



東北大学

東北大学 金属材料研究所 附属 産学官広域連携センター

## What's up!

### 最近の研究

- 「ナノ析出物を利用した鉄鋼材料の表面硬化」  
低炭素社会基盤構造材料分野  
宮本 吾郎 准教授

## Focus on!

### トピックス

- 「異材接合プロセスの新しい展開」  
接合界面設計・制御分野  
佐藤 裕 教授

## Pick up!

### 研究グループ紹介

- 産学官広域連携センター  
表面界面解析・制御分野  
鈴木 茂 教授



例年になく雪の多かった冬が終わり、日増しに暖かくなってまいりました。4月は学校に新入生が、企業に新入社員が仲間入りし、受け入れる側も期待に胸を弾ませることでしょう。過日、外国の友人から、桜が咲く4月に新しい生活が始まる日本が羨ましいと言われました。確かに桜の下での入学や入社記念写真は絵になります。年度には収支決算を扱う「会計年度」と、学校運営を扱う「学校年度」があります。日本は共に4月始まりなのに対し、欧米は学校年度は9月始まりが多いようですが、会計年度はアメリカは10月、イギリスは4月、ドイツやフランスは1月とバラバラです。日本の会計年度も昨今のグローバル化に伴い、1月スタートの企業が増加しているそうです。一方、学校年度に眼を転じると、日本は明治初頭に小学校は1月スタート、師範学校は9月スタートでしたが、1886年に国の会計年度が4月スタートになったのに伴い、今のスタイルになりました。その会計年度は、明治初めは10月スタートでしたが、その後、1月、7月、4月と変遷し、その理由は戦費調達のための納税時期の変更が関与すると言われています。社会生活のスタートの月が国策に翻弄されない今に感謝し、桜を愛でながら、お酒を楽しみたいものです。

# ナノ析出物を利用した鉄鋼材料の表面硬化

金属材料中の様々なスケールの微細構造を調べ、組織形成の原理を解明し、組織制御による構造部材用の金属材料の特性向上指針を確立します。

[Keywords] 鉄鋼材料、表面硬化、ナノ析出・クラスタ

歯車やクランクシャフト、ピストン等の機械構造部材は、使用時に表面で荷重を支えながら摺動を受けるため、表面を硬くし耐摩耗性を向上することが欠かせません。鉄鋼材料の表面硬化法の一つが窒化処理です。窒化処理とは、500-600°Cで表面から窒素を浸透拡散させて、材料中に含まれている溶質元素と窒素とを反応させて表面を硬化させる手法です。窒化処理は、浸炭や高周波焼き入れ等の他の表面硬化処理に比べると、処理ひずみが小さいため、精度が必要となる部材の表面硬化に適した処理法です。我々は、窒化処理における表面近傍の組織変化をこれまで調べており、図1に示すように添加元素によっては、単原子層厚さの極めて微細なクラスタが生成することで、窒化材の表面が硬化されていることを突き止めています。

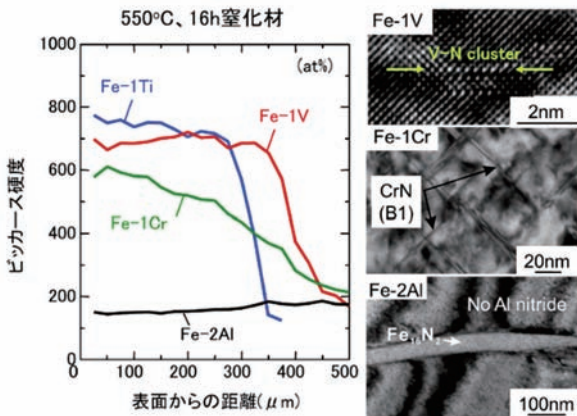


図1 窒化処理を施したFe-M二元合金の表面から試料内部への断面硬さ分布と、各合金で形成される析出組織。Fe-1V合金およびFe-1Cr合金では一原子層のナノクラスタや平衡相の板状CrNが生成するが、Fe-2Al合金ではAl窒化物は生成しない

低炭素社会基盤構造材料分野  
准教授 宮本 吾郎

[専門] 金属の組織制御、組織解析  
[趣味] 自転車旅行 (最近ご無沙汰ですが・・・)  
[特技] 装置の不具合箇所を見つける



窒化処理の課題は、処理温度が比較的低いため厚い硬化層を得るためには処理時間が長くなるということと、表面硬化を発現するためには多量の元素添加が必要であるということです。そのため、処理時間が短く、なるべく省元素でも表面硬さと硬化層厚さを実現する手法が望まれています。最近、Alとともに微量Vを添加することで、図2に示すようにクラスタがAl窒化物析出を誘起して高い表面硬さと厚い硬化層厚さが両立されることが明らかとなっており、窒化処理の課題解決の糸口が得られつつあります。今後は、硬さと耐摩耗性の関係も合わせて明確にしたいと考えています。

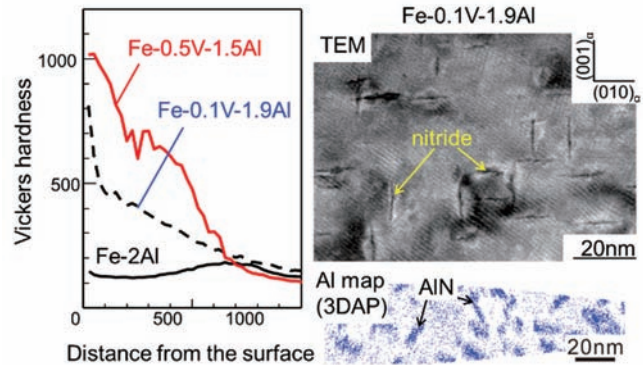


図2 550°Cで16hの窒化処理を施したFe-Al-V三元合金の硬さ分布と析出組織。右下は三次元アトムプローブ(3DAP)測定により得られたAl原子マップ

## 用語解説

【クラスタ】添加元素がナノレベルで局所的に濃化した準安定な微細構造。アルミ合金のクラスタは、G-Pゾーンとも呼ばれ、高強度化に活用される。

## 広域連携センター News

## 植田貞太郎コーディネーター着任



植田 貞太郎 コーディネーター  
A型・牡牛座

平成23年5月 住友電気工業株式会社退職  
平成23年5月 宇宙航空研究開発機構勤務  
平成30年4月 産学官広域連携センターに  
コーディネーターとして採用

杉井春夫コーディネーターの後任として、4月1日より植田貞太郎さんが着任されました。植田さんは、1977年に京都大学大学院工学研究科修士課程(精密工学専攻)を修了し、住友電気工業株式会社に入社しシステムエンジニアリングに携わられました。ご退職後は宇宙航空研究開発機構(JAXA)に勤務し、幅広いネットワークと豊富な経験をお持ちの方で、本事業にとって強力なメンバーが加わりました。

## 異材接合プロセスの新しい展開

異なる素材同士の接合（異材接合）は、次世代の構造物やデバイスの製造において重要な技術です。接合時に生じる異材界面現象を制御し、これまでにない異材接合プロセスへの展開を目指しています。

次世代の構造物やデバイスでは、種々の素材を適材適所に使うマルチマテリアル化が非常に重要です。マルチマテリアル化には、物性の異なる素材同士を接合（異材接合）しなければなりません。しかし、接合方法として熔融溶接法（両素材を局部的に熔融して一体化する方法）を用いると、異なる素材間で生じる過度な反応に伴って、多くの場合、特性に劣る接合界面しか得られないため、異材接合は実現不可能な技術と考えられてきました。最近になり、素材を溶かさなない接合方法（固相接合法）が多数開発されたことで、接合時の過度な反応を抑制でき、実社会で使える異材接合継手が得られるようになっていますが、その継手性能は、元々の素材物性には遠く及びません。この現状を打破するには、異材接合時に生じる界面現象を制御し、特性に優れた界面相を意図的に作り出すことが重要です。

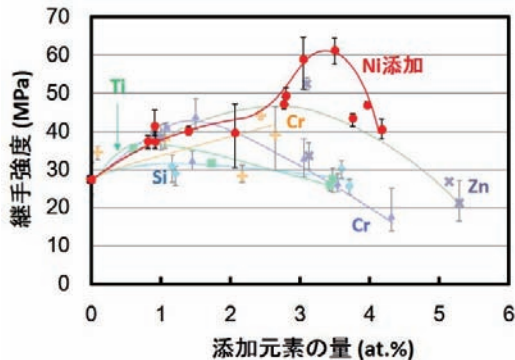


図1 Al/Fe異材接合の継手強度に及ぼす添加元素の影響

## 【研究者紹介】

接合界面設計・制御分野  
教授 佐藤 裕

[専門] 溶接・接合の材料学



異材接合での界面反応は局所領域で急速に進行する冶金現象ですので、他の合金元素の影響を受けます。そこで私たちのグループでは、種々の産業分野で必要とされる異種金属の組み合わせ、例えばAl/Fe、Al/Cuなどの異材接合での界面現象に及ぼす元素添加の効果について詳細に調べています。例えばAl/Feの異材接合において、接合界面に種々の元素を添加したところ、Niの添加により継手強度を大幅に改善することが明らかとなりました（図1）。Ni添加は界面に形成される金属間化合物の結晶粒を微細化し、継手強度を改善することを示しました（図2）。Al/Feの異材接合におけるNi添加の効果は、アークやレーザを用いたブレイジング法、摩擦攪拌接合など種々の溶接・接合法で確認されています。本成果は、異材接合での界面組織制御が、継手性能の改善に効果があることを世界で初めて示したものです。この成果は、企業との共同研究によるものです。

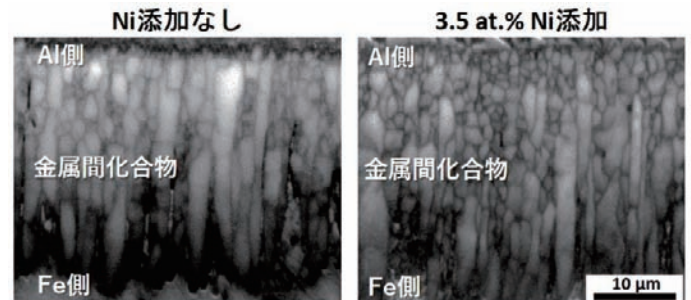


図2 Al/Fe異材接合界面のEBSD解析結果

## 研究グループ紹介

## Pick up!

## 表面界面解析・制御分野

東北大学金属材料研究所 附属産学官広域連携センター

【Keywords】 機能材料、構造材料、表面、界面、機能制御

当グループでは、各種プローブを用いて、様々な機能材料や構造材料の表面や界面の解析、およびそれらの知見に基づく制御に関する研究を行っています。右の写真は、ある放射光施設で表面敏感な方法により、化学状態を調べるための実験の様子です。当グループの特徴としては、一つの方法にとらわれず、多面的な物質の評価を行うことがあげられます。また、他の研究室の壁を低くして、気軽に様々な打ち合わせを行っています。情報管理等は厳正に行っています。いろいろな相談の中で、当グループだけでは対応できないこともありますので、そのときには産学連携の分野で信頼できる他のグループの紹介も行っています。（鈴木 茂 教授）



放射光施設において、機能性材料の特殊なX線吸収分光法による局所構造解析を行っている様子

5年間にわたり、金研関西センター、広域連携センターに客員教授として参加してまいりましたが、このたび定年退職を迎えることとなりました。大阪府立大との産学官連携のほうの活動は、専ら、同じメゾスコピック組織制御工学分野の千星先生にお任せしてしまいましたが、学学連携のほうでは、多くの学生が関西（広域連携）センターの先生方とのご指導も仰ぐことで、いろいろな成果を挙げ、多くの国際学会発表、論文出版という結果に繋がりました。充実した5年間を送ることができ感謝しています。退任するにあたり、今後の広域連携センターのますますのご発展を祈念します。



杉井春夫コーディネーター 退任挨拶

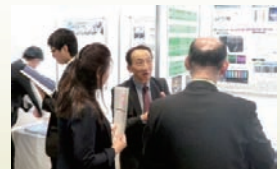
平成23年から7年間、金属材料研究所「関西センター」および「広域連携センター」の担当コーディネータを務めさせていただきました。常に優しく接して下さったセンターの先生方や、様々なご意見を寄せて下さった企業の方々を支えられ、有意義な7年間を楽しく務めることができ、深く感謝しています。企業のニーズを捉えたセミナー企画（ものづくり基礎講座）は毎回盛況で、思い出深い1ページです。今後も広域連携センターがますます発展しますよう、皆様のご支援よろしく申し上げます。たいへんお世話になりました。



イベント報告 *Close up!*

■産学官金連携フェア 2018みやぎ（1月18日(木)）

仙台国際センターにおいて、みやぎ産業振興機構の主催のビジネスマッチングに関わるフェアが開催され、当センターも金研の研究室やプロジェクトの協力を得ながら出展し、共同研究の成果などを紹介いたしました。地下鉄からのアクセスのよい3000m<sup>2</sup>の展示棟には150を越える展示ブースと高専ロボコンなどのアトラクションスペースが設けられ、多くの来訪者で賑わった一日となりました。（今野豊彦 教授）



■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」

標記講座を2月2日に開催しました。当日は東北大学 正橋直哉教授による「破壊の基礎」の講演に続き、日鉄住金テクノロジー(株)阿座上静夫氏による「金属材料の破面解析とその事例」、(株)IHI中西保正氏による「鉄鋼材料の溶接割れと防止の基礎」と題した講演を頂きました。当日は54名の参加があり活発な質疑応答や様々な交流がありました。（正橋直哉 教授）



（左から 阿座上静夫氏、中西保正氏、正橋直哉 教授）

■ものづくり基礎講座（第54回 技術セミナー）「金属ガラスに関する公開講座」（3月1日(木)）

兵庫県立工業技術センター（兵工技）にて標記の講座を開催し、24名のご参加を頂戴しました。前半は、東北大綱谷、(株)牛越製作所塩田氏より金属ガラスの作製から応用例までの講演を行い、後半は、兵工技山本氏による「金属材料試験」の講義の後、同山口氏、青木氏の指導の下、硬さ試験の実習を行いました。実習では、鋼の焼入れによる硬さ変化や脆化現象を目前で感じられる有意義な実習となりました。（綱谷健児 特任准教授）



（実習の様子。山口氏による焼入れ材作製）

コラム

私は、金属材料をはじめ、セラミックス、半導体など多様な社会基盤材料や機能材料の微細組織、格子欠陥、結晶構造や局所的な化学組成や電子状態に関する材料評価を行っています。様々な共同研究や依頼分析に従事して痛感するのが、企業と大学との材料研究のスタンスです。我々大学で評価や分析を中心とした部門に身を置いていると、評価や分析の理想的な測定条件に合わせた研究になりがちです。しかし、製品開発を第一の目的とする研究開発では、理想的な測定条件からはずれた条件の下での評価や分析が必要となることも少なくありません。しかし、このような困難を乗り越えられたとき、そして予期せぬ構造や組織が見えたとき、物づくりを支える裏方として少しでも産業や社会の発展のお役に立てているのかなあと感じます。

先端分析技術応用分野  
木口賢紀 准教授



産学官広域連携センター

Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research.

編集・発行

http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/  
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 東大阪市荒本北1-4-1 (南館2F-2207室)  
TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385