



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

- 「結晶粒界における元素偏析解析」
低炭素社会基盤構造材料分野
(東北大学 金属材料研究所)
准教授 宮本吾郎

Interview!

「産」に聞く!

- 虹技株式会社
開発部
三好 崇夫 氏



巻頭ご挨拶

電柱の地中化とワクチン接種

センター長 正橋直哉

映画「三丁目の夕日」の舞台となった町は、空を見上げると、そこには電線が張りめぐされていました。昭和を彷彿する懐かしい光景ですが、昨今は景観や防災を損なうという理由で、電柱の地中化が取りざたされています。地中化は、大阪は6%、東京は8%ですが、ロンドン・パリ・シンガポールは100%、タイペイは96%、ソウルはこの30年で3倍の49%だそうです。電力会社に勤務する友人に聞いたところ、地中化を行いたくても経費がかかり、その分を電気代に上乘せさせることになるため手が付けられないとのことでした。国は2016年に無電柱化推進法を成立しましたが、毎年、電柱の地上設置本数が地中化本数を上回っているそうです。他国できて、なぜ日本でできないのか、遅々として進まないコロナのワクチン接種と重なるものを感じます。煩雑な手続き、複雑な流通、綿密な根回し、過剰なサービス、わが国固有の文化かもしれませんが、もしかすると私達は自ら自分の首を絞めているのかもしれません。

結晶粒界における元素偏析解析

金属材料中の様々なスケールの元素局在化と組織形成や特性との関係を解明し、組織制御による構造金属材料の特性向上指針を確立します。

低炭素社会基盤構造材料分野
(東北大学 金属材料研究所)
准教授 宮本吾郎

[専門] 金属の組織制御、組織解析
[娯楽] 息子と飛行機・電車を見る



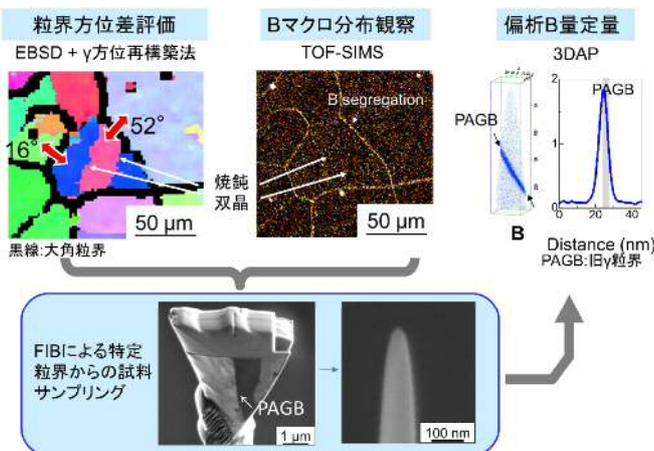
[Keywords] 鉄鋼材料、粒界偏析、ボロン、3DAP

ごく微量の元素添加によって特性を大きく変えることができることが、合金開発の醍醐味であると同時に、困難さをもたらす原因でもある。鉄鋼材料の場合、微量でも特性に大きく影響する元素として、炭素や窒素、リン、ボロン、硫黄といった比較的軽い元素や、ニオブやチタン、モリブデンといった強炭化物生成元素がある。これらの元素は、材料中の格子欠陥にナノレベルに濃化したり、ナノ析出物やクラスターを形成することで、特性発現に寄与する。例えば微量のリンが含まれる鉄鋼材料を熱処理すると、リンが粒界に濃化(粒界偏析と呼ばれる)することで粒界が脆化する場合があります。脆化抑制のために他元素の添加や偏析温度を避けた熱処理が行われる。また、約10ppmの微量ボロン(B)を鉄鋼材料に添加すると、Bが粒界に偏析して粒界エネルギーを下げ、冷却中に生成する軟質なフェライト変態を抑制して、ゆっくりとした冷却速度であっても硬質な低温変態生成組織が得られやすくなることが経験的に知られている。そのような添加元素を活用して材料の微細組織を制御し特性を向上させるためには、それらの元素の挙動をより定量的に把握する必要がある。

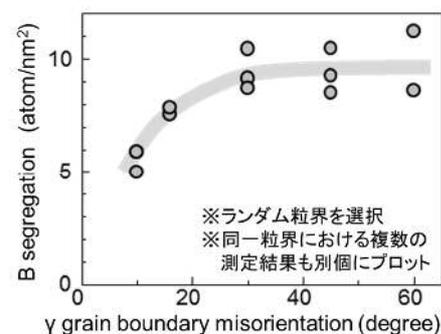
汎用の走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡では、軽元素のナノスケールの分布を定量測定することは難しいため、他の先端分析手法が必要となる。筆者らは軽元素も含めたほぼ全ての元素の分布をナノレベルで検出できる三次元アトムプローブ法

(3DAP:three dimensional atom probe)を用いて、鉄鋼材料の結晶粒界における粒界偏析挙動を調査している。粒界偏析は、結晶粒界の結晶学的な性格によっても影響を受けるが、3DAP測定では結晶学的情報は得られず、測定領域も数十～数百nmの領域に限られマクロな情報も得られない。そこで、図1に示すように電子線後方散乱回折(EBSD測定+母相方位再構築法)による粒界の結晶学的な情報と、二次イオン質量分析法(SIMS)により得られるBのマクロな分布を踏まえたうえで、集束イオンビーム法(FIB)により特定粒界から微小試験片を切り出し、3DAP測定により粒界に偏析しているB量を定量評価するマルチスケール手法を確立した。本手法を用いることで10ppmBを添加した低炭素低合金鋼における粒界偏析B量が、粒界方位差に伴い増加することが明らかとなり(図2)、さらに、熱処理条件と粒界B偏析量の関係も解明されている。

最近では、このような手法を応用して、マルテンサイトの焼き戻し脆性を引き起こすリンや粒界強化元素である炭素の振る舞い、それらの元素の粒界における元素相互作用を調査している。元素によってはごく微量の添加量でも粒界には数千倍に濃縮して特性に影響するため、元素戦略における希少元素の有効活用という面でも重要な課題であると考えており、特性とも関係も含めて今後も継続して研究を行っていきたい。



【図1】粒界偏析のマルチスケール解析手法。粒界性格(EBSD+ γ 方位再構築法)、マクロボロン分布(SIMS)、粒界偏析ボロン定量(3DAP)を組み合わせることで、性格を特定した粒界における元素偏析解析を可能としている。



【図2】10ppmBを添加した低炭素低合金鋼を1200°Cから急冷した際の、オーステナイト(γ)粒界におけるB偏析の粒界方位差依存性

用語解説

【三次元アトムプローブ】高真空中で微小針状試験片にパルス高電圧を印加することで、試料表面の原子を一つ一つイオン化させて、その種類と三次元位置を測定する分析手法。

こうぎ
虹技株式会社

三好 崇夫 (みよしたかお) 氏
虹技株式会社
開発部

2015年兵庫県立大学大学院工学研究科博士前期課程修了。同年に虹技株式会社に入社。数年にわたり鑄鉄の材料開発を担当。現在は金属積層造形向け材料の開発に従事。



御社の事業内容を教えてください。

(三好) 弊社は鑄鉄鑄物と機械・環境関連プラントの製造・販売を主な事業としています。鑄物事業では、連続鑄造鑄鉄棒、鋼塊用鑄型、圧延ロール、自動車のプレス金型、工作機械ベッド・定盤などの各種産業で用いられるものからマンホール鉄蓋など身近なものまで、最大160tから数kgの大小・用途も様々な鑄物製品を手掛けております。機械・環境関連事業では製鉄・焼却炉向けの送風機、都市ゴミ焼却プラント、プレーキ摩擦材用金属短繊維などを手掛けております。

私が所属する開発部では新たな事業創出を目指した技術開発のほか、CAE解析など鑄物事業部門の技術支援も行っております。



虹技(株)の事業内容紹介:(上)160t級鑄塊用大型鑄型。(下)都市ゴミ焼却プラント完成イメージ。

産学官広域連携センターと交流したきっかけは

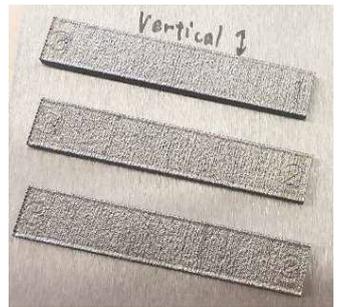
(三好) ひょうごメタルベルトコンソーシアムを通じて兵庫県立大学 金属新素材研究センターの保有するガスアトマイズ装置を利用させて頂く中で、同センターの網谷先生を紹介戴いたことでした。ガスアトマイズ装置の利用以降、金属積層造形向け材料開発に関して共同研究を進めさせて頂いております。

コロナ禍でも共同研究 進めています！

交流を通して、役に立ったことは

(三好) 弊社は鑄鉄鑄物以外の技術的な蓄積がなかったため、新規材料開発において技術的なアドバイスや研究機器を使用させて頂けることは非常に助かっております。

金属積層造形は粉末を局所的かつ急速に熔融・凝固させ形を積み上げていく技術ですが、粉末や局所的な急冷凝固などの知見があまりない中で、材料粉末の試作から造形体の評価まで助言を頂け、結果の見方や急冷で機能を発揮する添加元素など見出して頂きました。



共同研究で取り上げた金属積層造形試験片

コロナ禍で大学への入構が制限される中でもオンラインでの打ち合わせで、相談に乗っていただけたり、助言を伺えたりできて助かっております。

大学や産学連携に今後期待することは

(三好) 企業から大学に技術的な課題等について相談等に行われることが多いと思います。しかしながら、一企業にいと発想も凝り固まってくるので、大学の方からも企業を見ていただき、どういうことに発展の余地があるか？保有設備や技術はこんなことにも使える！などをご提案頂ければと思います。

令和3年5月21日(本所創立記念日)に千星聡准教授が本間記念賞を受賞しました。本賞は、本学名誉教授 本間正雄博士及び同博士の発明を実施生産した企業から本所へ贈られた奨学寄付金等を基金とし、特に優れた工業生産をなした発明、若しくはそれに準ずる研究開発に係る欧文論文を発表した本所の准教授等に対し授与するものです。千星准教授は、チタン銅合金線材の研究開発に係る特許及び論文成果が評価され、本受賞に至りました。

(准教授 千星 聡)



コラム

大阪府や兵庫県では、5月末の時点で、4月に発令された新型コロナウイルス感染症拡大に伴う緊急事態宣言が、6月も延長されることが決まりました。大学では、オンライン授業が続いています。オンライン授業には、同期型(リアルタイム型)と非同期型(オンデマンド型)の二種類があります。同期型の場合は、Zoom等のWeb会議システムを利用するので、通常のWeb会議と同様、教員と学生間での双方向のやりとりが可能です。画面共有機能を使えば、資料を見ながら説明することもできますし、チャット機能を使えばリアルタイムに文字ベースでもやりとりができます。また、カメラ機能を使えば、双方の顔を映し出すこともできます。ただ、通信環境や通信量の制限から、授業では学生はカメラ機能をオフにした状態で受講することが多く、そうすると教員は学生の顔が見えない状態で話しかけることになります。非同期型の場合は、一方向の伝達となるので、その場の状況で説明を変えることは全くできませんが、学生のアンケートでは、授業動画を何度も繰り返して視聴できる点は好都合のようです。従来からの教室での対面形式が授業の基本であることには変わりはありませんが、オンライン形式の授業も上手く活用できれば、授業効果も上がるのかもしれませんが。コロナ禍が収束・終焉するまでは、安全に教育・研究活動を続けてまいりたいと思っております。

先進金属材料分野
客員教授 金野泰幸
(大阪府立大学 教授)



編集・発行

<http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/>
koukiioffice@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 022-215-2371 FAX 022-215-2137

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

※ 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。