

# NEWS Letter



2007 Spring  
春 Vol.1 号



## 東北大学金属材料研究所

附属研究施設大阪センターオフィス外観  
(大阪府立大学 産学官連携機構8階)  
2006年4月設立



クリエイション・コア東大阪

## 産学官連携機構8階



大阪センターは東北大学と大阪府が連携し、金属材料の学術研究とその工業的視点に基づいた実用化を目的に、2006年4月に東北大学金属材料研究所附属研究施設として大阪府立大学構内に設立されました。

センターの研究は、関西地区の研究機関との学術交流を通じて、金属材料の基礎的特性の把握と理解を深めることに取り組みます。あわせて、これらの知見をベースに考案した材料を、産業界とリわけ大阪地区の企業のニーズに答えた具体的ターゲットを設定し、その実用化を目指します。対象分野としては構造用および環境用の金属材料を重点に据え、その高機能化と製造技術の改良と開発を行います。構成は新素材創製(正橋教授担当)、新素材製造(早乙女教授担当)、新素材加工(高杉教授担当)、新素材企画(今野教授担当)の4部門からなっており、また初代センター長の井上明久教授(現東北大学総長)の後を今野豊彦教授が昨年11月に引き継ぎ、現在大阪府や大阪府立大学と連携をとりながらセンターとしてその活動を精力的に進めています。

また、センターでは企業からの技術相談を随時受けています。その取り組みの一環として、クリエイションコア東大阪にて毎週水曜日と金曜日の午後、上記のセンター教授が交代で相談に応じています。地方自治体と国立大学法人の連携を通して、国内産業を支援するという取り組みは国内では初めての事例です。大阪センターでは以上の活動を通し、金属素材関連産業の活性化と、学術研究の推進に取り組んでいく予定です。

そこで、私たちの活動を紹介するために、このたびNews Letterを季刊発行の予定で作成いたしました。ご愛読のほどお願い致します。



## 金属と化学の協働による新材料創製

当部門では、金属と化学のそれぞれの専門性を活かし、環境・生体をキーワードとした構造および機能性材料の創製に取り組んでいます。材料創製・機能評価・分析を一貫して行うことで、全体を俯瞰できる質が高く効率の良い研究に努めています。

金属材料の分野では、金属系構造材料の高機能化と、そのために必要なバルク組織および表面の制御、ならびに複合化のためのプロセス技術の開発を通して、材料科学の深化を目指すと共に、実用性に秀でた材料の創製を行っています。具体的には高強度・耐食に優れた鉄鋼材料(図1)や、超弾性・低弾性率に優れたチタン合金の材料開発、さらにこれらの材料に二酸化チタンを複合化することで、光触媒による環境浄化や抗菌性などの機能を付与し、材料の高機能化を図っています。また二酸化チタン光触媒そのものの担持技術や機能改善などの研究にも取り組んでいます。チタン合金の簡便なコーティング方法である陽極酸化法の成膜条件を選択することで優れた超親水性を

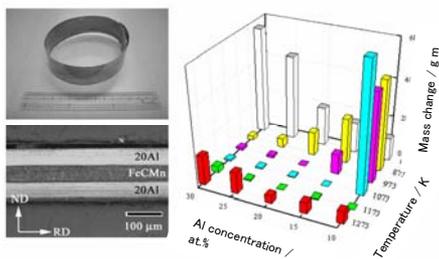


図1) FeAl合金と炭素銅の複合材を99.8%加工した成型材の外観(左上図)と断面組織(左下図)、及び表面酸化処理を施したFeAl合金の硫酸水溶液中の腐食損量のAlと処理温度依存性(右図):複合化により難加工材のFeAl合金の成型加工が可能になり、表面酸化処理により硫酸水素溶液中の耐食性が改善される。

示すことが明らかになり、表面分析からこの原因は水酸基が最表面に吸着し易い構造になることがわかりました(図2)。

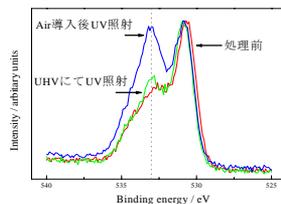


図2) 化成電圧 220Vで成膜した陽極酸化膜のXPS:化成電圧が高いほど親水性に優れ、XPSから水酸基に起因するスペクトル強度が強いことが判明。

一方、化学材料の分野では、ナノ材料の創製、および複合化による高機能化について研究を行っています。超音波を用いた新規な手法を用い、貴金属と磁性体をナノレベルで複合化することに成功しました(図3)。貴金属ナノ粒子は高い触媒活性等をもちますが、その小ささ故に扱いが困難でした。しかし磁性体との複合化することで磁場でハンドリングでき、分離や回収を伴う新たな用途への応用が見込まれます。

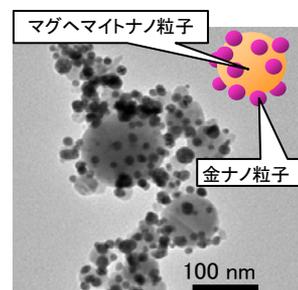


図3) 超音波法で得られた金・磁性体複合ナノ粒子の電子顕微鏡像。磁性体であるマグネタイトの表面に、10ナノメートルほどの金が多数固定化されている。

新素材創製部門

正橋直哉教授・水越克彰助教

## 金属ガラスって何?

金属ガラスは金属?それともガラス?その正体はというと、非晶質合金、アモルファス合金です。ただ従来のアモルファス合金と大きく違う点があります。そのひとつは、従来のアモルファス合金が箔や粉末の形状でしか得られなかったのに対して、大きな塊の材料として入手できるようになり、高い強度や優れた耐食性、磁性特性を生かした部品への応用展開が可能になったことです。もうひとつ違う点は、プラスチックや酸化物ガラスと同様にガラス遷移挙動を示し、射出成形やトランファー成形が可能な点にあります。さらに非晶質構造であることから、ナノメートルオーダーの成形が可能になりました。たとえば下図(図1)に示すのは、直径1000分の1mmの歯車成形用金型(上段)と成型加工によって出来た歯車(下段)です。プラスチックの射出成形品よりも小さく、強さは鋼の10倍もある夢のマイクロ部品を作りませんか?

新素材製造部門

早乙女康典教授

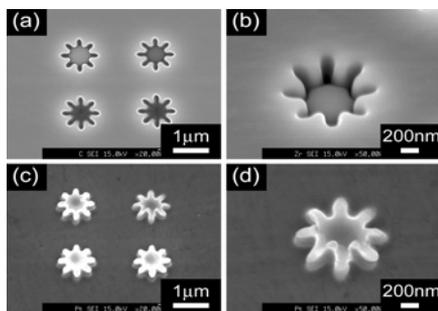
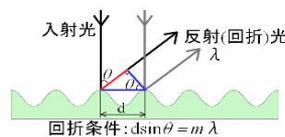


図1) 金属ガラスを用いた直径1μmの歯車の成形加工 (a)(b)集束イオンビーム加工により創製されたZr-基金属ガラス製金型 (c)(d)金型成形加工により製作されたPt基金属ガラス製マイクロ歯車、モジュール100nm、歯数8

## 究極のナノインプリント用金属材料

金属ガラスを用いると、ナノメートルオーダーの形状転写加工、トランスファープレス加工、ナノインプリントが簡単に出来てしまいます。下図(図2)は、太陽の光を赤・緑・青の光の波長に分離する反射型分光板で、上段に金型、中段にプレス加工品、下段にその電子顕微鏡写真を示しました。市販品は成形した薄いプラスチック板が変形しないように厚いガラスブロックに貼り付けられていますが、下図のものは厚さ0.1mmで、高温でも液中でも酸化雰囲気中でも使えます。ナノ量産加工によって新しい機能を生み出すことが出来る究極の金属材料、それが金属ガラスなのです。



回折条件:  $d \sin \theta = m \lambda$   
 $d$ : 回折格子ピッチ  $\lambda$ : 回折光の波長  
 $\theta$ : 回折角度  $m$ : 回折次数

	Red	Green	Blue
ピッチd(nm)	1020	784	659
1次回折光波長λ(nm)	696	535	449

( $m=1, \theta=43^\circ$ )

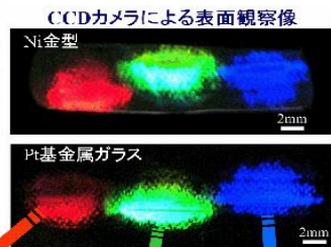
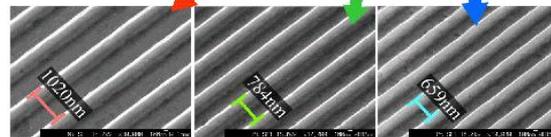


図2) 金属ガラス製反射型RGB分光板 (a)Ni電鍍金型 (b)金型成形により製作されたPt基金属ガラス製分光板 (c) (b)の走査電子顕微鏡写真



ホログラムグレーティング・RGB分光素子のSEM観察像



## 省エネルギーに貢献する次世代型耐熱材料

新規な耐熱材料の開発は省エネルギーを通じて地球温暖化を抑制するために必要とされる21世紀のキエテクノロジーの一つと言われています。最近の内外の精力的な研究により、それまで問題であった脆性が克服され、延性と強度を兼ね備えた高温構造用金属間化合物が開発されるようになってきました。

当部門では、高温で優れた力学(高強度・高靱性)・化学(耐酸化・腐食)・物理(低比重・高融点)特性を有し、さらに、製造性、省資源、省エネルギーに特段の優位性をもつ革新的次世代型耐熱材料(熱エネルギー変換材料、航空・宇宙材料、自動車エンジン関連材料、高温プラント材料、耐熱工具等)を、新規な合金設計と組織制御により創製しております。

図2) Ni基超超合金製ジェットエンジン用タービンブレード試作品。

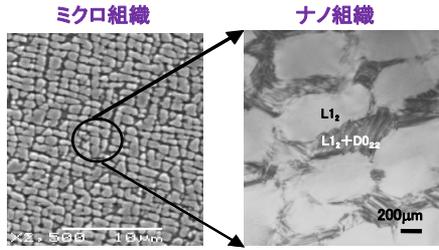


図1) 構成相を全てNi基の金属間化合物とし、さらに超微細に2重複相組織化することで、組織安定性に優れた新規の超合金組織を創製。

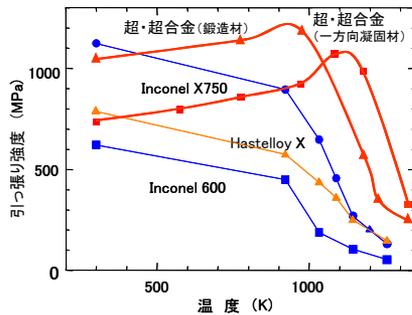


図3) Ni基超超合金の高温引張り強度特性。高温域ほど従来超合金より高い。

## 関西から新規耐熱材料関連産業創出を

これらの成果を軸に、金属系新素材に関して蓄積されている大阪府内外の産学官の知的・技術的資源と産学連携を結集して、次世代型耐熱材料の実用化を図るための基盤技術(溶解・铸造、熱処理、塑性加工、研削・切削加工、表面

処理等)と活用技術を開発することを目指しています。

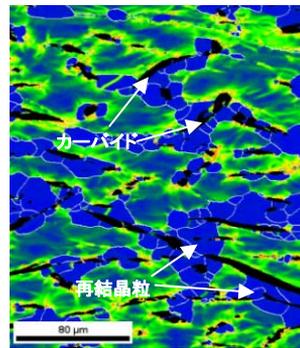


図4) Fe<sub>3</sub>Alマトリック中に粗大なカーバイドを分散させ、塑性加工後の再結晶発生サイトを多くすることにより、組織を微細にして高温強度を上げることができます。

## 原子の織りなす世界を観る

一般に材料の開発は(1)物質合成 - (2)特性評価 - (3)構造解析というサイクルを繰り返すことにより進められます。

例えばマグネシウムを基にした軽くて強い合金を作成する場合、まず铸造や熱処理により素材を作成し、次に強さや耐食性など求められている特性を評価します。通常はここで終わることも多いのですが、なぜこのような特性が得られたかを考え次の合金設計に反映させるためには(3)の構造解析のステップも欠かせません。

私たちの研究室では透過電子顕微鏡などの解析機器を駆使することにより軽量高強度材料、アモルファス・ナノ材料、半導体といった我々の社会に必要な材料の組織と構造を原子配列にまで遡って解明することを目的としています。

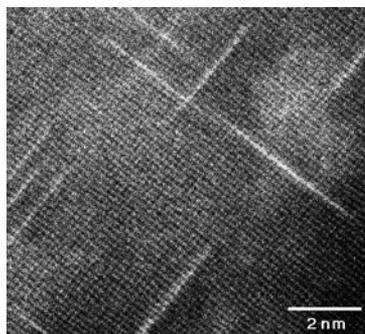


図1) アルミニウム-銅時効析出合金の高分解能電子顕微鏡像。白いコントラストが銅原子を表している。このようにマトリックスのアルミニウムと整合性よく銅原子が析出することにより機械的強度が増している

## 先端分析研究部(兼担)

今野豊彦教授

例えばアルミニウムがホイルのように柔らかかったり、サッシのように硬かったりするのは同じアルミニウムも後者では溶けきることのできなかった異種原子が規則正しく配列しているからです(図1)。

このように異種原子が時間とともに析出する現象は時効析出と呼ばれており、我々の身の回りの様々な材料に機械的強度を与える代表的な手法です。

また磁石が安定な磁石として機能するかどうかということも結晶構造や(信じられないかもしれませんが)大きさそのものに依存しています。

たとえばコバルトと呼ばれる古くから強磁性体として知られている金属ではサイズを小さくすると六方晶から立方晶にその構造が変わり(図2)、そのことによって磁石になりやすい方向そのものが変化してしまいます。

私たちの研究室ではこのようなことを一つ一つ原子レベルで確かめることにより新しい材料が効率的に誕生することのお手伝いをしています。

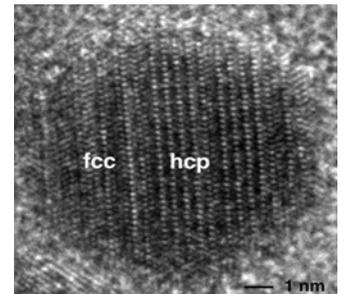


図2) 気相法で作成したコバルト微粒子:通常の六方晶(hcp)から立方晶(fcc)にサイズを小さくすることにより変化している。

# 大阪センター紹介

東北大学 金属材料研究所  
附属研究施設  
大阪センター  
仙台サテライトオフィス



世界三大古墳に数えられるに徳大皇陵を有する百舌鳥(もず)古墳群。その古墳群にある御陵山古墳と西高野街道の間に金研大阪センターは位置しています。この歴史豊かな環境から産業界の未来へと金属の新素材を企画・創製・製造・加工し、大阪産業発展のため、ひいては日本の金属素材産業の活性化と学術研究発展のために取り組んで参ります。

## 東北大学金研大阪センター事務局

大阪センター秘書  
今井涼子 - Ryoko Imai -  
大阪センター仙台サテライトオフィス秘書  
菅原美織 - Miori Sugahara -

## アクセス

大阪府立大学 / 中百舌鳥(なかもず)キャンパス 産学官連携機構8F(C10棟)  
(キャンパス内南東に位置する8階建の1番高い茶色の建物)

◇南海高野線「白鷺(しらさぎ)駅」下車。南西へ約900m・徒歩約10分。

◇南海高野線「中百舌鳥(なかもず)駅南出口」、地下鉄御堂筋線「なかもず駅5番出口」下車。南東へ約2km・徒歩約20分。

(詳しくは大阪府立大学HPをご参照ください)  
<http://www.osakafu-u.ac.jp/access/index.html>

**今野豊彦 教授**  
Toyohiko Konno  
B型・蟹座

1981年 東北大学大学院博士前期課程修了。新日鐵、米国スタンフォード大学(Ph.D., 1993)、東北大学金属材料研究所、大阪府立大学を経て、2006年4月より現職。

(専門)  
構造組織解析  
透過電子顕微鏡

**止橋直成 教授**  
Naoya Masahashi  
A型・乙女座

1986年 東北大学大学院博士後期課程修了。博士(工学)。新日鐵、英国ケンブリッジ大学、東北大学金属材料研究所を経て、2006年4月より現職。

(専門)  
金属材料学、組織制御  
状態図、結晶方位解析

**千乙女康典 教授**  
Yasunori Saotome  
B型・魚座

1975年 早稲田大学大学院修士課程修了。三菱電機、工学博士(1981年)、早稲田大学、群馬大学工学部教授を経て、2006年10月より現職。

(専門)  
金属ガラス  
マイクロマシン材料

**高杉隆幸 教授**  
Takayuki Takasugi  
A型・天秤座

1975年 東北大学大学院博士課程修了。東北大学金属材料研究所助手、助教授、大阪府立大学工学部教授を経て2006年4月より現職・東北大学金属材料研究所併任教授。(その間、米国ペンシルバニア大学客員研究員、米国オークリッジ国立研究所招聘科学者)(専門) 組織制御、金属間化合物 塑性加工、材料の力学特性

**小林 覚 助教**  
Satoru Kobayashi  
AB型・射手座

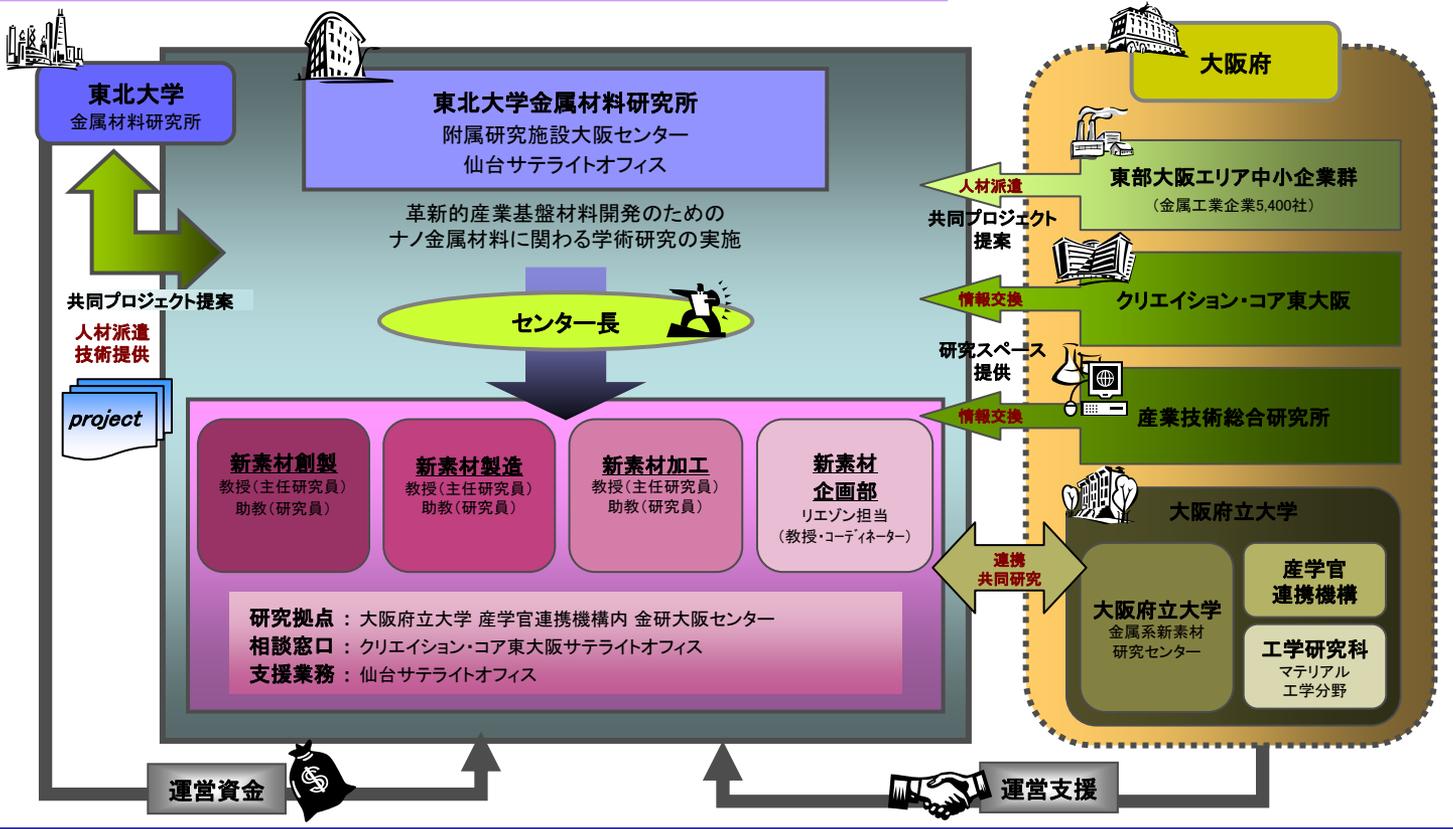
2002年 東京工業大学大学院博士後期課程修了。博士(工学)。NIMS、マックスプランク鉄鋼研究所(ドイツ)を経て2007年1月より現職。

(専門)  
材料組織学、  
耐熱材料、鉄鋼材料

**水越克彰 助教**  
Yoshiteru Mizukoshi  
A型・水瓶座

1997年 大阪府立大学大学院博士前期課程修了。日本触媒、大阪府立大学大学院博士後期課程(2000年、博士(工学))、大阪府立工業高等専門学校、長崎大学を経て2007年1月より現職。

(専門)  
無機材料化学  
超音波化学



## 編集後記

私共、金研大阪センターが文科省の広域連携事業として立ち上がってから瞬間に一年が過ぎました。この間、大阪府商工労働部、大阪府立大学、クリエイションコア東大阪など様々な機関の方々からの暖いご支援を受け、組織としてやっと独り立ちできる段階になってきました。このニュースレターはそういった意味で小さな一歩に過ぎないかもしれませんが、私たちに与った新たな展開の始まりです。平成19年度の我々の目標はこれまで培われてきた関西の企業の方々との連携を実質的なものにスケールアップし、「やはり大阪センターが来てよかった」とおっしゃっていただけるような結果を一つでも多く出すことです。今後ともどうかご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い致します。

大阪センター・センター長 今野豊彦

## 東北大学金属材料研究所

<http://www.imr.tohoku.ac.jp/jpn/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 大阪府東大阪市善北50-5 (南館2F・2207室)