



ものづくり基礎講座
第29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



花菖蒲
堺市の花
市制100周年を記念し平成元年に制定



サギソウ
姫路市の花
昭和41年に制定



東北大学片平キャンパス

陽ざしの眩さに自然の力強さを感じる季節を迎えました。関西の夏はその厳しい暑さで有名ですが、今年は電力需給が逼迫し、例年以上の節電を強いられそうです。気象予測の確度向上は電力需要の予想を可能とし、ピーク時間帯に合わせた節電計画を立て易くしてくれます。例えば、ドイツでは「明日午後2時から4時に電力が不足するので節電に協力する人はいませんか」と呼びかけ、需要電力削減に協力した企業にお金が支払われるそうです。このようにして削減（マイナス）した電力を「ネガワット」と呼びます。このシステムは、電力会社がピーク時に必要な電力需要に対応するために、ピーク時以外は遊休である設備を持たなくて済むという利点があります。電力自由化とも関連した壮大なシステム構築ですが、今こそ私たちは叡智を結集して対処しなければならないと考えます。

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 / 「ダイナミック構造変化を利用したナノ結晶合金の高延性化」
革新グリーン材料設計分野 山崎 徹 教授

大阪府から / 「産学官連携は、ものづくりの国際競争力を高める切り札」

MOBIO(ものづくりビジネスセンター大阪)

大阪府商工労働部ものづくり支援課 讃岐 富男 課長

3ページ

トピックス / 「金属ガラスの超高速・量産加工法」

次世代機能材料分野 早乙女 康典 教授

イベント報告 / ものづくり基礎講座(第29回技術セミナー)

4ページ

教員の受賞 / 次世代機能材料分野

早乙女 康典 教授、網谷健児 准教授

金研関西センターNews / ・関西センターロゴ新設

・次世代機能材料分野に技術補佐員着任

編集後記 / 次世代機能材料分野 早乙女 康典 教授

ダイナミック構造変化を利用したナノ結晶合金の高延性化

革新グリーン材料設計分野

山崎 徹 教授

ナノ結晶組織を有する金属材料は、高い強度と大きな延性を発現することが期待されてきました。しかしながら、これまでに作製されたナノ結晶合金の多くは、結晶粒の超微細化により極端な硬質化が生じており、硬くて脆い材料となっています。このような、硬い材料では塑性変形中の加工硬化現象は観察されず、せん断帯と呼ばれる局所的な塑性変形模様を生じて脆性的に破壊してしまいます。

硬いナノ結晶合金においても、加工硬化現象を発現できれば延性的な塑性変形を生じさせることが可能です。我々の研究室では、電解析出法により結晶粒径が数nmのナノ結晶Ni-W合金を作製したところ、結晶粒成長過程に硬質化することを見出しています(逆ホールペッチ則)。この現象を利用して、引張変形中に発生する局所的な塑性変形部分を、ダイナミックに結晶粒成長させることにより、加工硬化現象を発現させ、大きな引張塑性変形伸びを実現することができました。

図1に、種々の組成のNi-W合金の引張試験結果を示しています。いずれも、引張破断強度は3,000 MPaを超える高強度材料ですが、アモルファス構造を有するNi-23.6 at. % W合金では脆性的な破壊を生じています。一方、ナノ結晶組織を有するNi-14.4 at. % W合金では大きな塑性変形伸びが観察されます。図2に、Ni-14.4 at. % Wナノ結晶合金の引張破面の表面から、FIB法により深さ方向にTEM試料を切り出して組織観察した結果を示します。引張破面近傍で結晶粒成長が生じており、この部分が硬質化したと推定されます。今後、これら高強度・高延性ナノ結晶合金の塑性変形機構を解明するとともに、超精密部材用のナノ・マイクロマテリアルとしての応用を目指します。

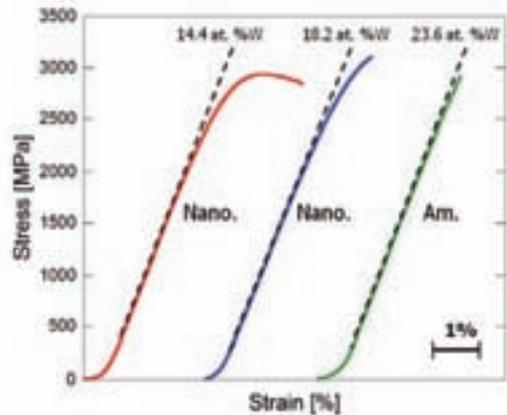


図1 Ni-W合金の引張試験結果(公称応力-公称ひずみで表示)。

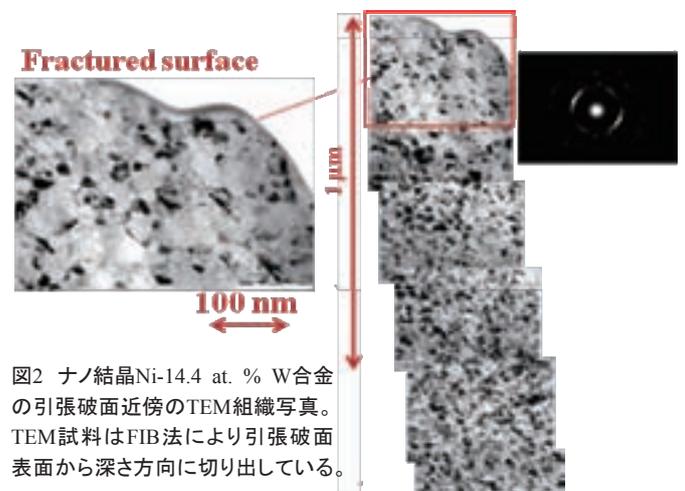


図2 ナノ結晶Ni-14.4 at. % W合金の引張破面近傍のTEM組織写真。TEM試料はFIB法により引張破面表面から深さ方向に切り出している。

大阪府から 産学官連携は、ものづくりの国際競争力を高める切り札

MOBIO (ものづくりビジネスセンター大阪) 大阪府商工労働部ものづくり支援課

讃岐 富男 課長

MOBIOには、多くの外国の方々が見学を訪れます。韓国、中国、ロシア、インドネシア、インド、ベトナムなどの新興国、また、アフリカ諸国の方々も加わります。その目的は、展示場にある大阪のものづくり企業の高い技術力と製品をつぶさに見ること。ものづくり中小企業に対する、国、自治体の支援施策の実情を知ることです。

さて、こうした国々の皆様と話していて気づくことは、各国の企業の技術水準が急速に高まっている現実です。3月に来館されたベトナム科学技術省の副大臣は、「まいど1号」展示ブースの前で、自身がNASAで勤務した科学者でもあり、母国ではJAXAの支援を得て、衛星を組み立てていると語られました。いずれの国の訪問者にも共通することは、官民が一体となって、成長を図り、国富を高めること。先進国に学び、追いつき追い越そうとする強い意志を感じます。

4月、韓国大邱広域市の(財)大邱機械部品研究院(DMI)の皆さんが、(地独)大阪府立産業技術総合研究所をINTER.MOLD2012(4.18-21.インテックス大阪)の視察に併せ訪問されました。同国の将来の有望分野に対する科学技術投資や海外戦略に向けた官民の連携は、周知のことですが、地方の研究機関においても、官民が設立に加わり、高いレベルの研究や公認試験機関として活動しています。また、ロボット、次世代自動車部品などの成長分野の開発にも取り組んでいると聞きました。

我が国も、シリコンバレーのような産業創造が日常的に行える風土や環境整備に加え、海外に負けない産学官連携による総がかりの技術革新を進めなければなりません。そうでなければ、新興国群の激しい追い上げの中で、競争優位を保つことすらできなくなるのではないのでしょうか。

自動車分野では、ハイブリッド車、EVの先端技術車、高級車も現地生産の過程に入り、家電・電機分野でも、パネルや太陽電池の海外投資が加速しています。激変する経営環境のもと、生き残りにかける一つの答えが、産学官連携による技術革新への闘いです。簡単には、追いつくことのできない技術を確立していくことが求められます。

MOBIOにおいても、産学官連携によるものづくり支援事業に取り組んでおります。関西屈指の大学・高専のサテライトオフィスが常設され、東北大学金属材料研究所関西センターをはじめ16大学1高専の有能なコーディネータ人材が、ものづくり中小企業の技術開発、新商品開発を共に取り組むため活動しています。

そこでは今、次世代の金属系新素材、蓄電池素材、太陽電池技術、バイオコークスなどの共同研究・開発が行われています。これらの技術開発には、東北大学金属材料研究所関西センターの教授陣をはじめとする人的な支援に加え、大阪府のものづくりに関する支援助成金の活用など、資金的な研究開発支援のラインナップ情報も用意しています。強力な産学のつながりが、技術革新の礎となり、ものづくり企業の変革と挑戦のお手伝いができるよう、MOBIOも挑戦を続けます。

金属ガラスの高速超塑性挙動とこの現象を応用した高効率量産加工法について紹介します。

金属ガラスの特性を生かした製品は、優れた機械的性質に加えて耐食性や電磁特性などの材料機能性が発揮された新規製品としてその開発、実用化に大きな期待が寄せられています。とくに、従来金属のように結晶構造を持たないことと、樹脂材料と同様の粘性加工が可能であることから、各種ナノデバイスやマイクロマシンなどへの応用が期待されています。粘性加工は、ガラス遷移点以上の温度まで加熱し、粘性が低下した状態で加工し、再び冷却して形状を凍結します。したがって、この加熱・冷却サイクルおよび加工を如何に短時間で行うことができるか、ということが生産効率上、重要となります。そこで、金属ガラスの粘性を利用した超・短時間加工システムを開発しました。厚さ0.1mmのZr基金属ガラス箔を約430℃まで加熱し、成形加工後、直ちに冷却するのに、わずか0.5秒間という離れ業の加工方法です。ここでは、その加工原理と方法について紹介します。

図1には、Zr基金属ガラスに荷重を负荷しておき、加熱速度100度/秒で加熱した際の温度と発生ひずみ速度の関係を示しました。温度が上昇すると、ひずみ速度曲線上の(A)点から変形が始まり、(B)点で変形速度は最大となり、(C)点で変形が終了しています。実は、(C)点以上の温度に加熱すると、アモルファスが結晶化し、アモルファス本来の特性が失われてしまいますので、過熱には注意しなくてはなりません。急速加熱中で最も変形速度が大きくなる(B)点で加工することが目標で、この場合、加熱速度を1から100度/秒にすると(B)点での粘性は1/5000に低下し、変形速度は5000倍にもなることが図2

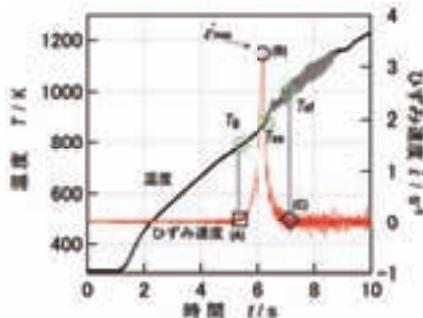


図1 急速加熱下の金属ガラスの変形挙動。加熱速度 $H.R.=100K/s$ 、初期負荷応力 $\sigma=0.8MPa$

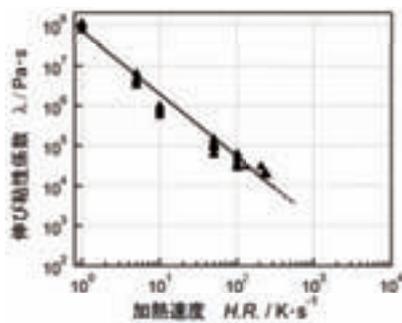


図2 金属ガラスの粘性の加熱速度依存性

に示されています。この現象を利用すると、加熱と加工に要する時間が短くなり、きわめて短時間で加工を行うことができるわけです。実際の加工方法と装置図を図3に示しました。いちばんの課題は、上述の(B)点を急速加熱中に検知する方法です。

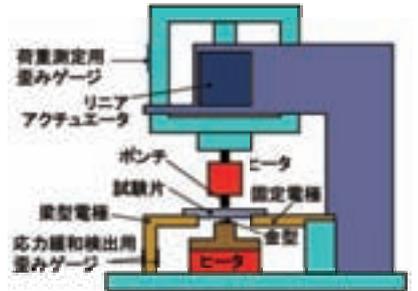


図3 急速加熱制御マイクロ加工装置

そこで、試験片に予め小さな力を负荷しておき、粘性の低下とともに生ずるごく僅かな伸び変形を歪みゲージで検出し、応答速度の早いリニアアクチュエータで工具(ポンチ)を駆動し、加工を行うこととしました。こうして加工された試験片を図4に示します。図(a)~(e)が加工後の試験片の電子顕微鏡写真で、このうち(c)が最も良好に加工出来ています。つまり、上述の(B)点で加工が行われたと考えられます。(a)~(e)は、それぞれポンチ温度 T_{ph} を変えて加工した試験片の電子顕微鏡写真で、試験片とポンチ、ダイが接触した際の温度変化による影響が大きいことを示しています。これは熱伝導解析により最適値を推定することもできますが、本実験の場合の最適値は $T_{ph}=713K$ でした。以上の加熱・冷却時間を含む加工時間は、約0.5秒であり、本方法の有効性が明らかになりました。金属ガラスは元来非平衡状態で製造される材料であり、本方法にみられるような高速制御技術を駆使した新しい加工方法の開発が重要であり、今後の発展が期待されます。

次世代機能材料分野 早乙女康典 教授

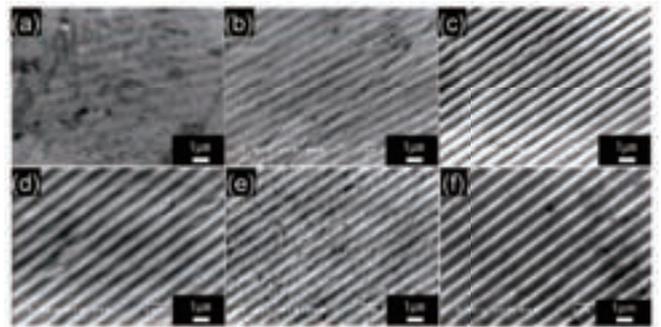


図4 急速加熱制御加工におけるポンチ(金型)温度が成形形状精度に及ぼす影響。加工後の試験片(a)~(e)、ポンチ表面(f)の走査電子顕微鏡写真、(c)のポンチ温度 $T_{ph}=713K$



イベント報告 Close up!

■ものづくり基礎講座(第29回技術セミナー)
「金属の魅力をみなおそう 第三回 ニッケル」(5月11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「ニッケルの基礎」の講演に続き、MMCスーパーアロイ株式会社菅原克生氏による「ニッケル基合金の特徴と進化」、古河テクニサーチ株式会社高岡慧氏による「形状記憶・超弾性合金の最近の応用」を講演頂きました。定員超の51名の参加があり、講座後も活発な討議が交わされました。なお正橋教授の発表図面と解説は関西センターHPにアップしましたので、ご活用ください。



教員の受賞

関西センター次世代機能材料分野(早乙女研)の早乙女康典教授、網谷健児准教授が、日本機械学会、関西支部賞(技術賞)を受賞しました。受賞対象は「金属ガラス締結ねじの開発」で、去る3月16日、同学会関西支部第87期定時総会において表彰されました。また共同研究者であり、早乙女研究室の博士後期課程社会人学生でもある(株)丸エム製作所、山中茂氏による受賞記念講演が行われました。金属ガラスの室温成形加工に世界で初めて成功し、転造法による量産加工の道が拓かれたこと、金属ガラスのユニークな機械的性質により従来の「ねじ」にない「高強度でゆるみ難い」特性を發揮すること、さらに転造加工により材質変化とねじ特性が改善されること、などが評価されたものといえます。また、本研究は、平成20年度大阪府基盤技術高度化支援事業補助金、平成22~24年度戦略的基盤技術高度化支援事業「金属ガラスによるゆるみ難い高機能ねじの締結技術の開発」など、産学官連携のもとに技術開発が行われたものであり、ご支援いただいた関係各位に心からお礼申し上げます。今後は、マイクロねじや医用分野への展開をはかり、より身近な材料としての金属ガラスの実用化を推進してまいります。

受賞者：東北大学 早乙女康典、網谷健児
(株)丸エム製作所 山中茂、茶谷政弘、日比玄機、福田憲治
受賞名：日本機械学会 関西支部賞(技術賞)
受賞題目：金属ガラス締結ねじの開発

金研関西センター News

関西センターのロゴを新設



関西センターは、先ごろセンターのロゴ(左図)を新設しました。ロゴの真意は、本センターの三つの目的である、「企業の抱える課題解決の支援」、「大学シーズを活用した新材料・プロセスの開発」、「次世代技術者の養成」を、三つのエレメントで具象化し、右上の葉のモチーフでグリーンイノベーションを標榜しています。このロゴは大阪のデザイナーに作っていただきました。皆さんに末永く愛用されるよう、私たちはこのロゴの持つ意味合いを忘れることなく、実り多い産学官連携活動を目指したいと考えます。新設したロゴを宜しくご愛顧ください。

次世代機能材料分野(早乙女研究室)に技術補佐員着任



岡本佳奈 技術補佐員
Kana Okamoto O型・天秤座

2012年5月7日付けで、次世代機能材料分野(早乙女研究室)に岡本技術補佐員が着任しました。岡本さんは、兵庫県立大学工学部応用物質科学科 山崎研究室にて、高強度ナノ電析合金およびナノインプリント用薄膜金型の開発に従事されています。今後は、ナノ結晶合金や金属ガラスなどの非平衡材料全般の評価を行なっていただく予定です。

編集後記

本号の受賞報告記事で、「金属ガラスねじ」を紹介させていただきました。塑性加工は不可能だと思われてきたことから、学会でも話題となりましたが、この「ねじ」は、まさに産学官の連携なしには生まれませんでした。経緯の詳細は省きますが、おそろおそろ室温での加工を試みたところ、「成功した」ということでした。翌日から、その謎解きが始まり、加工荷重の掛けかた次第で十分可能であること、この加工原理に基づけば、ねじ以外の部品の成形も可能であろうことがわかってきました。「産業は学問の道場なり」との本多光太郎先生の言葉は、関西センター設立のキャッチフレーズでもあるのですが、「学」と「産」とのキャッチボールにより、双方ともに鍛えられていくことを体験しました。

次世代機能材料分野
教授 早乙女康典

「メタセコイア」花言葉：平和、楽しい想い出



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

