



ものづくり基礎講座  
第27回技術セミナー  
クリエイション・コア東大阪  
大阪府東大阪市



仙台駅  
宮城県仙台市



姫路駅  
駅前から大手前通り・姫路城(修理中)を望む  
兵庫県姫路市

大阪府立大学構内



東日本大震災から1年が経過し、険しい道のりではありますが、被災地は復興に向けて確実に一歩一歩前進しています。震災後、我が国の防災安全意識は飛躍的に高まり、東北大学では災害科学国際研究所が4月1日に発足しました。この研究所は従来の地震予知や建造物の耐震研究だけでなく、復興や再生に向けて人間や社会に主眼を置いた研究に取り組むという特徴があります。東日本大震災では、「絆」が人々の生きる原動力となり、「人間の力」が希望を生みだしました。一方で、自然の驚異の前で科学はひ弱ですが、我が国の災害研究は地球規模の災害研究の先導を担うと信じます。未曾有の災害から私たちは何を学んだかを整理することは、人類の発展にとって大切なことです。「災害は忘れたころにやってくる」という格言は忘れないようにしたいものです。

## CONTENTS 目次

### 1ページ

表紙メッセージ / 関西センター長 正橋 直哉 教授

### 2ページ

最近の研究 / 「高QOLと安心社会実現のためのマテリアル研究」  
応用生体材料分野  
中平 敦 教授・佐藤充孝 助教

「ナノ析出利用による鉄鋼の高強度化」

低炭素社会基盤構造材料分野  
高原 忠 教授・宮本吾郎 助教・紙川尚也 助教

### 3ページ

トピックス / 「コネクタ用銅合金の最近の動向」  
ナノ組織制御材料創成分野  
千星 聡 講師

イベント報告 / ・ものづくり基礎講座(第27回、28回技術セミナー)  
・大阪バイエリア金属系新素材コンソーシアム  
(第2回、3回セミナー)

### 4ページ

金研関西センターNews/ナノ組織制御材料創成分野に講師着任  
編集後記 / 環境・エネルギー材料分野 正橋直哉 教授

## 高QOLと安心社会実現のためのマテリアル研究

### 応用生体材料分野

中平敦 教授・佐藤充孝 助教

21世紀は、超高齢化社会の到来と共に、人間を中心にした研究が重要とされています。現在、高齢化の急速な進展とともに安全で安心で且つ高いQOLを維持した生活の確保が求められています。当研究グループでは骨や歯といった硬組織代替バイオマテリアルの研究、健康な生活を送るため人間を取り巻く外環境の環境浄化(NOx、SOx、土壌処理、水処理など)やCO<sub>2</sub>削減も重要と考え、これら環境浄化に関わる環境関連セラミックスの研究を進めることで、超高齢化社会において質の高いQOLを送るために役立つ新規微細構造を有する高機能マテリアルの開発研究を進めています(図1)。

バイオマテリアル関係では、特に種々のカチオン置換した水酸アパタイトやリン酸カルシウムの合成とその構造評価を分光学的手法で展開することで新たな知見を見出しています。これまで、Zn、Si、Mg、Mn、Fe、Sr、Ba、Euなどを置換した水酸アパタイトに関する研究を進めており、これら置換型水酸アパタイトの単一合成とその構造評価を行っています。単一相の固溶水酸アパタイトについてはSpring8やKEKならびに岡崎分子科学研究所などの放射光施設にて、Ca-K殻、P-K殻、各種カチオンのK-殻あるいはL-殻の局所構造の解明を進め、アパタイト構造中のカチオンの局所構造、CaやPの局所構造などの測定評価を行い、併せて共同研究者の第一原理計算に基づくXANES計算から固溶サイトの解明を系統的に進めています。さらにこれら新規な固溶アパタイト材料を用いてTiなどの金属とバイオセラミックスのコーティングや複合化を試みており、界面制御により種々の特性が飛躍的に改善された金属無機ハイブリッドの

開発研究を行っています。

また、環境関連分野ではナノポーラス材料を用いた光触媒、CO<sub>2</sub>分離、土壌および水処理の浄化への研究展開し、さらに長らくイオン交換材料の研究を進めてきたのでその知見を基に除染材料の開発も進め国難の問題解決に向け対応を進めています。

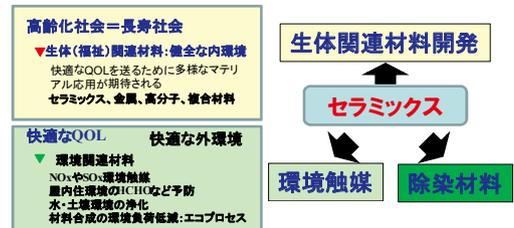


図1 当研究グループの研究概要

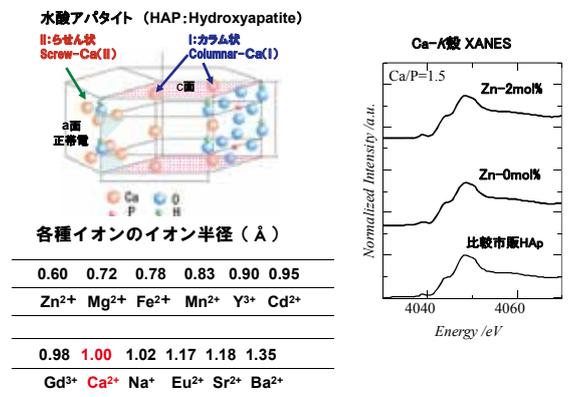


図2 アパタイトへの固溶

## ナノ析出利用による鉄鋼の高強度化

### 低炭素社会基盤構造材料分野

中原 忠 教授・宮本吾郎 助教・紙川尚也 助教

現在の鉄鋼の材料では、自動車等輸送機器の軽量化・安全性、建築物や道路・鉄道等の高架物の安全性等からあらゆる面での高強度化、高寿命化が図られています。一般に強度が上昇すると延性(加工性)や韌性は低下することから、実用上はそのバランスを改善するような材料設計が行われます。

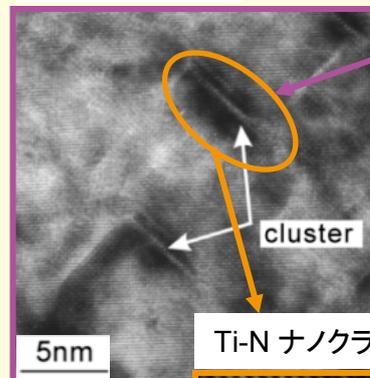
鉄鋼を含めた金属の高強度化では変形時に転位の移動の障害の数を多くすることが強化の基本原理です。最近、ナノサイズの析出物の分散制御が、高強度化、高延性化の観点から追求されています。

フェライト変態時の相界面析出によりナノサイズの合金炭化物を分散させると大きな析出強化が得られ、これを利用した高強度-高延性の低炭素鋼薄鋼板も実用化されています。また、鉄鋼の表面硬化を目的とした窒化処理では、表層中で非常に微細な特定元素の集合体(元素クラスター)が生成し、表面硬度が大きく上昇します。このようなナノ析出物は転位の障害として働くと共に、転位の分布の均一化により動的回復を促進しマイルドな加工硬化状態を達成できる可能性があります。理想的には高強度と大きな均一伸びに加えて、居所的に変形が集中せずポイド形成が抑制されることで優れた局部延性も期待されます。今後も、このようなバルクや表面におけるナノ析出物の分散の精緻な制御による高機能化の研究が期待されます。

### ナノ合金炭窒化物を利用した鉄鋼の高強度化

#### 機械部品のプラズマ窒化

#### 元素クラスター



Ti-N ナノクラスターの原子像



### 関西センターの新たな研究テーマである「電子材料用銅合金の開発」に関して、この分野の最近の動向を紹介します。

家電製品、自動車などを構成する電気配線システムには多くのコネクタが組込まれ、その金属端子には電気伝導性の高い銅合金が使用されています。また、コネクタ接合部の接点同士が必要十分な圧力で接触するように、設計荷重に対して適切に変形し破損しないような強度と耐久性も要求項目です。

代表的な銅合金の導電性と引張強度を右下図に示します。家電製品などに使われる一般的なコネクタでは黄銅や青銅が代表的な端子材料となりますが、電源コンセントの端子は接触力を確保するために強度とバネ性が必要とされるので、リン青銅やチタン銅、ベリリウム銅などが用いられます。

近年、パソコンや携帯電話、薄型テレビ、メモ리카ードなどの普及にとともに、端子材料に求められる性能は高まっています。パソコンなど端末機器の外部接続用コネクタ挿入側のジャックは小型化への要求があるため、端子材料には更なる高強度化が求められています。また、メモ리카ードでは脱着時の装着感や挿抜のりかえしから、優れた曲げ加工性と疲労耐久性とが必要で、このため、これらの用途には強度と成型性に秀でた高ベリリウム銅が汎用されています。その一方で、ベリリウム銅は構成元素のベリリウムがアレルギーや発癌などの人的毒性の懸念があること、希少金属であるためコストや継続的使用に不安があることが問題です。

電気・電子製品における最近の動向として、機器の高性能化・多機能化の流れは今後も続くと考えられます。これらの製品に共通する部品に対する要求は、「小型化・軽量化(高強度化)」、「定格電流の増加(高導電率化)」であり、加えて「安全性」、「安定供給性」が挙げられます。特に後者2つの要求に対して、ベリリウム銅以外の高強度銅合金の登場が切望されています。これを受けて、最近ではコルソン系合金を中心とした材料開発が盛んです。当センターでは、チタン銅合金を高導電率化するアプローチによってベリリウム銅に匹敵する材料の実現に成功しています。

ナノ組織制御材料創成分野 千星 聡 講師

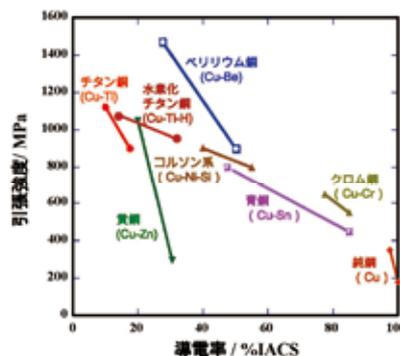


図:各種銅合金の強度と導電性。導電性は室温における純銅の導電率 ( $5.8 \times 10^7 / \Omega \text{m}$ ) を基準とした割合 (%IACS: International Annealed Copper Standard) で表しています。



## イベント報告 Close up!

### ■ものづくり基礎講座(第27回技術セミナー) 「次世代金属材料「金属ガラス」研究開発の最新動向」(2月1日(水))

標記の講座を2月1日にクリエイション・コア東大阪にて開催いたしました。東北大学金属材料研究所牧野彰宏教授による「金属ガラスの基本特性と磁性材料への応用研究例」、同関西センター網谷健児准教授による「関西センターにおける産学官共同研究への取り組み」、ほか金属ガラスに関する最新の実用化開発研究事例2件が紹介されました。講演後には活発な質疑応答がなされ、とくに高性能で省エネルギー効果の大きな新規・磁性ナノ粒子分散アモルファス合金に対する期待の高さが際だったセミナーでした。



### ■大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム 第2回セミナー ～「接合と界面」を考える～ (2月3日(金))

2月3日(金)大阪府立産業技術総合研究所にて大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアムセミナーと大阪府立産業技術総合研究所の見学会を開催いたしました。セミナーでは、英国接合・溶接研究所(TWI)よりDr. Wylde氏から摩擦撹拌接合(FSW)の最新動向を講演頂きました。さらに3つの技術シーズの紹介、産学官連携事例の講演があり、活発な討論が行われました。また、セミナー終了後、交流会が行われ、情報交換が行われました。



### ■ものづくり基礎講座(第28回技術セミナー) 「金属の魅力を見なおそう 第二回 銅」 (2月8日(水))

標記の講座を2月8日(水)にクリエイション・コア東大阪にて開催いたしました。関西センター正橋教授による「チタンの基礎」の講演に引き続き、三菱マテリアル株式会社鈴木竹四氏による「銅及び銅合金の溶解・鑄造、加工、熱処理のお話」、住友電気工業株式会社中井由弘氏による「導電材料としての銅・銅合金について」、社団法人日本銅センター斎藤晴夫氏による「銅の殺菌特性の活用について」をそれぞれご講演頂きました。当日は定員をこえる40名の参加を頂き、講座後も個別に講演者と質疑応答が交わされました。なお、正橋教授の発表図面と解説は関西センターHPIにアップしましたので、ご活用ください。



### ■大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム 第3回セミナー ～「ミリ・マイクロサイズの金属材料とその加工および評価」～ (3月1日(木))

3月1日(木)兵庫県立大学にて大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアムセミナーを開催いたしました。セミナーに先立って兵庫県立大学の最新装置の見学会が行なわれました。次いで多数の参加者の下、6件の講演と1件の特別講演があり、薄膜、薄板、細線、金属粒子等を対象としたミリ・マイクロサイズの金属材料技術に関する最新の話が提供されました。また、セミナー終了後、交流会が行われました。



## 金研関西センター News ナノ組織制御材料創成分野(高杉研究室)に講師着任



千星 聡 講師  
Satoshi Semboshi O型・双子座

2001年東北大学工学研究科博士課程材料加工プロセス工学専攻修了。博士(工学)。  
2003年大阪府立大学工学研究科助手。その間、ゲッティンゲン大学材料物理研究所在外研究員(2007年)として活動。2009年より東北大学金属材料研究所講師に着任。2012年3月から現職。  
(専門)金属材料の合金設計・加工プロセス、透過型電子顕微鏡による組織構造解析。

### 編集後記

先日、久しぶりに家電量販店をぶらつきました。商品そのものよりも「BD-RとBD-REの違い」や「LEDモジュールの寿命」など、天井からぶら下がった説明パネルに感心しました。平易な文章と判り易い図を使って難解な「しくみ」が解き明かされ、そのプレゼン術には学ぶべき点があります。もう一つの収穫は、家庭用の太陽光発電パネルによる一般家庭の年間発電量が、仙台と大阪で大差がない点でした。理由を店員に尋ねたら太陽電池の多結晶シリコンは熱に弱く、日照温度が高いからといって発電量は増えるわけではないという説明でした。また単結晶やアモルファスシリコンは熱に強いものの価格が高いとのこと。こういう話を聞くと、コストと住宅屋根への負担を理由に、早期購入には慎重にならざるをえないでしょう。学会での難解な解説とは一味違い、街で見聞する解説は心地良く頭に入りそうです。

環境・エネルギー材料分野  
教授 正橋 直哉



「蓮華草」花言葉：心が和らぐ、苦しみを和らげる

### 東北大学金属材料研究所



編集・発行

#### 附属研究施設 関西センター

<http://www.kansaicenter.imr.tohoku.ac.jp/>

Email: [kcoffice@imr.tohoku.ac.jp](mailto:kcoffice@imr.tohoku.ac.jp)

#### 大阪オフィス

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-2  
大阪府立大学 地域連携研究機構8F  
TEL 072-254-6372 FAX 072-254-6375

#### 兵庫オフィス

〒671-2280 兵庫県姫路市書写2167 兵庫県立大学  
インキュベーションセンター2F  
TEL 079-260-7209 FAX 079-260-7210

#### 仙台オフィス

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
TEL 022-215-2124 FAX 022-215-2126

#### MOBIO (クリエイション・コア東大阪)

〒577-0011 東大阪市荒本北1-4-1 (南館2F-2207室)  
TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385