



## What's up!

### 最近の研究

- 「析出型二重複相金属間化合物合金の開発」  
先進金属材料分野  
金野泰幸 教授

## Focus on!

### トピックス

- 「元素分布評価・制御」  
表面界面解析・制御分野  
鈴木 茂 教授

## Pick up!

### 参画組織紹介

- 大阪府商工労働部  
中小企業支援室 ものづくり支援課  
産学官連携推進グループ



新年あけましておめでとうございます。新しい年を迎え、センターメンバー一同、より一層の充実した産学官連携活動に邁進したいと考えています。本年もどうぞ宜しくお願い申し上げます。変化の激しい現代は、流行やトレンドに敏感でなければならない一方、ゆるぎない「信念」を持つことも大事です。成功を掴みとるためには、たゆまない努力と忍耐が必要で時間のかかる作業ですから、多くの人はそれまでに飽きてしまい、志半ばで挫折します。努力の人、自動車王ヘンリー・フォードは「たいていの成功者は他人が時間を浪費している間に先へ進む」と言ったそうです。自分では浪費しているという自覚がなくても、何も考えずに作業をすることに馴れてくると、後から考えて「あれは何だったのだろうか」と自問することが往々にあります。何のためにやってきたかを説明できないことほど残念なことはありません。知識を得ることだけでなく、その知識を使わなくてはなりませんし、更に言う実行しなければ結果は伴いません。知ることより考えることは大切であり、結果を得るために動くことは同様に大切な行為です。冬の寒さで丸まった背中をまっすぐにのばして、共に一步踏み出し、平成30年を素晴らしい年にしていきたいと思います。

# 析出型二重複相金属間化合物合金の開発

高温組織安定性に優れるNi<sub>3</sub>Al / Ni<sub>3</sub>V二重複相金属間化合物合金を析出強化によって高強度化した第二世代Ni基超々合金を研究しています。

[Keywords] 耐熱・耐摩耗合金、Ni基超々合金、析出硬化

L1<sub>2</sub>構造のNi<sub>3</sub>AlとD0<sub>22</sub>構造Ni<sub>3</sub>Vの二つの異なる金属間化合物相からなるNi基二重複相金属間化合物合金(Ni基超々合金)は高温での強度や硬さに優れた新しい耐熱合金です。本合金の特性発現には、その特異な微細組織が深く関わっています。

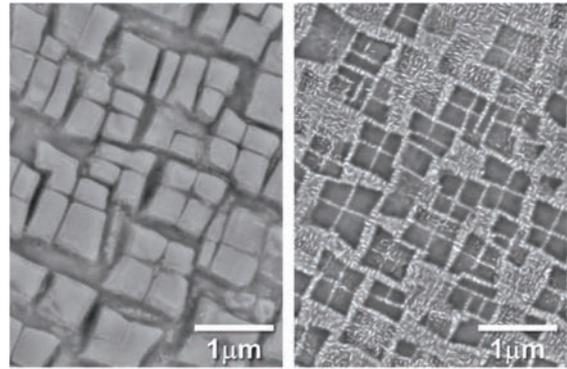
Ni基超々合金の二重複相組織は立方体形状の初析L1<sub>2</sub>(Ni<sub>3</sub>Al)相とその間隙部であるチャンネルに存在するD0<sub>22</sub>(Ni<sub>3</sub>V)相とL1<sub>2</sub>(Ni<sub>3</sub>Al)相の共析組織から構成されます。二重複相組織の形態は現行Ni超合金の(γ+γ')二相組織と酷似していますが、チャンネルに存在するγ相(不規則構造のNi固溶体相)をD0<sub>22</sub>(Ni<sub>3</sub>V)相とL1<sub>2</sub>(Ni<sub>3</sub>Al)相とすることで、構成相のすべてを規則構造の金属間化合物とした**次世代型超合金組織**といえます。本組織により、Ni基超々合金はNi超合金よりも高い高温引張強度を示すとともに、温度上昇に伴う硬さの低下が小さく、高温では超硬合金よりも高い高温硬さを有します。このため、高温で使用される強度部材や、工具・金型等用の高温耐摩耗材料への適用が期待できます。

Ni基超々合金の必須構成元素はNi、Al、Vの3元素ですが、ここに第四、第五等の合金元素を添加すると特性が変化します。これまでの研究で、Ti、Nb、Taは固溶強化により本合金の強度や硬さを大きく向上させることがわかっていますが、最近の研究で、Reを添加して適切な熱処理を行うと、二重複相組織のチャンネルにのみ微細析出が生じ(図1)、著しく硬さが上昇することが見出されました。ミクロンオーダー以下の特定微小領域にのみ微細粒子が析出するのは学術的には非常に興味深い現象ですが、硬化の程度が大きいため実用的にも魅力的です。その後の研究で、Reよりも安価なWやMoを添加しても同様の現象が生じることが確認されてきています(図2)。この第二世代ともいえる**析出型二重複相組織(ナノ・ヘテロ二重複相組織)**を有するNi基超々合金は、特に高温耐摩耗用途への適用により威力を発揮すると考えられており、難加工材用の高温工具・金型への展開を期待しつつ、日々、基礎研究を進めています。

先進金属材料分野  
教授 金野 泰幸



[専門] 結晶塑性、組織制御、合金設計  
[娯楽] その昔、輸入版等のレコードで音しか聴けなかったものが、今ではインターネット上に映像付きで動画がアップロードされており、驚きながらも視聴を楽しんでいます。



従来型二重複相組織 (左図) と 析出型二重複相組織 (右図)

図1 Ni基超々合金の従来型二重複相組織(左図)と、ReとTaを添加した析出型二重複相組織(第二世代のナノ・ヘテロ二重複相組織)(右図)

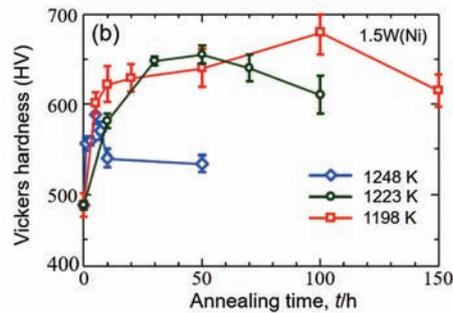


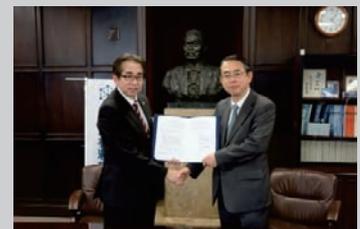
図2 Wを添加したNi基超々合金の時効熱処理に伴う硬さ変化

### 用語解説

**【金属間化合物】** 構成元素の少なくとも一つが金属である二種類以上の元素からなる化合物。大きくは合金に分類されるが、組成が整数比で表され、通常の合金とは異なる性質を示す。

## 広域連携センター News 東北での材料分野における産学連携

産学官広域連携センターでは過去10年にわたって蓄積した産学連携のノウハウを東北地区の企業支援に向けて大いに活用すべく、いくつかの活動を進めています。その枠組みの一つが宮城県の公設試である宮城県産業技術総合センターと金研との間に締結された「地域の産業振興に関する協定書」です。8月には広域連携センターのキックオフフォーラムが仙台で開催され、大阪府、兵庫県、宮城県の産学連携に関わる行政関係者が一堂に集まりました。一方、企業向けにはKCみやぎ推進ネットワークが主催する「スキルアップセミナー」への参画も三年目を迎え、今年も二日間をかけ、企業の皆様と金属材料の在り方を考えていきたいと思います。さらに宮城県産業振興機構主催の「産学官金連携フェア」にも当センターは出展いたします。会場の国際センターに是非お越しください。(今野豊彦 教授)



宮城県と金研との協定書の締結 (H29.6.7) 産業技術総合センターの守和彦所長(左)と金研の高梨弘毅所長(右)

## 元素分布評価・制御

エックス線、電子、イオン等を利用した解析手法を使って材料中の組成分布や構造を評価し、特性向上に向けて材料・プロセスの制御も提案しています。

**＜鉄鋼中のホウ素(ボロン)の分布の評価＞** 鉄鋼中の微量なボロン(原子番号5)添加により、強度が高くなるなどの特徴があります。しかし、そのボロンの分布を調べるには限界がありましたが、我々のグループではそれら进行评估するための新規の分析装置(飛行時間型二次イオン質量分析装置:ToF-SIMS)を、いち早く導入し産学連携のために利用していただいています。図1は、結晶粒界(結晶粒の間の境界)の中でも、高温のオーステナイト相の結晶粒界にボロンが偏析したり、条件により粒内には析出したりすることを示しています。高価な装置を導入すると一研究室で占有することもあります。運営が困難になることがあるので、我々のグループでは優秀な技術職員を装置に配置し、共同利用できるように健全な体制を構築しています。

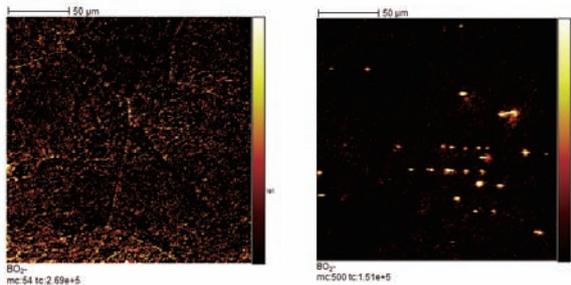


図1 ToF-SIMSで調べた二種類の耐熱鋼中のボロンの分布

## 【研究者紹介】

表面界面解析・制御分野  
教授 鈴木 茂

【専門】 各種材料解析



**＜鉄鋼中の水素の分布の評価＞** 鉄鋼中の微量水素(原子番号1)は、遅れ破壊等の水素脆性の原因になることがあります。最近では高強度の鋼材(TRIP鋼など)が求められており、水素割れが起こりやすくなっています。鉄鋼材料は、主にフェライト相やオーステナイト相で構成されており、どこに水素が濃化しやすいかが問題でした。図2は、二相鋼(フェライト相やオーステナイト相)中の元素分布を電子プローブマイクロアナリシス(EPMA)により調べた結果、重水素の分布をToF-SIMSにより調べた結果です。これらの結果から、重水素が二相界面近傍のフェライト相側に濃化していることなどを明らかにしました。これらの成果は、企業等との共同研究によるものです。

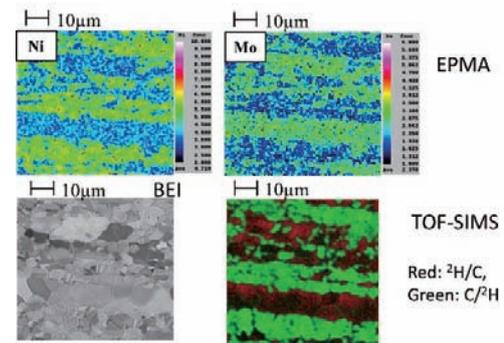


図2 EPMAとToF-SIMSで調べて元素分布(BEIは組織)で、右下図赤色部からフェライト相側での水素濃化が示唆された

## 参画組織紹介

## Pick up!

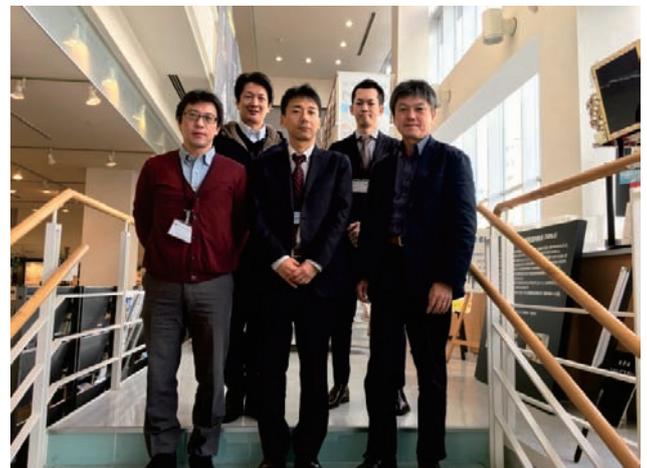
## 大阪府商工労働部

中小企業支援室 ものづくり支援課 産学官連携推進グループ

【Keywords】 産学連携、ものづくり、課題解決

わたしたちは、クリエイション・コア東大阪(大阪府東大阪市)で大阪府や関係機関が運営する「ものづくりビジネスセンター大阪(MOBIO)」において、「産学連携オフィス」を運営し、ものづくり中小企業からの産学連携の相談に応じています。

「産学連携オフィス」では、東北大学をはじめとする36の大学・高専と連携し、技術的な課題はもちろん、経営、デザイン等様々な分野の相談をすることができます。受け付けた相談には、大阪府の職員が、相談内容のブラッシュアップや大学教授等との面談への同行といったフォローを行いますので、産学連携に関心はあってもハードルが高いと感じているものづくり中小企業のみならず、まずはお気軽にご相談ください。



産学官連携推進グループのメンバー  
(クリエイション・コア東大阪にて)



## イベント報告 *Close up!*

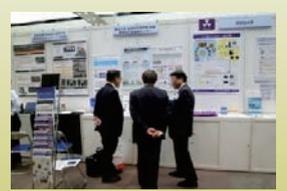
### ■匠の技プロジェクト・夜間大学講座 ～金属材料研究の新しい可能性～ (9月15日(金)～11月10日(金))

当センター共催の標記の講座を、兵庫県立大学姫路駅前サテライトにて、毎週金曜の18:30～20:00に、全8回にわたって連続開催しました。当センターから正橋教授、千星准教授の2名が、兵庫県大からは鳥塚教授、八重教授、土田准教授、三浦准教授、足立准教授、さらに物質・材料研究機構より井上様が講師を務めました。県下の技術者ら延べ186名が参加され、その内、6回以上受講した13名に修了証書を授与しました。(山崎徹 教授)



### ■池田泉州銀行ビジネス・エンカレッジ・フェア2017 (11月8日(水)～9日(木))

11月8日と9日の両日、池田泉州ホールディングス・池田泉州銀行が主催する「ビジネス・エンカレッジ・フェア2017」が、マイドームおおさか2階・3階で開催されました。産学官広域連携センターでは、研究シーズのポスター展示や資料の配布、製品サンプルの展示により、センター活動を紹介しました。フェア入場者数は昨年を上回る9,600名で、「19大学一斉展示特設コーナー」に設けられたブースにも多くの企業の方が立ち寄ってくださり、盛況のうちに終えることができました。(杉井春夫 コーディネーター)



### ■第7回次世代ものづくり基盤技術産業展TECHBizEXPO (11月15日(水)～17日(金))

標記の産業展が名古屋市中小企業振興会館吹上ホールにて11/15(水)～11/17(金)の会期で開催され、金属材料研究所においてもブースを構え、本所の活動や成果を展示しました。その中で、当センターもアモルファス合金や金属ガラスの実用化事例などを中心に展示を行ないました。産業展には一日4千～5千人の来場があり大盛況で、入口から遠いブースであったにも関わらず、多くの方々に本センターの展示を見学頂きました。ありがとうございました。(網谷健児 特任准教授)



## イベント案内 *Attention please!*

### ■ものづくり基礎講座 (第53回 技術セミナー) (2月2日(金))

#### 「金属の魅力をみなおそう 第三弾 観察・分析編 第4回 破壊」

標記の講座を、2月2日(金)14時からクリエイションコア・東大坂にて開講します。金属製品の破壊がなぜ起きるのか、そしてその破壊挙動を観察することが何故重要かを学びます。今回は、破壊の基礎について正橋直哉教授の講演に続き、日鉄住金テクノロジー阿座上静夫様とIHI中西保正様からご講演を賜ります。皆様奮ってご参加ください。(正橋直哉 教授)

### 教員の受賞

メゾスコピック組織制御工学分野 千星聡准教授、岩瀬彰宏教授、他3名が日本銅学会第57回講演大会において「第51回論文賞」を受賞しました。受賞した論文はDOWAメタルテック株式会社との共同研究成果の一部をまとめたものです。時効硬化型チタン銅合金において組織制御を図るための基盤データが明示されており、今後の合金開発に資することが期待されます。(千星聡 准教授)



## コラム

産学官連携コーディネータの役割のひとつが、センター所属教員の研究シーズを活用できるニーズ探索です。最近ではオープンイノベーションとして企業がニーズを提示し、企業(大学)が解決のためのシーズを提案する手法がとられています。大抵の場合、提示された技術ニーズに合致するシーズを早く探せるからです。一方、大学のシーズは研究レベルのものが多く、即応的な技術シーズの段階には至っていないため、企業ニーズとのマッチングを難しくしています。

産学官広域連携センターのオフィスは、仙台・大阪・兵庫・MOBIO とバラバラですが、各種イベントでの共同作業や頻繁なメールのやり取りにより、メンバーのベクトルを揃えています。もちろんメンバーが参加する飲み会も大切なコミュニケーションの場となります。コーディネーターの下戸は課題ですが・・・

大阪産業振興機構  
杉井春夫 コーディネーター



編集・発行

<http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/>  
[kouikioffice@imr.tohoku.ac.jp](mailto:kouikioffice@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 研究推進機構棟(C10棟)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 東大阪市荒北1-4-1 (南館2F-2207室)  
TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385

\* 本誌の内容を掲載あるいは転載される場合は事前にご連絡下さい。