News Letter

2019 SUMMER VOLUME 50 夏号

東北大学 金属材料研究所 附属 産学官広域連携センター

東北大学

What's up! 最近の研究

■「熱間加工によるチタン合金の組織制御」
低炭素社会基盤構造材料分野
（東北大学 金属材料研究所）
教授 古原 忠

Interview 「産」に聞く！

■DOWAメタルテック株式会社
金属加工事業部
磐田技術センター
兵藤 宏 氏

Research

巻頭ご挨拶 継承と発展

センター長 正橋直哉

4月30日をもって第125代天皇陛下は退位されて上皇となり、令和の時代が始まりました。天皇退位は202年ぶりだそうですが、江戸時代以前には、飛鳥時代の第35代皇極天皇に始まり、第119代光格天皇まで58人が生前に退位されそうです。85歳の御高齢を考えると、日々の活動には想像を絶する精神的・肉体的な御苦労があったと思います。新天皇への継承を恙なく執り行うことと、人間としての権利を考えると、生前退位のご決断に賛同された人が多いのではないでしょうか。並べて記すのははばかられますが「後進に道を譲る」問題は他人ごとではありません。現役は後継者を育て、これまで得た知見や技術を後継者に伝承することが責務であり、このことが社会の発展に繋がると考えます。私共のNews Letterは本号で50号を迎えました。産学官の連携を深めるために皆さんに役立つ情報を提供するという当初の目的を忘れず、引き続き尽力致します。今後ともご愛顧のほど宜しくお願い申し上げます。

仙台七夕まつり（宮城県仙台市青葉区）

熱間加工によるチタン合金の組織制御

金属材料の熱間加工は板材や棒材などの形状への成形のみならず、結晶粒径や集合組織などの組織制御を担う大変重要なプロセスです。我々は、加工条件の変化が微細組織におよぼす影響の解明に取り組んでいます。

低炭素社会基盤構造材料分野
（東北大学 金属材料研究所）
教授　古原 忠

[専門] 金属組織学、鉄鋼材料学
[趣味] 読書、音楽鑑賞

[Keywords] **加工熱処理、結晶粒微細化、チタン合金**

現在輸送機器のエンジン部材や発電用構造部材において、エネルギー高効率化の観点から更なる耐熱性の向上が求められており、耐熱鋼、ニッケル基、チタン基の金属材料の研究開発が国家的プロジェクトの中で進められています。内閣府主導のSIP「革新的構造材料」プロジェクトでは、物質・材料研究機構をリーダーとして、耐熱チタン合金の制御鍛造に関して東北大を含む複数の機関の研究者が連携した研究が5年間にわたり実施されました。その中では、鍛造−熱処理材の微細組織と特性に関するデータベース構築に加えて、小型〜大型までのマルチスケールの鍛造シミュレータを利用した組織−特性予測モジュールも作製されました。

熱間圧延や熱間鍛造で形成される微細組織は、塑性変形そのものの不均一性に加えて、変形中あるいは変形後の焼鈍や冷却過程での回復／再結晶といった復旧過程の不均一性によって、最終的な特性を決める相変態／析出組織が大きく影響を受けます。私たちの研究グループでは、鉄鋼・チタン合金を中心とする構造用金属材料の組織形成に関する基礎的研究と、加工熱処理による組織と特性制御という応用を目指した研究を長年推進しています。SIPプロジェクトの中では、耐熱チタン合金の熱間加工時における温度とひずみ速度、付加歪量の制御した変形組織について、相サイズ・分率の解析による動的変態の非平衡性、結晶学的解析による動的回復／再結晶の重畳などの現象を明らかにしてきました。

熱間加工では、加工硬化と動的復旧が釣り合うと変形応力の定常状態が得られます。微細組織もやはりほぼ同じ状態が維持されているわけですが、動的回復状態では小角粒界で囲まれたサブグレイン組織が、動的再結晶が起こると大角粒界で囲まれた新しい結晶粒組織が生まれます。どちらの結晶粒組織もプロセス因子で決まり、歪み速度が速いほど、加工温度が低いほど粒径は細かくなります。

チタン合金では、低温相であるhcp α相および高温相であるbcc β相ともに、回復が早く動的再結晶は起こりにくいという特徴があります。その結果、高温（β単相域もしくはβ変態点直下）で熱間加工をすると、図1左の熱間圧縮後のβ粒方位マップで示すように、初期β粒が扁平化し、内部にはサブグレイン組織が形成される動的回復組織となります。しかしながら、β粒界付近では動的再結晶によって微細粒が一部形成され、その後の等温時効あるいは冷却時において、初期β粒および動的再結晶β粒の粒界からα相が析出します。粒内で析出したα相は板状や棒状の形状を示すのに対して、粒界α相は等軸に近い塊状になります。これは、粒界α相ではβ母相との間に特定の結晶学的方位関係が満足されないからです。また、析出当初は特定の方位関係があったとしても、二相状態で熱間加工されると各相で変形が同じように起こらないため、元の方位関係を失って界面が非整合化します。このような界面はすべり変形の抵抗になりますが、チタン合金の場合には、むしろ破壊の起点になり延性が低下します。このことを考えると、β粒界での動的再結晶を抑制することが特性向上の1つの方針になります。ただし、β相の粒径微細化は強度−延性が向上することも知られていることから、動的回復および動的再結晶のどちらの場合でも、復旧が均一に起こることが重要です。耐熱チタン合金では、大型のインゴットを熱間鍛造することから変形条件が不均一になりやすいので、決められた鍛造スケジュールの中での如何に変形組織の均一化を図るかが特性向上の鍵と言えます。

■ 用語解説

【EBSD】電子線後方散乱回折(Electron Backscatter Diffraction)の略。走査電子顕微鏡観察において、表面から侵入した電子が表面付近で散乱されて菊池回折を生じるが、その回折図形を取り込み自動解析することで、試料表面の結晶方位マップを決定できる。

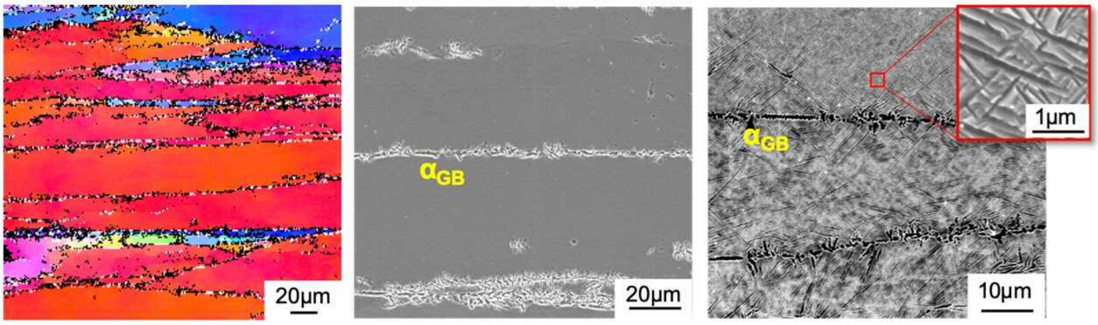


図1: 耐熱チタン合金（Ti-17合金）の800℃、50％熱間加工材（初期歪み速度：0.0033 s^{-1}）の微細組織。 左：50%圧縮加工後急冷材のβ方位マップ（EBSD解析）。 中央：圧縮後急冷材のSEM組織。右：圧縮後徐冷材のSEM組織. αGB：初期β粒界に析出したα相。

「産」に聞く！ Interview

DOWAメタルテック株式会社

兵藤 宏（ひょうどう ひろし）氏

DOWAメタルテック株式会社
金属加工事業部
磐田技術センター

2009年に東京大学 新領域創成科学研究科 物質系専攻 博士後期課程修了。東京理科大学、東北大学を経て、2016年よりDOWAホールディングス株式会社に勤務。現在では、コネクタ向け高性能銅合金板材の開発に従事。

御社の事業内容と主な仕事内容を教えて下さい

（兵藤） 弊社では、自動車やスマホのコネクタ・半導体リードフレームなどに用いられる高性能銅合金や、パワーモジュール向け金属-セラミックス基板などの製造・販売を行っています。私が所属する磐田技術センターでは、新合金の開発、既存合金の歩留・生産性改善、新規めっき技術の開発を行っています。

知見の獲得や、製品開発のスピードアップなど、様々な点で助けて頂いています。

どのように産学官広域連携センターと交流していますか？

（兵藤） 共同研究を行っていた教員に広域連携センターをご紹介頂いたことが交流のきっかけでした。長年にわたって、多くの技術相談や測定依頼を行ってきました。主に特定の先生に対応していただいてますが、ときに、異なる分野の案件については、その分野がご専門の先生を紹介いただくこともあります。

産学官広域連携センターと交流してみた感想は？

（兵藤） 責任感のある対応を行って頂いている、と感じています。例えば、サンプル測定を依頼した時には、単に結果をアウトプットするだけでなく、なぜそのような結果になったのか、その結果から何が言えるのか、といったメカニズムまで踏み込んで信頼性の高いご意見頂けるので、とても助かっています。また、技術の高さや考察の鋭さには、いつも感服させられます。

具体的な成果はありましたか？

（兵藤） 技術相談や測定依頼を通じて、新規知見の獲得や、製品開発のスピードアップなど、様々な点で助けて頂いています。獲得した成果を特許や論文発表などに活用することもあります。最近、日本伸銅協会の論文賞を多く頂いておりますが、70%程度が広域連携センターとの共同研究により得られた成果です。

大学や産学連携事業に期待することは？

（兵藤）学生の教育、高度な知見・技術の共有により、日本のものづくりの発展に寄与してくれることを期待しています。

イベント報告 Close up!

■金属加工技術展2019（5月16日(木)）

5回目となる標記の展示会が大阪産業創造館で開催され、会場の容量いっぱいの60社ものづくり企業の展示があり、当センターとしては初めて出展しました。「高強度-高導電性銅合金線材」（千星聡准教授）と「アモルファス合金・金属ガラスの特性とその応用」（網谷健児特任准教授）についてポスターとサンプル品の展示を行い、「技術相談」についての案内も行いました。当日はおよそ1,300名の来場があり、当ブースにも沢山の方にお立ち寄り頂き、サンプル品を手に取って興味深くご覧頂いている方も多くおられました。

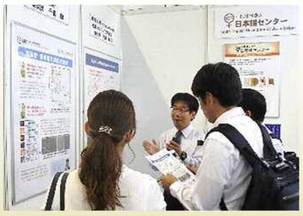
(MOBIO コーディネーター 植田貞太郎)

会場展示の様子

イベント報告 Close up!

■関西高機能金属展（5月22日(水) ～ 24日(金)）

インテックス大阪にて標記の展示会が開催され、日本銅センターのブースにて当センター千星聡准教授による「高強度-高導電性銅合金線材」のポスターとサンプル品が展示されました。展示会会場には3万5000人の方が来場されました。担当ブースにも非常にたくさんの方が訪れて、活発な議論や質疑応答があり、大盛況のうちに終了することができました。
（准教授 千星 聡）



関西高機能金属展での風景

■テーマ別大学・高専合同研究シーズ発表会（5月24日(金)）

標記のシーズ発表会がクリエイション・コア東大阪にて5/24(金)午後に開催され、各大学・高専より6名のシーズ紹介がありました。関係者を含めて57名のご参加を頂き、その中で当センターの網谷健児特任准教授は「アモルファス合金・金属ガラスの特性とその応用」と題して、材料特性、実用化に向けてのポイントおよび実用化事例を紹介しました。また、発表会終了後にはポスターと開発品の展示も行ない、詳細なシーズ紹介も行うことができました。
（特任准教授　網谷健児）

シーズ発表会の様子

イベント案内 Attention please !

■第89回 金属材料研究所 夏期講習会（8月1日(木)、2日(金)）

毎年恒例の東北大学金属材料研究所夏期講習会を下記の要項で開催いたします。当講習会では、材料研究に関する基礎から最近の研究動向までを、講義で分かりやすく紹介するだけでなく、身近に体験できる実習も行います。また、企業の研究者・技術者と大学の学生・研究者の貴重な意見交換・交流の場として、研究・人事交流にも役立つ場となっております。今年も、研究者・技術者の方々を始めとする幅広い方々のご参加を心より歓迎いたします。（准教授 千星 聡）

■日程：令和元年8月1日（木）～8月2日（金）（2日間）
■実施会場：一日目（8/1）：東北大学材料科学高等研究所、二日目（8/2）：東北大学金属材料研究所
■実施テーマ：「材料科学が創出する次世代技術革新」
■募集人数：60名（定員に達し次第締切）
■受講料：一般 12,000円 学生 4,000円
■お問合せ先：東北大学金属材料研究所 総務課総務係（夏期講習会事務局）
TEL: 022-215-2181 FAX: 022-215-2184 E-mail: imr-som@imr.tohoku.ac.jp
■プログラム等の詳細は下記ウェブサイトをご覧ください。
http://www-lab.imr.tohoku.ac.jp/~imr-som/summer-school/program/index.html

コ ラ ム

本年5月から新しい「令和」の時代になりました。「初春の令月にして、気よく、風和（やわ）らぎ」ではじまる万葉集の美しい文章から選ばれました。私も、この元号に触発されて、万葉集の入門書を初めて手に取ってみました。これまで、万葉集というと、どうも難しそうで、食わず嫌いでしたが、実際に読み進んでみると、約千三百年前の天皇から庶民に至る様々な人々の、飾り気のない生の声が胸に突き刺さってくるようで、やはり大変に価値のあるものであると実感しました。古事記や日本書紀は、歴史的な出来事を記録するために書かれたものですが、万葉集は歌を通して、当時の人々の思いを生の言葉で記録したものであると言えます。私は若いころ、恩師から「重要な研究はなるべく原著論文を取り寄せて読むように」と何度も教えられ、また、「できるだけ学会に参加して、研究者の学術発表を直接聞くように」と何度も教えられたものです。これは、言い換えれば、研究者の生の声を聴いて、研究者の思いを理解しなさいと言われていたように思います。AIが急速に普及する現代ですが、令和の時代になって、もう一度、過去の研究を振り返り、研究者の思いを理解する努力が必要であると感じました。

革新グリーン材料設計分野
教授 山崎 徹

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 研究推進機構構(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。