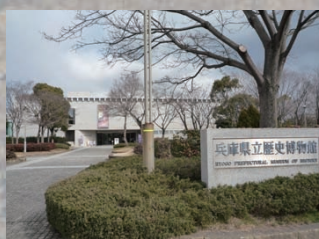




ものづくり基礎講座
第34回技術セミナー
クリエイション・コア東大阪
大阪府東大阪市



兵庫県立歴史博物館
兵庫県姫路市



堺市博物館
大阪府堺市堺区



菜の花まつり in ひまわりの丘 (宮城県大崎市)

金属材料研究所の創設者である本多光太郎博士は、我が国に物理冶金学を開いた物理学者です。1917年に強力な磁石鋼を開発し、研究所設立にご支援を頂いた住友家に敬意を表して、住友家当主のイニシャルに因み「KS鋼」と命名しました。こうした縁もあり、本所と大阪とは浅からぬ関係があります。本多博士は所員や学生を同伴して、度々大阪府内の金属を扱う企業の支援を行いました。その真意は「産業は学問の道場なり」という本多先生の残した言葉に凝縮され、こうした活動が企業のためだけでなく、ひいては学問の発展にも繋がるとお考えになったと想像します。八十有余年の時が過ぎ、関西圏の金属系ものづくり企業の支援を目的に設立された関西センターは、新年度で3年目を迎えます。本多先生が唱えた企業支援の精神を今一度喚起し、産学官連携活動に尽力したいと考えます。

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 / 「安心安全な社会実現のための材料の形態制御」

応用生体材料分野

中平 敦 教授・佐藤充孝 助教

「ベイナイト・マルテンサイト鋼の強靱化の組織制御」

低炭素社会基盤構造材料分野

古原 忠 教授

宮本吾郎 准助教・紙川尚也 助教

3ページ

トピックス / 「本多先生と金属の熱処理」

環境・エネルギー材料分野 正橋直哉 教授

イベント報告 / 「地域の活性化と産学官連携」シンポジウム

・ものづくり基礎講座(第34回技術セミナー)

4ページ

金研関西センターNews / 退任あいさつ 高杉隆幸 教授

イベント案内 / ものづくり基礎講座(第35回技術セミナー)

編集後記 / 革新グリーン材料設計分野 山崎 徹 教授

安心安全な社会実現のための材料の形態制御

応用生体材料分野

中平 敦 教授・佐藤充孝 助教

超高齢化社会の到来、世界規模で発生している環境汚染や環境破壊をはじめ、我々が共に知恵を出し合い、それぞれが手を取り合いながら乗り越えなければいけない課題が多く存在しています。

当研究グループでは

1. 骨や歯といった硬組織代替バイオマテリアルの研究
2. 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、CO₂削減など、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安全・安心で高いQOLを維持した生活の確保を目指しています。

バイオマテリアル関係では、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や抗菌性材料としてCuやAgを置換した水酸アパタイトに関する研究を行ってきており、環境関連分野ではゼオライトやメソポーラスシリカなどのポーラス材料を用いた光触媒、CO₂分離、土壌および水の浄化に関する研究開発をそれぞれ行っており、合成法も環境負荷の少ない共沈法や水熱法等の水を反応場とする合成プロセスを採用しております。

このようにして合成される材料は、多くが不定形または結晶構造に由来する形状の粉末として得られますが、粉末の形状が実用化やその機能を最大限に発揮するために重要となってきます。特に球状粒子は、流動性、高い充填率、均一な熱伝導、ハンドリング性に優れており、様々な分野で製品の高機能・高効率化の一翼を担っています。そこで、当研究グループでは、図1に示すようなミストプロセスを用いて、水酸アパタイトやポーラス材料の球状粒子化を進めています。このミストプロセスは、原料溶液を超音波振動子によって霧化し、キャリア

アガスにより加熱部へと輸送することで球状粒子を合成するもので、原料溶液濃度を変化させることで、中空粒子や中実粒子、ポーラスな粒子等様々な球状粒子を合成することが可能となります。これまでに、図2に示すような、薬物輸送システム材料やハイパーサーミア等に利用が期待できるFe添加型水酸アパタイトや約1200m²/gの高い比表面積を有するメソポーラスシリカを始め、セリア、アルミナ、チタニア等の球状粒子の合成に成功してきました。

このような機能性サブマイクロメートル球状粒子の合成技術は広い範囲での応用が期待でき、今後は球状粒子の生成量の増加を目指した研究開発を進めるとともに、本手法により作製が可能となったサブマイクロメートル球状粒子の医療、光学、機能表面などの分野での応用を目指した研究に取り組んでいく予定です。

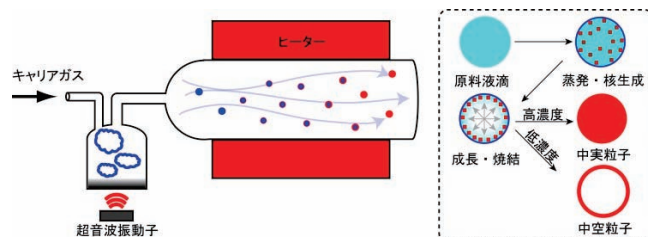


図1 ミストプロセス装置の概略図と球状粒子生成メカニズム

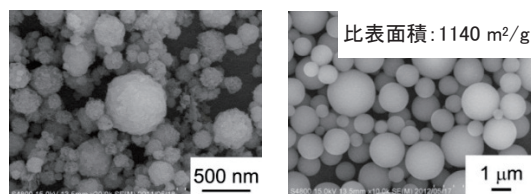


図2 合成した球状粒子(左:Fe添加水酸アパタイト、右:メソポーラスシリカ)

ベイナイト・マルテンサイト鋼の強靱化の組織制御

低炭素社会基盤構造材料分野

古原 忠 教授・宮本吾郎 准教授・紙川尚也 助教

ベイナイト・マルテンサイト組織は、フェライト・パーライト組織の微細化を目的とした熱間圧延などの塑性加工を用いずとも、熱処理時の冷却制御により変態後の結晶粒径が数ミクロンメートル程度まで微細化されると共に、結晶内部に高密度の転位を含む高強度鋼に最も適した素地組織です。しかし、さらなる強靱化には変形や破壊の単位となる有効結晶粒径の微細化の追求が必要です。

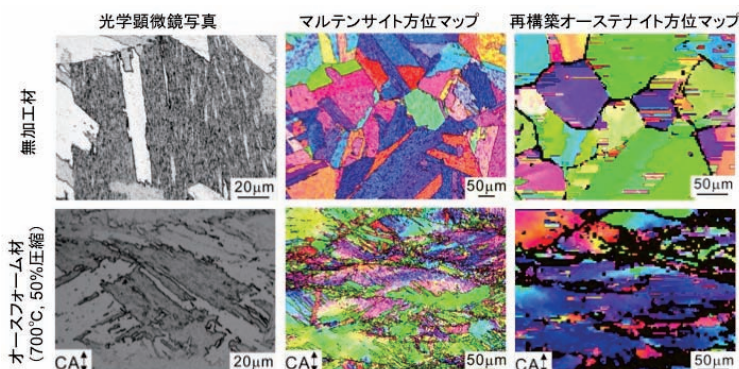
ベイナイトやマルテンサイトの結晶が母相オーステナイトの結晶から構造変化により新しく生成する場合、2つの構造の間で特定の結晶方位の関係を満たします。有効結晶粒径はベイナイトやマルテンサイトの微結晶がほぼ同じ方位で集団を形成する領域のサイズに相当します。このサイズの微細化には、オーステナイト母相粒径の微細化とオーステナイトの加工（オースフォーム）が有効であるのはよく知られています。しかし、通常室温まで冷却した時に母相はすべて変態してしまいますので、従来は母相の結晶方位とベイナイト／マルテンサイト晶の方位の関係を調べるのが困難でした。ところが、最近の走査型電子顕微鏡（SEM）観察技術の中で、後方散乱電子回折（EBSD）法が発達し、微小領域の結晶構造および方位のデータを大量に短時間で取得できるようになりました。我々の研究室では、このようにして得られたベイナイト／マルテンサイトの方位データからオーステナイト方位を逆計算し、オーステナイト母相組織を高精度で再構築することに世界で初めて成功しました。この独自の手法を用いて、ベイナイト／マルテンサイト組織の微細化における結晶学的制御原理の解明に現

在に取り組んでいます。

下図は我々が鉄鋼のマルテンサイト組織（鉄－ニッケル合金）におよぼすオースフォームの影響を解明するため、EBSD法を用いた加工オーステナイト方位の再構築に取り組んだ事例を示しています。

マルテンサイトおよびオーステナイト母相の方位マップが、無加工材、オースフォーム材ともに得られていますが、特にオースフォーム材でのマルテンサイトの有効結晶粒径（およそ同じ色の領域に相当）が著しく微細化されています。最近提唱されている結晶方位の微小変化や転位などの格子欠陥の存在によって敏感に変化する電子チャネリングコントラスト像（ECCI）を応用することで、母相オーステナイト中に塑性加工で導入された転位組織がマルテンサイトの核生成／成長に影響し、粒径の微細化に寄与していることが明らかになりつつあります。

このような最先端解析技術の活用は、鉄鋼の組織と特性のさらに高度なレベルでの制御につながる事が期待されます。我々も、得られた知見を産業界の方とも共有し、これからの構造用金属材料の設計に貢献したいと思います。



冒頭にも記載しましたが、本多光太郎先生は80年以上前に関西の企業に、熱処理の指導をされました。当時は職人の長年の経験で行われていた熱処理に対し、本多先生はその因果関係を学問的に解明することで新たな熱処理条件を提言しました。また企業から学ぶことも多く、堺の刀鍛冶が行っていた焼入れ材表面の土塗りに、冷却速度を制御する一手法として非常に興味を持ったそうです(詳細は別途紹介します)。関西センターでは「熱処理」に関する相談が頻繁にあり、現在でも重要な技術であることが判ります。

実用の金属製品は大雑把には溶解・鋳造・加工・熱処理の工程を経て製造されます。溶解・鋳造の段階では、インゴット部位による凝固速度に起因し、引け巣・ポロシティ・割れ等の鋳造欠陥が存在します。加工により欠陥を消滅させた後、熱処理により成分元素の均一化と所望の機能を発現する組織にします。鋼材においては、加工と熱処理を同時に施すことを加工熱処理(TMCP: Thermo-mechanical control processing)と称し、1980年頃に我国鉄鋼メーカーが開発した技術です。

鉄の場合、強度と靱性を兼備させるために、焼入れ・焼戻しを行います。焼入れにより生成する組織は冷却速度に依存し、共析鋼(Fe-0.8C)を例にとると、冷却速度が速い場合はマルテンサイトが、遅くなるにつれてパーライトを生成します(図1)。図2は亜共析鋼におけるフェライト変態が起こらない最小の冷却速度(上部臨界冷却速度と称します)に及ぼす合金元素の効果を示したものです。多くの合金元素は臨界冷却速度を低下させ(焼入れ性向上)、CrとMoが特に大きいことがわかります。一方、Cと親和力の強いV, Ti, Wは添加量が多いと、オーステナイトに固溶し難い合金炭化物を生成し、逆に臨界冷却速度が増加します。そのため、合金元素添加量に上限が設定されます。

高温で固溶した過飽和のCは焼入れでマルテンサイトに存在しますが、焼戻しを施すと炭化物を生成します。炭化物は焼戻し温度や時間と共に、 $Fe_2.4C$ (ϵ 炭化物)から Fe_3C (θ 炭化物:セメントライト)に変わり粗大化しますが、マルテンサイトに存在したCは徐々に低減し、マルテンサイトはフェライトに変わります。この変化は鋼中のC量に依存し、低炭素鋼ではマルテンサイト中のCが転位の固着に消費され、 ϵ 炭化物を生成しません。一方、Cと炭化物を形成しやすい合金元素(V, Mo, Nb等)を含む合金鋼は、焼戻し温度の上昇と共に合金炭化物が析出し硬化します(2次硬化と称します)。

本多先生は我国古来の刀剣製造における熱処理加工に感銘を受け、学問的検討を加えると共に、「寒さに強く斬れる刀」の製造を手がけました。金属の熱処理の基礎的な理解は、鉄においては深く調べられていますが、他の金属では十分に理解されているとは言えません。とりわけ合金化が複雑になるにつれ、機能に影響する多彩な析出物や共存相が出現し、熱処理の重要性は益々高まるでしょう。本多先生が鋼で培った熱処理の学術は、現在でも金属の熱処理の根幹を築いていると考えます。

環境・エネルギー材料分野 正橋直哉 教授

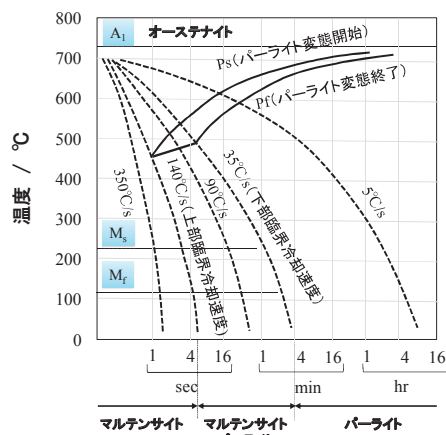


図1 共析鋼(Fe-0.8C)のCCT図

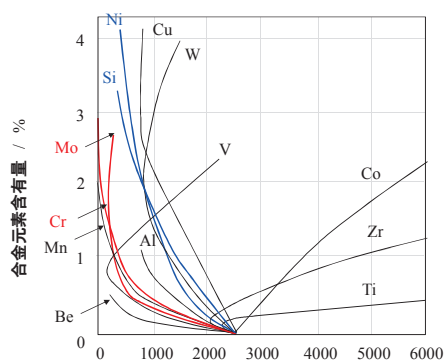


図2 亜共析鋼の冷却速度に及ぼす合金元素の効果



イベント報告 Close up!

■「地域の活性化と産学官連携」シンポジウム(1月29日(火))

金属材料研究所における産学官連携活動を紹介する「地域の活性化と産学官連携」と題するシンポジウムが、1月29日(火)東北大学多元研物質科学研究所材料・物性総合研究棟 I 大会議室にて開催されました。当日は、新家光雄所長の冒頭の挨拶のあと、千葉晶彦教授から本所の産学官連携事業の紹介に続き、正橋直哉教授から関西センターの事業を紹介いただきました。続いて、大阪府商工労働部ものづくり支援課 讃岐富男課長、兵庫県産業労働部工業振興課長 松原昭雄課長、岩手県商工労働観光部科学・ものづくり振興課 佐々木淳課長、仙台市経済局産業創出部産学連携推進課 品田誠司課長から、各自治体の産学官連携の取り組みをご紹介いただきました。また本所が実践する、岩手県との産学官連携活動の紹介、そして株式会社丸エム 山中茂氏、株式会社エイワ 佐々木雄大氏、株式会社プロスパイン 操谷欽吾氏から、本所との研究開発の具体的な事例をご発表頂きました。シンポジウム後は情報交換会を開催し、産学官の各分野間で多彩な交流を行うことができました。



冒頭の新家所長の御挨拶

■ものづくり基礎講座(第34回技術セミナー)～関西センター第2回若手プロデュース講座～(2月20日(水))

「ものづくりを支える超音波の魅力」をテーマに掲げ、表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。関西センター水越克彰准教授による「超音波の基礎」を皮切りに、本多電子(株) 朝倉義幸氏による「超音波の発生方法と応用例」、日本エマソン(株) 古谷俊俊氏による「超音波溶着機の原理と金属接合機を含む各種応用事例」、ナノミストテクノロジー(株) 松浦一雄氏による「ナノミストを利用した新しい水・溶液処理装置 ～霧造り製法を利用した純米清酒・温泉水濃縮技術等のご紹介～」の講演を頂戴しました。定員を超える32名の参加があり、盛況のうちに終わることができました。



金研関西センター News 高杉隆幸 教授 退任あいさつ



平成19年度「大阪センター」が発足し、それまでには例のなかった自治体(大阪府)-大学(東北大学金属材料研究所)-企業からなる枠組みにおいて、大阪府内のものづくり産業支援と人材育成事業に微力ながら参画させていただきました。平成24年度からは「関西センター」と名称変更して1年経過したこの時期に退任することになりました。6年の間、大阪府の担当職員、関西センターの諸先生方をはじめ多くの方々から多大のご支援をいただきましたことを心より感謝申し上げます。センター活動に携わることにより、ものづくり産業における材料科学の意義を自問したり、大学発新素材・加工技術と現行ものづくり産業基盤体系とのミスマッチ解消の重要性を痛感することも多くありました。また、かつて大阪の地で産学連携の先駆的仕事をされた元東北大学総長でありかつ金属材料研究所長であった本多光太郎先生の「産業は学問の道場である」といった思いの一部なりを理解することができた貴重な時間でもありました。当センターのますますの発展をお祈り申し上げまして退任の挨拶とさせていただきます。



イベント案内 Close up!

■ ものづくり基礎講座(第35回技術セミナー)～ 関西センター 第3回 若手プロデュース講座 ～ 「熱処理技術とものづくり」(2013年4月26日(金))

今回は、「熱処理技術」にスポットをあてます。熱処理は金属材料の強度や性質を制御する工程であり、素形材産業を縁の下で支える極めて重要な技術です。当日は、熱処理の基礎的な考え方から、種々のものづくりの適用例まで幅広く紹介する予定です。古くて新しい熱処理技術の魅力は是非感じて下さい。御参加をお待ちしております。

日時:2013年4月26日(金) 午後2時00分から

場所:公立大学法人 大阪府立大学 学術交流会館

プログラム:開会挨拶 東北大学 金属材料研究所 関西センター 正橋直哉 教授

講演Ⅰ『熱処理技術の基礎』東北大学 金属材料研究所 関西センター 千星 聡 准教授

講演Ⅱ『鉄鋼材料における熱処理』(株)コベルコ科研 家口 浩 氏

講演Ⅲ『表面改質による金属材料の高機能化』(株)SDC田中 辻 宣佳 氏

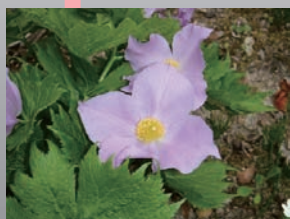
講演Ⅳ『刀鍛冶の話』池田刃物製作所 池田 辰男 氏

編集後記

昔から、一月はいぬ、二月は逃げる、三月は去ると言いますが、皆様も慌ただしい毎日を過ごして来られたかと思います。昨年10月に、兵庫県立大学が中心となって、神戸市にある兵庫県立工業技術センターの新研究棟内にサテライト研究室を設置しました。JR鷹取駅から近く、隣接して80名収容可能なセミナー室が設置され、講演と実習を組み合わせたイベントの開催等には最適な場所となっています。昨年12月には、このセミナー室で「若手プロデュースものづくり基礎講座」を開催し、総勢65名の参加者で大盛況となりました。本年4月からは関西センターと兵庫県立工業技術センターとの学術協定もスタートし、本施設の本格的な利用が可能になっています。関西センターの発足から2年になり、少しずつ環境が整備され、兵庫における活動も軌道に乗ってきたように思います。今後とも、皆様のご支援をお願い申し上げます。

革新グリーン材料設計分野
山崎 徹 教授

「しらねあおい」花言葉:完全な美、優美



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オフィス(クリエイション・コア東大阪)

〒577-0011 東大阪市荒北1-4-1(南館2F-2207室)

TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385