



ものづくり基礎講座
第40回技術セミナー
MOBIO(クリエイション・コア東大阪)
大阪府東大阪市



「なにわの育」
大阪府立大学 生命環境科学部
共同開発 古代米酒



「萩丸」
東北大学大学院
農学研究科企画
特別純米酒

愛宕神社（宮城県仙台市太白区）



新年おめでとうございます。本年も宜しくお願い申し上げます。昨年の秋に、仙台で小学校の学会会を観る機会がありました。劇中、子供らしいさりげないジョークがあり、声をあげて笑った私は周りから浮いてしまいました。9年間の大阪生活で、大阪の笑いの文化に順応したのかもしれません。関西、特に大阪は大人も子供も日常会話が軽妙なキャッチボールで、互いに笑いを取ることを楽しみ、笑いが根付いています。一方、過酷な自然との闘いを強いられてきた東北人にとって、日常の笑いの頻度は関西より圧倒的に少なく、あたかも特別なイベントまで取っておく大事な行為の様ですが、その時が来ると大きく弾けます。笑いの文化に地域差はありますが、笑いは緊張をほぐし気持ちを豊かにします。「笑う門には福来る」という格言にあるように、明るく、楽しく、そして変化を恐れずに、産学官連携活動に取り組むことで、関係する人々に幸福をよび込みたいと思います。

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 /

「強くて、硬くて、綺麗な銅合金」

メゾスコピック組織制御工学分野

岩瀬 彰宏 教授・千星 聡 特任准教授

「析出強化相の透過電子顕微鏡観察」

先端分析技術応用分野

今野 豊彦 教授・木口 賢紀 准教授・濱岡 巧 助教

3ページ

トピックス / 「インプラントチタン合金の表面処理の研究」

環境・エネルギー材料分野 正橋 直哉 教授

イベント報告 / ものづくり基礎講座(第40回、41回技術セミナー)

4ページ

イベント報告 / 日本塑性加工学会 接合・複合分科会第5回

技術者育成セミナー、ビジネス・エンカレッジ・

フェア 2014

編集後記 / 革新グリーン材料設計分野 山崎 徹 教授

強く、硬くて、綺麗な銅合金

メソスコピック組織制御工学分野

岩瀬 彰宏 教授・千星 聡 特任准教授

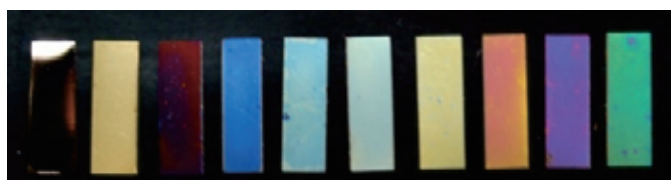
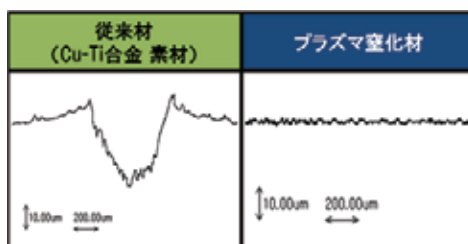
時効析出型Cu-Ti希薄合金(Ti量: 3~6 mol%)は優れた力学特性を有するため、電子機器の通電用接点材料として実用されている。最近では、用途拡大のため、高強度化だけでなく高導電率化や耐摩耗性向上などのニーズもある。耐摩耗性を改善する手法としてプラズマ窒化法が挙げられる。プラズマ窒化では、高温中でプラズマ化された窒素イオンが被処理材に含有される元素と反応して、表面近傍に硬質な窒化物相が生成する。これに起因して表面硬化が起こる。本手法は主に鉄鋼材料やチタン合金の表面硬化技術として認知されているが、一方、銅および銅合金には不適切とされている。それは、銅が窒素との親和性が低いためである。本研究では、実用の時効析出型Cu-Ti合金にプラズマ窒化を適用し、その表面硬化の可能性を検討した。

時効析出型Cu-Ti合金は一般的に850℃程度の一次固溶体域で溶体化後に急冷した後、450℃近辺で時効する工程を経る。実用的観点では、プラズマ窒化は溶体化と同時に進められるのが好ましい。このため、本研究では850℃でのプラズマ窒化を試みた。850℃でプラズマ窒化すると試料表面が黄金色に変色する。これは最表面にTiN(黄金色)が厚さ数100nmで生成したためである。TiNは硬質であるため、プラズマ窒化材では表面の耐摩耗性が飛躍的に向上する。例えば、図1に往復摩耗試験後の試料表面プロファイルを示す。従来材では摩耗試験により30μm以上の凹みができるのに対して、プラズマ窒化材ではほとんど摩耗はみられない。

プラズマ窒化材を引き続き450℃程度で時効すると、従来材と同様に時効析出硬化が起こるため、基板Cu-Ti合金の強度も向上する。また、時効条件を制御すると表面の色彩を様々に変化させることも特徴である(図2)。このように、Ti組成の希薄な時効析出型Cu-Ti合金であってもプラズマ窒化の利用により、「合金本来の優れた機械的特性」を発現させながら、「耐摩耗性」と「意匠性」を付与することが可能となる。

現在は、プラズマ窒化したCu-Ti合金の応力緩和性、疲労特性、耐環境性など実用的な力学特性を確認しながら、用途開発を進めている。

【図1】プラズマ窒化したCu-Ti合金での耐摩耗試験後の断面プロファイル。従来材では耐摩耗試験により大きな痕跡が残るが、プラズマ窒化材では摩耗痕は全く残らず、逆に相手材(高炭素クロム工具鋼)が摩耗した。



【図2】プラズマ窒化-時効により調性したCu-4 mol% Ti合金の外観写真。プラズマ窒化前は銅色を呈するが、プラズマ窒化では金色。その後の時効によって、赤、青、黄色、紫、緑などと様々な色彩になる。

(担当者: 千星)

析出強化相の透過電子顕微鏡観察

先端分析技術応用分野

今野豊彦 教授・木口賢紀 准教授・濱岡巧 助教

アルミニウム合金ダイカストJIS ADC12は铸造性に優れ、鋳肌が美しく軽量であり、また大量生産に向くなどの特徴があることから、その生産量の8割以上が自動車用部品に用いられています。普通ダイカスト法により铸造された製品に対しては高温での熱処理ができないため鋳放しのまま用いるか、もしくは比較的低温での時効処理のみが行われますが、近年開発されたスクイズキャストなどの特殊ダイカスト法により铸造された製品に対しては、高温での溶体化熱処理により銅、マグネシウムなどの合金元素をアルミニウム中に固溶させた後に時効処理を施すことで、材料の機械的性質を大きく向上させることができます。高強度のアルミニウム合金ダイカストADC12は、強度が要求されるエアコンプレッサ部品などへの適用が期待されます。熱処理により強度が向上するメカニズムは、ADC12のアルミニウム相の中にナノスケールの大きさの析出物が形成することです。こうした析出物の形態や分布、ならびに結晶構造を知ることは、材料の析出強化機構の理解に欠かせません。当研究室では透過電子顕微鏡による組織観察を主な研究手法として用いることにより、ADC12の析出強化に関わる析出相の解明に取り組んでいます。例として溶体化処理後に180℃で4時間の時効処理を施した場合には、断面形状の異なる2種類の針状析出物が観察され、これらがADC12の析出強化の要因となっていることがわかりました(図)。

これらの2種類の析出物はその電子顕微鏡像および電子回折パターンと組成分析の結果から、それぞれAl-Cu-MgクラスタとS''相であると考えられます。

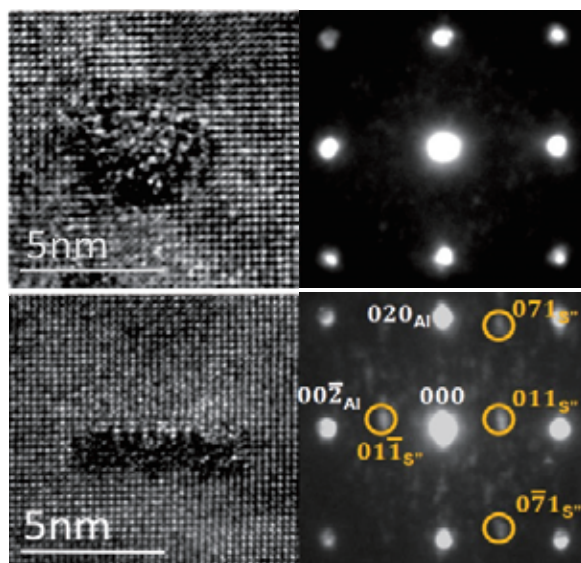


図) 溶体化処理後に180℃で4時間まで時効処理を施したアルミニウム合金ダイカストADC12のアルミニウム相に形成した2種類の析出相の高分解能電子顕微鏡像とナノビーム電子回折パターン。

本研究で用いたスクイズキャストADC12はホウセイ工業株式会社よりご提供いただきました。

(担当者: 濱岡)

トピックス インプラントチタン合金の表面処理の研究

人工股関節手術に代表される骨埋入型インプラント材には、強度と加工性、そして耐食性を備えた金属材料が使用されています。生体内では金属は摺動摩耗や体液中への溶出により、生体に対し悪影響を及ぼすことが知られています。また金属製インプラント表面に新たな細胞が成長するためには骨原性細胞の遊走や増殖を促す骨伝導性を付与する必要があります。人工股関節における大腿骨側ステムに高弾性材料を使用すると、材料に荷重が偏るため大腿骨近位部に廃用性骨萎縮が生じ、この現象は応力遮蔽(Stress shielding)と称されています。応力遮蔽によって生じる大腿骨近位部では、骨萎縮によるインプラント周囲の骨折やゆるみを引き起こします。そこで、筆者の属するグループではこの問題を解決するために、骨に近い弾性率を有し細胞毒性が小さい金属元素からなる新しいチタン合金としてTiNbSnを開発しました。この合金は40 GPa程度の低弾性率を示すことに加え、実用インプラント合金であるTi6Al4Vと同程度の強度と生体安全性を有します。人工股関節インプラントには、強固でより迅速に骨と固着させる表面が必要で、一般にはサンドブラストやポーラスコーティング、ハイドロキシアパタイトコーティングが臨床応用されます。ハイドロキシアパタイトコーティングは、骨の無機成分とほぼ同じ組成を持つことから、早期の骨固着が可能と言われ、プラズマプレー法が用いられます。しかし、同法では熱印加によりハイドロキシアパタイト(HAp)が改質し、Ti合金との密着強度が不十分であることが課題とされています。

そこで当室では骨伝導性が高く生体に対して安全なTiO₂を、新たに開発した生体に優しい低弾性TiNbSn表面に陽極酸化で成膜し、その骨伝導性を東北大学医学部との共同研究で調べています。なお、陽極酸化処理を施しても、TiNbSn合金の低ヤング率は維持されることを確認しています。陽極酸化の電解液には酢酸水溶液を使用し、陽極酸化後に80℃の温水中で48h保持します。このような処理を施した試料を37℃の擬似体液(体液成分に模した人工的に作成した液体)に7日間浸漬したところ、図1のような粒状の析出物を観察できました。この物質をX線光電子分光

装置(XPS)という表面分析にて解析の結果、CaやPを検出でき、薄膜X線回折結果とあわせ、陽極酸化膜の表面はHApを形成していることが明らかとなりました。温水中の浸漬は、表面水酸化物イオンの陽極酸化膜への吸着を促し、その結果、負に帯電した表面に疑似体液中のMg²⁺やCa²⁺などの陽イオンを引きつけることでHApを生成したと考察しています(図2)。現在、このような温水処理を施した陽極酸化TiNbSn合金を動物に埋め込んだ実験を実施中ですが、埋め込み3週間後の引抜き試験を行ったところ、陽極酸化を施したインプラント材の方が施していない場合よりも高い引抜き強度が得られ、新しい骨組織との高い密着性がうかがえます。引き続き、長時間埋め込んだ場合の機能評価と、更なる機能向上を目指した研究を実施しています。

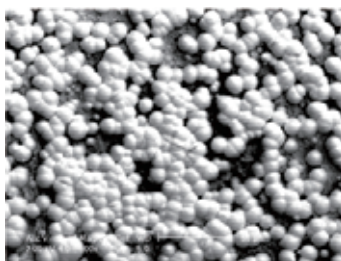


図1 温水処理を施したTiNbSn基板陽極酸化の疑似体液浸漬後の表面組織。表面分析の結果、粒状組織はHApであることが判明

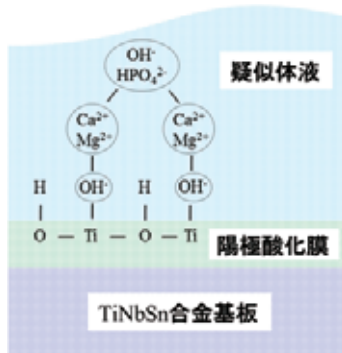


図2 温水処理を施したTiNbSn基板陽極酸化TiO₂は、疑似体液中で水酸化物イオンが吸着し、Ca²⁺やMg²⁺などの陽イオンと結びついて、最終的にHApを形成

環境・エネルギー材料分野 正橋直哉 教授



イベント報告 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))

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「溶接・接合の基礎」に続き、三井造船株式会社 伊藤健治氏による「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)」、川崎重工業株式会社 大橋良司氏による「摩擦攪拌点接合法の開発とその適用例」というタイトルでご講演頂きました。応用事例の二講演では、造船と自動車を例に溶接や接合技術がどのように実用されているかを具体的に紹介頂きました。当日は44名の参加があり、盛況に終わることができました。(正橋直哉 教授)



(左から 大橋氏、正橋教授、伊藤氏)

■ものづくり基礎講座 (第41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 第四回 表面処理」(12月2日(火))

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「表面処理の基礎」に続き、トーヨーエイトック株式会社 鐵舂浩彰氏による「プレス金型への表面処理技術」、トーカロ株式会社 伊藤義康氏による「過酷環境に向けたスーパーコーティング」というタイトルでご講演頂きました。鐵舂氏の御講演は、自動車金型や工具などへのCVDとPVDについて、伊藤氏の御講演では各種の現用溶射プロセスや萌芽研究をご紹介いただきました。当日は33名の参加があり、盛況に終わることができました。(正橋直哉 教授)



(左から 伊藤氏、正橋教授、鐵舂氏)



イベント報告 *Close up!*

■日本塑性加工学会 接合・複合分科会 第5回技術者育成セミナー

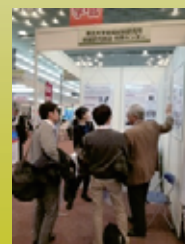
「接合・複合技術と3Dプリンタによるものづくりの革新技術」(10月14日(火))

表記のセミナーが兵庫県工業技術センター、技術交流館にて開催されました。関西センター早乙女教授による「金属ガラスとその接合技術」、兵庫県立大学大学院原田教授による「金属/樹脂積層板の深絞り成形性」、兵庫県立工業技術センター兼吉主席研究員による「アディティブマニュファクチャリング、3Dプリンタによるものづくりの革新技術」の講演の後、同所の樹脂積層型三次元造形装置を使用した造形実習、および造形物の3次元形状測定の実習が行われた。当日の実習に先立ち、各参加者は、関西センター福田教育研究支援者の支援のもとにオリジナル3Dデータを準備し、積層造形実習に供した。実習中にも、熱心な質疑応答がなされ、3Dプリンタの実体験に参加者全員の熱気に包まれたセミナーであった。(早乙女 康典 教授)



■ビジネス・エンカレッジ・フェア 2014 (先進技術を発信。～関西から新たな未来を～) (12月9日(火)～10日(水))

12月9日(火)と10日(水)の二日間にわたり、池田泉州ホールディングス 池田泉州銀行主催のビジネス・エンカレッジ・フェア2014が大阪国際会議場(グランキューブ大阪)にて開催され、関西センターから共同研究先の企業との研究成果である試作品の展示5件と、パネルを用いた関西センター紹介を行いました。フェアには6,700名(主催者発表)の方が来訪し、関西センターブースにも多くの企業の方が立ち寄って下さり、盛況のうちに終えることができました。(正橋直哉 教授)



編集後記

近年、様々な異常気象が続いたこともあって、環境・エネルギー分野への関心が急速に高まっています。平成26年7月には兵庫県でも、尼崎市に水素ステーションが設置され、12月には量産型の水素燃料電池自動車の販売が開始されるなど、いよいよ、次世代水素エネルギー社会の実現への歩みが始まったように感じられます。このような社会状況の中、材料工学の占める役割はますます重要となっています。水素発生電極材料、水素吸蔵材料はもとより、省エネルギーを支える様々な高機能性材料の開発等々、水素エネルギー社会を実現するためには材料工学の分野で解決すべき問題が山積しています。

金研関西センターは、産学官連携による新材料開発を目指して活動しており、今後、益々、社会からの期待も高まってくるでしょう。新年を迎えるにあたり、新しい気持ちで、本センターの未来の姿を考えてみたいと思っています。

(平成26年12月)

革新グリーン材料設計分野
山崎 徹 教授



愛宕神社大鳥居



東北大学 金属材料研究所
附属研究施設関西センター

KANSAI CENTER for Industrial Materials Research,
Institute for Materials Research, Tohoku Univ.

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