



## What's up!

### 最近の研究

- 「窒素を利用した高強度鋼の創製」  
低炭素社会基盤構造材料分野  
佐藤充孝 助教

## Focus on!

### トピックス

- 「レーザーによるステンレスのカラーマーキング」  
環境・エネルギー材料分野  
正橋直哉 教授

## Pick up!

### 研究グループ紹介

- 産学官広域連携センター  
先端分析技術応用分野



明けましておめでとうございます。本年もどうぞ宜しくお願い申し上げます。先ごろ、Social Science & Medicine という学術誌に、読書と生存率の関係を調査した論文が掲載されました。米国エール大学が、3,635 人に対する 12 年の追跡調査を行った結果、一日に 30 分、つまり一週間に 3 時間半以上読書をする人の生存率（ハザード比 = 0.77）は、読書をしない人の生存率（同 = 1.01）に比べ 23% 高く、新聞や雑誌を読む人（同 = 0.89）に比べても 12% 高いとのこと。つまり、読書をしない人に比べて読書をする人は約 2 年、長生きできるそうです。あくまでも統計分析ですから、大騒ぎする必要はありませんが、興味深い報告であることは否めません。パソコンに慣れると漢字を思い出せなくなるのと同様に、機械任せの生活は人間の考える機能を衰退させ、ひいては寿命を縮めるということでしょうか。我が国の統計では、一日にテレビを見る時間の平均は、平日で 3 時間 50 分、週末は 4 時間半だそうです。地下鉄や電車に乗っていると、席に座る乗客の半数以上はスマホか携帯の画面に夢中で、読書に勤しむ人は少ないようです。健康で知的な生活を営むためにも、この冬はスマホやテレビのスイッチを切って、暖かい部屋で本を読んでは如何でしょうか。

## 窒素を利用した高強度鋼の創製

結晶界面の原子構造や局所的組成・構造など原子レベルにおける先進的組織制御により、強度・延性・靱性に優れた構造用金属材料の研究開発を行っています。

**[Keywords]** 浸窒処理、高窒素マルテンサイト

金属組織制御学部では、構造用金属材料の組織と特性の制御を目的とし、組織形成メカニズムの基礎的解明と熱処理による高強度化原理の確立、結晶界面の原子構造や局所的な組成および構造など原子レベルにおける先進的組織制御により、強度・延性・靱性に優れた構造用金属材料の研究開発を行っています。当研究部門で行っている研究の中から、窒素を用いた高強度鋼の研究開発に関してご紹介いたします。

窒素は炭素と同様に侵入型元素として鋼中に固溶し、図1のFe-NおよびFe-C二元系状態図に示すように、フェライト( $\alpha$ 相)やオーステナイト( $\gamma$ 相)に対する固溶限や共析組成および共析温度に違いはあるものの、格子定数への影響、固溶強化能、拡散速度などにおいて類似した傾向を示すことがこれまでに報告されています。しかし、窒素はガス元素であることから鋼中に高濃度に固溶させることが難しく、濃度制御等の様々なプロセス上の問題点があるなど、これまで合金元素として利用しようとする試みはあまりなされてきませんでした。そのため、炭素鋼と比較して窒素鋼に関する研究報告例は少なく、高窒素ステンレス鋼に関する研究を除けば、析出強化により表面硬化を図る窒素処理に関するものがほとんどです。このように従来鋼における窒素利用の研究報告例は限られていましたが、近年の省資源・元素戦略の観点から、鉄鋼材料に炭素のみならず窒素などの侵入型元素を積極的に利用していこうとする動向が見られるようになってきました。

このような背景の下、鉄鋼材料のマルテンサイト変態、逆変態、ベイナイト変態挙動に及ぼす窒素の影響および窒素と他の合金元素との影響を調査することを目的として、浸窒処理を用いてFe-1M-0.3N (mass%) (M: Si, Cr, Mo, Mn) 合金を作製し、窒素マルテンサイトの焼戻し挙動とそれに及ぼす合金元素の影響を調査してきました。その結果として、図2にそれぞれの温度で1時間焼戻しをした試料のビッカース硬度を示していますが、Fe-N系ではFe-C系との比較で、焼入れ時のマルテンサイトの硬さは低いものの、高温での焼戻しでは硬さの減少率が小さく、また、

低炭素社会基盤構造材料分野  
助教 佐藤充孝

**[専門]** 相変態、X線吸収分光  
**[趣味]** 料理  
**[特技]** 利きビール



Fe-1Cr-0.3N合金では、300℃以上の焼戻し温度域ではCrのクラスタおよびCrNの析出により2次硬化を引き起こし、硬度が上昇することを報告してきました。さらに、窒素マルテンサイトの2相域焼鈍における逆変態挙動および窒素オーステナイトの共析温度以下での等温変態挙動に及ぼす合金元素添加の影響に関しても現在系統的に実験を展開しています。

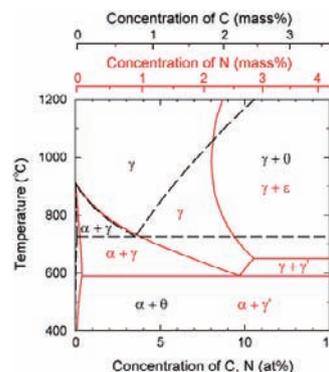


図1 Fe-N(赤線)およびFe-C(黒破線)二元系状態図

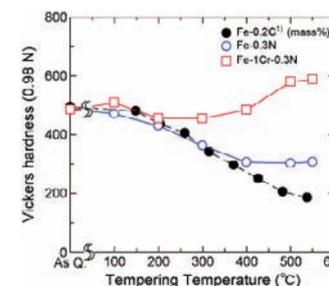


図2 浸窒処理により作製したFe-0.3NおよびFe-1Cr-0.3NマルテンサイトおよびFe-0.2Cマルテンサイトの焼戻しにおける硬さの変化

1) R.A.Granger, C.R.Hribal and L.F.Porter: Metall. Trans. A, 8A (1977), 1775.

### 用語解説

**【浸窒処理】** Fe-N二元系の共析点(863 K)以上の温度域で鋼の表面から窒素を拡散浸透させて高窒素オーステナイトを得る熱処理方法。その後焼入れることにより、高窒素マルテンサイトを得ることができる。

## 広域連携センター News

## 教員の受賞

メソスコピック組織制御工学分野の千星聡 特任准教授、岩瀬彰宏 教授、前関西センター高杉隆幸 客員教授(現 大阪府立大学 特認教授)、他4名が日本銅学会第56回講演大会において「第50回論文賞」(論文題目:「時効硬化型チタン銅合金における等温変態線図」)を受賞しました。

本論文は、時効硬化型チタン銅合金における相変態挙動を等温変態線図として包括的にまとめたものです。本成果により、合金の組織変化と強度、導電性の関係が明確化され、今後の効率的かつ的確な合金開発が可能となります。(千星聡 特任准教授)



授賞式にて(千星聡 特任准教授 (中央)と共同研究者方々)

## レーザーによるステンレスのカラーマーキング

オムロン株式会社(本社:京都市)と共同で、ファイバーレーザーを用いた、綺麗で微細なステンレスへのカラーマーキング技術を開発しています。

製品の製造管理や流通管理を行う上で、マーキングの必要性が年々高まっています。製品取り違えや識別困難等のトラブルを避けるためには、ペン等のマーカーやラベル貼付では不十分で、恒久的な個体識別が可能なレーザーマーカの使用が年々普及しています。文字だけでなく、QRコードや二次元バーコードに加え、写真や絵も描け、ビーム径を数十ミクロンまで絞ることができることから、微細で綺麗な描写が可能です。パルスレイン制御方式のファイバーレーザーを使用することで、周期とパルス幅がコントロールでき、容易に豊かな発色加工を施すことができます。

発色の原理は、表面に形成される膜の厚さと屈折率に依存する光干渉効果で、ステンレスのような金属にレーザー照射した場合は酸化膜が該当します。ステンレスの場合はレーザーのパワーを制御して酸化膜の膜厚を制御します。例えば、赤色は54.7~55.8 nm、青色は64.7~66.4 nmの厚みの酸化膜が計算上必要で、赤色の方が厚さのマーキングが小さいことが判ります。そこで、アベレージパワー(周期ごとに平均したパワー)を変えずにピークパワー(瞬間のパワー)を下げて、パルスあたりの成膜効率を低下させ所望の厚さの酸化膜を形成します。図にカラーマーキング手順を示します。まず(a)写真やイラスト等の画像ファイルから汎用ソフトウェアで輪郭を抽出しCADファイルを作ります。次に、(b)レーザーマーカ付属の専用ソフトウェアで切れている線分を繋ぎ合わせて多角形の集合体を作り、多角形を塗り分けたい色ごとに保存します。そして、(c)レーザーマーカにファイルを読み込み、ファイルごとに周波数やパルス幅等の加工条件を設定し、レーザーマーカで試料にレーザー照射し完成します。

## 【研究者紹介】

東北大学 金属材料研究所  
教授 正橋 直哉

【専門】 非鉄金属、状態図、組織制御  
【趣味】 実験、野球



本研究は酸化膜の生成挙動と形態調査を通し、カラーマーキング技術の高性能化とその基本原理の理解を目指しています。

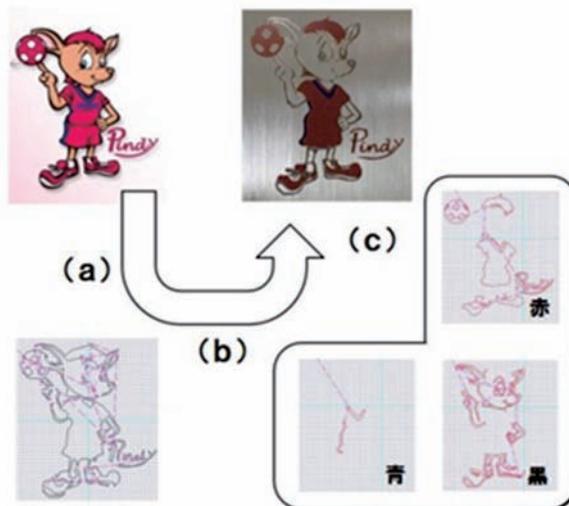


図 レーザによるステンレスへのカラーマーキング手順

## ■ 用語解説

【ファイバーレーザー】 増幅媒質に光ファイバーを使用した固体レーザーの一種で、エネルギー変換効率や安定性が高く、近年、ビーム品質と出力の両面で性能の向上が進展、レーザー発振器の主力になりつつある。

## 研究グループ紹介

## Pick up!

## 先端分析技術応用分野

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】 組織・構造解析、相安定性、電子顕微鏡

当分野では、最先端の電子顕微鏡技術を主要な実験手段として用い、合金における組織形成から酸化物薄膜まで幅広い材料を対象に、物質の不定比性が相と構造の安定性、そして特性に与える研究をしています。たとえば軽量構造材料として重要なマグネシウム合金の強度発現に必須の時効析出相の生成過程を理解することや、メモリーデバイス等として応用される強誘電体の構造安定性などがあげられます。これらの材料に共通していることはナノレベルでの構造の多様性です。このことは産業界の研究開発の最先端でも同様で、私どもは収差補正機能を有する透過電子顕微鏡を駆使することにより、問題の起源を明らかにするとともに、プロセッシングまで立ち返ったトータルソリューションを提供いたします。(今野豊彦 教授、木口賢紀 准教授、嶋田雄介 助教、白石貴久 助教)



金研恒例の花見会にて(幹事集合写真)



## イベント報告 *Close up!*

### ■「匠の技プロジェクト・夜間大学講座（金属材料学入門）」（10月7日（金）～11月25日（金））

兵庫県立大学姫路駅前サテライトにおいて、標記の夜間大学講座が、毎週金曜日の18:30～20:00に、全8回にわたって連続開催されました。兵庫県下の中小企業の若手および中堅技術者を主な対象として金属材料学に関する基礎的内容を体系的に講義しました。講師として、東北大学から今野教授、正橋教授、千星准教授、網谷准教授が、兵庫県大から山崎教授、鳥塚教授、原田教授、土田准教授、足立准教授が参加しました。受講申込者20名の内、6回以上受講した17名に修了証書を授与しましたが、その内の10名は全8回の講義を一回も休まずに受講されており、受講者の皆様の真剣な姿勢に、大きな手ごたえを感じることができました。（山崎 徹 教授）



### ■池田泉州銀行 ビジネス・エンカレッジ・フェア 2016（11月9日（水）～10日（木））

11月9日と10日の両日、池田泉州銀行が主催する「ビジネス・エンカレッジ・フェア2016」が、マイドームおおさか2階・3階で開催されました。本年度から産学官広域連携センターと名称を変更して活動を続けていることや、共同研究成果として商品化されている製品サンプルの展示、および最近の研究シーズのパネル展示と資料配布により、センター活動を紹介しました。昨年まで（大阪国際会議場）とは異なる会場でしたが他のイベントも同時開催され、入場者数は8,800名で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。（産学連携コーディネーター 杉井春夫）



## イベント案内 *Attention please!*

### ■KCみやぎスキルアップセミナー「金属材料の基礎Ⅱ」（2月17日（金）・2月24日（金））

材料を使いこなすためには用途に応じた加工や処理を施さなくてはなりません。そのためにはそれぞれの材料の有する特徴を理解する必要があります。また、プロセッシングの現場において想定される様々なトラブルに対応するための解析手法に関する知識を身につけておくことで適切な判断ができるようになります。本セミナーでは、金属材料の「熱処理」、「表面処理」に焦点を当て、材料科学的見地からの基礎とプロセッシングについて2回に分けて講義致します。日頃から用いている金属材料を見直すとともに、若手技術者のスキルアップの機会として御活用いただければと思います。

- 第1回 2017年2月17日（金）10:30～16:30「熱処理の材料科学とその応用」
- 第2回 2017年2月24日（金）10:30～16:30「表面処理の材料科学 ～腐食、酸化、表面改質の基礎～」
- 会場：宮城県産業技術総合センター（宮城県仙台市泉区明通 2-2）
- 定員：20名（参加費 無料）
- 申込方法：<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/shinsan/kc-skillup.html>
- 講師：東北大学金属材料研究所不定比化合物材料学研究部門 今野豊彦 教授

## コラム

平成28年を振り返ると（このコラムは12月に執筆）、4月の熊本地震、5月の伊勢志摩サミット、7月の参議院選挙での初の18歳以上の投票、8月のリオデジャネイロオリンピック、10月の大隅良典氏のノーベル生理学・物理学賞受賞、等のニュースが思い出されます。ヒット商品は「ポケモンGO」と「君の名は」が、スポーツ界はスーパーラグビー開幕や日本ハムのペナント制覇が、印象的な言葉には、真田丸、盛り土、PPAP、生前退位、そして「保育園落ちた日本死ね」が浮かびます。私達の周りに目を転じると、4月に産学官広域連携センターが発足し、平成28年は29年度から開始する事業の準備年でした。すなわち、平成29年は私達の三期目の産学官連携事業が実質的に始まる年です。12年目を迎える関西での業務を「要」に、東北での事業展開、大学の共同利用・共同研究成果の産業界への橋渡し、学内他部局の事業参加等、新たな取組みを予定しています。前例のない規模と内容を備えた私共の産学官連携事業は、手探りで試行錯誤の連続です。実りある事業となるためにも、忌憚のないご意見と叱咤激励を引き続き宜しくお願い申し上げます。

環境・エネルギー材料分野 正橋直哉 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](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 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