

# Materia Japan

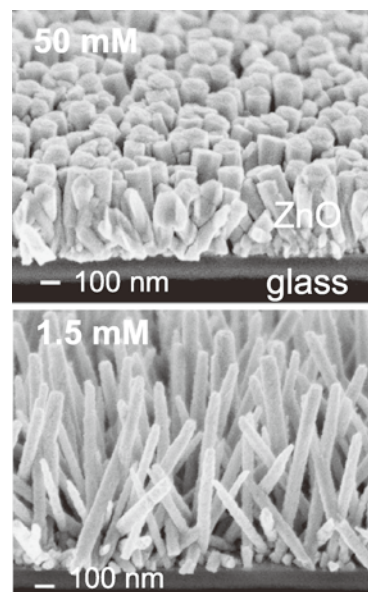
- ZnO ナノロッドの水溶液成長
- 「新技術・新製品」

## まてりあ

Vol.57 MTERE2 57 (1) 1~44 (2018)

2018

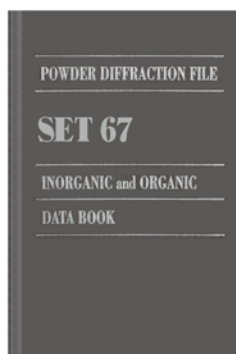
1



## 粉末回折データベース PDF Book Form (Set67)

価格(税別) ¥155,000.- (データブック)各¥75,000.- (インデックスブック)  
(データブックとインデックスとのセット割引、教育機関向け割引等あり、要問い合わせ)

JCPDS-ICDDから毎年9月に発売されるデータブックとインデックスブックです。データブックには無機1,900/有機600の回折パターンが追加収録されます。インデックスには無機用のAlphabetical IndexとHanawalt Index、有機用のOrganic Indexの計3点があります。



## 化学プロセス用の物性データベース DIPPR with DIADEM pro (Design Institute for Physical Property Data)

価格(税別) ¥350,000.- (一般向け) ¥60,000.- (教育機関向け)

2,280化合物についての49種類の熱物性値(実測値)、複数の推算式、原文献データと15種類の温度依存物性には推算式の係数などのデータベースです。AIChE推奨のインターフェイスソフトウェア(DIADEM)付きのスタンドアロンシステムです。

おもな機能 (DIADEM)

- 検索対象: Name, Formula, CAS番号、物性データ
- 物性値: 実測値、推算式による予測値
- データ表示: テーブルとグラフプロット
- 複数化合物データの重ね合わせプロット
- MDL Chimeプラグインによる構造的立体表示
- ユーザーデータベースの作成



システムプラットフォーム:  
Windows Xp/Vista/7/8 (AIChE DIPPR Project 801)

## 25,000件のセラミックス状態図データベース ACerS-NIST Phase Equilibria Diagrams, Version 4.1

価格(税別) ¥160,000.- マルチユーザー ¥260,000.-

検索条件

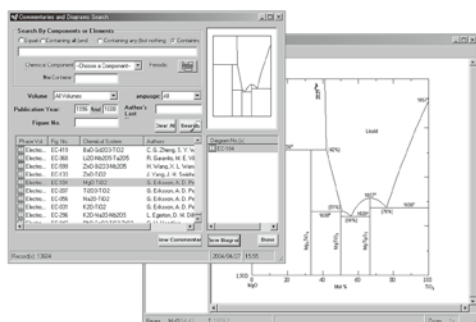
- 成分系、元素記号
- 著者、出典誌名、出版年
- 状態図番号

データ表示

- ◆モル百分率↔重量百分率
- ◆Lever rule計算
- ◆ズームアップ/ズームダウン

データソース/新データ2,500件を追加

●Phase Diagrams for Ceramists (Volumes I・III, Annual Volumes '91, '92 and '93, High Tc Superconductor monographs (two), Phas Diagrams for Zirconium + Zirconia Systems and Phase Diagrams for Electronic Ceramics Vol.15)

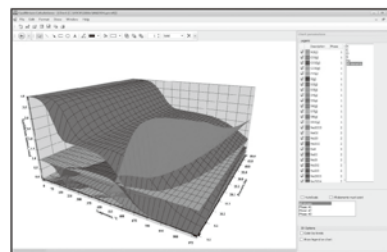


システムプラットフォーム: Windows XP/Vista/7

## 化学反応/平衡計算ソフトウェア HSC Chemistry for Windows, Ver.9.0

価格(税別) ¥650,000.-/¥280,000.- (一般/教育)

約28,000種についてのエンタルピー、エントロピー、熱容量のデータベースを基に化学反応の計算やGIBBSまたはSOLGASMIXのルーチンによる化学平衡を計算します。反応、熱平衡、分子量計算などの一般的なモジュールの他、電気化学セル平衡と相安定性、腐食の研究に使われるEh-pH(プルベ)状態図の作成などユニークなモジュールを持ち合わせています。計算結果のテーブルと状態図はクリップボードにコピーできます。SIM Flowsheetモジュールもあり、複数のユニットプロセスからなるプロセス全体のシミュレーションとモデリングができます。



システムプラットフォーム: Windows 7/8/10  
(Outototec Research Oy. 製作)

## 株式会社 デジタルデータマネジメント

東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル 〒103-0025  
TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772 <http://www.ddmcorp.com>

|         |                                                                                        |    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 巻頭言     | 年頭のご挨拶 中島英治 .....                                                                      | 1  |
| 紹介      | 公益社団法人日本金属学会の組織と活動概況 .....                                                             | 3  |
| 解説      | 水溶液プロセスによる酸化亜鉛ナノロッドアレイの製膜 品川 勉 .....                                                   | 5  |
|         | 大気圧下, 90°C以下のマイルドな水溶液プロセスで基板上に形成した ZnO ナノロッドの形状制御について紹介.                               |    |
| 新技術・新製品 | 高強度高靱性ダイカスト金型用鋼 QDX-HARMOTEX の開発<br>武藤康政 舘 幸生 島村祐太 .....                               | 11 |
|         | 高強度・高延性鋼による油タンカーの衝突安全性向上<br>市川和利 大川鉄平 白幡浩幸 柳田和寿 中島清孝 小田直樹 山田安平<br>戸澤 秀 紙田健二 船津裕二 ..... | 14 |
|         | レーザクラッドバルブシート用 Co フリー Cu 合金の開発<br>大島 正 加藤 元 田中浩司 河崎 稔 杉山夏樹 青山宏典 .....                  | 17 |
|         | 耐加工脆性と高サイクル疲労耐久性を有するハプティックデバイス用超高強度<br>薄鋼板の開発 松村雄太 小川恭平 細谷佳弘 田中慎一 嶋崎真人 平田辰美 .....      | 20 |
|         | バナジウム合金膜を用いた大容量超高純度水素分離デバイスの開発<br>吉永英雄 中川宏司 櫻井星児 湯川 宏 松本佳久 南部智憲 西村 睦 .....             | 23 |
| はばたく    | 分析化学という学問に出会って～鉄鋼材料の化学分析を対象に～ 板橋大輔 .....                                               | 26 |
| 研究所紹介   | 理化学研究所放射光科学総合研究センターのご紹介 石川哲也 .....                                                     | 27 |
| 本会記事    | 会告 .....                                                                               | 28 |
|         | 追悼 .....                                                                               | 35 |
|         | 支部行事 .....                                                                             | 36 |
|         | 掲示板 .....                                                                              | 38 |
|         | 会誌・欧文誌 1 号目次 .....                                                                     | 40 |
|         | 新入会員 .....                                                                             | 41 |
|         | 次号予告 .....                                                                             | 41 |
|         | 行事カレンダー .....                                                                          | 42 |

まてりあ・会誌・欧文誌の投稿規定・投稿の手引・執筆要領, 入会申込書, 刊行案内はホームページをご参照下さい.

今月の表紙写真 種々の硝酸亜鉛水溶液から無電解析出法でガラス基板上に得られた ZnO ナノロッドの断面 FESEM 像.  
(品川 勉: 本号 8 頁図 7 から抜粋)

表紙デザイン: 北野 玲  
複写をご希望の方へ

本会は, 本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております. 本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は, (一社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい. 但し, 企業等法人による社内利用目的の複写については, 当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((一社)学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては, その必要はありません.(社外頒布目的の複写については, 許諾が必要です.)  
権利委託先 一般社団法人学術著作権協会  
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp <http://www.jaacc.jp/>  
複写以外の許諾(著作物の引用, 転載, 翻訳等)に関しては, 直接本会へご連絡下さい.

**研磨機・切断機  
期間限定キャンペーン中!!**  
詳細はお問い合わせください。



## 自動研磨機 **SCANDIMATIC 33305**

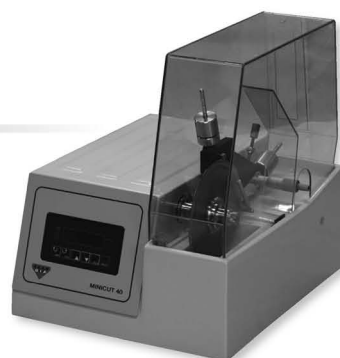
ヨーロッパ伝統の重錘を使った昔ながらのシンプルにして堅牢な研磨機。必要最低限の機能のみを搭載。それが経済的な価格を生み出しました。



- φ200mmの研磨盤対応
- 重錘はφ25mm、φ30mmの試料で3個、φ38mmの試料には2個一度に研磨可能
- 研磨盤回転数は40～600rpm、1rpm毎に設定可能
- 本体、PVC製研磨盤、バフを含めて定価100万円（税別）

## 精密切断機 **MINICUT 4000**

- 低速で試料にストレスを与えず
- 50～1,000rpmの広い範囲での設定可能
- 切断位置はマイクロメーターで±0.01mmで設定可能
- ダイヤモンド、CBN、SIC製の切断刃を用意



## 試料埋め込み材料、アクセサリー



SCANDIA社の消耗品は極めて高い評価をいただいております。その代表作がSCANDIQUICKです。

- 試料への密着性が高い常温硬化剤。硬化時間はわずか5分
  - 構成は粉末硬化剤と液体硬化剤。これを10:6の比率で混合
- その他各種有効な消耗品を用意してございます。

## フリッチュジャパン株式会社

本社 〒231-0023 横浜市中区山下町252  
大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-12-5

info@fritsch.co.jp <http://www.fritsch.co.jp>

Tel (045)641-8550 Fax (045)641-8364  
Tel (06)6390-0520 Fax (06)6390-0521



私たちは、世界最高のものづくりの力を追求し、優れた製品・サービスの提供を通じて社会の発展に貢献することを基本理念に、総合力世界No.1の鉄鋼メーカーを目指します。

鉄という素材は自動車や造船、社会インフラなど様々な分野で使われており、今後も需要が期待されています。

当社は、「人は価値創造の源泉である」と考え、若手には失敗を恐れず何事にも積極的に挑戦してもらっています。

是非、当社の幅広い活躍フィールドをご覧ください。



## 新日鐵住金株式会社

しんにってつすみきん

### ■お問合せ：人事労政部 人材開発室

〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1

Tel：(03) 6867-2242

採用ホームページ：<http://www.nssmc.com/recruit/hq/index.html/>

E-mail：saiyou@jp.nssmc.com



# 挑戦・柔軟・誠実 JFE スチール

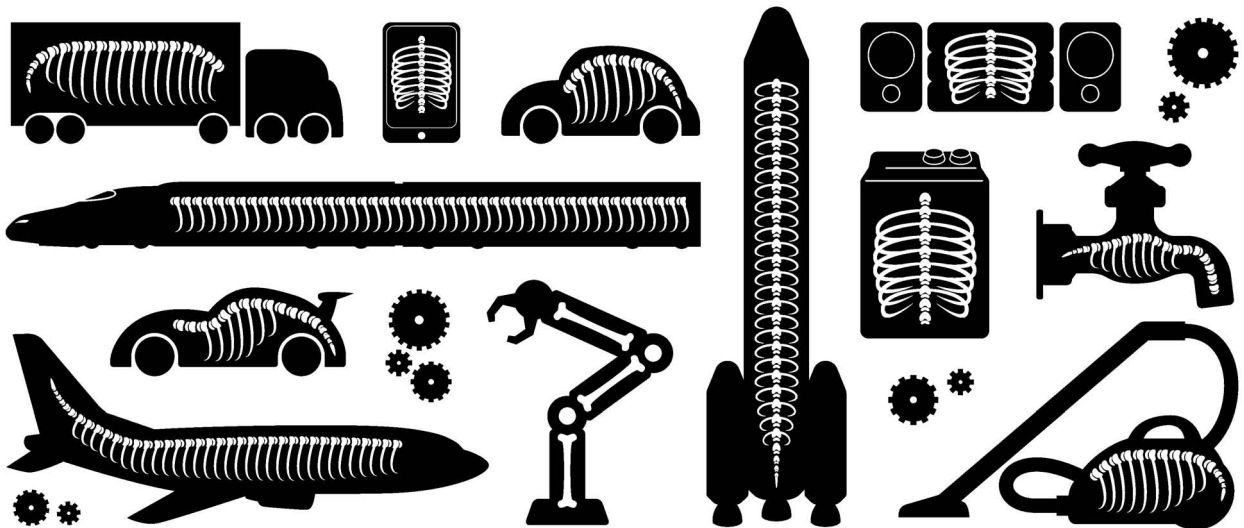


JFE スチールは、  
常に世界最高の技術をもって  
社会に貢献します。

JFE スチール 株式会社 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番3号(日比谷国際ビル) TEL 03(3597)3111 URL <http://www.jfe-steel.co.jp/>

## DAIDO STEEL GROUP Beyond the Special

外からは見えませんが、骨のある会社です。



多彩なフィールドで、フロンティアを目指しています。

大同特殊鋼の素材は、暮らしや産業を支える多彩な製品や部品に使われています。  
私たちはこれからも、素材の力で新たな価値創造に貢献していきます。



# 年 頭 の ご 挨拶

公益社団法人日本金属学会 会長 中 島 英 治

新年、明けましておめでとうございます。旧年中は、日本金属学会に対しまして多大なご支援を頂きましたこと、学会を代表いたしまして心からお礼申しあげます。今年も、会員の皆様のますますのご活躍とご健勝を祈念いたします。

さて、本年は日本金属学会が公益社団法人に移行して6年目の事業年度に当たります。本会は昨年、学会のビジョンを明確化し、その実現に向けた諸施策を推進しております。具体的には刊行事業として、機関誌3誌の刊行を推進しております。まてりあは、日本金属学会に加入し会員を継続したくなる学術・技術・情報を充実させるとともに、金属に関する情報が知りたいときに必ず手に取る情報誌であることを実現させるために、記事構成の更新等の施策を推進しております。日本金属学会誌は、日本語で書かれた最新知見の発信や高度な専門性のある提案・意見交流・学理追求の場として維持向上を図るために、積極的な投稿勧誘等の施策を推進しております。Materials Transactions は、日本の代表的な材料系英文論文誌となるよう高度化するとともに、インパクトファクターの向上を目指し、論文や査読の質向上等の施策を推進しております。また、日本金属学会誌と Materials Transactions は、完全電子ジャーナル化を進めつつあります。学術図書類は、小中学生や高校生等の若者への啓発につなげることを目指し、理数探求科目の履修を支援するための図書類等の発行を推進しております。



学会として重要な講演会・講習会事業については、最新の研究や技術を発信し、多様かつ多くの研究者・技術者が集い交流する魅力ある講演大会を目指して、分野の再編や他学協会との連携企画等の施策を推進しております。また、セミナー・シンポジウムの充実を推進するとともに、最新の研究や技術を学び、次世代を担う人材の教育と育成にも貢献する魅力ある講習会を目指し、メニューの拡大や分野との連携強化等を推進しております。

調査・研究事業については、我が国の材料科学を先導していくことを目指し、分科の見直しや研究会の改革および大型プロジェクト設立に向けた議論を進めております。材料、金属材料に興味を持つ若い世代を育てることを目指し、学校教育の支援や青少年向けイベントの開催、若手交流等の人材育成に関する事業を拡充します。国際学術交流は、従来より推進している TMS および KIM との交流等の推進に加えて、金属に関するアジアシンポジウムの開催を検討しております。

表彰・奨励事業については、材料科学の一層の発展を目指し、賞の重みや権威を高め、特に将来の更なる発展が期待できる若手を対象とした賞の拡充や周知活動の強化等を推進します。

最後に、日本金属学会は昨年創立80年を迎えました。これまでの諸先輩および関係各位の本会へのご尽力とご貢献に深く感謝申しあげますとともに、今後もご支援のほど宜しくお願い申しあげます。

2018年1月1日

## ～Information～



### 金属学会シンポジウム・セミナー 開催のお知らせ

下記の金属学会シンポジウム・セミナーを企画しております。皆様のご参加をお待ちしております。

#### シンポジウム

材料評価・プロセスにおける「使える」インフォマティクス

2018年2月23日（金）13：00～17：00（名古屋大学）

#### セミナー

状態図および相変態の基礎と応用  
—計算工学の観点から—

2018年1月15日（月）10：00～17：15（東京）

#### セミナー

材料の力学特性向上を目指して  
—最近の実験・計算手法の進展に基づく本質的な理解—

2018年3月6日（火）10：00～16：50（東京工業大学）

★ 詳細は までりあ56巻11号・12号会告またはホームページ ⇒ イベント を  
ご覧下さい。

問合せ先 公益社団法人日本金属学会 事務局  
TEL 022-223-3685 E-mail : [meeting@jim.or.jp](mailto:meeting@jim.or.jp)

公益社団法人日本金属学会は、『金属に関する理論ならびに工業の進歩発達をはかること』を目的とした学術団体として1937年2月14日に創設され、2013年3月1日には公益社団法人に移行しました。会員数は2017年2月末時点で国内外合わせて5147名、148団体で、金属及びその関連材料に関する研究成果を世界に発信する学会として活動を展開しています。近年は、社会基盤材料をはじめエネルギー材料、エコマテリアル、電子・情報材料、生体・福祉材料、材料と社会に対象分野も拡大し、金属及びその関連材料分野の学術および科学技術の振興を目的として、組織図に示すように、最高議決機関である「社員総会」、業務執行決定機関の「理事会」、業務監査機関の「監事」の下で、「委員会」、「支部」、「事務局」により、学術誌や学術図書の刊行、講演会や講習会の開催、調査・研究、表彰・奨励の事業を行っています。

**刊行事業**では、会員の情報交換や啓発・教育を目的として、会報「まてりあ」を毎月刊行し、会員に配布しています。また、和文の学術論文誌「日本金属学会誌」および、材料系14学協会と共同刊行している英文の学術論文誌「Materials Transactions」を毎月刊行して、研究成果を国内外に広く発信しています。「日本金属学会誌」では年間約100編の論文が、「Materials Transactions」では年間約360編の論文を掲載しています。さらに、金属及び関連材料に関する専門書や学生向けの教科書類等の「学術図書類」を刊行しています。

**講演会・講習会事業**では、最新の研究成果を発表・討議するとともに、会員間の交流を図ることを目的として、春秋2回の「講演大会」を開催しています。講演大会は約900件の講演があり、約1400名が参加しています。会場では企業の最新の技術を紹介する「機器展示」や「ランチョンセミナー」も実施しています。また、春期講演大会では、卓越した業績を挙げた者による「本多記念講演」や、学生の進路選択と企業の採用を支援することを目的とした「企業説明会」を開催しています。さらに、専門知識の普及や啓発、教育を目的として「セミナー・シンポジウム」や講習会を開催してい

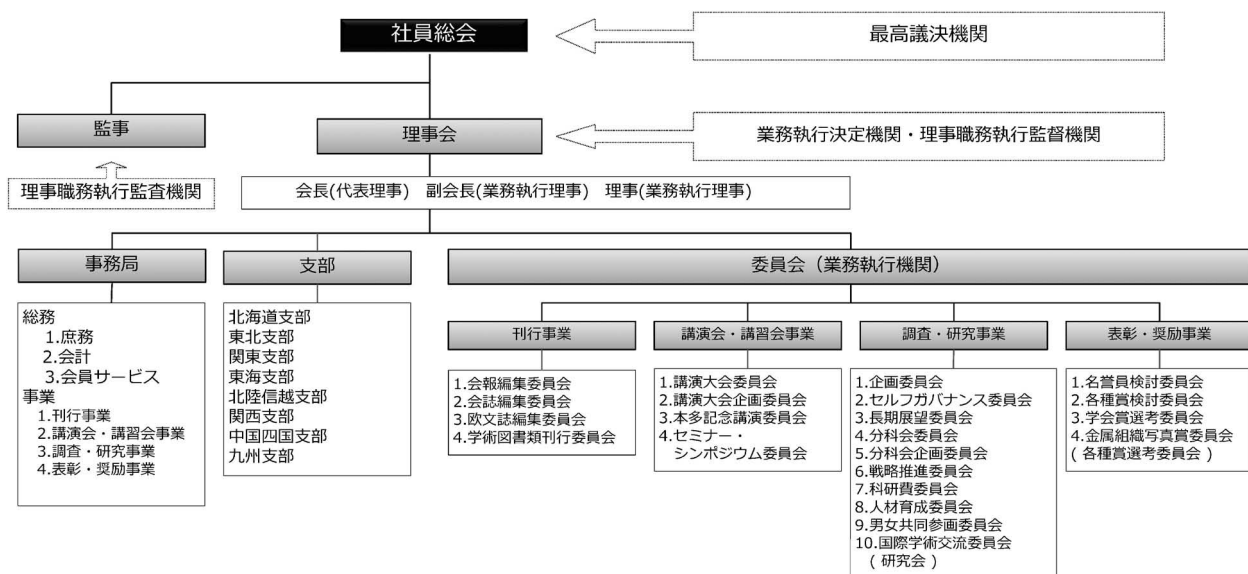
ます。また、国際会議もこれまでに25件を本会主催で開催しています。

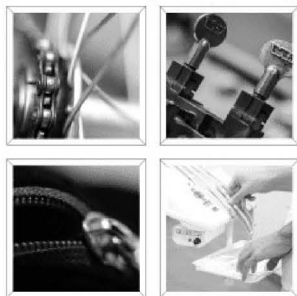
**調査・研究事業**では、重要な企画、統治、長期展望に関する「企画委員会」、「セルフガバナンス委員会」、「長期展望委員会」が設置されています。また、関連が深い専門分野の研究者や技術者が集う6つの分科で構成された「分科会」の活動を推進しており、先端領域や学際的領域の研究課題に対する研究を促進する目的で「研究会」が設置されて活動しています。さらに、「戦略推進委員会」や「科研費委員会」では、金属及びその関連材料分野の学術及び科学技術の振興に向けた材料戦略活動を行なっています。一方、「人材育成委員会」では、次世代を担う人材を育成することを目的として、「出前講義」や「高校生向けホームページ」等の活動を行なっています。「男女共同参画委員会」では、女性の社会進出を支援するために、男女共同参画学協会連絡会との連携や鉄鋼協会合同男女共同参画委員会活動を実施しています。また、国外の学術団体との交流を推進している「国際学術交流委員会」では、World Materials Day Awardの授賞をはじめ、米国TMSとの講演大会へ研究者の相互派遣、韓国KIMとの共同シンポジウム開催等を実施しています。

**表彰・奨励事業**では、「名誉員」や「学会賞」を始めとして、優れた研究や技術開発の成果を上げた者や当該分野の発展に寄与した者の表彰や今後の貢献が期待される者の奨励を目的とした「各種賞」で、毎年20件の表彰・奨励を行っています。

**全国の8支部**も活発に活動しており、各支部で独自に講演会・講習会（講演大会、本多光太郎記念講演会、セミナー、談話会）、研究会、見学会などを実施しています。

日本金属学会は21世紀の日本を背負って立つ研究者や技術者の入会を大いに歓迎いたします。会報「まてりあ」は、会員のみに提供されます。さらに、会員には、講演大会への会員参加費での参加及び登壇費の免除、刊行物の会員価格での購入、本会主催のセミナー・シンポジウム・講演発表会等への会員割引価格の参加等の特典があります。

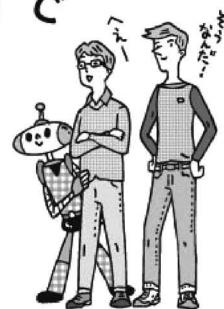




# 金属は身近なところで 活躍しています

どこで？  
どんなふうに？

身の回りにあふれている金属製品。  
だけど、知っているようで知らない事が多いかも！  
一緒にのぞいてみよう！



## 金属の活躍現場

身近なところで活躍。  
え！こんなところにも！

もっと知りたい

## 金属が製品になるまで！

鉱石▶板▶製品

もっと知りたい

## 性格いろいろ 金属大解剖

基礎編

金属って？  
合金って？

応用編

金属を  
調べてみよう

## 現場の声を徹底取材

金属の仕事をしているのはこんな人

もっと知りたい

Vol.1

## 航空機で活躍する金属

Vol.2

## 医療・福祉に役立つ金属

## もっと金属について 詳しく知りたい

関連 HP へ

銅箔はどうやって作るの？ 動画あり NEW

鋼はどうやって作るの？

チタン眼鏡フレームの材料はどうやって作るの？

会社では  
どんな仕事してるの？

女性も研究してるの？

女性も働いているの？

ぜひ、本会ホームページ  
をご覧ください。

(公社) 日本金属学会

<http://jim.or.jp/everyone/index.html>

# 水溶液プロセスによる

## 酸化亜鉛ナノロッドアレイの製膜

品 川 勉\*

### 1. は じ め に

微細な針状結晶(ナノ～マイクロメートルサイズ)が基板から垂直に成長した1次元構造体は、ナノロッドアレイやナノワイヤアレイと呼ばれており、生け花の剣山のような形態である。このようなナノ構造体は比表面積が大きく、さらに、外部からナノ構造体界面へのアクセスが垂直方向に揃っている特徴をもつ。これまで様々な無機・有機材料での作製が報告されており、なかでもn型透明半導体である酸化亜鉛(ZnO)の1次元構造体がよく知られている。六方晶ウルツ鉱構造を有するZnOは自発的なc軸優先成長方位をもち、その結晶は六角柱状に成長しやすいため、鋳型を使用しなくてもナノロッド構造体の作製が比較的容易である。またZnOは室温紫外発光や大きな電子移動度、圧電性など優れた物性を併せ持つため、オプトエレクトロニクスやエネルギー関連デバイスでの活用が期待されている。

ZnO ナノロッドアレイの主な製膜法を図1に示す。真空雰囲気下での気相成長法には、化学蒸気輸送・凝縮法(CVTC)<sup>(1)</sup>、パルスレーザー堆積法(Pulsed laser deposition)<sup>(2)</sup>、化学的気相成長法(CVD)<sup>(3)</sup>があり、水溶液をベースとした液相成長法には、水熱合成法(Hydrothermal synthesis)<sup>(4)(5)</sup>、電解析出法(Electrodeposition)<sup>(6)(7)</sup>、無電解析出法(Electroless deposition)<sup>(8)(9)</sup>がある。製膜温度は、気相成長法で500～900℃、液相成長法で50～100℃であり、両者の製膜環境が大きく異なることがわかる。また一般的に水熱合成法では、高温(300℃以上)や真空プロセスでZnO微結晶をシード層としてあらかじめ基板に付与する必要がある、また製膜環境は密閉容器中(高圧雰囲気)となる。一方、

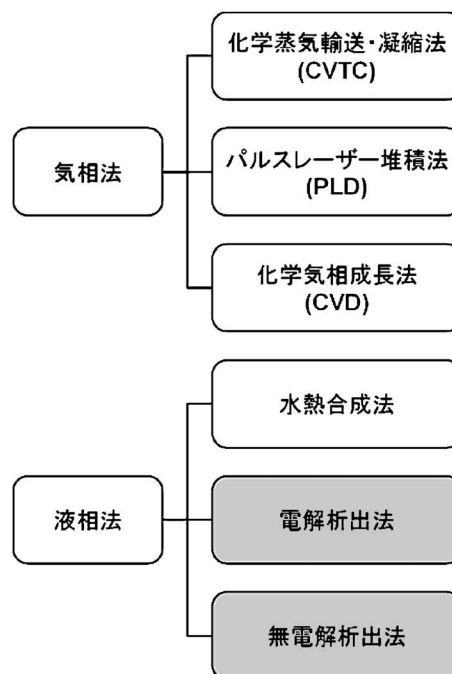


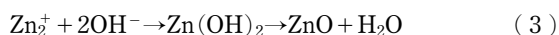
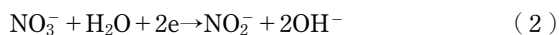
図1 ZnO ナノロッドアレイの製膜法。

電解析出法と無電解析出法は、大気圧雰囲気、90℃以下でZnO ナノロッドアレイを製膜できる数少ない非真空・低温プロセスとなっている。本稿では、硝酸亜鉛水溶液を用いた、この二つの液相成長プロセス(電解析出法と無電解析出法)によるZnO ナノロッドアレイの製膜について、筆者の研究を中心に紹介する。

\* 地方独立行政法人大阪産業技術研究所 森之宮センター電子材料研究部；研究主任(〒536-8553 大阪市城東区森之宮 1-6-50)  
Growth of Zinc Oxide Nanorod Arrays by Aqueous Solution Processes; Tsutomu Shinagawa (Electronic Materials Research Division, Morinomiya center, Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology, Osaka)  
Keywords: ZnO nanorod, electrodeposition, electroless deposition, solution process, nano-structures  
2017年7月3日受理[doi:10.2320/materia.57.5]

## 2. 析 出 原 理

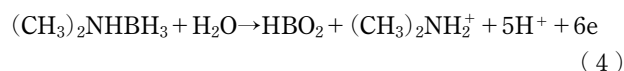
硝酸亜鉛水溶液を用いた電解析出法と無電解析出法による ZnO の析出では、基本的に同じ化学反応(式(1)～(3))を経ると考えられている。



硝酸亜鉛水溶液中に存在する溶存酸素や硝酸イオンの還元反応を基板上で起こすと水酸化物イオンが生成し(式(1), (2)), 亜鉛イオンと反応することで水酸化亜鉛が基板上に析出する。このとき水溶液の温度が約50℃以上あれば水酸化亜鉛の脱水反応が進行し, ZnO 結晶が成長する(式(3))。このように水酸化物イオン生成による基板近傍での pH 上昇が ZnO 析出の鍵となっているが, この鍵反応(還元反応)を起こす駆動力として電解析出法では外部電源を使用し(図2(a)), 無電解析出法では還元剤(ジメチルアミンボラン; DMAB)を添加している(図2(b))。

外部電源を使用する電解析出法では, 硝酸亜鉛水溶液(60～90℃)に導電性のある基板と対極(亜鉛や白金)を浸漬して電流を印加(基板がカソード側)すると ZnO が析出し, 製膜速度と膜厚は電流値と通電量でそれぞれ制御できる。一方, 無電解析出法では Pd 触媒粒子を付与した基板(導電性基板だけでなく, ガラスや樹脂などの絶縁性基板も使用可能)を硝酸亜鉛と DMAB を含む水溶液(60～90℃)に浸漬すると ZnO が析出する。基板に付与した Pd 粒子は DMAB の酸化反応(式(4))の促進(放出された電子は式(1), 式(2)で消費される)と ZnO 析出時のシード層の二つの役割を果たしており, Sn, Ag, Pd をそれぞれ含む三種類の水溶液に室温で基板を順次浸漬するだけで付与できる。製膜速度は主に DMAB の酸化反応速度に依存するため, 電解析出法のように精度よく制御することは困難であるが, 製膜速度はほぼ一定であるため, 浸漬時間で膜厚を制御することができる。このように電解析出法と無電解析出法では, ZnO の析出反応が基板上でのみ進行するため, 製膜中も水溶液は透明なまま

であり, 溶液全体が白濁する水熱合成法と異なる。



このような電解析出法と無電解析出法, それぞれにおける ZnO ナノロッドの形状制御の方法を次節以降に紹介する。

## 3. 電 解 析 出 法

### (1) 析出形態の硝酸亜鉛濃度依存性

電解析出法による ZnO の製膜では, 水溶液中の硝酸亜鉛濃度([Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>])を変えることで, 得られる ZnO の析出形態を緻密な膜状構造からナノロッド構造まで比較的容易に作り分けることができる<sup>(10)</sup>。これは析出初期の ZnO 結晶粒径が硝酸亜鉛濃度に大きく依存すること, およびその後の結晶成長に大きな形状異方性(柱状構造をとる)があり, 初期核形成以降の結晶成長過程で粒径サイズはあまり変化しないためである。硝酸亜鉛濃度以外の析出条件(析出電流密度や通電量など)を一定にして, 導電性のフッ素ドーパ酸化スズ膜付ガラス基板(FTO 基板)上に製膜した ZnO の電子顕微鏡(FESEM)像を図3に示す<sup>(11)</sup>。硝酸亜鉛濃度が 50 mM(M = mol/L)のとき, 緻密な ZnO 膜が得られるが, 濃度の減少とともに粒子の先端が細くなり, 硝酸亜鉛濃度を 0.5 mM 以下に薄めると初期核の発生密度と初期核サイズが十分小さくなってナノロッドが形成する。

種々の硝酸亜鉛濃度から得られた ZnO の X 線回折(XRD)パターンを図4に示す。FTO 基板由来のピークで強度を規格化しているが, 0.5 mM 以下の硝酸亜鉛濃度から析出した ZnO の回折ピークが極端に小さくなっている。これは, 硝酸亜鉛濃度を希薄にすると, ZnO の析出効率(電流効率)が著しく低下し, 析出量が減少しているからである。ZnO の析出量と通電量(クーロン量)から析出効率を見積もると, 硝酸亜鉛濃度 50 mM のときの析出効率は87%であるが, 0.5 mM の濃度では17%に減少する結果となった。このように, 電解析出法で ZnO ナノロッドアレイを容易に製膜できる一方で, 析出効率が悪く, ロッド長の長い ZnO の作製に時間がかかることや, 粒径(ロッドの幅)のコントロールが難

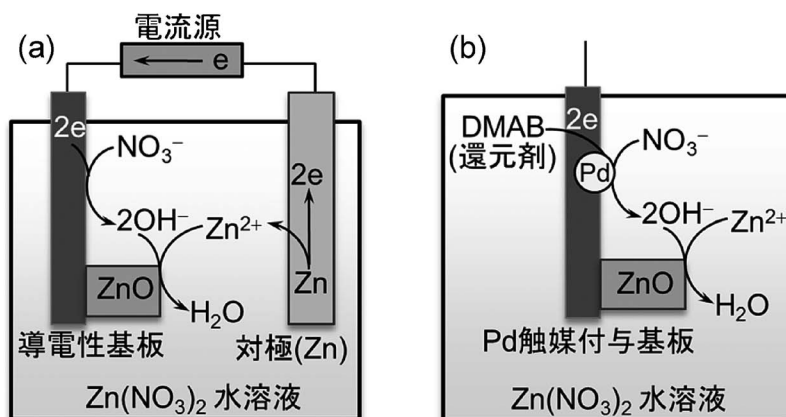


図2 電解析出法(a)と無電解析出法(b)による硝酸亜鉛水溶液からの ZnO 析出の模式図。

しいなどの課題があった。

## (2) 添加剤の効果

上記のような課題に対し、筆者らは硝酸アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) を添加すると、ZnO ナノロッド形成時の析出効率が改善することを見出している<sup>(11)</sup>。硝酸亜鉛濃度 0.5 mM

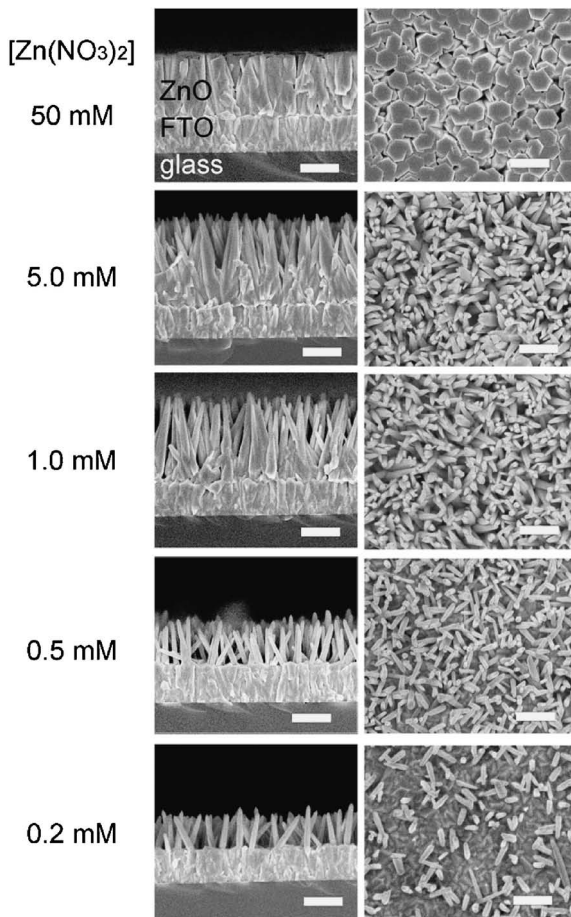


図3 種々の硝酸亜鉛水溶液から電解析出法でFTO基板上に得られたZnOのFESEM像(左側：断面像，右側：表面像)。スケールバーは1  $\mu\text{m}$ 。

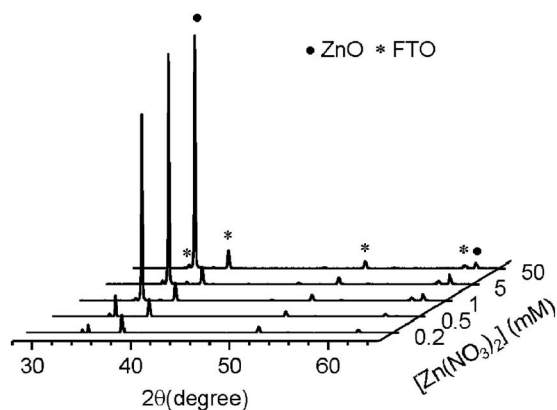


図4 種々の硝酸亜鉛水溶液から電解析出法でFTO基板上に得られたZnOのXRDパターン。

の水溶液に硝酸アンモニウムを1~20 mM 添加して電解析出した ZnO ナノロッドの FESEM 像を図5，形状変化を図6に示す。硝酸アンモニウムを1 mM 加えた場合，粒径0.2  $\mu\text{m}$ ，長さ2  $\mu\text{m}$  の ZnO ナノロッドが得られ，析出効率は約60%に向上した。硝酸アンモニウム濃度に依存してナノロッド形状は大きく変化し，硝酸アンモニウム濃度20 mMでは，粒径0.9  $\mu\text{m}$ ，長さ4.5  $\mu\text{m}$  のナノロッドが得られている。また，基板単位面積あたりのナノロッドの本数(成長密度)も大きく変化しており，14本/ $\mu\text{m}^2$ (硝酸アンモニウム濃度1.0 mM)から0.3本/ $\mu\text{m}^2$ (硝酸アンモニウム濃度20 mM)まで減少した。一方，形状および成長密度から算出した析出効率は，硝酸アンモニウムの濃度にあまり依存せず，60~70%の高い値を示している。

このように硝酸アンモニウムの添加によって ZnO ナノロッドの析出効率が向上すると同時に，添加量に依存して析出形態が大きく変化する理由として，硝酸アンモニウムの pH 緩衝作用が考えられる。強酸(硝酸)と弱塩基(アンモニア)の塩である硝酸アンモニウムは水溶液中で弱酸性(pH 5~6)を示し，アンモニウムイオンは，水酸化物イオンを中和する機

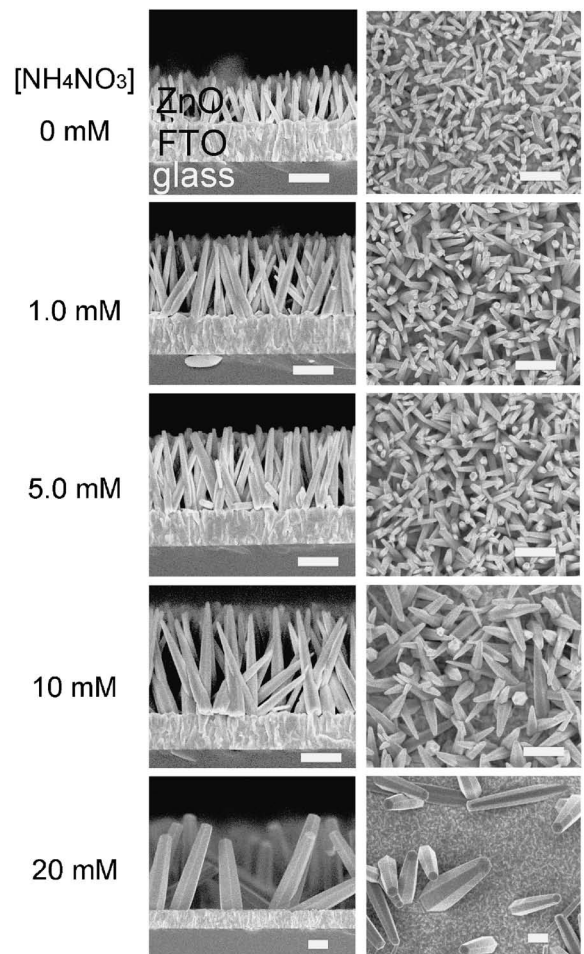


図5 硝酸アンモニウムを添加した硝酸亜鉛水溶液から電解析出法でFTO基板上に得られたZnOナノロッドのFESEM像(左側：断面像，右側：表面像)。スケールバーは1  $\mu\text{m}$ 。

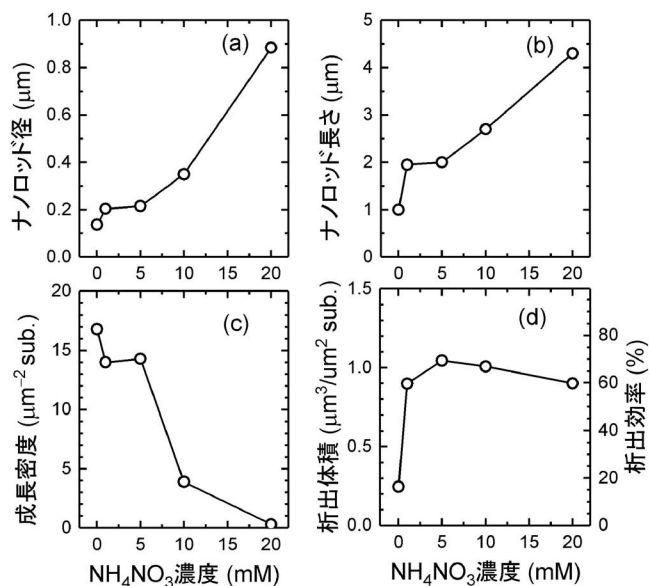


図6 硝酸アンモニウムを添加した硝酸亜鉛水溶液から電解析出法でFTO基板上に得られたZnOナノロッドの形状変化。

能をもつ( $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{pK}_a = 9.3$ )。硝酸亜鉛濃度が0.5 mM以下の希薄な溶液を用いたZnO電解析出では、 $\text{Zn}^{2+}$ イオンの拡散律速状態にあり、基板近傍では未反応の水酸化物イオンが溶液沖合へ拡散し、基板から離れたところで $\text{Zn}^{2+}$ イオンと反応してしまい、基板への $\text{Zn}^{2+}$ イオンの供給を抑制する。これが析出効率を低下させる要因と考えられる。硝酸アンモニウムはこうした未反応水酸化物イオンを未然に中和することで $\text{Zn}^{2+}$ イオンの基板への供給がスムーズになり、析出効率が改善したと言える。一方で硝酸アンモニウムのpH緩衝作用は、ZnOナノロッドの初期核成長速度にも影響する。硝酸アンモニウム濃度が高いほど初期核成長速度が遅くなり、成長密度が疎で粒径の大きなナノロッドが得られたと考えられる。

図5、図6で示した電解析出では硝酸アンモニウム濃度を变化させ、通電量(クーロン量)は一定( $2.0 \text{ C/cm}^2$ )にしているが、クーロン量を変えると、ナノロッド長さを制御できる(このとき、ナノロッド径や成長密度はほとんど変化しない)。たとえば、硝酸アンモニウムを5.0 mM添加した硝酸亜鉛水溶液からの電解析出において、クーロン量を2.0から $3.4 \text{ C/cm}^2$ に増やすとナノロッド長さは $2 \mu\text{m}$ から $3.1 \mu\text{m}$ に増加する。この時のナノロッドの成長速度は約 $11.5 \text{ nm/min}$ と見積もられた。

#### 4. 無電解析出法

##### (1) 析出形態の硝酸亜鉛濃度依存性

無電解析出法においても電解析出法と同様に、ZnOの析出形態は水溶液中の硝酸亜鉛濃度に大きく依存する<sup>(9)</sup>。還元剤DMAB(3.3 mM)と硝酸亜鉛を50, 30, 15, 5.0, 1.5 mM含む $80^\circ\text{C}$ の水溶液にPd粒子を付与したガラス基板を3 h浸漬

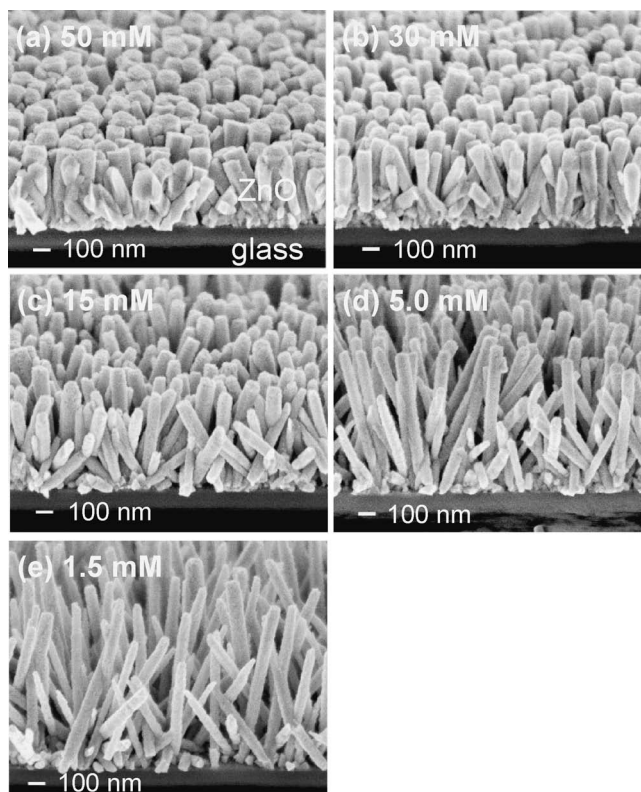


図7 種々の硝酸亜鉛水溶液から無電解析出法でガラス基板上に得られたZnOナノロッドの断面FESEM像。

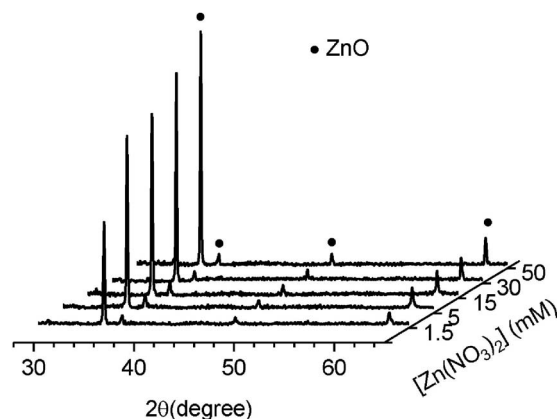


図8 種々の硝酸亜鉛水溶液から無電解析出法でガラス基板上に得られたZnOナノロッドのXRDパターン。

して得られたZnOのFESEM像を図7に示す。いずれの濃度においても柱状のZnO粒子がガラス基板上に密に析出しており、その形状は濃度の減少に伴って細長くなっている様子がわかる。図8にこれらのサンプルのXRDパターンを示す。いずれのサンプルも $\langle 001 \rangle$ 優先配向を有するウルツ鉱構造のZnOに帰属されており、大気圧下 $80^\circ\text{C}$ というマイルドな化学溶液プロセスで結晶性ZnOがガラス基板上に成長していることがわかる。 $2\theta = 34.4^\circ$ 付近の002回折強度は、硝酸亜鉛濃度の減少に伴って弱くなっているが、これは後述する

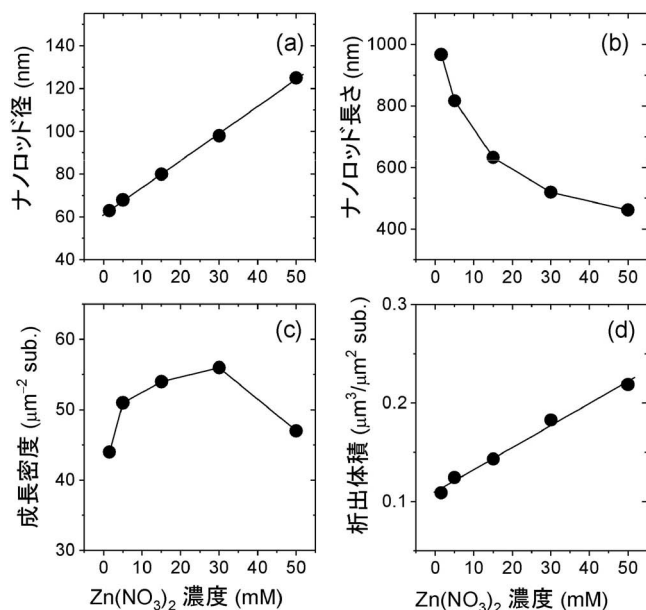


図9 種々の硝酸亜鉛水溶液から無電解析出法でガラス基板上に得られた ZnO ナノロッドの形状変化。

ように ZnO の析出量が減少していることが一因である。図 7 の FESEM 像から見積もったナノロッドの形状変化を硝酸亜鉛濃度に対してプロットした(図 9)<sup>(9)</sup>。ナノロッドの粒径は硝酸亜鉛濃度に対して 60~120 nm の範囲で直線的に増加し、ナノロッド長さは 1~0.5  $\mu\text{m}$  の範囲で減少曲線を示している。ナノロッドの粒径は初期核形成時の粒子サイズを反映しているため、硝酸亜鉛濃度に比例して変化したと考えられる。一方、成長密度は 45~55 本/ $\mu\text{m}^2$  の範囲でやや凸状に変化しているものの、硝酸亜鉛濃度が 5~30 mM ではおよそ一定となっている。この ZnO ナノロッドの成長密度は単位面積当たりの Pd 粒子の付着数とほぼ一致しており、Pd 粒子が ZnO 結晶成長のシード層の役割を果たしていることを示唆している。以上のナノロッド形状と成長密度から算出した析出体積は、硝酸亜鉛濃度に対して直線的に増加しており、図 8 の XRD パターン結果と一致する。

## (2) 析出形態の析出時間依存性

ZnO ナノロッドの析出時間に対する形状変化を 5.0 mM の硝酸亜鉛水溶液を用いて調べたところ、1 時間から 6 時間の間にナノロッド径は 64 nm から 85 nm に、長さは 0.5  $\mu\text{m}$  から 1.35  $\mu\text{m}$  にそれぞれ直線的に変化した(図 10)<sup>(9)</sup>。ナノロッド径の変化よりも長さの変化が 40 倍大きく、ZnO の結晶成長に大きな異方性があることを示している。ナノロッド長さの成長速度は、析出初期(0~30 分程度)が約 11 nm/min と電解析出法と同等であるのに対し、その後は約 3 nm/min と 1/4 程度に低下し一定となる。析出初期においては、基板上に付与した Pd 粒子が DMAB の酸化反応を促進するが、Pd 粒子が ZnO で被覆されると、ZnO が酸化反応の触媒作用を担うことになる。Pd と比較して ZnO の触媒活性は低いいため析出速度が低下すると考えられる、図 9 と図 10 で示し

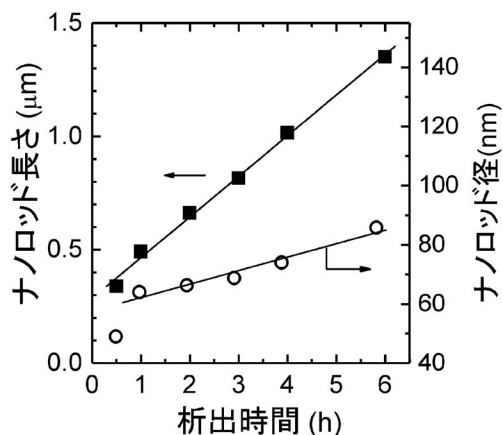


図 10 硝酸亜鉛水溶液から無電解析出法でガラス基板上に得られた ZnO ナノロッド形状の析出時間依存性。

たように、ナノロッドの径と長さは硝酸亜鉛濃度と析出時間に対してそれぞれ直線的に変化することから、ZnO ナノロッドの径と長さを個別にカスタマイズ可能である。

## (3) PET 基板への製膜

この無電解析出法による ZnO ナノロッドの製膜は、真空・高温プロセスを含まないマイルドな条件であるため、低融点材料である樹脂基板へも適用できる。筆者らは飲料用ボトルのプラスチック素材としてよく知られているポリエチレンテレフタレート (PET) 基板への ZnO ナノロッド製膜を行っている<sup>(9)</sup>。先述したように Pd 粒子の基板への付与は、水溶液プロセスであり、基板全体に均一な Pd 粒子を形成するためには、基板表面が十分な親水性をもつことが求められる。PET 基板に親水性を付与するため、10% 水酸化ナトリウム水溶液(60°C)に 5 分間浸漬した後、UV/オゾン洗浄装置で 10 分間処理した。Sn/Ag/Pd を含む水溶液に順次浸漬して触媒を付与し、15 mM の硝酸亜鉛を含む水溶液に浸漬して得られた ZnO ナノロッドアレイの FESEM 像と XRD パターンを図 11 に示す。ガラス基板上的 ZnO ナノロッドとはほぼ同様のサイズと成長密度、結晶配向をもつナノロッドが PET 基板上にも製膜できている。これは ZnO 結晶成長のシード層として作用する Pd 粒子がガラス上と同様の粒径と密度で PET 上に均一に付与されているためである。このように十分な親水性を基板に付与し、均一な Pd 粒子を形成できれば、ガラスや PET 以外の種々の基板上にも図 11 と同様の形態をもつ ZnO ナノロッドを製膜可能である。

## (4) ZnO ナノロッドの発光特性

ZnO は紫外光(波長約 380 nm)に相当する 3.3 eV のバンドギャップエネルギーと室温のエネルギー(約 26 meV)よりも大きな 69 meV の励起子束縛エネルギーをもつ直接遷移型半導体であることから、室温で紫外発光を示す。しかし、ZnO 結晶中に欠陥や不純物が多く含まれると、バンドギャップ間に不純物準位が形成され、これらの準位に基づいた可



# 高強度高靱性ダイカスト金型用鋼 QDX-HARMOTEX の開発

武藤 康政<sup>1)</sup> 舘 幸生<sup>2)</sup> 島村 祐太<sup>3)</sup>

## 1. はじめに

近年、自動車の燃費向上を目的とした車体軽量化を背景に、アルミダイカスト部品の高強度化及び薄肉化が進んでいる。また、部品の生産性向上を目的に、成形加工ピッチの短縮化も進んでいる。これら背景より、部品製造の為に使われるダイカスト金型への機械的負荷や熱的負荷は増大している。このような過酷化する使用環境から、金型には大割れやヒートチェックといった寿命を低下させる問題が生じやすくなっており、長寿命化に向けて一層高性能な金型材料が求められている。

ヒートチェックとは金型表面に発生する亀甲状あるいは直線状の細かいひび割れである。その発生は製品の寸法精度や意匠性などの品質に悪影響をもたらす。アルミダイカスト金型の寿命要因の中でヒートチェックは最も割合が高く、特に対策が必要となっている。ヒートチェックは、被加工材からの熱影響による金型表面の軟化に伴い発生したき裂が、加熱・冷却の熱サイクルの繰り返しに伴う局所的な膨張・収縮によって進展することにより形成する<sup>(1)</sup>。ヒートチェックの発生を抑制するには、き裂の発生及び進展の抑制という観点から高温強度(軟化抵抗性)と靱性の向上が効果的である。高温強度と靱性は相反する特性であるため、両立することが難しい。当社では、炭化物に着目し、その為の適切な合金成分と工程を設計することで、JIS-SKD61 に比べて優れた高温強度と靱性を兼備したダイカスト金型用鋼 QDX-HARMOTEX(キューディーエックスハーモテックス)の開発に至った。以下では、開発のポイントと代表特性について紹介する。

## 2. 開発のポイント

優れた高温強度と靱性を兼備する為の適切な合金成分を設計するにあたり、焼戻しにより析出する炭化物の種類と量に着目した。

図1に、Thermo-Calc で平衡計算した焼戻しにより析出する全炭化物量と軟化量(焼入焼戻し材の高温保持による硬さの変化量)の関係を示す。硬さ 42~46 HRC に焼入焼戻しにより調質した試験片を 600℃で 100 h 加熱保持、空冷後、硬さ測定を実施し、調質まま硬さとの差を軟化量と定義した。図1より、全炭化物量が同じである場合、 $M_2C$  炭化物の割合が大きくなるほど、材料の軟化が抑制されることが分かる。これは、 $M_2C$  の方が他の析出炭化物である  $M_6C$  や  $M_{23}C_6$  に比べて高温保持中に軟化の原因となる炭化物の粗大化が進行しにくいことによると考える<sup>(2)</sup>。

焼戻しにより析出する全炭化物に対する  $M_2C$  炭化物の割合を大きくするには、 $M_2C$  炭化物の形成元素である C, Mo, V を増量することが有効である。一方、これら元素の増量は成分偏析や粗大な晶出炭化物の形成を促進し、靱性の低下を招く。そこで、QDX-HARMOTEX の成分設計として

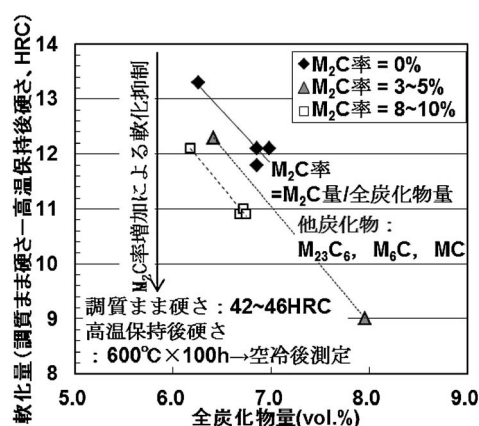


図1 Thermo-Calc で平衡計算した焼戻しにより析出する全炭化物量と軟化量の関係。

\* 山陽特殊製鋼株式会社

1) 研究・開発センター 新商品・技術開発室商品開発グループ  
2) 技術企画管理部 高合金鋼グループ; マネージャー  
3) 研究・開発センター 基盤研究室プロセス研究グループ  
Development of High Strength and Toughness Die Steel for Die Casting 'QDX-HARMOTEX'; Yasumasa Muto, Yukio Tachi, Yuta Shimamura (SANYO SPECIAL STEEL CO., LTD.)  
2017年10月24日受理[doi:10.2320/materia.57.11]

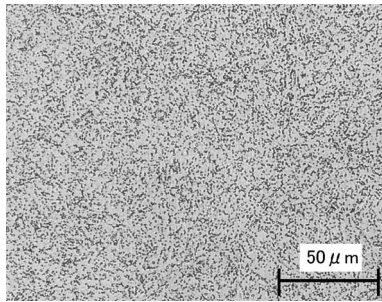


図2 QDX-HARMOTEXの焼なまし状態の組織。

は、高温強度と靱性を両立できるように、 $M_2C$ 炭化物の割合に寄与するC, Mo, Vの添加量を最適化した。同時に、更なる靱性の向上を目指して工程設計を実施し、二次溶解・熱処理等の最適条件を見出した。

図2に、QDX-HARMOTEXの焼なまし状態の組織を示す。QDX-HARMOTEXは、適切な合金成分と工程の設計により、偏析が抑制され、炭化物が微細均一分散した組織となっている。

### 3. QDX-HARMOTEXの特性

#### (1) 焼入焼戻し硬さ

図3に、焼入焼戻し硬さを示す。QDX-HARMOTEXはJIS-SKD61と同様の熱処理で最高54HRCの硬さを得ることができ、ダイカスト金型の一般的な使用硬さである43～48HRCを焼戻し条件の調整により得ることができる。

#### (2) 靱性

図4に、シャルピー衝撃特性を示す。鍛伸方向(L方向)とその垂直方向(T方向)をそれぞれ試験片方向とし、焼入焼戻しにより $45 \pm 1\text{HRC}$ に調質し、2mm-Uノッチ形状に仕上げた試験片を評価に用いた。QDX-HARMOTEXはSKD61に比べて高い衝撃値が得られるとともに、試験片方向による衝撃値の差が小さい。これはQDX-HARMOTEXがSKD61に比べて偏析が抑制、炭化物が微細均一分散していることを裏付ける。よって、QDX-HARMOTEXは、金型使用中の割れの進展、大割れを抑制し、金型の長寿命化が期待できる。

#### (3) 高温強度(軟化抵抗性)

軟化抵抗性は、 $600^\circ\text{C}$ で一定時間加熱保持後、空冷した試験片を硬さ測定することにより評価した。この試験片には事前に硬さ約45HRCが得られるように、焼入焼戻しにより調質した。調質ままだと加熱・空冷後の硬さの差が軟化量であり、小さいほど軟化抵抗性に優れている。図5に、軟化抵抗性の評価結果を示す。QDX-HARMOTEXはSKD61に比べ軟化量が抑えられており、優れた高温軟化抵抗性を有している。そのため、金型使用中の摩耗およびヒートチェックの発生が抑制されることにより、金型の長寿命化が期待できる。

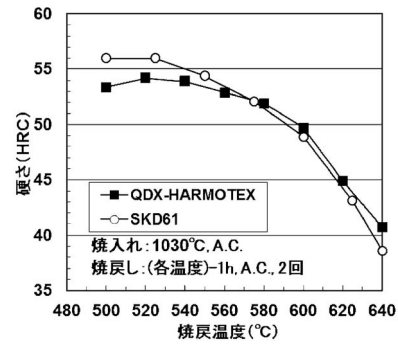


図3 焼入焼戻し硬さ。

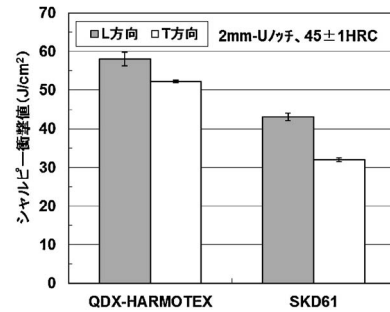


図4 シャルピー衝撃特性。

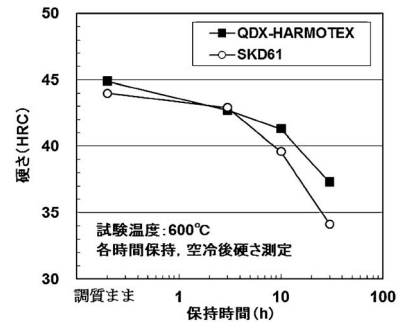


図5 軟化抵抗性。

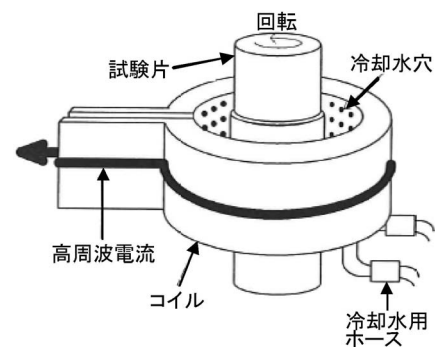


図6 ヒートチェック試験機概略図。

#### (4) 耐ヒートチェック性

耐ヒートチェック性は、図6に示すヒートチェック試験機を使って評価した。試験では、高周波誘導加熱による急速加熱と冷却水噴霧による急速冷却を繰り返して試験片表面に熱的負荷を与えた。図7に、試験後の試験片の断面を示す。QDX-HARMOTEX、SKD61ともに試験片断面にヒートチ

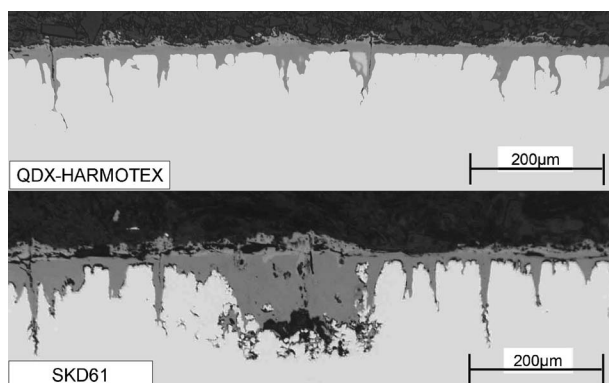


図7 ヒートチェック試験後の試験片断面  
600℃保持(5s)→水冷(50s)を1000サイクル実施。

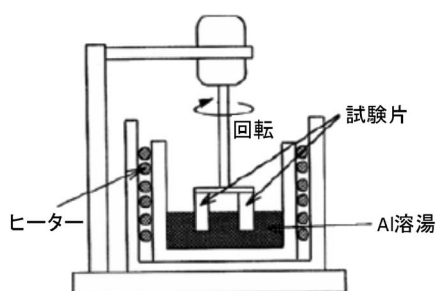


図8 アルミ溶損試験機概略図。

エックが確認された。QDX-HARMOTEXはSKD61に比べ、比較的浅い割れが主体であり、最大の割れ深さも小さい。QDX-HARMOTEXは高温強度と靱性が両立しているため、SKD61に比べ優れた耐ヒートチェック特性を有していると考えられる。

#### (5) 耐アルミ溶損性

耐アルミ溶損性は、図8に示すアルミ溶損試験機を使って評価した。硬さ約45HRCに焼入焼戻しにより調質した試験片を高温保持したアルミ溶湯に浸漬、回転させ、溶損量を測定した。図9に、耐アルミ溶損性の評価結果を示す。QDX-HARMOTEXはSKD61よりもアルミ溶損量が抑制された。そのため、高温での金型使用時の焼付きや溶損を抑え、金型の長寿命化が期待できる。

#### (6) 被削性

被削性は、焼きなまし状態の試験片を用いて、穴あけ加工におけるドリル寿命により評価した。図10に、被削性の評価結果を示す。QDX-HARMOTEXはSKD61よりもドリル寿命が長い。切削抵抗となる炭化物の微細分散化と炭化物量の低減によりQDX-HARMOTEXは優れた被削性を有していると考えられる<sup>(3)</sup>。そのため、QDX-HARMOTEXは金型製作コストの低減に貢献する。

### 4. 現在までの実績・特許

QDX-HARMOTEXは、国内外の複数ユーザーにてダイ

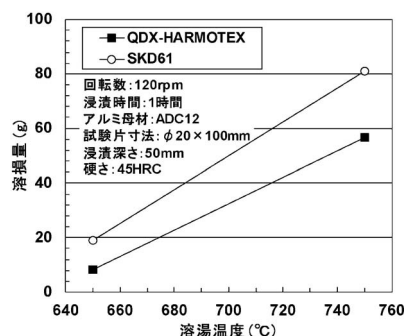


図9 耐アルミ溶損性。

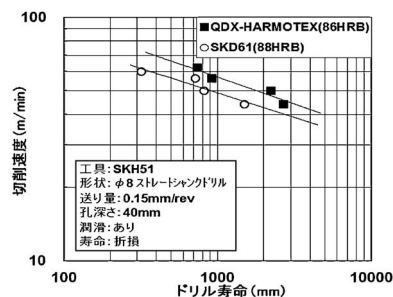


図10 被削性。

カスト金型用材料として既に適用されている。耐ヒートチェック特性に優れることから、ヒートクラックを抑制、金型の長寿命化・メンテフリーを達成し、高評価を得ている。今後の適用拡大も期待される。

QDX-HARMOTEXは北米ダイカスト協会NADCAより、高強度タイプ・二次溶解材限定に分類されるGrade Cに該当する鋼種として認定され、NADCAの鋼種リストに登録された<sup>(4)</sup>。

QDX-HARMOTEXについて、国内特許第6032881号を取得し、他2件を特許出願中である。

## 5. ま と め

QDX-HARMOTEXは、適切な合金成分と工程の設計によりSKD61の靱性および高温強度の両方を改善した鋼種であり、優れた耐ヒートチェック特性を有している。ダイカスト金型の使用環境の過酷化に伴い改善ニーズとして顕在化している金型の大割れ、欠けおよびヒートチェックの抑制にQDX-HARMOTEXは好適である。QDX-HARMOTEXは生産阻害要因の低減と金型寿命の向上を実現し、ユーザーのトータルコスト低減に貢献することが期待される。

## 文 献

- (1) 辻井信博ら：山陽特殊製鋼技報，2(1995)，35-40.
- (2) 神谷久夫ら：電気製鋼，50(1979)，173-180.
- (3) 清水崇行ら：電気製鋼，76(2005)，229-240.
- (4) NADCA：Product #207 (2016)。

# 高強度・高延性鋼による 油タンカーの衝突安全性向上

市川和利<sup>\*1)</sup> 大川鉄平<sup>\*1)</sup> 白幡浩幸<sup>\*1)</sup> 柳田和寿<sup>\*2)</sup>  
中島清孝<sup>\*3)</sup> 小田直樹<sup>\*3)</sup> 山田安平<sup>\*1)</sup> 戸澤 秀<sup>\*2)</sup>  
紙田健二<sup>\*\*\*</sup> 船津裕二<sup>\*\*\*\*</sup>

## 1. 船舶の衝突事故とその対策

最近でも、依然として日本近海を含めて、世界中で船舶の衝突事故が発生している。例えば、2017年1月28日にはインドの Chennai 近くの Kamarajar 港沖で LPG タンカー MV Maple Galaxy が、石油タンカー MT Dawn Kanchipuram に衝突し<sup>(1)(2)</sup>、大量の油を流出させた<sup>(3)</sup>。それにより営巣活動時期であった絶滅危惧種のオリーブヒメウミガメなどの生態系への影響が懸念されている<sup>(3)-(5)</sup>、10万人と推定される漁業者中の多数が周辺地域から退避することが余儀なくされているといわれている<sup>(5)</sup>。このように、船舶の衝突や座礁による損傷は浸水や沈没などによって貴重な人命や資源を喪失させる可能性があることに加え、特にタンカーなどから油漏洩等が生じれば、深刻な海洋環境汚染に繋がり、その被害は甚大である。

そこで、万が一事故が発生した場合に備え、被害を軽減する構造的な対策が提案されている。具体的には1960年代以降に原油タンカーからの原油流出による海洋汚染が大きな問題となっている。特に41000トンの原油を流出したといわれる、1989年のエクソン・ヴァルデズ号の事故<sup>(6)</sup>を契機に、IMO(International Maritime Organization: 国際海事機関)は船舶の事故などによる海洋汚染を防止することを目的にした MARPOL 条約を1992年に採択し、船殻を二重化するダ

ブルハル化を義務づけた。このようなダブルハル化により、油漏洩の危険性は低減したものの、一部には船舶の衝突対策は、いまだ不十分との指摘もある。そこで、例えば高弾性高分子材料(「Core」)を含むサンドイッチ鋼板システム<sup>(7)</sup>や LNG(Liquefied Natural Gas)船の隔壁に中空ガラス粉体を充填し、衝突時の応力を分散し、破口の発生を抑制する方法<sup>(8)</sup>、LPG(Liquefied Petroleum Gas)船の側面に縦板を細かく配置したサンドイッチパネルを設置し、タンクの破口を抑制することで衝突安全性を改善する試み<sup>(9)</sup>などが提案されている。

このような異種非金属材料の導入や構造変更ではなく、鋼材性能の向上により、船体重量や施工・検査の負荷を上昇させずに、衝突や座礁による船舶の損傷を軽減する材料技術が経済的合理性に適っている。具体的には、延性(伸び)に優れた鋼板を被衝突船の船体構造に適正に配置することで、鋼板で衝突エネルギーを吸収し、船舶の耐衝突性能を高めることができる。既報<sup>(10)</sup>でも示した通り、新日鐵住金株式会社(以降、新日鐵住金)は、今治造船株式会社(以降、今治造船)、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所の海上技術安全研究所(NMRI)、一般財団法人日本海事協会(ClassNK)と協力して、船舶の衝突安全性に対する包括的船体材料ソリューションを提案した。その一環として、新日鐵住金は、特に船側構造向けに延性に優れた高強度鋼板である NSafe®-Hull を開発した。開発では、化学成分適正化と Thermo Mechanical Control Process の活用により、フェライトと第二相の組織分率を最適化し、かつ第二相を微細分散させるマイクロ組織制御を行うことで、高強度と高延性の両立を可能にした。さらに、Sを極力低減するとともに介在物制御により、延性破壊のボイドの起点となり得る粗大介在物を排除し、伸びのばらつきを低減した。本鋼材は新日鐵住金、今治造船株式会社と海上・港湾・航空技術研究所との共同研究において、ばら積み運搬船への適用を検討し、衝突シミュレーションを実施することでその効果を検証し、建造中や適用予定のものも含めて、10隻以上の実船適用があり、溶接性などの加工性も従来鋼と同等であることも実証されている。さらに石灰石運搬船やセメント運搬船などへの適用も進みつつあり、船舶の

\* 新日鐵住金株式会社；1)主幹研究員 2)主査 3)主幹

\*\* 海上・港湾・航空技術研究所；1)海難事故解析センター副センター長 2)研究特命主管

\*\*\* 今治造船株式会社；執行役員

\*\*\*\* 日本海事協会；プロジェクトマネージャー

Improvement of Crashworthiness of Oil Tankers with High Strength and Highly Ductile Steels; Kazutoshi Ichikawa\*, Teppei Okawa\*, Hiroyuki Shirahata\*, Kazuhisa Yanagita\*, Kiyotaka Nakashima\*, Naoki Oda\*, Yasuhira Yamada\*\*, Shigeru Tozawa\*\*, Kenji Kamita\*\*\* and Yuji Funatsu\*\*\*\* (\*Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation. \*\*National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology. \*\*\*Imabari Shipbuilding CO., LTD.. \*\*\*\*ClassNK)

2017年10月30日受理[doi:10.2320/materia.57.14]

安全性向上に寄与した上で、商業的にも成功している。

当然ながら、海洋環境保護への効果が最も期待できるのは、このNSafe®-Hullを油タンカー、特にVLCC (Very Large Crude oil Carrier)に適用した場合であるが、既報ではその効果を定量的に示していない。そこで、本論文では、本鋼の社会的理解を促進し、実船適用を推進すべく、NSafe®-HullをVLCCに適用した場合の効果を詳説し、高機能金属材料の提供を通じた国際社会の安全・安心への貢献への契機としたい。

2. 船舶の衝突安全性に寄与するNSafe®-Hullの特性と承認

鋼板の衝突エネルギー吸収能を高めるには、その強度と延性の両方が優れている必要がある。本鋼では従来の船体用圧延鋼材(ClassNK 規則・検査要領)と同等の強度、靱性を有しつつ、伸びを従来鋼に比べて著しく向上させた。表1にClassNK 規則・検査要領における伸びの最小値を示したが、これに対し、高延性鋼としてClassNK の材料承認(例えば、従来の規則要求の1.5倍の伸びを有するKA32-HD50など)を取得している(表2)。ここで、記号「K」は船級協会名、すなわちClassNKを示し、次の記号で衝撃試験温度を示す(A: 0℃, D: -20℃)。次の数字で強度クラスを示し、「32」あるいは「36」は各々、降伏点または耐力が315および355 N/mm<sup>2</sup>以上である。高延性であることを示す「HD」の後の「35」あるいは「50」で従来規則(表1)からの伸びの改善率を示し、各々1.35および1.50倍である。

3. VLCC における NSafe®-Hull の耐衝突特性解析

ここでは、まず、VLCCにNSafe®-Hullを適用した場合の被衝突時の吸収エネルギーに与える効果を船体構造にClassNKの規則・検査要領相当の伸びを有する従来鋼と本

鋼を適用した2つの場合で比較した例で示す。停止したVLCCの船側部に対し、VLCCが速度12ノット、衝突角度90°で衝突するシミュレーションを非線形有限要素法解析で行った。なお、既報と同様に海上交通安全法施行規則(1973年3月27日運輸省令第9号)で制定された我が国における航路内の最大速力制限が12ノットであることや、山田と金湖による解析による「頻度が高い」船舶衝突速度は10~11ノットであること<sup>(11)</sup>を鑑み、解析条件として、十分に高い衝突速度12ノットを仮定した。解析の結果、VLCCに本鋼を全適用した場合を規則相当の伸びを有する従来鋼を適用した場合と比較すると、被衝突船全体での吸収エネルギーは例えば、約1.4倍以上に向上することがわかった(図1)。

次に、図2に、従来鋼を使用した場合、NSafe®-Hullを部分適用した場合およびNSafe®-Hullを全適用した場合の被衝突船外板の破口限界曲線を示す。定量的指標である限界衝突速度<sup>(12)</sup>を比較すると、被衝突船の船長方向と衝突船の進行方向が最も厳しい90°の場合でも、適用部位最適化により、VLCCが12ノット90°衝突しても外・内板の破口は生じないが、従来鋼を使用した場合には、およそ3ノットの衝突速度で破口が生じると推定されるという計算結果が得られた<sup>(13)</sup>。図3にはVLCCに従来鋼を使用した場合、NSafe®-Hullを部分適用した場合および全適用した場合の非線形有限要素法解析による荷油タンク内側から見た被衝突後の破口

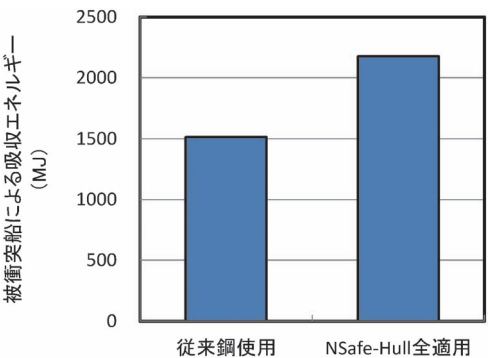


図1 衝突時の被衝突船(VLCC)による吸収エネルギーの比較例。

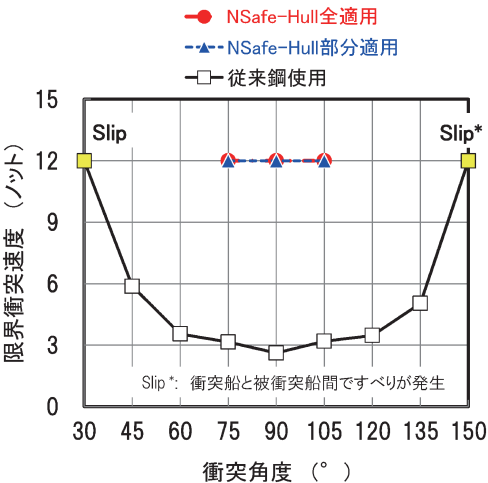


図2 VLCC 外板の破口限界曲線。

表1 ClassNK 規則・検査要領における伸びの最小値。

| 材 料        | 厚さ $t$ (mm)      |                  |                  |                  |
|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|            | $10 < t \leq 15$ | $15 < t \leq 20$ | $20 < t \leq 25$ | $25 < t \leq 30$ |
| 軟鋼および YP32 | 17               | 18               | 19               | 20               |
| YP36       | 16               | 17               | 18               | 19               |
| YP40       | 15               | 16               | 17               | 18               |

表2 造船用高延性鋼のClassNKの材料承認。

| 強度区分     | 対従来鋼 伸び改善率 |           |
|----------|------------|-----------|
|          | 1.35倍      | 1.50倍     |
| YP32キロ級鋼 | KA32-HD35  | KA32-HD50 |
|          | KD32-HD35  | KD32-HD50 |
| YP36キロ級鋼 | KA36-HD35  | KA36-HD50 |
|          | KD36-HD35  | KD36-HD50 |

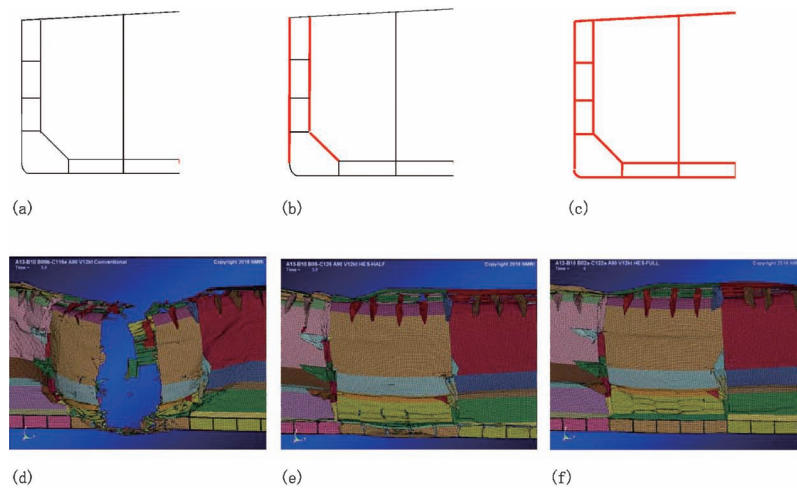


図3 12ノット衝突時の被衝突船(VLCC)の損傷状況の非線形有限要素法によるNSafe<sup>®</sup>-Hullの適用の効果の検証例(衝突後約6秒、荷油タンク内側からの視野、海上技術安全研究所提供)。(a)船体構造に従来鋼を適用した場合の船側部垂直断面の模式図、(b)NSafe<sup>®</sup>-Hullを部分適用した場合の同模式図、(c)同鋼を全適用した場合の同模式図、(d)(a)の場合の衝突解析結果、(e)(b)の場合の衝突解析結果、(f)(c)の場合の衝突解析結果、(b)と(c)において、赤線部分がNSafe<sup>®</sup>-Hullの適用範囲。

の発生状況推定の例を示す。従来鋼の場合には大きな破口が生じているが、NSafe<sup>®</sup>-Hullを部分適用や全適用した場合にはそのような大きな破口は認められない。このようにNSafe<sup>®</sup>-HullをVLCCに適切に適用すれば、万が一衝突を受けても、油漏洩の危険性は極めて小さい。

なお、本研究の一部は、ClassNK「業界要望による共同研究」スキームの研究支援により実施された。ClassNKでは、上述の材料承認のほか、船体構造の適用部位の指定(Descriptive Note)による高延性鋼使用した箇所を表記の制度(例：KA32-HD50 applied to side shell plate and side longitudinal within No. Y-Z WBT)やClassNK Notationとして衝突や座礁に対するエネルギー吸収に効果のある高延性鋼を適用した船舶に“Hull Protection by Highly Ductile Steel”(HP-HDS)を付記する船舶の認証の制度を制定している。

#### 4. 結 言

VLCCの船体構造に高延性鋼NSafe<sup>®</sup>-Hullを適切に配置することにより、衝突時の船体破口の低減が可能である。

これらの技術は例えば参考文献(14)–(23)に列举したように、船舶の衝突安全性に資する包括的材料ソリューションの一環として特許登録査定されている。

この鋼をタンカーなど幅広い船種に適用することで、安全・確実な海上輸送への貢献が期待されるし、万が一船舶の衝突事故が発生した場合においても、油漏洩に伴う海洋環境汚染に伴う生態系への影響などを最小限に抑制することが可能である。

#### 文 献

- (1) The Pioneer, New Delhi, India, 7th February, (2017).
- (2) The Times of India (Online), New Delhi, India, 3rd February, (2017).
- (3) The Hindustan Times, New Delhi, India, 2nd February, (2017).
- (4) The Times of India (Online), New Delhi, India, 1st February, (2017).
- (5) New York Times Company, 3rd February, (2017).
- (6) 大内健二：海難の世界史，成山堂書店(2002)，168–175.
- (7) G. Nataro, K. Brinchmann and E. Steen: Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures, ed. by J. Amdahl, S. Ehlers and B. J. Leira, CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK, (2013), 85–92.
- (8) M. Schöttelndreyer, I. Tautz, W. Fricke and E. Lehmann: Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures, ed. by J. Amdahl, S. Ehlers and B. J. Leira, CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK, (2013), 101–108.
- (9) S. Rudan, B. Aščić and I. Višić: Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures, ed. by J. Amdahl, S. Ehlers and B. J. Leira, CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK, (2013), 331–337.
- (10) 市川和利，大川鉄平，白幡浩幸，柳田和寿，中島清孝，小田直樹，山田安平，戸澤 秀，紙田健二，船津裕二：まてりあ，**56**(2017)，30–32.
- (11) 山田安平，金湖富士夫：日本船舶海洋工学会講演会論文集，第17号，(2013)，175–178.
- (12) Y. Yamada, H. Endo and P. T. Pedersen: International Journal of Offshore and Polar Engineering, **18**(2008)，1–9.
- (13) Y. Yamada, S. Tozawa, T. Arima, K. Ichikawa, N. Oda, K. Kamita and H. Suga: 7th International Conference on Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures, ed. by S-R. Cho, H. K. Shin, J. Choung and R-T Jung, The Society of Naval Architectures of Korea, (2016)，215–223.
- (14) 特許第5994819号 (出願日：2014年5月30日)。
- (15) 特許第6007968号 (出願日：2014年12月26日)。
- (16) 特許第3434444号 (出願日：1997年12月26日)。
- (17) 特許第3434445号 (出願日：1997年12月26日)。
- (18) 特許第3434446号 (出願日：1997年12月26日)。
- (19) 特許第3499125号 (出願日：1998年3月3日)。
- (20) 特許第3499126号 (出願日：1998年3月3日)。
- (21) 特許第5893231号 (出願日：2015年5月26日)。
- (22) 特許第5167917号 (出願日：2008年4月10日)。
- (23) 特許第5167918号 (出願日：2008年4月10日)。

# レーザクラッドバルブシート用 Co フリー Cu 合金の開発

大 島 正<sup>1)</sup> 加 藤 元<sup>2)</sup> 田 中 浩 司<sup>1)</sup>  
河 崎 稔<sup>1)</sup> 杉 山 夏 樹<sup>2)</sup> 青 山 宏 典<sup>3)</sup>

## 1. はじめに

近年の自動車エンジンには、優れた燃費・排ガス性能に加え、高い動力性能が求められる。そのため、熱効率と比出力を両立させる高速燃焼への取り組みが行われている。高速燃焼には吸気抵抗の低減と、強いタンプル流の形成を可能にする吸気ポート設計が必要となる<sup>(1)</sup>。しかし、他部品との兼ね合いからポート設計には制限があり、これまでのエンジンでは理想とするポート形状を実現できなかった。その1つの理由がバルブシートである。

バルブシートとはバルブが着座する耐摩耗部品であり、一般的にはリング状のFe系焼結部品をシリンダヘッドに圧入し形成している。所望の特性を満たすためには、焼結部品の現状以上の薄肉化は難しい。これに対し、レーザクラッドバルブシートはCu合金をアルミシリンダヘッド上にレーザで直接肉盛りし形成する。そのため、バルブシートの薄肉化が可能となり、ポート口周辺の設計自由度が大きく向上する。

図1に各バルブシートを採用した時のポート形状を示す。レーザクラッドバルブシートの採用により、焼結バルブシートでは不可能なストレートポート(吸気抵抗低減)とエッジ形成(タンプル流強化)が可能となり、高速燃焼が実現できる<sup>(2)</sup>。

本稿では、レーザクラッドバルブシート用に新開発したCoフリーCu合金の開発経緯とその諸特性について紹介する。

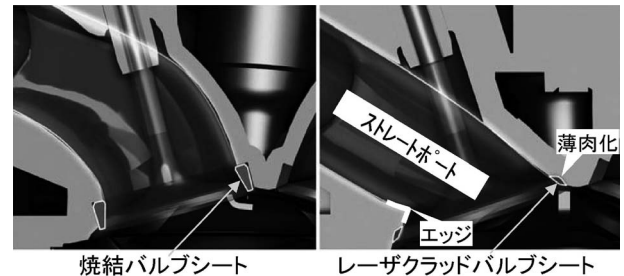


図1 バルブシートによるポート形状比較<sup>(2)</sup>。

## 2. 開発経緯

レーザクラッドバルブシートには、シリンダヘッドへの肉盛り性、肉盛り時の耐割れ性、加工時の被削性など生産性に関する特性に加え、燃焼雰囲気下での耐摩耗性、アルコール混合燃料に対する耐食性など、グローバルな使用環境に対する優れた耐久性が求められる。これらの要求特性を満たすには、Cu合金中に耐摩耗性を付与する粗大な硬質粒子の分散した組織形成が有効である。レーザクラディングという極めて短時間の熔融-凝固過程で、粗大な硬質粒子を均一分散させる手法として、二液相分離の活用が挙げられる。水中の油滴のように2つの液体に分離するこの反応を利用することにより、マトリクス中に球状の粗大な硬質粒子の分散が可能となる(図2)。

筆者らのグループでは、レーザクラッドバルブシート用合金として、Coを必須元素とした7元系の二液相分離合金(CuLS50)を開発している<sup>(3)</sup>。図3に300℃におけるCuLS50の高温すべり摩耗試験結果を示す。硬質粒子量の増加により耐摩耗性は向上するが、粒子の凝集を招き、凝集した粒子を起点とした割れが発生する傾向があるため、耐摩耗性の向上には限界があった。そこで、コストや環境負荷の観点も含め、高温におけるさらなる耐摩耗性向上の実現に向け、CoフリーCu合金を新たに開発することにした。

\* 株式会社豊田中央研究所

機能創製特任研究部 粉体創製研究室; 1)主任研究員 2)一般

\*\* トヨタ自動車株式会社

生技開発部 エンジン本体グループ; 1)スキルドパートナー

2)主幹 3)エンジン設計部 第1基盤技術設計室; 主任

Development of New Cobalt-Free Copper Based Alloys for

Laser-Clad Valve Seats; Tadashi Oshima\*, Hajime Kato\*,

Kouji Tanaka\*, Minoru Kawasaki\*\*, Natsuki Sugiyama\*\* and

Hironori Aoyama\*\*(\*Toyota Central R&D Labs., Inc.

\*\*Toyota Motor Corporation)

2017年10月30日受理[doi:10.2320/materia.57.17]

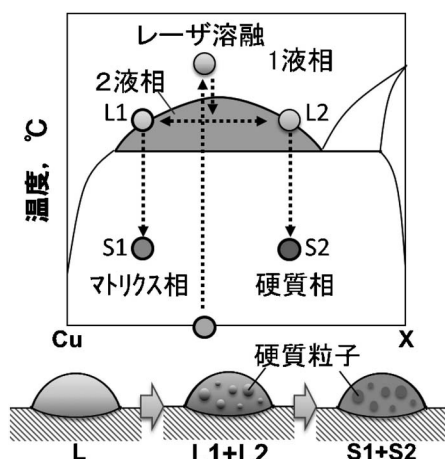


図2 二液相分離による硬質粒子分散の模式図。

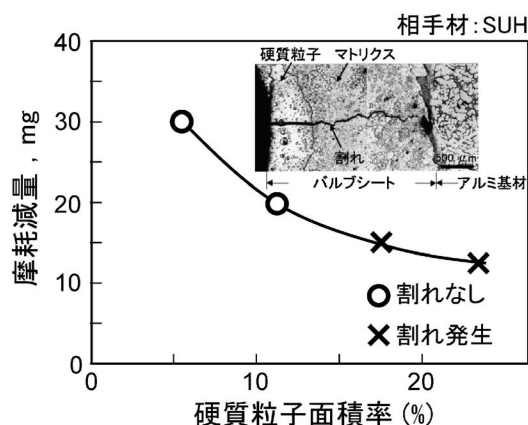


図3 CuLS50の摩耗特性。

### 3. 開発アプローチ

可視化が困難な急冷凝固時の二液相分離の挙動や、肉盛り後の組織構成を予測し、Coを含まない新たな二液相分離合金を開発するため、CALPHAD (CALculation of PHase Diagrams)法を活用した<sup>(4)</sup>。

図4にCu-Fe-6%Moの計算状態図を示す。マトリクスを形成するCu液相をL1、硬質相を形成する第2液相をL2と表記する。包晶型のCu-Fe系合金に、液相中でのFeの活量を増加させるMoを添加することで、二液相分離域(L1+L2)が出現する<sup>(5)</sup>。

製品形状に加工するために必要な被削性は、耐摩耗性と相反関係にある。耐摩耗性の向上には、硬質粒子量の増加が有効であるが、単なる増加では被削性を悪化させてしまう。耐摩耗性と被削性を両立させるためには、硬質粒子量に加え、硬質粒子のサイズを抑制する必要がある。硬質粒子の量は、L2量と相関があると予想されるが、硬質粒子のサイズを制御するためには、分離したL2液滴のダイナミクスを検討する必要がある。

L2への分配比の大きいFe, Moの増量は、L2量を増加させるだけでなく、L1/L2の濃度差に起因する界面張力を駆動力としたL2液滴の対流(マランゴニ対流)を活発にし、衝突と合体による粗大化を促進すると考えられる<sup>(4)</sup>。一方、実

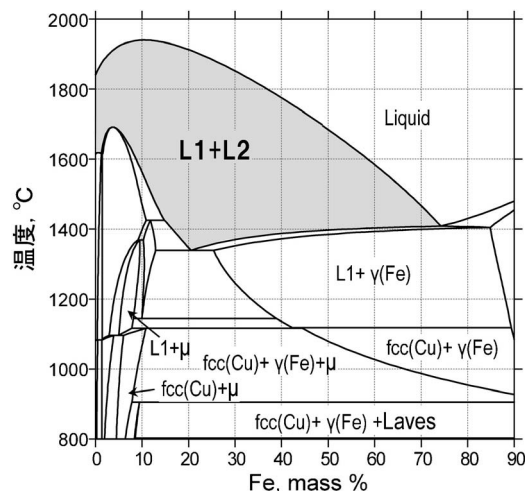


図4 Cu-Fe-6%Mo 計算状態図。

際に肉盛りした合金の組織を調査すると、Ni, Siの増量は硬質粒子の粗大化を強く抑制する傾向を示した。このことから、Ni, Siの増量はL1/L2の界面張力の減少に寄与すると考えられる。つまり、Fe, MoとNi, Siとの量比により、L2液滴のダイナミクスを通じ、硬質粒子のサイズを制御できる可能性がある。以上から、新たな合金系として、Cu-Fe-Mo-Ni-Siの5元系合金を選定し開発を進めた。

本合金のL2から生成する硬質相としては、各遷移金属元素からなる多様なシリサイドが予想される。最新のCu-Ni-Si系アセスメント<sup>(6)</sup>等を利用し、本合金系で生成する硬質相を計算した結果、L2は初晶としてμ相を生じ、さらにγ(Ni<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>), ρ(Mo<sub>3</sub>Si), σ相などを生じることが予想された。また、μ相はLaves相に変化し、硬質粒子の主相となる可能性がある。CuLS50の硬質粒子は、主にCo<sub>3</sub>Mo<sub>2</sub>Si型のLaves相で構成されており<sup>(3)</sup>、類似のLaves相で構成される硬質粒子の生成が予想される本合金には、高い耐摩耗性が期待された。

### 4. 開発合金の特徴

#### (1) ミクロ組織

図5に新クラッド工法で肉盛りしたCuLS50と開発材の合金組織を示す。開発材には、CuLS50より粗大で多くの球状硬質粒子が分散していることがわかる。図6に開発材のEPMA分析結果を示す。Coフリー化した開発材は、Cu固溶体中にNi-Fe-Si化合物が分散したマトリクス中に、Mo-Ni-Fe-Si系の硬質粒子が分散した組織を形成する。この硬質粒子は、Mo-rich相の周囲にMo-poor相が微細分布した二相から形成される。TEMによる電子線回折の結果、Mo-poor相が予想したLaves相であることを確認している<sup>(7)</sup>。

#### (2) 耐摩耗性

図7に200℃における弁座試験結果を示す。開発材では、肉盛り時に割れが発生することなく、20%を超える硬質粒子を分散させることが可能となった。これにより、耐摩耗性は大きく向上した。

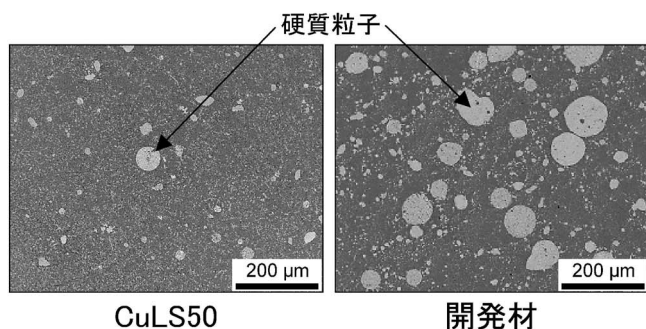


図5 CuLS50と開発材の合金組織.

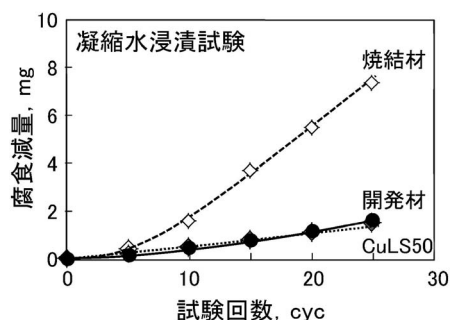


図8 パルプシートの耐食性.

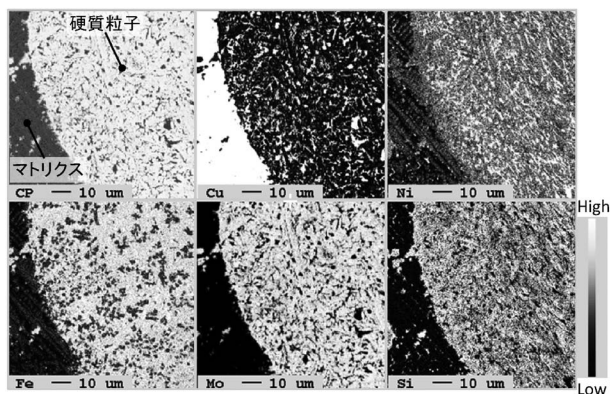


図6 開発材のEPMA分析結果.

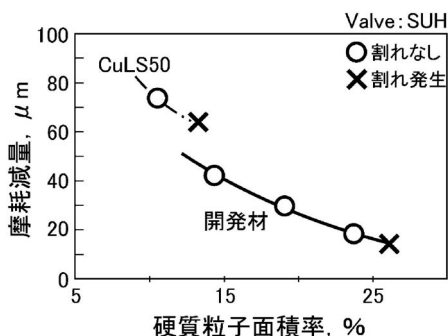


図7 パルプシートの摩耗特性.

### (3) 耐食性

図8にエタノール混合燃料を想定した凝縮水による腐食試験結果を示す。Cu系合金である開発材およびCuLS50は、Fe系合金である焼結材よりも腐食減量が非常に少なく、高い耐食性を有することを確認した。これにより、グローバル燃料種の使用環境下での耐久性も確保できると考えられる。

### (4) 効果

図9に市販車の最大熱効率と比出力の関係を示す。開発材を採用した理想的なポート形状を有する新型エンジンは、目標とする世界トップレベルの熱効率40%と比出力60 kW/Lを達成している<sup>(8)</sup>。

## 5. ま と め

CALPHAD法を活用し、使用環境における耐摩耗性、耐

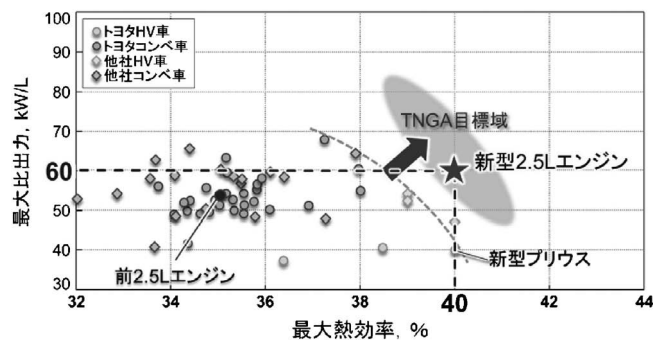


図9 熱効率と比出力の関係<sup>(1)</sup>.

食性などの耐久性に優れたレーザクラッドパルプシート用CoフリーCu合金を新開発した。開発した合金は、2017年に日本および米国で発売した新型カムリに搭載されたTNGA(Toyota New Global Architecture)用2.5Lエンジンに採用され、期待通りの性能を発揮している。今後もエンジンの高効率化と優れた動力性能を両立する基盤機能材料として、TNGAエンジン群に広く採用されることが期待される。

## 6. 特 許

本開発に関わる特許を国内外で40件以上出願しており、このうちNo.6210093, No.4114922などすでに8件が登録されている。

## 文 献

- (1) 坂田邦彦, 戸田忠司, 坂井光人, 秤谷雅史, 加藤寿一: 自動車技術会 春季大会学術講演会講演予稿集, (2017), 1887-1892.
- (2) TOYOTA Global Newsroom: <http://newsroom.toyota.co.jp/jp/powertrain/engine/>
- (3) 森 和彦, 村瀬博之, 河崎 稔, 斎藤 卓, 志村芳男: 日本金属学会会報, **33**(1994), 429-431.
- (4) K. Tanaka, H. Kato and T. Oshima: CALPHAD, **58**(2017), 50-57.
- (5) 大島 正, 加藤 元, 田中浩司, 河崎 稔, 杉山夏樹, 青山宏典: 日本金属学会 秋期講演大会概要集, (2017), 69.
- (6) C. Wang, J. Zhu, Y. Lu, Y. Guo and X. Liu: J. Phase Equilibria and diffusion, **35**(2014), 93-104.
- (7) 加藤 元, 大島 正, 田中浩司, 河崎 稔, 杉山夏樹, 青山宏典: 日本金属学会 秋期講演大会概要集, (2017), 70.
- (8) 青山宏典ほか: 自動車技術会 春季大会学術講演会講演予稿集, (2017), 1854-1859.

# 耐加工脆性と高サイクル疲労耐久性を有するハプティックデバイス用超高強度薄鋼板の開発

松村雄太<sup>1)</sup> 小川恭平<sup>2)</sup> 細谷佳弘<sup>3)</sup>  
田中慎一<sup>4)</sup> 嶋崎真人<sup>5)</sup> 平田辰美<sup>6)</sup>

## 1. 開発の背景

スマートフォンやタブレット端末などのモバイル通信デバイスの技術革新と普及は目覚ましく、通信速度やメモリ容量の拡大と並行して、より薄く・より軽く・より高強度のデバイス開発へのニーズが高まっている。さらに、グローバル市場での使用環境の多様化や過酷化に応えるため、構成部材の耐食性・耐久性向上へのニーズは高まる一方である。素材選定に関しても、従来は入手性、調達コスト、二次加工性などの要求仕様を満たす Commodity 素材をベースとした設計が主流であったのに対し、より厳しい仕様には耐える信頼性の高い Custom made の素材が求められる例も少なくない。

スマートフォンに使われる金属素材は、ボディや補強板などの比較的大きな部品から、内部に組み込まれて静的強度が求められる部品や、ハプティックデバイスとしての機能を果たす振動部品などがある。とくに図1に示す振動モータの例では、ユーザーに振動を伝えるためにヘアピン状に成形された高耐久ステンレス製ばねが複数組み込まれており、素材に対して①180°密着曲げ加工と曲げ加工部の信頼性と耐久性、②10<sup>8</sup>サイクルを超える高サイクル振動時の耐疲労破壊性などに加えて、③高温高湿環境下での耐食性などが求められる。

そこで、上記のニーズに応える機械特性を得るための成分設計と組織制御に対する基本コンセプトに基づいたラボ検証を重ねた上で、その量産技術の確立に成功した。本稿では、ハプティックデバイス等に用いられる成形後の信頼性と耐久性に優れた超高強度ステンレス薄板について紹介する。

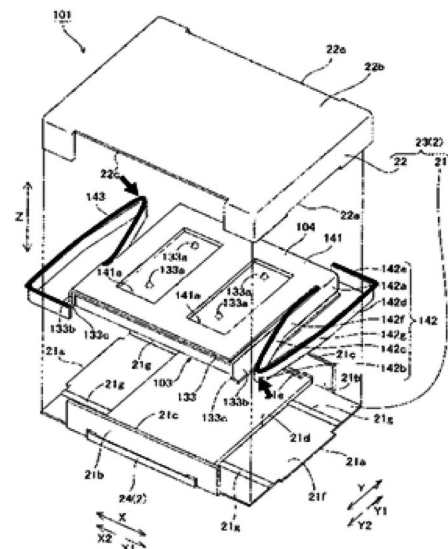


図1 振動モータ特許図面 (矢印部がばね)。  
出典：「特開2011-030370振動型電動機」

## 2. 開発の基本コンセプト

本開発の基本コンセプトを①～⑨に列記する。

[基本成分]

- ① 合金鉄での成分調整可能な商用鋼並の成分とする。
- ② ステンレス鋼並の耐食性を具備する成分とする。

[組織制御]

- ③ 可能な限り平衡状態に近い状態で組織制御を行う。
- ④ TRIP 鋼または TWIP 鋼では加工誘起  $\alpha'$  変態による加工硬化能が大きい反面局部延性が劣化するため、高強度を維持しながら局部伸びを持続できる組織とする。
- ⑤ 高降伏強度を実現するため、母相は再結晶  $\alpha$  相ではなく、加工誘起  $\alpha'$  相として析出硬化を重畳させる。
- ⑥ 相構造は  $\alpha'$  相が準安定  $\gamma$  相を取り囲む組織とする。

[機械特性]

- ⑦ 実用上、応力-ひずみ線図の理想を完全弾塑性変形と考え、高降伏強度と高い流動応力を維持しながら高延性化を図ることで、部品としての信頼性と高い衝撃特性を狙う。

\* 株式会社 特殊金属エクセル

1)新機能材料開発本部アシスタントマネジャー 2)研究員  
3)取締役 兼 CTO 4)冷延材製造技術グループマネジャー  
5)営業本部アシスタントマネジャー 6)営業本部チームリーダー  
Development of High Strength Stainless Steel Sheet with High Durability and High Fatigue Limit Applied to Haptic Devices; Yuta Matsumura, Kyohei Ogawa, Yoshihiro Hosoya, Shinichi Tanaka, Masato Shimasaki and Tatsumi Hirata (TOKUSHU KINZOKU EXCEL CO. LTD.)  
2017年10月31日受理[doi:10.2320/materia.57.20]

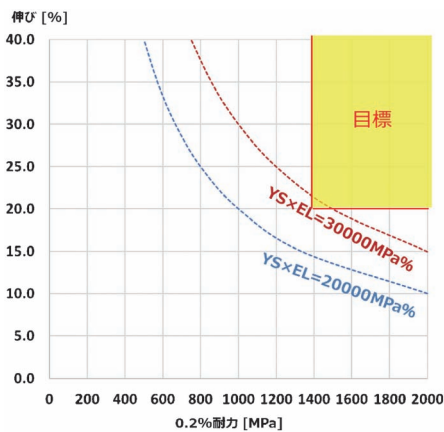


図2 開発目標としたYS-El バランス.

[期待する効果]

- ⑧ ⑥に記載した組織とすることで、塑性変形過程では準安定  $\gamma$  相が  $\alpha'$  相に加工誘起変態して母相  $\alpha'$  相との硬度差が縮まる効果と、 $\gamma \rightarrow \alpha'$  変態に伴う体積膨張によって母相との界面に圧縮応力が作用することで微小割れの発生が抑制される効果を期待する。
  - ⑨疲労耐久性に関しては、 $\gamma$  相中ではクラック先端の塑性域での  $\alpha'$  変態による亀裂伝播抵抗と、ネットワーク状  $\alpha'$  相による亀裂伝播の障壁を期待する。
- 上記コンセプトに基づいて設定した開発目標を図2に示す。

### 3. 基本成分系と製造方法

開発鋼は、高窒素準安定オーステナイト系ステンレス鋼であり、その代表的化学組成を表1に示す。

冷間圧延による加工誘起変態のみを利用した高強度化プロセスでは延性が犠牲になることから、冷間圧延と熱処理を組み合わせる事で相分率や  $\gamma$  の安定度をコントロールし、強度-延性バランスを両立させることから検討を進めた。

所定の厚みまで冷間圧延と溶体化処理を繰り返し行って、 $\alpha'$  を母相として  $\gamma$  相が島状に分布した  $t$  0.13 mm の冷間圧延鋼帯を製造した。その後200~600℃の範囲で、数分から数時間の範囲でバッチ熱処理を行い、金属組織や相分率、炭化物の析出量や機械的特性の変化を確認した。

図3にEBSDによる相マップを示す。ネットワーク状に均一に分布した  $\alpha'$  相に囲まれた  $\gamma$  相を確認した。

最適条件(400℃)で熱処理した応力-ひずみ線図を図4に示す。RD 及び TD 方向での機械的特性に大きな差はなく、冷間圧延のみで強化したステンレス鋼のような機械的異方性は極めて小さいことが確認された。

最適条件より低温側(300℃)で熱処理を行うと延性の保持時間依存性が強く、コイル全長全幅での均一な特性向上は難しい。一方、高温側(500℃)で熱処理をした場合、保持時間の増加と共に延性が低下する事を確認した。これらの実験結果から、安定した超高強度と高延性を兼備できる条件が400℃であることを明らかにした。

表1 化学成分(mass%).

| C    | Si   | Mn   | Ni   | Cr   | Mo  | N    |
|------|------|------|------|------|-----|------|
| 0.08 | 0.38 | 0.67 | 4.70 | 16.8 | 2.7 | 0.10 |

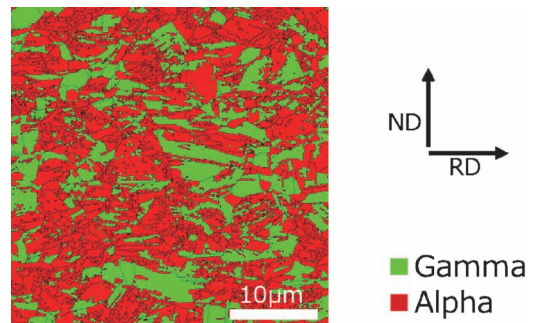


図3 熱処理後の代表的組織(EBSD-Phase Map).

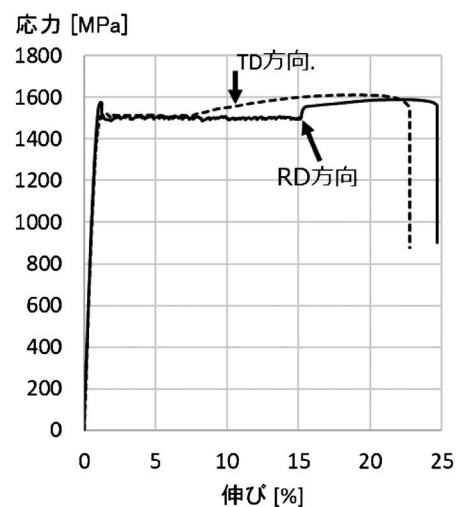


図4 400℃で処理した材料の応力-ひずみ線図。

### 4. 開発鋼の実用特性

実用特性として、引張片振り疲労試験結果を図5に、耐加工脆化性の評価を目的として引張試験の平行部を先端曲げR: 0.2 mm で90°曲げた後に曲げ戻して引張試験を行った時の破断位置を図6に示す。開発鋼は  $10^7$  以上で 1450 MPa の疲労限を有し、当該強度レベルで曲げ加工部が脆化し難いことから、図1に示した形状の振動デバイスへの適用が実現した。

### 5. 高強度-高延性化メカニズム

J-PARC での中性子回折実験によって熱処理前後の  $\gamma$  分率を  $6 \times 8 \times 65$  mm のバルク試験片で評価した結果を図7に示す。冷間圧延後と熱処理後では、 $\gamma$  相分率の変化は3%以内であるのに対し、伸びは400℃で圧延直後に比して約2倍となる。

400℃で保持する事で伸びが向上するメカニズムに関しては、 $\alpha'$  相中の過飽和固溶炭素が  $\gamma$  相中に濃化して  $\gamma$  相を安定化させていることが推定されるが、500℃での伸びの低下に

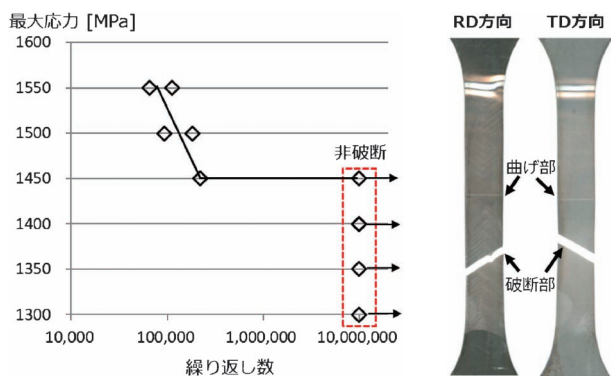


図5 高サイクル疲労特性.



図6 曲げ-曲げ戻し引張試験での破断形態.

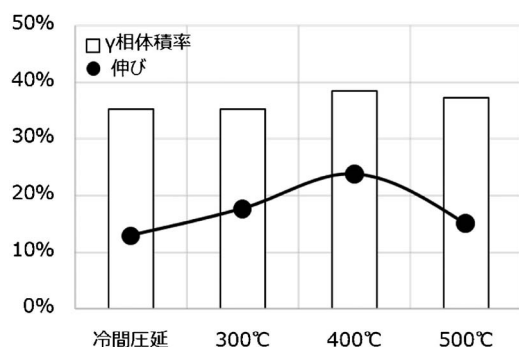


図7  $\gamma$ 相分率と伸びの関係(協力: 茨城大学小貫祐介博士).

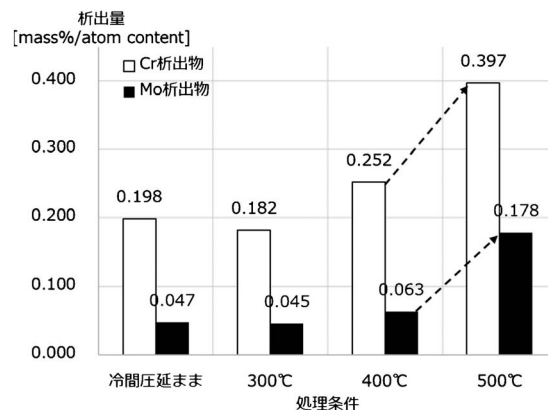


図8 電解抽出法によるCr及びMoの炭化物析出.

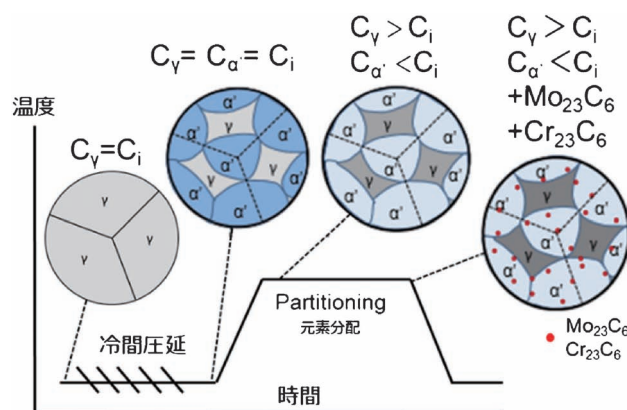


図9 開発材の強度延性上昇の模式図.

関して更なる考察実験を行った。

最適熱処理条件前後の温度条件での材料中の炭化物の析出量を電解抽出法で定量分析した。1- $\%$ AA電解抽出後、0.2  $\mu\text{m}$ のメッシュフィルターで捕集し混酸分解後にICPでCrとMo量を評価した結果を図8に示す。

As-rolledから300 $^{\circ}\text{C}$ では析出量に変化がないが、400 $^{\circ}\text{C}$ で微増して500 $^{\circ}\text{C}$ でCr析出量は2倍、Mo析出量は3.7倍に増加したため、 $\gamma$ 相に濃化する固溶炭素の減少が示唆された。以上の結果を基に、冷間圧延～400 $^{\circ}\text{C}$ 加熱保持過程での組織形成の模式図を図9に示す。冷間圧延率を適切に制御することで、図3に示した未変態 $\gamma$ 相が加工誘起マルテンサイト変態によって生成する $\alpha'$ 相に取り囲まれた組織となる。400 $^{\circ}\text{C}$ に加熱することで $\alpha'$ 相中の過飽和固溶炭素は次第に $\gamma$ 相中に分配(Partitioning)する。Partitioningによって未変態 $\gamma$ 相の安定性が増大する。保持時間を増すことで、 $\alpha'$ 相中にCrやMoの炭化物が析出して $\alpha'$ 相が一層析出強化される。これによって、超高強度と高延性を高位で両立させることが可能になった。

本法は、Q&P (Quench and Partitioning)<sup>(1)</sup>と同様の効果を、加工誘起 $\alpha'$ 相を母相としてバッチ熱処理で実現したもので、R&P (Rolling and Partitioning)と名付けた。該法で製造されたステンレス鋼板は、安定して耐力: 1600 MPa、伸び: 24%の特性を有し、YS $\times$ El値では30000 MPa%を超える耐力・延性バランスを実現した。

開発鋼の量産材は、図10に示すように従来のMd30や冷

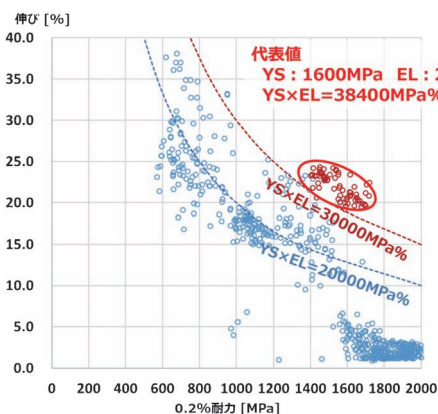


図10 開発鋼の量産特性と従来製法の製品特性比較.

間圧延率などで製造管理される冷間圧延ステンレス鋼板と比べて格段に優れた量産安定性を有しており、世界で1億台を超える販売実績を誇る通信デバイスに独占的に採用された。

## 6. 特 許

開発材料に関する特許は下記の通り出願登録済みである。

- 特許第6222504
- PCT/JP2017-020147

## 文 献

- (1) J. G. Speer: Materials Research, 8(2005), 417-423.

# バナジウム合金膜を用いた 大容量超高純度水素分離デバイスの開発

吉永英雄<sup>\*1)</sup> 中川宏司<sup>\*2)</sup> 櫻井星児<sup>\*3)</sup> 湯川 宏<sup>\*\*</sup>  
松本佳久<sup>\*\*\*</sup> 南部智憲<sup>\*\*\*\*</sup> 西村 睦<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## 1. はじめに

メタンを水蒸気改質法により分解し、改質ガス中に含まれる水素以外の成分を吸着除去する圧力変動吸着法(PSA法)により精製して得られる燃料電池用の高純度水素は、工業的には、2段階以上の精製プロセスを経る必要があり、その精製装置も一般に大掛かりである。

一方、金属膜では、分子が金属表面で原子に解離して金属の結晶格子中に固溶、拡散して透過する。金属中の水素原子の拡散速度は他の原子よりも遥かに速いため、極めて高い分離係数が得られる。従って、高純度水素を一段階で精製することができる水素透過用合金材料に期待が寄せられている。

また、水素貯蔵密度の高いアンモニアや有機ヒドライドなど、水素に代わるエネルギーキャリアが注目されてきている。これらエネルギーキャリアの形で貯蔵・輸送された水素を燃料電池等で利用する高純度水素として取り出すためにも、高度な水素分離システムが必須である。

水素透過用合金としては、Pd-Ag合金を代表とするPd合金が唯一実用化されている。しかし、PdはV価格に比べて桁違いに高価であり、資源量が少ないため、大量に使用するのが困難な材料である。この高価なPdの代替として、V

やNb, Taなどの5族金属およびその合金を用いた水素分離膜が期待されている。しかし、これらの金属は水素による脆性破壊が著しく、このことが非Pd系合金水素透過膜の実用化を妨げる大きな課題であった。そこで、これらの金属を合金化することにより、高い水素透過能を維持しつつ、耐水素脆性に優れる水素分離合金膜が開発されてきた<sup>(1)-(4)</sup>。

さらに、高温水素雰囲気下でのその場小型パンチ(SP)試験により、VやNbは延性から脆性へと遷移する延性—脆性遷移水素濃度(DBTC)が、水素対金属の原子数比(H/M)0.2~0.3付近となることが報告されている<sup>(5)</sup>。また、合金組成毎の水素圧力—組成—等温線(PCT曲線)を用いることにより、使用条件に合わせたV合金膜の最適化学組成を精度良く決定できる合金設計指針が開発された<sup>(6)</sup>。

従来、非Pd系合金膜を用いた水素分離応用分野では、合金の水素透過性能を評価する目的で専ら直径20mm以下の合金膜が使用されており、大容量化については殆ど検討されてきていない。

そこで、上述の合金設計指針に基づき設計された組成であるV-10%Fe合金を作製し、この合金膜を使用する水素分離デバイスの大容量化について、膜応力の課題、混合ガスから水素分離を行うためのデバイス設計などについて検討し、500 L/h規模の大容量水素分離デバイスを開発した。

## 2. 合金設計と水素分離用合金膜の作製

水素分離用V合金膜の設計方針は、Vに対する固溶限が大きく、PCT曲線の勾配を大きくする効果が大きい元素を添加することであり、FeやRuがその候補として挙げられる。V-Fe系合金において、11%以上のFe添加では固溶硬化により圧延加工性が悪化した。また、V-Ru系合金は延性に乏しく圧延加工が困難であった。上記の合金設計と加工性から、最適合金組成をV-10%Fe合金とした。

純Vと純Feを原料として所定の組成となる様に両金属を配合し、真空誘導溶解炉にて約2.4 kgの合金を溶解した。得られた合金インゴットをステンレス容器内に真空封入した

\* 太陽鋳工株式会社 赤穂研究所；

1) 研究所長 2) 研究員 3) 研究主事

\*\* 名古屋大学大学院 工学研究科；助教

\*\*\* 大分工業高等専門学校；教授

\*\*\*\* 鈴鹿工業高等専門学校；教授

\*\*\*\*\* 物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点；副拠点長

Development of High Capacity Device for Highly-Pure Hydrogen Separation Using Vanadium Alloy Membrane; Hideo Yoshinaga\*, Hiroshi Nakagawa\*, Seiji Sakurai\*, Hiroshi Yukawa\*\*, Yoshihisa Matsumoto\*\*\*, Tomonori Nambu\*\*\*\* and Chikashi Nishimura\*\*\*\*\* (\*Taiyo Koko Co., Ltd. \*\*Nagoya University. \*\*\*National Institute of Technology, Oita College. \*\*\*\*National Institute of Technology, Suzuka College. \*\*\*\*\*National Institute for Materials Science)

2017年10月31日受理[doi:10.2320/materia.57.23]

後、1200℃にて熱間鍛造を施し、組成を均質化させた。鍛造後の合金は、冷間圧延と1200℃での焼鈍を繰り返すことにより所定の厚さとした。

V-10%Fe 合金は、50  $\mu\text{m}$  程度までは加工できるが、合金膜自体の強度を保ちつつ、加工コストも考慮して取扱い易い100  $\mu\text{m}$  を合金膜の厚さとした。

この合金膜を所定の形状に切出した後、DC マグネトロンスパッタリングにより合金膜の両面に100 nmの厚さのPd-25%Ag 合金層を被覆した。

この水素分離膜は、400℃以上の温度では表面Pd 合金被覆層とV 合金との相互拡散による膜劣化の問題が顕著となるため、耐久性を考慮して350℃で評価することとした。この温度で運転した場合にも合金膜が延性域を保持するよう、V-10%Fe 合金のPCT 曲線から、水素濃度が0.2 (H/M) 以下となる水素透過条件として、一次側水素圧力0.4 MPa、二次側0.1 MPaにて評価を行った。

### 3. デバイス構造の検討

#### (1) V 合金膜の大型化に伴う課題

これまで非Pd 系水素透過合金膜の評価は、一般的にはSwagelok 社のVCR メタル・ガスケット式面シール継手を利用して行われてきた。しかし本検討では、市販のステンレス管用フランジを加工することにより、任意の大きさのV 合金膜が装着できるようにした。この加工フランジに銅ガスケットを取り付け、厚さ約100  $\mu\text{m}$  のV-10%Fe 合金膜を挟んで水素透過用単層セルとした。

上記の単層セルに水素透過有効径33 mmの合金膜を装着して水素透過試験を行ったところ、合金膜は図1(a)の様に破断した。この破断の要因は、延性域の運転であることから水素脆化ではなく、水素固溶による膨張、または、合金膜両面の圧力差による応力が原因と考えられた。そこで、二次側に合金膜の支持体として、ステンレス金網とステンレス繊維フィルターを装填することでV 合金膜の破断が抑制できた。図1(b)は、水素透過有効径78 mmのV-10%Fe 合金膜を用いて、二次側に支持体を設けた単層セルに装着し、50時間連続で水素透過した後の合金膜の外観である。合金膜表面は鏡面のように平滑・清浄であり、ひび、亀裂等は確認できなかった。

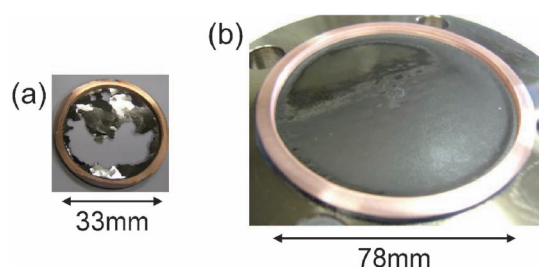


図1 水素透過試験に用いたV-10%Fe合金膜。  
(a)支持体無し、(b)支持体有り

#### (2) アンモニア分解模擬ガスからの水素分離

次世代エネルギーキャリアとして有望視されているアンモニアからの水素抽出を念頭に置き、分解模擬ガスとして水素窒素混合ガス(水素：窒素=3：1)を原料ガスとした。実際にアンモニアをエネルギーキャリアとして用いた場合は、水素分離の前段に触媒等によるアンモニア分解の過程が必要となる。このステップに対する検討も進んでおり、反応平衡の関係上、500℃より高温で触媒を用いることで、アンモニアは殆ど全て水素と窒素に分解できる。また、アンモニア熱分解模擬ガス(水素：窒素=3：1、アンモニア濃度1%~10%)を供給ガスとして、V-10%Fe 合金膜による水素分離試験を行った結果から、得られた精製水素中には窒素やアンモニアが混入しておらず、水素の完全分離が可能であることを明らかにされている。そのため、ここでは大容量化について検討した結果を報告する。

純水素ガスを用いて水素透過性能を評価する場合と異なり、混合ガスを使用する場合は、水素透過膜の全体に速やかに原料ガスを分配するとともに、透過膜の一次側表面に滞留しうる水素以外の気体を速やかに排出することができる様、従来の単層セルを一部改造し、図2に示す流配フランジを一次(ガス供給)側に取付けた。

流配フランジの有無による水素透過性能を比較するため、水素透過有効径52 mmのV-10%Fe 合金膜を装填した単層セルを用いて、0.54 MPaの水素窒素混合ガス(水素分圧0.4 MPa)を原料ガスとして一次側から導入して評価した。その結果、流配フランジを取り付けることで、水素透過流量が30%以上増大することが明らかになり、流配フランジが水素透過性能の低下を防ぐのに有効であることが示された。

#### (3) 大容量積層デバイスによる水素分離

水素透過有効径90 mmの合金膜を装着し、その二次側に支持体が挿入でき、一次側に流配フランジを取り付けたセルを設計した。これらのセルを組み合わせることにより、合金膜を4枚積層したデバイスを作製した。この積層デバイス構成図を図3(a)に、また、組立外観写真を図3(b)に示した。

V-10%Fe 合金膜を4枚積層したデバイスを用いて、原料ガスに0.4 MPaの純水素ガスを導入し、水素透過試験を行

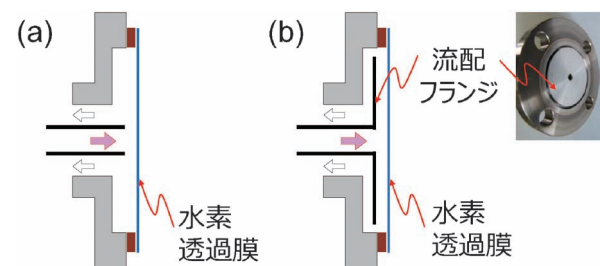


図2 一次側フランジの構成概要図。  
(a)流配フランジ無し、(b)流配フランジ有り

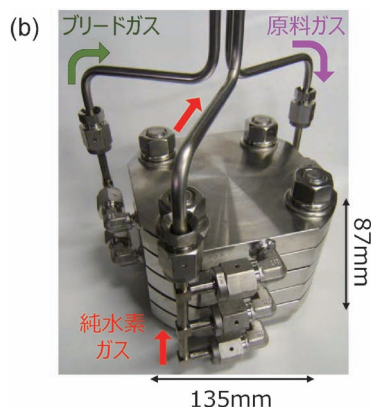
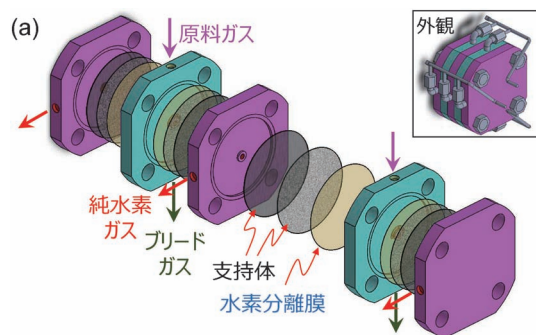


図3 積層デバイス。  
(a)構成概略図, (b)組立外観写真

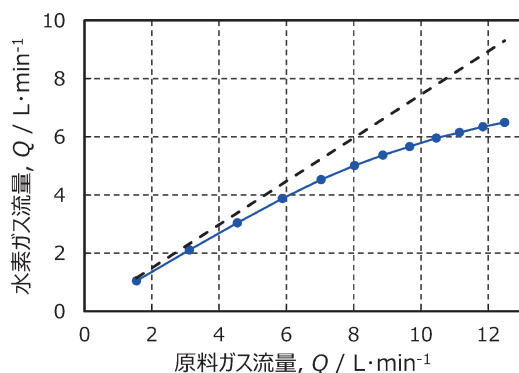


図4 積層デバイスによる水素透過試験結果.

った結果, 504 L/h の純水素が透過により得られた. このときの水素透過度は,  $9.1 \times 10^{-8} (\text{mol H}_2 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1/2})$  であり, 小径の V-10%Fe 合金膜と同値であることから, 積層デバイスにおいても十分な水素透過性能が得られることが分かった.

次に, 原料ガスとして 0.54 MPa の水素窒素混合ガス(水素分圧 0.4 MPa)を導入し, 原料ガス流量を変化させた時の透過水素流量の変化を図4に示した. 図中の破線は, 原料ガス中に含まれる水素ガス流量を示す. 原料ガス流量を多くすると合金膜を透過しないでブリードガスとして排出される水素量が増加する傾向が見られた. この課題を克服するためには, 水素透過デバイスを複数接続して多段階の水素の分離回収を行うなど水素の収率を向上させる技術が必要である.

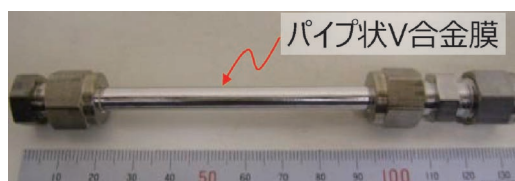


図5 パイプ状 V-10%Fe 合金膜セル.

従来, 著しい水素脆化のため小径合金膜により水素透過性能を評価してきた非 Pd 系合金膜であるが, 使用条件に合わせた合金設計と, 合金膜の応力緩和に寄与するデバイスの設計により大面積化が可能となった. 平膜を4枚積層させたデバイスに純水素を原料ガスとして導入することにより, 500 L/h を超える大容量水素分離デバイスに適用することができた. 開発したデバイスを用いて, アンモニア分解模擬ガスからの水素分離の実証に成功した.

このデバイス1個(150×150×87 mmH)により得られる高純度水素の量は, 家庭用エネファームに搭載されている燃料電池(700 W)の運転に必要な水素量に相当する.

#### 4. 将来性と発展性

現在, 厚さ 100  $\mu\text{m}$  の V-10%Fe 合金膜を筒状に丸めて溶接することにより, 直径 6 mm 長さ 80 mm のパイプ状合金膜を試作している. このパイプ状合金膜の両端を Swagelok 継手にて接合することにより, 図5に示すパイプ状 V 合金膜セルが完成した. このセルを用いて, 原料ガスに 0.4 MPa の純水素ガスを一次側に導入し水素透過試験を行った結果, 30 L/h の純水素が透過により得られた.

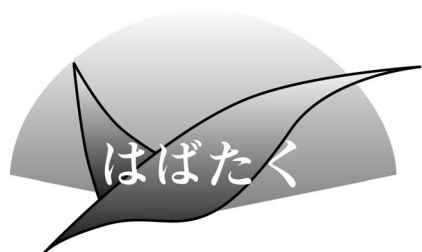
今後は, これらパイプ状合金膜セルを複数本連結したデバイスを設計することで, 水素分離装置の更なるコンパクト化が期待できる.

なお, 本開発の関連特許は, 特願2017-121887を代表として2件出願している.

本研究は, JST, CREST(JPMJCR1443)の支援を受けたものである.

#### 文 献

- (1) C. Nishimura, M. Komaki and M. Amano: Mater. Trans., **32** (1991), 501-507.
- (2) 石川和宏, 青木 清: まてりあ, **45**(2006), 186-189.
- (3) H. Yukawa, T. Nambu, Y. Matsumoto, N. Watanabe, G. Zhang and M. Morinaga: Mater. Trans., **49**(2008), 2202-2207.
- (4) 西村 睦: 触媒, **59**(2017), 145-150.
- (5) 松本佳久, 湯川 宏, 南部智恵: 日本金属学会誌, **77**(2013), 585-592.
- (6) A. Suzuki, H. Yukawa, T. Nambu, Y. Matsumoto and Y. Murata: Mater. Trans., **57**(2016), 1823-1831.



## 分析化学という学問に出会って ～鉄鋼材料の化学分析を対象に～

新日鐵住金株式会社 先端技術研究所  
解析科学研究部；主任研究員

板橋大輔

### 1. はじめに

私は、2011年3月に東北大学大学院工学研究科バイオ工学専攻の修士課程を修了し、新日本製鐵株式会社(現：新日鐵住金株式会社)の技術開発本部 先端技術研究所 解析科学研究部に配属されて以来、鉄鋼材料中の微量元素、微粒子の分析に関わる化学分析の研究開発に携わっております。この度本稿を執筆させて頂く機会を頂きましたので、これまでの研究生活と分析化学の重要性について感じたことを書かせて頂きます。

### 2. 鉄鋼材料との出会い

私は高校時代から化学という学問が好きで、化学に関する知識を世の中に役立てたいという思いから、東北大学工学部化学バイオ工学科に進学し、物理化学、無機化学、有機化学、生物化学、化学工学と幅広い化学の学問を学びました。その中でもDNA単位から自在に分子を設計できるタンパク質工学の分野に興味を引かれ、大学院ではバイオ工学専攻に進学し、がんの早期診断のための分子マーカーを安価に作成するという研究テーマに従事していました。生物化学、有機化学を専門としていた私が、なぜ一見関係のない鉄鋼材料メーカーに出会ったのかというと、就職活動をしていた際に偶然参加した工場見学がきっかけでした。製鉄所で見たものは、今まで想像したこともない規模で、熱く大きな鉄板が圧延されていく様は、まさに圧巻の一言でした。しかしながら、そのような所にも「化学」の知識が色々な所で役立っている！ということを教えて頂き、幸いながら大学で化学全般を学んできたので、私の知識や考えが一見関係のないように思える鉄作りに役立てるのではないかと、非常に魅力を感じたのを今でも鮮明に覚えています。正に自分の視野がすごく広がった体験でした。

### 3. 分析化学の重要性を知って

その後、ご縁のあった新日本製鐵株式会社に入社し、与えられた研究テーマは鉄鋼材料の化学分析に関するものでし

た。大学でも液体クロマトグラフィーやTEMなど、一般的な分析装置をツールとして扱った経験はありましたが、分析の研究開発って何だろう？というのが当初の率直な感想でした。まずは鉄鋼材料に関わる分析技術の一般的な知識から勉強するところから始め、基礎的な実験を積み重ねていきました。私の所属するグループでは週に一度、週間報告会議があり、その度に私の出したデータの確からしさや繰り返し精度について、色々と厳しいご指導を受け、分析結果に対する確からしさ(accuracy)と精度(precision)の違いすら、あまり良く理解していなかった私にはカルチャーショックだったのを覚えています。ダイナミックかつ大規模で生産され、様々な添加元素、結晶相等を含み、加熱、冷却といった複数の熱処理プロセスを経験してきた“複雑”な構造を有する鉄鋼材料をターゲットにし、得られた実験結果に対して一つの分析結果を鵜呑みにするのではなく、複数の手法を使ってそれらを解析・検証し、その真の現象を突き詰める、という分析化学ならではの研究の進め方を学ぶことができた経験は、今後、全く異なるテーマを担当する際でも、必ず役立つはずだと今では感じています。

このように感じられるようになったのは以下に述べる経験に基づいています。高感度な元素分析方法である誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)の検出感度をさらに高感度化させる技術の一つに、脱溶媒試料導入方法という手法があります。この手法を適用すると元素の種類にも依存しますが、5倍程度の検出感度向上が達成できます。この要因は過去に色々な説が提唱されていましたが、それら一つ一つを実験により検証し、またグループや上司との議論を通じて、その現象を最後まで突き詰められたという経験をできたのが自分の中では非常に大きいです。この内容に関して、一緒に議論、指導して頂いたグループの皆様、論文投稿の際にも助言頂いた方々には、深く感謝しております。

### 4. おわりに

現在は、引き続き鉄鋼材料の化学分析手法に関する解析技術の開発に従事しています。材料メーカーでは少数ではありますが、正に“縁の下の力持ち”、製品のミルシートに載せるデータから新製品開発の基礎データまで、様々なところで鉄鋼製品のものづくりに役立てる分析の一流の専門家になるべく、今後も研究活動を通じて成長していきたいと考えています。

その中でも分析化学研究者の観点から、以下の3つの視点を大切に業務に取り組んでいきたいと考えています。

①得られた分析結果から、どの部分まで確かなことが言えて、どの部分が分からないのかを明確にする、②従来の技術では測定不可の対象を測定できるようにする技術を常日頃考える、③自分で開発した技術がどこの誰でも、簡単に、再現できるようにする。

いつか私が開発した技術が世の中で広く使われ、使って頂いた人に「ありがとう」と感謝されるような、そのような技術開発ができることを目標に、日々の業務に邁進する所存です。

(2017年10月26日受理)[doi:10.2320/materia.57.26]

(連絡先：〒293-8511 富津市新富20-1)



## 理化学研究所放射光科学 総合研究センターのご紹介

国立研究開発法人理化学研究所・  
放射光科学総合研究センター；センター長  
石川 哲也

### 1. はじめに

国立研究開発法人・理化学研究所は、兵庫県佐用町にある播磨事業所において大型放射光施設 SPring-8 と、X 線自由電子レーザー施設 SACLA を所有し、公益財団法人・高輝度光科学研究センター (JASRI) と協力して、それらを先端基盤施設として共用に供している。同事業所に設置され、光源から利用までの幅広い分野での放射光科学技術を推進しているのが、放射光科学総合研究センターである。本センターは英語名を RIKEN SPring-8 Center とし、略称は RSC である。

センターのミッションは「(1) SPring-8 サイトにある独自かつユニークな放射光関連施設を利用する研究を展開・推進・先導し、(2) SPring-8 の高度化を行うとともに次世代放射光源に向けた研究開発を行う。その上で(3) SPring-8 の認知度を高めることに貢献し、研究成果をさらに先進的な SPring-8 利用に反映させる。」と規定されており、光源開発から利用研究までを幅広く包含している。

### 2. センター組織と活動

上述のミッションを達成するため、センター組織は、(1) 次世代光源開発を行う先端光源開発研究部門、(2) 放射光や X 線自由電子レーザーの新しい利用手法や計測装置開発研究を行う利用技術開拓研究部門、(3) 新たに開発された利用技術を一般に利用しやすいシステムとして作りこみ、理研ビームラインを運用する利用システム開発研究部門、(4) X 線自由電子レーザーに関して、光源加速器から利用技術に至るまでの一貫した開発研究を進める XFEL 研究開発部門、(5) 上記 4 部門のエンジニアリング課題を解決し、加えて建築、ユーティリティ、電気施設などの保守・高度化を行うエンジニアリング部門、(6) 株式会社リガクと連携し、放射光利用手法を実験室計測系に展開する方向性を探る、理研 RSC-リガク連携センター、(7) 兵庫県立大学のリーディングプログラムに対応するための、RSC-兵庫県立大リーディングプログラムセンター、の 5 部門 2 サブセンターからなる。

当センターのセンター長は石川哲也、副センター長は田中均が務めている。先端光源開発研究部門(後藤俊治部門長)には、SPring-8、SACLA でのアンジュレータ開発を担当し、次世代 X 線レーザー開発研究を行う田中隆次主任研究員の

研究室があり、また SPring-8 の次期計画である SPring-8-II や、3 GeV 高輝度放射光施設に向けた、マルチベントアクロマトラティスに基づく回折限界放射光源の研究開発を行うグループがあり、田中均がリーダーを務めている。

利用技術開拓研究部門(石川哲也部門長)には、超高分解能 X 線非弾性散乱計測で世界の第一線を走るアルフレッド・パロン主任研究員の研究室、電子線回折手法でタンパク分子構造解析を行う米倉功治主任研究員の研究室、京大医学部の岩田想教授を客員リーダーとし、SACLA でのタンパク構造解析の手法開発に取り組むグループ、東北大学多元研の高田昌樹教授を客員リーダーとする可視化物質科学研究グループがある。

利用システム開発研究部門(山本雅貴部門長)には、SPring-8 の理研ビームラインの運用と高度化開発を行うビームライン基盤研究部(山本雅貴部長)と、特にタンパク試料調整や結晶化などの研究開発を行う、国島直樹リーダーが率いる生物試料基盤グループがある。

XFEL 研究開発部門(田中均部門長)では、SACLA の光源加速器の運用と高度化を行う加速器研究開発グループを田中均が統括し、データ処理を含むビームライン・エンドステーションの運用と高度化を行うビームライン研究開発グループを矢橋牧名が統括している。また X 線自由電子レーザーでの特異な X 線パルス構造に起因する放射線の諸問題に対処するため、放射線評価グループが置かれ後藤俊治が統括している。

エンジニアリング部門(石川哲也部門長)は、現状では SACLA のユーザー実験に係る様々なエンジニアリング課題の解決、X 線二次元検出器開発、データ収集・解析システムおよびソフトウェア開発を行うとともに、建屋建築、ユーティリティ、電気関連設備などの施設関連業務を事務部門と連携して進めている。

二つのサブセンターに関しては、スペースの都合もあり、詳細を記さないが、センター全体の紹介が <http://rsc.riken.jp> にあるので、ご興味のある読者は参照されたい。また、SACLA に関する詳細は、<http://xfel.riken.jp> にあり、SPring-8 は、<http://www.spring8.or.jp> に詳細情報が載っている。

### 3. おわりに

SPring-8 は 2017 年に、供用開始 20 周年を迎えた。20 年間沢山の利用者に使っていただき、多くの成果を産み出してきたのは、先進的なハードウェアがあったことは勿論であるが、SACLA を併設したことによる相乗効果も大きい。

しかしながら、この先も世界最先端放射光施設として日本の放射光科学を牽引していくためには、このあたりでハードウェアの更新とソフトウェアの作り替えが必要になってきたように思われる。理化学研究所ではそのための準備作業を進めているが、実現に向けて皆様からのご要望をお聞かせ頂くとともに、ご支援をお願いしたい。

2017 年 10 月 11 日受理 [doi:10.2320/materia.57.27]

(連絡先: 〒679-5148 佐用郡佐用町光都 1-1-1)

# 本 会 記 事

|            |                                 |    |
|------------|---------------------------------|----|
| 会 告        | 2018年春期(第162回)講演大会ご案内と参加申込みについて | 28 |
|            | 2018年春期講演大会併催企業説明会への学生参加者の募集    | 29 |
|            | 2018年春期講演大会機器・書籍・カタログ展示会出展募集    |    |
|            | および講演大会プログラム・概要集広告募集            | 30 |
|            | 2018年春期講演大会会期中の託児室設置のお知らせ       | 30 |
|            | 第5回ランチョンセミナー開催のお知らせ             | 31 |
|            | 2018年秋期講演大会公募シンポジウムテーマ募集        | 31 |
|            | 学術貢献賞(第16回)候補者推薦のお願い            | 31 |
|            | 功労賞(第16回)候補者推薦のお願い              | 31 |
|            | 奨励賞(第28回)候補者推薦のお願い              | 31 |
|            | 村上奨励賞(第15回)候補者推薦のお願い            | 32 |
|            | 第66回論文賞候補論文推薦(自薦)のお願い           | 32 |
|            | 第8回まてりあ賞推薦(自薦)のお願い              | 32 |
|            | 電子ジャーナル機関購読のご案内                 | 32 |
|            | 研究集会                            | 33 |
|            | 金属学会セミナー・シンポジウム                 | 34 |
|            | 追悼                              | 35 |
|            | 会報編集委員会のお知らせ                    | 36 |
| 支部行事       | 新入会員                            | 41 |
| 掲示板        | 次号予告                            | 41 |
| 会誌・欧文誌1号目次 | 行事カレンダー                         | 42 |

事務局 渉外・国際関係: secgnl@jim.or.jp  
 会員サービス全般: account@jim.or.jp  
 会費・各種支払: member@jim.or.jp  
 刊行物申込み: ordering@jim.or.jp  
 セミナー・シンポジウム参加申込み: meeting@jim.or.jp  
 講演大会: annualm@jim.or.jp  
 総務・各種賞: gaffair@jim.or.jp  
 学術情報サービス全般: secgnl@jim.or.jp  
 分科会: stevent@jim.or.jp  
 まてりあ・広告: materia@jim.or.jp  
 会誌・欧文誌: editjt@jim.or.jp

公益社団法人日本金属学会  
 〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32  
 TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312  
<http://jim.or.jp/>

- ・会告原稿締切: 毎月1日で、翌月号掲載です。
- ・掲示板や行事のご案内は、ホームページにも掲載しております。

## 会 告 (ホームページもご参照下さい)

### 2018年春期(第162回)講演大会ご案内ならびに参加申込みについて

共 催: 千葉工業大学  
 会 期: 2018年3月19日(月)～3月21日(水・祝日)  
 会 場: 千葉工業大学新習志野キャンパス(〒275-0023 習志野市芝園 2-1-1)  
 懇親会: 2018年3月19日(月)18:00～20:00  
 懇親会会場: 千葉工業大学新習志野キャンパス 食堂棟2階

大会参加予約申込締切: **2018年2月10日(土)** 参加申込みは、すべてインターネット申込となります。

#### 参加申込要領

インターネットによる事前の大会参加申込みおよび懇親会参加の申込み: <登録期間> 11月10日(金)～2018年2月10日(土)17:00

大会参加申込み URL <http://www.jim.or.jp/convention/2018spring/>

予約申込締切後、予約申込者へ大会参加証引換券、講演概要集 DVD を送付します。懇親会の参加申込者には、懇親会参加券も併せてお送りします。なお、領収書は、決済完了後に申込画面から各自印刷して下さい(WEB画面: 講演大会 MyPage よりダウンロード)。2月11日以降は当日申込となります。当日申込をご希望の方は、会場受付にて直接お申込下さい。

#### ◆大会参加費(講演概要集 DVD 代含む)※年会費とは異なります。

参加費・講演概要集 DVD・懇親会の消費税抜については、ホームページ(一覧表 PDF)をご参照下さい。

※本講演大会より大会参加費が改訂されております。

| 予約申込締切日        | 2月10日(土)(申込および入金期日)       |                         |
|----------------|---------------------------|-------------------------|
| 会員資格           | 予約申込<br>(インターネット申込・事前支払い) | 当日申込<br>(大会会場受付・現金払いのみ) |
| 正員・維持員会社社員     | 10,000円                   | 13,000円                 |
| 学生員※           | 6,000円                    | 7,000円                  |
| 非会員 一般         | 24,000円                   | 27,000円                 |
| 非会員 学生(大学院生含む) | 14,000円                   | 16,000円                 |

・お支払後の取消は、ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

※ [学生員]: 卒業予定変更等により会員種別に相違がある場合、事前に会員種別の変更手続きを行ってから、大会参加をお申込下さい。

※ 非会員の(有料)参加申込者には、会員への移行を促すため、1年間「まてりあ」を寄贈するとともに、会員価格でイベント等に参加できる特典を付与いたします。

## ◆懇親会費(消費税込み)

| 予約申込締切日        | 2月10日(土)(申込および入金期日)       |                          |
|----------------|---------------------------|--------------------------|
| 種 別            | 予約申込<br>(インターネット申込・事前支払い) | 当日申込<br>(懇親会会場受付・現金払いのみ) |
| 一般             | 5,000円                    | 7,000円                   |
| 同伴者(ご夫人またはご主人) | 3,000円                    | 3,000円                   |

・お支払後の取消は、ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

## ◆支払方法

事前予約のお支払いはクレジットカードおよびコンビニ振込決済をご利用頂けます。また、入金後のご返金は致しかねます。2月10日(土)の入金日をもって予約申込完了となります。

## ◆講演概要集 DVD のみ購入する場合

件名を「2018年春期講演大会講演概要集 DVD 購入申込」とし、①申込者氏名 ②会員資格(会員番号も併記) ③申込数 ④住所をご記入の上、E-mail: ordering@jim.or.jp 宛にお申込み下さい。3月5日の発行後、請求書を添えて送付いたします。

会員価：本体4,000円+税 定価：本体10,000円+税 送料：360円

### 参加申込・問合せ先

〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32

(公社)日本金属学会 ☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312 E-mail: annualm@jim.or.jp

# 2018年春期講演大会併催企業説明会への学生参加者の募集

2018年春期講演大会開催に合わせ、学生のキャリアサポートの一環として本会主催により、日本金属学会・日本鉄鋼協会講演大会併催の第4回企業説明会を開催します。本説明会は、学生にできるだけ多くの素材・材料関連企業に接してもらい、進路選択に役立ててもらおうというものです。本会の学生員を対象に募集しますので、奮ってご応募下さい。

学生の皆さんが参加しやすいように講演大会期間の最終日に開催いたします。ほぼ終日ブースを開設して、講演の合間や講演終了後にも企業ブースを訪問できるようにするとともに、昼食(軽食)を提供して昼休み時間にブースを訪問しやすくいたしました。また、参加企業の担当者より詳しく情報交換ができるように、説明会終了後に参加企業の担当者との交流会(立食懇親会)を予定しています。

開催日時 2018年3月21日(水)(春期講演大会の3日目) 11:00～

開催場所 千葉工業大学新習志野キャンパス(習志野市芝園 2-1-1)

主 催 公益社団法人日本金属学会

協 賛 千葉工業大学キャリアセンター、一般社団法人日本鉄鋼協会

参加企業 素材、材料関連の企業36社

スケジュール 11:00～16:30 ブース説明会(企業ブースでの対面説明) \*昼食(軽食)提供。

17:00～18:30 参加企業担当者との交流会(立食懇親会、参加無料) \*ブース説明会のための参加も可。

応募資格 日本金属学会学生員、日本鉄鋼協会学生会員、千葉工業大学理工系学生

応募方法 本会ホームページ上の参加申し込み画面から申し込む。

<https://data.jim.or.jp/jim/kigyau/>

募集期間 2017年12月4日(月)～2018年3月9日(金)

問合せ先 公益社団法人日本金属学会 企業説明会担当：山村

〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312 E-mail: jim.company2018@jim.or.jp

## ～ 第4回企業説明会参加企業 ～

(50音順)

愛知製鋼株式会社  
株式会社荏原製作所  
合同製鋼株式会社  
JFE 条鋼株式会社  
新日鐵住金株式会社  
セイコーインスツル株式会社  
TDK 株式会社  
東京製鋼株式会社  
株式会社特殊金属エクセル  
日新製鋼株式会社  
日本発条株式会社  
福田金属箔粉工業株式会社

石福金属興業株式会社  
大阪製鐵株式会社  
株式会社神戸製鋼所  
JFE スチール株式会社  
住友金属鉱山株式会社  
株式会社ソディック  
中越合金鋳工株式会社  
株式会社東芝  
トビー工業株式会社  
日鉄住金 SG ワイヤ株式会社  
日本冶金工業株式会社  
三井金属鉱業株式会社

NTN 株式会社  
高周波熱錬株式会社  
山陽特殊製鋼株式会社  
滲透工業株式会社  
住友重機械工業株式会社  
大同特殊鋼株式会社  
中外炉工業株式会社  
東洋鋼板株式会社  
ニダック株式会社  
日鉄住金テクノロジー株式会社  
日立金属株式会社  
三菱アルミニウム株式会社

## 2018年春期講演大会機器・書籍・カタログ展示会出展募集 大会プログラム広告および 講演概要集 DVD ジャケット広告募集

2018年3月19日(月)から21日(水・祝)の3日間、千葉工業大学・新習志野キャンパスで開催される春期講演大会会場で機器・書籍およびカタログの展示会を開催いたします。大会プログラム、講演概要集 DVD ジャケット掲載の広告の募集もいたします。

### ■機器・書籍展示

研究開発用機器、書籍、ソフトウェア等の出展を募集します。

1 小間 間口 1,800 mm, 奥行き 900 mm(予定)

展示台(テーブル), 椅子, 電源(100 V 1 kW まで)をご用意します。

\*電気容量の追加は 1 kW 毎に10,000円(税別)をご負担下さい。

出展料金 機器展示: 1 小間140,000円(税別)

書籍販売: 1 小間 90,000円(税別)

申込締切 2018年2月2日(金)

### ■カタログ展示

展示部数 2点(A4 サイズ, 8 頁以内)につき, 30部以内

出展料金 2点につき30,000円(税別)(1点増すごとに10,000円(税別)追加)

申込締切 2018年2月2日(金)

### ■講演大会プログラム広告

原稿寸法 A4 版 1P 天地 260 mm×左右 180 mm  
1/2P 天地 125 mm×左右 180 mm

入稿原形態 完全データ(グレースケール)

申込締切 2018年1月31日(水)

原稿締切 2018年2月7日(水)

発行日 2018年3月1日(木)

#### 広告料金

| 掲載場所   | 頁   | 掲載料金    |
|--------|-----|---------|
| 普通頁 後付 | 1   | 70,000円 |
| 後付     | 1/2 | 40,000円 |

○上記の料金には消費税は含まれておりません。

○原稿制作費は別途ご請求させていただきます。

### ■講演概要集 DVD ジャケット広告

原稿寸法 天地 120 mm×左右 121 mm

入稿形態 完全データ(4色カラー)

申込締切日 2018年2月2日(金)

原稿締切日 2018年2月2日(金)

発行日 2018年3月5日(月)

| 掲載場所     | 頁 | 掲載料金    |
|----------|---|---------|
| 表紙 2 カラー | 1 | 50,000円 |
| 表紙 4 カラー | 1 | 75,000円 |

○上記の料金には消費税は含まれておりません。

○原稿制作費は別途ご請求させていただきます。

### ■申込・問合せ先

〒104-0061 東京都中央区銀座 7-12-4(友野本社ビル)

株式会社 明報社 担当 月岡太郎

☎ 03-3546-1337(代) FAX 03-3546-6306

E-mail: tsukioka@meihosha.co.jp

## 2018年春期講演大会会期中の託児室設置のお知らせ

2018年春期講演大会期間中、日本金属学会と日本鉄鋼協会が共同で託児室を開設いたします。利用ご希望の方は「託児室利用規約」をご確認の上、下記シッター会社へ直接 E-mail にてお申込み下さい。

設置期間および利用時間(開始、終了時間は予定です)

| 設置期間            | 利用時間       |
|-----------------|------------|
| 2018年3月19日(月)   | 8:30~17:30 |
| 2018年3月20日(火)   | 8:30~17:30 |
| 2018年3月21日(祝・水) | 8:30~16:45 |

場 所 千葉工業大学新習志野キャンパス内

(詳細はお申し込者の方のみご案内します。)

対象・利用料金

0 歳~2 歳 お子様 1 人につき 2,000円/1 日

3 歳 お子様 1 人につき 1,500円/1 日

4 歳~学童まで お子様 1 人につき 1,500円/1 日

※二人同時に預ける場合、二番目の子(弟もしくは妹)は半額

利用料金は、利用当日朝までに、日本鉄鋼協会事務局室(5 号館 1 階)にお支払い下さい。なお、申込締切後のキャンセルはキャンセル料を頂く場合がありますので、あらかじめご了承下さい。

利用シッター会社 ㈱ファミリー・サポート BAMBINO CLUB  
担当者: 小鯛(こぶな)

申込方法 申込み期間中に本ホームページにある託児室案内の「託児室利用規約」をご確認の上、「託児室申込・問診票」をダウンロードし、必要事項をご記入の上、下記申し込み先のシッター会社に E-mail でお申し込み下さい。

※お申込み受領後 3 営業日以内に、シッター会社より返信メールをお送りします。

申込期間 2018年2月1日(木)~2月28日(水)まで(定員に達し次第締め切らせて頂きます)

申込・問合せ先 ㈱ファミリー・サポート BAMBINO CLUB  
担当者: 小鯛(こぶな)

☎ 03-6300-9307

E-mail: houjin@familysupport.co.jp

※不測の事故に対応するために、シッター会社が保険に加入しており、保険適用範囲で補償いたします。また日本金属学会および日本鉄鋼協会は、事故の損害補償責任は負わないことを申し添えます。お子様の健康状態、留意点など必ず託児スタッフへお伝え下さい。お伝えいただけない事が原因となってお子様に損害が発生した場合はお客様の責任となります。

※完全ご予約制となっておりますので、ご予約のない場合にはご利用いただけません。なお、託児室のスペースの関係上、定員になり次第締め切らせていただきますので、予めご了承下さい。



## 第5回ランチョンセミナー開催

春秋講演大会の会期中に、第5回ランチョンセミナーを開催いたします。このセミナーは、参加者の皆様に講演大会の昼食時間を利用して昼食をとって頂きながら、企業による最新の技術情報を聴講いただく企画です。参加無料です。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

企 画 株式会社 明報社

日 時 2018年3月20日(火) 昼休み時間

会 場 千葉工業大学新習志野キャンパス 日本金属学会講演会場  
(詳細会場は次号)

参加費 無料 昼食を無料提供いたします。

参加方法 3月20日(火)8:30より参加券を「機器展示会場」にて配布致します。

金属学会、または鉄鋼協会の大会参加証をご提示下さい。引き換えにご希望のセミナー参加券をお渡し致します。

参加企業 次号2号にてご案内いたします。

～ 皆様のご参加をお待ちしております!! ～

## 2018年秋期講演大会公募シンポジウムテーマ提案募集

提案期限：2018年2月20日(火) 期日厳守

会員の研究活動一層の活性化を図ることを目的として、春秋大会において会員からの提案テーマによるシンポジウム講演を実施しており、活況を呈しております。明年の秋期大会の公募シンポジウムテーマを募集いたします。次の要領をご参照のうえ、活発な討論が期待できる有益なテーマを積極的にご提案下さい。(提案様式はホームページよりダウンロードして下さい。)

詳 細 まてりあ56巻12号717頁 or ホームページ → 講演大会 → お知らせ

問合・照会先 E-mail: stevent@jim.or.jp

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

日本金属学会講演大会委員会宛

## 各賞推薦(自薦)のお願い

下記の各賞のご推薦を申し上げます。

問合せ先 (公社)日本金属学会 各種賞係

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

## 第16回学術貢献賞 候補者推薦のお願い

\*推薦書(様式)は、チェック項目を確認の上、ご提出下さい。

### ■推薦要領

候補者の対象 各地域において金属学または金属工業に関する学術または技術の進歩発達に功労があった方。

受賞人数 各支部1名、但し関東支部と関西支部は1～3名程度。  
受賞者の方には、秋期講演大会の折に受賞記念講演をお願いしております。

推薦資格 本会支部長、代議員または3名以上の正員連名による推薦。

推薦書記入方法

1. 所定の推薦書様式に合わせてご推薦願います。
2. 最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
3. 業績の概要と推薦理由は1,000字以内で記入して下さい。

推薦手続き 下記メール宛に「第16回学術貢献賞推薦」と明記し

お送り下さい。送信後2～3日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい。)

推薦締切 2018年2月28日(水)

問合先 E-mail: gaffair@jim.or.jp

## 第16回功労賞 候補者推薦のお願い

～Web フォームによる推薦になりました!!～

### ■推薦要領

候補者の対象 2018年5月31日時点で45歳以上、各組織における定年までの方。

対象部門 学術部門：金属学または金属工業に関する学術の進歩発達に功労があった方。

技術部門：金属学または金属工業に関する技術の進歩発達に功労があった方。

対象部門 「学術部門」「技術部門」

推薦資格 本会代議員または3名以上の正員連名による推薦。

推薦方法 下記 URL のフォームにより推薦内容を入力して下さい。

1. 推薦フォーム

- ・推薦者資格を選択する。
- ・入力項目は、全て必須。
- ・応募部門：2部門から該当する部門を選択する。
- ・最終学歴：卒業年次および学校名(学部名)を入力、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて入力する。

2. 業績の概要と推薦理由

- ・1,000字以内にまとめ、入力する。

3. 論文リスト

- ・特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計15編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を提出する。

登録完了 推薦者のメールアドレス宛に登録完了通知を送信します。

推薦締切 2018年2月28日(水)

推薦 URL <http://kourou.jim.or.jp/entry>

問合先 E-mail: gaffair@jim.or.jp

## 第28回奨励賞 候補者推薦のお願い

～Web フォームによる推薦になりました!!～

### ■推薦要領

候補者の対象 2018年5月31日時点で33歳以下の方で、金属・材料工学ならびに関連分野で卓越した業績を挙げつつある研究者。工業技術部門は企業の研究者または技術者を対象とします。

対象部門 物性、組織、力学特性、材料化学、材料プロセッシング、工業材料、工業技術部門の7部門

推薦資格 本会代議員、分科会委員または3名以上の正員連名による推薦。

推薦方法 下記 URL のフォームにより推薦内容を入力して下さい。

1. 推薦フォーム

- ・推薦者資格を選択する。
- ・入力項目は、全て必須。
- ・応募部門：7部門から該当する部門を選択する。
- ・最終学歴：卒業年次および学校名(学部名)を入力、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて入力する。

2. 業績の概要と推薦理由

- ・1,000字以内にまとめ、入力する。
- ・工業技術部門は企業人としての実績(特許・社内表彰等)も入力する。

3. 論文リスト

- ・特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計15編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を提出する。

登録完了 推薦者のメールアドレス宛に登録完了通知を送信します。

推薦締切 2018年2月28日(水)

推薦 URL <http://shourei.jim.or.jp/entry>

問合先 E-mail: gaffair@jim.or.jp

## 第15回村上奨励賞 候補者推薦のお願い

～Web フォームによる推薦になりました!!～

### ■推薦要領

候補者の対象 金属工学の分野で卓越した業績を挙げつつある、2018年5月31日時点で40歳以下の若手研究者。

推薦資格 本会代議員、分科会委員または3名以上の正員連名による推薦。

受賞人数 若干名

推薦方法 下記 URL のフォームにより推薦内容を入力して下さい。

1. 推薦フォーム
  - ・推薦者資格を選択する。
  - ・入力項目は、全て必須。
  - ・最終学歴：卒業年次および学校名(学部名)を入力、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて入力する。
2. 業績の概要と推薦理由
  - ・1,000字以内にまとめ、入力する。
3. 論文リスト
  - ・特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計15編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を提出する。

登録完了 推薦者のメールアドレス宛に登録完了通知を送信します。

推薦締切 2018年2月28日(水)

推薦 URL <http://murasho.jim.or.jp/entry>

問合先 E-mail: gaffair@jim.or.jp

## 第66回論文賞 候補論文推薦(自薦)のお願い

\*論文賞推薦書(様式)は、チェック項目をご確認の上ご提出下さい。

### ■第66回論文賞の対象論文

日本金属学会誌：第81巻1～12号(2017年)掲載分

Materials Transactions : Vol. 58 No. 1～12(2017年)掲載分

注：次の要件をすべて満たした原著論文を対象といたします。

- (1) 日本金属学会誌掲載論文は、「学術論文」又は「技術論文」のカテゴリーに属する論文であること。  
Materials Transactions 掲載論文は、「Regular Article」又は「Technical Article」のカテゴリーに属する論文であること。
- (2) Materials Transactions に英文発表後1年以内に日本金属学会誌に投稿された論文若しくは日本金属学会誌に発表後1年以内に Materials Transactions に投稿された論文ではないこと。
- (3) コピーライトが本会に帰属されていること(本会に著作権を委譲している論文)。
- (4) 推薦数の要件
  - ①推薦者は、同じ論文を複数の部門に推薦することはできない。
  - ②1名の推薦者がこの賞に推薦出来る論文数は、一部門につき1論文である。

■推薦方法 下記 URL のフォームにより推薦内容を入力して下さい。

1. 論文題名

2. 著者名
3. 掲載・巻・号・頁
4. 対象部門(物性、組織、力学特性、材料化学、材料プロセス、工業材料の中から選択)：掲載された部門で選考されます。
5. 推薦理由(300～400字)
6. 推薦者名(勤務先・連絡先 TEL・E-mail も記入下さい)

登録完了 推薦者のメールアドレス宛に登録完了通知を送信します。

推薦締切：2018年2月28日(水)

推薦 URL <http://data.jim.or.jp/jim/shou/>

問合先 E-mail: editjt@jim.or.jp

## 第8回までりあ賞 推薦(自薦)のお願い

### ■推薦要領

- (1) **までりあ論文賞** 2編以内

日本金属学会会報「までりあ」に掲載した論文で、学術または科学技術上優秀で且つ金属およびその周辺材料に係る分野の進歩発展に顕著な貢献をした論文に対し授賞する。

- (2) **までりあ啓発・教育賞** 2編以内

日本金属学会会報「までりあ」に掲載した記事で、までりあ記事の特徴を活かし、金属およびその周辺材料に係る啓発や教育に顕著な貢献をした記事に対し授賞する。

対象記事 2015年～2017年掲載済記事(授賞済記事は除く：授賞済記事はホームページに掲載します。)

推薦資格 「会報編集委員」または「著者ご本人」あるいは「正員3名以上の連名」

推薦方法 ①種別②タイトル③著者名④掲載巻号頁⑤推薦理由(300～400字)⑥推薦者名をオンライン上で入力する。  
ホームページ：刊行物→会報。  
または：郵送・FAX、E-mail で送信する。

推薦締切 2018年2月28日(水)

推薦 URL <http://data.jim.or.jp/jim/materiashou/ronbun.html>  
<http://data.jim.or.jp/jim/materiashou/kyoiku.html>

問合先 E-mail: materia@jim.or.jp

## 電子ジャーナル機関購読のご案内

機関(IPアドレス)認証による電子ジャーナルのご購読が可能となっております。ご利用下さい。

対象誌 日本金属学会誌, Materials Transactions

年間購読料金 別途お知らせいたします。お問合せ下さい。

対象機関 大学類、独立行政法人、企業等

問合せ先 〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-18 国際浜松町ビル  
丸善雄松堂株式会社 学術情報ソリューション事業部  
外国雑誌・eリソースセンター

☎ 03-6367-6114 FAX 03-6367-6184

E-mail: epro-j@maruzen.co.jp



## 研究会 No. 75

日本金属学会 キンク研究会  
平成29年度研究会

本研究会は、近年注目が集まっているキンク変形という特異な変形挙動を題材に、回位などの新たな視点から材料の変形と破壊についての基礎的議論を深めるとともに、キンク変形を利用した高性能材料の開発を進め、新しい材料研究領域の構築に展開していくことを目的として平成27年度から活動しています。

平成29年度研究会は、下記内容を予定しております。討論時間を長めに設定しておりますので、キンク変形機構の解明に向けて自由な議論を行いたいと思います。この議論を通して、現象の理解を深めるとともに、キンク研究に携わる研究者同士のつながりの場を提供することもキンク研究会の狙いです。講演会後、会場を移動して交流会を開催いたします。平成29年度研究会に参加をご希望の方は、所属・氏名・交流会の参加の有無を下記の連絡先に 1月15日(月) までにご連絡下さい。

日 時 2018年1月29日(月) 13:00~17:20

場 所 九州大学・筑紫キャンパス

大学院総合理工学研究院 総理工第1講義室(C棟とD棟の間です)(〒816-8580 春日市春日公園 6-1)

## アクセスマップ

<http://www.tj.kyushu-u.ac.jp/ja/aboutus/access.php>

## キャンパス

[http://www.tj.kyushu-u.ac.jp/ja/aboutus/campas\\_map.php](http://www.tj.kyushu-u.ac.jp/ja/aboutus/campas_map.php)

参加費 無料(交流会参加の方は会費を徴収させていただきます。)

## プログラム

- 13:00~13:05 開会の挨拶 九大 中島英治(世話人代表)
- 13:05~15:05 招待講演 1  
高分子の変形メカニズムとキンク構造形成  
東京農工大有機材料化学 斎藤 拓
- 15:05~15:20 休憩
- 15:20~17:20 招待講演 2  
Mg 基 LPSO 相における変形機構、強化機構としてのキンク帯形成  
大阪大工知能・機能創成工学 萩原幸司
- 19:00~21:00 交流会(JR 博多駅近辺で開催予定)  
※詳細は参加申し込みをされた方に連絡いたします。

参加締切 2018年1月15日(月)

参加申込先 北海道大学大学院工学研究院 池田賢一

E-mail: [ikedaken-ichi@eng.hokudai.ac.jp](mailto:ikedaken-ichi@eng.hokudai.ac.jp)

## 研究会 No. 78

触媒材料の金属学研究会 第2回ミニシンポジウム  
「箔型金属触媒の現状と可能性」

金属は触媒材料のキーマテリアルとして古くから利用されているにも関わらず、意外なことに金属学の視点から触媒材料に関して深く議論されることはこれまでほとんどなかった。そこで、本研究会はバルク金属・合金を研究対象とすることで金属学を適用させた全く新しい金属触媒材料の学理構築を目指している。今回はユニークな触媒材料として期待されている「箔型金属触媒」にフォーカスして金属材料の専門家と触媒材料の専門家をお招きして、新規な金属触媒材料としての現状と可能性について活発な意見交換を行う。

日 時 2018年2月23日(金) 13:30~17:00

場 所 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 千現キャンパス 本館第二会議室

(〒305-0047 つくば市千現 1-2-1)

[http://www.nims.go.jp/nims/office/tsukuba\\_sengen.html](http://www.nims.go.jp/nims/office/tsukuba_sengen.html)

つくばエクスプレス(TX)つくば駅より徒歩15分程度

## プログラム

- 13:30~13:40 開会のあいさつ (趣旨説明)
- 13:40~14:40 金属系モノリス触媒の現状と可能性  
NIMS 平野敏幸
- 14:40~15:40 オーバーレイヤー構造を有する金属箔触媒の設計とメタルハニカムへの応用  
熊本大 町田正人
- 15:40~16:00 休憩
- 16:00~17:00 組成・組織制御による金属箔の触媒特性の向上  
NIMS 許 亜
- 懇親会

企画責任者 東北大学多元研 亀岡 聡 NIMS 許 亜

参加費 一般1,000円、学生は無料。懇親会費は2,000円。

申込・問合先 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

東北大学多元物質材料研究所 亀岡 聡

☎&FAX 022-217-5723

E-mail: [kameoka@tagen.tohoku.ac.jp](mailto:kameoka@tagen.tohoku.ac.jp)

2月19日(月) までに E-mail または FAX にて氏名、所属、電話番号を明記してお申し込み下さい(懇親会出席の有無を含む)。



## 状態図および相変態の基礎と応用 —計算工学の観点から—

日 時 2018年1月15日(月)10:00~17:15

場 所 エッサム神田ホール1号館3階大会議室(301)(東京都千代田区神田鍛冶町3-2-2)

募集定員 70名

事前申込締切 事前申込は締め切りました。当日申込のみとなります。

詳 細 までありあ11号664頁または本会ホームページ「イベント」→「セミナー」

### プログラム

10:00~11:00 第一原理計算と合金状態図

11:00~12:00 計算熱力学と熱力学データベース開発

九工大 飯久保 智  
産総研 菖浦一久 山田浩志  
九工大名誉教授 長谷部光弘

12:00~13:00 一昼食—

13:00~14:00 分子動力学法による核形成・成長現象の理解

14:00~15:00 スピノーダル分解 —その基礎から発展へ—

東大 澁田 靖  
名大 小山敏幸

—休憩—

15:15~16:15 マルテンサイト変態の微視的機構

16:15~17:15 再結晶・粒成長予測における数値解析の活用

名大 塚田祐貴  
新日鐵住金 諏訪嘉宏

問合先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32

(公社)日本金属学会 セミナー参加係

E-mail: meeting@jim.or.jp ☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

## 材料評価・プロセスにおける「使える」インフォマティクス

日 時 2018年2月23日(金)13:00~17:00

場 所 名古屋大学野依記念学術記念交流館1F会議室(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

募集定員 80名

事前申込締切 2018年2月9日(金)着信

詳 細 までありあ12号719頁または本会ホームページ「イベント」→「シンポジウム」

### プログラム

13:00~13:05 趣旨説明

13:05~13:55 高次元材料情報統合学による材料開発の革新的加速

13:55~14:45 画像検査におけるAI技術の展開

名大 宇治原 徹  
名大 足立吉隆  
中京大 青木公也

—休憩—

15:00~15:50 データ駆動型の科学的発見とその材料科学への応用

15:50~16:40 結晶成長プロセスにおける高速最適化と可視化技術

16:40~17:00 総合討論

名工大 竹内一郎  
名大 宇治原 徹

問合先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32

(公社)日本金属学会 セミナーシンポジウム参加係

E-mail: meeting@jim.or.jp ☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

## 材料の力学特性向上を目指して—最近の実験・計算手法の進展に基づく本質的な理解—

日 時 2018年3月6日(火)10:00~16:50

場 所 東京工業大学田町キャンパス国際会議室(東京都港区芝浦 3-3-6 JR 山手線・京浜東北線田町駅徒歩2分)

募集定員 100名

事前申込締切 2018年2月23日(金)着信

詳 細 まてりあ12号720頁または本会ホームページ「イベント」→「セミナー」

### プログラム

|             |                          |            |
|-------------|--------------------------|------------|
| 10:00~10:55 | 金属における強度と延性(仮題)          | 東工大 尾中 晋   |
| 10:55~11:50 | 複層組織の不均一変形とき裂形成をつなぐには    | 横浜国大 梅澤 修  |
| 11:50~13:00 | —昼 食—                    |            |
| 13:00~13:55 | き裂-転位相互作用による応力集中の緩和と高靱性化 | 佐世保高専 東田賢二 |
| 13:55~14:50 | 材料強化の原子シミュレーション          | 金沢大 下川智嗣   |
| 14:50~15:00 | —休 憩—                    |            |
| 15:00~15:55 | キンク変形の物理                 | 大阪大 中谷彰宏   |
| 15:55~16:50 | 変形子(プラストン)の物理と力学特性       | 大阪大 尾方成信   |

問合先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32

(公社)日本金属学会 セミナーシンポジウム参加係

E-mail: meeting@jim.or.jp ☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312



## 追 悼 本会名誉員 John Frederick Knott 博士を偲んで



本会名誉員, John Frederick Knott 博士は2017年10月10日に享年79歳で逝去されました。会員の皆様に御報告申し上げますとともに、先生の生前のご功績を偲び、謹んで哀悼の意を表します。

先生は1938年生まれ、シェフィールド大学を1959年に卒業後1963年にケンブリッジ大学でPhDを取得されました。その後ケンブリッジ大学 Lecturer, Reader を経てバーミンガム大学教授、工学部長を歴任されました。その間、英国内外の多くの大学から名誉博士や名誉教授を授与されました。

先生は構造物の強度と耐久性評価に用いられていた発展途上のマクロな破壊力学を世界で初めてミクロな材料組織と有機的に結び付け、強靱化設計手法へと発展する基礎を築かれました。これはその後航空・宇宙、船舶や原子力など多くの分野の基盤的な手法として用いられ、大きな貢献をされました。

日本との関りは日本学術振興会によって1980年に招聘され一か月にわたって日本各地で講演されて多くの日本人研究者と交流を深め、日英研究交流にも努められました。この功績により2005年に日本金属学会名誉員に推挙されました。

先生は世界各国で活躍している70名以上の博士を排出し、材料の破壊と耐久性に関する多くの国際会議の議長を務められるなど常に世界をリード

する研究・教育者でした。また英国内外の多くの要職を務められ、国際的な賞を数多く受賞されました。その功績により2004年に大英帝国勲章を授与されました。

以上のように博士は多くの分野において極めて顕著な業績を上げられた世界の巨峰であります。ここに先生の御遺徳を偲び、心より御冥福をお祈り申し上げます。

## まてりあ「プロジェクト報告」企画公募

特別推進研究新学術領域研究、学術研究、戦略的創造研究など、これまで公的資金補助によるプロジェクト研究が数多く行われていますが、その研究成果が一部の関係者に資料配布されるに留まっているという現状があるようです。

その成果を多くの研究者が目を通す会報「まてりあ」にまとめて掲載しませんか。

「まてりあ」には、有料で掲載できる「プロジェクト報告」というカテゴリがあり、通年応募を受け付けております。下記参照の上、奮ってご応募下さい。

### 種別名称 「プロジェクト報告」

**主 旨** 公的資金を得ているプロジェクトの最終研究成果を有料掲載する。

**応募期間** 通年とする。

**応募資格** 企画提案者および執筆者に本会会員2名以上が含まれていることを要する。

**提出書類** 企画書(プロジェクト名、責任者名、企画趣旨、希望号、企画主題、記事種別・題目・執筆者・執筆頁・執筆のねらい、責任者連絡先)を提出する。

**企画内容** プロジェクト紹介(1頁)、解説、最近の研究、トピックス記事スタイルの組み合わせとする。

**解 説** 新しい特定の問題を取り上げて、専門外の会員にも分かるように記述する。

さらに勉強しようとする人のために参考となる文献も示しておく。

**最近の研究** 最近の重要な研究のうち、比較的せまい範囲のテーマを取り上げて、国内外の最近の研究成果を紹介する。

各分野の現状、現在の問題点などを取り上げて、総括的に分かり易く記述したもので、その分野の研究を進める上で参考となる内容とする。

**トピックス** 最近の情報を手短かに紹介するもので、話題は限定しない。

**企画決定** 会報編集委員会が採否の決定を行う。

**費用負担** 1頁：28,000円＋税

**企画総頁** 35頁以内

**著 作 権** 日本金属学会に帰属する。

**査 読** 会報編集委員会が行う。論文毎の複数名査読候補者を含めた企画書を提出してもらい一括して審議する。

**執筆依頼** 特集関係の執筆依頼方法と同じ方法で事務局が行う。

**執筆方法** 「まてりあ」執筆要領に準じる。

**送付・問合先** 〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32

(公社)日本金属学会 会報編集委員会

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

E-mail: materia@jim.or.jp

## まてりあ表紙写真掲載のお知らせ

本号より当該掲載記事の中から選んだ写真を表紙にてご紹介していきます。どうぞお楽しみ下さい。

## 支部行事

中国四国支部

## 第63回 材質制御研究会 —自動車軽量化技術の開発動向—

自動車をはじめとする輸送機器分野では、地球温暖化対策として、燃費向上のための車両重量の軽減が緊急の課題になっており、今後、アルミニウムやマグネシウム等の軽金属材料、ならびにエンジニアリングプラスチックなどの樹脂材料の適用が増大すると予測される。また、最近、異種材料を接合したマルチマテリアルが新しい軽量化技術として注目されている。

本研究会では、アルミニウムやマグネシウム合金ならびに異材接合などの自動車軽量化技術に関する最近の話題を取り上げておりますので、奮ってご参加下さい。

**共 催** 軽金属学会中国四国支部

**日 時** 2018年1月26日(金) 11:00~16:40

**場 所** 広島工業大学 新8号館309室(広島市佐伯区三宅2-1-1)

<http://www.it-hiroshima.ac.jp/>

### プログラム

11:00~11:10 開催の挨拶 広島工大 日野 実

### 研究会

11:10~11:50 座長 広島工大 桑野亮一  
マグネシウム合金への環境調和型陽極酸化処理とその特性 堀金属表面処理工業㈱ ○西條充司  
広島工大 日野 実 岡山理科大 金谷輝人

11:50~13:00 — 休 憩 —

13:00~13:50 座長 広島工大 日野 実  
チクソモールディングの自動車部品への適用 ㈱日本製鋼所 ○部谷道雄 柳屋岳彦 山口 毅 梶川 浩

13:50~14:00 — 休 憩 —

14:00~14:40 座長 ㈱日本製鋼所 山口 毅  
カーボン強化マグネシウム合金の開発と実用化 ㈱STU ○橋本嘉昭 岡山県工技セ 村上浩二  
広島工大 日野 実 岡山理科大 金谷輝人

14:40~14:50 — 休 憩 —

14:50~15:40 座長 広島工業大学 土取 功  
アルミニウム-樹脂異材接合へのレーザ応用とアルミニウムへの表面処理  
広島工大 ○日野 実 桑野亮一 ㈱サーテック永田 永田教人  
富山県立大 永田員也 岡山理科大学 金谷輝人

15:40~15:50 — 休 憩 —

15:50~16:40 座長 岡山理科大 金谷輝人  
アルミニウム/CF-PPの摩擦攪拌点接合技術  
マツダ㈱ ○西口勝也 田中耕二郎 森田泰博 杉本幸弘

16:40~16:50 閉会の挨拶 広島大 宮岡裕樹

**参加申込** 氏名・所属・連絡先(電話番号・E-mailアドレスなど)を明記の上、1月19日(金)までにFAXまたはE-mailなどで下記へお申込下さい。当日参加も可能です。

**参 加 費** 無料

**世 話 人** 広島工大 日野 実、岡山理科大 金谷輝人

広島大 宮岡裕樹

**申込・問合先** 広島工業大学工学部機械システム工学科 日野 実

☎/FAX 082-921-4454

E-mail: hino@me.it-hiroshima.ac.jp

## 第39回「若手フォーラム」 —ポスターセッション併催—

本支部では、若手研究者および技術者の研究・開発への意欲向上ならびに議論を通じての支援のために、講演の場を提供することを実施しています。またポスターセッション(フリーテーマ)を開催します。今回は初の試みとして、高校生に金属や材料の研究に対する興味を持ってもらうため、県内スーパーサイエンスハイスクール(SSH)指定校によるポスター発表も企画しました。

### 【研究会の部】

日 時 2018年2月2日(金) 14:30~17:25

場 所 徳島大学常三島キャンパス機械棟 M613 室(ゼミ室 5)

### ＜プログラム＞

14:30~14:35 開会の挨拶 徳島大 岡田達也  
座長：久澤大夢(徳島大学)  
14:35~15:15  $\beta$  チタン合金単結晶のマルテンサイト変態と変形挙動 東工大 田原正樹  
15:15~15:55 航空機エンジンの効率の鍵を握る Ni 基単結晶超合金 早稲田大 森 雄飛  
— 休憩 —  
座長：岡田達也(徳島大学)  
16:05~16:45 フェーズフィールド法によるマルテンサイト組織形成機構の理解 名大 塚田祐貴  
16:45~17:25 Ni 基・Mg-Ca 基合金を例とした 2 相合金の析出形態の評価 徳島大 久澤大夢

### 【ポスターセッションの部】

日 時 2018年2月3日(土) 13:00~14:30

場 所 徳島大学常三島キャンパス機械棟 M204 室(実習室 1)

- ・県内 SSH によるポスター発表(3 件)  
小型水力発電の研究・開発 (徳島科学技術高校)  
蚕の動きをソフトロボットで再現する (脇町高校)  
カミキリムシの翅の折り畳みの再現 (脇町高校)
- ・徳島大学工学部 4 年生によるポスター発表(4 件)  
ダイヤモンド単結晶表面へのフェムト秒レーザー照射誘起改質とその応用 (今垣諒彌)  
<110>傾角  $\Sigma 3$ , 3, 9 粒界を有する純アルミニウム三重結晶の高温変形 (岩崎旭紘)  
純銅  $\Sigma 3$ , 3, 9 三重線近傍における高温粒界すべりとその緩和挙動 (尾上好古)  
フェムト秒レーザー照射誘起改質を応用した Ni/SiC 界面における拡散促進 (瀧上裕暉)
- ・徳島大学創新教育センター学生によるポスター発表(3 件)  
ソーラーカープロジェクトの取り組み (機械工学科 3 年 濱田健史)  
ロボコンプロジェクトの取り組み (機械工学科 3 年 川口克哉)  
たたらプロジェクトの取り組み(化学応用工学科 3 年 北條真大)

参加費 研究会の部、ポスターセッションの部ともに無料

企画世話人、申込・問合先

徳島大学大学院理工学域機械科学系 岡田達也

☎ 088-656-7362 FAX 088-656-9082

E-mail: tatsuya-okada@tokushima-u.ac.jp

## 第40回「若手フォーラム」 —ポスターセッション併催—

本支部では若手研究者および技術者の研究・開発への意欲向上ならびに議論を通じての支援のために、講演の場を提供することを実施しています。またポスターセッション(フリーテーマ)を開催しますので、意欲あふれる研究発表を期待しています。なお高校生や一般の方、発表なしの聴講・見学のみでも歓迎いたします。

日 時 2018年2月17日(土) 10:00~16:30

場 所 ピュアリティまきび 2 階中会議室

(http://www.makibi.jp/)

### ＜プログラム＞

10:00~10:10 開会の挨拶 岡山理科大 金谷輝人  
10:10~11:00 座長：上森 武(岡山大)  
バニシング加工による局所的結晶組織制御法の開発 岡山理科大 寺野元規  
11:00~11:10 — 休憩 —  
11:10~12:00 座長：岡山大 竹元嘉利  
Ti 系合金の相変態を利用した合金設計 新居浜高専 當代光陽  
13:30~15:00 ポスターセッション第 1 部(下記申込要領)  
15:00~16:30 ポスターセッション第 2 部

### ＜ポスター発表募集＞

申込方法 (a)題名 (b)所属・氏名(発表者に○印) (c)連絡先(電話・E-mail)を明記、2月8日(木)必着で、下記申込先へ E-mail でご連絡下さい。

ポスターサイズ 横 90 cm×縦 200 cm(Max.)

参加費 無料

企画世話人 岡山大 竹元嘉利、岡山理科大 清水一郎、金谷輝人

申込・問合先 岡山大学工学部 竹元嘉利

☎ 086-251-8027 FAX 086-251-8266

E-mail: takemoto@mech.okayama-u.ac.jp



## 平成29年度材料セミナーのご案内

テーマ1 「金属材料の腐食損傷の基礎とその評価」

開催日時 2018年1月17日(水) 10:00~17:30

開催場所 (一財)大阪科学技術センター 7 階 702号室

(大阪市西区靱本町 1-8-4)

### プログラム

10:00~12:00 【講 義】 水溶液腐食の基礎 (阪大 藤本先生)  
13:00~14:20 【講 義】 電気化学測定の基礎 (阪大 土谷先生)  
14:30~16:20 【講 義】 金属材料の腐食損傷の評価法 (関西大 春名先生)  
16:25~17:00 【講 義】 材料損傷データの確率・統計処理 (阪大 藤本先生)  
17:00~17:30 【質疑・応答】

内 容 詳細はホームページ：中国四国支部行事をご覧ください。

講 師 阪大大学院工 藤本慎司 教授 土谷博昭 准教授

関西大化学生命工 春名 匠 教授

募集人員 40名

参加費用 会員20,000円 非会員30,000円 学生2,000円(テキスト代・消費税込み)

テーマ2「技術者のための鉄鋼材料入門」

開催日時 2018年2月23日(金) 9:30~17:30  
開催場所 (一財)大阪科学技術センター 8階 小ホール  
(大阪市西区靱本町 1-8-4)

プログラム

9:30~11:30 【講義】鉄鋼材料基礎 ~鉄鋼材料の魅力とその科学 (京大 辻先生)  
12:45~14:45 【講義】鉄鋼材料の力学特性 ~変形の基礎と高強度鋼 (千葉工大 寺田先生)  
15:00~17:00 【講義】鉄鋼の熱処理と相変態 ~拡散変態とマルテンサイト変態 (京大 辻先生)  
17:00~17:30 【質疑・応答】

内容 詳細はホームページ:中国四国支部行事をご覧ください。  
講師 京大工 辻 伸泰 教授 千葉工大 寺田大 准教授  
募集人員 55名  
参加費用 会員20,000円 非会員30,000円 学生2,000円(テキスト代・消費税込み)  
締切 各コース開催の2週間前。

掲 示 板

〈公募類記事〉  
無料掲載:募集人員,締切日,問合先のみ掲載。  
有料掲載:1/4頁(700~800文字)程度。  
・「まてりあ」とホームページに掲載:15,000円+税  
・ホームページのみ掲載:10,000円+税  
〈その他の記事〉 原則として有料掲載。  
・原稿締切・掲載号:毎月1日締切で翌月号1回掲載  
・原稿提出方法:電子メールとFAX両方(受け取りメールの確認をして下さい)  
・原稿送信先:  022-223-6312 E-mail: materia@jim.or.jp

◇東北大学金属材料研究所 教員 公募◇

公募人員 助教1名(東北大学は、男女共同参画を推進しています。子育て支援の詳細等、男女共同参画の取り組みについては下記URLをご覧ください。  
URL: <http://www.bureau.tohoku.ac.jp/danryo/>)  
所 属 結晶材料化学研究部門  
研究分野 結晶成長メカニズムの理解に立ち、広い意味でのバルク結晶の育成を中心に、新規結晶の創製、新規結晶成長方法の探索と展開に興味と意欲を持つ方。  
応募資格 博士の学位を有する方、あるいは2018年3月までに博士の学位取得見込みの方。  
着任時期 決定後、できるだけ早い時期  
任 期 2021年3月まで(再任なし)  
提出書類 ①履歴書(写真貼付)  
②研究業績目録(原著論文、国際会議プロシーディングス、著書・解説、招待講演、その他に分類)  
③外部資金の獲得状況(研究代表者・分担者を表記)  
④主要論文別刷 5編(コピー可)  
⑤研究業績概要(2,000字程度)  
⑥着任後の研究に関する抱負(1,000字程度)  
⑦推薦書または、照会可能者2名の氏名と連絡先  
公募締切 2018年1月23日(火)  
書類送付・問合せ先 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1  
東北大学金属材料研究所 教授 宇田 聡  
 022-215-2100  022-215-2101  
E-mail: [uda@imr.tohoku.ac.jp](mailto:uda@imr.tohoku.ac.jp)  
<http://www.uda-lab.imr.tohoku.ac.jp>

\*書留で「結晶材料化学研究部門 助教 応募書類」と朱書きし、郵送して下さい。  
\*原則として提出書類は返却いたしません。  
\*履歴書は本応募の用途に限り使用し、個人情報とは正当な理由なく第三者へ開示することは一切ありません。

◇岡山大学 大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 先端機械学講座 教員(助教)公募◇

公募人員 助教1名(テニユア・トラック期間:岡山大学着任時から5年間)  
所 属 大学院自然科学研究科産業創成工学専攻先端機械学講座(工学部機械システム系学科)  
専門分野 応用固体力学関連(固体力学とその応用分野に関する実験、数値シミュレーション等)  
担当予定講義 実験科目、工学基礎科目等  
応募資格 ①博士の学位を有するか、着任時までに取得見込みであること  
②教育・研究に意欲的であること  
③学部および大学院での教育・研究指導が可能であること

テニユア付与について

テニユア・トラック期間満了日の6ヶ月前までに行う審査の結果、テニユア審査基準を満たしている場合は、テニユア・トラック期間満了日の翌日から任期の定めのない教員として採用します。

採用時期 2018年6月1日以降のできるだけ早い時期

提出書類 ①履歴書(様式1, 顔写真を添付, 写真裏面には氏名を記入)  
②学会及び社会における活動(様式2)  
③教育に関する経歴書(様式3)  
④研究業績概要書(様式4)  
⑤研究業績目録(様式5)  
⑥著書, 別刷等(主要なもの5編以内, コピー可)  
⑦その他審査に必要な書類(形式自由)

(1)将来の研究の展望と教育に関する抱負(研究と教育について, それぞれA4用紙で1枚1,200字程度)  
(2)科学研究費補助金, 各種外部資金の獲得状況(代表者に限る)  
(3)問い合わせ可能な方2名の連絡先

様式1~5は、岡山大学大学院自然科学研究科ホームページ[[http://www.gnst.okayama-u.ac.jp/other/koubo\\_index.html](http://www.gnst.okayama-u.ac.jp/other/koubo_index.html)]からダウンロードしてご使用下さい。

応募締切 2018年2月28日(水)必着

応募書類提出先

〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目1番1号  
岡山大学 大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 副専攻長(機械システム系学科機械工学コース長)  
岡安光博

問合せ先

〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目1番1号  
岡山大学 大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 多田直哉  
 086-251-8032  086-251-8266  
E-mail: [tada@okayama-u.ac.jp](mailto:tada@okayama-u.ac.jp)

注1) 郵送の場合は、簡易書留とし、表書に「産業創成工学専攻先端機械学講座 応用固体力学教育研究分野 教員(助教)応募書類在中」と朱書き願います。原則として応募書類は返却しません。

注2) 給与は、年俸制が適用されます。詳細は [http://www.gnst.okayama-u.ac.jp/other/koubo\\_index.html](http://www.gnst.okayama-u.ac.jp/other/koubo_index.html) をご覧ください。

注3) 面接を行うことがあります。費用は本人負担とします。

注4) 適任の候補者が得られない場合には、最終候補者を選考しないことがあります。

付記：岡山大学では、男女共同参画を推進し、女性教員をサポートしています。女性の積極的な応募を歓迎します。

## ◇レアメタル研究会◇

### ■主催 レアメタル研究会

主宰者 東京大学生産技術研究所 岡部 徹 教授

協力 (一財)生産技術研究奨励会(特別研究会 RC-40)

共催 東京大学マテリアル工学セミナー

レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発研究会  
東京大学生産技術研究所 持続型エネルギー・材料統合研究センター

東京大学生産技術研究所 非鉄金属資源循環工学寄付研究部門 (JX 金属寄付ユニット)

協賛 (公社)日本金属学会 他

### ■開催会場

東京大学生産技術研究所

An 棟 2F コンベンションホール

(〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1)

(最寄り駅：駒場東大前、東北沢、代々木上原)

### ■参加登録・お問合わせ

東京大学 生産技術研究所

岡部研究室 レアメタル研究会事務担当 宮寄智子

E-mail: okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp

〈平成29年度 レアメタル研究会開催予定のご案内〉 (2017.12.1 現在)

### ■第79回 2018年1月12日(金)

★貴金属シンポジウム(第5回)+新年会★(合同開催)

### ■第80回 2018年3月9日(金)

★前田正史教授が熱く語る特別シンポジウム+慰労会★(合同開催)

＜特別・合同シンポジウム(第5回貴金属シンポ)貴金属の製錬・リサイクル技術の最前線＞【レアメタル研究会(第79回)】

東京大学生産技術研究所 非鉄金属資源循環工学寄付研究部門(JX 金属寄付ユニット)、東京大学生産技術研究所 持続型エネルギー・材料統合研究センター、レアメタル研究会(第79回レアメタル研究会)による特別・合同シンポジウム

■協力 (一財)生産技術研究奨励会(特別研究会 RC-40)

■共催 東京大学マテリアル工学セミナー、レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発研究会

■協賛 (一社)軽金属学会、(一社)資源・素材学会、(一社)新金属協会、(公社)日本化学会、(公社)日本金属学会、(一社)日本チタン協会、(一社)日本鉄鋼協会(五十音順)

■開催場所 東京大学生産技術研究所 An 棟 2F コンベンションホール

■参加登録 岡部研 学術支援専門職員 宮寄智子

E-mail: okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp

■会費 参加費 無料

資料代 3,000円(企業会員・学生等は無料)

### ■2018年1月12日(金) An 棟 2F コンベンションホール

13:00～ 受付開始

14:00～ 講演会

18:50～ ポスター発表 兼 交流会 (+新年会)

(An 棟 1F レストラン アーベ)

■貴金属の製錬・リサイクル技術の最前線(貴金属シンポ)について  
白金族金属をはじめとする貴金属は、環境・省エネ製品に必須の非鉄金属材料として、近年ますますその需要が高まりつつあります。

本シンポジウムは、このような状況を受け、貴金属の最新の製錬・リサイクル技術に焦点を当てて企画された勉強会・交流会であり、2014年から毎年開催しています。

非鉄金属関連企業、貴金属関連企業を中心に、参加者は毎回200名を超えており、貴金属の製錬やリサイクルに関する最新技術への関心の高さがうかがえる会となっています。

5回目の開催となる今回は、7件の講演とポスター発表会を東京大学生産技術研究所にて開催します。

### 【講演プログラム】(敬称略)

・貴金属湿式精錬プロセスにおける銀回収について

住友金属鉱山株式会社 東予工場 精金課 課長 新宮正寛

・ISP プロセスにおける貴金属の回収について

八戸製錬株式会社 代表取締役社長 吾妻伸一

・玉野製錬所銅電解工場における有価金属の回収について

日比共同製錬株式会社 玉野製錬所 副所長 佐々木康勝

・スクラップ中の貴金属評価に関する話題提供

松田産業株式会社 生産統括本部 生産管理部 分析課 課長代理 藤枝 仁

・三菱マテリアルにおけるゼロ・エミッション型貴金属の回収

三菱マテリアル株式会社 金属事業カンパニー 製錬部 長谷川 豊

・排気ガスセンサ用電極に適した白金系材料の開発

田中貴金属工業株式会社 化学回収カンパニー 製造技術部

車載センサ用材料開発セクション チーフマネージャー 細井拓也

・金電極を活用した有機薄膜トランジスタ型化学センサの開発

東京大学 生産技術研究所 物質・環境系部門 講師 南 豪

### ★講演会終了後ポスター発表会兼交流会を開催★

### ■第80回 2018年3月9日(金)14:00～ An 棟 2F コンベンションホール

★前田正史教授が熱く語る特別シンポジウム+慰労会★(合同開催)

テーマ：前田先生の研究と活動、非鉄業界と研究の将来展望

時 間：午後2:00～

講 演：

・講師依頼中

・非鉄金属リサイクルプロジェクトと産官学連携(仮)(60分)

東京大学 生産技術研究所 教授 前田正史 講師

午後6:00～ 研究交流会・意見交換会(An 棟 2F ホワイエ)

\*レアメタル研究会ホームページ\*

[http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40\\_j.html](http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html)

★備考：関連研究会

〈米国版レアメタル研究会(RMW)のご案内〉

■RMW13 Workshop on Reactive Metal Processing (Reactive Metal Workshop) March 16 (Fri)–17 (Sat), 2018, Cambridge, MIT

\*Reactive Metal Workshop のHP\*

<http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/core-to-core/rmw/>

## 東北大学金属材料研究所 原子力材料工学研究部門 教員 公募

公募人員 准教授1名、助教1名

公募締切 2018年1月12日(金) 必着

東北大学金属材料研究所 原子力材料工学研究部門

教授 笠田竜太

☎ 022-215-2065 ☎ 022-215-2066

E-mail: r-kasada@imr.tohoku.ac.jp

## 日本金属学会誌掲載論文

Vol. 82, No. 1 (2018)

### ——論文——

セメントペーストおよびモルタル内部の鉄の高酸素腐食促進試験  
土井康太郎 廣本祥子 秋山英二

世界における銅および銅合金のダイナミックマテリアルフロー分析

—将来のストック量および需要量の予測とスクラップリサイクルポテンシャルの推計—

吉村彰大 松野泰也

マグネシウム合金粉砕粉を用いて作製した水酸アパタイト分散マグネシウム基複合材料とその機械的特性

渡辺博行 元山高嶺 池尾直子 向井敏司

巨大ひずみ領域の大面积化を目指した逐送高圧スライド加工法の開発

瀧沢陽一 渡部恭平 梶田貴裕 澄川考生 増田高大  
湯本 学 小田切吉治 堀田善治

## Materials Transactions 掲載論文

Vol. 59, No. 1 (2018)

### ——Overview——

Recent Progress in Research and Development of Metallic Structural Biomaterials with Mainly Focusing on Mechanical Biocompatibility

Mitsuo Niinomi

——Special Issue on Recent Advances in Solid State Ionics and Its Applications——

Proton Conduction and Incorporation into  $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Yb}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$

Yuji Okuyama, Takuya Yamaguchi,  
Naoki Matsunaga and Go Sakai

Investigation of the Electrical Properties in Indium and Yttrium-Doped Barium Zirconate Based Proton Conducting Perovskites

Young-Sung Lee, Yasuhiro Takamura, Yi-Hsuan Lee,  
Kwati Leonard and Hiroshige Matsumoto

Anisotropy of Fracture Toughness of Stabilized Zirconia Investigated by Nano-Indentation Method

Hideaki Ito, Kazuhisa Sato, Atsushi Unemoto,  
Shin-ichi Hashimoto, Koji Amezawa and Tatsuya Kawada

Influence of NiO Reduction on Residual Strain in NiO/Ni-YSZ

Fumitada Iguchi, Sarana Akrasevee and Yutaro Miyoshi

Magnesium Doping for the Promotion of Rutile Phase Formation in the Pulsed Laser Deposition of  $\text{TiO}_2$  Thin Films

Akihiro Ishii, Itaru Oikawa, Masaaki Imura,  
Toshimasa Kanai and Hitoshi Takamura

### ——Regular Articles——

#### Materials Physics

Experimental and Numerical Simulation Analysis of the Blocking Layer in an Electromagnetic Induction-Controlled Automated Steel Teeming System

Chunyang Shi and Jicheng He

Glass-Transition-Like Behavior of Grain Boundaries in Nanocrystalline Gold

Terigele Xi, Takahiro Sato, Ryoma Suzuki and  
Hisanori Tanimoto

#### Microstructure of Materials

Development of High Ductility and Adequate Strength in Pure Titanium Recycled from Chips by Multi-Pass Equal Channel Angular Pressing

Peng Luo

#### Mechanics of Materials

Tribological Property of  $\alpha$ - Pure Titanium Strengthened by Nitrogen Solid-Solution

Yasuhiro Yamabe, Junko Umeda,  
Hisashi Imai and Katsuyoshi Kondoh

Effect of Eutectic Behavior on Yield Stress of Mg-La-Zr Alloys

Yosuke Tamura, Hiroshi Soda and Alexander McLean

Factors Affecting Sand Solidification Using MICP with *Pararhodobacter* sp.

G.G.N.N. Amarakoon and Satoru Kawasaki

Effects of the Sintering Conditions on the Mechanical Properties of Titanium-Carbide-Particle-Reinforced Magnesium Nanocomposites Fabricated by Mechanical Alloying/Mechanical Milling/Spark Plasma Sintering

Shigehiro Kawamori, Yoshihumi Kawashima,  
Hiroshi Fujiwara, Kiyoshi Kuroda and Yukio Kasuga

#### Materials Chemistry

Effective Alloying Treatment for Platinum Using Iron Chloride Vapor

Yu-ki Taninouchi and Toru H. Okabe

Research on Reaction between SiC and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Yong Hou, Guo-Hua Zhang and Kuo-Chih Chou

#### Materials Processing

Use of  $\text{KBF}_4$ -Al Mixed Powder to Produce Boron-Bearing 6063 Aluminum Alloys

Yosuke Tamura and Soichiro Suematu

Influence of Cooling Rate on Primary Particle and Solute Distribution in High-Speed Twin-Roll Cast Al-Mn Based Alloy Strip

Ram Song, Yohei Harada and Shinji Kumai

Microstructures and Mechanical Properties of Shape Memory Alloy Using Pre-Mixed TiNi Powders with  $\text{TiO}_2$  Particles

Ryoichi Soba, Yukiko Tanabe, Takayuki Yonezawa,  
Junko Umeda and Katsuyoshi Kondoh

## Comparison of Tensile Properties of Bulk Nanocrystalline Ni-W Alloys Electrodeposited by Direct, Pulsed, and Pulsed-Reverse Currents

Isao Matsui and Naoki Omura

### Engineering Materials and Their Applications

## An Improved H<sub>2</sub>-Gas Pressure Operated LaNi<sub>5</sub> Powder-Dispersed Polyurethane / Titanium 2-Layer Actuator with Reversible Giant and Rapid Expansion by Hydrogenation

Yoshitake Nishi, Junya Ohkawa, Michael C. Faudree, Masae Kanda, Kaori Yuse, Daniel Guyomar and Haru-Hisa Uchida

## Quantitative Evaluation of Microstructure in Mo-Si-B-TiC Alloy Produced by Melting and Tilt Casting Methods

Sojiro Uemura, Takateru Yamamuro, Joung Wook Kim, Yasuhiro Morizono, Sadahiro Tsurekawa and Kyosuke Yoshimi

### Environment

## In-Situ Observation for Formations of Gold Micrometer-Sized Particles in Liquid Phase Using Atmospheric Scanning Electron Microscopy (ASEM)

Yasunari Matsuno, Eri Okonogi, Akihiro Yoshimura, Mari Sato and Chikara Sato

Announcement

## 日本金属学会誌, Mater. Trans. へ投稿しませんか？

◎日本金属学会誌および Mater. Trans. は、会員、非会員問わず投稿することができます。

掲載論文充実化のため、レビュー、オーバービュー、技術論文など多くの種別を取り入れております。

又、掲載論文の早期公開も行っております。会誌の投稿・掲載費用は無料です。

詳細は、本会ホームページ → [会誌](#) or [欧文誌\(Mater. Trans.\)](#) のページをご覧ください。

皆様のご投稿をお待ちしております。



(2017年10月21日～2017年11月20日)

### 正 員

青山俊文 三菱製鋼株式会社

大谷浩昭 山陽特殊製鋼株式会社

亀岡秀光 古河電気工業株式会社

神田喬之 日立金属株式会社

児玉憲治 株式会社リガク

塩見祐太 株式会社デンソー

柴崎正訓 株式会社タムラ製作所

新垣之啓 JFE スチール株式会社

高澤 悟 株式会社アルバック

高 昂 勇 新日鐵住金株式会社

中井光一 株式会社島津製作所

中山徳行 住友金属鉱山株式会社

松村雄太 株式会社特殊金属エクセル

三木祐司 JFE スチール株式会社

吉田昌弘 DOWA エレクトロ株式会社

吉村方子

### 学 生 員

石田周平 茨城大学

岩崎祐昂 東京大学

神戸健志郎 茨城大学

菊地一茂 仙台高等専門学校

木村祐一 慶應義塾大学

林 建太 群馬工業高等専門学校

### 外国一般会員

Zhang Guoxue Foshan University

## まてりあ 第57巻 第2号 予告

[巻頭記事] オリンピック・パラリンピックで“活躍”する金属

[最近の研究] Ni 基金属間化合物のイオンビーム照射誘起構造相変態と表面硬さに及ぼす効果 ……………岩瀬彰宏

[実学講座] 採択率が劇的にアップする申請書の書き方 ……………沖原めぐみ

[新技術・新製品] —他—

～編集の都合により変更になる場合がございます～

# 行事カレンダー

太字本会主催(ホームページ掲載)

| 開催日              | 名称・開催地・掲載号                                                 | 主催                    | 問合せ先                                                                                                      | 締切          |
|------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1 月</b>       |                                                            |                       |                                                                                                           |             |
| 11~12            | 第56回セラミックス基礎科学討論会(つくば)                                     | 日本セラミックス協会 基礎科学部会     | TEL 029-860-4867<br>kisotou2018@ml.nims.go.jp<br>http://www.nims.go.jp/fm/kiso/                           |             |
| 12               | 特別・合同シンポジウム(第5回貴金属シンポ) 貴金属の製錬・リサイクル技術の最前線(東大生産技研)(12号723頁) | レアメタル研究会              | TEL 03-5452-6314<br>tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp<br>http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html              |             |
| 12               | 第79回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号39頁)                                | レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研) | TEL 03-5452-6314<br>okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp<br>http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html |             |
| 15               | 金属学会セミナー「状態図および相変態の基礎と応用—計算工学の観点から—」(東京)(本号34頁)            | 日本金属学会                | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>meetinng@jim.or.jp                                                   |             |
| 15~16            | 第39回安全工学セミナー安全マネジメント講座(東京)                                 | 安全工学会                 | TEL 03-6206-2840 jsse-2004@nifty.com<br>http://www.jsse.or.jp                                             | 定員<br>30名   |
| 17               | 平成29年度材料セミナー「金属材料の腐食損傷の基礎とその評価」(大阪)(本号37頁)                 | 日本金属学会関西支部            | TEL 06-6443-5326 FAX 06-6443-5310<br>n-kansai@ostec.or.jp                                                 | 定員<br>40名   |
| 18               | 第326回塑性加工シンポジウム「せん断加工の最前線」(東京電機大)                          | 日本塑性加工学会              | http://www.jstp.or.jp                                                                                     | 1.11        |
| 19               | 表面科学技術研究会2018 ナノ粒子を取り巻く現状と今後の展望—ナノ粒子応用への期待とリスク—(京都)        | 日本表面科学会関西支部他          | TEL 0774-98-2538<br>omote.atsushi@jp.panasonic.com<br>http://www.sssj.org/Kansai/                         | 1.18        |
| 19~20            | 第23回 電子デバイス界面テクノロジー研究会—材料・プロセス・デバイス特性の物理—(三島)              | 応用物理学会薄膜・表面物理分科会他     | NAGATA.Takahiro@nims.go.jp<br>http://home.hiroshima-u.ac.jp/oxide/                                        | 定員<br>200名  |
| 22               | 第13回 SPring-8 金属材料評価研究会/第21回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ(東京)    | SPring-8 利用推進協議会研究会   | TEL 0791-58-2785<br>suishin@spring8.or.jp                                                                 | 1.16        |
| 25               | 日本磁気学会 ニューロモルフィックスピントロニクス(東京)                              | 日本磁気学会                | TEL 03-5281-0106<br>msj-pl@am.wakwak.com<br>http://www.magnetics.jp/event/research/topical_216/           |             |
| 25               | 第187回腐食防食シンポジウム「CUI 制御システム技術の現状と今後の期待」(東京)                 | 腐食防食学会                | TEL 03-3815-1161<br>ysm.hng-113-0033@jcorr.or.jp<br>http://www.jweld.jp/                                  |             |
| 25~26            | 日本金属学会・日本鉄鋼協会 両北海道支部合同冬季講演大会(札幌)(12号722頁)                  | 北海道支部・夏井(北大)          | TEL/FAX 011-706-6342<br>jim_hokkaido@eng.hokudai.ac.jp                                                    |             |
| 25~26            | 第25回超音波による非破壊評価シンポジウム(東京)                                  | 日本非破壊検査協会             | TEL 03-5609-4015<br>nakamura@jsndi.or.jp                                                                  |             |
| 25~26            | 第46回ガスタービンセミナー(首都大学東京)                                     | 日本ガスタービン学会            | gtsj-office@gtsj.org<br>http://www.gtsj.org/                                                              |             |
| 26               | 第63回材質制御研究会—自動車軽量化技術の開発動向—(広島工大)(本号36頁)                    | 中国四国支部・日野(広島工大)       | TEL/FAX 082-921-4454<br>hino@me.it-hiroshima.ac.jp                                                        |             |
| 26               | チタンの高温プロセスと特性(関西大)(12号724頁)                                | 研究集会 No. 74・上田(東北大)   | ueda@material.tohoku.ac.jp<br>TEL 022-795-7295 FAX 022-795-7295                                           | 1.19        |
| 26               | 炭素材料学会1月セミナー「伝導材料としての炭素材料~IoT 社会を拓くユニークなカーボン材料」(東京)        | 炭素材料学会                | TEL 03-5389-6359<br>tanso-desk@bunken.co.jp                                                               |             |
| 27               | 第23回高専シンポジウム in KOBE(神戸高専)                                 | 高専シンポジウム協議会他          | TEL 078-795-3322<br>office-g@kobe-kosen.ac.jp<br>http://www.kobe-kosen.ac.jp/sympo23/                     |             |
| 29               | キンク研究会 平成29年度(九大)(本号33頁)                                   | 日本金属学会キンク研究会 No.75    | ikedaka.ken-ichi@eng.hokudai.ac.jp                                                                        | 1.15        |
| 30               | ウィンタースクール「トポロジー最適化の基礎~積層造形によるモノづくりへの応用~」(中央大)              | 日本計算工学会               | TEL 03-3868-8957 office@jcses.org<br>http://www.jcses.org/                                                | 1.16        |
| 30~31            | Mate 2018第24回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム(横浜)           | スマートプロセス学会他           | TEL 06-6878-5628 mate@sps-mste.jp<br>http://sps-mste.jp/mate/                                             |             |
| <b>2018年 2 月</b> |                                                            |                       |                                                                                                           |             |
| 2~3              | 第39回「若手フォーラム」—ポスターセッション併催(本号36頁)                           | 日本金属学会中国四国支部          | TEL 088-656-7362 FAX 088-656-9082<br>tatsuya-okada@tokushima-u.ac.jp                                      |             |
| 9                | 第155回塑性加工工学講座「熱処理とその周辺技術」(東大駒場)                            | 日本塑性加工学会              | http://www.jstp.or.jp                                                                                     | 定員<br>50名   |
| 16               | 第32回軽金属セミナー「アルミニウム合金の組織—入門編(状態図と組織)」(第7回)(日大)              | 軽金属学会                 | TEL 03-3538-0232<br>http://www.jilm.or.jp/                                                                | 定員<br>40名   |
| 17               | 第40回「若手フォーラム」—ポスターセッション併催(本号37頁)                           | 日本金属学会中国四国支部          | TEL 086-251-8027 FAX 086-251-8266<br>takemoto@mech.okayama-u.ac.jp                                        | ポスター<br>2.8 |
| 19               | 第75回塑性加工技術フォーラム「若手・中堅技術者必見! 進化する各種塑性加工技術」(東京)              | 日本塑性加工学会              | http://www.jstp.or.jp                                                                                     | 定員<br>60名   |
| 22               | 第393回講習会「スマートファクトリー最前線! ~IoT で進化するものづくり現場」(東京)             | 精密工学会                 | TEL 03-5226-5191<br>http://www.jspe.or.jp/                                                                | 定員<br>80名   |
| 22~23            | LMP シンポジウム2018「レーザ加工技術の基礎・応用と最新動向」(東京)                     | 日本溶接協会                | TEL 03-5823-6324<br>http://www.jwes.or.jp/lmp/                                                            | 定員<br>100名  |

| 開催日            | 名称・開催地・掲載号                                                                                                                             | 主催                                     | 問合せ先                                                                                                      | 締切                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 23             | 理研シンポジウム第20回「トライボコーティングの現状と将来」(東京)                                                                                                     | トライボコーティング技術研究会, 理化学研究所大森素形材工学研究室, 板橋区 | TEL 03-5918-7613 tribo@tribocoati.st<br>https://www.sites.google.com/site/tribocoating/                   | 事前<br>2.16<br>定員<br>300名 |
| 23             | 触媒材料の金属学研究会 第2回ミニシンポジウム「箔型金属触媒の現状と可能性」(つくば)(本号33頁)                                                                                     | 日本金属学会触媒材料研究会 No. 78                   | TEL & FAX 022-217-5723<br>kameoka@tagen.tohoku.ac.jp                                                      | 2.19                     |
| 23             | 平成29年度材料セミナー「技術者のための鉄鋼材料入門」(大阪)(本号38頁)                                                                                                 | 日本金属学会関西支部                             | TEL 06-6443-5326 FAX 06-6443-5310<br>n-kansai@ostec.or.jp                                                 | 定員<br>55名                |
| 23             | 金属学会シンポジウム「材料評価・プロセスにおける「使える」インフォマティクス」(名大)(本号34頁)                                                                                     | 日本金属学会                                 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>meeting@jim.or.jp                                                    | 事前<br>2.9                |
| 28~3.2         | 第9回日本複合材料会議(JCCM-9)(京都)                                                                                                                | 日本材料学会, 日本複合材料学会                       | TEL 075-761-5321 jim@jsms.jp<br>http://www.jsms.jp                                                        |                          |
| <b>2018年3月</b> |                                                                                                                                        |                                        |                                                                                                           |                          |
| 2              | 第43回組織検査用試料の作り方(組織の現出)講習会「鉄鋼材料・非鉄金属材料・表面改質処理および異常組織材」(千葉工大)                                                                            | 材料技術教育研究会                              | TEL 047-431-7451(代)                                                                                       | 2.23                     |
| 2~4            | 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ(水戸)                                                                                                               | 高エネルギー加速器研究機構, J-PARC センター他            | sf-office@ml.j-parc.jp<br>TEL 029-219-5300                                                                |                          |
| 6              | 金属学会セミナー「材料の力学特性向上を目指して—最近の実験・計算手法の進展に基づく本質的な理解—」(東工大)(本号35頁)                                                                          | 日本金属学会                                 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>meeting@jim.or.jp                                                    | 事前<br>2.23               |
| 8              | 第33回塗料・塗装研究発表会(東大生産研)                                                                                                                  | 日本塗装技術協会                               | TEL 03-6228-1711<br>tosou-jimukyoku@jcot.gr.jp                                                            |                          |
| 9              | 第80回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号39頁)                                                                                                            | レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)                  | TEL 03-5452-6314<br>okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp<br>http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html |                          |
| 14             | 非鉄金属資源・製錬・リサイクル特別セミナー(ニューヨーク)                                                                                                          | レアメタル研究会                               | TEL 03-5452-6314<br>tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp<br>http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html              |                          |
| 16             | 粉末ろう・ペーストろう, 様々な形態のろう(東京)                                                                                                              | 日本溶接協会                                 | TEL 03-5823-6324<br>http://www.jwes.or.jp/                                                                |                          |
| 16             | 第33回軽金属セミナー「アルミニウム合金の組織—中級編(時効析出)」(第6回)(千葉工大)                                                                                          | 軽金属学会                                  | TEL 03-3538-0232<br>http://www.jilm.or.jp/                                                                | 定員<br>40名                |
| 17             | 応用物理学会 第65回春季学術講演会 企画シンポジウム「分野融合で始まる欠陥研究の新時代—学会を越えた視点から見えてくるもの—」(早稲田大)                                                                 | 応用物理学会                                 | TEL 052-789-3366<br>anaka@nagoya-u.jp<br>https://meeting.jsap.or.jp/symposium                             |                          |
| 19~21          | 日本金属学会春期講演大会 千葉工業大学新習志野キャンパス(習志野)(本号28頁)                                                                                               | 日本金属学会                                 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>annualm@jim.or.jp                                                    | 参加<br>2.10               |
| 20             | 第5回ランチョンセミナー(千葉工大)(本号31頁)                                                                                                              | 日本金属学会                                 | TEL 022-223-3685<br>stevent@jim.or.jp                                                                     |                          |
| 21             | 2018年春期講演大会併催企業説明会(千葉工大)(本号29頁)                                                                                                        | 日本金属学会                                 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>jim.camp2018@jim.or.jp                                               | 3.9                      |
| 23             | 第121回触媒討論会 特別シンポジウム(東大駒場)                                                                                                              | 触媒学会                                   | TEL 03-3291-8224<br>catsj@pb3.so-net.ne.jp<br>http://www.shokubai.org/meeting/index.html                  |                          |
| 30             | 第34回軽金属セミナー「アルミニウム合金の組織—応用編(加工・熱処理による組織変化)」(第4回)(工学院大)                                                                                 | 軽金属学会                                  | TEL 03-3538-0232<br>http://www.jilm.or.jp/                                                                | 定員<br>40名                |
| <b>2018年5月</b> |                                                                                                                                        |                                        |                                                                                                           |                          |
| 15~16          | 第34回希土類討論会(東京)                                                                                                                         | 日本希土類学会                                | TEL 06-6879-7352<br>kidorui@chem.eng.osaka-u.ac.jp<br>http://www.kidorui.org/                             | 発表<br>1.19               |
| 25             | 第3回マルチスケール材料力学シンポジウム(高知科大)                                                                                                             | 日本材料学会                                 | http://www.jsms.jp                                                                                        | 講演<br>2.9                |
| 25~27          | 軽金属学会第134回春期大会(熊大)                                                                                                                     | 軽金属学会                                  | TEL 03-3538-0232<br>http://www.jilm.or.jp/                                                                | 参加予約<br>4.19             |
| <b>2018年7月</b> |                                                                                                                                        |                                        |                                                                                                           |                          |
| 1~6            | 6th International Indentation Workshop (IIW6)(北大)                                                                                      | IIW6 実行委員会                             | TEL 029-851-3354(6426)<br>iiw6_2018@nims.go.jp                                                            |                          |
| 9~12           | The 6th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2018)(倉敷) | 紛体工学会                                  | TEL 045-339-3959<br>http://ceramics.ynu.ac.jp/iccci2018/<br>iccci2018@ml.ynu.ac.jp                        |                          |
| 12~13          | 第52回 X線材料強度に関するシンポジウム(静岡)                                                                                                              | 日本材料学会                                 | TEL 055-243-6111<br>yatsushiro-vvm@pref.yamanashi.lg.jp                                                   | 講演<br>3.9                |

| 開催日             | 名称・開催地・掲載号                                                                                                                              | 主催             | 問合せ先                                                                                                    | 締切                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>2018年8月</b>  |                                                                                                                                         |                |                                                                                                         |                       |
| 5～8             | 15TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS—Structural Sector Approaches for New Functionalities and Durability—(北九州) | 傾斜機能材料研究会      | TEL 052-735-5293<br>fgms_2018@f-jast.or.jp<br>http://www.fgms.net/isfgms2018                            | abstract<br>2018.1.20 |
| 8～12            | 6th International Solvothermal & Hydrothermal Association Conference (ISHA2018) (東北大)                                                   | 東北大学 多元物質科学研究所 | TEL 022-217-6322<br>isha2018@grp.tohoku.ac.jp<br>http://www2.tagen.tohoku.ac.jp/general/event/ISHA2018/ | 発表<br>2.28            |
| <b>2018年9月</b>  |                                                                                                                                         |                |                                                                                                         |                       |
| 19～21           | 日本金属学会秋期講演大会(東北大学川内北キャンパス)(仙台)                                                                                                          | 日本金属学会         | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312<br>annualm@jim.or.jp                                                  |                       |
| <b>2018年10月</b> |                                                                                                                                         |                |                                                                                                         |                       |
| 14～18           | 第9回材料電磁プロセッシング国際シンポジウム(EPM2018)(兵庫)                                                                                                     | 日本鉄鋼協会         | TEL 03-3669-5932 ryo@isij.or.jp<br>http://www.epm2018.org/index.html                                    |                       |

◇ 日本金属学会 2018年 春秋講演大会 開催日程 ◇

春期講演大会：3月19日(月)～3月21日(水)～千葉工業大学新習志野キャンパス(参加申込締切：2月10日(土))

秋期講演大会：9月19日(水)～9月21日(金)～東北大学川内北キャンパス



事務局より

- ・ただいま春期講演大会(千葉工大)の事前参加(懇親会含む)登録を行っておりますので、ご確認下さい。
- ・金属学会セミナー・シンポジウムの参加募集を行っております(本号：34頁)。沢山のご参加をお待ちしております。
- ・各賞推薦依頼をしております(本号31頁)。是非、ご推薦下さい。
- ・まてりあ編集委員会では、本年より当該掲載記事の中から選んだ写真を表紙にてご紹介していきます。どうぞお楽しみ下さい。



**2017, 2018年度会報編集委員会** (五十音順, 敬称略)

|      |       |      |       |       |      |       |  |
|------|-------|------|-------|-------|------|-------|--|
| 委員長  | 山本 剛久 |      |       |       |      |       |  |
| 副委員長 | 大塚 誠  |      |       |       |      |       |  |
| 委員   | 赤瀬善太郎 | 足立 望 | 安達正芳  | 池尾直子  | 池田賢一 | 石本卓也  |  |
|      | 上田恭介  | 梅津理恵 | 榎木勝徳  | 大野直子  | 大森俊洋 | 小幡亜希子 |  |
|      | 木口賢紀  | 北村一浩 | 高坂典晃  | 近藤亮太  | 齊藤敬高 | 榊 浩司  |  |
|      | 佐々木秀顕 | 佐藤紘一 | 佐藤幸生  | 下島康嗣  | 杉浦夏子 | 杉田一樹  |  |
|      | 芹澤 愛  | 高木成幸 | 竹田 修  | 武田雅敏  | 田中智仁 | 田中秀明  |  |
|      | 田中康弘  | 田辺栄司 | 趙 研   | 佃 諭志  | 堤 祐介 | 寺井智之  |  |
|      | 寺西 亮  | 寺本武司 | 土井康太郎 | 永井 崇  | 長岡 亨 | 中川鉄水  |  |
|      | 仲村龍介  | 野山義裕 | 萩沢武仁  | 長谷川 誠 | 春本高志 | 本間智之  |  |
|      | 水本将之  | 宮崎秀俊 | 宮澤知孝  | 森田敏之  | 盛田元彰 | 森戸春彦  |  |
|      | 諸岡 聡  | 山中謙太 | 横田智之  | 横山賢一  | 吉矢真人 | 吉年規治  |  |
|      | 李 海文  | 和田 武 |       |       |      |       |  |

まてりあ 第57巻 第1号 (2018) 発行日 2018年1月1日 定価(本体1,700円+税)送料120円  
年間機関購読料金52,400円(税・送料込)

発行所 公益社団法人日本金属学会

〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32

TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312

発行人 山村英明

印刷所 小宮山印刷工業株式会社

発売所 丸善雄松堂株式会社

〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-18

# 高温真空 3000℃への挑戦

URL: <http://www.mechanical-carbon.co.jp/>

- 高純度カーボングラファイト部品(純度5ppm以下)
- C/C(カーボン・カーボン)材による精密加工
- カーボン成形断熱材、カーボンフェルト
- MGR回転式脱ガス装置用ローター
- 高温真空炉 炉内メンテナンス
- メカニカルシール、パッキン等の摺動部品修理・改造



炉の改修

ハイブリット成形断熱材



高断熱+省エネ

カーボンフェルト

カーボンヒーター、カーボン断熱材、高温真空炉内治具、消耗品等のご相談はスペシャリストにお任せください。

6面シート  
貼り



## メカニカルカーボン工業株式会社

本社: 247-0061 神奈川県鎌倉市台5-3-25 TEL. 0467-45-0101 FAX. 0467-43-1680

工場: 新潟工場・本社工場・野村工場(愛媛)・広見工場(愛媛) 事業所: 郡山・東京・大阪・松山・周南・福岡

お問い合わせEメール [mck@mechanical-carbon.co.jp](mailto:mck@mechanical-carbon.co.jp)

**EAG**  
LABORATORIES

各種表面分析受託サービスなら  
ナノサイエンス株式会社(EAGの日本支社)にお任せください。

GDMS分析  
世界シェア **No.1**



高感度不純物分析手法 GDMS ICPとは異なり固体のまま最小限の試料処理で直接分析ができます。

測定対象試料.....

高純度金属

合金・超合金

特殊金属

レアメタル・  
レアアース

カーボン及び  
黒鉛製造品

酸化物・炭化物・窒化物・  
硫化物などのセラミックス

各種半導体材料

太陽電池用シリコン

“世界の分析リーダー”の技術を日本で——

**NANO ナノサイエンス株式会社**

〒171-0021 東京都豊島区西池袋1-21-7 住友不動産池袋西口ビル7F

TEL. 03-5396-0531(代) FAX. 03-5396-1930

[E-mail]  
[analysis@eag.com](mailto:analysis@eag.com)

お問い合わせ・見積り・分析お申込みはHPから... <http://www.nanoscience.co.jp>

## 弾性定数 $C_{ij}$ 測定の実状と今後

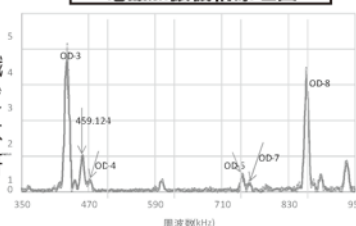
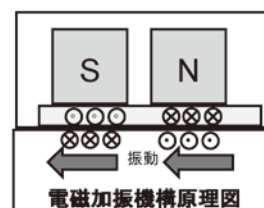
弾性定数(弾性スティフネス  $C_{ij}$ )の測定法は数種類あります。新素材開発時点で要求される小試料測定で最適な装置が電磁超音波共鳴(EMAR)式弾性率、弾性定数測定装置 CC II シリーズです。従来の RUS 法に比べて振動モードを特定して測定できることから、弊社では測定の可能性を以下のように順次拡大しています。

結晶構造: 立方晶→正方晶→六方晶→斜方晶→多結晶

試料形状: 立方体→直方体→円柱→小円薄板

試料材質: 磁性金属→非磁性金属→セラミックス→樹脂→木材

この進展には測定子構造、振動発生機構、解析手法などが複雑に絡んでいますが、材料組織と弾性の基本技術を高度に意識しながら解析する必要があります。組織構造のわずかな変化、不純物の混入などによる力学定数の変化から組織構造などを解明する方向への研究にも利用されそうな予測があります。これらの前進には、材料の最先端研究者と装置メーカーとの連携は欠かせません。ぜひとも最先端研究においてご利用いただきつつ、ご指導いただきますと幸甚です。



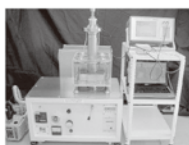
10φ × 2mm アルミ合金の振動

**$C_{ij}$  測定は力学特性から組織解明を可能に**

### 電磁超音波共鳴式 弾性率・弾性定数装置 CC II - シリーズ

- 異方性単結晶から多結晶体まで
- 弾性定数(弾性スティフネス  $C_{ij}$ )も弾性率も
- 5mm 程度の立方体、直方体から円柱、円板、薄板(0.2mm)まで
- 室温用、高温用  
(常用 1000°C 最高 1200°C)
- 阪大基礎工 平尾・荻研開発

CC2-HT



**弾性率と内部摩擦の高温測定で最高の装置**

### 高温弾性率等同時測定装置 EG-HT

- 最も信頼性の高い高温測定が可能。  
粘性による振動数依存誤差が最小。
- 強力共振機構で難共振材に対応。  
難共振時の偽振動が最少。
- 多くの測定条件、測定項目に対応。  
ヤング率、剛性率測定  
ポアソン比算出  
温度依存性、ひずみ依存性  
2 種の内部摩擦測定
- 最高 1200°C EG-HT&LT



**室温や比較的低温で最も信頼性の高い装置**

### 自由共振式弾性率、内部摩擦測定装置 JE-RT (ヤング率) & JG-RT (剛性率)

- 高精度・簡単操作・高再現性・迅速測定  
非接触加振、非接触検出  
試料も置くだけ
- 幅広い試料形状(室温装置)  
短冊状でも細線・丸棒でも  
薄く・小さいものから厚く長いものまで

JE-RT  
& JG



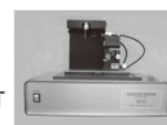
**他の試料形状や測定目的に対応**

### その他の製品

- ▼ 薄板・細線用弾性率測定装置 TE, TG シリーズ
- ▼ 縦共振式ヤング率測定装置 VE シリーズ
- ▼ 圧電共振式弾性定数測定装置 CC シリーズ
- ▼ インパクト式ヤング率測定装置 IE シリーズ
- ▼ 強制振動式内部摩擦測定装置 MS シリーズ  
(メカニカルスペクトロメータ)
- ▼ 共振式薄板疲労試験装置 RF シリーズ

IE, VE を除き、  
高温用 (\*-HT) あります。

RF-RT



共振法応用の弾性率や内部摩擦等の物性測定・試験・計測装置の開発専門企業

日本テクノプラス株式会社 <http://www.nihon-tp.com/>

06-6390-5993 info@nihon-tp.com 〒532-0012 大阪市淀川区木川東 3-5-21 第3丸善ビル