



第84回 金研夏期講習会  
(左 高梨弘毅 所長)



「シラサギ」  
兵庫県姫路市「市の鳥」



「モズ」  
大阪府堺市「市の鳥」



薬菜山とススキ野 (宮城県加美郡加美町)

猛暑が過ぎ、秋の気配を感じる時節となりました。この夏の高校野球は大阪代表の優勝で幕を閉じましたが、北信越や東北代表の健闘が印象的でした。大阪で暮らしていると、野球に興じる子供が東北より多いことに気づきます。住宅街や公園で壁に向かってボール投げをする子供から、日曜の早朝に少年野球に励む子供まで、いわゆる底辺の野球人口の多さを実感します。高校野球の地域差は、気候のハンデキャップ以外に、野球の面白さを身近に感じる環境の違いが関与すると思います。昨年のペナントレースは在仙チームが優勝し、観客動員数が昨年より12%増加しました。野球への距離感が縮まり、部活やスポーツ少年団に野球を選ぶ子供が増えているそうです。私達の産学官連携業務も、皆さんに親近感を持って頂くことが大切で、そのためには大学人にありがちな独善と狭量は戒めなければなりません。皆様方との実り深き交流を期待しています。

## 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 / 「いろいろ使える超音波反応場」  
環境・エネルギー材料分野  
正橋 直哉 教授・水越 克彰 特任准教授  
「金属ガラスの微細成形に及ぼす濡れ性の解明」  
次世代機能材料分野  
早乙女 康典 教授・網谷 健児 特任准教授  
福田 泰行 教育研究支援者

### 3ページ

トピックス / 「非球面レンズと構造解析の最先端」  
先端分析技術応用分野 今野 豊彦 教授  
イベント報告 / ものづくり基礎講座 (第38回、39回技術セミナー)  
第84回 金研夏期講習会、材料フェスタ in 仙台

### 4ページ

イベント報告 / 東北大学産学連携先端材料センター開所式および内覧会  
金研関西センターNews / 技術相談の回答がテレビで放映  
イベント案内 / ものづくり基礎講座 (第40回技術セミナー)  
編集後記 / 低炭素社会基盤構造材料分野 古原 忠 教授

## いろいろ使える超音波反応場

### 環境・エネルギー材料分野

正橋直哉 教授・水越克彰 特任准教授

当室では超音波の化学作用について研究を行っています。高出力の超音波を溶媒中に照射した際に生じる微小な気泡は、崩壊時に高温・高圧の局所反応場を形成し(キャビテーション現象)、これが特異な超音波化学反応の起源とされています。崩壊時の温度は例えば3400-3700Kにもなり、溶媒である水に加え、溶質として添加した種々の有機化合物もここで分解されます。この現象を用いれば有害物質の分解が可能であり、環境保全に応用できます。

貴金属イオンを含む水溶液に超音波を照射すると、上述の分解生成物によってイオンが還元されます。界面活性剤などの保護剤を含む系では安定な貴金属ナノ粒子分散液が得られます(図1)。これまでに同法を用い2種類の貴金属からなる合金ナノ粒子の合成についても成功しています。筆者らの考案したこの超音波還元法は、液相でのナノ粒子の合成法のひとつとして広く知られるようになりました。

ナノ粒子は触媒やセンサー材料、光学材料等への応用が見込まれますが、溶液中に分散させた状態ではなく、土台となる担体に固定化できればより実用性が高まります。粉末状の担体の存在下で上述の超音波還元を行うと、生成した貴金属ナノ粒子を担体表面にワンポットで固定化できます。本法は水素還元等の高温プロセスを含まず加熱による担体へのダメージがないので、アルミナやチタニアといった金属の酸化物だけでなく、ポリマー等熱に弱い担体にも適用可能です(図2)。また固定化された粒子が加熱によって焼結・サイズ成長する懸念も少ないことや、生成物が分散性に優れる点でも、一般に担体への貴金属ナノ粒子の固定化に利用される含浸法と一線を画します。

加えて固定化される粒子のサイズと数の両方を制御することが可能であり、既存の材料の機能化・表面の改質に適した方法です。

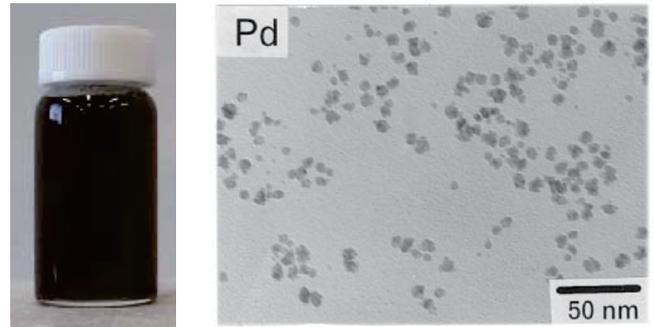


図1 超音波還元法で作製したパラジウムナノ粒子分散溶液(左)とナノ粒子の透過型電子顕微鏡像(右)

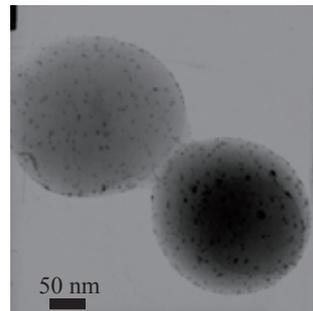


図2 超音波還元法でポリメタクリル酸メチル粒子の表面に固定化したパラジウムナノ粒子

このように環境保全からナノレベルのものづくりまで多様な可能性を秘めた超音波反応場にご興味を持っていただければ幸いです。超音波化学の詳しい説明は当室ホームページ(<http://polar.imr.tohoku.ac.jp/>)の「資料館」をご参照ください。

(担当者:水越)

## 金属ガラスの微細成形に及ぼす濡れ性の解明

### 次世代機能材料分野

早乙女 康典 教授・網谷健児 特任准教授・福田泰行 教育研究支援者

アモルファス合金である金属ガラスは、結晶金属に比べて低ヤング率で高強度であり、耐食性や磁気特性に優れるため、その特長を生かした微小部品の開発が行われています。金属ガラスの加工には、溶湯から急冷凝固する鑄造法や、過冷却液体域(ガラス転移から結晶化までの温度域)における粘性流動を利用した成形加工法が用いられています。鑄造法では、 $\eta=10^{-2}$  Pa·s程度の粘度を有する溶湯を金型キャビティに充填し、臨界冷却速度以上の速さで急冷して所望の形状を作製します。一方、成形加工法では、 $\eta=10^6\sim 10^{10}$  Pa·s程度の粘性流動を利用して行います。両加工法とも、構成原子がランダムに存在した液体状態のまま冷却されてアモルファス固体になるため、微細な形状転写性に非常に優れています。しかし、こうした粘性流動がマイクロから特にナノメートル寸法領域になると、金型材料に対する金属ガラスの濡れ性(接触角)や表面張力といった界面の効果が成形性に大きく影響を及ぼすことになるため、我々は金属ガラスの界面特性を考慮したマイクロ鑄造法の確立や微細成形性に関する研究を行っています。

金属ガラスの濡れ性は図1に示した装置を試作して評価しており、真空中で加熱された試料の固相~液相での形状変化をチャンパー外部からCCDカメラで撮影し、画像計測によって接触角や表面張力を定量的に評価します。また本装置では、ソレノイドによって圧縮応力を試料に与えることにより、過冷却液体域における高粘性の金属ガラスの変形挙動を観察することもできます。図2は質量0.1gのPd基金属ガラス(融点530℃)を本装置で800℃に加熱した場合の観察像です。

これより、図2中に示したBashforth/Adamsの式(1)を用いて表面張力を求めると、 $\gamma=1.8$  N/mとなりました( $b$ 及び $\beta$ は $x/z$ ,  $x'/z'$ から得られる定数)。純金属の表面張力は一般に融点と相関し、例えばPd基金属ガラスと同等の融点を有する純PbやMgでは $\gamma=0.5$  N/m程度であることから、金属ガラスの表面張力は純金属に比べて大きいことが分かります。図3には、図2の観察像から得られた接触角 $\theta$ の測定結果を示しました。基板材料は、溶解するつばや鑄型に用いられる材料です。銅は界面で金属ガラスとの反応が発生するため接触角が低下します。一方、セラミックスやカーボン(IG11, GP1B)では $\theta=150\sim 160^\circ$ となり離型性に優れた材料といえます。しかし、実験後の基板表面には、金属ガラスの僅少な吸着が観察されるものもあり、鑄造用部材等に用いる場合には考慮する必要があります。

今後は雰囲気や金属ガラス組成と基板の材質が濡れ性に及ぼす影響についても検討を進め、金属ガラスの界面の効果を考慮した流動特性を把握し、鑄造や成形加工のプロセス開発を進めていきます。

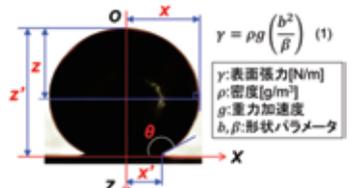


図2 SiO<sub>2</sub>基板上の熔融状態におけるPd基金属ガラスの静滴形状

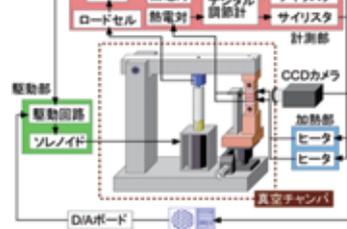


図1 金属ガラスの濡れ性評価装置

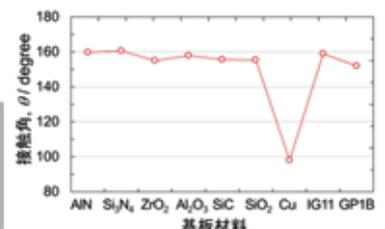


図3 種々の基板材料におけるPd基金属ガラスの接触角 $\theta$

(担当者:福田)

# トピックス 非球面レンズと構造解析の最先端

地球上の生物がもっている五感の一つに「見る」ことがあげられます。眼は精巧な光学機器といえますが、その中で角膜と水晶体が凸レンズの役割を果たしています。特に後者は周囲の筋肉によって焦点距離を変化することができる可変焦点レンズです。また最近の携帯電話には必ず装着されているカメラや、レーザーで読み取るCDやDVDなど、われわれの周りには光学系が満ち溢れています。

その昔、ガラスや水晶からレンズを作るためには、丸いおわん形状の内側を研磨面とした機械的加工が一般的でした。これは曲率が一定であるためにガラス等の表面を磨くことが容易だったことが大きな要因です。一方、宇宙からの電波を一点に集中させるためにはパラボラアンテナが必要なことからわかるように、球面では正確なレンズ作用をもたらすことができません(パラボラ=放物面)。このような球面レンズが有する致命的な欠陥は「球面収差」と呼ばれています。

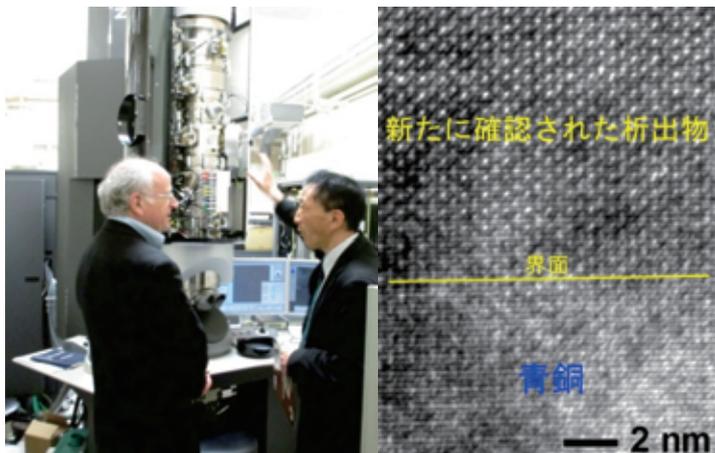
この誤差を補正する研究は17世紀のデカルトやホイヘンスの時代からなされてきましたが、非球面レンズを作成することは技術的にきわめて困難で、天体望遠鏡や特殊なカメラに一部用いられていただけでした。ところが、20世紀後半になって加工技術が長足の進歩をとげ、近年、メガネなどにも非球面レンズが用いられるようになってきたのはご存じのとおりです。

さて、材料の開発には原子がどのように並んでいるかを知ることが必要なのですが、波である光の波長は数千分の1ミリメートルであり、さらにその数千分の1の間隔で並んでいる原子の配列を観ることはできません。(詳細は省きますが、光学系の分解能は用いる光の波長の長さ程度です。)このために波長の短いX線や電子線を用いる必要があります。20世紀の前半には電子顕微鏡が誕生しました。

高校の物理でも習ったように、電子線は静電気や磁石の力で曲げる

ことができ、レンズとして機能させることが可能です。ところが、このレンズは球面収差の極めて大きなものでした。しかし近年、電子顕微鏡の世界でも収差を補正する技術が実用化され、ちょうどメガネ屋さんの店頭にも非球面レンズを用いたメガネが並ぶ時代に、材料を観察する技術も大きな変化を遂げたのです。

人類最初の合金である青銅の中にさえ、未知の世界が溢れており、このような新しい解析技術を用いて真実が解き明かされています。これらの装置は東北大学のナノテク融合技術支援センター(<http://cints-tohoku.jp/>)を通して、広く企業の方々にも開放されており、リピーターとなる利用者の方々が多数おられます。ぜひ、ご利用ください。



東北大学に初めて導入された収差補正電子顕微鏡(左は国際顕微鏡連合会長のカーター教授)と人類最初の実用合金である青銅に存在する析出物

先端分析技術応用分野 今野豊彦 教授



## イベント報告 *Close up!*

### ■ものづくり基礎講座 (第38回 技術セミナー) 「金属ガラスの実用化、商業化の現状と展望」 (7月8日(火))

金属ガラスの商業化に取り組んでいる12の企業を含め、14件の講演が行われました。合金の開発と箔、粉、棒、板材への商品化、金属ガラス特有のノウハウが盛り込まれた溶解、急冷凝固装置、粉末成形の量産ライン、子ネジや偏心ローター、ギヤードモータ、トルクセンサーや燃料電池集電板、等々の製造、特性、今後の課題について、午前10時から途中、製品・機器、ポスターの展示と個別相談の時間を挟み、午後5時(交流会~6時)まで94名の参加者を得て、熱気にあふれたセミナーとなりました。

(早乙女 康典 教授)



### ■ものづくり基礎講座 (第39回 技術セミナー) 「金属の魅力をみなおそう 第二弾 プロセス・技術編 第二回 鍛造」 (7月30日(水))

標記の講座をクリエイション・コア東大阪にて開催しました。関西センター正橋教授による「鍛造の基礎」に続き、独立行政法人造幣局研究所 山 義則氏による「ものづくりから見た貨幣」、日鐵住金株式会社 岡方義則氏による「鉄道用車輪の製造プロセス」を講演頂きました。今回は「プロセス技術」に焦点をあてた連載講座の第二回でしたが、応用事例の二講演は、共になかなか伺うことのできないお話しで参加者から好評を頂きました。当日は前回に続き定員を超える53名の参加があり、盛況に終えることができました。なお正橋教授の発表図面と解説は関西センターHPIに近日中にアップしますので、ご活用下さい。

(正橋直哉 教授) (左から 山 氏、正橋 教授、岡方氏)



### ■第84回 金研夏期講習会 (7月28日~30日)

第84回 金研夏期講習会が三日間にわたり開催されました。今回は講義を「材料フェスタ in 仙台」に共催する形で国際センターで行い、最終日は金属材料研究所にて実習を6つのテーマで実施いたしました。企業、公設試、大学等という幅広い機関層から合計31名の参加があり、講師陣としても関西センターから4名の教授が加わり、本所の伝統である「産業は学問の道場なり」を強く印象づけた三日間となりました。

(今野豊彦 教授)



(早乙女教授の講義の様子)

### ■日本が誇るマテリアルの世界 材料フェスタ in 仙台 (7月28日~29日)

本フェスタは、高校生から大学院生までを主たる対象にし、日本が世界に誇るマテリアル技術の素晴らしさと将来の競争力を強くアピールすることで、将来を担うマテリアル系研究人材の底上げを図る取り組みとして、東北大学、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構の主催で仙台国際センターにて開催されました。学生のプレゼン、企業展示、大学・国研の研究リーダーや企業の研究トップの講演など非常に力が入った盛り沢山な内容で、二日間で延べ2,640名(学生968名)の参加が有り、盛況の内に終了しました。参加した学生諸君のアンケート回答でも、材料技術の重要性や高い将来性、材料技術者の情熱を感じたなど、好評であったこと報告いたします。

(古原 忠 教授)





## イベント報告 *Close up!*

### ■東北大学産学連携先端材料センター（MaSC）開所式および内覧会（9月2日(火)）

当センターは未来の先端材料の研究開発を産学連携で切り開き、東北から世界に発信することをスローガンに金研、多元研、流体研と大学本部の連携によって今年1月発足しましたが、この度センター施設が竣工したことを記念し、本行事が執り行なわれました。当日は里見総長はじめ大学理事の先生方、文科省、経産省からのご来賓、地元を含む全国の企業関係者など沢山の方にお集まりいただき、盛況な開所式となりました。内覧会ではセンターで推進される12の産学連携プロジェクトと共通機器の見学が行われました。まだ設備導入や研究開発もこれからですが、金研もセンター運営と研究推進に重要な役割を果たしていきますので、ご支援のほどよろしくお願い致します。

(古原 忠 教授)



## ● 金研関西センター News ●

### 技術相談の回答がテレビで放映

TBSテレビ系列で放映された「巨大化実験特番」において、当センターが受けた技術相談が放映されました(8月16日(土)19時)。番組では巨大なポイで沢山の金魚を掬いたいという子供の願いをかなえるために、掬い枠の材質と、現実的に取り扱いが可能なサイズについての解説を担当しました。ポイのサイズが大きくなるほど、水との接触面積が大きくなりますから、水圧に耐える紙とそれを支える枠材の選択がポイントとなります。局側の事前調査でプラスチック枠が製造上困難であったため、金属素材の推薦を依頼され、アルミニウムを紹介しました。番組では関西センター正橋教授の解説が放映されました。



## イベント案内 *Close up!*

### ■ものづくり基礎講座（第40回 技術セミナー）「金属の魅力をみなおそう 第二弾 プロセス・技術編 第三回 溶接・接合」（10月31日(金)）

素材を製品に仕上げる際に、必ず必要な工程に溶接・接合があります。今回は、溶接・接合の基礎に続き、造船を中心とした様々な溶接に関するトピックスと、新接合技術として最近実用になった摩擦攪拌接合について、企業の方から判りやすく御講演いただきます。皆様奮ってご参加下さい。

日時:2014年10月31日(金) 午後2時から

場所:MOBIO(クリエイション・コア東大阪) 南館3階 技術交流室A

講演Ⅰ「溶接・接合の基礎」 東北大学 金属材料研究所 関西センター 正橋直哉

講演Ⅱ「造船における各種金属と溶接施工法について」(副題 近年話題のLNG船と巡視船を中心に)

三井造船株式会社 玉野艦船工場 艦艇部 技術開発グループ 伊藤健治 氏

講演Ⅲ「摩擦攪拌点接合法の開発とその適用例」

川崎重工業株式会社 技術開発本部 システム技術開発センター 大橋良司 氏

## 編集後記

この夏を過ごすのは、昨年同様の猛暑や豪雨などで、全国的にいろいろ大変であったことと思います。景気の動向については、増税の影響もあり、素人目には今でも回復状況にあるかどうかよく分かりませんが、新しい展開を考えること、それに前向きに取り組むことは、大学でも企業でも変わらず重要な姿勢だと思えます。未来開拓事業のような政府関係の大型研究予算でも、新しい研究技術開発が引き続き出口を見据えて推進されています。関西センターの活動も、その前の大阪センターから数えて早8年半になりました。

金研では再来年6月に創立百周年を迎えますが「産業は学問の道場なり」の言葉に代表される実学を尊ぶ本多スピリットを持って産官学連携を引き続き推進して行きます。皆様方には、関西センターの活動も含め、ご支援をいただけましたら幸いに存じます。どうぞよろしくお願い致します。

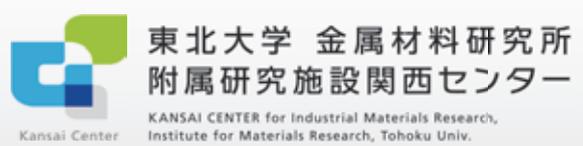
低炭素社会基盤構造材料分野

古原 忠 教授

(兼:金研・産官学連携推進室長)



大阪府立大学地域連携研究機構棟前



編集・発行

http://www.kansaicenter.imr.tohoku.ac.jp/  
Email : 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