

NEWSLETTER

Newsletter



2007 Autumn

Vol.3

秋号



東北大学
金属材料研究所
(宮城県仙台市)



岸和田
だんじり祭
(大阪府岸和田市)



百舌鳥八幡
ふとん太鼓
(大阪府堺市)



大阪府立大学
マテリアル棟



園池(そのいけ)
(大阪府立大学構内)

長かった夏もいつの間にか終わりを告げ、道歩く人々の姿や食卓にまで日本の四季の豊かさを感じる今日この頃です。さわやかな秋風を受け、大阪センターにもいくつかの変化が訪れようとしています。

まず、7月に看板上掲式を行ったクリエイションコア東大阪一階の試作センターにおいて金属ガラスを中心とした新しい材料の成形加工を引き続き行っています。ご興味のある企業のみなさまは是非、私共にご一報いただければと存じます。また、センターに所属するスタッフ数も着実に増え、種々の技術相談に関する支援体制も充実したものとなってきています。

さらにこの10月から二つの分野が新たに大阪センターに増設されました。応用構造材料分野及び応用生体機能材料分野です。これは大阪センターが文部科学省の連携融合事業としてスタートした当初から予定されていたことなのですが、これで大阪センター組織が最終的な形に固まったことになります。

ここで大阪センターの組織的特徴について簡単に触れてみたいと思います。私共、センターの教職員は社会貢献をその第一の使命とするということで教育・研究が主たる使命のこれまでの大学人とその性格を異にしています。いわゆる産学連携が第一の任務という意味ですが、もう一つ、大阪センターの活動は東北大学と大阪府立大学という二つの機関に足場を持っているという観点からも従来にない特徴を有しています。しかし、この学学連携も実は「国・公・私立大学がコンソーシアムを形成する等により地方自治体・産業界とも連携協力して、教育研究の充実と成果の地域社会への還元をはかるような取組も有意義」*と文科省等関係機関では以前から謳われていることなのです。

実りの秋、新しい材料や考え方が生まれるこの季節を我々はチャレンジ精神旺盛に駆け抜けていく所存です。どうか忌憚のないご指導ご鞭撻をお願いします。

(* 文部科学省高等教育局「国立大学の再編・統合の現状と今後の取組」に関する資料より抜粋)



Research



東北大学



ソノケミストリーの歴史と ナノ材料創製への応用

超音波は、工業的な用途(洗浄、分散、脱泡、溶接等)、海洋技術(魚群探知機や水深測定)、非破壊的な検査(探傷、医療診断)等に広く用いられています。一方、化学反応を促進することも知られており、これらはソノ(sono:音を表す接頭語)ケミストリーと呼ばれています。ソノケミストリーはキャビテーションと呼ばれる現象に起因しています。すなわち疎密波である超音波を水中に照射すると、微小な泡が発生し、直ちに断熱的にしぼみず。

このときエネルギーが極めて狭い領域に集中し、高温・高圧のスポットが発生し、ただちに消滅します。このホット・スポットの最高温度は、4000から5000度に到達することが実証されています。他の方法では得がたいこの高温は、危険な実験や大掛かりな実験装置を連想させますが、ホット・スポットの発生は微視的そして瞬間的な現象です。言葉を反せば、超音波を照射した水は巨視的、定常的には常温・常圧の水であり、

安全に高温・高圧を発生させることができます。また巨大な反応釜や大きな電源は不要です(図1)。

超音波が化学作用をもたらすということは、かなり以前から知られており、1927年にLoomisらが発表した論文が最初とされています。1980年代半ばから理論的な計算と実験データの足並みが揃い始め、1991年にアメリカのSuslickがアモル

ファス鉄を超音波で合成したことを皮切りに、材料の創製への応用が活発に発表されるようになりました。

超音波反応場は高温であるため、その内部あるいは近傍では化合物は分解されます。例えばこの現象はクロロエチレン類やクロロフェノール等の有害物質の分解・無害化にも応用できます。貴金属イオンと界面活性剤を含む水溶液に対して高出力の超音波を照射すると、界面活性剤の一部が超音波反応場で分解され、活性な還元剤に変換され、共存する貴金属イオンを還元します。還元剤が超音波の化学作用によって‘その場で’生じるということは、この超音波還元法の特徴のひとつです。還元されて生じた貴金属原子は界面活性剤の保護作用のもとで適度に凝集・成長し、結果貴金属ナノ粒子が得られます(図2)。

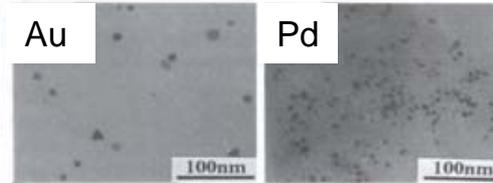


図2) 超音波還元法によって得られたナノ粒子の透過型電子顕微鏡像。

本法は、既存の化学的な還元によるナノ粒子の合成法と比較して、粒径の揃った粒子が得られ、生成速度や粒径を制御することが可能です。またコア・シェル型(卵のように卵黄の周りを卵白が包んだような構造)ナノ粒子や、貴金属のナノ粒子を別の基材、例えばアルミナやチタニアなどの表面に一緒に固定化することも可能です。こうして得られた新規ナノ材料は、触媒やナノバイオへの応用が期待されています。

まだまだ知名度の低いソノケミストリーですが、年に一度「日本ソノケミストリー学会」も開催され、着実にその裾野を広げています。皆さんに興味を持っていただければ幸いです。

新素材創製分野

正橋直哉教授・水越克彰助教



図1) 超音波照射装置の概観。
手前の発生装置に圧電素子の振動子を接続し、後ろの水槽中で超音波を照射します。

金属ガラスの作り方

前号では、従来の非晶質合金と金属ガラスの違いを紹介しました。従来の非晶質合金は原料を溶かした後に一秒間に100万度の超急冷することにより作製するので、超急冷が可能な形状、すなわち厚さ50 μm以下の薄いリボン状、粉末状、細線状の形状しか作製できませんでした。しかし、金属ガラスは非晶質固体になりやすい特徴がありますので、そのような超急冷を必要としません。このことは、従来の非晶質合金のような形状の制約も少なくなると同時に多くの作製方法を用いて非晶質合金を作製できることを意味します。今回は、その金属ガラスの作製方法について紹介します。

棒材や板材の作製には金型鑄造法が一般的に用いられます。金型鑄造法は溶かした金属ガラスの原料を金型に流し込むことで作製する方法です(図1)。金型の形状を工夫することによりニアネットシェイプで金属ガラスの部品の作製が可能です。半連続自動運転により金属ガラス部材の作製を可能にしている装置もあります。

大型の金属ガラスには水焼入れによる方法も用いられます(図2)。金属ガラスの原料を石英などのるつぼで溶解し、るつぼごと水焼入れをする非常に単純な方法です。この水焼入れ法は貴金属をベースにする金属ガラスをはじめとしてジルコニウム、鉄およびマグネシウムなどの種々の金属をベースにする金属ガラスが作製できます。

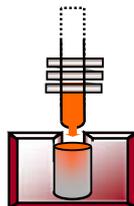


図1) 金型鑄造法で作製した棒材の例



その他、従来のアモルファス金属で用いられていた作製方法でも金属ガラスを作製することができます。単ロール法は、回転する冷却の円盤に溶解した金属を噴射するだけで厚さ20~50 μmのリボン材を作製することができます(図3)。一般的な金属は多段の圧延を行わなければ、このような薄い板材を作製することができませんが、金属ガラスは一回の作製プロセスでこのような薄い板材を作製することができます。単ロール以外にロールを2つ以上用いた双ロール法という方法もあります。これは単ロール法では作製が難しい100 μm以上の厚さの板材を作製するとき用いられます。

新素材製造分野

早乙女康典 教授
網谷健児 助教



図2) 水焼入れ法とその方法で作製した金属ガラス



図3) 単ロール装置とリボン材の例

このように金属ガラスは多くの作製方法を利用できることから、部品形状に適した作製方法の選択が可能であり、金属ガラスの特性を活かした部品の作製が容易となりました。大阪センターやクリエーションコア東大阪内の試作センターでは、金型鑄造法や単ロール法などによる金属ガラスの試作が可能となっており、金属ガラスの特性を活かした部材の実用化についての相談にも応じております。



水素触媒機能を有するNi基金属間化合物耐熱合金

Ni₃(Si,Ti)金属間化合物が、触媒反応中、合金表面上に自発的に形成するNi超微粒子を担持するナノ表面構造により、メタノールやメタンから水素製造に必要な触媒機能を示すことを見出しました。当金属間化合物のもつ優れた高温強度・耐腐食・耐酸化機能を活かした触媒粒子と担持体との一体型反応装置による運転が可能であることが示唆されます。貴金属触媒に替わる安価にして信頼性に富む燃料電池用水素製造のための改質器への適用が考えられます。

自己組織・機能形成

Ni₃(Si,Ti)金属間化合物箔をメタノール気流中に高温で暴露するだけで、合金表面上に、カーボンファイバーと共に触媒機能を有するNiの微粒子が自立的に形成されることを見出しました(図1)。単純なプロセスにより安価な触媒装置構成が可能となります。

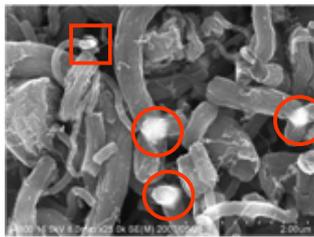


図1) カーボンファイバー先端部(四角印内)や内部(丸印内)にNiの微粒子が形成されています。

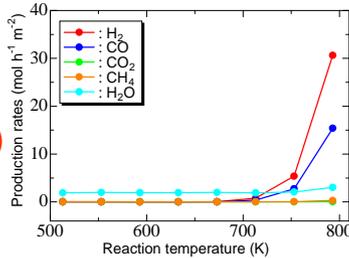
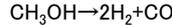


図2) 分解反応で生成するガス種はほぼ2:1の割合でH₂とCOであり、高い水素選択性を示しています。

高い触媒活性と水素選択性

Ni₃(Si,Ti)金属間化合物箔は753Kより触媒活性を示し始め、



の主反応により、ほぼ2:1の割合でH₂とCOを生成すといった高い水素分解選択性を示します(図2)。また、反応時間と共に、始め触媒活性のピークを示した後、停滞期を経て100%の分解特性に近づく特徴を示します(図3)。

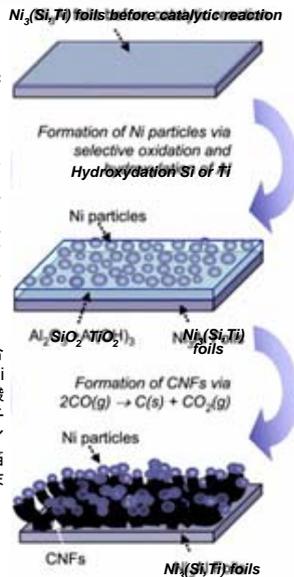


図4) 金属間化合物中に含まれるSi及びTiの選択的酸化により、Ni微粒子がカーボンファイバーと共に合金箔表面上に遊離します。

新素材加工分野

高杉隆幸 教授 · 小林覚 助教

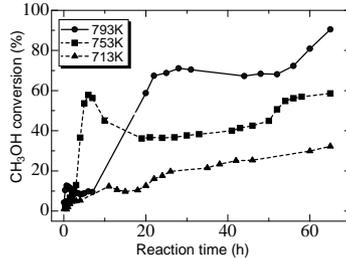


図3) 適切な反応温度の選択により短時間で100%近くの分解特性を示します。

メカニズム

Ni₃(Si,Ti)金属間化合物に含まれるSiあるいはTiが酸素(O)との化合物を表面に形成する過程に、Niの微粒子が基盤より遊離し、同時に形成されるカーボンファイバー中に分散されることにより(図4)、自立的組織形成と水素触媒機能発現がなされると考えられています。

原子の織りなす世界を覗く<3>

いまや家庭でも一般的となりつつある、パソコン。今回は、このコンピュータ技術を支える磁気記録材料について見てみましょう。

情報を記憶する機能を持つ材料の一つに、磁気記録媒体と呼ばれる材料があります。これはパソコンのハードディスクなどに使われています。磁石にはS極とN極がありますが、ハードディスクは、いわば小さな磁石の集まりです。このとき、図1に示すように、隣り合った磁石のS、Nの並びによって、情報を記録しています。したがって、文字や数字などの記録情報は、0と1の信号により記録されています。これが、磁気記録媒体の原理です。

現在、あらゆる分野で情報化の波が押し寄せ、ハードディスクの容量も年々増加を続けています。つまり、より記録密度の高い媒体材料の開発が求められています。一つの信号を記録するのに要する面積(ビット長とトラック幅で表されます)を小さくすることにより、記録密度を高めることが可能です。そのためには、記録媒体を構成する材料中の結晶粒を微細化することが必要です。また、情報をハードディスクに書き込んだり、読み出したりする磁気ヘッドの高性能化も欠かせません。

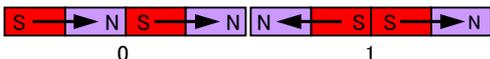


図1) 磁石のS、N極と記録の仕組みを表す模式図。

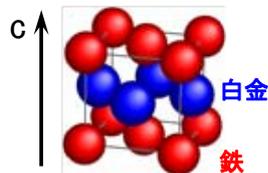


図2) 鉄-白金規則合金の結晶構造モデル。矢印の方向(c軸)に鉄と白金が交互に積み重なっており、この向きに沿って優れた硬磁気特性が発現する。

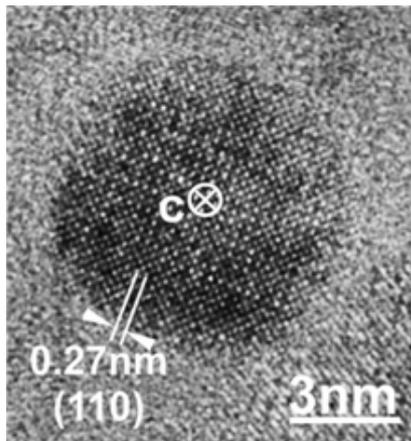


図3) 鉄-パラジウム規則合金ナノ粒子の高分解能電子顕微鏡像。磁化容易軸であるc軸が紙面垂直方向に配向している。間隔0.27nmの規則格子((110)面)が明瞭に見える。

しかしながら、高密度化を図ろうとして結晶のサイズを小さくしていくと、やがて「熱揺らぎ」の影響で磁石としての性質が失われてしまいます。そこで現在、この「熱揺らぎ」に強い材料の候補として、鉄と白金を半分ずつ混ぜた合金が注目を集めています。この鉄-白金合金は、図2に示すような鉄と白金の積層構造(規則格子と言います)を持ち、積層方向に沿って非常に優れた磁気特性を示します(磁化容易軸)。このような規則格子の1つである、鉄-パラジウム合金のナノ粒子を高分解能透過電子顕微鏡により観察した例を図3に示します。粒径約8ナノメートルの微細なナノ粒子が、優れた磁気特性を持つ規則格子を形成していることがわかります。また、この写真のナノ粒子では、鉄とパラジウムが紙面垂直方向に沿って積み重なっていることがわかっています。最近では電子顕微鏡を駆使して、このような非常に小さいナノ粒子の内部で、どのくらい原子が規則正しく配列しているか、その割合を見積もることも行われています。

先端分析研究部 (兼任)

今野豊彦 教授
佐藤和久 助教



応用構造材料部門 (兼担)

古原忠教授 福田正助教・宮本吾郎助教



古原忠 (Tadashi Furuuhara) 教授
東北大学金属材料研究所
高純度金属材料学研部

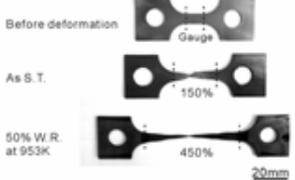
況下で更なる特性の向上の達成や
新合金開発を行うためには、今までに
ない精緻でかつ新しい視点での材料
研究が何よりも必要です。

当部門では本多光太郎先生の時代
から研究を続けてきた鉄鋼材料の科学
をさらに極めるべく研究を行っています。

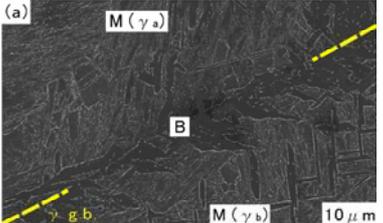
我々の社会は将来、資源・元素危機
に直面することが必然視されており、
今後の材料研究・開発では省資源・低
環境負荷・希少元素代替は最重要課題です。

近年の国家プロジェクトで追求された加工熱処理による結晶粒
微細化は強靱性の向上に最も有効な手段ですが、プロセス面
からユビキタス元素のみを使った単純組成鋼の高機能化が目
指す研究の1つです。

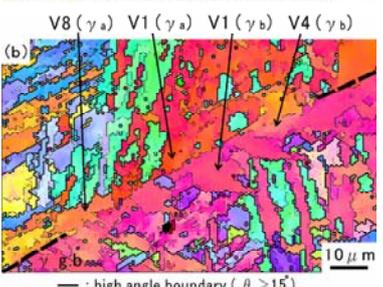
我々は結晶界面(粒界
や異相界面)を制御す
る新しい観点から相変
態・再結晶を用いた結
晶粒微細化を行うため
の指導原理を構築する
べく基礎的研究を行っ
ています。その他にも新
たな資源としてのガス元
素に注目し、その有効利
用による鉄鋼やチタン
合金のさらなる高機能
化と新材料開発のため
の研究を行っています。



(図2) 航空機用チタン合金(Ti-10V-2Fe-3Al)の二相域温間変形による超塑性特性の改善。温間変形中における動的連続再結晶現象を利用して、熱処理で生成した二相組織中の低エネルギー界面を界面領域の変形が容易な高エネルギー界面に変化させて3倍もの超塑性変形の改善を達成しています。



(図1) 方位解析。母相粒界は新相にとって最も優先的な核生成場所ですが、結晶方位を強く制限し粗大結晶粒組織を生む場合があります。電子線を用いた局所方位解析と試料のセクションングを組み合わせた従来になかった手法を用いて母相粒界での新相(ペイナイト)核発生の三次元解析を行い、粒界起点の相変態組織の微細化原理を解明しています。



— : high angle boundary ($\theta > 15^\circ$)
— : low angle boundary ($5^\circ < \theta < 15^\circ$)

鉄鋼は、年間国内生産量が1億トンを超え、自動車・機械・電気機器等の日本の輸出産業を支える掛け替えのない素材です。その歴史は数千年に渡るにも関わらず、物性でも不明な点が残されており、構造/機能材料として多くの可能性を秘めています。

特に近年、建築物の超々高層化や自動車の省エネ、CO₂排出削減に不可欠な軽量化や衝突安全性設計等で鉄鋼の更なる高強度・高延靱性化が求められていますが、この資源枯渇、低環境負荷がキーワードとなる困難な状

金属系新素材研究開発支援事業 *Closeup!*

▼大阪府は、府内中小企業が取り組む材料開発や技術課題解決を支援する、「金属系新素材試作センター運営事業」の一環として、金属系新素材の実用化を目的とした研究開発を金研大阪センターと連携して行う事になりました。そして、その費用の一部を支援する「金属系新素材研究開発支援事業補助金」を募集し、このたび4件が採択されました。この事業では開発研究における補助金の補助率を50%を最大として企業に助成し、その補助金の一部は、大阪センターとの共同研究費用に補填することができます。この補助金制度は本事業の実行年度内に、毎年数件が単年度で採択される予定で、本年が初年度となります。

▼本事業のコーディネーターとして、玉置省三さんに4月から参加して頂いています。玉置さんは1971年に大阪府立工業奨励館(現大阪府立産業技術総合研究所)に就職され、無機材料の機器分析に従事されました。その後、2003年から財団法人大阪産業振興機構にて技術コーディネーターを担当されています。こうした経歴から大阪府下の企業や官公庁との幅広いネットワークをお持ちで、大阪センター事業を進める上で強力なメンバーが加わりました。



玉置省三
1971年 大阪大学大学院
博士課程修了 工学博士

金研大阪センターNews

新素材製造研究室(早乙女研究室)に8月1日付けで、網谷健児助教が着任しました。網谷助教は企業研究者、次世代金属・複合材料研究開発協会(RIMCOF) 研究員として、長年金属ガラスの実用化研究に従事されました。また同日付けで新素材創製研究室(正橋研究室)に杉山誠一技術補佐員が着任しました。杉山氏は金研の技官として40年あまり金属材料の加工に従事されました。お二人の加入により、大阪センターでの研究活動が一段と飛躍することが期待されます。



網谷健児 助教
Kenji Amiya
A型・魚座

1991年 室蘭工業大学大学院
修士課程修了。
ユニチカ、科学技術振興事業団、
次世代金属・複合材料研究開発協会、
東北大学大学院博士後期課程
(2007年、博士(工学))を経て
2007年8月より現職。
(専門)
非平衡物質工学、凝固組織制御



杉山誠一
技術補佐員
Seiichi Sugiyama
O型・双子座

1959年金属材料研究所入所、
2000年3月退職。
2000年4月金属材料研究所技術
補佐員を経て
2007年8月より現職。

編集後記

大阪に着任して9年近くになるとうしております。昨年4月より、関西において、社会・地域貢献を実践する組織として発足した金研大阪センターに参画させて頂くことになりました。これを機会に、自分自身でもこれまでの学術的興味driven研究から用途開発指向driven研究への変身をはかり、工学という世界に身を置きながら果たせずにきた思いを実践しようと思っています。関西地区の素材産業育成に関する企業との広域的あるいは個別的連携研究の推進のみならず、金研大阪センターと大阪府立大学との学学連携についても実りある成果を挙げることもまた自分に果たされた務めかと思っています。

事業発足から早1年半経過してしまいました。順調な事業執行に他のメンバーと共に励みたいと思っています。引き続き、関係諸機関及び関係各位の暖かいご指導とご支援をお願い致します。

新素材加工分野 教授 高杉隆幸



東北大学金属材料研究所

http://www.osakacenter.imr.tohoku.ac.jp/index.html
編集・発行

附属研究施設大阪センター

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-2
大阪府立大学 産学官連携機構8F
TEL 072-254-6372 FAX 072-254-6375
Email imrosaka@imr.tohoku.ac.jp

大阪センター仙台サテライトオフィス

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

クリエイション・コア東大阪

〒577-0011 大阪府東大阪市荒北北50-5 (南館2F-2207室)
TEL/FAX 06-4708-3550

