

# 熱間塑性加工による局所相変態を利用したヘテロ組織形成とチタン焼結体の高次機能化

大阪大学接合科学研究所 複合化機構学分野 近藤 勝義 教授



## 近藤 勝義 教授 経歴

1986年3月 大阪大学工学部 卒業  
 1988年3月 大阪大学工学研究科 修了  
 1988年4月 住友電気工業株式会社 入社  
 1998年7月 大阪大学工学研究科 博士号(工学) 取得  
 2001年1月 東京大学先端科学技術研究センター 特任助教授 就任  
 2006年3月 大阪大学接合科学研究所 教授 就任  
 2014年8月 大阪大学 理事補佐(産学連携担当) 就任  
 2015年8月 大阪大学 副理事(グローバル連携担当) 就任

## 企業勤務経験はモノづくり系研究に役立つ

近藤勝義教授は、大阪大学工学研究科を卒業後、住友電気工業(株)に入社。会社勤務の傍ら同大学で博士号を取得された。その後、2001年1月に東京大学先端科学技術研究センターの特任助教授に着任するまで企業人として活躍。2006年には大阪大学接合科学研究所教授に着任し、現在に至っている。研究一筋の純粹培養の研究者たちとは一線を画したこの経験を近藤教授は「モノづくり系研究において企業勤務経験は非常に役立っている」と語る。

近藤研究室には現在、准教授と助教、秘書に加えて、特任研究員が4名、博士後期課程学生2名、前期課程学生4名、学部4年生2名が属しており、総勢15名となっている。

現在、近藤教授が運営する複合化機構学分野では、

- 固溶現象・相変態・ヘテロ構造制御を利用したチタン焼結材の高強度・高延性発現機構の解明

- 炭素系ナノ物質の機能発現に向けた界面構造制御に基づく金属基複合材料設計
  - 非食部バイオマスの高度再資源化——粉穀由来高純度非晶質シリカの生成と社会実装
  - 異種材料(純Ti-Mg合金/金属-樹脂)における直接接合機構の解明と新機能発現
  - 粉末冶金法を用いたTiNi-X系形状記憶合金の創製と低侵襲医療デバイスへの展開
- などの材料科学・プロセス・解析に関する研究課題を行っている。

## 接合研では研究の領域が広がる

「接合科学研究所(接合研)だから溶接・接合を研究するのですね、とよく言われますが、決してそうではありません。それ以外にも、材料やプロセス、特性解析評価、数値解析・計算科学などの分野において、接合科学を基軸とした幅広い領域で研究が行われています。私は、金属粉末を出発原料として、組織構造を制御することで従来の溶解・ casting法では決して実現し得ない優れた特性を発現する新たな材料創製やそれに係るプロセスの研究を行っています。その際、金属粉末同士が拡散現象により『焼結(結合)』することで材料がでかくなります。これは粉末同士の『接合』技術に基づくものであり、接合研の研究ミッションとも合致するテーマです」。

「また、ナノスケールでの成膜プロセスに関する研究分野もあります。基材の上に多層の薄膜を形成する際に界面がでかみます。つまり、界面があるということはモノとモノが接しているわけですから、広義でいえば『接合』です」。

「さらに、最近の研究トピックスとして、3次元金属粉末積層造形(3Dプリンター)技術に関する研究を行っています。このプロセスは、層状に敷き詰めた状態にある金属粉末に対して、レーザや電子ビームを照射し、金属粉末の溶融と凝固を繰り返すことで金属粉末から3次元の複雑形状部品を一度につくり上げる画期的な技術です。まさに、溶接・接合の新展開ともいえる領域であり、欧米のみならず、中国やアジア域でも実用化を目指して積極的に研究が行われています」。



X線回折装置 (XRD)



走査型電子顕微鏡



各種粉末焼結体への押し加工による高機能付加研究

### 存在価値を内外に示す研究を

「何年か前に溶接や鋳造、冶金、土木などが絶滅危惧分野であると指摘されましたが、それに対して産業界はいずれもモノづくりに欠かすことのできない基礎工学分野であり、高い必要性があると主張しました。例えば、自動車の駆動系がエンジンからモーターに変わったとしても、接合なしでは成立しません。接合というのは非常に重要な基礎・基盤技術です」。

「その一方で、溶接分野における学術論文のインパクトファクターは1～2前後と、他の先端的な研究領域の論文などと比較すると、決して高い数値ではありません。そのため、基礎科学研究を支援する科研費などの獲得も難しく、研究予算の獲得の点では厳しい状況といえます。接合研に在籍する教員や研究者が、質の高い学術論文をしっかりと書き、研究機関としての存在価値を国内外に示さないと、研究者個人だけでなく、機関としての研究予算が絞られる可能性があります」。

「そういった意味でも接合研では、接合科学を基軸とした革新的なプロセスや材料科学、数値解析・計算科学などの研究も積極的に進めています。溶接・接合に係る世界3大研究機関には接合研の他に、米国・エジソン溶接研究所 (EWI)、英国・溶接接合研究所 (TWI) があります。しかし接合研は、他の2機関に比べて研究者1人あたりの論文数が顕著に多く、世界に誇れる接合科学に関する研究拠点といえます」。

### 接合はコアとなる研究

「今は、副理事として本学の国際連携に係る用務に業務時間全体の3割くらいを費やしています。大阪大学は海外に4つの拠点 (タイ・バンコク、中国・上海、オランダ・グローニンゲン、米国・サンフランシスコ) があり、私はそれらを統括する部門長を兼任しています」。

「その関係で海外の大学や研究機関からの来訪者を受け入れる機会があるのですが、話を伺うと、タイやベトナム、中国では、実用化研究が大変盛んです。また米国や欧州でも溶接技術に関して、先の2つの研究機関を中心に古くから基盤研究が行われています。最近では、米国・エネルギー省 (DOE) が所有するローレンス・リバモア国立研究所から研究者が本学に来訪し、接合研とレーザー研など本学の複数部局に対し

て、レーザを使った新たなプロセス開発や材料創製に関する共同研究の提案がありました」。

### 環境系の研究について

「私たちの研究室で行っている環境系の研究課題として、間接的な内容はCO<sub>2</sub>の排出を削減する軽量材料の研究があり、直接的なテーマとしては農業廃棄物である『籾殻』を使ったバイオマスの再利用に関する研究があります。籾殻の中には15～18%の非晶質 (アモルファス) シリカが含まれています。大気燃焼により籾殻からシリカ成分を抽出すると、発癌性をともなう結晶性シリカになってしまいます。当研究室では、結晶化させずにアモルファスの状態でシリカ成分を回収し、なおかつ、99.8%以上の高純度物質として取り出すプロセス開発について、梅田純子准教授を中心に社会実装に向けて企業との共同研究を行っています」。

「籾殻由来シリカは、従来の鉱物系の結晶性シリカに対して安全性での優位性のほかに、内部に植物由来の微細空孔が存在することで、大きな比表面積を有するといった特徴があります。これにより反応活性となり、また水溶液中の固形成分の分離やガス成分の吸着などに適した機能性素材に変化します」。

「また、籾殻は約70%のたんぱく質を含んでいますから、燃やすことで熱エネルギーに変わります。あるいは、発酵することで貯蓄できるバイオエタノールに変換できます。その過程で排出される残渣も、もちろんのこと高純度のアモルファスシリカになる。籾殻からエネルギーを抽出し、残ったシリカを高付加価値素材として有効活用する研究です。このような研究活動を通じて、環境改善に貢献したいと考えています」。

### 天田財団の助成は研究を存分に行える浄財

「天田財団からは来年の3月までで1,000万円の研究助成金をいただいています。今も、研究成果を出すために最後の詰めを行っていて、論文もいくつか書かせていただきました。また過去にも今回の重点研究とは別に、助成金をいただいた実績があります。天田財団の研究助成は私たちがお付き合いしている他の素材系の財団にはない規模で、研究を存分に行える浄財だと感謝しています」。