



金属系新素材
試作センター開設
(クリエイション・コア東大阪)



仙台七夕祭



大阪天神祭

大阪府立大学
産学官連携機構門



大阪府立大学正門
(白鷺門)



皆様のご声援に励まされ大阪センターも二度目の夏を迎えようとしています。この間、私共が参加した大規模なビジネスマッチングフェアや講演会の数は10を越え、また主にクリエイションコア東大阪のコーディネータの方々を紹介される形で我々が受けた技術相談も数えきれないほどとなりました。お陰様で私共6名の研究スタッフも関西地区の材料関連企業のみならず何を必要とされ、我々に何を求めておられるのかを大阪の夏の強い日差し同様、肌で感じられるようになってまいりました。

また一方ではこれまでの大学が教育と研究に専念していればよかったのと対照的に、昨今、社会貢献という言葉が大学教員の第三の使命として強く掲げられ、日本の大学も大きな変革の時代を迎えています。金研大阪センターは正にこの目的を具現化するための附属施設であるとも言え、別な観点からの注目も集めているようです。いずれにいたしましても私共の有する専門的知見をフルに稼働させることにより、微力ではありますが日本の産業界の基幹である素材産業発展の一助となる所存ですのでどうかよろしくお願い致します。

ここで春号が四ヶ月前に発刊されてからの新しい出来事を二つご紹介させていただきたいと思えます。まず金属系新素材試作センター運営事業の発足です。これは大阪府下の材料系産業を支援する目的で大阪府の全面的バックアップにより(財)大阪産業振興機構が主体となって大阪センターと連携をとりながら進めていく事業で、クリエイションコア東大阪内の試作センターや補助金等を活用した研究開発支援を主たる事業内容としています。もう一つは私共のホームページの開設です。まだ立ち立ちして間も無いのですが、今後の研究活動や成果を少しずつ加えて充実したものにしていきたくて思っておりますので、どうか忌憚のないご意見をお寄せください。

梅雨の長い仙台に比べ大阪の夏はどこまでも広がる青空と眩しく輝く太陽とで活気に打ち満ちています。我々センターのスタッフ一同、大阪の方々に負けたくないこの日差しを身体全体でしっかり受け止め、夏を駆け抜けていきたいと思っています。どうか変わらぬご指導ご鞭撻をお願いいたします。





チタン合金の高機能化を目指す

チタンは密度が4.54で高融点(1491K)であることから軽量高温耐熱材料として実用に供されています。また高温・高濃度の酸を除く環境下で高い耐食性を示すことから、スポーツや医療などの民生用材料としても利用されています。Ti-Al合金は航空機用材料として期待されていますが、その相安定性を利用した組織制御により、変形能に優れたβ相を粒界に析出させ超塑性変形が可能となります(図1)。このような組織は複雑形状への超塑性加工が可能(図2)であるばかりでなく、超塑性変形後に変態熱処理を施すことで、成型体の強度を増加させることができます。

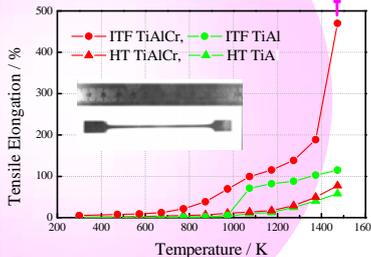


図1) Ti-Al-Cr合金に恒温鍛造を施し粒界β相を析出させることで高温で超塑性を示します(左図の赤丸ITF TiAlCr)。しかし粒界β相のない熱処理材(赤三角)や、Ti-Al二元合金では超塑性が発現しません。

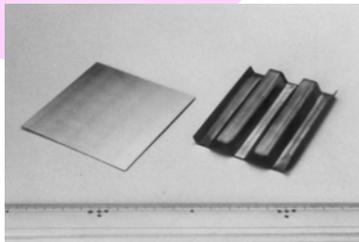


図2) 粒界β相を含有するTi-Al-Cr三元合金(写真左)は超塑性変形が可能のため、チャンネル加工のような複雑形状(写真右)への成型加工が可能です。

一方、チタン合金の表面に酸化チタンを担持することで、抗菌性や超親水性などの新たな機能を付与することが可能です。また私どもは酸化チタンの担持化と平行してバルク化にも取り組んでいます。粉末固化にSPS法を採用し、低温高压焼結により超親水性に優れたアナタース構造酸化チタンのバルク化に成功しました(図3)。

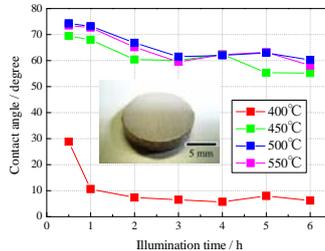


図3) 7nmの粒径からなるアナタース構造からなる酸化チタン粉末を400°C/555MPaの条件下でSPS法により固化成型したバルク材は、他の条件で作製したバルク材よりも優れた超親水性を示すことが明らかになりました。

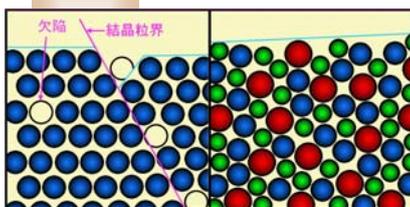
「音」を利用したナノ材料の創製

熱や光ではなく、「音」によって促進される化学反応があることをご存知でしょうか。このような超音波によって起こる化学反応は、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ます。この際に、数千度という他の方法では得ることの難しい高温微小反応場が瞬間的に発生します。また直ちに常温に戻るため超急冷の効果も期待できます。私たちは以前よりこの超音波反応場の特性を利用し、新規金属ナノ材料の創製に利用してきました。実際に得られた材料については、次号以降で詳しくご紹介する予定です。

金属ガラスのはじまり

人類の歴史は木や石などの天然素材で道具を作ることに始まり、やがて青銅器から鉄器となり、産業革命を経て近代の金属文明が築かれ、今日に至っています。さて、これら金属は原子で出来ていますが、それらは高温で溶けた状態では自由に動き回り、バラバラな状態にあります。これを冷却し、低温にすると通常、原子は規則正しく並んだ結晶の固体(図1-a)になります。

それでは、高温で溶けた状態から1秒間に100万°Cの超スピードで冷却したらどうなるでしょう? ある種の合金では、原子がバラバラな無秩序な状態で固まり、アモルファス(非晶質)固体になることが、1960年代に発見されました(図1-b)。



(a) 従来金属結晶性金属 (b) アモルファス合金金属ガラス

物質の性質は原子の動きや配列などで決まるので、従来の結晶性金属にはない優れた性質が得られることになりました。強く(高強度)、錆びない(耐食性)、電磁特性に優れるなど一躍注目されることになったのですが、一つ欠点がありました。それは、1秒間に100万°Cもの早さで超急冷することが必要だったために箔や粉の

ように大きさが限定されてしまうことでした。表面で超急冷されても塊状材料の中心まで超急冷することは難しいからです。

そこで、ゆっくり冷却しても非晶質となり、大きな塊状の非晶質合金が出来ないものと合金の開発が進められました。そしてついに1988年に世界で初めて日本で発見されました(図2: アモルファス合金)。それが金属ガラスです。

新素材製造部門

早乙女康典 教授
網谷健児 助教

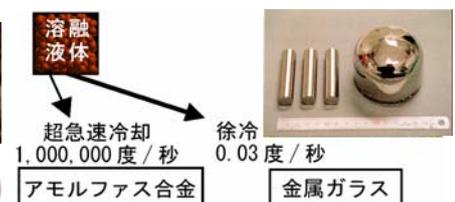
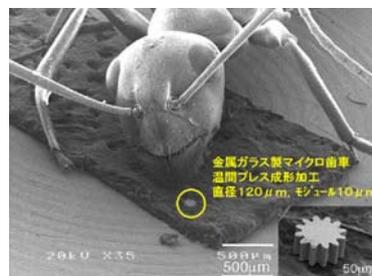


図2) 金属ガラスは熔融金属を徐冷して得られるアモルファス合金

この合金は上述のアモルファス合金と同様に優れた性質を持っていますが、もうひとつ大きな特徴があります。それは、微細・精密な加工が可能なこと。ひとつの加工方法は溶けた金属ガラスを鋳型に流し込む方法(鋳造, 射出成形)、もうひとつの方法はこの材料を



再加熱すると現れる粘性流動を利用し、金型成形(温間鍛造)を行う方法です。図3は後者の方法で作られたマイクロ歯車で、その直径は0.12mm、歯が12枚ついています。

図3) 蟻と金属ガラス製マイクロ歯車(直径0.12mm、歯数12)



Ni基超超合金

現在、当部門ではNi基超超合金に関する研究開発を、「素材製造」、「加工技術」、「特性評価」、「適用(試行)」の各課題について取り組んでおります。その中で、既存金属材料で広く利用されている各種2次加工が本合金においても適用可能かどうかは、本合金の低コスト製造あるいは多様な特性付与を考えると重要な課題といえます。

大阪センター発足時から取り組んできた幾つかの2次加工についての成果を紹介してみます。

◇溶解技術：素材製造にあたって、汎用的な高周波真空溶解あるいは不活性ガス中での溶解が、アルミナ等の安価な坩堝を用いて不純物あるいはガス元素等の汚染を受けることなく可能であることが確認されました。安価にして大型素材製造につながる成果といえます。

◇鑄造技術：溶解後、金型あるいは砂型に普通鑄造さらには精密鑄造することができました。これにより、多様な鑄造方案が本合金で採用可能であることがわかりました。

◇研削・切削技術：難削ではあるが超硬工具による切削加工が可能であることが示されました。金属材料で広く用いられている切削加工が本合金にも適用可能であることにより、容易な部材加工への道が引かれたこととなります(図1)。

◇熱処理技術：真空中での熱処理および不活性ガス中での熱処理に加えて、短時間大気中での熱処理あるいは暴露が可能であることが確認されました。

◇表面処理技術：プラズマ窒化あるいは浸炭による表面硬化処理により、本合金の表面硬さが2倍程度増大しHv=900近くにも達することを見出しました。これにより、本合金の耐磨耗あるいは耐疲労強度が求められる部材への用途が考えられます(図2)。

新素材加工部門

高杉隆幸 教授・小林寛 助教

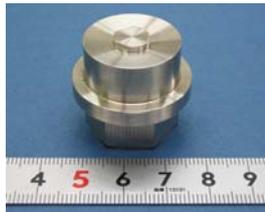


図1) ポールベアリング用レース素材。右はイオン窒化処理を施している。

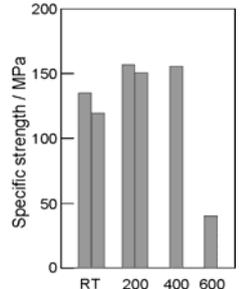
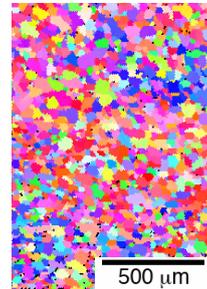


図1) 鉄系高融点材料部品製造のための摩擦攪拌接合ツール。

図3) 加工熱処理により達成した微細結晶粒組織

図4) 微細化したFe₃Al合金の種々の温度における比強度

高比強度Fe₃Al基鍛造合金

近年、鉄にアルミニウムを14mass%以上含むFe₃Al合金が日米欧で精力的に研究されてきました。この合金は高温での耐酸化性、耐硫化性が非常に優れており、かつ従来の鉄鋼材料に比べて約15%軽量という長所を持ちます。これまでの研究により、粗大な析出物粒子を熱間加工中に導入することにより結晶粒の微細化に成功し(図3)、Ti合金に匹敵する高比強度が得られることを見出しました(図4)。この材料は500度付近までの高温で使用される燃焼器、タービンブレード等への応用が期待されます。

原子の織りなす世界を観る <2>

今回は私たちの生活には欠くことのできない電化製品を舞台裏で支えている材料を見てみましょう。

例えば液晶ディスプレイ。コンピュータだけではなく家庭にも壁掛けテレビなどとしてどんどん普及しています。一つのディスプレイの中には100万個以上のピクセルと呼ばれる小さなつづつがあり、色を出していることはご存知ではないでしょうか。実はこの一つ一つのピクセルはさらに三原色をそれぞれ制御する液晶と小さな薄膜半導体トランジスタが組み込まれています。ピクセルの中の三つの半導体トランジスタの中には電子が流れており、その量が時々刻々変化することによって三原色の比を変え、全体としてきれいな色を出しています。応答性をよくするためには電子が素早くトランジスタの中を走ってくれなくてはならないのですが、そのためには半導体が結晶であることが望ましいのです。しかし薄い半導体結晶を作成することは難しく、現在ではアモルファス半導体を低温で結晶化させることにより薄膜半導体を得ています。

図1はその様子を透過電子顕微鏡により捉えたもので、矢印のように半導体原子がアモルファス側から金属中を駆け抜け、反対側に析出することによって結晶化が促進されていることがわかります。

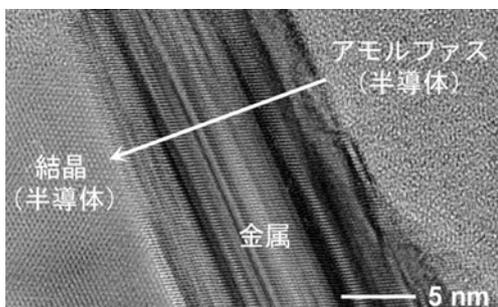


図1) アモルファス半導体が低温で結晶化している様子。矢印のようにアモルファス側でいったん半導体原子が金属に溶け込み移動し、反対側に析出することにより低温で半導体結晶が成長している

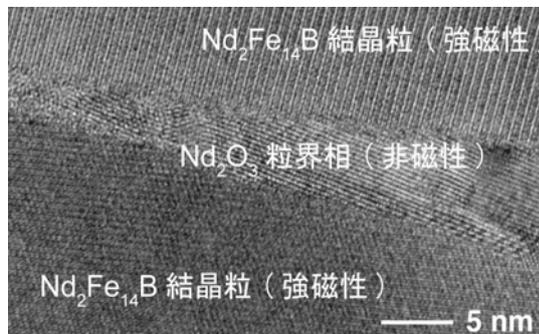


図2) Nd₂Fe₁₄Bと呼ばれる世界で一番強力な永久磁石の保磁力が保たれているメカニズム。永久磁石からなる一つ一つの結晶粒の間(粒界と呼ばれる)にNd酸化物を主体とする非磁性層が存在することにより結晶粒を磁氣的に孤立化している。

もう一つの例は最近、文房具店でも手に入る強力な磁石でしょう。Nd₂Fe₁₄Bという組成の複雑な結晶構造を有する永久磁石が東北大金研出身の佐川博士により発明されたのは20年以上も前のことですが、現在ではハードディスクの中の小さなモータなど様々なところで用いられ我々の文明生活を支えています。

一般に永久磁石の強さは磁力線がどれだけ出ることと共に、外乱に対してどれだけ安定化であるかという指標で定量的に表すことが出来ます(保磁力と呼ばれます)。前者は結晶特有の物理的な量ですが、後者はNd₂Fe₁₄B結晶粒がどのように分布しているかという金属組織に依存する量であり、磁石を作成するプロセスに強く依存します。

図2は最適プロセスでこの磁石を作成したときの二つの結晶粒の間の層(粒界と呼ばれます)を原子レベルで観たものです。粒界を構成する物質は磁石ではありません。しかし個々のNd₂Fe₁₄B結晶粒を磁氣的に分離することにより、仮に一つの結晶粒の磁化の方向が変わってもそれが隣りの粒に伝わるのを阻止し、全体として保磁力を向上させている事がわかります。

先端分析研究部 (兼任)

今野豊彦 教授



トピックス
金属系新素材

試作センター開設

ありました。また大阪センターの4名の教授による研究シーズの発表、さらには大阪府下の金属加工系企業3社から、各社の技術開発への取組みの講演がありました。そして最後に財団法人大阪産業振興機構末吉徹理事長の挨拶で閉会となりました。

同センターは、財団法人大阪産業振興機構が事業主体として運営し、大阪府立大学や大阪府立産業技術総合研究所なども連携して、府内中小企業の支援活動を行う予定です。センターの活動は、第一に金研大阪センターが有する金属系新素材などの紹介・普及、第二に技術開発・試作等に関するマッチングや相談、そして第三に大阪府下の中小企業に補助金を交付することで研究開発の促進支援を行うことです。第三の事業では、大阪センターとの共同開発を手がける企業を対象に、公募により4件選考されることになっています。

同センターの開設は、大阪府との大阪センター連携融合事業活動の一環であり、産官学による事業が文字通り軌道に乗ったこととなります。



試作センター開設披露(左)と金属系新素材研究フォーラム(右)



左より大阪産業振興機構 末吉理事長、大阪センター 今野センター長、大阪府商工労働部 熊谷部長

看板上掲式

大阪府は、金研大阪センターの研究シーズを府内中小企業に活用し、技術革新や新製品開発等を支援するための拠点として、「金属系新素材試作センター」を7月25日にクリエイション・コア東大阪に開設しました。当日は、センターの開設披露に先立ち、南館1階ロビーにて看板上掲式が開催され、金属ガラス成型加工装置が紹介されました。続いて、約120名の参加者のもと南館3階技術交流室にて、「金属系新素材研究フォーラム」が開催されました。大阪府商工労働部熊谷敬部長による開会挨拶に続き、大阪府立大学工学研究科教授 東健司先生より、「大阪産業のさらなる成長と金属系新素材試作センターへの期待」と題した基調講演が

金研大阪センター

この春から夏にかけて通常の研究・開発業務に加え、各種セミナーでの講演、ホームページの開設、センターへの新スタッフの参画などいくつかの出来事がありました。

1 (財)大阪産業振興機構と金研大阪センターでの申合せ書の締結

試作センター事業の開始に先だち、大阪産業振興機構と金研大阪センターとの申合せ書を6/22付けで締結しました。これは大阪センターが同事業に参画するにあたって必要な実務的な種々の事柄を定めたものです。

2 産学連携セミナー等への参加・発表

企業間の横の連携や産学官のビジネスマッチングを目的として設立された様々な機関が主催するセミナー等においての発表を行っています。講演タイトルの一例は「次世代型耐熱材料としてのNi基超合金の潜在力」、「金属ガラスとその実用化技術」、「二酸化チタンを担持した高機能チタン合金の開発」、「新しい材料の開発において分析が果たす役割」などです。今後このような研究会に積極的に参加し少しでも連携の輪を拡げていきたいと考えています。

3 大阪センターのホームページの開設

私共の活動の発信の場としてホームページを開設いたしました。ここでは東北大学の産学連携ポリシーや利益相反マネジメントといった大学全体としての産学連携の取組みを紹介

大阪センターとして参加した産学連携セミナー等

4月20日	金属ガラスイノベーションフォーラム (IFMG主催)
5月21日	花田名誉教授講演会 (チタン協会主催)
6月14日	異業種交流会定例会 (大阪異業種交流会プラザ主催)
6月29日	産学技術交流マッチング定例会 (社)大阪府経営合理化会主催
7月18日	第4回ものづくり事業化交流マッチング (社)金属加工技術協会主催
7月25日	金属系新素材研究フォーラム (財)大阪産業振興機構主催

するHPへのリンクも張っていますので、共同研究等をお考えの企業の方は御参考になさってください。

4 新しいスタッフの参画

試作センター事業の発足に伴いクリエイションにて玉置省三コーディネータが、毎週水・金にクリエイション南館2207号室にて企業のみなさまからの相談等を受けています。また大阪センターの新しい研究スタッフとして8月から助教の網谷健児さんが加わりました。業務は早乙女教授が中心になって行う金属ガラスの実用化研究を推進することです。試作センターにある金属ガラスのデモ装置の稼働など、企業の方々との接する機会も多いと思います。同時に仙台オフィスでは杉山誠一さんに非常勤職員としての技術補佐業務を開始していただきました。これまで不十分だった在阪の企業の方々から依頼された試料調整や分析等を迅速に行うことが目的です。

活動ニュース

編集後記

大阪と仙台を歩き来していると季節の移ろいを敏感に察知できます。この時期気温は大阪が数度高く、湿度も若干大阪が高いようです。夏の眩しい日差しと、涼しげな木洩れ日の仙台ではそれぞれ趣きがあります。大阪と仙台は培われた文化も歴史も異なり、狭い日本の中で多様さを感じます。薬師寺泰蔵著の「テクノヘゲモニー - 国は技術で興り、滅びる -」によると、古今東西を問わず技術の栄衰と国家の反映は密接に関連し、技術の発展を疎かにすると国家は衰退の一途を辿るそうです。

わたしたちのプロジェクトは大阪と仙台の相互協力による産業支援を目指しています。小さな一歩ですが、貴重な財産であるわが国の技術が更に発展するように尽力したいと考えます。

新素材創製研究室教授 正橋直哉



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 大阪府堺市中央区学園町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 大阪府東大阪市荒本北50-5 (南館2F-2207室)
TEL/FAX 06-4708-3550

