



ものづくり基礎講座
第45回技術セミナー
兵庫県立工業技術センター セミナー室
兵庫県神戸市須磨区



ジャコウアゲハ
兵庫県姫路市「市蝶」



ツツジ
大阪府堺市「市の花木」

東北大学金属材料研究所片平キャンパス（宮城県仙台市青葉区）



若草が萌える春を迎え、巷では新入生や新入社員の初々しさが眼に映る季節となりました。早速ですが、私共の関西センター事業は、この4月から「産学官広域連携センター」としてリニューアルすることとなりました。新センターはこれまでの活動をベースに、大学の研究成果をより効率的に企業の皆様に紹介するためのシステムを新たに取入れる点、関西だけでなく東北も含む広域で活動を行う点、そして産業界の多様なニーズに対応すべく本学の他部局が参加する点が、新たな変更点となります（詳細は4ページ目に紹介します）。私共は、大学による社会貢献を目指し、前前身の大阪センター、前身の関西センターとして、関西での10年におよぶ活動を展開してきました。当該事業が企業をはじめとした皆様のためになっているのか、支援活動としてもっとできることがなかったのか、当事者の自己満足に終わっていないのか、等々を自問自省しつつ、6年間の新事業に心新たに取り組む所存です。皆さんに喜んで頂けるように尽力するつもりですので、引き続きどうぞ宜しくお願い申し上げます。

CONTENTS 目次

1ページ

表紙メッセージ / 産学官広域連携センター長
正橋 直哉 教授

2ページ

最近の研究 /
「火山灰からゼオライト合成」
応用生体材料分野 中平 敦 教授
「ナノ炭化物析出による鉄鋼材料の高強度化」
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・佐藤 充孝 助教

3ページ

トピックス / 「銅合金における定量的組織解析技術」
メゾスコピック組織制御工学分野 千星 聡 特任准教授
イベント報告 / ものづくり基礎講座(第45回、46回技術セミナー)

4ページ

金研産学官広域連携センターNews / 産学官広域連携センター発足
編集後記 / 応用生体材料分野 中平 敦 教授

火山灰からゼオライト合成

応用生体材料分野

中平 敦 教授

AuやPt、その他のレア金属などの高価な有価物質を含む廃棄物は、都市鉱山としての位置づけも確立しつつあり、リサイクル率が高まっています。一方、スラグや焼却灰などで代表される無機系廃棄物は、その主成分が安価で豊富な元素であるSiやAlなどであること、その廃棄量が膨大であること(日本国内のスラグ:3000万トン/年、焼却灰:数百万トン/年)などが理由で、そのリサイクルは、長年研究開発が進められているものの、未だに甚だ困難な状況にあります。また、東日本大地震以降、昨今の火山活動の活発化にともない、火山灰の有効利用も重要なテーマです。日本では活発な活動をする火山が110ほどあります。例えば、一つの火山においても活発な活動で年間数百万トンの火山灰が降灰するため、火山灰由来の廃棄物は埋め立て地の確保も困難な状況です。当該研究グループでは、火山灰の有効利用を目指して研究を進めてきています。火山灰の成分は、SiとAlであることから、Si-Al系の有価物に転用できます。例えば、この成分は、ゼオライトの組成に近いので、ゼオライトへの添加による火山灰の利材化を進めています。

火山によっても異なりますが、今回は、桜島周辺の火山灰を入手し、この利材化を進めました。組成は以下の通りです。

| O | Na | Al | Si | Ca | Fe |
|------|-----|------|------|-----|-----|
| 47.3 | 2.3 | 10.4 | 28.1 | 4.2 | 4.1 |

今回の火山灰は結晶質であり、合成時間や温度などの合成条件が厳しい条件となりました。そこで、安価なNa塩を添加して、ゼオライト合成の条件をよりマイルドにすることに成功しました。図1に示すように、最も親水性の高いA型ゼオライトを60℃で合成できました。また、Al成分を添加してSi/Al比を制御し各種組成のゼオライトも合成できます。

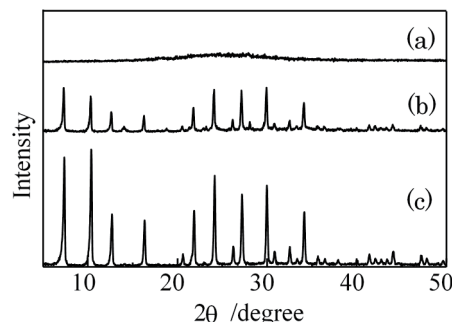


図1 火山灰から合成したゼオライト(a) Na塩添加処理した火山灰原料、(b)(a)を原料に合成した試料、(c)市販ゼオライト

当該研究グループでは、このように無用な廃棄物から、環境浄化に利用できるゼオライトなどの環境セラミックスへの展開を進めています。環境負荷を高める廃棄物を、環境浄化資材として転用できれば、マテリアルリサイクルからも有用な材料展開といえます。また、合成も高温を必要とせず100~200℃位の中低温域での材料合成が可能のため、利材化の為にエネルギー消費も抑えられ、環境負荷を更に低減できるという利点もあります。

ナノ炭化物析出による鉄鋼材料の高強度化

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・佐藤充孝 助教

軽量化による燃費改善と衝突安全性を両立させるため、自動車車体の大部分を占める鉄鋼材料の高強度化が求められています。鉄鋼材料を高強度化する手法の一つが析出物を微細に分散させる析出強化法です。析出物をより微細かつ高密度に分散させるほど強度が増加するため、ナノ析出物の利用が高強度鋼の開発には有効となります。ナノ析出物を得る方法として、これまで、焼入れで得られたマルテンサイトを加熱保持する焼もどし処理と冷却中のフェライト変態において界面で炭化物が繰り返し核生成する相界面析出が利用されてきました。しかしながら、これらの熱処理において生成する炭化物サイズは数nmと細かいため、その詳細は良く分かっていませんでした。そこで、我々の研究グループでは三次元原子プローブ(3DAP)と呼ばれる先端ナノ解析装置を導入して、焼もどしおよび相界面析出処理におけるナノ炭化物分布の変化を定量的に調査しています。

図1(a)はVを少量添加した低炭素鋼の焼もどしおよびフェライト変態に伴う硬さの変化を示しています。通常、マルテンサイトを焼もどすと炭化物析出により過飽和に固溶した炭素が減少し、転位が回復するため単調に軟化しますが、V添加によりV炭化物(VC)が生成するため、二次硬化が現れていることが分かります。一方、同じ合金をフェライト変態させるとマルテンサイトの焼もどしよりもやや硬さは低いものの通常のフェライト硬さの倍以上の高い硬さが得られています。これらの試料について、3DAP

を用いてナノ炭化物分布を調査した例を図1(b)、(c)に示しています。相界面析出材(図1(b))では点列状に並んだ典型的な相界面析出炭化物が見られ、保持時間の増加に伴い粗大化しています。一方、焼もどしマルテンサイト(図1(c))でもVC析出が認められますが、相界面析出材よりもサイズが大きく分布が粗いことが分かります。これらの結果は、相界面析出現象を利用することで、マルテンサイトの焼もどしよりも微細な炭化物分布が得られますが、マルテンサイト組織中の転位やラス境界等の欠陥の存在により、焼もどしマルテンサイトの方が高い硬さを示すということを示すものです。(宮本吾郎 准教授)

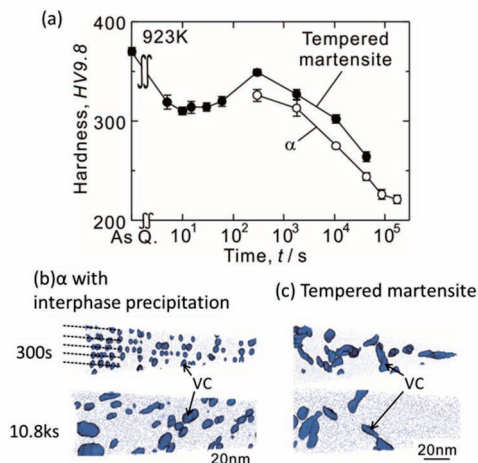
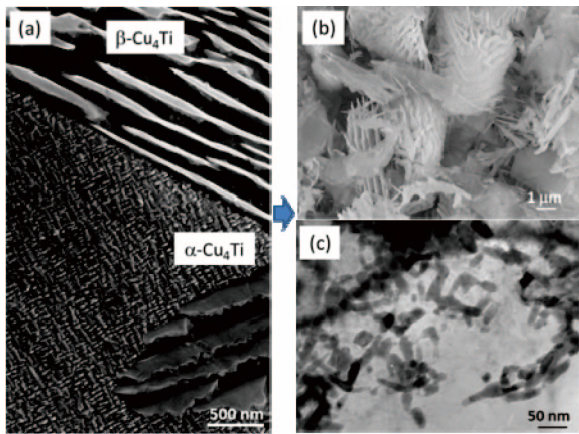


図1 (a)V添加低炭素鋼の焼もどしマルテンサイトおよび相界面析出強化αの硬さ、(b)、(c)3DAP測定により観察されたVC分布

トピックス 銅合金における定量的組織解析技術

銅合金では、銅本来の優れた電気・熱伝導性を保ちながら強度、耐熱性等の必要特性を向上させるために種々の合金添加や熱加工プロセスが適用される。このため、合金開発を的確に進めるには組織・構造評価技術が極めて重要となる。銅合金に限らず一般的な金属材料の組織・構造解析では、顕微鏡観察法やX線回折法の利用が常套手段となる。しかし、添加元素が多種微量の場合や構成相が複数の場合には組織解析は困難になる。ここで、多成分・多相系合金の組織を定量分析する手法として「抽出分離」に着目した。抽出分離とは、合金を酸/アルカリ溶液と化学反応させて合金中の母相のみを溶解し、第二相や介在物を残渣として濾過分離により回収する操作をさす(図1)。本手法により合金中の第二相のみを採取できれば下記の解析が可能になる。①直接的に第二相の構造や組成を高確度で評価できる、②第二相の生成量を測定できる、③ろ液の化学分析により母相の組成も分析できる、④比較的簡易・安価に実施できる。

例えば、電子部材用コネクタなどに利用されるチタン銅合金では、

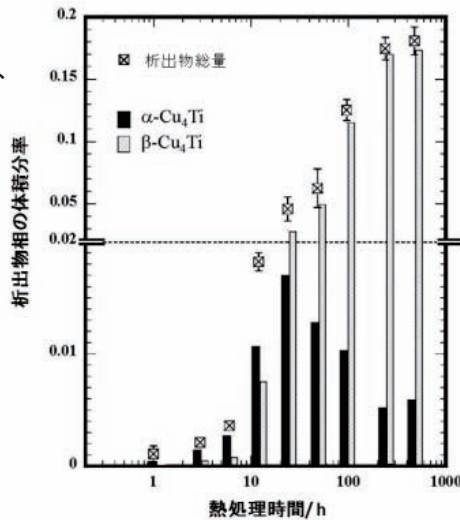


【図1】Cu-Ti合金における抽出分離の様子。(a)時効熱処理したCu-3 wt% Ti合金の組織。(b)(c)硝酸により銅母相を溶解して採取した β -Cu₄Tiおよび α -Cu₄Ti析出物。

熱処理により強度、導電性が大きく変化する。これは、熱処理により微細な連続析出物(α -Cu₄Ti)と粗大な不連続析出物(β -Cu₄Ti)が競合的に生成することに起因する。このような比較的複雑な組織変化を追跡するのに抽出分離は有効である。つまり、抽出分離では合金中の微細 α -Cu₄Tiと粗大 β -Cu₄Tiの総析出量を測定できる。また、抽出した析出物粉末をX線回折に供すれば α -Cu₄Tiと β -Cu₄Tiの存在比を算出できる。図2では、熱処理にともなう合金中の析出物総量および各析出物の生成量の推移を示す。熱処理初期では α -Cu₄Tiのみ析出するが、中期以降では β -Cu₄Tiが生成することに起因して α -Cu₄Tiが減少する。これと材料強度の変化を比較すると、 α -Cu₄Tiの体積分率と材料強度には強い相関があることが確認できる。このように、抽出分離法を利用すれば熱処理にともなう析出挙動を定量的に解析でき、合金の特性発

現メカニズムを的確に検証できる。

本手法は、もともとは鉄鋼材料やニッケル超合金の組織解析法として開発された経緯があり、他の合金系でも利用可能な技術である。本研究が各種金属材料の研究開発の一助になることを期待し研究を進めている。



【図2】Cu-3 wt% Ti合金における時効熱処理にともなう析出物生成の推移。

メゾスコピック組織制御工学分野
千星 聡 特任准教授、石黒 三岐雄 技術補佐員



イベント報告 Close up!

■ものづくり基礎講座 (第45回 技術セミナー)

「金属ガラス」の研究開発動向と実用化の現状 (2月24日(水))

兵庫県立大学ナノ・マイクロ構造科学研究センターおよび日本材料学会金属ガラス部門委員会と合同で、『「金属ガラス」の研究開発動向と実用化の現状』と題した公開講座を兵庫県立工業技術センターにて開催しました。本講座では、東北大学加藤教授、吉川工業(株)西浦様、ポーライト(株)島田様、(株)真壁技研福田様、日新技研(株)谷路様、大亜真空(株)亀山様、東北大学才田教授より、金属ガラスの研究開発動向、開発事例および作製装置等についてご講演頂き、40名のご参加を頂戴しました。さらに、第二部として本センター網谷特任准教授より実習内容に関する講義を行なった後、予め応募頂いた11名の方に金属ガラスリボンおよび鋳造材の作製および観察の実習を行ない、座学では出ない深い質疑応答を続けることができました。(網谷健児 特任准教授)



■ものづくり基礎講座 (第46回 技術セミナー)

「金属の魅力をみなおそう プロセス技術編 第6回 溶解・鋳造凝固」 (3月24日(木))

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「溶解・鋳造凝固の基礎」に続き、株式会社ツチヨシ産業 黒川豊氏による「鉄鋳物用鋳型の概説・鋳型の選定」、東北大学ACSセンター(元宇部スチール)糸藤春喜氏による「鉄鋳物の溶解・鋳造凝固技術」の講演を頂きました。黒川氏の御講演では、鋳物や鋳型砂の基本に始まりその選定方法から様々な鋳造方法について、糸藤氏の御講演では溶解鋳造の様々の開発例をとりあげてそのポイントについて判り易くご紹介いただきました。当日は34名の参加があり、活発な質疑応答や講座終了後の個別の技術相談が多々寄せられ、盛況のうちに終わることができました。(正橋直哉 教授)



(左から 黒川豊氏、糸藤春喜氏、正橋直哉 教授)

この4月1日より、文部科学省の「大学自治体連携研究」事業として、関西センターの後継の産学官広域連携センターが発足します。正式名称は、「産学官広域連携型産業活性化プラットフォーム整備事業」で、副題として「豊かな国づくりを目指す産学官広域連携を通じた共同研究拠点の機能強化」を掲げます。活動の軸足を関西と東北に置いて、対象地域をこれまでより広域化し、共同利用・共同研究の学術成果を社会ニーズに繋ぐことで、学術の社会貢献を推進すると共に、社会性に長けた新学問分野の創成、産業界の技術力強化、イノベーション創出、次世代人材育成を進め、我が国のものづくり産業の発展と地域活性化による地方創生を通して、豊かな国づくりを目指します。学内他部局と連携することで、本所だけでは対応できない企業からの依頼業務を的確かつ迅速な対応を計ることも大きな特徴です。これまでの経験をバネに、実効的な産学連携活動を目指す所存です。

産学官広域連携型産業活性化プラットフォーム整備事業
 —豊かな国づくりを目指す産学官広域連携を通じた共同研究拠点の機能強化—

産学官広域連携を通して、共同利用・共同研究の研究成果の社会活用を推進し、ものづくり産業の技術力強化、次世代人材の育成、地方創生を実践することで、学術をベースとした豊かな国づくりを目指す。

目的① 学術の社会貢献

共同利用・共同研究成果の社会還元を促し、学術へのフィードバックによる新学問分野創成を目指す。

目的② ものづくり企業支援

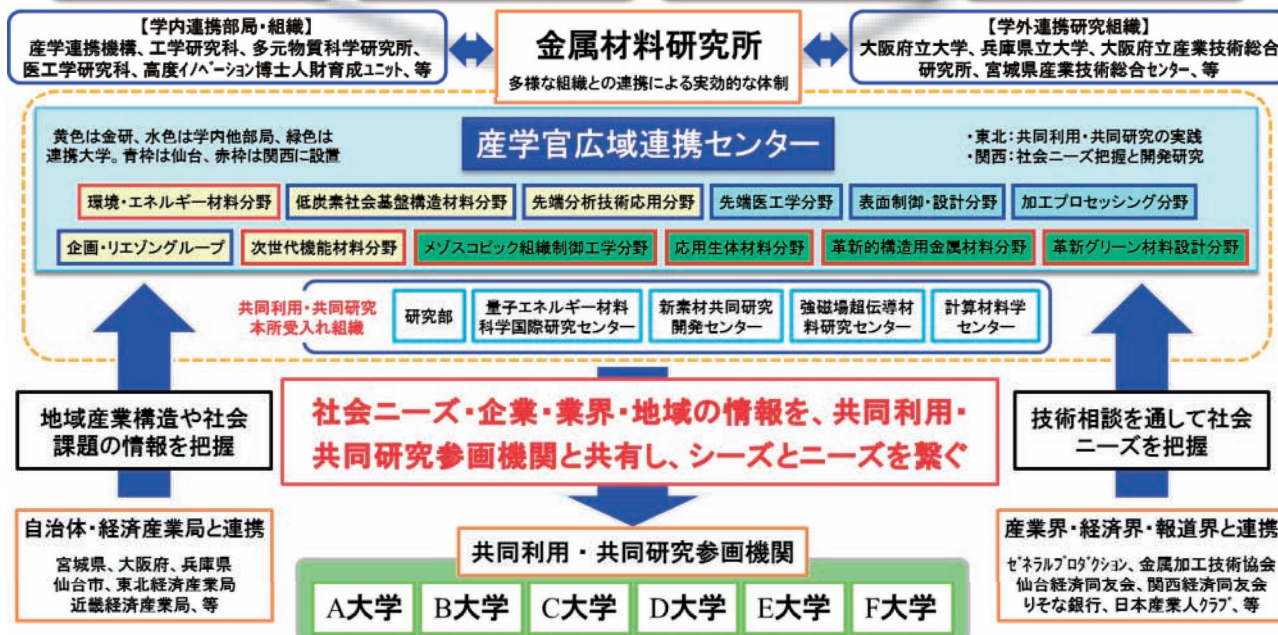
企業が直面する課題解決、イノベーション創出を通して、ものづくり企業の技術力強化に取り組む。

目的③ 次世代人材の育成

材料科学の基礎とものづくり技術の応用力を備えた、次世代のものづくり技術者や研究者を育成する。

目的④ 地方創生

これまでの実績を活用し、地域の活性化を促すことで、先駆的な産学官広域連携モデルを実現する。



編集後記

先日、仙台に行ってきました。大阪や京都はアジアの旅行者で溢れかえっていますが、仙台もアジアからの旅行者が増えている気がします。仙台の花見も見所が多いですが、弘前城の桜など東北は有名所が多く、また、4月以降から連休明けまで各所で素晴らしい花見が楽しめますので、国内外の旅行者の来訪と消費活動の活発化が期待されます。また、昨年末に開通した地下鉄東西線にも乗りましたが、真新し車両で新鮮でした。以前の不便さを考えると、中心部へのアクセスが格段に向上しますし、街中への車の流入も抑えられ、クリーンな街づくりへの貢献が期待されますので、この地下鉄開通は、仙台の復興を加速するものになりそうです。

東日本大震災から5年経過しました。南三陸町や塩釜など三陸側の復興は少しずつ進んでいますが、福島県浜通りの復興はまだまだ緒についたばかりです。このような難局時に、技術者や研究者は、新素材開発や材料科学の発展を通して、大震災の復興と地方再生に貢献できればと思います。

応用生体材料分野
 中平 敦 教授



大阪府立大学 中百舌鳥キャンパス(大阪府堺市)
 日本経済新聞「大学の桜名所ランキング」西日本第2位

東北大学 金属材料研究所
附属 産学官広域連携センター

— 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