Properties of Asymmetric Double-sided Friction Stir Welded AZ61 Magnesium Alloy
J. Magnes. Alloy., 8, 1 (2020), 91-102.
M. Zhou, Y. Morisada and H. Fujii
- (20) Microstructure Control of Medium Carbon Steel Joints by Low-Temperature Linear Friction Welding
Sci. Technol. Weld. Joining, 25, 1 (2019), 1-9.
R. Kuroiwa, H. Liu, Y. Aoki, S. Yoon, H. Fujii, G. Murayama and M. Yasuyama
- (21) Suppression of Grain Boundary Formation by Addition of Silicon in a Near- β Titanium Alloy
Mater. Trans., 60 (2019), 1749-1754.
M. Nakai, M. Niinomi, H. Liu and T. Kitashima

- (22) Dissimilar Friction Stir Welding of Immiscible Titanium and Magnesium
Mater., 7 (2019), 100389.
J. W. Choi, H. Liu, K. Ushioda and H. Fujii
- (23) Effect of an Al Filler Material on Interfacial Microstructure and Mechanical Properties of Dissimilar Friction Stir Welded Ti/Mg Joint
Mater. Charact., 155 (2019), 109801.
J. W. Choi, H. Liu, K. Ushioda and H. Fujii
- (24) Grain Refinement and Superplastic Flow in Friction Stir Processed Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al Alloy
J. Alloy. Compd, 803 (2019), 901-911.
W. Zhang, H. Liu, H. Ding and H. Fujii
- (25) Probing Residual Stresses in Stationary Shoulder Friction Stir Welding Process
Int. J. Adv. Manuf. Technol., 106 (2019), 1573-1586.
B. Vicharapu, H. Liu, H. Fujii, K. Narasaki, N. Ma and A. De
- (26) Fatigue Property and Cytocompatibility of a Biomedical Co-Cr-Mo Alloy Subjected to a High Pressure Torsion and a Subsequent Short Time Annealing
Mater. Trans., 61, 2 (2020), 361-367.
P. Chen, H. Liu, M. Niinomi, Z. Horita, H. Fujii and T. Hanawa
- (27) Principle for Obtaining High Joint Quality in Dissimilar Friction Welding of Ti-6Al-4V Alloy and SUS316L Stainless Steel
J. Mater. Sci. Technol., 46 (2020), 211-224.
H. Liu, Y. Aoki, Y. Aoki, K. Ushioda and H. Fujii

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Effect of Cr and C on Microstructure Evolution of Medium Carbon Steels during Friction Stir Welding Process and Their Mechanical Property
7th Int. Conf. on Recrystallization and Grain Growth, Ghent, Belgium (2019.8.4-9)
K. Kadoi, C. Cheng, S. Tokita, K. Ushioda, H. Fujii and H. Inoue
- (2) Low Temperature Linear Friction Welding of Metal and Alloys with 100% Joint Efficiency
Proc. 14th INALCO2019, Tokyo, Japan, 14 (2019.11.13-15), 18-23.
H. Fujii

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 摩擦攪拌接合によるプリカーサーと発泡アルミニウムの連続作製法の開発
第27回機械材料・材料加工技術講演会講演論文集, 福井, 27 (2019.11.20-22), 514-1-514-4.
諸橋 寛海, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 吉川 暢宏

(7) 国際会議発表

- (1) Low Temperature Linear-Friction-Welding of Steel
IIW, Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12)
H. Fujii and Y. Aoki

- (2) W Alloying Due to WC Tool Wear during Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
S. Koga, H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, Y. Mikami and H. Fujii
- (3) Direct Application of Friction Stir Processing to Weld Toes of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2019 (ICMaSS2019), Nagoya, Japan (2019.11.1-3)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami and H. Fujii
- (4) Weld Toe Modification Using Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development Satellite (iLIM-s), Nagoya, Japan (2019.11.1)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami and H. Fujii
- (5) A Comparative Study on the Laser Welding Versus Friction Stir Welding of Ti-Ni Alloy
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, H. Fujii and K. Kondoh
- (6) In Situ Observation of Solidification Cracking for Stainless Steel during TIG Welding Using Synchrotron X-ray Imaging
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Nagira, D. Yamashita, M. Kamai and H. Fujii
- (7) W Alloying Due to WC Tool Wear during Friction Stir Processing for Fatigue Strength Improvement of High-Strength Low-Alloy Steel Joints
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Koga, H. Yamamoto, K. Ito, M. Takahashi, Y. Mikami and H. Fujii
- (8) Effects of Operating Temperature and Addition of Impurity Elements on Microstructural Evolution of Ag during Friction Stir Welding
7th international conference on recrystallization and grain growth, Ghent, Belgium (2019.8.5-9)
T. Nagira, X. C. Liu, K. Ushioda, Y. Iwamoto, G. Ano and H. Fujii
- (9) Application of FSW to High Carbon and High Phosphorus Weathering Steel
FSWP2019, Louvain-la-Neuve, Belgium (2019.9.11-13)
T. Kawakubo, T. Nagira, K. Ushioda and H. Fujii
- (10) Friction Stir Welding of WC-12Co Cermet/SC45 Steel with a Ni InterLayer.
FSWP2019, Louvain-la-Neuve, Belgium (2019.9.11-13)
M.-N. Avettand-Fenoel, T. Nagira, H. Fujii and R. Taillard
- (11) Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded 0.2%C Si-Mn Steel
FSWP2019, Louvain-la-Neuve, Belgium (2019.9.11-13)
Z. Wu, T. Nagira, K. Ushioda, H. Fujii and G. Miyamoto
- (12) In Situ Observation of Solidification Cracking for Stainless Steel during TIG Welding Using Synchrotron X-ray Imaging
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Nagira, D. Yamashita, M. Kamai and H. Fujii

- (13) Inversion Friction Stir Welding for Fabricating Hollow Structures
FSWP2019, Louvain-la-Neuve, Belgium (2019.9.11-13)
Y. Morisada and H. Fujii
- (14) Study on Joinability of V-alloy/Stainless Steel Dissimilar Joint Fabricated by FSW Tool with Hard Thin Film
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
H. Serizawa, Y. Morisada, H. Fujii and T. Nagasaka
- (15) A Novel Flat FSSW Using Double Side Adjustable Tools and Its In-situ Observation by X-ray Radiography
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
X. Wang, Y. Morisada and H. Fujii
- (16) Effect of Tool Rotation on Microstructure Evolution and Mechanical Properties of Dissimilar Friction Stir Lap Weld
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Kar, Y. Morisada, B. Vicharapu and H. Fujii
- (17) Computation of Residual Stresses in Friction Stir Based Welding Techniques
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
B. Vicharapu, H. Liu, K. Narasaki, N. Ma and H. Fujii
- (18) Dissimilar Friction Welding of Ti-6Al-4V Alloy and SUS316L Stainless Steel
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
H. Liu, Y. Aoki, Y. Aoki and H. Fujii

(8) 国内学会発表

- (1) Friction Stir Welding of Aluminum Nanocomposite
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
S.-J. Lee, H. Fujii and S. E. Shin
- (2) 高強度低合金鋼溶接継手止端部への摩擦攪拌プロセスにおける施工条件と疲労強度改善の関係
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
古賀 将大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (3) 線形摩擦接合した中炭素鋼継手の微細組織
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
青木 祥宏, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (4) 中炭素鋼摩擦攪拌接合部の微細組織と機械的特性に及ぼす合金元素の影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
程 春, 門井 浩太, 鴫田 駿, 藤井 英俊, 潮田 浩作, 井上 裕滋, 柳楽 知也, 青木 祥宏
- (5) 二液自硬性の砂型積層造形における積層ピッチと強度の関係
日本鑄造工学会 第 173 回全国講演大会, 千葉 (2019.5.19-20)
富田 祐輔, 藤井 英俊

- (6) 摩擦攪拌プロセスによる WC ツール構成元素の低炭素鋼表面への供給とその組織形成に及ぼすツール摩耗挙動の影響
日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
今川 雄大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (7) 2 段階摩擦攪拌接合法による金属とプラスチックの異材接合
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
高 業飛, 山本 尚嗣, 廖 金孫, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (8) Ti-6Al-4V 合金線形摩擦接合継手の微細組織
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
青木 祥宏, 藤井 英俊
- (9) Ultrasonic Assisted Friction Stir Welding of HighStrength Aluminum Allo
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
Hu Yanying, Liu Huijie, 藤井 英俊
- (10) アルミニウム合金 A6061 の低温線形摩擦接合
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
李 蔚豪, 青木 祥宏, 藤井 英俊
- (11) 中炭素鋼摩擦攪拌接合部のマルテンサイト組織と機械的特性に及ぼす合金元素の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
程 春, 門井 浩太, 鴫田 駿, 藤井 英俊, 潮田 浩作, 井上 裕滋
- (12) 摩擦攪拌プロセスによる WC ツール構成元素の低炭素鋼表面への供給とその組織形成に及ぼすツール摩耗挙動の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
今川 雄大, 山本 啓, 伊藤 和博, 三上 欣希, 藤井 英俊
- (13) 有限要素解析による AZ31/A6061 異材摩擦攪拌接合継手のツールオフセットの影響検討
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
功刀 厚志, 竹内 瞭介, 麻 寧緒, 崔 正原, 青木 祥宏, 藤井 英俊
- (14) プレス加工によるポーラスアルミニウムの気孔の変形挙動の非破壊観察
(公社)日本鑄造工学会 第 174 回全国講演大会, 福岡 (2019.9.27-30)
川戸 大輔, 半谷 禎彦, 大橋 政孝, 永廣 怜平, 天谷 賢児, 宇都宮 登雄, 藤井 英俊, 森貞 好昭, 青木 祥宏, 小倉 卓哉, 吉川 暢宏
- (15) 摩擦攪拌減少を用いたインプロセス組織制御によるマクロヘテロ構造体化技術の確立
ヘテロ構造制御で起こすイノベーション—構造用金属材料の新指導原理—, 東京 (2019.10.25)
藤井 英俊
- (16) ポーラスアルミニウムの発泡中のプレス加工が気孔形状に及ぼす影響
軽金属学会第 137 回秋季大会, 東京 (2019.11.1-3)
川戸 大輔, 半谷 禎彦, 安藤 瑞季, 永廣 怜平, 天谷 賢児, 藤井 英俊, 森貞 好昭, 小倉 卓哉
- (17) ポーラスアルミニウムの発泡中のプレス加工が気孔形状に及ぼす影響
第 27 回機械材料・材料加工技術講演会, 福井 (2019.11.20-22)
諸橋 寛海, 半谷 禎彦, 藤井 英俊, 青木 祥宏, 吉川 暢宏

- (18) 高周波超音波による摩擦攪拌処理を施した高強度タングステン被膜下欠陥検出の試み
一般社団法人 原子力学会 2020 年春の年会 概要, 福島 (2020.3.16-18)
遊佐 訓孝, 谷川 博康, 岸本 哲, 渡邊 誠, 藤井 英俊, 森貞 好昭
- (19) 複雑断面形状の接合を可能にする垂直振動線形摩擦接合とその継手特性
(一社)日本鉄鋼協会 第 179 回春季講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
福良 篤司, 青木 祥宏, 藤井 英俊
- (20) 摩擦攪拌接合を想定した高 P 耐候性鋼の靱性評価
(一社)日本鉄鋼協会 第 179 回春季講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
川久保 拓海, 柳楽 知也, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (21) Mn-Si 炭素鋼の摩擦攪拌接合部における組織と機械的性質
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
伍 沢西, 柳楽 知也, 潮田 浩作, 藤井 英俊, 宮本 吾郎
- (22) 高 C,P 添加の摩擦攪拌接合用耐候性鋼の検討
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
川久保 拓海, 柳楽 知也, 青木 祥宏, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (23) 低い積層欠陥エネルギーを有する fcc 金属における接合温度が摩擦攪拌接合中の組織形成に及ぼす影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
柳楽 知也, 潮田 浩作, 劉 小超, 藤井 英俊
- (24) 純 Al の摩擦攪拌接合中における組織形成機構の解明
(公社)日本金属学会 2019 年秋期大会, 岡山 (2019.9.11-13)
柳楽 知也, 劉 小超, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (25) Al の摩擦攪拌接合中における組織形成に及ぼす接合温度の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
柳楽 知也, 潮田 浩作, 劉 小超, 藤井 英俊
- (26) Mn-Si 炭素鋼の低温摩擦攪拌接合
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
伍 沢西, 柳楽 知也, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (27) 摩擦攪拌接合した耐候性鋼の微細組織と機械的特性に及ぼす P 添加の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
川久保 拓海, 柳楽 知也, 青木 祥宏, 潮田 浩作, 藤井 英俊
- (28) 放射光 X 線を利用した TIG 溶接中の凝固割れの進展過程のその場観察
(公社)日本金属学会 2020 年春期大会, 東京 (2020.3.17-19)
柳楽 知也, 山下 大輔, 釜井 正善, 藤井 英俊
- (29) Mg-Al-Li 合金摩擦攪拌接合継手の微細組織と機械的性質に及ぼすツール回転速度の影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
周 夢然, 森貞 好昭, 藤井 英俊, 王 建義
- (30) 窒化珪素製ツールを用いた厚鋼板の摩擦攪拌接合
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
森貞 好昭, アリフィン クスニン, 藤井 英俊, 竹内 裕貴

- (31) 両面複動式ツールを用いたマグネシウム合金のフラット摩擦攪拌点接合
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
汪小培, 森貞好昭, 藤井英俊
- (32) マグネシウム合金の両面摩擦攪拌接合における集合組織ランダム化機構の解明
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
周夢然, 森貞好昭, 潮田浩作, 藤井英俊
- (33) 高輝度X線透過装置を用いたその場観察によるフラット摩擦攪拌点接合機構の解明
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
汪小培, 森貞好昭, 藤井英俊
- (34) 摩擦攪拌プロセスを利用したアルミニウム合金丸棒の表面改質
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
浅井友也, 森正和, 森貞好昭, 藤井英俊
- (35) S55C 材の LFW 継手部における衝撃吸収特性の評価
第 16 回 機械, 構造物の強度設計・安全性評価に関するシンポジウムプログラム, 京都
(2019.10.18)
北村智孝, 甲斐彪雅, 誉田登, 青木祥宏, 森貞好昭, 藤井英俊
- (36) 高印加圧力による LFW 継手部靱性の向上
日本機械学会関西支部第 95 期定期総会, 京都 (2020.3.11)
北村智孝, 甲斐彪雅, 誉田登, 青木祥宏, 森貞好昭, 藤井英俊
- (37) Modeling of Residual Stresses in Stationary Shoulder Friction Stir Welding
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
B. Vicharapu, H. Liu, H. Fujii, K. Narasaki, N. Ma and A. De
- (38) Ti / Mg 異材継手における微細組織及び機械的性質に及ぼす Al フィラー材料の影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
崔正原, 劉恢弘, 潮田浩作, 藤井英俊
- (39) チタン合金 / ステンレス鋼における極低回転摩擦圧接
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
劉恢弘, 藤井英俊
- (40) 摩擦攪拌接合によるチタンと CFRP の異材接合
(一社)軽金属学会 第 136 回春季大会, 富山国際会議場 (2019.5.10-14)
崔正原, 劉恢弘, 潮田浩作, 藤井英俊, 永塚公彬, 中田一博
- (41) Ti-6Al-4V と SUS316L の異材線形摩擦接合法の開発
軽金属溶接協会 2019 年年次講演大会, 東京 (2019.6.21)
稲垣拓也, 青木祥宏, 劉恢弘, 藤井英俊
- (42) ジュール熱大荷重局部変形接合法による高炭素鋼の低温接合
日本金属学会 2019 年秋期(第 165 回)講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
劉恢弘, 宮垣徹也, 釜井正善, 藤井英俊
- (43) 異種材料の低温線形摩擦接合
第 176 回鉄鋼協会秋季講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
稲垣拓也, 青木祥宏, 劉恢弘, 釜井正善, 藤井英俊

- (44) Assessment of Tool Wear in Friction Stir Welding of High Carbon Steel
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
B. Vicharapu, H. Liu, Y. Morisada and H. Fujii
- (45) ジュール熱大荷重局部変形接合法による Ti-6Al-4V と SUS316L の異種接合
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
林 泳錫, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (46) ジュール熱大荷重局部変形接合法による高炭素鋼の低温圧接
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
劉 恢弘, 宮垣 徹也, 釜井 正善, 藤井 英俊
- (47) 異種材料の線形摩擦接合法の開発
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
稲垣 拓也, 釜井 正善, 青木 祥宏, 劉 恢弘, 藤井 英俊
- (48) 摩擦攪拌接合による純 Ti と CFRP の異種接合
(公社)日本金属学会 2020 年春期大会, 東京 (2020.3.17-19)
劉 恢弘, 崔 正原, 潮田 浩作, 藤井 英俊, 永塚 公彬, 中田 一博

(9) 国際会議講演

- (1) Low Temperature Welding without Heat Affected Zone by Linear Friction Welding
4th International Conference & Exhibition, Moscow, Russia (2019.6.4)
H. Fujii
- (2) 鋼を溶かさず溶接する
「日中植林・植樹国際連帯事業」北京大学生訪日団 大阪大学訪問・交流プログラム, 大阪
(2019.7.24)
藤井 英俊
- (3) Linear Friction Welding of 100% Joint Efficiency
International Conference on Material Science and Engineering, Dubai, UAE (2019.10.9-10)
H. Fujii
- (4) Development of Si₃N₄ Ceramic Tool for Friction Stir Welding
The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), Okinawa, Japan (2019.10.27-11.2)
K. Funaki, M. Kato, T. Fukasawa, Y. Abe, H. Fujii and Y. Morisada
- (5) Low-temperature Linear Friction Welding of Metal and Alloys with 100% Joint Efficiency
14th International Aluminium Conference, 東京 (2019.11.13-15)
H. Fujii

(10) 国内会議講演

- (1) 中高炭素鋼の摩擦接合技術(シームレス接合)
(公)自動車技術会 2019 年春季大会学術講演会, 横浜 (2019.5.22-24)
藤井 英俊

- (2) 高強度鋼板への摩擦攪拌接合(FSW)の適用性とその継手性能
第16回産学連携シンポジウム, 大阪(2019.5.28)
松下宗生, 松田広志, 村上善明, 藤井英俊, 森貞好昭
- (3) 摩擦接合技術の可視化と低温線形接合による継手効率100%継手の達成
(一社)摩擦接合技術協会 2019年度総会, 第一回研究会, 東京(2019.6.21)
藤井英俊, 青木祥宏
- (4) 摩擦攪拌接合技術
溶接工学夏季大学, 大阪(2019.7.25)
藤井英俊
- (5) 鉄系材料の摩擦接合技術
JSOL CAE フォーラム, 東京(2019.11.8)
藤井英俊
- (6) 摩擦攪拌接合の基礎及び鉄鋼材料の摩擦攪拌接合
摩擦攪拌接合セミナー, 広島(2019.12.13)
藤井英俊
- (7) 鉄鋼材料の摩擦接合 - ツールの必要な摩擦攪拌接合, ツールの不要な線形摩擦接合
バイオ関連セラミックス分科会第62回研究会, 大阪(2020.1.31)
藤井英俊
- (8) 鉄鋼材料の無変態摩擦接合技術 - 摩擦攪拌接合と線形摩擦接合
日本鉄鋼協会第179回春季講演大会, 東京(2020.3.17-19)
藤井英俊
- (9) 高輝度X線(接合研〜SPring-8)を利用した溶接・接合研究
第16回産学連携シンポジウム, 大阪(2019.5.28)
柳楽知也, 藤井英俊
- (10) 低い積層欠陥エネルギーを有するfcc金属の摩擦攪拌接合中の微細組織形成
第238回溶接冶金研究委員会, 兵庫(2019.11.15)
柳楽知也, 劉小超, 潮田浩作, 藤井英俊
- (11) 摩擦攪拌接合法を用いたV合金/ステンレス鋼異材接合試作試験および数値解析による接合
プロセス評価
(一社)溶接学会・軽構造接合加工研究委員会・第126回委員会, 大阪(2019.9.6)
芹澤久, 森貞好昭, 藤井英俊, 森裕章, 宮坂史和, 長坂琢也
- (11) 解説・総説**
 - (1) ISMA プロジェクトテーマ46における研究開発の概要
溶接学会誌, 88, 3(2019), 166-169.
藤井英俊
 - (2) 中炭素鋼の線形摩擦攪拌接合
溶接学会誌, 88, 3(2019), 188-192.
青木祥宏, 藤井英俊

- (3) 異種材料の摩擦接合技術
日本機械学会誌, 122, 1206 (2019), 8-11.
藤井 英俊, 青木 祥宏
- (4) 摩擦接合技術—摩擦攪拌接合, 線形摩擦接合
橋梁と基礎, 53, 8 (2019), 105-108.
藤井 英俊
- (5) 放射光を利用したその場観察
溶接学会誌, 88 (2019), 274-278.
柳楽 知也, 藤井 英俊
- (6) 高輝度 X 線(接合研〜 SPring-8)を利用した溶接・接合研究
生産と技術, 71, 3 (2019), 18-21.
柳楽 知也, 藤井 英俊
- (7) 放射光 X 線を利用した炭素鋼の TIG 溶接における凝固割れのその場観察
溶接技術, 11, 67 (2019), 114-115.
柳楽 知也
- (8) X 線透過装置を用いた摩擦攪拌接合の塑性流動現象の可視化
溶接学会誌, 88, 3 (2019), 170-173.
森貞 好昭, 藤井 英俊
- (9) 摩擦攪拌点接合の実用化を促進するフラット接合技術の開発
溶接技術, 67, 7 (2019), 68-71.
森貞 好昭, 藤井 英俊

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 177-190.
H. Fujii

(13) 特許出願・登録

- (1) 溶接部の改質方法
特許第 6606730 号
藤井 英俊, 伊藤 和博, 森貞 好昭, 他 2 名
- (2) 摩擦攪拌接合方法及び摩擦攪拌接合部材
特許第 6590334 号
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 3 名
- (3) 異種金属接合体及びその製造方法
特許第 6574691 号
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (4) 摩擦接合方法
韓国第 10-2077408 号
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名

- (5) 摩擦攪拌接合用鋼及び摩擦攪拌接合方法
特許第 6634616 号
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (6) 金属材の低温接合方法及び接合構造物
特許第 6579596 号
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (7) マグネシウム - リチウム系合金の接合方法及び接合体
台湾第 1683715
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (8) 鉄鋼材の表面改質方法及び鉄鋼構造物
特願 2019-060873
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (9) 摩擦攪拌接合用回転工具及び摩擦攪拌接合方法
特願 2019-092700
藤井 英俊, 他 8 名
- (10) 摩擦攪拌接合用ツール及び摩擦攪拌接合方法
PCT/JP2019/021018
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (11) 線形摩擦接合方法
ヨーロッパ 18747104
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (12) 線形摩擦接合方法
米国 16/479,043
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (13) 線形摩擦接合方法
中国 201880010054.2
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (14) 異材固相接合方法及び異材固相接合構造物
特願 2019-144978
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (15) 固相接合用鋼, 固相接合用鋼材, 固相接合継手及び固相接合構造物
特願 2019-144986
門井 浩太, 藤井 英俊, 鴫田 駿, 他 2 名
- (16) 線形摩擦接合方法
韓国 10-2019-7025425
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (17) 摩擦圧接方法
特願 2019-505966
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名

- (18) 摩擦圧接方法
米国 16/494, 916
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (19) 摩擦圧接方法
ヨーロッパ 18767938.6
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (20) 摩擦圧接方法
中国未定
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (21) マグネシウムーリチウム系合金の接合方法及び接合体
特願 2019-535043
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (22) 異材固相接合方法, 異材固相接合構造物及び異材固相接合装置
特願 2019-204361
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (23) 線形摩擦接合用固定治具及び線形摩擦接合方法
PCT/JP2020/003710
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (24) 固相接合用鋼, 固相接合用鋼材, 固相接合継手及び固相接合構造物
PCT/JP2020/006683
藤井 英俊, 柳楽 知也, 森貞 好昭, 他 2 名
- (25) 固相接合用耐候性鋼, 固相接合用耐候性鋼材, 固相接合構造物及び固相接合方法
PCT/JP2020/00664
藤井 英俊, 柳楽 知也, 森貞 好昭, 他 1 名
- (26) 学習済みモデル, 制御装置, 摩擦攪拌接合システム, ニューラルネットワークシステム, 及び学習済みモデルの生成方法
PCT/JP2020/008622
藤井 英俊, 森貞 好昭
- (27) 鉄鋼材の表面改質方法及び鉄鋼構造物
PCT/JP2020/008623
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 1 名
- (28) 摩擦攪拌接合用ツール及び摩擦攪拌接合方法
PCT/JP2020/009861
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名
- (29) 固相点接合方法及び固相点接合装置
特願 2020-043958
藤井 英俊, 他 2 名
- (30) 固相接合用鋼, 固相接合用鋼材, 固相接合継手及び固相接合構造物
特願 2020-048218
藤井 英俊, 柳楽 知也, 森貞 好昭, 他 1 名

- (31) 線形摩擦接合装置
特願 2020-063332
藤井 英俊, 森貞 好昭, 他 2 名

(15) 受賞

- (1) ITEX2019 Gold medal
30th International invention, innovation & Technology exhibition 2019 (2019.05.02)
A. B. Ismail, F. A. Rahman, H. Fujii, T. Nagira, 11 others
- (2) 第 136 回春期大会ポスターセッション 軽金属溶接協会賞
(一社)軽金属溶接協会 (2019.05.11)
崔 正原(D3)
- (3) Arconic Russia Special Award
4th International Conference & Exhibition Aluminium-21/Joining (2019.06.04)
H. Fujii
- (4) 2019 年度年次講演大会優秀ポスター賞
(一社)軽金属溶接協会 (2019.06.12)
稲垣 拓也(M2)
- (5) 第 178 回秋季講演大会学生ポスターセッション努力賞
(一社)日本鉄鋼協会 (2019.09.12)
稲垣 拓也(M2)
- (6) Excellent Presentation Award
International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and
International Researcher Development Satellite (iLIM-s) (2019.11.01)
H. Yamamoto, Y. Danno, K. Ito, Y. Mikami, H. Fujii
- (7) 優秀研究発表賞
(一社)溶接学会 (2019.12.17)
Y. Hu (D3)
- (8) 学術貢献賞(三島賞)
(一社)日本鉄鋼協会 (2020.03.17)
藤井 英俊

(17) 外部資金

(単位:千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|-----------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(A) | 完全接合(接合部のない接合)技術の開発と新規構造材の提案 | 藤井 英俊 | 8,840 |
| (2) | 基盤研究(B) | 鑄造欠陥制御の技術構築に向けたダイラタンシーを発現する固液共存体の変形挙動の解明 | 柳楽 知也 | 1,950 |
| (3) | 挑戦的研究(萌芽) | 放射光を利用したアーク溶接現象の可視化による凝固割れの解明 | 柳楽 知也 | 2,470 |

(4)	若手研究	Development of a strong and ductile Ti-based bulk multi-gradients material utilizing friction stir powder surface processing technique and phase transformation theory	劉 恢弘	1,300
-----	------	--	------	-------

一般公募型補助金研究

(1)	中部経済産業局	金属製品の高品質化・低コスト化を達成する低温摩擦接合装置の開発	藤井 英俊	9,454
-----	---------	---------------------------------	-------	-------

民間等との共同研究

(1)		摩擦接合技術の鋼橋等インフラへの適用性検討	藤井 英俊	9,000
(2)		摩擦圧接による薄肉パイプの接合に関する基礎研究	藤井 英俊	800
(3)		JFE ウエルディング協働研究所	藤井 英俊	1,500
(4)		先端接合技術 共同研究部門	藤井 英俊	20,000
(5)		FSW ツールの耐久性評価	藤井 英俊	2,000
(6)		鋼の摩擦攪拌接合に関する研究	藤井 英俊	2,500
(7)		金属材料の摩擦攪拌接合に関する研究	藤井 英俊	3,300
(8)		FSW を用いた薄板 SUS 材の接合性の評価	藤井 英俊	1,080
(9)		FSW 加工による異種材料接合部材の作成と評価に関する研究	藤井 英俊	1,000
(10)		摩擦圧接のバリ低減に関する研究	藤井 英俊	2,400
(11)		高導電材料の接合技術に関する研究	藤井 英俊	1,320
(12)		摩擦接合手法の確立と最適化	藤井 英俊	1,000

受託研究

(1)		両面複動式(フラット)摩擦攪拌接合法の開発、線形摩擦攪拌接合法の開発他	藤井 英俊	40,104
(2)		難接合材料を逆活用した接合 / 分離統合技術の確立	藤井 英俊	6,500

受託研究員

(1)	高 業飛 (短期)	鋳造合金の摩擦攪拌接合	藤井 英俊	
-----	--------------	-------------	-------	--

- (2) 阿野 元貴 厚物平板および円筒材への FSW 技術の適用 藤井 英俊
 (短期),
 岩本 祐一
 (短期)

奨学寄付金

- (1) 藤井 英俊 1,400

4.8 教育

氏名：藤井 英俊

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 マテリアル生産科学ゼミナール
 (2) マテリアル生産科学専攻 機能性評価学

(2) 博士論文 (主査)

- (1) マテリアル生産科学専攻, 崔 正原 Ti と異種材料の摩擦攪拌接合
 (2) マテリアル生産科学専攻, 周 夢然 マグネシウム合金 FSW 継手の組織と機械的性質制御
 (3) マテリアル生産科学専攻, 富田 雄輔 フラン自硬性鋳型の積層造形

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 稲垣 拓也 異種材料の新規線形摩擦接合法の開発
 (2) マテリアル生産科学専攻, 伍 沢西 摩擦攪拌接合した Mn-Si および Cr-Si 炭素鋼の微細組織と機械的性質
 (3) マテリアル生産科学専攻, 川久保 拓海 摩擦攪拌接合を前提とした高 C、P 耐候性鋼における微細組織と機械的特性

氏名：柳楽 知也

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 機能性評価学

(3) 博士論文 (副査)

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 崔 正原 | Ti と異種材料の摩擦攪拌接合 |
| (2) マテリアル生産科学専攻, 周 夢然 | マグネシウム合金 FSW 継手の組織と機械的性質の制御 |
| (3) マテリアル生産科学専攻, 富田 祐輔 | フラン自硬性鋳型の積層造形 |

氏名：劉 恢弘

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
|--------------|---------------|

4. 9 社会貢献

氏名：藤井 英俊

(1) 学会役員

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (1) (一社)軽金属溶接協会 | FSW 技術委員会 委員長 |
| (2) (一社)日本マグネシウム協会 | マグネシウム合金高速車両構体実用化技術委員 |
| (3) (一社)日本鉄鋼協会 | 代議員 |
| (4) (一社)日本鉄鋼協会 | 建設用鋼材利用検討 WG 委員 |
| (5) (一社)日本鉄鋼協会 | 関西支部 支部委員 |
| (6) (一社)日本溶接協会 | 第 34 期 学識委員 |
| (7) (一社)日本溶接協会 | FSW 情報交換会 幹事 |
| (8) (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 第Ⅲ委員会 委員 |
| (9) (一社)溶接学会 | 科学研究費委員会 委員長 |
| (10) (一社)溶接学会 | 国際交流委員会 委員長 |
| (11) (一社)溶接学会 | 理事 |
| (12) (一社)溶接学会 | 代議員 |
| (13) (一社)溶接学会 | 企画委員会 委員 |
| (14) (一社)溶接学会 | 軽構造接合加工研究委員会 副委員長 |

- (15) (一社)溶接学会 溶接法研究委員 幹事
- (16) (一社)溶接学会 論文査読委員会 副委員長
- (17) (一社)溶接学会 全国大会運営 委員会
- (18) (一社)溶接学会 2020 年度溶接学会秋季全国大会実行委員会
- (19) (公社)日本金属学会 関西支部 委員
- (20) (公社)日本鑄造工学会 査読委員
- (21) (公社)日本鑄造工学会 関西支部 理事
- (22) Poland Foundry Research Institute Member of Science Committee

(4) 企業等への貢献

- (1) (株)フルヤ金属 技術顧問(非常勤)

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (独)日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員・卓越研究候補者選考委員会書面審査委員及び国際事業委員会書面審査員・書面評価員
- (2) 新構造材料技術研究組合 「革新的マグネシウム材の鉄道車両および自動車構造部材への提供技術開発」に関するアドバイザー
- (3) 新構造材料技術研究組合 「マグネシウム材の性能・寿命に関するマテリアルズ・インテグレーション(MI)活用技術の開発」に関するアドバイザー

(6) 研究留学生

- (1) 特別研究学生：張 文井 Ti合金の摩擦攪拌処理
- (2) 特別研究学生：HU YANYING 鉄鋼材料の摩擦攪拌接合における微細組織形成の解明

(7) 社会への情報発信

- (1) 炭素量多い鋼材 簡易に接合 日刊工業新聞(2019.09.17)

氏名：柳楽 知也

(1) 学会役員

- | | | |
|-----|-------------|------------------------|
| (1) | (一社)溶接学会 | 溶接冶金委員 |
| (2) | (一社)溶接学会 | 2020 年度溶接学会秋季全国大会実行委員会 |
| (3) | (公社)日本鋳造工学会 | 査読委員 |

(2) 国際会議委員

- | | | |
|-----|---------------------------|---------------------|
| (1) | Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Executive committee |
|-----|---------------------------|---------------------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | | |
|-----|------------------|----------------------------------|
| (1) | (公社)高輝度光科学研究センター | SPring-8 利用研究課題審査委員会
分科会レフェリー |
| (2) | (独)日本学術振興会 | 日本学術振興会製鋼 19 委員会委員 |

氏名：劉 恢弘

(1) 学会役員

- | | | |
|-----|----------|--------------------|
| (1) | (一社)溶接学会 | 溶接学会若手会員の会 ML・広報委員 |
|-----|----------|--------------------|

(2) 国際会議委員

- | | | |
|-----|---------------------------|---------------------------|
| (1) | Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Program Committee, Member |
|-----|---------------------------|---------------------------|

4.10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：藤井 英俊

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|---------------------------|-------|---|
| (1) | (地独)神奈川県立
産業技術総合研究所 | 薩田 寿隆 | 工具鋼粉末によるレーザー粉体肉盛層における摩擦攪拌プロセス時の軟化に関する研究 |
| (2) | (地独)大阪産業技術研究所 | 木元 慶久 | 摩擦攪拌プロセスによる軽金属材料の改質 |
| (3) | (地独)大阪産業技術研究所
物質・材料研究部 | 長岡 亨 | 異種材料の摩擦攪拌接合における材料流動挙動の解析 |
| (4) | 阿南工業高等専門学校
創造技術工学科 | 西本 浩司 | アルミニウム合金の摩擦攪拌接合と機械的強度特性評価 |

(5)	阿南工業高等専門学校 創造技術工学科	西野 精一	アルミニウム合金の摩擦攪拌接合と機械的強度特性評価
(6)	宇部工業高等専門学校 機械工学科	篠田 豊	摩擦攪拌接合用耐熱超硬・サーメット工具の開発
(7)	沖縄工業高等専門学校 機械システム工学科	政木 清孝	難燃性マグネシウム合金 FSW 接合材の強度信頼性評価と強度改善
(8)	京都大学大学院 工学研究科	安田 秀幸	高輝度 X 線を利用したその場観察による溶接割れの形成機構の解明
(9)	近畿大学 工学部 機械工学科	生田 明彦	鉄鋼材料用接合ツール形状の各種ツール材料に対する適用性の実証
(10)	近畿大学 理工学部	仲井 正昭	チタン合金の摩擦接合と疲労特性
(11)	群馬大学大学院 理工学府	永廣 怜平	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(12)	群馬大学大学院 理工学府	安藤 瑞季	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(13)	群馬大学大学院 理工学府	川戸 大輔	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(14)	群馬大学大学院 理工学府	大橋 政孝	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(15)	群馬大学大学院 理工学府 知能機械創製部門	天谷 賢児	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(16)	群馬大学大学院 理工学府 知能機械創製部門	半谷 禎彦	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(17)	群馬大学大学院 理工学府 知能機械創製部門	鈴木 良祐	摩擦攪拌接合を用いた金属材料のポーラス化
(18)	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター 加工技術研究部	坂村 勝	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(19)	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター 加工技術研究部	山形 亮太	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(20)	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター 加工技術研究部	松葉 朗	球面ツールを用いた点接合技術の開発
(21)	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター 加工技術研究部	大田 耕平	球面ツールを用いた点接合技術の開発

- | | | | |
|------|--|-------|--|
| (22) | 広島大学大学院
工学研究科
機械物理工学専攻 | 菅田 淳 | 鉄鋼材料の FSSW の疲労き裂進展機構解明
と寿命評価法の検討 |
| (23) | 秋田大学大学院
理工学研究科 | 宮野 泰征 | 炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械
的特性 |
| (24) | 秋田大学大学院
理工学研究科
システムデザイン工学専攻
機械工学コース | 畠山 遼雅 | 炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械
的特性 |
| (25) | 秋田大学大学院
理工学研究科
システムデザイン工学専攻
機械工学コース | 鷺谷 洋希 | 炭素鋼摩擦攪拌接合継手の金属組織と機械
的特性 |
| (26) | 大阪大学大学院
工学研究科 | 森 裕章 | ステンレス鋼箔の機械的特性に及ぼす製造
プロセスでの窒素添加の影響 |
| (27) | 大阪大学大学院
工学研究科 | 福田 隆 | Ti-Ni 合金の FSW |
| (28) | 福井大学 学術研究院
工学系部門 機械工学講座 | 三浦 拓也 | FSW による γ 安定化を利用した鉄鋼材料継
手の機械的特性の向上 |
| (29) | 龍谷大学大学院
理工学研究科 | 浅井 友也 | 摩擦攪拌プロセスにより表面処理したアル
ミニウム合金円柱の微細組織と硬度 |
| (30) | 龍谷大学 理工学部 | 森 正和 | マイクロ摩擦攪拌プロセスに関する基礎
研究 |
| (31) | 龍谷大学 理工学部 | 北村 智孝 | S55C の LFW 継手の疲労強度に及ぼす応力
集中の影響に関する研究 |
| (32) | 龍谷大学 理工学部
機械システム工学科 | 誉田 登 | S55C 材の LFW 継手の疲労強度に及ぼす溶
接熱履歴に関する研究 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|--|---|--|
| (1) | PSG College of Technology/
Department of Robotics | Sundarrajan
Kirubanidhi
Jebabalan | Experimental investigation of laser assisted
friction stir welding of nickel based super alloy
inconel 718 |
|-----|--|---|--|

(2) 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 5 |
|-----|----|---|

接合機構研究部門
複合化機構学分野

接合機構研究部門 複合化機構学分野

4. 1 研究概要

資源・エネルギーの有効利用は、省エネルギーとしての直接的効果の他、環境負荷削減や人体・生命への負荷軽減といった波及効果を伴う。また、近い将来における化石資源の枯渇を考えると、再生可能エネルギーの積極的な利活用の必要性も明らかである。そこで本分野では、材料の表界面制御および組織構造制御に着目し、材料・加工プロセスの高度化によるエネルギーの効率的利活用と環境軽負荷エネルギーの創出を主題に、原子～ナノ～ミクロンの階層的トランススケール設計による材料の複合化に関する基礎学理の構築と工学的応用研究を遂行する。

4. 2 研究課題

1. 原子配列制御と第一原理計算を駆使したチタン材の高強度・高延性機構の解明
2. 界面に着目した炭素系ナノカーボン分散金属基複合材料の強化・延性機構の解明
3. チタン積層造形体における窒素・酸素固溶強化と溶解鋳造法への展開
4. 軽金属異材接合体における界面構造解析と静的・動的力学特性の向上

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 原子配列制御と第一原理計算を駆使したチタン材の高強度・高延性機構の解明

本研究では、汎用チタン合金におけるレアメタル元素添加依存から脱却すべく、資源的に豊富で極めて廉価なユビキタス軽元素に着目し、相変態過程にてそれら元素を原子状態でチタン結晶格子内に配列した α -Ti材の高強靱化に関する基礎的研究および実用化研究に関して、科学研究費補助金・基盤研究A科研費(2016～2019年度・純チタン焼結材の高強靱化に資する固溶軽元素の振舞いに係る包括的理解)、内閣府・戦略的イノベーション創造プログラムSIP第2期統合型材料開発システムによるマテリアル革命(2018～2022年度・チタン焼結合金の高次機能化に向けた実験解析と計算科学の融合によるマルチスケールでの合金設計とプロセスデザインの最適化手法の確立)を活用して実施している。特に、後者のSIP研究事業では、実験解析と理論計算の融合を通じて固溶強化機構を活用した高強度・高延性チタン焼結材料を創製することを目的に、要求特性の発現に資する合金成分やプロセス条件の適正化に係る逆問題に関する研究を行う。具体的には、実験解析データベースと理論計算(第一原理計算)データベースによる α 単相および β 単相チタンの組成探索・最適化に関する研究を開始した。

α 単相合金における酸素固溶強化量の予測に関して、一般に固溶強化モデルとして使用するLabusch modelについて、hcp構造を有する α -Tiでは酸素原子の固溶現象に伴って異方的なひずみが導入されるため、固溶原子と転位間の相互作用力 F_m 値の算出は困難であった。しかしながら、実験データベースに基づいて F_m 値の導出に成功し、Labusch modelを用いてチタン材における酸素固溶強化量を高い精度で予測できることを示した。さらに、高濃度の酸素添加により延性が低下したチタンにおいて、 α 相と β 相の混合組織から急冷熱処理を施すことで急冷過程での $\beta \rightarrow \alpha$ 相変態後において、溶質原子の再分配による酸素の濃淡領域形成(ヘテロ組織構造化)を実現した。これにより塑性変形能に優れる低酸素濃度相が粒界近傍にネットワーク状に形成し、材料全体の延性が顕著に向上することを実証した。

β 単相合金については、O原子の固溶がTi-Ta系合金の強度等の力学特性へ与える影響を解明し、 β 単相Ti合金の材料設計指針を得ることを目指した。粉末冶金法を用いて4.6 at.%までの範囲でOを添加したTi-35 at.% Ta系混合粉末を焼結固化し、その焼結体に対して種々の加工熱処理を施すこ

とで酸素固溶 β 単相合金を作製した。XRD解析および第一原理計算によって、Oは母相中の八面体孔サイトに侵入固溶することを確認した。また、3.6 at.% O固溶急冷熱処理材の引張試験においてOによる固溶強化によって、延性を低下させることなく0.2%耐力値は最大300 MPa程度の強化が可能であることを明らかにした。また、第一原理計算により得られた結晶構造モデルとLabusch限界による強化量予測モデルを組み合わせることで予測した0.2%YS固溶強化量は、0.2%YS強化量の実験値と近しく、本モデルにより高精度で固溶強化量を予測可能であり、Ti合金の材料設計に有用であることを示した。

上記の研究成果に関して、粉体粉末冶金協会平成論文賞を受賞した。またMaterials Science & Technology A (IF; 4.081)、J. Materials Engineering & Performance (IF; 1.67) など査読付き学術論文10報が掲載された(うち海外の大学との国際共著論文は7報)。

2. 界面に着目した炭素系ナノカーボン分散金属基複合材料の強化・延性機構の解明

粉末冶金プロセスを用いて炭素系ナノ材料(多層カーボンナノチューブCNTとグラフェン)の均一分散による金属基複合材料の高強度設計ならびに強化機構解明に関する研究を行っている。本研究課題に関して、H31年度は当研究所・国際共同研究員制度を活用して中国・西北工業大学の陳教授が約1か月滞在して共同研究を実施した。これまでに純Al粉末とCNTの混合体に対して、混合過程にて強塑性加工(高歪み加工)を施すことで α -Al結晶粒の微細化と、その粒成長抑制のための単分散CNTの粒界pinningおよびin-situ反応による γ -Al₂O₃ナノ粒子のpinningによるシナジー効果を活かした高強度と高延性を同時に発現するアルミニウム基ナノコンポジットの作製に成功した。本複合材料は、CNT/ γ -Al₂O₃ナノ粒子の分散量の増加に伴って引張強さは約530MPaまで増大するが、破断伸び値は10~12%でほぼ変化なく高延性を維持した。このような特異な力学挙動を解明すべく、巨視的その場観察として、引張変形過程での加工硬化率と α -Al結晶粒内部およびナノ分散相(CNT/ γ -Al₂O₃粒子)周辺の転位導入挙動を解析した結果、素地を構成する結晶粒内において加工硬化曲線に対応する転位密度の急激な増加は確認されず、また粒界すべりも上記のナノ分散相によって抑制されていたことから、個々の純Al結晶粒の変形が材料全体の塑性変形を担っていると考えられる。他方、ナノ分散相の周辺における転位密度は、加工硬化挙動に対応して増大しており、特に γ -Al₂O₃粒子によるLoad-transfer効果がCNT分散強化(Orowan-Ashby model)よりも高強度化に際して支配的であることをSEM内引張試験その場観察と高分解能TEM観察により明らかにした。加えて、高温域でのナノ分散相による強化機構の解析を通じて、合金元素を添加することなく耐熱性の向上を達成できたことから、高温での力学特性に加えて、優れた電気・熱伝導性の発現に貢献する新たなアルミ基ナノ複合材料の設計指針を確立した。上記の研究成果に関して、J. Alloys and Compounds (IF; 4.175)、Composite Part B (IF; 6.864)、Materials Letters (IF; 3.019)に合計4報の国際共著論文として掲載された。

3. チタン積層造形体における窒素・酸素固溶強化と溶解鋳造法への展開

上記1項の研究成果に基づいて、固相焼結過程での固溶強化機構を超急冷凝固・冷却現象を伴う金属粉末積層造形プロセスに展開すべく、H29年度よりJST未来社会創造事業(2017~2020年度・酸素・窒素を活用したチタン積層造形体の高強靱化)において、積層造形過程でのO/N固溶強化現象の解明を行った。チタン中の不純物元素である酸素や窒素の含有量が増大すると、それらの粒界濃化・偏析現象により延性低下を招くことから、JISや米国ASTM規格では、両成分の上限値が設定されている。他方、これまでに当分野では、純チタンにおいて酸素や窒素を溶質原子として α -Ti結晶内に均一固溶することで、延性低下を伴うことなく引張強さを2倍以上に向上できることを見出した。そこで、合金開発の鍵となる溶質原子の均一固溶を実現する手法の一つとして、液相生成を伴う金属積層造形法における超急冷凝固・冷却現象に着目した新たな材料・プロセス設計の

構築を目指す。選択的レーザ溶融 (SLM) 法を用いて、JIS 上限値の約 10 倍となる 0.3wt.% 窒素含有チタン積層造形材を作製し、その引張特性を評価した結果、UTS は 976MPa (純 Ti 造形材の UTS; 398MPa)、破断伸び値は 21.7% (同伸び値; 18.9%) となり、窒素固溶強化と微細マルテンサイト (α') 相の生成による高強度化機構を確認した。他方、窒素量が 0.7 wt.% に増大した場合、マルテンサイト相の粒界近傍に窒素原子が濃化するため、引張試験では弾性域での破断により破断伸び値は 0% を呈した。そこで、窒素成分が α 相安定化元素であることに着目し、 $\alpha+\beta$ 温度域での熱処理により窒素の均質固溶状態を形成した後、冷却時の $\beta1\alpha$ 相変態過程にて β 相から窒素成分の吐出しを促した。この状態で急速冷却 (水焼入) 処理を施すことで 2 次 α 相 (旧 β 相) 中の窒素濃度が減少し、窒素成分の濃淡領域 (ヘテロ構造) を形成した。その結果、急冷熱処理後には 6% 程度に回復 (延性向上) し、熱処理による組織制御の有効性を確認した。このように固溶成分の α 相内での安定性を考慮した溶質窒素原子の再分配による濃淡領域の形成といった独創的かつ新規な熱処理技術を確立した。また、本熱処理プロセスを従来の溶解鑄造法で作製した高濃度の窒素や酸素を含むチタン材に適用した際においても、著しい延性回復を確認した。上記の成果に関する国際共著論文が *Materials Science & Technology A* に掲載された。

4. 軽金属異材接合体における界面構造解析と静的・動的力学特性の向上

異種材料における接合界面の構造や物性の理解を通じて接合体の特性や機能を把握し、それらの制御や適正化へ展開することは、マルチマテリアル構造化技術の社会実装において重要な課題である。環境負荷低減を基本とした軽金属材料における衝撃エネルギー吸収性能の向上を目的に、工業用金属材料で最も低比重である Mg 合金 (Mg-3%Al-1%Zn/AZ31 合金) 板材と純 Al 板材の積層構造化を提案し、AZ31/Al 異種材料における接合界面に形成する金属間化合物層の厚さ制御により同積層材の衝撃破壊特性が著しく向上を実証した。具体的には、AZ31/Al 積層材を試作し、その接合界面に生成する 2 種類の金属間化合物を同定した上で、固相拡散現象に基づき、各化合物の成長挙動を明らかにすると共に、それぞれの生成に必要な活性化エネルギーを算出した。その値を用いて各化合物層の厚さが異なる AZ31/Al 積層材を試作するために必要な熱処理温度および保持時間を設定した。静的力学試験 (引張・剪断試験) および動的力学試験 (小型シャルピー衝撃試験) を用いて、各積層材料における引張特性と衝撃破壊特性に及ぼす各化合物層の厚さの影響を明らかにした。また、荷重を付与した際に発生する化合物層内でのき裂の進展挙動について SEM 内引張試験でのその場観察を通じて、衝撃破壊特性の向上に有効な金属間化合物層の厚さを同定することに成功した。本成果は、*Materials Characterization* (IF; 3.220) において国際共著論文として掲載された。

(2) 研究に対する自己評価

平成 30 年度の研究活動を通じて、査読付き学術論文 20 報 (うち IF 付英文誌 18 報、国際共著論文 15 報) が掲載され、国内学会発表 7 件、国際会議にて 8 件の講演発表 (うち基調講演 4 件、招待講演 1 件) を行うなど、同研究領域では国内外で高い研究水準にあると考える。他に、7 件の特許出願など積極的な活動を通じて知の社会還元も十分に果たした。文部科学省特別経費「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を通じて、モンクット王立工科大学、チュラロンコン大学、中国科学技術院、西安理工大学、西北工業大学、マレーシア工科大学、マラヤ大学等との国際協働研究を通じて、査読付き共著学術論文 15 報が *Materials Science & Technology A* や *J. Alloys and Compounds*、*Materials Letters* などに掲載された。また、本学国際共同研究推進プログラムによる米国 UCLA、豪州 RMIT、タイ KMUTT との共同研究を実施した。なお、民間企業との共同研究を含めた H31 年度における研究予算 (外部資金獲得総額) は 74 百万円であり、研究環境も十分に整備できたと考える。なお、計算科学に関する研究領域における国内第一人者である出村雅彦先生 (国立研究開発法人物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門副部門長) を 2019 年度先端基

礎科学分野・招へい教授として迎え入れ、「AI とデータで加速する材料研究」と題した特別講演会を開催した。

4. 4 教育に対する自己評価

機械系博士前期課程 M1/M2 学生を対象に「機械材料学」「ナノ界面設計学」の講義を行い、機械材料の設計に不可欠な破壊力学・構造力学に加え、加工・熱処理による金属材料の高強靱性化に関して講義を行った。また博士後期課程学生の学位審査委員（副査）を担当すると共に、博士後期課程学生 2 名、前期課程学生 4 名、学部 4 年生 2 名の研究指導を行った。加えて、本学 FrontierLab@OU プログラムにより豪州 Macquarie 大学の学生 1 名（約 6 か月）、JST さくらサイエンスプログラムを通じてタイ KMUTT の学生 2 名（約 3 週間）を受け入れて研究指導を行った。さらに、JICA 事業の一環によりエジプト日本科学技術大学 (E-JUST) から博士後期課程学生 1 名が研究生として 6 か月滞在した。以上のように国内外の学生および社会人に対する教育の質の向上を果たすことができたと考える。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

①国内外での学会等活動：材料系学協会において理事・幹事・主査・各分科会委員長などを継続就任すると共に、JICA 「エジプト日本科学技術大学 E-JUST 設立プロジェクト」国内支援委員会委員、JICA 「AUS/Seed-Net 事業」国内支援委員、NEDO 技術委員（分科会会長）、信州大学・外部諮問評価委員、民間企業の技術顧問を務めるなど、産官学連携の効率的推進に向けた活動に積極的に携わった。

②アウトリーチ活動：梅田准教授が当研究所に所属する女性所員（教職員および学生）の集まり「JWRI 女会」を 3 か月ごとに継続的に開催して、多様な経験を語り合うことでダイバーシティ推進の意識醸成を図った。また、男女協働推進センター主催の女子大学院生と企業等との交流会において、女性教員 1 名と女子学生 5 名、OG1 名が参加し、本学のダイバーシティ事業および産学連携事業へ積極的に参画した。さらに、企業との交流会における女子学生の活躍が新聞（溶接ニュース）に掲載された。

③産学連携：民間との共同研究 3 件の他、JST A-STEP 事業 1 件を継続実施した。

④国際貢献：マレーシア工科大学の Provost 選考委員および学位審査委員会委員、タイ王立 KMUTT 客員教授、多数の海外学術雑誌にて Co-Editor や Editorial Board Member を務めた。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

H31 年度は 12 名の全国共同利用研究員ならびに 1 名の国際共同研究員を受け入れ、それらの成果に関して査読付き学術論文 6 報が掲載された。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) A Novel W-Skeleton-Reinforced Al Matrix Composite by Consolidating a Newly Developed Core–Shell-Structured W-Coated Al Powder
Metall. Mater. Trans. A, 50, 7 (2019), 3301-3309.
Z. H. Xiong, Y. F. Yang, K. Kondoh and R. D. K. Misra
- (2) Heterogeneous Two-Phase Boundary of Titanium by Atomistic Simulation
AMTC Lett., 6 (2019), 228-229.
M. Yoshiyia, T. Kobayashi, A .K. Saha and K. Kondoh
- (3) Interfacial In-Situ Al₂O₃ Nanoparticles Enhance Load Transfer in Carbon Nanotube (CNT)-reinforced Aluminum Matrix Composites
J. Alloy. Compd, 789 (2019), 25-29.
B. Chen, K. Kondoh, J. Umeda, S. Li, L. Jia and J. Li
- (4) Extraordinary Reinforcing Effect of Carbon Nanotubes in Aluminium Matrix Composites Assisted by In-Situ Alumina Nanoparticles
Compos. Pt. B-Eng., 183 (2019), 107691.
B. Chen, K. Kondoh, J. S. Li and M. Qian
- (5) Regulation of Interface between Carbon Nanotubes-Aluminum and Its Strengthening Effect in CNTs Reinforced Aluminum Matrix Nanocomposites
Carbon, 155 (2019), 686-696.
X. Zhang, S. Li, B. Pan, D. Pan, L. Liu, X. Hou, M. Chu, K. Kondoh and M. Zhao
- (6) Effects of Media Parameters on Enhance Ability of Hardness and Residual Stress of Ti6Al4V by Fine Shot Peening
Surf. Interfaces, 18 (2019), 100424.
G. Ongtrakulkij, A. Khantachawana and K. Kondoh
- (7) In-situ Observation of Interaction between Dislocations and Carbon Nanotubes in Aluminum at Elevated Temperatures
Mater. Lett., 264 (2020), 127323.
B. Chen, K. Kondoh and J. S. Li
- (8) Reaction Kinetics of Cu-Ni and B₄C in Cu-Ni Alloy under Solid-State Sintering
Mater. Sci. Technol., 36 (2020), 759-764.
L. Jia, J. Xu, S. Li, Z. Lu, H. Xie and K. Kondoh
- (9) Tailoring Microstructure and Properties of a Superelastic Ti-Ta Alloy by Incorporating Spark Plasma Sintering with Thermomechanical Processing Journal of Materials Engineering and Performance
J. Mater. Eng. Perform., 28, 5 (2019), 3012-3020.
A. Bahador, S. Kariya, J. Umeda, E. Hamzah and K. Kondoh
- (10) Phase Transformation Control of Powder Metallurgy Super-Elastic Ti-Ni Alloy by Adding Co Element
Mater. Trans., 60, 8 (2019), 1583-1590.
T. Eda, A. Khantachawana, J. Umeda and K. Kondoh

- (11) Strengthening Mechanisms of Powder Metallurgy Extruded CP Titanium Materials with Zirconium and Oxygen Solid Solution via Decomposition of ZrO₂ Additives in Sintering
Mater. Trans., 60, 9 (2019), 1881-1889.
M. Fukuo, S. Kariya, J. Umeda, K. Kondoh and M. Yoshiya
- (12) Interfacial Reaction Behavior and Mechanical Properties of Pure Aluminum and Magnesium Alloy Dissimilar Materials Fabricated by Hot Press and Heat Treatment
Mater. Charact., 157 (2019), 109879.
J. Umeda, K. Kondoh, H. Sannomiya, T. Luangvaranunt, M. Takahashi and H. Nishikawa
- (13) Asymmetric Local Strain, Microstructure and Superelasticity of Friction Stir Welded Nitinol Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 767 (2019), 138344.
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, E. Hamzah, F. Yusof, H. Fujii and K. Kondoh
- (14) Synergistic Strengthening Mechanisms of Copper Matrix Composites with TiO₂ Nanoparticles
Mater. Sci. Eng. A. (2019), 138797.
A. Bahador, J. Umeda, E. Hamzah, F. Yusof, X. Li and K. Kondoh
- (15) High-Brightness and High-Power Laser Welding of Powder Metallurgy Shape Memory Alloy: Welding-Parameter-Dependent Microstructure
J. Mater. Eng. Perform. (2020), on Line.
A. Bahador, J. Umeda, M. Mizutani, E. Hamzah, F. Yusof and K. Kondoh
- (16) Mechanical Properties and Strain Hardening Behavior of Aluminum Matrix Composites Reinforced with Few-Walled Carbon Nanotubes
J. Alloy. Compd, 826 (2020), 154075.
B. Chen, Z. Li, J. Shen, S. Li, L. Jia, J. Umeda, K. Kondoh and J. S. Li
- (17) Ductility Improvement Mechanism of Ti-6Al-4V+O Sintered Material
Mater. Trans., 61, 3 (2020), 430-437.
K. Kamiyama, S. Kariya, M. Fukuo, J. Umeda and K. Kondoh
- (18) Strength-ductility Improvement of Extruded Ti-(N) Materials Using Pure Ti Powder with High Nitrogen Solution
Mater. Sci. Eng. A., 779 (2020), 139136.
A. Issariyapat, P. Visuttipitukul, T. Song, J. Umeda, M. Qian and K. Kondoh
- (19) Hydride Conductivity in an Anion-Ordered Fluorite Structure LnHO with an Enlarged Bottleneck
Chem. Mat., 31 (2019), 7360-7366.
H. Ubukata, T. Broux, F. Takeiri, K. Shitara, H. Yamashita, A. Kuwabara, G. Kobayashi and H. Kageyama
- (2) 国際会議発表論文 (査読あり)
- (1) Complex Defects and Ferroelectric Behavior in BaTiO₃-xN_{2x/3}: A First-Principles Study
AMTC Letters, Nagoya, Japan, 6 (2019.6.14-15), 236-237.
K. Shitara, T. Ogawa, A. Kuwabara, F. Takeiri, H. Kageyama and H. Moriwake

(7) 国際会議発表

- (1) Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welding between AZ31 and AA6061 with Low Rotation Speed
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Z. Fu, K. Chen, Z. Zhang, K. Kondoh and M. Wang
- (2) High Strength and Ductility Titanium Materials with Cheap Alloying Elements Fabricated by Powder Metallurgy
TMS2020, San Diego, USA (2020.2.23-27)
K. Kondoh, T. Tanaka, S. Kariya and J. Umeda
- (3) Microstructural Characterization of Laser Welded Shape Memory Alloy Produced by Powder Metallurgy
CMA 2019, Beijing, China (2019.8.19-22)
A. Bahador, J. Umeda and K. Kondoh
- (4) Influence of Heat Treatment on Strength and Ductility Improvement of High Nitrogen Dissolved in α -Ti Alloy
PMTi2019, Salt Lake City, USA (2019.9.24-27)
A. Issariyapat, J. Umeda and K. Kondoh
- (5) A Comparative Study on the Laser Welding Versus Friction Stir Welding of Ti-Ni Alloy
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, H. Fujii and K. Kondoh
- (6) Influence of Processing Parameters and Nitrogen Solid Solution on Microstructures of Pure Titanium Materials Fabricated by Selective Laser Melting
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Issariyapat, J. Umeda and K. Kondoh
- (7) Site Selectivity of Hydride Ions in Hexagonal $\text{BaVO}_3\text{-xHx}$: A First-Principles Analysis
PACRIM13, Naha, Japan (2019.10.27-31)
K. Shitara, T. Yamamoto, H. Kageyama, H. Moriwake and A. Kuwabara
- (8) Prediction and Mechanism of Tensile Strengthening in Single β -Phase Ti-Ta Alloys with Oxygen Solutes
NIMS WEEK Academic Symp., Tokyo, Japan (2019.10.30)
K. Yokota, K. Shitara, A. Bahador, J. Umeda and K. Kondoh
- (9) Solutes Diffusion Mechanism and Electronic Structures in Alpha Titanium
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Shitara, M. Yoshiya, J. Umeda and K. Kondoh
- (10) First-Principles Study and Descriptor Selection of Site Preference of Hydride Anions in Hexagonal $\text{BaVO}_3\text{-xHx}$
MRM2019, Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
K. Shitara, T. Yamamoto, H. Kageyama, H. Moriwake and A. Kuwabara

(8) 国内学会発表

- (1) Al-Fe 系超急冷粉末を用いた粉末熱間押出材の諸特性
粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会, 横浜, 大阪 (2019.6.4-6)
前田 徹, 宮崎 博香, 岩崎 類, 桑原 鉄也, 井上 明子, 近藤 勝義
- (2) Al-Fe 系超急冷粉末を用いた粉末熱間押出材の諸特性
日本金属学会 2019 年秋期講演大会, 岡山 (2019.9.11-13)
前田 徹, 宮崎 博香, 岩崎 類, 桑原 鉄也, 井上 明子, 近藤 勝義
- (3) Zr 固溶 Ti-Fe 合金の針状組織形成挙動と強度解析
粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会, 横浜, 大阪 (2019.6.4-6)
寺前 拓馬, 田中 貴之, 福生 瑞希, 設楽 一希, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (4) β 単相 Ti-35 at.% Ta + O 系合金における酸素固溶挙動と強度解析
粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会, 横浜, 大阪 (2019.6.4-6)
横田 克哉, 設楽 一希, A.Bahador, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (5) 第一原理計算による複合アニオン化合物の特異な配位環境の解明
第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 札幌 (2019.9.18-21)
桑原 彰秀, 設楽 一希
- (6) Ta 安定化 β -Ti 合金における酸素固溶強化
日本金属学会 2020 年春期講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
横田 克哉, 設楽 一希, A.Bahador, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (7) 系統的実験データベースと第一原理計算に基づく α -Ti 材における固溶強化量予測モデル
日本金属学会 2020 年春期講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
設楽 一希, 吉矢 真人, 梅田 純子, 近藤 勝義

(9) 国際会議講演

- (1) Rare Metals Free Titanium Alloys Enhancing High Strength and Ductility by Atomic-Scale Microstructures Control
ICMAT2019, Singapore (2019.6.23-28)
K. Kondoh, S. Kariya, T. Tanaka and J. Umeda
- (2) Nitrogen Solid Solution Strengthening in AM Titanium Materials
APICAM2019, Melbourne, Australia (2019.6.30-7.3)
K. Kondoh, A. Issariyapat and J. Umeda
- (3) Strength and Strain Hardening of Additively Manufactured AlSi10Mg Alloys
APICAM2019, Melbourne, Australia (2019.6.30-7.3)
B. Chen and K. Kondoh
- (4) State-of-the-art Carbon Nanomaterials Reinforced Aluminum Composites
CCAM 2019, St. Julian's, Malta (2019.8.26-30)
K. Kondoh
- (5) Oxygen and Nitrogen Solid Solution Strengthened Ti Materials by SLM
Smart MADE 2019, Osaka, Japan (2019.9.1-3)
K. Kondoh, A. Issariyapat and J. Umeda

- (6) Oxygen and Nitrogen Solid Solution Strengthened Titanium Materials by Additive Manufacturing Process
JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop, Hong Kong (2019.11.6)
K. Kondoh
- (7) Microstructural and Mechanical Properties of Titanium with Solid-Solution Elements by Powder Metallurgy Process
iLim-4, Sendai, Japan (2019.10.3-4)
J. Umeda, T. Teramae, K. Shitara and K. Kondoh
- (8) Utilization of High-Purity Amorphous Silica Originated in Rice Husks as Biomass Resource
JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop, Hong Kong (2019.11.6)
J. Umeda
- (11) 解説・総説**
- (1) 窒素含有チタン粉末の特性と積層造形体における力学特性
スマートプロセス学会誌, 83 (2019), 95-101.
Ammarueda ISSARIYAPAT, 近藤 勝義, Patama VISUTTIPITUKUL, Tingting SONG, Ma QIAN, 梅田 純子
- (12) 著書**
- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 241-254.
K. Kondoh, B. Chen and J. Umeda
- (13) 特許出願・登録**
- (1) 窒素固溶チタン焼結体の製造方法
特許第 6669471 号
近藤 勝義
- (2) チタン粉末材料, チタン素材及び酸素固溶チタン粉末材料の製造方法
アメリカ 10307824
近藤 勝義, 他
- (3) 窒素固溶チタン粉末材料, チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法
アメリカ 10213837
近藤 勝義, 他
- (4) 窒素固溶チタン粉末材料, チタン素材及び窒素固溶チタン粉末材料の製造方法
中国 ZL201480073907.9
近藤 勝義, 他
- (5) 籾殻燃焼灰の無害化方法および籾殻の燃焼設備
特許第 6552502 号
近藤 勝義, 他
- (6) 焼結刃物素材およびその製造方法
特許第 6564763 号
近藤 勝義, 他

- (7) 放射性廃棄物処分場用セメント系材料
中国 ZL201680039754.5
近藤 勝義, 他
- (8) Ti-Fe 系焼結合金素材およびその製造方法
アメリカ 16/396,245
近藤 勝義

(15) 受賞

- (1) 大阪大学賞 大学運営部門
大阪大学 (2019.11.21)
近藤 勝義
- (2) 粉体粉末冶金協会平成 30 年度論文賞
(一社)粉体粉末冶金協会 (2019.06.04)
刈屋 翔太, 福生 瑞希, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (3) 大阪大学賞 大学運営部門
大阪大学 (2019.11.21)
梅田 純子

(17) 外部資金

(単位 : 千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|-------------|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究
(A) | 純チタン焼結材の高強靱化に資する固溶軽元素の
振舞いに係る包括的理解 | 近藤 勝義 | 9,360 |
| (2) | 若手研究 | 第一原理計算に基づく炭酸アパタイトの酸化物イ
オン伝導メカニズムの解明 | 設楽 一希 | 910 |

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|------------------------------------|-------|-------|
| (1) | ステンレス鋼成形管の残留応力測定と腐食環境下
での疲労強度解析 | 近藤 勝義 | 360 |
| (2) | 粉末マグネシウム合金の引抜加工材の特性評価に
関する研究 | 近藤 勝義 | 2,306 |
| (3) | 積層造形体の力学特性に及ぼす粉末特性の影響の
解明 | 近藤 勝義 | 2,160 |

受託研究

- | | | | |
|-----|---|-------|--------|
| (1) | 酸素・窒素を活用したチタン積層造形体の高強靱化 | 近藤 勝義 | 15,275 |
| (2) | チタン焼結合金の高次機能化に向けた実験解析と
計算科学の融合によるマルチスケールでの合金設
計とプロセスデザインの最適化手法の確立 | 近藤 勝義 | 32,999 |

- | | | | |
|-----|---|-------|-------|
| (3) | 航空機部材向け廉価な高強度・高延性レアメタル
フリーチタン粉末鍛造合金の開発 | 近藤 勝義 | 2,600 |
|-----|---|-------|-------|

受託事業

- | | | | |
|-----|---|-------|-------|
| (1) | さくらサイエ
ンスプラン
(B コース)
(第2回) | 近藤 勝義 | 3,906 |
| (2) | E-JUST :
Egypt-Japan
University of
Science and
Technology | 近藤 勝義 | 200 |

奨学寄付金

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | | 近藤 勝義 | 2,550 |
| (2) | | 梅田 純子 | 3,080 |

4. 8 教育

氏名：近藤 勝義

(1) 大学院等講義科目

- | | | |
|-----|--------|---------|
| (1) | 機械工学専攻 | ナノ界面設計学 |
| (2) | 機械工学専攻 | 機械材料学 |

(3) 博士論文 (副査)

- | | | |
|-----|--------------|-----------------------------|
| (1) | 機械工学専攻, 周 夢然 | マグネシウム合金 FSW 継手の組織と機械的性質の制御 |
|-----|--------------|-----------------------------|

(4) 修士論文

- | | | |
|-----|---------------|---|
| (1) | 機械工学専攻, 田中 貴之 | 鉄固溶チタン焼結圧延材における組織形成機構と力学的異方性 |
| (2) | 機械工学専攻, 上山 健人 | レーザー積層法により作製したホウ素添加 Ti-6Al-4V 合金の積層過程における組織形成機構 |

(5) 卒業論文

- | | | |
|-----|---------------|---|
| (1) | 応用理工学科, 市川 絵理 | レーザー積層造形チタン材の酸素固溶量と入熱量の変化による組織形成機構と力学特製 |
|-----|---------------|---|

- (2) 応用理工学科, 西村のどか
その場合成法による Al₃Z 粒子分散 Al 複合材の摩擦摩耗特性

氏名：梅田 純子

(1) 大学院等講義科目

(1) 機械工学専攻 ナノ界面設計学

(2) 機械工学専攻 機械材料学

(4) 修士論文

(1) 機械工学専攻, 田中 貴之
鉄固溶チタン焼結圧延材における組織形成機構と力学的異方性

(2) 機械工学専攻, 上山 健人
レーザー積層法により作製したホウ素添加 Ti-6Al-4V 合金の積層過程における組織形成機構

(5) 卒業論文

(1) 応用理工学科, 市川 絵理
レーザー積層造形チタン材の酸素固溶量と入熱量の変化による組織形成機構と力学特製

(2) 応用理工学科, 西村のどか
その場合成法による Al₃Z 粒子分散 Al 複合材の摩擦摩耗特性

4. 9 社会貢献

氏名：近藤 勝義

(1) 学会役員

(1) (一社)スマートプロセス学会 編集委員会 委員

(2) (一社)日本機械学会 日本機械学会論文集 アソシエイトエディタ

(3) (一社)日本機械学会 Mechanical Engineering Journal アソシエイトエディタ

(4) (一社)日本機械学会 Mechanical Engineering Letters アソシエイトエディタ

(5) (一社)日本塑性加工学会 粉体加工成形プロセス分科会 主査

(6) (一社)日本塑性加工学会 支部役員(支部商議員)55期

(7) (一社)粉体粉末冶金協会 理事

(8) (一社)粉体粉末冶金協会 渉外広報委員会 委員長

- (9) (一社)粉体粉末冶金協会 財務会員増強委員会 委員
- (10) (一社)粉体粉末冶金協会 新粉末冶金入門講座 実行委員
- (11) (一社)粉体粉末冶金協会 2019 年度研究功績賞・研究進歩賞選考委員

(2) 国際会議委員

- (1) 2nd International Conference on Advanced Composite Materials (ICACM 2019) Technical Committee

(4) 企業等への貢献

- (1) トーホーテック(株) アドバイザー

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (独)日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員 第2段階書面審査審査委員
- (2) (独)日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員 第1段階審査委員(書面審査)
- (3) Annals of Pharmacology and Pharmaceutical Sciences Editorial Board Member
- (4) Current Biochemical Engineering Executive Guest Editor
- (5) Current Graphene Science Editor-in-Chief
- (6) International Journal of Materials Technology and Innovation Editor
- (7) International Journal of Materials Technology and Innovation Editorial Board Member
- (8) JOM Reviewer
- (9) Journal Nanotechnology and Nanomaterials Research Editor
- (10) Journal of Material Science and Technology Research Editorial Board Member
- (11) Nanoparticle Journal Editorial Board Member
- (12) Organic Polymer Material Research Editorial Board Member
- (13) Predicting Microstructural Evolution during Forging of Ti Alloys Guest Editor
- (14) The Open Materials Engineering Editorial Board Member

- | | |
|---|-------------------------------|
| (15) University of Malaya | Programme External Assessor |
| (16) アセアン工学系高等教育ネットワーク
プロジェクト・フェーズ 4 | 国内支援委員会 委員 |
| (17) エジプト日本科学技術大学(E-JUST)プ
ロジェクトフェーズ 3 | 国内支援委員会 委員(工学教育・研究) |
| (18) エジプト日本科学技術大学(E-JUST)プ
ロジェクトフェーズ 3 | 国内支援委員会専門部会工学ワーキング・グ
ループ委員 |

(6) 研究留学生

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| (1) 特別研究学生 : PETER NYANOR | TiC 粒子と CNT 添加によるアルミニウム複合
材料の創製 |
|---------------------------|------------------------------------|

(7) 社会への情報発信

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| (1) 特色ある教育 : カップリング・インター
ンシップ(CIS) | 大阪大学ニューズレター No.81 (2019.09.27) |
|---------------------------------------|--------------------------------|

氏名 : 梅田 純子

(2) 国際会議委員

- | | |
|--------------------|---------------------|
| (1) Visual-JW 2019 | Executive Committee |
|--------------------|---------------------|

(7) 社会への情報発信

- | | |
|---|---------------------|
| (1) 輝け, まだ見ぬ自分! 高校生が未来を描
く 日経ウーマノミクスプロジェクト | 日本経済新聞 (2019.08.27) |
|---|---------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名 : 近藤 勝義

一般公募研究課題

- | | | |
|-------------------------------------|-------|--|
| (1) 京都大学大学院
エネルギー科学研究科 | 林 潤 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関
する研究 |
| (2) 大阪大学大学院
工学研究科 機械工学専攻 | 赤松 史光 | 燃焼場におけるもみ殻シリカの球状化に関
する研究 |
| (3) 大阪大学大学院
工学研究科
知能・機能創成工学専攻 | 吉矢 真人 | 第一原理計算による固溶元素の力学特性へ
の振舞いと界面構造・界面特性の解明 |

- | | | | |
|------|--|-------|---|
| (4) | 大阪大学大学院
工学研究科 附属アトミック
デザイン研究センター | 井藤 幹夫 | 電磁エネルギー支援プロセスを利用した金属・半導体材料の機能制御 |
| (5) | 大阪大学大学院
文学研究科 | 福永 伸哉 | 超高精細表面性状分析による古代青銅鏡の
摩滅痕生成過程の解明 |
| (6) | 東京大学
未来ビジョン研究センター | 古月 文志 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能
発現機構の解明 |
| (7) | 東北大学
材料科学高等研究所 | 熊谷 明哉 | SKPM 及び SECM 複合解析法を用いた異種
金属の接合界面の腐食反応の検証 |
| (8) | 東北大学大学院
工学研究科 | 栗田 大樹 | セラミクス粒子強化 Ti 基複合材料の引張破
壊挙動評価 |
| (9) | 東北大学大学院
工学研究科 | 石上 竜伍 | セラミクス粒子強化 Ti 基複合材料の引張破
壊挙動評価 |
| (10) | 東北大学大学院
工学研究科 | 帷子 健一 | セラミクス粒子強化 Ti 基複合材料の引張破
壊挙動評価 |
| (11) | 北海道大学
病院歯周・歯内療法科 | 宮治 裕史 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能
発現機構の解明 |
| (12) | 北海道大学
病院歯周・歯内療法科 | 西田絵利香 | 単分散 CNT を利用した金属材料の高機能
発現機構の解明 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|---|-----------|--|
| (1) | Northwestern Polytechnical
University, China | Chen Biao | Microstructure and mechanical properties of
light alloys and their composites |
|-----|---|-----------|--|

(2) 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 12 |
|-----|----|----|

接合評価研究部門
接合構造化解析学分野

接合評価研究部門 接合構造化解析学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、溶接・接合科学を主としてものづくり全工程における熱源・材料・プロセス・力学が連成した諸現象の数理モデル化に関する研究と教育を行い、その成果に基づいて、工学問題へ実用化する数値シミュレーションのソフトウェア JWRIAN を開発している。前者は、未解明現象のモデリングに必要な現象の理解と数値計算手法に関する基礎研究であり、研究のシーズに相当し、後者は、こうしたシーズの各種接合構造体の機能および信頼性評価という実用的ニーズに向けての展開である。また、溶接・接合技術および各種加工技術を用いて作製される製品における変形や残留応力などの予測と制御、ならびに、異種材料で作製される不均質構造体の強度についても研究を行っている。さらに、接合構造化解析学分野は、溶接における計算科学に関する応用研究の推進と人材の育成を目的とし所内組織として設立された国際連携溶接計算科学研究拠点において、溶接力学シミュレーション技術を産業界へ実用化するための活動を積極的に行っている。

4. 2 研究課題

1. 陽解法と陰解法のハイブリッド解法に関する研究とソフト JWRIAN-Hybrid 開発
2. 場計測技術と有限要素法を融合したソフト JWRIAN-MFEM の研究開発
3. 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード肉盛溶接による船舶補修技術と疲労寿命向上
4. 機能傾斜材料 3D プリンティングの熱伝導・熱応力・熱変形の解析
5. 金属と樹脂複合材の 3 種類接合プロセスにおける数値解析熱力学モデルの構築
6. 第 3 世代超高張力鋼板のスポット溶接プロセスと強度評価に関する研究
7. 自動車部品の型レス塑性加工とレーザ曲げ加工における数値解析モデルの構築
8. コールドスプレー固相结合による積層プロセスの数理解析モデリング
9. MAG 溶接法を用いた車体部品溶接継手の溶込み形状予測
10. ジルカロイ円管と SiC/SiC 複合材料円管との直接接合法の開発
11. アルミニウム合金の抵抗スポット溶接における溶接性予測
12. タングステンへの銅肉盛り接合体作製技術の開発
13. 低放射化フェライト鋼とステンレス鋼との異材接合技術開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 陽解法と陰解法のハイブリッド解法に関する研究とソフト JWRIAN-Hybrid 開発

大規模な溶接熱弾塑性解析の計算時間を短縮するために、村川、柴原、麻は、それぞれ ISM 陰解法、理想化陽解法 (IEFEM)、加速陽解法 (ACEXP) を提案した。これらの解法には優れた点があれば課題もある。本研究では、溶接の加熱過程と冷却過程に陽解法と陰解法の利点をそれぞれ活用したハイブリッド解法を開発し、解析の効率化と精度向上を図った。また、溶接構造体の建造には薄板や厚板をそれぞれ利用していることを考慮し、ソリッド要素およびシェル要素を用いるハイブリッドモデリング手法と要素技術を開発した。さらにハイブリッド有限要素法の溶接プログラム JWRIAN-Hybrid を開発し、溶接非定常熱伝導・熱弾塑性力学挙動の解析を実施し、解析精度を保証しながら、隅肉継手やパイプ突合せ継手および重ね継手を対象にして溶接変形と残留応力を高効率かつ高精度で予測した。

2. 場計測技術と有限要素法を融合したソフト JWRIAN-MFEM の研究開発

近年、試験体の表面にスプレーにより作られたランダムパターンの表面模様を利用した画像相関 DIC 法または電気エッチングによる規則的なグリッドパターンを使用したデジタル画像グリッド法 (DIGM) は変位場計測技術として広く利用されている。本研究では、薄板鋼板やアルミ合金における非線形変形特性、局所破断ひずみ、延性破壊限界を高精度に解析するため、変位場計測技術 (Measurement) と有限要素法 (FEM) を融合させる解法 (MFEM) を開発した。本手法の利用手順としては、まず計測点を有限要素法 (FEM) の節点とし、計測点の過渡変位を節点変位に代入し、応力とひずみを直接に計算することになる。本 MFEM 手法に基づいて開発したソフトウェア JWRIAN-MFEM により自動車用超高強度鋼板やアルミ合金の薄板引張試験中における局所的な大塑性変形、局所応力および延性破壊損傷値の計算を行い、MFEM 実用性を検証した。特に、従来の複雑な試験による延性破壊限界の測定法と比較して、MFEM を用いることにより簡単な単軸引張試験で材料の延性破壊限界値を同定できる。

3. 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード肉盛溶接による船舶補修技術と疲労寿命向上

船舶修繕における課題として、船舶に発生した疲労亀裂を補修しても、数年後に補修部に疲労亀裂が再発してしまう現象が挙げられる。そのため、補修部で亀裂を再発しない溶接施工法が望まれている。

この対策に、本研究グループが考案した低変態温度 (LTT) 溶接材料を用いた圧縮残留応力の付与技術と応力集中の低減技術である「LTT 伸長ビード肉盛溶接法」が実用化される可能性が高まっている。本施工法は、疲労寿命 4 ~ 10 倍の延伸が実証され、且つ脆性破壊の抑制効果も数値解析から予測され、破壊靱性試験で実証されている。

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構「研究成果展開事業・研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)」に採択され、補修施工法を最適化し、実船適用に必要な船級承認データをすべて取得している。研究成果としては、全姿勢溶接が可能な低変態温度溶接材料 (LTT-B) を開発した。

4. 機能傾斜材料 3D プリンティングの熱伝導・熱応力・熱変形の解析

現在、同種材料 3D プリンティング技術の研究が盛んに行われているが、今後、機能傾斜材料 3D プリンティング技術は必ず必要とされる。このような次世代異材製造技術を研究するには、造形過程の熱流動・熱伝導と熱ひずみ・熱応力を高速・高精度でシミュレーションできる技術の開発が必須となる。

本研究では、陽解法と陰解法の長所を活用したハイブリッド高速化計算手法とソフトウェア JWRIAN-Hybrid を開発すると共に、機能傾斜材料 3D プリンティングによる熱伝導および熱ひずみ・熱応力などの過渡現象の解析を行った。具体的な応用例としては、異材 3D プリンティング技術を用いて、直接接合できないチタン TC4 とセラミックス ZrC-SiC の間に TC4 と SiC の機能傾斜材料 (FGM) という中間層を作ることにより、TC4-FGM/ZrC-SiC の接合継手を製作し、諸製造工程における熱伝導・熱応力・熱変形を精度高く解析した。

5. 金属と樹脂複合材の 3 種類接合プロセスにおける数値解析熱力学モデルの構築

近年、輸送機器においては軽量化を目的に薄板超高張力鋼材やアルミニウム合金が使われている。また、更なる軽量材料として非金属である樹脂複合材の利用が注目されている。本研究では、レーザーや抵抗スポットおよび摩擦熱などの 3 種類熱源をそれぞれ用いた金属と樹脂複合材を接合し、接合メカニズムを解明した。さらに、3 種類の接合プロセスにおける熱・力学の連成現象を数値解析し、接合条件と接合強度の相関関係を明らかにした。

6. 第3世代超高張力鋼板のスポット溶接プロセスと強度評価に関する研究

自動車車体の衝突安全性能や軽量化および車体構造の合理化を図るため、引張強度も伸び率もよい第3世代超高張力鋼板の利用技術や接合技術が求められている。同時に接合継手、特に車体構造の組立によく利用されている抵抗スポット溶接継手の強度評価技術と強度予測技術の確立が不可欠である。本研究では、スポット溶接部や熱影響部およびコロナボンド部などの局部における非線形力学特性および破断限界を明らかにするため、微小引張試験片を用いて溶接継手の不均一な材料の応力ひずみ特性や破断ひずみを同定した。

7. 自動車部品の型レス塑性加工にとレーザ曲げ加工における数値解析モデルの構築

インクリメンタルシートフォーミング (ISF) は、型レス塑性加工技術として注目されている。板材プレス成形法と比較して、ISF 成形法は、簡単な工具を所定の加工経路に移動させることにより薄板を設計形状に徐々に成形する方法であり、高価な金型と専用プレス機を必要としない。本研究では、大型自動車部品を型レス ISF で成形する数値シミュレーション技術を開発し、型レスの ISF 成形時に生じる割れ、しわおよびスプリングバックを、高精度・高効率で予測した。さらにスプリングバックを見込んだ部品形状と加工経路の最適化設計を行った。

レーザ熱源を用いて、自動車車体の美しさを求める鋭角曲げのキャラクターラインを加工するレーザフォーミングの数値解析モデルを構築した。

さらに、型レス ISF による車体の全体曲面形状を加工し、キャラクターラインを加工する ISF-Laser 型レス成形法を新たに開発した。数値解析および実験による ISF-Laser 型レス成形法の実用性を明らかにした。

8. コールドスプレー固相结合による積層プロセスの数理解析モデリング

超音速コールドスプレーの数十ナノ秒間で起こる動的な粒子変形と結合過程が直接観察できない。本研究では、従来のコールドスプレーと独創的なその場ピーニングと融合した金属固相積層材における粒子の変形と界面の再結晶形態を、FIB/SEM/EBSD/TEM などの先進装置で分析し、結合粒子の動的変形、再結晶現象および内部残留応力を定量化・可視化する新しい動的な材料モデルを開発した。さらにコールドスプレーの4次元動的解析モデル(3次元形状と動的時間)を用いて、金属粒子の内部と表面で数十ナノ秒間に起こる、①超高ひずみ速度、②超大塑性変形、③衝突発熱、④酸化層の破壊、⑤固相動的再結晶という5つの材料挙動を数値解析で再現した。

9. MAG 溶接法を用いた車体部品溶接継手の溶込み形状予測

MAG 溶接法は高効率なアーク溶接法であり、様々な溶接継手の作製に用いられているが、MAG 溶接では溶込み形状がフィンガー形状になるという特徴を有しており、その溶込み形状が継手の溶接変形や強度に影響を及ぼす。そのため、溶込み形状の予測法の確立が強く望まれている。昨年度、新たに開発した点熱源を含んだ三次元非定常熱伝導解析法を用いて、実用溶接継手である、重ね溶接ならびに水平隅肉溶接継手の溶け込み形状予測に必要な、アーク圧力半径、熱源比率(=点熱源とアークによる表面分布熱源の比)、アークの狙い位置を明らかにしてきた。令和元年度は、これまでは、トーチ先端からの距離で決定していた点熱源の投入深さを、溶接の実現象に対応させて、溶融池表面からの深さで決定する手法を開発し、MAG 溶接においては、点熱源が投入可能な最大深さは、比較的、溶融池表面近傍であることを明らかにした。また、溶接の実施工現場において制御が難しい、部材間にギャップがある場合の溶け込み形状予測について、水平隅肉溶接継手を対象に検討を行い、溶融池表面からの投入可能深さを深くすることで、ギャップ部への溶滴の流れ込みも含めて、溶け込み形状が再現可能であることを明らかにした。

10. ジルカロイ円管と SiC/SiC 複合材料円管との直接接合法の開発

軽水炉型原子力発電所における、事故耐性燃料システムの開発の一つとして、現在はジルカロイ円管が使用されている燃料被覆管の代替材料の開発研究が進められており、その一つとして、炭化ケイ素繊維強化型炭化ケイ素複合材料 (SiC/SiC 複合材料) で作製された円管が考えられている。本研究では、SiC/SiC 複合材料円管を燃料被覆管として用いる場合に必要となる要素技術の一つである、円管の封止技術として、SiC/SiC 複合材料円管とジルカロイ円管との直接接合法の開発を進めている。令和元年度は、これまでの知見に基づき、SiC/SiC 複合材料円管とジルカロイ円管との間に封入するチタン微粉末の封入方法、およびチタン微粉末以外の助剤の可能性について基礎的な検討を行うため、SiC/SiC 複合材料平板とジルカロイ平板を用いて、レーザー照射による接合試験を実施した。その結果、チタン微粉末などの助剤を封入する手法としては、鍵形状の二段の溝で幅 500 μm のスリット加工 (全体幅 500 μm 、深い部分の幅 350 μm) を用いることで、レーザー照射に起因した熱衝撃による助剤の飛散を抑制可能であることを明らかにした。また、助剤としては、チタン微粉末に加えて、チタン-ジルコニウム-銅系のロウ材を加えたほうが、レーザー照射後に SiC/SiC 複合材料とジルカロイとの間に良好な接合層が形成されることを明らかにした。

11. アルミニウム合金の抵抗スポット溶接における溶接性予測

近年、輸送機器の軽量化を目的として、最大引張強度が 1 GPa 以上の超高張力鋼の自動車用鋼板の適用が拡大しているが、スポット溶接継手の強度向上には、必ずしもつながっていない。そこで、大阪大学と大阪府立大学が抵抗スポット溶接後のナゲット形成や温度履歴に注目したシミュレーションを担当し、東京理科大学が破壊力学的な評価を担当する形で共同研究を進めている。令和元年度は、これまでに実施してきた、アルミニウム合金のスポット溶接におけるナゲット形成過程の高精度化を目的として、板-板間および電極-板間の発熱抵抗が、溶け込み形状形成過程に及ぼす影響について検討を行った。その結果、最近のスポット溶接解析で提唱されている、スポット溶接中の局所的な接触面間 (板-板間および電極-板間) の圧力が発熱抵抗に及ぼす因子が、溶け込み形状形成過程に及ぼす影響は、アルミニウム合金の場合には、小さいことを明らかにした。そして、アルミニウム合金は鉄鋼材料と異なり、材料の降伏点が明確ではないため、一般に 0.2% 耐力を降伏点と設定するが、その降伏点の温度依存性が、ナゲット形成過程の予測結果に大きく影響することを明らかにした。つまり、アルミニウム合金のスポット溶接におけるナゲット形成過程の高精度な予測のためには、アルミニウム合金の加工硬化モデルの高精度化が必要であることを明らかにした。

12. タングステンへの銅肉盛り接合体作製技術の開発

次世代の発電システムとして期待されている核融合炉の実現に向けて、国際熱核融合実験炉 ITER の建築が日本、EU、ロシア、米国、韓国、中国、インドの 7 極の協力により進められている。そして、ITER の炉内構造物のなかで、炉心プラズマ中の不純物の排気、ならびに高熱負荷・粒子負荷の除去を行うダイバータは高 Z 材であるタングステンで作製される予定であり、冷却管を構成する銅合金 (CuCrZr) との異材接合が必要不可欠である。これまで、ロウ材を用いた接合法や熱間等方加圧 (HIP) 接合法を用いたタングステンと銅合金との異材接合研究が行われているが、両材料の線膨張係数の違いに起因する割れの危険性を解決するには至っていない状況である。昨年度、新たに開発された青色レーザーと赤外線 (IR) レーザとを複合させたレーザー加工システムを用いて、タングステンへの銅肉盛り接合体作製試験を行い、連続的な肉盛り接合体を形成するためには、IR レーザの高出力化が必要であることを明らかにした。令和元年度は、IR レーザの高出力化に代わる手法として、銅肉盛り接合体の基材であるタングステンの寸法を変化させて、複合レーザー加工システムを用いたタングステンへの銅肉盛り接合体実験を行い、連続的な肉盛り接合体作製の可否について

検討を行った。具体的には、50×50×2.0 mm のタングステン薄板の側面に、銅肉盛り接合体試験を行った。その結果、部分的ではあるが連続的な銅肉盛り接合体作製に成功し、昨年度に実施した有限要素法による熱伝導解析結果に基づいた予測が正しいことを明らかにした。

13. 低放射化フェライト鋼とステンレス鋼との異材接合技術開発

低放射化フェライト鋼 F82H は、現在、フランスで建設が進められている、国際核融合実験炉 ITER において、日本がトリチウム増殖ブランケットの試験に用いる機器（テストブランケットモジュール）の第一候補材料である。そして、F82H で作製予定のテストブランケットモジュールを ITER に設置する場合には、ステンレス鋼 SUS316L で作製される冷却水配管との異材接合が必要不可欠である。これまで、F82H と SUS316L との異材接合技術として、高輝度・高出力ファイバー・レーザを用いた、突き合わせ異材接合継手作製実験を進めており、レーザの照射位置を SUS316L 側に移動させることで、熔融金属部のマルテンサイト化を抑制可能であることを見出してきた。しかしながら、接合条件の尤度が極めて狭いため、実施工を見据えた、接合法の改良が求められている。そこで令和元年度は、F82H と SUS316L とを突き合わせ接合する際、接合境界面に、SUS309S あるいは Inconel 625 を挿入し、ファイバー・レーザ溶接における、溶接条件の緩和を目指した実験を行った。その結果、挿入する材料が SUS309S または Inconel 625 のいずれの場合でもあっても、ファイバー・レーザの照射位置を、挿入した材料、あるいは SUS316L 側に移動させることで、熔融金属部のマルテンサイト化を抑制した異材接合継手が作製可能であることを明らかにした。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、溶接接合技術に関連した力学現象の数値シミュレーションに関する研究を主として実施しており、実構造物への適用を視野に入れた大規模かつ高速な熱弾塑性解析法の開発においては世界のトップレベルであり、薄板構造から厚板構造に至る幅広い実用問題に対する適用も進んでいる。具体的には、上記の 13 研究テーマについて、数値計算手法の研究とソフトウェア JWRIAN の開発、さらにそれらを用いた数値シミュレーションにより物理現象を明らかにした。研究成果は、各種溶接構造物の安全性、健全性をより高め、その信頼性向上に大いに貢献している。査読付き学術論文 15 件、国際会議発表論文 3 件（査読有り）、国内発表論文 1 件（査読有り）、国内発表論文 8 件、国内学会発表 23 件、国際会議講演 21 件、国内会議講演 5 件、国際会議招待講演 1 件、解説・総説 1 件を、執筆あるいは講演した。特許は 2 件、受賞は 6 回であった。外部資金については合計総額 4048 万円、そのうち科学研究費補助金 1 件（143 万円）、受託研究 1 件（442 万円）、受託事業 1 件（278 万円）、民間との共同研究 12 件（総額 2700 万円）を受け入れた。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、主として工学研究科地球総合工学専攻（船舶海洋工学コース）および工学部地球総合工学科（船舶海洋工学科目）の学生を対象として教育を行っており、講義においては、『数値構造解析』（大学院）、『弾塑性学』（大学院）、『船舶海洋工学ゼミナールⅠ』（大学院）、『船舶海洋工学ゼミナールⅡ』（大学院）、『数値構造解析学』（学部 3 年）、『海事専門実用英語』（学部 3 年）、『基礎構造解析学』（学部 3 年）、『海洋工学実験』（学部 3 年）、『先端教養科目』（全学共通教育）、『基礎セミナー』（全学共通教育）を担当している。大学院生の研究指導においては、博士後期課程 7 名、博士前期課程 8 名の指導を行った。また、学部学生 8 名の卒業研究指導も行っており、教育・研究指導の両面において貢献している。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、以下の役職などを通して社会貢献において期待される役割を果たしている。

- ① 国内外での学会等活動；(一社)日本塑性加工学会理事会直属財務委員会委員、(一社)溶接学会の軽構造接合加工研究委員会委員長、溶接情報化委員会副委員長、溶接構造研究委員会幹事、(一社)日本溶接協会の溶接情報センター運営委員会委員長、同システム検討委員会委員長、広報ワーキング委員、同コミック制作グループリーダー、出版委員会委員、試験問題 DB 検討ワーキング委員、溶接技術者交流会運営グループ委員、学識会員、日本溶接会議の第 3 委員会委員長、第 10 委員会委員を務めた。
- ② 産学連携：民間企業との共同研究等を通じて、産学連携を推進している。
- ② 国際貢献：International Institute of Welding (IIW) 第 3 委員会日本代表を務めた。
- ③ その他社会貢献：公的委員会の主査など：(独)日本学術振興会第 133 委員会委員、(国研)量子科学技術研究開発機構核融合炉工学研究委員会専門委員、核融合科学研究所共同研究員、関西原子力懇談会調査委員会委員、また公益財団の審査委員を務めた。
- ④ 国際会議「Int Conf. Visual-JW2019 & WSE2019」の主催委員長、「5th Annual World Congress of Smart Materials-2019 (WCSM-2019)」アドバイザー委員、「Metal forming 2020」プログラム委員会委員、「THERMEC'2020 (11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials)」のアドバイザー委員を務めた。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野は、全国共同利用の制度を活用して、令和 31 年度は、「溶接・接合技術におけるデジタルツイン」という重点課題で国内共同研究員 5 名、一般研究課題で「国内共同研究員 19 名、国際共同研究員 10 名をそれぞれ受入れ、共同研究の成果を 11 件の共著論文として発表した。又、先導的重点課題での連携を引継ぐ形で東京理科大学、広島大学等と“溶接プロセスから経年化構造までの一気通貫シミュレーションの実現”を目指した共同研究を実施した。個別の共同研究としては、東北大学と「レーザー加熱インプリント加工を用いた金属ガラス回折格子作製における温度分布のシミュレーション解析」、東海大学と「ショットピーニングによる圧縮残留応力の生成に関する研究」、豊橋科学技術大学と「接着と機械結合のハイブリッド接合の力学解析」、金沢大学と「超音速衝撃による固相積層 Cu 材の残留応力測定」、大阪府立大学と「溶接高温割れの予測技術」や室蘭工業大学と「セラミックス-金属材料の接合技術に関する研究」、本学工学研究科と「核融合炉用低放射化金属に関する研究」、本学産業科学研究所と「低温と圧力なしの条件による Ag と Au の焼結接合」も行い、成果を挙げている。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Influence of Scanning Speed on Microstructure and Properties of Laser Cladded Fe-Based Amorphous Coatings
Materials, 12, 8 (2019), 1-15.
X. Hou, D. Du, B. Chang and N. Ma
- (2) Effect of Substrate Temperature on the Microstructure and Interface Bonding Formation of Plasma Sprayed Ni20Cr Splat
Surf. Coat. Technol., 371 (2019), 36-46.
J. Wang, X.-T. Luo, C.-J. Li, N. Ma and M. Takahashi
- (3) Effect of Laser Beam Models on Laser Welding–Brazing Al to Steel
J. Opt. Laser Technol., 122, 2 (2019), 105845.
H. Xia, W. Tao, L. Li, C. Tan, K. Zhang and N. Ma
- (4) 投射角度を持ったショットピーニングの数値解析
日本塑性加工学会論文誌, 60, 704 (2019), 8-13.
太田 高裕, 堤 成一郎, 麻 寧緒
- (5) Effect of Mechanical and Solid-State Joining Characteristics on Tensile-Shear Performance of Friction Self-Piercing Riveted Aluminum Alloy AA7075-T6 Joints
J. Mater. Process. Technol., 278 (2019), 116543 (10pages).
Y. Ma, B. Yang, M. Lou, Y. Li and N. Ma
- (6) Finite Element Analysis of Residual Stress in 2.25Cr-1Mo Steel Pipe during Welding and Heat Treatment Process
J. Manufacturing Processes, 47, 11 (2019), 110-118.
S. Ren, S. Li, Y. Wang, D. Deng and N. Ma
- (7) Modification of Residual Stress Distribution in Welded Joint of Titanium Alloy with Multi Electron Beam Heating AA7075-T6 Joints
J. Mater. Process. Technol., 278 (2019), 116504 (13pages).
J. Lin, N. Ma, X. Liu and Y. Lei
- (8) Correlating Particle Impact Condition with Microstructure and Properties of the Cold-Sprayed Metallic Deposits
J. Mater. Sci. Technol., 40, 1 (2019), 185-195.
Y. Li, Y. Wei, X. Luo, C. Li and N. Ma
- (9) Probing Residual Stresses in Stationary Shoulder Friction Stir Welding Process
Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2019), 91-98.
B. Vicharapu, H. Liu, H. Fujii, K. Narasaki, N. Ma and A. De
- (10) Failure Competition Behavior of 9Cr/617 Dissimilar Welded Joint during LCF Test at Elevated Temperature
Mater. Sci. Eng. A. (2019), 138810 (10Pages).
Y. Gao, C. Shao, H. Cui, N. Ma and F. Lu

- (11) Numerical Analysis on Coaxial One-Side Resistance Spot Welding of Al5052 and CFRP Dissimilar Materials
Materials and Designs (2019), 1-10.
S. Ren, Y. Ma, S. Saeki, Y. Iwamoto and N. Ma
- (12) Predicting Welding Residual Stress of a Multi-pass P92 Steel Butt-Welded Joint with Consideration of Phase Transformation and Tempering Effect
J. Mater. Eng. Perform., 28, 12 (2019), 7452-7463.
S. Ren, S. Li, Y. Wang, D. Deng and N. Ma
- (13) 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード溶接による疲労寿命延伸効果に関する一考察
圧力技術, 40, 1 (2020), 185-195.
松崎 拓也, 村川 英一, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 平岡 和雄, 大沢 直樹, 岡田 公一, 谷野 忠一, 志賀 千晃, 矢島 浩
- (14) Influence of Energy Ratio on Dual-Spot Laser Welded-Brazed Al/steel Butt Joint
J. Mater. Process. Technol., 281 (2020), 116624.
H. Xia, L. Li, N. Ma, C. Tana and J. Gong
- (15) Experimental Studies on Joinability of Zircaloy and SiC/SiC Composite with Titanium Powder
IJCES, 1 (2019), 56-62.
H. Serizawa, N. Nakazato, Y. Sato, M. Tsukamoto, J. S. Park and H. Kishimoto

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) New Approach of Characteristic Tensor to Mixed Mode Crack Propagation
The 25th Int. Conf. on Computational & Experimental Engineering and Sciences, Tokyo, Japan (2019.3.24-28), 32-34.
K. Saito, T. Hirashima, N. Ma and H. Murakawa
- (2) Thermal-mechanical FE Analysis of Laser Assisted Lap Joining of Plastics and High Strength Steel
The 72th IIW annual assembly & international conference, Bratislava, Slovakia, IIW-C-X-1945-19 & IIW-C-IV-1450-19 (2019.7.7-12), 1.
Y. Okawa, Y. Kitani, Y. Ma and N. Ma
- (3) Computational Prediction of Penetration Shapes in MIG Welding of Practical Aluminum Alloy Joints
Mathematical Modelling of Weld Phenomena, Graz, Austria, 12 (2018.9.23-26), 17-26.
H. Serizawa, S. Sato and F. Miyasaka

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) 基板材料が Sn-Ag-Cu はんだ接合部の熱疲労特性に与える影響
第 26 回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム論文集, 横浜, 26 (2020.1.28-29), 65-68.
森下 真衣, 榎崎 邦男, 麻 寧緒, 西川 宏

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 有限要素法を用いた熱疲労特性に与える Sn-Ag-Cu はんだ接合部形状の影響評価
第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集 (2019.9.12-13), 135-138.
森下 真衣, 麻 寧緒, 榎崎 邦男, 西川 宏

- (2) マグネシウム合金 AZ31B とアルミ合金 AA6061-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 360-364.
馬 運五, 李 永兵, 麻 寧緒
- (3) 片側同芯電極を用いたアルミ合金 / CFRP 抵抗スポット溶接プロセスの数値解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 365-370.
任 森棟, 馬 運五, 佐伯 修平, 岩本 善昭, 檜崎 邦男, 麻 寧緒
- (4) 溶接変形解析における高温材料特性の影響に関する検討
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 492-496.
功刀 厚志, 上田 秀樹, 麻 寧緒, 芹澤 久
- (5) マルチ半導体レーザ集光システムを用いたタンゲステンへの銅粉体肉盛り接合試験
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 57-60.
島岡 淳, 芹澤 久, 佐藤 雄二, 原 隆裕, 塚本 雅裕, 谷川 博康
- (6) 改良型粒子法を用いた摩擦攪拌接合法によるバナジウム合金 / ステンレス鋼接合プロセス解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 433-439.
芹澤 久, 小倉 啓嵩, 光藤 健太, 宮坂 史和
- (7) 点熱源を用いた三次元非定常熱伝導モデルによる実用鉄鋼 MAG 継手の溶け込み解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 420-427.
佐藤 真悟, 芹澤 久, 宮坂 史和
- (8) 溶接力学シミュレーション研究会の設立趣旨とその活動内容
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 469-472.
柴原 正和, 河原 充, 中谷 光良, 山崎 洋輔, 小田 和生, 只野 智史, 中谷 祐二郎, 高倉 大典,
深澤 大志, 功刀 厚志, 成田 忍, 柳田 信義, 村上 寛企, 小野里 尚, 野戸 大河, 大谷 直之,
上田 秀樹, 永木 勇人, 芹澤 久, 前田 新太郎, 麻 寧緒, 村川 英一

(7) 国際会議発表

- (1) Analysis and Observation of Solid State Cold-Spray Additive Manufacturing Using a New Material Model Considering Strain Hardening, Ultra-High Strain Rate Hardening, Thermal Softening and Recrystallization
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Q. Wang, N. Ma, M. Takahashi, X. Luo and C. Li
- (2) Comparative Study of Solidification Behaviors of Weld Pool through Modelling of Heat Transfer and Fluid Flow During Single- and Multiple-layer Deposits of 2319-aluminum Alloy Based on Variable Polarity Gas Tungsten Arc Welding
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Du, R. Geng, Z. Wei and N. Ma
- (3) Computation of Residual Stresses in Friction Stir Based Welding Techniques
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
B. Vicharapu, H. Liu, K. Narasaki, N. Ma and H. Fujii
- (4) Ductile Damage Criterion for Sn-Ag-Cu Solder Failure Prediction Using Finite Element Method
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Morishita, K. Narasaki, N. Ma and H. Nishikawa

- (5) Effect of Alloy Compositions on Volume Expansion Accompanying Martensitic Transformation in Low Transformation Temperature Weld Metals Ultra-High Strain Rate Hardening, Thermal Softening and Recrystallization
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Z. Feng, X. Di, S. Wu and N. Ma
- (6) Efficient Thermo-mechanical Simulation Approaches for Arc and Wire Based Additive Manufacturing
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
H. Huang, J. Chen, Z. Feng, N. Ma and H. Murakawa
- (7) Evaluation of Singular Stress Field at Crack Tip Considering Welding Residual Stress Using Characteristic Tensor
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Saito, T. Hirashima, N. Ma and H. Murakawa
- (8) Experiment and Theory of Buckling Failure of Si Grating for Imprinting Mold
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Datekyu, N. Ma, W. Yashoro and H. Kato
- (9) Hardening, Ultra-High Strain Rate Hardening, Thermal Softening and Recrystallization for Solid State Cold-Spray Additive Manufacturing
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Q. Wang, N. Ma, M. Takahashi, X. Luo and C. Li
- (10) Investigation of Residual Stress in Multi Arc-based Cooperative Metal Additive Manufacturing
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
R.-W. Geng, J. Du, Z.-Y. Wei and N. Ma
- (11) Numerical Modelling and Its Validity for Coaxial One-Side Resistance Spot Welding of Metals and Plastics
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Ren, Y. Ma, S. Saeki, Y. Iwamoto, K. Narasaki and N. Ma
- (12) Relieving the Residual Stress in the ZrC-SiC Ceramic and TC₄ Alloy Brazed Joint Using Laser Deposited Functionally Graded Material Layers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Shi, J. Li, J. Feng and N. Ma
- (13) Tear Strength Modeling and Improvement of Steel and Aluminum CMT Lap Joint
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Lin, L. Lu, N. Ma, Y. Lei and F. Guo
- (14) Thermo-Mechanical Coupling Simulation for the Refill Friction Stir Spot Welding of AA6061 Alloy and Q235 Steel
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
M. Yu, Y. Tang, W. Chen, L. Zhou, H. Zhao and N. Ma
- (15) Computational Analysis of Inhomogeneous Behavior in Friction Stir Welding of Aluminum Alloy By Using A New Coupled Method of MPS and FEM
72nd Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Bratislava, Slovakia (2019.7.7-9)
H. Serizawa and F. Miyasaka

- (16) Basic Study on Numerical Analysis of Friction Stir Welded Dissimilar Joint with New Particle Method Based on MPS
Materials Science & Technology 2018 (MS&T 18), Portland, USA (2019.9.29-10.3)
H. Serizawa, K. Mitsufuji and F. Miyasaka
- (17) Study on Joinability of V-alloy/Stainless Steel Dissimilar Joint Fabricated by FSW Tool with Hard Thin Film
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
H. Serizawa, Y. Morisada, H. Fujii and T. Nagasaka
- (18) Development of Copper Deposition on Tungsten with Blue and Infrared Diode Lasers
19th Int. Conf. on Fusion Reactor Materials (ICFRM-19), Ja Jolla, USA (2019.10.27-11.1)
H. Serizawa, J. Shimaoka, Y. Sato, T. Hara, M. Tsukamoto and H. Tanigawa
- (19) Basic Study on Copper Deposition Method to Tungsten with Blue and Infrared Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Shimaoka, H. Serizawa, Y. Sato, T. Hara, M. Tsukamoto and H. Tanigawa
- (20) Computational Prediction of Penetration Shape in Horizontal Fillet MAG Welded Joint with Gap
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Sato, H. Serizawa and F. Miyasaka
- (21) Numerical Analysis of Friction Stir Welded V-Alloy/SUS316L Joint with New Particle Method Based on MPSs
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
H. Serizawa, H. Ogura, K. Mitsufuji and F. Miyasaka

(8) 国内学会発表

- (1) Idealized Weld Shape Design for Reduction of Stress Concentration Using Method of Tensile Triangles
2019年6月日本船舶海洋工学会春季講演会, 長崎 (2019.4.17-19)
Z. Feng and N. Ma
- (2) Modeling of Residual Stresses in Stationary Shoulder Friction Stir Welding
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
B. Vicharapu, H. Liu, H. Fujii, K. Narasaki, N. Ma and A. De
- (3) 異材レーザー積層残留応力に及ぼす材料特性の影響
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
王倩, 榑崎 邦男, 麻寧緒
- (4) 過渡変位場の計測と FEM による溶接熱応力の解析
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
李望南, 黄輝, 殷咸青, 榑崎 邦男, 麻寧緒
- (5) 固相変態とテンパリングを考慮した P82 鋼板溶接残留応力の解析
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
任森棟, 麻寧緒, Dean Deng

- (6) 金属と樹脂複合材の同芯電極片側抵抗スポット溶接におけるデジタルツイン(第1報:A5052/CFRP同芯電極片側抵抗スポット溶接条件の最適化解析)
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
任森棟, 馬運五, 佐伯修平, 岩本善昭, 榎崎邦男, 麻寧緒
- (7) 金属粉末超音速衝撃結合とその場ピーニングを融合した高密度固相積層プロセスの可視化解析(第1報:超音速衝撃粒子の超塑性変形を予測する材料モデルの開発)
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
王倩, 麻寧緒, 高橋誠, Xiaotao LUO, 李長久
- (8) 拘束が高温割れ発生に及ぼす影響に関する検討
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
前田 新太郎, 沖見 優衣, 芦田 峻, 生島 一樹, 柴原 正和, 麻寧緒
- (9) 超高強度アルミ合金 7075-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
馬運五, 李永兵, 麻寧緒
- (10) 低変態温度溶材の凝固結晶組織と力学特性や溶接変形及び残留応力の関係
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
馮中元, 邱新杰, 呉世品, 麻寧緒
- (11) 有限要素解析による AZ31/A6061 異材摩擦攪拌接合継手のツールオフセットの影響検討
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
功刀厚志, 竹内 瞭介, 麻寧緒, 崔正原, 青木 祥宏, 藤井 英俊
- (12) アルミ合金と樹脂材の摩擦重ねスポット接合における熱発生および熱伝導の解析
2019年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉(2019.10.12-13)
K. Shimakawa and N. Ma
- (13) インクリメント板成形技術の研究開発と実用 - ひずみ分布が寸法精度に及ぼす影響(第3報)-
2019年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉(2019.10.12-13)
宮本 健二, 三輪 紘敬, 内山 典子, 村上 亮, 麻寧緒, Y. Abdel-Nasser, Sherif Rashed
- (14) インクリメント板成形技術の研究開発と実用 - 厚板インクリメント成形のモデルと解析(第4報)-
2019年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉(2019.10.12-13)
S. Wu, Y. Ma, S. Rashed and N. Ma
- (15) マグネシウム合金 AZ31B とアルミ合金 AA6061-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合
2019年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉(2019.10.12-13)
馬運五, 李永兵, 麻寧緒
- (16) 鋼板と樹脂複合材の重ねレーザー溶接による熱伝導および熱応力の解析
2019年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉(2019.10.12-13)
馬運五, 夏 鴻博, 大川 陽子, 麻寧緒
- (17) Study of Solidification Cracking under FCB Welding of Butt Welding
令和元年日本船舶海洋工学会 秋季講演会, 姫路(2019.11.21-22)
S. Maeda, Y. Okimi, S. Tanioka, N. Kiji, M. Shibahara and N. Ma

- (18) 片側同芯電極を用いたアルミ合金／CFRP抵抗スポット溶接プロセスの数値解析
溶接構造シンポジウム 2019, 大阪 (2019.12.3-4)
S. Ren, Y. Ma and N. Ma
- (19) 鉄鋼 MAG 溶接の溶け込み形状解析における点熱源投入深さの影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
芹澤 久, 佐藤 真悟, 宮坂 史和
- (20) MPS 法に基づいた改良型粒子法を用いた異材摩擦攪拌接合プロセス解析
(公社)日本金属学会 2019 年秋期大会, 岡山 (2019.9.11-13)
芹澤 久, 小倉 啓嵩, 光藤 健太, 宮坂 史和
- (21) 水平隅肉 MAG 溶接の溶け込み形状解析における板間ギャップの影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
佐藤 真悟, 芹澤 久, 宮坂 史和
- (22) 高融点活性金属を用いた NITE-SiC/SiC 複合材料のロウ付けの検討
(公社)日本金属学会 2020 年春期大会(開催中止), 東京 (2020.3.17)
西條 友章, 中里 直史, 芹澤 久, 岸本 弘立
- (23) 点熱源を用いた実用鉄鋼 MAG 水平隅肉溶接の溶け込み形状解析
(公社)日本金属学会 2020 年春期大会(開催中止), 東京 (2020.3.17)
芹澤 久, 佐藤 真悟, 宮坂 史和

(9) 国際会議講演

- (1) Bonding Mechanism and Particle Deformation of Metallic Solid-State Additive Manufacturing
The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
N. Ma

(10) 国内会議講演

- (1) 溶接専用ソフト JWRIAN による熱応力ひずみのシミュレーション
溶接学会 第 125 回軽構造接合加工研究委員会, 東京 (2019.5.6)
麻 寧緒
- (2) 溶接加工・塑性加工・強度評価における数値解析手法の研究開発とその実用化
日本船舶海洋工学会関西支部 2019 年度第 1 回若手技術者研修会, 大阪 (2019.6.28)
麻 寧緒
- (3) 溶接変形と残留応力のシミュレーション
2019 年度 溶接工学専門講座 ものづくり力伝承講座～溶接構造知識を深める～, 東京 (2019.10.7)
麻 寧緒
- (4) 粒子法－有限要素法連成解析による摩擦攪拌接合時の固有ひずみ予測法
(一社)溶接学会・軽構造接合加工研究委員会・第 125 回委員会, 東京 (2019.6.5)
芹澤 久, 宮坂 史和

- (5) 摩擦攪拌接合法を用いた V 合金 / ステンレス鋼異材接合試作試験および数値解析による接合プロセス評価
(一社)溶接学会・軽構造接合加工研究委員会・第 126 回委員会, 大阪 (2019.9.6)
芹澤 久, 森貞好昭, 藤井 英俊, 森 裕章, 宮坂 史和, 長坂 琢也

(11) 解説・総説

- (1) 溶接残留応力ひずみの予測手法と塑性加工部品への適用
ぶらすとす, 2, 16 (2019), 209-212.
麻 寧緒
- (2) デジタルツインを用いた金属と樹脂複合材の抵抗スポット接合への取組み
溶接技術, 68, 3 (2020), 45-49.
佐伯 修平, 麻 寧緒

(13) 特許出願・登録

- (1) 曲げ加工機、曲げ加工方法及びプログラム
特願 2019-187497
麻 寧緒, 他 1 名
- (2) 角回し隅肉溶接ルートの疲労寿命延伸技術
特願 2020-11775
麻 寧緒, 他 3 名

(15) 受賞

- (1) 優秀ポスター賞
(一社)軽金属溶接協会 (2019.06.12)
前田 新太郎(D2)
- (2) Lecture Award
西安交通大学 (2019.07.22)
N. Ma
- (3) 接合科学共同利用・共同研究研究賞
大阪大学接合科学研究所 (2019.09.27)
太田 高裕, 麻 寧緒, 堤 成一郎
- (4) The Excellent Paper Award to Student
WSE2019 (2019.11.21)
Qian Wang (D2)
- (5) 若手優秀ポスター賞
(公社)日本船舶海洋工学会 (2019.11.21)
前田 新太郎(D2)
- (6) 接合科学共同利用・共同研究研究賞
大阪大学接合科学研究所 (2019.09.27)
中里 直史, 岸本 弘立, 芹澤 久

(17) 外部資金

(単位：千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|---------|----------------------------------|------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) | 金属微粉体援用による局所レーザ加熱無機-金属材料直接接合法の確立 | 芹澤 久 | 1,430 |
|-----|---------|----------------------------------|------|-------|

民間等との共同研究

- | | | | | |
|------|--|------------------------------------|------|-------|
| (1) | | 高張力鋼の抵抗スポット溶接の引張試験における破断解析に関する研究 | 麻 寧緒 | 1,200 |
| (2) | | 線溶接継手の予測に関する研究 | 麻 寧緒 | 9,108 |
| (3) | | 鋼橋の製作における溶接シミュレーションによる変形予測ソフトの開発 | 麻 寧緒 | 1,296 |
| (4) | | 高張力鋼板の微小曲げワレ現象の計測と解析 | 麻 寧緒 | 2,400 |
| (5) | | スポット継手の強度評価に関する研究 | 麻 寧緒 | 3,240 |
| (6) | | 溶接部の熱弾塑性解析 | 麻 寧緒 | 600 |
| (7) | | レーザフォーミングの加工メカニズム解析に関する共同研究 | 麻 寧緒 | 1,080 |
| (8) | | 抵抗 SPOT 溶接 LME 割れの強度シミュレーションに関する研究 | 麻 寧緒 | 3,600 |
| (9) | | 抵抗スポット溶接接手固有ひずみの実験的計測方法に関する研究 | 麻 寧緒 | 1,000 |
| (10) | | 原型炉内異材接合体作製技術及び残留応力推定法に関する研究 | 芹澤 久 | 1,194 |
| (11) | | アルミスポット溶接シミュレーション手法の確立 | 芹澤 久 | 900 |
| (12) | | 車体部品の溶接継手部の最適化技術の開発 | 芹澤 久 | 3,000 |

受託研究

- | | | | | |
|-----|--|---|------|-------|
| (1) | | 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード肉盛溶接による船舶補修技術と疲労寿命向上の実証研究 | 麻 寧緒 | 4,420 |
|-----|--|---|------|-------|

受託事業

- | | | | | |
|-----|--------------------------------|--|------|-------|
| (1) | さくらサイエンスプラン
(Bコース)
(第3回) | | 麻 寧緒 | 2,782 |
|-----|--------------------------------|--|------|-------|

奨学寄付金

(1) 麻 寧緒 6,353

4. 8 教育

氏名：麻 寧緒

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| (1) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
| (2) 地球総合工学科 | 海事英語 |
| (3) 地球総合工学科 | 数値構造解析学 |
| (4) 地球総合工学専攻 | Computational Structure Analysis |

(3) 博士論文 (副査)

- | | |
|---|--|
| (1) マテリアル生産科学専攻, 富田 祐輔 | 二液自硬性の積層造形砂型の強度特性と鋳鋼への適用 |
| (2) 知能・機能創成工学専攻, Zhang Zheng | Ag paste sinter joining for die attach on Au, Cu and Al surface metallizations in high-temperature application |
| (3) 地球総合工学専攻,
Ruiz Valdes Hector Olmedo | Numerical Study on the Stability of Residual Stresses Induced by Hammer Peening into a Welded Joint under Cyclic Loading |
| (4) 地球総合工学専攻,
César De Jesús Pinzón Acosta | Study on the Influence of Carbon Dioxide on the Oxy-Hydrogen Cutting Performance |

(4) 修士論文

- | | |
|-------------------|---|
| (1) 地球総合専攻, 島川 活志 | Heat generation and thermal conduction analysis in Friction Lap Spot Joining of aluminum alloys and CFR |
|-------------------|---|

(5) 卒業論文

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| (1) 地球総合工学科, 角 和磨 | アークエア・ガウジングを含めた溶接変形の解析 |
| (2) 地球総合工学科, 山上 捷太 | 浸炭材における熱処理残留応力の生成過程に関する解析 |
| (3) 地球総合工学科, 山田 悠貴 | 薄板レーザーフォーミングの鋭角曲げ試験と数値解析 |

- | | |
|--------------------|---|
| (4) 地球総合工学科, 森村 将志 | アルミ / 鋼板の摩擦攪拌重ね継ぎ手における強度評価と熱プロセス現象の数値解析 |
| (5) 地球総合工学科, 入江 健太 | 低変態温度金属のレーザ溶融コーティング処理による圧縮残留応力の生成 |

氏名：芹澤 久

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|----------------|
| (1) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
| (2) 地球総合工学科 | 海洋工学実験 |
| (3) 地球総合工学科 | 基礎構造解析学 |
| (4) 地球総合工学専攻 | 船舶海洋工学ゼミナール I |
| (5) 地球総合工学専攻 | 船舶海洋工学ゼミナール II |
| (6) 地球総合工学専攻 | 弾塑性学 |

(4) 修士論文

- | | |
|---------------------|--|
| (1) 地球総合工学専攻, 佐藤 真悟 | Computational Prediction of Penetration Shape in MAG Welded Steel Joint with Point Heat Source |
|---------------------|--|

(5) 卒業論文

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| (1) 地球総合工学科, 成廣 翔 | アルミ合金のスポット溶接における接触面加圧力を考慮した解析モデルの検討 |
|-------------------|-------------------------------------|

4.9 社会貢献

氏名：麻 寧緒

(1) 学会役員

- | | |
|------------------------|----------------------|
| (1) (一社)溶接学会 溶接構造研究委員会 | 溶接構造シンポジウム 2019 副委員長 |
| (2) (公社)日本船舶海洋工学会 | KSSG 委員会 幹事 |

(2) 国際会議委員

- | | |
|---|-----------------------|
| (1) Annual Academic Exchange Seminar between Osaka University and Shanghai Jiao Tong University
(2019 Academic Exchange Workshop on Materials Joining) | Session organizer |
| (2) Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Chairman |
| (3) 5th Annual World Congress of Smart Materials-2019 (WCSM-2019) | Advisory Board Member |
| (4) Metal forming 2020 | Committee member |

(3) 他大学等での非常勤講師

- | | |
|--|--|
| (1) 上海交通大学 | 特別講義
「Special Lecture on assessment of welded joints and computational welding mechanics」 |
| (2) 北京工業大学 | 特別講義
「Special Lecture on computational welding mechanics」 |
| (3) 天津大学 | 特別講義
「Special Lecture on computational welding mechanics」 |
| (4) 西安交通大学 | 特別講義
「Computational approach to welding deformation and residual stress」 |
| (5) Saint Petersburg State Marine Technical University | 特別講義
「Special Lecture on computational welding mechanics」 |

(6) 研究留学生

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| (1) 研究生：張 世俊 | 金属／樹脂異種材料接合界面での界面反応に関する研究 |
| (2) 研究生：WU SONG | 金属インクリメント成形性に関する研究 |
| (3) 研究生：黄 文嘉 | 座屈モードと振動モードの固有値解析 |

氏名：芹澤 久

(1) 学会役員

- | | |
|-----------------|---------------|
| (1) (一社)日本原子力学会 | 和文・英文論文誌 編集委員 |
|-----------------|---------------|

- | | | |
|------|------------|---------------------------|
| (2) | (一社)日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会委員長 |
| (3) | (一社)日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会システム検討委員会委員長 |
| (4) | (一社)日本溶接協会 | 溶接情報センター委員会委員 |
| (5) | (一社)日本溶接協会 | 試験問題 DB 検討ワーキング委員 |
| (6) | (一社)日本溶接協会 | 出版委員会委員 |
| (7) | (一社)日本溶接協会 | 広報ワーキング委員 |
| (8) | (一社)日本溶接協会 | 広報ワーキング委員 コミック制作グループリーダー |
| (9) | (一社)日本溶接協会 | 溶接技術者交流会運営グループ委員 |
| (10) | (一社)日本溶接協会 | 学識会員 |
| (11) | (一社)溶接学会 | 溶接構造研究委員会幹事 |
| (12) | (一社)溶接学会 | 軽構造接合加工研究委員会委員長 |
| (13) | (一社)溶接学会 | 溶接情報化委員会副委員長 |

(2) 国際会議委員

- | | | |
|-----|--|----------------------------------|
| (1) | The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation | Executive Committee |
| (2) | THERMEC'2020 (11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials) | International Advisory Committee |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | | |
|-----|-------------------|------------------|
| (1) | (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 日本溶接会議第 10 委員会委員 |
| (2) | (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 日本溶接会議第 3 委員会委員長 |
| (3) | (公財)スズキ財団 | 審査委員 |
| (4) | (独)日本学術振興会 | 第 133 委員会委員 |
| (5) | (独)日本学術振興会 | 科学研究費委員会専門委員 |

- | | |
|-----------------|-------|
| (6) 核融合科学研究所 | 共同研究員 |
| (7) 新構造材料技術研究組合 | 専門調査員 |

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：麻 寧緒

一般公募研究課題

- | | | |
|------------------------------------|-------|--|
| (1) 金沢大学人間科学系 | 佐々木敏彦 | X線残留応力測定による溶接部の評価 |
| (2) 金沢大学大学院
自然科学研究科
機械科学専攻 | 新谷 正義 | 超音速衝撃による固相積層 Cu 材の残留応力測定 |
| (3) 九州工業大学大学院
工学研究院 | 趙 徳超 | 抵抗シーム溶接によりマグネシウム合金表面の高エントロピー合金コーティングの接合プロセスと接合条件適正化の数値解析 |
| (4) 九州大学大学院
工学研究院
海洋システム工学部門 | 柳原 大輔 | 線状加熱による船体用鋼板の絞り加工に関する研究 |
| (5) 大阪大学 産業科学研究所 | 陳 伝とう | 溶接・接合技術におけるデジタルツインに関する研究 (FS 型) |
| (6) 東海大学 工学部
動力機械工学科 | 太田 高裕 | ショットピーニングの数値解析手法の検討 |
| (7) 東京大学 工学系研究科
システム創成学専攻 | 小菅 寛輝 | 様々な負荷履歴により材料損傷を受ける部位の損傷記述に有効なひずみ勾配法の確立とその3次元化 |
| (8) 東京大学 工学系研究科
システム創成学専攻 | 川畑 友弥 | 様々な負荷履歴により材料損傷を受ける部位の損傷記述に有効なひずみ勾配法の確立とその3次元化 |
| (9) 東北大学 工学研究科
金属材料研究所 | 達久 将成 | レーザー加熱中の金属ガラスリボンの変形状態のシミュレーション |
| (10) 豊橋技術科学大学
機械工学系 | 安部 洋平 | 塑性加工と接着剤を併用して接合された部品の強度を評価 |
| (11) 豊橋技術科学大学 工学部 | 森 謙一郎 | X線残留応力測定による溶接部の評価 |

先導的重点課題 [溶接・接合技術におけるデジタルツインに関する研究 (FS 型)]

- | | | |
|-----|---|----------------------------|
| (1) | (国研)物質・材料研究機構
構造材料研究拠点接合・造
型分野溶接・接合技術グ
ループ | 北野 萌一 |
| (2) | 大阪大学産業科学研究所 | 陳 伝とう |
| (3) | 大阪大学大学院工学研究科
地球総合工学専攻 | RUIZVALDES
HECTOROLMEDO |
| (4) | 大阪府立大学大学院工学研
究科 / 航空宇宙海洋系専攻 | 生島 一樹 |
| (5) | (国研)物質・材料研究機構
構造材料研究拠点接合・造
型分野溶接・接合技術グ
ループ | 中村 照美 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|---|-----------------|--|
| (1) | Harbin Institute of
Technology / Material Science
and Engineering / Materials
Processing Engineering | Xia Hongbo | Development of Material model and strength
evaluation of welded joints |
| (2) | Harbin Institute of Technology
/ School of Materials Science
and Engineering / State Key
Laboratory of Advanced
Welding and Joining | Yu Mingrun | Development of fast computing method for
welding problems |
| (3) | Harbin Institute of
Technology/ School of
Materials Sciences and
Engineering/ Welding
Mechanics and Reliability | Liu Yong | Analysis of thermal stress and deformation |
| (4) | Southwest Jiaotong
University, School of Materials
Science and Engineering | Zhang Chengsong | Mechanism and Design of dissimilar materials
joining by first principle calculation |
| (5) | Tsinghua University/
Department of Mechanical
Engineering | Chang Baohua | Numerical modeling of laser metal deposition
process of superalloys |
| (6) | Xi'an Jiaotong University/
School of Mechanical
Engineering | Geng Ruwei | Development of fast computing method for
welding problems |

- | | | | |
|------|--|---------------|--|
| (7) | Chalmers University of Technology | Lang Xiao | Digital twin for advanced welding and joining technologies |
| (8) | Chongqing University / College of Materials Science and Engineering | Deng Dean | Digital twin for advanced welding and joining technologies |
| (9) | Department of mechanical and engineering, Tsinghua University | Wang Jinnan | Digital twin for advanced welding and joining technologies |
| (10) | School of Materials Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University | Shao Chendong | Digital twin for advanced welding and joining technologies |

氏名：芹澤 久

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|--------------------------------------|-------|---|
| (1) | 室蘭工業大学大学院
工学研究科もの創造系領域 | 岸本 弘立 | レーザ局所加熱によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発 |
| (2) | 室蘭工業大学大学院
工学研究科もの創造系領域 | 杉本 凌一 | レーザ局所加熱によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発 |
| (3) | 室蘭工業大学大学院
工学研究科もの創造系領域 | 西條 友章 | レーザ局所加熱によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発 |
| (4) | 室蘭工業大学大学院
工学研究科もの創造系領域 | 中里 直史 | レーザ局所加熱によるセラミック-金属材料の接合に関する研究開発 |
| (5) | 東京理科大学 理工学部
機械工学科 | 岡田 裕 | 建造から品質・安全性・寿命までの評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発 |
| (6) | 東北大学大学院
工学研究科 | 渡邊捷太郎 | 金属材料におけるき裂発生の数値モデル |
| (7) | 東北大学大学院
工学研究科 | 野上 修平 | 金属材料におけるき裂発生の数値モデル |
| (8) | 電気通信大学大学院
情報理工学研究科
機械知能システム学専攻 | 遊佐 泰紀 | 建造から品質・安全性・寿命まで評価可能な四次元可視化 CAE システムの開発 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|----|
| (1) | 合計 | 11 |
|-----|----|----|

接合評価研究部門
接合構造化評価学分野

接合評価研究部門 接合構造化評価学分野

4. 1 研究概要

産業のグローバル化に対応した革新的ものづくりを実現するには、材料の機能・特性を活かせるように構造化し、供用下において高い信頼性を発現・維持できるように継手設計を行うことが重要である。本研究分野は、溶接・接合で組み立てられる構造物や工業製品の耐破壊安全性評価を担い、材料強度/継手強度から構造全体の健全性を評価できる手法を構築することを目指した教育研究を行う。研究の特徴は、ローカルアプローチによる損傷・破壊評価にあり、これによって小型破壊靱性試験片と大型構造要素の強度・性能を結びつけ、供用下で生じうる損傷やキズの許容限界を設計段階で提示できる手法を具現化する。研究成果は、国内規格・国際規格及びガイドラインの形で標準化し、一般社会に還元する。

4. 2 研究課題

- 1) ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価
- 2) 溶接構造物の供用適性評価手法の開発
- 3) 異材接合体の破壊靱性及び界面強度評価
- 4) 動的荷重下での破壊性能評価
- 5) 高速亀裂伝播/停止の科学的探求

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. ワイブル応力を駆使した鋼構造の破壊安全性評価

太陽系外惑星の探査や宇宙初期の天体の成り立ちの解明等に期待される次世代超大型望遠鏡(TMT)が計画されている。日本、アメリカ、カナダ、中国、インドの五カ国の国際プロジェクトである。日本では、国立天文台が駆動系・制御系を含む望遠鏡構造の計画を推進し、三菱電機(株)がその基本設計と詳細設計を、日立造船(株)が主構造の製造技術を担当している。この製造技術に関する研究を本研究所の日立造船先進溶接技術共同研究部門が管轄し、本分野が主構造部材の疲労強度及び脆性破壊強度評価に協力している。

TMTとは、Thirty Meter Telescopeの略称で、その名が示すごとく有効口径が30mの巨大望遠鏡である。望遠鏡を回転させる土台構造はAzimuth構造と呼ばれ、各点で多方向からパイプが交わる多軸パイプ構造となっている。このAzimuth構造の要求仕様は、 -16°C のサバイバル温度で1,000年に1度の大地震(3.5G)に耐えることであり、厚板パイプが多軸接続することによる、①大きな塑性拘束、②完全溶込み溶接とすることのできない未溶融部の存在、③溶接残留応力の3要因から、脆性破壊の可能性が指摘されている。

2019年度は日立造船先進溶接技術共同研究部門が主催して、ハワイ島にてTMTの耐破壊安全性評価に関する研究会が催され、本分野が開発したワイブル応力手法による研究成果を発表した。TMT実大構造要素のワイブル応力解析と溶接部破壊靱性試験の結果、多軸パイプ接続部に1/3円周の表面欠陥(未溶融部)が仮に存在したとしても、脆性破壊の危険性は極めて低く、要求仕様を十分満たすことを顕示した。

2. 溶接構造物の供用適性評価手法の開発

本分野のこれまでの研究成果について次の2つの講演を行った。

- ・本研究所主催のVisual-JW2019国際会議：プレナリー講演「International Standardization of

Constraint-Based Assessment of Fracture for Steel Components]

- ・(一社)溶接学会溶接構造研究委員会主催の溶接構造シンポジウム 2019：記念講演「鋼構造物の脆性破壊評価手順の国際標準化：ISO 27306」

両講演では、ISO 27306 改正版(2016年発行)と日本溶接協会規格 WES 2808(動的繰返し大変形を受ける溶接構造物のぜい性破壊性能評価方法)の改正版(2017年発行)を中心に、溶接構造物の供用適性評価手法の開発成果を紹介した。WES 2808は、ISO 27306を組み入れた地震荷重下での耐破壊安全性に関する我が国独自の評価手法で、次の2つの特徴を有する。

- ① 動的・繰返し荷重下での破壊靱性評価法：動的負荷及び繰返し負荷による予ひずみは、一般に鋼材の破壊靱性を低下させる。このため、鋼構造の耐破壊安全性評価のためには、動的・繰返し荷重下での破壊靱性値が必要であるが、そのような靱性値は入手容易でなく、素材の静的破壊靱性値で代用する温度シフト概念を導入した。
- ② 構造要素の塑性拘束緩和を考慮した CTOD 破壊靱性の補正：従来の破壊力学的手法は、構造要素の耐破壊性能を過度に安全側(小さめ)に評価する傾向にあり、高強度鋼ほどその傾向が大きい。その原因は構造要素の塑性拘束緩和にあり、合理的な破壊評価が得られるよう、ワイブル応力破壊基準に基づく限界 CTOD の塑性拘束補正(ISO 27306で標準化)を導入した。

WES 2808の適用性検証については、柱・梁構造実大試験体の繰返し載荷試験を行い、梁端の破壊ひずみが WES 2808による予測値とほぼ一致することを確認している。

3. 異材接合体の破壊靱性及び界面強度評価

機械的特性の異なる材料を組み合わせる異材接合は、船舶や圧力容器などの大型構造物に耐食性や耐熱性を付与することや、強度・剛性・延性をバランス良く組み合わせ、軽量で合理的な輸送機器を実現させるマルチマテリアル化に用いられ、社会基盤を支える科学技術として活用が期待されている。

異材接合部は接合領域の十分な強度が必要であるが、異材接合である故の強度ミスマッチは破壊靱性値に見かけの影響を及ぼすことが知られており、適切な靱性評価法を構築することが望まれている。本年度は、強度が著しく異なる鋼同士を接合した異種鋼板継手を対象として、シャルピー衝撃試験で接合部の破壊靱性を評価する手法の開発を進め、ワイブル応力を媒体として評価することで強度ミスマッチの度合いを考慮して予測することに取り組み、その有効性を実験で明らかにした。得られた成果は査読付き学術論文1報に掲載された。また、科学研究費補助金の研究課題「異材重ね継手の動的破壊プロセスの解明による強度評価手法の開発」に取り組み、レーザ溶接によって強度の異なる薄鋼板の重ね継手を作製し、その継手強度を支配する要因について引張せん断試験中の動体解析によって検討した。この結果は数値解析でも再現できた。

4. 動的荷重下での破壊性能評価

構造物には静的な負荷だけでなく、地震による繰返し大変形を伴う動的負荷や、衝突などによる衝撃負荷が作用することがある。衝撃負荷では慣性力の影響が無視できず、静的条件とは材料挙動が異なることを考えて、部材の性能を評価する必要がある。

動的荷重下での靱性を調べる破壊試験法としてシャルピー衝撃試験があるが、これまでの取り組みにおいて、シャルピー試験片と打撃ストライカーの接触剛性が打撃直後の荷重振動に影響することを明らかにしている。それをふまえて、衝撃部の接触問題を Hertz 理論に基づいてモデル化し、衝撃負荷時の過渡現象を再現する動的三次元シミュレーション手法の研究に着手した。この手法は日本材料学会で高く評価され、これまでに「材料の衝撃問題シンポジウム賞」を受賞している。本年度はシャルピー試験片の動的応力場について破壊力学的な考察を行い、脆性破壊発生時の応力場の強さを計装化シャルピー衝撃試験で求める手法を構築し、破壊靱性試験結果と比べて良好な精度

があることを確認した。この成果は国内会議論文1報に発表した。

5. 高速亀裂伝播 / 停止の科学的探求

鋼材のぜい性亀裂伝播は非常に高速な現象で、構造物を一瞬にして致命的な破損に至らしめるため、ぜい性破壊を防ぐことの重要性は言うまでもない。ぜい性亀裂を伝播停止させるのに必要な材料抵抗値について従来から経験的知見に基づく検討がなされているが、伝播メカニズムについては未解明な点が多く、亀裂伝播現象の基本的理解が必要である。

ぜい性破面は一般に荒々しく、破面に多くのティアリッジや分岐したへき開亀裂が観察される。ぜい性亀裂の伝播過程では、多数のマイクロクラックが発生・連結し、ティアリッジを伴う破面を生成すると考えられる。このようなマイクロクラックやティアリッジの生成は、散逸エネルギーを増大させ、ぜい性亀裂の伝播を停止させる効果があると考えられ、そのメカニズム解明に向けた研究に取り組んでいる。本年度は、①高速に伝播する亀裂付近の塑性域形成と発熱現象について数値解析し、亀裂伝播速度が大きくなるにつれ亀裂先端の温度上昇が顕著になることを確認した。さらに、②多数のマイクロクラックが亀裂分岐を促して破面粗さを増大させることで伝播抵抗が向上すると考え、伝播中に亀裂が分岐するメカニズムの解明に挑み、高速に伝播するぜい性亀裂が応力多軸度に応じて分岐することを明らかにした。また、③ティアリッジ生成に伴う散逸エネルギーを定量化するために、隣接する結晶粒それぞれの内部にへき開亀裂を模擬した鋭い切欠きをFIBによって導入した試験片を作製し、それに引張負荷を与えて破断させることでティアリッジ生成エネルギーを実験的に計測した。へき開面間距離に比例してティアリッジ破壊時の吸収エネルギーが増加することを確認し、ティアリッジ形成による散逸エネルギーを定量化できた。これらの成果を、査読付き学術論文2報と国際会議論文3報に発表した。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、接合評価研究部門を構成する4分野の一つで、材料/継手強度のfracture transferability解析を主体とする研究を通して、小型破壊靱性試験片と大型構造要素の強度・性能を結びつけ、供用下で生じうる損傷やキズの許容限界を設計段階で提示できる手法の構築を目指している。研究成果は、論文として公開することに留まらず、国内規格・国際規格及びガイドラインの形で標準化し、一般社会に還元することを基本方針としている。

2019年度は、査読付き研究論文6報(内、国際共著論文2報、共同研究員との共著論文2報)、国際会議論文5報(査読有り)、国内会議論文1報(査読有り)が掲載されると共に、国際会議発表6件、国内学会発表3件、国際会議講演7件(プレナリー講演1件、Keynote講演4件、招待講演2件)、国内会議講演7件(記念招待講演2件、招待講演5件)を行った。また、解説・総説4報、国際会議資料3件、規準・規格等の作成4件があった。これまでの多年にわたる溶接学会活動の功績に対して、溶接学会賞を受賞した。

また、2019年度の外部資金の受入は、科学研究費補助金1件、民間との共同研究2件、受託研究1件、奨学寄付金2件の合計6件で、受入合計金額は8,370千円であった。

4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、工学研究科マテリアル生産科学専攻生産科学コースの協力講座として、構造化デザイン講座構造化評価学領域を兼任し、大学院生及び学部教育研究を行っている。

2019年度は、大学院博士後期課程において構造化設計・評価学特論、前期課程において構造化評価学など8科目の講義、応用理工学科生産科学科目において構造化メカニクスなど8科目の講義を担当するとともに、応用理工学科の導入科目の応用理工学序論II、全学教育推進機構の導入科目の学問への扉及びインターネットによる英語講義を担当した。構造化評価学と構造化メカニクス

II では、それぞれ 100 頁を越える独自のテキストを講義で活用した。

2019 年度の指導学生・研究員は、博士後期課程学生 2 名 (天津大学大学院生 1 名、社会人 1 名)、前期課程学生 2 名及び学部学生 2 名で、卒業論文 1 件を主査指導した。学生との共著論文は、後期課程学生との査読付き研究論文 1 報、前期課程学生との査読付き研究論文 1 報、国際会議論文 1 報、国内会議論文 1 報であった。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

2019 年度に本分野が務めた学会役員・委員数は 62 件 (非公開のものを除く)、国・自治体・公益法人等への貢献は 7 件であった。

国際会議では、国際溶接学会 (IIW) の第 10 委員会 Chair、Visual-JW 国際会議の Program 及び Executive Committee Member、Thermec2020 国際会議のオーガナイザ及び International Advisory Member、JWRI オフィス @ 上海交通大学ワークショップ副主査、ベトナム鋼構造人材育成セミナーの専門家など、20 の国際会議委員を本研究分野で務め、国際社会への我が国の研究・教育アクティビティの発信に努めた。

国内の学・協会では、溶接学会において監事、日本溶接協会において理事、学識会員、化学機械溶接研究委員会委員長、出版委員会委員長、溶接作業指導者運営委員会委員長、国際活動委員会副委員長、鉄鋼部会技術委員会幹事、溶接管理技術者評価委員会幹事、試験小委員会委員長、原子力委員会 CAF 小委員会主査、日本溶接会議 (JIW) において第 10 委員会委員長、日本高圧力技術協会 JPVRC 施工部会長などの要職を務めた。また、公益法人等への貢献では、溶接接合工学振興会常務理事等を務めた。

学術誌編集では、Welding in the World の編集理事、Engineering Fracture Mechanics の Editorial advisory board を担当するとともに、溶接学会論文集、雑誌「溶接技術」などの国内外紙の編集委員・査読主査を担当した。

社会への情報発信は、国際溶接学会 (IIW) の年次報告に 2 件、鉄鋼新聞に 1 件、産業新聞に 1 件、雑誌「溶接技術」に 2 件、新聞「溶接ニュース」に 7 件など、合計 17 件であった。社会人教育では、溶接学会の夏季大学講師を務めた。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

2019 年度は、国内から共同研究員 16 名を受け入れた。研究成果として、共同研究員との共著による査読付き学術論文を 2 報、査読付き国際会議論文を 3 報発表した。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Cu 含有低合金鋼における二相域焼入れによる機械的特性改善の発現メカニズム
鉄と鋼, 105, 11 (2019), 1059-1069.
本間 祐太, 佐々木 元, 橋 邦彦, 南 二三吉
- (2) Effects of Annealing on the Structure and Mechanical Properties of FeCoCrNi High-Entropy Alloy Fabricated via Selective Laser Melting
Addit. Manuf. (2020), in Press.
D. Lin, L. Xu, H. Jing, Y. Han, L. Zhao and F. Minami
- (3) Fracture Toughness Evaluation for Dissimilar Steel Joints by Charpy Impact Test
Weld. World, 63, 5 (2019), 1243-1254.
Y. Takashima, Y. Ito, F. Lu and F. Minami
- (4) Contribution of Grain Size to Resistance against Cleavage Crack Propagation in Ferritic Steel
Acta Mater., 177 (2019), 96-106.
F. Yanagimoto, T. Hemmi, Y. Suzuki, Y. Takashima, T. Kawabata and K. Shibamura
- (5) Historical Review of Research on Brittle Crack Propagation Arresting Technology for Large Welded Steel Structures Developed in Japan with the Application of Kca Parameters
Mar. Struct., 71 (2020), 102737.
T. Kawabata, T. Inoue, T. Tagawa, T. Fukui, Y. Takashima, K. Shibamura and S. Aihara
- (6) Numerical Investigation on Fracture Initiation Properties of Interface Crack in Dissimilar Steel Welded Joints
Chin. J. Mech. Eng., 33 (2020), 27.
L. Zhao, C. Shao, Y. Takashima, F. Minami and F. Lu

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Improvement on Toughness of Weld Heat Affected Zone of Cu-Containing Low Alloy Steel of Long Scale Forging for Offshore Applications by Optimizing Chemical Composition
ASME 2019 38th Int. Conf. on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Glasgow, Scotland, UK, OMAE2019-95816 (2019.6.9-14)
Y. Honma, G. Sasaki, K. Hashi and F. Minami
- (2) Japanese Welding Guideline for Duplex Stainless Steel
ASME 2019 Pressure Vessels & Piping Conf., San Antonio, Texas, USA, PVP2019-93022 (2019.7.14-18)
H. Iwamoto and F. Minami
- (3) Relationship between Grain Size and Cleavage Crack Propagation Resistance in Ferrite-Pearlite Steels
13th Int. Conf. on Mechanical Behaviour of Materials (ICM13), Melbourne, Australia (2019.6.11-14)
Y. Suzuki, F. Yanagimoto, T. Hemmi, Y. Takashima, T. Kawabata and K. Shibamura
- (4) Effect of Triaxial Stress Distribution upon Roughness of Brittle Fracture Surface
12th Int. Conf. on Multiaxial Fatigue and Fracture (ICMFF12), Bordeaux, France (2019.6.24-26)
N. Nakamura, T. Kawabata, Y. Takashima, Y. Nishizono and F. Yanagimoto

- (5) Numerical Investigation of Temperature Rise Near Crack-Tip in Steel Plate During Brittle Crack Propagation
10th Int. Conf. on Impact Fracture (ISIE2019), Gmunden, Austria (2019.7.2-5), 174-180.
Y. Takashima, T. Kawabata and F. Minami

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) Vノッチ試験片の計装化シャルピー衝撃試験による破壊靱性評価法の提案
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 136-140.
高嶋 康人, 半田 恒久, 崎本 隆洋, 出口 涼介, 南 二三吉

(7) 国際会議発表

- (1) Review of Commission X Meeting, 2018-2019
C-X meeting, 72nd Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Bratislava, Slovakia (2019.7.8-10)
F. Minami
- (2) Review of Commission X Meeting, 2019
Intermedite meeting of IIW Commission X, 2020, Genoa, Italy (2020.3.13)
F. Minami
- (3) Numerical Investigation on CTOD Estimation Methods for Laser Welds
IIW 2019 Annual assembly, Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12)
Y. Takashima, C. Shao, F. Lu and F. Minami
- (4) Numerical Investigation on the Brittle Fracture Driving Force and Shielding Effect of Laser Welds
IIW 2019 Annual assembly, Bratislava, Slovakia (2019.7.7-12)
C. Shao, H. Cui, Y. Takashima, F. Minami and F. Lu
- (5) Damage Model for Predicting Ductile Crack Growth in High Strength Steel Welds
C-X meeting, 72nd Annual Assembly of Int. Inst. Welding (IIW), Bratislava, Slovakia (2019.7.8-10)
M. Ohata, H. Shoji, Y. Takashima, F. Minami and Y. Kayamori
- (6) Probabilistic Analysis for Charpy Impact Toughness of Steel for Welded Structure in Ductile-to-Brittle Fracture Transition Temperature Range
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21)
Y. Takashima and F. Minami

(8) 国内学会発表

- (1) 応力多軸度が脆性破面粗さに与える影響の調査
日本船舶海洋工学会 2019 年春季講演会, 長崎 (2019.6.3-4)
中村 徳孝, 川畑 友弥, 高嶋 康人, 西藪 祐希, 柳本 史教
- (2) 溶接金属中央に貫通亀裂を有するレーザー溶接継手の CTOD に及ぼす強度ミスマッチの影響解析
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
高嶋 康人, Chendong SHAO, Fenggui LU, 南 二三吉
- (3) ぜい性亀裂アレスト特性とシャルピー衝撃特性の対応性に関する動的数値解析
(一社)溶接学会 第 232 回 溶接構造研究委員会, 大分 (2020.1.24)
高嶋 康人, 川畑 友弥

(9) 国際会議講演

- (1) International Standardization of Constraint-Based Assessment of Fracture for Steel Components
Invited Seminar, Tianjin University, Tianjin, China (2019.5.9)
F. Minami
- (2) Strength and Fracture of Welded Joints
Symposium of MLPM-JWRI Cooperation Center, Shanghai, China (2019.5.20)
F. Minami
- (3) Welding Mechanics and Design - Strength and Fracture of Welded Joints
JFE Lecture Series for the Development of Steel Structure Engineers, Hanoi, Vietnam (2019.11.11)
F. Minami
- (4) Welding Mechanics and Design - Strength and Fracture of Welded Joints
JFE Lecture Series for the Development of Steel Structure Engineers, Ho Chi Minh, Vietnam
(2019.11.13)
F. Minami
- (5) International Standardization of Constraint -Based Assessment of Fracture for Steel Components
The 5th International Symposium on Visualization in Joining and Welding Science through Advanced
Measurements and Simulation (Visual-JW 2019/WSE 2019), Suita, Japan (2019.11.21-22)
F. Minami
- (6) Numerical Investigation on CTOD Estimation Methods for Laser Welds
The symposium of MLPM-JWRI Cooperation Center, Shanghai, China (2019.9.24)
Y. Takashima, C. Shao, F. Lu and F. Minami
- (7) Study on Impact Response of Thermoplastics for Face or Mouth Guards
The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and
International Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
Y. Takashima, T. Wada, M. Uo and F. Minami

(10) 国内会議講演

- (1) ワイブル応力による破壊評価手順とその国際標準化
日立製作所特別講演会, 東京 (2019.6.17)
南 二三吉
- (2) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学
2019 年度溶接学会夏季大学, 大阪 (2019.7.24-26)
南 二三吉
- (3) ISO 27307 の概要
原子力研究委員会 CAF 小委員会講演会, 東京 (2019.7.31)
南 二三吉
- (4) 鋼構造物の脆性破壊評価手順の国際標準化 : ISO 27306
溶接構造シンポジウム 2019, 大阪 (2019.12.3-4)
南 二三吉

- (5) 鋼構造物の脆性破壊評価手順の国際標準化：ISO 27306
溶接構造シンポジウム 2019, 大阪 (2019.12.3-4)
南 二三吉
- (6) FFS における塑性拘束補正手法：ISO 27306 と FITNET/BS7910 の比較
化学機械溶接研究委員会第 293 回委員会, 東京 (2019.12.16)
南 二三吉
- (7) 溶接・接合科学の動向と溶接力学設計への誘い
愛媛大学船舶海洋工学センターシンポジウム, 今治 (2020.3.5)
南 二三吉

(11) 解説・総説

- (1) 脆性き裂分岐・マイクロブランチの脆性破壊抵抗の数値解析および詳細観察による考察
生産と技術, 71, 3 (2019), 10-14.
川畑 友弥, 南 二三吉, 高嶋 康人
- (2) 溶接力学 I-2 溶接継手の強度力学
2019 年度溶接工学夏季大学教材 (2019), 119-172.
南 二三吉
- (3) 鋼構造物の脆性破壊評価手順の国際標準化：ISO 27306
溶接構造シンポジウム 2019 論文集(別冊) (2019)
南 二三吉
- (4) 鋼の脆性き裂伝播挙動機構理解深化～産発プロジェクト成果報告～
ふえらむ, 24, 11 (2019), 720-730.
川畑 友弥, 柴沼 一樹, 高嶋 康人, 大畑 充

(14) その他資料

- (1) Agenda of Commission X Meeting, IIW 2019 Annual Meeting in Bratislava, Slovakia
Web of IIW Commission X (2019), IIW Doc. X-1942-19.
F. Minami
- (2) List of Documents of Commission X Meeting, IIW 2019 Annual Meeting in Bratislava, Slovakia
Web of IIW Commission X (2019), IIW Doc. X-1941-19.
F. Minami
- (3) Minutes of Commission X Meeting, IIW 2019 Annual Meeting in Bratislava, Slovakia
Web of IIW Commission X (2019), IIW Doc. X-1960-19.
F. Minami and M. Ohata

(15) 受賞

- (1) 溶接学会賞
(一社)溶接学会 (2019.04.17)
南 二三吉

(16) 規準・規格等の作成

- (1) WES 7700-1: 圧力設備の溶接補修, 第1部: 一般
(一社)日本溶接協会
南 二三吉, 他
- (2) WES 7700-2: 圧力設備の溶接補修, 第2部: きず除去と肉盛溶接補修
(一社)日本溶接協会
南 二三吉, 他
- (3) WES 7700-3: 圧力設備の溶接補修, 第3部: 窓形溶接補修
(一社)日本溶接協会
南 二三吉, 他
- (4) WES 7700-4: 圧力設備の溶接補修, 第4部: 外面当て板溶接補修
(一社)日本溶接協会
南 二三吉, 他

(17) 外部資金

(単位: 千円)

科学研究費補助金

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(C) 異材重ね継手の動的破壊プロセスの解明による強度評価手法の開発 | 高嶋 康人 | 2,470 |
|-----|--|-------|-------|

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|------------------|-------|-------|
| (1) | JFE ウエルディング協働研究所 | 南 二三吉 | 1,500 |
| (2) | JFE ウエルディング協働研究所 | 高嶋 康人 | 1,500 |

受託研究

- | | | | |
|-----|---|-------|-----|
| (1) | 塑性拘束効果を考慮した破壊予測モデルを用いたラウンドロビン解析結果に関する見解書の作製 | 南 二三吉 | 650 |
|-----|---|-------|-----|

奨学寄付金

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | | 南 二三吉 | 1,750 |
| (2) | | 高嶋 康人 | 500 |

4. 8 教育

氏名: 南 二三吉

(1) 大学院等講義科目

- | | | |
|-----|--------|----------|
| (1) | 応用理工学科 | 応用理工学序論Ⅱ |
|-----|--------|----------|

- | | |
|--|--|
| (2) 応用理工学科生産科学科目 | インターンシップ(生産) |
| (3) 応用理工学科生産科学科目 | 工学英語基礎Ⅱ |
| (4) 応用理工学科生産科学科目 | 構造化メカニクスⅠ |
| (5) 応用理工学科生産科学科目 | 構造化メカニクスⅡ |
| (6) 応用理工学科生産科学科目 | 材料の強さⅡ |
| (7) 応用理工学科生産科学科目 | 生産科学実験 |
| (8) 応用理工学科生産科学科目 | 生産創成工学 |
| (9) 応用理工学科生産科学科目 | 特別講義 |
| (10) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | インターンシップ |
| (11) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 構造化設計・評価学特論 |
| (12) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 構造化設計学 |
| (13) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 構造化評価学 |
| (14) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 生産科学ゼミナール |
| (15) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 生産科学創成工学Ⅰ |
| (16) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 生産科学創成工学Ⅱ |
| (17) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 生産科学特別講義 |
| (18) 工学研究科マテリアル生産科学専攻 | 先端構造評価論 |
| (19) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
| (2) 博士論文(主査) | |
| (1) マテリアル生産科学専攻, 本間 祐太 | 大型鍛鋼品およびその溶接熱影響部の韌性予測モデルに関する研究 |
| (3) 博士論文(副査) | |
| (1) 天津大学, School of Materials Science & Engineering, Dongquan Wu | Prediction and Analysis of Creep Crack Initiation Times Considering the Constraint Effect and Residual Stress for the High Temperature Structure |

(5) 卒業論文

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| (1) 応用理工学科マテリアル生産科学科目,
前田 健人 | シャルピー衝撃試験での運動エネルギーの考察 |
| (2) 応用理工学科マテリアル生産科学科目,
白井 陽介 | シャルピー衝撃試験にける塑性域寸法に及ぼす予ひずみの影響 |

氏名：高嶋 康人

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
|--------------|---------------|

4. 9 社会貢献

氏名：南 二三吉

(1) 学会役員

- | | |
|-------------------|--------------------------------|
| (1) (一社)生産技術振興協会 | 参与 |
| (2) (一社)日本高圧力技術協会 | JPVRC 運営委員会 副会長 |
| (3) (一社)日本高圧力技術協会 | JPVRC 施工部 会長 |
| (4) (一社)日本鉄鋼連盟 | 建築鋼構造研究ネットワーク委員 |
| (5) (一社)日本溶接協会 | 70 年史編集委員会 委員長 |
| (6) (一社)日本溶接協会 | AWF 対応小委員会 委員 |
| (7) (一社)日本溶接協会 | CAF 小委員会幹事会 主査 |
| (8) (一社)日本溶接協会 | IWP 小委員会 委員長 |
| (9) (一社)日本溶接協会 | WES7700 改正原案作成委員会 委員長 |
| (10) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会 FFS 小委員会 委員長 |
| (11) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会圧力設備製作テキスト作成小委員会 顧問 |
| (12) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会 委員長 |
| (13) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会運営 WG 顧問 |
| (14) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会幹事会 主査 |

- | | |
|------------------------|--|
| (15) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会情報化 WG 顧問 |
| (16) (一社)日本溶接協会 | 化学機械溶接研究委員会溶接補修 WG 顧問 |
| (17) (一社)日本溶接協会 | 学識会員 |
| (18) (一社)日本溶接協会 | 国際活動委員会 副委員長 |
| (19) (一社)日本溶接協会 | 出版委員会 委員長 |
| (20) (一社)日本溶接協会 | 塑性拘束効果を考慮した破壊評価基準の確立
検討小委員会(CAF 小委員会)主査 |
| (21) (一社)日本溶接協会 | 鉄鋼部会 CTE 委員会 委員 |
| (22) (一社)日本溶接協会 | 鉄鋼部会技術委員会研究委員会 委員 |
| (23) (一社)日本溶接協会 | 日本溶接協会機関誌「溶接技術」編集委員 |
| (24) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者試験問題 DB 検討 WG 委員 |
| (25) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者中央試験委員会 副主任 |
| (26) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者認証委員会 委員 |
| (27) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者評価委員会 幹事 |
| (28) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者評価委員会試験小委員会 委
員長 |
| (29) (一社)日本溶接協会 | 溶接作業指導者運営委員会 委員長 |
| (30) (一社)日本溶接協会 | 溶接作業指導者運営委員会溶接実務入門テキ
スト作成 WG 顧問 |
| (31) (一社)日本溶接協会 | 溶接情報センター運営委員会 委員 |
| (32) (一社)日本溶接協会 | 理事 |
| (33) (一社)日本溶接協会 | JIS Z 3700 改正原案作成委員会 委員長 |
| (34) (一社)日本溶接協会 | 化学機械 WES7700 改正 WG 顧問 |
| (35) (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 共同企画委員会 委員 |
| (36) (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 第 10 委員会 委員長(Delegate) |
| (37) (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | 理事 |
| (38) (一社)日本溶接協会 日本溶接会議 | IIW2022 年次大会実行準備委員会 委員 |

- | | |
|--|--|
| (39) (一社)溶接学会 | 2020年度溶接学会秋季全国大会実行委員会
委員 |
| (40) (一社)溶接学会 | Mate 組織委員会 委員 |
| (41) (一社)溶接学会 | フェロー |
| (42) (一社)溶接学会 | 溶接構造シンポジウム 2019 化学機械特別セッ
ション企画 主査 |
| (43) (一社)溶接学会 | 監事 |
| (44) (一社)溶接学会 | 企画委員会 顧問 |
| (45) (一社)溶接学会 | 支部長連絡会議 顧問 |
| (46) (一社)溶接学会 | 代議員 |
| (47) (一社)溶接学会 | 溶接学会誌モニタ委員 |
| (48) (一社)溶接学会 | 溶接構造研究委員会 名誉委員 |
| (49) (公社)日本材料学会 | 信頼性工学部門委員会 幹事 |
| (50) (公社)日本船舶海洋工学会 | 構造・材料研究委員会材料・溶接部会 委員 |
| (51) Engineering Fracture Mechanics | Editorial Board of the Journal |
| (52) IIW 資格日本認証機構(J-ANB) | J-ANB 管理委員会 委員 |
| (53) IIW 資格日本認証機構(J-ANB) | 国際溶接技術者(IWE)コース運営委員会 委員 |
| (54) 国際溶接学会 | Welding in the World 編集理事 |
| (55) 国際溶接学会 | 第10委員会 委員長 |
| (56) 米国材料試験学会(ASTM) | E08委員会 委員 |
| (2) 国際会議委員 | |
| (1) 72nd IIW Annual Assembly, Commission
X Meeting | Chairman of Commission X |
| (2) 72nd IIW Annual Assembly, Commission
X Meeting | Session Chair on Session 1to 6 on July 8th |
| (3) 72nd IIW Annual Assembly, Commission
X Meeting | Session Chair on Session 7 on July 9th |
| (4) 72nd IIW Annual Assembly, Joint Meeting
of C-X, C-XIII and C-XV | Session Chair |

- | | | |
|------|---|---|
| (5) | 72nd IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on Session 8 to 12 on July 10th |
| (6) | Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Program Committee Member |
| (7) | IIW Commission X 2020 Intermediate Meeting | Chairman of Commission X |
| (8) | THERMEC'2020: 11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials | Topic Coordinator of Materials Performance |
| (9) | THERMEC'2020: 11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials | Executive Committee Member |
| (10) | 73rd IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Chairman of Commission X |
| (11) | 73rd IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on July 20th |
| (12) | 73rd IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on July 21st |
| (13) | 73rd IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on July 22nd |
| (14) | IIW Commission X 2021 Intermediate Meeting | Chairman of Commission X |
| (15) | 74th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Chairman of Commission X |
| (16) | 74th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on June 22nd |
| (17) | 74th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on June 23rd |
| (18) | 74th IIW Annual Assembly, Commission X Meeting | Session Chair on June 24th |
| (19) | IIW Commission X 2022 Intermediate Meeting | Chairman of Commission X |

(4) 企業等への貢献

- | | | |
|-----|-------------|-----------------------|
| (1) | JFE スチール(株) | ベトナム土木工学専門国立大学寄付講座 講師 |
| (2) | JFE スチール(株) | ホーチミン工科大学寄付講座 講師 |

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | | |
|-----|---------------|---|
| (1) | (公財)溶接接合工学振興会 | 企画委員会 委員 |
| (2) | (公財)溶接接合工学振興会 | 常務理事 |
| (3) | (公財)溶接接合工学振興会 | 第30回セミナー「DT: Digital Transformation による溶接・接合の技術革新とマネジメント革新」企画委員 |
| (4) | (公財)溶接接合工学振興会 | 第31回セミナー「溶接・接合技術に萌芽する破壊的イノベーション」企画委員 |
| (5) | 関西原子力懇談会 | 個人会員 |
| (6) | 経済産業省 | エネルギー技術を支える鋼溶接継手破壊靱性評価試験方法に関する国際標準化国内審議委員会委員 |
| (7) | 上海交通大学 | 上海交通大学 招へい教授 |

(7) 社会への情報発信

- | | | |
|------|---|------------------------------------|
| (1) | JFE スチールが大型破壊・疲労評価センターを開設 | 産報出版：溶接ニュース (2019.04.01) |
| (2) | 溶接学会賞に南氏(阪大) - 17日に都内で表彰式 | 産報出版：溶接ニュース (2019.04.09) |
| (3) | 最新の溶接研究一同に - 溶接学会、春季全国大会開く | 産報出版：溶接ニュース (2019.04.23) |
| (4) | 溶接学会 2019 年度春季全国大会開催 | 産報出版：溶接ニュース SANPO WEB (2019.04.23) |
| (5) | 溶接学会賞に南二三吉氏選出 | 産報出版：溶接技術 (2019.05.01) |
| (6) | 溶接学会賞 | 溶接学会誌 (2019.07.05) |
| (7) | Scientific and Technical Activities 2018 | IIW Annual Report (2019.07.07) |
| (8) | The IIW Board of Directors, Bal, Indonesia | IIW Annual Report (2019.07.08) |
| (9) | 日本溶接協会創立 70 周年記念：専門部会・研究委員会の活動 - 鉄鋼部会 | 産報出版：溶接ニュース (2019.11.26) |
| (10) | 日本溶接協会創立 70 周年記念：専門部会・研究委員会の活動 - 化学機械溶接研究委員会(溶接補修 WES 作成) | 産報出版：溶接ニュース (2019.11.26) |

- | | |
|---|---------------------------|
| (11) 日本溶接協会創立 70 周年記念：専門部
会・研究委員会の活動－化学機械溶接
研究委員会(圧力設備の FFS 作成) | 産報出版：溶接ニュース (2019.11.26) |
| (12) 溶接構造シンポ 100 件超の論文を発表 | 産報出版：溶接ニュース (2019.12.17) |
| (13) 溶接構造シンポ 2019 開催 | 産報出版：溶接技術 (2020.02.01) |
| (14) ベトナムの 2 大学で鋼構造技術者育成の
ための寄付講座を実施～鉄鋼を通じた社
会インフラ発展への貢献を目指して～ | JFE スチール Web (2020.02.05) |
| (15) JFE の現地寄付講座 ベトナムで鋼構造
技術者育成 | 鉄鋼新聞 (2020.02.06) |
| (16) JFES 越鋼構造技術者寄付講座を閉講 | 産業新聞 (2020.02.06) |
| (17) ベトナムの寄付講座閉講 JFE スチール | 産報出版：溶接技術 (2020.02.18) |

氏名：高嶋 康人

(1) 学会役員

- | | |
|----------------|--|
| (1) (一社)日本溶接協会 | 鉄鋼部会技術委員会 ATS 委員会 中立委員 |
| (2) (一社)日本溶接協会 | 溶接管理技術者評価委員会 試験小委員会
委員 |
| (3) (一社)溶接学会 | 「インフラ構造物における溶接補修適用のため
の技術的課題抽出と解決法の探索」ミニ研究会
副査 |
| (4) (一社)溶接学会 | 2020 年度溶接学会秋季全国大会実行委員会
委員 |
| (5) (一社)溶接学会 | 溶接構造研究委員会 委嘱委員 |
| (6) (公社)日本材料学会 | 衝撃部門委員会 幹事 |

(2) 国際会議委員

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| (1) Visual-JW 2019 & WSE 2019 | Executive Committee Member |
|-------------------------------|----------------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：南 二三吉

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|------------------------------|-------|-------------------------------------|
| (1) | 大阪大学大学院
工学研究科
地球総合工学専攻 | 盛岡 空矢 | 橋梁用高降伏点鋼材へのレーザー・アークハイブリッド溶接適用に関する研究 |
| (2) | 大阪大学大学院
工学研究科
地球総合工学専攻 | 廣畑 幹人 | 橋梁用高降伏点鋼材へのレーザー・アークハイブリッド溶接適用に関する研究 |
| (3) | 東京大学大学院
工学研究科 | 中村 徳孝 | 亀裂伝播抵抗の制御に向けたシーズ発掘 |
| (4) | 東京大学 工学系研究科
システム創成学専攻 | 川畑 友弥 | 亀裂伝播抵抗の制御に向けたシーズ発掘 |
| (5) | 龍谷大学 理工学部
機械システム工学科 | 誉田 登 | 計装化シャルピー試験機の高精度化に関する研究 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 5 |
|-----|----|---|

接合評価研究部門
接合設計学分野

接合評価研究部門 接合設計学分野

4. 1 研究概要

本分野は、各種構造物の信頼性（安全性、耐久性）評価手法の高度化、維持管理・補修補強の最適化、さらに高機能を有する材料および構造体の創出を目指し、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケール（マイクロからマクロレベル）に実施する。さらに、寿命を迎えたものは安全に解体し、廃棄、あるいは、利用可能なものは再利用する循環ループの具現化を目指した『頼りになる設計学』の確立に向けた基礎研究を行う。このため「ものづくり」における素材の切断、加工、組立てといった個々の高精度化・高品質化の達成と維持管理、補修補強および余寿命評価を包括する循環ループにおける頼りになる設計学の構築を目指す。

4. 2 研究課題

- 1) 構造部材および接合部の信頼性評価
- 2) 材料変形挙動のモデリング技術の高精度化
- 3) 疲労（き裂発生・進展）寿命評価手法の高度化
- 4) 変形・き裂計測技術の高精度化
- 5) 鋼構造物の長寿命化技術の開発
- 6) 高張力鋼や高経年鋼材の溶接性および継手性能評価

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 3次元結晶塑性 FE 解析による数値材料試験技術

オーステナイト組織が力学的な作用によりマルテンサイト変態する、いわゆる TRIP 効果を活用した材料の特性向上策が積極的に導入されている。このマルテンサイト相への相転移の間に体積膨張を呈することから、材料の応力ひずみ関係に留まらず、破壊・疲労き裂の発生時期・進展速度などに大きく影響を与えることが確認されている。

さらに、溶接熱影響部 HAZ に残留したオーステナイトは、破壊靱性値を大きく低下させることが指摘され、そのメカニズム解明を通じた破壊因子の定量化が求められている。そこで本研究では、マルテンサイト変態を考慮可能な結晶塑性 FE 解析により、弾塑性挙動を示す多結晶材料内に残存するオーステナイトの TRIP 効果が局所的な応力ひずみ挙動に与える影響を明らかにした。

一方、巨視的弾性応力でも、それを繰返し加えると、何れ非弾性ひずみが確認されようになる。本現象は、繰返し軟化挙動として認識され、各種金属材料で計測されている。巨視的弾性状態にある繰返し载荷初期段階においても材料組織レベルでは、微視的な非弾性ひずみが発生していると思われるが、本現象の素過程全般を実験的に計測することは容易ではない。そこで巨視的弾性条件下で発生する塑性ひずみとその後の繰返し载荷に伴う累積・顕在化など、繰返し载荷に伴う軟化挙動のメカニズム解明およびそれら変形挙動に対する介在物の影響に関する基礎的検討を行うことを目的として結晶塑性モデルを導入した有限要素シミュレーションを行なった。その結果、単調载荷時の塑性ひずみ発生及びその後の進展挙動は、母材内部に存在する介在物の組織や材料特性の影響を受けて変化する。繰返し初期段階では、塑性域は島状に孤立しているが、载荷回数の増加と共に、塑性域が拡大し、周辺の塑性域と連結・パーコレーションして拡大する。繰返し载荷応力が小さい場合は、塑性域の拡大は小さく、介在物周りに代表される局所的な領域にのみ塑性ひずみが累積する。

2. 疲労中の材料および溶接継手の弾塑性挙動の解明

多くの溶接構造体が社会インフラとして活用されているが、現在でも多くの疲労損傷が報告されている。社会インフラの疲労損傷は大規模死亡事故を誘発する事もあり、溶接構造物における疲労損傷事故を防止することは、豊かにかつ安全な社会活動を営むために極めて重要な課題である。しかし従来法に則って、一定荷重振幅下で得られる疲労設計曲線(S-N 曲線)を用いて疲労強度設計をする場合、個々の機械・構造物が受ける荷重履歴の影響を評価できない、また疲労事例の多くは繰返し応力に伴う疲労き裂の発生とその後の伝播挙動に支配されているにもかかわらず、そのプロセスが全く考慮されていない、という二つの大きな問題が挙げられる。つまり、疲労設計の高度化には、疲労き裂の発生メカニズムを解明し、荷重履歴の影響も含めて、“疲労き裂の発生から、伝播までの寿命を定量的に評価可能なシステムの確立”が極めて重要である。そこで、巨視的には弾性と見なせるような小さな応力(以降、“巨視的弾性応力”と称する)振幅一定・準静的繰返し試験を行ない、①低回数繰返しに対しては弾性応答を示すが、その後②突如、塑性ひずみ(ヒステリシスループ)が発生する現象を各種試験条件下で計測すると共に、本現象を対象とした弾塑性モデルを定式化し、溶接継手の疲労問題に適用した。その結果、実験により計測される寿命との良い一致を得ることができ、その適応性の高さを示した。

3. ハンマーピーニングによる溶接部の疲労強度向上効果の検証

これまで各種機械や構造部の溶接部に疲労き裂が生じることが報告され、社会問題となっている。この種の疲労き裂の発生をレーザーピーニングの適用により、引張応力場を圧縮応力場に変えることで、長寿命化する、あるいは疲労破壊を防止する研究を行っている。そこで、パルスエネルギーを小さくしたレーザーピーニング条件に関しては実験的に、ハンマーピーニング処理効果に関しては数値解析を用いて、生成される残留応力と疲労寿命に及ぼす影響について検討した。その結果、パルスエネルギーが小さくても表面および最大圧縮残留応力の低下は小さいが、圧縮残留応力の生成深さは急激に浅くなり、疲労寿命も短くなることが明らかになった。また、ハンマーピーニング中の死荷重の影響を明らかにした。

4. 高強度鋼実大柱梁溶接部の破壊挙動の解明

高強度鋼を中高層建築物に使用した場合の、柱梁溶接接合部の合理的な設計やディテール等の改善を行うための研究を行っている。具体的には、建築構造用高張力鋼 H-SA700 を用いた実大柱梁溶接供試体複数を製作し、繰返し曲げ試験に供した。梁端の形状を、通常のスレートとしたもの、拡幅ハンチとしたものおよび溶接でハンチを取り付けたものとした。実験の結果、スレートのままではエネルギーをほとんど吸収せずに脆性破壊するが、ハンチを用いればエネルギー吸収が期待できることを明らかにした。

5. 応力集中係数(Kt)簡易評価式の開発

溶接構造物の疲労寿命と応力集中との相関は高く、これまで公称応力と局所最大応力の比で定義される応力集中係数(Kt)を簡易に推定可能な式が複数提案されている。止端半径やのど厚などの溶接表面形状パラメータを推定式に入力することにより Kt が算出されるが、近年、余盛形状としてスプライン曲線を採用することで実形状との乖離を小さくした高精度な推定式も提案されている。一方、橋梁接合部の止端形状を対象に、レプリカ法を用いて実施した先行研究では、計測者個人のもつクセや評価範囲設定の差などが原因で計測結果にばらつきが生じると報告されており、形状パラメータを個人に左右されることなく、一意に決定可能な手法は確立されていないのが現状であろう。そこで、止端半径や余盛部スプライン曲線を含む複数の溶接継手形状パラメータを計測者に依存することなく、統一的かつ一意に自動決定可能な手法の提案を提案した。

6. 腐食疲労性能評価技術の開発

鋼橋をはじめとする社会基盤構造物の老朽化が著しく、特に腐食環境で使用される場合には、疲労と腐食の影響が重畳し、非常に複雑な問題となっている。また、今後も交通量や供用年数の増加に伴う損傷件数の増加が予想され、腐食疲労損傷の拡大防止に対する要求が高まっていくことは容易に予想される。一方、鋼構造物の疲労性能を評価する手法として公称応力ベースのS-N曲線や線形累積損傷則²⁾が用いられている。しかし、現状の疲労性能設計指針は腐食影響を考慮したものとなっておらず、種々の腐食環境因子を考慮した疲労設計手法の確立が望まれている。そこで、腐食環境中の疲労性能を評価可能な評価手法の提案を目的として研究を展開した。具体的には、実験データベース確立のための腐食促進試験および疲労試験とそれらを模した数値解析を実施し、評価則を規定する方法論を提案した。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、地震などにより被災した社会基盤鋼構造物の早期復旧・回復における溶接接合の可能性探求、構造健全性診断、さらには、過積載車の運行により、社会問題化してきている鋼橋に生じる疲労き裂の発生と進展の監視および長寿命化、地震防災、さらには新材料の開発を目指した研究などを対象として、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケールに実施することを主眼としている。また、溶接学会の溶接疲労強度研究委員会および溶接構造研究会の幹事としての活動を通じて産学による共同研究を行い、得られた知見は新材料開発や溶接継手の強度評価手法の高精度化に寄与するなど、国民の安全安心を担保する研究を積極的に行っている。

令和元年度は査読付き研究論文16件、査読なし国際会議発表論文4件、国内会議発表論文11件が掲載されると共に、国際会議発表14件、国内学会発表21件、国内講演12件を行った。また、土木学会関西支部・優秀発表賞および土木学会応用力学委員会・応用力学論文賞(堤ほか)を受賞するとともに、INACO2019 Outstanding Young Professional Award, Silver Prize (R. Fincato)を受賞した。研究予算は、運営費交付金を除き、令和元年度は24,630千円であった。

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、工学研究科地球総合工学専攻(社会基盤工学部門)の協力講座(信頼性設計学領域)として、大学院生および学部教育研究を行っている。

大学院前・後期課程において、社会基盤工学ゼミナール(通年)、設計解析学特論、Safety Assessment Methodology in Civil Engineering(英語講義)、を行っている。また、学部では3科目の講義を行っている。令和元年度は、博士後期課程2名、博士前期課程7名および学部学生2名、研究生2名の指導を行なうとともに、3名の博士論文副査を担当した。一方、学部および前期課程学生との共著論文として、査読あり研究論文6件、査読なし国際会議発表4件、国内会議発表論文13件が掲載されると共に、国内学会発表12件を経験させた。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

国内における主な所属学協会は、溶接学会、日本溶接協会、土木学会、日本船舶海洋工学会、日本建築学会、日本鋼構造協会、日本鉄鋼協会、日本塑性加工学会、鑄造学会、自動車技術会、日本材料学会および日本機械学会である。

溶接学会では溶接構造委員会および溶接疲労強度研究委員会に所属し、幹事として活動している。また、土木学会全国大会実行委員を務めている。一方、日本船舶海洋工学会の溶接構造研究委員会や日本材料学会の疲労部門委員会などの各種委員会に参画することにより、溶接分野以外でも、材料及び塑性力学分野の発展に寄与している。

国際貢献としては、サクラサイエンスプログラム等を通じて海外の若手研究者を受け入れるとともに、接合研主催の Visual-JW 2019 では、Secretary General を務めた。また、International Institute of Welding (IIW) において発表を行うとともに、溶接、材料力学、疲労・破壊問題に関連する数多くの論文査読者として貢献している。

また、超高速衝撃試験機などの実験設備の公開、見学受け入れを積極的に行った。

以上述べたように、本研究分野は新材料の開発、各種強度評価手法の高精度化や社会基盤の維持管理といった観点から、国民の安全安心を担保するため社会に貢献している。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

令和元年度は国内から共同研究員・一般公募研究課題 17 名、先導的重点課題〔溶接・接合技術におけるデジタルツインに関する研究 (FS 型)〕として 1 名を受け入れた。また、共同研究員との研究成果として、共著論文 10 件、査読なし国際学会発表論文 1 件および国内会議発表論文 6 件を掲載および国内学会発表 4 件を行った。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) 現場溶接において肉盛溶接を施したスカラップディテールが破壊及び変形能力に与える影響に関する実験的研究
鋼構造論文集, 25, 100 (2019), 29-41.
中込 忠男, 金子 洋文, 堤 成一郎, 金崎 信太郎, 岸 耕左
- (2) 支圧板表面の応力分布に着目したグラウンドアンカー緊張力の推定方法に関する研究
土木学会論文集 E2, 75, 2 (2019), 95-105.
切山 貴文, 鎌田 敏郎, 堤 成一郎, 寺澤 広基, 服部 晋一, 刈茅 孝一, 鈴木 翔太
- (3) Pattern Shape Optimization of a Two Piece Brassiere Cup to Improve Its Design Efficiency
Trans. Inst. Syst. Contr. Inf. Eng., 32, 5 (2019), 192-202.
K. Yoshida, H. Wakamatsu, E. Morinaga, E. Arai, S. Tsutsumi and T. Kubo
- (4) Critical Investigation on the Effect of Steel Strength on Fatigue Crack Growth Retardation Including a Single Tensile Overload
Theor. Appl. Fract. Mec., 104 (2019), 102326.
R. Gadallah and S. Tsutsumi
- (5) Asymmetric Local Strain, Microstructure and Superelasticity of Friction Stir Welded Nitinol Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 767 (2019), 138344.
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, E. Hamzah, F. Yusof, H. Fujii and K. Kondoh
- (6) 投射角度を持ったショットピーニングの数値解析
日本塑性加工学会論文誌, 60, 704 (2019), 8-13.
太田 高裕, 堤 成一郎, 麻 寧緒
- (7) 異なる梁端ディテールを用いた現場溶接型柱梁溶接接合部の変形能力に関する実験的研究
溶接学会論文集, 37, 4 (2019), 162-172.
中込 忠男, 金子 洋文, 堤 成一郎, 堀場 亮佑, 春日 智也
- (8) 樹脂充填によるソールプレートの溶接ルート部の疲労強度向上効果
鋼構造年次論文報告集, 27 (2019), 749-758.
玉利 仁, 石川 敏之, 廣畑 幹人, 堤 成一郎
- (9) Parametric Formulae for Elastic Stress Concentration Factor at the Weld Toe of Distorted Butt-Welded Joints
Materials, 13, 1 (2020), 169.
Y. Luo, R. Ma and S. Tsutsumi
- (10) 低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード溶接による疲労寿命延伸効果に関する一考察
圧力技術, 40, 1 (2020), 185-195.
松崎 拓也, 村川 英一, 麻 寧緒, 堤 成一郎, 平岡 和雄, 大沢 直樹, 岡田 公一, 谷野 忠一, 志賀 千晃, 矢島 浩
- (11) 局所弾塑性応答に基づく鋼材の疲労き裂発生および伝播寿命評価
土木学会論文集 A2(応用力学), 75, 2 (2020), I_445-I_453.
堤 成一郎, 長濱 啓和, Riccardo Fincato

- (12) 溶接継手ルート部起点の疲労き裂発生伝播寿命に対する局所的な材料特性および形状因子の影響
土木学会論文集 A2(応用力学), 75, 2 (2020), I_467-I_476.
堤 成一郎, 柴田 誉, Riccardo Fincato
- (13) Accurate Evaluation of Fracture Parameters for a Surface-Cracked Tubular T-joint Taking Welding Residual Stress into Account
Mar. Struct., 71 (2020), 1-20.
R. Gadallah, S. Tsutsumi, S. Tanaka and N. Osawa
- (14) Incorporating Domain Knowledge into Reinforcement Learning to Expedite Welding Sequence Optimization
Eng. Appl. Artif. Intell., 91, 103612 (2020), 1-10.
J. Romero-Hdz, B. N. Saha, S. Tsutsumi and R. Fincato
- (15) Coupled Damage-Viscoplasticity Model for Metals under Cyclic Loading Conditions
Procedia Struct. Integrity, 18 (2019), 75-85.
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (16) 3D Crystal Plasticity Analyses on the Role of Hard/soft Inclusions in the Local Slip Formation
Int. J. Fatigue, 134 (2020), 105518.
R. Fincato, S. Tsutsumi, T. Sakai and K. Terada

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) FATIGUE LIFE PREDICTION METHOD FOR NON-LOAD CARRYING FILLET JOINTS USING AN UNCONVENTIONAL ELASTO-PLASTICITY MODEL
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava. Slovakia, XIII-2812-19 (2019.7.7-12), 1-10.
K. Morita, M. Mouri, S. Tsutsumi and R. Fincato
- (2) Coupled Damage-Viscoplasticity Model for Metals under Cyclic Loading Conditions
Proc. 25th Int. Conf. on Fracture and Structural Integrity, Catania, Italy (2019.6.12-14), 1-11.
R. Fincato and S. Tsutsumi
- (3) Influence of Hard and Soft Inclusions inside a Ferritic Matrix
Proc. 12th international conference on multiaxial fatigue and fracture, Bordeaux, France (2019.6.24-26), 1-10.
R. Fincato, S. Tsutsumi, T. Sakai and K. Terada
- (4) Experimental Research and Parametric Study on the Fatigue Performance of Slotted Tubular Connection Based on the Effective Notch Stress Approach
Proc. 16th East Asia-Pacific Conf. on Structural Engineering & Construction (EASEC16), Queensland, Australia (2019.12.3-6), 1-8.
Y. X. Luo, R. L. Ma, M. J. He, R. Fincato and S. Tsutsumi

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) へき開破壊の異方性挙動を考慮した水素脆性き裂の進展解析
計算工学講演会論文集, 大宮, 24 (2019.5.29-31), 1-4.
石橋 奏, 新宅 勇一, 堤 成一郎, 寺田 賢二郎

- (2) 疲労損傷を考慮した結合力を埋め込んだ複合硬化弾塑性構成則の提案
計算工学講演会論文集, 大宮, 24 (2019.5.29-31), 1-4.
副島 克哉, 新宅 勇一, 堤 成一郎, 寺田 賢二郎
- (3) 溶接十字継手の疲労き裂発生寿命評価手法の検討
計算工学講演会論文集, 大宮, 24 (2019.5.29-31), 1-4.
森田 花清, 毛利 雅志, 堤 成一郎, FINCATO Riccardo
- (4) 高張力鋼 H-SA700 へのレーザおよびレーザ/アークハイブリッド溶接の適用(その 5)レーザ/
アークハイブリッド溶接された突合せ溶接部の疲労試験結果
日本建築学会中国支部研究報告集, 42 (2019), 247-250.
福間 信也, 崎野 良比呂, 松本 直幸, 猪瀬 幸太郎, 堤 成一郎
- (5) ホットワイヤ・レーザ溶接法による高張力鋼板重ねすみ肉継手の疲労性能評価
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 371-375.
堤 成一郎, 柴田 誉, Riccardo Fincato, 曙 紘之, 山本 元道
- (6) 加速型疲労 SS モデルによる繰返し軟化挙動と疲労き裂発生寿命の予測
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 86-89.
清川 裕樹, 堤 成一郎, リカルド フィンカト
- (7) 継手疲労強度に及ぼす板厚影響に関する数値解析的検討
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 90-93.
大門 岳, 堤 成一郎, FINCATO Riccardo
- (8) 水素影響を考慮した疲労き裂発生伝播寿命評価手法の開発
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 112-116.
堤 成一郎, 長濱 啓和, FINCATO Riccardo
- (9) 水素濃度に対する破壊靱性地の依存性およびへき開破壊を考慮したき裂進展解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 98-101.
石橋 奏, 新宅 勇一, 寺田 賢二郎, 堤 成一郎
- (10) 母材打撃ハンマーピーニングが高張力鋼溶接部の残留応力と疲労強度に及ぼす影響
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 282-286.
栗原 康行, 崎野 良比呂, 堤 成一郎
- (11) 裏当て金付突合せ溶接継手の疲労性能支配因子の解明
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 270-274.
高田 耕庸, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 小川 正樹

(7) 国際会議発表

- (1) Cyclic Elasto-plasticity FEM Analyses for the Prediction of the Fatigue Life of Aluminum Alloy Joints
14th Int. Aluminum Conf. (INALCO2019), Tokyo, Japan (2019.11.13-15)
S. Tsutsumi, M. Sano and R. Fincato
- (2) A Comparative Study on the Laser Welding Versus Friction Stir Welding of Ti-Ni Alloy
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, H. Fujii and K. Kondoh

- (3) An Effective K_t Formula for Butt Weld Joint with Backing Plate
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, K. Takata and M. Ogawa
- (4) An Enhanced Gurson Model with Cohesive Traction-Separation Law to Realize Transition from Ductile to Brittle Fracture
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Kagimura, Y. Shintaku, S. Tsutsumi and K. Terada
- (5) Effect of Blowholes on Fatigue Crack Initiation Life of Aluminum Alloy Lap-Joint
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
G. Daimon, S. Tsutsumi and R. Fincato
- (6) Effect of Pre-overload on Fatigue Life Extension of U-rib Steel Floor Slab Root
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, H. Shibata, R. Fincato, T. Yonezawa and H. Shimanuki
- (7) Effects of Repair Weld on The Deck-to-Vertical Stiffener Weld After Fatigue Cracking
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Wang, S. Tsutsumi and Z. Fu
- (8) Evaluation of the Influence of Additional Welding on Cruciform Joint Fatigue Life Extension
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Takata, S. Tsutsumi and F. Riccardo
- (9) Experimental Study for the Effect of Additional Weld on Fatigue Strength in Out-of-Plane Gusset Welded Joints
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Kotani, T. Tsuyama, S. Tsutsumi and A. Buerlihan
- (10) Fatigue Crack Initiation and Propagation Life Assessment of Butt Joint Considering the Effect of Corrosion
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, H. Nagahama and R. Fincato
- (11) Measurement of Residual Stress Distribution at the Weld Root for a U-rib Specimen Using the Contour Method
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
R. Gadallah, S. Tsutsumi, T. Yonezawa and H. Shimanuki
- (12) Numerical Study for the Effect of Additional Weld on Fatigue Strength in Out-of-Plane Gusset Joints
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, A. Buerlihan, R. Fincato, Y. Kotani and T. Tsuyama
- (13) Prediction of Fatigue Notch Sensitivity of Medium and High-Strength Steels
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, Y. Kiyokawa and R. Fincato
- (14) Prediction of the Fatigue Life of Aluminum Alloy Joints by Means of Cyclic Elasto-plasticity FEM Analyses
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tsutsumi, M. Sano and R. Fincato

(8) 国内学会発表

- (1) Parametric Study on the Non-Load Carrying Cruciform Fillet Welded Joints Based on the Real Weld Profile
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-18)
Y. Luo and S. Tsutsumi
- (2) Parametric Study on Stress Concentration Factors of Load-Carrying Cruciform Welded Joints Based on the Real Weld Profile
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
Y. Luo and S. Tsutsumi
- (3) X線応力測定によるグラウンドアンカー緊張力推定における電解研磨の有効性に関する検討
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
緒方 瞭, 寺澤 広基, 堤 成一郎, 鎌田 敏郎, 村上 豊和
- (4) 繰返し弾塑性応答のモデリング手法が継手の疲労き裂発生寿命に及ぼす影響
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
清川 裕樹, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (5) 継手疲労強度に対する板厚影響に関する検討
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
大門 岳, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (6) 継手疲労寿命延伸に対する付加溶接の影響評価
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
高田 耕庸, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (7) 樹脂充填による溶接ルート部の疲労強度向上効果
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
玉利 仁, 石川 敏之, 廣畑 幹人, 堤 成一郎
- (8) 腐食影響を考慮した突合せ溶接継手の疲労き裂発生および伝播寿命評価
土木学会関西支部, 大阪 (2019.5.25)
長濱 啓和, 堤 成一郎, Fincato Riccardo
- (9) Numerical Study on Improving Fatigue Strength in Out-of-Plane Gusset Welded Joints by Additional Weld Using Normal Welding Materials
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
A. Buerlihan, S. Tsutsumi, R. Fincato, Y. Kotani and T. Tsuyama
- (10) Parametric Formulae for Elastic Stress Concentration Factor of Butt-Welded Joints with Angular Distortion
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
Y. Luo and S. Tsutsumi
- (11) U-rib 鋼床板溶接ルート部に対する過荷重寿命延伸効果
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
柴田 誉, 堤 成一郎, 米澤 隆行, 鳥貫 広志
- (12) ブローホールを有するアルミニウム合金継手の疲労性能評価手法の開発
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
大門 岳, 堤 成一郎, Fincato Riccardo

- (13) ホットワイヤ・レーザ溶接法による高張力鋼板重ねすみ肉継手の疲労性能に関する数値解析的検討
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 柴田 誉, 堤 成一郎, FINCATO Riccardo, 曙 紘之, 山本 元道
- (14) ホットワイヤ・レーザ溶接法による高張力鋼板重ねすみ肉継手の疲労性能評価
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 堤 成一郎, 門 格史, 鹿 智輝, 曙 紘之, 山本 元道
- (15) 疲労性能の切欠き感受性に関する数値解析的検討
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 清川 裕樹, 堤 成一郎, FINCATO Riccardo
- (16) 付加溶接による面外ガセット溶接継手の疲労強度改善に関する実験的検討
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 小谷 祐樹, 津山 忠久, 堤 成一郎, ブーリーハン アヤン
- (17) 腐食および水素影響を考慮した継手の疲労き裂発生伝播寿命評価手法の開発
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 堤 成一郎, 長濱 啓和, Fincato Riccardo
- (18) 裏当て金付き突合せ溶接継手に対する有効 Kt 算出式の提案
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 高田 耕庸, 堤 成一郎, 小川 正樹
- (19) 裏当て金付き突合せ溶接継手の疲労性能支配因子の解明
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 高田 耕庸, 堤 成一郎, Fincato Riccardo, 小川 正樹
- (20) Fatigue Performance Assessment of Circular Hollow Section Tube-To-Plate Welded Joints Based on the Effective Notch Stress Approach
 (一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-18)
 Y. Luo, R. Ma, R. Fincato and S. Tsutsumi
- (21) A Coupled Viscoplastic and Damage Constitutive Model for Dynamic Cyclic Loading Conditions
 (一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
 R. Fincato and S. Tsutsumi

(10) 国内会議講演

- (1) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術
 溶接学会 第 261 回 溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2019.4.12)
 堤 成一郎, フィンカトリカルド, 萩野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知
- (2) 溶接十字継手の疲労き裂発生寿命評価手法の検討
 溶接学会 第 261 回 溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2019.4.12)
 森田 花清, 毛利 雅志, 堤 成一郎, フィンカトリカルド
- (3) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術
 溶接学会 SIP シンポジウム, 東京 (2019.4.17)
 堤 成一郎, 清川 裕樹, フィンカトリカルド, 萩野 陽輔, 平田 好則, 浅井 知

- (4) 溶接プロセス・溶接部特性制御のための溶接工性能予測技術
溶接学会 SIP シンポジウム, 東京 (2019.4.17)
大畑 充, 庄司 博人, 佐野 智一, 堤 成一郎
- (5) 溶融池形成および繰返し弾塑性解析を活用した継手の疲労き裂発生寿命評価
土木学会 応用力論文賞 記念講演, 北海道 (2019.6.28)
堤 成一郎
- (6) 鋼の弾塑性応答と溶接構造物の疲労性能向上技術
日本船舶海洋工学会 KSSG 基礎講義, 大阪 (2019.7.10)
堤 成一郎
- (7) 裏当て金付き突合せ溶接継手の疲労性能に対する溶接角変形の影響
溶接学会 溶接力学シミュレーション研究会, 大阪 (2019.9.5)
堤 成一郎
- (8) 溶接接手の疲労強度
溶接学会 2019 年度 溶接工学専門講座, 東京 (2019.10.7)
堤 成一郎
- (9) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術
日本材料学会 第 68 期 第 1 回塑性工学部門委員会, 京都 (2019.10.25)
堤 成一郎
- (10) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術
大阪大学接合科学研究所 東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」, 東京 (2019.11.25)
堤 成一郎
- (11) 溶接余盛形状の全自動品質評価手法の開発
溶接学会 第 232 回 溶接構造研究委員会, 大板 (2020.1.24)
堤 成一郎, 下築 瑠奈
- (12) 繰返し弾塑性 FEM 解析により得られる局所応答に基づく疲労亀裂伝播寿命評価
溶接学会 第 264 回 溶接疲労強度研究委員会, 東京 (2020.1.31)
堤 成一郎, 長濱 啓和
- (15) 受賞**
 - (1) 年次学術講演会 優秀発表賞
(公社)土木学会関西支部 (2019.05.25)
高田 耕庸 (M1)
 - (2) 応用力学論文賞
土木学会応用力学委員会 (2019.06.28)
堤 成一郎, 清川 裕樹, Fincato Riccardo, 荻野 陽輔, 平田 好樹, 浅井 知
 - (3) 接合科学共同利用・共同研究研究賞
大阪大学接合科学研究所 (2019.09.27)
太田 高裕, 麻 寧緒, 堤 成一郎

- (4) Outstanding Young Professional Award, Silver Prize
14th International Aluminum Conference (INACO2019) (2019.11.15)
R. Fincato

(17) 外部資金

(単位：千円)

科学研究費補助金

- | | | | |
|-----|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) メゾ・マクロ繰返し弾塑性挙動を考慮したハイブリッド疲労寿命評価 | 堤 成一郎 | 2,730 |
|-----|---|-------|-------|

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|-------------------------------|-------|-------|
| (1) | JFE ウエルディング協働研究所 | 堤 成一郎 | 3,000 |
| (2) | 溶接構造物の長寿命化に関する研究(その2) | 堤 成一郎 | 6,200 |
| (3) | すみ肉溶接継手の疲労強度に対する付加溶接の効果に関する検討 | 堤 成一郎 | 1,800 |
| (4) | 結晶塑性論を利用した複相組織鋼の力学特性に関する理論解析 | 堤 成一郎 | 1,080 |
| (5) | ギヤの疲労き裂発生・進展メカニズム解明 | 堤 成一郎 | 2,457 |
| (6) | 砂型造形の品質予測研究 | 堤 成一郎 | 1,575 |
| (7) | 繰返し応力下における応力ひずみ挙動の推定に関する研究 | 堤 成一郎 | 1,080 |
| (8) | NEXCO 西日本高速道路学共同研究講座 | 堤 成一郎 | 525 |

学術相談

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | | 堤 成一郎 | 1,683 |
|-----|--|-------|-------|

奨学寄付金

- | | | | |
|-----|--|-------|-------|
| (1) | | 堤 成一郎 | 2,500 |
|-----|--|-------|-------|

4. 8 教育

氏名：堤 成一郎

(1) 大学院等講義科目

- | | | |
|-----|----------|---------------|
| (1) | 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ) |
| (2) | 地球総合工学科 | マトリックス構造解析学 |

- | | |
|------------------------|--|
| (3) 地球総合工学科 | 安全・安心・快適な社会づくり |
| (4) 地球総合工学科 | 社会基盤工学英語 |
| (5) 地球総合工学科 | 社会基盤工学創成実験 |
| (6) 地球総合工学科 | 設計解析学特論 |
| (7) 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース | Safety Assessment Methodology in Civil Engineering |
| (8) 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース | 社会基盤ゼミナール |
| (9) 地球総合工学専攻 社会基盤工学コース | 社会基盤ゼミナール |

(3) 博士論文 (副査)

- | | |
|--|--|
| (1) 地球総合工学科, 鈴木 真 | 上面増厚を施した道路橋 RC 床版における非破壊検査による損傷評価とその活用に関する研究 |
| (2) 地球総合工学科,
César De Jesús Pinzón Acosta | Study on the Influence of Carbon Dioxide on the Oxy-Hydrogen Cutting Performance |
| (3) 地球総合工学科,
Ruiz Valdes Hector Olmedo | Numerical Study on the Stability of Residual Stresses Induced by HFMI into a Welded Joint under Cyclic Loading |

(4) 修士論文

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| (1) 地球総合工学科, 柴田 誉 | 鋼構造物の腐食疲労性能評価技術の開発 |
| (2) 地球総合工学科, 清川 裕樹 | 鉄鋼材料の繰返し弾塑性応答を考慮した疲労亀裂発生伝播寿命評価手法の開発 |

(5) 卒業論文

- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| (1) 地球総合工学科, 下築 瑠奈 | 溶接継手の表面形状パラメータ自動決定手法の開発 |
| (2) 地球総合工学科, 下川 さわ | 鋼構造物の極低サイクル疲労性能に対する継手諸因子の影響解明 |

4.9 社会貢献

氏名: 堤 成一郎

(1) 学会役員

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (1) (一社)スマートプロセス学会 | 学術・技術奨励賞審査委員会 委員 |
| (2) (一社)日本機械学会 | マルチスケール計算固体力学研究会委員 |

- (3) (一社)日本機械学会 材料力学部門 水素研究分科会 委員
- (4) (一社)日本溶接協会 規格委員会 SC5 副幹事長
- (5) (一社)日本溶接協会 学識会員
- (6) (一社)日本溶接協会 鉄鋼部会 委員
- (7) (一社)溶接学会 溶接構造シンポジウム 2019 幹事
- (8) (一社)溶接学会 溶接疲労強度研究委員会 幹事
- (9) (一社)溶接学会 溶接学会誌編集委員会力学分野モニター
- (10) (一社)溶接学会 溶接構造研究委員会 幹事
- (11) (一社)溶接学会 溶接力学シミュレーション研究会 委員
- (12) (公社)土木学会 関西支部講演会委員会
- (13) (公社)土木学会 調査研究部 応用力学委員会 委員
- (14) (公社)土木学会 調査研究部 応用力学委員会 応用力学論文集編集小委員会 委員
- (15) (公社)日本材料学会 強度設計・安全性評価部門委員会委員
- (16) (公社)日本材料学会 塑性工学部門委員会委員
- (17) (公社)日本材料学会 破壊力学部門委員会委員
- (18) (公社)日本材料学会 疲労部門委員会委員
- (19) (公社)日本船舶海洋工学会 KSSG 委員

(2) 国際会議委員

- (1) Visual-JW 2019 Secretary General

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- (1) (一社)日本鉄鋼連盟 土木鋼構造研究ネットワーク 委員
- (2) ADSIC 研究会 ADSIC 研究会・勉強会主査

(6) 研究留学生

- (1) 特別研究学生：LUO YUXIAO 溶接継手の疲労性能解析

(2) 研究生：李 博

溶接構造物の疲労性能評価技術の開発

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：堤 成一郎

一般公募研究課題

- | | | | |
|------|---------------------------------------|-------|-----------------------------------|
| (1) | 近畿大学工学部 建築学科 | 崎野良比呂 | ピーニング処理による溶接部の疲労強度向上効果に関する基礎的研究 研 |
| (2) | 神戸大学大学院
海事科学研究科 | 栗山 智行 | 粘弾性特性を持つ CMP パッドの加工挙動 |
| (3) | 神戸大学大学院
海事科学研究科 | 野村 昌孝 | 粘弾性特性を持つ CMP パッドの加工挙動 |
| (4) | 筑波大学 システム情報系 | 新宅 勇一 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (5) | 筑波大学大学院
システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻 | 石橋 奏 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (6) | 筑波大学大学院
システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻 | 金澤 凌平 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (7) | 筑波大学大学院
システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻 | 鍵村 拓也 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (8) | 筑波大学大学院
システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻 | 神田 寛明 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (9) | 筑波大学大学院
システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻 | 副島 克哉 | き裂発生・進展シミュレーション技術の高度化 |
| (10) | 東北大学工学部
建築・社会環境工学科 | 郡司 誠矢 | 多様な繰返し荷重を受ける建築鋼構造柱梁部材・接合部の性能評価 |
| (11) | 東北大学大学院
工学研究科
都市・建築学専攻 | 佐藤 公亮 | 多様な繰返し荷重を受ける建築鋼構造柱梁部材・接合部の性能評価 |
| (12) | 東北大学大学院
工学研究科
都市・建築学専攻 | 松本 拓 | 多様な繰返し荷重を受ける建築鋼構造柱梁部材・接合部の性能評価 |

- | | | | |
|------|---------------------|-------|--------------------------|
| (13) | 防衛大学校
建設環境工学科 | 市野 宏嘉 | 飛来物衝突を受ける鋼板の変形および貫通挙動の解明 |
| (14) | 防衛大学校
建設環境工学科 | 別府万寿博 | 飛来物衝突を受ける鋼板の変形および貫通挙動の解明 |
| (15) | 防衛大学校
建設環境工学科 | 片岡新之介 | 飛来物衝突を受ける鋼板の変形および貫通挙動の解明 |
| (16) | 防衛大学校
建設環境工学科 | 濱田 匠李 | 飛来物衝突を受ける鋼板の変形および貫通挙動の解明 |
| (17) | 立命館大学
総合科学技術研究機構 | 酒井 達雄 | 介在物周りの応力ひずみ解析と疲労寿命評価 |

先導的重点課題 [溶接・接合技術におけるデジタルツインに関する研究 (FS 型)]

- | | | | |
|-----|---|-------|--|
| (1) | 愛媛大学大学院
理工学研究科 | 勝田 順一 | |
| (2) | 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文) | | |
| (1) | 合計 | 10 | |

接合評価研究部門
信頼性評価・予測システム学分野

接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

4. 1 研究概要

次世代ものづくり技術を活かした健全な構造物を得るためには、溶接・接合部の特性支配要因の解明、特性劣化原因の究明、および、特性改善・向上技術の確立が重要である。本研究分野では、それらを達成するために、材料の凝固・変態挙動の理解を踏まえて、溶接・接合部の組織形成機構を明らかにするとともに、構造物の安心・安全を確保するための新しい組織制御技術および特性改善技術の確立、溶接・接合部の信頼性評価ならびにその予測システムの開発を目指している。材料のマイクロ・ナノ構造を制御することにより、長寿命化対応材料や高強度材料およびその溶接技術を提案し、環境に優しい社会の実現を目指していきたいと考えている。溶接部のマイクロ組織形成挙動を固相変態のみならず、凝固過程から一貫して理解するとともに、それらが靱性、耐高温割れ性、耐食性などの特性に及ぼす影響を解明し、更なる特性向上を目指した研究を推進している。

4. 2 研究課題

1. オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の耐孔食性に及ぼす合金元素の影響
2. ステンレス鋼の埋れアーク溶接部の組織解析とその耐食性
3. 溶接高温割れ感受性に対する支配因子とその評価方法の検討
4. 三次元積層造形過程の割れ評価方法の構築

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の耐孔食性に及ぼす合金元素の影響

構造物の性能や寿命は溶接部の特性に支配される場合が多い。特にオーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属では、合金元素の凝固偏析やフェライト／オーステナイト界面でのCr炭化物の析出に伴うCr欠乏層の形成により、母材に比べて耐孔食性が劣化する傾向があり、その使用環境によっては構造物の重要な課題となる。そこで、本研究では、フェライトの影響を排除するため完全オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属に対して、一般的に耐食性を向上させると言われているNb、Ti、Moを添加した場合の組織形態と耐孔食性について検討した。

オーステナイト単相で凝固する完全オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属では、凝固セルの境界にCr、Ni、Moが濃化し、Moを添加した場合はセル境界にラメラ状のCr-Mo炭化物が生成するが、セル中央部のMo濃度も上昇するため、耐孔食性は向上する。Nbを添加した場合、セル境界にNbCが生成し、そのNbC近傍から孔食は発生するものの、Nb添加の有無に関わらず、耐孔食性にほとんど変化は見られない。すなわち、安定化元素であるNbについては、完全オーステナイト系の溶接金属では耐食性の向上にほとんど寄与しない。一方、Tiを添加した場合は、セル境界に $M_{23}C_6$ やTiC、セル内にTiNが生成し、耐孔食性は著しく低下する。TiとMoを複合添加しても、耐孔食性は低く、無添加材に比べて耐孔食性は劣化する。この場合の孔食の多くは $M_{23}C_6$ 近傍から発生する。 $M_{23}C_6$ 近傍の元素分布を測定した結果、 $M_{23}C_6$ 近傍においてCr濃度が減少する領域が存在しており、Ti添加の場合の耐孔食性の劣化は、 $M_{23}C_6$ の析出に伴うCr濃度減少域の形成が原因であると考えられる。また、生成サイトと生成温度の関係から、Ti添加によって晶出するTiCが $M_{23}C_6$ 析出の起点となることが示唆される。すなわち、完全オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属においては、凝固セル内で発生する孔食はCrやMoの凝固偏析に起因しているのに対し、セル境界で発生する孔食は析出物や介在物に起因し、析出物近傍のCr減少域の形成や析出物とマトリッ

クス間の微小隙間が孔食の発生原因となることを明らかにした。

これらの成果については、国際会議 Visual-JW 2019 & WSE および溶接学会秋季全国大会において成果発表を行った。

2. ステンレス鋼の埋れアーク溶接部の組織解析とその耐食性

厚板溶接の高能率化が求められる背景の下、深溶込みが得られる埋れアーク溶接法が開発されている。一方、ステンレス鋼はその優れた特性から、多岐の分野で使用実績があり、ステンレス鋼厚板の需要も多いが、大入熱溶接では溶接部の耐食性劣化の懸念があるため、溶接施工効率に課題がある。そこで、ステンレス鋼の厚板溶接に埋れアーク溶接を適用することにより、耐食性の低下を抑制した高効率溶接の可能性について検討を行った。本研究では、埋れアーク溶接を適用したステンレス鋼厚板の HAZ において、サブマージアーク溶接と比較して、入熱量と組織形態および耐食性との関係を調査した。

SUS304 を種々の溶接電流で埋れアーク溶接を行った場合、HAZ の結晶粒径に差は認められず、SUS304 では結晶粒の粗大化に及ぼす溶接方法・溶接入熱の影響は小さいことが判明した。また、埋れアーク溶接を適用した場合も HAZ の鋭敏化が起こり、入熱量が大きいほど粒界腐食の程度は大きくなる。しかしながら、同じ高能率溶接のサブマージアーク溶接と比較すると、入熱量がほぼ同じ場合、埋れアーク溶接の方が深い溶け込みを得られるため、同じ溶け込み深さが必要な場合は、埋れアーク溶接を用いた方が入熱量は低く抑えられ、耐食性の観点から有効であることが示唆される。

これらの成果は、ダイヘン溶接・接合協働研究所の共同研究で行った成果である。

3. 溶接高温割れ感受性に対する支配因子とその評価方法の検討

ステンレス鋼やニッケル基合金において、溶接時の高温割れ感受性の低減が課題となっている。オーステナイト系金属材料の凝固割れ感受性は、炭化物や Laves 相をはじめとする第二相の種類や生成量により変化することが予想されるが、これらの影響について凝固割れ感受性を系統的に調査した研究は十分に行われていない。そこで昨年度に引き続き、化学組成を系統的に変化させた溶接金属の凝固割れ感受性を評価し、化学組成や生成相による凝固割れ感受性への影響を調査した。

オーステナイト系ステンレス鋼を対象としての検討では、Nb や Ti、Zr、C の含有量に伴う炭化物や Laves 相等の晶出相の生成形態・温度、偏析挙動の変化が、凝固割れ感受性に及ぼす影響を調査した。その結果、Ti は MC 炭化物が最も生成しやすく、生成速度も速いことから、C 含有量増加による BTR の低減効果は Ti の方が大きくなることを見出した。また、Nb と Ti の複合添加では、C 含有量に関わらず Ti の方が MC 炭化物に多く分配され、Ti が優先的に MC 炭化物を生成することが明らかとなり、Nb、Ti、C の適切な含有により凝固割れ感受性の改善できる可能性が示唆された。

また、フェライト系ステンレス鋼を対称としてフェライト量や C 量、Si 量が凝固割れ感受性に及ぼす影響を調査した。BTR はフェライト量によらずほぼ一定の値を示し、Si、C 添加により BTR がそれぞれ増加した。また、C 添加は Si に比して BTR の増大方が大きくなった。従来より、高フェライト量においては、凝固割れ感受性が増大されるとされていたが、この増大はフェライト量によるものではなく、C や Si の影響であることを見出した。

これらの成果については、材料学分野において権威ある国際学術誌である Material Science and Engineering A や ISIJ-International に掲載され、溶接学会や日本鉄鋼協会の全国大会、国際会議 Visual-JW 2019 & WSE にて成果発表を行った。加えて、Journal of Alloys and Compounds や Welding in the World にも掲載や、Thermec2021 での招待講演が決定している。

また、溶接凝固割れ感受性評価方法の標準化に関する検討も実施し、溶接学会ミニ研究会（主査：門井）との連携を通じ、トランスバレストレイン試験を対象とし、試験測定時の人的要因、装置的要因等を明らかにした。得られた成果は、72th IIW Annual Assembly and International Conference での

発表し、溶接学会論文集にも掲載された。加えて、日本溶接協会溶接材料部会共研第4委員会にも参画し、トランスバレストレイン試験方法の規格化に向けた取り組みも行っている。

4. 三次元積層造形過程の割れ評価方法の構築

金属3次元積層造形（以下AM）技術は、近年幅広い分野での適用検討、実用化が進められている。一方、AM過程での凝固割れや空孔等の欠陥発生が報告されているものの、積層造形中の割れ発生（特に高温割れ）に関する基礎的な研究は極めて少ない。そこで本研究では、溶接分野で構築されてきた凝固割れ感受性評価法をAMへ応用展開を検討するとともに、溶接等とは異なるAM特有の凝固割れの支配因子を調査した。高温延性曲線の導出に適用される拘束緩和式U型高温割れ試験、トランスバレストレイン試験を実施し、凝固割れ発生の再現や高温延性曲線の導出が可能であることを明らかにした。また、AM条件によって異なる凝固割れ感受性を示したが、これはAM条件に依存した凝固組織形態に起因していることが示唆された。

これらの研究は先導的重点課題「溶融加工プロセスでの凝固割れ発生現象の解明とその防止技術の構築（FS型）」を通じて実施した共同研究の成果である。得られた成果は溶接学会をはじめとした国内会議、国際会議での発表が決定している。

(2) 研究に対する自己評価

鉄鋼材料は最重要な構造部材・機能部材であるにも関わらず、その溶接に関する研究を行っている大学の研究機関は少なく、減少しているのが現状である。本研究分野では、そのような鉄鋼材料を主な研究対象として、溶接部の健全性に資する溶接部の組織形成機構の解明、構造物の安心・安全を確保するための新しい組織制御技術および信頼性評価ならびにその予測システムの開発を目指している。今年度は、昨年度導入した高速度カメラや二色分光法による温度計測システムを用いた高温割れ感受性の高精度評価法を確立するとともに、新たに高周波誘導加熱（溶接再現熱サイクル試験機）装置を導入し、溶接・接合部の信頼性評価や組織形成過程解明に欠かせない材料特性評価の設備を拡充させた。これらの研究によって得られた成果については、材料分野で権威あるMaterial Science and Engineering AやISIJ-Internationalに掲載されるとともに、Journal of Alloys and CompoundsやWelding in the Worldへの掲載が決定している。また、国内外の学会で多数の成果発表を行い、72st IIW Annual Assembly and International Conferenceでの発表2件、7th International Conference on Recrystallization and Grain Growthでの発表1件、Visual-JW 2019 & WSE 2019での発表3件、溶接学会春季全国大会、秋季全国大会での8件、日本鉄鋼協会講演大会での2件の講演や特許出願1件を行った。加えて、門井が世界的に権威のあるArthur Smith Award (IIW)の受賞するなど、特筆した成果を挙げており、溶接冶金分野の一翼を担う研究拠点として当該分野に大きく貢献している。昨年度より継続して進めている研究設備の導入や実験手法の確立がこれらの研究成果に著実に反映されている。加えて、科研費基盤研究(B)や基盤研究(C)、その他助成プロジェクトに採択されており、次年度以降はより多くの研究成果を効率よく得られるとともに、各分野の共同研究員との連携による専門分野のさらなる深化が期待される。

4.4 教育に対する自己評価

本研究分野は、マテリアル生産科学専攻生産科学コースの「接合プロセスメタラジー論」を井上、門井が担当した。全学共通教育の「学問の扉（マチカネゼミ）」を門井が、鴫田が分担した。また、東北大学の非常勤講師として「材料界面設計学」を井上、門井が各1コマずつ担当した。また、国際的な教育活動として、井上が香港城市大学において、門井が第4回ベトナム溶接研究会、第7回接合科学カフェ、東京セミナーにおいて特別講義を行った。

2019年度は博士前期課程3名、学部4年生2名の学生が在籍したほか、社会人ドクター3名の受

け入れを行った。また、マテリアル生産科学専攻マテリアル科学コースの博士後期課程1名の博士論文審査の副査を井上が担当した。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野は、溶接学会関西支部長および副支部長、溶接学会編集委員会委員、溶接学会フェロー、溶接学会企画委員会委員、溶接学会論文査読委員会委員、溶接学会溶接冶金研究委員会副委員長・幹事、溶接学会溶接冶金研究委員会破面写真集作成WG主査、日本溶接協会溶接管理技術者評価委員、日本溶接協会特殊材料溶接研究委員会幹事、日本溶接協会材料部会委員、日本鉄鋼協会接合結合フォーラム幹事を努めるなど、鉄鋼材料の溶接・接合研究、特に冶金分野で日本の中核として認知されている。加えて、2020年度溶接学会全国大会の副実行委員長、事務局として中軸の委員を担っている。一方、国際貢献としては、Visual-JW 2019のプログラム委員長及び委員のほか、LAMP2019の実行委員を務めている。さらに自治体への貢献として、尼崎市消防局の消防防災専門委員を務めている。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本年度は、広島大学、秋田大学、東北大学、群馬大学、大阪市立大学などの全国の大学、日本原子力研究開発機構、東京都立産業技術研究センター等の公的機関などから計12名の共同研究員を受け入れ、相変態や腐食、力学といった各分野の専門家との共同研究による研究の高度化を図るとともに、建築分野などの異分野の研究者との学際研究にも着手している。共同研究員との共著として、国際学会での発表2件が行われたほか、国際共同研究員との研究成果として国際学術誌への論文1報が掲載された。

また、先導的重点課題「溶融加工プロセスでの凝固割れ発生現象の解明とその防止技術の構築 (FS型)」に代表研究者として参画し、3名の共同研究員を受け入れ、研究所内外の研究者とともに優れた研究成果を挙げている。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Relationship between Alloy Element and Weld Solidification Cracking Susceptibility of Austenitic Stainless Steel
ISIJ Int., 59, 7 (2019), 1323-1329.
S. Ueda, K. Kadoi, S. Tokita and H. Inoue
- (2) Ductility-dip Cracking Susceptibility in Dissimilar Weld Metals of Alloy 690 Filler Metal and Low Alloy Steel
Mater. Sci. Eng. A., 756 (2019), 92-97.
K. Kadoi, M. Hiraoka, K. Shinozaki and T. Obana
- (3) Effects of Carbon and Chromium on Microstructure Evolution and Mechanical Properties of Friction Stir Weldment in Medium-carbon Steel
Mater. Sci. Eng. A., 762 (2019), 138060.
C. Cheng, K. Kadoi, S. Tokita, H. Fujii, K. Ushioda and H. Inoue
- (4) バレストレイン試験による溶接高温割れ感受性評価での試験・評価方法の統一化に向けた検討
溶接学会論文集, 37, 4 (2019), 200-207.
門井 浩太, 岡野 成威, 山下 正太郎, 阿部 大輔, 竹森 章, 山田 慎之介, 高田 充志, 河田 純一
- (5) Microstructural Evolution and Solidification Cracking Susceptibility of Grain Boundary Engineered Fully Austenitic Stainless Steel
Weld. World (2020), 1-8.
S. Tokita, K. Kadoi, Y. Kanno and H. Inoue

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Effect of Cr and C on Microstructure Evolution of Medium Carbon Steels during Friction Stir Welding Process and Their Mechanical Property
7th Int. Conf. on Recrystallization and Grain Growth, Ghent, Belgium (2019.8.4-9)
K. Kadoi, C. Cheng, S. Tokita, K. Ushioda, H. Fujii and H. Inoue
- (2) Effect of Thermomechanical Parameters on Grain Growth and Recrystallization during Grain Boundary Engineering of Austenitic Stainless Steel
7th Int. Conf. on Recrystallization and Grain Growth, Ghent, Belgium (2019.8.4-9)
S. Tokita, H. Kokawa and Y. S. Sato

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Investigation of Standardizing for Evaluation Method of Vrestraint Test
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia, IX-2682-19 (2019.7.7-12), 1-8.
K. Kadoi
- (2) Solidification Cracking Susceptibility of Grain Boundary Engineered Fully Austenitic Stainless Steel
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia, IX-2683-19 (2019.7.7-12), 1-9.
S. Tokita, K. Kadoi, Y. Kanno and H. Inoue

(7) 国際会議発表

- (1) Effect of Ferrite Content and Chemical Composition on Weld Solidification Cracking Susceptibility of Stainless Steel with F Mode Solidification
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Ueno, K. Kadoi, S. Tokita and H. Inoue
- (2) Effect of Alloying Elements on Corrosion Resistance of Weld Metal of Austenitic Stainless Steels
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
Y. Kanno, S. Tokita, K. Kadoi and H. Inoue
- (3) Effect of Microstructure of Base Metal on Microstructure and Solidification Cracking Susceptibility of Fully Austenitic Stainless Steel
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
S. Tokita, K. Kadoi, Y. Kanno and H. Inoue

(8) 国内学会発表

- (1) 極低酸素溶接金属中の粒内フェライト生成および介在物に及ぼす Al と Ti の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
本間 竜一, 井上 裕滋, 門井 浩太, 鴫田 駿
- (2) 中炭素鋼摩擦攪拌接合部の微細組織と機械的特性に及ぼす合金元素の影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
程 春, 門井 浩太, 鴫田 駿, 藤井 英俊, 潮田 浩作, 井上 裕滋, 柳楽 知也, 青木 祥宏
- (3) オーステナイト系ステンレス鋼の晶出相生成挙動と凝固割れ感受性
(一社)日本鉄鋼協会第 178 回秋季講演大会 令和元年度秋季全国大会, 岡山 (2019.9.11-13)
門井 浩太, 植田 誠大, 鴫田 駿, 井上 裕滋
- (4) F モードで凝固するステンレス鋼溶接金属の凝固割れ感受性に及ぼすフェライト量と C 量の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
上野 誓也, 門井 浩太, 鴫田 駿, 井上 裕滋
- (5) オーステナイト系ステンレス鋼における凝固形態と凝固割れ感受性の関係
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
門井 浩太, 植田 誠大, 鴫田 駿, 井上 裕滋
- (6) 中炭素鋼摩擦攪拌接合部のマルテンサイト組織と機械的特性に及ぼす合金元素の影響
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
程 春, 門井 浩太, 鴫田 駿, 藤井 英俊, 潮田 浩作, 井上 裕滋
- (7) レーザ溶接中の凝固過程解析
(一社)溶接学会 第 248 回溶接法研究委員会, 沖縄 (2019.11.1)
門井 浩太, 篠崎 賢二
- (8) 炭素鋼溶接金属における凝固形態と靱性の関係
(一社)溶接学会 第 238 回溶接冶金研究委員会, 兵庫 (2019.11.15)
門井 浩太, 中田 有紀, 鴫田 駿, 井上 裕滋, 猿渡 周雄

- (9) ステンレス鋼の溶接凝固割れ感受性に及ぼすフェライト量と化学組成の影響
(一社)日本鉄鋼協会第179回春季講演大会, 東京(2020.3.18-20)
門井 浩太, 上野 誓也, 井上 裕滋, 嶋田 駿
- (10) 結晶学的解析に基づく高強度鋼溶接金属における凝固挙動の検討
(一社)溶接学会 平成31年度春季全国大会, 東京(2019.4.17-19)
宇治 拓哉, 嶋田 駿, 門井 浩太, 井上 裕滋, 杉山 昌章, 畑 顕吾, 猿渡 周雄
- (11) オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の耐食性と組織形態の関係
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
冠野 裕大, 嶋田 駿, 門井 浩太, 井上 裕滋
- (12) 二相ステンレス鋼溶接金属部の耐孔食性に及ぼすマイクロ組織の影響
(一社)溶接学会2019年度秋季全国大会, 仙台(2019.9.17-19)
嶋田 駿, 高田 駿, 井上 裕滋, 門井 浩太, 北篠 優武, 吉岡 優馬

(9) 国際会議講演

- (1) Solidification Mechanism of Austenitic Stainless Steels Solidified with Primary Ferrite
JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop, Hong Kong (2019.11.6)
H. Inoue
- (2) 溶接凝固割れの支配因子と割れ発生防止
第4回ベトナム溶接研究会, ベトナム, ハノイ(2020.2.11)
門井 浩太

(10) 国内会議講演

- (1) 溶接冶金学 I-2 「溶接部の組織と材質変化」
2019年度溶接工学夏季大学, 大阪(2019.7.25-27)
井上 裕滋
- (2) 孔食・すき間腐食・粒界腐食事例とその対策
PWCCブリテン発刊シンポジウム, 東京(2019.12.2)
井上 裕滋
- (3) 孔食・すき間腐食・粒界腐食
溶接部の腐食トラブル防止事例講習会, 東京(2020.1.31)
井上 裕滋
- (4) 溶接時の凝固・組織形成過程の予測シミュレーションとその応用
大阪大学接合科学研究所 東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」, 東京(2019.11.25)
門井 浩太
- (5) 60分のミステリーツアー - 割れ -
第7回接合科学カフェ, 大阪(2019.11.28)
門井 浩太

(11) 解説・総説

- (1) 第Ⅱ編第2章「孔食・すき間腐食事例とその対策」
溶接部の腐食トラブル事例と要因解析・対策の基礎 (2019), 103-122.
井上 裕滋
- (2) 第Ⅱ編第3章「粒界腐食事例とその対策」
溶接部の腐食トラブル事例と要因解析・対策の基礎 (2019), 123-134.
井上 裕滋
- (3) 溶接冶金学 I-2「溶接部の組織と材質変化」
2019 年度溶接工学夏季大学教材 (2019), 97-117.
井上 裕滋

(12) 著書

- (1) 溶接部の腐食トラブル事例と要因解析・対策の基礎
溶接学会, (2019), 分担執筆, 103-134.
井上 裕滋, 小川 和博, 川上 洋司, 才田 一幸, 春名 匠, 田村 健, 中山 元, 松田 宏康

(13) 特許出願・登録

- (1) 固相接合用鋼, 固相接合用鋼材, 固相接合継手及び固相接合構造物
特願 2019-144986
門井 浩太, 藤井 英俊, 鴫田 駿, 他 2 名

(15) 受賞

- (1) Arthur Smith Award
IIW(International Institute of Welding) (2019.07.07)
K. Kadoi
- (2) 大阪大学賞 若手教員部門
大阪大学 (2019.11.21)
門井 浩太

(17) 外部資金

(単位: 千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|---------|---|-------|--------|
| (1) | 基盤研究(B) | ステンレス鋼の異相界面性格制御に基づく高耐食
溶接金属の材料設計・開発原理の構築 | 井上 裕滋 | 10,920 |
| (2) | 基盤研究(C) | 金属積層造形中の割れ発生機構の解明とその防止
技術の確立 | 門井 浩太 | 1,820 |

民間等との共同研究

- | | | | | |
|-----|--|-------------------------------|-------|-------|
| (1) | | ダイヘン溶接・接合協働研究所 | 井上 裕滋 | 2,000 |
| (2) | | α 系ステンレス溶接部の金属組織と特性の研究 | 井上 裕滋 | 1,575 |

(3)	銅溶接金属中の不純物元素の解析挙動におよぼす凝固形態の影響	井上 裕滋	1,155
(4)	低酸素低合金鋼溶接部の粒内変態核に関する研究	門井 浩太	540
(5)	TS1000MPa 超高強度溶接部の組織解析	鴫田 駿	693

学術相談

(1)		門井 浩太	495
-----	--	-------	-----

奨学寄付金

(1)		門井 浩太	10,000
-----	--	-------	--------

4. 8 教育

氏名：井上 裕滋

(1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	接合プロセスメタラジー論
-----	-------------	--------------

(3) 博士論文 (副査)

(1)	マテリアル生産科学専攻, 本間 祐太	大型鍛鋼品及びその熱影響部の金属組織を基にした靱性予測手法の構築
-----	--------------------	----------------------------------

(4) 修士論文

(1)	マテリアル生産科学専攻, 冠野 裕大	オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の耐孔食性に及ぼす合金元素の影響
-----	--------------------	------------------------------------

(5) 卒業論文

(1)	マテリアル生産科学専攻, 前嶋 基志	ステンレス鋼埋もれアーク溶接部の組織形態と耐食性の関係
(2)	マテリアル生産科学専攻, 松本 幸弥	金属積層造形における凝固割れ感受性評価法とその支配因子の検討

氏名：門井 浩太

(1) 大学院等講義科目

(1)	マテリアル生産科学専攻	接合プロセスメタラジー論
(2)	全学教育推進機構	学問への扉 (マチカネゼミ)

氏名：鴫田 駿

(1) 大学院等講義科目

- (1) 全学教育推進機構 学問への扉 (マチカネゼミ)

4. 9 社会貢献

氏名：井上 裕滋

(1) 学会役員

- (1) (一社)日本鉄鋼協会 接合・結合フォーラム幹事
- (2) (一社)日本鉄鋼協会 材料の組織と特性部会運営委員会 委員
- (3) (一社)日本溶接協会 化学機械溶接研究委員会 二相ステンレス鋼溶接小委員会委員
- (4) (一社)日本溶接協会 学識会員
- (5) (一社)日本溶接協会 特殊材料溶接研究委員会幹事
- (6) (一社)日本溶接協会 溶接管理技術者 評価委員会 委員
- (7) (一社)日本溶接協会 特殊材料溶接研究委員会 プリテン書籍化WG 委員
- (8) (一社)溶接学会 フェロー
- (9) (一社)溶接学会 プラント材溶接部腐食合同研究委員会 プリテン作成 WG 幹事
- (10) (一社)溶接学会 プラント材溶接部腐食合同研究委員会 事例講習会 WG 幹事
- (11) (一社)溶接学会 プラント材溶接部腐食合同研究委員会幹事
- (12) (一社)溶接学会 関西支部長
- (13) (一社)溶接学会 編集委員会委員
- (14) (一社)溶接学会 溶接冶金研究委員会 破面写真集作成 WG 主査
- (15) (一社)溶接学会 溶接冶金研究委員会 副委員長
- (16) (一社)溶接学会 溶接学会 2020 年度秋季全国大会実行委員会 副委員長

(2) 国際会議委員

(1) Visual-JW & WSE 2019 Chairman of Program Committee

(3) 他大学等での非常勤講師

(1) 東北大学 材料界面設計学

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

(1) 尼崎市消防局 消防防災専門委員

氏名：門井 浩太

(1) 学会役員

- (1) (一社)日本鉄鋼協会 接合・結合フォーラム委員
- (2) (一社)日本鉄鋼協会 創形創質工学部会若手フォーラム 幹事
- (3) (一社)日本溶接協会 溶接材料部会 共研第4分科会 委員
- (4) (一社)溶接学会 関西支部 副支部長
- (5) (一社)溶接学会 企画委員会 委員
- (6) (一社)溶接学会 編集委員会 委員
- (7) (一社)溶接学会 溶接冶金研究委員会 幹事
- (8) (一社)溶接学会 論文査読委員会 委員
- (9) (一社)溶接学会 全国大会実行委員会 事務局
- (10) (公社)日本鑄造工学会 査読委員

(2) 国際会議委員

(1) LAMP2019 実行委員

(2) Visual-JW & WSE 2019 Program Committee

(3) 他大学等での非常勤講師

(1) 東北大学 材料界面設計学

氏名：鴫田 駿

(3) 他大学等での非常勤講師

- (1) 千葉県立千葉高校 出前講義

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：井上 裕滋

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|-----------------------------------|-------|--------------------------------|
| (1) | 秋田大学大学院
理工学研究科 | 宮野 泰征 | オーステナイト系ステンレス鋼溶接部組織の微生物腐食感受性評価 |
| (2) | 大阪市立大学大学院
工学研究科 | 川上 洋司 | 溶接による偏析が細菌の付着と微生物腐食に及ぼす影響 |
| (3) | 大阪大学大学院
工学研究科 | 才田 一幸 | ステンレス鋼の高温割れ感受性評価 |
| (4) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 丸山 茂宏 | 熱影響部モデル組織の微細化制御技術の研究 |
| (5) | 大阪大学大学院
工学研究科
マテリアル生産科学専攻 | 小枝 大 | 熱影響部モデル組織の微細化制御技術の研究 |
| (6) | 大阪大学大学院
工学研究科
日本製鉄材料基礎協働研究所 | 丸山 直紀 | 熱影響部モデル組織の微細化制御技術の研究 |
| (7) | 大阪大学大学院
工学研究科
日本製鉄材料基礎協働研究所 | 杉山 昌章 | 熱影響部モデル組織の微細化制御技術の研究 |
| (8) | 東北大学大学院工学研究科 | 佐藤 裕 | ニッケル基合金の表面粒界工学 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|---------------------|---------------|--|
| (1) | Tsinghua University | Zhenlin Zhang | Formation and controlling mechanism of the HAZ liquation cracking in K447A cladding zone obtained via laser cladding repairing |
|-----|---------------------|---------------|--|

氏名：門井 浩太

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| (1) | (国研)日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究センター | 青木 聡 | オーステナイトステンレス鋼の異種材料溶接部の耐食性評価 |
| (2) | 群馬大学大学院 理工学府 知能機械創製部門 | 半谷 禎彦 | 溶融凝固を利用した発泡金属の創製 |
| (3) | 広島大学大学院 工学研究院 | 曙 紘之 | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |
| (4) | 広島大学大学院 工学研究科 機械物理工学専攻 | セルバラーヂ
トーマスプラブ | 高品質溶接部を実現する組織制御技術の開発 |

先導的重点課題[先導的重点課題 [非金属異材接合に向けた先進材料プロセスの開発 (役割分担型)]

- | | | | |
|-----|--|-------|--|
| (1) | (地独)東京都立産業技術研究センター事業化支援本部 技術開発支援部 3D ものづくりセクター | 千葉 浩行 | |
| (2) | 群馬大学大学院理工学府 | 西田 進一 | |
| (3) | 広島大学大学院工学研究科 機械物理工学専攻 | 濱崎 洋 | |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 1 |
|-----|----|---|

スマートプロセス研究センター
スマートコーティングプロセス学分野

スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、ナノ粒子、粉体プロセスを基礎としたコーティングプロセスの開発によって、我が国のものづくり技術の発展と安心、安全、環境、エネルギー問題等への貢献を通じて、スマートコーティングプロセス学の構築に寄与することを目指している。具体的には、機械的手法を基礎とした粉体プロセスであるブレイクダウン法をはじめ、気相法、液相法を基礎としたビルドアップ法、さらには水蒸気を導入した新しい固相プロセスなどによって、スマートコーティングプロセスの開発を進めている。

ブレイクダウン法では、ナノ粒子、粉体の持つ特異な性質を活かすことにより、大気圧下非加熱で粒子表面に微粒子等をコーティングするプロセスや微粒子を合成するプロセスなどの開発に加えて、高い遠心加速度をボールミルに与えることのできる遊星ボールミルを用いて、液中で加熱操作を施さずに微粒子を合成するプロセスの開発などを進めている。またビルドアップ法では、液相プロセスによる複合ナノ粒子の構造制御などが行われている。これらの方法により構造制御された粒子を用いて、全固体電池などリチウムイオン二次電池の電極材料、超低熱伝導材料、蛍光体材料など、様々な材料開発を進めている。

4. 2 研究課題

1. 機械的手法による機能性ナノ粒子の非加熱合成技術の開発
2. 複合構造制御による二次電池用電極材料の開発
3. 全固体リチウムイオン電池の開発
4. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発
5. 機能性微粒子合成のための水蒸気固相プロセスの開発
6. ナノ粒子接合を利用した微生物の付着抑制機構の解析
7. セラミックス粉体の超微粉碎技術の確立に関する研究

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 機械的手法による機能性ナノ粒子の非加熱合成技術の開発

粉体原料表面に機械的な作用を繰り返し与えることにより、非加熱で複合酸化物などのナノ粒子を合成することができる。具体的な合成手法として、大気圧下非加熱で、粒子層に強力な圧縮力とせん断力を繰り返し付与する摩砕式ミルによって粒子合成を行う研究を実施した。一方、ミリングにおいて高い遠心加速度を与えることを特徴とする遊星ボールミルを用いて、液中にて強力な機械的作用を原料粉体に与えることによって、非加熱で粒子合成などを行うプロセスについても研究を進めた。

前者においては、Ce を添加した $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce³⁺) 蛍光体の合成プロセスの検討を引き続き行い、外部加熱を施すことなく非加熱での YAG:Ce³⁺ の直接合成を実施した。本年度は、蛍光体特性に影響する Ce³⁺ と Ce⁴⁺ の割合について XAFS 分析による評価を行った。その結果、直接合成品における Ce の 3 価の割合は全体の 20% 程度であることが分かった。一方、固相法によって合成した粉体の場合、処理温度が上昇するとともに、Ce³⁺ の割合が上昇して Ce⁴⁺ が Ce³⁺ に還元されることを確認した。

また、全固体リチウムイオン電池に必要な高性能の固体電解質材料を開発するために、複数種類の酸化物を選定し、原料粉体からの非加熱合成を試みた。そして、合成された粒子の微構造、結晶

相などを評価した。さらに、合成品を成形、焼結してバルク材料を作製し、その焼結体密度やイオン伝導度などの基礎的特性評価を行い、イオン伝導度の向上を目指した検討を行った。

一方、後者においては、リチウムイオン二次電池の高電位正極活物質へ変換可能なリン酸コバルトアンモニウム水和物 ($\text{NH}_4\text{CoPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) の合成を検討した。具体的には、水中での原料粉体 ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ および $\text{Co}(\text{OH})_2$) の遊星ボールミル処理を行い、非加熱短時間で $\text{NH}_4\text{CoPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が合成できることを明らかにした。また、遠心加速度や処理時間を変えることで、処理過程での $\text{NH}_4\text{CoPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の生成機構の解明を行った。得られた $\text{NH}_4\text{CoPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ から高電位正極活物質 LiCoPO_4 への変換を試み、その正極特性を評価した。

2. 粒子複合構造制御による二次電池用電極材料の開発

リチウムイオン二次電池の正極活物質粒子表面へ微細なナノ粒子を被覆した複合粒子を作製し、電池の長寿命化を目指した正極粒子を試作した。長時間の充放電試験の結果、被覆無しの正極に比べ、電池内部で発生する副反応を抑えることに成功し、電池の長寿命化を達成した。一方、Si とグラファイトから成る多孔質構造の造粒粒子を作製し、その表面にカーボンを機械的手法によって被覆した複合造粒体を用いて、リチウムイオン電池の負極材料を試作した。その充放電特性、サイクル特性、負極の体積変化などを評価した結果、リチウムイオン移動に伴う負極の体積変化は、形成された複合造粒構造によって緩和され、いずれも良好な特性を示すことが分かった。

3. 全固体リチウムイオン電池の開発

電極活物質と固体電解質の微粒子を複合化することによる、バルク型全固体電池の電極微構造を検討した。5V 級正極活物質である $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ と酸化物系固体電解質からなる複合電極構造を検討し、遊星ボールミルや摩砕式ミル等の種々の複合化工程から複合粒子を作製した。複合正極、高分子電解質膜、Li 金属からなる電池を試作し、その特性を評価した結果、電極密度、複合化比率、微構造等が全固体電池の性能向上に重要なファクターであることを明らかにした。特に、電極の高密度充填が可能な複合造粒体において、43mAh/g の放電容量を得た。

4. 複合粒子を用いた超低熱伝導材料の開発

ナノ粒子を直接接合する低環境負荷型の非加熱複合化プロセスにより、断熱性能の極めて高い軽量多孔質材料を作製するプロセスを既に開発している。この方法は、シリカナノ粒子をガラス繊維粒子表面に多孔質状に接合した複合繊維粒子を調製し、それを加圧成形することによって断熱材を作製するものである。本年度は、耐熱温度の高いセラミックス繊維粒子とアルミナナノ粒子を原材料として選定し、1000℃までの高温場で使用可能な高性能の断熱材料の開発を検討した。1200℃まで熱拡散率測定が可能な周期加熱法によって熱伝導率を評価した結果、作製された多孔質材料は、200～1000℃の温度範囲で 0.065～0.04W/(m・K) の熱伝導率を有する、極めて高性能の断熱特性を示すことが分かった。

なお、周期加熱法は装置のコストも高い特殊な測定方法であるため、より簡便な原理に基づく熱伝導率測定方法の開発も検討した。その結果、和歌山高専の大村教授との共同研究によって、100～900℃の温度範囲で、精度よく熱伝導率を評価できる簡便な構造の測定装置の開発を行った。

5. 機能性微粒子合成のための水蒸気固相プロセスの開発

炭酸マンガン (MnCO_3) 球状粒子の熱分解反応を水蒸気焼成下で行い、多孔質な酸化マンガン (Mn_3O_4) 球を合成した。 Mn_3O_4 はリチウムイオン二次電池のコンバージョン型負極として注目されていることから、得られた Mn_3O_4 多孔質球の負極特性を評価した。充放電反応を繰り返すことで大きな体積変化が生じたものの、導電助剤として添加したカーボンを取り込みながら粒子の膨張、収

縮が起きた。その結果、10 サイクル後には容量低下が抑制される傾向を示した。また、単粒子での充放電試験も実施し、リチウムイオン二次電池のコンバージョン型負極粒子の微構造設計に関する知見が得られた。

6. ナノ粒子接合を利用した微生物の付着抑制機構の解析

微生物と他の材料との接合特性に関する研究の第一ステップとして、微生物の各種基板への付着機構を解析した。例えば、カビ胞子は、医療汚染、食品汚染、配管腐食などの弊害を起すが、カビ胞子の付着を抑制する材料表面設計ができれば、これらの問題解決に貢献できる。本年度は、配管や反応容器などに汎用されているステンレス材料を対象とし、昨年度と同様にステンレス基板表面に親水性チタニアナノ粒子を成膜することで、微生物の付着抑制の定量的評価を行った。その結果、SUS304 基板表面にチタニアナノ粒子層を形成すると、乳酸菌の付着数は約 97% 減少することを明らかにした。このことは、ステンレス基板と乳酸菌の接触角測定から推算した表面張力より計算した乳酸菌が SUS 基板に付着したときの自由エネルギー変化が、親水性ナノ粒子の成膜によって負から正へ変化したことから、熱力学的見地に基づく予想とよく一致した。

7. セラミックス粉体の超微粉碎技術の確立に関する研究

セラミックス微粉体の量産的製造技術の確立は、セラミックス材料の高機能化とコスト低減に不可欠である。その有力な製造プロセスが液中粉碎である。このプロセスでは、粉碎時間とともに粒子径は減少するが、ある時間で粉碎がストップし、粒子の再凝集が生じる。本研究では、このような超微粉碎プロセスを粒子運動シミュレーション (Discrete Element Model) によって解析することを目指す。本年度は、転動ボールミルよりも格段に高い加速度場において粉碎可能な遊星ボールミルを用いてアルミナ粉体の液中での粉碎実験を行い、粉碎によって生じるコンタミネーション抑制のための検討を行った。その結果、媒体ボール径が小さいほど、コンタミネーション量を減少でき、かつ粉碎品の粒子径は小さくなった。また、コンタミネーション量は、シミュレーションから計算された粉碎操作時の積算衝突エネルギーの増大に伴って増加する傾向にあることが示された。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野では、主に機械的手法を基礎としたブレイクダウン法や、気相法、液相法を基礎としたビルドアップ法、さらには水蒸気を導入した新しい固相プロセスなど、多様なアプローチにより、スマートコーティングプロセスに関する研究開発を進めている。さらに、これらの連携によるシナジー効果を有効に活かして分野全体としての研究を進めている。このような分野運営の結果、IF の高い J. Power Sources への論文掲載をはじめとして、7 報の査読付き学術論文を発表した。また合計 4 件の解説記事を執筆するとともに、4 件の著書を分担執筆した。なお、本年度は、内藤教授が公益財団法人ホソカワ粉体工学振興財団より、材料開発のための粉体プロセス開発への貢献に対して、KONA 賞を受賞した。同賞は、近年国際的な公募によって毎年 1 名に与えられているが、国際公募してから初の日本人受賞者となった。その他、当分野では外部資金の獲得も積極的に進め、企業との共同研究予算も獲得した。

4. 4 教育に対する自己評価

マテリアル生産科学担当分野として、大学院の授業を担当するとともに学生の研究指導を行った。また、内藤教授は、大学院後期課程の学生 1 名の博士学位の副査を担当するとともに、AGH 工科大学 (ポーランド) の大学院生の海外審査委員も担当した。さらに、JST さくらサイエンスで派遣された大学院学生 (国立台湾大学) 1 名、インドネシア大学の大学院生 1 名、Silesian 工科大学 (ポーランド) の大学院生 2 名のインターンシップ研修を行った。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

1. 国内外での学会等活動

本分野では、ナノ粒子、粉体工学を基礎としたコーティングプロセスの開発とともに、これらのプロセス技術を応用して、様々な材料開発を進めている。したがって、粉体工学を中核としながら、多様な学問領域と連携して国内外の学会活動を進めている。

その結果、内藤教授は、学会、公益法人等の委員計 30 件、15 件の国際会議委員を担当し、国内外の学会等活動に寄与した。特に、世界のセラミックス研究者の代表的団体である World Academy of Ceramics においては、Advisory Board Member に選出され、セラミックス研究分野の国際的活動に貢献している。

また国際会議においては、(一社)粉体工学会が主催となり、当研究所が共催機関である「材料界面の評価と制御に関する国際会議」(ICCCI2022)の開催に向けた準備に着手した。この国際会議は3～4年に1度開催されるが、今回は内藤教授が名誉議長を担当し、小澤助教が国内委員会委員を担当している。このように、委員等の参画に関して、本分野は十分な活動を展開したものと自己評価できる。

2. 産学連携

平成 30 年度は、企業との共同研究によって特許 6 件を共同出願し、活発な産学連携を推進した。

3. 国際貢献

本分野においては、上記に記載したように、多くの国際会議に委員として参加し国際貢献を進めた。

当研究所との新たな部局間学術交流協定として、Silesian 工科大学（ポーランド）との締結にコンタクトパーソンとして貢献した。さらにローマ大学 Tor Vergata 校のインダストリアルエンジニアリング学科（イタリア）とは、交流協定の延長に貢献した。

学術交流協定締結機関とは、引き続き積極的な交流を進めた。上海交通大学においては、本年度も内藤教授が客員教授として交流し、国際共同研究員 1 名と共同研究を実施した。また上海珪酸塩研究所においては、内藤教授が議長となり、(一社)粉体工学会と同研究所との共催で令和元年 11 月に国際シンポジウムを開催した他、国際共同研究員を 1 名招へいした。さらに国立台湾大学においても、内藤教授が議長となり(一社)日本粉体工業技術協会、台湾セラミックス学会等との共催によって国際シンポジウムを開催するとともに、国際共同研究を推進した。また、Hanyang 大学（韓国）とは、リチウムイオン二次電池の電極開発の国際共同研究を進めた。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本年度に当分野では、一般課題として計 21 名の共同研究員を受け入れ、活発な共同研究を進めた。その結果、当分野における共同研究員との連名の学術論文は 5 件であった。

さらに国際共同研究員として、上海交通大学 1 名と上海珪酸塩研究所 1 名を受け入れた。以上報告したように、本分野では積極的に全国共同利用に関する活動を推進しているものと自己評価される。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Manipulation of the Degradation Behavior of Calcium Sulfate by the Addition of Bioglass
Prog. Biomater., 8, 2 (2019), 115-125.
P.-Y. Hsu, H.-C. Kuo, W.-H. Tuan, S.-J. Shih, M. Naito and P.-L. Lai
- (2) Tailoring and Characterization of Carbon Nanotube Dispersivity in CNT/6061Al Composites
Mater. Sci. Eng. A., 757 (2019), 172-181.
M. Chen, G. Fan, Z. Tan, C. Yuan, D. Xiong, Q. Guo, Y. Su, M. Naito and Z. Li
- (3) Synthesis of Geopolymers from Mechanically Activated Coal Fly Ash and Improvement of Their Mechanical Properties
Minerals, 9, 12 (2019), 791 (10pages).
M. Matsuoka, K. Yokoyama, K. Okura, N. Murayama, M. Ueda and M. Naito
- (4) Controlled Swelling Behavior and Stable Cycling of Silicon/graphite Granular Composite for High Energy Density in Lithium Ion Batteries
J. Power Sources, 457 (2020), 228021.
D. Lee, A. Kondo, S. Lee, S. Myeong, S. Sun, I. Hwang, T. Song, M. Naito and U. Paik
- (5) Surface Modification of $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ Ceramic Electrolyte by Al_2O_3 -doped ZnO Coating to Enable Dendrites-Free All-Solid-State Lithium-Metal Batteries
Ceram. Int., 45, 12 (2019), 14663-14668.
H. Bai, J. Hu, Y. Duan, T. Kozawa, M. Naito, J. Zhang and S. Dong
- (6) Fabrication of an $\text{LiMn}_2\text{O}_4@ \text{LiMnPO}_4$ Composite Cathode for Improved Cycling Performance at High Temperatures
J. Asian. Ceramic. Soc., 8 (2020), 309-317.
T. Kozawa, T. Harata and M. Naito
- (7) 液中転動ボールミルの粉碎結果と DEM シミュレーションにより算出した衝突エネルギー分布との関係
粉体工学会誌, 56 (2019), 608-614.
近藤 光, 石原 真吾, 久志本 築, 小澤 隆弘, 加納 純也, 内藤 牧男

(7) 国際会議発表

- (1) High Quality Advanced Materials Designed by Smart Powder Processing
GFMAT-2 and Bio-4, Toronto, Canada (2019.7.21-26)
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (2) Particle Synthesis with Controlled Morphology by Wet Planetary Ball Milling
The 13th Pacific Rim Conf. of Ceramic Societies, Okinawa, Japan (2019.10.27-11.1)
T. Kozawa, K. Fukuyama, A. Kondo and M. Naito
- (3) Relationship between Grinding Results in Wet Ball Milling and the Analysis of Ball Motions Using DEM Simulation
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Kondo, S. Ishihara, K. Kushimoto, T. Kozawa, J. Kano and M. Naito

(8) 国内学会発表

- (1) ジオポリマー硬化体の圧縮強度におよぼすフライアッシュ粒子への機械的処理の効果
粉体工学会 2019 年度春期研究発表会, 東京 (2019.5.9-10)
松岡 光昭, 大倉 滉平, 横山 佳帆, 村山 憲弘, 上田 正人, 内藤 牧男
- (2) ジオポリマーの硬化反応におよぼすフライアッシュ粒子への機械的処理の効果
化学工学会第 85 年会, 大阪 (2020.3.15-17)
松岡 光昭, 大倉 滉平, 村山 憲弘, 内藤 牧男
- (3) スピネル型正極粒子の粉碎により導入される結晶乱れの評価とリチウムイオン電池性能
粉体工学会 2019 年度春期研究発表会, 東京 (2019.5.9-10)
小澤 隆弘
- (4) 水蒸気焼成による多孔質酸化マンガン球の作製と水質浄化フィルターへの応用
2019 年度第 1 回資源・環境関連材料部会討論会, 岡山 (2019.6.20)
小澤 隆弘
- (5) 湿式粉碎による機能性ナノ粒子の非加熱合成
粉体工学会 第 54 回 技術討論会, 名古屋 (2019.9.3-4)
小澤 隆弘, 福山 香代, 近藤 光, 内藤 牧男
- (6) 酸化物系バルク型全固体電池における複合正極構造の検討
粉体工学会 2019 年度秋期研究発表会, 大阪 (2019.10.15-16)
迎山 聡一郎, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (7) 液中ボールミルの粉碎結果と DEM シミュレーションにより算出した衝突エネルギーとの関係
粉体工学会 2019 年度春期研究発表会, 東京 (2019.5.9-10)
近藤 光, 小澤 隆弘, 内藤 牧男, 石原 真吾, 久志 本築, 加納 純也
- (8) 親水性ナノ粒子を用いた表面処理による基板表面への細胞の付着制御
粉体工学会第 55 回夏期シンポジウム, 横浜 (2019.8.5-6)
松本 拓海, 田中 智彦, 野村 俊之, 近藤 光, 内藤 牧男
- (9) ボールミル粉碎予測のためのシミュレーションツール開発
粉体工学会 第 54 回 技術討論会, 名古屋 (2019.9.3-4)
石原 真吾, 久志 本築, 加納 純也, 近藤 光, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (10) 液中ボールミルにおける媒体運動の DEM シミュレーション結果と粉碎実験結果の比較検討
粉体工学会 第 54 回 技術討論会, 名古屋 (2019.9.3-4)
近藤 光, 小澤 隆弘, 内藤 牧男, 石原 真吾, 久志 本築, 加納 純也
- (11) 親水性ナノ粒子を用いたバイオフィルムの形成抑制
粉体工学会 2019 年度秋期研究発表会, 大阪 (2019.10.15-16)
田中 智彦, 小西 康裕, 野村 俊之, 近藤 光, 内藤 牧男
- (12) アルミナナノ粒子/セラミックス繊維複合断熱材の熱伝導率測定
第 40 回日本熱物性シンポジウム, 長崎 (2019.10.28-30)
田坂 太一, 大村 高広, 荻原 伸治, 馬淵 賢作, 近藤 光, 内藤 牧男

- (13) 無機粒子は焼かずに作れ!!
APPIE 産学官連携フェア 2019, 大阪 (2019.11.17)
金井 和章, 近藤 光, 小澤 隆弘, 内藤 牧男
- (14) チタニアナノ粒子を用いたステンレス表面への微生物の付着抑制
化学工学会第 85 年会, 大阪 (2020.3.15-17)
田中 智彦, 小西 康裕, 野村 俊之, 近藤 光, 内藤 牧男

(9) 国際会議講演

- (1) Smart Powder Processing for Advanced Material
International Workshop on Ceramics for Sustainable Society, Guangdong University of Technology (2019.5.23)
M. Naito
- (2) Microstructure Control for High Quality Advanced Materials by Smart Powder Processing
The Eleventh International Conference on High-Performance Ceramics (CICC-11), Kunming, China (2019.5.25)
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (3) Nano/microstructure Control of Advanced Materials and Their Applications by Smart Powder Processing
ModTech 2019, Iasi, Romania (2019.6.19-22)
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (4) Importance of Powder Processing for High Performance Advanced Ceramics
1st Taiwan-Japan Workshop on Powder Processing Technology for High Quality Products, Taipei, Taiwan (2019.9.24)
M. Naito
- (5) Microstructure Control of Advanced Materials and Their Applications by Smart Powder Processing
International Symposium on Powder Processing Technology for Advanced Ceramics, Shanghai, China (2019.11.20-21)
M. Naito, T. Kozawa and A. Kondo
- (6) Numerical Simulation for Analysis and Design of Powder Processing
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
J. Kano, K. Kushimoto, S. Ishihara, A. Kondo, T. Kozawa and M. Naito

(10) 国内会議講演

- (1) こうすればできるセラミックスの評価 1: 粉体・焼結体構造評価
日本セラミックス協会主催, 2019 年度セラミックス大学(CEPRO 2019), 東京 (2019.6.1)
内藤 牧男
- (2) 粉体工学会の発展に向けて—新たな融合と連携—
粉体工学会 2019 年度第 1 回「不均質構造の利用と制御に関するワークショップ」, 山梨 (2019.6.6)
内藤 牧男
- (3) 不均質構造制御による材料特性の向上
(一社)日本粉体工業技術協会粉砕分科会主催, 2019 年度第 1 回粉砕分科会, 香川 (2019.7.5)
内藤 牧男

- (4) 粉体を使いこなすためには？
(一社)粉体工学会主催，2019年度第1回芸術と粉体工学に関するワークショップ，神奈川
(2019.8.7)
内藤 牧男
- (5) 機械的手法を用いた粒子合成技術の開発
2019年度資源・素材関係学協会合同秋季大会，京都(2019.9.24-26)
金井 和章，内藤 牧男
- (6) 粉体構造制御による材料の品質向上と高機能化への展開
(一社)日本粉体工業技術協会主催，テクノプラザ2019，大阪(2019.10.17)
内藤 牧男
- (7) 初歩から学ぶ粉砕技術—基礎から応用まで—
粉体工業展大阪2019，粉体機器ガイダンス，大阪(2019.10.18)
内藤 牧男
- (8) 粉砕とは？
(一社)日本粉体工業技術協会主催粉体エンジニア早期養成講座「粉砕」，栃木(2019.11.7)
内藤 牧男
- (9) 粉砕技術の応用と今後の展開
(一社)日本粉体工業技術協会主催粉体エンジニア早期養成講座「粉砕」，栃木(2019.11.8)
内藤 牧男
- (10) 私たちの生活を支える粉体の話
(一社)粉体工学会主催，2019年度第2回芸術と粉体工学に関するワークショップ，京都
(2019.11.11)
内藤 牧男
- (11) 微粒子・粉体の構造制御による材料の特性向上と高機能化
日本セラミックス協会 基礎科学部会主催，第58回セラミックス基礎科学討論会，名古屋
(2020.1.9)
内藤 牧男，小澤 隆弘，近藤 光
- (12) 固相反応場への積極的な水蒸気導入
2019年度エンジニアリングセラミックス若手セミナー，熱海(2019.8.28-30)
小澤 隆弘
- (11) 解説・総説**
- (1) 研究室紹介
粉体技術，11, 4 (2019), 58-59.
内藤 牧男
- (2) 機能性粉体の作り方と使い方 - 複合粒子を例として -
粉体技術，11, 8 (2019), 643-649.
内藤 牧男
- (3) 白色LED用蛍光体の非加熱合成技術の開発
化学装置，61, 9 (2019), 17-20.
内藤 牧男，金井 和章

- (4) 「ものづくり」における粉体特性評価の重要性
化学装置, 61, 10 (2019), 18-23.
内藤 牧男

(12) 著書

- (1) Research and Innovation in Advanced Engineering Materials
ModTech Publication House, (2019), 共同編集
M. Naito, A. Buchacz, A. Baier, P. Topala and D. Nedelcu
- (2) Powder Technology Handbook, Fourth Edition
CRC Press, (2020), 分担執筆, 311-316.
M. Naito and H. Kamiya
- (3) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 255-265.
T. Kozawa and M. Naito
- (4) 全固体電池の界面抵抗低減と作製プロセス, 評価技術
技術情報協会, (2020), 分担執筆, 171-176.
小澤 隆弘, 近藤 光, 内藤 牧男

(13) 特許出願・登録

- (1) YAG 蛍光体用複合粒子, YAG 蛍光体及び発光装置
特願 2019-110268
内藤 牧男, 他 2 名
- (2) 被覆正極活物質, リチウムイオン二次電池の製造方法及びリチウムイオン二次電池
PCT/JP2019/025451
内藤 牧男, 小澤 隆弘, 他 3 名
- (3) 断熱充填材, 断熱材, 断熱構造
PCT/JP2019/026834
内藤 牧男, 他 3 名
- (4) ガーネット型複合金属酸化物及びその製造方法
PCT/JP2019/029382
内藤 牧男, 他 2 名
- (5) 断熱充填材, 断熱材, 断熱構造
特願 2019-235489
内藤 牧男, 他 3 名
- (6) 固体電解質
特願 2020-018115
内藤 牧男, 他 1 名

(15) 受賞

- (1) KONA 賞
(公財)ホソカワ粉体工学振興財団 (2019.12.13)
内藤 牧男

(17) 外部資金 (単位:千円)

民間等との共同研究

- (1) 粉体の微細構造制御に関する研究 内藤 牧男 15,000

受託研究

- (1) セラミックス粉体の超微粉碎技術の確立と革新的粉体プロセスの開発 内藤 牧男 10,816

学術相談

- (1) 小澤 隆弘 200

4. 8 教育

氏名: 内藤 牧男

(1) 大学院等講義科目

- (1) マテリアル生産科学専攻 粉体機能化工学特論

(3) 博士論文 (副査)

- (1) AGH University of Science and Technology, Jan Huebner Inconel 625-Tungsten Carbide Composite System for Laser Additive Manufacturing
- (2) マテリアル生産科学専攻, 巖 成勳 Development of Low-dimensional Titania Nanotube/Carbon Nanohybrids via Solution Chemical Processes for Photochemical and CO Gas Sensing Function

(4) 修士論文

- (1) マテリアル生産科学専攻, 迎山 聡一郎 酸化物系バルク型全固体電池の性能向上を目指した複合正極構造の検討とその特性評価

4. 9 社会貢献

氏名：内藤 牧男

(1) 学会役員

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| (1) (一社)スマートプロセス学会 | 編集委員会委員 |
| (2) (一社)スマートプロセス学会 | 総合企画運営委員会委員 |
| (3) (一社)スマートプロセス学会 | 理事 |
| (4) (一社)日本粉体工業技術協会 | 「粉体技術」誌編集委員会 副委員長 |
| (5) (一社)粉体工学会 | 井伊谷賞委員会委員長 |
| (6) (一社)粉体工学会 | 監事 |
| (7) (一社)粉体工学会 | ダイバーシティー委員会委員 |
| (8) World Academy of Ceramics | Advisory Board Member |
| (9) World Academy of Ceramics | Prize Committee Member |
| (10) World Academy of Ceramics | Professional Member (Academician) |

(2) 国際会議委員

- | | |
|---|---|
| (1) PARTEC 2019 | Scientific Committee Member |
| (2) The Eleventh International Conference on High -Performance Ceramics (CICC 11) | International Advisory Committee Member |
| (3) ModTech2019 | Member of Scientific Committee |
| (4) GFMAT-2 | Symposium organizer |
| (5) 1st Taiwan-Japan Workshop on Powder Grinding Technology for High Quality Products | Chairman |
| (6) PACRIM13 | Symposium Organizer |
| (7) International Symposium on Powder Processing Technology for Advanced Ceramics | Co-chairman |
| (8) CIMTEC2020 | Member of International Advisory Board |

- | | |
|---|--|
| (9) CIMTEC2020 | International Advisory Board Member of Symposium CA |
| (10) ModTech 2020 | Member of Scientific Committee |
| (11) ICC8 | Member of the International Steering Committee |
| (12) ICC8 | Symposium Organizer of Advanced Powder Processing and Manufacturing Technologies |
| (13) CMCEE-13 | Symposium organizer |
| (14) APT2021 | Local Organizing Committee Member |
| (15) ICCCI 2022 | Emeritus chairman |
| (5) 国・自治体・公益法人等への貢献 | |
| (1) (一社)日本ファインセラミックス協会 | ISO-TC206/WG2(粉体)委員 |
| (2) (一社)日本ファインセラミックス協会 | 標準化委員会 EC-3 委員 |
| (3) (一社)日本ファインセラミックス協会 | 標準化委員会委員 |
| (4) (一社)日本ファインセラミックス協会 | ファインセラミックス国際標準化推進協議会
幹事国業務委員会委員 |
| (5) (一社)日本粉体工業技術協会 | 常務理事 |
| (6) (一社)日本粉体工業技術協会 | 粉砕分科会コーディネーター |
| (7) (公財)ホソカワ粉体工学振興財団 | 論文誌 KONA 編集委員 |
| (8) (公財)ホソカワ粉体工学振興財団 | 理事 |
| (9) (独)日本学術振興会 | 先進セラミックス材料第 124 委員会運営委員 |
| (10) (独)日本学術振興会 | 先進セラミックス材料第 124 委員会粉体プロセス分科会幹事 |
| (11) Ceramics International published by Elsevier | Editorial Board Member |
| (12) Grenoble Institute of Technology | Guest Professor |
| (13) Journal of Modern Manufacturing Technology | Associate Editor |
| (14) Particle Journal | Member of International Editorial Advisory Board |

- | | |
|---|-----------------|
| (15) The State Key Lab. of Metal Matrix Composites, Shanghai Jiao Tong University | Guest Professor |
| (16) 山梨県 | 京都山梨県人会理事 |
| (17) 山梨県 | やまなし産業立地アドバイザー |
| (18) 物質・デバイス共同研究拠点 | 共同研究員 |
| (19) 粉体工学情報センター | 学術奨励賞選考委員 |

氏名：小澤 隆弘

(2) 国際会議委員

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| (1) ICCCI 2022 | Local organizing committee member |
|----------------|-----------------------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：内藤 牧男

一般公募研究課題

- | | | |
|---------------------------------|--------|---------------------------------|
| (1) (一財)建材試験センター
中央試験所環境グループ | 田坂 太一 | 超低熱伝導材料の熱物性評価 |
| (2) (国研)産業技術総合研究所
物質計測標準研究部門 | 阿部 陽香 | 多孔質材料の熱物性評価 |
| (3) (国研)産業技術総合研究所
物質計測標準研究部門 | 阿子島めぐみ | 複合材料の熱物性評価 |
| (4) 関西大学 環境都市工学部
エネルギー・環境工学科 | 松岡 光昭 | 機械的手法による未利用資源および廃棄物の表面改質に関する研究 |
| (5) 関西大学 環境都市工学部
エネルギー・環境工学科 | 村山 憲弘 | 機械的手法による未利用資源および廃棄物の表面改質に関する研究 |
| (6) 山形大学 学術研究院
システム創成工学分野 | 木俣 光正 | 粉碎操作によるポリマー処理粒子の構造制御に関する研究 |
| (7) 山口東京理科大学 工学部 | 石川 敏弘 | 微粒子の微構造制御による高機能化に関する研究 |
| (8) 女子美術大学 芸術学部
日本画研究室 | 稲田亜紀子 | 天然無機物の微粒子分散プロセスが色彩特性、造形素材に及ぼす影響 |
| (9) 女子美術大学 芸術学部
日本画研究室 | 宮島 弘道 | 天然無機物の微粒子分散プロセスが色彩特性、造形素材に及ぼす影響 |

- | | | | |
|------|-------------------------------|-------|------------------------------------|
| (10) | 女子美術大学 芸術学部
日本画研究室 | 橋本 信 | 天然無機物の微粒子分散プロセスが色彩特性、造形素材に及ぼす影響 |
| (11) | 女子美術大学 工芸研究室 | 荒 姿寿 | 天然無機物の微粒子分散プロセスが色彩特性、造形素材に及ぼす影響 |
| (12) | 早稲田大学 理工学術院 | 所 千晴 | X線吸収微細構造分析を用いたメカノケミカル反応に伴う結晶構造変化解析 |
| (13) | 早稲田大学 創造理工学部 | 加藤 達也 | X線吸収微細構造分析を用いたメカノケミカル反応に伴う結晶構造変化解析 |
| (14) | 大阪府立大学大学院
工学研究科 | 野村 俊之 | 親水性ナノ粒子を用いた金属表面の加工とその利用技術の開発 |
| (15) | 長岡技術科学大学
工学部 | 田中 諭 | 粉体プロセスによるリチウムイオン電池電極の構造制御 |
| (16) | 東北大学
多元物質科学研究所 | 蟹江 澄志 | 液相合成チタン酸リチウム系ナノ粒子の特性評価 |
| (17) | 東北大学
多元物質科学研究所 | 加納 純也 | 液中粉碎挙動のシミュレーション |
| (18) | 東北大学
多元物質科学研究所 | 石原 真吾 | 液中粉碎挙動のシミュレーション |
| (19) | 名古屋工業大学
先進セラミックス
研究センター | 藤 正督 | メカノケミカル表面活性によるシリカ粒子の常温接合 |
| (20) | 名城大学理工学部 | 内田儀一郎 | Liイオン電池材料の基礎的研究 |
| (21) | 和歌山工業高等専門学校
知能機械工学科 | 大村 高弘 | 超低熱伝導材料の熱物性評価 |

国際共同研究員

- | | | | |
|-----|---|----------------|---|
| (1) | Shanghai Institute of
Ceramics, Chinese Academy
Of Sciences | Zhang Jingxian | 3D printing and co-firing the solid electrolyte with cathode for all solid Li-ion batteries |
| (2) | Shanghai Jiao Tong
University | Fan Genlian | Development of the flake design technique for fabricating advanced nanocomposites |

(2) 共同研究員との共著論文数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

- | | | |
|-----|----|---|
| (1) | 合計 | 5 |
|-----|----|---|

スマートプロセス研究センター
ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野

スマートプロセス研究センター ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野

4. 1 研究概要

本分野では、アディティブ・マニュファクチャリングにおける接合科学を探究しており、実用材料の造形を経て、物質移動やエネルギー伝搬を効率化し、持続可能社会に貢献するジオテクノロジーを構築するべく、設計・製造・評価の自動化を含め研究活動を進めている。

ジオテクノロジーとは、持続可能な開発目標 SDGs の実現に寄与するため、既存の科学技術を駆使して、戦略的に取り組もうとする、環境エネルギー工学である。この動きを牽引するのが、アディティブ・マニュファクチャリングであり、任意形状の2次元断面を積層しつつ接合し、複雑形状の3次元構造を高速かつ精密に製造できる。そのなかで、ペースト化した粉体素材をステージ上に塗布し、紫外線レーザーによる描画を経て、積層と接合を順次繰り返す、独自のリソグラフィ手法を考案した。また、ペースト素材をノズルから部材上へ噴射しつつ、ガスフレームやプラズマによる熱アシストを経て、肉盛り溶接や接合を繰り返す、デポジション手法も考案した。

リソグラフィ方式の造形プロセスでは、紫外線硬化性の液体樹脂へ粉体材料を高濃度に分散した、ペースト状の接合素材を用いた。はじめに、機械制御のナイフエッジを動作し、ガラス基板上にペースト素材を平滑塗布した。つぎに、紫外線レーザー描画により、任意形状の2次元断面層を得た。さらに、積層と接合を繰り返し、複雑形状の3次元構造体を得た。フィラー分散型の樹脂部材として、そのまま使用を検討するとともに、脱脂および焼成を経て、金属やセラミック部材へも転換した。紫外線レーザーの強度増加も試み、描画処理や積層接合と同時に、有機成分の脱脂や微粒子の焼結を達成し、実用部材の直接造形にも成功した。

デポジション方式の造形プロセスでは、粉体を分散した樹脂ペーストを素材として用いた。はじめに、機械制御のシリンジ動作により、分量を制御しつつ、ペースト素材を細孔ノズルから吐出した。つぎに、ノズル先端へ高圧ガスを噴射し、ペースト素材をスパッタしつつ、マイクロミストを形成した。さらに、吐出孔の周辺へ環状に配置したガスノズルから、高温高圧のフレームを噴射し、それらの接点へマイクロミストを導入した。樹脂成分が燃焼すると同時に、微粒子がガスフレームにより加熱加速され、ターゲット部材へ衝突しつつ焼結された。ノズル部を移動させて、緻密なコーティング層を形成し、肉盛り積層による立体パターンの造形も試みた。

研究開発の実践においては、コンピュータグラフィックを活用した理論設計から、自動制御のロボット装置による精密作製を経て、ビジュアル化技術を重視した計測評価について、必要最小限のループ数で繰り返した。最適な構造体を短時間で効率的に得る、独自のスマートプロセスを実践し、産学連携を基盤とした社会貢献を進めた。学問の体系化を主眼とする教育活動では、材料テクニクス工学を教材として進めた。すなわち、金属・セラミック・樹脂素材を単独もしくは複合で利用し、数学的に設計された幾何学図形を立体構築することで、材料物性の向上は勿論のこと、全く異なる機能特性も発掘しようとする、独自の学究姿勢である。

4. 2 研究課題

1. 傾斜径微細孔を有するセラミック製スタックの作製と高効率の熱輸送を実現する熱音響変換
2. マイクロパターンを有する圧電体素子からの指向性超音波発振と低環境負荷の表面洗浄
3. 微粒子に対する光散乱シミュレーションとケイ素化合物の光造形による高機能部材の創製
4. 高強度セラミック部材の精密光造形と生体インプラントの長寿命化ならびに透光性制御

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 傾斜径微細孔を有するセラミック製スタックの作製と高効率の熱輸送を実現する熱音響変換

有害な冷媒を使用せずに、廃熱や自然熱をエネルギー源として利用できる、環境に優しい冷却として、熱音響変換が注目されている。なかでも、ループ管型熱音響冷却器は、熱を投入して音波を発生させるプライムバと、音波から温度差を作り出すヒートポンプで構成され、熱エネルギーを音波として伝搬できる。出力として温度差が得られるため、高温端を室温の冷却水で冷却すれば、低温端では氷点下の温度も発生できる。

熱と音の変換を達成する細孔束のスタック部に注目し、熱交換面積の向上をめざして、あらたに六角形ハニカム構造を採用した。さらに、流路を高温側で 1.5mm とし、低温側で 1.0mm となるように傾斜化も検討した。スタック素材には、耐食性と熱伝性に優れるアルミナを用い、光造形プロセスを実施した。ペースト状の接合素材には、中心粒径の異なるアルミナ粒子を混合し、充填密度の向上とレオロジー特性の調整を試みた。

レーザー描画のパラメータを最適値に設定するため、焦点径・強度・走査速度を系統的に変化させながら、シート状サンプルを多数作製し、造形における硬化深度や寸法誤差を測定した。高速かつ正確に造形が可能である条件を最適化した。得られた造形物へ脱脂焼成を施し、フルセラミック部材に転換することで、スタックの自動造形プロセスが完成した。今後の展開としては、熱音響冷却シミュレーションによる性能評価を検討する。

2. マイクロパターンを有する圧電体素子からの指向性超音波発振と低環境負荷の表面洗浄

超音波は、圧電素材を利用した超音波振動子から発せられ、球面波として全体に広がりながら伝搬する。超音波の波面を平面に近づけると、指向性が高まることが知られており、これを低環境負荷の洗浄技術へ応用しようと考えた。有限要素法による音響シミュレーションにより、複数の振動数に対する音圧強度から、超音波発振スペクトルを描いた。発振スペクトルでのピーク周波数において、振動子付近の音圧分布を可視化した。

振動子に用いる圧電セラミックとして、チタン酸バリウムを想定し、物性値を使用しつつ有限要素解析を進めた。微細な 3 角柱・4 角柱・6 角柱で振動子を設計し、前方の音圧分布を可視化した。そのなかでも、六角柱構造からの波面が、最も高い直進性を示した。指向性の高い超音波発振が実現すれば、手の届かない水中の場所を狙い、選択的に汚れを除去したり、汚染物質を特定箇所を集めるなど、様々な応用が期待できる。

圧電振動子の光造形においては、アクリル系の光硬化性樹脂に対して、平均粒径 400nm および 1 μ m のチタン酸バリウム微粒子を分散し、自転公転式の攪拌脱泡を経てペースト化した。基板上に塗布したペースト素材へ、波長 355nm で焦点径 50 μ m の紫外線レーザーを走査速度 2000mm/s で照射し、任意形状の 2 次元断面を描画した。紫外線レーザーの光強度を 200 ~ 800mW の範囲で調整しつつ、造形条件の最適化を進めた。

3. 微粒子に対する光散乱シミュレーションとケイ素化合物の光造形による高機能部材の創製

シリコンカーバイド系セラミックス複合材料は、優れた耐熱性に加えて、高韌性かつ高強度であることから、航空宇宙分野で幅広く利用されている。しかしながら、高強度ゆえに加工が難しく、微細で複雑な構造は製造しにくい。光造形プロセスを駆使して、複雑構造のパーツ成型を効率よく実施し、粉体焼成プロセスを併用することで、宇宙航空部品の高品質化を実現する、シリコンカーバイド部材の製造法として確立しようと考えた。

はじめに、壁内に微細な格子状のポーラスパターンを有する、高温流体の輸送チューブを設計した。内外径は 38.9mm ならびに 48.5mm とし、 ϕ 400 × 800 μ m の円柱を 4 配位で組み合わせ、チュー

ブ壁内に格子構造を導入した。つぎに、ペースト状の接合素材として、平均粒径 600nm ~ 26 μ m のシリコンカーバイド粒子を選び、光硬化性のエポキシ樹脂へ体積分率 40 ~ 45vol% で混合し、自転公転式の攪拌脱泡によりペースト化した。

ペースト素材に波長 355nm の紫外線レーザーを照射すると、分散粒子径に応じて、光硬化性に極端な差異が生じた。入射しようとする光波長に対して、分散粒子の直径が小さい場合には、後方へのレイリー散乱が生じ、重合硬化に必要な光量が不足したと考えられる。そこで、分散粒子の直径を大きく、隙間を光が伝搬する余裕を持たせ、前方へのミー散乱とともに、十分な光量で重合硬化を進め、シリコンカーバイド部材の光造形を達成した。

4. 高強度セラミック部材の精密光造形と生体インプラントの長寿命化ならびに透光性制御

歯科治療において、セラミックス製人工歯冠の需要が高まっている。これらは、オールセラミッククラウンと呼ばれ、天然歯の色調が再現可能で、金属アレルギー等の歯周組織への悪影響が少なく、生体親和性が良好である。ジルコニア粉末を分散したアクリル樹脂を素材として、光造形法により歯冠形状を作製し、形態再現性を確認した。また、得られた造形体を脱脂焼結し、フルセラミックスの人工歯冠インプラントを試作した。

上顎左側 6 臼歯のスキャニングデータから、造形用グラフィックモデルを作成した。ペースト状の接合素材として、平均粒径 500nm のジルコニア粒子をアクリル樹脂へ分散した。積層造形では、ステージ上にペースト素材を層厚 30 μ m で平滑塗布し、波長 355nm の紫外線レーザーで描画し、硬化層を形成した。自動化された積層と接合を経て、人工歯冠形状を得た。大気中で 600 $^{\circ}$ C の脱脂と 1550 $^{\circ}$ C の焼結を施し、セラミック部材へと転換した。

造形体は設計構造を精密に再現しており、層間剥離や積層段差は認められなかった。焼結後の線収縮率は、水平方向へ約 24% で垂直方向へ約 28% であった。このように、線収縮率に差異が見られるのは、自重の影響であると推測される。焼結体は相対密度 99% に達し、組織は緻密化していた。電子顕微鏡観察から、ジルコニア組織の粒径は約 2 μ m と微小であり、過度の粒成長は観察されなかった。曲げ試験片を光造形し、機械的強度を評価したところ、ファインセラミック部材として十分な値が得られ、インプラントとしての有用性が確認された。

(2) 研究に対する自己評価

本分野では、造形工学における、接合科学の研究実践を基盤として、教授 1 名が学生 5 名とともに、研究・教育・社会貢献を進めた。今年度の研究成果については、和文ならびに英文の査読付き学術論文誌へ、それぞれ 1 報が掲載された。また、査読付き国内会議発表論文として、1 報が掲載されるとともに、国内の学会誌において 2 件の解説も執筆した。

当該教授は、近年のアディティブ・マニュファクチャリングへの関心の高まりから、国内および国際会議で 5 件ならびに 17 件の招待講演を受けた。学生の研究発表も含めた、国内および国際学会での研究発表もそれぞれ 4 件および 6 件を数え、その中で、当該教授が登壇した講演はそれぞれ 2 件および 5 件であり、学術知見の迅速な公開を果たした。

今年度の外部資金は合計 6,091 千円であり、科学技術振興機構や近畿経済産業局など、公的研究助成を含む競争的資金に加えて、民間企業からの共同研究資金や、財団からの奨学寄附金を含め、適度な金額とバランスで獲得し、成果の創出を進めた。

4. 4 教育に対する自己評価

本分野は、接合科学研究所において主たる活動を進めつつ、工学部環境・エネルギー工学科ならびに工学研究科環境・エネルギー工学専攻と連携し、協力領域として教育活動を進めた。当該教授は、同学科ならびに同専攻において、春夏学期から秋冬学期の年間を通算して、7 件の学部講義と 1 件

の大学院講義を担当し、接合科学の学問体系化を進めた。

今年度は、学部生2名をはじめ、博士前期課程の大学院生3名について、教育研究指導を行った。学部学生については、本学大学院へ合格を果たした。博士前期課程の学生については、独自の研究テーマに沿い、学会発表や論文執筆を進めた。成果の積極的な発表を推奨し、学生本人が登壇した、国内ならびに国際会議での発表は、3件と1件であった。

また、今年度から、全学的な教育制度として、大学院生が専門分野を深く研究しつつ、異分野からの知見も取得できるよう、オナー大学院プログラムが発足した。当該教授は部局代表として参加し、持続可能な発展を牽引しうる、新しい工業製品や都市設備するため、材料とその組み合わせのアセンブル接合をテーマに、環境材料デザインユニットを設立した。

さらに、全学的な高大連携の一環として、意欲的な高校生が最先端の科学技術に触れる、体感教育講座として、SEEDSプログラムが今年度も進められた。当該教授は、音響解析を駆使したオカリナ造形を、体感学習として提供した。関西地域より5名の生徒を受け入れ、アディティブ・マニユファクチャリングにおける接合科学をテーマに、実験授業を開講した。

4.5 社会貢献に対する自己評価

当該教授は、溶接学会や日本溶接協会をはじめ、スマートプロセス学会など国内を拠点とする学術団体において、理事会や部会などの組織運営に関して、4件の役員をつとめ、積極的な社会貢献を果たした。海外を拠点とする学術団体においても、複数の役職をつとめ、34件の国際シンポジウムについて、組織委員として実質的な企画運営を進めた。さらに、国際的な論文誌9件の編集委員を務め、学術知見の公表にも積極的に貢献した。

今年度は、「スマート・アディティブ・マニユファクチャリングにおける設計・製造・評価」をテーマとして、初めての国際フォーラムを開催し、5ヶ国の研究者より19件の英文講演を集めた。国内54名と海外6名の参加者があり、最新知見の社会還元が果せた。また、スマートプロセス学会の部会セミナーも開催し、民間企業を含む44名の参加者を迎えた。

民間企業と共同研究および受諾研究契約を複数締結し、若手技術者への研究指導や技術相談などを通じて、産学連携を推し進めた。また、大阪大学ベンチャーキャピタル OUVVC の支援プログラムを活用し、当該教授の知的財産を基にして、共同研究企業と合弁でベンチャー企業の設立に向け、積極的な取り組みを進めた。さらに、近畿経済産業局の産業振興連携を通じて、関西地域における技術知見の社会実装を進め、社会貢献にも積極的に参画した。

4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本分野では、独創的なアディティブ・マニユファクチャリング技術を基盤として、実験主体の研究連携を活発に進めた。今年度の活動では、国立大学の医歯学系研究科より、共同研究員を受け入れ、医工学にまたがる異分野との連携活動を進めた。

共同研究の成果は、前年度までの連携分も含めて、当該教授が開催した国際フォーラムや国内セミナーで講演発表がなされた。3D プリント構造への2D パターニングなど、多次元のプロセス融合が紹介された。成果のまとめとして、英文書籍の編纂も進めている。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) 紫外線レーザー造形によるアルミナ製マイクロ構造の作製
スマートプロセス学会誌, 8, 4 (2019), 147-150.
野中 公貴, 桐原 聡秀
- (2) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Micropatterns for Electromagnetic Wave Control
Ceram. Mod. Technol., 1, 2 (2019), 84-90.
S. Kirihara

(4) 国内会議発表論文 (査読あり)

- (1) 光造形アディティブ・マニュファクチャリングによる材料テクニクスの実践
レーザー加工学会論文集, 91 (2019)
桐原 聡秀

(7) 国際会議発表

- (1) Fabrication of Bioceramic Implants by Stereolithographic Additive Manufacturing
4th Int. Conf. on Innovations in Biomaterials, Biomanufacturing, and Biotechnologies (Bio 2019),
Toronto, Canada (2019.7.21-26)
S. Kirihara
- (2) Fabrication of Micro Photonic Crystals by Ultraviolet Laser Lithography
2nd Global Forum on Adv. Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT 2019),
Toronto, Canada (2019.7.21-26)
S. Kirihara
- (3) Ceramic Coating by Thermal Nanoparticle Spraying
1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation (Smart MADE 2019),
Osaka, Japan (2019.9.1-3)
S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Functional Geometries
1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation (Smart MADE 2019),
Osaka, Japan (2019.9.1-3)
S. Kirihara
- (5) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ligneous Structures with Ramose Patterns
1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation (Smart MADE 2019),
Osaka, Japan (2019.9.1-3)
T. Shimizu and S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Fluctuated Surfaces for Fluid Flow Modulations
The 13th Pacific Rim Conf. of Ceramic Societies (PACRIM 2019), Naha, Japan (2019.10.27-11.1)
S. Kirihara

(8) 国内学会発表

- (1) セラミック部材の直接 3 D 造形と電磁場制御への応用
第 29 回傾斜機能材料シンポジウム, 大阪 (2019.11.26-27)
桐原 聡秀, 清水 那弥, 伊藤 竜也, 植村 泰拓
- (2) ポーラス構造を有するシリコンカーバイド製チューブの光造形
第 29 回傾斜機能材料シンポジウム, 大阪 (2019.11.26-27)
清水 那弥, 桐原 聡秀
- (3) 光造形法による熱音響モジュールの作製
第 29 回傾斜機能材料シンポジウム, 大阪 (2019.11.26-27)
伊藤 竜也, 桐原 聡秀
- (4) 超音波振動子の光造形と指向性発振
第 29 回傾斜機能材料シンポジウム, 大阪 (2019.11.26-27)
植村 泰拓, 桐原 聡秀
- (5) 紫外線レーザー造形法による誘電体セラミック部材の作製と電磁波制御
2019 年セラミックス総合研究会, 山梨 (2019.12.16-17)
桐原 聡秀, 清水 那弥, 王星月

(9) 国際会議講演

- (1) Ultraviolet Laser Lithography of Dielectric Micropatterns
8th International Congress on Laser Advanced Materials Processing (LAMP 2019), Hiroshima, Japan
(2019.5.21-24)
S. Kirihara
- (2) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components
The 11th International Conference on High-Performance Ceramics (CICC 2019), Kunming, China
(2019.5.25)
S. Kirihara
- (3) Smart Additive Manufacturing of Dielectric Photonic Crystals for Terahertz Wave Control"
International Conference on Energy, Materials and Nanotechnology, Prague, Czech (2019.6.10-14)
S. Kirihara
- (4) Stereolithographic Additive Manufacturing of Fine Ceramic Components
2nd Asia-Pacific International Conference on Additive Manufacturing (APICAM 2019), Melbourne,
Australia (2019.6.30-7.3)
S. Kirihara
- (5) Stereolithographic Additive Manufacturing of Functional Ceramic Components
International Symposium for Advanced Materials Research (ISAMR 2019), Takao, Taiwan
(2019.8.22-25)
S. Kirihara
- (6) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Dendrites Solid Electrolyte
Materials Science & Technology (MS&T 2019), Portland, USA (2019.9.29-10.3)
S. Kirihara

- (7) Stereolithographic Additive Manufacturing of Electromagnetic Structures
Global Summit on Material Science & Engineering (MS&E 2019), Osaka, Japan (2019.11.14-15)
S. Kirihara
- (8) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Dimensionally Modulated Functional Geometries
The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics (JKSC 2019), Tottori, Japan (2019.11.20-23)
S. Kirihara
- (9) Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components for Energy Storage
44th International Conference on Advanced Ceramics & Composites (ICACC 2020), Daytona, USA (2020.1.26-31)
S. Kirihara
- (10) Stereolithographic Additive Manufacturing of Functionally Designed Ceramic Components Using Resin Pastes with Nanoparticles Dispersion
13th International Conference on Smart Materials and Polymer Technology (SMPT 2020), Paris, France (2020.2.19-20)
S. Kirihara
- (11) Direct Additive Manufacturing of Ceramic Components
International Conference on Emerging Materials And Bio-Devices (EM&BD 2020), Valencia, Italy (2020.3.4-5)
S. Kirihara
- (12) Direct Fabrication of Ceramic Components by Ultraviolet Laser Lithography
International Conference on Chemistry and Nanosciences (ICC&NT), Rome, Italy (2020.3.4-5)
S. Kirihara
- (13) Stereolithographic Additive Manufacturing of Photonic Crystals for Terahertz Wave Control
8th Annual Conference of Analytical Science and Technology (AnalytiX 2020), Osaka, Japan (2020.3.4-6)
S. Kirihara

(10) 国内会議講演

- (1) 第162回ラドテック研究会講演会
紫外線レーザー照射による金属ならびにセラミクス構造体の多次元造形, 大阪 (2019.6.7)
桐原 聡秀
- (2) 光造形アディティブ・マニュファクチャリングによる材料テクニクスの実践
第91回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2019.6.20)
桐原 聡秀
- (3) 光造形アディティブマニュファクチャリングによるセラミックインプラント成型
学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト講演会, 大阪 (2019.8.1)
桐原 聡秀
- (4) 光造形アディティブマニュファクチャリングによるセラミック部材成型
溶接学会マイクロ接合研究委員会講演会, 鹿児島 (2019.12.5-6)
桐原 聡秀

(5) 無機金属粒子／樹脂ペーストを素材とした3次元造形スマートプロセス
第58回セミナー：成形・造形技術が拓く未来，姫路（2020.1.23）
桐原 聡秀

(6) 光造形アディティブ・マニュファクチャリング
第163回ニューガラス研究会，大阪（2020.3.26）
桐原 聡秀

(11) 解説・総説

(1) スマート・アディティブ・マニュファクチャリングと構造次元制御
スマートプロセス学会誌，8, 4（2019），124-131.
桐原 聡秀

(2) 緻密なセラミック部材の直接光造形
セラミクス，55, 2（2020），1-4.
桐原 聡秀

(12) 著書

(1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆
S. Kirihara

(17) 外部資金

(単位：千円)

一般公募型補助金研究

(1)	近畿経済産業局	厚み方向に含有成分が連続的に変化する被膜を形成できる溶射装置の研究開発	桐原 聡秀	69
-----	---------	-------------------------------------	-------	----

民間等との共同研究

(1)		構造制御によるポリマー物性コントロールに関する研究	桐原 聡秀	2,000
-----	--	---------------------------	-------	-------

受託研究

(1)		光造形法を用いた固体電解質の三次元構造化	桐原 聡秀	4,160
-----	--	----------------------	-------	-------

奨学寄付金

(1)			桐原 聡秀	500
-----	--	--	-------	-----

4. 8 教育

氏名：桐原 聡秀

(1) 大学院等講義科目

- | | |
|------------------|--|
| (1) 環境・エネルギー工学科 | ナノ材料構築学 |
| (2) 環境・エネルギー工学科 | 環境・エネルギー工学コア演習・実験Ⅱ |
| (3) 環境・エネルギー工学科 | 環境・エネルギー工学コア演習・実験Ⅲ |
| (4) 環境・エネルギー工学科 | 環境・エネルギー総合科目Ⅱ |
| (5) 環境・エネルギー工学科 | 環境・エネルギー特別講義Ⅱ |
| (6) 環境・エネルギー工学科 | 材料・構造力学 |
| (7) 環境・エネルギー工学科 | 都市環境工学 |
| (8) 環境・エネルギー工学専攻 | 先端材料・資源循環利用システム学特論 |
| (9) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ):ものづくりサイエンス「3次元プリンタを用いたものづくり」 |
| (10) 全学教育推進機構 | 学問への扉(マチカネゼミ):環境工学入門Ⅰ |

(3) 博士論文 (副査)

- | | |
|------------------------------------|---|
| (1) 環境・エネルギー工学専攻,
Shiqi ZHOU | Improving mechanical properties and reliability of eutectic Sn58Bi alloy and its joints by modified composition |
| (2) 環境・エネルギー工学専攻,
Sanghun JIN | Characteristics of interfacial reaction between Sn-Cu solder alloys with trace elements and Cu substrates |
| (3) 環境・エネルギー工学専攻,
Junghwan BANG | Development of In-Bi alloys with low-melting temperature for microelectronics interconnections |
| (4) 環境・エネルギー工学専攻, Siliang HE | Fluxless soldering under a formic acid atmosphere using Sn-3.0Ag-0.5Cu solder |

(4) 修士論文

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| (1) 環境・エネルギー工学専攻, 阪口 慧人 | 人体環境への効率的なエネルギー収集をめざしたセラミックインプラント活用 |
|-------------------------|-------------------------------------|

(5) 卒業論文

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| (1) 環境・エネルギー工学科, 伊藤 竜也 | 熱音響変換による自然環境に調和したエネルギー出力 |
| (2) 環境・エネルギー工学科, 植村 泰拓 | 超音波振動子の構造制御と環境物質マニピュレーション |

4. 9 社会貢献

氏名：桐原 聡秀

(1) 学会役員

- | | |
|--|--------------------------------------|
| (1) (一社)スマートプロセス学会 | 理事 |
| (2) (一社)スマートプロセス学会 | アディティブマニュファクチャリング部会長 |
| (3) (一社)スマートプロセス学会 | 総合企画運営委員 |
| (4) (一社)日本溶接協会 | 表面改質技術研究委員会副幹事長 |
| (5) 3D-Printed Materials and Systems | Editorial Board |
| (6) Applied Sciences | Editorial Board |
| (7) International Journal of Applied Ceramic Technology | Editorial Board |
| (8) International Scholarly Research Network - Materials Science | Editorial Board |
| (9) Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing | Editorial Board |
| (10) Materials Transactions | Editorial Board |
| (11) The American Ceramic Society | Engineering Ceramics Division Member |
| (12) Ultrasonics | Editorial Board |

(2) 国際会議委員

- | | |
|--|------|
| (1) 15th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT) | 実行委員 |
| (2) 21st International Conference on Advanced Energy Materials and Research (AEM) | 実行委員 |

- | | | |
|------|---|---|
| (3) | 2nd Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development (GFMAT) | 実行委員 |
| (4) | 1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation (Smart MADE) | General Chair |
| (5) | 10th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HTCMC) | 実行委員 |
| (6) | The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM) | 実行委員 |
| (7) | The International Conference on Nanotechnology Research and Applications (ICNRA) | Organizing Committee |
| (8) | 4th International Symposium on Additive Manufacturing and 3D Printing Technologies (ICACC) | Organizing Committee |
| (9) | 44th International Conference on Advanced Ceramics & Composites (ICACC) | Organizing Committee |
| (10) | 13th International Conference on Smart Materials and Polymer Technology (SMPT) | Organizing Committee |
| (11) | Euro Materials Science Congress (EMSC) | Organizing Committee |
| (12) | 2nd Edition of World Nanotechnology Conference (NANO) | Organizing Committee |
| (13) | 18th International Conference on Material Research and Technology (MR&T) | Organizing Committee |
| (14) | International Conference on Modern Materials and Technologies (CIMTEC) | Organizing Committee |
| (15) | 18th International Conference on Material Research and Technology (MR&T) | Organizing Committee |
| (16) | 3rd International Conference on Materials Research & Nanotechnology (ICMRN) | Organizing Committee |
| (17) | International Congress on Advanced Materials Sciences and Engineering (AMSE) | International Scientific Advisory Board |
| (18) | 8th International Congress on Ceramics (ICC) | Organizing Committee |

- | | |
|---|----------------------|
| (19) Global Summit and Expo on Mechanical and Mechatronics Engineering (GSEMME) | Organizing Committee |
| (20) Nanotechnology Research and Applications World Forum (NANOREAP) | Organizing Committee |
| (21) International Conference and Exhibition on Crystallography & Novel Materials (CNM) | Organizing Committee |
| (22) International Conference and Exhibition on Solid State Devices and Materials (SSDM) | Organizing Committee |
| (23) 2nd International Conference on Advanced Nanotechnology and Nanomaterials (Nanomaterials) | Organizing Committee |
| (24) 3D Printing Technology and Research World Forum (3D Printech) | Organizing Committee |
| (25) 12th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE) | Organizing Committee |
| (26) International Conference on Material Science and Nanotechnology (MS&NT) | Organizing Committee |
| (27) Global Conference on Polymer Science and Engineering (Polymer Science) | Organizing Committee |
| (28) International Conference on Nanomaterials and Nanophotonics (Nano M&P) | Organizing Committee |
| (29) 10th Global Nanotechnology Congress and Expo (Nano) | Organizing Committee |
| (30) International Nanotechnology and Nanoscience Conference (Nanotechnology) | Organizing Committee |
| (31) Global Summit on 3D Printing and Additive Manufacturing (3D Printing) | Organizing Committee |
| (32) International Conference on Material Science and Nanotechnology (MS&NT) | Organizing Committee |

(3) 他大学等での非常勤講師

- | | |
|----------------------|--------|
| (1) 大阪大学 SEEDS プログラム | 体感科学研究 |
|----------------------|--------|

(7) 社会への情報発信

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| (1) 環境との調和と共生をめざした部材構造の構築と最適化 | 読売新聞(鹿児島県全域版)(2019.02.09) |
|-------------------------------|---------------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：桐原 聡秀

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|--|-------|--------------------------------------|
| (1) | 東北大学大学院
歯学研究科 歯学イノベー
ションリエゾンセンター | 金高 弘恭 | 光造形法を用いたセラミックス構造体の製
作精度および生体安全性評価 |
|-----|--|-------|--------------------------------------|

スマートプロセス研究センター
スマートグリーンプロセス学分野

スマートプロセス研究センター スマートグリーンプロセス学分野

4. 1 研究概要

本研究分野では、ものづくり、廃棄とリサイクルにおける環境負荷低減に寄与できる先進的技術（スマートグリーンプロセス）開発を目的として、その基礎学術および要素技術の確立を行う。特に、エレクトロニクス製品及び輸送関連機器のものづくりにおいて、有害物質フリー・エコマテリアル等への材料代替、接合プロセスにおける環境低負荷物質の使用・省エネルギー化、微細高密度実装部の信頼性向上などを旨とする。このため、希少金属や貴金属からの汎用材料への接合材料の代替、ナノ材料や低融点材料を用いた新規接合プロセスの確立、接合界面制御による継手信頼性の向上、低温接合のための導電性接着継手の高機能化など、環境面にも配慮したエレクトロニクス向け各種スマート接合プロセス及びその要素技術の研究開発を推進する。

4. 2 研究課題

1. 電気・電子機器微細高密度実装における有害物質フリー化
2. 鉛フリーはんだ接合界面制御と実装機器の長寿命化
3. レーザを用いた微細接合プロセス開発とその継手性能評価
4. 金属フィラーを用いた導電性接着継手の高信頼性化
5. ナノ材料・ナノ構造を利用したスマートボンディング技術の確立
6. 金属ガラスなど先端材料の低温接合プロセス開発及び接合特性評価

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

兼任のため加工プロセス学分野に記載

4. 4 教育に対する自己評価

本研究分野は、大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻（工学部環境・エネルギー工学科）の協力講座として参加している。平成31年度に環境・エネルギー工学専攻から配属されている大学院生は大学院博士後期課程7名（社会人ドクター含む）、前期課程4名であり、協力講座としては平均以上の人数であると自負している。

接合科学研究所が実施している、共通教育機構の「学問への扉」も分担している。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

兼任のため加工プロセス学分野に記載

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

本研究分野では、環境に優しいスマートグリーンプロセスの研究に関して共同研究員を募集している。

スマートプロセス研究センター
ライフイノベーション材料プロセス学分野

スマートプロセス研究センター ライフイノベーション材料プロセス学分野

4. 1 研究概要

本研究分野は、ライフイノベーション（生活革新）材料ならびにそのプロセス技術の開発により、人々が健康的に暮らすサステナブル社会の実現を目指している。本分野では特に微粒子プロセスに注力し、微粒子接合並びに微粒子集合体の高次構造制御を実現しうる新しい方法論の開拓を行う。さらに、開発したプロセス技術を用いて、環境・エネルギー分野およびソフトロボティクス分野に応用可能な機能性材料の開発を進める。本年度の具体的な研究テーマとして、機能発現の要素となる微粒子を低環境負荷で合成するプロセス技術、微粒子を2D/3Dに直接接合・集積させる技術、および機能性微粒子材料の開発を試みた。

4. 2 研究課題

1. 微粒子合成
2. 微粒子接合・アセンブリ
3. 機能性微粒子材料

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 微粒子合成プロセス

これまでに本研究室で得られた知見に基づいて、本年度はシンプルな原理による環境に優しい微粒子合成プロセスを検討した。環境に優しい水溶媒あるいは水に混和する溶媒を利用して、安価で難溶性の原料粒子から溶媒を介した物質変換によって機能性微粒子を合成する方法である。溶解と再析出に基づく合成法の一つであるが、従来技術と比較して、析出反応速度を広範に調整できる点が特徴であり、形態の制御に加えて二次構造体（ナノ粒子接合体）の合成も可能にする。

このアプローチにより、安価で難溶性のゲータイト (α -FeOOH) からマグネタイト (Fe_3O_4) 微粒子を合成した。水とエチレンリコールの混合溶媒を用いて、 α -FeOOH の溶解と還元、加水分解により Fe_3O_4 微粒子を合成した。水の混合比率と熟成温度の変化により、8面体、20面体、50面体の形状制御、さらにナノ粒子が球状に集積した構造体（メソクリスタル）の合成も可能であった。これらの Fe_3O_4 微粒子を用いて、次世代リハビリロボット用の機能性流体材料の研究を進めた（後述）。この研究は主に科研費基盤研究（B）の助成を受けて行われ、本成果の一部は *J. of Molecular Science* に掲載された。

本研究で得られたユニークな Fe_3O_4 微粒子と酸化グラフェン、カーボンナノチューブを複合化させて、バイオセンサーの高性能化を試みる研究をベトナム科学技術アカデミーと共同で着手した。また、上記の多面体制御技術は民間企業との共同研究につながった。 Fe_3O_4 は生体親和性が高く生体分野への応用をはじめ様々な可能性が期待されるため、次年度も研究公表を積極的に進める予定である。また、有害な還元剤を使わない、還元剤フリーな貴金属ナノ粒子合成法を新たに開発し、特許出願を行った。

なお、上記二つの合成技術は大阪大学研究シーズ集 2020（第一版）に掲載される。

2. 微粒子接合・アセンブリ

本研究分野では、ナノ粒子を含む微粒子からなる3次元構造体をオンデマンドに直接描画する方法（ダイレクト・ライティング法）を検討している。この方法では、微粒子を液中に高濃度に分散したコロイドゲルを用いる。コロイドゲルは液中で微粒子が凝集して3次元ネットワークを形成し

ているために流動性を失っている状態である。ゲルに印加した力が降伏応力を超えると微粒子間の物理結合が切れて流れ出し、加えた力を取り除けば再び流動性を失う。応力印加の制御により流動⇔固化を繰り返す。この性質を使えば、熱可塑性樹脂を使う3Dプリンティングのように、ノズルからの押し出し出しを3次的に操作することによって、積層造形が可能になる。ただし、ダイレクト・ライティング法の適用には高いゲル強度が必要である。このためゲル化手法が研究課題となっている。

本年度は非水系コロイドを対象に、微粒子を高濃度に分散安定化させてから、可溶性ポリマーによる凝集効果により微粒子の3次元ネットワーク形成を試みた。ゲルのせん断弾性率や降伏応力は粒子濃度に比例するからである。モデル実験として、YSZ粉体(平均径80nm)をエタノール中に高濃度に分散安定化し、その後可溶性ポリマーとしてポリエチレンブチラール(PVB)を添加することにより、ゲル化を誘発した。PVBはゲル化能を持たないが、YSZ粒子が高濃度に分散している状況下ではゲル化剤として働き、さらにダイレクト・ライティング法に適用可能なゲル強度を発現させた。具体的には、YSZ粒子間の表面間距離がfree polymerとして存在しているPVBサイズ(約10nm)より小さく、且つPVB個数濃度がYSZのそれより大きくなった場合にゲル化が生じる。現在この現象をコロイド科学的視点から調べている。この方法によりYSZマイクロコイル造形およびYSZマイクロコイル焼結体を得た。この成果はCeramics Modern Technologyに掲載された。

本研究分野ではまた、無機微粒子をプラスチックや生体膜などの柔らかい物質(ソフトマターあるいはソフトマテリアル)上に直接パターンニングできるような技術開発も検討している。本年度は、ソフトマターと水溶液の界面近傍のみに物質の過飽和度を外部励起によって高める試みを実施した。その結果、ソフトマター上に貴金属ナノ粒子をコーティングすることに成功した。PET上では導電性と透光性を併せ持つ膜の形成も可能であった。また、セルロース等の天然高分子上にも直接成膜できた。この新しい技術に関しては特許出願を行った。今後論文等で成果の公表を行っていく予定である。

なお、上記の二つのプロセス技術開発の一部は科研費挑戦的萌芽研究の助成を受けて行われた。

3. 機能性微粒子材料

機能性微粒子材料の開発として、外部刺激によってレオロジー(粘弾性)を変変に制御できるコロイド分散系の開発を進めている。コロイド分散系は微粒子の分散凝集状態等に応じて、多種多様なレオロジー特性(粘弾性)を示し、液体のゾルから弾性的なゲルまで変化する。この分散凝集構造が電場や磁場などの外場と動的に作用する条件下では、可変なレオロジー応答が可能になる。また、この材料をメカトロニクスと組み合わせることにより、感触表示デバイス(ハプティクインターフェース)、人工関節等のバイオミメティック接合、人間共存型ロボットや次世代リハビリロボット等への応用が期待できる。

本分野では昨年度からマグネタイトの磁性微粒子を用いて、磁場下でレオロジー特性が変化する磁気粘性流体(MR流体)の開発を進めている。一般のMR流体は、潤滑オイル中に約10 μ m径の磁性粒子を分散させた非コロイド溶液である。非コロイド溶液ゆえに粒子沈降が無視できず、特性劣化や長期信頼性等が問題となっている。そこで本研究では、粒子沈降がほとんど無視できるコロイド分散系のMR流体の開発を進めている。本年度は1で示した球状および8面体のマグネタイトを用いて、MR効果の形状依存性を調べた。磁気双極子相互作用はブラウン運動(熱揺らぎ)よりも大きくなるように、それぞれのサイズを約1 μ mとした。その結果、本実験の範囲内では粒子形状の効果は大きくなかった。今後、高濃度領域で調べる予定である。

固体酸化物形燃料電池(SOFC)電極用に電解質材料と電極触媒材料が複合したナノ複合粒子を開発し、SOFC電極の高性能化を実現した(共同利用共同研究員との共同研究)。また、これまで開発に携わったSOFC電極用ナノ複合粒子の液相合成技術について、Springerより著書が出版された

(分担執筆)。

(2) 研究に対する自己評価

本研究分野は、ライフイノベーション（生活革新）に資する材料ならびにその加工プロセス技術に関する研究開発を行うことを目的として、一昨年7月よりスタートし、本年度で約3年を終えた。この約3年間は主に、微粒子合成と微粒子接合についてのプロセス開発を進めた。そのために外部資金（科研費／基盤研究（B）、挑戦的研究（萌芽））も活用した。その結果、これらに関して界面反応に基づく新しいの方法論を見出すに至った。本年度の成果として査読付学术论文4報が掲載された。また、特許出願2件、国際招待講演5件、国内招待講演1件を行った。本研究の成果公表等は民間との共同研究（3件）、学術相談（1件）につながった。財団助成金も1件獲得した。

4. 4 教育に対する自己評価

教育に関する成果はほとんどない。次年度は工学部環境エネルギー工学科の協力領域（スマートグリーンプロセス学兼務）として、講義、実験演習等を担当する予定である。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本研究分野では、以下を通して社会貢献を行っている。

1. 国内外での学会等活動

（一社）スマートプロセス学会・総合企画運営委員会委員、日本フルードパワーシステム学会と機能性流体テクノロジーの次世代FPSへの展開に関する研究委員会外部委員を務めた。後者は、MR流体を含む機能性流体の研究者らが集まる研究会である。

2. 産学連携

産学連携として、民間との共同研究（3件）と学術相談を通して企業（1件）を行った。

3. 国際貢献

本年度は大連理工大学（中国）、ベトナム科学技術アカデミー（ベトナム）との国際共同研究を進めた。また、欧州で開催される国際会議CIMTEC 2020 Symposium CA (International advisory board) を務めた。

4. その他（国・自治体・公益法人等）

文部科学省／科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センターの専門調査委員を務め、当該活動の調査に協力した。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

令和元年度は、一般課題として5名（内大学院生1名）を受け入れた。研究成果として、査読付学术论文3件を行った。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Shape-Controlled Syntheses of Magnetite Microparticles and Their Magnetorheology
Int. J. Mol. Sci., 20, 15 (2019), 3617-1-3617-11.
H. Abe, T. Naka, K. Sato, Y. Suzuki and M. Nakano
- (2) Free-polymer-induced Gelation of Non-aqueous Colloids for Direct Ink Writing
Ceram. Mod. Technol., 1, 2 (2019), 99-103.
H. Abe, A. Kondo and K. Sato
- (3) Reforming of Coal Volatiles over Ilmenite Ore
Fuel Process. Technol., 192 (2019), 96-104.
B. Tsendenbal, N. Kannari, K. Sato, H. Abe, H. Shirai and T. Takarada
- (4) Hydrothermal Synthesis and Electrochemical Capacitor Application of Urchin-Like NiCo₂O₄ Particles: Effect of Urea Concentrations
J. Ceram. Soc. Jpn., 127, 11 (2019), 843-848.
K. Fukui, Y. Nakamura, H. Abe and Y. Suzuki

(7) 国際会議発表

- (1) Design of Colloidal Particles for Solvent-Free 3D Deposition
The 72nd IIW Annual Assembly, Bratislava. Slovakia (2019.7.7-12)
H. Abe
- (2) Low Dimensional Organic-Inorganic Hybrid Nanomaterial Synthesized in Solvothermal Condition
The 57th European High Pressure Research Group Meeting on High Pressure Science and Technology (EHPRG2019), Prague, Czech (2019.9.1-6)
T. Nakane, T. Naka, S. Kubuki, K. Sato, N. Terada, T. Uchikoshi, A. De and H. Abe
- (3) Surfactant Induced Reductant-Free Synthesis of Silver Nanoparticles in Hydrothermal Condition
The 57th European High Pressure Research Group Meeting on High Pressure Science and Technology (EHPRG2019), Prague, Czech (2019.9.1-6)
H. Abe and K. Yoshida
- (4) Surfactant-Assisted Reductant-Free Synthesis of Metal Nanoparticles
The 4th Int. Symp. on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and Int. Researcher Development (iLIM-4), Sendai, Japan (2019.10.3-4)
H. Abe and K. Yoshida
- (5) Isotropic and Anisotropic Crystalline Growth of Magnetite Nanostructures in Polyols
Int. Conf. on Materials and Systems for Sustainability 2019 (ICMaSS2019), Nagoya, Japan (2019.11.1-3)
H. Abe, S. Yamanaka and M. Osada
- (6) Synthesis of Faceted Magnetite Microparticles and Their Magnetorheology
The 16th Int. Conf. on Flow Dynamics (ICFD2019), Sendai, Japan (2019.11.6-8)
H. Abe, K. Sato, Y. Suzuki, T. Naka and M. Nakano

(9) 国際会議講演

- (1) Creation of Secondary Structures of Nanoparticles and Their Collective Properties
Invited lecture at "Institute of Technical Sciences of the Serbian Academy of Sciences and Arts",
Belgrade, Serbia (2019.7.5)
H. Abe
- (2) Slurry Designs for Directed Colloidal Assembly of 3D Ceramics Structures
The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics, Tottori, Japan (2019.11.20-23)
H. Abe
- (3) Nano/microstructural Controls of Porous Electrodes for SOFC
Workshop on Advanced Inorganic Materials (WAIM 2019), Shanghai, China (2019.12.5-7)
H. Abe
- (4) Octahedral Magnetite Microparticles Synthesized by Polyol Method and Their Effect on
Magnetorheology
The 17th International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions
(ERMR 2019), Wollongong, Australia (2019.12.15-20)
H. Abe
- (5) Rheological Controls of Slurry for Direct-Writing of 3D Green Structures
44th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites conference
(ICACC 2020), Florida, USA (2020.1.26-31)
H. Abe

(10) 国内会議講演

- (1) ダイレクトライティングによるナノ粒子の3次元積層造形
第29回傾斜機能材料シンポジウム, 大阪 (2019.11.26-27)
阿部 浩也

(12) 著書

- (1) Novel Structured Metallic and Inorganic Materials
Springer, (2019), 分担執筆, 315-327.
H. Abe and K. Sato

(13) 特許出願・登録

- (1) 金属微粒子成膜体の製造方法及び金属被覆材
特願 2019-125299
阿部 浩也, 他 2 名
- (2) 金属微粒子分散体及びその製造方法
特願 2019-125298
阿部 浩也, 他 2 名

(17) 外部資金

(単位：千円)

科学研究費補助金

- | | | | | |
|-----|-----------|---|-------|-------|
| (1) | 基盤研究(B) | 磁性ナノクラスター流体のレオロジカルな刺激応答化とソフト・ロボティクスへの展開 | 阿部 浩也 | 3,900 |
| (2) | 挑戦的研究(萌芽) | 変形自在なマクロ分子集合体をテンプレートとするトップダウン・ナノアSEMBリ | 阿部 浩也 | 3,120 |

民間等との共同研究

- | | | | | |
|-----|--|---|-------|-------|
| (1) | | 温和な条件下での無機ナノ粒子の生成機構に関する研究 | 阿部 浩也 | 3,000 |
| (2) | | 革新的メカトロニクス機構向け外部刺激(磁場)応答材料の最適化研究 | 阿部 浩也 | 330 |
| (3) | | ダイキン事業直結テーマの技術調査と新市場創造テーマの探索および事業・技術性評価 | 阿部 浩也 | 210 |

学術相談

- | | | | | |
|-----|--|--|-------|-------|
| (1) | | | 阿部 浩也 | 1,000 |
|-----|--|--|-------|-------|

奨学寄付金

- | | | | | |
|-----|--|--|-------|-----|
| (1) | | | 阿部 浩也 | 800 |
|-----|--|--|-------|-----|

4.9 社会貢献

氏名：阿部 浩也

(1) 学会役員

- | | | |
|-----|-------|---|
| (1) | 阿部 浩也 | (一社)スマートプロセス学会 |
| (2) | 阿部 浩也 | 日本フルードパワーシステム学会 機能性流体テクノロジーの次世代FPSへの展開に関する研究委員会 |

(2) 国際会議委員

- | | | |
|-----|-------|--------------------------|
| (1) | 阿部 浩也 | CIMTEC 2020 Symposium CA |
|-----|-------|--------------------------|

(5) 国・自治体・公益法人等への貢献

- | | | |
|-----|-------|---------------------------------|
| (1) | 阿部 浩也 | 文部科学省 / 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センター |
|-----|-------|---------------------------------|

4. 10 全国共同利用に関する研究

(1) 令和元年度共同研究員と研究テーマ

氏名：阿部 浩也

一般公募研究課題

- | | | | |
|-----|---|-------|-------------------------------------|
| (1) | (国研)物質・材料研究機構
機能性材料研究拠点
微粒子工学グループ | 名嘉 節 | 低次元ハイブリッド材料の合成プロセスと
機能評価 |
| (2) | 熊本大学 先端科学研究部 | 橋新 剛 | p-n 接合型空乏層エンジニアリングによる
ガス感度チューニング |
| (3) | 群馬大学大学院 理工学府 | 佐藤 和好 | 酸化物ナノ結晶複合体の構造 - 機能相関の
解明 |
| (4) | 群馬大学大学院 理工学府 | 田村 佳奈 | 酸化物ナノ結晶複合体の構造 - 機能相関の
解明 |
| (5) | 筑波大学 数理物質系 | 鈴木 義和 | 新奇多孔質階層構造粒子のライフイノベー
ション関連材料への展開 |

(2) 共同研究員との共著論文件数 (査読付き学術論文, 国際会議論文)

合 計 4

接合界面微細構造解析室

接合界面微細構造解析室

4. 1 研究概要

日々進歩する材料と接合技術によって得られる継手の性質を理解するには、接合界面や継手部の材料組織の構造を詳細に把握することが必要である。そのため当解析室では研究所内外からの要請に応じて、分析機能を備えた透過型電子顕微鏡（TEM）による継手材料組織の微細構造観察を行い、また集束イオンビーム加工装置（FIB）やイオンミリング装置によって、加工が困難な異材継手や複合材料などの TEM 用の薄膜試料作成の技術を提供する。

また異材精密接合の金属組織学的研究等の、TEM を用いた独自のテーマの研究を進めることで、継手組織の TEM 観察技術の維持・向上に努める。

4. 2 研究課題

1. 各種溶接・接合組織や機能材料等の微細構造の解明
2. 陽極接合継手の接合界面微細構造と継手性能の関係の解明
3. 陽極接合の原理を応用した金属・無機材料の接合と加工手法の開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

本年度、当解析室では、研究所内の 8 分野、学内 2 講座、また国内他大学ほかの研究機関および企業の 3 か所からの依頼により、各種の材料・継手組織の TEM 観察およびそのための試料作成に協力した。加工・観察を行った試料は溶接、FSW、FW、ろうづけ、さらにナノ粒子を利用した新しい手法などによる接合継手、焼結体、電子デバイス用積層構造体、セラミックス、電池材料などの粉体等と多岐にわたり、位置を絞った TEM 試料の作成、微細な空間的構造の観察、結晶構造の解析や EDS を用いた元素分析による組織中の元素分布の観察と構成相の同定、結晶中の格子欠陥の観察等、FIB・TEM なしには取得困難な多くのデータを提供した。これらの要求にこたえるため、解析室員の観察・試料作成技術のさらなる向上と利用者の指導に努めた。また、解析室独自の研究活動としては以下のことを行った。

導体層を仲立ちとしてガラス板同士を陽極接合する場合、通常、導体層は片方のガラス板の接合面にのみ製膜する。両方の板の接合面に導体層を載せて陽極接合を行うと、それぞれの導体層はそれが接したガラスと接合されるものの、導体層同士は接合されないためにガラス同士の継手は得られない。しかしこれまでの研究で、片方のガラスに厚い導体層を、もう片方のガラスに十分薄い導体層を施して陽極接合すると、接合の初期にまず薄い側の導体層がガラスから供給される O^{2-} イオンですべて酸化され、続いてその酸化された層に厚い側の導体層が接合されるというメカニズムで全体の接合が完成することを見出した。そこで 2019 年度はそこから発展させ次の研究を行った。

1. ガラス同士を、仲立ちの導体層を両側の接合面に施して陽極接合した界面の強さの評価

両側の接合面に導体層を施してのガラス同士の陽極接合が可能なのは以前の研究で明らかにできたが、得られた接合界面が十分な強さを持つかどうかはわからなかった。そこでそれらの接合界面の強さを、前年度に開発した、FIB 装置を用いて行う微小曲げ試験によって評価した。接合面に仲立ちのアルミニウム層をそれぞれ厚さ 10 nm と 30 nm 施したソーダライムガラス板（1 mm 厚）同士を接合温度 473 K で 700 V の接合電圧を 100 s と 600 s の二通りの時間印加して接合した界面の評価を試みたところ、電圧印加時間 100 s の界面は試験の前加工の段階で剥離し、600 s の界面の強さも 0.5 GPa~2 GPa の範囲でばらついた。TEM 観察によって、この界面の破断は薄いアルミニウム

層と厚いアルミニウム層の界面で生じていることが見出された。薄い層と厚い層の接合は前者の酸化が完了した後で進むため、接合の反応に係る O^{2-} イオンが十分に供給されなかったものと考えられた。そこで薄いアルミニウム層の酸化がより短時間で完了するよう厚さを 5 nm とし他は同様の条件で接合したところ、電圧印加時間 100 s の界面には前加工中に亀裂が生じたが、600 s の界面の強さは 3 GPa を超え、片方のガラスの接合面のみにアルミニウム層を施して接合した界面とほぼ同等となった。

2. 導通部と絶縁部が共存するガラス同士の陽極接合界面の作成

接合面に薄い導体層を施したガラスに、接合面の一部に厚い導体層を施したガラスを重ね合わせて陽極接合すると、界面に薄い導体層のみがあった部分ではその導体層が完全に酸化されるが、薄い層と厚い層が重なっていた部分では厚い導体層の一部が未酸化で残り、同じ接合界面の中で前者は絶縁性、後者は導通性となる。このようにして、ガラス同士の陽極接合界面上に電流パスを作成した。接合面に、幅 4.75 mm、長さ 20 mm、40 nm 厚のアルミニウム層の帯を 0.5 mm の間隔を空けて平行に 2 本施したソーダ石灰ガラス板 (1 mm 厚) に、幅 12.5 mm、長さ 25 mm で接合面に 10 nm のアルミニウム層を施した同材の板 (1 mm 厚) を、アルミニウム層同士が十字に交差するように重ね合わせて陽極接合した。接合電圧の印加を十分な時間行った継手では、接合界面中の薄いアルミニウム層のみがあった部分は、その層の酸化が完了して透明化した。厚いアルミニウム層の帯があった部分では未酸化のアルミニウムの金属光沢が残っており、幅の狭いガラスを接合した部分をまたいで高い導通性が認められた。間隔を開けた 2 本の帯の間には電流が流れず、接合界面中で薄いアルミニウム層のみがあった部分はその層の酸化によって導通性を失っていることが確認された。

また、導体層を仲立ちとしたガラス同士の陽極接合継手にさらに別の導体を陽極接合しようとする、電圧印加で生じるガラス中のアルカリイオンの移動を最初の接合界面に残った導体層が遮り、そこに集積したアルカリイオンが接合界面組織の劣化を招くため健全な継手が得られないが、最初の接合で仲立ちの導体層を完全に酸化させればアルカリイオンの集積は生じず、最初の接合界面を劣化させることなく 2 番目の接合を完了させる、多重陽極接合が可能になることを見出した。これを利用して中央に穴を開けたガラス板の両面に別のガラス板を接合し、陽極接合のみでガラス板から密閉されたカプセル構造を試作した。

(2) 研究に対する自己評価

当解析室は、研究所内外の材料・接合研究に対して TEM 観察技術の提供による協力を行うことを第一の業務としている。そこで本年度も引き続き TEM 試料作成・観察技術の向上に努めつつ多くの観察を行い、得られた結果の解析の指導・支援を行った。こうして本年も多くの所内分野、学内講座および学外研究機関へデータを提供し、協力した研究者からは、解析室員を共著者とした雑誌論文 6 件、また国内学会・国際会議で多数の講演・論文が発表された。また研究成果に示した解析室独自の研究活動を行った。今後も TEM 観察の結果の解析の支援や議論を通じて共同研究型の研究協力活動を増やし、独自の研究活動も進めていく。

研究の発展に伴う材料組織観察のニーズの高度化に対応していくため、今後も新しい TEM 試料作成技術や組織解析手法の取得・開発に努める。

JFE ウエルディング協働研究所

JFE ウエルディング協働研究所

4. 1 研究概要

設置から2年経過したJFE ウエルディング協働研究所では、溶接・接合に関わる現象解明、新溶接技術探求、新溶接材料開発、シミュレーション技術の開発など基礎から応用に渡る複数の研究プロジェクトを、工学研究科との連携のもと進めている。

2019年度は、これまでのプロジェクトテーマの継続と新規テーマを加えて、実用化を視野に入れたプロジェクトに注力しながら、先導的な最先端の研究を並行して行っている。

4. 2 研究課題

1. アーク現象の解明および抵抗スポット溶接とシミュレーション
2. 最先端接合技術の追求および最先端材料での溶接部性能向上技術の開発
3. 大型破壊試験による構造安全性評価

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. アーク現象の解明および抵抗スポット溶接とシミュレーション

JFEにおいて開発したJ-STAR(JFE Spray Transfer Arc)溶接の現象を高速度カメラにより詳細に観察し、さらには金属蒸気や温度分布を計測することで、メカニズムの解明を行っている。希土類金属の添加の役割を明確にするために、希土類金属の添加位置、量などを変化させたワイヤーを用いて、プラズマの状態を観察し、アークの温度分布や硬直性、鉄蒸気の発生位置、溶滴の大きさなどを比較した。

溶接ワイヤー表層部にのみ希土類金属が添加された場合は、ワイヤー下部に鉄蒸気の高濃度部(低温部)が確認されるものの、希土類金属の添加量が少ないと、ワイヤー先端部に電流が集中せず、プラズマ気流が十分に誘起されなかった。その結果、鉄蒸気のアーク半径方向への拡散が抑制されず、アークの硬直性が弱くなると考えられた。すなわち、J-STAR溶接のスプレー移行を達成するためには、十分な希土類金属の添加でアークの硬直性を高めるとともに熱電子放出の起点となる安定した陰極点の形成によって電流密度を高め、ワイヤー先端部の溶滴を囲むように鉄蒸気を高濃度に集中させることが重要であることが明らかになった。今後はさらなる検討により、スプレー移行発現のための条件範囲を明確にし、J-STAR溶接の適用範囲の拡大を目指す。^{[1],[2]}

各種シミュレーション技術を駆使した研究においては、自動車用鋼板の接合時に問題となる抵抗スポット溶接時の散り発生の現象について検討した。三次元粒子シミュレーションを用いて、抵抗溶接プロセス中のメタルフロー挙動を、鋼板の変形も考慮可能な数値計算により検討した。抵抗スポット溶接時に鋼板間で形成された溶融金属(ナゲット部)が鋼板の変形によって押し出され、散りとして飛散し、飛び出した散りがナゲット端部で凝固する様子が再現できるようになり、種々の溶接条件にてプロセス中の溶融金属の挙動が予測できるようになった。^[3]

さらに、自動車用鋼板の抵抗スポット溶接部においては温度・応力変化を考慮した水素拡散解析を行うことで、超高張力鋼板での遅れ破壊挙動をシミュレーションと実験から予測・解析できるモデルを構築した。その結果、応力集中部と水素侵入の挙動を実験による結果と比較することで破壊モードについて考察し、モデルの妥当性と水素侵入・集積位置および量との関係を明らかにできた。^[4]

2. 最先端接合技術の追求および最先端材料での溶接部性能向上技術の開発

FSWについてはFe-Alの異材接合技術やFeの接合部における組織変化を詳細に調査することで、健全な接合強度を得るための適正溶接条件の導出を目指している。プローブ回転速度とショルダ回

転速度を独立して可動できる複動式装置を用いて、Fe-Al 異材重ね FSW 継手を作製し、脆弱な金属間化合物層の生成抑制と無欠陥攪拌部の形成が両立可能な接合条件を探索した。また、粒子法による接合部のシミュレーションにより、接合部の形成に及ぼすツールの各回転速度と挿入深さの検討から接合界面の温度と塑性流動の制御を行った。その結果、金属間化合物の生成量と組成を一定の範囲でコントロールし、狙いの接合強度を持った継手作製条件の最適化指針を明確にした。^[5]

鉄鋼材料でのFSW部の組織形成については、板厚12mmのTiN添加鋼に対し高入熱および低入熱条件で摩擦攪拌接合を行い、組織解析と機械的特性の評価を行った。鉄鋼材料のFSWについてはツールの寿命や欠陥が発生しない接合条件など多くの課題があるが、種々条件における検討の結果、低入熱化が炭化物の粗大化を抑制し、継手の熱加工影響部の軟化抑制と微細化に有効であることが明らかになった。^{[6],[7],[8]}

レーザー・アークハイブリッド溶接においては、比較的低出力のレーザーとTIGアークを組み合わせ、熱源に対し分光計測器および三次元発光分光法を用いたプラズマ状態の計測を行い、相互作用現象の観察と解明を試みた。アークとレーザーに大きな相互作用は見られなかったが、母材の金属蒸気(Cr, Mn)の発生が母材表面でのプラズマの広がりに影響を与えることが分かった。

さらに、高速度カメラを用いたハイブリッド溶接でのスパッタ発生挙動の観察から、レーザー先行による熔融池の形成が高速溶接時のアーク溶接の溶滴移行をスムーズにし、安定ビード形成が達成できることも明らかになった。^{[9],[10],[11]}

最先端材料の検討においては水素やLNGへの対応が可能である高Mn系オーステナイト鋼における溶接金属の凝固割れの要因に関する検討や溶接熱影響部における極低温下での靱性支配因子を詳細な組織観察によって明らかにした。凝固割れの発生に関しては高Mn下でのS等の偏析の影響を半定量的に明らかにするとともに、溶接熱影響部における炭化物の生成が靱性に与える影響を把握した。^{[12],[13]}

3. 大型破壊試験による構造安全性評価

脆性き裂停止能に優れた鋼板、いわゆるアレスト鋼の脆性き裂伝播停止メカニズムを明らかにするとともに、アレスト性能に支配的な組織学的因子、特性値の抽出を狙い、研究を進めている。ぜい性亀裂アレストじん性を評価する方法は、通常平坦な破面となる亀裂を前提としたものであり、高アレスト鋼のように亀裂がジグザグに伝播する場合には適切に抵抗値を評価できない。鋼板温度が一定の場合、突入したぜい性亀裂は抵抗値の増加がない限りは伝播し続けるが、ジグザク化によって大きなエネルギー散逸が生じると抵抗値が大きく向上し亀裂が停止する可能性がある。そこで、亀裂がジグザグに伝播することで抵抗が向上するメカニズムを考慮した新しい評価方法を構築した。結果として、ぜい性亀裂がジグザグに伝播する鋼材では、亀裂進展長さに比例して抵抗値が増加し、亀裂経路の食い違いによるせん断リガメント効果が大きく関係していることを見いだした。亀裂が斜め方向に伝播するだけでなく、せん断リガメントを生じる亀裂伝播経路を制御することで、ぜい性亀裂伝播抵抗を著しく向上できる可能性があることを明らかにし、高性能なアレスト鋼の開発指針を得た。

<関連発表文献>

- [1] T. Methong, "Influence of rare earth metal added to electrode on plasma characteristics in gas metal arc welding", Osaka University Doctoral thesis (2018).
- [2] 上野亮, "ガスシールドアーク溶接の電極現象に及ぼす希土類金属の影響", 大阪大学卒業論文(2019).
- [3] 築地慎乃輔, 島田克之, 茂田正哉, 田中学, 川邊直雄, 松田広志, "抵抗スポット溶接における散り発生過程の三次元粒子法シミュレーション", 2019年度溶接学会秋季全国大会ポスター

セッション.

- [4] 川邊直雄, 松田広志, 沖田泰明, 池田倫正, 三上欣希, 望月正人, “抵抗スポット溶接部における温度・応力変化を考慮した水素拡散解析”, 溶接学会論文集, Vol.37, No.3 (2019) 125-132
- [5] 接合条件の最適化に関する特許出願準備中 (JFE- 阪大共同出願).
- [6] 竹谷康平, 松田朋己, 佐野智一, 廣瀬明夫, 高田充志, 松下宗生, 大井健次 “TiN 添加鋼厚板の摩擦攪拌接合部におけるミクロ組織”, 溶接学会全国大会講演概要, 第 103 集 (2018-9).
- [7] Kohei Takeya, Tomoki Matsuda, Tomokazu Sano, Akio Hirose, Atsushi Takada, Muneo Matsushita, Naoya Hayakawa, Rinsei Ikeda, “Microstructures and mechanical properties of FSW joint of 460MPa and 560MPa grade steel”, MS&T (2018).
- [8] 松下宗生, 松田広志, 村上善明, 藤井英俊, 森貞好昭, “高強度鋼板への摩擦攪拌接合 (FSW) の適用性とその継手性能” 大阪大学 接合科学研究所 第 16 回産学連携シンポジウム.
- [9] 奥田博之, 野村和史, 浅井知, 岩田匠平, 木谷靖, 大井健次, “レーザーによる TIG アーク誘導現象のプラズマ診断による基礎検討”, 溶接学会全国大会講演概要, 第 105 集 (2019-9) 146
- [10] 岩田匠平, 木谷靖, 大井健次, 奥田博之, 野村和史, 浅井知, “レーザー・アークハイブリッド溶接におけるビード安定形成機構の解明” 溶接学会全国大会講演概要, 第 105 集 (2019-9) 278.
- [11] Hiroyuki OKUDA, Kazufumi NOMURA, Satoru ASAI, Shohei IWATA, Yasushi KITANI, Kenji OI, “Fundamental plasma diagnostic study for guiding TIG arc phenomenon by laser irradiation”, Proceedings of the Visual-JW2019 and WSE2019, 1, 235-236.
- [12] 山下正太郎, 平松幸成, 小椋智, 才田一幸, 植田圭治, 高田充志, “高強度オーステナイト鋼の溶接高温割れ感受性”, 溶接学会全国大会講演概要, 第 104 集 (2019-4) 170.
- [13] 植田圭治, 泉大地, 高田充志, 伊木聡, 山下正太郎, 小椋智, 才田一幸, “高強度オーステナイト鋼溶接熱影響部の靱性支配因子”, 溶接学会全国大会講演概要, 第 104 集 (2019-4) 182.

(2) 研究に対する自己評価

協働研究所発足 2 年目として、種々の課題に取り組み多くの成果が得られた。とくにアーク現象やシミュレーションに関しては実用的に利用可能なレベルに到達したものもあり、今後の展開に期待ができる。また、脆性き裂の伝播停止現象に関しては、大学での基礎的な検討に加えて JFE スチールで実施した実物スケールの大型破壊評価試験結果を併せて検討することにより新たな知見が得られ、メカニズムの解明が一步前進した。今年度は実用化テーマと先導探索的なテーマに分類して進めたことで、より明確な目標設定による研究プロジェクトの遂行ができた。また、将来的なテーマへの取り組みもスタートした。

4. 4 教育に対する自己評価

現在、工学研究科の社会人ドクターコースで研究を進めている企業側の若手研究員の研究の一部を自主的な提案型研究プロジェクトとして採用し、学位取得に向けて順調に進捗している。今後も社会人ドクターコースを考慮した研究プロジェクトの設定も行う予定である。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本協働研究所の副所長である大井健次ならびに田川哲哉招へい教授は溶接・破壊分野において学協会における積極的な活動によって社会貢献を行っている。大井招へい教授は溶接学会副会長 (代表理事)、日本工学会、日本溶接協会の理事および溶接・接合工学振興会の評議員として活動、溶接冶金研究委員会副委員長、溶接接合プロセス研究委員会副委員長として重要な役割と学術的な発展にも貢献している。

また田川招へい教授は日本鉄鋼協会、日本材料学会など主催の破壊・破壊力学に関わる社会人セミナー、日本溶接協会の溶接管理技術者資格認定に関わるセミナー講師など、技術者教育を通じて国内工業界の人材育成に貢献している。また、ISO TC164（金属材料の機械試験）の日本代表委員を務めており、国内で策定した破壊靱性試験方法のISO化など、規格整備の観点で国内基盤技術の発展に貢献している。

ダイヘン溶接・接合協働研究所

ダイヘン溶接・接合協働研究所

4. 1 研究概要

ダイヘン溶接・接合協働研究所は、溶接接合分野の革新的な高機能化・高効率化に向けた技術開発を目指して2019年4月に設置された。接合科学研究所と工学研究科における学術的知見とダイヘンが有する溶接・接合技術および溶接機器制御技術の融合により、モノづくりに変革をもたらす世界トップレベルの溶接・接合技術の共同研究に取り組んでいる。

厚板高能率アーク溶接法の研究では、ダイヘンの開発した溶接技術を、大学の接合性能評価技術やシミュレーションによる可視化技術を用いた接合メカニズムの解明を目指し、実用化における品質評価を進めている。異種プロセスハイブリッド接合法の研究では、大学が有する異材接合における知見とダイヘンが有する接合システム開発力を融合させ、精密な入熱制御手法のアイデアとして具現化し、難接合材料を対象とした異材接合技術の確立に向けた研究開発を進めている。

また、若手技術者に共同研究を通じた学位取得を奨励し、溶接機器制御の観点だけでなく、アーク物理や冶金的観点での技術開発もできる技術者への成長を促している。

本研究所においては、以上の取り組みを通じて、産学共創による革新的な接合技術の開発と、世界に通用する技術者育成を推進している。

4. 2 研究課題

1. 厚板高効率アーク溶接法のアーク現象の解明と信頼性評価
2. 異種プロセスハイブリッド接合法の研究開発
3. 電磁流体シミュレーションによる新熱源の研究開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 厚板高効率アーク溶接法のアーク現象の解明と信頼性評価

母材表面より低い位置にアークが生じている埋もれアーク現象を利用し、厚板を高効率に溶接するD-Arc溶接法をダイヘンで開発、実用化した。埋もれアーク現象は、埋もれたアークにより押し広げられた溶融池形状とそれによって形成される空間内で、特有の溶滴移行とアークの挙動を示す。これらの現象を理解するため、従来は高速度ビデオカメラや三次元X線可視化装置を用いて現象を観測し、分析してきた。2019年度は、物理的なメカニズム解明のため、シミュレーションによる現象解析に取り組み、溶け込み深さと埋もれ空間の安定化を両立する数値計算モデルを開発し、定量的な知見を得ることができた。今後は、ワイヤ径に依存した現象を可視化する数値計算モデルを開発し、市販ワイヤを対象とした数値計算モデルの定式化と解析を進めていく。

一方、本溶接法の適用範囲拡大を目的に、本溶接法で接合された接合部の信頼性評価にも取り組んでいる。鉄鋼材料におけるHAZの延性破壊特性を、微小試験片を使用した手法で評価し、良好な結果が得られている。また、ステンレス鋼への適用性を、SUS304を対象に検討した結果、同程度の入熱であればD-Arcと大電流サブマージ溶接とでほぼ同等の耐食性であるという知見が得られている。

2. 異種プロセスハイブリッド接合法の研究開発

亜鉛メッキ鋼板とアルミニウム合金の異材接合を目標に、レーザ・アークハイブリッド溶接技術の開発に取り組んでいる。送給制御と電流波形制御が高速・高精度で同期する低入熱・低スパッタアーク溶接法により低入熱で市販のA5000系の溶接金属を供給し、レーザの高精度な入熱制御を組み合わせることで、Fe-Alの低じん性な金属間化合物の生成抑制と、幅の広いビードの形成に

よる接合断面積アップを両立させ、母材破断となる高い接合強度を実現している。ダイヘンのアーク制御技術に対し、レーザ専門の研究室からの知見と、界面組織を専門とする研究室からの金属間化合物生成の知見を取り入れて研究を進めることで、2019年で従来技術では困難な合金化溶融亜鉛メッキ鋼板とアルミニウム合金の接合の実現可能性が示された。今後はその入熱制御精度をより高精度化することで、接合技術の確立と実用化を進めていく。

3. 電磁流体シミュレーションによる新熱源の研究開発

アーク溶接を高度に制御するためには、その熱源であるアークプラズマの挙動を知ることが重要である。新たな熱源制御技術の開発を目的に、アークプラズマの挙動の可視化、解析に取り組んでいる。2019年は、発光分光法を使用した交流TIG溶接におけるアーク温度分布の可視化技術に関して研究を行った。母材への入熱解析に有効な電極マイナスの期間の温度分布を可視化し評価することで、交流周波数が高くなるにつれてアークの中心温度が上昇していく知見が得られた。今後は計測技術と電磁流体シミュレーションを組み合わせ使用し、アークプラズマを制御する手法の開発を進めていく。

(2) 研究に対する自己評価

設立1年目ではあったが、アーク物理現象に関する学術的な知見から実用的な制御技術を含めて幅広く研究開発が進み、大きな成果が得られていると評価している。埋れアーク溶接のシミュレーションに関しては、接合科学研究所とダイヘンを軸に他大学とも連携することにより短期間で有効な数値計算モデルが開発され、埋もれアーク現象の解析を飛躍的に進めることができた。レーザ・アークハイブリッドによる異材接合に関する研究では、溶融接合では不可能とされてきた金属間化合物の生成量を抑制する熱源制御技術の開発が大きく進展し、実用化を十分に感じさせるものであった。次年度テーマとして各研究室と検証実験を並行して進めており、次年度は既存テーマを進めて更にレベルアップしながら、新たに実用的なテーマや挑戦的なテーマを追加していく予定である。

4. 4 教育に対する自己評価

共同研究に携わっているダイヘンの若手社員が、接合科学研究所の社会人ドクターコースに進学している。共同研究では、シミュレーション技術や接合部の詳細な評価技術などダイヘンでは得難い経験を得ることができている。複数のテーマで中核を担い、意欲的に研究を進めており、学位取得に向けて滞りなく進捗している。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本協働研究所の副所長である恵良哲生招へい教授、ならびに門田圭二招へい研究員は、アーク溶接法と機器、アーク物理の分野で積極的な社会貢献を行っている。

恵良哲生招へい教授は、溶接学会理事、軽金属溶接協会理事をはじめ、日本溶接協会、及び溶接接合工学振興会を含めて各種委員を務めており、学术界の発展と溶接技術の普及に貢献している。また、各種講演会やシンポジウムの講師、及び大学の非常勤講師を通じて、溶接法・機器の基礎から最新の溶接技術の普及・啓蒙と人材育成にも携わっている。門田圭二招へい研究員は、溶接学会の溶接法研究委員会、軽構造接合加工研究委員会の幹事を務め、学術面から溶接技術の発展に貢献している。また、学会誌の編集委員やセミナー講師の他、溶接協会の教育委員にも参加し、溶接技術の啓蒙、教育にも貢献している。

日立造船先進溶接技術共同研究部門

日立造船先進溶接技術共同研究部門

4. 1 研究概要

本研究部門（2011年1月1日発足）では、国際競争力のあるものづくりを実現するための溶接技術、表面処理技術の研究開発を推進している。接合科学研究所が保有するレーザー溶接技術や数理解析技術などの先進的な技術と日立造船株式会社が保有する製造技術を融合し、広範な厚板構造物の製造を革新する溶接技術、表面処理技術を開発している。

本研究部門で開発した厚板に対する大出力レーザー溶接技術は実用レベルに達し、現在は極厚板に対する高効率な溶接技術として注目されるデジタル波形制御の大入熱サブマージアーク溶接の研究を基礎現象の解明から実施している。

製品性能を向上させる表面処理技術として、高温での高耐食、高耐磨耗の三次元造形肉盛溶接技術の開発を推進している。高温部品の耐食性向上をねらいとしたナノ微粒子溶射技術は、プラズマ溶射により気孔率1%以下を達成し、2018年度で研究課題を完了とした。

研究開発を国際的な観点で強化するため、インド工科大学ハイデラバード校（IITH）との共同研究を2016年10月より開始し、サブマージアーク溶接（SAW）の溶込み形状および硬さ予測シミュレーションモデルを完成させたため、2019年度で完了とした。

4. 2 研究課題

1. レーザ溶接技術
2. 高効率 SAW 技術
3. 三次元造形肉盛溶接技術

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. レーザ溶接技術

揺動レーザーとワイヤ供給を用いた極狭開先溶接に関する現象解明と積層方法、インプロセス制御方法などのプロセス技術を開発してきた。しかし、溶接性を左右するシールド方法は経験的に決定している。

本年度は、ステンレス鋼厚板の狭開先レーザー溶接における酸化防止のためのシールド方法に関する検討を実施した。数値流体力学による流体解析、および狭開先ノズルを用いた実験を実施し、ノズルを開先内部に挿入すると、ある流量とノズル形状の場合に外気をシールド部に巻き込むことを明らかにした。

次年度は、ステンレス鋼の酸化に及ぼすシールドガス流量とノズル形状、溶接条件の関係を、流体解析結果と実験結果から実験計画法などを用いて解明し、シールド方法の最適化を図る。

2. 高効率 SAW 技術

SAWは厚板の溶接に適した溶接方法として、広く用いられている。しかしながら、完全自動化は実現されておらず、溶接士が監視しながらの施工となっている。近年、開発されたデジタル電源は、完全自動化を実現するための大きなツールである。

本年度は、極狭開先対応のデジタル電源用 SAW トーチを開発した。さらに、前年度までに開発した条件最適化プログラムを用いて極狭開先の溶接継手を作製し、その靱性を評価した。

デジタル電源を用いた極狭開先溶接実験を実施し、欠陥のない継手を作製し、最適化プログラムの有効性、開発トーチの耐久性、絶縁性を確認した。溶接熱影響部、溶融境界部では高い靱性を得ることができたが、溶接金属部では靱性が低くなった。次年度は、溶接金属部について冶金的アプ

ローチを実施し、韌性向上策を検討する。

3. 三次元造形肉盛溶接技術

本年度は、三次元造形肉盛溶接の適用対象として、ごみ焼却施設内で高温での耐腐食性を要求される部品を選定した。当該部品の炭素量は 0.8% 程度の高炭素鋼で割れ感受性が非常に高い。

レーザーメルトラン実験を実施し、予熱と低入熱化による割れ防止効果について検討した。レーザーメルトランで割れを防止する必要予熱温度を決定した。

次年度は、粉体を供給するレーザー肉盛溶接（LMD）における割れ防止予熱温度を熱応力解析、および実験により求める。また、LMD の施工効率向上のため、粉体使用量低減策、レーザーの効果的な照射方法についても検討する。

(2) 研究に対する自己評価

本年度の研究成果は、1 件の査読付き学術論文、2 件の国際会議発表、6 件の国内学会発表、1 件の解説・総説である。査読付き学術論文は、IITH との共同研究の成果であり、Journal of Pressure Vessel Technology (ASME) に掲載された。

なお、本研究部門は企業との共同研究部門の性格上、外部資金の導入は慎重にしている。

2011 年 1 月に発足した本研究部門は、着実な研究成果をあげてきていると評価している。今後は、当部門の設立目的と整合性の高い分野でのより一層充実した研究成果を目指す。

4. 4 教育に対する自己評価

本共同研究部門は、研究スタッフ以外に、日本人学生および留学生等は在籍せず、また講義も実施していない。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本共同研究部門は、大阪大学が積極的な産学連携を通じて社会貢献するために、全国に先駆けて設置した共同研究講座制度に則り、接合科学研究所と日立造船株式会社が共同研究を推進している。また、大学で得た研究成果を迅速に産業応用し、その成果をグローバルに展開しようとしている。

北側招へい教授は溶接学会理事、レーザー加工学会監事はじめ各種学協会の幹事など重要な役割を担っている。また、中谷特任准教授も溶接学会編集委員、溶接法研究委員会副幹事長、溶接構造研究委員会副委員長、溶接冶金研究委員会委員、高エネルギービーム加工研究委員会委員、溶接接合工学振興会評議員、溶接学会関西支部幹事など各種学協会において主要な委員を務めている。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Performance Evaluation of Alternating Current Square Waveform Submerged Arc Welding as a Candidate for Fabrication of Thick Welds in 2.25Cr-1Mo Heat-Resistant Steel
J. Press. Vessel Technol. -Trans. ASME, 142 (2020), 041506 (11 pages).
U. K. Mohanty, Y. Abe, T. Fujimoto, M. Nakatani, A. Kitagawa, M. Tanaka, T. Suga and A. Sharma

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 溶接力学シミュレーション研究会の設立趣旨とその活動内容
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 469-472.
柴原 正和, 河原 充, 中谷 光良, 山崎 洋輔, 小田 和生, 只野 智史, 中谷 祐二郎, 高倉 大典, 深澤 大志, 功刀 厚志, 成田 忍, 柳田 信義, 村上 寛企, 小野里 尚, 野戸 大河, 大谷 直之, 上田 秀樹, 永木 勇人, 芹澤 久, 前田 新太郎, 麻 寧緒, 村川 英一

(7) 国際会議発表

- (1) Effects of the Shielding Gas Flow on the Blowhole Generation for Aluminum Alloys Laser Welding
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
T. Fujimoto, M. Hirano, E. Fujimoto, Y. Abe, M. Nakatani, M. Shigeta and M. Tanaka
- (2) Investigation of Welding Condition for Narrow Gap Submerged Arc Welding
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
Y. Abe, M. Nakatani, T. Fujimoto, M. Shigeta and M. Tanaka
- (3) Visualization of Submerged Arc Welding Phenomena by Experimental Observations and Particle-Based Simulation
The 72nd IIW Annual Assembly & Int. Conf., Bratislava, Slovakia (2019.7.8-13)
H. Komen, M. Shigeta, M. Tanaka, Y. Abe, T. Fujimoto and M. Nakatani

(8) 国内学会発表

- (1) 回帰分析と遺伝的アルゴリズムを用いたデジタル波形制御 SAW に対する溶接部形状制御手法の開発
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
藤本 貴大, 阿部 洋平, 中谷 光良, 茂田 正哉, 田中学
- (2) 極狭開先サブマージアーク溶接に向けた適正条件の検討
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
阿部 洋平, 中谷 光良, 藤本 貴大, 茂田 正哉, 田中学
- (3) 数値解析によるアルミニウム合金の溶接におけるシールドガス流れの検討
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-21)
平野 瑞樹, 藤本 貴大, 藤本 恵美子, 阿部 洋平, 茂田 正哉, 田中学
- (4) 極狭開先サブマージアーク溶接における適正施工条件の検討
(一社)溶接学会第 249 回溶接法研究委員会, 東京 (2020.1.27)
阿部 洋平, 中谷 光良, 藤本 貴大, 茂田 正哉, 田中学

(15) 受賞

(1) 溶接物理・技術奨励賞

(一社)溶接学会 溶接法研究委員会 (2019.08.06)

古免久弥, 茂田正哉, 田中学, 阿部洋平, 藤本貴大, 中谷光良

大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門

大阪富士工業「先進機能性加工」共同研究部門

4. 1 研究概要

近年の地球資源・環境問題の高まりとともに、自動車、鉄道などの輸送機器、ロケットなどの宇宙構造体、微細エレクトロニクス電子機器など多くの産業分野で、工業製品の小型・軽量化、省エネ・省資源化の要求が激しさを増してきており、それらの材料に対して付加価値の高い機能を効率的に付与することのできる先進機能性加工が必要とされている。

本共同研究部門では、接合科学研究所が有するレーザ加工や材料科学などの先進加工技術と大阪富士工業株式会社が有する製造技術を融合し、微細から長大までの広範な構造物に様々な先進機能を付加する「先進機能性加工」技術を開発することを目的としている。

具体的には、半導体レーザ、ディスクレーザ、ファイバーレーザなどを用いたレーザクラッティング法による機能性材料の効率的表面処理法の開発および純銅などの難溶接材の接合など新しいレーザ加工技術の開拓を行い、最終的には開発した技術を応用した次世代機能性加工技術の実用化を目指している。

4. 2 研究課題

1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発
 - (1) レーザクラッディングに関する基礎研究
 - (2) レーザクラッディングに適したレーザ装置及びプロセス技術の開発
2. 各種部品への表面機能高度化技術の確立
 - (1) 各種材料への表面機能化に関する基礎研究
 - (2) 各種材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発
3. 表面改質技術とレーザ技術との複合化
4. レーザアディティブマニファクチャリング（LAM）技術の確立

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. レーザクラッティング法による材料表面機能高度化技術の開発

－モルテンプール型レーザコーティングの基礎的研究－

大型部品のレーザクラッディングにおいてはさらなる高速化が必要とされている。従来の円形ビームのままでは出力を増加させるだけでは高品質な平坦皮膜を得ることが困難であるため、従来の円形ビームから DOE（回折光学素子）を用いたビーム成形により様々なビームプロファイルを作成し、その効果を検証するため最大出力 6000W の高出力ファイバーレーザを用いた大面積高速レーザクラッディング法の開発研究を行っている。

これまでに一様なフラットビームを作成しその効果を確認したところ、円形ビームより平坦で、高速に成形できることが分かった。

本年度は、シミュレーションによる最適ビーム形状の選定方法の開発とレーザ斜め照射の場合のビーム形状に関する研究を行った。

2. 小径、薄板部品への表面機能高度化技術の開発

－非モルテンプル型レーザーコーティングの基礎的研究－

小径、薄板材料への表面機能化に適した装置とプロセス技術の開発を目指し、微量粉末を効率よく成膜できる直噴型半導体レーザークラディング方式を開発し研究を進めている。従来のモルテンプル型レーザークラディングでは、レーザーによって形成されたモルテンプルにレーザーの周囲から粉末を供給して熔融させているが、本方式では少量の粉末供給を中心軸に配置し、レーザーを周囲から集光して粉末を直接にレーザーで熔融するマルチレーザー方式を採用した。これにより、基板に与える熱影響を著しく低減することができ、薄板部品に対しても熱影響を抑制してコーティングできる。これまでマルチレーザーコーティング法による CoCr 合金皮膜の形成や 3D 造形を行ってきた。

3. 難溶接材料の接合加工

青色半導体レーザーの高出力化に取り組み、これまで 100W クラスの青色半導体レーザーによる純銅薄膜の溶接に成功した。

本年度は 200W クラスの半導体レーザーを用いた銅板の溶接を行った。

4. レーザーアディティブマニュファクチャリング (LAM) 技術

これまでの基礎研究の成果を SLM (Selective Laser Melting) 法へ応用し、純 Ti の積層造形と金属組織評価を行っている。

本年度はマルチレーザーによる純銅棒の LDM 成形を試みた。

(2) 研究に対する自己評価

本研究部門は、高出力半導体レーザー、ディスクレーザー、ファイバーレーザーなどを用いた先進機能性加工に関する研究を行っている。

1. 研究の独自性

半導体レーザーは既存レーザー中では最も電気-光変換効率が高く、コストパフォーマンスの高いレーザーであり、構造的に簡単なため、表面熱加工を必要とする産業用には最も適していると考えられる。半導体レーザーを多数個集合させて高出力化し材料加工を行うことは従来より行われてきたが、本研究では、個々の半導体レーザーを効率的に配置することによりビームプロファイルを自由に変更することができる。これにより効率的な表面熱加工を行い、処理品質や速度の向上と装置の低価格化の両立を目指している。

大出力ディスクレーザーを用いた研究では、大型部品に対する実用化研究を行っている。

大出力ファイバーレーザーを用いた研究では、実用化を目指して DOE (回折光学素子) を用いた大面積高速クラディングの研究を行い、産業化に寄与することを目指している。

また、青色半導体レーザーを用いた高出力加工装置の開発と表面機能化への応用の試みは、世界的にも新しい試みであり、本研究では銅などの難溶融材に対する応用展開を目指すとともに、3D 造形への応用研究も行っている。

2. 研究レベル

研究成果は国内では溶接学会、レーザー加工学会、レーザー学会および学会付置の各種研究委員会で発表を行っている。国外ではレーザー加工に関する世界最大級の国際会議である ICALEO (International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics) や光応用における世界的学会である SPIE (The International Society for Optical Engineering) 主催の Photonics West などにおいて発表を行っている。

3. 研究成果の社会への貢献

一般社団法人レーザープラットフォーム協議会の理事として、啓発セミナーやレーザー加工技術者講習会などを通じ、ものづくり中小企業に対するレーザー加工の普及啓発活動を行っている。

4. 4 教育に対する自己評価

本共同研究部門には、学生は在籍せず、講義も実施していない。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

1. 国内外での学会活動

国内では溶接学会、レーザー加工学会、レーザー学会、応用物理学会に参加し合計 10 件の発表を行った。

国際会議では、ICALEO2019 で 5 件、Photonics West2020 において 6 件の他、Visual-JW2019 で 2 件、COLA2019、LiM2019、LAMP2019 で各 1 件の発表を行った。

溶接学会「高エネルギービーム加工研究委員会」委員、レーザー学会「次世代産業用レーザー」技術専門委員会委員、電気学会「パワー光源産業応用技術調査専門委員会」委員として活動を行った。

2. 産学連携

大阪富士工業株式会社と連携し、平成 30 年度より近畿経済産業局の戦略的基盤技術高度化支援事業「非モルテンプール型レーザークラッディングによる超耐熱玉軸受（ボールベアリング）の開発」を行うとともに、レーザー加工技術に関する技術相談やアドバイスをを行った。

3. その他社会貢献

一般社団法人レーザープラットフォーム協議会の理事として、近畿地方の公設試や企業、大学の協力を得て、ものづくり中小企業会員約 50 社に対し各種セミナーやフォーラムを通じ、レーザー加工の普及啓発活動、技術支援、レーザー加工技術者認証事業等を推進している。

4. 7 研究業績

(3) 国際会議発表論文 (査読なし)

- (1) Pure Copper Layer Formation on Aluminum Based Alloy Substrate with Multi-Color Laser Cladding System Combined with Blue and Ir Lasers
ICALEO, Orlando, FL, USA, 2019 Proceedings, Paper 327 (2019.10.7-10)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe
- (2) Development of Blue Diode Laser for Additive Manufacturing
Proc. SPIE 11271, Laser 3D Manufacturing VII, 1127114 (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
R. Higashino, Y. Sato, S. Masuno, T. Shobu, Y. Funada, N. Abe and M. Tsukamoto
- (3) Forming of Pure Copper Rod by LMD Method with Blue Diode Lasers
Proc. SPIE 11271, Laser 3D Manufacturing VII, 1127117 (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Ono, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, T. Hara, Y. Funada and N. Abe
- (4) High Quality Welding of Pure Copper Plate with High Intensity Blue Diode Laser
ICALEO, Orlando, FL, USA, 2019 Proceedings, Paper#Poster 116 (2019.10.7-10)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, A. Nobuyuki, S. Masuno, E. Hori, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi and Y. Hayashi
- (5) Bead-on-plate Welding of Pure Copper Sheet with 200 W High Intensity Blue Diode Laser
Proc. SPIE 11273, High-Power Laser Materials Processing: Applications, Diagnostics, and Systems IX, 112730E (2 March 2020), San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) 200W 青色半導体レーザーを用いた純銅板のビードオンプレート溶接
レーザー学会第 537 回研究会報告 - 次世代レーザー加工 -, 北海道 (2019.11.1), 13-16.
森本 兼斗, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 加藤 進, 安積 一幸, 林 良彦, 阿部 信行

(7) 国際会議発表

- (1) Effect of Laser Wavelength on Welding of Pure Copper Plate with Blue Diode Laser
The 8th Int. Congress on Laser Adv. Materials Processing (LAMP2019), Hiroshima, Japan (2019.5.21-24)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, N. Abe, S. Masuno, K. Azumi and Y. Hayashi
- (2) Influence of Laser Wavelength on Melt Pool Behavior in Welding of Thin Pure Copper Plate with Blue Diode and Fiber Lasers
Lasers in Manufacturing (LiM2019), Munich, Germany (2019.6.24-27)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (3) Pure Copper Layer Formation on Copper Based Alloy Substrate with Blue Diode Lasers
15th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA2019), Maui-Hawaii, USA (2019.9.8-13)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe

- (4) Pure Copper Layer Formation on Aluminum Based Alloy Substrate with Multi-Color Laser Cladding System Combined with Blue and IR
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada and N. Abe
- (5) Pure Copper Rod Formation by Laser Metal Deposition System with Blue Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
T. Hara, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, Y. Funada, K. Ono and N. Abe
- (6) Bead-on-plate Welding of Pure Copper Sheet with 200W High Intensity Blue Diode Laser
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (7) Development of Blue Diode Laser for Additive Manufacturing
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
R. Higashino, Y. Sato, S. Masuno, T. Shobu, Y. Funada, N. Abe and M. Tsukamoto
- (8) Forming of Pure Copper Rod by LMD Method with Blue Diode Lasers
Photonics West 2020, San Francisco, USA (2020.2.1-6)
K. Ono, M. Tsukamoto, Y. Sato, R. Higashino, T. Hara, Y. Funada and N. Abe
- (9) High Quality Welding of Pure Copper Plate with High Intensity Blue Diode Laser
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, E. Hori, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (10) Influence of Laser Wavelength on Weld Quality in Bead-On-Plate Welding of Pure Copper with High Intensity Blue Diode Laser
38th Int. Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2019), Orlando, FL, USA (2019.10.7-10)
E. Hori, M. Tsukamoto, S. Masuno, K. Morimoto, Y. Sato, S. Kato, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (11) Effect of Laser Wavelength on Welding of Pure Copper Sheet with Fiber and Blue Diode Lasers
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, Y. Sato, S. Masuno, S. Kato, T. Ohkubo, K. Azumi, Y. Hayashi and N. Abe
- (12) Pure Copper Film Welding with Near Infrared and Blue Diode Lasers
Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama, Japan (2019.12.10-14)
K. Morimoto, M. Tsukamoto, S. Masuno, Y. Sato, K. Azumi and Y. Hayashi

(8) 国内学会発表

- (1) 青色半導体レーザー及びファイバーレーザーを用いた純銅のビードオンプレート溶接におけるレーザー波長が溶融池形成に及ぼす影響
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
森本 健斗, 塚本 雅裕, 阿部 信行, 升野 振一郎, 安積 一幸, 林 良彦
- (2) 青色半導体レーザーの波長が純銅箔の溶接に及ぼす影響
第 91 回レーザー加工学会講演会, 大阪 (2019.6.20-21)
森本 健斗, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 阿部 信行, 林 良彦, 安積 一幸

- (3) 200W 青色半導体レーザーを用いた純銅のビードオンプレート溶接
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
森本 健斗, 塚本 雅裕, 升野 振一郎, 阿部 信行, 安積 一幸, 林 良彦
- (4) DOE(回析光学素子)を利用したレーザークラッティングの技術開発
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
林 良彦, 阿部 信行, 安積 一幸, 塚本 雅裕, 森本 健斗, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男
- (5) 高輝度青色半導体レーザーを用いた無酸素銅の溶接と溶融・凝固ダイナミクスの観察
第 92 回レーザー加工学会講演会, 東京 (2019.12.9-10)
藤尾 駿平, 森本 健斗, 柴田 知希, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (6) 高輝度青色半導体レーザーを用いた純銅の溶接
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
藤尾 駿平, 森本 健斗, 柴田 知希, 升野 振一郎, 佐藤 雄二, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (7) 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム式レーザー金属堆積法による純銅ロッドの造形
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
小野 和宏, 原 隆裕, 佐藤 雄二, 東野 律子, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (8) 青色半導体レーザーを用いたマルチビーム式レーザー金属堆積法による純銅皮膜形成メカニ
ズムの解明
第 40 回レーザー学会学術講演会, 仙台 (2020.1.20-22)
原 隆裕, 小野 和宏, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 阿部 信行, 塚本 雅裕
- (9) DOE(回析光学素子)を利用した幅広ビームレーザークラッディングの技術開発(第 3 報)
(一社)溶接学会 平成 31 年度春季全国大会, 東京 (2019.4.17-19)
林 良彦, 阿部 信行, 安積 一幸, 塚本 雅裕, 辰巳 佳宏, 米山 三樹男

(11) 解説・総説

- (1) 高輝度青色半導体レーザー開発と加工への応用展開 = 世界初、高輝度青色半導体レーザー搭
載複合加工機 =
光アライアンス, 30, 10 (2019), 16-20.
塚本 雅裕, 東野 律子, 升野 振一郎, 阿部 信行, 佐藤 雄二, 舟田 義則, 左今 佑, 大内 誠悟,
浅野 孝平, 東條 公資

(17) 外部資金 (単位: 千円)

一般公募型補助金研究

- | | | | | |
|-----|---------|--|-------|-------|
| (1) | 近畿経済産業局 | 非モルテンプール型レーザークラッディングによる超耐熱玉軸受(ボールベアリング)の開発 | 阿部 信行 | 1,202 |
|-----|---------|--|-------|-------|

民間等との共同研究

- | | | | |
|-----|--------------|-------|-------|
| (1) | レーザークラッド技術開発 | 阿部 信行 | 1,500 |
|-----|--------------|-------|-------|

「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門

「高度ジョイント生産システム構築」共同研究部門

4. 1 研究概要

本研究部門では、小型化と高機能化の進展とともに高い信頼性が要求されるコンシューマ製品群をターゲットに、生産性、品質および環境に配慮した接合技術の研究開発を進めている。接合技術を高度なアSEMBルプロセスあるいはモジュール化プロセスと位置づけ、先端金属接合を展開する高度ジョイント生産システムの構築を目指している。

摩擦攪拌接合を中心としてアルミ合金や鉄鋼を対象としたマイクロ接合、異種金属接合の高速化と高精度化を追求し、それらを製品製造現場で具現化していくため、接合科学研究所が保有する研究成果と実験装置を活用しながら、高効率な接合生産設備の試作開発、接合品質の管理手法の確立を進めている。

4. 2 研究課題

1. 高速高精度接合技術の開発
2. 微小接合領域接合工法の最適化
3. 異種金属接合の高信頼化
4. 高効率接合生産装置の評価機開発
5. 接合信頼性評価と品質管理手法の確立

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

1. 開発した摩擦攪拌接合ツールにおける材料流動挙動の観察

本研究部門では、比較的厚いアルミ合金板の重ね継手など接合深さが深い接合構造において、接合部の深さと幅の比を1以下とする狭接合構造の摩擦攪拌接合（FSW）を研究対象とした。対象とする接合構造において、接合品質の確保はもとより、高速接合による生産性向上とツールの長寿命化を実現するため、独自にショルダ部のない攪拌プローブのみの摩擦攪拌接合ツール（以後、ショルダレスツール）を開発した。このショルダレスツールは、10,000rpm以上の高速回転時に2000mm/min以上の高速接合が可能である。ショルダ部の無い特異な条件であると同時に、ショルダ部が無いことで、プローブ近傍の材料の変形や流動が比較的直視しやすいことの利点に着目し、高速度カメラ撮影によるプローブ近傍接合表面の流動挙動の観察を試みた。高速度カメラによる撮影結果と、接合後の接合表面の形態観察および接合部の断面観察から、ショルダレスツールにおける高回転高速接合領域での材料の流動挙動について考察を行った。

ツール前方からの高速度カメラ撮影において、ツールの回転前進によりプローブ前方で変形した材料は、後退側（RS:Retreating Side ツールの回転と進行方向が逆）では、ツールの回転とともに流動していく様子が観察された。一方、前進側（AS:Advancing Side ツールの回転と進行方向が同じ）では、ツールの回転とは逆方向に変形していき、ツール後方に材料が流動していく様子が観察された。ツール後方からの観察では、ツールのAS,RSの両側からツール後方に材料が流れ込んでくる様子が観察された。特に空洞欠陥ができるほどの入熱不足の条件では、AS,RSではほぼ均等となるが、より高速回転にして入熱量を増大させると、むしろASからの流出が多くなる傾向がみられた。さらに、プローブに形成したネジ溝のピッチを変化させた場合の追加実験においては、溝ピッチが大きくなるほど、ツール回転方向とは逆方向の流動が起りやすく、ツール後方ではASからの流出が増加することも確認できた。

現時点においては、開発したショルダレスツールによる高回転高速接合領域での特異な条件下での流動挙動という前提ではあるが、摩擦攪拌接合におけるツール先端のプローブ近傍では、ツール

回転方向と逆方向の材料の流動が支配的になるケースがあるという新たな知見が得られた。ツール回転方向とは逆方向の材料の流動が支配的になるという点に着目すると、ツールの回転動作そのものは、入熱量の増大にのみに支配的に寄与している可能性があることが示唆された。今後より詳細に解析を進めていく。

2. 電気接点部への摩擦攪拌接合の適用可能性の検討

摩擦攪拌接合は、接合中の試料を強固に拘束する必要があるため、接合部周辺に制約条件が少ない、比較的大きな機械構造物の接合に適用されることが多い。一方で、接合部周辺に制約条件が多い、比較的小さなモジュールのアッセンブルプロセスにおける電気接点部への摩擦攪拌接合の適用はあまり見られない。そこで、電気接点部への摩擦攪拌接合の適用可能性を検討するために、銅の複数枚重ね継手の摩擦攪拌点接合について以下の検討を行った。

1) 銅の複数枚重ね接合に最適な接合ツール形状および材質

2) 最適接合条件の探索と検証

摩擦攪拌点接合ツールは、シオルダ付ツール形状とし、材質は耐摩耗性を考慮して超硬を採用した。接合部の断面観察にて、攪拌状態を確認し、プローブには溝形状を設ける必要がないことを確認した。溝形状を設けないことでツール製造コストを抑制することができ、接合時の摩耗による形状変化が少なく、ツールの長寿命化が可能となる。

また、回転数とせん断接合強度の関係を調査すると、回転数を増加させることでせん断強度が増加し、2000rpmを超える条件では、接合部ではなく母材で破断するなど、十分な接合強度を確保できる条件を選定することができた。今後は、製品の試作に本接合条件を適用し、電気接点としての信頼性評価などを行っていく。

(2) 研究に対する自己評価

本研究部門での研究成果によって構築された高度ジョイント生産システムにより、小型化と高機能化とともに高い信頼性が要求される製品の生産性、品質および環境に配慮した接合技術を製品製造現場で具現化し、さらに事業としての大きな成果を早期に収めることができた。さらなる生産性の改善のために、研究活動は継続するが、共同研究部門の開設当初の目標を達成できたことから、本共同研究部門は、本年度で終了とする。

4. 4 教育に対する自己評価

本共同研究部門に、学生は在籍していない。また講義も実施していない。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

本共同研究部門では、産学共創により接合科学研究所が保有する知見と装置を活用して、生産時のエネルギー消費抑制や生産効率向上による環境配慮型接合の確立を目指している。さらに確立した接合技術をコンシューマ製品群へと適用することにより、生産側の視点では中小を含む生産企業の裾野の拡大と生産現場活性化、消費者側の視点では消費者に対して技術適用した製品を提供することの副次的間接的な効果としてゆとりある社会の実現に貢献できるものとする。

学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション
マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点

学際・国際的高度人材育成ライフィノベーション マテリアル創製共同研究プロジェクト拠点

4. 1 研究概要

大阪大学接合科学研究所は、平成 17 年度開始の「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点プロジェクト」、そして平成 22 年度開始の「特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト」に 11 年間に亘って継続して参画し、新機能材料の実用化に不可欠な新接合技術の開発を推進してきた。そして、これらの先行プロジェクトの成果を基に、平成 28 年度から本プロジェクトである「学際・国際的高度人材育成ライフィノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」に参画している。

本プロジェクトは、大阪大学接合科学研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構がその強みを発揮・連携して、「ライフィノベーションマテリアル（生活革新材料）」を志向した共同研究を実施することで、新しい社会基盤材料の提案と実用化を図ると共に、研究を通じた国際交流・産学連携・高度人材育成を推進する。本年（令和元年）度は 5 年間実施予定のプロジェクトの 4 年度となる。

本プロジェクトにおいて本研究所は主に、東北大学金属材料研究所と東京工業大学フロンティア材料研究所と連携し、素材の特性と機能を活かす接合技術の開発を通じて、国民生活に役立ち、そして、その生活の革新に繋がる新たな材料創製を担っている。また、ここで創製された新材料は、名古屋大学未来材料・システム研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構、東京医科歯科大学生体材料工学研究所のそれぞれが有する環境・エネルギー、エレクトロニクス・デバイス、生体・医療の各分野の卓越した学術研究と融合することにより、具体的な「生活革新材料」として創製される。本研究所は、この 6 大学 6 研究所の学際連携を通じて、我が国の産業界の発展はもとより、安心安全で豊かな人類社会の創造に貢献することを目指している。

4. 2 研究課題

接合科学研究所では、「環境保全・持続可能材料分野」、「生体医療・福祉材料分野」、「要素材料・技術開発分野」の 3 研究分野に対して、教職員（特任も含む）29 名が 19 件の研究課題を掲げて参画した。それらは、研究所間での学際的な共同研究を視野に入れたものあり、他の研究所との強固な連携を強く意識して取り組んだ。

1. 環境保全・持続可能材料分野

- 1-1 高品質薄膜デバイスの低温形成に向けたプラズマプロセス技術の開発
- 1-2 環境用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と複合・集積化
- 1-3 反応性プラズマプロセスを用いた機能性酸窒化物薄膜の創成
- 1-4 3次元ナノポーラス材料を利用した高耐熱接合技術の構築
- 1-5 コロイド分散系の微構造制御と外部刺激応答化
- 1-6 核融合炉用先進高機能異材溶接・接合継手の照射特性に関する基礎的研究
- 1-7 粒界工学に基づく表面組織制御による粒界腐食抑制機構の調査

2. 生体医療・福祉材料分野

- 2-1 生体適用を目指した完全固溶型高強靱性チタン焼結材の基礎物性評価
- 2-2 プラスチック表面微細構造に依存した細胞挙動に関する研究
- 2-3 歯科用セラミック部材の精密アディティブ・マニファクチャリング

- 2-4 医療用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と特異接合
- 2-5 生体用途を指向した Ti-6Al-4V/SUS316L における異材摩擦圧接
- 2-6 スポーツ保護具に用いる熱可塑性樹脂材料の衝撃特性評価

3. 要素材料・技術開発分野

- 3-1 摩擦攪拌プロセスを用いた組織改質による機能性向上
- 3-2 金属粒子超音速衝撃による固相積層プロセスの可視化解析
- 3-3 局所塑性化および疲労性能に及ぼす介在物特性と加工誘起マルテンサイト変態の影響
- 3-4 仲立ちの導体層の酸化を制御したガラス同士の陽極接合界面の接合強さ
- 3-5 プラズマミグプロセスの高度制御技術の開発及び異材接合への適用
- 3-6 有機材料表面の高機能化に向けたプラズマ表面改質技術の開発

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

接合科学研究所では所内公募によって教職員（特任も含む）29名が3研究分野に関して19件の研究を実施した。研究成果は令和2年2月20日に開催された接合科学研究所所内研究成果報告会で発表・議論すると共に、令和元年度研究成果報告書を作成して配布した。また、本プロジェクトの特任教員および兼任教員は拠点リーダーの下で接合科学研究所のみならず他の研究所の研究者との連携を深めた。複数の研究機関が連携して開催した各分野分科会に参加し密接な情報交換を行い、共同研究における研究役割分担を明確にした。令和元0年10月3日・4日には第4回国際会議「The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4)」において、また、令和元年11月2日にはサテライト国際会議「International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s)」において、本プロジェクトの研究成果を取り纏めて発表し、社会に向けて情報発信を行った。

また、本年度もこれまでに引き続き、世界をリードする6大学6研究所のポテンシャルの高い研究集団が有機的に連携・協力するための交流の場を設けた。それによって、6研究所間の共同研究が効率的に行われる環境整備に努めるとともに、生み出された多くのインパクトある研究成果を社会に広く情報発信することに努めた。

(2) 研究に対する自己評価

接合科学研究所の19件の研究課題の内14件は研究所間での横断的な共同研究であり他の研究機関と連携を図った。その結果、本年度の接合科学研究所に係る研究成果としては、投稿論文20件、国際会議発表が72件、国内会議発表が28件あり、密度の高い成果が得られた。

また、国際会議「The 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4)」では6大学連携プロジェクトの全体の研究成果として、招待講演セッションで計12件の招待講演が行われ、接合科学研究所からは麻教授、高嶋助教が講演した。また、ポスターセッションでは当研究所から14件の発表があった。さらに、サテライト国際会議「International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development Satellite (iLIM-s)」においても、招待講演とポスターセッションが行われた。本プロジェクトの人材育成を念頭においた優れた若手研究者を中心にノミネートした招待講演では、本研究所からは竹中准教授と Hong さん（田中研究室・博士課程学生）が講演した。また、ポスターセッションの中から優秀発表賞が選考され、当研究所からは山本助教と平山さん（節原研究室・修士課程学生）が見事に受賞された。

本プロジェクトは今年度が4年度になるが、研究所間の有機的な連携により当初の目標を達成し、世界に大きなインパクトを与える研究成果がたくさん生み出されたものと確信している。

なお、大原特任教授は金属やセラミックス等の無機ナノ粒子の高次構造制御と特異接合に関する研究に取り組み、2報の査読付き原著論文（2報ともに海外研究機関を含む共同研究）を発表した。発表論文はインパクトファクター（IF）が高く国際的に認識された雑誌に掲載されており、特に東京医科歯科大学との共同研究成果である *Materials* に発表された論文（高次構造制御したチタニアナノシートの抗菌性能の向上に関する研究）は、今後、世界からの注目を集めるものと自負する。

4. 4 教育に対する自己評価

6 大学連携プロジェクトの研究活動を通じてそれぞれの研究機関に所属する研究者、特任研究員、大学院生等がお互いに異なる研究分野の情報を共有し、接合科学の新しい潮流を起こすべく人材の育成に努めた。

なお、大原特任教授は大学院の協力講座を担当していないが、招へい教授として協力した。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

接合科学研究所内の活動状況、国際会議等をニュースレター（Vol.4, No.1, 2019年10月7日発行、Vol.4, No.2, 2020年3月31日発行）やホームページにより、社会に幅広く紹介することに努めた。

4. 7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Plasmon Enhanced Luminescence in Hierarchically Structured Ag@ (Y_{0.95}Eu_{0.05})₂O₃ Nanocomposites Synthesized by Ultrasonic Spray Pyrolysis
Adv. Powder Technol., 30, 7 (2019), 1409-1419.
G. Alkan, L. Mancic, S. Tamura, K. Tomita, Z. Tan, F. Sun, R. Rudolf, S. Ohara, B. Friedrich and O. Milosevic
- (2) Enhanced Antibacterial Property of Facet-Engineered TiO₂ Nanosheet in Presence and Absence of Ultraviolet Irradiation
Materials, 13, 1 (2020), 78(13pages).
K. Hayashi, K. Nozaki, Z. Tan, K. Fujita, R. Nemoto, K. Yamashita, H. Miura, K. Itaka and S. Ohara

(7) 国際会議発表

- (1) High-Performance Ni Nanocomposite Anode Fabricated from Gd-doped Ceria Nanocubes for Low-Temperature Solid-Oxide Fuel Cells
6th Nano Today Conf., Lisbon, Portugal (2019.6.16-20)
S. Ohara

(8) 国内学会発表

- (1) 熊楠が今の森を見たら – 国の植林の問題と本当の森の機能 –
2019 南方熊楠研究会例会, 田辺 (2019.8.3-5)
大原 智

(9) 国際会議講演

- (1) Synthesis of Tailor-Made Ceramic Nanocrystals by Organic Ligand-Assisted Hydrothermal Method Towards Energy and Environmental Applications
15th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis (NMS 2019), Shenyang, China (2019.9.6-11)
S. Ohara

(10) 国内会議講演

- (1) 熊楠が現在の熊野の森を見たら – 国の植林の問題と本当の森の機能 –
いちいがしの会例会, 田辺 (2019.9.29)
大原 智

4. 9 社会貢献

氏名: 大原 智

(3) 他大学等での非常勤講師

- (1) Universite de Toulon (France) Visiting Professor

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター
国際協働研究部門・国際人材育成部門

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター 国際協働研究部門・人材育成部門

4. 1 研究概要（活動概要）

国際社会において、教育・研究機関におけるグローバル化の流れは激しく、日本の教育機関においても人材と活動のグローバル化が喫緊の課題であり、中でも、発展の著しいアジア地域での連携強化は必須である。こうした背景を基に「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」は2013年度～2017年度（第一フェーズ）にて、同地域における大学・研究機関や企業とのネットワーク構築及びグローバル人材育成教育を行った。それらの活動成果に基づき、2018年度より開始した第二フェーズにおいて、国際協働研究部門では、同地域における大学・研究機関との国際協働研究（産学連携含む）を通じた国際共著論文の増強、国際人材育成部門では、グローバル人材の素養醸成を目的としたカップリング・インターンシップ（CIS）の実施をそれぞれの主要課題と位置付け、学内他部局と連携して国際力強化に向けた研究教育活動を実施している。

4. 2 研究（活動）課題

1. 大学・研究機関との国際協働研究（産学連携含む）の実施と国際共著論文の投稿促進
2. カップリング・インターンシップ（CIS）の推進と展開

4. 3 研究成果と研究（活動）に対する自己評価

(1) 国際協働部門成果

1-1. 大学・研究機関との国際協働研究の実施と国際共著論文の投稿に係る成果

2019年度は、国際協働研究推進のための研究費支援、海外研究者やインターン生の招へい支援等のプログラムに関して、国際共著論文増強の観点から支援内容や運用方法を見直すと共に、工学研究科と基礎工学研究科を含めた研究費の支援範囲を拡充することで、本学全体での国際協働研究の推進・強化に取り組んだ。

その結果、当該事業に関連した国際協働研究数は申請ベースで38件となった。連携先海外大学は多様であるが、一部抜粋すると、マレーシア工科大学（マレーシア）、チュラロンコン大学（タイ）、上海交通大学、香港城址大学（以上中国）、インド工科大学ハイデラバード校、同ボンベイ校（以上インド）、成均館大学校（韓国）、国立台湾大学（台湾）、ハノイ工科大学、ベトナム科学技術アカデミー（以上ベトナム）、他である。これらの国際協働研究実施の成果として、2020年3月末現在の国際共著論文の投稿数は72報、内56報が学術論文誌に掲載された。その一部を抜粋し表1に示す。また、章末には56報全リストを掲載している。前年度は投稿60報、内掲載が45報だったため、今年度は比較して共に10件を超える増加となっており、第二フェーズより強化している国際協働研究支援が成果として結実していると言える。

表1 2019年度国際共著論文掲載概要抜粋

投稿	掲載	協働研究先機関	掲載先ジャーナル情報
72報	56報	マレーシア工科大学、チュラロンコン大学、西安理工大学、上海交通大学、香港城市大学、インド工科大学ハイデラバード校、同ボンベイ校、成均館大学校、国立成功大学、ハノイ工科大学 他	Materials Science and Engineering: A, Journal of Alloys and Compounds, Materials Science and Technology, International Journal of Heat and Mass Transfer, Journal of Applied Physics, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Materialia, Journal of Physics D 他

1 - 2. 国際協働研究活動について

2018年度より国際協働研究の更なる強化を目的とし、国際協働研究の実施及び国際共著論文の執筆に従事する特任教員2名が着任した。国際協働研究を通じて得られた各成果は学術論文として投稿・掲載されており、以下は2019年度の概要（一部抜粋）報告である。

【研究1】 Asymmetric local strain, microstructure and superelasticity of friction stir welded Nitinol

The weldability of powder metallurgy (PM) Ti-51 at %Ni alloy was studied using friction stir welding (FSW). It was found that FSW triggered the dynamically re-crystallized fine grains in which tangles of dislocations existed. The crystallographic orientations in the weld zone revealed locally high texture evolution along with diverse Schmid factors measured for active slip systems of Nitinol in different locations of the welds. These heterogeneous crystallographic orientations, dislocation density and Schmid factor variations caused a gradient in local mechanical properties across the welds during the uniaxial tensile test performed by digital image correlation (DIC). The 350 rpm weld exhibited the excellent mechanical properties, yielding at ~ 720 MPa ($\sim 37\%$ higher than the base metal and all previously reported Nitinol welds) and reaching an ultimate strength of ~ 940 MPa and 8% elongation.

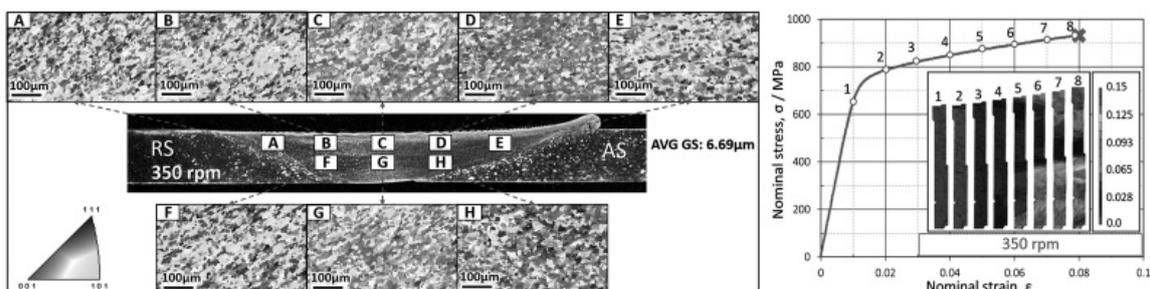


図1 Crystallugraphic orientation mapping (local high texture) and uniaxial tensile properties of friction stir welded Ti-51at%Ni alloy

【研究2】 Microstructure evolution and mechanical performance of friction self-piercing riveted (F-SPR) AA7075-T6 aluminum alloy sheets

F-SPR process uses a semi-hollow rivet, which rotates at a high-speed and meanwhile penetrates into the workpieces. Frictional heat is generated to soften the work materials and inhibit the cracking induced by large deformation.

The high-speed rotation of rivet introduced high strain rate shear deformation to the work materials, which refines the grains adjacent to the rivet shank via continuous dynamic recrystallization and promotes solid-state bonding at the rivet/sheet interface and the sheet/sheet interface.

The ultra-fine grain increases the local hardness of the joint, which, together with the solid-state bonding in the rivet cavity, acted as an “anchor” to restrict the deformation and slipping of the rivet when the joint is under external loading. This novel joining process improves the joint tensile-shear strength by 120% compared to the traditional self-piercing riveting process.

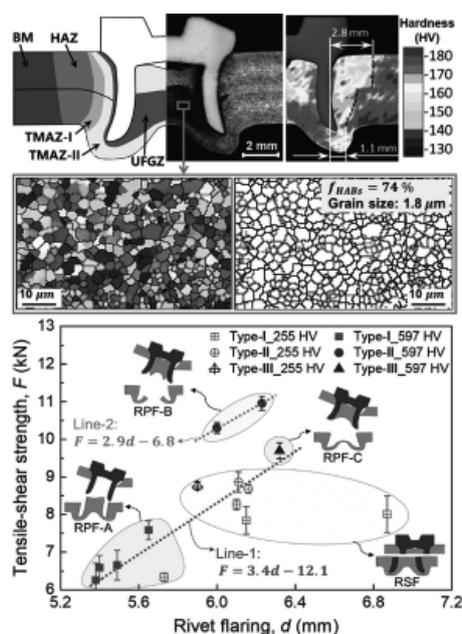


図2 Microhardness distribution map, ultra-fine grain zone structure and tensile-shear performance of AA7075-T6 F-SPR joints

1-3. 新規学術交流協定の締結とワークショップ等の開催

国際協働研究の拡充と連携の維持には、新たな海外連携機関の開拓と既存の機関との活動・交流の継続が必須である。そのため、同事業では本年度は2020年3月に新たな部局間学術交流協定として、キングサウド大学キングアブドラナノテクノロジー研究所（サウジアラビア）と締結した。また、2019年11月には本学からの国際合同会議助成と同事業からの支援により香港城市大学（中国）と香港にてワークショップを開催した。

(2) 国際人材育成部門成果

2-1. カップリング・インターンシップ（CIS）の実施に係る成果

CISでは昨年度よりこれまでの海外実習（アウトバウンド）に加え、日本国内での実習（インバウンド）も取り入れ、「日本国内にいながらグローバル人材育成」という画期的な活動として取り組んでいる。イン・アウト共に、活動中、海外学生と本学学生、及び分野の異なる学生が企業実習を通し共に課題に取り組むことで、自己の役割の発見、コミュニケーション力の向上、将来への検討等を通し、グローバルリーダーの素を身に付けることが目的である。インバウンドCISについては開始間もないことから、グローバル人材育成としての効果について参加者の様子を注視しているが、参加学生からは「慣れた環境の中で海外学生と同じ目的に向かって活動でき、地に足がついた学びが得られる」、「駐在経験のある社員とのインタビューや交流を通し、自分のキャリアを現実的に考えられる」等、インバウンドCISならではの学びや発見も聞かれた。本年度のCISは表2の通り6カ所である。

表2 2019年度カップリング・インターンシップ実績

	国名	期間・日程	連携大学	実習企業
アウトバウンド CIS				
1	タイ	8/11-8/24	カセサート大学	OTC ダイヘンアジア
2	ベトナム	9/8-9/21	ハノイ工科大学	IHI インフラストラクチャーアジア
3	ミャンマー	11/3-11/16	ヤンゴン工科大学	J&M スチールソリューションズ
4	インドネシア	11/24-12/7	インドネシア大学	チレゴンファブリケーターズ
インバウンド CIS				
5	兵庫・相生	8/18-8/31	インドネシア大学	IHI 相生工場
6	兵庫・六甲	9/15-9/28	モンクット王トンブリ工科大学	ダイヘン六甲事業所

2-2. その他の国際人材育成活動

同事業では毎年、国際人材育成活動の一環として学生や若い研究者の当研究所への受入れを促進することで海外の学生は勿論、当研究所における学生や若手研究者の一層の国際化に努めている。その一環として、2019年度も科学技術振興機構（JST）が支援する日本・アジア青少年サイエンス交流事業・さくらサイエンスプランで学生の招へいを実施した。本年は合計18名の学生及び研究者を同プランにて招へいし、当研究所に滞在、研究活動を実施した。招へい元の大学・研究機関はそれぞれ国立台湾大学、モンクット王トンブリ工科大学、インド工科大学ハイデラバード校、北京工業大学、上海交通大学、天津大学、朝鮮大学、マラヤ大学、マレーシアケランタン大学、ベトナム科学技術アカデミーである。同活動を活用し、国際共著論文の掲載、協働研究継続のための再来日等も継続的な成果として出ている。

2-3. グローバル人材育成に係る調査・研究

第二フェーズからは主にCISのデータを集積し、グローバル人材育成としての効果、学生の学び

等について調査、研究を併せて行っている。また、国内外の多様なインターンシップを含むグローバル人材育成活動についても調査を行い、CISの教育的改善や活動展開への参考としている。こうした活動を通し、2020年度は2020年3月に1報の査読付き実践報告がグローバル人材育成教育学会誌に掲載された。

(3) 研究（活動）に対する自己評価

国際協働研究活動では上述の通り、これまでに構築・発展された各海外連携機関及び企業との具体的な活動が、国際協働研究は勿論、国際人材育成部門にも有効に機能し、研究活動とグローバル人材育成活動が有機的に展開され成果を出していると言える。また、当事業において構築されている国際協働研究のための研究経費支援も、これまで構築された海外機関との研究連携ネットワークを実質的な活動に結び付けるために有効に機能していると言え、支援の継続による研究成果が目に見える形として表れている。

他方、グローバル人材育成活動として継続しているCISでは、活動の実施に加え、評価、検証、比較等を研究的視点から取り組みを行っており、文理融合、異文化融合におけるグローバル人材育成活動の特徴や参加者の学びの要素等が徐々に体系的に分析されている。

4. 4 教育に対する自己評価

グローバル人材育成を目的として実施しているCISでは、本年度で2年目として他に例を見ないインバウンドCISを実施し、グローバル人材育成教育の更なる可能性を広めていると言える。また、本年度は特に前年度までの学生の要望等に基づきCIS事前研修の改善に力を入れ、学生による調査、チーム作業の増強、留学生との交流を通じた英語による議論等を新たな取り組みとして実施した。これに対し、学生からはCIS実習準備として有益であったとの感想が多く聞かれ、グローバル人材育成の一環として有効な事前研修になった。

その他、グローバル人材育成教育の一貫として、当事業主催で日本経済新聞社の支援により「考える力を養う講座－プロが伝授。日本経済新聞を読んで今から考える力を養おう－」を開催し(2019年11月)、本学内広くから参加があった。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

国際協働研究において、企業と海外連携大学を含めた新規国際産学連携共同研究が2件(4月と10月)締結され、海外連携大学の研究能力向上への貢献は勿論、今後の研究成果の実装を通じた社会貢献が期待される。その他の産学連携活動として、4社の在外日系ものづくり企業、2社の国内ものづくり企業と連携し、CISを実施することで、連携企業からは、同活動は社内教育にも有効で、課題や対策を再考する機会を得られているとの声を頂戴している。

国際貢献としては、CIS活動において、海外学生16名に対し海外の、8名に対し国内の日系企業における実践経験の機会を提供すると共に、日系ものづくり企業の理解の場、異文化・コミュニケーション、問題解決力等に係る学習及び体験の機会を提供した。また、JST さくらサイエンスによる18名の受け入れを通し、海外の研究人材の研究能力向上に貢献した。

その他、同活動の研究・連携基盤の拡大と強化の一環で設置しているJWRIベトナムオフィスでは、ベトナム溶接研究会の活動に取り組み、39社の日系及び現地企業と共に年4回の研究会の開催を行い、現地における溶接技術向上に貢献した。

2019年度 広域アジア事業に係る国際共著論文掲載分リスト

No.	協働研究連携先 (海外機関名)	研究テーマ	国際共著論文
1	Northwestern Polytechnical University (NPU) (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Interfacial In-Situ Al ₂ O ₃ Nanoparticles Enhance Load Transfer in Carbon Nanotube (CNT)-reinforced Aluminum Matrix Composites J. Alloy. Compd, 789 (2019), 25-29. B. Chen, K. Kondoh, J. Umeda, S. Li, L. Jia and J. Li
2	Universiti Teknologi Malaysia (マレーシア)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Tailoring Microstructure and Properties of a Superelastic Ti-Ta Alloy by Incorporating Spark Plasma Sintering with Thermomechanical Processing Journal of Materials Engineering and Performance J. Mater. Eng. Perform., 28, 5 (2019), 3012-3020. A. Bahador, S. Kariya, J. Umeda, E. Hamzah and K. Kondoh
3	中国科学技術院 (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	A Novel W-Skeleton-Reinforced Al Matrix Composite by Consolidating a Newly Developed Core-Shell-Structured W-Coated Al Powder Metall. Mater. Trans. A, 50, 7 (2019), 3301-3309. Z. H. Xiong, Y. F. Yang, K. Kondoh and R. D. K. Misra
4	チュラロンコン大学 (タイ)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Phase Transformation Control of Powder Metallurgy Super-Elastic Ti-Ni Alloy by Adding Co Element Mater. Trans., 60, 8 (2019), 1583-1590. T. Eda, A. Khantachawana, J. Umeda and K. Kondoh
5	西安理工大学 (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Regulation of Interface between Carbon Nanotubes-Aluminum and Its Strengthening Effect in CNTs Reinforced Aluminum Matrix Nanocomposites Carbon, 155 (2019), 686-696. X. Zhang, S. Li, B. Pan, D. Pan, L. Liu, X. Hou, M. Chu, K. Kondoh and M. Zhao
6	チュラロンコン大学 (タイ)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Interfacial Reaction Behavior and Mechanical Properties of Pure Aluminum and Magnesium Alloy Dissimilar Materials Fabricated by Hot Press and Heat Treatment Mater. Charact., 157 (2019), 109879. J. Umeda, K. Kondoh, H. Sannomiya, T. Luangvaranunt, M. Takahashi and H. Nishikawa
7	チュラロンコン大学 (タイ)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	窒素含有チタン粉末の特性と積層造形体における力学特性 スマートプロセス学会誌, 83 (2019), 95-101. Ammarueda ISSARIYAPAT, 近藤 勝義, Patama VISUTTIPITUKUL, Tingting SONG, Ma QIAN, 梅田 純子
8	Universiti Teknologi Malaysia/University of Malaya (マレーシア)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Asymmetric Local Strain, Microstructure and Superelasticity of Friction Stir Welded Nitinol Alloy Mater. Sci. Eng. A., 767 (2019), 138344. A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, E. Hamzah, F. Yusof, H. Fujii and K. Kondoh
9	Northwestern Polytechnical University (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Extraordinary Reinforcing Effect of Carbon Nanotubes in Aluminium Matrix Composites Assisted by In-Situ Alumina Nanoparticles Compos. Pt. B-Eng., 183 (2019), 107691. B. Chen, K. Kondoh, J. S. Li and M. Qian
10	モンクット王 トンブリ工科大学 (タイ)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Effects of Media Parameters on Enhance Ability of Hardness and Residual Stress of Ti6Al4V by Fine Shot Peening Surf. Interfaces, 18 (2019), 100424. G. Ongtrakulkij, A. Khantachawana and K. Kondoh
11	Northwestern Polytechnical University (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	In-situ Observation of Interaction between Dislocations and Carbon Nanotubes in Aluminum at Elevated Temperatures Mater. Lett., 264 (2020), 127323. B. Chen, K. Kondoh and J. S. Li

No.	協働研究連携先 (海外機関名)	研究テーマ	国際共著論文
12	Universiti Teknologi Malaysia (マレーシア)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	High-Brightness and High-Power Laser Welding of Powder Metallurgy Shape Memory Alloy: Welding-Parameter-Dependent Microstructure J. Mater. Eng. Perform. (2020), on Line. A. Bahador, J. Umeda, M. Mizutani, E. Hamzah, F. Yusof and K. Kondoh
13	Northwestern Polytechnical University (中国)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Mechanical Properties and Strain Hardening Behavior of Aluminum Matrix Composites Reinforced with Few-Walled Carbon Nanotubes J. Alloy. Compd, 826 (2020), 154075. B. Chen, Z. Li, J. Shen, S. Li, L. Jia, J. Umeda, K. Kondoh and J. S. Li
14	チュラロンコン大学 (タイ)	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Strength-ductility Improvement of Extruded Ti- (N) Materials Using Pure Ti Powder with High Nitrogen Solution Mater. Sci. Eng. A., 779 (2020), 139136. A. Issariyapat, P. Visuttipitukul, T. Song, J. Umeda, M. Qian and K. Kondoh
15	西安理工大学	軽金属 (Al, Ti) を対象としたバルク固化体における高強度化機構の解明	Reaction Kinetics of Cu-Ni and B ₄ C in Cu-Ni Alloy under Solid-State Sintering Mater. Sci. Technol., 36 (2020), 759-764. L. Jia, J. Xu, S. Li, Z. Lu, H. Xie and K. Kondoh
16	北京工業大学 (中国)	アルミニウム合金の交流プラズマ溶接における溶融池生成過程の解明	Effect of Arc Pressure on the Digging Process in Variable Polarity Plasma Arc Welding of A5052P Aluminum Alloy Materials, 12 (2019), 1071 (17pp). B. Xu, S. Tashiro, F. Jiang, S. Chen and M. Tanaka
17	ハノイ工科大学 (ベトナム)	アルミニウムの交流ティグ溶接における陰極点挙動の観察	Investigation on Cathode Spot Behavior in Argon AC TIG Welding of Aluminum through Experimental Observation J. Phys. D-Appl. Phys., 52, 26 (2019), 26LT02 (8pp). L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka
18	上海交通大学 (中国)	プラズマ-ミグハイブリッド溶接の開発	Undercut Formation Mechanism in Keyhole Plasma Arc Welding Weld. J., 98 (2019), 204-s-212-s. A. V. Nguyen, D. Wu, S. Tashiro and M. Tanaka
19	上海交通大学 (中国)	プラズマ-ミグハイブリッド溶接の開発	Analysis of the Energy Propagation in the Keyhole Plasma Arc Welding Using a Novel Fully Coupled Plasma Arc-Keyhole-Weld Pool Model Int. J. Heat Mass Transf., 141 (2019), 604-614. D. Wu, S. Tashiro, X. Hua and M. Tanaka
20	北京工業大学 (中国)	アルミニウム合金の交流プラズマ溶接における溶融池生成過程の解明	The Effect of Electrode Energy Balance on Variable Polarity Plasma Arc Pressure Int. J. Heat Mass Transf., 145 (2019), 118715-118728. B. Xu, S. Tashiro, F. Jiang, M. Tanaka and S. Chen
21	ハノイ工科大学 (ベトナム)	アルミニウムの交流ティグ溶接における陰極点挙動の観察	Influence of Shielding Gas on Cathode Spot Behaviours in Alternating Current Tungsten Inert Gas Welding of Aluminium Sci. Technol. Weld. Joining, 25 (2019), online. L. H. PHAN, S. Tashiro, H. V. Bui, T. Suga, T. Sato and M. Tanaka
22	北京工業大学 (中国)	アルミニウム合金の交流プラズマ溶接における溶融池生成過程の解明	Material Flow Analyses of High-Efficiency Joint Process in VPPA Keyhole Flat Welding by X-ray Transmission System J. Clean Prod., 250 (2019), 119450. B. Xu, S. Chen, S. Tashiro, F. Jiang, A. V. Nguyen and M. Tanaka
23	上海交通大学 (中国)	プラズマ-ミグハイブリッド溶接の開発	Analysis of Heat Transfer and Material Flow in Hybrid KPAW-GMAW Process Based on the Novel Three Dimensional CFD Simulation Int. J. Heat Mass Transf., 147 (2020), 118921 (14pp). D. Wu, S. Tashiro, Z. Wu, K. Nomura, X. Hua and M. Tanaka
24	ハノイ工科大学 (ベトナム)	アルミニウムの交流ティグ溶接における陰極点挙動の観察	Influence of the Magnesium Content on Cathode Spot Behavior in AC TIG Welding of Aluminum Alloy Q. J. Jpn. Weld. Soc., 37, 4 (2019), 181-186. H. L. Phan, S. TAashiro, V. H. Buiiu and M. Tanaka

No.	協働研究連携先 (海外機関名)	研究テーマ	国際共著論文
25	ハノイ工科大学 (ベトナム)	アルミニウムの交流ティ グ溶接における陰極点挙 動の観察	Optical Measurement of Surface Temperature Distribution of Weld Pool in AC Tungsten Inert Gas Welding of Aluminum A1050 Journal of Smart Processing, 8, 5 (2019), 213-218. Q. N. Trinh, H. L. Phan, S. Tashiro, V. H. Bui and M. Tanaka
26	University Malaysia Kelantan (マレーシア)	複合溶接法におけるアー ク特性等の解明	Reduction of Blowholes in DC Modulated TIG Welding for Copper Int. J. Adv. Sci. Technol., 28, 18 (2019), 88-93. T. Yuji, N. Kamata, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, K. Kamei, S. Mamat, S. Tashiro and M. Tanaka
27	ハルビン工業大学 (中国)	超音波付加摩擦攪拌接合 による作製したアルミニ ウム合金継手の微細組織 と力学的特性	Improving the Mechanical Properties of 2219-T6 Aluminum Alloy Joints by Ultrasonic Vibrations during Friction Stir Welding J. Mater. Process. Technol., 271 (2019), 75-84. Y. Hu, H. Liu and H. Fujii
28	鄭州大学 (中国)	摩擦攪拌プロセスによる 生体用マグネシウム合金 における機械的特性およ び耐食性の向上	Evaluation of Dynamic Development of Grain Structure during Friction Stir Welding of Pure Copper Using a Quasi in Situ Method J. Mater. Sci. Technol., 35 (2019), 1412-1421. X. C. Liu, Y. F. Sun, T. Nagira, K. Ushioda and H. Fujii
29	東北大学 (中国)	摩擦攪拌プロセスによるチ タン合金の超塑性の発現	Grain Refinement and Superplastic Flow in Friction Stir Processed Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al Alloy J. Alloy. Compd, 803 (2019), 901-911. W. Zhang, H. Liu, H. Ding and H. Fujii
30	Indian Institute of Technology Bombay (インド)	摩擦攪拌接合において残 留応力の数値解析	Probing Residual Stresses in Stationary Shoulder Friction Stir Welding Process Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2019), 91-98. B. Vicharapu, H. Liu, H. Fujii, K. Narasaki, N. Ma and A. De
31	鄭州大学 (中国)	摩擦攪拌プロセスによる 生体用マグネシウム合金 における機械的特性およ び耐食性の向上	Double-sided Friction Stir Welding of 40 mm Thick Low Carbon Steel Plates Using a PcBN Rotating Tool J. Manufacturing Processes, 50 (2020), 319-328. Y. Sun, H. Fujii and Y. Morisada
32	河海大学 (中国)	急速冷却摩擦攪拌プロセ スを利用したマグネシウム 合金の機械的特性の向上	Investigation on Microstructure and Mechanical Properties of Cold Source Assisted Friction Stir Processed AZ31B Magnesium Alloy Mater. Sci. Eng. A., 761 (2019). N. Xu, Q. Song, Y. Bao and H. Fujii
33	東華大学 (台湾)	優れた室温成形性を発現 する Mg-Li 合金における 摩擦攪拌接合	Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded Duplex Mg-Li Alloy LZ91 Mater. Sci. Eng. A., 773 (2020). M. Zhou, Y. Morisada, H. Fujii and J.-Y. Wang
34	Sunchon National University (韓国)	摩擦攪拌接合した中 Mn 鋼 の微細組織と機械的特性	Microstructure, Mechanical Properties, and Damping Capacity in Stir Zone after Friction Stir Welding of Fe-17Mn Damping Alloy J. Alloy. Compd, 803 (2019), 1155-1167. S.-J. Lee, S. E. Shin, K. Ushioda and H. Fujii
35	成均館大学校 (韓国)	プラズマ支援反応性ス パッタリングを用いた先 進機能性酸化物・窒化物の 形成とその評価	High-rate Deposition of Silicon Nitride Thin Films Using Plasma-Assisted Reactive Sputter Deposition Thin Solid Films, 685 (2019), 306-311. K. Takenaka, Y. Setsuhara, J.G. Han, G. Uchida and A. Ebe
36	National Taiwan University (台湾)	生体用セラミックス材料 の特性評価	Manipulation of the Degradation Behavior of Calcium Sulfate by the Addition of Bioglass Prog. Biomater., 8, 2 (2019), 115-125. P.-Y. Hsu, H.-C. Kuo, W.-H. Tuan, S.-J. Shih, M. Naito and P.-L. Lai
37	漢陽大学 (韓国)	リチウムイオン電池負極 材料の特性評価	Controlled Swelling Behavior and Stable Cycling of Silicon/ graphite Granular Composite for High Energy Density in Lithium Ion Batteries J. Power Sources, 457 (2020), 228021. D. Lee, A. Kondo, S. Lee, S. Myeong, S. Sun, I. Hwang, T. Song, M. Naito and U. Paik

No.	協働研究連携先 (海外機関名)	研究テーマ	国際共著論文
38	Universitas Indonesia	アーク溶接による溶接金属の冶金的研究	Microstructure and Mechanical Properties of Ah-36 Steel Weldment Welded Using Magnesium Modified E6013 Electrode Int. J. Technol., 11, 1 (2020), 48-59. D. Purnama, W. Winarto, N. Sofyan, A. Prihastomo and K. Ito
39	西安交通大学 (中国)	数値解析と試験計測による超音速衝撃固相積層メカニズムの解明	Effect of Substrate Temperature on the Microstructure and Interface Bonding Formation of Plasma Sprayed Ni20Cr Splat Surf. Coat. Technol., 371 (2019), 36-46. J. Wang, X.-T. Luo, C.-J. Li, N. Ma and M. Takahashi
40	清華大学 (中国)	鉄系アモルファスのレーザコーティング材料表面特性に関する研究	Influence of Scanning Speed on Microstructure and Properties of Laser Cladded Fe-Based Amorphous Coatings Materials, 12, 8 (2019), 1-15. X. Hou, D. Du, B. Chang and N. Ma
41	西安交通大学 (中国)	数値解析と試験計測による超音速衝撃固相積層メカニズムの解明	Correlating Particle Impact Condition with Microstructure and Properties of the Cold-Sprayed Metallic Deposits J. Mater. Sci. Technol., 40, 1 (2019), 185-195. Y. Li, Y. Wei, X. Luo, C. Li and N. Ma
42	上海交通大学 (中国)	マルチマテリアルの接合加工法と塑性加工法における諸条件の最適化と解析技術の構築	Failure Competition Behavior of 9Cr/617 Dissimilar Welded Joint during LCF Test at Elevated Temperature Mater. Sci. Eng. A. (2019), 138810 (10Pages). Y. Gao, C. Shao, H. Cui, N. Ma and F. Lu
43	上海交通大学 (中国)	マルチマテリアルの接合加工法と塑性加工法における諸条件の最適化と解析技術の構築	Effect of Mechanical and Solid-State Joining Characteristics on Tensile-Shear Performance of Friction Self-Piercing Riveted Aluminum Alloy AA7075-T6 Joints J. Mater. Process. Technol., 278 (2019), 116543 (10pages). Y. Ma, B. Yang, M. Lou, Y. Li and N. Ma
44	北京工業大学 (中国)	チタン合金の電子ビーム溶接における残留応力の低減	Modification of Residual Stress Distribution in Welded Joint of Titanium Alloy with Multi Electron Beam Heating AA7075-T6 Joints J. Mater. Process. Technol., 278 (2019), 116504 (13pages). J. Lin, N. Ma, X. Liu and Y. Lei
45	重慶大学 (中国)	クロモリ鋼のバップ溶接における残留応力の推算	Finite Element Analysis of Residual Stress in 2.25Cr-1Mo Steel Pipe during Welding and Heat Treatment Process J. Manufacturing Processes, 47, 11 (2019), 110-118. S. Ren, S. Li, Y. Wang, D. Deng and N. Ma
46	重慶大学 (中国)	P92 鋼の多層溶接における残留応力の予測	Predicting Welding Residual Stress of a Multi-pass P92 Steel Butt-Welded Joint with Consideration of Phase Transformation and Tempering Effect J. Mater. Eng. Perform., 28, 12 (2019), 7452-7463. S. Ren, S. Li, Y. Wang, D. Deng and N. Ma
47	朝鮮大学 (韓国)	予歪作用下での溶接継手の破壊性能評価	Fracture Assessment of Welded Joints of High-Strength Steel in Pre-Strained Condition Appl. Sci., 9 (2019). G. An, J.-U. Park, M. Ohata and F. Minami
48	天津大学 (中国)	レーザ積層造形による高エントロピー合金の作成と機能評価	Effects of Annealing on the Structure and Mechanical Properties of FeCoCrNi High-Entropy Alloy Fabricated via Selective Laser Melting Addit. Manuf. (2020), in Press. D. Lin, L. Xu, H. Jing, Y. Han, L. Zhao and F. Minami
49	タイ国立金属材料技術研究センター (タイ)	アルミ・シートとアルミ・フォームのレーザ溶接現象	Laser Welding for Joining of Open-Cell Aluminum Foam to Solid Shell Weld. World, 63, 3 (2019), 825-839. C. Phongphisutthinan, P. Wattanapornphan, T. Suga, M. Mizutani and S. Katayama

No.	協働研究連携先 (海外機関名)	研究テーマ	国際共著論文
50	国立成功大学 (台湾)	低温接合向け低融点合金の探索と特性評価	The Newly Developed Sn-Bi-Zn Alloy with a Low Melting Point, Improved Ductility, and High Ultimate Tensile Strength Mater., 6 (2019), 100300. S. Zhou, C.-H. Yang, Y.-A. Shen, S.-K. Lin and H. Nishikawa
51	韓国生産技術研究院 (韓国)	高耐熱微細接合技術の提案と特性評価	Intermetallic Compound Growth between Sn-Cu-Cr Lead-Free Solder and Cu Substrate Microelectronics Reliability, 99 (2019), 62-73. J. Bang, D.-Y. Yu, Y.-H. Ko, J.-H. Son, H. Nishikawa and C.-W. Lee
52	マラヤ大学 (マレーシア)	低 Ag 鉛フリーはんだへの元素微量添加	Microstructure and Mechanical Properties of Sn-1.0Ag-0.5Cu Solder with Minor Zn Additions J. Mater. Sci. -Mater. Electron., 30, 13 (2019), 11914-11922. Y. M. Leong, A. S. M. A. Haseeb, H. Nishikawa and O. Mokhtari
53	国立成功大学 (台湾)	低温接合向け低融点合金の探索と特性評価	Sn-3.0Ag-0.5Cu/Sn-58Bi Composite Solder Joint Assembled Using a Low-Temperature Reflow Process for PoP Technology Mater. Des., 183 (2019), 108144. Y.-A. Shen, S. Zhou, J. Li, C.-H. Yang, S. Huang, S.-K. Lin and H. Nishikawa
54	明新科技大学 (台湾)	高エンタルピー合金に対する低温接合プロセス	Suppressed Growth of (Fe, Cr, Co, Ni, Cu) Sn ₂ Intermetallic Compound at Interface between Sn-3.0Ag-0.5Cu Solder and FeCoNiCrCu _{0.5} Substrate during Solid-state Aging Sci. Rep., 9 (2019), 10210. Y.-A. Shen, C. M. Lin, J. Li, R. Gao and H. Nishikawa
55	香港城址大学 (中国)	はんだ微細接合部の高信頼性化	Novel Polarity Effect on Intermetallic Compound Thickness Changes during Electromigration in Cu/Sn-3.0Ag-0.5Cu/Cu Solder Joints J. Appl. Phys., 126, 18 (2019), 185109. Z. Jin, Y.-A. Shen, S. He, S. Zhou, Y. C. Chan and H. Nishikawa
56	Yonsei University Gachon University (韓国)	分布関数とその確率密度関数が既知関数で表現可能な新たな分布関数推定法の提案	A Least Squares-type Density Comput. Stat. Data Anal. 144 (2020), 106882. J. Im, K. Morikawa, H.-T. Ha

4.7 研究業績

(1) 査読付き学術論文

- (1) Effect of Mechanical and Solid-State Joining Characteristics on Tensile-Shear Performance of Friction Self-Piercing Riveted Aluminum Alloy AA7075-T6 Joints
J. Mater. Process. Technol., 278 (2019), 116543 (10pages).
Y. Ma, B. Yang, M. Lou, Y. Li and N. Ma
- (2) Numerical Analysis on Coaxial One-Side Resistance Spot Welding of Al5052 and CFRP Dissimilar Materials
Materials and Designs (2019), 1-10.
S. Ren, Y. Ma, S. Saeki, Y. Iwamoto and N. Ma
- (3) Tailoring Microstructure and Properties of a Superelastic Ti-Ta Alloy by Incorporating Spark Plasma Sintering with Thermomechanical Processing Journal of Materials Engineering and Performance
J. Mater. Eng. Perform., 28, 5 (2019), 3012-3020.
A. Bahador, S. Kariya, J. Umeda, E. Hamzah and K. Kondoh
- (4) Asymmetric Local Strain, Microstructure and Superelasticity of Friction Stir Welded Nitinol Alloy
Mater. Sci. Eng. A., 767 (2019), 138344.
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, E. Hamzah, F. Yusof, H. Fujii and K. Kondoh
- (5) Synergistic Strengthening Mechanisms of Copper Matrix Composites with TiO₂ Nanoparticles
Mater. Sci. Eng. A. (2019), 138797.
A. Bahador, J. Umeda, E. Hamzah, F. Yusof, X. Li and K. Kondoh
- (6) High-Brightness and High-Power Laser Welding of Powder Metallurgy Shape Memory Alloy: Welding-Parameter-Dependent Microstructure
J. Mater. Eng. Perform. (2020), on Line.
A. Bahador, J. Umeda, M. Mizutani, E. Hamzah, F. Yusof and K. Kondoh

(2) 国際会議発表論文 (査読あり)

- (1) Thermal-mechanical FE Analysis of Laser Assisted Lap Joining of Plastics and High Strength Steel
The 72th IIW annual assembly & international conference, Bratislava, Slovakia, IIW-C-X-1945-19 & IIW-C-IV-1450-19 (2019.7.7-12), 1.
Y. Okawa, Y. Kitani, Y. Ma and N. Ma

(5) 国内会議発表論文 (査読なし)

- (1) マグネシウム合金 AZ31B とアルミ合金 AA6061-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 360-364.
馬 運五, 李 永兵, 麻 寧緒
- (2) 片側同芯電極を用いたアルミ合金 / CFRP 抵抗スポット溶接プロセスの数値解析
溶接構造シンポジウム 2019 講演論文集, 大阪 (2019.12.3-4), 365-370.
任 森棟, 馬 運五, 佐伯 修平, 岩本 善昭, 檜崎 邦男, 麻 寧緒

(7) 国際会議発表

- (1) Microstructural Characterization of Laser Welded Shape Memory Alloy Produced by Powder Metallurgy
CMA 2019, Beijing, China (2019.8.19-22)
A. Bahador, J. Umeda and K. Kondoh
- (2) Prediction and Mechanism of Tensile Strengthening in Single β -Phase Ti-Ta Alloys with Oxygen Solutes
NIMS WEEK Academic Symp., Tokyo, Japan (2019.10.30)
K. Yokota, K. Shitara, A. Bahador, J. Umeda and K. Kondoh
- (3) A Comparative Study on the Laser Welding Versus Friction Stir Welding of Ti-Ni Alloy
Visual-JW 2019 & WSE 2019, Osaka, Japan (2019.11.21-22)
A. Bahador, J. Umeda, S. Tsutsumi, H. Fujii and K. Kondoh

(8) 国内学会発表

- (1) 超高強度アルミ合金 7075-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合
(一社)溶接学会 2019 年度 秋季全国大会, 仙台 (2019.9.17-19)
馬 運五, 李 永兵, 麻 寧緒
- (2) インクリメント板成形技術の研究開発と実用 - 厚板インクリメント成形のモデルと解析(第 4 報)-
2019 年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉 (2019.10.12-13)
S. Wu, Y. Ma, S. Rashed and N. Ma
- (3) マグネシウム合金 AZ31B とアルミ合金 AA6061-T6 の摩擦攪拌ピアシングリベット接合
2019 年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉 (2019.10.12-13)
馬 運五, 李 永兵, 麻 寧緒
- (4) 鋼板と樹脂複合材の重ねレーザ溶接による熱伝導および熱応力の解析
2019 年度塑性加工学秋季連合講演会, 千葉 (2019.10.12-13)
馬 運五, 夏 鴻博, 大川 陽子, 麻 寧緒
- (5) 片側同芯電極を用いたアルミ合金 / CFRP 抵抗スポット溶接プロセスの数値解析
溶接構造シンポジウム 2019, 大阪 (2019.12.3-4)
S. Ren, Y. Ma and N. Ma
- (6) β 単相 Ti-35 at.% Ta + O 系合金における酸素固溶挙動と強度解析
粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会, 横浜, 大阪 (2019.6.4-6)
横田 克哉, 設樂 一希, A. Bahador, 梅田 純子, 近藤 勝義
- (7) Ta 安定化 β -Ti 合金における酸素固溶強化
日本金属学会 2020 年春期講演大会, 東京 (2020.3.17-19)
横田 克哉, 設樂 一希, A. Bahador, 梅田 純子, 近藤 勝義

(11) 解説・総説

- (1) 文理融合実践型研修における文理学生の認識比較調査(大阪大学カップリング・インターンシップより)
グローバル人材育成教育研究, 7, 2 (2020), 14-20.
勝又 美穂子, 橋本 智恵

(15) 受賞

- (1) 大阪大学賞 大学運営部門
大阪大学 (2019.11.21)
勝又 美穂子

国際連携溶接計算科学研究拠点（CCWS）

国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS)

4. 1 研究概要

接合科学研究所は、溶接現象を解明するための手法として理論に基づくシミュレーションを1970年代に提案しており、この分野ではまさに世界の先駆であり、平成8年には”Theoretical Prediction in Joining and Welding”をテーマとした国際シンポジウムを開催している。その後、溶接における計算科学の展開を目的として、“溶接技術の高度化による高効率・高信頼性溶接技術の開発”をテーマとしたNEDOプロジェクトが当研究所を中心として実施され、その成果がさらに発展し、平成22年11月には“Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation”を開催している。一方、日本のものづくりは経済・社会のグローバル化の中で大きな変革期を迎えており、経験や熟練技能者に頼らない新しいものづくり、すなわち理論的予測に基づく生産技術が求められている。このようなニーズに応えるとともに接合科学研究所の世界的な地位を維持するためには、基礎研究のさらなる充実と人材の育成が不可欠であり、本研究拠点は溶接計算科学の分野においてこの目的を果たすために平成19年度に設立され13年が経過した。

4. 2 研究課題

1. 大規模高速溶接シミュレーション手法の開発
2. 実用溶接シミュレーションソフト JWRIAN の開発
3. 溶接変形・残留応力データベースの構築
4. 溶接変形・残留応力・割れの力学的解明
5. 溶接計算科学の普及教育

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

溶接現象は、アークやレーザなどからエネルギーが投与されプラズマや熔融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、熔融された金属が凝固する際に金属組織が形成される過程を対象とした材料学、凝固・収縮の結果生じる溶接変形・残留応力・割れを対象とした力学の3本の学問的柱がそろって真に統一的理解が可能な複雑な現象である。したがって、本研究拠点は将来構想としてプロセス、材料、力学の3分野における計算科学の構築を目指す。設立時点では力学分野をまず立ち上げ、順次プロセス分野および材料分野を立ち上げる予定である。設立後13年が経過し、その間12回の講演会と16回の実習セミナーを開催している。なお、CCWSは兼任教授1名、兼任准教授1名、招へい教授3名、招へい准教授1名で構成された組織である。現在は一般に公開し広く活用して頂くための溶接変形・残留応力解析ソフト JWRIAN の開発に力を注いでおり、シンポジウム、講演会を介して一般の企業に体験版を広く配布するとともに、JWRIANを基本にしてソフトウェア会社が溶接組立変形予測および溶接変形・残留応力詳細解析を目的とした商用ソフトを開発し販売を行っている。なお、基礎研究の成果については接合評価研究部門接合構造化解析学分野の項を参照願いたい。

(2) 研究に対する自己評価

国際的な研究拠点として認知されるためには、突出した研究成果が必要であり、薄板から厚板構造にいたる幅広い実構造物への適用を視野に入れた大規模かつ高速な熱弾塑性解析法の開発および、溶接変形・残留応力の生成源である固有変形に着目した研究では、世界のトップレベルであり実用問題に対する適用も進んでいる。令和1年度は、GKP大学である上海交通大学、国際連携している清華大学、西安交通大学、天津大学、北京工業大学、西安石油大学および Saint Petersburg State

Marine Technical Universityにて大学院生を対象に「数値溶接力学」特別講義を行い、国際共同研究と教育を推進した。一方、溶接計算科学の普及に関しては、生産現場の技術者でも簡便に使うことができ、しかも溶接組立順序や逆歪など生産技術のノウハウ的な部分も考慮したシミュレーションが実施できる溶接組立変形シミュレーションソフトの体験版 USB を講演会やセミナー等で配布するとともに、溶接の熱弾塑性シミュレーションソフトの実用版の開発を進め、現在では自動車、建設機械などの企業に導入されつつある。また、溶接構造物の疲労寿命を予測することを目的とした簡便なエンジニアリングデザインツールの原型版を開発し企業における活用推進を行った。

4. 4 教育に対する自己評価

溶接はその現象が複雑な連成問題であるために、企業の生産現場における溶接技術の多くの部分が経験に依存しているが、熟練技術者、技能者が減少するという時代の流れの中で、経験工学から理論的予測に基づいた科学への脱皮が求められている。そのような変革を推進するためには、基礎研究の推進と人材の育成が必要であり、村川英一博士、松山欽一博士、Sherif Rashed 博士、平岡和雄博士を招へい教授、柴原正和博士を招へい准教授、Yunxia Chen 博士を外国人女性招へい准教授として招き、若手研究者および学生の研究に対して指導や助言を頂いた。また、本研究拠点では、平成 19 年度に共著出版した『技術者のための「溶接変形と残留応力」攻略マニュアル』をテキストとして、企業の若手研究者、技術者を対象に毎年実習セミナーを開催していた。令和 2 年 3 月 2 日に『第 17 回実習セミナー』を、(一社)溶接学会溶接構造研究委員会の共催で接合研にて計画し、21 名の申し込みがあった。新型コロナウイルスの影響で実習セミナーを延期したが、秋ごろで実施する予定。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

国際連携溶接計算科学研究拠点 (CCWS) が、『マルチマテリアルの接合技術と数値解』というテーマで第 13 回講演会を 2020 年 3 月 3 日に大阪大学接合科学研究所荒田記念館での開催を計画した。約 100 名の参加申し込みがあったが、新型コロナウイルスの影響で実習セミナーを延期したが、秋ごろで実施する予定。

4. 6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

令和 1 年度も引続き大阪府立大学などとの共同研究を実施し、大規模熱弾塑性解析技術や抵抗スポット溶接を対象とした溶接プロセスと力学的評価を統合したシミュレーション技術において成果が得られた。また、陽解法と陰解法を活用した溶接熱応力解析ソフトウェア「JWRIAN-Hybrid」および「疲労亀裂進展解析ツール「JWRIAN-Cprop」を新たに開発した。このように CCWS は文部科学省共同利用・共同研究拠点制度を活用しながら国内における研究ネットワークの形成に努めており、今後の展開が期待される。

溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点

溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点

4. 1 活動方針

各国の規格・基準・認証制度の違いが貿易障害とならないよう、GATTスタンダードコードが1994年5月にTBT協定として改定合意され、翌年1月にWTO協定に包含されてWTO一括協定となった。これを機に、我が国の規格・基準・認証制度を国際標準とするか、あるいは国際標準に整合させることが重要になっている。新しい製品化技術・構造化技術の国際標準化は、国際市場の新たな開拓と拡大に直結することから、各国とも極めて活発な国際標準化活動を展開している。構造設計は、近年の巨大災害を背景に、安心・安全な社会インフラを実現すべく、これまでの「仕様設計」から「性能設計」へ向かっており、すでに土木業界は性能設計を取り入れ、他の業界も追随する動きが見られる。しかし、構造物の損傷の大部分は疲労によるものと言われていながら、各国とも疲労設計は、依然として等級分類に基づく「仕様設計」の域を出ていないのが実情である。

一方、溶接構造に生じる疲労破壊現象の詳細な理解には、アークやレーザなどからエネルギーが投与されプラズマや溶融池が形成される過程を研究対象としたプロセス学、溶融された金属が凝固する際に金属組織が形成される過程を対象とした材料学、凝固・収縮の結果生じる溶接変形・残留応力・割れやその後の疲労破壊を対象とした力学の3本の学問的柱がそろって真に統一的な理解が可能となる。また、等級分類に頼る従来の疲労設計法は、小型試験片と大型構造要素の力学場の違いを考慮しておらず、そのため過度に安全側になることがある。その結果、優れた材料（高機能高強度鋼など）が開発されてもその機能を活かしきれないばかりか、設計の自由度を自ずと狭めてしまうことになる。この問題をブレークスルーするには、小型試験片の疲労特性を大型構造要素の疲労特性に置き換える手法（疲労特性のtransferability analysis）が必要であり、試験片間の疲労特性の変換や、無亀裂状態から任意ランダム荷重下での疲労寿命予測も不可欠である。

以上より、疲労が問題となる溶接構造物の安全性を設計段階から保証する設計・評価手法を確立できれば、ものづくり技術立国の復活につながり、国際社会における我が国の構造化技術の優位性を主張できる。このような視点から、大阪大学接合科学研究所に2016年度から「溶接構造の疲労性能設計手法国際研究拠点（FDWS）」が設立された。本拠点は、接合科学研究所の接合科学共同利用・共同研究拠点としての特徴を活かし、学内外の研究機関・研究者との連携によって、溶接構造の破壊安全性、特に疲労破壊に対する安全性を設計段階から保証する設計・評価手法を研究開発するもので、亀裂安全性を見える化した破壊評価手法の国際標準化を目指す。また、軽量化、許容応力の倍増、設計自由度の拡大などにより、従来のコンセプトを大きく変えるノベル・デザイン構造の創出を目指す。

4. 2 研究課題

1. 疲労設計の現状分析
2. 構造不連続部からの亀裂発生評価と破壊力学的手法のリンク
3. 塑性拘束の影響を組み入れた疲労強度評価法の研究
4. 溶接構造の疲労性能設計を実現できる試験法の開発
5. 疲労性能設計手法の国際標準化

4. 3 研究成果と研究に対する自己評価

(1) 研究成果

FDWSの構成員は兼任教授1名、兼任准教授1名、兼任助教1名、兼任特任講師1名、招へい教授1名である。設立後4年が経過し、第4回講演会『溶接構造の疲労性能評価技術の最前線』を令和2年3月11日に接合科学研究所大会議室にて実施予定であったが、令和2年度へ延期された。なお、

FDWSの構成員が共同執筆し Acta Mechanica に掲載された論文が世界的に優れた成果であるとして、Advances in Engineering (AIE) により引用公開された。

(2) 研究に対する自己評価

疲労き裂の発生と進展のメカニズム解明および長寿命化、地震防災、さらには新材料の開発を目指した研究などを対象として、先進の計測技術を用いた実験的研究と数値シミュレーションを用いた解析的研究をマルチスケール（マイクロからマクロレベル）に実施している。また、溶接学会溶接構造研究会および溶接疲労強度研究委員会の幹事やその他多くの関係学協会での活動を通じて産学による共同研究を行い、得られた知見は新材料開発や溶接継手の強度評価手法の高精度化に寄与している。

4. 4 教育に対する自己評価

FDWS 研究拠点の兼任教員の協力講座先である工学研究科社会基盤工学部門における大学院生対象の社会基盤工学ゼミ I & III（参加者 44 名）では、最新疲労研究の紹介を行うことにより、社会インフラの老朽化問題や疲労寿命評価・寿命延伸技術に関する研究の重要性を伝えるとともに、学生からも多くの質問を受け付けている。また、溶接学会・溶接工学専門講座（東京）において、FDWS 研究拠点の兼任教員が「溶接継手の疲労強度」を担当し、参加者の社会人や学生へ講義を行った。

4. 5 社会貢献に対する自己評価

FDWS の活動を通じて得られた各種知見は、下記のように溶接および疲労強度評価に関連する学協会主催の講演会やフォーラムにおいて積極的に公表している。

- 1) 繰返し弾塑性 FEM 解析により得られる局所応答に基づく疲労亀裂伝播寿命評価、溶接学会 第 264 回 溶接疲労強度研究委員会、東京、(2020.01.31)
- 2) 溶接余盛形状の全自動品質評価手法の開発、溶接学会 第 232 回 溶接構造研究委員会、大板、(2020.01.24)
- 3) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術、大阪大学接合科学研究所 東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」、東京、(2019.11.25)
- 4) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術、日本材料学会 第 68 期 第 1 回塑性工学部門委員会、京都、(2019.10.25)
- 5) 溶接継手の疲労強度、溶接学会 2019 年度 溶接工学専門講座、東京、(2019.10.07)
- 6) 裏当て金付き突合せ溶接継手の疲労性能に対する溶接角変形の影響、溶接学会 溶接力学シミュレーション研究会、大阪、(2019.09.05)
- 7) 鋼の弾塑性応答と溶接構造物の疲労性能向上技術、日本船舶海洋工学会 KSSG 基礎講義、大阪、(2019.07.10)
- 8) 溶融池形成および繰返し弾塑性解析を活用した継手の疲労き裂発生寿命評価、土木学会 応用力論文賞 記念講演、北海道、(2019.06.28)
- 9) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術、溶接学会 SIP シンポジウム、東京、(2019.04.17)
- 10) 溶接プロセス・溶接部特性制御のための溶接工性能予測技術、溶接学会 SIP シンポジウム、東京、(2019.04.17)
- 11) 疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術、溶接学会 第 261 回 溶接疲労強度研究委員会、東京、(2019.04.12)
- 12) 溶接十字継手の疲労き裂発生寿命評価手法の検討、溶接学会 第 261 回 溶接疲労強度研究委員

会、東京、(2019.04.12)

また、FDWS 研究拠点の兼任教員が執筆した溶接構造物の疲労問題に関する論文が「応用力学論文賞（土木学会応用力学委員会）」を受賞した。

4.6 全国共同利用に関する研究成果に対する自己評価

令和元年度は FDWS 設立 4 年目であるが、多くの共同研究を実施し疲労寿命評価および寿命延伸技術開発に関する基礎研究を進めている。また FDWS は全国共同利用制度を活用しながら国内外における研究ネットワークの形成に努めている。

V. 研究集会等

5. 1 特別講演会

AI とデータで加速する材料研究

日 時 2020年1月24日(金) 10:30～12:00

場 所 大阪大学接合科学研究所 大会議室

講演者 出村 雅彦(国研)物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門 副部門長
(大阪大学接合科学研究所 招へい教授)

参加者 25名

概要

接合科学研究所先端基礎科学分野 招へい教授(国立研究開発法人物質・材料研究機構統合型材料開発・情報基盤部門副部門長)である出村雅彦先生をお招きし、「AI とデータで加速する材料研究」と題した特別講演会を2020年1月24日に開催した。人工知能(AI)を基軸にデータ科学、計算科学、理論および実験の融合によって、物質・材料研究開発の飛躍的な効率化を目指したマテリアルズインテグレーション(MI)システムに関するこれまでの研究成果をご紹介頂いた。そのなかで溶接条件、溶接部の組織解析結果、力学特性の温度依存性に係る相関データにAIを適用することで要求特性を満足するためのプロセス条件や組織形態を精度よく設定できる事例紹介があり、溶接・接合研究領域においても、データ科学に基づく材料・プロセス研究の重要性および実用性を再認識できる機会となった。当日は約25名の参加があり、当初の予定時間を超えるほどに質疑応答も活発に行われ、大変有意義な特別講演会であった。



5. 2 共同研究員・共同研究成果発表会

日 時 2019年11月22日(金) 10:00～12:35

場 所 ホテル阪急エキスポパーク

参加者 279名

概要

当研究所は接合科学共同利用・共同研究拠点として、国内の国公立大学をはじめ公的研究機関、工業高等専門学校などから毎年多くの共同研究員を受け入れている。共同研究員により得られた研究成果を広く一般に公開するために、共同研究成果発表会を毎年開催している。2019年度は、11月22日にホテル阪急エキスポパークにおいて、当研究所が別に主催する国際会議 Visual-JW2019との共催という形で実施された。今回の発表会では、共同研究成果を海外にも広く発信すること目的として、英語により研究成果口頭発表が行われた。それぞれの研究発表に対して、海外の研究者からの質問を含む活発な質疑応答が交わされ、今後の分野融合について考える機会が得られた。また、本発表会は Visual-JW2019との共催にて実施されたこともあり、海外からの参加者も含め、全体で279名の方々にご参加頂いた。

プログラム

セッションⅠ：接合プロセス研究部門

- (1) Longer-lived Chemistry and Antimicrobial Activity of Plasma Activated Water 吳 準席 氏
- (2) Study on penetration control of the arc welding using external magnetic field (Influence of external magnetic field on arc shape and heat input) 松田 昇一 氏
- (3) Uniform laser-induced periodic surface structures on titanium irradiated with a two-color femtosecond double-pulse laser beam 橋田 昌樹 氏
- (4) Creation of Functional Surfaces and Application for Joints 小山 真司 氏

セッションⅡ：スマートプロセス研究センター

- (5) Nanocrystals Technologies for Energy and Environmental Applications 佐藤 和好 氏
- (6) Influence of Surface Oxide Film on Surface Activate Bonding for Dissimilar Metallic Materials 小川 和洋 氏
- (7) Numerical simulation for analysis and design of powder processing 加納 純也 氏



会場の様子

VI. 国 際 交 流

6. 1 国際交流協定締結大学等

[締結大学等名]	[国名]	[担当教員]
オハイオ州立大学産業溶接システム工学科	アメリカ合衆国	田中 学
スロバキア溶接研究所	スロバキア共和国	伊藤 和博
ハルピン工業大学材料科学及工程学院	中華人民共和国	藤井 英俊
西ボヘミア大学応用物理学部	チェコ共和国	節原 裕一
エジプト中央金属研究所	エジプト共和国	近藤 勝義
セルビア科学芸術アカデミー技術科学研究所	セルビア共和国	大原 智
山東大学材料連接技術研究所	中華人民共和国	田中 学
スペイン・マドリッド州立先進材料研究所	スペイン共和国	内藤 牧男
ドイツ材料技術研究所	ドイツ連邦共和国	内藤 牧男
オークランド工科大学設計創造科学技術学部	ニュージーランド	塚本 雅裕
ヤンゴン工科大学	ミャンマー連邦共和国	近藤 勝義
マラヤ大学工学部	マレーシア	田中 学
インド工科大学ハイデラバード校	インド共和国	田中 学
インドネシア大学工学部	インドネシア共和国	田中 学
モンクット王北バンコク工科大学機械教育工学科	タイ王国	田中 学
国立台湾大学工学部	台湾	阿部 浩也
キング・サウド大学工学部	サウジアラビア	西川 宏
香港城市大学工学部	中華人民共和国	西川 宏
香港城市大学理学部	中華人民共和国	西川 宏
ハノイ工科大学溶接工学金属技術学科	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
カセサート大学工学部	タイ王国	勝又美穂子
タイ国立科学技術開発庁	タイ王国	近藤 勝義

デ・ラ・サール大学工学部	フィリピン共和国	勝又美穂子
デ・ラ・サール大学理学部	フィリピン共和国	勝又美穂子
ハノイ国家大学科学技術大学	ベトナム社会主義共和国	勝又美穂子
中国科学院上海セラミックス研究所 セラミックス・超微細構造研究室	中華人民共和国	内藤 牧男
韓国先端科学技術大学機械工学科	大韓民国	西川 宏
チュラロンコン大学工学部	タイ王国	西川 宏
ローマ大学ベルゲータ校 インダストリアル・エンジニアリング学科	イタリア共和国	内藤 牧男
モンクット王トンブリ工科大学 キングウエルド溶接研究・コンサルティングセンター	タイ王国	勝又美穂子
モンクット王トンブリ工科大学工学部	タイ王国	近藤 勝義
蘭州理工大学非鉄金属高度処理 及び再利用国家重点研究所	中華人民共和国	田中 学
西安理工大学材料工学部	中華人民共和国	近藤 勝義
ロシア極東連邦総合大学高等教育機関	ロシア連邦	田中 学
ドルトムント工科大学機械工学科	ドイツ連邦共和国	田中 学
イスタンブール工科大学船舶海洋構造工学学科	トルコ	近藤 勝義
天津理工大学材料工学部	中華人民共和国	南 二三吉
広東工業大学機械工学科	中華人民共和国	内藤 牧男
朝鮮大学接合工学科	大韓民国	南 二三吉
オーストラリア連邦科学産業研究機構	オーストラリア連邦	田中 学
北京工業大学自動車構造部材先進製造技術工学 研究センター	中華人民共和国	南 二三吉
マレーシアペルリス大学材料工学部	マレーシア	西川 宏
西安石油大学材料工学部	中華人民共和国	田中 学
フラウンホーファー研究機構・材料・ ビーム技術研究所	ドイツ連邦共和国	田中 学

金烏工科大学先端材料・部材自発的創造教育センター	大韓民国	伊藤 和博
カリフォルニア大学ロサンゼルス校機械航空工学部	アメリカ合衆国	近藤 勝義
ミシガン大学船舶海洋工学科	アメリカ合衆国	麻 寧諸
朝鮮大学校船舶海洋工学科	大韓民国	南 二三吉
東北大学制御圧延自動化国家重点研究室	中華人民共和国	井上 裕滋
ホーチミン市国家大学工科大学機械工学部	ベトナム社会主義共和国	田中 学
中国科学院プロセス工学研究所	中華人民共和国	近藤 勝義
ベトナム科学技術アカデミー材料科学研究所	ベトナム社会主義共和国	近藤 勝義
東義大学溶接工学教育センター	大韓民国	田中 学
グルノーブル工科大学マテリアル科学・工学研究所	フランス共和国	内藤 牧男
フレミッシュ科学技術研究所	ベルギー王国	内藤 牧男
AGH 科学技術大学	ポーランド共和国	内藤 牧男
ロイヤルメルボルン工科大学	オーストラリア連邦	近藤 勝義
アルファイサル大学	サウジアラビア	西川 宏
チャルマース工科大学機械船舶海洋工学科	スウェーデン	麻 寧諸
明志科技大学プラズマ・薄膜工学研究センター	台湾	節原 裕一
シレジア工科大学	ポーランド共和国	内藤 牧男
ルーヴァン・カトリック大学工学技術学部	ベルギー王国	田中 学
重慶大学材料工程学院	中華人民共和国	麻 寧諸

6. 2 海外出張・研修

[氏 名]	[期 間]	[国 名]	[用務詳細]
内藤 牧男	H31.4.18 ~ H31.4.19	韓国	Prof. Song と電池材料の粒子構造制御に関する共同研究打ち合わせを行う
桐原 聡秀	H31.4.18 ~ H31.4.18	中国	セラミック接合実装国際会議 (CICMT) に参加し成果発表や情報収集を行う
菅 哲男	H31.4.21 ~ H31.4.24	ベトナム	国際共同研究 (神鋼関係) の調印式 / Kobe EN & M の訪問
田代 真一	H31.4.21 ~ H31.4.24	ベトナム	神鋼・HUST との国際産学連携共同研究調印式に出席・JETRO ホーチミン所長との面談
田中 学	H31.4.21 ~ H31.4.24	ベトナム	神鋼・HUST との国際産学連携共同研究調印式に出席・JETRO ホーチミン所長との面談
今井 京子	H31.4.21 ~ H31.4.24	ベトナム	神鋼・HUST との国際産学連携共同研究調印式に出席・JETRO ホーチミン所長との面談
南 二三吉	R1.5.7 ~ R1.5.11	中国	天津大学での学位審査会へ出席するため
西川 宏	R1.5.15 ~ R1.5.17	韓国	KITECH での国際共同研究の打合せのため
麻 寧緒	R1.5.18 ~ R1.5.21	中国	国際共同研究打合せ
南 二三吉	R1.5.19 ~ R1.5.21	中国	国際共同研究の打合せと、溶接部の破壊強度評価に関する講演
西川 宏	R1.5.19 ~ R1.5.23	ドイツ	国際会議 IEC TC91WG3 (5/20.21) への出席と国際規格の審議のため
近藤 勝義	R1.5.22 ~ R1.5.25	中国	国際共同研究に係る実験結果と共著論文の内容に関する打合せを行う
内藤 牧男	R1.5.23 ~ R1.5.28	中国	広東工業大学を訪問し、先進セラミックスの開発動向に関する調査を行う / 第11回先進セラミックス国際会議 (CICC-11) に出席し、先進セラミックスの開発動向に関する調査を行う
桐原 聡秀	R1.5.25 ~ R1.5.27	中国	高機能セラミック国際会議 (CICC) に参加し成果発表や情報収集を行う

近藤 勝義	R1.5.27 ~ R1.5.31	タイ	接合研で採取した強度評価結果に関する協議と共著論文の打合せを行う / 接合研にて作製した SLM-Ti 試料の熱処理実験を行う
SHEN YU-AN	R1.5.28 ~ R1.6.2	アメリカ合衆国	ECTC の 2019 IEEE 69 回 electronic components and technology conference に出席するため
西川 宏	R1.5.28 ~ R1.5.31	アメリカ合衆国	2019 IEEE 69 回 Electronic Components and Technology Conference に出席し、微細接合技術に関する情報収集を行うため
梅田 純子	R1.5.29 ~ R1.6.2	タイ	接合研にて作製した SLM-Ti 試料の熱処理実験を行う
藤井 英俊	R1.6.3 ~ R1.6.7	ロシア	Aluminum - XXI / JOINING OF STRUCTURES に参加し摩擦攪拌接合に関する情報収集を行う
塚本 雅裕	R1.6.4 ~ R1.6.7	タイ	MTEC Additive Manufacturing Workshop へ参加し、講演を行う
茂田 正哉	R1.6.8 ~ R1.6.16	イタリア	24th International Symposium on Plasma Chemistry
桐原 聡秀	R1.6.11 ~ R1.6.13	チェコ	エネルギー材料ナノテクノロジー国際会議 (EMN) に参加し成果発表や情報収集を行う
FINCATO RICCARDO	R1.6.11 ~ R1.6.28	イタリア / フランス	IGF25 に参加し、研究発表や情報収集を行う / Padua Univ. にて疲労強度評価に関する打合せ・調査・情報収集を実施 / ICMFF12 に参加し、研究発表や情報収集を行う
近藤 勝義	R1.6.14 ~ R1.6.16	中国	学長フォーラムに参加する / 大連理工大学 70 周年記念式典に参加する
大原 智	R1.6.15 ~ R1.6.24	ポルトガル / イギリス	6th Nano Today Conference 学会に参加しライフイノベーション材料に関する成果発表と調査を行う / University of Nottingham を訪問しライフイノベーション材料に関する調査を行う
阿部 浩也	R1.6.16 ~ R1.6.21	イタリア	ヨーロッパセラミックス学会に参加し研究成果を発表するとともに、研究動向等を調査する
麻 寧緒	R1.6.16 ~ R1.6.20	中国	講演会を行うと共に、共同研究に関する打ち合わせを行う
MA YUNWU	R1.6.16 ~ R1.6.22	中国	共同研究の打合せ及び会議を行う

内藤 牧男	R1.6.17 ~ R1.6.23	ドイツ/ ルーマニア/ オーストリア フィンランド	微粒子の構造制御に関する欧州の研究動向を調査する / 国際会議 ModTech 2019 に参加し微粒子の構造制御に関する欧州の研究動向を調査する
堀 英治	R1.6.21 ~ R1.6.29	ドイツ	World of Photonics Congress LiM2019 へ参加し、情報収集を行う
塚本 雅裕	R1.6.22 ~ R1.6.25	ドイツ	Digital Photonic Production and Industrie 4.0 へ出席し、情報収集を行う
近藤 勝義	R1.6.23 ~ R1.6.25	シンガポール	南洋理工大学 (NTU) との共同研究に係る実験データの解析・共著論文の構成打合せを行うと共に、NTU 主催の会議にて研究成果発表を行う
田中 学	R1.6.24 ~ R1.6.26	ベトナム	ベトナム溶接研究会 第2回セミナー出席のため
近藤 勝義	R1.6.29 ~ R1.7.5	オーストラリア	RMIT 大学にて開催する国際会議に参加する / RMIT 大学にて国際共同研究に関する打合せを行う
高嶋 康人	R1.6.30 ~ R1.7.12	オーストリア	国際学会 IIW2019 に参加し、研究発表および情報収集を行う
門井 浩太	R1.7.3 ~ R1.7.13	ハンガリー/ スロバキア	IIW2019 にて講演、情報収集のため
阿部 浩也	R1.7.4 ~ R1.7.12	セルビア/ スロバキア	IIW2019 に参加し、研究成果を公表するとともに、研究動向等を調査する
鴫田 駿	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア	IIW 72th Annual Assembly and International Conference に参加のため
藤井 英俊	R1.7.6 ~ R1.7.12	スロバキア	IIW に参加して、摩擦攪拌接合に関する情報収集を行う
田中 学	R1.7.6 ~ R1.7.14	スロバキア/ ウィーン	第72回国際溶接学会 IIW2019 年次大会に参加し、最新の溶接科学技術の動向を調査するため
伊藤 和博	R1.7.6 ~ R1.7.12	スロバキア	国際溶接学会 IIW の年次大会に参加して、成果発表および情報収集を行う。
茂田 正哉	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア/ オーストリア	第72回国際溶接学会 IIW2019 年次大会に参加し、アークプラズマと材料相互作用の研究に関する最新の動向を調査するため
南 二三吉	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア/ フィンランド	第72回溶接学会 (IIW) 2019 年次大会に出席し、IIW 委員長用務および研究発表および情報収集を行う

三上 欣希	R1.7.6 ~ R1.7.12	オーストリア/ スロバキア	国際会議 IIW2019 に参加し、研究発表 および情報収集を行う
田代 真一	R1.7.6 ~ R1.7.14	スロバキア/ オーストリア	第 72 回国際溶接学会 IIW2019 年次大 会に参加し、最新の溶接科学技術の動 向を調査するため
阿部 洋平	R1.7.6 ~ R1.7.12	スロバキア	IIW2019 出席
芹澤 久	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア	IIW2019 に出席するとともに発表を行う
村川 英一	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア	IIW2019 に出席するとともに発表を行う
麻 寧緒	R1.7.6 ~ R1.7.13	スロバキア	IIW2019 に出席するとともに発表を行う
西川 宏	R1.7.7 ~ R1.7.11	イギリス	国際会議 (High Temperature Electronics Network) に参加して、微細接合技術に 関する情報収集を行うため
節原 裕一	R1.7.9 ~ R1.7.14	スイス	先進材料プロ第 21 回 Advanced Energy Materials and Research 国際会議にて成 果発表ならびに情報収集を行う
勝又美穂子	R1.7.17 ~ R1.7.17	ベトナム	当研究所及び本学のベトナムでの活動 紹介や溶接セミナーのご案内、広報や 企業連携における協議を実施
内藤 牧男	R1.7.21 ~ R1.7.26	カナダ	先進材料に関する国際会議 (GFMT-2/ Bio-4) に出席し、粒子の微細構造制御 による材料の高機能化に関する研究動 向の調査を行う
麻 寧緒	R1.7.21 ~ R1.7.27	中国	各大学を訪問し、国際共同研究に係る 実験と解析、国際共著論文に係る打ち 合わせを行う / 国際共同研究に伴う打 ち合わせを行う
桐原 聡秀	R1.7.21 ~ R1.7.25	カナダ	高機能材料技術の持続可能発展に関す る国際会議 (GFMT) に参加し成果発 表や情報収集を行う / 表面改質技術研 究委員会の書籍出版会義に参加し産学 連携事業に関する検討会議を行う
鴫田 駿	R1.8.3 ~ R1.8.10	ベルギー	国際会議 (7th ReX and GG2019) に参加 し、研究発表および情報収集を行う
門井 浩太	R1.8.3 ~ R1.8.10	ベルギー	7th Conference on Recrystallization and Grain Growth に参加し研究発表、情報 収集を行う

柳楽 知也	R1.8.3 ~ R1.8.10	ベルギー	7th international conference on recrystallization and grain growth に参加し、金属材料の組織形成メカニズムに関する情報収集を行う
橋本 智恵	R1.8.11 ~ R1.8.24	タイ	カップリング・インターンシップ(CIS)
大原 智	R1.8.18 ~ R1.8.31	フランス	ライフイノベーションマテリアル創製の共同研究と学際・国際的高度人材育成に関する共同著書作成
BAHADOR ABDOLLAH	R1.8.19 ~ R1.8.22	中国	CMA2019 において研究成果の発表を行う
阿部 浩也	R1.8.20 ~ R1.9.5	チェコ	カレル大学での実験、Duo ホテル開催される国際会議に出席、研究発表
菅 哲男	R1.8.22 ~ R1.8.27	タイ	カップリング・インターンシップ (CIS) /MTEC と会議
近藤 勝義	R1.8.24 ~ R1.8.30	ベルギー	CCAM 2019 において発表を行う
梅田 純子	R1.8.24 ~ R1.8.30	ベルギー	CCAM 2019 に参加する
節原 裕一	R1.9.1 ~ R1.9.5	韓国	AEPSE2019 国際会議にて成果発表ならびに情報収集を行う
中谷 光良	R1.9.3 ~ R1.9.11	オーストリア/ フィンランド	10 トンを超える大型構造物の協調制御溶接ロボットの調査/最新ロボット、ポジショナ、センサの調査
大原 智	R1.9.6 ~ R1.9.11	中国	15th IUPAV International conference NMS-XV に参加し、ライフイノベーションマテリアルに関する成果発表と調査を行う
塚本 雅裕	R1.9.7 ~ R1.9.15	アメリカ合衆国	COLA2019 へ参加し、情報収集を行う
麻 寧緒	R1.9.7 ~ R1.9.11	ロシア	サンクトペテルブルク州立工科大学にて共同研究を行うと共に、セミナーを行う
勝又美穂子	R1.9.8 ~ R1.9.20	ベトナム	カップリング・インターンシップ(CIS)
西川 宏	R1.9.9 ~ R1.9.11	中国	Pro.Li Chengxin、Dr.Hou Juncai 両名と 供給研究の打合せをするため
藤井 英俊	R1.9.10 ~ R1.9.14	ベルギー	FSWP2019 参加し、摩擦攪拌接合に関する情報収集を行う
森貞 好昭	R1.9.10 ~ R1.9.14	ベルギー	FSWP2019 に参加し、摩擦攪拌接合に関する情報収集を行う

西川 宏	R1.9.16 ~ R1.9.21	イタリア	22nd Microelectronics and Packaging Conference (EMPC) に出席して微細接合技術に関する情報収集を行うため
菅 哲男	R1.9.19 ~ R1.9.21	ベトナム	CIS ベトナムの最終報告会に出席
内藤 牧男	R1.9.23 ~ R1.9.26	台湾	Prof. Tuan を訪問し、同研究室の粉砕研究の調査を行う / 日本粉体工業技術協会粉砕分科会主催の日本・台湾ワークショップに出席し、超微粉砕技術、並びに粉砕を用いた粒子構造制御に関する海外の研究動向調査を行う
小澤 隆弘	R1.9.23 ~ R1.9.26	台湾	国立台湾大学材料工学科の Prof. Tuan を訪問し、同研究室の粉砕研究の調査を行う / 日本粉体工業技術協会粉砕分科会主催の日本・台湾ワークショップに出席し、超微粉砕技術、並びに粉砕を用いた粒子構造制御に関する海外の研究動向調査を行う
近藤 光	R1.9.23 ~ R1.9.26	台湾	国立台湾大学材料工学科の Prof. Tuan を訪問し、同研究室の粉砕研究の調査を行う / 日本粉体工業技術協会粉砕分科会主催の日本・台湾ワークショップに出席し、超微粉砕技術、並びに粉砕を用いた粒子構造制御に関する海外の研究動向調査を行う
高嶋 康人	R1.9.23 ~ R1.9.25	中国	国際共同研究および Visual-JW2019 & WSE2019 の打合せ
南 二三吉	R1.9.23 ~ R1.9.25	中国	国際共同研究及び Visual-JW2019 & WSE2019 の打合せを行う
芹澤 久	R1.9.28 ~ R1.10.3	アメリカ合衆国	MS&T19 に参加し情報収集を行うと共に、発表を行う
桐原 聡秀	R1.9.29 ~ R1.10.2	アメリカ合衆国	材料科学技術国際会議 (MS&T) に参加し成果発表や情報収集を行う
西川 宏	R1.9.30 ~ R1.10.4	アメリカ合衆国	IMAPS 2019 52nd International Symposium on Microelectronics に出席して微細接合技術に関する情報収集をするため
堀 英治	R1.10.4 ~ R1.10.14	アメリカ合衆国	ICALEO2019 へ参加し、研究成果発表および情報収集を行う
塚本 雅裕	R1.10.5 ~ R1.10.14	アメリカ合衆国	ICALEO2019 へ参加し、情報収集を行う

菅 哲男	R1.10.6 ~ R1.10.9	ベトナム	ダイヘン関係の国際産学共同研究に参加/ベトナム溶接研究会の記念セミナーに参加
田中 学	R1.10.6 ~ R1.10.9	ベトナム	JICA 訪問・産学共同研究調印式出席/ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナー出席
三上 欣希	R1.10.6 ~ R1.10.9	ベトナム	産学共同研究調印式出席/ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナーでの講演
今井 京子	R1.10.6 ~ R1.10.9	ベトナム	大阪大学 ASEAN キャンパス（ベトナム）の現地視察及び広域アジア事業に係るベトナムでの国際産学連携活動推進など/ベトナム溶接研究会セミナー
近藤 裕	R1.10.6 ~ R1.10.9	ベトナム	大阪大学 ASEAN キャンパス（ベトナム）の現地視察及び広域アジア事業に係るベトナムでの国際産学連携活動推進など/ベトナム溶接研究会セミナー
藤井 英俊	R1.10.7 ~ R1.10.11	ドバイ	SciTechに参加して、摩擦接合法に関する情報収集を行う
勝又美穂子	R1.10.8 ~ R1.10.9	ベトナム	ベトナム溶接研究会セミナー In ホーチミン市の開催及び参加者とのネットワーキング
中谷 光良	R1.10.10 ~ R1.10.16	アメリカ合衆国	TMT 研究成果報告会とすばる望遠鏡視察
高嶋 康人	R1.10.10 ~ R1.10.16	アメリカ合衆国	日立造船主催 TMT 製造に関する研究報告会に出席する
南 二三吉	R1.10.10 ~ R1.10.16	アメリカ合衆国	日立造船主催 TMT 製造に関する研究成果報告会に出席する
堤 成一郎	R1.10.10 ~ R1.10.16	アメリカ合衆国	ハワイ島マウナケアに国際プロジェクトにより建設予定の直径 30m の天体望遠鏡 TMT (Thirty Meter Telescope) の構造健全性評価に関係する技術者・研究者が集うミーティングへの参加
MA YUNWU	R1.10.15 ~ R1.10.18	中国	国際共同研究と共著論文作成の為の接合試験を共同で行う
阿部 浩也	R1.10.16 ~ R1.10.18	ベトナム	共同研究等の打ち合わせ
西川 宏	R1.10.21 ~ R1.10.25	台湾	2019 Taiwan-Japan Workshop on Electronic Interconecion 3に参加し、情報収集を行うとともに、台湾の研究者と国際交流を行うため/国際会議 (IMPACT-IAAC 2019 Conferense)に参加し、情報収集を行うため

茂田 正哉	R1.10.27 ~ R1.11.1	スペイン	PARTICLES 2019 に参加し、粒子法シミュレーションに関する最先端研究の情報を収集する
近藤 勝義	R1.10.29 ~ R1.10.31	中国	国際共同研究に関する打ち合わせと共同セミナーの内容打ち合わせ
麻 寧緒	R1.10.29 ~ R1.10.31	中国	国際共同研究に関する打ち合わせと共同セミナーの内容打ち合わせ
西川 宏	R1.10.29 ~ R1.11.1	イギリス	共同研究の打合せのため
橋本 智恵	R1.11.3 ~ R1.11.16	ミャンマー	カップリング・インターンシップ(CIS)
近藤 勝義	R1.11.5 ~ R1.11.7	香港	2019 年度大阪大学国際合同会議助成事業に基づき、香港城市大学ワークショップに参加し、発表を行う
梅田 純子	R1.11.5 ~ R1.11.7	香港	2019 年度大阪大学国際合同会議助成事業に基づき、香港城市大学ワークショップに参加し、発表を行う
井上 裕滋	R1.11.5 ~ R1.11.7	香港	2019 年度大阪大学合同会議助成事業に基づき、香港城市大学ワークショップに参加し、発表を行う
佐藤 雄二	R1.11.5 ~ R1.11.7	香港	2019 年度大阪大学合同会議助成事業に基づき、香港城市大学ワークショップに参加し、発表を行う
田中 学	R1.11.10 ~ R1.11.13	タイ	国際会議 TWIT2019 に出席し、溶接科学の最新情報を取得する
南 二三吉	R1.11.10 ~ R1.11.15	ベトナム	ベトナム溶接研究会の視察およびベトナム土木工学専門国立大学にて講演を行う / 「溶接技術特別講義」に関する講義を行う
近藤 勝義	R1.11.11 ~ R1.11.15	アメリカ合衆国	国際共同研究事業に関する打合せを行う
西川 宏	R1.11.13 ~ R1.11.15	韓国	ISMP-EMAP 2019 The 18th International symposium on Microelectronics and Packaging に出席して微細接合技術に関する情報収集
菅 哲男	R1.11.14 ~ R1.11.17	ミャンマー	ミャンマー CIS の最終報告会に参加
塚本 雅裕	R1.11.17 ~ R1.11.21	ドイツ	Formnext2019 に参加し情報収集を行う
東野 律子	R1.11.17 ~ R1.11.21	ドイツ	Formnext2019 に参加し情報収集を行う

内藤 牧男	R1.11.19 ~ R1.11.22	中国	粉体工学会主催の国際会議に出席し、粒子の構造制御と機能化に関する研究動向の調査を行うため
橋本 智恵	R1.11.24 ~ R1.12.7	インドネシア	カップリング・インターンシップ(CIS)
節原 裕一	R1.12.1 ~ R1.12.5	マレーシア	第7回グローバルナノテクノロジー国際会議にて成果発表ならびに情報収集を行う
菅 哲男	R1.12.5 ~ R1.12.7	インドネシア	インドネシア CIS の最終報告会に参加
阿部 浩也	R1.12.5 ~ R1.12.8	中国	国際会議 WAIM2019 に参加し、研究発表を行う /Yangzhou ZTL New Materials を見学し、WAIM2019 (第二部) に参加する
近藤 勝義	R1.12.8 ~ R1.12.11	サウジアラビア	共同研究内容に関する打ち合わせを行う。SPS 装置を利用して焼結体の試作実験を行う / 研究・イノベーション審議官ナーセルムハインドアルアキーリー氏を訪問し共同研究内容の紹介を行う
茂田 正哉	R1.12.12 ~ R1.12.16	アメリカ合衆国	The 2nd Pacific Rim Thermal Engineering Conference (PRTEC2019) に参加し、熱工学に関する最新の情報を収集する
田中 学	R1.12.13 ~ R1.12.15	中国	国際共同ラボ設置の合意書締結のため
阿部 浩也	R1.12.14 ~ R1.12.20	オーストラリア	ERMR2019 会議で研究発表するとともに、研究動向等を調査する。
MA YUNWU	R1.12.17 ~ R1.12.21	中国	国際共著論文に伴う追加実験を行う
田代 真一	R2.1.8 ~ R2.1.10	中国	共同研究に関する打合せ
南 二三吉	R2.1.14 ~ R2.1.18	フランス/ イタリア	IIW (国際溶接学会) 中間会議に出席し、IIW の今後のビジネスプランについて協議する
近藤 勝義	R2.1.18 ~ R2.1.23	オーストラリア	Prof. Ma と JST 未来社会創造事業に関する研究打合せおよび実験を行う /Dr. Tingting と JST 未来社会創造事業に関する研究打合せおよび実験を行う
梅田 純子	R2.1.18 ~ R2.1.23	オーストラリア	RMIT において Prof. Ma ・ Dr. Tingting と JST 未来社会創造事業に関する研究打合せおよび実験を行う /マッコリー大学大学において JST 未来社会創造事業に関する研究打合せおよび実験を行う

阿部 浩也	R2.1.26 ~ R2.1.31	アメリカ合衆国	ICACC2020 国際会議に参加し研究発表を行うとともに、関連研究の情報収集等を行う
桐原 聡秀	R2.1.26 ~ R2.2.1	アメリカ合衆国	セラミック材料国際会議 (ICACC) に参加し成果発表や情報収集を行う
近藤 勝義	R2.1.27 ~ R2.1.30	タイ	国際共同研究事業に関する打合せを行う
節原 裕一	R2.1.30 ~ R2.2.2	タイ	APSE2020 国際会議にて成果発表ならびに情報収集を行う
東野 律子	R2.2.1 ~ R2.2.8	アメリカ合衆国	Photonics West2020 に参加し、研究成果発表及び情報収集を行う
阿部 信行	R2.2.1 ~ R2.2.8	アメリカ合衆国	Photonics West2020 に参加し、研究成果発表及び情報収集を行う
塚本 雅裕	R2.2.2 ~ R2.2.8	アメリカ合衆国	Photonics West2020 に参加し、研究成果発表・招待講演を行う
門井 浩太	R2.2.10 ~ R2.2.12	ベトナム	ベトナム溶接研究会セミナーでの講演のため
田中 学	R2.2.10 ~ R2.2.12	ベトナム	ベトナム溶接研究会セミナーへ出席
今井 京子	R2.2.10 ~ R2.2.13	ベトナム	ベトナムセミナー支援・JWRI 道場プログラムの広報・留学生のリクルート業務
時水 清美	R2.2.10 ~ R2.2.13	ベトナム	ベトナム溶接研究会セミナーでの受付業務のため
西川 宏	R2.2.23 ~ R2.2.27	アメリカ合衆国	TMS2020 149th Annual Meeting & Exhibition に参加し情報収集を行うため
近藤 勝義	R2.2.23 ~ R2.2.28	アメリカ合衆国	TMS2020 国際会議において戦略的イノベーション創造プログラム事業の研究発表を行う
南 二三吉	R2.3.10 ~ R2.3.13	ニュージーランド	Prof. Timotius Pasang を訪問し、レーザー溶接継手およびレーザー 3D 積層材の強度信頼性について意見交換と情報収集を行う

6. 3 来訪者

[氏名]	[国籍]	[所属・身分]	[来訪日]	[目的]
Junqi WANG	中国	西安石油大学 教授	R1.5.5 ～ 5.13	研究打ち合わせ
Dr.Wallop Ratanathavorn	タイ	MTEC 研究員	R1.5.13 ～ 5.17	研究打ち合わせ
Mr.Kirati Waree	タイ	MTEC 研究員	R1.5.13 ～ 5.17	研究打ち合わせ
Nguyen Khanh Cuong	ベトナム	Lilama 2 Internatinal Technology College 校長	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
PHAM THI VAN ANH	ベトナム	Lilama 2 Internatinal Technology College	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
TO THANH TUAN	ベトナム	Lilama 2 Internatinal Technology College 溶接技術部 部長	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
DO LE HOANG	ベトナム	Lilama 2 Internatinal Technology College 管理部 部長	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
NGUYEN ANH DUNG	ベトナム	Lilama 2 Internatinal Technology College 機械加工部 部長	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
TRAN DINH NGUYEN LOC	ベトナム	VINATAK 管理部 課長	R1.5.15	施設・設備等の見 学及び視察
Jongdo Kim	韓国	KIMM 及び 韓国海洋大学 教授	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察
Dongsig Shin	韓国	KIMM Principal Researcher 主任研究員	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察
Jeong Suh	韓国	KIMM Principal Researcher 主任研究員	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察
Sujin LEE	韓国	KIMM Senior Researcher 上級研究員	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察
Insung Choi	韓国	KIMM Senior Researcher 上級研究員	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察
Kwang-Hyeon Lee	韓国	KIMM Principal Engineer 上級エンジニア	R1.5.20	施設・設備等の見 学及び視察

Simhambhatla Suryakumar	インド	インド工科大学 ハイデラバード 准教授	R1.5.20 ～ 5.21	研究打ち合わせ
Dinh Van Phong	ベトナム	ハノイ工科大学 副学長	R1.5.21	施設・設備等の見 学及び視察
Dr.Hoang Hong Hai	ベトナム	ハノイ工科大学 機械工学部 副部長	R1.5.21	施設・設備等の見 学及び視察
Assoc.Prof.Bui Van Hanh	ベトナム	ハノイ工科大学 機械工学部 溶接工学金属技術学科 学科長	R1.5.21	施設・設備等の見 学及び視察
Liqun LI	中国	ハルビン工業大学 教授	R1.5.25 ～ 6.2	国際会議 WSE 2019 に関する打ち合わせ
RASHED Sherif Mohamelmy	エジプト	CAE Lab 工学博士	R1.6.1 ～ 7.31	その他
Shaohua Qu	中国	湖北文理学院 教授	R1.6.9 ～ 6.15	研究打ち合わせ
Quang Ngoc Trinh	ベトナム	ハノイ工科大学 研究者	R1.6.10 ～ 6.22	その他
Dr. Dhritti Tanprayoon	タイ	タイ国立金属材料技術 研究センター /MTEC 研究員	R1.6.17 ～ 6.21	研究打ち合わせ
Mr.Witthawat Wongpisan	タイ	タイ国立金属材料技術 研究センター /MTEC 研究員	R1.6.17 ～ 6.21	研究打ち合わせ
Ms. Hathaipat Koiprasert	タイ	タイ国立金属材料技術 研究センター /MTEC 研究員	R1.6.17 ～ 6.21	研究打ち合わせ
Dr. Sasitorn Srisawadi	タイ	タイ国立金属材料技術 研究センター /MTEC 研究員	R1.6.17 ～ 6.21	研究打ち合わせ
Lee Jaeseok	韓国	LG 素材・生産技術院 責任研究員	R1.6.28	施設・設備等の見 学及び視察
Jeong Sehwan	韓国	LG 素材・生産技術院 研究員	R1.6.28	施設・設備等の見 学及び視察
YoungHyun Yun	韓国	LG 素材・生産技術院 研究員	R1.6.28	施設・設備等の見 学及び視察
Mohamed Ismail Mohamed Saleh	スーダン	カタール大学 研究員	R1.6.30 ～ 8.24	その他
孫 玉峰	中国	鄭州大学 教授	R1.7.15 ～ 8.5	その他

雷 炳富	中国	華南農業大学 教授	R1.7.17 ～ 7.31	研究打ち合わせ
Soong-Keun Hyun	韓国	Inha University 教授	R1.7.19	研究打ち合わせ
Won Hye Wook	韓国	Inha University 副社長	R1.7.19	研究打ち合わせ
Seo Tae Beom	韓国	Inha University 学部長	R1.7.19	研究打ち合わせ
Sung-Hyon Baeck	韓国	Inha University 副学部長	R1.7.19	研究打ち合わせ
An Gyubaek	韓国	朝鮮大学 教授	R1.7.22	施設・設備等の見 学及び視察
Dr. Dirk Uhrlandt	ドイツ	INP Greifswald 教授	R1.7.23	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ
Dr. Margarita Baeva	ドイツ	INP Greifswald 教授	R1.7.23	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ
学生訪日団	中国	北京大学	R1.7.24	日中植林・ 植樹国際連帯事業
JIA REI	中国	西安理工大学 准教授	R1.7.26 ～ 8.9	研究打ち合わせ
Xie Hui	中国	西安航空学院	R1.7.26 ～ 8.9	研究打ち合わせ
Mr.Anak Khantachawana	タイ	モンクット王トンブリ工科大学 教授	R1.9.27	その他
Prof.Jang-Hsing Hsieh	台湾	Ming Chi University of Technology 教授	R1.10.2	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ
Prof.Jyh-Wei Lee	台湾	Ming Chi University of Technology 教授	R1.10.2	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ
Prof. Chi-Hsien Huang	台湾	Ming Chi University of Technology 教授	R1.10.2	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ
Dr. Sasitorn Srisawadi	タイ	タイ国立金属材料技術 研究センター /MTEC 研究員	R1.10.8 ～ 10.9	研究打ち合わせ
Chuan Song WU	中国	山東大学 教授	R1.11.20	施設・設備等の見 学及び視察 研究打合せ

Nguyen Huy Ngoc	ベトナム	ハノイ工科大学 研究員	R1.11.27 ～ 12.17	その他
Cao Thi Thanh	ベトナム	ハノイ工科大学 研究員	R1.11.27 ～ 12.17	その他
Bingbing Zhao	中国	上海交通大学 講師	R1.11.27 ～ 12.17	その他
Jingxian Zhang	中国	Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences 教授	R2.1.23 ～ 1.25	研究打ち合わせ
Dr. Abhay Sharma	インド	Faculty of Engineering Technology, KU LEUVEN 教授	R2.1.23 ～ 1.30	研究打ち合わせ
Dr. Chakkrist Phongphisutthinan	タイ	MTEC 研究員	R2.1.27 ～ 1.31	研究打ち合わせ
Mr. Kirati Waree	タイ	MTEC 研究員	R2.1.27 ～ 1.31	研究打ち合わせ
訪日団学生	タイ	スワンクラブ・ ウィタヤーライ・スクール	R2.2.26	その他

VII. ニ ュ ー ス

7. 1 接合科学研究所第 16 回産学連携シンポジウム

接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

准教授 門井 浩太

接合科学研究所の研究活動・シーズを産業・学术界の方々に広く知っていただくことを目的とした産学連携シンポジウムを、2019年5月28日に大阪商工会議所地下1号会議室にて開催した。昨年度に引き続き、大阪商工会議所、生産技術振興協会と三者主催で、約130名にご参加いただいた。接合科学研究所の各研究部門・研究センター、協働研究所から計4件、共同利用・共同研究賞受賞講演2件の合計6件の講演があり、活発な質疑応答が行われた。また終了後に懇談会も行われ、いずれも盛会のうちに終わることができた。



7. 2 ダイヘン溶接・接合協働研究所 開所記念式典 & シンポジウム

ダイヘン溶接・接合協働研究所

所長 井上 裕滋

2019年4月1日付けでダイヘン溶接・接合協働研究所が接合科学研究所に設立された。本協働研究所は、本学工学研究科マテリアル生産科学専攻と連携しながら、溶接・接合分野における世界トップレベルの実力を誇る接合科学研究所のアカデミックな着想力と日本を代表する総合ファクトリーオートメーションメーカーである(株)ダイヘンの溶接プロセス制御技術を融合させ、そこに世界のものづくりニーズを掛け合わせるにより、世界オンリーワン、ナンバーワンの新しい溶接・接合技術の開発に挑戦し、溶接・接合分野の革新的な高機能化・高効率化に向けた研究開発を目的としている。

本協働研究所では、産と学が組織的に連携して技術課題に取り組むことにより、溶接・接合現象の本質的な理解、溶接冶金的観点からのメカニズム解明、信頼性の予測・評価による高品質・高効率溶接プロセスの性能向上など多面的な研究を遂行し、溶接・接合分野で世界をリードする産学共創拠点を目指すものである。また、本学の学生や若手教員、(株)ダイヘンの若手研究者が参画することにより、積極的な人材交流を通じて次世代のものづくりを支える人材育成も目指しており、本学が掲げる「共創イノベーション」に貢献するものである。



協働研究所開所記念式典 (2019年6月6日)
田尻ダイヘン社長と西尾総長



協働研究所開所記念式典 (2019年6月6日)
左から井上所長、田中副所長 (接合研所長)、恵良副所長

7. 3 1st Global Forum on Smart Additive Manufacturing, Design & Evaluation (Smart MADE)

スマートプロセス研究センター ナノ・マイクロ構造制御学プロセス分野

教授 桐原 聡秀

研究所主催の国際フォーラムとして、2019年9月1日～3日に中之島センターで開催した。アディティブ・マニファクチャリングを用いた研究開発へ、スマートプロセスの概念を導入し、新機能の発現と構造体の創製を試みた事例について、国内外から著名な講師を招聘した。5ヶ国の研究者より19件の英文講演を集め、国内54名と海外6名の学生・研究者・技術者が参加者した。

アレクサンダー・ミカエリス氏(Prof. Alexander Michaelis, Fraunhofer IKTS, Germany)フラウンホーファー研究所は、トップレベルの造形技術を駆使して、様々なプロセスを実用化してきた。欧州地域におけるセラミック造形の現状をはじめ、講師が手掛ける5D造形について、最新の知見をお話しいただいた。

ムリチュンジェイ・シン氏 (Dr. Mrityunjay Singh, OAI/NASA, USA) アメリカ航空宇宙局 NASA では、金属のみならずセラミック部材の3D造形も実用されつつある。米国におけるセラミック造形の現状も含め、講師が自ら携わられたスペースシャトル部材開発の事例も含めて、幅広くご紹介いただいた。中野 貴由氏 (Prof. Takayoshi Nakano, Osaka University, Japan) 日本国内における国家プロジェクトを経て、金属造形は新たな冶金工学として認識され、組織制御も同時に達成されている。講師が主導されたプロジェクト成果をはじめ、生体インプラント造形における独創的な取り組みをご紹介いただいた。大司 達樹氏 (Dr. Tatsuki Ohji, AIST, Japan) 日本国内でも世界に遅れることなく、セラミック部材の3D造形に関する国家プロジェクトが企画され、基礎研究や応用展開が進められた。講師が進められたプロジェクト成果をはじめ、国内のセラミック造形事情についてお話をいただいた。

明渡 純氏 (Dr. Jun Akedo, AIST, Japan) 緻密で極薄のセラミック層を室温に近い環境で達成できる、画期的な技術として考案されたのがエアロゾルデポジション法である。講師が自ら発案し発展されてきた技術について、基礎原理から国家プロジェクトを経た応用展開まで、詳細にお話しいただいた。

アンドレア・ゾッカ氏 (Dr. Andrea Zocca, BAM, Germany) 材料研究所 BAM では、世界最先端のレーザ技術を基盤として、長年にわたりセラミック造形に挑んできた。これまでに講師の研究グループが培ってきた、様々なセラミック造形プロセスについて、原理から応用まで幅広くご紹介いただいた。

ハウスク・ユン氏 (Dr. Huisuk Yun, KIMS, Korea) 韓国では優れた電子制御技術と、窯業生産に根差したセラミック焼成技術を融合し、3D造形技術の開発が加速している。講師は複数のセラミック相を焼結する手法に卓越しており、マルチマテリアル造形を実現する装置についてもご紹介いただいた。

野村 直之氏 (Prof. Naoyuki Nomura, Tohoku University, Japan) 金属粉体の熔融凝固を繰り返し、構造化する造形プロセスでは、熱の伝搬制御と金属組織の成長制御が重要である。講師が取り組むこれらの工学的課題について、粉体製造の最適化も含めた、系統的なアプローチについてご紹介いただいた。

小泉 雄一郎氏 (Prof. Yuichiro Koizumi, Osaka University, Japan) 高出力の電子ビームは超高速のスキヤニングが可能であり、装置の大型化も溶接技術の転用により容易なため、大型部材の高速造形も実現されつつある。講師が進める造形諸現象の可視化について、最新の冶金工学的知見をご紹介いただいた。

長田 実氏 (Prof. Minoru Osada, Nagoya University, Japan) 原子数個の極薄層を巧みに扱い、異なる種類を積み重ねることで、物質表面にオーガメイドの表面状態を造る技術が、ナノシート積層プロセスである。講師が長年手掛けてこられた、高機能表面の無機化学的な設計製造についてご紹介いただいた。

増田 佳丈氏 (Prof. Yoshitake Masuda, AIST, Japan) 水溶液中の選択された化学反応を高度に制御すれば、部材表面に無機物質をコーティングするだけでなく、微細な機能パターンを形成することができる。講師が成功させた様々な機能性表面の形成に関して、電子部品への応用事例もご紹介いただいた。

且井 宏和氏 (Dr. Hirokazu Katsui, AIST, Japan) 部材表面に極薄のセラミック膜を形成するCVD技術では、レーザ加熱による局所的な結晶成長も促せる。講師が進めるプロセス技術の先鋭化により、3D造形への道も開かれつつある。基礎原理から最新の応用展開についてご紹介いただいた。

7. 4 香港 城市大学との国際合同会議（JWRI-City University of Hong Kong Joint Workshop）

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 国際人材育成部門 合評価研究部門

特任准教授（常勤） 勝又 美穂子

2019年11月6日（水）に、香港城市大学と当研究所にて国際合同会議（セミナー）を開催した。同セミナーは本学本部からの国際合同会議助成支援により実現したものである。香港城市大学とは部局間学術交流協定を締結した2014年以降、セミナーの開催や学生のインターンシップによる当研究所への受入などの連携を行ってきた。今回、当研究所からは近藤勝義教授、井上裕滋教授、梅田純子准教授、佐藤雄二准教授の4名が参加、発表した。香港城市大学からは工学部のCH Shek教授、Fu-rong Chen教授、Chunyi Zhi准教授、CY Chung准教授の発表が行われ、双方の最新の研究活動が共有された。また、今回のセミナーには先方の博士前期・後期課程の学生約20名が参加しており、本学からの講演内容に対して多大な関心を示し、多くの質問をするなど活発な合同会議であった。香港城市大学とは引き続き、新たな研究連携の模索を行い、国際協働研究の実現が期待される。今後も、インターン学生の受入、派遣などの活動を併せて強化することで、国際連携及び研究連携が相乗的に展開することが期待される。



7. 5 国際会議 Visual-JW2019 & WSE2019

接合界面微細構造解析室

講師 高橋 誠

2019年11月21-22日の2日間、ホテル阪急エキスポパークに於いて国際会議 Visual-JW2019 & WSE 2019 が接合科学研究所主催、溶接学会（日本）・中国溶接学会の共催で開催された。今回で Visual-JW は5回目、WSE は8回目の開催であり、また接合科学研究所の共同研究成果発表会も同時開催された。日本及び海外合わせて10ヶ国から総勢300名以上の参加を受け、最新の計測技術とシミュレーションによる、溶接・接合および材料加工に関わる複雑な現象の可視化を主題として、口頭・ポスター合わせて総数230件の発表と活発な議論が行われ、互いの研究成果について意見を交わし知見を深める貴重な機会となった。また、最先端の計測技術・可視化技術の展示も行われた。この会議を通じて、接合研と国内・海外の研究機関、研究者同士および産学の連携がさらに推し進められることとなった。



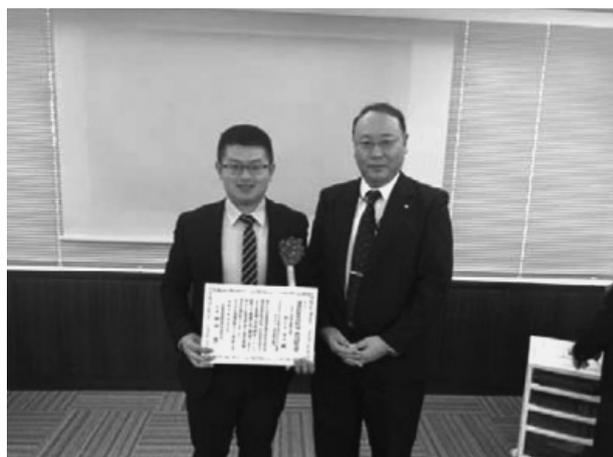
7. 6 東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」

接合プロセス研究部門 エネルギー制御学分野

准教授 茂田 正哉

2019年11月25日（月）に、東京（日本橋）の大阪大学 医学・工学研究科東京ブランチにおいて、第10回接合科学共同利用・共同研究拠点大阪大学接合科学研究所東京セミナー「計算科学が拓く溶接研究の新展開」が行われた。

講演に先立ち、接合科学共同利用・共同研究賞の受賞式が行われ、北京工業大学 Bin Xu 氏（テーマ名：The variable polarity plasma arc pressure and its effect on fluid flow of penetration weldpool）、東海大学 太田高裕氏（テーマ名：残留応力の低減・制御を目的とする接合構造の力学解析－ショットピーニング力学現象の数値解析手法に関する研究－）が受賞した。上記2名の受賞講演の他に、アークプラズマと電極ワイヤを連成した溶接熱源シミュレーションと溶込み予測技術への適用（大阪大学 荻野陽輔氏）、溶接・接合プロセスへの粒子法シミュレーションの適用（大阪大学 宮坂史和氏）、溶接ヒュームの集団形成過程のシミュレーション（大阪大学 茂田正哉）、疲労性能を最大化する溶接プロセス条件の探査技術（大阪大学 堤成一郎氏）、溶接時の凝固・組織形成過程の予測シミュレーションとその応用（大阪大学 門井浩太氏）の5件の講演が行われた。全国の大学や国公立研究所、企業などから20名の参加者があり、活発な議論が交わされた。



接合科学共同利用・共同研究賞授賞式
(Bin Xu 氏と田中学所長)



接合科学共同利用・共同研究賞授賞式
(太田高裕氏と田中学所長)

7. 7 第二回ベトナム溶接研究会

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 国際人材育成部門

特任准教授（常勤） 勝又 美穂子

2019年6月25日（火）、3月のベトナム溶接研究会発足記念セミナーに続いて、第二回目の研究会をJETROハノイ事務所にて開催した。今回はベトナム溶接研究会の会員企業のみを参加対象とした研究会であった。

ベトナム溶接研究会では、3か月に一度の頻度でこのような研究会や企業見学、セミナーなど、メンバーが集まることの出来る機会を作る計画で活動している。

第一部の研究会では、株式会社神戸製鋼所 溶接事業部門技術センター溶接開発部 主任研究員 山崎 圭氏より「先端溶接材料と溶接プロセスが紡ぐ高次元溶接技術の世界」と題した講演を、また、本学工学研究科 浅井 知教授より「先端センシングと制御が紡ぐ高信頼性自動溶接技術の世界」と題した講演をそれぞれ頂戴した。山崎氏の講演では企業の最先端技術を駆使して開発された溶接機器や溶接材料の紹介を通し、新たな溶接プロセスが複数議論された。浅井教授の講演では、溶接自動化の必要性、問題点の議論から、開発中のセンシングや数値計算を融合させた技術研究紹介が行われた。両講演共に、実用的な側面と学術的な側面、双方からのアプローチで非常に興味深い講演であった。今回はベトナム溶接研究会加入メンバーより約30名の参加があった。

セミナー開催後に実施された第二部の懇親会では、ベトナム溶接研究会の目的の1つであるネットワーキングの機会として、参加者がそれぞれ情報交換や挨拶をおこない、盛り上がりを見せた。また、講演を受けての質問、各企業が抱える技術的な問題点などについてもコミュニケーションが行われ、第一部と第二部を通して充実した会となった。

同研究会は活動を開始して間もない会ですが、現在29社の企業・機関にメンバーとして参加して頂いており、今後も一層活発な活動の場となればと期待している。次回の研究会は10月8日（火）にホーチミン市での公開セミナーを予定している。

この場を借りて、日ごろより同活動への深いご理解を頂き、ご支援下さる民間企業ならびに関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。



神戸製鋼所 山崎氏講演



工学研究科 浅井教授講演

7. 8 ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナー

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 国際人材育成部門

特任准教授（常勤） 勝又 美穂子

2019年10月8日（火）、ベトナム溶接研究会ホーチミンセミナーをホーチミン市、サイゴンホテルにて開催した。同セミナーは主催・当研究所ベトナム溶接研究会、共催・ホーチミンJETRO事務所、後援・在ホーチミン日本国総領事館及びホーチミン日本商工会議所で開催したものである。ベトナム溶接研究会は2018年5月31日付の安倍首相ならびにクアン・ベトナム元国家主席による日越首脳共同声明に基づき、溶接・接合技術に関連する民間企業、教育・研究機関、関連省庁などの参加を広く呼びかけ情報の共有及び協議を行うことで、国際的な産学連携共同研究を通じた将来のベトナムの科学技術人材の育成と、それに係る研究機能の向上に寄与することを目的とし、当研究所により2018年11月にベトナムにて発足した。主な活動として、関連企業や教育・研究機関とのネットワーク形成、最新技術の共有と検討、ハノイ工科大学学生への支援、『ベトナム溶接技術研究所（仮名）』設置に向けた支援などを行う。本年3月には、ベトナム溶接研究会発足記念セミナーをハノイにて開催したが、南部地域に位置する関連企業よりホーチミンで開催の要望を多く戴き、当研究会としてもベトナム全土を巻き込んだ活動へ発展させるべく、今回ホーチミンで開催の運びとなった。同セミナーを通して広くベトナム現地で活躍する関連企業及び教育・研究機関に同活動をご理解頂く目的で、当研究会会長（接合科学研究所所長）の田中教授より会の活動趣旨及び今後目指しているベトナム溶接技術研究所の設立に向けた取り組みなどを紹介した。また、セミナーでは、ホーチミンJETRO事務所比良井慎司所長からの開会のご挨拶、在ホーチミン日本国総領事館琉咲愛副領事からの祝辞に続き、3件の記念講演を行った。1件目はホーチミン工科大学のDr. Hai Nguyenにより、ベトナムの大学と企業における溶接・接合に係る技術開発と実用化の例が紹介された。2件目の講演では、株式会社ダイヘン溶接機事業部トーチ技術部トーチ開発課鶴丸尚孝主事からは市場のニーズに応えた最新溶接機の開発研究とその実用化に関する技術が紹介された。3件目の記念講演では、大阪大学接合科学研究所三上欣希准教授より溶接部破壊靱性試験手法の高度化に向けた残留応力シミュレーションに係る研究が紹介された。

会場には、ベトナム全土より溶接接合、金属、機械などに関係する企業から約60名にお集まりいただいた。3時間に及ぶセミナーであったが、活発な質疑応答もあり、研究会にふさわしい協議が行われた。セミナー後には懇親会も開催され、情報交換の場として盛り上がりを見せた。ホーチミン市での同様の活動は初であったが、皆さまの熱心な参画により有意義な会となった。今後もホーチミン市での開催を期待する声が多く聞かれたことから、ハノイを拠点にしながらも、活動はベトナム全土、幅広く展開を予定している。同研究会はベトナム産業界の次なる発展に寄与すべく、引き続き有意義かつ効果的な活動を展開したいと考えている。また、この場をお借りして、日ごろより同活動への深いご理解を頂き、ご支援下さる企業ならびに関係省庁の皆様には厚く御礼申し上げます。



ホーチミン JETRO 比良井所長挨拶



在ホーチミン日本国総領事館 琉咲副領事挨拶

7. 9 第四回ベトナム溶接研究会

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業 国際人材育成部門

特任准教授（常勤） 勝又 美穂子

2020年2月11日（火）、昨年10月のベトナム溶接研究会ホーチミンセミナーに続き、第四回目の研究会をJETROハノイ事務所にて開催した。今回はベトナム溶接研究会の会員企業のみを参加対象とした研究会であった。ベトナム溶接研究会では、3か月に一度の頻度でこのような研究会や企業見学、セミナーなど、メンバーが集まることの出来る機会を作る計画で活動している。今回は初の試みとして、二部構成とし、第一部では、ベトナム人経営の機械加工（バイク部品等）工場見学を行った。企業はTechnokom社で、ハノイの隣、フンイエン省に位置する。参加希望者約15名と共に企業訪問を行った。最初に企業説明を受け、その後工場見学を実施した。工場は整然とし、管理の行き届いた素晴らしい環境で、品質管理なども厳しく行われていることが伺え、非常に有意義な見学となった。第二部はJETROハノイオフィスにてセミナーを実施し、1つ目の講演としてタイコウベウエルディング若山祐二ホーチミン所長より「これじゃダメだよ、溶接施工」と題してベトナムの溶接現場における生の課題や必要な対策を、数多くの写真を交えてご提示いただいた。2つ目の講演は、当研究所門井浩太准教授より「溶接凝固割れの支配因子と割れ発生防止」について、学術的な観点より研究紹介を頂戴した。今回は新型コロナの影響により、通常開催しているセミナー後の懇親会を中止とし、また、直前には複数の参加予定者の参加がキャンセルになるなど影響があったが、このような状況下でも沢山の方に参加頂きましたことに改めて御礼申し上げます。日ごろより同活動への深いご理解を頂き、ご支援下さる民間企業ならびに関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。



第一部 企業訪問の様子



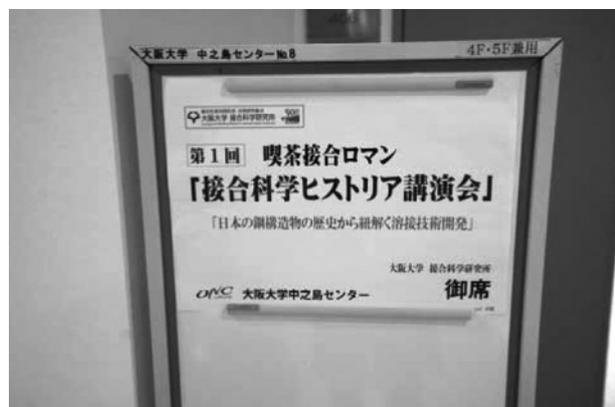
第二部講演会 講演会の様子

7. 10 第1回 喫茶接合ロマン「接合科学ヒストリア講演会」

接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

教授 井上 裕滋

溶接・接合技術開発に長らく携わってこられた方より、その歴史や開発経緯およびこれまで蓄積されてこられた知見を学ぶことは非常に貴重なことであり、ものづくりにおける溶接・接合技術の重要性を再認識できるものである。そこで、広く一般市民の皆さんは元より、溶接・接合に関係する教員・学生の皆さんにもその貴重な時間を分かち合っていただくことを目的として、接合科学ヒストリア講演会「喫茶接合ロマン」を企画した。一般市民の皆さん向けに接合科学研究所がアートエリア B1（京阪電車「なにわ橋駅」B1 コンコース）にて定期的開催している「接合科学カフェ」が最新の溶接・接合技術を対象としているのに対し、「喫茶接合ロマン」では過去の事例から現在までの技術進化を紹介したものとなっている。第1回目今回は、長らく（株）IHIで溶接技術開発に携わってこられ、現在は大阪大学接合科学研究所の招へい教授である中西保正氏をお招きし、「日本の鋼構造物の歴史から紐解く溶接技術開発」のタイトルで、令和1年12月3日（火）に大阪大学中之島センターにて開催した。船舶、車両、貯蔵タンク、橋梁、ダム・水門など溶接構造物のものづくりの歴史を構造と溶接技術の観点から、ご自身の経験も踏まえながらわかりやすく講演いただいた。一般の方々はもちろんのこと、教員でも初めて聞く内容が多く、非常に有意義な講演内容であった。第2回講演会は令和2年1月21日（火）に三田常夫 接合科学研究所 招へい教授より「アーケ溶接の発展経過」と題して講演していただく予定である。



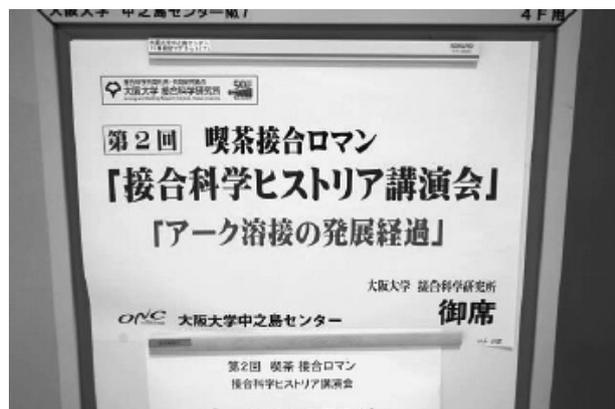
7. 11 第2回 喫茶接合ロマン「接合科学ヒストリア講演会」

接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

教授 井上 裕滋

日本に導入されて約 100 年が経つアーク溶接は、今日の工業製品を製造する上で欠くことのできない重要な加工技術であり、あらゆる産業分野で大きな役割を占めている。したがって、それらの歴史や開発経緯を学ぶことは、ものづくりにおける溶接・接合技術の重要性を再認識できるものと考えられる。接合科学研究所では、広く一般市民の皆様に向けての学びの場として、接合科学ヒストリア講演会「喫茶接合ロマン」を企画している。

第2回目の今回は、日立精工(株)ならびにダイヘン溶接メカトロシステム(株)にて長らく溶接技術開発に携わってこられ、現在は大阪大学接合科学研究所の招へい教授である三田常夫氏をお招きし、「アーク溶接の発展経過」のタイトルで、令和2年1月21日(火)に大阪大学中之島センターにて開催した。各種アーク溶接法の溶接プロセスの開発経過とそれに用いられるアーク溶接電源の発展経過について、歴史のミニ情報を混じえながら講演いただいた。パワーエレクトロニクスならびに電子制御技術の進展を背景にして溶接機器・電源もアナログ制御からデジタル制御に著しく進歩し、溶接性・作業性の向上に大きく貢献していることなどが紹介された。一般の方々には勿論のこと、教員でも初めて聞く内容が多く、非常に有意義な講演内容であった。当日は約35名の参加があり、参加者からは大変勉強になりましたとの感想が多数寄せられた。



7. 12 第7回接合科学カフェ「60分のミステリーツアー－割れ－」

接合評価研究部門 信頼性評価・予測システム学分野

教授 井上 裕滋

令和元年11月28日(木)にアートエリアB1(京阪電車中之島線『なにわ橋駅』地下1階コンコース)にて、昨年度に引き続き、通算第7回目となる接合科学カフェが開催された。2年前に手探りで始めた接合科学カフェ。合計6回を開催させていただいたところ、予想を遥かに上回る市民の皆様にご参加いただき、確かな手応えを感じることができ、大変感謝している。本年度は、市民の皆様、接合科学の不思議、奥行の深さに親しんでいただきたいとの思いから、全3回通して、『接合科学のミステリーツアー』をメイン・テーマにサード・シーズンを企画した。その第1弾となる今回は、溶接過程でしばしば発生する“割れ”をテーマとし、様々な視点から実例を挙げながら、割れを“見る”、“止める”、“予測する”にアプローチする研究開発の最前線をわかりやすく紹介するよう企画されたものである。第7回「60分のミステリーツアー－割れ－」というタイトルで、ゲストスピーカーに門井浩太准教授、司会進行のカフェマスターに鴫田駿助教という、ともに期待の若き研究者としてカフェを担当いただいた。まず、割れとは何かという一般的な話から講演は始まった。実は、溶接にも弱いところに力が加わることにより割れが発生すること、それを温度によって分類したり、場所・形によって分類できるということであった。ここで、小さな割れでも、割れの角っこには、力がかかり、それが進展して大きな破壊につながる、例えば飛行機の事故とかの原因になるという怖い話が出て、一同、溶接の割れをなくす必要性があると納得した。ここで、一旦阪大病院前駅に掲示されたポスターの話題になり、ゴッホの絵のような溶接金属結晶写真上の門井・鴫田の両ハンターが、「もっと見たい！知りたいたい！」、「金属の中に入りたいたい！！！！」そんな思いを込めて作成したそうである。その後、割れのミステリーツアーとして、ゲストスピーカー（ミステリーハンターのつもり！？）から客席にクエッションを出しながら、カフェは進行した。『その1 金属の内部組織 Question 1 結晶粒の大きさや形態が変化すると、金属材料の性質にどんな影響を与えるでしょうか？』では、最初、客席に戸惑いが見られたようだが、カフェマスターの笑顔によるフォローで、徐々に回答が出始めた。ここでは、金属材料は、結晶粒の集合体であるということが強く印象付けられた。『その2 金属の凝固 Question 2 凝固や組織の形態はどのような因子の影響を受けるでしょうか？』においては、食塩水の凝固過程の話から始まり雪のデンドライト結晶等、身近な例が紹介された。会場からも声が出始め、熱・圧力、温度分布、合金組成・濃度、母相の結晶、核等のキーワードが飛び交った。『その3 金属の収縮・膨張 Question 3 溶接割れが発生しやすい箇所では、圧縮、引張どちらの力を受けるでしょうか？』では、結晶構造、鉄の同素変態の話等、興味深い内容であった。会場からの回答は、圧縮と引張の二つに意見が分かれてしまったが、門井先生がうまく引張という答えに誘導された。『その4 溶接凝固割れ Question 4 どのようにすれば、溶接凝固割れの発生を抑制・低減できるでしょうか？』においては、凝固時の高速度ビデオ映像を豊富に用いて、凝固割れの本質を伝えたいという思いが客席に届いたように感じられた。当日は、寒波の訪れにより例年同時期より冷え込んだが、最終的には、30名を超える参加をいただき、接合科学のミステリーを共有いただけた接合科学カフェだった。難しかったが、役に立つ、面白かったという好評も得ており、講演終了後に、それぞれ門井ゲスト、鴫田マスターをつかまえて質問されている市民の方々をお見受けすることができた。

7. 13 第8回接合科学カフェ「60分のミステリーツアーーすき間ー」

技術部

技術職員 植原 邦佳

令和2年1月16日(木)にアートエリア B1(京阪電車中之島線『なにわ橋駅』地下1階コンコース)にて、第8回接合科学カフェを開催した。『接合科学のミステリーツアー』をメインテーマとした令和元年度接合科学カフェの第2弾となる今回は、カフェマスター梅田純子准教授の司会進行のもと、ゲストスピーカーの伊藤和博教授が「60分のミステリーツアーーすき間ー」と題して講演を行った。“接合”と“すき間”の関係を思い浮かべた場合、接合不良のような大きなすき間を想像しがちだが、「目には見えない小さな“良いすき間”もある」として、“すき間”が身近な構造物などに与える影響についての秘密を探るミステリーツアーが始まった。まず、金属・セラミックス・有機材料の性質の違いが原子の配列や結合状態に起因していることが紹介された。次に、構造物の主要な部分に金属材料が使用されるのは「形を変えられる」「破壊までに余裕がある」という特徴をもつため、その特徴をコントロールしているのが“すき間”であることが紹介され、“すき間”がどのように金属材料の特徴をコントロールしているかが説明された。非常に身近な金属材料である鉄とアルミニウムを原子レベルで比較しながら行われる説明に、熱心にメモをとる方の姿も見受けられた。また、途中で投げかけられる質問には会場から様々な解答が飛び交った。講演終了後は、「変形ってそういうことだったのかと納得しました」などの声を頂くなど、30名をこえるたくさんの皆様と接合科学のミステリーを楽しむことができたように思う。



ゲストスピーカー 伊藤 和博 教授



カフェマスター 梅田 純子 准教授

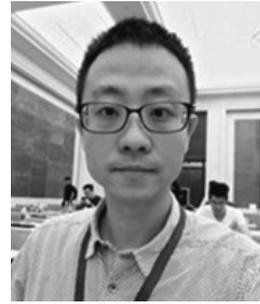


会場の様子

7. 14 外国人研究員紹介

Wangnan LI, Ph.D., Lecturer

School of Physics and Electronic Engineering,
Hubei University of Arts and Science,
Xiangyang, Hubei, China



I has worked as a research fellow, at Department of Joining Mechanics and Analyses, Joining and welding Research Institute (JWRI), Osaka University, from Jul. 2018 to Aug. 30, 2019.

My research includes:

- 1) Analysis of welding deformation and residual stress in cold metal welding (CMT) lap joints of ultra-high strength steels. In this study, a thermal elastic plastic finite element model (FEM) for analysis of welding deformation and residual stress in CMT lap joints of ultra-high strength steels (1180MPa and 1500MPa) was developed considering the softening phenomena in heat affected zone (S-HAZ). The analyzed results using the developed model considering S-HAZ are well consistent with the experimental ones. Both the accuracy and effectiveness of the developed FE model were validated.
- 2) Analysis and in-situ measurement of transient out-of-plane distortion modes in bead welded thin plates. In this study, the novelty thermal-elastic plastic finite element method (FEM) was developed based on JWRIAN-hybrid software and digital image correlation (DIC) method for accurate prediction of the transient welding distortion. The developed method was used to analysis the effect of the initial deformation of the thin plate on the welding deformation. The transient distortion and final deformation of a thin plate in tungsten inertial gas (TIG) welding was successfully measured by DIC method. Through comparing the measured data and the simulated result, it was found that deformations predicted by FEM were in good agreement with the experimental results.

It was a fruitful and rewarding stay at JWRI and I am very much hope to continue this collaboration in the future.

I would like to sincerely appreciate Prof. Ninshu Ma for his invitation and Ma-Lab members for their kind support during my stay at JWRI, Osaka University.

Buchibabu Vicharapu, Ph.D

Assistant Professor,
Department of Mechanical Engineering
IIT Palakkad, Kerala, India, 678557



I worked for Joining and Welding Research Institute (JWRI), Osaka University, Japan for more than two years under the mentorship of Prof. Hidetoshi Fujii. I truly enjoyed the laboratory environment especially in a way that I had been given a complete freedom of choosing the research topic of my interest. I was allowed to continue my research in the direction of development of a finite element based process models for the latest welding techniques. As part of my research at JWRI, I contributed my little towards the development of an in house thermo-mechanical model (JWRIAN) to compute both temperature distribution and residual stresses for friction stir welding and its novel variants in collaboration with Prof. Ninshu Ma laboratory, JWRI. I am glad to express that Prof. Fujii has always been a helping hand in extending his support for a research collaboration to carry out quality research.

Prior to my joining at JWRI, I obtained Ph.D from IIT Bombay, India with a research specialization in the area of solid state joining. As part of my research, I also had an opportunity to carry out a collaborative research work with two well-known research laboratories for the solid state joining, such as I. Physical Metallurgy Laboratory (LAMEF), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil, and II. Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), Geesthacht, Germany. I contributed my little towards the understanding of the novel solid state joining and repairing techniques such as girth friction welding (GFW) of line pipe steels, friction hydro pillar processing (FHPP) and friction taper stitch welding (FTFSW) of C-Mn steels, Cr-Mo steels and duplex stainless steels.

I committed to continue my research in the broad area of welding and 3D printing of metallic materials through coupled experimental and numerical approaches. Analyses of heat transfer, material flow, residual stresses, thermal distortion in welded structures and additively manufactured 3D metallic builds, microstructure and mechanical property correlations are some of my subject specific interests.

KAR AMLAN

Specially Appointed Researcher
Joining and Welding Research Institute (JWRI),
Osaka University, Japan



I have always aspired to choose a career that would mean work that gives me satisfaction and a persistent drive to improve my ergonomics. Today, as I stand at the threshold of new pathways of learning and contributing, I have, without hesitation, chosen to pursue my professional career in the field that extracts me the most and draw the best of my abilities.

A strong enthrallment for science in today's ever growing world of technology motivated me to choose Mechanical engineering, a B.E program at Jalpaiguri Government Engineering College. I see this as a first step towards achieving my career objective of research in an academic environment. After undergraduate, I decided to join IIT Madras, India in the specialization of Metal Forming, Department of Metallurgical and Materials Engineering. I believed that the knowledge I had gained would be a beneficial extension to work associated with deformation of materials and I joined Indian Institute of Science (IISc) Bengaluru, India for my Doctor of Philosophy (Ph.D.) on the topic of "Micro mechanisms associated with Friction Stir Welding (FSW) of Aluminium with Titanium". While working on my thesis, I developed a structure property relationship of dissimilar FSW. The salient features of the different micro mechanism operating during FSW of the investigated combinations had been discussed in detail. After my Ph.D., I have worked on multiple topics such as "Incremental sheet metal forming of titanium" (sponsored by Boeing, India), "Development of composite using Friction Stir Processing" (sponsored by IISc Bengaluru, Research Associate) and "Development of Friction Stir Welding Technique for Joining Dissimilar Light Alloys" (sponsored by DST, an Indo Russian joint project). I see myself continuing to learn and grow and take new challenges to establish myself as an eminent scientist and academician who can solve the problems of today's world. Therefore, in 2019, I joined the Fujii laboratory in JWRI as a Specially Appointed Researcher (post doc) on a project entitled "Dissimilar friction stir welding of aluminum to steel". The objective of the project was to study the microstructure, material flow, dynamic strengthening mechanisms, calculation of growth kinetics of the intermetallics and mechanical properties of the dissimilar FSW of aluminum and mild steel. Prof. H. Fujii is one of the renowned experts in FSW in the world. He provides insightful suggestions and guidance about dissimilar FSW using the adjustable tool, which offers new information to the scientific world. Further, the support of Prof. H. Fujii and the group discussion enhance my understanding on different aspects of research. I am thankful to Professor H. Fujii for allowing me to express myself in his esteemed research group. Finally, I can say that I am fortunate to be a part of the innovative researches at JWRI and the Japanese Society and Culture as well.

大阪大学接合科学研究所年次報告 2019 年度

令和 2 年 7 月発行

編 集 大阪大学接合科学研究所自己評価委員会

発 行 大阪大学接合科学研究所
大阪府茨木市美穂ヶ丘 11 - 1
電話 06 (6877) 5111 番

印 刷 株式会社セイエイ印刷
