

Materia Japan

■ ミニ特集「金属系材料の超精密 3次元積層造形技術の最前線」

まてりあ

Vol.56 MTERE2 56 (12) 685~732 (2017)

2017 **12**

全自動シリアルセクションング 3D顕微鏡

Fully-automated serial sectioning 3D microscope

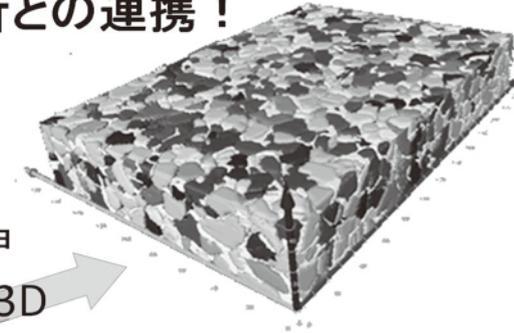
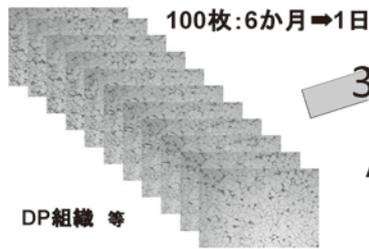
Genus_3D™

効率的な材料内部組織の三次元可視化！
マテリアルズインフォマティクスによる
材料ゲノムの解析との連携！

Nakayamadenki Co.,Ltd.



Genus_3Dによる逐次研磨像



AIによる高速処理

更に高度な追加処理

組織特徴の数値化

- | 3D | 2D |
|-------|------|
| ・粒径 | ・粒径 |
| ・体積率 | ・面積率 |
| ・表面積 | ・真円度 |
| ・数密度 | ・凸度 |
| ・連結性 | |
| ・分岐性 | |
| ・曲率 等 | |

国内総発売元



株式会社 新興精機

<http://www.shinkouseiki.co.jp>

大阪営業所

〒564-0052

大阪府吹田市広芝町7-26 米澤ビル第6江坂301号

TEL:06-6389-6220 FAX:06-6389-6221

営業窓口:池内 oosaka@shinkouseiki.co.jp

試験雰囲気ガス中の酸素濃度のコントロール・測定に!!

高濃度 (10^5 PaO_2) から極低濃度 (10^{-25} PaO_2) まで酸素をコントロール測定します。

酸素分圧 & 雰囲気制御試験炉



SiOAF-200C

NEW

管状炉付酸素分圧
コントローラー

- 簡便な GUI によりタッチパネル、ネットワーク、PC から容易に温度、雰囲気、酸素分圧等のプログラムパターン運転が可能です。
- 酸素分圧コントロールユニット (オプション) の付加により高濃度 (10^5 Pa) から極低濃度 (10^{-25} Pa) までの酸素分圧を制御できます。
- 最大3ガス種までの雰囲気ガスを接続し、任意のタイムプログラムにて雰囲気調整できます。
- 均熱長 120mm / 1ゾーン制御炉から均熱長 300mm の3ゾーン制御炉まで対応できます。

SiOC-200CB
(循環型)



酸素分圧コントローラー

- 本装置はジルコニア式酸素ポンプに不活性ガスを流し、ガス中の酸素濃度を制御します。
- 酸素濃度のコントロールは酸素ポンプと酸素センサーを組み合わせた PID 式フィードバック回路により制御されます。
- 不活性ガス中の酸素濃度は $10^5 \sim 10^{-25} \text{ PaO}_2$ (タイプ C 循環型) の範囲で制御します。

特注品 (流量、試料処理部付 / イメージ炉、
真空チャンバー) などにも対応します。

SiOS-200C
(コンパクトタイプ)



高感度酸素センサー

- 極低酸素分圧領域 $10^5 \sim 10^{-25} \text{ Pa}$ における研究開発に使用できます。
- 高分解能測定回路の採用により、測定レンジの切替をせずに、広範囲酸素分圧をダイレクト測定できます。
- 測定ガスサンプリングポンプを付属したタイプ (SiOS-200P) も揃えています。



エステーラボ株式会社

E-mail: info@stlab.co.jp / URL: <http://www.stlab.co.jp>

TEL: 029-219-5675 FAX: 029-219-5676

◎ 会告原稿締切：毎月1日



翌月号(1日発行)掲載です。

- 支部行事：shibu@jim.or.jp
- 本会記事：stevent@jim.or.jp
- 掲 示 板：materia@jim.or.jp

ミニ特集「金属系材料の超精密3次元積層造形技術の最前線」

| | |
|--|-----|
| 企画にあたって 梅津理恵 大塚 誠 寺西 亮 | 685 |
| 金属系材料の3次元積層造形技術の基礎 小泉雄一郎 千葉晶彦 野村直之 中野貴由 | 686 |
| 金属積層造形技術に関する研究および開発の進展 佐藤雄二 塚本雅裕 | 691 |
| 金属材料の積層造形における加工現象評価 佐藤直子 瀬渡直樹 清水 透 中野 禪 | 695 |
| AM 実用化拡大に向けた技術開発 樋口官男 | 699 |
| 金属粉末積層造形法を活用した高性能部材の開発 中本貴之 木村貴広 四宮徳章 | 704 |
| <hr/> | |
| はばたく これまでの道 ドアン ティーフィン | 708 |
| <hr/> | |
| 研究室紹介 九州大学大学院工学研究院 材料工学部門 材料反応工学大講座 齊藤敬高 | 709 |
| <hr/> | |
| 学会・研究会だより 第18回 KIM-JIM シンポジウム開催報告 土谷浩一 | 710 |
| <hr/> | |
| 委員会だより 男女共同参画委員会10周年記念シンポジウム 梅津理恵 | 711 |
| <hr/> | |
| 本会記事 | |
| 会告 | 712 |
| 金属学会シンポジウム | 719 |
| 金属学会セミナー | 720 |
| 支部行事 | 722 |
| 掲示板 | 722 |
| 研究集会 | 724 |
| 会誌・欧文誌12号目次 | 725 |
| 新入会員 | 726 |
| 次号予告 | 726 |
| 2018・2019年度代議員候補者選挙投票のご依頼 | 726 |
| 行事カレンダー | 729 |

会誌・欧文誌・まてりあの投稿規定・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参照下さい。
<http://jim.or.jp/>

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つては、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。

社会を変えた 強力磁石の発明・事業化物語

岡本篤樹 著
四六判

2017年10月 1,800円 (税別)

発行所名: アグネ技術センター
ISBN: 978-4-901496-90-2

〒107-0062

東京都港区南青山5-1-25 北村ビル

TEL: 03-3409-5329

FAX: 03-3409-8237



1982年、日本で発明された世界最強の永久磁石「ネオジム磁石」は、広範な分野で使われ社会を変える原動力になった。ノーベル賞候補に名を連ねるネオジム磁石の発明者・佐川眞人の発想と、量産化に踏み切った経営者の英断を詳細に語り、「発明とは何か」「イノベーションを起こすには何が必要か」を問い直す。

鉄の事典

増本健 他 編

A5判 上製820頁

2014年12月 本体22,000円 (税別)

発行所名: 朝倉書店

ISBN: 978-4-254-24020-7 C3550

〒162-8707

東京都新宿区新小川町6-29

TEL: 03-3260-7631

FAX: 03-3260-0180

URL: <http://www.asakura.co.jp/>



社会を支える基盤材料であり、人類との関わりも長く、産業革命以降は飛躍的にその利用が広まった「鉄」の文化史・性質・製造から利用まで全てがわかる事典。建築物・自動車・鉄道・生活用具など様々な分野での利用や鉄の将来に至るまでわかりやすくまとめた。読者の関心に応じて鉄に関して一通りのことがわかるよう3部構成で編集した。

シランカップリング剤の使いこなし ノウハウ集

群馬大学 海野雅史、
大阪工業大学 中村吉伸 他 全50名

A4判・384頁

2016年1月 本体価格80,000円 (税別)

発行所名: (株)技術情報協会

ISBN: 978-4-86104-610-0

〒141-0031

東京都品川区西五反田2-29-5

日幸五反田ビル8F

TEL: 03-5436-7744

FAX: 03-5436-7745

URL: <http://www.gijutu.co.jp/>



シランカップリング剤の種類・特性・反応メカニズムから処理層の構造解析や反応状態評価まで基礎知識を網羅。表面処理、改質、ぬれ・接着性向上…など目的ごとにカップリング剤の選択ポイントや調製・処理法を各社の事例とともにまとめた1冊。

新版 はじめての電子状態計算

DV-X α 分子軌道計算への入門

足立裕彦・小笠原一禎・小和田善之・
坂根弦太・水野正隆 著

B5判 284頁

2017年11月 3,000円 (税別)

発行所名: 三共出版

ISBN: 978-4-7827-0767-8

〒101-0051

東京都千代田区神田神保町3-2

TEL: 03-3264-5711

FAX: 03-3265-5149

URL: <http://www.sankyoshuppan.co.jp/>



分子軌道法の概要からコンピュータに対応したプログラム使用法、さらに計算実習まで！これさえあれば簡単に電子状態計算が始められます。初版刊行以来約20年間に開発・進化を遂げたプログラムならびに本文を全面改稿しました。(プログラム付)

図解よくわかる「都市鉱山」開発

—レアメタルリサイクルが拓く資源大国への道—

原田幸明・醍醐市朗著

A5判・152頁

2011年 1,800円 (税別)

日刊工業新聞社

ISBN: 978-4-526-06648-1

〒103-8548

東京都中央区日本橋小網町14-1

TEL: 03-5644-7410

FAX: 03-5644-7400

URL: <http://pub.nikkan.co.jp/>



都市で大量に廃棄される使用済み工業製品にはレアメタルなどの貴重な金属資源が多く含まれており、「都市鉱山」と呼ばれ貴重な資源として注目される。「都市鉱山」からのレアメタルのリサイクルの課題とビジネスとしての可能性を解説し、新しい資源大国への道を提示する。

書籍ガイド・広告募集!

かねてより会員読者より要望されておりました
「書籍」情報を発信する広告特集です。

掲載料金1コマ(1/6頁) ¥18,000(税別)

今回は、6月号(6/1発行)に掲載致します。

＜広告掲載のお問い合わせ・お申込み＞

株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル

TEL (03) 3546-1337 FAX (03) 3546-6306

E-mail info@meihosha.co.jp

HP <http://www.meihosha.co.jp>

遊星型ボールミル “PREMIUM LINE”

モデル P-7 **新型**



特色

1. 従来弊社P-7と比べて250%の粉碎エネルギーUP。
自転公転比：1：-2. Max 1,100/2200rpm
粉碎エネルギー：Max 94G(現状P-7：46.08G)
2. 容器は本体内に。
外部に飛び出す危険は無し。
3. 搭載容器も20, 45, 80ml
の3種類。
材質は従来どおり多様。
雰囲気制御容器も
各種用意。



容器がセットされる様子。

従来型ボールミル “CLASSIC LINE”

premium lineと並んで従来どおりの
遊星型ボールミルトリオも併せて
ご提供いたします。



フリッチュ社が開発した
遊星型シリーズの
パイオニア機種。

世界で初めて容器ひとつで
遊星運動に成功した
昨年度のベストセラー機種

少量試料を対象にした
パワフルな機種

全機種共通の特長

- 雰囲気制御容器以外の通常容器、ボールの材質は、ステンレス、クローム、タングステンカーバイド、メノー、アルミナ、ジルコニア、窒素ケイ素、プラスチックポリアミドの8種類。
- 乾式、湿式の両粉碎も可能。
- ISO9001、CE、TÜVの国際安全基準をクリアー



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

**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



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

企画にあたって

梅津理恵* 大塚 誠** 寺西 亮***

現代のグローバル市場における、価値の高い製品や部品を少量かつ多品種製造できるものづくり技術のニーズに対応して、「積層造形技術」が脚光を浴びている。積層造形は、3次元造形物の新しい製造方法として1980年代に発案されて以来、その有用性が大いに期待されており、世界中で実用化が検討されてきた。近年は、インターネットや3次元CADの普及、低コスト化などにより、積層法の技術を取り巻く環境が大きく変化し、今後ますます発展していくものと思われる。対象となる材料は樹脂、金属やセラミックスなどであるが、先行する樹脂系材料の造形技術や3Dプリンティングに続き、金属系材料においてもこの積層技術の進展は特に目覚ましい。金型・鋳造・切削技術等のこれまでのプロセスとは全く異なり、複雑形状品でさえも3次元データから直接造形できることから、製造業革命の予兆さえ感じられる。今回のミニ特集では、材料を金属に限定し、積層造形技術の材料や製造法などの基礎的な研究に関する最新の成果や積層造形による製造物の評価、さらには各種部品の応用など5つのトピックスを厳選し、各分野の気鋭の専門家にご解説いただいた。本分野を専門としていない研究者や学生にとってもわかりやすい記事をご執筆いただいたことで、より多くの本学会会員に「金属系材料の積層造形技術」に関する最新の知識と理解を深めていただけるものと期待している。

前半の3件は、積層造形技術の基礎に関する記事を集めた。小泉雄一郎准教授、千葉晶彦教授、野村直之准教授(東北大学)、中野貴由教授(大阪大学)には、「金属系材料の3次元積層造形技術の基礎」と題して、金属を原料とした積層造形技術の概要をご解説いただいた。専門用語の由来や背景なども含めた基本的な内容を踏まえ、金属を原料とした各種積層造形法の原理や特徴、また、製造された金属積層造形物の特徴などをご紹介いただいた。佐藤雄二特任講師、塚本雅裕教授(大阪大学)には、「金属積層造形技術に関する研究および開発の進展」として、レーザを用いた金属積層法を中心に、最新の研究動向と応用に向けての今後の課題等をご解説いただいた。また、具体的な事例として身近な電化製品の製造に应用展開されている例をご紹介いただいた。佐藤直子氏、瀬渡直樹氏、清水透氏、中野禪氏(産業技術総合研究所)には、「金属材料の積層造形における加工現象評価」と題して、選択的レーザ溶融法による積層造形時に生じる金属粉末の溶融凝固現象を直接的に評価するX線透視観察法につい

てご説明いただいた。本手法は積層造形における加工時のトラブルとなる現象の解析に有用とされており、一例として溶融凝固時に生じるポーリング現象をその場観察した結果についてご紹介いただいた。後半の2件は応用の観点からの記事であり、樋口官男氏(NTTデータエンジニアリングシステムズ)には、「AM実用化拡大に向けた技術開発」と題して、粉末レーザ溶融型金属積層造形機を用いて実際に製造したNi-Cr-Coの機械特性に関する実験データや、溶融・凝固されなかった粉末のリサイクル材とその造形物の組成や機械強度に関する研究の成果をご紹介いただいた。最後に、中本貴之氏、木村貴広氏、四宮徳章氏(大阪産業技術研究所)には、「金属粉末積層造形法を活用した高性能部材の開発」と題して、宇宙や自動車、機械産業分野等への応用が期待されている、アルミニウム材料の積層造形技術についてご説明いただいた。ヒートシンクへの応用に向けて伝熱性能の数値解析や実験結果、さらには具体的な開発事例についてご紹介いただいた。

本特集を企画するにあたり、本特集の趣旨に賛同し、ご多忙にも関わらず執筆をご快諾いただきました著者の先生方と、ご協力をいただきました第3分科の編集委員の皆さまに、この場をお借りして心より御礼申し上げます。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
梅津理恵

2000年 東北大学大学院工学研究科材料物性学専攻博士課程後期3年の課程
修了 日本学術振興会特別研究員(PD)、CREST研究員等を経て

2007年 東北大学多元物質科学研究所 助教

2010年 東北大学金属材料研究所 助教

2013年 東北大学金属材料研究所 特任准教授

2016年 東北大学金属材料研究所 准教授-現職

専門分野: 磁性材料, 金属物性

◎ハーフメタル型電子状態を有するホイスラー合金, メタ磁性形状記憶合金, 垂直磁化膜用強磁性材料, およびスピントロニクス向け Mn 基反強磁性材料などの磁気物性に関する研究に従事。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★



梅津理恵



大塚 誠



寺西 亮

* 東北大学金属材料研究所; 准教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)

** 東北大学多元物質科学研究所; 准教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)

*** 九州大学工学研究院; 准教授(〒819-0395 福岡市西区元岡744)

Frontier of Ultra-precise Additive Manufacturing for Metallic Materials; Rie Y. Umetsu*, Makoto Ohtsuka** and Ryo Teranishi***
(*Institute for Materials Research (IMR), Tohoku University, Sendai. **Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), Tohoku University, Sendai. ***Kyushu University, Fukuoka)

Keywords: additive manufacturing, melting-solidifying phenomenon, mechanical strength, heat transfer performance

2017年10月3日受理[doi:10.2320/materia.56.685]

金属系材料の3次元積層造形技術の基礎

小泉雄一郎^{*} 千葉晶彦^{*} 野村直之^{**} 中野貴由^{***}

1. はじめに

3Dプリンター、積層造形、アディティブマニュファクチャリング等と称される一連の技術が、設計から生産までの期間の大幅な短縮、一品一品のサイズ・形状が異なる部材を大量生産するマスカスタマイゼーション、部材形状の複雑さに依存しない製造時間とコストなどを可能とする革新的製造技術として注目されている⁽¹⁾。積層造形技術は、造りたい3次元体の2次元スライス形状に沿って材料を結合させた層を形成し、それを積み上げて結合していくことで3次元形状をもつ造形体を得る技術であり、一般には3Dプリンターとして知られる。これまでは、鑑賞、3次元形状確認の支援、製品を製造する前の試作等を目的とした造形に用いられ“Free Form Fabrication”や“Rapid Prototyping”と呼ばれてきたが、最近では、材料を逐次付加して3次元形状を得て工業製品等の実用部材を製造する種々の技術と併せて Additive Manufacturing (AM, 付加製造) 技術と総称され世界中で注目されている。AM技術では、铸造、切削、塑性加工といった従来の成形加工技術では実現が不可能あるいは極めて困難な形状でも成形が可能である。そのため例えば、設計上は最高の部材性能を得るために最適とわかっているも工程上の制限により実現しなかった形状に材料を成形することが可能である。加えて、従来と同じ形状の部材を製造する場合でも、(i)材料消費の歩留まりがよい。(铸造では押し湯や溶湯の流路で凝固して廃棄される部分、切削加工では切削粉として廃棄される部分があるのに対し、AMでは実部材と少量の支持部材を構成するのに必要なだけの材料のみが消費され、材料の消費を最小限に留めることができる。)、(ii)部品の在庫をなくせる。(造形用の材料とCADデータがあればいつでも部材を製造できるため、金型を用いた大量生産の場合のように予備部材の在庫をもつ必要がない。)、(iii)輸

送時間・エネルギー・コストの削減(現状では大工場で製造された部材が各地の組立工場に輸送されているものを、各地に造形装置を置き原料のみを貯蔵しておけば、データを転送して造形することにより現地で必要な部材を必要なだけ製造でき、輸送の時間、エネルギー、コストが抑えられる。)などの利点があり、製造業界で強い関心を集めている。

しかしながら現状で実用化されている製品は、装飾品などの形状や外観が重要で大きな耐荷重を必要としない用途や、破損しても深刻な問題とならない用途などに限られ、広い用途で従来製法を代替するには至っていない。金属材料のポリマーやセラミックスに対する最大の優位性である強靱性を活かした用途での金属積層造形の実用化には高い耐久性の保証が求められる。さらに言えば、積層造形体の強度や機能が従来製法で得たものより優れる場合も多く⁽²⁾、積層造形プロセス特有の組織形成を活用し、優れた材料が得られることも期待されている。そのような優れた特性を再現性よく発現させ積層造形の可能性を十分に発揮させるためには、造形条件-組織-特性-性能の相関に関する知見を蓄積し、造形物の特性の支配因子を解明し、特性保証の指針を確立することが必要である。そのためにはまず、現在の金属積層造形プロセスの基本的原理とその中で生じる物理現象を正しく理解することが不可欠であり、金属学の各分野の専門家の参画と協力体制の構築が望まれる。本稿では、そのような協力の機会となることを期待して、金属系材料の積層造形技術の基礎について紹介する。

2. 付加製造(AM)技術の種類と金属積層造形

国際標準化機構による用語定義(ISO 52900)では、AM技術は、3Dモデルデータから部材を製造するために材料を結合するプロセスと定義され、以下の7つのカテゴリー、即ち、Binder Jetting (BJT, 結合剤噴射)、Directed Energy

* 東北大学金属材料研究所；1)准教授 2)教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)

** 東北大学大学院工学研究科；准教授

*** 大阪大学大学院工学研究科；教授

Fundamentals of Metal 3D Printing Technologies; Yuichiro Koizumi*, Akihiko Chiba*, Naoyuki Nomura** and Takayoshi Nakano*** (*Tohoku University, Sendai. **Graduate School of Engineering, Tohoku University, Sendai. ***Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita)

Keywords: additive manufacturing, 3D-printing, powder bed fusion (PBF), directed energy deposition (DED), electron beam melting (EBM), selective laser melting (SLM)

2017年9月11日受理[doi:10.2320/materia.56.686]

Deposition (DED, 指向性エネルギー堆積), Materials Extrusion (MEX, 材料押出), Material Jetting (材料噴射, MJT), Powder Bed Fusion (PBF, 粉末床溶融結合), Sheet Lamination (SHL, シート積層), Vat Photo-Polymerization (VPP, 液槽光重合)に分類されている。尚, 括弧内のアルファベット3文字の頭字語は, 2017年8月現在ISOにて検討されている略称であり, 他分野で用いられている略称との混同を避けるため2語からなる用語でも3文字で表されている。略称の後の和語は, ISO52900 (Additive Manufacturing, Terminology)に対応する日本工業規格(JIS)の用語として提案されているものである。これらのうち金属材料に適用されているのは, BJT, DED, PBF, である。1990年代にはBJTの金属積層造形が主流であり, 現在でも活用されているが, 最近の主流はDED, PBFとなっている。以下に, これら2つの積層造形法の基礎的原理と特徴を解説する。尚, 「積層造形」という用語は日本で普及しておりAMと同じ意味で用いられている。しかしAMは積層を前提としてはおらず, ISO52900でも「ほとんどのAMでは層を形成する」と説明されており, 「積層造形」は「AM」のうちの層を形成するタイプのものを指す。一方, “manufacturing”には, 試作や形状確認ではなく「(製品を)製造する」という意味が込められており「製造」と訳すとその意味が保たれるので「付加製造」が“AM”が持つのとほぼ同じ意味をもつ。(因みに中国語でAMを表す用語は「増材製造」である)。ただし, 現在のAM技術の殆どが積層技術であり, 本稿で扱う技術も全て層を重ねるものであること, また現状普及している用語であることから, 「金属積層造形」の語を用いて解説する。

3. 指向性エネルギー堆積法(DED)

DEDでは, 材料を付加したい部分に, ワイヤーの繰り出しや粉末の噴射により造形用材料を供給しながら高エネルギービームを照射することで, 下地材料もしくは下地材料と付加する材料の両方を溶融させ造形物を構成するための材料を堆積させる(図1)。これを, 材料堆積位置が造形物形状に沿って連続的に移動するように材料供給デバイスとビーム源を基材に対して相対的に移動させて行うことで立体的造形物を

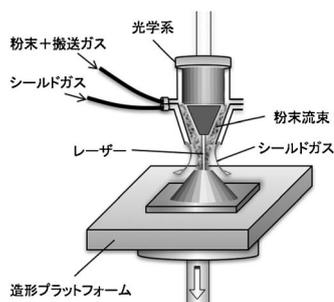


図1 指向性エネルギー堆積方式の金属積層造形プロセスの模式図。

得ることができる。多くのDEDでは, ビームにレーザーが用いられ, 材料は粉末として供給される。粉末は不活性ガスの流束によって搬送される。その他にも, エネルギービームに電子ビームやプラズマアークを用い, 材料がワイヤとして供給されるものがある。ほとんどのDEDでは, 基材にビームが照射されて溶融池が形成され, その溶融池に金属粉末やワイヤが注入され材料が付加される。これらのDED方式の積層造形は, レーザ肉盛り(Laser Cladding)としてタービン翼や金型などの高付加価値の金属部材の補修に用いられてきた技術を応用したものである。一部の粉末は空中でレーザー照射を受け溶融した状態で付加される。最近, その現象を積極的に利用して, 粉末を空中で溶融させて基材に付加する方式のDEDも開発されている。

DED方式の造形装置は, 国内外の装置メーカーから市販されており各社で改良や新技術の開発が続いている。切削加工を行うマシニングセンターに組み込み, DEDで付加した材料を研削して仕上げる装置も複数のメーカーから販売されている。また既存のマシニングセンターにDED機能を追加するデバイスも存在する。DEDは, 後述するPBFと比べ, 使用できる粉末の許容範囲が広い。さらに, 粉末搬送過程で複数種の粉末を混合できるため, 混合比率を変化させながら造形することで, 傾斜機能材料も製造できる。

造形用材料をワイヤとして供給するタイプのものや, 熱源をレーザーではなくアークプラズマや電子ビームとしたものも存在する。ワイヤ供給式の造形精度はあまり高くないが, 供給材料のほぼ100%が造形物に使用され, 粉末を用いる場合に比べて材料消費の歩留まりがよく, 気孔生成の確率も低いことから, 精度よりも緻密さが重要な用途で有用である。電子ビームを用いるDEDは, 真空雰囲気で行う必要があり搬送ガスが使えないため, 材料供給は必然的にワイヤ供給式となる。このタイプのものに米国Sciaky社のElectron Beam Additive Manufacturing (EBAM)がある。アーク溶接を応用したWire Arc Additive Manufacturing (WAAM)は, 溶接装置とトーチ位置制御ロボットで構成される。造形用材料をアーク生成の電極とするMetal Inert Gas (MIG)溶接が可能な場合は, アークの中心から材料が供給される。チタン合金など, 造形用材料を消耗電極にするとアークが不安定となる場合には, 非消耗タングステン電極でアークを発生させ造形用材料のワイヤを脇から供給するTungsten Inert Gas (TIG)溶接が用いられる。

これらのDED方式の積層造形では, 必要な部分にだけ材料を供給すればよく, 積層厚さは後述するPBF方式の積層造形に比べて大きいこと等から, 造形速度が速く, 大型部材の造形に適している。例えばEBAMでは5m以上の部材の製造がなされている。

4. 粉末床溶融結合法(PBF)

微細な構造を有する部材の造形にはPBFが適する。PBFでは, 造形プラットフォーム(Build Platform)と呼ばれる平

らな金属板の上に原料粉末が敷き詰められ、粉末床 (Powder Bed) と呼ばれる粉末の層が作られる。その層に対し、レーザあるいは電子ビームを、造形物の2次元スライス形状に沿って走査しながら照射することで粉末粒子が溶融して緻密化された材料の層が形成される。一層分の走査が完了すると、造形プラットフォームが積層厚さ分だけ下降し、そこに新たに粉末層が形成される。その新しい粉末層に対して、一層上の高さの2次元スライス形状に沿ってビームが走査され、層内の粉末粒子が結合されて緻密化されるとともに下層にも結合される。これを繰り返して3次元造形物を得ることができる。この基本的な機構は Texas 大学 Austin 校にて開発された。最初はポリマーの粉末を炭酸ガスレーザで加熱して造形がなされたが、ビームの高出力化等により金属にも適用されるようになった。当初、粉末粒子は溶融せずに焼結されるに留まっていたため、この方式は“Selective Laser Sintering (SLS)”等と呼ばれ、造形物は気孔を多く含むものであった。後に、ファイバーレーザや電子ビームといった高出力のビームを用いて粉末粒子を完全に溶融させて造形することで、気孔率の低い造形物が得られるようになり、レーザを用いたものは“Selective Laser Melting (SLM)”，電子ビームを用いたものは“Electron Beam Melting (EBM)”と、「溶融」を明示する名称で呼ばれるものが登場した。尚、論文等では、EBM を SLM に対応させ、Laser を意味する L を Electron Beam を表す EB に置き換えた“SEBM”も用いられる。さらにビームの種類にかかわらず、“Melting”よりもよりプロセスの特徴を反映し、溶融だけでなく凝固、結合までを意味する“Fusion”を用いて、Powder Bed Fusion (PBF)と呼ぶことが ASTM で決定され ISO でも合意された。さらに用いるビームの種類や材料を表す頭字語と組み合わせ、例えば金属レーザ積層造形を LB-PBF-M (LB: Laser Beam, M: Metal)等と称することも提案されているが未だ普及はしていない。本稿では、レーザ積層造形と電子ビーム積層造形を意味する略称として、広く普及している“SLM”と“EBM”を用いて解説する。

(1) PBF における金属粉末の溶融凝固

PBF での原料粉末には通常ガスアトマイズ粉が用いられる。これは、粉末を供給する過程および平坦で均一な粉末層を形成する際に高い流動性が要求されるためである。ガスアトマイズ粉は、水アトマイズ、粉碎、化学反応等で得られる粉末に比べ真球度が高く流動性が高く PBF に適している。ガスアトマイズにより球状粒子を得るのが難しい場合には、個々の粉末粒子を後処理で再び溶融凝固させて真球に近づけるプロセスも開発されている。最近では、ガスアトマイズに用いられるガスが気泡として粉末粒子内に存在し、それが造形物中に残存することが、造形条件を最適化しても無くせない欠陥の原因となることが見出された。そのため、遠心力で溶融金属液滴を飛散させて粉末を得るプラズマ回転電極法で製造された粉末が、気泡を含まない粉末として関心を集めている⁽³⁾。

粉末粒子に照射されたビームは、ビーム種、波長、エネルギー、材料、粉末形状、粉末表面状態により決まる吸収率で粉末粒子に吸収され温度が上昇し融点以上に達すると溶融が生じる。生成した融液は、周囲の粉末粒子および既にビームが照射され溶融凝固した部分の再溶融で生成した融液と結合するとともに、流動して側面や下層と融合する。ビーム出力と走査速度が適切であれば幅が粉末粒子の数倍～数十倍に走査方向に伸張した溶融池を形成し、溶融池は走査速度と同じ速度で移動する。溶融池のサイズ・形状が安定して移動すると連続したビードが形成される。隣接するビードが結合するような走査線間隔でビーム走査を繰り返すことで、2次元スライス形状をもつ緻密層が形成される。ビーム出力や走査速度が不適切だと、気孔や亀裂等の欠陥が生じる。以下では SLM と EBM の特徴を熱源の違いに関連づけて説明する。

(2) レーザ積層造形 (SLM)

SLM (図 2(a))は、レーザを熱源とする PBF 方式の AM 技術である。金属積層造形で最も多く、ドイツを中心に各国のメーカーから多数の装置が販売されており、国内にも複数の SLM 装置メーカーがある。現在多く用いられているレーザは出力約 400 W～1 kW のファイバーレーザである。発生したレーザは、ガルバノスキャナーによって走査される。造形には粒子径 10～40 μm 以下と後述の EBM に比べ微細な粉末が使用される。用いる粉末粒子が小さいと、PBF で造形が安定する積層厚さも小さくなる。積層厚さが小さいと造形速度も遅くなるがその分だけ造形物の表面粗さを小さくすることができ、微細な構造の造形も可能となる。研究レベルでは、平均粒子径 10 μm 以下の粉末を用いて造形した例もある⁽⁴⁾。

レーザの走査で材料が連続的に溶融凝固するという意味で、SLM 中の溶融凝固はレーザ溶接中のそれと類似するが、両者の間にはいくつかの大きな違いがある。バルクの接合を目的とするレーザ溶接では突き合わされた接合面全体を溶融させるための深い溶け込みが必要となる。したがってレーザ溶

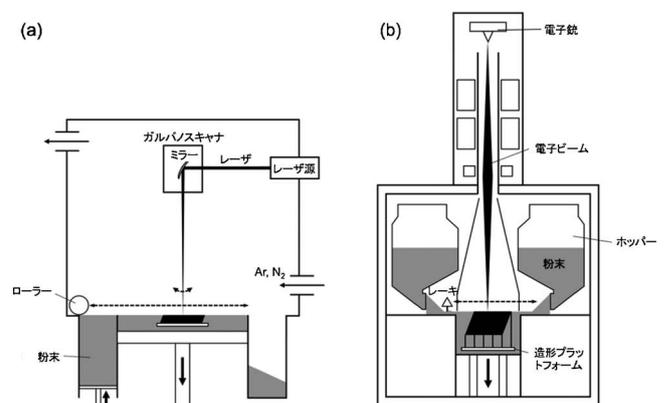


図 2 粉末床溶融結合 (PBF) 方式の金属積層造形装置の模式図。(a) レーザ積層造形 (SLM), (b) 電子ビーム積層造形 (EBM)。

接では、高エネルギーのレーザーによる金属の蒸発とその反力で溶融池が凹み、そこにさらにレーザーが照射されることで「キーホール」と呼ばれる深い空洞を形成し深い溶け込みを得ている。一方、SLMでは粉末粒子1~2個分の厚さの粉末層と緻密なバルク部分の表面を、凝固後に空隙が生じない程度に溶融させるため、ビームの単位走査距離当りの入熱量はレーザー溶接の場合に比べて大幅に小さい。こうした違いは、凝固速度、温度勾配、溶融池内の流動などに影響し、凝固組織を通じて材料特性にも影響すると考えられる。

(3) 電子ビーム積層造形(EBM)

EBM(図2(b))は、基本的にはSLMのレーザーを電子ビームに置き換えたものと言え、両者間には共通点が多いが、ビームの性質の違いに由来した違いがある。特に重要な違いとして真空中で造形することによる酸化の抑制が挙げられ、その他、吸収効率、走査速度、粉末への要求特性等が異なる。これらの違いが、造形速度や造形物の材料組織、特性、表面粗さなどの違いに繋がる。

EBMの電子ビームは、電子顕微鏡や電子ビーム溶接と同様の電子銃で生成される。即ちタングステンあるいはLaB₆、CeB₆等で構成される陰極の加熱で発生する熱電子が加速されビームとなる。電子ビームは磁界コイルにより収束・偏向され粉末に照射される。現行のEBMで用いられる加速電圧は60 kV、ビーム電流は1~100 mAで、低出力型の電子ビーム溶接のそれらと同等である。電子顕微鏡と比べると、加速電圧は走査電子顕微鏡(1~30 kV)と透過型電子顕微鏡(100~1000 kV)で用いられるものの中にある。照射電流は、電子顕微鏡で用いられる10⁻¹²~10⁻⁷ Aと比べて、10⁵~10¹⁰倍程大きい。したがって電子顕微鏡ではビーム径が1 nm程度であるのに対し、EBMのビーム径は10⁵倍程度大きく約0.1~1 mmと、造形に用いられる粉末粒子サイズと数倍となっている。

EBMに用いる粉末の粒子径は分級により40~150 μm程度に調整される。SLMと同様に粉末の流動性が必要であり、形状は真球に近く、サイズの分布が単分散である粒子が望ましい。EBM用の粉末粒子がSLM用のものよりも大きい理由にはいくつかあるが、造形後の粉末回収における粉塵爆発の回避が最も重要である。粒子径の大きな粉末を用いることで、現状では造形物の表面がSLMで得られるものよりも粗くなる。大きな粉末粒子を用いることには、粉塵爆発を避けること以外にも、積層厚さを大きくし、造形速度を大きくできる利点もある。EBMでは粉末層形成後に、粉末を予備加熱する。予備加熱後の粉末粒子同士は弱く結合しており、造形直後の造形物周囲の粉末粒子は、ヘラで搔くと崩れる程度の強度で固まっている。その固まりは、同じ造形用粉末を圧縮空気で噴射されることで解砕される。その際、粉末粒子同士の衝突で発熱し爆発が生じる恐れがあり、粉末粒子が小さいほどその危険性は増す。この粉塵爆発の避けることが、EBMにて粒子径の大きな粉末が使用される理由の一つとなっている。解砕された粉末は再度分級され再利用され

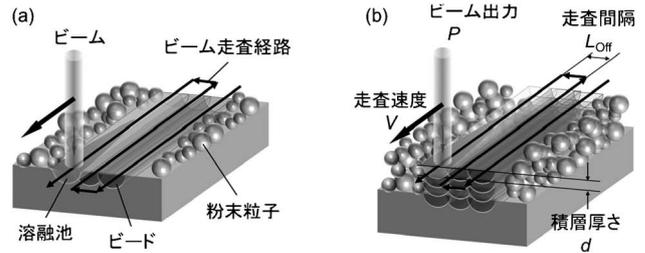


図3 PBFプロセスの模式図。(a)第一層目の形成、(b)積層の過程と投入エネルギー密度を決めるパラメータ。

る。電子ビームは磁界コイルで走査されるため、レーザーガバナミラーで走査されるSLMよりビーム走査速度を10³倍以上大きくすることも可能である。予備加熱はこの高速走査機能を用いて行われている。さらにこの高速走査を活用し、凝固挙動を制御することによる組織制御を目指した研究が国内外で展開されている。

5. 金属積層造形物の特徴

積層造形された金属部材は、造形プロセスの種類、造形条件、造形物サイズ・形状等により異なる性質を持つが、いくつか共通点がある。まず、従来の粉末冶金製品即ち焼結部材に比べ積層造形体の気孔率が低い。これは、焼結では粉末粒子間の空隙が閉空孔となり気孔が残り易いのに対し、積層造形では粉末粒子を完全に溶融させるので粒子間にも融液が充填し易いためである。ただし、例えばPBFでは、ビーム出力が小さい、走査間隔が大きい等、造形条件が不適切であると気孔率は焼結体のそれよりも高くなる⁽⁵⁾。適切な条件の指標として単位体積当たりの入熱エネルギー密度(ビーム出力/走査速度/走査線間隔/積層厚さ)が用いられる(図3)。入熱エネルギー密度は、実際、緻密化条件の指標となるが、同じエネルギー密度でも低出力のビームを小さい走査間隔で照射すると、Ballingと呼ばれる融液が合体し大きな粒が形成される現象により欠陥が生じることなどを考慮する必要がある。

もう一つの特徴は結晶配向である。積層造形では基本的に積層方向への温度勾配が大きくその方向への凝固界面の移動が支配的となり、それを反映した結晶配向が生じ易い。筆者らの研究^{(5)~(7)}を含むいくつかの研究で立方晶結晶金属における造形方向への〈100〉配向が認められている。DEDの一種であるLaser Metal Forming (LMF)⁽⁸⁾の研究では、エピタキシャル成長が生じる条件がHunt⁽⁹⁾の提案した柱状等軸遷移(Columnar-Equiaxed Transition, CET)理論で示されており、単結晶タービン翼修復等への応用が期待されている。

6. おわりに

金属積層造形の基礎として、現在主流の金属積層造形法であるDED方式とPBF方式の造形装置の基本原理とその特徴について解説した。CADデータからの直接造形や自由形状の成形が可能であることでよく知られる金属積層造形は、金属材料学の観点からは、造形過程特有の結晶成長挙動に由来した結晶配向性の制御による材料特性制御が注目されており、それを活用した単結晶タービン翼や、力学的生体親和性の高いインプラント創成を目指した研究が展開されている。本稿では、金属積層造形に焦点を絞って解説したが、AM技術の適用範囲は、ポリマー、セラミックスは勿論、細胞を造形用材料としたバイオ3Dプリンティングに至るまで多岐にわたる。そのような広範な材料を対象としたAM技術に関わる議論の場として、2017年3月には本会講演大会で、公募シンポジウム「医療・福祉のためのAdditive Manufacturingの材料科学」が開催され、最新の研究に関する講演と多数の聴講者を得て、活発な議論がなされた。同シンポジウムは、2018年3月大会でも、継続開催される予定である。2017年3月の第一回シンポジウムの基調講演者による記事を中心とした小特集が、2018年4月発行の本誌に掲載される予定である。詳細はその小特集を参照されたい。

本稿で紹介した内容の一部は、TRAFAM(技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構)、ならびに内閣府が主導するSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「革新的設計生産技術」「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証」(管理法人:NEDO)の協力を得て実施されたものである。

文 献

- (1) 設計者・技術者のための金属積層造形技術入門, 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構, (2016).
- (2) T. Fujieda, H. Shiratori, K. Kuwabara, T. Kato, K. Yamanaka, Y. Koizumi and A. Chiba: Mater. Lett., **159** (2015), 12-15. など.
- (3) W. J. Sames, F. A. List, S. Pannala, R. R. Dehoff and S. S. Babu: Int. Mater. Rev., **61** (2016), 315-360.
- (4) A. Streek, P. Regenfuss and H. Exner: Proc. the 25th Annual SFF Symposium, (2014), 377-389.
- (5) A. Takaichi, T. Nakamoto, N. Joko, N. Nomura, Y. Tsutsumi, S. Migita, H. Doi, S. Kurosu, A. Chiba, N. Wakabayashi, Y. Igarashi and T. Hanawa: J. Mech. Behav. Biomed. Mat., **21** (2013), 67-76.
- (6) S. H. Sun, Y. Koizumi, S. Kurosu, Y. Li, H. Matsumoto and A. Chiba: Acta Mater., **64** (2014), 154-168.
- (7) T. Ishimoto, K. Hagihara, K. Hisamoto, S. H. Sun and T. Nakanishi: Scri. Mater., **132** (2017), 34-38.
- (8) M. Gäumann, C. Bezencon, P. Canalis and W. Kurz: Acta Mater., **49** (2001), 1051-1062.
- (9) J. D. Hunt: Mat. Sci. Eng., **65** (1984), 75-83.

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

小泉雄一郎

1999年 大阪大学大学院工学研究科博士課程修了

1999年10月 大阪大学大学院工学研究科助手(2007年4月より助教)

2007年3月 マサチューセッツ工科大学客員研究員(2008年3月迄)

2010年4月- 現職

専門分野: 材料強度, 材料組織, Additive Manufacturing, 計算科学

◎実験と計算機シミュレーションを組み合わせた手法による合金・プロセス

設計を用いた耐熱材料や生体材料の開発の研究に従事。

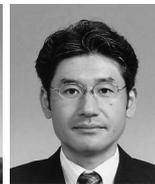
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★



小泉雄一郎



千葉晶彦



野村直之



中野貴由

金属積層造形技術に関する研究 および開発の進展

佐藤 雄二¹⁾ 塚本 雅裕²⁾

1. Laser Additive Manufacturing の概要

Additive Manufacturing (以下 AM) 技術は、必要な場所に
必要な材料を付加して目的の立体形状を製造する方法であ
る。従来の切削加工や鋳造加工では実現できなかった形状を
作製できるため近年、多くの分野で AM 技術の注目度が高
まっている。ASTM (American Society of Testing and
Materials) によると、AM 技術は、以下の様に 7 つに分類さ
れる。

①材料押出法 (Material extrusion) ②材料噴射法 (Material
jetting) ③結合剤噴射法 (Binder jetting) ④液相光重合
法 (Vat Photo-polymerization) ⑤シート積層法 (Sheet lami-
nation) ⑥粉末床溶融結合法 (Powder bed fusion) ⑦指向
エネルギー堆積法 (Direct energy deposition)

中でも、⑥粉末床溶融結合法と⑦指向エネルギー堆積法
は、金属用 AM 技術として応用されている。熱源にレーザ
ーを用いた金属用 AM 技術は、Laser Additive Manufactur-
ing (LAM) と呼ばれ、近年、研究開発および製品開発が進ん
でいる。粉末床溶融結合法の装置メーカーとしては、EOS 社、
SLM Solutions 社、Concept Laser 社、指向エネルギー堆積
法では、TRUMPF 社、LaserLine 社がリードしているが、
これらの企業は、すべてドイツ企業である。また、2016年
に TRUMPF 社、2017年2月に DMG Mori 社がそれぞれ粉
末床溶融結合装置をリリースするなど、LAM 分野では、ド
イツ企業の活躍が目立つ。一方、アメリカでは、General
Electric 社が、粉末床溶融結合法の装置メーカー Concept
Laser 社と ARCAM 社を買収し、新規プロセスの開発や技
術開発の短縮化などに力を入れており、2017年2月に開催
された Workshop on LAM2017では、「パウダーベースで飛
行機を作る夢を実現する」と講演で謳っていた。一方、国内
では、技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構が
国家プロジェクトとして立ち上がり次世代産業用 3D プリン
タの開発を産・官・学が連携して進めている。このように
LAM 分野の研究開発は、国内外で活発に進められている事

がわかる。そこで、本報では、LAM 技術の最新の研究開発
動向および応用について述べる。

2. レーザー粉末床溶融結合法

(1) レーザー粉末床溶融結合法の概略

レーザー粉末床溶融結合法 (L-PBF) は、学術的には、選
択的レーザー溶融法 (Selective Laser Melting: SLM) と呼ば
れることが多い。熱源にレーザーを用いて、一層毎に金属粉
末を溶融・凝固して、これを繰り返し積み上げて立体形状を
形成する手法である。レーザーには、高出力かつビーム品質
が高く、光ファイバーでレーザー光を伝送できる Yb ファイ
バーレーザーが最も多く採用されている。光ファイバーから
出射されたレーザー光は、2軸あるいは3軸のガルバノミラ
ーに導光され、集光レンズを介してパウダーベッドに掃引照
射される。図1にレーザー粉末床溶融結合法の概略図に示す
様に、粉末をローラーでパウダーベッド上に任意の厚さに均
一に敷き均し、その状態でレーザーを掃引照射して、材料粉
末を溶融・凝固して 2D の造形物を形成させる。次に任意の
積層厚だけステージを下降して、再びローラーで粉末を供給
し、レーザーを照射する。これを繰り返して立体の造形物を
形成する。積層厚さは各装置によって異なるが約 50 μm ~

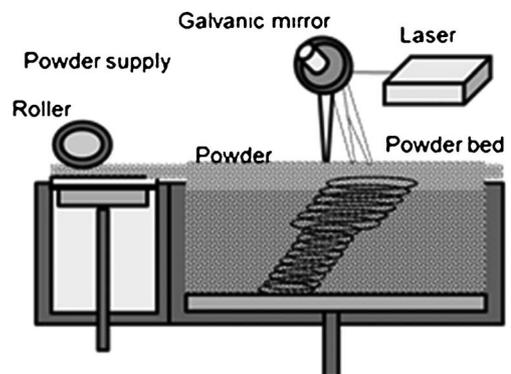


図1 レーザー粉末床溶融結合法の概略図。

* 大阪大学接合科学研究所 接合プロセス部門レーザープロセス学分野; 1) 特任講師 2) 教授 (〒567-0047 茨木市美穂が丘11-1)
Development Trend and Progress of Laser Additive Manufacturing for Metal; Yuji Sato, Masahiro Tsukamoto (Joining and Welding
Research Institute, Osaka University, Ibaraki)
Keywords: laser additive manufacturing, selective laser melting, laser metal deposition, laser coating, beam profile
2017年7月21日受理 [doi:10.2320/materia.56.691]

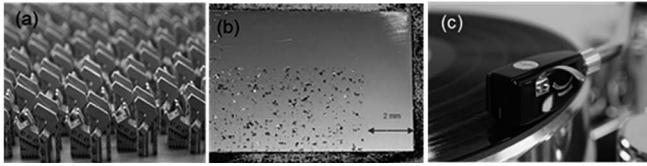


図2 L-PBFで造形したレコード針支持金具 (a) L-PBF造形直後の写真, (b) 断面図, (c) 完成品 (㈱愛知産業提供).

100 μm である。材料粉末はローラータイプあるいはスキージタイプのブレードで搬送するので、流動性の高いガスアトマイズで作製した球状の粒径 30 μm 程度の粉末を用いている。L-PBF法はパウダーベッドで基板に一層から造形するので、微細な形状や、生体を模擬した複雑な立体構造の造形ができる事が特徴である。適用材料としては、ステンレス、インコネル、ハステロイ、Fe-Ni系合金、Al-Mg-Si、チタン合金、マグネシウム合金など各種金属の研究報告が盛んに報告されている⁽¹⁾⁻⁽⁷⁾。図2に実用例として、ORTRON社のレコード針の支持金具に採用されている造形部品を示す。図2(a)は、当支持金具をL-PBFで造形した際の写真、(b)は支持金具の断面写真を示している。先端部は密度を100%に、それ以外の部分は、多孔構造になる様にレーザー照射条件を適用し造形を行っている。図からも多孔層が現れているのが確認できる。これによって図2(c)に示す様にアナログレコードの針が完成する。この密度差を利用した支持金具によって、音質が良くなるという。

従来は、金型や機械部品の試作・開発、小ロット部品の製造、航空宇宙分野のブラケットや燃料噴射装置、医療分野ではインプラント、歯科用ブリッジなどの応用が展開されていたが、今回紹介したレコード針の支持金具など身近な電化製品に应用展開され始めており、L-PBFで造形した部品、製品の普及が進んでいるのがわかる。

(2) レーザー粉末床溶融結合法の研究開発動向

L-PBFの課題は、パウダーベッドに敷き均した約100 μm の粉末にレーザーを掃引照射して、積層造形していくため、どうしても造形に時間が掛かってしまう事にある。例えば、10 cm \times 20 cm \times 10 cmの直方体を造形しようとした場合、400 Wのレーザーを搭載した造形装置(SLM280型、SLM Solutions)では、最大造形速度が35 cm³/hであるので、約57時間程度掛かる事になる。これを解決するためにドイツ・フランフォーファーILTのチームは、Hull & Core法と名付けられたレーザー掃引方法を開発した。これは、図3に示す様に直方体を造形する時、輪郭部のHull部を400 Wのシングルモードファイバーレーザーを用い、スポット径を200 μm に設定して掃引照射して輪郭部を3層積み上げ、その後、内部を1000 Wのマルチモードファイバーレーザーを用いて、集光径1000 μm で掃射して造形する方法である。このように2台のレーザーを用いて造形すると、400 Wのレーザー一台で造形していく場合に比べて、約5倍の

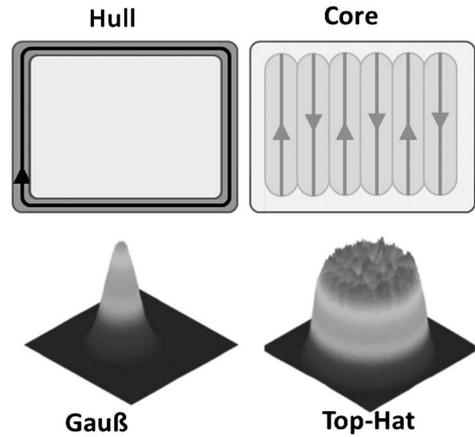


図3 Hull & Coreによるレーザー掃引パターンとビームプロファイル。

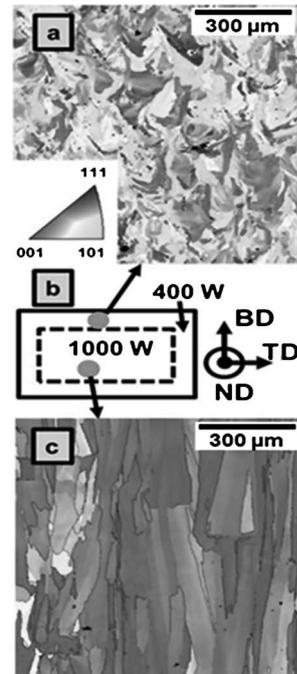


図4 EBSD分析結果 (a) Hull部, (b) 概略図, (c) Core部 (愛知産業㈱提供)。

造形速度が得られている⁽⁸⁾⁽⁹⁾。先述した10 cm \times 20 cm \times 10 cmの造形をHull & Core法で造形した場合には、造形時間が11時間程度で済むということになる。次にSUS316Lを用いて造形した試料の金属組織をHull部とCore部について評価するために、EBSD分析を行った結果を図4に示す。その結果、Hull部の結晶粒は、微細粒が支配的であるのに対し、Core部では、結晶粒が大きくしかも造形方向に沿って粒が成長している事がわかる。このようにレーザーの照射条件を変えると材料組織が異なる造形が可能になるため、異方性材料の開発なども検討されている。

2017年6月にミュンヘンで開催された国際会議Lasers in ManufacturingにてSLM Solutions社からHull & Coreでインコネル718を造形した試料において、単結晶の造形に成

功したと報告があった⁽¹⁰⁾。会議ではプロジェクト進行中ということで、詳細な造形パラメータの開示が無かったが、L-PBFで単結晶材料の造形が可能になればますます用途が広がっていく。

L-PBFの設計の自由度が高くなることに加え、造形物の材料組織が制御、しかも単結晶材料の造形ができるとなれば、部位ごとに材料組織を変えられるような真の意味のテーラーメイドものづくりを実現する技術となり得る。今後もL-PBFの開発動向に注目されたい。

3. 指向エネルギー堆積法

(1) 指向エネルギー堆積法の概略

金属積層造形技術の一つである指向エネルギー堆積法またはレーザー粉末肉盛法(Laser Metal Deposition: LMD)と呼ばれるこの手法は、レーザーを用いて基板表面に熔融池を形成し、そこに金属粉末あるいはワイヤー等で材料を供給しながら、熔融凝固させて堆積する手法である。基材形状に制約が少ないため、積層造形だけでなく、金型補修や肉盛溶接など幅広く応用展開が進められている⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。熱源であるレーザーには、波長が0.9~1.2 μmのファイバーレーザー、ファイバーカップル半導体レーザー、ディスクレーザーなどの出力が4~6 kWの高出力CW(Continuous Wave)レーザーが採用されている⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。出射されたレーザー光は、光ファイバーでロボットアームに取り付けられている加工ヘッドに導光され、加工ヘッドの集光レンズによって加工部に集光照射される。この時のスポット径は、2~5 mmφである。このレーザー照射によって表面の金属を熔融して熔融池を形成し、そこに材料を供給すると粉末が熔融・凝固して皮膜が形成される。図5に示す様に粉末供給とレーザーを一体化した加工ヘッドが、ドイツ・フラウンホーファー ILT で開発・実用化されている代表的な加工ヘッドである。

(2) 指向エネルギー堆積法の研究開発動向

従来のLMD装置では、レーザー加工ヘッド中心から照射されるレーザー光に対して斜め方向から原料粉末が噴射供給される。しかし、粉末の集束性が悪いため、目標とする位置

に正確に粉末を供給することが難しく、高精度な造形が難しい。そこで、造形面に対して垂直に原料粉末を供給することで、粉末供給位置決め精度を向上した面直噴射型LMD装置が開発された。これは、内閣府が先導する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)/革新的設計生産技術/高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発(開発責任者:大阪大学接合科学研究所 教授 塚本雅裕)での開発成果である。同装置は、図6に示すように、ヘッドの中心に設置した口径φ0.4 mmのノズルから原料粉末を試料に面直に噴射供給するとともに、斜め方向から6本のレーザー光(波長915 nm, 最大出力50 W/本)をノズル先端の位置で集光し、最大300 Wのレーザー光で粉末を熔融・凝固して造形を行うことができる。6本を重畳したときの集光径は、φ0.3 mmである。

上述のレーザー加工ヘッドおよびレーザー発振器、高精度粉末供給機を搭載した面直噴射型LMD装置の外観を図7に示す。装置には、X軸、Y軸、Z軸からなる多軸の位置決めステージが組み込まれており、その上に固定したワークを自動で移動させながら肉盛および造形が可能である。微細なビードを積層することにより立体造形が可能であるかを検証するため、厚さ2 mmのステンレス鋼板(SUS304)上に直径20 mm、肉厚0.7 mmの薄肉円筒の積層造形を行った。図8(a)にその外観写真を示す。実験条件は、レーザー光出力100 W、送り速度20 mm/s、粉末供給量50 mg/s、積層ビ

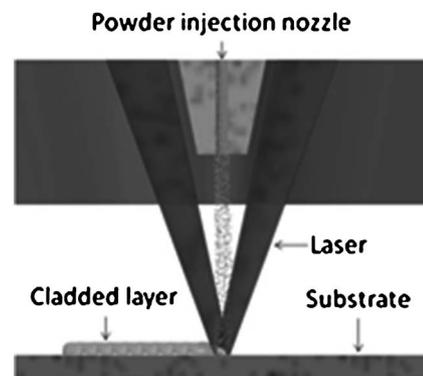


図6 面直噴射型LMD装置の概略図。

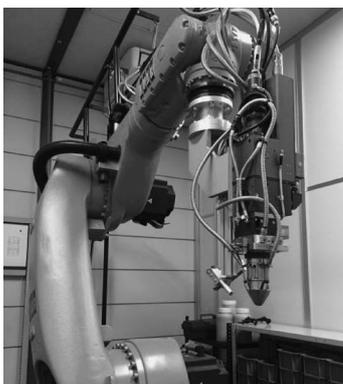


図5 LMD装置外観。

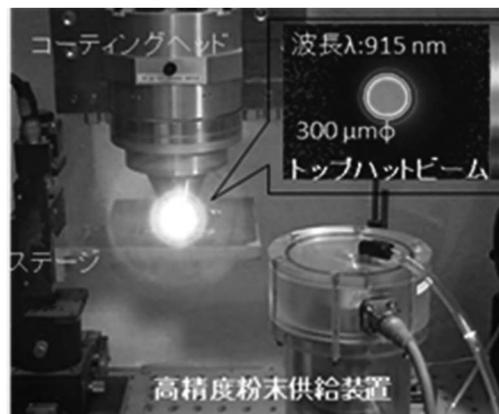


図7 面直噴射型LMD装置のレーザー照射時の様子。

ッチ0.1 mm とし、80層積み上げて造形を行った。肉厚0.7 mm の薄肉円筒を8 mm の高さまで造形できることを確認した、図8(b)に示す様に触針式表面粗さ測定機を用いて積層方向に形状を測定した結果では、表面粗さRa: 8 μm 、うねり形状Wz: 9 μm となり、精度の高い鋳物程度の表面性状で積層可能であることがわかった。さらに、面直噴型LMD装置は、ヤマザキマザック社のハイブリッド加工機INTEGREX i-200S AM(M-LMD仕様)に採用された(図9)。切削工程で形状を作り、必要な箇所を造形を行い、再び切削で仕上げるのでワンプロセスで最終製品が製作できる(図10)。この切削技術とAM技術を融合したハイブリッド技術は、設計の自由度や生産性を高めるだけでなく、高機能かつ高付加価値なものづくりを実現する技術と言える。今後は、同種材料の造形だけでなく、異種材料を付加したマルチマテリアルの開発や傾斜材料など高機能な造形品の開発が期待される。

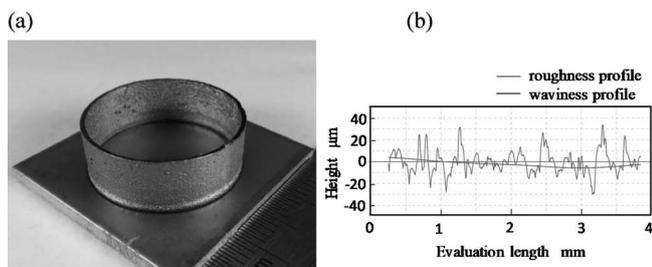


図8 薄肉円筒の積層造形 (a) レーザー積層造形後の写真, (b) 表面粗さプロファイル。



図9 ハイブリッドAM加工機INTEGREX i-200S AM(M-LMD仕様)。

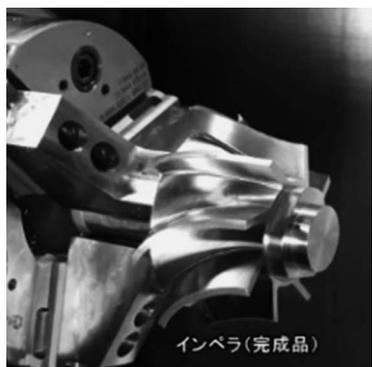


図10 ハイブリッドAM加工機INTEGREX i-200S AMで作製したインペラ(ヤマザキマザック(株)提供)。

4. 今後の展望

本報では、Laser Additive Manufacturing を代表するL-PBF法とLMD法について概要から最新の研究動向の一部を紹介したが、本報で紹介出来なかった技術や応用例も数多くあり、今後ますますレーザー金属積層造形技術の進展が期待される。本報がレーザー金属積層造形技術を使用するための一助になれば幸いである。

本稿執筆にあたり、愛知産業(株)木寺正晃氏、日比祐基氏、石川県工業試験場 舟田義則氏、山下順広氏、ヤマザキマザック(株)浅野孝平氏、大内誠吾氏には多くの情報と貴重なご意見をいただいた。ここに深謝の意を表する。

文献

- (1) E. C. Santos, M. Shiomi, K. Osakada and T. Laoui: *Int. J. Machine Tools Manuf.*, **46**(2006), 1459-1468.
- (2) B. Zhang, N. E. Feinech, H. L. Liao and C. Coddet: *J. Mater. Sci. Technol.*, **29**(2013), 757-760.
- (3) D. Gu, Y. Shen and Z. Lu: *Mater. Lett.*, **63**(2009), 1577-1579.
- (4) Z. Wang, K. Guan, M. Gao, X. Li, X. Chen and X. Zeng: *J. Alloy Compd.*, **513**(2012), 518-523.
- (5) Q. Jia and D. Gu: *J. Alloy Compd.*, **585**(2014), 713-721.
- (6) I. Yadroitsev, P. Krakhmalev, I. Yadroitsava, S. Johansson and I. Smurov: *J. Mater. Process. Technol.*, **213**(2013), 606-613.
- (7) Y. Nakamura and N. Yoshida: *J. Japan Soc. Precision Eng.*, **69**(2003), 1242-1245 (in Japanese).
- (8) D. Buchbinder, H. Schleifenbaum, S. Heidrich, W. Meiners and J. Bultmann: *Physics Procedia*, **12**(2011), 271-278.
- (9) S. Bremen, W. Meiners and A. Diatlov: *Laser Tech. J.*, **9**(2012), 33-38.
- (10) J. Chen, D. Schwarze and T. Niendorf: *Proc. Lasers in Manufacturing conference*, (2017).
- (11) 植原弘之: 金型産業における Additive Manufacturing 技術の動向と研究事例, *精密工学会誌*, **82**(2016), 634-638.
- (12) 中村 強, Bastian BECKER: レーザメタルデポジション法によるクラディング技術開発, *レーザー加工学会誌*, **21**(2014), 14-17.
- (13) T. Baldrige, G. Poling, E. Foroozmehr, R. Kovacevic, T. Mets, V. Kadekar and M. C. Gupta: *Optics Lasers Eng.*, **51**(2013), 180-184.
- (14) C. Honga, D. Gub, D. Daib, A. Gassera, A. Weisheita, I. Kelbassaa, M. Zhongc and R. Poprawea: *Optics Lasers Eng.*, **54**(2013), 98-109.

★★

佐藤雄二
2005年 東海大学大学院工学研究科博士後期課程修了
2005年 東京工業大学統合研究員特任助教
2012年 大阪大学接合科学研究所特任研究員
2017年 大阪大学接合科学研究所特任講師 現職
専門分野: 光化学, 機能性材料表面の創製, レーザー工学
◎レーザーを用いた機能性材料表面の創製や積層造形技術の研究開発を中心に活動。

★★



佐藤雄二



塚本雅裕

金属材料の積層造形における 加工現象評価

佐藤直子* 瀬渡直樹* 清水 透* 中野 禪*

1. はじめに

積層造形は、一層ずつ原料を積み上げる工程をとるため、製品形状や組成、組織を連続的あるいは段階的に変化させることにより、その部材の機械的特性や伝熱特性、生体親和性などを傾斜させた高付加価値製品の創出が期待されている⁽¹⁾⁽²⁾。

粉末床溶融結合型の積層造形の一つである選択的レーザー溶融法(SLM: Selective laser melting)は、金属の加工ができる積層造形法である。図1は、SLMの加工工程を示す。まず、金属粉末を一層分の厚さに敷き詰める(図1(a))。次に、レーザー照射により粉末を溶融凝固させる(図1(b))。その後、一層分ステージを下降させ(図1(c))、これらの工程を製品が完成するまで繰り返す。

SLMの製品品質は、レーザー照射による粉末の溶融凝固過程に生じる様々な現象が影響する。SLMにおける粉末の溶融凝固は、局所的な急加熱急冷が繰り返し生じ、また積層するに依り、先に造形された層の蓄熱など、レーザー照射点における温度が時々刻々と変化する(図2)。このような変化の過程において、スパッタや、ポーリング現象などの異常溶融が生じ、製品品質を低下させる原因となることが知られてい

る⁽³⁾。スパッタは、溶融金属や非金属物質が飛散した粒子である。スパッタが造形物に溶着すると、除去することが難しいため、表面粗度低下や、原料粉末を敷き詰めるローラやブレードに接触して装置が停止するなどの問題を生じさせる。また、スパッタが積層過程で造形物内部に取り込まれると、非金属介在物として強度低下に影響することが知られる。さらに、スパッタが造形物ではなく粉末層に飛散すれば、粉末の再利用の際に流動性低下や組成ずれなどに影響する⁽⁴⁾。ポーリング現象は、レーザー照射により溶融凝固した部分が球状かつ不連続に固化する現象を指す⁽⁵⁾。この現象は、材料やレ

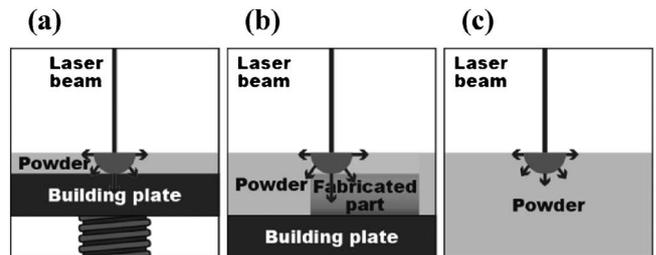


図2 レーザー照射部における様々な伝熱条件の模式図：(a) 造形開始点、(b) 下に既造形層がある場合、(c) 下に未溶融の粉末のみがある場合。

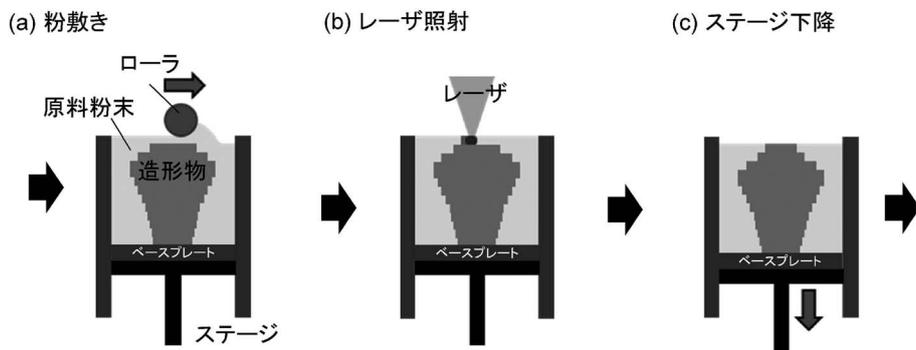


図1 SLMの加工工程。

* 国立研究開発法人産業技術総合研究所；研究員(〒305-8564 つくば市並木1-2-1)
Real-time Observation of Melting Behavior in Selective Laser Melting of Metals; Naoko Sato, Naoki Seto, Toru Shimizu and Shizuka Nakano(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba)
Keywords: additive manufacturing, powder bed fusion, selective laser melting, X-ray transmission real-time observation, titanium-aluminum-vanadium alloy
2017年7月25日受理[doi:10.2320/materia.56.695]

ーザ照射条件により生じる。熱伝導や酸化皮膜などの影響により、すでに熔融凝固した部分との親和性が悪く、表面張力によって熔融状態で球状になり、そのまま凝固したと考えられている⁽³⁾。ポーリング現象が生じた場合、スパッタと同様に粗度や積層時の装置停止に影響するだけでなく、不連続に凝固するため密度低下につながる。スパッタの発生やポーリング現象はSLMにおいて生じる問題の現象として知られているが、現象発現機構はよくわかっていない。

SLMにおける複雑な現象は、シミュレーションによる解析が進められている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。Khairallahらは、熱拡散を流体力学に結び付け、温度に異存する材料物性や表面張力、粒子の分布について説明している。シミュレーション結果から、粉体層にレーザーを走査したときの連続的に熔融する場合と、不連続に熔融する場合の現象の違いについて考察し、また熔融部における蒸発の反跳圧力やマランゴニ対流が造形物中の気孔形成に及ぼす影響について考察し、それに基づき造形条件改善の指針を示している⁽⁶⁾⁽⁷⁾。一方で、熔融凝固過程における物理を理解するためには直接観察も必要である。我々は、SLMの加工中に生じる現象、たとえば粉敷時の粉面構造⁽⁸⁾や粉末の熔融現象⁽⁹⁾、加工中の温度⁽¹⁰⁾などの直接的な評価法を検討しており、本稿では熔融現象評価について紹介する。

2. X線透視観察のSLM評価への応用

X線透視観察は、溶接におけるキーホールやブローホール形成をその場観察することに用いられてきた技術であり⁽¹¹⁾、それをSLMに応用することを試みた。

(1) SLM 観察用 X線透視装置

SLMの熔融凝固を再現させるX線透視装置の機構を検討した。図3(a)は、X線透視装置の模式図である。装置の機構は、X線管球と結像装置、熱源であるレーザーは固定し、試料をX-Yステージで移動させることにより、熔融部を連続的に観察するものである。ステージの移動方向は、図3(a)では紙面方向となる。試料となる部分は、粉末床治具と、不活性ガスにより熔融金属と空気との接触を断つシールド機構を作製し、SLMの熔融凝固が生じる環境を整えた(図3(b), (c))。粉末床治具は、X線透過率の高い材質が求められる。一方で、透過厚さの制限のため一回のレーザー照射で治具が焼き付くなどして損傷する可能性があり、実験に十分な数の治具を用意することが望ましい。そこで、X線透過率が高く、かつ安価で加工性のよいアルミニウムを選択した。粉末床治具は、厚さ5mmのアルミニウム板に溝加工を施し、溝の中に厚さ3mmの粉末を充填する構造とした。シールド機構は、溶接のように熔融池付近に直接吹き付ける形では粉末が舞うため、粉末床治具を覆うことのできるアクリルの箱にガスの吸排気口を取付け、不活性ガスを流す機構とした。また、レーザー光が導入する天井部にはレーザー窓を設置した。

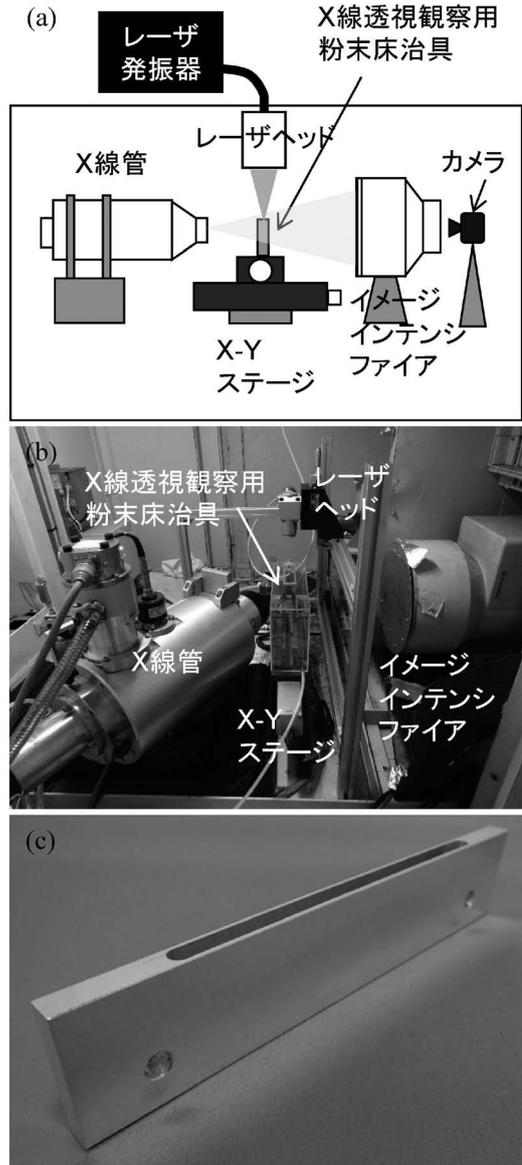


図3 X線透視装置：(a) 模式図、(b) 測定時の各部件の配置、(c) 粉末床治具。

(2) X線透視による粉末床の熔融凝固現象の評価可能性

溶接部のX線透視観察では、同じ材料を熔融凝固させる場合でも、キーホールやブローホールは、熔融池に対する密度差に起因してX線透過率に差が生じることで可視化される。SLMでは、粉末の見掛け密度が約60%であるのに対して、熔融凝固部は見掛け密度が約100%となるため、その差から熔融凝固挙動を評価できると考えた。供試材は、最大粒径45 μm のTi-6Al-4Vのガスアトマイズ粉末(TILOP64-45、大阪チタニウム社製)を用いた。本検討に用いた試料は、粉末床治具にTi-6Al-4V粉末を充填し、予めレーザーを線走査して熔融凝固させたものとした(図4(a))。観察条件は、X線透視画像において最も色の差異が明瞭になった、管電圧160kV、管電流90Aの条件とした。観察の際、縮尺として $\phi 1\text{mm}$ の白金線を粉末床治具の側面に付与した。

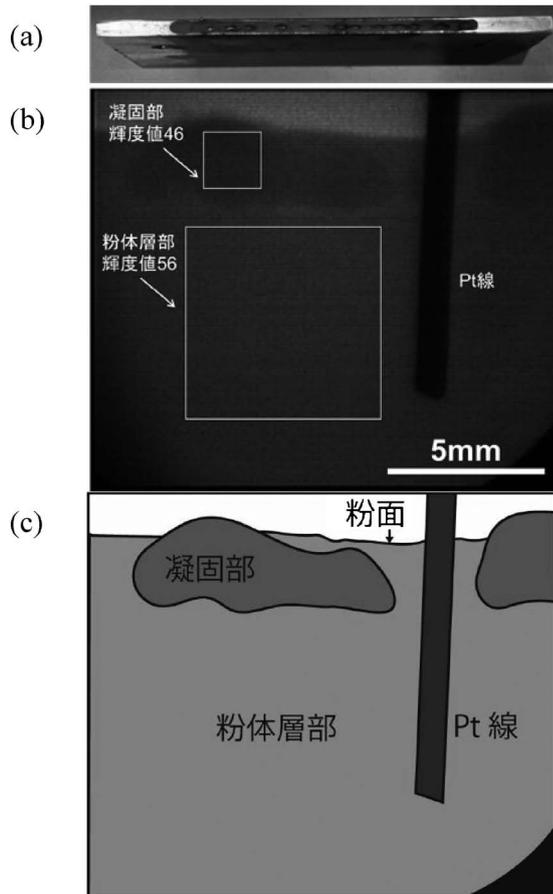


図4 凝固部と粉体層部の輝度値比較：(a) 透視試料外観，(b) X線透視像，(c) X線透視像の模式図。

得られた X 線透視像を図 4(b)に示す。試料は、図 4(a)よりボーリングした状態である。X 線透視像は、画像処理ソフトウェア ImageJ を用いて平均輝度を算出した結果、粉末層部の平均輝度値が 56、凝固部では 46であった。輝度値の差を基に透視像を模式図にすると、図 4(c)のようになる。このように、数ミリメートルの大きさの凝固部を形成させれば、粉体層部と凝固部の判別ができる。しかし、実際の SLM では、一層の厚さが約 $50 \mu\text{m}$ であり、その範囲における熔融凝固現象の観察はほぼ分解能に等しく難しい。したがって、現状で評価が可能な現象は、キーホールやスパッタ、ボーリング現象などが生じる異常熔融に限定される。

3. ボーリング現象のその場観察

単位面積当たりの平均投入エネルギーが等しくなるようにレーザー出力とステージの送り速度を変化させ、その時の熔融現象のその場観察を実施し、ボーリング現象について考察した。レーザー照射条件は、表 1 の 5 条件とした。レーザー照射後の熔融凝固部の外観を図 5 に示す。熔融凝固部の形状は、低出力かつ低走査速度の条件の方が連続した線状に固化する傾向が見られ、高出力かつ高走査速度になるにつれて球状に固化し不連続になるボーリング現象が見られた。このように

表 1 レーザ照射条件.

| No. | 出力/W | 送り速度/ mms^{-1} | エネルギー密度/ Jmm^{-2} |
|-----|------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 100 | 20 | 50 |
| 2 | 125 | 25 | 50 |
| 3 | 150 | 30 | 50 |
| 4 | 200 | 40 | 50 |
| 5 | 250 | 50 | 50 |

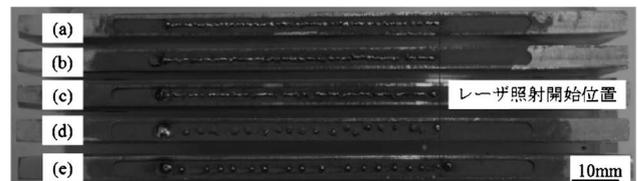


図 5 各試験片のレーザー照射後の熔融凝固部の比較：(a) 条件 1, (b) 条件 2, (c) 条件 3, (d) 条件 4, (e) 条件 5.

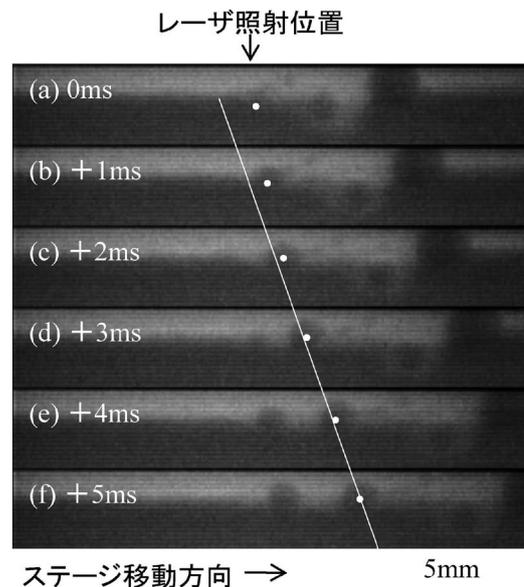


図 6 球状の熔融凝固部の形成過程：(a) 発生時，(b) 発生後 +1 ms, (c) 発生後 +2 ms, (d) 発生後 +3 ms, (e) 発生後 +4 ms, (f) 発生後 +5 ms.

同じ材料においてレーザー照射条件の違いにより熔融凝固部の形状が変化することは、表面張力とレーザー照射部周辺の温度つまり伝熱による物理現象が複雑に絡み合い、熔融凝固部の形状に影響したことを示唆している。図 6 は、最もボーリング現象が顕著であったレーザー照射条件 5 (表 1) のその場 X 線透視像であり、ある時点から 1 ms ごとに 5 ms 間のボーリングしている熔融凝固部の挙動を示している。レーザーは画像の上側から照射され、その位置は図 6 に示す通りである。中心に白い点を付与した球状の熔融部の挙動に注目すると、0 ms から +2 ms では、ステージが一定速度で移動しているにもかかわらず、球状の熔融部はレーザー照射位置に引きつけ

られる様子がみられた。また、その間は時間の経過に伴い球状の熔融部の径も拡大しており、球状の熔融部が転がりながら粉末を吸収したと思われる。+3 ms以降は、ステージの送りにしたがって移動する様子がみられた。これは、ポーリング現象が表面張力や伝熱だけでなく、未熔融の粉末との摩擦にも影響されることを示唆している。このように、X線透視観察によって熔融池近傍に生じる物理現象を捉えることができた。このような現象は、レーザー照射条件、材料、加工雰囲気など様々な因子で変化すると考えられるが、その影響を解析することで、品質改善につなげていきたい。

4. おわりに

熔融凝固現象の直接観察の取り組みを紹介した。本稿で紹介したポーリング現象だけ見ても複雑であり、より具体的に理解するためには、直接観察、材料物性評価、および加工現象のシミュレーションの連携が必要である。複雑な材料の挙動の物理を理解することで、ポーリングなどの異常熔融による形状不良を抑制する最適なレーザー照射条件や積層造形用材料開発の指針を示したい。

ところで、本稿を書き終えた日に、放射光を用いた高分解能なX線透視観察についての論文の存在を知った⁽¹²⁾。その論文では、粉末粒子の1つ1つが熔融する様子を捉えている。今回用いたラボ用のX線よりも放射光のほうが空間および時間分解能が高いため、得られる情報が多いことは確かである。今後、それぞれの手法を比較し、本手法について特徴を見出せればと思う。

本研究は、TIA連携プログラム探索事業「かけはし」の支援を受けたものであり、関係各位に感謝申し上げます。

文 献

- (1) I. Maskery, N. T. Aboulkhair, M. R. Corfield, C. Tuck, A. T. Clare, R. K. Leach, R. D. Wildman, I. A. Ashcroft and R. J. M. Hague: *Mater. Sci. Eng. A*, **670**(2016), 264–274.
- (2) W. Ge, F. Lin and X. Ma: *Collected Abstracts of the APMA-2017*, G04-0196.
- (3) K. Osakada, Y. Noshi, H. Abe and M. Shiomi: *Japan Soc. Precis. Eng.*, **73**(2007), 901–905.
- (4) M. Simonelli, C. Tuck, N. T. Aboulkhair, I. Maskery, I. Ashcroft, R. D. Wildman and R. Hague: *Metall. Mater. Trans. A Phys. Metall. Mater. Sci.*, **46**(2015), 3842–3851.
- (5) R. Li, J. Liu, Y. Shi, L. Wang and W. Jiang: *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, **59**(2012), 1025–1035.
- (6) S. A. Khairallah and A. Anderson: *J. Mater. Process. Tech.*, **214**(2014), 2627–2636.
- (7) S. A. Khairallah, A. T. Anderson, A. Rubenchik and W. E. King: *Acta Mater.*, **108**(2016), 36–45.
- (8) S. Nakano, N. Sato and T. Shimizu: *Collected Abstracts of the JSME Annual Meeting (2016)*, No.S0440303 (DVD).
- (9) T. Hotta, N. Sato, N. Seto, T. Shimizu, S. Nakano and S. Nishino: *Collected Abstracts of the JSME2016*.
- (10) H. Azuma, S. Yamamoto, S. Kajino, T. Okane, N. Sato, S. Nakano, T. Shimizu and S. Suzuki: *Collected Abstracts of the 2017 Spring Meeting of the Japan Inst. Metals (2017)*, No. P3 (DVD).
- (11) N. Seto, S. Katayama and A. Matsunawa: *Q. J. Jpn. Weld. Soc.*, **18**(2000), 243–255.
- (12) C. Zhao, K. Fezzaa, R. W. Cunningham, H. Wen, F. De Carlo, L. Chen, A. D. Rollett and T. Sun: *Sci. Rep.*, **7**(2017), 3602.

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

佐藤直子
2013年3月 九州大学大学院工学府材料物性工学専攻博士後期課程修了
2013年4月～ 現職
専門分野：積層造形、金属材料
◎金属の積層造形における加工現象評価および加工技術改良に関する研究に従事。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★



佐藤直子

瀬渡直樹

清水 透

中野 禅

AM 実用化拡大に向けた技術開発

樋口 官 男*

1. はじめに

三次元 CAD データから直接三次元形状の造形が可能である積層造形技術 (Additive Manufacturing 以下, AM と略す) は, 1987年に実用化されてから四半世紀が経つ。以前はラピッド・プロトタイピング (RP) と呼ばれ, 試作品を製作する手段として活用されてきたが, 技術の発展に伴い試作品だけではなく, 製品そのものの製造に使われるなど, その用途は着実に広がりつつある⁽¹⁾。なかでも金属粉末をレーザーで溶融させ, 三次元形状を製作する金属粉末床溶融法は造形物の機械的性質, 経時的な安定性から最終製品への適応が最も進んでいる AM 技術の一つである。昨今, AM はコストアドバンテージ, オーダーメイド生産, 機能形状等のアドバンテージが注目されて急速に拡大している。欧米では AM 適応事例が多く見受けられ, 特に航空宇宙, ガスタービン分野は多い。例えば GE 社の LEAP エンジン用フェューエルノズルは, 三次元チャンネルによる最適フローや, 軽量化, 部品点数削減による堅牢化等, AM 部品の代表とも言える事例である。粉末レーザー溶融型金属積層造形機で世界 No 1 のシェアを有するドイツ EOS 社のレーザー溶融型金属 AM システムシリーズ概要を図 1 に示す。EOS 社のシステムは粉末床溶融結合法/パウダーベッドフュージョンタイプと言われるもので, 粉末状の材料をイットテルビウム・ファイバーレーザーで溶融させて造形する。

近年, 各装置メーカーが取り組んでいるのが装置の大型化である。EOS 社も 2014年にワークエリアが 400 mm × 400 mm × 400 mm の大型機 (M400) をリリースしている。さらに 2016年には M400にレーザーを 4 本搭載した M400-4 をリリースし, 従来機に比べ最大 4 倍の生産性向上を達成した。

最終製品を製作する AM は製品の機械的性質が重要であり, 形状再現性だけでは AM そのものを否定されることになりかねない。金属積層造形機は 300 を超える造形パラメータを有しており, 特に EOS 社はマルエージング鋼, ステン



図 1 EOS レーザ溶融型金属 AM シリーズ概要。

レス, アルミニウム, チタニウム合金, ニッケル基合金, コバルトクロム合金の純正材料に対し, 高品質な造形が可能な造形パラメータセットを用意している。また EOS 社が提供している金属材料以外にも材料開発は可能ではあるが, 材料特性に合わせた造形パラメータを開発するためには金属材料と造形プロセスに関する深い知識と知見が必要となる。弊社の開発拠点である AM 研究所では, EOS 社の金属積層造形機を 7 台有しており, 新規材料開発や, 照射パラメータ開発を積極的に取り組んでおりその成果を上げている。本稿では航空宇宙, ガスタービン分野で使用されるニッケル超合金 IN718材の AM 実用化拡大に向けて課題となる金属粉末リサイクルに関する実験, およびガスタービン分野で使用される IN939の造形パラメータ最適化について述べる。

2. 粉末のリサイクル

粉末レーザー溶融型金属積層造形 (以下 SLM Selective laser melting) は一層毎に金属粉末を撒き, 形状断面部にレーザービームを照射して溶融・凝固させる。これを繰り返すことにより三次元形状を積層的に造形する (図 2)。溶融・凝固されなかった粉末は造形後に回収してリサイクル材として再利用するが, このリサイクル回数が増えることで, 粒度分布

* 株式会社 NTT データエンジニアリングシステムズ アディティブ・マニュファクチャリング事業部 開発部 技術開発課; 課長代理 (〒562-0035 箕面市船場東 2-6-58)
Technology Development to Expand Practical Usage of AM; Norio Higuchi (NTT DATA ENGINEERING SYSTEMS CORPORATION, Mino)

Keywords: additive manufacturing (AM), selective laser melting (SLM), stable quality, recycle alloy powder, In939, Ni based alloy, mechanical properties

2017年 7 月 20 日 受理 [doi:10.2320/materia.56.699]

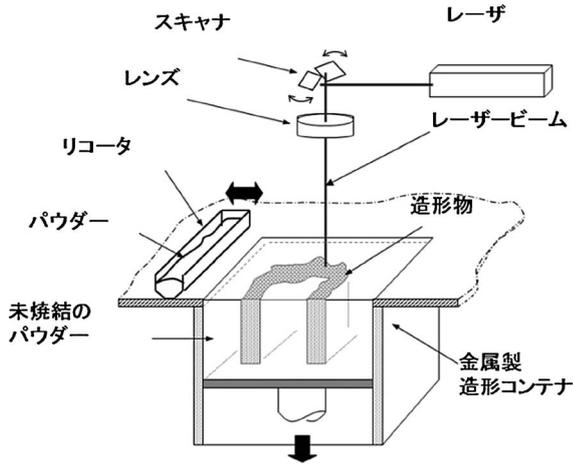


図2 レーザ溶融型 AM システム。

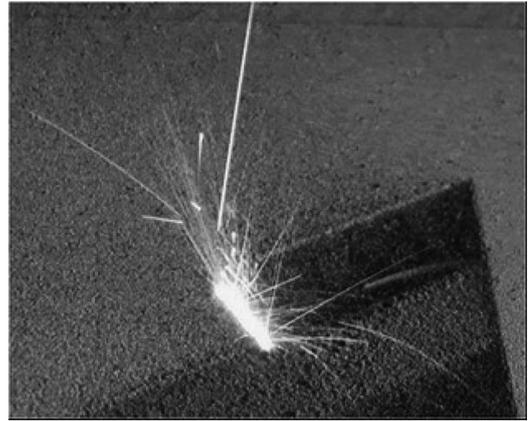


図3 造形中のスパッタ。

の変化，組成変化，流動性変化，不純物の混入等から造形物への悪影響が懸念される．常に新材での造形であれば，これらの懸念は不要であるが材料費用の負担が多く，部品コストが上がるため，粉末のリサイクルは必要不可欠である．しかしながら粉末のリサイクル回数に関する規定がなく報告も少ないため，粉末の管理は装置ユーザーに委ねられているのが現状である．そこで今回，金属粉末のリサイクル回数に最も影響が高いと考えられるスパッタに焦点を当て，リサイクル材と造形物の関係について実験を行なった．

(1) 実験方法

レーザーが粉末を溶融させるとき，主にメルトプールからの気泡放出等が要因でスパッタが発生する(図3)．発生したスパッタは，小粒子から $100\ \mu\text{m}$ 以上の大粒子となり多方向に飛散する．EOS 社の金属積層造形機で使用している粉末は， $63\ \mu\text{m}$ 以下である． $63\ \mu\text{m}$ 以上の粉末が存在すると極所部分での粉末充填密度が大きく異なり，レーザー出力が一定条件下では，溶解するためのレーザーエネルギーが均一に伝達できず，未溶融が生じてシーブアウトの欠陥となる．そのため造形後は目開きが $63\ \mu\text{m}$ の篩にかけ，大粒子のスパッタを分級する．分級された大粒子のスパッタは不純物やワークスペース内の酸素が影響して変色している．しかしながら，小粒子となったスパッタはふるいでは除去できず，リサイクル材の中に存在したまま再利用される．

材料は航空宇宙分野等で多く使用されている IN718材を実験対象の粉末とした．新材 $150\ \text{kg}$ で造形高さ約 $290\ \text{mm}$ ，照射体積 $1,090\ \text{cm}^3$ の造形物を造形し，造形後に回収した粉末を目開き $63\ \mu\text{m}$ の篩にかけ，ふるい落ちなかった大粒子のスパッタ(図4)を使用した．実験パターンは表1で示す6種類とし，リサイクル材はリサイクル回数15回のものとした．造形機は EOS M290とし，積層厚さ $40\ \mu\text{m}$ ，レーザー照射条件は EOS が提供する標準パラメータ，アルゴンガス雰囲気にて酸素濃度を 0.1% 以下とした．造形の基板となるベースプレートは装置に内蔵されているヒーターを用い

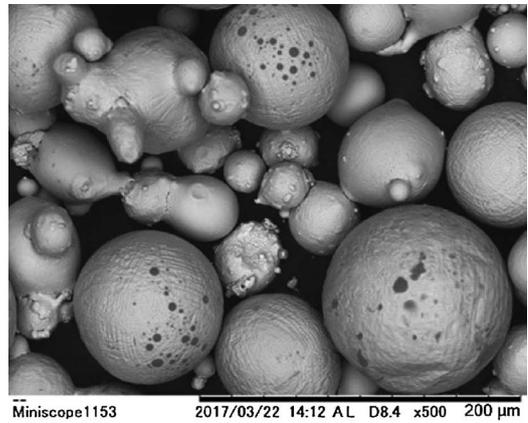


図4 スパッタ外観。

表1 各種 In718粉末。

| No. | 名称 | 概要 |
|-----|-------------------------|------------------------------------|
| A | スパッタ100% | $63\ \mu\text{m}$ 以上の材料 |
| B | スパッタ $150\ \mu\text{m}$ | A を目開き $150\ \mu\text{m}$ の篩にかけた材料 |
| C | スパッタ $100\ \mu\text{m}$ | A を目開き $100\ \mu\text{m}$ の篩にかけた材料 |
| D | スパッタ50% | C とリサイクル材を重量比 1 : 1 で混合した材料 |
| E | スパッタ20% | C とリサイクル材を重量比 1 : 5 で混合した材料 |
| F | リサイクル材 | $63\ \mu\text{m}$ 以下の材料 |

て 80°C に予熱した．造形物の内部観察は積層方向に対して平行な断面を鏡面まで研磨し，光学顕微鏡にて充填面積率を測定した．粉末および造形物の成分分析については，C, O は赤外線吸収法，N は熱伝導度法，その他の主金属成分は ICP 発光分光分析法を用いて測定した．また，機械的性質は AS build で測定した．硬度測定は HB(ブリネル硬さ)で測定，引張試験は平行部直径 $3.0\ \text{mm}$ 平行部長さ $18\ \text{mm}$ のダンベル棒状試験片を積層方向と垂直に造形して N3 で測定した．

表2 各粉末組成.

(単位は mass%, O, N は ppm)

| | Cr | Mo | Al | Ti | Nb | C | O | N |
|-----|-----------|---------|-----------|-----------|----------|-------|-----|-----|
| A | 19.2 | 3.1 | 0.5 | 1.0 | 5.2 | 0.040 | 500 | 146 |
| B | | | 未測定 | | | 0.039 | 600 | 144 |
| C | | | 未測定 | | | 0.041 | 600 | 146 |
| D | | | 未測定 | | | 0.048 | 400 | 107 |
| E | | | 未測定 | | | 0.043 | 400 | 88 |
| F | 19.1 | 3.1 | 0.6 | 0.9 | 5.3 | 0.048 | 290 | 75 |
| 新材 | 19.1 | 3.1 | 0.5 | 1.0 | 5.5 | 0.046 | 150 | 33 |
| 規格値 | 17.0-21.0 | 2.8-3.3 | 0.20-0.80 | 0.65-1.15 | 4.75-5.5 | <0.08 | | |

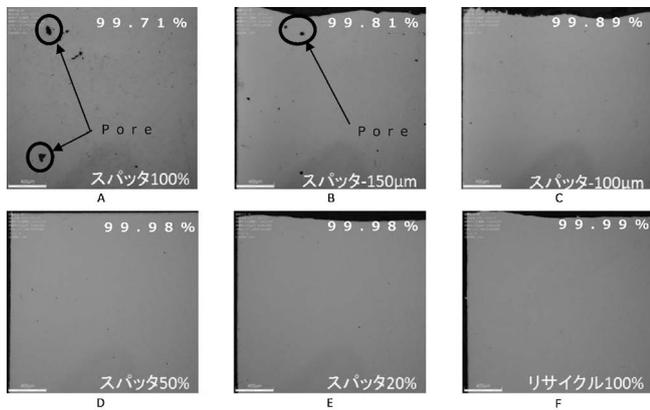


図5 光学顕微鏡観察写真および充填面積率.

(2) 結果と考察

表2は各粉末の組成分析を示す. 新材とスパッタ材を比較すると, 基本組成ではNbの量が減少しているが誤差範囲であり規格値内である. いずれにしても微量の変化と言える. また不純物となるCに関しては, それほど変化していないが, OおよびNの含有量が増加していることが分った.

図5に研磨後, 光学顕微鏡で観察した写真および各試験片の充填面積率を示す. スパッタ材は, いずれの粒度でも充填面積率は低下する. これは, 粒子が大きいことでかさ密度が低くなり, レーザにて熔融された粉末は大きく沈み込み, 次層で通常より厚く撒かれる(図6a). これを繰り返すことで粉末層が厚くなり, 投入レーザーエネルギー密度が不足して製品内部に欠陥が生じる. 一方, リサイクル材にスパッタ材を混合することで, 充填面積率は99.9%以上の高密度を得ることができた. これはリサイクル材の小さい粒子が増加し, スパッタ材の粉末間に入り込むことで, かさ密度が高くなったと考えられる(図6b).

表3に硬度(HB), 引張強さ, 0.2%耐力, 伸びを測定した結果を示す. ただし, 引張試験ではスパッタ100%(A材)の造形は実施しなかった. 各粉末の引張強さは同等な値を示している一方, 硬度と0.2%耐力はスパッタ混合量の増加に伴って徐々に増加する傾向であった. 表4の造形物の酸素と窒

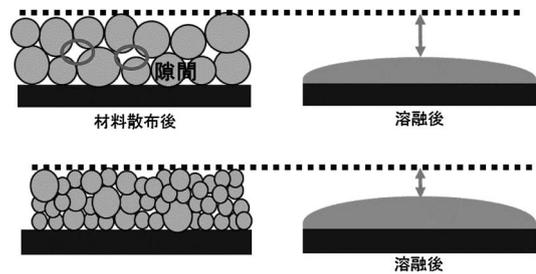


図6 粉末熔融時の模擬図.

表3 機械的特性結果.

| No. | | 硬度 (HB) | 引張り強さ (MPa) | 0.2%耐力 (MPa) | 伸び (%) |
|-----|-------------|---------|-------------|--------------|--------|
| A | スパッタ100% | 294 | — | — | — |
| B | スパッタ 150 µm | 286 | 984 | 695 | 22.6 |
| C | スパッタ 100 µm | 286 | 991 | 688 | 31.2 |
| D | スパッタ50% | 286 | 987 | 680 | 32.7 |
| E | スパッタ20% | 271 | 988 | 665 | 33.4 |
| F | リサイクル材 | 271 | 987 | 651 | 34.4 |

表4 粉末および造形物成分(ppm).

| No. | | O | N |
|-----|-------------|-----|----|
| A | スパッタ100% | 300 | 80 |
| B | スパッタ 150 µm | 400 | 95 |
| C | スパッタ 100 µm | 300 | 78 |
| D | スパッタ50% | 290 | 60 |
| E | スパッタ20% | 260 | 46 |
| F | リサイクル材 | 240 | 38 |

素の濃度がスパッタ混合量に伴って上昇する結果と照らし合わせてみると, ごく少量の酸素と窒素が侵入型原子として金属結晶格子中に存在し金属結晶に歪みを与え, 弾性領域での強化に繋がった結果, 0.2%耐力が上昇したと考えられる.

またスパッタ混合量の増加に伴い、延性は僅かに低下するものの、依然として高い値を示している(スパッタ 150 μm 以外)。これは粉末表面に存在している酸素と窒素が造形過程で蒸発し、固溶化する量が僅かなため粒界に金属化合物として析出せず、高延性を示していると考えられる。一方、スパッタ 150 μm の伸びが著しく低下しているのは、かさ密度が低く、大きな欠陥(図 5B)が形成されたため、塑性変形過程で、き裂が発生し延性が損なわれたと考えられる。以上のことから、150 μm 以上のスパッタは、かさ密度の低下により、粗大欠陥を形成させるため、リサイクルすることは望ましくない。100 μm 以下のスパッタは、リサイクル材に存在しても機械的特性に悪影響を及ぼさない。従って粉末のリサイクルは EOS 標準のリサイクル方法である、目開き 63 μm の篩にかけることで、機械的特性を主軸にした品質は担保されているといえる。今回は Ni 基超合金におけるスパッタの影響を調べた結果であるが、不純物に敏感な Ti 合金でのスパッタ量は更にコントロールすることが望まれる。

3. IN939造形実験

IN939は、高温での高強度および耐食性に優れた Ni-Cr-Co 系の Ni 基超合金である。主な用途としては、ガスタービンの動翼/静翼ブレードやバーナーノズルのような高温環境下に使用されている。この耐熱性と耐食性が要求される合金の強化には γ' 相析出が利用され、強化元素として γ' の主要構成元素である Al や Ti が添加されている(表 5)。Ni 基超合金の中でも比較的低い γ' 含有率を有する IN718 の緻密体を製作することは比較的容易である。しかし IN939 は γ' 析出量が多いと予測される⁽²⁾。急速溶融急凝固プロセスである SLM では、造形中に微小な割れが造形物内部に生じると推測される。そこで今回、レーザ照射パラメータであるレーザ出力、走査速度、走査ピッチを調整して緻密体を製作し、その機械的性質を測定した。

(1) 実験方法

粉末は山陽特殊製鋼株式会社製を使用した。粒度は 63 μm 以下の材料を使用した。造形機は EOS M290 とし、レーザ照射条件はエネルギー密度 $E(\text{J}/\text{mm}^3)$ を基準に P を出力(W)、 v を走査速度(mm/s)、 s を走査ピッチ(mm)、 t を積層厚さ(mm)として、以下の式で計算される⁽³⁾。

$$E = \frac{P}{v \cdot s \cdot t}$$

表 5 Ni 基金属組成成分 (mass%)

| | Ni | Cr | Co | Ti | W | Ta | Al | Nb | Fe | C |
|-------|-----------|-----------|------|-----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----|-------|
| IN718 | 50.0-55.0 | 17.0-21.0 | <0.1 | 0.65-1.15 | (Mo 2.8-3.3) | (Cu <0.3) | 0.20-0.80 | 4.75-5.5 | Bal | <0.08 |
| IN939 | Bal | 22.5 | 0.19 | 3.6 | 2.0 | 1.4 | 1.9 | 1.0 | — | 0.15 |

造形条件は 3 種類に限定し、そのエネルギー密度を表 6 に示す。造形中はアルゴンガス雰囲気にて酸素濃度を 0.1% 以下とした。造形の基板となるベースプレートは装置に内蔵されているヒーターを用いて 80°C に予熱した。造形物の内部観察は角 10 mm のブロックを積層方向に対して平行な断面を鏡面まで研磨し、光学顕微鏡にて充填面積率を測定した。また、機械的性質は As build で測定した。引張試験は平行部直径 3.0 mm 平行部長さ 18 mm の棒状試験片を積層方向と垂直に造形し、N3 で測定した。

(2) 結果と考察

図 7 は三種類の照射パラメータにて造形した造形物の内部観察および充填面積率である。A はクラックが多く発生しているため充填面積率も低い。それに対して B と C は多少の空隙が観察できるがクラックは発生しておらず、充填面積率も 99.95% 以上と高密度な緻密体を得ることができた。

図 8 は各造形体の引張強度、0.2% 耐力、伸びを測定し、比較した図である。A の引張強度、0.2% 耐力に関しては、三種類の照射パラメータの中で一番高い強度を示したが延性が低い。A の延性低下は図 7A で示している通り、クラックの大量形成による影響と考えられる。また、B と C に関しては、引張強度、0.2% 耐力、延性ともに、ほぼ同様の結果を得ることができた。従って強度と延性の両立を実現した造形パラメータ領域が存在することが明らかとなり、SLM での IN939 応用が可能であることが分かった。また緻密度の大小に関係なく、機械強度(0.2% 耐力および引張強さ)は照射パラメータにより、形成される金属組織の変化が関わって

表 6 造形条件とエネルギー密度。

| No. | E (J/mm ³) |
|-----|------------------------|
| A | 116.7 |
| B | 88.7 |
| C | 68.1 |

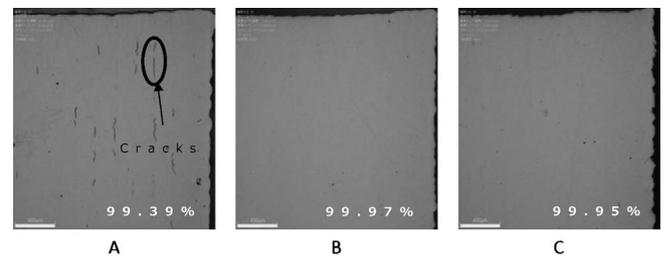


図 7 光学顕微鏡観察写真および充填面積率。

金属粉末積層造形法を活用した 高性能部材の開発

中本貴之* 木村貴広* 四宮徳章*

1. はじめに

金属系材料を用いた付加製造 (Additive Manufacturing: AM) 技術は、金属(粉末)積層造形法とも呼ばれており、CAD モデルから複雑な金属製品を迅速に直接造形できる加工法である。金属 AM 技術の特長は、従来の金属材料の加工法として知られている機械加工・放電加工のような除去加工や、塑性加工・鋳造のような型を用いる変形加工では製造できない複雑な形状の製品を作製できることである。近年、この特長を利用した「ものづくり」が盛んに行われており、工業分野では、製品形状に応じた任意の冷却流路を金型内部に配置した射出成形金型⁽¹⁾や複雑形状を有するジェットエンジンの燃料噴射ノズルのような航空宇宙部品⁽²⁾に利用されている。また医療分野でも、本技術はテーラーメイドの各種インプラント(人工股関節、人工骨、歯科補綴物、骨固定材など)を作製できる手法として注目されている⁽³⁾。

当研究所では、1999年に炭酸ガスレーザを搭載した金属 AM 装置(EOSINT-M250)を導入し、炭素鋼粉末⁽⁴⁾、合金鋼粉末⁽⁵⁾などの鋼系粉末や、チタン系粉末⁽⁶⁾を用いた造形技術の研究開発に取り組んできた。現在では、ファイバーレーザを搭載した2台の金属 AM 装置を用いて、アルミニウム系粉末⁽⁷⁾⁽⁸⁾、銅系粉末など種々の金属材料を用いた造形技術の研究開発に取り組んでいる。中でも、アルミニウムを用いた AM 技術は、その低比重・高熱伝導性を活かし、航空宇宙や自動車、機械産業分野等における軽量化部材や熱制御部品(熱交換器、ヒートシンク等)への応用が期待されている⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。そこで本稿では、アルミニウムを用いた AM 技術に焦点を当て、圧力部品やエンジン部品等の高い信頼性が求められる分野で利用できる JIS-AC4CH (Al-7%Si-0.3%Mg) 合金の造形技術の開発事例、および伝熱性能が高い格子構造を有するヒートシンクの開発事例について紹介する。

2. アルミニウム合金の造形技術の開発

アルミニウム合金を用いた AM 技術に関する最近の研究では、Al-10%Si-0.4%Mg (ISO-AlSi10Mg, JIS-ADC3 相当) 合金⁽¹¹⁾⁽¹²⁾、Al-12%Si (ISO-AlSi12, JIS-AC3A) 合金⁽¹³⁾ などの鋳造系アルミニウム合金粉末を用いて、相対密度 99.5%以上の高密度体を得られている。これらの材料は、種々の金属 AM 装置メーカーにおいて標準のアルミニウム系材料として広く用いられている。これまでの著者らの研究⁽⁷⁾により、Al-10%Si-0.4%Mg 合金の造形物は、引張強さ 450 MPa 以上、破断伸び約10%の良好な機械的性質を示すことがわかっている。一方で、特に信頼性が要求される用途に対しては、さらに延性の優れたアルミニウム系の造形物が求められている。JIS-AC4CH (Al-7%Si-0.3%Mg) 合金は、延性と強度のバランスに優れた重力鋳造用合金として広く利用されている⁽¹⁴⁾が、これまでにその造形技術に関する報告例はほとんどない。そこで、AC4CH アルミニウム合金粉末(東洋アルミニウム製、平均粒径 27.1 μm)を用いて、高密度体を得るためのレーザ照射条件を探索した。以下に、最適条件にて造形した高密度体の金属組織および機械的性質を評価した結果⁽¹⁵⁾について紹介する。

金属 AM 装置 (EOSINT-M280) を用いて見出した最適条件(出力250 W)にて作製した AC4CH 造形物の相対密度は 99.8%であった。図 1 に、このとき得られた造形物の断面の金属組織(SEM 像)を示す。造形物内部の金属組織は、0.5 μm 程度のセルが積層方向すなわち熱流方向に沿って伸長したセル状デンドライトから成る。セル内は初晶 α(Al) 相、セル境界部は Si 系の晶出相である。これらはレーザ照射によって瞬時に溶解、急冷凝固したことで形成した組織であり、本プロセス特有の組織形態である。図 2 に、造形物の引張試験の結果を示す。比較として、同図中に同組成(AC4CH 合金)の金型鋳造材(PMC-T6)の値⁽¹⁶⁾を併せて示す。造形物の機械的性質は、積層方向に平行(0°)、垂直(90°)方向とも

* 地方独立行政法人大阪産業技術研究所；主任研究員(〒594-1157 和泉市あゆみ野 2-7-1)
Development of High-Performance Parts Using Metal Additive Manufacturing; Takayuki Nakamoto, Takahiro Kimura, Naruaki Shinomiya (Research Division of Machining and Molding, Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology, Izumi)
Keywords: 3D printing, additive manufacturing, selective laser melting, aluminum alloy, microstructure, mechanical property, heat treatment, lattice structure, heat exchanger, heatsink
2017年8月18日受理[doi:10.2320/materia.56.704]

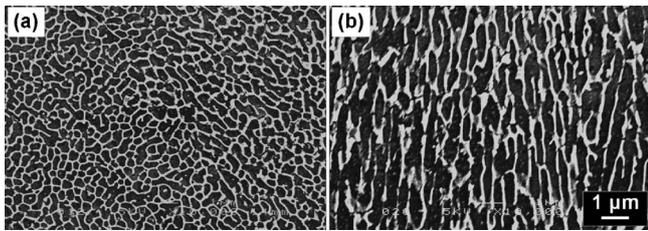


図1 最適条件にて作製した造形物の金属組織 (SEM 像) : (a) 水平断面, (b) 鉛直断面.

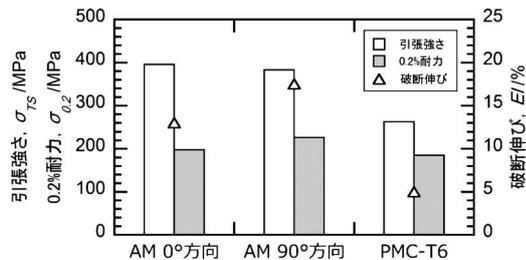


図2 最適条件にて作製した造形物の引張試験の結果.

に、金型铸造材と比較して引張強さ(約 400 MPa), 0.2%耐力(約 200 MPa), 破断伸び(12~17%)のいずれも大幅に高い値を示す。これは、最適条件にて作製した造形物が相対密度はほぼ100%の高密度体であることに加え、上述のように微細なセル状デンドライト組織を呈していることに起因すると考えられる。

次に、熱処理(焼鈍)が造形物の組織と機械的性質に及ぼす影響について調査した。図3に、水平断面における熱処理後の造形物の金属組織(SEM 像)を示す。焼鈍温度250°C以下(図3(a)~(d))では、熱処理材は造形まま材と同様にセル状デンドライト組織を呈しているが、焼鈍温度の上昇に伴ってセルサイズが若干粗大化している。焼鈍温度300°C(図3(e))では、セル境界部のSiが凝集して0.5 μm以下の粒状析出組織に大きく変化し、350°C(図3(f))では粒状相が1 μm前後まで粗大化(オストワルド成長)している。図4に、焼鈍温度による造形物の機械的性質の変化を示す。焼鈍温度の上昇に伴って、造形物の(a)引張強さおよび耐力は低下するものの、(b)伸びは大幅に向上している。このようにAC4CH造形物の焼鈍による機械的性質の変化は、铸造材における変化(焼鈍温度の上昇に伴って、強度は向上し、伸びは低下する)とは逆の傾向を示すことがわかった。焼鈍温度250°C以下では、温度上昇に伴うセル状デンドライト組織の粗大化により強度は低下したと考えられる。焼鈍温度300°C以上では、セル状デンドライト組織が消失して粒状組織が形成されて、アルミニウムマトリックスが連続的に繋がったことで伸びは大幅に向上し、強度は低下したと考えられる。350°Cの焼鈍により引張強さ、耐力はそれぞれ200 MPa, 125 MPa程度まで低下するものの、伸びは展伸材並の30%程度まで向上した。

以上のように、AC4CH アルミニウム合金を用いて最適条件にて作製した造形物は、強度・延性のバランスに優れた機械的性質を有しており、当研究所では高い信頼性(特に延性)が要求される部材への応用展開を現在検討している。

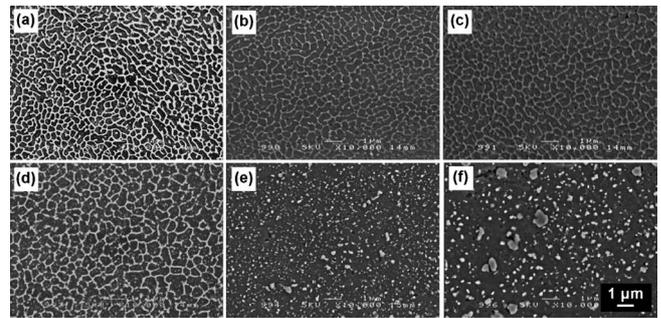


図3 水平断面における熱処理後の造形物の金属組織 (SEM 像) : (a) 造形まま, (b) 150°C, (c) 200°C, (d) 250°C, (e) 300°C, (f) 350°Cの各温度で5 h 焼鈍.

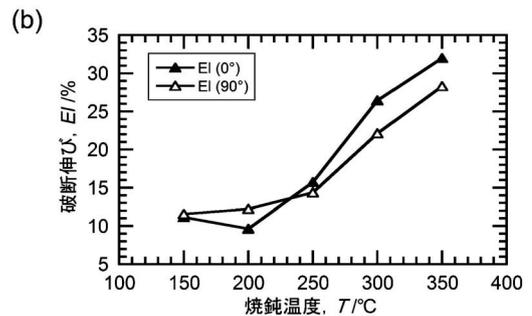
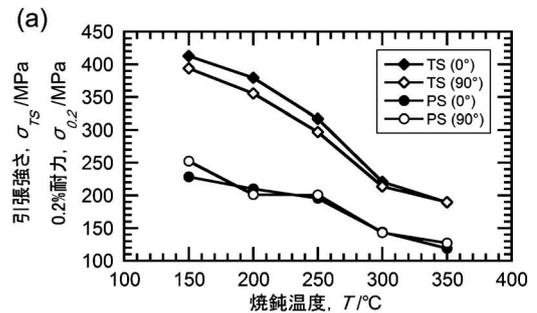


図4 焼鈍温度による造形物の機械的性質の変化 : (a) 引張強さ(TS)と0.2%耐力(PS), (b) 破断伸び(E_l).

3. 高伝熱性能を有する格子構造体の開発とヒートシンクへの応用

電気自動車、風力発電、家電などのインバータ技術に必要な不可欠なパワーデバイス、発熱量が大きく、熱設計の最適化が求められている。パワーデバイスの放熱には、ヒートシンクが一般的に用いられ、熱源から外部の空気へ放熱されている。近年、発熱密度の高いパワーデバイスに対応するために、ヒートシンクの高効率化が求められており、多孔質金属⁽¹⁷⁾や金属繊維⁽¹⁸⁾を用いたヒートシンクの研究が盛んに行われている。多孔質金属や金属繊維は伝熱面積が大きく、優れた熱伝達特性を示す一方で、有効熱伝導率が低いことや流体の圧力損失が大きいことが問題である。金属AMは構造最適化された任意の形状を作製できるため、圧力損失の増大を抑制しつつ伝熱性能の高いヒートシンクを作製する方法として期待できる。本稿では、基本的な格子構造体の伝熱性能を数値解析および実験で調べた結果⁽¹⁹⁾について紹介する。

検討した格子構造体の寸法は、全体の寸法を $W50 \times L50 \times H30$ mm とし、数値解析では対称性を考慮して $W5 \times L50 \times H30$ mm とした。図 5 に、数値解析を行った格子構造体の模式図を示す。各モデルは、伝熱面積がほぼ一定になるように梁および柱の直径を調整した。各 Cube モデルは、 x および y 方向に梁、 z 方向に柱を設けた格子構造で、(a) Cube は梁および柱の断面形状を円形(直径 2.25 mm)、(b) Cube-Td (Teardrop) は頂角 60 度の涙滴型、(c) Cube-G (Functionally gradient) は梁と柱の直径を y 方向に徐々に太くした構造、(d) Cube-C (Cone) は梁と柱の直径を z 方向に徐々に細くした構造とした。(e) Truss は z 方向の柱および x 方向の梁を千鳥配列とし、各交点を斜めの梁で繋ぐ構造とした。また、これらのモデル(「低空隙率モデル」と呼ぶ)の梁および柱の直径を全て 2 分の 1 にしたモデル「高空隙率モデル」も解析対象にした。格子構造体の材質は Al-10%Si-0.4%Mg 合金とし、その底部は 100°C 一定のもと、入口風速 $0.11 \sim 2.2$ m/s の空気 (20°C) を y 方向に流す条件で、各格子構造体の各種伝熱性能を数値解析によって求めた。

図 6 に、伝熱量と圧力損失の関係を示す。(a) 低空隙率モデルでは、圧力損失に対して、Cube-Td や Truss の伝熱量が比較的大きい。これは、Cube-Td では伝熱性能を下げることなく圧力損失を抑えられること、また、Truss では圧力損失は大きいものの、三次元的な千鳥配列特有の高い熱伝達特性を有することが理由として考えられる。一方、(b) 高空隙率モデルでは、圧力損失に対して、Cube-C の伝熱量が最も大きい。高空隙率モデルでは、梁および柱が全体的に細いため、柱の先端部にかけて表面温度は大きく低下したが、Cube-C では柱の根元の直径が大きいため、他の高空隙率モデルと比較して先端部付近の梁および柱の表面温度は高くなった。これにより、Cube-C では柱の先端部付近においても気流への伝熱量が大きくなり、ヒートシンク全体の伝熱量は他のモデルと比較して大きくなったと考えられる。また、図 6 より、Cube-G では低空隙率よりも高空隙率の場合において、圧力損失に対する伝熱量は向上することが示された。これらのことは、Cube-C や Cube-G のように梁および柱に傾斜性を付与することで、高空隙率モデルにおける伝熱性能を向上できる可能性を示唆している。

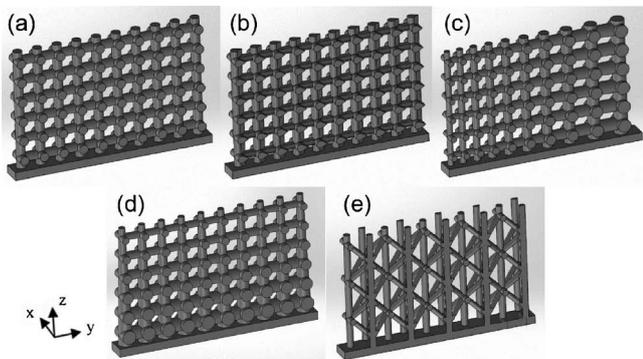


図 5 格子構造体モデル(低空隙率モデル)の模式図：(a) Cube, (b) Cube-Td (Teardrop), (c) Cube-G (Functionally gradient), (d) Cube-C (Cone), (e) Truss.

次に、(株)ダイヘンの協力のもと、上記のような伝熱性能が高い格子構造を有するヒートシンクをアーク溶接ロボットに活用した事例について紹介する。(株)ダイヘンは、ワイヤ送給と溶接電流のシンクロ制御によって幅広い電流域でスパッタの発生を大幅に抑制し、高品質溶接を実現できる、シンクロフィード溶接システム(図 7)を販売している⁽²⁰⁾。本溶接ロボット(図 7(a))では、ワイヤ送給装置(図 7(b))に搭載されるサーボモータが高速に駆動してワイヤを小刻みに正逆送させるが、その際に大量の熱が発生するため、その放熱が課題になっていた。ヒートシンクの伝熱性能が低い場合は大型のモータを取り付けて低負荷で運転する必要があるが、伝熱性能の高いヒートシンクを用いればモータの小型・軽量化が可能になり、溶接ロボットの動作領域の拡大、および動作精度の向上を図ることができる。そこで、格子構造を有するヒートシンク(図 7(c))の搭載を検討した。ヒートシンクは、Al-10%Si-0.4%Mg 合金粉末を用いて金属 AM 装置 (EOSINT-M280) により造形した。タイプ 1 は図 5(a) Cube, タイプ 2 は図 5(e) Truss に相当する格子構造を有しており、伝熱面

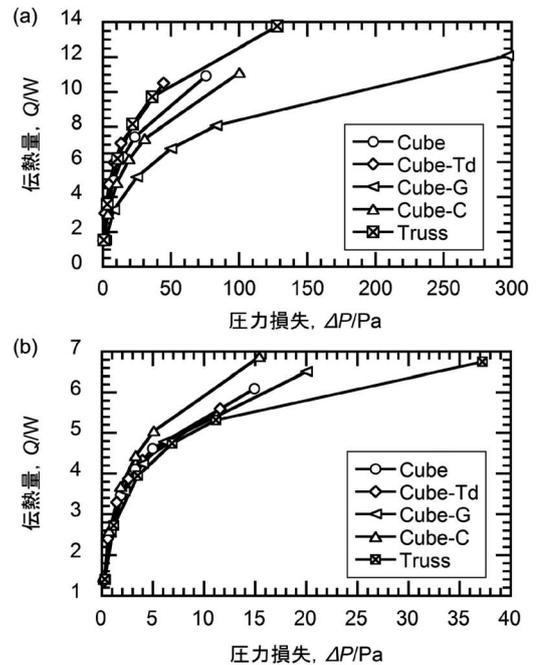


図 6 数値解析により求めた伝熱量と圧力損失の関係：(a) 低空隙率モデル, (b) 高空隙率モデル。

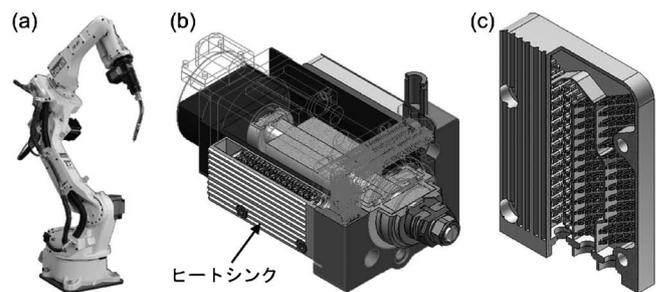
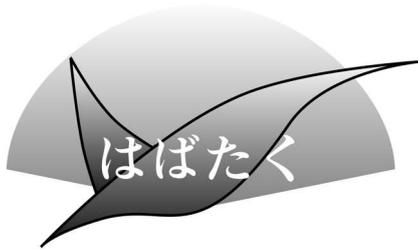


図 7 シンクロフィード溶接システム：(a) アーク溶接ロボットの外観写真, (b) ワイヤ送給装置, (c) ヒートシンクの CAD カットモデル。(株)ダイヘン提供)



これまでの道

JFE スチール株式会社スチール研究所；研究員
ドアン ティーフイン

私は2017年3月に横浜国立大学大学院工学府システム統合工学専攻材料設計工学コース修士課程を修了し、同年4月にJFEスチール株式会社に入社しました。現在、スチール研究所薄板研究部にて、熱延鋼板の研究開発を行っております。この度、本稿を執筆する貴重な機会をいただきましたこと、大変光栄に思います。日本留学を決意してから現在に至るまでの経緯、そして今後研究者として抱く夢について述べさせていただきます。

高校卒業までを過ごした母国ベトナムは豊富な天然資源を有する強みを十分に活かせておらず、国内の生活水準向上に強く影響する製造業、特に製造業の根幹となる鉄鋼業が発展途上にあると感じてきました。

近年、ベトナムでは建設やインフラ事業の活発化により、建設用鋼材の需要が急速に拡大しています。最近まで一貫製鉄所がなかったベトナムでこの需要に追いつくため、2017年5月にFormosa Ha Tinh Steel Corporation (FHS社)が設立され、第1号高炉に火入れされたことで、ベトナム初の一貫製鉄所として始動しました。FHS社は今後の建設やインフラ事業、自動車用鋼板の供給が期待されています。しかし、母国では、製鉄に関するノウハウが少ないことに加え、そもそも基礎である金属材料学を習熟した人材不足が鉄鋼業の発展に対する重大な課題と感じています。

高校生のとき、「橋は強い鉄で作られたものなのに、なぜ壊れるのだろうか」と疑問に思ったことが金属材料、特に鉄鋼材料に興味を持ったきっかけでした。大学では、鉄鋼材料について研究したい想いがありましたが、ベトナム国内では研究環境が整っていなかったため、日本への留学を決意しました。ベトナムでは、日本は教育環境が良い留学先として知られています。

2011年4月に横浜国立大学に入学し、材料科学の勉強を本格的にスタートしました。入学後で学んだ金属組織学、材料強度学、鉄鋼材料学を通じて、マクロ的な変形・破壊とミクロ的な組織変化の繋がりに面白さを感じました。材料設計工学コース金属物理学研究室に配属後は、梅澤教授、古賀助



図1 夢の実現に向けて邁進中です(著者)。

教のもとで3 mass% Siを添加した鋼の疲労き裂発生・進展挙動を研究しました。梅澤研究室では、材料の変形挙動や破壊挙動についてナノ・メゾ・ミクロのマルチスケールからアプローチした基礎的研究が主体です。外国人留学生の私は日本語での理解が困難でしたが、梅澤教授のご指導のお陰で、問題なく研究に励むことができました。学会や国際シンポジウムへ参加するなど、多くの勉強する場もいただき、常に「もっと深くまで追究したい」という気持ちで、楽しく充実した3年間を過ごすことができました。梅澤教授をはじめ、古賀助教や先輩の方々のご指導に深く感謝しております。

Si鋼は優れた磁気特性を持ち、モータや変圧器などの電気機器の鉄心として欠かせない高機能材料です。主に電磁鋼板として使用されています。Si鋼の磁気特性について昔から多くの研究が行われてきましたが、今後回転速度を増やすためには遠心力に耐えうる強度および繰り返しの負荷に対応した疲労強度も必要となると考えました。疲労強度は平均結晶粒径などのミクロ組織因子により影響を受けるため、大学では、粒径の異なる3 mass% Si鋼を用いて、疲労き裂発生・進展挙動および粒径による疲労特性の変化について基礎研究を行いました。高強度Si鋼の疲労強度向上の役に立てばと思います。

JFEスチールに入社後も研究所に配属され、鉄鋼材料の研究に携わることができたので大変嬉しかったです。会社で取り組んでいる熱延鋼板の疲労強度は重要な特性の一つです。私の研究・開発業務においても疲労破壊に関する知識を活かせる場面が多くあります。疲労現象は奥深く、大学で学んだ基礎知識を深めることで、新商品開発などに活かしてゆきたいと考えております(図1)。

これから企業の研究員として道を歩んで行くには、新しい材料を作り出したいという熱意と材料設計のための専門知識が不可欠ですが、それに加えて人を動かす力やコミュニケーション力も大変重要であると感じています。今は足りないものばかりですが、全力を尽くして、オリジナル鋼板を創出する夢を実現したいと考えております。

(2017年10月13日受理)[doi:10.2320/materia.56.708]

(連絡先：〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1)

研究室紹介

九州大学大学院 工学研究院 材料工学部門 材料反応工学大講座

九州大学；准教授 齊藤 敬高

ここでは誌面を拜借して、九州大学大学院工学研究院材料工学部門材料反応工学大講座に属する3つの研究室について、そのアクティビティを紹介させて頂きたい。材料反応工学大講座は材料工学部門に設置されている3つの大講座(材料反応工学, 材料加工工学, 材料機能工学)のうち、鉄鋼や金属, セラミックスを中心とした無機材料の生産プロセスに関する研究教育を推進している3つの研究室によって構成されている。すなわち、材料反応制御学, 材料電気化学, 材料物理化学の3研究室である。

材料反応制御学研究室は、明治44年(1911)に九州帝国大学が設立された際に設置された、冶金学科第二講座を起源とする九州大学でも最も歴史のある研究室の一つであり、現在は国友和也教授、大野光一郎准教授および前田敬之助教によって運営されている。我々の日々の生活に役立つ「材料」は、地球の地殻を構成している地層から、物づくりに役に立つ「資源」を取り出し、それを「素材」へと変換することにより、人間社会へと供給されているものである。材料反応工学研究室では、このプロセスにおける効率化・最適化に必要な知見を発信することが、地球上の人類の幸福に、大きな役割を果たすと信じ、鉄鋼を中心とした金属製造プロセスを主な対象として研究・教育活動を行っている。具体的には、原料の事前処理、高炉製鉄法、直接還元法、新製鉄プロセス、大型プラントおよびプロセスのエネルギーバランス、製鉄所内発生ダストの利用、有価資源のリサイクルなど鉄鋼製錬およびその周辺技術、環境対応技術などに関する研究を行っている。

材料電気化学研究室は、昭和15年(1940)に設置された、冶金学科第四講座を起源とする研究室であり、現在は中野博昭教授および大上悟助教によって運営されている。水溶液からの金属、合金および複合物の電解析出に関する研究・教育活動を行っている。具体的には、分散粒子を含まない非懸濁溶液からの高耐食性亜鉛-活性金属酸化物複合電析、鉄族金属系合金電析による機能膜の創成、銅電解精製におけるカソードの表面性状に及ぼす添加剤の相乗効果、電解採取浴からの電析Znの電流効率と結晶組織に及ぼす直鎖状高分子添加剤と不純物の影響、銅電解精製の不動態化に及ぼすアノード組成の影響およびスライムの構造解析、および低品位銅電解精製におけるアノードの微細構造解析、不動態化機構の解明など、材料表面への新しい機能性膜のプロセッシングおよび非鉄金属製錬プロセスの最適化に関する研究を行っている。

材料物理化学研究室は、昭和36年(1961)に当時の冶金学科が拡充され鉄鋼冶金学科との二学科体制となった際に前述の冶金学科第二講座から分離し、鉄鋼冶金学科第二講座として設置された研究室である。現在は中島邦彦教授によって運



国友和也 教授

中野博昭 教授

中島邦彦 教授



大野光一郎 准教授

齊藤敬高 准教授

図1 九州大学大学院工学研究院材料工学部門材料反応工学大講座を構成する教員。



図2 高温酸化物および金属融体の物理化学的性質の評価装置群：高温(～1,600℃)で溶融した酸化物や金属の粘性、密度、表面張力といった基本的な物性値は、金属やセラミックス、半導体といった無機材料の製造プロセスを最適化する上で必要不可欠なデータベースである。これらの測定装置群を有している学科は世界的にも稀有であり、常に最新のデータを発信し続けている。

営されており、筆者の所属研究室でもある。我が国における輸出品目のTOP3を占める自動車、鉄鋼、電子部品は、基本的に金属、ガラス、セラミックス、半導体といった無機基盤材料によって構成されている。これらの材料は、その生産性や国際競争力を維持するために高温下における製造プロセスを駆使し、輸入される原料の劣化や製品の付加価値に対応しながら大量に生産されている。材料物理化学研究室では、これらの高温プロセスにおいて、化学反応のゴールを見定める熱力学や反応速度を支配する融体物性を対象として、研究・教育活動を行っている。具体的には、高温酸化物融体を中心としたメルトの粘度、表面張力、密度といったような物性値の精密測定や、交流電場を用いた二相共存高温流体の相転移挙動の評価を行っている。加えて、高温融体を用いたガラス・セラミックスの製造プロセスに関する研究も行っている。

以上の材料反応工学大講座に所属する教員は、物理化学、熱力学、動力学、電気化学等の無機物質科学を学ぶ上で、礎となる学問について講義を担当し、九州大学大学院工学研究院材料工学部門の学術的な骨格を形成している(図1)(図2)。

(2017年10月6日受理)[doi:10.2320/materia.56.709]

(連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744 ウェスト4号館)



第18回 KIM-JIM シンポジウム 開催報告

物質・材料研究機構 土谷浩一
構造材料研究拠点 拠点長

日本金属学会(JIM)と韓国金属・材料学会(KIM)の合同開催による KIM-JIM シンポジウムが、日本金属学会2017年秋期講演(第157回)大会初日(2017年9月6日(水))に北海道大学工学部で開催された。本シンポジウムは1999年に韓国仁川大学で第1回が開催されて以来、今回が第18回目になる。筆者が日本側世話人を務め、韓国側世話人のソウル国立大学 Heung Nam Han 教授と共に、“Interplay between Phase Transformation and Plastic Deformation in Advanced Structural Materials” というテーマを設定した。マルテンサイト変態を初めとする各種の相変態と変形の相関は鉄鋼材料やチタン合金における TRIP 効果や、形状記憶効果、超弾性に代表される様に学術的にも工学的にも重要かつ奥の深いテーマである。今回はそれに加えて鉄鋼、Mg 合金、チタン合金などにおいて重要な変形機構である双晶変形もスコープに含める事とした。その結果、対象材料として鉄鋼材料、チタン合金、アルミ合金、マグネシウム合金から、近年研究の盛んな高エントロピー合金までという幅広い材料を網羅し、多角的な視点から議論できるシンポジウムとなった。当初は日本側、韓国側でそれぞれ8件の講演とする予定であったが、韓国側からは是非9件の講演をという強い要望があり、合計17件の講演となった。さらに講演者以外にも KIM 側から Young-Kook Lee 教授 (Yonsei Univ.), Sung-Joon Kim 教授 (POSTECH) 教授も参加され、活発に議論に参加されていた(図1)。

シンポジウム前日には赤レンガの美しい北海道庁のすぐ近くのイタリアンレストランにて北海道の海の幸や野菜を味わいながら、中島会長も参加して、最終打ち合わせと交流会を開催した。

シンポジウムは中島会長のオープニングのご挨拶に引き続き、Kyung-Tae Park (Hanbat National Univ.) による Fe-20Cr-3Mn-1Ni-0.75Si-0.25N の TRIP 効果への時効の影響、古原忠(東北大)によるナノ炭化物相界面移動が残留オーステナイトの炭素濃化に与える影響に関する講演に始まり、ナノポーラス合金 (Ju-Young Kim, Ulsan NIST)、自動車鋼板における残留オーステナイト相制御(船川義正, JFE スチール)、Ti-5Al-2.5Fe 合金の相分解挙動 (Yong-Taek Hyun, KIMS)、Ti-Cr 合金における変形誘起オメガ相(仲井正昭, 近畿大)、ナノインデンテーション法の新展開 (Jae-II Jiang, Hanyang Univ.) に関する講演が続いた。

午後は室温加工性に優れた Mg 合金の開発 (Nack Joon Kim, POSTECH)、マグネシウム合金の双晶変形とマルテ



図1 シンポジウム会場での記念撮影。



図2 大会懇親会にてジンギスカンを囲んで。

ンサイト変態(安藤大輔, 東北大)、マグネシウム合金の曲げ変形とエリクセン試験 (Shi-Hoon Choi, Sunchon National Univ.), Fe-Mn-Si 合金の変形誘起 ϵ 相の双晶選択(澤口孝宏, NIMS)、TiCuNiSiSn 系超弾性合金の開発 (Eun Soo Park, Seoul National Univ.), Co-Cr 系合金単結晶のすべり変形機構(萩原幸司, 阪大)、TiCuNiSiSn 系高エントロピー合金の水素挙動 (Jin-Yoo Suh, KIST)、CrMnFeCoNi 系高エントロピー合金単結晶の変形機構(岡本範彦, 東北大)、アルミ合金の不連続析出による高強度-高延性化 (Seung Zeon Han, KIMS)、相安定性と析出物制御による疲労亀裂進展の抑制(小山元道, 九大)の講演の後、韓国側の世話人である Heung Nam Han 教授の閉会の挨拶でシンポジウムを終了した。次回(第19回)はソウルでの開催という事である。終了後はキリンビール園での大会懇親会に参加し、ジンギスカン鍋を囲みながらさらに交流を深めた(図2)。

末筆ではあるが、今回のシンポジウム開催にあたって前々回世話人の成島尚之教授(東北大)に貴重なご助言を頂いた他、実行委員長の三浦誠司教授(北大)には受付近くでアクセスの良い会場をご提供頂いた。また日本金属学会の山村英明事務局長には企画と予稿集作成などで多大なご助言とご支援を頂いた。この場をお借りしてお世話になった方々に心から感謝する。

今後もこのシンポジウムを通じてますます KIM-JIM 間の交流が盛んになる事を祈念する。

(2017年10月16日受理) [doi:10.2320/materia.56.710]

(連絡先: 〒305-0047 つくば市千現 1-2-1)

委員会だより

男女共同参画委員会 10周年記念シンポジウム*

日本鉄鋼協会・日本金属学会男女共同参画委員会委員長
東北大学金属材料研究所；准教授
梅津理恵

2007年に発足した日本鉄鋼協会・日本金属学会男女共同参画委員会も今年で10年を迎えました。今年度の北海道大学での秋期講演大会開催を機に、「企業・大学でのダイバーシティ推進を考える」というテーマのもと、2017年9月9日(土)に北海道大学工学部オープンホールにてシンポジウムを開催しました。前日まで秋期講演大会が催されており、日を改めての開催に参加者が集うのか心配でありましたが、当学協会以外の北大関係者や北海道の民間企業、周辺の大学・高校等に広く周知し、当日は中島英治金属学会会長をはじめ、全部で70名ほどの参加がありました。あいさつとして、男女共同参画委員会委員長より「男女共同参画」という言葉を浸透させるための活動にはじまり、女性研究者の活躍推進に向けた取り組みに着手した10年であった、とこれまでの活動に関する簡単な紹介がありました。総会員数に占める女性比率は、この10年の間に日本鉄鋼協会では約1.5から3%へ、日本金属学会では3から5%へと確実に増加しており、特に女子学生においては現時点でそれぞれ10、12%にもなったといくつかの統計結果が示され、今後は女性の活躍が具体的に「見える化」に向けての10年であってほしい、とあいさつは締めくくられました。

一人目の講演者は北海道大学女性研究者支援室室長で大学院情報科学研究科の長谷山美紀教授で、北海道大学の男女共同参画の活動、現状、今後の取り組みに関する紹介をして頂きました。女性研究者を対象にプラスワンビジット(国際的な活躍が期待される優秀な女性研究者に対する賞、国際会議参加に加えて現地の研究者を訪問する旅費を支援し、論文の執筆や共同研究につなげる)の制度や、女子学生を対象とした奨励賞の授与、また、異動してきた教員のパートナーが研究者であった場合に研究継続できる環境を確保し、キャリアアップを支援する仕組みを検討中など、進んだ取り組みが行われていることが紹介されました。

次に、二人目としてJFEスチール株式会社・人事部人事室長の近藤達哉様にご講演頂きました。24時間、3交代制により工場は常に操業されており、10年前ではほとんど女性の姿が見当たらなかった生産部門でも、現在は2.4%、総合職にいたっては6.2%と女性社員の比率が急増している現状についての話題提供がありました。さらには、少子高齢化・ライフスタイル等の変化により、性別の違いというよりは、もはや個々の状況を尊重したダイバーシティ経営が会社には



図1 男女共同参画委員会10周年記念シンポジウム当日の様子。

必要とされており、会社全体のシステムリフレッシュを行い、「誰もがもてる能力を最大限に発揮できる組織風土へ」という言葉に誰もが頷いていました。

カルビー株式会社人事総務本部・ダイバーシティ委員会委員長の新谷英子様からも会社の取り組みや現状に関してご講演頂きました。もともと、女性社員の比率は半分程度と高いにもかかわらず、2009年における女性管理職の比率はたった5%程度であったのを、現在では24%、さらに2020年には30%へ引き上げることを目標にしているという話がありました。「育児しながら仕事を続ける」から「育児しながらも活躍をする」というポリシーによる女性社員の意識改革、ならびに会社全体で多様な人材が活躍できる制度や仕組みをつくっていく取り組みが、この数値目標達成の鍵となっていることが伺えました。会議において無駄な資料は作成しない、という徹底した簡略化など、仕事は単に時間をかけるものではなく、効率化を重視しようとする雰囲気が浸透しているとのことでした。会場からも質問が挙がり、参加者の関心の高さが感じられました(図1)。

最後に男女共同参画委員会副委員長の閉会の辞よりシンポジウムは締めくくられ、盛会のうちに幕は閉じられました。

今回のシンポジウムは、日本鉄鋼協会・日本金属学会関係者以外の学協会関係者、民間企業および一般人も対象としており、幅広く周知するために多くの方々にご協力頂きましたことに感謝申し上げます。また、シンポジウムの開催に際しては、日本鉄鋼協会・日本金属学会の大会実行委員会委員、男女共同参画委員会委員、事務局等に大変お世話になりました。特に、北海道大学の池田賢一先生には、会場運営等で多大なるご協力を頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。男女共同参画に関する活動は、ややもすれば「女性による、女性のための活動」と思われがちですが、「女性活用=男性にとってもよりよい社会」という認識のもと、社会全体で意識が高まることを切に願っております。今後も、男女共同参画委員会ではさまざまな活動を続けて参りますが、多くの学会会員の皆様にご賛同頂き、次回シンポジウム開催の際は、今まで以上に多くの方にご参加頂きたく思います。

* 日本鉄鋼協会「ふえらむ」Vol. 22. No. 12に同時掲載。
(2017年10月3日受理)[doi:10.2320/materia.56.711]
(連絡先: 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)

本 会 記 事

| | | | |
|-------------|-------------------------------------|---------|-----|
| 会 告 | 2018年度会費納入のお願い | 712 | |
| | 2018年度・2019年度監事選挙中止のお知らせ | 712 | |
| | 事務局：年末・年始休業のお知らせ | 712 | |
| | 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 | 713 | |
| | 2018年春期(第162回)講演大会講演募集および参加申し込みについて | 713 | |
| | 学術貢献賞(第16回)候補者推薦依頼 | 715 | |
| | 功労賞(第16回)候補者推薦依頼 | 715 | |
| | 奨励賞(第28回)候補者推薦依頼 | 715 | |
| | 村上奨励賞(第15回)候補者推薦依頼 | 716 | |
| | 論文賞(第66回)候補論文推薦(自薦)のお願い | 716 | |
| | まてりあ賞(第8回)推薦(自薦)のお願い | 716 | |
| | 各種学術賞や助成等の候補の推薦について | 717 | |
| | 2018年秋期講演大会公募シンポジウムテーマ提案募集 | 717 | |
| | 2018年春期講演大会展示会出展・大会プログラム・講演概要集広告募集 | 718 | |
| | 金属学会シンポジウム | 719 | |
| | 金属学会セミナー | 720 | |
| | 研究集会 | 724 | |
| | 2018・2019年度の代議員選挙投票のご依頼 | 726 | |
| 支部行事 | 722 | 新入会員 | 726 |
| 掲示板 | 722 | 次号予告 | 726 |
| 会誌・欧文誌12号目次 | 725 | 行事カレンダー | 729 |

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。

- ・ご連絡先住所変更等の手続きは、本会ホームページ [\[会員マイページ\]](#) からできます。
- ・オンラインジャーナルの発行や行事のご案内等の本会からのお知らせ E-mail の受信をご希望される方は、本会ホームページの [\[会員マイページ\]](#) → [\[会員情報の変更届\]](#) にて手続きして下さい。

会 告 (ホームページもご参照下さい)

2018年度会費納入のお願い

2018年の会費納入時期となりました。下記いずれかの方法にてお払い込み下さいますようお願い申し上げます。

- ◎自動払込：2017年12月12日予定でご登録の口座から引き落としされます。
- ◎郵便振込み：上記以外の方は、本年11月中旬頃、「ゆうちょ銀行郵便振込み用紙」を郵送いたしました。ゆうちょ銀行にてお支払い願います。
- ◎クレジットカード・コンビニ支払：
会員マイページにログインの上、お手続きして下さい。領収書もホームページで発行できます。

会費のお支払い確認

ホームページ→入会・会員→会員マイページ→(ID・パスワード入力)でお支払いと確認ができます。

問合せ 会員サービス係
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312
E-mail: member@jim.or.jp

2018・2019年度の監事選挙中止のお知らせ

2017年度事業に関する定時社員総会(2018年4月23日予定)で選任されるその他の地区在住の、本会監事選挙立候補者を求めましたが、立候補がありませんでしたので、2018・2019年度の監事候補者選挙を中止いたします。本会定款に基づき、2018年4月23日開催予定の定時社員総会において選任いたします。

2018・2019年度の代議員候補者選挙投票のご依頼

この度、正会員の皆様へ本会の2018・2019年度の代議員候補者選挙をご依頼する運びとなりました。詳細は本誌726頁にてご案内しております。
投票の締切は、12月31日です。

皆様のご協力を何卒よろしくお願い申し上げます。

事務局：年末・年始休業のお知らせ

事務局は、下記日程で年末年始の休業をいたします。宜しくお願いいたします。

2017年12月29日(金)～2018年1月8日(月)

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(予定)、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) *ブース説明会のみ参加も可。

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。

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.campany2018@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 | 石福金属興業株式会社 | NTN 株式会社 |
| 株式会社荏原製作所 | 大阪製鐵株式会社 | 高周波熱錬株式会社 |
| 合同製鐵株式会社 | 株式会社神戸製鋼所 | 山陽特殊製鋼株式会社 |
| JFE 条鋼株式会社 | JFE スチール株式会社 | 滲透工業株式会社 |
| 新日鐵住金株式会社 | 住友金属鉱山株式会社 | 住友重機械工業株式会社 |
| セイコーインスツル株式会社 | 株式会社ソディック | 大同特殊鋼株式会社 |
| TDK 株式会社 | 中越合金鋳工株式会社 | 中外炉工業株式会社 |
| 東京製鋼株式会社 | 株式会社東芝 | 東洋鋼板株式会社 |
| 株式会社特殊金属エクセル | トビー工業株式会社 | ニダック株式会社 |
| 日新製鋼株式会社 | 日鉄住金 SG ワイヤ株式会社 | 日鉄住金テクノロジーズ株式会社 |
| 日本発条株式会社 | 日本冶金工業株式会社 | 日立金属株式会社 |
| 福田金属箔粉株式会社 | 三井金属鉱業株式会社 | 三菱アルミニウム株式会社 |

2018年春期(第162回)講演大会講演募集

◎ただ今、下記の通り講演募集を行っております。ご確認の上、お申し込み下さい。

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)

非会員でも大会参加費と登壇費を前納すれば、講演申請ができます(詳細は「申込要領」の「講演資格」参照。)

(注)講演申請をする方は同時に大会参加申請の事前予約となります。大会参加費は2月10日(土)までに納入下さい。

| | |
|------------------------|---|
| 講演申込 URL | http://www.jim.or.jp/convention/2018spring/ |
| 講演申込および概要原稿提出期限(締切厳守!) | 講演申込と講演概要提出は同時に行う。(同時に行わない場合は、講演申込として受理されない) |
| 講演種別 | 全講演(公募シンポジウム、一般、ポスター、共同セッション) |
| 講演申込・大会参加事前予約期間 | 11月10日(金)13時~2018年1月10日(水)17時 |

講演についての問合せ 公益社団法人日本金属学会 講演大会係 annualm@jim.or.jp

これから入会して講演申込をされる方へ

インターネットで入会申込み下さい。入会申込確認後は ID(会員番号)とパスワードが即日メール返信されます。

会員認定: 期限内に入会手続きの上、年会費を納入下さい。→期日までの払込みがない場合は講演不許可の措置をとります。

| | |
|----------|---|
| 入会申込 URL | http://www.jim.or.jp.memberinfosys/member/ |
| 入会申込期限 | 1月9日(火) |
| 年会費納入期限 | 1月31日(水) |

入会・会費の問合せ 会員サービス係 member@jim.or.jp

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

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。詳細は、下記申込要領をご覧ください。

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、懇親会参加券もあわせてお送りします。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・懇親会の消費税扱については、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) | |
|----------------|---------------------------|-------------------------|
| | 予約申込 (インターネット申込・事前支払い) | 当日申込 (大会会場受付・現金払いのみ) |
| 会員資格 | | |
| 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。

◆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) | |
|----------------|---------------------------|--------------------------|
| | 予約申込 (インターネット申込・事前支払い) | 当日申込 (懇親会会場受付・現金払いのみ) |
| 種 別 | | |
| 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



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。推薦方法がWebフォーム入力に変更されたものもあります。是非、ご利用の上、ご推薦下さい。

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 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

本会では地域振興の観点から各地域に根ざした技術の進歩発達に貢献した個人あるいは組織を対象とした「学術貢献賞」を設けております。第16回の授賞式は、2018年秋期講演大会(東北大学)の9月19日に行い、また会期中に受賞記念講演をお願いしております。

多数の優秀な候補者を推薦いただくため、広く会員からの推薦をもとめております。下記要領により積極的にご推薦下さい。

*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)

問合せ先 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!!~

本会では45歳以上の研究・技術分野に功績があった方を対象として、日本金属学会賞に次ぐ賞として「日本金属学会功労賞」を設けております。第16回の授賞式は2018年秋期講演大会(東北大学)の折、9月19日に行います。多数の優秀な候補者を推薦いただくため、広く正員からの推薦(3名以上連名)をもとめております。下記要領により積極的にご推薦下さい。

■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、共著者を入力する。

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>

問合せ先 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!!~

本会では次世代を託する優れた若手研究者を顕彰するために1991年から「日本金属学会奨励賞」を設けており、第28回の授賞式を2018年の秋期講演大会(東北大学)の折、9月19日に行います。

歴史の転換期にある今日、若い世代の意識の高揚こそが何よりも望まれております。金属・材料工学ならびに関連分野で活躍しつつある若手研究者の中から将来性豊かな人材をご推薦下さいますようお願いいたします。

■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、共著者を入力する。

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>

問合せ先 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!!～

本会では財団法人村上記念会からのご寄付を基に金属工学の分野で卓越した業績を挙げつつある若手研究者を奨励するため「日本金属学会村上奨励賞」を設けており、第15回の授賞式を2018年の秋期講演大会(東北大学)の折、9月19日に行います。多数の優秀な候補者を積極的にご推薦下さい。

■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、共著者を入力する。

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>

問合せ先 E-mail: gaffair@jim.or.jp

第66回論文賞 候補論文推薦(自薦)のお願い

本会では秋の大会で前年1カ年の会誌、欧文誌に掲載された論文の中から特に優秀な論文に対し、毎年論文賞を授賞しております。論文賞候補論文の推薦は会誌、欧文誌の「編集委員」または「論文査読者」あるいは「代議員」の方々をお願いしております。また、より広く推薦していただくため、「著者本人」からの自薦も認めております。つきましては、下記ご参照の上、奮ってご応募をお願いいたします。

*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掲載された論文若しくは日本金属学会誌に掲載後1年以内に Materials Transactions に掲載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/>

問合せ先 E-mail: editjt@jim.or.jp

第8回までりあ賞 推薦(自薦)のお願い

会報編集委員会では毎年、会報「までりあ」に論文または記事を掲載し、金属及びその周辺材料の学術及び科学技術の振興に顕著な貢献をしたと思われる方に「までりあ賞」を授賞しております。

対象は会報「までりあ」に掲載された記事(過去3ヵ年)の中らとなります。下記推薦要領により、皆様からの積極的なご推薦をお願いいたします。

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。

授賞対象記事 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。)

- 記事種別**
- (1) **までりあ論文賞**：解説、最近の研究、技術資料、集録、新進気鋭、特集記事、物性・技術データ最前線、プロジェクト報告
 - (2) **までりあ啓発・教育賞**：講義ノート、入門講座、プロムナード、実学講座、材料教育、材料科学のバイオニたち

授賞 2018年9月19日秋期講演大会(東北大学)にて。

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>

問合せ先 E-mail: materia@jim.or.jp

各種学術賞や助成等の候補の推薦について

本会は下に示す各種の学術賞や奨励、助成等の候補の推薦者に指定されており、積極的な推薦を行っております。会員各位にはこれらの候補として適当と思われる方の推薦または自薦をお願いいたします。

推薦または自薦は次の各号によるものとします。

- (1) 推薦または自薦の資格は、本会会員とする。
- (2) 推薦または自薦に際しては、各学術賞等の所定の書式の推薦書及び資料を提出する。
- (3) 推薦または自薦の期限は、原則として各学術賞等の推薦締切の2ヶ月前とする。

推薦又は自薦しようとするときは「〇〇賞に推薦(自薦)」と明記の上、上記(3)の期限までに、各学術賞等の所定の推薦書及び資料を添えて、本会事務局までお申し出下さい。書類審査の後、理事会で推薦を決定いたします。

| 本会が推薦者に指定されている各種学術賞等 | 募集者 | 各賞等の推薦締切(2017年の例)(本会締切は2ヶ月前) |
|--|-------------------|------------------------------|
| 文部科学大臣表彰 科学技術賞, 若手科学者賞 http://www.mext.go.jp/ | 文部科学省 | 7月27日 |
| 文部科学大臣表彰 創意工夫功労者賞 http://www.mext.go.jp/ | 文部科学省 | 9月30日 |
| 日本学術振興会賞 https://www.jsps.go.jp/jsps-prize/ | 日本学術振興会 | 4月12日 |
| 有志賞 http://www.jsps.go.jp/j-ikushi-prize/ | 日本学術振興会 | 6月9日 |
| 朝日賞 http://www.asahi.com/shimbun/award/asahi/ | 朝日新聞社 | 8月25日 |
| 日本産業技術大賞 http://corp.nikkan.co.jp/p/honoring/nihonsangyogijyutsutaishou | 日刊工業新聞社 | 1月31日 |
| 東レ科学技術賞, 東レ科学技術研究助成 http://www.toray-sf.or.jp/ | 東レ科学振興会 | 10月10日 |
| 本多記念賞, 本多フロンティア賞, 本多記念研究奨励賞 http://hondakinenkai.or.jp/ | 本多記念会 | 9月16日 |
| 大河内賞 http://www.okochi.or.jp/hp/top.html | 大河内記念会 | 8月12日 |
| 全国発明表彰 http://koueki.jiii.or.jp/hyosho/top/hyosho_top.html | 発明協会 | 8月31日 |
| 地方発明表彰 http://koueki.jiii.or.jp/hyosho/top/hyosho_top.html | 発明協会 | 3月31日 |
| 井上学術賞 http://www.inoue-zaidan.or.jp/f-01.html | 井上科学振興財団 | 9月20日 |
| 井上春成賞 http://inouesho.jp/ | 科学技術振興機構 | 3月31日 |
| 岩谷直治記念賞 http://www.iwatani-foundation.or.jp/ | 岩谷直治記念財団 | 8月31日 |
| 浅田賞, 三島賞 https://www.isij.or.jp/commendation/ | 日本鉄鋼協会 | 9月30日 |
| 風戸賞 http://www.kazato.org/application/ | 風戸研究奨励会 | 10月21日 |
| 風戸研究奨励賞 http://www.kazato.org/application/ | 風戸研究奨励会 | 12月9日 |
| グリーン・サステイナブルケミストリー賞 http://www.jaci.or.jp/gscn/page_03.html | 新化学技術推進協会 | 11月18日 |
| 工学教育賞 https://www.jsee.or.jp/award/ | 日本工学教育協会 | 7月13日 |
| KONA 賞, 研究助成, 援助 http://www.kona.or.jp/jp/ | ホソカワ粉体工学振興財団 | 7月20日 |
| サー・マーティン・ウッド賞 http://www.msforum.jp/about_sir_martin/ | ミレニアム・サイエンス・フォーラム | 8月1日 |

| 本会が推薦者に指定されている各種学術賞等 | 募集者 | 各賞等の推薦締切(2017年の例)(本会締切は2ヶ月前) |
|---|---------------|------------------------------|
| 機械振興賞 http://www.jspmi.or.jp/tri/prize/index.html | 機械振興協会 | 5月31日 |
| 素形材産業技術賞 https://sokeizai.or.jp/japanese/award/skill_h22.html | 素形材センター | 5月19日 |
| 日本塑性加工学会賞 http://www.jstj.jp/about/award/ | 日本塑性加工学会 | 8月27日 |
| 日本溶接協会 貢献賞, 技術賞, 溶接注目発明賞 https://www.jwes.or.jp/jp/somu/award/index.html | 日本溶接協会 | 11月10日 |
| 熱・電気エネルギー技術に関する研究助成 http://www.teet.or.jp/08_4.html | 熱・電気エネルギー技術財団 | 10月28日 |
| 藤原賞 http://www.fujizai.or.jp/index.htm | 藤原科学財団 | 12月20日 |
| 報公賞, 工学研究奨励援助金 http://www.hattori-hokokai.or.jp/ | 服部報公会 | 5月10日 |
| 陸賞 http://www.jsndi.jp/honor_award/ | 日本非破壊検査協会 | 12月31日 |
| 山崎貞一賞 http://www.mst.or.jp/Portals/0/prize/index.html | 材料科学振興財団 | 4月30日 |
| 山田科学振興財団研究援助 http://www.yamadazaidan.jp/jigyo/kenkyu.html | 山田科学振興財団 | 2月23日 |
| 江崎玲於奈賞 https://www.i-step.org/prize/esaki/ | 茨城県科学技術振興財団 | 3月10日 |
| 薄膜技術に関する研究助成 https://www.samco.co.jp/foundation/recruitment/ | サムコ科学技術振興財団 | 4月30日 |
| 工学教育賞 https://www.jsee.or.jp/award/ | 日本工学教育協会 | 1月12日 |

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、春秋講演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いたしてあり、活況を呈しております。明年の秋期講演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。)

【募集対象の大会】

2018年秋期講演大会(東北大学)

【実施要領】

- ・境界領域を取り込むもの、最新の情報を含むもの、適時な討論展開ができるもの。
- ・一般会員、若手・中堅研究者の、斬新なアイデアによる提案を期待する。
- ・これまでの金属学会になかったテーマを歓迎する。一つのシンポジウムの講演件数は10件以上であることを目安とする。
- ・採択したテーマは、公募シンポジウムとして、講演申込を募集会告する。
- ・採択された場合、提案者(企画責任者)はテーマ責任者として、積極的に講演募集を行い、また講演プログラムを編成する。シンポジウムの企画に積極的な方々が将来、分科会・講演大会などで主導的に活躍されることを期待する。

1. 講演の種類 基調講演と応募講演
2. 提案書の内容 ①テーマ, ②テーマ英語名, ③趣旨, ④基調講演の予定題目と講演者, ⑤推定講演数, ⑥関連分科*(関連

分科複数記入可), ⑦提案者所属・役職/氏名, ⑧通信先住所・TEL・FAX, E-mail

* 第1分科: エネルギー材料, 第2分科: エコマテリアル
第3分科: 電子・情報材料, 第4分科: 生体・福祉材料
第5分科: 社会基盤材料, 第0分科: 材料と社会

3. 提案書送信先 下記の送信先にE-mailでお送り下さい。
2, 3日過ぎても受理返信通知のない場合はご連絡下さい。
4. テーマの選定 講演大会委員会で選定し, 結果は提案者に通知します。
5. 採択テーマの告知と講演募集 「まてりあ」5号2018年秋期講演大会講演募集会告, 本会ホームページで行う。
6. 講演申込締切日 2018年7月上旬予定
7. 講演プログラム テーマ責任者がプログラム編成し, 講演大会委員会へ提出する。
8. 講演時間
応募講演 15~25分(+討論時間5~10分=合計20~35分)
基調講演 30分(+討論時間10分=合計40分)
9. 講演概要原稿分量 A4判1ページ(応募講演, 基調講演)

【公募シンポジウム企画の採択基準】

- (1) 企画責任者(シンポジウム chair)およびテーマ責任者(シンポジウム co-chair)
 - ①企画責任者は会員であること。
 - ②テーマ責任者は複数テーマを兼任しないこと。
 - ③企画責任者またはテーマ責任者には, 了解を得た講演大会委員が入っていること。
 - ④講演大会委員(専門分野)リストはホームページに掲載し, 連絡先等は事務局に問合せする。
- (2) 講演大会委員会でテーマ責任者(代理者可)は企画提案の説明を行うこと。
- (3) 継続テーマの採択条件(上記に追加)
今後も同一テーマのシリーズ化で公募シンポジウムを希望する場合は, 会員の研究活動一層の活性化を図ることを目的とした下記の採択基準の条件を満たす提案が求められます。
 - ①全講演数の半数以上の応募講演数が見込まれること。
 - ②基調講演の非会員枠は原則, 1~2件とし, 会員の発表の場とすること。
 - ③提案書の趣旨にどのような科学的知見が得られるかの記載があること。
 - ④継続テーマ提案が採択条件を満たさない場合, 採択を否決する。否決テーマに対しては, 一般講演を容認することもある。

[参考]2017年秋期講演大会における公募テーマ

| | |
|----|--------------------------------|
| S1 | 金属間化合物材料の新たな可能性 |
| S2 | 触媒材料の金属学 |
| S3 | 電子・磁性・情報材料のプロセス・アシストによる高性能化(2) |
| S4 | ナノ構造情報のフロンティア開拓—材料科学の新展開 |
| S5 | ナノ・マイクロ造形構造体の材料学Ⅲ |
| S6 | 分野融合による機能性ホイスラー合金材料研究の新展開 |
| S7 | 生体材料の表面構造制御と生体組織・細胞反応 |
| S8 | 水素エネルギー材料—Ⅶ |
| S9 | マテリアルズ・インテグレーション |

問合せ・送信先 E-mail: stevent@jim.or.jp
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312
(公社)日本金属学会 講演大会委員会

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1,800mm, 奥行き900mm(予定)

展示台(テーブル), 椅子, 電源(100V 1kWまで)をご用意します。

*電気容量の追加は1kW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260mm×左右180mm
1/2P 天地125mm×左右180mm

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120mm×左右121mm

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

New!! 材料評価・プロセスにおける「使える」インフォマティクス

日本金属学会「セミナー・シンポジウム委員会」企画

[協賛予定] (一社)日本鉄鋼協会, (一社)軽金属学会, (一社)応用物理学会, (一社)化学工学会

近年、材料工学とデータサイエンスの融合により、効率的な材料開発を目指す試みが精力的になされている。その結果、マテリアルズインフォマティクスという言葉も、多くの方が知ることになった。しかし、だれもがすぐに使ってみる、というレベルにはまだ至っていないように思われる。このような背景のもと、本シンポジウムは、次の二点にこだわり企画した。我が国で先行しているマテリアルズインフォマティクスは、材料設計や物性予測を目的とするものであるが、実際の材料開発においては、材料評価やプロセスの効率化も必要となってくる。そのため、今回は評価やプロセスに関する講演を中心とした。もう一点は、具体的な応用を実現している研究開発例を紹介してもらうこととした。さらに、情報学の研究者による機械学習のツールの解説などを含めることで、参加者が「使ってみよう」と感じていただける企画とした。このシンポジウム終了後、多くの参加者にインフォマティクスを活用していただきたい。(企画世話人 名大 宇治原 徹)

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 名古屋市中種区不老町)

募集定員 80名

受講料・受講資格 (テキスト代含む・税込): 半日企画

| 受講資格 | (テキスト代含む・税込) | |
|------|--------------|---------|
| | 事前申込 | 当日申込 |
| 正員 | 8,000円 | 10,000円 |
| 学生 | 4,000円 | 5,000円 |
| 非会員 | 12,000円 | 15,000円 |

(本会維持員会社社員, 協賛学協会会員は会員扱い, 学生は会員, 非会員の区別なし)

申込要領 E-mail で meeting@jim.or.jp 宛にお申し込み下さい。申込項目は以下のとおりです。

- ① 送信 subject に「使えるインフォマティクス」と記入,
- ② 氏名・年齢,
- ③ 会員・非会員・学生の区別(本会会員は会員番号も)
- ④ 勤務先・所属,
- ⑤ 通信先住所(テキスト等送付先と電話番号)申込受理確認の E-mail を返信します。

事前申込締切 2018年2月9日(金)着信

テキストの送付 事前に申し込まれた方には開催10日前までに参加証等関係資料とともにお送りいたします。

受講料払込方法 お申込受理後、請求書を送付いたします。

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 シンポジウム参加係

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

プログラム

| | | |
|-------------|-------------------------|----------|
| 13:00~13:05 | 趣旨説明 | 名大 宇治原 徹 |
| 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 | 名大 足立吉隆 |
| 13:55~14:45 | 画像検査における AI 技術の展開 | 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 | 名工大 竹内一郎 |
| 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 | 名大 宇治原 徹 |
| 16:40~17:00 | 総合討論 | |

(各講義には10分程度の質疑応答時間を含む)



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—

[協賛予定] エネルギー資源学会, 金属材料研究開発センター, 素形材センター, 資源・素材学会, 自動車技術会, 軽金属学会, 日本 casting 学会, 日本自動車工業会, 日本塑性加工学会, 日本鉄鋼協会, 日本チタン協会, 日本材料学会, 日本材料科学会, ステンレス協会, 日本アルミニウム協会, 軽金属製品協会, 未踏科学技術協会, 日本ガスタービン学会, 日本機械学会, 日本 MRS, 日本物理学会, 日本化学会

2004年に開催された「材料強化設計の基礎と応用」セミナーから10年以上が経ち、改めて材料の変形、強度、靱性などの力学特性に関する原理原則ならびに最近の展開を網羅するようなセミナーの開催が求められていた。本セミナーでは、各種実験および計算を専門とする第一人者や新進気鋭の講師陣に、今後の高強度・高靱性先端材料の開発につながる講義を頂き、その本質的な理解ならびに新たな材料を創製するための手法や考え方について学ぶことを目的としている。

(企画世話人 名大 小山敏幸, 東工大 藤居俊之, 横浜国大 廣澤渉一)

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

受講料

| 受講資格 | 事前申込 | 当日申込 |
|------|--------|--------|
| 正 員 | 12,000 | 15,000 |
| 学 生 | 5,000 | 6,000 |
| 非会員 | 15,000 | 20,000 |

(本会前維持員会社社員, 協賛学協会会員は会員扱い。学生は会員, 非会員の区別なし)

申込要領 E-mail で meeting@jim.or.jp 宛お申し込み下さい。申込項目は以下のとおりです。

- ① 送信 subject に「セミナー材料の力学特性向上」と記入, ② 氏名・年齢, ③ 会員・非会員・学生の区別(本会会員は会員番号も)④ 勤務先・所属, ⑤ 通信先住所(テキスト等送付先と電話番号)申込受理確認の E-mail を返信します。

事前申込締切 2018年2月23日(金)着信

テキストの送付 開催10日前後までに発行送付の予定です。事前に申し込まれた方にはテキストが出来次第参加証等関係資料とともにお送りいたします。

受講料払込方法 お申込受理後、請求書を送付いたします。

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

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 |

(各講義には10分程度の質疑応答時間を含む)



状態図・相変態の基盤と実践的ノウハウ
 —CALPHAD 法とフェーズフィールド法を使いこなすために—

日 時 2017年12月13日(水) 13:00~17:00, 14日(木) 9:30~17:00
 場 所 東京・エッサム神田ホール2号館6階(601中会議室) (〒101-004 東京都千代田区内神田3-24-5)
 事前申込締切 締切ました。当日申込みとなります。
 詳 細 までりあ10号617頁または本会ホームページ「イベント」→「セミナー」
 使用テキスト：
 ①西澤泰二：「ミクロ組織の熱力学(講座・現代の金属学 材料編2)」, 日本金属学会, (2005).
 ②阿部太一：「TDB ファイル作成で学ぶカルファド法による状態図計算」, 内田老鶴圃, (2015).
 ③小山敏幸：「材料設計計算工学 —計算組織学編—」, 内田老鶴圃, (2011).
 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(特別講座)参加係
 E-mail: meeting@jim.or.jp ☎ 022-223-3685 ☎ 022-223-6312

プログラム(予定)：

【第1日目】 13:00~16:00

- | | |
|---|------------------------|
| 1. 熱力学の基盤(純物質および溶体の自由エネルギー) [①の1章と2章, ③の2章] | NIMS 大沼郁雄 阿部太一 名大 小山敏幸 |
| 2. 正則溶体近似から副格子モデルへ(溶体・化合物の熱力学) [①の3章, ②の3章] | NIMS 阿部太一 大沼郁雄 |

【第2日目】 9:00~12:00

- | | |
|--|-------------------|
| 3. 状態図に関する高度な理解(状態図の熱力学と規則化の熱力学) [①の4章と7章] | NIMS 大沼郁雄 阿部太一 |
| 4. 界面の熱力学 [①の5章, ③の3章] | 名大 小山敏幸 NIMS 大沼郁雄 |

12:00~13:00 —昼食・休憩—

【第2日目】 13:00~17:00

- | | |
|--|-------------------|
| 5. 相変態の速度論(拡散, 核生成, 成長の熱力学とダイナミクス)①の6章, 8章, 9章, ③の5章 | 名大 小山敏幸 NIMS 大沼郁雄 |
| 6. CALPHAD 法とフェーズフィールド法②の1章と2章, ③の6章と7章 | NIMS 阿部太一 名大 小山敏幸 |

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 2017年12月22日(金)着信
 詳 細 までりあ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 | 九工大 飯久保 智 |
| 11:00~12:00 計算熱力学と熱力学データベース開発 | 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 —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 | 東大 澁田 靖 |
| 14:00~15:00 スピノーダル分解 —その基礎から発展へ— | 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 | 名大 塚田祐貴 |
| 16:15~17:15 再結晶・粒成長予測における数値解析の活用 | 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 ☎ 022-223-6312

支部行事



平成29年度日本鉄鋼協会・日本金属学会北海道支部合同冬季講演大会開催のお知らせ

[共催] 本多記念会

[協賛] 日本鑄造工学会北海道支部, 軽金属学会北海道支部

日時 2018年1月25日(木), 26日(金)
会場 札幌市教育文化会館 3階301研修室, 3階302研修室
(〒060-0001 札幌市中央区北1条西13丁目)
連絡先 〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目
北海道大学大学院工学研究院 材料科学部門内
日本金属学会北海道支部事務局 夏井俊悟
☎/FAX 011-706-6342
E-mail: jim_hokkaido@eng.hokudai.ac.jp

申込締切 2017年12月20日(水)必着
講演申込みと講演概要原稿提出締切日は同一日ですので
ご注意ください。

参加費 当日会場受付にて, お一人1,000円の参加費を申し受けます。
(ただし, 聴講のみの学生は無料(概要集は無し))

交流会 初日の講演大会終了後, 交流会(懇親会)を開催いたします。
交流会への出欠の可否を申込書に記載いただきますよう
ようお願い申し上げます。

参加費(一般3,000円, 学生2,000円)は講演大会初日に
受付でお支払い下さい。(ただし, 講演発表を行った学生
は無料)



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
確認して下さい)

・原稿送信先: FAX 022-223-6312 E-mail: materia@jim.or.jp

◇東北大学大学院工学研究科 教員 公募◇

公募人員 助教 1名

所属 材料システム工学専攻 マイクロシステム学講座 材料
システム設計学分野

専門分野 マルチスケールでの材料科学と材料力学に基づき, 先端
材料と複合システムの開発に向けた強度・機能設計等に
関する教育と研究を行う

応募資格 当該分野の教育・研究に意欲と熱意があり, 博士の学位
を有する, または着任までに取得見込みの方

担当授業科目 学部: 材料科学総合学実験等
大学院: (前期)材料システム工学修士研修等,
(後期)材料システム工学博士研修等

任期 5年(再任可)

公募締切 2017年12月22日(金)

着任時期 2018年4月1日(日)(もしくは決定後早期)

提出書類 (1)履歴書, (2)学位論文題目, (3)研究業績概要(A4版2
頁以内)と主要論文5編の別刷り(コピー可), (4)研究業

績リスト(学術論文, 参考論文, 著書, 特許(出願件
数: 申請中を含む, 登録件数, 主要特許10件前後のリス
ト(特許出願・公開・公告No, 発明者氏名, 発明題
目)等), (5)獲得外部研究資金(科研費等)一覧(大学や
公的な研究機関に所属の場合), (6)受賞, (7)招待講演等,
(8)教育業績(担当科目等), (9)所属学会, (10)学会活動歴
(委員会等), (11)研究活動, (12)社会活動等に関する一覧
表, (13)今後の研究計画(A4版2頁以内), (14)教育活動に
関する抱負(A4版2頁以内), (15)照会可能な方2名の氏
名と連絡先(住所, 電話, E-mail), (16)応募者の連絡先
(住所, 電話, E-mail)(マテリアル・開発系のホームペ
ージ(<http://www.material.tohoku.ac.jp/news/jobs.html>)上に掲載した「公募提出書類作成の注意点」に留
意して書類を作成すること)

書類送付先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02

東北大学大学院工学研究科

マテリアル・開発系 系長 三原 毅

問い合わせ先 材料システム工学専攻 専攻長 川崎 亮

☎ & FAX 022-795-7314

E-mail: kawasaki@tohoku.ac.jp

※封筒に「教員公募(材料システム工学専攻・材料システム設計学
分野 助教)」と朱書きし, 郵送の場合は書留とすること。尚,
応募書類は返却致しませんのでご了承下さい。

◇東北大学大学院工学研究科 教員 公募◇

公募人員 助教 1名

所属 知能デバイス材料学専攻 ナノ材料物性学講座 強度材
料物性学分野

専門分野 高強度材料, 耐熱材料など広い意味での構造材料の創
製・高機能化と変形・強化機構などに関する教育と研
究を行う

応募資格 当該分野の教育・研究に意欲と熱意があり, 博士の学位
を有する, または着任までに取得見込みの方

担当授業科目 「学部」: 材料科学総合学実験等
「大学院」: (前期)知能デバイス材料学修士研修等,
(後期)知能デバイス材料学博士研修等

任期 5年(再任可)

公募締切 2017年12月22日(金)

着任時期 2018年4月1日(日)(もしくは決定後できるだけ早く)

提出書類 (1)履歴書, (2)学位論文題目, (3)研究業績概要(A4版2
頁以内)と主要論文5編の別刷り(コピー可), (4)研究業

績リスト(学術論文, 参考論文, 著書, 特許(出願件
数: 申請中を含む, 登録件数, 主要特許10件前後のリス
ト(特許出願・公開・公告No, 発明者氏名, 発明題
目)等), (5)獲得外部研究資金(科研費等)一覧(大学や
公的な研究機関に所属の場合), (6)受賞, (7)招待講演等,
(8)教育業績(担当科目等), (9)所属学会, (10)学会活動歴
(委員会等), (11)研究活動, (12)社会活動等に関する一覧
表, (13)今後の研究計画(A4版2頁以内), (14)教育活動に
関する抱負(A4版2頁以内), (15)照会可能な方2名の氏
名と連絡先(住所, 電話, E-mail), (16)応募者の連絡先
(住所, 電話, E-mail)(マテリアル・開発系のホームペ
ージ(<http://www.material.tohoku.ac.jp/news/jobs.html>)上に掲載した「公募提出書類作成の注意点」に留
意して書類を作成すること)

書類送付先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02

東北大学大学院工学研究科

マテリアル・開発系 系長 三原 毅

問合せ先 知能デバイス材料学専攻 専攻長 小山 裕

※封筒に「教員公募(知能デバイス材料学専攻・強度材料物性学分野 助教)」と朱書きし、郵送の場合は書留とすること。なお、応募書類は返却致しませんのでご了承下さい。

◇東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授 公募◇

人員 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 准教授 1名
公募分野 原子炉・核融合炉材料
応募資格 博士号を有し、本分野の研究に意欲的であり、学部・大学院の教育に熱意のある方
着任時期 2018年4月1日着任予定
任期 任期なし
給与等 本学職員賃金規則による。
勤務地 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学大岡山キャンパス

提出書類

- (1) 履歴書(様式は市販履歴書に準ずること。写真貼付)
- (2) 研究業績目録：a)原著論文(可能であれば主要論文の全被引用数を記載し、リストの最後に論文のh-index*を記載)、b)総説・解説、c)著書、d)特許、e)国際・国内会議での招待講演、f)受賞歴、g)外部資金取得実績(代表と分担の区別を明記すること)、h)国際活動や学会運営など、社会貢献状況。
- (3) 主要論文別刷り 5編(コピー可)
- (4) これまでの研究概要および教育経験があればその概要(A4用紙2ページ以内)
- (5) 採用された場合の研究教育に対する抱負(A4用紙2ページ以内)
- (6) 所見を求めうる方2名の氏名と連絡先
すべてについて印刷したものを1部と電子ファイルにしてCD-R、DVD-RまたはUSBメモリーに保存したものを送付すること。

* Google Scholar Citations, Inspire または Scopus など参照。

公募締切 2017年12月15日(金)必着

書類送付先 〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1-N1-16
東京工業大学 科学技術創成研究院
先導原子力研究所 事務室

*先導原子力研究所准教授(原子炉・核融合炉材料)応募書類」と朱書きし、書留で郵送下さい。

問合せ先 東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所
小林能直(よしなお)

☎ 03-5734-3075

E-mail: ykobayashi@lane.iir.titech.ac.jp

備考

- (1) 応募書類は返却しません。また応募書類に含まれる個人情報(国立大学法人東京工業大学の定めに従い本選考にのみ使用し、他の目的には一切使用いたしません。
- (2) 東京工業大学では、多彩な人材を確保し、大学力・組織力を高めるため、すべての研究分野において、外国人や女性の参画する均等な機会を確保します。
- (3) スタートアップのための資金について学内支援制度があり、その制度を利用できる可能性があります。
- (4) 書類選考後、面接などをお願いする場合があります。なお、面接等に必要の旅費は支給いたしません。

◇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 宮崎智子

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> (2017.10.31 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

〒153-8505 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: 岡部研 学術支援専門職員 宮崎智子

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。

研究会 No. 74

チタン製造プロセスと材料機能研究会第4回講演会
「チタンの高温プロセスと特性」

日 時 2018年1月26日(金) 9:55~12:00
場 所 関西大学 千里山キャンパス 第4学舎3号館4階
3402室
http://www.kansai-u.ac.jp/global/guide/mapsenri.html
(〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35)
☎ 06-6368-0846

プログラム

9:55~10:00 趣旨説明
チタン製造プロセスと材料機能研究会・代表世話人
東北大学院工 成島尚之
10:00~10:40 航空機チタン合金の熱間加工プロセス(高温変形過程)における組織変化とFEM解析
香川大工 松本洋明
10:40~11:20 near- α Ti合金の組織変化と特性
物材機構 御手洗容子
11:20~12:00 Tiの高温酸化に及ぼすSiの影響に関する実験的・計算材料学的研究
東北大学院工 成島尚之 上田恭介
物材機構 佐原亮二 Somesh Kr. Bhattacharya

参加費 無料

参加申込方法 参加者は事前にE-mailで、名前、所属、連絡先を明記の上、下記申込先へ御送付下さい。なお、当日午後は同じ会場で「(一社)日本鉄鋼協会平成29年度チタンフォーラム第3回研究発表会(超高耐久性チタン材料の研究(シーズ探索)~チタンの環境保全への応用~(仮))」が行われます。

申込締切 2018年1月19日(金)まで

申込先・問合せ先 チタン製造プロセスと材料機能研究会

上田恭介
E-mail: ueda@material.tohoku.ac.jp
東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻
☎/FAX 022-795-7295

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

★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/

《Information》

- 2018年度の会員更新手続きを依頼しております。お早目のお手続きを宜しくお願いいたします。
- 金属学会セミナー・シンポジウム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。
- 2018年春期講演大会(千葉工大)の講演申し込みが始まっております。締切は1月10日(17:00)ですので、お申込み忘れのないようお願いいたします。

日本金属学会誌掲載論文

Vol. 81, No. 12 (2017)

——特集「先端材料の結晶方位分布と関連特性Ⅱ」——

最高温度が 1073 K における Nb 含有フェライト系ステンレス鋼の熱疲労過程の組織変化

濱田純一 森弘尚希 梶村治彦

単純強圧延オーステナイト系ステンレス鋼中のヘテロナノ組織が集合組織と延性に及ぼす影響

三浦博己 小林正和 戸高義一 渡邊千尋 青柳吉輝

冷間圧延後に温間非対称速圧延を施したオーステナイト系ステンレス鋼板の再結晶集合組織

梅原峻大 井上博史 濱田純一

連続繰り返し曲げ加工後温度勾配焼鈍された高純度チタン板材の組織形成

高山善匡 田中孝平 渡部英男

Materials Transactions 掲載論文

Vol. 58, No. 12 (2017)

——Regular Articles——

Microstructure of Materials

Welding Characteristics and Effect of Gap Length on 2000 Series Aluminum Alloy Sheet Lap Joints Welded by Magnetic Pulse Welding

Takaomi Itoi, Syoichi Inoue and Keigo Okagawa

He-Cavity Accumulation at Oxide Particle-Matrix Interface in Ni-Base ODS Superalloy

Azusa Konno, Naoko H. Oono, Shigeharu Ukai, Sosuke Kondo, Okinobu Hashitomi and Akihiko Kimura

Mechanics of Materials

Mathematical Model for Predicting Flow Stress in Hot Rolling of Alloy Steel

Atsushi Matsumoto, Shunsuke Sasaki, Tatsuro Katsumura and Hiroki Ota

Extra Strengthening and Superplasticity of Ultrafine-Grained A2024 Alloy Produced by High-Pressure Sliding

Takahiro Masuda, Yoichi Takizawa, Manabu Yumoto, Yoshiharu Otagiri and Zenji Horita

Influence of Yttrium Addition on Plastic Deformation of Magnesium

Hiroaki Rikihisa, Takashi Mori, Masayuki Tsushida, Hiromoto Kitahara and Shinji Ando

Materials Chemistry

Precise Density Measurement of Liquid Titanium by Electrostatic Levitator

Shumpei Ozawa, Yu Kudo, Kazuhiko Kuribayashi, Yuki Watanabe and Takehiko Ishikawa

Electro-Wetting Behavior of Sodium Chloride Aqueous Solution on Hydrophobic Surfaces of Stainless Steel and Its Influence on Polarization

Rongguang Wang, Junya Kaneko, Keiji Nakasa, Akihiro Yamamoto and Yunhan Ling

Corrosion Behavior of Lead-Free Copper Alloy Castings and Their Crystallized Substances of Cu_2S and Bi

Yoshinobu Yasuda, Hiroyuki Abe, Ryozo Matsubayashi, Toru Maruyama and Takumi Haruna

Monitoring the Early Stage of Degradation of Epoxy-Coated Steel for Ballast Tank by Electrochemical Impedance Spectroscopy

Hitoshi Hayashibara, Eiji Tada and Atsushi Nishikata

Comparison of Suppressing Effect for Soldering Reactions by Surface Modifications Using Nitriding and Amorphous Carbon Film in Zinc Alloy Die Casting

Mai Mizubayashi, Takuya Sakuragi, Naoki Watanabe, Kenji Matsuda and Masateru Nose

Materials Processing

Powder Forming Process from Machined Titanium Chips via Heat Treatment in Hydrogen Atmosphere

Junko Umeda, Takanori Mimoto, Hisashi Imai and Katsuyoshi Kondoh

Evaluation of the Form-Forming Mechanism for High-Tensile-Strength Steel Plate

Kouji Kanno, Souichiro Nishino and Kunio Ohya

Effects of Shot Blasting on Corrosion Properties after Electrodeposition and Fatigue Properties of Arc Welds in Automotive Steel Sheets

Hiroki Fujimoto, Koji Akioka and Masatoshi Tokunaga

Numerical Simulation and Experimental Validations of Planar Solidification Process for Large Ingot by Using Moving Dense Sprues

Shao Bo, Zhang Haitao, Qin Ke and Cui Jinzhong

In Situ Observation of Nonmetallic Inclusion Formation in NiTi Alloys

Fumiyoshi Yamashita, Masamitsu Wakoh, Koji Ishikawa and Hiroyuki Shibata

Microstructure and Properties of High Temperature Titanium Alloys with a High Si Content Prepared by Powder Metallurgy

Q.B. Kuang, L.M. Zou, Y.X. Cai, X. Liu and H.W. Xie

Development of Manufacturing Principle of Porous Iron by Carbothermic Reduction of Composite of Hematite and Biomass Char

Taichi Murakami, Takayuki Takahashi, Shoko Fuji, Daisuke Maruoka and Eiki Kasai

Engineering Materials and Their Applications

Synthesis of $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ Sintered Composite with Dispersed Ionic Liquid and Investigation of Thermoelectric Properties

Shigeru Katsuyama, Yusuke Kusafuka and Toshihiro Tanaka

Using Recycled Bismuth-Tin Solder in Novel Machinable Lead-Free Brass

Pemika Suksongkarm, Surasit Rojananan and Siriporn Rojananan

Environment

Preparation of Metaettringite from Ettringite and Its Performance for Boron Removal from Boric Acid Solution

Atsushi Iizuka, Miyuki Takahashi, Takashi Nakamura and Akihiro Yamasaki

2018・2019年度代議員候補者選挙投票のご依頼

投票締切日 2017年12月31日(当日消印有効)

正 員 各 位

2018・2019年度の代議員選挙立候補を求めたところ、右頁の立候補がありましたので、関係する規程に基づき代議員の選挙を行います。
本会ホームページの「情報公開」の「主要規程」に公開してある「代議員選挙規程」を予めご承知願います。よろしくご投票下さいますようお願いいたします。

2017年12月1日
公益社団法人 日本金属学会
会長 中島 英治

投票に際しての注意事項

1. 地区別代議員候補者の投票
 - 全ての地区について投票下さい。
 - 地区別の改選数に過不足がなく投票下さい。
 - 当該地区の立候補者以外の候補者を記載しないで下さい。
2. 本部枠代議員候補者の投票
 - 維持員の導入に合わせて、本部枠代議員を設けております。
 - 改選数に過不足なく投票下さい。
3. 次の投票は無効になります。
 - 所定の用紙を使用していないものは全て無効(コピーなど)
 - 期日までに投票しなかったものは無効。
4. 投票について
 - (1) 投票用紙の候補者名または番号を○で囲み、投票用封筒にて送付下さい。
 - (2) 投票は無記名です。投票用紙に記名しないで下さい。
 - (3) 投票用封筒は本紙に綴じ込んであるものを使用の上、封筒の裏面に氏名・住所をご記入下さい。
この封筒にこの選挙の投票用紙以外のものを同封しないで下さい。



(2017年9月21日～2017年10月20日)

正 員

阿部 浩次 DOWAサーモテック株式会社 勝村 龍郎 JFEスチール株式会社 伊藤 伸一 小名浜製錬株式会社
中村 優樹 大同特殊鋼株式会社 渡邊 博之 株式会社本田技術研究所 松岡 孝 日本ケミコン株式会社

学 生 員

上原 慶英 長岡技術科学大学

まてりあ 第57巻 第1号 予告

[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 [新技術・新製品] 一他

～編集の都合により変更になる場合がございます～

公益社団法人日本金属学会 2018・2019年度代議員候補者選挙投票用紙
投票締切日：2017年12月31日(当日消印有効)

投票に際しての注意事項

* 地区別代議員候補者および本部枠代議員候補者を投票下さい。

- 次の投票は全て無効となります。
 - 地区別代議員候補者の投票
 - 全ての地区に投票していないもの。
 - 地区別の選挙定数に過不足がある投票。
 - 当該地区の立候補者以外の候補者を記載した投票用紙。
 - 本部枠代議員候補者の投票
 - 候補者に投票していないもの。
 - 所定の用紙を使用していないもの(コピーなど)。
 - 消印有効日までに投票しなかった投票用紙。
- 投票について
 - 投票用紙の候補者名または番号に○を付け、投票用封筒にて送付下さい。
 - 投票用紙に記入しないで下さい(無記名)。

会費支払い済の正員のみ投票できます。

(敬称略：受付順)

地区別代議員候補者

* 全ての地区について、地区の選挙定数通りに、候補者の氏名または番号を○で囲んで下さい。

| | |
|---|--|
| 北海道地区 (2名に○をつける) | 東海地区 (6名に○をつける) |
| 1 佐伯 功 室蘭工業大学大学院工学研究科教授 2 高橋 英徳 北海道立総合研究機構産業技術研究本部研究主幹 | 1 足立 吉隆 名古屋大学工学研究科教授 2 上宮 成之 岐阜大学工学部教授 3 勝村 龍郎 JFE スチール(株)スチール研究所副部長 4 川上 博 三重大学工学研究科准教授 5 西野 洋一 名古屋工業大学大学院工学研究科教授 6 浜谷 秀樹 新日鐵住金(株)技術開発本部部長 |
| 東北地区 (8名に○をつける) | 北陸信越地区 (2名に○をつける) |
| 1 阿部 世嗣 電磁材料研究所主席研究員 2 加藤 秀実 東北大学金属材料研究所教授 3 蔡 安邦 東北大学多元物質科学研究所教授 4 坂本 昌 新日鐵住金(株)鉄鋼研究所主任研究員 5 柴田 浩幸 東北大学多元物質科学研究所教授 6 佐藤 裕之 弘前大学大学院理工学研究科教授 7 武藤 泉 東北大学大学院工学研究科教授 8 山村 英明 日本金属学会事務局長 9 田中 俊一郎 東北大学未来科学技術共同研究センター教授 | 1 佐藤 一則 長岡技術科学大学大学院工学研究科教授 2 榊 和彦 信州大学大学院学術研究院教授 |
| 関東地区 (19名に○をつける) | 関西地区 (11名に○をつける) |
| 1 遠藤 裕寿 日立金属(株)電線材料研究所主任研究員 2 王 王 日本冶金工業(株)技術研究部常務執行役員技術研究部長 3 岡本 和孝 (株)日立製作所戦略企画本部部長 4 尾中 晋 東京工業大学物質理工学院教授 5 筧 幸次 首都大学東京システムデザイン学部教授 6 加藤 徹 新日鐵住金(株)技術開発本部プロセス研究所部長 7 弓野 健太郎 芝浦工業大学工学部教授 8 篠嶋 妥 茨城大学工学部教授 9 柴田 直哉 東京大学大学院工学系研究科准教授 10 竹山 雅夫 東京工業大学物質理工学院教授 11 田村 隆治 東京理科大学基礎工学部教授 12 土谷 浩一 物質・材料研究機構構造材料研究拠点拠点長 13 堤 祐介 東京医科歯科大学生体材料工学研究所准教授 14 長 滝康伸 JFE スチール(株)スチール研究所部長 15 廣澤 涉一 横浜国立大学大学院工学研究院教授 16 松野 泰也 千葉大学大学院工学研究院教授 17 三木 祐司 JFE スチール(株)スチール研究所主席研究員 18 山口 周 東京大学大学院工学系研究科教授 19 吉田 英弘 物質・材料研究機構機能性材料研究拠点主幹研究員 | 1 辻 伸泰 京都大学大学院工学研究科教授 2 平藤 哲司 京都大学大学院エネルギー科学研究科教授 3 松尾 直人 兵庫県立大学大学院工学研究科教授 4 渥美 寿雄 近畿大学理工学部教授 5 小嶋 啓達 新日鐵住金(株)技術開発本部部長 6 大谷 浩昭 山陽特殊製鋼(株)粉末事業部部長 7 中井 光一 (株)島津製作所ビジネスユニット長 8 新保 洋一郎 福田金属箔粉工業(株)研究開発部グループマネージャー 9 岡本 明 大阪産業技術研究所主任研究員 10 荒木 秀樹 大阪大学アトミックデザイン研究センター教授 11 中野 貴由 大阪大学大学院工学研究科教授 |
| | 中国四国地区 (4名に○をつける) |
| | 1 清水 一郎 岡山理科大学工学部教授 2 高島 稔 JFE スチール(株)スチール研究所部長 3 陳 中春 鳥取大学大学院工学研究科教授 4 松木 一弘 広島大学大学院工学研究科教授 |
| | 九州地区 (3名に○をつける) |
| | 1 石丸 学 九州工業大学大学院工学研究院教授 2 波多 聰 九州大学大学院総合理工学研究科教授 3 村上 恭和 九州大学大学院工学研究院教授 |
| 本部枠代議員候補者 (2名に○をつける) | |
| 1 岡村 一男 新日鐵住金(株)技術開発本部フェロー | 2 渋谷 和久 (株)UACJ 技術開発研究所専務取締役所長 |

役職等は届出書に基づいて記載しています。

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 |
|----------------|---|----------------------------|---|---------------|
| 12月 | | | | |
| 1 | 第54回 X線材料強度に関する討論会「様々な量子ビームを用いた材料強度評価法の発展と産業への展開」(東京) | 日本材料学会 | TEL 075-761-5321 http://www.jsms.jp | 11.17 |
| 2 | 平成29年度総会・連合講演会(福井大)(11号674頁) | 北陸信越支部・福元(福井大) | TEL 0770-25-0104 fukumoto@u-fukui.ac.jp | |
| 3~8 | 第11回新物質及び新デバイスのための原子レベルキャラクター化に関する国際シンポジウム(ハワイ) | 日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会 | alc17@jsps141.surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp http://alc.surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp/alc17/ | |
| 5~6 | 溶接構造シンポジウム2017「超スマート社会を支える基盤溶接技術」(阪大) | 溶接学会溶接構造研究委員会 | TEL 072-254-9345 http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/~conf/wmd2017/ | |
| 5~7 | 第43回固体イオニクス討論会(天童) | 日本固体イオニクス学会 | TEL 022-795-6976 http://ceram.material.tohoku.ac.jp/ssij43/ssij43-org@ceram.material.tohoku.ac.jp | 事前参加 11.10 |
| 6~8 | 第44回炭素材料学会年会(桐生) | 炭素材料学会 | FAX 03-3368-2827 tanso-desk@bunken.co.jp | 講演 8.21 |
| 7~8 | 表面分析セミナー'17-日常的な分析業務における JIS 並びに ISO 規格の利用(東京) | 表面分析研究会・永富(旭化成株) | nagatomi.td@om.asahi-kasei.co.jp http://www.sasj.jp/seminar/iso-seminar17/index.html | |
| 7~9 | 走査型プローブ顕微鏡(31)&ICSPM25(静岡) | 応用物理学会 | TEL 03-3828-7723 oda@jsap.or.jp http://dora.bk.tsukuba.ac.jp/event/ICSPM25/ | 参加 11.25 |
| 7~9 | 第55回高温強度シンポジウム・第18回破壊力学シンポジウム(熊本) | 日本材料学会 | TEL 075-761-5321 http://www.jsms.jp/ | 講演 9.1 |
| 11 | 平成29年度日本金属学会関東支部講習会・本多光太郎記念講演会「これをマスターすれば SEM-EDS 分析の中級者になれる！」(横浜)(11号674頁) | 関東支部 | TEL 03-5841-7107 nakaya@wood3-staff.t.u-tokyo.ac.jp | |
| 11 | 第66回 CVD 研究会(愛知工大) | CVD 研究会 | TEL 075-383-2643 cvd@cheme.kyoto-u.ac.jp http://cvd.jpn.org/future/ | |
| 11~12 | 第29回初心者のための疲労設計講習会(広島) | 日本材料学会 | TEL 075-761-5321 jim@jsms.jp http://www.jsms.jp | 定員 40名 |
| 11~12 | 第14回ノートパソコンで出来る原子レベルのシミュレーション入門講習会~分子動力学計算と電子状態計算~(大阪) | 日本材料学会 | TEL 075-761-5321 jim@jsms.jp http://www.jsms.jp | |
| 13 | 第392回講習会 半導体デバイス製造・検査技術の最前線-株式会社日立ハイテクノロジーズ(ひたちなか) | 精密工学会 | TEL 03-5226-5191 http://www.jspe.or.jp/ | 定員 40名 |
| 13~14 | 金属学会セミナー「状態図・相変態の基礎と実践的ノウハウ CALPHAD 法とフェーズフィールド法を使いこなすために」(東京)(本号721頁) | 金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp | 事前 11.24 |
| 14 | 第4回 初心者にもわかる信頼性工学入門セミナー(大阪) | 日本材料学会 | http://sinrai.jsms.jp/ | |
| 15~16 | 第30回記念信頼性シンポジウム-安心・安全を支える信頼性工学の新展開(大阪) | 日本材料学会 | RESYMPO2017@jsms.jp http://sinrai.jsms.jp/ | |
| 21 | 理研シンポジウム「小型中性子源 RANS が拓く中性子利用と大型施設との連携-インフラ・ものづくり産業利用での非破壊定量評価への挑戦-」(和光) | 理化学研究所量子工学研究領域 | TEL 048-467-4583 http://rans.riken.jp/pdf/sympo2017_midashi.pdf | |
| 2018年1月 | | | | |
| 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 kisetou2018@ml.nims.go.jp http://www.nims.go.jp/fm/kiso/ | 事前 12.20 |
| 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)(本号723頁) | レアメタル研究会 | TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp 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723頁) | レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研) | TEL 03-5452-6314 okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp 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721頁) | 日本金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp | 事前 12.22 |
| 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 http://www.jsse.or.jp | 定員 30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 omote.atsushi@jp.panasonic.com http://www.sssj.org/Kansai/ | 1.18 |

| 開催日 | 名称・開催地・掲載号 | 主催 | 問合せ先 | 締切 |
|----------------|--|-----------------------------|---|--------------------------|
| 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 http://home.hiroshima-u.ac.jp/oxide/ | 定員 200名 |
| 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 msj-pl@am.wakwak.com 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 ysm.hng-113-0033@jcorr.or.jp 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)(本号722頁) | 北海道支部・夏井(北大) | TEL/FAX 011-706-6342 jim_hokkaido@eng.hokudai.ac.jp | 12.20 |
| 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 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 http://www.gtsj.org/ | |
| 26 | チタンの高温プロセスと特性(関西大)(本号724頁) | 研究集会 No. 74・上田(東北大) | ueda@material.tohoku.ac.jp 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 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 office-g@kobe-kosen.ac.jp http://www.kobe-kosen.ac.jp/sympo23/ | |
| 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@jsces.org http://www.jsces.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 http://sps-mste.jp/mate/ | |
| 2018年2月 | | | | |
| 9 | 第155回塑性加工学講座「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 50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719頁) | 日本金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp | 事前 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 http://www.jsms.jp | |
| 2018年3月 | | | | |
| 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 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720頁) | 日本金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp | 事前 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 tosou-jimukyoku@jcot.gr.jp | 発表 10.20 |
| 9 | 第80回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号723頁) | レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研) | TEL 03-5452-6314 okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp 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)(本号723頁) | レアメタル研究会 | TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp 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 http://www.jwes.or.jp/ | |
| 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(千葉)(本号713頁) | 日本金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 annualm@jim.or.jp | 講演 1.10 参加 2.10 |
| 21 | 2018年春期講演大会併催企業説明会(千葉工大)(本号713頁) | 日本金属学会 | TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 jim.company2018@jim.or.jp | 3.9 |
| 2018年5月 | | | | |
| 15~16 | 第34回希土類討論会(東京) | 日本希土類学会 | TEL 06-6879-7352 kidorui@chem.eng.osaka-u.ac.jp http://www.kidorui.org/ | 発表 1.19 |
| 25 | 第3回マルチスケール材料力学シンポジウム(高知工大) | 日本材料学会 | http://www.jsms.jp | 講演 2.9 |
| 2018年7月 | | | | |
| 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 http://ceramics.ynu.ac.jp/iccci2018/ iccci2018@ml.ynu.ac.jp | |

| 開催日 | 名称・開催地・掲載号 | 主催 | 問合せ先 | 締切 |
|-----------------|---|-----------|--|-----------------------|
| 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 yatsushiro-vvm@pref.yamanashi.lg.jp | 講演 3.9 |
| 2018年 8月 | | | | |
| 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 fgms_2018@f-jast.or.jp http://www.fgms.net/isfgms2018 | abstract 2018.1.20 |
| 2018年 9月 | | | | |
| 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 annualm@jim.or.jp | |
| 2018年10月 | | | | |
| 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 http://www.epm2018.org/index.html | |

◇まてりあ56巻(2017)の総目次はホームページに掲載となります。

◇ 事務局年末年始休業のお知らせ ◇

2017年12月29日(金)～2018年1月8日(月)



◇事務局より◇

～ 本年は大変お世話になりました。来年もどうぞ宜しくお願い致します。～

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 | 佃論志 | 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56巻 第12号 (2017) 発行日 2017年12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 発行人 山村英明
〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32 印刷所 小宮山印刷工業株式会社
TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 発売所 丸善雄松堂株式会社
〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-18

～Information～



金属学会セミナー・シンポジウム 開催のお知らせ

下記の金属学会セミナー・シンポジウム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。

セミナー

状態図・相変態の基盤と実践的ノウハウ
—CALPHAD法とフェーズフィールド法を使いこなすために—

2017年12月13日(水) 13:00～17:00
14日(木) 9:30～17:00(東京)

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)

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)

★ 詳細は [まてりあ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

日本金属学会誌投稿の手引き

日本金属学会誌への投稿は、次の要件を満たさなければならない。

- (1) 和文であり、未掲載および他のジャーナルに投稿中でないことかつオリジナリティがあること(日本金属学会誌審査及び査読規程に定める範囲において、重複を認める場合がある)。
- (2) 金属とその関連材料の学術および科学技術の発展に寄与するものであること。
- (3) 投稿規程に合致するものであること。
- (4) 別に定める執筆要領に準拠して作成された原稿であること。
- (5) 論文の著作権を本会に帰属することに同意すること。
- (6) 掲載が決定した場合は、この規程に定める投稿・掲載料を支払うこと。
- (7) 研究不正行為および研究不適切行為をしないことならびに研究不正行為をした場合は本会の定めるところにより処分を、研究不適切行為をした場合は本会の定めるところにより措置を受けることに同意すること。
- (8) 投稿原稿を作成する基となった生データ、実験・観察・研究ノート、実験試料・試薬等の研究成果の事後の検証を可能とするものを論文掲載後5年間保存することに同意すること。

1. 日本金属学会誌に投稿可能な論文

(1) 学術論文(10頁以内)

金属及びその関連材料の理論、実験並びに技術などに関する学術上の成果を報告し、考察した原著論文で、科学・技術的に質の高い、新規な興味ある内容(結果、理論、手法等)が十分含まれている論文。

ただし、Materials TransactionsにWeb掲載後1年以内であれば投稿ができる。その事を脚注に明記する。また、Materials Transactions掲載論文と異なる部分がある場合は、その事を脚注に明記する。

なお、著者が迅速掲載を希望し、追加費用を負担する場合は、査読期間短縮を含め迅速掲載のための処理を行う。

(2) レビュー(15頁以内)

各専門分野の研究開発の背景や最近の状況および今後の展望等について、重要な文献を引用して、各専門分野の専門家のみならず他分野の専門家や学生等も対象に、その概要を公正にかつわかりやすく解説する論文。Materials TransactionsにWeb掲載後1年以内であれば投稿ができる。その事を脚注に明記する。また、Materials Transactions掲載論文と異なる部分がある場合は、その事を脚注に明記する。

(3) オーバービュー(15頁以内)

単なる一般的なreviewではなく、執筆者独自の考えに立ってreviewし、取り上げた問題点の中において自説の位置付けを明確にした論文。ただし、事前に「タイトル」「氏名」「要旨」を編集委員会に提出し、了承を得た後、投稿する方式とする。Materials TransactionsにWeb掲載後1年以内であれば投稿ができる。その事を脚注に明記する。また、Materials Transactions掲載論文と異なる部分がある場合は、その事を脚注に明記する。

(4) 技術論文(10頁以内)

金属及びその関連材料の実験技術、製造技術、設備技術、利用技術など、技術上の成果、基準、標準化、データベースなど、及び関連する事柄の調査、試験結果を報告した原著論文。ただし、Materials TransactionsにWeb掲載後1年以内であれば投稿ができる。その事を脚注に明記する。また、Materials Transactions掲載論文と異なる部分がある場合は、その事を脚注に明記する。

(5) ラピッドパブリケーション(4頁以内)

特に速報する価値のある短い論文。すなわち、新規性のある顕著な研究成果、技術開発に関する新発見、新アイデア、提案等。

(6) エクスプレスラピッドパブリケーション(3頁以内)

ラピッドパブリケーションより緊急性が高く、迅速な発表のための特別な処理を必要とする論文。他の発表論文より迅速掲載のため、より緻密性と完成度が求められる。迅速掲載のための費用を負担しなければならない。

(7) オピニオン(2頁以内)

日本金属学会誌に掲載された論文に対する意見、討論またはそれに対する著者からの回答とする。科学・技術的な発展に貢献できる内容であること。

(8) その他理事会で決議した分類

2. 投稿の方法

Web上で登録を済ませてから、自動返信メールに記載の指示に従って原稿を提出する。

3. 原稿

執筆要領に従って原稿を作成し、指定のファイル形式に変換したのもしくはハードコピーを提出する。

3.1 記載内容

①題目・著者名・研究機関、②英文概要・Keywords、③本文、④謝辞、⑤文献、⑥Appendix、⑦表・図説明一覧、⑧その後に各別紙の表・図を添付する。

3.2 単位

SI単位を使用する。

3.3 引用文献・脚注

通し番号で^{1,2)}、あるいは³⁻⁶⁾のように表し、本文の末尾に一括記載する。著者名、誌名はすべて英語表記する(特に決まっていないものはローマ字表記する)。

4. 審査

投稿された論文は会誌編集委員会の独自の審査を経て会誌に掲載される。編集委員会から原稿の修正を求められ、あるいは返却されることがある。

5. 校正

初校は著者の責任で行う。著者校正は原則として1回とし、誤植の修正に限る。

6. 投稿者負担金

6.1 投稿・掲載費用は、無料とする。(別刷の寄贈はありません。)

6.2 カラー図掲載を希望する場合は実費を負担する。(刷上り1頁当り35,000円)

※オンラインジャーナルと冊子は、同じ色の図が掲載される(オンラインジャーナルのみカラー表示はしない)。

6.3 学術論文の迅速掲載費用：1万円

6.4 エクスプレスラピッドパブリケーション費用：3頁以内一律2万円(投稿・掲載費用は無料)

6.5 別刷購入希望の場合は、別途費用を負担する

公益社団法人日本金属学会
会誌編集委員会

ALLOYS & METALS

| 品名 | 純度 | 形状 | 品名 | 純度 | 形状 | 品名 | 純度 | 形状 |
|--------------|--------|-------------|-----------------|------------|-------------------|--------------------|---------|-------------|
| 純金属 | | | 高純度金属 | | | 中間合金 | | |
| 高純度アルミニウム | 99.99% | 約1kgインゴット | アルミニウム | 99.999% | 粒状100g入 | 燐 | P>14.5% | 粒状 |
| アルミニウム | >99.7% | 〃 | アルミニウム | 〃 | 約100g塊 | シリコン | Si 15% | 約1kgインゴット |
| アルミニウム粒 | 99.99% | 粒状1kg入 | 銀 | 99.999% | 粒状 | マンガン | Mn 25% | 〃 |
| アルミニウム粉 | 99.7% | 粉末 | ビスマス | 99.9999% | 粒状100g入 | マグネシウム | Mg 50% | 約800gインゴット |
| 銀 | 99.99% | 粒状 | ビスマス | 〃 | 約100g塊 | クロム | Cr 10% | 約1kgインゴット |
| ポロクリスタル | 99.4% | 3~8mm小塊 | 高純度クロム(4N5) | 99.995% | 薄片状 | テルル | Te 50% | 〃 |
| ポロアモルファス | 95~97% | 粉末 | 無酸素銅 | 99.99% | 10X10X1mm | コバルト | Co 10% | 〃 |
| ビスマス | 99.99% | 針状 | 鉄(マイロンSHP) | 99.99% | 25X25X2mm | ニッケル | Ni 30% | 〃 |
| コバルト粒(ロシア産) | 99.3% | 粒状 | ガリウム | 99.9999% | 鉄粒25g入 | チタン | Ti 25% | 〃 |
| 電解コバルト(従来品) | 99.9% | フレーク状 | ゲルマニウム | 99.999% | 約50g塊 | ジルコニウム | Zr 50% | 〃 |
| 電解コバルト(FB) | 99.9% | 約25X25X10mm | インジウム | 99.999% | 粒状100g入 | ボロン | B 2% | 粒状 |
| 金属クロム | 99% | 塊状 | インジウム | 〃 | 約100g塊 | アルミ | Cu 40% | 約5~7kgインゴット |
| 電解クロム | 99% | 薄片状 | マンガン | 99.999% | 薄片状 | アルミマグネシウム | Mg 20% | 約2kgインゴット |
| クロム粉 | 99% | 粉末500g入 | 錫 | 99.999% | 粒状100g入 | アルミマンガン | Mn 10% | 約5kgインゴット |
| 電気 | 99.99% | 約25X50X10mm | 錫 | 〃 | 約100g塊 | アルミニウム | Ni 20% | 〃 |
| 電解鉄(アトミロンMP) | 99.9% | 小片状 | アンチモン | 99.9999% | 約100g塊 | アルミニウム | Cr 5% | 〃 |
| 電解鉄(アトミロンYL) | 〃 | 小片状25kg入 | アンチモン | 〃 | 約100g塊 | アルミチタン | Ti 5% | 約4~5kgインゴット |
| 電解鉄(アトミロンFP) | 〃 | 〃 | テール | 99.9999% | 粒状100g入 | アルミシリコン | Si 25% | 〃 |
| 電解鉄(アトミロンXL) | 〃 | 〃 | テール | 〃 | 約100g塊 | アルミコバルト | Co 5% | 〃 |
| 電解鉄粉 | 99% | 粉末1kg入 | 亜鉛 | 99.999% | 約100g塊 | アルミモリブデン | Mo 5% | 〃 |
| ハフニウム | 99.8% | スポンジ小塊 | 亜鉛 | 〃 | 約100g塊 | アルミタングステン | W 2.5% | 〃 |
| インジウム | 99.99% | 塊状 | 亜鉛 | 99.9999% | 粒状100g入 | アルミベリリウム | Be 2.5% | 約50gインゴット |
| マグネシウム | 99.9% | 塊状 | 鉛 | 〃 | 約100g塊 | アルミジルコニウム | Zr 5% | 約5kgインゴット |
| 電解マンガン | 99.9% | 約200g塊 | 鉛 | 99.9999% | 約100g塊 | アルミボロン | B 4% | 約200gインゴット |
| モリブデン粉 | 99.9% | 薄片状 | 鉛 | 〃 | 約100g塊 | アルミバナジウム | V 50% | 小塊状 |
| ニオブグラニュー | 99.9% | 粉末 | チ | 99.9% | 5φX150mm | アルミストロンチウム | Sr 10% | 約100gインゴット |
| ニオブ粉 | 〃 | 3~10mm小塊 | | | | アルミカルシウム | Ca 10% | 約2.5kgインゴット |
| 電気ニッケル | 99.99% | 粉末 | レアアースメタル | | | ニッケルボロン | B 15% | 塊状 |
| ニッケルペレット | 99.97% | 25X25X10mm | イットリウム | 99.9% | 塊状、削状、粉状 | ニッケルニオブ | Nb 60% | 〃 |
| レニウム粉 | 99.99% | 6~12mm球状 | ランタン | 〃 | 〃 | ニッケルマグネシウム | Mg 50% | 約1.5kgインゴット |
| ルテニウム粉 | 99.9% | 粉末 | プラセオジウム | 〃 | 〃 | コバルトボロン | B 15% | 塊状 |
| アンチモン | 99.9% | 塊状 | ネオジウム | 〃 | 〃 | 燐 | P 5% | インゴット |
| 金属シリコン | 99% | 〃 | サマリウム | 〃 | 〃 | | | |
| 錫 | 99.99% | 約1kgインゴット | イッテルビウム | 〃 | 〃 | | | |
| タンタル塊 | 99.9% | 粒状 | テルビウム | 〃 | 〃 | | | |
| タンタル粉 | 〃 | 3~10mm小塊 | ジスプロシウム | 〃 | 〃 | | | |
| テルル | 99.99% | 粉末 | ホルミウム | 〃 | 〃 | | | |
| スポンジチタン | 99.7% | 小球状 | エルビウム | 〃 | 〃 | | | |
| チタン板 | JIS 1種 | スポンジ塊 | ガドリニウム | 〃 | 〃 | | | |
| バナジウム | 99.7% | 250X250X1mm | ツリウム | 〃 | 〃 | | | |
| バナジウム粉 | 〃 | 3~10mm小塊 | ルテチウム | 〃 | 〃 | | | |
| タングステン粉 | 99.9% | 粉末 | セリウム | 〃 | 塊状のみ | | | |
| タングステンスクラップ | 99% | 板状 | ユーロピウム | 〃 | 〃 | | | |
| 亜鉛 | 99.99% | 約2kgインゴット | ミッシュメタル | TRE>97% | 5.4φX6mm 200g入 | | | |
| 亜鉛粒 | 〃 | 粒状 | | | | | | |
| ジルコニウム | >99.5% | スポンジ塊 | | | | | | |
| | | | フェロアロイ | | | | | |
| | | | フェロモリブデン | Mo 60% | 塊状 | | | |
| | | | フェロニオブ | Nb 60% | 〃 | | | |
| | | | フェロバナジウム | V 80% | 〃 | | | |
| | | | フェロボロン | B 20% | 〃 | | | |
| | | | カルシウムシリコン | Ca30%Si60% | 小塊状 | | | |
| | | | | | | Uアロイ(低融点合金) | | |
| | | | | | | Uアロイ 47 | 融点47±2℃ | 約500gインゴット |
| | | | | | | Uアロイ 60 | 60±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 70 | 70±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 78.8 | 78.8±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 91.5 | 91.5±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 95 | 95±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 100 | 100±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 124 | 124±2℃ | 〃 |
| | | | | | | Uアロイ 150A | 150±2℃ | 〃 |

お問い合わせは、必ず下記事項をご記入の上、FAXしてください。

「社名」または「大学名」、および「所属と名前」、個人の方は「名前」
 「郵便番号・住所・電話・FAX」・「商品名・純度・形状・希望数量」
 見積・注文でお急ぎの場合は「至急」と明記して下さい。

FAX (03)
3294-9336

株式会社 **平野清左衛門商店**
 〒101-0047 東京都千代田区内神田1丁目5番2号 TEL(03)3292-0811

- 土曜・日曜・祭日休業
- 手形取引はいたしません
- 輸出はせず国内取引のみ

高温真空 3000°C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



カーボンヒーター、カーボン断熱材、高温真空炉内冶具、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

約20年ぶり本文全面改稿! プログラム改良!



新版 はじめての電子状態計算

—DV-X α 分子軌道計算への入門

ダウンロード
プログラム付

Windows
Mac
Linux 対応

京都大学名誉教授 足立裕彦・関西学院大学教授 小笠原一禎・兵庫教育大学教授 小和田善之
岡山理科大学准教授 坂根弦太・大阪大学准教授 水野正隆 共著



B5判・284頁
本体 3,000円+税
ISBN 978-4-7827-0767-8

分子軌道法の概要からコンピュータに対応したプログラム使用法、さらに入力データの作成法や様々な計算例を示しながら具体的に解説します。

改善点

- ・Mac(CUI版)・Linux(CUI版)に対応させました。
- ・波動関数や電子密度、静電ポテンシャルマップなどをVESTAで表示できます。
- ・全ての元素に対応
- ・様々なスペクトルを簡単に計算できます。(光電子スペクトル・電子遷移スペクトルなど)

無料

*本書購入者

プログラム内容

- ◆DV-X α 分子軌道計算プログラム
- ◆光電子スペクトルおよびX線吸収スペクトル計算プログラム
- ◆秀丸エディタを使用したDV-X α 法のための統合支援環境
- ◆相対論DV-X α 法計算プログラム
- ◆非相対論DVME法計算プログラム

これさえあれば簡単に電子状態計算が始められます!

目次

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 電子状態計算とは | 5 クラスタ法による結晶の計算 |
| 2 必要な計算環境の構成 | 6 DV-X α 法のための統合支援環境 |
| 3 DV-X α 分子軌道計算の基本操作 | 7 いろいろな計算 |
| 4 各種プログラムの解説 | 8 付録 |

DV-X α 法はX α ポテンシャルを用いることにより計算時間が短く、数値関数を用いて周期表の全ての元素を同じ精度で計算できます。更にスレーターの遷移状態法を用いることで電子遷移のエネルギーや遷移確率を正確に求めることが可能で、ほかの手法に対して大きなアドバンテージを持っています。

〒101-0051
東京都千代田区神田神保町3-2

三共出版

TEL 03-3264-5711 FAX 03-3265-5149
<http://www.sankyoshuppan.co.jp>

走査型オージェ電子分光分析装置 Auger Electron Spectroscopy

PHI 710 Scanning Auger Nanoprobe



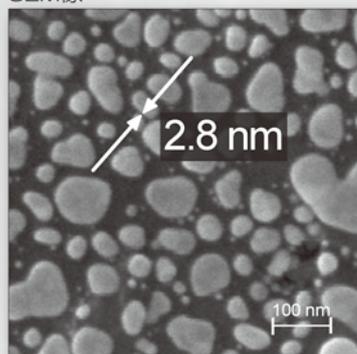
CMA 型 AES

- 高感度・高スループット分析
- 電流値 1 nA (オージェ分析可能) で AES 分解能 ≤ 8 nm
- 高エネルギー分解能測定 (CMA 使用)



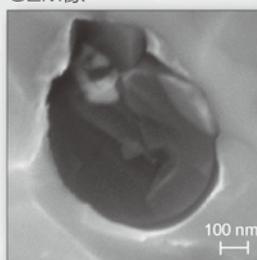
SEM 分解能 ≤ 3 nm, AES 分解能 ≤ 8 nm

SEM像

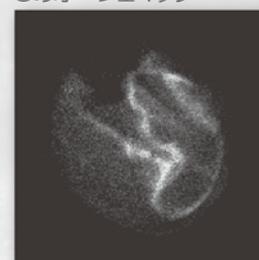


グラファイト上の金粒子における SEM分解能測定 (25 kV 0.2 nA)

SEM像



Sのオージェマップ



ダクタイル鋳鉄断面の粒界介在物の分析

アルバック・ファイ株式会社

本社・工場 〒253-8522 茅ヶ崎市萩園2500 TEL:0467-85-4220 (国内営業部) FAX:0467-85-4411
 大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原3-3-31 上村ニッセイビル5階 TEL:06-6350-2670 FAX:06-6350-2980

www.ulvac-phi.com