

# Materia Japan

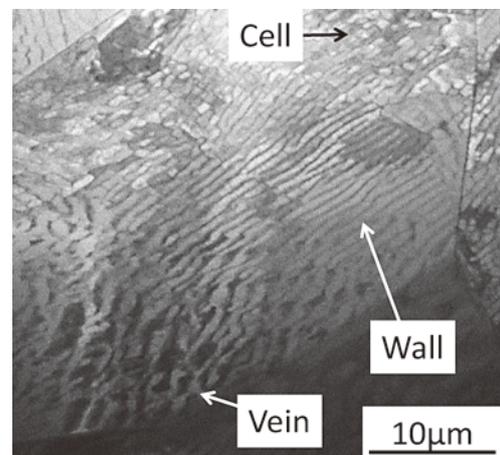
- 金属なんでもランキング!
- 2020 年度新役員紹介
- HCP 型および BCC 型 Mg 合金の機械特性
- コンクリート中鉄筋の腐食診断技術

# まてりあ

Vol.59 MTERE2 59 (6) 291~350 (2020)

2020

6



# 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！ 効率的な材料内部組織の三次元可視化！

全自動シリアルセクションング3D顕微鏡 **Genus\_3D**  
Fully-automated serial sectioning 3D microscope

HDR機能  
新搭載！

新搭載！ 設定条件ライブラリー

設定値、動作設定、消耗品の自動選定

全自動！ 電解エッチング

チタン、アルミ、ニッケル、ステンレス等

NEW！ 純正消耗品

逐次研磨像

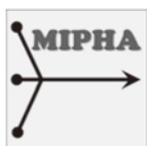
3D

Nakayamadenki Co.,Ltd



材料情報統合システム“MIPHA<sup>1)</sup>”および“shinyMIPHA<sup>2)</sup>”販売開始！

1)MIPHA: スタンドアロン, 2)shinyMIPHA: クラウドシステム



高度な材料組織形態解析と順・逆解析を搭載

・MIPHA: 機械学習型画像処理、連結性、分岐性、曲率解析、metric特徴量

・shinyMIPHA: パーシステントホモロジー、二点相関関数、豊富な順・逆解析

国内総発売元



株式会社 新興精機

大阪営業所

大阪府吹田市広芝町7-26

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

http://www.shinkouseiki.co.jp

営業窓口: 池内 ikeuchi@shinkouseiki.co.jp

## 日本金属学会発行誌 広告のご案内

### まてりあ（会報）

前付) 1色1P ￥100,000 1/2P ￥60,000

後付) 1色1P ￥95,000 1/2P ￥55,000

※表紙回り、カラー料金等お問い合わせ下さい。

### 春・秋期講演大会プログラム

後付) 1色1P ￥70,000 1/2P ￥40,000

広告ご掲載についてのお問い合わせ・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 www.meihosha.co.jp

# 6

2020  
Vol.59  
No.6

# まてりあ

巻頭記事	アスリートたちを支える競技用具の材料技術	291
金属なんでもランキング! No. 9	宇宙の元素組成	295
ご挨拶	会長就任のご挨拶 高梨弘毅	297
紹介	2020年度役員	299
	2020年度代表理事, 理事, 代議員	300
	理事に係る任意の合議機関の委員長, 副委員長	302
	他団体との任意の合議機関の委員長, 副委員長	302
	2020年度支部長, 支部事務所	303
最近の研究	HCP 型および BCC 型 Mg 合金の機械特性 峯田才寛	305
	次世代を担う最軽量金属材料・Mg 合金における機械特性の問題点とその改善方法に関する研究を, 各結晶構造 (HCP および C) に分類して紹介.	
	コンクリート中鉄筋の腐食診断技術 土井康太郎	313
	コンクリート構造物の劣化に最も重大な影響を及ぼす鉄筋腐食に焦点を当て, 実用化済み・実用化目前の鉄筋腐食診断技術について紹介.	
新進気鋭	Fe-Si 二元系合金の繰り返し変形に伴う転位組織の形成と発達 首藤洋志	321
科学館めぐり	千葉県立現代産業科学館(市川市) 盛田元彰	326
はばたく	腐食防食学を学んで 柿沼 洋	328
企業紹介	HOYA Technosurgical 株式会社の紹介 中島武彦	329
本会記事	会告	330
	2019年度決算	340
	掲示板	336
	2020年度事業計画書	345
	会誌・欧文誌 6 号目次	338
	2020年度収支予算書	345
	次号予告	339
	行事カレンダー	349
	新入会員	339
	訂正	339, 350
	2019年度事業報告	340
	日本金属学会誌投稿の手引き	

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

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

**今月の表紙写真** Fe-1 mass%Si 合金多結晶を全ひずみ振幅  $5 \times 10^{-3}$  で 1000 cycle 繰り返し変形させた後の転位組織. 同一結晶粒内で, Vein, Wall, Cell が混在していた. (首藤洋志 著 324頁 図6より掲載)

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.



トランポリンの跳躍の高さは女子で6 m、男子で8 mに達する。ヘッドへの着床時にかかる衝撃は体重の10倍以上といわれる。

写真：アフロ

# アスリートたちを支える 競技用具の 材料技術

オリンピックやパラリンピックなど世界の檜舞台では、アスリートたちが最高の状態でパフォーマンスを発揮できる環境が欠かせない。使用される競技用具もその一つだ。

日本のアスリートたちの活躍が期待されているトランポリンと車いすバスケットボールの競技用具の材料技術に迫る。



© 株式会社松永製作所

# 反発力を高める トランポリン

## わずか20秒の華麗な空中芸術

2019年12月、有明体操競技場で開催された第34回世界トランポリン競技選手権大会の女子個人で、日本人選手が初めて金メダルを獲得した。決勝では縦回転の前方3回宙返りに横回転の半ひねりを加えた高難度の大技トリフィスを武器に、トランポリンの強い反発力を受けて跳ぶジャンプと、空中で頭から爪先まで一直線になる空中姿勢の美しさで観客を魅了した。

トランポリン競技は、2000年シドニー大会から男女個人が実施されている。演技は予備跳躍としてストレートジャンプ（伸身姿勢によるジャンプ）を行い、ある程度の高さまで上昇した後、異なる10種類のジャンプを続けて跳ぶ。いかに難しい技を美しく、高く、中心から外れることなく演技できるかを競う。わずか20秒という演技時間に凝縮された空中芸術なのだ。

選手は1回のジャンプで体重の10倍以上の衝撃を受けると言われ、見た目以上にハードだ。着地の瞬間から一番沈み込むまでの間に、太ももの後ろの筋肉に力を入れて体を固定することで、押し込む力を分散させることなくトランポリンに伝え、そのトランポリンから強い反発力を得て、動物のキリンの背の高さを超える高さ7~8mの跳躍を行っている。

## 金属と繊維が生み出す弾性力

競技専用トランポリンの構造は縦520cm、横305cm、高さ115cmの鋼製フレームに、ナイロンテープまたは細い紐で編まれた縦426cm、横213cmの弾性に富んだ繊維製ベットを、約120本のスプリングで固定している（図1）。

トランポリンの反発力を生んでいるスプリングには、高炭素鋼製のコイルばねとゴムケーブルの2種類の材料が用いられている。金属とゴムには共に、弾性限界がある。金属は本来、弾性限界を超えなければ塑性変形しないが、繰り返し力が加わることで金属疲労が生じて、破断することがある。一方、ゴムにおいては、長期的に荷重が加わると変形が残るクリープ現象が生じやすい。クリープ現象によりゴムは伸びてしまい、金属ばねよりも早く劣化してしまう。また、弾性係数を比べてみると、ゴムの方が低い。

写真：Vladimir Vasilvtich/  
Shutterstock.com

金属が塑性変形して元に戻らなくなるのに対し、ゴムは破断することが多い。ゴムケーブルは長持ちしないため、国際競技では剛性に富んだ金属ばねが用いられている。

ベッドはスプリングに比べて、さらに柔らかい弾性体だ。ベッドにはメッシュ、ストリングス、テープの3種類がある。メッシュベッドは繊維と繊維の隙間が小さく、一体成型されている。ストリングスベッドは隙間が大きく、繊維と繊維の交差部は固定されていない。一方、国際競技で使われているテープベッドは、隙間が大きいものの、交差部は縫製により固定されている。そのため、メッシュとストリングスの中間的な性質を持っている。隙間が大きいため、それだけメッシュベッドよりも空気抵抗が少なくなる。また、1本1本の繊維が細く長くできているストリングスベッドに比べ、テープベッドは太く短い繊維が並んで、それぞれの伸びを足し合わせたものがフレームからフレームへの1本分の線の伸びとなるため、ベッド自体は硬くなる。

## スプリング、ベッド、フレームの3性能を全体最適化

トランポリンは一見、スプリングとベッドの弾性力を利用した跳躍運動のように思わ

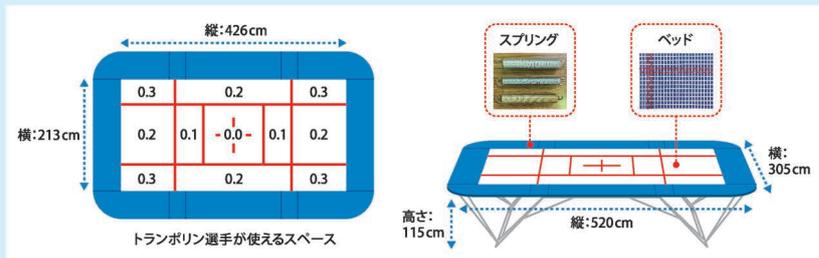
れるが、フレームも大きな役割を果たしている。フレームはスプリングと同じく、金属で作られている。したがって、力が加われば変形し、弾力を持つ。従来、日本製トランポリンは柔らかいストリングスベッドを用いたため、フレームは硬く頑丈に作られていた。一方、国際体操連盟公式競技認定品となっている海外製は、硬いテープベッドを用いているため、フレーム全体をしなるようにして、全体的に剛性を小さくし、高く跳べるように作られている。フレームの変形量を含めて設計されている。ばねの本数は116本または112本の日本製と異なり、海外製は約120本で構成されている。

また、フレームの強度を高めると、しなりが少なくなる。しなりが少なくなると、剛性が高くなり、撓みは少なくなる。撓みが少なくなると、ベッドに乗っている時間が短くなり、選手は今まで対応できていた身体の調整を

トランポリンの構造(図1)

2021年東京オリンピックで使われる予定のドイツ製トランポリンは、鋼製フレーム（縦520cm×横305cm×高さ115cm）に、118本のスプリングでテープベッドが繋がれている。選手が使えるのは、ベッド上の縦426cm×横213cmのスペースである。目印としてジャンピングゾーン（中心部に描かれた赤い十字マーク付近）にきちんと降りられるか、また、外れてしまった場合には次の跳躍でうまく体勢を持ち直すことができるかも見どころとなる。

移動点は着床位置によって決められた減点を合計し、10.0点満点より減点される。なお、採点は「演技点得点+難度点得点+跳躍時間点得点+移動点得点-ペナルティ」の5項目に関して行われている。





© 株式会社松永製作所

より瞬時に行わなければならない、プレやすくなる。そこで近年、フレームのコーナーに固定されているスプリングの径の太さなどを調整することで、選手がジャンピングゾーン（図1：赤い十字マーク付近）と呼ばれる範囲を出てベッドに着地しても、その後、トランポリンから外れることなくジャンピングゾーンに戻れるような反発力を持つ製品も開発されている。

スプリング、ベッド、フレームの部分最適だけでなく、全体最適な視点での設計思想の下に作られたトランポリンを、トップアスリートたちは使いこなし、晴れの舞台で最高のパフォーマンスを発揮している。

## スピーディーな攻防を支える バスケットボール競技用車いす

### 体の一部のように 車いすを操る

車いすバスケットボールは1チーム5人で構成され、下肢などに障がいのある選手が競技用車いすを巧みに操作しながらプレーする。使用するコートやリングの高さなどは一般のバスケットボールと同じで、激しい攻防、スピーディーなパスワーク、美しい放物線を描くシュート、車いすで走るスピード感、勢い余って転倒もある選手同士の激しいぶつかり合いなど、多彩な魅力が人気の競技だ。また、巧みな車いす操作（チェアスキル）も見逃せない。車いすにはブレーキが無く、ダッシュ、ストップ、ターンなど、選手はすべて自身の手で行う。シュートには微妙なボールタッチが欠かせないため、ほとんどの選手は素手で車いすを操作する。体幹や腰を使って体の一部のように車いすを操る選手もいて、その身体能力の高さに驚かされる。

車いすバスケットボールは1960年にローマで開催されたパラリンピック第1回大会から実施され、現在では100カ国以上で行われている最も人気のある競技の一つだ。日本は男子が1976年トロント大会から11回連続出場を果たし、メダル獲得を目指している。

SCIENCE & INNOVATION

© 株式会社松永製作所

## フレームの剛性と柔軟性を高い次元で両立

バスケットボール用車いすには、衝突時に足を保護するバンパーと、転倒防止用のキャスターが付いている(図2)。最大の特徴は、タイヤがハの字になっていること(キャンバ)である。このキャンバにより旋回性が高まり、高速でターンしても転倒しづらく、細かな動きが可能になる。軽量かつ高剛性な仕様が求められ、材料には鋼材のほか、軽くて丈夫なアルミニウム合金が使われている(図3)。

車いすの構造は、これまでリジッドと呼ばれるフレームすべてが溶接で固定されたものが主流であったが、近年は多少の調整ができるセミアジャスタブルと呼ばれる構造の採用が増えている。セミアジャスタブルは分割フレームで、ボルトとナットで座面やステップの位置、角度などを微調整できる。分割フレームは部品点数が多くなる分、若干重量増となるデメリットがあるものの、選手の体調や細かい要求に対してmm単位での調整が可能となる。破損時に、独立した各々のフレームを容易に交換することもできる。

フレームを溶接で固めたりリジッドは、剛性が高いものの、衝撃により生じるエネルギーのほとんどすべてを受け止めることになり、力の逃げ場が無いため、実はパーツが折れやすい。軽量化できるものの、すぐにクラックが入る。一方、セミアジャスタブルはフレームに適度なしなりをもたらすことで、剛性と柔軟性という本来相反する特性を高い次元で実現している。フレームにしなりが生まれると、リジッドよりも操作性が柔らかくしなやかになるだけでなく、衝撃力をうまく逃がすことでパーツが折れにくくなり、耐久性も高くなるという。また、コートの中を曲がるとき、リジッドでは剛性が高い分だけ直線方向にエネルギーが向かうのに対して、セミアジャスタブルはしなりによって滑らかなターンが可能になり、コーナリングやクイックなターンも断然しやすい。柔らかさゆえにフレームが歪むことも多いが、歪みの取り方などを工夫している。そのため、華麗なプレーをしたいと望む選手の乗り換えが増えている。

### バスケットボール用車いすの構造(図2)

車いすのタイヤはハの字になっており(キャンバ)、これにより旋回性を高め、転倒しにくくなっている。車いすの重量は概ね10kgである。



## 日本のものづくり力がアスリートの活躍を支える

日本の競技用車いすの大手メーカーと東京都大田区の中小製造業が、町工場が中心となって競技用をそりを開発した「下町ボブスレー」に続くプロジェクトとして、バスケットボール用車いすを開発した。車いすバスケットボールでは片輪を上げるプレーや車椅子が飛ぶほどの接触もあることから、車体の強度が重要になる。そこで、町工場の技術力によって、キャスターの転がり抵抗の軽減と軽量化、そしてクランプのフレームの剛性の向上を図った。

具体的には、炭素鋼からアルミニウム合金にシャフトの材料を変更するとともに、キャスターフォークの幅寸法を狭くし、肉抜き穴も改良した。加えて、ローラーの材料には超高分子ポリエチレンと適度な振動吸収が特徴のウレタンの2種類を採用した結果、キャスター4つを擁する1台につき、合計300g以上の軽量化に成功した。さらに、剛性感を求める選手のために、金属フレームを締結するための簡単に付け替え可能なクランプを、NCマシンと金属3Dプリンターによりそれぞれ製作した。

株式会社松永製作所と大田区の中小企業が共同開発したバスケットボール用車いすは、2018年度天皇杯準優勝チームで使用され、軽くて転がり良く、扱いやすいと高い評価を得た。マシンの性能が上がると、競技のレベルも上がる。その意味で、車いすは重要な武器である。スポーツと融合した日本のものづくりが、トップアスリートたちの活躍を支えている。

(取材協力: セノー株式会社, 株式会社松永製作所)

### 競技用車いすができるまで(図3)



金属加工

高速切断機でパイプを切り出し、曲げ加工やプレス加工などを施して、車いすの骨格に当たるフレームの部品を製作する。



溶接

一つひとつの部品を溶接で繋ぎ合わせる。ろう付やTIG溶接で、アルミニウム合金や鋼材を接合していく。細かな作業が求められるため、熟練の職人がすべて手作業で対応している。



表面処理

溶接が完了したフレームに対して、ショットブラスト(表面を均一化したり、塗装やコーティングなどの密着性を向上させる加工方法)やアルマイト処理を行う。ショットブラスト加工によって、溶接部分の強度が向上する。



組み立て

ホイールの組み立てには機械を使うが、タイヤやチューブの組み立ては手作業で行われている。ボルトの締め具合などで、乗り心地が大きく変わる。

## 放射光利用の手引き

—農水産・医療、エネルギー、環境、材料開発分野などへの応用—

東北放射光施設推進会議推進室 編集  
B5判  
2019年2月発刊 4,200円(税別)  
発行所名: アグネ技術センター  
ISBN: 978-4-901496-95-7  
〒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



東北に建設予定の「軟X線領域に特徴をもつ3GeVクラスの高輝度放射光施設: SLiit-J」は、21世紀の我が国を支える産業技術のイノベーションにつながる基盤インフラである。放射光施設がカバーする領域は多岐にわたる。「放射光を利用する」とどのようなことがわかるのか」をテーマにした手引き書。

## 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。

## 新版 はじめての電子状態計算

DV-X $\alpha$ 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/>

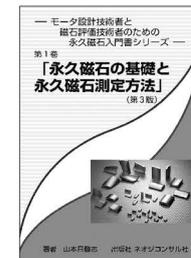


分子軌道法の概要からコンピュータに対応したプログラム使用法、さらに計算実習まで！これさえあれば簡単に電子状態計算が始められます。初版刊行以来約20年間に開発・進化を遂げたプログラムならびに本文を全面改稿しました。(プログラム付)

## 永久磁石の基礎と永久磁石測定方法 (第3版)

著者 工学博士 山本 日登志  
B5判 2019年発刊  
本体価格: 2,300円(送料別)

ネオジコンサル社  
お問い合わせは、TELまたはE-mail。  
TEL: 080-2442-9009  
E-mail: [hitoshiad\\_0330@yahoo.co.jp](mailto:hitoshiad_0330@yahoo.co.jp)



モータ設計技術者等の永久磁石入門書。電気回路と磁気回路の類似と差異、パーミアンス係数の考え方、減磁曲線の見方等を平易に解説。種々の永久磁石の測定方法を具体的測定例を紹介。

# 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。

**1コマ (1/6頁) ¥18,000 (税別)**

**次回は、12月号 (12/1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](mailto:info@meihosha.co.jp) HP: <http://www.meihosha.co.jp>

# 金属なんでもランキング! No.9 宇宙の元素組成

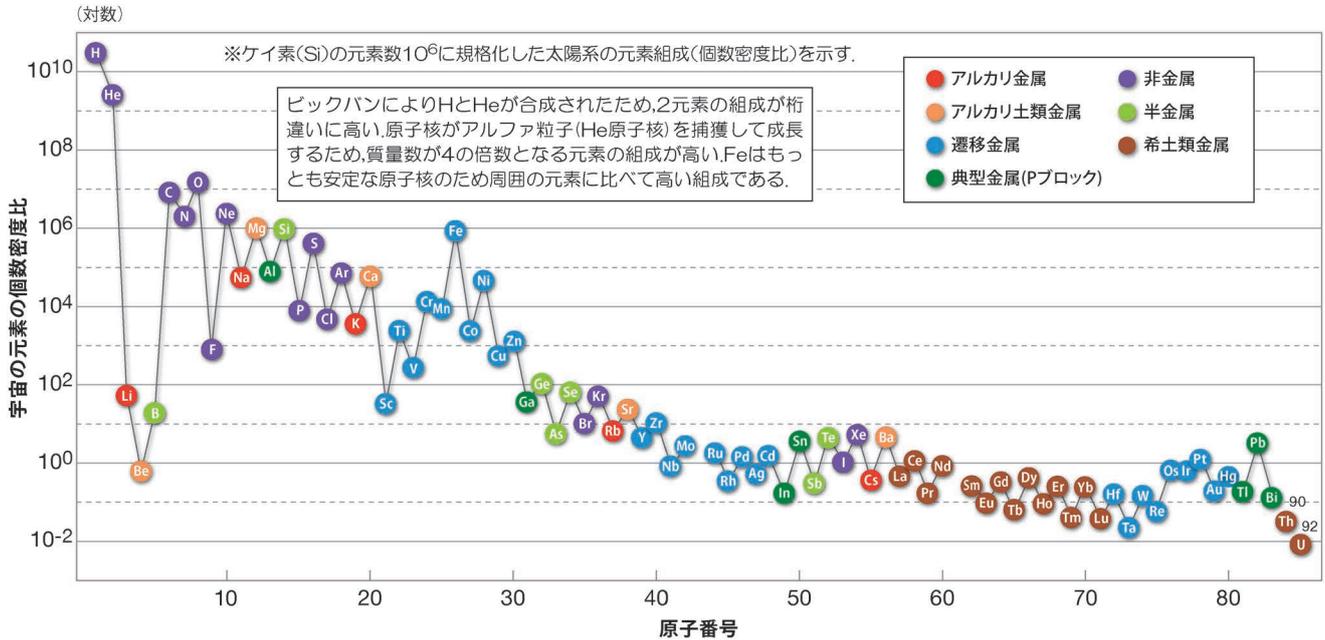


図1 各元素の宇宙の元素組成.

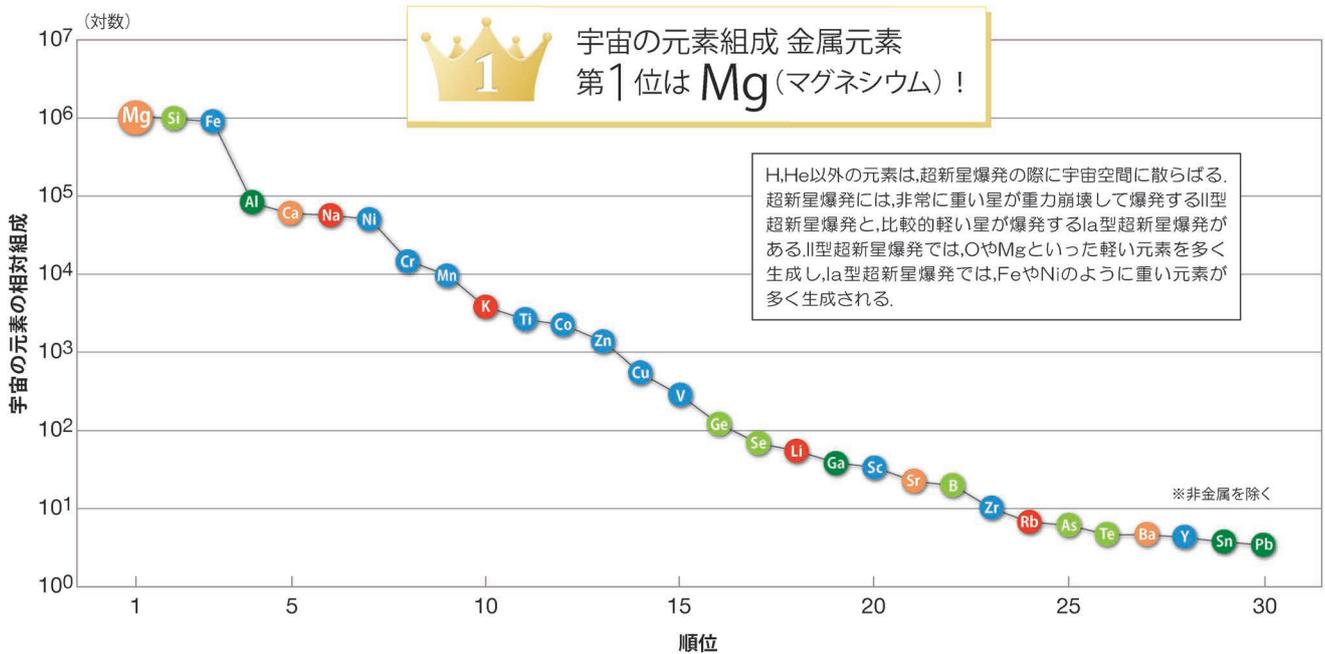


図2 宇宙の元素組成ランキング(30位まで).

参考文献：理科年表 2020：国立天文台編，丸善，(2019).

次号！金属素描 No. 10 インジウム

**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**

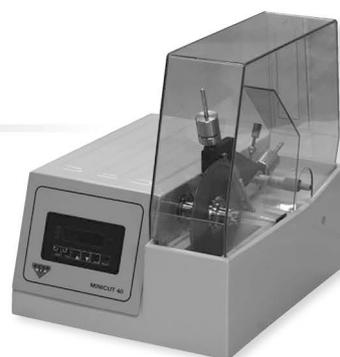
ヨーロッパ伝統の重錘を使った昔ながらのシンプルにして堅牢な研磨機。必要最低限の機能のみを搭載。それが経済的な価格を生み出しました。



- 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。

カタログおよび価格表は弊社にお問い合わせください

**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7-2-7

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

# FRITSCH “NANO 領域”

## 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。



### 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合わ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バイオニア機種。

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、窒化ケイ素、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の国際基準をクリア



P5



P6



P7

カタログおよび価格表は弊社にお問い合わせください

## 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7-2-7

URL <http://www.fritsch.co.jp>  
E-mail [info@fritsch.co.jp](mailto:info@fritsch.co.jp)

TEL 045-641-8550 FAX 045-641-8364  
TEL 06-6390-0520 FAX 06-6390-0521



## 公益社団法人日本金属学会への入会のおすすめ

公益社団法人日本金属学会は、本多光太郎先生のご提唱により1937年2月14日に創設され、金属及びその関連材料分野の学術および科学技術の振興を目的として、学術誌や学術図書の刊行、講演会や講習会の開催、調査・研究、表彰・奨励の事業を行っています。社会基盤材料をはじめエネルギー材料、エコマテリアル、電子・情報材料、生体・福祉材料、材料と社会等の分野でご活躍の研究者、技術者、学生の皆様、当該分野に関心のある方の入会をお待ちしております。

会報「まてりあ」は、会員のみ提供されます。さらに、会員には、講演大会への会員参加費での参加及び登壇費の免除、刊行物の会員価格での購入、本会主催のセミナー・シンポジウム・講演発表会等への会員割引価格の参加等の特典があります。

### 最新の研究や技術の動向をいち早く得ることができます

- 会報「まてりあ」が毎月無料で配付されます(電子ジャーナルも閲覧できます)。まてりあでは、専門外の方のための入門講座や講義ノート、解説記事で分野の基礎を学ぶことができます。
- 和文論文誌「日本金属学会誌」を会員価格で購読できます(電子ジャーナルの閲覧は無料です)。
- 英文論文誌「Materials Transactions」を会員価格で購読できます(刊行半年後からの電子ジャーナル閲覧は無料です)。
- 最新の研究成果が発表される年2回の講演大会に会員参加費で参加できます。
- 最新の研究や技術に関するシンポジウムに参加できます。
- 最先端の研究を討議する研究会が開催する研究集會に参加できます(新たな研究会を設立することも可能です)。

### 多様な研究者や技術者と交流ができます

- 様々な場で大学や企業の研究者や技術者と学術・技術の交流ネットワークを作ることができます。
- 各分野の専門家集団で構成される分科の活動に参加することができます。
- 最新の研究成果を発表する、春と秋の年2回開催される講演大会へ会員参加費で参加できます(参加費には講演概要が含まれています)。
- 講演大会概要を会員価格で購入できます。
- 全国に8つの支部があり、身近な研究者や技術者と交流できます。

### 研究成果を発表、討議して、研究を深めることができます

- 講演大会で研究成果を発表して、分野の専門家と討議できます(非会員が講演するには大会参加費および登壇料が必要になります)。
- 研究成果を論文として日本金属学会誌や Materials Transactions 誌に発表できます。投稿された論文は分野の権威による査読を受けることができます。
- Materials Transactions の投稿料の割引が受けられます(日本金属学会誌の投稿は無料です)。

### 技術者・学生の能力開発や進路選択への支援が受けられます

- 教科書、データブック、セミナーテキスト等の学術図書類を会員価格で購入できます。
- 本会主催または本会協賛のセミナーや講習会、見学会等に会員価格で参加できます。
- 学生員は本会主催の企業説明会(春期講演大会に併せて開催予定)に参加できます。

### 表彰を受けられます

- 表彰・奨励制度があります。
- 本会外の表彰へ推薦することができます(各種の学術賞や奨励、助成等の候補の推薦団体に指定されています)。

## [入会するには(入会手続き)]

本会ホームページの入会ページ(下記 URL)から入会申し込み下さい。

<https://www.jim.or.jp/member/mypage/application.php>

## 会長就任のご挨拶

公益社団法人 日本金属学会 第69代会長 高 梨 弘 毅

このたび皆様方のご推挙により、乾晴行博士の後を引き継ぎ、日本金属学会の会長に就任いたしました。本会の長い歴史と輝かしい実績を考えますと、責任の重大さに身が引き締まる思いです。本会副会長の森田一樹博士、三浦誠司博士、御手洗容子博士をはじめとして、理事、代議員、委員、支部および会員の皆様、ならびに山村英明事務局長および事務局の皆様のお力をお借りし、金属および関連材料分野の発展のために微力ながら全力を尽くす所存です。皆様方のご支援とご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。



日本金属学会は、「金属に関する理論ならびに工業の進歩発達をはかること」を目的として、1937年に「金属の密林の大いなる開拓者」本多光太郎先生のご提唱により創設されました。以来、金属材料を中心として、セラミックス材料や高分子材料、複合材料などの周辺材料も含む材料全般に関する研究成果を国内外に向けて発信してきています。特に近年では、物性や組織、プロセッシングなどの材料の基礎や基盤技術を重視しつつも、一方で急速なグローバル化と社会ニーズの多様化に対応して、社会基盤(インフラ)、環境・エネルギー、情報・通信、生体・医療・福祉など、応用を見据えた先端材料の創製や機能探求にもスコープを広げ、基礎から応用まで多岐に渡る材料科学・工学の研究発信の場として貢献しています。日本金属学会は金属を中心とする材料研究全体の我が国におけるハブとしての役割を担っており、その使命を確実に果たすことによって、国内外における本会のプレゼンスをさらに高めていきたいと存じます。

ここ数年の間で、歴代会長のリーダーシップによって、さまざまな改革が行われてきました。公益法人移行後の新たな維持員制度の設置(2016年度 白井泰治会長)、本会のあるべき姿を示した学会ビジョンの設定(2017年度 中島英治会長)、時代の変化に即した講演大会のセッション大改編(2018年度 杉本諭会長)、そして管理運営の根本である代議員・役員の選出方法の見直しと本会の権威を高め若手のさらなる奨励を目指した各種表彰制度の見直し(2019年度 乾晴行会長)などです。このような努力の賜物として、公益法人化以降減少し続けていた収益はほぼ一定となり、会員数はいまだに減少し続けている状況ではあるものの、減少の勾配はかなり緩やかになって、下げ止まる傾向を示しています。また、講演大会の講演数の減少にも歯止めがかかり、参加者数はむしろ増加しています。しかし、私が最も深刻であると考えているのは、会員の年齢構成です。公益法人化前には、正会員数のピークは30歳代後半にありましたが、現在では50歳代に移っています。このまま座視していると、本会は高齢化した学会として地盤沈下を免れないでしょう。これまでの改革の努力をけって無駄にせず、本会をさらに回復・発展させていくためには、不断の努力によって活気ある学会活動を継続的に推進し、社会、特に若い人たちに対して材料科学・工学の魅力と重要性を伝え、本会の活動をアピールしていくことが肝要です。

以下に、本会の活動に対する私の考え方を、もう少し詳しく述べさせていただきます。

### ○日本の材料科学・工学を代表する学会として

本会は材料研究全体の我が国におけるハブとしての役割を担っており、まさにそれだけの活動を推進していると思います。しかし、それが必ずしも国内外で十分に認知されているとは言えません。その原因の一つとして、広報活動が不十分であることが挙げられます。広報担当の理事や専門の職員を配置し、広報活動を強化することが大切です。ホームページの充実や魅力あるパンフレットの作成はもとより、SNSの活用によって若い人たちに対してアピールしていくことも有効でしょう。

国内外の学会との連携も重要です。材料は、現代の科学・技術のおよそすべてに関わっているので、さまざまな分野の多くの学会との連携が可能です。種々のイベントや事業を共同で進めるなどの連携を通して、本会が材料分野で日本を代表する学会であることを他学会の方々にも知っていただくことができます。

関連して、国際化もさらに推進していかなければいけません。最近、本会主催の国際会議があまり開催されていないことが気になっています。2～3年に1回は定期的に本会主催の国際会議を開くべきだと考えます。

### ○材料研究全体をカバーする学会として

本会の会員には構造材料の研究者が多いですが、これは本会の経緯として当然のことでしょう。しかし一方で、エネルギー関連材料やエレクトロニクス用材料などの研究者をどれだけ取り込んでいけるかが、本会の発展の帰趨を左右すると思います。私自身、磁性材料・スピントロニクスの研究者であり、日本磁気学会や応用物理学会にも参加していますが、本会には本会の良さがあります。以前、私と同じ分野の友人が、金属学会に行くと材料に関する深い話が聞けると言ってくれたことがあります。安易に出口指向に走るのではなく、材料・プロセスの基礎をしっかりと学べる場としての本会の存在意義を忘れてはいけません。

### ○学問と産業を結ぶ学会として

「産業は学問の道場なり」とは、本会の創設者である本多光太郎先生の言葉です。本会は、学問を究める場であるとともに、その学問を産業に橋渡しする役割も担っています。必ずしも学術の流行ばかりに囚われず、真に産業界に役立つ情報を交換する場としての本会の役割も重要です。関連して、本会の英文誌 *Materials Transactions* のインパクトファクター向上が大きな課題となっており、このことはきわめて重要なことであると認識していますが、一方で和文誌による情報発信も会員のメリットとして継続していくべきと考えています。

### ○人材を育成する学会として

本会のもう一つの役割として、材料研究者・技術者の人材育成があることは言うまでもありません。このことは、会員のいびつな年齢構成を是正する意味でも重要です。これまで同様、高等学校以下の学校教育に対する取り組みや青少年向けのイベントの開催なども継続していきます。併せて、ダイバーシティの促進も重要課題ですが、そもそも材料科学・工学を志す女子学生が少ないことが大きな問題であり、特に女子を対象とした人材育成を強化したいと考えています。

以上のように、これまでの改革を基盤として、本会の活動をさらに活発化し、本会が我が国の材料科学・工学を代表する学会としてのプレゼンスを存分に発揮できるよう努力する所存です。会員の皆様方のより一層のご理解とご支援をよろしくお願い申し上げます。

2020年4月24日

# 紹介(2020)

～ 本年度の本会役員をご紹介します ～

## 公益社団法人日本金属学会 2020年度役員(会長, 副会長, 理事, 監事)<sup>(50音順)</sup>

(2020年4月24日)

### 会長



高梨 弘毅  
東北大学教授

### 副会長



三浦 誠司  
北海道大学教授

### 副会長



御手洗容子  
東京大学教授

### 副会長



森田 一樹  
東京大学教授

### 理事



阿部 英司  
東京大学教授



乾 晴行  
京都大学教授



岸本 康夫  
JFE スチール<sup>(株)</sup>  
研究技監



小林 千悟  
愛媛大学教授



小山 敏幸  
名古屋大学教授



柴田 直哉  
東京大学教授



清水 哲也  
大同特殊鋼<sup>(株)</sup>部長



須齋 京太  
古河電気工業<sup>(株)</sup>  
所長(理事)



高橋 英徳  
北海道立総合研究機構  
部長



武田 雅敏  
長岡技術科学大学教授



竹元 嘉利  
岡山大学准教授



田中 将己  
九州大学教授



辻 伸泰  
京都大学教授



日原 岳彦  
名古屋工業大学教授



船川 義正  
JFE スチール<sup>(株)</sup>  
主任部員(理事)



古原 忠  
東北大学教授・所長



松田 健二  
富山大学教授



村上 恭和  
九州大学教授

### 専務理事



吉見 享祐  
東北大学教授



山村 英明  
日本金属学会事務局長

### 監事



今野 豊彦  
東北大学教授



錦織 貞郎  
<sup>(株)</sup>IHI 技師長

公益社団法人日本金属学会 2020年度代表理事, 理事, 代議員 (50音順, 敬称略)

会長(代表理事)

高 梨 弘 毅 東北大学金属材料研究所 教授

副会長

三 浦 誠 司 北海道大学大学院工学研究院 教授

御手洗 容 子 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授

森 田 一 樹 東京大学大学院工学系研究科 教授

理 事 (23名)

(新任)

阿 部 英 司 東京大学大学院工学系研究科 教授  
 岸 本 康 夫 JFE スチール(株)スチール研究所 研究技監  
 柴 田 直 哉 東京大学大学院工学系研究科 教授  
 高 橋 英 徳 北海道立総合研究機構 部長  
 武 田 雅 敏 長岡技術科学大学 教授  
 竹 元 嘉 利 岡山大学大学院自然科学研究科 准教授  
 辻 伸 泰 京都大学大学院工学研究科 教授  
 日 原 岳 彦 名古屋工業大学大学院工学研究科 教授  
 古 原 忠 東北大学金属材料研究所 教授・所長  
 村 上 恭 和 九州大学大学院工学研究院 教授  
 吉 見 享 祐 東北大学大学院工学研究科 教授

(留任)

乾 晴 行 京都大学大学院工学研究科 教授  
 小 林 千 悟 愛媛大学大学院理工学研究科 教授  
 小 山 敏 幸 名古屋大学大学院工学研究科 教授  
 清 水 哲 也 大同特殊鋼(株)経営企画部 部長  
 須 齋 京 太 古河電気工業(株)研究開発本部 所長(理事)  
 高 梨 弘 毅 東北大学金属材料研究所 教授  
 田 中 將 己 九州大学大学院工学研究院 教授  
 船 川 義 正 JFE スチール(株)薄板セクター部 主任部員(理事)  
 松 田 健 二 富山大学学術研究部 教授  
 三 浦 誠 司 北海道大学大学院工学研究院 教授  
 御手洗 容 子 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授  
 森 田 一 樹 東京大学大学院工学系研究科 教授

専務理事

山 村 英 明 日本金属学会 事務局長

\* 新任理事の任期: 2020年定時社員総会当日(4月24日)から2021年4月予定の定時社員総会の終結のときまで

留任理事の任期: 2019年定時社員総会当日(4月23日)から2021年4月予定の定時社員総会の終結のときまで

監 事 (2名)

(新任)

今 野 豊 彦 東北大学金属材料研究所 教授  
 錦 織 貞 郎 (株)IHI 技術開発本部 技師長

\* 新任監事の任期: 2020年定時社員総会当日(4月24日)から2021年4月予定の定時社員総会の終結のときまで

代 議 員 (94名)

新任(49名)

北海道地区 (新任)

高 橋 英 徳 北海道立総合研究機構 部長

(新任)

東北地区

大 谷 博 司 東北大学多元物質科学研究所 教授  
 今 野 一 弥 仙台高等専門学校総合工学科 教授  
 柴 田 浩 幸 東北大学多元物質科学研究所 教授  
 成 島 尚 之 東北大学大学院工学研究科 教授  
 古 原 忠 東北大学金属材料研究所 教授・所長  
 武 藤 泉 東北大学大学院工学研究科 教授  
 吉 見 享 祐 東北大学大学院工学研究科 教授

(新任)

関東地区

阿 部 英 司 東京大学大学院工学系研究科 教授  
 岩 本 知 広 茨城大学工学部マテリアル工学科 教授  
 梅 澤 修 横浜国立大学大学院工学研究院 教授  
 大 村 孝 仁 物質・材料研究機構構造材料研究拠点 副拠点長  
 尾 中 晋 東京工業大学物質理工学院 教授  
 寛 幸 次 首都大学東京システムデザイン学部 教授

留任代議員(45名)

(留任)

上 田 幹 人 北海道大学大学院工学研究院 教授  
 三 浦 誠 司 北海道大学大学院工学研究院 教授

(留任)

高 梨 弘 毅 東北大学金属材料研究所 教授  
 田 中 俊一郎 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター 教授

(留任)

枝 川 圭 一 東京大学生産技術研究所 教授  
 川 岸 京 子 物質・材料研究機構構造材料研究拠点 グループリーダー  
 葛 卷 徹 東海大学工学部 教授  
 児 島 明 彦 日本製鉄(株)技術開発本部 執行役員技術開発企画部長  
 小 林 能 直 東京工業大学科学技術創成研究院 教授  
 齋 藤 哲 治 千葉工業大学工学部 教授

加藤 徹	金属系材料研究開発センター 部長	下条 雅幸	芝浦工業大学工学部 教授
弓野 健太郎	芝浦工業大学工学部 教授	高井 健一	上智大学理工学部 教授
桑原 孝介	(株)日立製作所研究開発グループ 主任研究員	高橋 聡	(株)IHI 航空・宇宙・防衛事業領域技術開発センター 部長
柴田 直哉	東京大学大学院工学系研究科 教授	寺嶋 和夫	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
染川 英俊	物質・材料研究機構構造材料研究拠点 グループリーダー	中尾 航	横浜国立大学大学院工学研究院 教授
田村 隆治	東京理科大学基礎工学部 教授	藤居 俊之	東京工業大学物質理工学院 教授
長滝 康伸	JFE スチール(株)スチール研究所 副所長	藤田 敏之	東芝エネルギーシステムズ(株)エネルギーシステム技術開発センター 主査
秦 昌平	日立金属(株)機能部材事業本部 主管研究員	船川 義正	JFE スチール(株)薄板セクター部 主任部員(理事)
久森 紀之	上智大学理工学部 教授	御手洗 容子	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
平田 茂	日本冶金工業(株)技術研究所 所長	森田 一樹	東京大学大学院工学系研究科 教授
松野 泰也	千葉大学大学院融合理工学府 教授	山本 知之	早稲田大学理工学術院 教授
三木 祐司	JFE スチール(株)スチール研究所 主席研究員(理事)		

**東海地区**

(新任)

宇佐美 初彦 名城大学理工学部 教授  
 勝村 龍郎 JFE スチール(株)スチール研究所 主任研究員(グループリーダー)  
 川上 博士 三重大学工学部 准教授  
 日原 岳彦 名古屋工業大学大学院工学研究科 教授

(留任)

植田 茂紀 大同特殊鋼(株)技術開発研究所 副所長  
 岡本 力 日本製鉄(株)技術研究部 部長  
 小山 敏幸 名古屋大学大学院工学研究科 教授  
 斎藤 尚文 産業技術総合研究所中部センター 上級主任研究員  
 西川 友章 愛知製鋼(株)技術統括部 部長  
 前田 千芳利 トヨタ自動車(株)第一材料技術部 プロフェッショナルパートナー  
 三浦 博己 豊橋技術科学大学大学院工学研究科 教授

**北陸信越地区**

(新任)

尾和 智信 長野県工科短期大学校生産技術科 教授  
 武田 雅敏 長岡技術科学大学 教授

(留任)

岸 陽一 金沢工業大学高信頼理工学研究センター 教授  
 福元 謙一 福井大学附属国際原子力工学研究所 教授  
 松田 健二 富山大学学術研究部 教授

**関西地区**

(新任)

浅野 和典 近畿大学理工学部 教授  
 荒木 秀樹 大阪大学大学院工学研究科 教授  
 大谷 浩昭 山陽特殊製鋼(株)粉末事業部 粉末事業部長  
 川崎 健史 (株)島津製作所 ビジネスユニット長(部長)  
 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  
 辻 伸泰 京都大学大学院工学研究科 教授  
 平藤 哲司 京都大学大学院エネルギー科学研究科 教授  
 藤本 慎司 大阪大学大学院工学研究科 教授  
 松尾 直人 兵庫県立大学大学院工学研究科 特任教授  
 山崎 強 日本製鉄(株)技術開発本部 部長

(留任)

乾 晴行 京都大学大学院工学研究科 教授  
 岡崎 喜臣 (株)神戸製鋼所技術開発本部 所長  
 金野 泰幸 大阪府立大学大学院工学研究科 教授  
 河野 佳織 日本製鉄(株)技術開発本部 フェロー  
 竹中 俊英 関西大学化学生命工学部 教授  
 田中 敏宏 大阪大学大学院工学研究科 教授  
 山末 英嗣 立命館大学理工学部 教授

**中国四国地区**

(新任)

竹元 嘉利 岡山大学大学院自然科学研究科 准教授  
 田代 博文 東洋鋼鈹(株)技術研究所 主事  
 深堀 貢 マツダ(株)技術研究所 主幹研究員

(留任)

小林 千悟 愛媛大学大学院理工学研究科 教授  
 田中 康弘 香川大学創造工学部 教授  
 森戸 茂一 島根大学次世代たたら協創センター 教授

**九州地区**

(新任)

石丸 学 九州工業大学大学院工学研究院 教授  
 金子 賢治 九州大学大学院工学研究院 教授  
 村上 恭和 九州大学大学院工学研究院 教授

(留任)

田中 將己 九州大学大学院工学研究院 教授  
 連川 貞弘 熊本大学大学院先端科学研究部 教授

**本部枠代議員**

(新任)

岸本 康夫 JFE スチール(株)スチール研究所 研究技監

(留任)

清水 哲也 大同特殊鋼(株)経営企画部 部長  
 須齋 京太 古河電気工業(株)研究開発本部 所長(理事)

\* 新任代議員の任期：2020年定時社員総会当日(4月24日)から2021年4月予定の定時社員総会の終結のときまで  
 留任代議員の任期：2019年定時社員総会当日(4月23日)から2021年4月予定の定時社員総会の終結のときまで

理事に係る任意の合議機関の委員長，副委員長(2020年度)

	委員長	副委員長	事業概要
<b>1. 刊行事業に係る委員会</b> (1) 会報編集委員会 (2) 会誌編集委員会 (3) 欧文誌編集委員会 (4) 学術図書類刊行委員会	大塚 誠 佐藤 英一 堀田 善治 田中 将己	竹田 修 ー	会報の刊行に関する業務全般 会誌の刊行に関する業務全般 欧文誌の刊行に関する業務全般 学術図書類の刊行に関する業務全般
<b>2. 講演会・講習会事業に係る委員会</b> (1) 講演大会委員会 (2) 講演大会企画委員会 (3) 本多記念講演委員会 (4) セミナー・シンポジウム委員会	御手洗 容子 御手洗 容子 御手洗 容子 小山 敏幸	吉見 享祐 吉見 享祐 吉見 享祐 大村 孝仁	講演大会の実施に関する業務全般 講演大会の企画に関する業務全般 本多記念講演に関する業務全般 セミナーおよびシンポジウムに関する業務全般
<b>3. 調査・研究事業に係る委員会</b> (1) 企画委員会 (2) セルフガバナンス委員会 (3) 長期展望委員会 (4) 調査・研究委員会 (5) 調査・研究推進委員会 (6) 戦略推進委員会 (7) 科研費委員会 (8) 人材育成委員会 (9) 男女共同参画委員会 (10) 国際学術交流委員会	高梨 弘毅 高梨 弘毅 高梨 弘毅 三浦 誠司 三浦 誠司 三浦 誠司 三浦 誠司 三浦 誠司 小林 千悟 松岡 由貴 森田 一樹	御手洗 容子 山村 英明 ー 吉見 享祐 吉見 享祐 藤居 俊之 ー 松岡 由貴 ー 辻 伸泰	本会の事業に関する重要な企画に関する業務全般 本会のセルフガバナンスに関する業務全般 本会の事業に係る長期展望に関する業務全般 調査・研究事業に関する業務全般 調査・研究事業の企画に関する業務全般 本会の材料戦略活動に関する業務全般 科研費補助金に関する業務全般 人材育成に関する業務全般 男女共同参画活動に関する業務全般 国際学術交流および国際会議事業の企画に関する業務全般
<b>4. 表彰・奨励事業に係る委員会</b> (1) 名誉員検討委員会 (2) 学会賞委員会 (3) 各種賞検討委員会 (4) 金属組織写真賞委員会 (5) フェロー選考委員会	森田 一樹 高梨 弘毅 乾 晴行 松田 健二 高梨 弘毅	三浦 誠司 森田 一樹 村上 恭和 三浦 誠司 ー	名誉員に関する業務全般 学会賞に関する業務全般 各種賞に関する業務全般 金属組織写真賞に関する業務全般 フェローに関する業務全般

他団体との任意の合議機関の委員長，副委員長

	委員長	副委員長	事業概要
<b>1. 刊行事業に係る委員会</b> (1) Materials Transactions 編集委員会	堀田 善治		Materials Transactions の共同刊行に関する業務全般
<b>2. 講演会・講習会に係る委員会</b> なし			
<b>3. 調査・研究事業に係る委員会</b> (1) 材料連合協議会 (2) 材料戦略(企画)委員会 (3) 男女共同参画委員会	高梨 弘毅 尾崎 由紀子	松岡 由貴	材料系学協会と日本学術会議との連携活動に関する業務全般 材料戦略委員会の企画に関する業務全般 日本鉄鋼協会との連携による男女共同参画活動に関する業務全般

## 2020年度支部長，支部事務所

### 1. 北海道支部

支部長 三浦誠司  
(北海道大学大学院工学研究院 教授)  
副支部長 橋本直幸  
(北海道大学大学院工学研究院 教授)  
支部事務所 〒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  
☎/FAX 011-706-6842  
E-mail: jim\_hokkaido@eng.hokudai.ac.jp  
能村貴宏

### 2. 東北支部

支部長 今野豊彦  
(東北大学金属材料研究所 教授)  
支部事務所 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1  
東北大学金属材料研究所  
☎ 022-215-2124 FAX 022-215-2126  
E-mail: jim-tohoku@imr.tohoku.ac.jp  
渡辺智絵

### 3. 関東支部

支部長 伊藤公久  
(早稲田大学基幹理工学部 教授)  
副支部長 森田一樹  
(東京大学大学院工学系研究科 教授)  
支部事務所 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1  
工学部4号館 334号室  
東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻  
☎ 03-5841-7107  
E-mail: nakaya@wood3-staff.t.u-tokyo.ac.jp  
中屋直美

### 4. 東海支部

支部長 西野洋一  
(名古屋工業大学大学院工学研究科 教授)  
支部事務所 〒464-8603 名古屋市千種区不老町  
名古屋大学工学研究科マテリアル工学系専攻内  
日本金属学会東海支部事務局  
☎ 052-789-3372  
E-mail: tokai@numse.nagoya-u.ac.jp  
堀田依里

### 5. 北陸信越支部

支部長 榊和彦  
(信州大学工学部 教授)  
副支部長 岸陽一  
(金沢工業大学 教授)  
支部事務所 〒930-8555 富山市五福3190  
富山大学学術研究部  
☎/FAX 076-445-6839  
E-mail: matsuda@eng.u-toyama.ac.jp  
松田健二(教授)

### 6. 関西支部

支部長 平藤哲司  
(京都大学大学院エネルギー科学研究科 教授)  
支部事務所 〒550-0004 大阪市西区鞠本町1-8-4  
(一財)大阪科学技術センターニューマテリアル  
センター  
☎ 06-6443-5326 FAX 06-6443-5310  
E-mail: n-kansai@ostec.or.jp  
八尾秀樹, 森知佐子

### 7. 中国四国支部

支部長 清水一郎  
(岡山理科大学工学部 教授)  
支部事務所 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1  
岡山大学工学部機械システム系学科  
☎ 086-251-8027 FAX 086-251-8266  
E-mail: takemoto@mech.okayama-u.ac.jp  
竹元嘉利(准教授)

### 8. 九州支部

支部長 中島邦彦  
(九州大学大学院工学研究院 教授)  
副支部長 石丸学  
(九州工業大学大学院工学研究院 教授)  
金子賢治  
(九州大学大学院工学研究院 教授)  
支部事務所 〒819-0395 福岡市西区元岡744番地  
九州大学大学院工学研究院  
☎/FAX 092-802-2943/092-802-2944  
E-mail: saito@zaiko.kyushu-u.ac.jp  
齊藤敬二(准教授)

未来を先導する  
領域を開拓し、  
世界に発信する

公益社団法人

# 日本金属学会

The Japan Institute of Metals and Materials

2020年  
秋期

## 第167回講演大会

会期

2020年  
9月16日(水)~18日(金)

会場

富山大学  
五福キャンパス

〒930-8555 富山市五福3190



演題登録締切

2020年  
7月3日(金) 17時

※「一般講演」に限り、  
2件申込可能となりました

事前参加  
予約締切

2020年  
8月31日(月)

### 主なシンポジウムテーマ

- S1: ミルフィーユ構造の材料科学Ⅲ
- S2: 機能コアの材料科学Ⅰ
- S3: ハイエントロピー合金の材料科学(Ⅳ)
- S4: 材料変形素過程のマルチスケール解析(Ⅲ)
- S5: ナノ・マイクロスペーステイリングⅣ
- S6: 材料技術史から見るこれからの技術展開Ⅲーアルミニウム合金
- S7: 超高温材料の科学技術Ⅰ

- K1: 医用材料・医療機器開発の最前線(Ⅱ)~光を用いる生体情報イメージング~
- K2: スピントロニクスとテラヘルツ光技術の融合と応用展開
- K3: 高機能軟磁性材料の開発動向~5G時代の高周波デバイス応用に向けて~
- K4: 若手科学者へ贈る研究のヒントⅢ~未踏領域へ到達するために~
- K5: 材料化学におけるイノベーションの役割と工業製品への展開

問合せ先

公益社団法人 日本金属学会 講演大会係

〒980-8544 仙台市青葉区一番町1丁目14-32  
TEL:022-223-3685 E-mail:annualm@jim.or.jp

詳しくはホームページをご覧ください

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



# HCP 型および BCC 型 Mg 合金の 機械特性

峯田 才 寛\*

## 1. はじめに

Mg およびその合金は実用金属材料中で最も低密度であり、次世代を担う軽量材料として注目を集めている。比較のため、図 1 に種々の実用軽金属材料における密度を示す<sup>(1)(2)</sup>。Mg 合金は軽量性以外にも振動吸収性や生体親和性等の様々な優れた性質を有しており、その期待される主な応用先として自動車産業、航空宇宙産業、医用産業が挙げられる。

Mg 合金は結晶構造の観点から大きく 2 種類に分類することができる。1 つは六方最密充填(hexagonal close-packed: HCP)構造を有する Mg 合金( $\alpha$ -Mg)である。純 Mg が HCP

構造を有しており、純 Mg およびそこから連続する Mg 固溶体合金が  $\alpha$ -Mg 合金に分類される。一般的に Mg 合金と呼ばれるものの多くはこの  $\alpha$ -Mg 合金である。近年注目を集めている Mg-1 at% Zn-2 at% Y 合金に代表される長周期積層規則(Long-Period Stacking Ordered: LPSO)型 Mg 合金における母相も  $\alpha$ -Mg 合金となる<sup>(3)</sup>。特徴として  $\alpha$ -Mg 合金は優れた強度を有する一方で室温加工性(延性, 展性等)が乏しく、それらの改善が  $\alpha$ -Mg 合金の更なる需要拡大に向けて必須となる。他方は体心立方(body-centered cubic: BCC)構造を有する Mg 合金( $\beta$ -Mg)である。比較的高濃度の Mg-Li 基合金および Mg-Sc 基合金が  $\beta$ -Mg 合金に分類される。状態図を考えると、これらの合金は Li ないし Sc 中に Mg が固溶している Mg 過剰な固溶体合金となる<sup>(4)(5)</sup>。Mg-Li 基の  $\beta$ -Mg 合金は  $\alpha$ -Mg 合金に比べて強度が低く、軽量性と加工性に優れる傾向がある。そのため、 $\alpha$ -Mg 合金では困難である室温加工が可能な超軽量 Mg 合金として注目を集めている。図 2 に各種 Mg 合金の強度および引張伸びの関係<sup>(6)(7)</sup>を、図 3 に比降伏強度(降伏強度/密度)と圧延加工性の関係を示す<sup>(8)(9)</sup>。すなわちどちらの Mg 合金もその機械特性は一長一短であり、それらを改善することで新たな高性能軽金属材料としての飛躍的な需要の増加が期待される。

本稿では、筆者がこれまでに行ってきた研究を交えながら上記 2 種類の Mg 合金における機械特性改善の試みを紹介する。特に  $\alpha$ -Mg 合金では加工性改善、 $\beta$ -Mg 合金では強度改善に焦点を当て、合金化や加工熱処理での組織制御による機械特性改善について纏める。

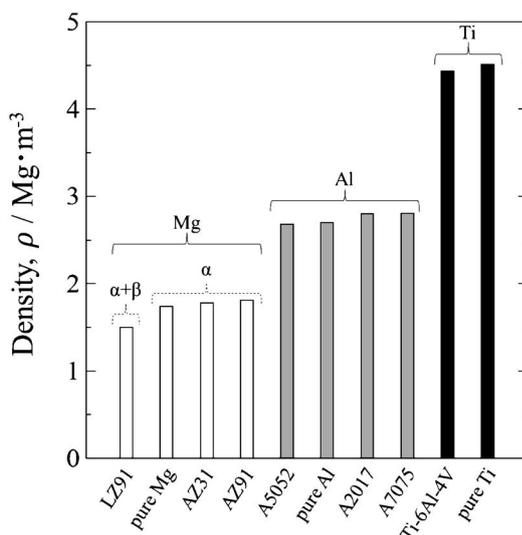


図 1 種々の軽金属材料の密度<sup>(1)(2)</sup>。

\* 弘前大学大学院理工学研究科；助教(〒036-8561 弘前市文京町 3)  
 Mechanical Properties of Mg Alloys Composed of HCP or BCC Phase; Takahiro Mineta (Department of Mechanical Science and Engineering, Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, Hirosaki)  
 Keywords: magnesium alloy, mechanical property, body-centered cubic, hexagonal close-packed  
 2019年12月 5 日受理[doi:10.2320/materia.59.305]

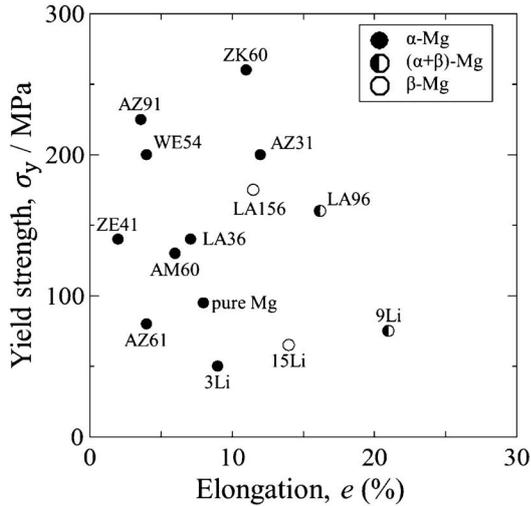


図2 種々のMg合金における降伏強度と引張伸びの関係<sup>(6)(7)</sup>.

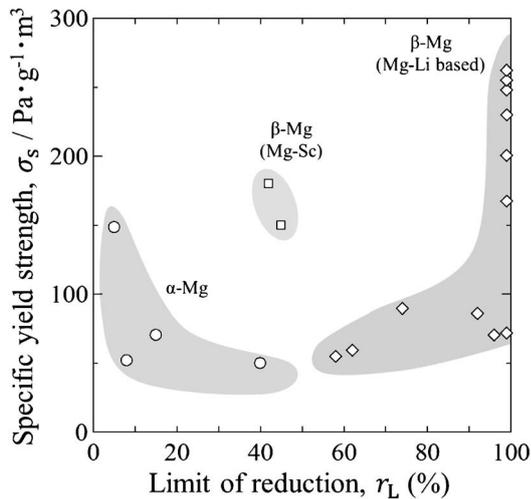


図3 種々のMg合金における比降伏強度と冷間圧延性の関係<sup>(8)(9)</sup>.

## 2. HCP型Mg合金(α-Mg合金)

HCP型Mg合金(α-Mg合金)は比較的強度が高くかつ室温加工性(延性・展性)が乏しいという特徴を有する. 本節では種々のα-Mg合金において試みられている加工性改善に向けた研究を紹介する.

α-Mg合金の乏しい室温加工性は, 結晶構造に起因する変形異方性が原因であると考えられている. HCP構造を有するα-Mg合金における塑性変形機構として{0001}<12̄10>底面すべり, {10ī0}<12̄10>柱面すべり, {10ī1}<12̄10>一次錐面すべり, {112̄2}<īī23>二次錐面すべりが知られている(図4)<sup>(10)</sup>. またその他の塑性変形機構として{10ī2}<ī011>, {10ī1}<ī012>, {10ī3}<3̄032>, {112̄1}<īī26>等をせん断面・せん断方向とする変形双晶の活動が報告されており, それらはα-Mg合金の塑性変形を考えるうえで重要となる<sup>(10)-(14)</sup>. これらの塑性変形機構のうち常温で容易に活動するのは{0001}<12̄10>底面すべりであり, また{10ī2}<ī011>引張双晶(c軸に平行な引張, またはc軸に垂直な圧縮により活動する)も変形に寄与する. 一方で, α-Mg合金において{10ī2}<ī011>引張双晶を除く非底面塑性変形機構の常温における活動性が著しく低いことが知られている. 底面すべりの活動のみでは von Mises の条件<sup>(15)</sup>を満たすことができず, 材料は任意の形状へ塑性変形することができない. ここでの von Mises の条件とは, 材料が任意の形状へ塑性変形するためには5種類の独立した塑性変形機構の活動が必要であるというものである. {0001}<12̄10>底面すべりには(0001)[12̄10], (0001)[112̄0], および(0001)[2ī10]の3種類があり, この中で独立した塑性変形機構は2種類となる. α-Mg合金における非底面塑性変形機構の常温における活動性の低さは各塑性変形機構の臨界分解せん断応力(critical resolved shear stress: CRSS)の観点から理解することができる. 図5に純Mgの常温における各塑性変形機構のCRSSを示す<sup>(16)-(22)</sup>. 最もCRSSが小さいものが底面すべりであり, 約0.5MPaとなる. 一方で柱面すべりや錐面すべりのCRSSは底面すべりのその100倍程度の値となることが報告されている.

変形中にどの塑性変形機構が活動するかを議論するためにはCRSSのみならずSchmid factorもまた重要になる. 単軸

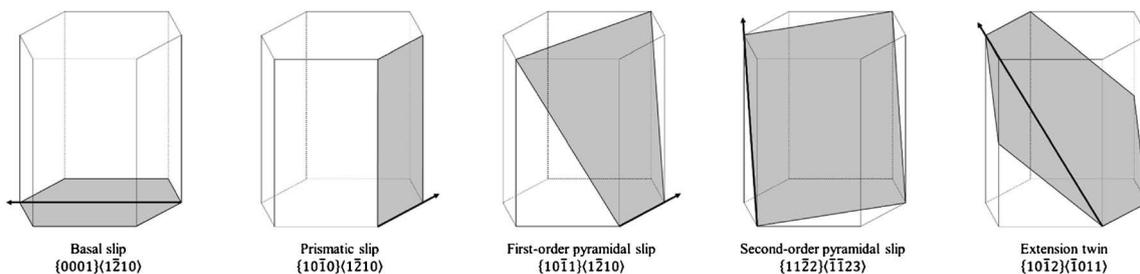


図4 α-Mg合金において報告されている代表的な塑性変形機構.

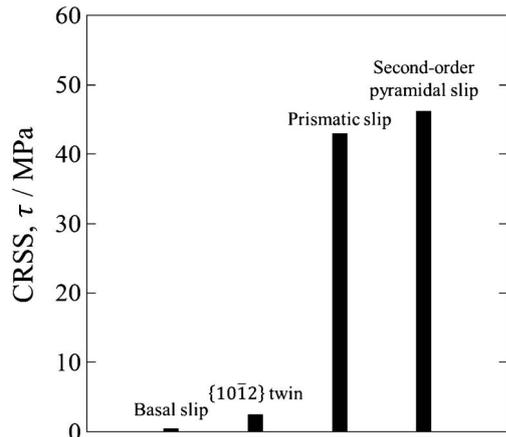


図5 純Mgの室温における各塑性変形機構のCRSS<sup>(16)-(22)</sup>.

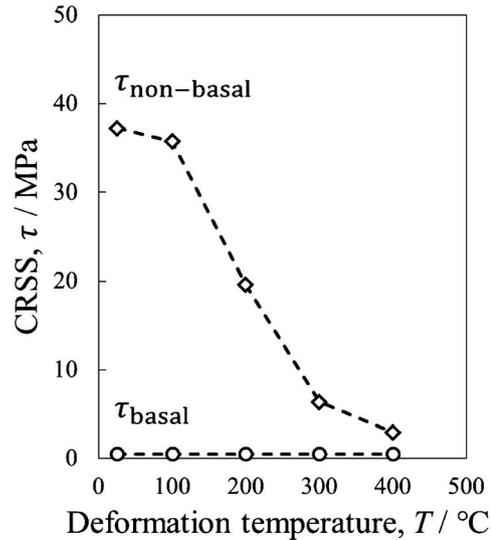


図6 純Mgにおける底面すべりおよび非底面すべりCRSSの温度依存性<sup>(10)</sup>.

負荷応力を $\sigma$ 、CRSSを $\tau$ 、Schmid factorを $S$ とした場合それらの関係は以下の式で示される。

$$\sigma = \tau / S \quad (1)$$

式(1)より、 $\tau/S$ の値が小さな塑性変形機構ほど小さな単軸負荷応力により活動する。言い換えるならば、CRSSが小さくSchmid factorが大きな塑性変形機構ほど活動性が高いと考えることができる。ここで、ある応力軸において競合して活動し得る2種類の塑性変形機構Aと塑性変形機構Bを考える。塑性変形機構AおよびBのCRSSをそれぞれ $\tau_A$ および $\tau_B$ 、Schmid factorをそれぞれ $S_A$ および $S_B$ とする。塑性変形機構Bに先行して塑性変形機構Aが主たる塑性変形機構として活動するためには、式(1)より

$$\tau_A / S_A < \tau_B / S_B \quad (2) \quad \text{もしくは}$$

$$\tau_A < (S_A / S_B) \tau_B \quad (3) \quad \text{もしくは}$$

$$\tau_A / \tau_B < S_A / S_B \quad (4)$$

を満たす必要がある。つまり、各塑性変形機構の相対的な活動を議論する際にはそれらのCRSS比およびSchmid factor比を考える必要がある。前述のとおり、底面すべりと非底面すべりのCRSS比( $\tau_{\text{non-basal}} / \tau_{\text{basal}}$ )はおおよそ100程度となる。したがって式(4)より、底面すべりに先行して非底面すべりが活動することができるのは、底面すべりと非底面すべりのSchmid factor比( $S_{\text{non-basal}} / S_{\text{basal}}$ )が100を超える応力軸のみとなる。そのため非底面すべりが活動可能な応力軸は非常に限られており、その相対的な活動性は低いと言える。ゆえに $\alpha$ -Mg合金多結晶ではvon Misesの条件を満たすことが困難となり、これが $\alpha$ -Mg合金多結晶における乏しい室温加工性の一因であると考えられる。

一方で $\alpha$ -Mg合金は変形温度を高くすることで加工性が向上することが知られている<sup>(23)</sup>。このこともまた、各塑性変形機構の相対的な活動性という観点から理解することができる。図6に純Mgにおける各塑性変形機構のCRSSの温度依存性を示す<sup>(10)</sup>。この図における各CRSSは単結晶試験片を用いて実験的に求められたものである。 $\tau_{\text{basal}}$ の温度依存性に比べ $\tau_{\text{non-basal}}$ の温度依存性が大きく、変形温度の上昇

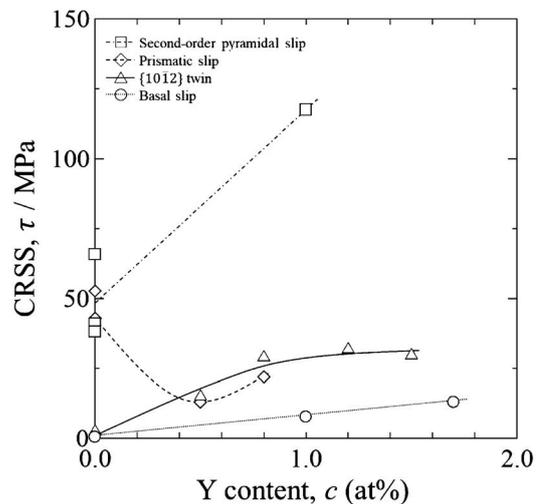


図7 室温における各塑性変形機構CRSSのY濃度依存性<sup>(16)</sup>.

に伴い $\tau_{\text{non-basal}}$ は大きく減少する。結果として、変形温度の上昇に伴い $\tau_{\text{non-basal}} / \tau_{\text{basal}}$ が1に近づくことがわかる。式(4)より、 $\tau_{\text{non-basal}} / \tau_{\text{basal}}$ が1に近づくほど非底面塑性変形機構の相対的な活動性が上昇することとなり、高温では様々な塑性変形機構の活動が容易となる。したがって、高温ではvon Misesの条件を満たしやすくなり、このことが $\alpha$ -Mg合金多結晶における変形温度を上昇させることによる加工性向上の要因であると考えられる。

近年、比較的室温延性に優れた $\alpha$ -Mg合金としてMg-Y二元系合金が注目されている<sup>(24)</sup>。Mg-Y合金における延性改善効果もまた、各塑性変形機構のCRSSの観点から理解することができる。図7に単結晶を用いて実験的に定量化された各塑性変形機構CRSSのY濃度依存性を示す<sup>(16)</sup>。CRSSのY濃度依存性は塑性変形機構ごとに明瞭に異な

る。特に Mg-Y 合金における柱面すべり CRSS は純 Mg のそれに比べて小さく、Y 添加による固溶軟化の傾向が報告されている。この Y 添加による柱面すべり CRSS の低下は密度汎関数理論 (density functional theory: DFT) の観点からも示唆されている<sup>(25)</sup>。上述の通り、 $\tau_{\text{non-basal}}/\tau_{\text{basal}}$  が 1 に近づくほど複数の塑性変形機構の活動が容易となり von Mises の条件が満たしやすくなると言える。図 8 に  $\tau_{\text{non-basal}}/\tau_{\text{basal}}$  の Y 濃度依存性を示す。純 Mg に比べて Mg-Y 合金では

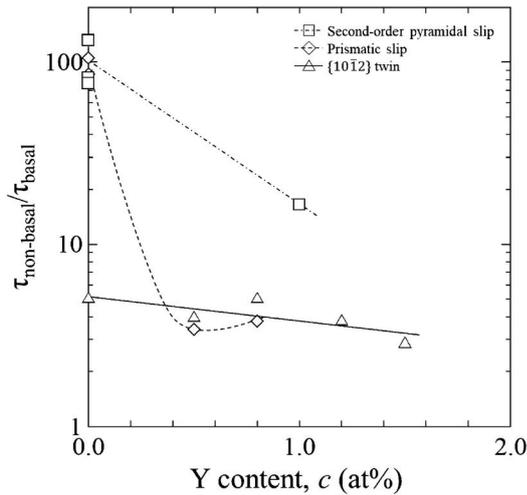


図 8 室温における CRSS 比 ( $\tau_{\text{non-basal}}/\tau_{\text{basal}}$ ) の Y 濃度依存性。

$\tau_{\text{non-basal}}/\tau_{\text{basal}}$  が 1 に近いことがわかる。そのため純 Mg に比べて Mg-Y 合金では非底面塑性変形機構の相対的な活動性が高くなり、結果として Mg-Y 合金では von Mises の条件を満たしやすくなると考えられる。このことが Mg-Y 合金における室温延性改善の要因であると言える。

Y 添加による非底面塑性変形機構の相対的な活動性の向上を示す研究例をいくつか紹介する。Mineta らは純 Mg および Mg-Y 合金単結晶を用いた *in situ* Brinell インデンテーション (顕微 Brinell インデンテーション) を行い、Y 添加による圧痕形状異方性の低減を報告している<sup>(26)</sup>。図 9 に純 Mg および Mg-Y 合金単結晶の (1 $\bar{2}$ 10) に圧入した顕微 Brinell インデンテーション結果を示す。球状圧子を用いたにも関わらず圧痕形状は円形とならず、楕円形の圧痕形成過程が *in situ* 観察された。楕円形圧痕の長径方向は [0001]、短径方向は [10 $\bar{1}$ 0] と平行であった。これは、HCP 構造に起因する変形異方性を反映したものであると考えることができる。圧痕形状を楕円形と考えることで長径  $d_L$  と短径  $d_S$  を定義し、変形過程の *in situ* 観察から計測した各試料における  $d_L$  および  $d_S$  の押し込み荷重依存性を図 10 に示す。Y 添加により  $d_L$  および  $d_S$  はともに減少していることがわかる。圧痕径の減少は硬さの増加を意味するため、これは Y 添加による硬化を表している。また圧痕形状異方性を定量的に評価するため、図 11 に  $d_L/d_S$  の押し込み荷重依存性を示す。 $d_L/d_S$  が 1 に近いことは圧痕形状が円形に近く圧痕形状異方性が小さいことを意味する。図 11 に示す通り、押し込み荷重に関わらず Y 添加により  $d_L/d_S$  は 1 に近づいた。これは Y 添

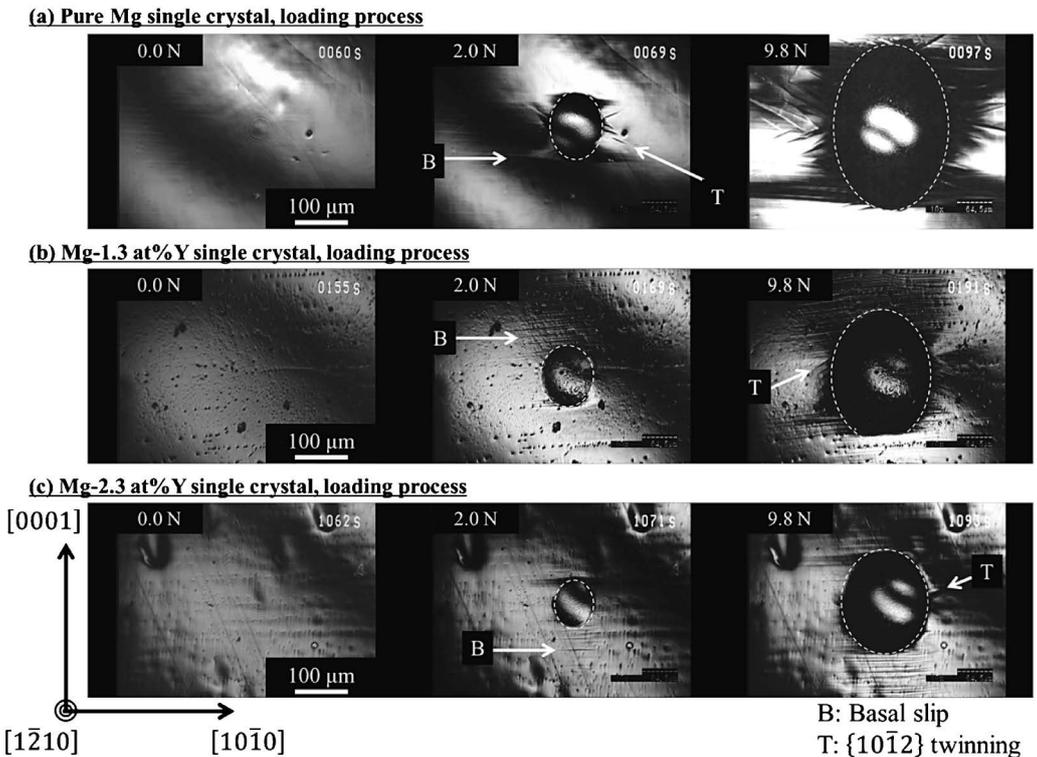


図 9 (a) 純 Mg, (b) Mg-1.3 at% Y および (c) Mg-2.3 at% Y 単結晶における顕微 Brinell インデンテーションから得られた変形過程の *in situ* 観察像<sup>(26)</sup>。

加による圧痕形状異方性の減少を意味する。またその際の圧痕形状と Nix-Gao モデル<sup>(27)</sup>に基づく活動する塑性変形機構の関係を図12に示す。Nix-Gao モデルより、[0001]への圧痕拡張には(0001)[1210]せん断ひずみ、[1010]への圧痕拡張には(1010)[1210]せん断ひずみの導入が必要となる。(0001)[1210]せん断ひずみおよび(1010)[1210]せん断ひずみはそれぞれ底面すべりおよび柱面すべりの活動により導入されるせん断面・せん断方向と一致するため、それら塑性変形機構の活動が圧痕拡張に主として寄与すると考えられる。また{1012}双晶および二次錐面すべりの活動により導入されるせん断ひずみ成分を考えると、それらの活動は[0001]

および[1010]の両方への圧痕拡張に寄与する。図9に示す通り、Y添加の有無に関わらず(0001)と平行なすべり線の導入が観察された。これは底面すべりの活動が[0001]への圧痕拡張に寄与していることを意味している。一方で、純Mg単結晶に比べてMg-Y合金単結晶では{1012}双晶の活動量が明瞭に少ないことがわかる。純Mgでは非底面すべり変形機構のCRSSが{1012}双晶のそれに比べ著しく高いため、[1010]への圧痕拡張は主として{1012}双晶の活動に帰される。これに対して先に示した通りY添加により非底面塑性変形機構の相対的な活動性が高まるため、{1012}双晶のみならず非底面すべりの活動が[1010]への圧痕拡張に寄与していると考えられる。以上より、Y添加により底面すべりと非底面塑性変形機構の相対的な活動性が近づいたことが圧痕形状異方性の低減の要因であると推測される。またこの圧痕形状異方性はMg単結晶のみならずMg多結晶においても観察されている<sup>(28)</sup>。WatanabeらはYまたはAlを添加したMg合金単結晶にBrinellインデンテーションを行いその圧痕形状異方性と各塑性変形機構のCRSSとの関係を考察している<sup>(29)</sup>。Sandlöbesらは室温引張試験後のMg-Y合金の透過電子顕微鏡(Transmission Electron Microscopy: TEM)観察を行い、結晶粒界近傍のみならず結晶粒内においても非底面塑性変形機構の活動をj確認している<sup>(30)</sup>。これらの実験結果は上述したY添加による $\tau_{\text{non-basal}}/\tau_{\text{basal}}$ が1に近づくという結果を裏付けるものである。

$\alpha$ -Mg合金の加工性は各塑性変形機構の相対的な活動性に影響を受けるため、CRSSの制御のみならず結晶方位の制御からも加工性を向上させることが可能であると考えられる。前述の通り $\alpha$ -Mg合金において主として活動する塑性変形機構は底面すべりである。そのため圧延材では圧延垂直方向(Normal Direction: ND)と平行に[0001]が配向した強い集合組織を容易に形成し(図13)、ランダムな結晶方位を有する $\alpha$ -Mg合金に比べて $\alpha$ -Mg圧延材では変形異方性が大きくなる。したがって集合組織化を抑制することで $\alpha$ -Mg圧延材の室温加工性が向上すると期待される。集合組織制御による室温加工性向上に関する研究として、Huangらは比較的高温での熱間圧延と焼きなましを組み合わせることでAZ61合金(Mg-6 mass% Al-1 mass% Zn)やAM60合金(Mg-6 mass% Al+微量なMn)の集合組織を制御し、高いエリクセン値(加工性を評価する指標の一つ)を達成している<sup>(31)</sup>。またChinoらはMg-Zn合金に微量の希土類元素やアルカリ土

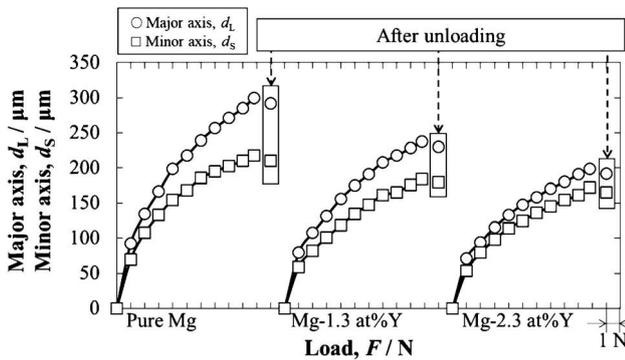


図10 各Mg単結晶を用いた顕微Brinellインデンテーションにより計測された長径 $d_L$ および短径 $d_S$ の荷重依存性<sup>(26)</sup>。

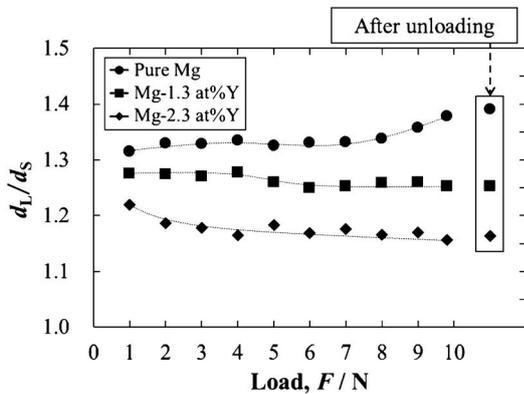


図11 各Mg単結晶を用いた顕微Brinellインデンテーションにより計測された $d_L/d_S$ の荷重依存性<sup>(26)</sup>。

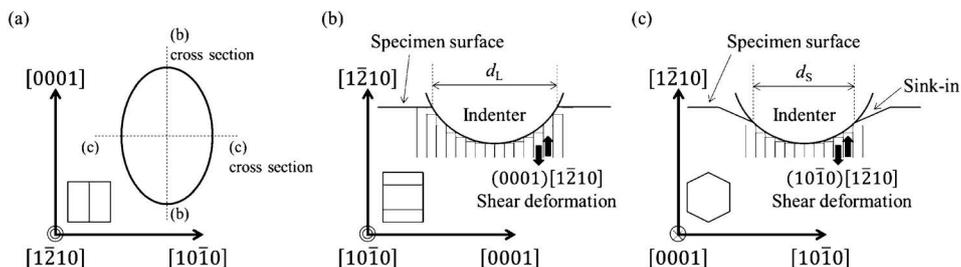


図12 Nix-Gaoモデルに基づく(1210)に圧入したBrinellインデンテーションの変形模式図<sup>(26)</sup>。

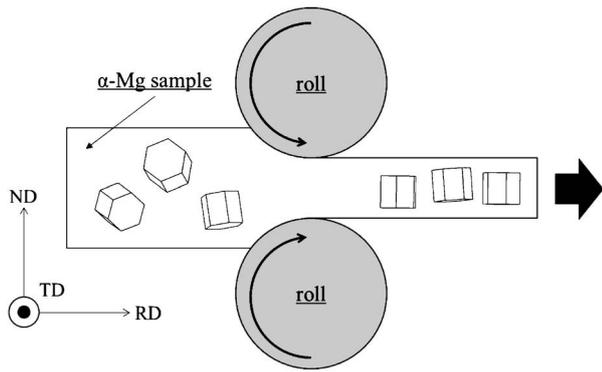


図13  $\alpha$ -Mg合金における変形集合組織形成過程の模式図。(ND:法線方向, RD:圧延方向, TD:圧延直角方向)

類金属元素を添加することにより集合組織化を抑制し、室温加工性の改善に成功している<sup>(32)</sup>。以上より、 $\alpha$ -Mg合金の室温加工性改善にはCRSSや結晶方位を適切に制御し複数の塑性変形機構の活動を可能とすることが重要であると言える。

### 3. BCC型Mg合金( $\beta$ -Mg合金)

本節ではMg-Li基のBCC型Mg合金( $\beta$ -Mg合金)を主として取り扱う。Mg-Li基の $\beta$ -Mg合金はLiを多く含有しているため、 $\alpha$ -Mg合金に比べて密度が非常に小さいという特徴を有する(Liの密度:  $0.53 \text{ Mg/m}^3$ , Mgの密度:  $1.74 \text{ Mg/m}^3$ <sup>(1)</sup>)。また $\beta$ -Mg合金は結晶構造がHCP構造に比べて対称性の良いBCC構造であるため、一般的に $\alpha$ -Mg合金よりも優れた加工性を示す。その一方で $\beta$ -Mg合金の多くは強度・耐食性が劣るという特徴を有している。特にMg-Li二元系の $\beta$ -Mg合金ではLi濃度の増加に伴い軽量性が向上するとともに強度が減少する。例えばLi濃度を上昇させることによりVickers硬度が10HV程度かつ水に浮く軟質・超軽量合金も開発されている<sup>(33)</sup>。単純な組織制御により材料のマクロな密度を大きく変化させることは困難であるため、超軽量の $\beta$ -Mg合金の特性を改善することにより優れた超軽量金属材料の開発に繋がると期待される。本節では、Mg-Li基の $\beta$ -Mg合金における強度改善に向けた試みを中心に紹介する。

Mg-Li合金は結晶構造の特徴から3種類に分類される。1つはLi濃度が約5.5mass%以下のもので、結晶構造はHCP構造、つまり $\alpha$ -Mg合金に分類される。2つ目は約11mass%以上のLi濃度を持つもので、これはBCC相からなる $\beta$ -Mg合金となる。この $\beta$ -Mg-Li合金は非常に優れた軽量性と室温加工性を有している。3つ目はLi濃度が約5.5mass%から11mass%のもので、これはHCP相とBCC相の2相から成る合金である。図14にMatsuzawaらが報告したMg- $x$  mass% Li-1 mass% Al合金(安定化処理材)における降伏強度(0.2%耐力)を示す<sup>(34)</sup>。これらの合金では、高濃

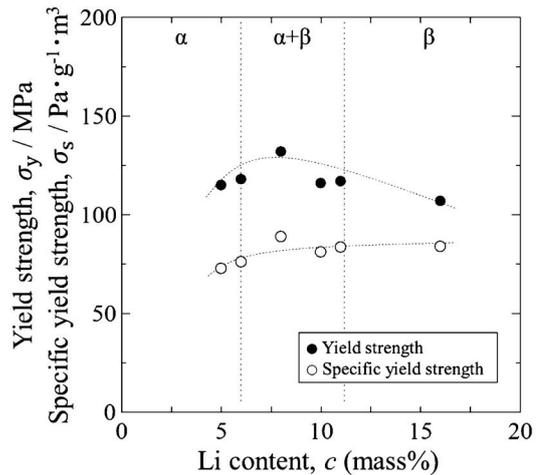


図14 Mg- $x$  mass% Li-1 mass% Al合金における降伏強度および比降伏強度のLi濃度依存性<sup>(34)</sup>。

度Li合金である $\beta$ -Mg合金の0.2%耐力は $\alpha$ -Mg合金のそれより低く、また( $\alpha+\beta$ )-Mg合金の0.2%耐力は他2種類に比べて概ね高いことがわかる。ここで、軽量金属材料の機械特性を議論する際には単純な強度のみならず比強度(密度当たりの引張強度)や比降伏強度(密度当たりの降伏強度)が重要となる。Mg-Li合金はLi濃度の増加に伴いその密度が減少するため、それらの密度の関係はおおまかに $\alpha$ -Mg > ( $\alpha+\beta$ )-Mg >  $\beta$ -Mgとなる。上記を踏まえ、各Mg-Li-Al合金における0.2%耐力の報告値をそれぞれの密度で除した値(本稿ではこれを比降伏強度として扱う)を図14に併せて示す。Mg-Li合金における $\beta$ -Mg合金における比降伏強度の値は $\alpha$ -Mg合金のそれより高く、軽量金属材料としての機械特性を考えると寧ろ $\beta$ -Mg合金の方が優れた強度を有していると解釈することもできる。

$\beta$ -Mg合金の強度向上に向けた試みとして、①熱処理による組織制御および②加工による組織制御が挙げられる。ここで、Mg-Li-X合金(X=特定の金属元素)に対して比較的高温での熱処理を施した後に急冷することで、BCC相がスピノーダル分解したと考えられる組織が形成することが知られている<sup>(6)(8)(35)</sup>。Kato<sup>(36)</sup>が報告している通りスピノーダル分解は強度の向上に寄与するため、これを用いた組織制御は $\beta$ -Mg合金の高強度化に繋がると期待される。図15にMg-14 mass% Li-3 mass% Al合金(LA143)におけるVickers硬度の熱処理温度依存性を示す<sup>(8)</sup>。Vickers硬度は明瞭に熱処理温度に依存し、またその強度はHall-Petch則では説明することができない。このスピノーダルライクな組織は本合金の他にMg-10.95% Li-3.29% Al-0.19% Zr-0.59% Y (mass%)合金<sup>(6)</sup>およびMg-11% Li-3% Al (mass%)合金<sup>(35)</sup>においても確認されている。それらの組織観察結果として、熱処理後に数nm程度の極微小な濃化相の存在が走査型透過電子顕微鏡(STEM)<sup>(35)</sup>および3次元アトムプローブ(3DAP)<sup>(6)</sup>を用いた分析から確認されている。これがMg-Li-X合金における熱処理による高強度・高硬度化の要因で

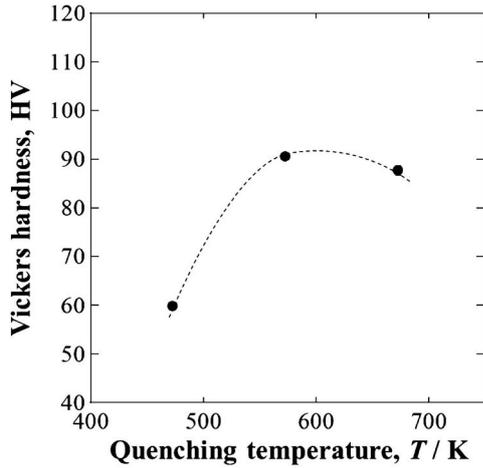


図15 LA143 合金における Vickers 硬度の熱処理温度依存性<sup>(8)</sup>.

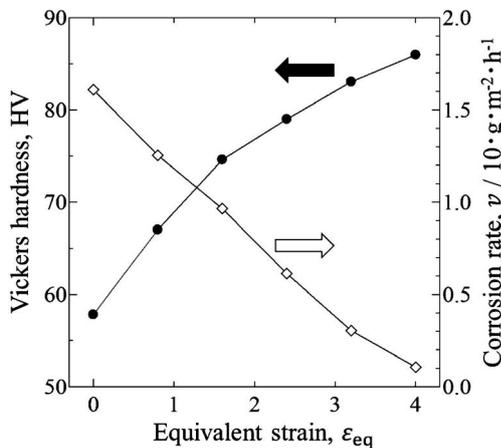


図16 LA143 合金における Vickers 硬度および食塩水中での腐食速度の負荷相当ひずみ依存性<sup>(39)</sup>.

あると考えられる。また上記の熱処理による組織制御を行った LA143 合金は圧延加工性にも優れていることが見出されている<sup>(8)</sup>。以上より、熱処理による組織制御は  $\beta$ -Mg 合金の機械特性改善に有効であると言える。

$\beta$ -Mg 合金の強度改善に向けた他方の試みとして、繰り返し重ね接合圧延法(accumulative roll-bonding: ARB)<sup>(37)</sup>や等径角度付き押し出し法(equal channel angular pressing: ECAP)<sup>(38)</sup>等に代表される巨大ひずみ加工(severe plastic deformation: SPD)による組織制御が行われている。SPD は材料に大変形を付与することで結晶粒径と転位密度を制御し、結果として材料の強度を飛躍的に向上させることが可能な手法である。図16に SPD の一つである繰り返しチャンネルダイ圧縮接合(accumulative channel-die compression bonding: ACCB)を施した LA143 の Vickers 硬度を示す<sup>(39)</sup>。付与した相当ひずみ  $\epsilon_{eq}$  の増加に伴い Vickers 硬度が増加していることがわかる。ここでの  $\epsilon_{eq}$  は平面ひずみ条件を仮定した以下の式で求められる。

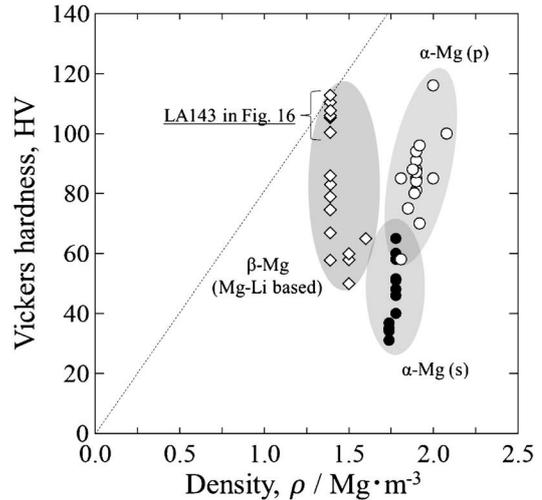


図17 種々の Mg 合金における Vickers 硬度と密度の関係。点線の傾きは巨大ひずみ加工を施した LA143 合金の比硬度の1つを表す。(p), (s)はそれぞれ析出強化型、固溶強化型合金を意味する。

$$\epsilon_{eq} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{1}{1-r} \quad (5)$$

ここで  $r$  は全圧下率である。また図16に本合金における 3.5 mass% NaCl 水溶液中での腐食速度の相当ひずみ依存性を併せて示す。相当ひずみの増加に伴い腐食速度が減少、つまり耐食性が向上していることがわかる。したがって、本合金において巨大ひずみ加工は  $\beta$ -Mg 合金の代表的な欠点である強度と耐食性の同時改善に有効であると言える。上記の通り、軽量材料では単位密度あたりの強度(硬度)特性が重要となる。ここで単位密度あたりの Vickers 硬度として比硬度を定義する。図17に種々の Mg 合金における Vickers 硬度と密度の関係を示す。原点と各データ点を結んだ直線の傾きが比硬度となるため、この傾きが大きいほど軽量材料として優れた比硬度特性を有していると言える。図17に破線で示す通り、巨大ひずみ加工を施した LA143 は他の軽量金属材料と比べても優れた比硬度特性を有していると言える。

近年では Mg-Li 基合金以外の  $\beta$ -Mg 合金として Mg-Sc 基合金に関する報告がある。傾向として、 $\beta$ -Mg-Sc 基合金は  $\beta$ -Mg-Li 基合金に比べて密度が大きく( $\sim 2 \text{ Mg/m}^3$ )、強度が高く、加工性が悪い(図3)傾向にある。Mg-Sc 合金として多く研究が為されているのは  $(\alpha + \beta)$ -Mg 合金である。ここでの  $\alpha$  相は Mg 固溶体相であり、 $\beta$  相は Sc 固溶体相である。 $(\alpha + \beta)$ -Mg-Sc 合金は各固溶体相の組成幅が Mg-Li 合金に比べて大きい<sup>(5)</sup>ため、析出強化型の合金として機械特性の制御が可能であるという特徴を有する。またその加工性は汎用的な  $\alpha$ -Mg 合金に比べ高く、優れた強度-延性バランスを有していると言える。加えて Mg-Sc 合金における  $\beta$  相は応力誘起マルテンサイト変態をし、結果として形状記憶特性や超弾性特性を示すことが報告されている<sup>(40)</sup>。以上より、Mg-Li 基合金のみならず  $\beta$ -Mg 合金の一種である Mg-Sc 基合金もまた新たな軽量高機能材料として注目されていると言える。

## 4. おわりに

本稿では HCP 型  $\alpha$ -Mg 合金および BCC 型  $\beta$ -Mg 合金という 2 種類の Mg 合金における機械特性改善に関する試みを紹介した。多くの優れた性質を有している Mg 合金であるが、 $\alpha$ -Mg 合金では室温加工性が、 $\beta$ -Mg 合金は強度が劣るといった欠点を有している。それらの欠点は多くの研究者たちが合金化、集合組織制御、加工熱処理といった材料学的知見に基づく多種多様な組織制御を行うことにより解決されてきている。それらの研究成果は新たな高性能軽量金属材料としての Mg 合金の発展に現在進行形で大きく寄与しており、これからの Mg 合金の展開に期待がされる。

本稿で紹介した研究は、北海道大学三浦誠司教授、池田賢一准教授、弘前大学佐藤裕之教授、東北大学毛利哲夫教授との共同研究のもと遂行されました。

## 文 献

- (1) The Japan Institute of Metals and Materials: Kinzoku data book, 4th ed., Maruzen, (2004), 10.
- (2) T. Mineta: unpublished works.
- (3) Y. Kawamura, K. Hayashi, A. Inoue and T. Masumoto: Mater. Trans., **42**(2001), 1172-1176.
- (4) A. A. Nayeb-Hashemi, J. B. Clark and A. D. Pelton: Bull. Alloy Phase Diagrams, **5**(1984), 365-374.
- (5) H. Okamoto: J. Phase Equilib. Diffus., **30**(2009), 660-661.
- (6) W. Xu, N. Birbilis, G. Sha, Y. Wang, J. E. Daniels, Y. Xiao and M. Ferry: Nat. Mater., **14**(2015), 1229-1235.
- (7) Y. Zou, L. Zhang, Y. Li, H. Wang, J. Liu, P. K. Liaw, H. Bei and Z. Zhang: J. Alloys Compd., **735**(2018), 2625-2633.
- (8) T. Mineta, K. Hasegawa and H. Sato: Mater. Sci. Eng. A, **773**(2020), 138867.
- (9) Y. Ogawa: Materia Japan, **58**(2019), 395-400.
- (10) H. Yoshinaga: J. JILM, **59**(2009), 450-457.
- (11) H. Yoshinaga, T. Obara and S. Morozumi: Mater. Sci. Eng., **12**(1973), 255-264.
- (12) R. E. Reed-Hill and W. D. Robertson: Acta Metall., **5**(1957), 717-727.
- (13) S. L. Couling and C. S. Roberts: Acta Crystallogr., **9**(1956), 972-973.
- (14) N. Stanford, R. K. W. Marceau and M. R. Barnett: Acta Mater., **82**(2015), 447-456.
- (15) R. v. Mises: J. Appl. Math. Mech., **8**(1928), 161-185.
- (16) T. Mineta and S. Miura: MRS proc., **1741**(2015), aa02-04.
- (17) A. Akhtar and E. Teghtsoonian: Acta Metall., **17**(1969), 1351-1356.

- (18) P. W. Flynn, J. Mote and J. E. Dorn: Trans. TMS-AIME, **221**(1961), 1148-1154.
- (19) T. Obara, H. Yoshinaga and S. Morozumi: Acta Metall., **21**(1973), 845-853.
- (20) T. Mineta, S. Miura, T. Mukai, M. Ueda and T. Mohri: J. Japan Inst. Met. Mater., **77**(2013), 466-472.
- (21) S. Ando, K. Nakamura, K. Takashima and H. Tonda: J. JILM, **42**(1992), 765-771.
- (22) J. F. Stohr and J. P. Poirier: Philos. Mag., **25**(1972), 1313-1329.
- (23) H. Watanabe, H. Tsutsui, T. Mukai, M. Kohzu, S. Tanabe and K. Higashi: Int. J. Plast., **17**(2001), 387-397.
- (24) S. Sandlöbes, S. Zaefferer, I. Schestakow, S. Yi and R. Gonzalez-Martinez: Acta Mater., **59**(2011), 429-439.
- (25) T. Tsuru, Y. Udagawa, M. Yamaguchi, M. Itakura, H. Kaburaki and Y. Kaji: J. Phys.: Condens. Matter, **25**(2013), 022202\_1-022202\_5.
- (26) T. Mineta, S. Miura, K. Oka and T. Miyajima: Mater. Trans., **59**(2018), 602-611.
- (27) W. D. Nix and H. Gao: J. Mech. Phys. Solids **46**(1998), 411-425.
- (28) T. Mineta, S. Miura, K. Oka and T. Miyajima: Mater. Trans., **60**(2019), 1416-1422.
- (29) M. Watanabe, H. Kitahara, Y. Takamatsu, M. Tsushida and S. Ando: J. Japan Inst. Met. Mater., **83**(2019), 458-464.
- (30) S. Sandlöbes, M. Friák, J. Neugebauer and D. Raabe: Mater. Sci. Eng. A, **576**(2013), 61-68.
- (31) X. Huang, K. Suzuki, Y. Chino and M. Mabuchi: J. Alloys Compd., **632**(2015), 94-102.
- (32) Y. Chino: J. Phys. Conf. Ser., **1063**(2018), 1-4.
- (33) Y. Kojima and S. Kamado: Materia Japan, **33**(1994), 956-958.
- (34) K. Matsuzawa, T. Koshihara and Y. Kojima: J. JILM, **39**(1989), 45-51.
- (35) S. Tang, T. Xin, W. Xu, D. Miskovic, G. Sha, Z. Quadir, S. Ringer, K. Nomoto, N. Birbilis and M. Ferry: Nat. Commun., **10**(2019), 1-8.
- (36) M. Kato: Acta Metall., **29**(1981), 78-87.
- (37) Y. Saito, H. Utsunomiya, N. Tsuji and T. Sakai: Acta Mater., **47**(1999), 579-583.
- (38) R. Z. Valiev and T. G. Langdon: Prog. Mater. Sci., **51**(2006), 881-891.
- (39) T. Mineta and H. Sato: Mater. Sci. Eng. A, **735**(2018), 418-422.
- (40) Y. Ogawa, D. Ando, Y. Sutou and J. Koike: Science, **353**(2016), 368-370.



峯田才寛

★★  
2017年3月 北海道大学大学院工学院材料科学専攻  
博士後期課程修了  
2017年4月- 現職  
専門分野: 機械特性, 組織制御  
◎組織制御による高性能金属材料の開発に関する研究  
に従事。  
★★

# コンクリート中鉄筋の腐食診断技術

土井 康太郎\*

## 1. はじめに

高速道路や鉄道高架橋などの大型で高耐荷重が要求される構造物には主に鉄筋コンクリートが使用される。我が国では1950年代から1970年代までに高度経済成長期を迎え、特に1964年の東京オリンピックに合わせて多数のコンクリート構造物が建設された。それから50年以上経過した現在、コンクリートの剥離や崩落などの事故がしばしば報告され、これらの構造物の多くが、補修・更新を必要としている<sup>(1)-(5)</sup>。

国土交通省の調査によると、2010年頃より建設後50年を迎えるコンクリート構造物の全体に占める割合が急激に上昇し、例えば橋梁数に着目すると図1に示すとおり、2018年には橋梁全体の25%が建設後50年を迎え、2023年には全体の43%が、2033年には全体の約67%が老朽化した構造物になると報告されている<sup>(6)</sup>。一方で我が国の総人口推移に着

目すると、図2に示すとおり、2020年には1億2千万人を超える人口がその後わずか50年の間に30%減少し2065年には9000万人を割ると試算されている<sup>(7)</sup>。このことから、老朽化のため早急に補修・更新を必要とするコンクリート構造物の数は年々増加していくのに対し、維持管理を行う人の数は減っていくことが予想される。このような現状にあって、高精度で高効率、簡便なコンクリート劣化診断技術の開発と実用化が強く望まれている。コンクリートの劣化診断を行い、適切な補修・保全を行うことは、人々の安全な暮らしを守るのみならず、インフラ構造物にかかるトータルコストを削減することにも繋がる。本稿では、コンクリート劣化診断技術のうち、コンクリートの劣化に最も重大な影響を及ぼす鉄筋腐食に焦点を当て、実用化済みあるいは実用化目前のコンクリート中鉄筋腐食診断技術について紹介する。

## 2. コンクリート劣化の原因

### (1) コンクリート中鉄筋のおかれる環境

コンクリートはセメントペーストと骨材により構成され

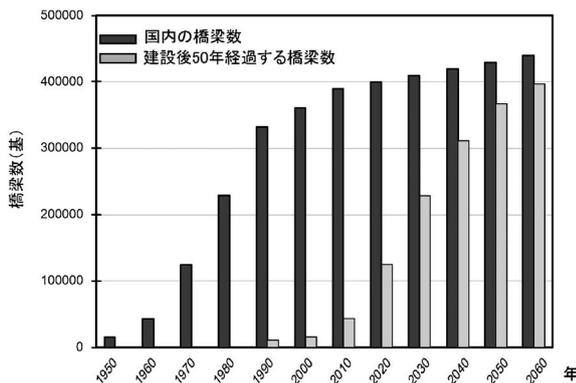


図1 日本の総橋梁数の推移予測。(国土交通省のデータをもとに作成<sup>(6)</sup>。2020年以降の橋梁数はデータが存在しないため、2010年から2020年にかけての橋梁数の増加と同様の増加をたどると仮定してグラフの作成を行った。)

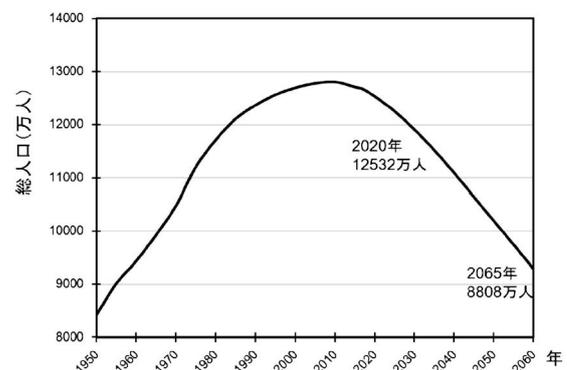


図2 日本の総人口の推移予測。(総務省統計局のデータをもとに作成<sup>(7)</sup>)

\* 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点; 独立研究者(〒305-0047 つくば市千現 1-2-1) Diagnostic Technique for Corrosion of Reinforcing Steel Inside Concrete; Kotaro Doi (Independent Scientist, Research Center for Structural Materials, National Institute for Materials Science, Tsukuba)  
Keywords: corrosion, reinforcing steel, concrete, infrastructure, diagnostic technique, electrochemical methods, electromagnetic methods  
2020年1月21日受理[doi:10.2320/materia.59.313]

る。セメントペーストはセメント粉と水を練り混ぜたものである。また、骨材とは、コンクリートおよびモルタルを作る際にセメントペーストに混ぜて使用される砂利や砂のことである。骨材はその大きさにより細骨材と粗骨材に分類され、セメントペーストに細骨材を混ぜたものをモルタルと、モルタルに粗骨材を混ぜたものをコンクリートと呼ぶ。コンクリート中では骨材全体でコンクリートの体積の約7割を占めており、コンクリート中に鉄筋を埋設することで鉄筋コンクリートが完成する。コンクリートに埋設される鉄筋は、各国の工業規格によりその規格が決められている。日本では日本工業規格(JIS)により鉄筋コンクリート用異形棒鋼(JISG3112)として定められており、強度のみの規定が存在する(組成に関する規定はない)。強度の種類別にSD295A, SD295B, SD345, SD390, SD490の5種類が存在し、各鋼種記号の先頭のSDはSteel Deformed bar すなわち異径鉄筋であることを意味する。その後の数字はそれぞれ降伏強度あるいは0.2%耐力(MPa)を表しており、SD295Aでは295 MPa以上、SD295Bでは295-390 MPa, SD345では345-440 MPa, SD390では390-510 MPa, SD490では490-625 MPaの強度でなければならない。コンクリートは圧縮に強く鉄筋は引張に強いため、両者を組み合わせることで頑強で大荷重に耐えうる構造物を建設できる。

図3にコンクリート、鉄筋とその周囲環境の模式図を示す。コンクリート内部はセメントペーストに含まれる水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)が飽和したpH12.5程度の高アルカリ環境である。このような環境では、埋設された鉄筋表面には保護性の高い酸化皮膜である不働態皮膜が生成するため、鉄筋は良好な耐食性を維持できる。しかし、種々の腐食因子により不働態皮膜は破壊され鉄筋腐食が進行する。

コンクリート中铁筋の腐食は不働態皮膜の破壊により生じる。不働態皮膜が破壊されると、新生面上で鉄の溶解(アノード反応)が生じ、同時にアノード反応で生成した電子を消費するため酸素還元(カソード反応)が生じる。溶解した鉄イオンは水や酸素、水酸化物イオンと結合し腐食生成物である鉄さびが形成する。鉄さびの膨張によりコンクリートの内部

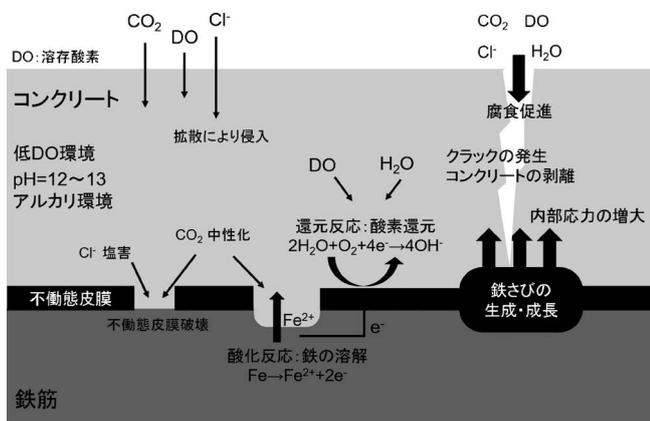


図3 コンクリート内の環境および鉄筋腐食メカニズムの概要。

応力が高まりひび割れが発生し最終的には剥離・崩落に至る(図4)。すなわち、コンクリートの劣化は不働態皮膜の破壊とその後の鉄筋腐食に起因すると言える。不働態皮膜を破壊する要因として、塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が挙げられ、Cl<sup>-</sup>を要因とするコンクリートの劣化を塩害と、CO<sub>2</sub>を要因とするコンクリートの劣化を中性化と呼ぶ。その他にもコンクリート劣化因子として凍害やアルカリシリカ反応が挙げられるが、本稿では特に鉄筋腐食に影響を及ぼす塩害と中性化について概説する。

## (2) 塩害

塩害による腐食は、コンクリート内部へ侵入したCl<sup>-</sup>が鉄筋表面の不働態皮膜を破壊することにより生じる。Cl<sup>-</sup>の侵入の主たる原因として海水や雨水からの飛来塩分が挙げられるが、骨材への海砂の使用や、寒冷地で道路面の凍結を防止するために散布する凍結防止剤も原因として挙げられる。ただし、Cl<sup>-</sup>が鉄筋表面に到達してすぐに不働態皮膜破壊が生じるわけではない。不働態皮膜を破壊するCl<sup>-</sup>濃度(腐食発生限界塩化物イオン濃度)は一般的にはコンクリートの単位体積当たりに占める重量で表され、1.2 kg/m<sup>3</sup>が採用されることが多かった。しかし、近年、腐食発生限界塩化物イオン濃度は水セメント比やセメント骨材比、セメント粉の種類などに大きく影響を受けることが明らかになり、現在の示方書ではセメントの種類ごとに水セメント比の関数として与えられることが定められた。これによると、ほとんどの場合腐食発生限界塩化物イオン濃度は1.2~2.4 kg/m<sup>3</sup>となることが示されている<sup>(8)</sup>。海砂などの海産骨材を使用する場合、清浄な水で十分な洗浄を行う必要がある。塩害防止のため、コンクリートのかぶり(鉄筋からコンクリート表面までの距離)を厚くしたり、コンクリートや鉄筋表面に塗装を施すなどの



図4 鉄筋の腐食により劣化したコンクリート柱。コンクリートが剥がれ腐食した鉄筋がむき出しになっている(2016年長崎県端島(通称、軍艦島)にて撮影)。

対策がとられており、例えば関西国際空港などではエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する、本州四国連絡橋などではポリマー含浸コンクリート (PIC, Polymer Impregnated Concrete) 等の埋設型枠を表層部に設置するなどの対策がとられている<sup>(9)</sup>。しかし、これらの対策は新設の構造物に対してのみ可能であるため、既存の構造物に対しては劣化の程度に応じて表面処理や電気防食が行われている。前者は補修しても劣化を防止できない場合があり、後者の場合には専門的な技術や維持費が必要となるため、抜本的な解決には至っていない。

### (3) 中性化

コンクリート内部は高アルカリ環境であるが、大気中のCO<sub>2</sub>がセメントペースト中のCa(OH)<sub>2</sub>と反応し炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)を生成することでpHが低下する。この現象を中性化と呼ぶ。鉄筋表面のpHが10程度まで低下すると不動態皮膜を維持できないことが知られており、さらにその後の不動態皮膜の自己再生(再不動態化)も妨げられるため、腐食は促進される。CO<sub>2</sub>はコンクリート中の細孔を通して侵入するため、水セメント比の大きいコンクリートほど細孔が大きくなり中性化は進行しやすくなる。また、温度が高く湿度が50~60%の時に中性化進行速度は最大になることが明らかになっている。中性化への対策として、塩害同様にコンクリートのかぶりを厚くしたり、コンクリートや鉄筋表面へのコーティングが実施されている。

## 3. コンクリート中鉄筋腐食の診断技術

上述の通り、コンクリートに埋設された鉄筋が腐食することでコンクリートは劣化する。しかし、コンクリートは不透明であるため中の鉄筋が腐食しているかどうかは直接観察できない。最も基本的な方法として、目視によりコンクリート表面のひび割れを確認し、そこから内部の鉄筋の腐食程度を推定する方法がとられる<sup>(10)</sup>。この方法では、短時間の内にコンクリートおよび内部の鉄筋の劣化の概要を把握できる。しかし、ここで得られる情報はあくまで概略的なものであり、目視を行う作業者の経験や勘により測定結果が大いに変化するおそれがある。そこで、より詳細にコンクリートの劣化および内部鉄筋の腐食具合を判断するため、各種電気化学測定や電磁波が利用されている。

### (1) 自然電位測定

自然電位測定はコンクリート中の鉄筋腐食を診断する技術として最も一般的に用いられる電気化学的手法である。自然電位を測定する際には、**図5**に示すように脱脂綿やスポンジなどに水を含ませコンクリート表面に当てた後、その上に照合電極を設置し照合電極と鉄筋の電位差を測定する。この際、コンクリートのかぶりを剥がして鉄筋に直接端子を接続する必要がある。アメリカ材料試験協会 (ASTM, American Society for Testing and Materials 現在は ASTM インターナショナルに改名) および土木学会規準としても測定方法が定

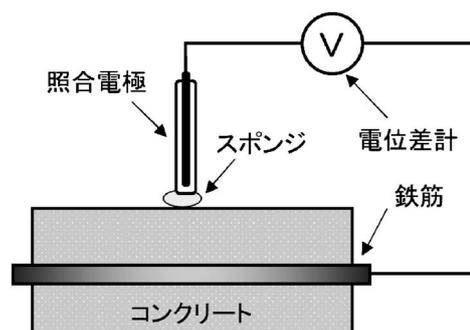


図5 コンクリート中鉄筋の自然電位測定の模式図。

表1 ASTMの自然電位による腐食評価基準<sup>(11)</sup>。

飽和塩化銀電極 (Ag/AgCl) を使用した場合	
自然電位 (E, mV)	腐食確率
-80 mV < E	90%以上の確率で腐食なし
-230 mV < E < -80 mV	不確定
E < -230 mV	90%以上の確率で腐食あり

められており、例えば ASTM では表1に示すような自然電位による腐食評価基準が定められている<sup>(11)</sup>。強アルカリを示すコンクリート中では健全な鉄筋であれば表面に不動態皮膜を形成し腐食から守られるため、おおそ0~-100 mV (vs. Ag/AgCl)の自然電位を示すが、腐食が生じ、鉄が鉄イオンに変化する際に自然電位は卑化する。すなわち、自然電位法により卑化した電位が測定されれば、コンクリート中の鉄筋は高確率で腐食していることになる。しかし、表1に示した通り、自然電位測定から得られる情報は定性的なものであり測定時点で腐食が生じているかどうかを判断するに留まる。また、鉄筋のどこに腐食が生じているかを知ることはできない<sup>(12)</sup>。そこで、自然電位の測定結果をもとに腐食の場所と程度を予測する手法が検討されている。塚原らは、鉄筋の場所ごとの自然電位測定を行い、オームの法則より求めた腐食電流量とファラデーの法則から求めた積算電流量から**図6**に示すような腐食量を推定する方法を考案した<sup>(13)</sup>。本方法にて求められた腐食箇所と腐食量の予測値は実測値と同様の傾向を示しており、内部が不可視のコンクリート中鉄筋腐食量の推定に期待が持てる。しかし、本手法では時間ごとに变化する自然電位やコンクリートの抵抗値を測定し続ける必要があるため、膨大な量のコンクリート構造物への適用が難しい。

また、コンクリート中鉄筋特有の課題として、鉄筋と照合電極の間にあるコンクリート(かぶり)の性状によって測定結果が大きく変化することが挙げられる。コンクリートの含水率や塩化物イオン量などの要因により、最大200 mV程度の電位差が生じることが報告されている<sup>(14)</sup>。

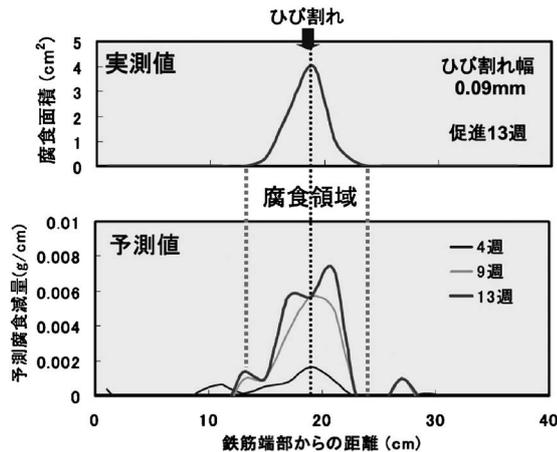


図6 鉄筋コンクリート試験梁中の鉄筋腐食実測値と予測値<sup>(9)(12)</sup>.

## (2) 電気化学的インピーダンス法を用いた分極抵抗測定

図3で述べた通り、コンクリート中の鉄筋表面で腐食が生じると、鉄の溶解反応であるアノード反応とその際に生じた電子を消費するための酸素還元反応(カソード反応)が必ず同時に生じる。この電子の流れが腐食電流であり、鉄筋の腐食速度を表す指標となる。ここで、鉄筋に微小な電位差を付与すると微小な電流が得られ、式(1)、式(2)に示すような付与した電位差と腐食電流、分極抵抗の関係が得られる。

$$\Delta E = \Delta I \cdot R_p \quad (1)$$

$$I_{\text{corr}} = K \cdot \Delta I / \Delta E = K / R_p \quad (2)$$

ただし、 $\Delta E$ : 付与した電位差(V)、 $\Delta I$ : 得られた微小電流(A/m<sup>2</sup>)、 $R_p$ : 分極抵抗( $\Omega \cdot \text{m}^2$ )、 $I_{\text{corr}}$ : 腐食電流(A/m<sup>2</sup>)、 $K$ : 材料固有の係数(V)

このように、分極抵抗と腐食電流の関係から腐食電流を推定する手法が分極抵抗法である。腐食電流の単位に着目すると、クーロン量と時間の単位を含んでいることがわかる。すなわち、分極抵抗法は自然電位測定と異なり、鉄筋の腐食速度を定量的に評価することができる。

分極抵抗を求める手法として、交流インピーダンス法が一般的に用いられる。交流インピーダンス法では、コンクリートの溶液抵抗  $R_s$  と鉄筋/コンクリート界面の電気二重層の容量成分  $C_{dl}$  と分極抵抗  $R_p$  を含んだ図7のような等価回路を考える。このような等価回路が形成されるコンクリート中の鉄筋表面に高周波の交流電圧を印可すると、容量成分  $C_{dl}$  が充電され、電流は  $C_{dl} - R_s$  の経路を通る。一方で、低周波の交流電圧を印可すると、電流は  $R_p - R_s$  の経路を通る。よって、印可する電圧の周波数を変化させることで、周波数とインピーダンスの関係が得られ分極抵抗とコンクリートの溶液抵抗を求めることができる。この際、印可する電圧が微小であるので鉄筋にダメージを与えにくいというのも交流インピーダンス法の特徴である。通常、コンクリート内の鉄筋を用いて交流インピーダンス法を行う場合、鉄筋に加えて照合電極と対極が必要である(3電極式)。さらに、鉄筋にリード線

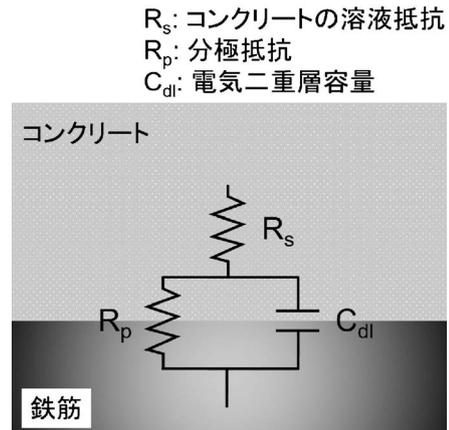


図7 鉄筋をコンクリート内に埋設した際の等価回路。

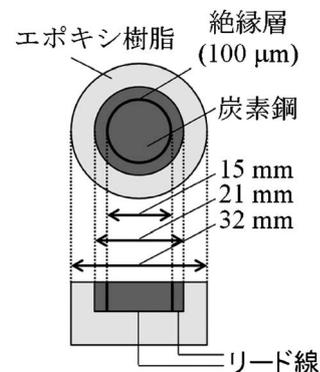


図8 同心円型大気腐食モニタリングセンサ模式図。

をつなげるためにコンクリートのかぶりを剥がす必要があり、コンクリートへの損傷を避けられない。そこで最近では、一對の鋼板からなるプローブ電極を用いて、コンクリート内の環境の把握および鉄筋の腐食状況の推定を行う研究が進められている。プローブ電極を用いることで、(1)電解液を必要とする照合電極極を用いない(電極のうち一つが照合電極と対極を兼ねる)ため、電極の扱いが容易で常設可能である、(2)コンクリートのかぶりによるIRドロップなどの影響を受けにくい、(3)電極の表面積が既知であるため単位面積当たりの  $R_p$  を求めることができる、(4)鉄筋にリード線を接続する必要がないため、コンクリートへのダメージを最小限に抑えられる、(5)得られた溶液抵抗から、中性化や塩化物イオン進入の進行過程がわかるなど、現場での活用・実用化を見据えた利点が存在する。

著者らは、図8に示すような一對のプローブ電極を有する同心円型大気腐食モニタリングセンサ(以下、腐食センサ)を用いて、模擬コンクリート溶液中の環境モニタリングを行った。この際、プローブ電極の素材は、鉄筋として広く使用されるSD345鋼とした。これまでインピーダンス測定には1対の平板電極を使用するのが一般的であったが<sup>(15)</sup>、本研究では2電極を同心円状に配置することにより、電極形状の異质性がなくなり、より精度良く測定を行うことが可能とな

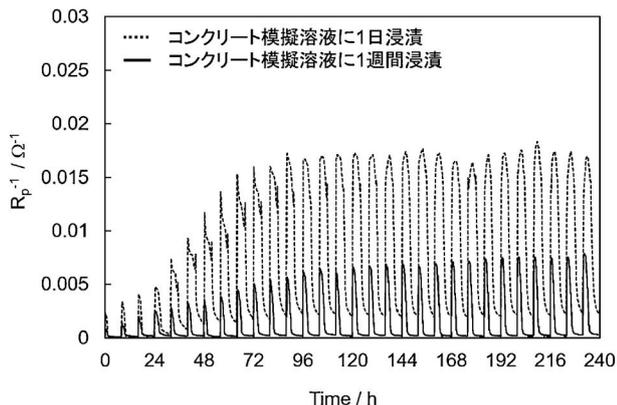


図9 飽和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液中に1日または1週間浸漬した腐食センサの乾湿繰返し試験中における分極抵抗変化<sup>(17)</sup>.

った<sup>(16)</sup>。この腐食センサを予めコンクリート内を模擬した飽和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液中に1日または1週間浸漬し表面を不動態化させた後、乾湿繰返し試験に供することで、不動態化時間が塩化物イオンによる不動態皮膜破壊に及ぼす影響を検討した。乾燥過程は7時間58分とし、湿潤過程では0.1 MのNaCl溶液へ腐食センサを2分間浸漬した。図9に飽和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液中に1日または1週間浸漬した腐食センサの乾湿繰返し試験中における分極抵抗変化を示す。縦軸には分極抵抗の逆数をとっており、より値が大きいほど腐食速度が大きいことを意味する。1週間浸漬した腐食センサの腐食速度の変化幅の方が1日浸漬した腐食センサの腐食速度の変化幅よりも小さいことから、不動態化時間が長いほど不動態皮膜はより安定となり、高い耐食性を発揮することが明らかとなった<sup>(17)</sup>。このことは、実環境において鉄筋への塩化物イオンの到達が遅いほど鉄筋の耐食性が向上することを意味しており、新設および既設のコンクリート構造物からいかに塩化物イオンを取り除くことが重要であるかが分かる。

時枝らは、コンクリート供試体に図10に示すようなSD345鋼を素材としたプローブ電極を埋設し、プローブ電極が実構造物の劣化診断技術として適用可能かどうかの検討を行った<sup>(18)</sup>。コンクリートにプローブ電極を埋設するには、水溶液を用いた実験とは異なりプローブ電極表面をコンクリートに密着させる工夫が必要となる。そこで本研究では、円筒型と円錐台形の二つの部材を組み合わせ、ドリルでコンクリートを削孔した穴の底部に円筒型の部材を設置し、リード線を接続した円錐台形の部材を後から打ち込むことで、円筒型の部材が広がりながらコンクリートに密着するプローブ電極を作製し使用した。図11に示したように、プローブ電極を供試体のコンクリートから2 mm, 5 mm, 10 mmの深さに設置した後、3%のNaCl水溶液で満たされた水槽内にコンクリート供試体を静置し電気化学的インピーダンス測定を行った。その結果、図12に示すように、プローブ電極を設置する深さが浅いと分極抵抗は小さくなる、すなわち、コンクリートのかぶりが多いほど中の鉄筋表面の不動態皮膜

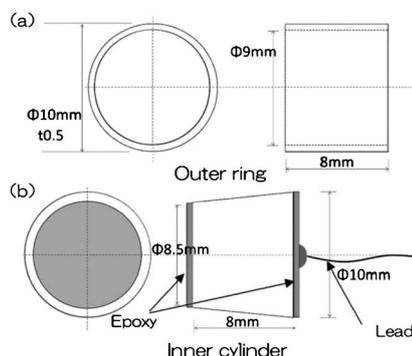


図10 SD345鋼を素材としたプローブ電極<sup>(18)</sup>.

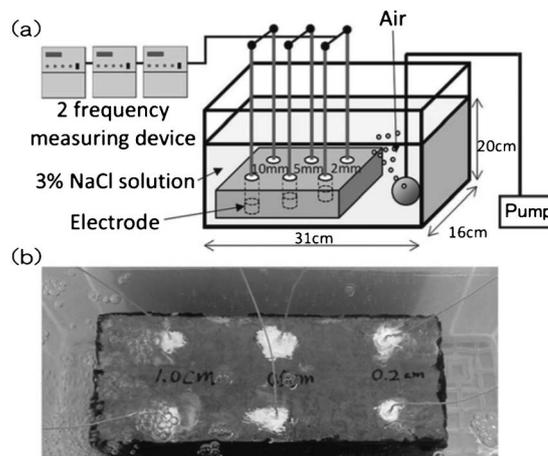


図11 プローブ電極を埋設したコンクリート供試体を用いた腐食試験：(a)腐食試験概略図、(b)コンクリート供試体外観写真<sup>(18)</sup>.

は安定であることを見出した。また、高pH環境で塩化物イオンによって不均一に不動態皮膜が破壊された電極の分極抵抗は、不動態皮膜が完全に消失した場合の分極抵抗と比較して、約30~50倍大きいことや、塩化物イオンの影響がなければコンクリート内のpHが高いほど分極抵抗が高いことを見出した。pHやコンクリートのかぶりと鉄筋の耐食性の関係を明らかにしたことにより、環境データがわかれば既存のコンクリート構造物の劣化状況のある程度推測できることになる。このようなプローブ電極の1日でも早い実用化が望まれる。

### (3) 電磁波法を用いた鉄筋腐食診断

これまでに紹介した自然電位測定および分極抵抗測定では、その程度に大小の差はあれど、コンクリートへのダメージは避けられない。自然電位法では目的の鉄筋にリード線を繋ぐため、コンクリートのかぶりを剥がす必要があり、プロ

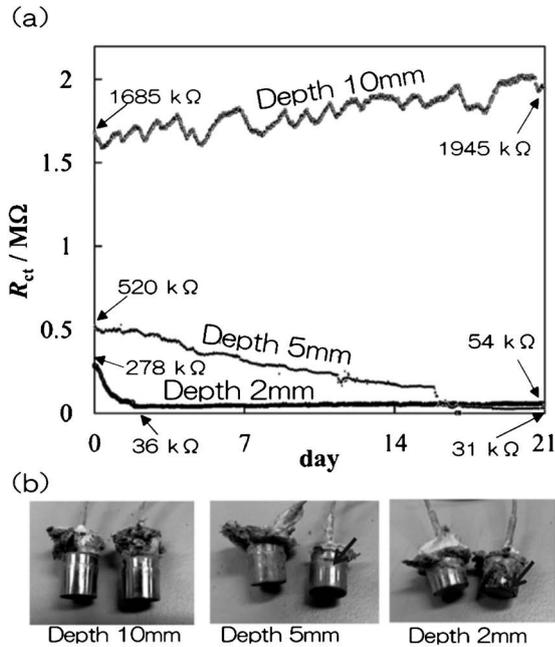


図12 インピーダンス測定結果：(a)腐食試験中におけるプローブ電極の分極抵抗変化，(b)腐食試験後のプローブ電極外観写真<sup>(18)</sup>。

ープ電極を使用したコンクリート内環境モニタリングでもプローブ電極を埋め込むための小さな孔を空ける必要がある。そこで完全非破壊で内部鉄筋の腐食を診断するため、電磁波による測定手法の検討および実用化が進められている。

電磁波法は電磁波をコンクリート表面から内部へ向けて放射し、透過信号または反射信号を測定することによりコンクリート内の情報を引き出す方法である。使用する波によって、(a)電磁誘導法や(b)X線法、(c)レーダー法、(d)赤外線法などに分類される<sup>(19)</sup>。

(a) 電磁誘導法：コイルに交流電流を流した際に発生する交流磁束を用いる方法である。交流磁束が鉄筋に到達した際に発生する逆方向の磁束を検出することで鉄筋の位置を調査する。ハンディタイプのものとしてすでに実用化されているが、あくまで鉄筋の位置を知るためのもので鉄筋の腐食程度を把握することはできなかった。しかし、何らはすでに報告されていた電磁波による鉄筋径とかぶりの測定手法<sup>(20)</sup>を改良し、鉄筋の腐食程度を測定する手法を考案した。本手法では、図13に示すような励起コイルと検出コイル、ロックインアンプからなるスキャナーとノートPCのみで構成された小型の検出装置を用い、コンクリート表面にスキャナーを走査することで交流磁束に対する電磁応答を計測する。4.2 kHzの励起波を用いることにより、最大140 mm程度のかぶりでも鉄筋の位置を測定できる<sup>(21)(22)</sup>。さらに、励起波の周波数を80 kHzに変更し、ロックインアンプで得られる励起波と同位相のXシグナルと90度位相の異なるYシグナルの比を解析する事で鉄筋の腐食程度を判別することが可能となった(図14)<sup>(23)</sup>。これは、鉄筋上に生成した鉄さびが鉄筋とは異なる電気伝導度や透磁率を有する性質を利用したものであ

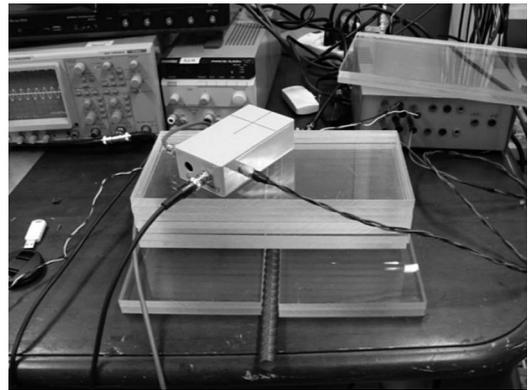


図13 コンクリートを模擬したアクリル板に挟んだ鉄筋とスキャナー<sup>(21)</sup>。

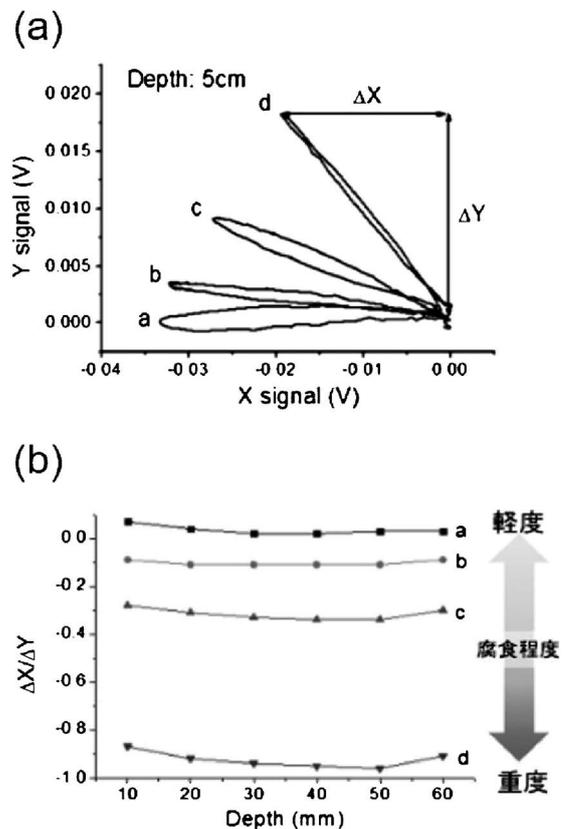


図14 電磁波を用いた鉄筋腐食診断技術：(a)ロックインアンプで得られる励起波と同位相のXシグナルおよび90度位相の異なるYシグナル，(b)異なるかぶりにおける種々の鉄筋の $\Delta Y / \Delta X$ 値<sup>(23)</sup>。

る。電磁波を用いた手法はコンクリートかぶりを除去して鉄筋にリード線を接続することなく非破壊で内部の鉄筋の状態を予測できるため、すでに腐食が進行した鉄筋のみならず、ひび割れを生じていない健全～腐食初期のコンクリート構造物にも適用できると考えられる。

(b) X線法：X線をコンクリート中を透過させ、その強度分布からコンクリート、鉄筋、コンクリートの空隙やひび割れを検出できる。図15に示すように、視覚的にコンクリー

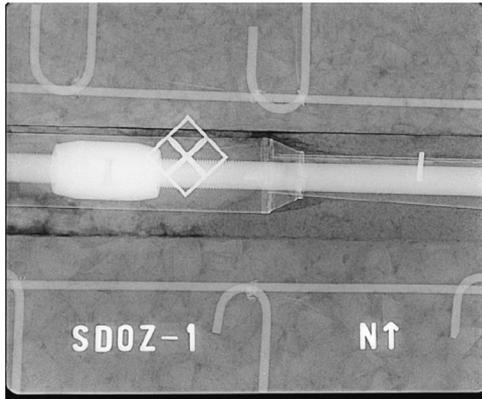


図15 X線法による撮影結果例<sup>(24)</sup>.

ト構造物の内部を捉えられるため、コンクリートおよび鉄筋の劣化状態をイメージしやすい<sup>(24)</sup>。しかし、測定対象とするコンクリートにある程度(約500mm以下)の薄さが要求される、片面からのみの測定ができない、放射線を使用するため、安全面に問題があるなど使用する上での課題が多い。

(c) レーダー法：レーダー法では、送信側から放射した電磁波が鉄筋やコンクリートの空隙、ひび割れの境界面で反射され、それを受信側で受けとることによりコンクリート内部の情報を得ることができる。電磁波を放射してから受信するまでの時間を測定することでコンクリート内部の鉄筋や空隙の深さ情報が得られ、受信アンテナの位置を変えることにより鉄筋や空隙の位置情報が得られる。コンクリートと鉄筋や空隙の比誘電率が異なることを利用した測定法である。乾燥コンクリートの比誘電率は一般的には4~12、湿潤コンクリートの比誘電率は8~20と言われているが、海洋構造物の表面などでは濡れにより比誘電率が大きく変化するため、測定が困難となる。また、鉄筋が密に埋設されている場合、反射波が受信側に届きづらくなるため測定が困難になるなど課題も存在する。

(d) 赤外線法：コンクリート表面およびその内部は一樣な構造ではなく、コンクリート中にひび割れや空隙等が存在するとその部分の熱伝導率が異なるため温度に差異が生じる。赤外線法はその温度の差異を放射温度計を用いて検知する手法である<sup>(25)</sup>。屋外では太陽光による温度差が生じるが、屋内では何らかの温度変化を与える必要がある。本手法は、非接触で広範囲を測定できるメリットを持つが、検査深度が小さく、コンクリート表面の汚れや日照の程度、コンクリートの箇所による部材厚の違いなどにより測定精度に大きな差が生じる。林らは、赤外線法の検出精度向上のため、コンクリートの損傷領域を強調させる画像フィルター処理を行い、温度変化部の損傷予測確率を推計する統計解析手法の検討を行った。その結果、画像フィルター処理によりコンクリート表面から斜めに進展する剥離ひび割れの深さも定量的に判断できること、損傷予測確率を危険度評価の指標として用いることで、より細かく定量的なコンクリートの損傷判定が可能となることを示した<sup>(26)</sup>。赤外線法は基本的にはコンクリー

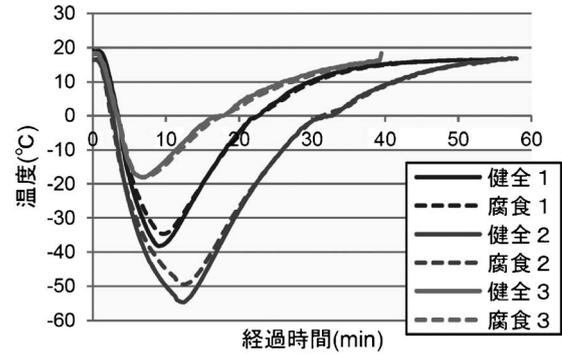


図16 健全な鉄筋および腐食した鉄筋の温度変化<sup>(26)</sup>。

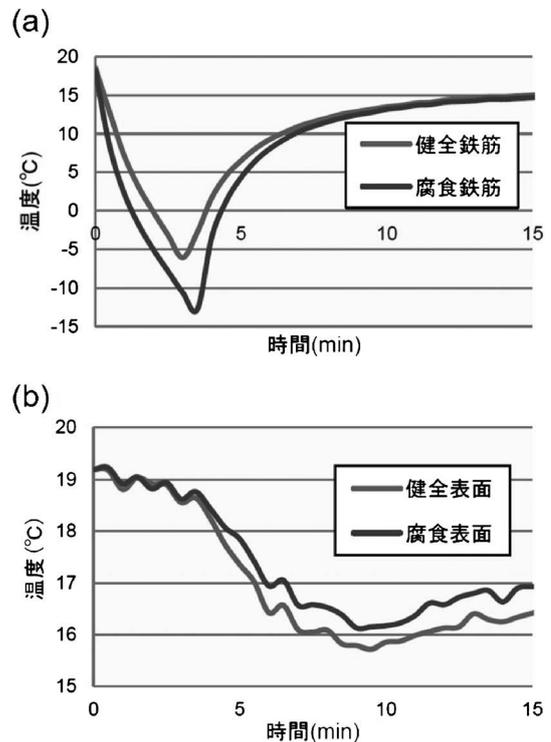


図17 コンクリート供試体に埋設した際の温度変化：(a)健全な鉄筋および腐食した鉄筋の温度変化、(b)それぞれの鉄筋を埋設したコンクリート表面の温度変化<sup>(26)</sup>。

ト表面の劣化度合いを測定するものであるため、内部鉄筋の腐食の測定には用いない。しかし、高徳らは、鉄筋表面の腐食生成物層が健全な鉄筋と比較して小さい熱伝導率を持ち、比熱が大きくなるという特性を利用して、赤外線法をコンクリート内部鉄筋の腐食程度の評価に応用した。液体窒素を用いて腐食した鉄筋と健全な鉄筋を冷却し、両者の経時的な温度変化を測定した。その結果、図16に示すとおり、冷却時間が長くなるにつれ腐食した鉄筋と健全な鉄筋では温度変化に差が現れることが明らかとなった。さらに、図17のように、鉄筋をコンクリートに埋設し、液体窒素を用いてコンクリートごと冷却した試験においても、腐食した鉄筋と健全な鉄筋の間には温度差が生じており、その温度差はコンクリート表



# Fe-Si 二元系合金の繰り返し変形に伴う 転位組織の形成と発達

首藤 洋志\*

## 1. はじめに

疲労とは、材料に応力が繰り返し負荷された際に、その材料の破壊強度が低下する現象である。破壊事故の原因の約60%が疲労と報告されていることから<sup>(1)</sup>、その現象を理解し、疲労強度の高い材料を開発することは重要な課題といえる。金属において、疲労は繰り返し負荷による転位の不可逆的な運動によって引き起こされる。運動した転位は金属内部でエネルギー的に安定な配置をとるが、このとき転位密度が高い領域と低い領域が規則的に配列し、電子顕微鏡で観察すると模様のように見える。この転位が配列した組織を転位組織と呼び、その形態の特徴に応じて Ladder (はしご)、Vein (葉脈)、Wall (壁)、Labyrinth (迷路)、Cell (細胞) といった名前が付いている。転位組織は破断繰り返し回数の2~3%という疲労初期の段階で形成され<sup>(2)</sup>、材料表面の疲労き裂の発生に影響することが報告されている。鉄鋼材料についていえば、Cu や Si、Al といった第二元素を添加し、Cell 組織の発達を抑制することで疲労強度が上昇すると報告されている<sup>(3)-(5)</sup>。これは転位組織を制御することで疲労特性の高い鉄鋼材料を開発できることを示している。

繰り返し変形に伴って形成される転位組織を制御するためには、その形成過程を明らかにすることが重要である。fcc 金属においては、すべり系が{111}<110>に限定されるため、活動すべり系と転位組織との関係が議論しやすく、未だ不明確な点はあるものの、Vein 組織、Wall 組織、Labyrinth 組織、Cell 組織などの形成過程が提案されている<sup>(6)-(10)</sup>。一方で、鉄鋼材料を含む bcc 金属ではその理解は

不十分で、例えば Labyrinth 組織を構成する転位 Wall の方位の解釈は一致していない<sup>(11)-(16)</sup>。

筆者らはこれまで Fe 基二元系合金を対象に、繰り返し変形によって形成される転位組織を詳細に観察し、その形成過程を明らかにしてきた。本稿では、Fe-Si 二元系合金において、Labyrinth 組織を構成する転位 Wall を超高圧走査透過電子顕微鏡 (High-Voltage Scanning Transmission Electron Microscopy: HV-STEM) により観察した結果を紹介し、転位 Wall の形成方位とその形成過程について議論する。

## 2. 転位 Wall の形成過程の観察<sup>(17)</sup>

本章では、繰り返し変形を30回までで中断した Fe-3 mass%Si 合金を HV-STEM で観察することで、転位 Wall の形成過程を解析し、その形成に寄与するすべり系を明らかにした結果を述べる。

転位 Wall が形成することが過去に報告されている Fe-3 mass%Si を供試材の化学成分とした<sup>(11)</sup>。真空溶解炉を用いて電解鉄と合金からインゴットを溶製した後、1473 K で2 h 焼鈍して室温まで空冷し、さらに熱間鍛造で铸造欠陥を潰した。平均結晶粒径は5 mm であった。供試材からドッグボーン形状の疲労試験片を切り出し、室温大気圧下で全ひずみ振幅  $\epsilon_t = 1 \times 10^{-2}$  を一定とした引張-圧縮疲労試験を行った。ゲージ長さ8 mm、周波数0.05 Hz、応力比  $R = -1$  とした。転位 Wall の形成過程を捉えるため、繰り返し回数30回で疲労試験を中断し、試験片の平行部から転位組織観察用の薄膜を採取した。薄膜は板面方位が(00 $\bar{1}$ )および(1 $\bar{1}$ 1)となるように切り出し、機械研磨と電解研磨を行った。作製した

\* 日本製鉄株式会社 技術開発本部鉄鋼研究所材料ソリューション研究部；主任研究員(〒293-8511 富津市新富20-1)  
Dislocation Structures during Cyclic Deformation in an Fe-Si Based Binary Alloy; Hiroshi Shuto(Integrated Steel-Solution Research Laboratory, Steel Research Laboratories, Nippon Steel Corporation, Futtsu)  
Keywords: fatigue, cyclic deformation, dislocation structure, wall structure, labyrinth structure, iron, steel, high-voltage scanning transmission electron microscopy  
2020年2月27日受理[doi:10.2320/materia.59.321]

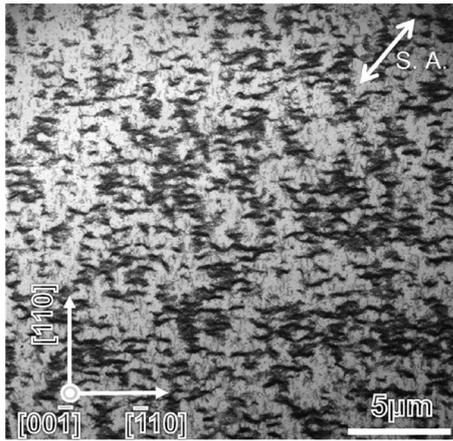


図1 板面方位(00 $\bar{1}$ )薄膜の転位組織写真. 応力負荷方向をS.A.で図示. (110)面に平行な転位 Wall が発達し始めている.

薄膜に対し, 名古屋大学所有の HV-STEM を用いて, 加速電圧1000 kV で転位組織の観察を行った. 試料ホルダーには二軸傾斜ホルダーを用い, 傾斜により回折ベクトル  $\mathbf{g}$  を変化させることで転位のバーガスベクトルを同定するとともに, ステレオ観察を行った.

板面方位が(00 $\bar{1}$ )の薄膜で得られた HV-STEM による転位組織写真を図1に示す. 転位組織は転位密度が高い領域と低い領域からなり, 転位密度が高い領域で(110)面に沿って転位の集積が見られ, 転位密度が低い Channel 内には[110]方向に伸長した転位線が観察された. しかし, この方位は Channel 内の2種類のらせん転位の射影が重なって同じ方向を向くため, バーガスベクトルとすべり面を特定し難いという問題がある. そこで, 板面方位が(1 $\bar{1}$ 1)の薄膜を図1の結晶粒に隣接する結晶粒から新たに切り出し, 転位組織を詳細に観察した. 板面方位(1 $\bar{1}$ 1)の薄膜に対し, [1 $\bar{1}$ 1]zone 入射にて結像した転位組織写真を図2に示す. 左上から右下に伸長した転位と, 右上から左下に伸長した転位が観察でき, バーガスベクトルおよびすべり面の決定に最適な方位であった. また, 図2に白い○および黒い○で囲んで示したように, 紙面水平方向に沿って転位 Wall が形成しつつあった. 図2に対し,  $\mathbf{g} = 011$  の条件で観察した場合に右上から左下に伸長した転位のコントラストが消滅し,  $\mathbf{g} = 10\bar{1}$  とした場合に左上から右下に伸長した転位のコントラストが消滅した. このことから, 左上から右下に伸長した転位のバーガスベクトルは  $\mathbf{b}_1 = \frac{1}{2}a[111]$ , 右上から左下に伸長した転位のバーガスベクトルは  $\mathbf{b}_2 = \frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1]$  と分かった. また, バーガスベクトルと転位の伸長方向が平行なため, これらの転位はらせん転位と特定できた. 一部の転位がすべり面上で張り出した形状をしていることは, すべり面が観察面に対して edge-on でないことを示している. 次に, すべり面を同定するため同一視野で回折ベクトル  $\mathbf{g} = \bar{1}\bar{1}1$  を保ったまま, 約14°の角度差をつけて撮影したステレオペア像を取得した. 図3にステレオペア像を, 図4にこの結晶粒のステレオ

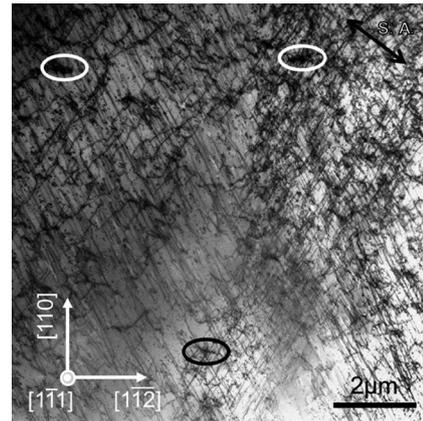


図2 板面方位(1 $\bar{1}$ 1)薄膜の転位組織写真. [1 $\bar{1}$ 1]zone 入射にて結像. 応力負荷方向は[3 20 17]でS.A.として図示. 左上から右下に伸長した転位と, 右上から左下に伸長した転位の2種類が観察される. 白い○および黒い○で示した部分に, (110)面と平行な転位 Wall が形成し始めている.

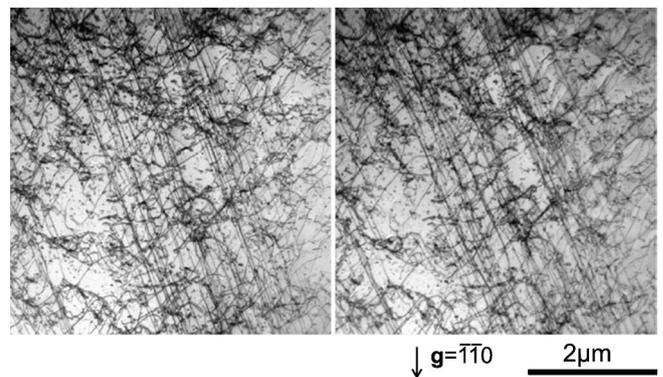


図3 板面方位(1 $\bar{1}$ 1)薄膜の転位組織のステレオペア写真.  $\mathbf{g} = \bar{1}\bar{1}0$ . [1 $\bar{1}$ 0]に対し14°傾けて撮像. バーガスベクトルが  $\mathbf{b}_1$  の転位の伸長方向は左奥方向であり, バーガスベクトルが  $\mathbf{b}_2$  の転位の伸長方向は右奥方向であり, それぞれのすべり面が edge-on でない.

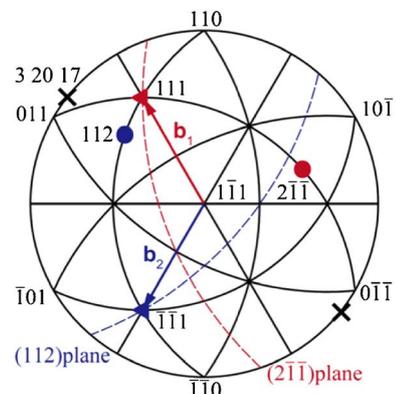


図4 (1 $\bar{1}$ 1)のステレオ投影図. 活動するすべり系は(2 $\bar{1}\bar{1}$ )[111]および(112)[ $\bar{1}\bar{1}$ 1]であった. 活動するすべり面の観察面に対するトレースと, すべり方向の射影も図示した. (オンラインカラー)

投影図を示す。ステレオペア像を平行法により観察すると、この視野を立体視することができ、薄膜試料の奥行き方向に対して転位の伸長方向が判別できる。2組の画像の立体視により、バーガースベクトルが  $\mathbf{b}_1$  の転位の伸長方向は左奥方向であり、バーガースベクトルが  $\mathbf{b}_2$  の転位の伸長方向は右奥方向であった。このことから、すべり系は  $(2\bar{1}\bar{1})[111]$  および  $(112)[\bar{1}\bar{1}1]$  であると特定できた。これは、すべり面が観察面に対して edge-on でないことと合致する。

Labyrinth 組織形成機構の既存モデルとして、Double Pseudo-Polygonization (DPP) モデル<sup>(7)(13)</sup>と Li モデル<sup>(10)</sup>が提唱されている。本研究における活動すべり系と転位 Wall の関係をこれらのモデルに当てはめ、両モデルの妥当性を検証する。

まず DPP モデルについて考える。DPP モデルでは、活動する2種類のすべり系において、まず刃状転位の双極子ループを考え、その2種類の双極子ループの幾何学的配列から転位 Wall の形成方位を3通りに絞り込む。更に、その3通りの転位 Wall と、2種類のすべり系のバーガースベクトルのなす角度が  $90^\circ$  に近いほど双極子ループが転位 Wall に積層しやすく、安定な構造になるとするモデルである<sup>(7)(13)</sup>。活動すべり系が STEM 観察により特定された  $(2\bar{1}\bar{1})[111]$  および  $(112)[\bar{1}\bar{1}1]$  とした場合、DPP モデルからは、転位 Wall の面方位として  $(10\bar{1})$  と  $(111)$  が予想される。図5に  $(10\bar{1})$  および  $(111)$  の観察面  $(1\bar{1}1)$  とのトレースを示す。2つのトレースは図5中に白丸で囲んだ形成初期段階にある転位 Wall の方位と一致しない。よって、DPP モデルは転位 Wall の形成方位を適切に予測できているとは言いがたい。次に Li モデルについて考える。Li モデルは主すべり系と臨界すべり系の2つの転位のバーガースベクトルを合成し、その合成ベクトルに対して垂直な面に沿って転位 Wall が形成されたと解釈するモデルである<sup>(10)</sup>。Li モデルに合致して転

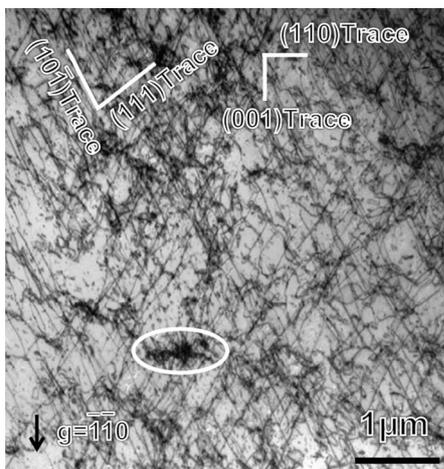


図5 DPP モデル<sup>(7)(13)</sup>と Li モデル<sup>(10)</sup>から形成が予想される転位 Wall の観察面  $(1\bar{1}1)$  におけるトレースと、形成過程の転位 Wall のトレースの比較。Li モデルで予想される  $(110)$  Wall が白い○で囲んだ転位 Wall の形成方位とよく合う。

位 Wall が形成される場合、Petrenec ら<sup>(16)</sup>が指摘したように、転位 Wall は2種類の活動する転位のバーガースベクトルの二等分面上に形成される。活動すべり系の転位のバーガースベクトルの方向は、 $[111]$  および  $[\bar{1}\bar{1}1]$  と同定されたことから、Li モデルから予測される転位 Wall の面方位は、次式、

$$\frac{1}{2}a[111] + \frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1] = a[001] \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}a[111] - \frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1] = a[110] \quad (2)$$

により  $(001)$  および  $(110)$  となる。図5に  $(001)$  および  $(110)$  と観察面とのトレースを示す。 $(110)$ トレースが今回形成された転位 Wall のトレースと合うため、DPP モデルよりも Li モデルの方が、実際の転位 Wall の形成方位をうまく予測できるといえる。

### 3. 発達した転位 Wall の観察<sup>(18)</sup>

本章では、Si 添加量を減らし、より自動車用鋼板の実用材に近い成分とした Fe-1 mass%Si 合金について十分発達した転位 Wall を観察し、その形成に寄与するすべり系を明らかにした結果を述べる。

真空溶解炉を用いて電解鉄と合金からインゴットを溶製した後、粗圧延、仕上圧延により板厚 5 mm とし、 $700^\circ\text{C}$ 、60 min の熱処理を2回行い、疲労特性に影響を及ぼさず固溶 C、固溶 N を TiC、TiN として析出させた。得られた供試材はフェライト組織であり、平均結晶粒径は  $33 \mu\text{m}$  であった。この供試材に対し、表裏を  $0.5 \text{ mm}$  ずつ機械研磨して板厚 4 mm とした。さらに電解研磨を行い、表層の加工層を除去した後、圧延方向に垂直な方向を長手方向として、ドッグボーン形状の疲労試験片を切り出した。疲労試験片に対し、室温大気圧下で全ひずみ振幅  $\epsilon_t = 5 \times 10^{-3}$  を一定とした引張-圧縮疲労試験を行った。ゲージ長さ 8 mm、周波数 0.02 Hz、応力比  $R = -1$  とした。発達した転位 Wall を観察するため、繰り返し回数 1000 回で疲労試験を中断し、試験片の平行部から転位組織観察用の薄膜を採取した。前章と同様の手法で薄膜を作製し、転位組織の観察を行った。

ある結晶粒内に形成された転位組織を図6に示す。供試材の転位組織は同一結晶粒内でも均一ではなく、領域ごとに Vein, Wall, Cell と異なる組織が形成されていた。前章で明らかにした転位 Wall の形成方位とその機構が、Fe-1 mass%合金にも適用できるか明らかにするため、転位 Wall に着目して詳細に観察を行った。図7に、転位 Wall が形成された同一視野を、 $[001]$  方向から3種の異なる回折条件で観察した STEM 明視野像、およびこの視野に対応するステレオ投影図を示す。図7(a)の回折条件では、全てのバーガースベクトルに対して  $\mathbf{g} \cdot \mathbf{b} \neq 0$  となり、観察視野内に存在する全ての転位が観察可能である。図7(a)より、転位組織は転位 Wall と転位密度が小さい Channel で構成されており、転位 Wall 間の距離は  $0.7 \mu\text{m}$  程度であった。これは潮田らが

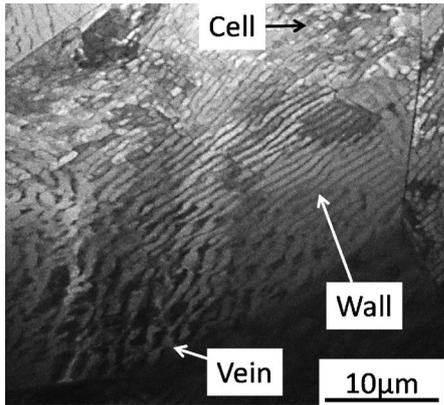


図6 Fe-1 mass%Si合金多結晶を全ひずみ振幅  $5 \times 10^{-3}$  で1000 cycle 繰り返し変形させた後の転位組織. 同一結晶粒内で, Vein, Wall, Cell が混在していた.

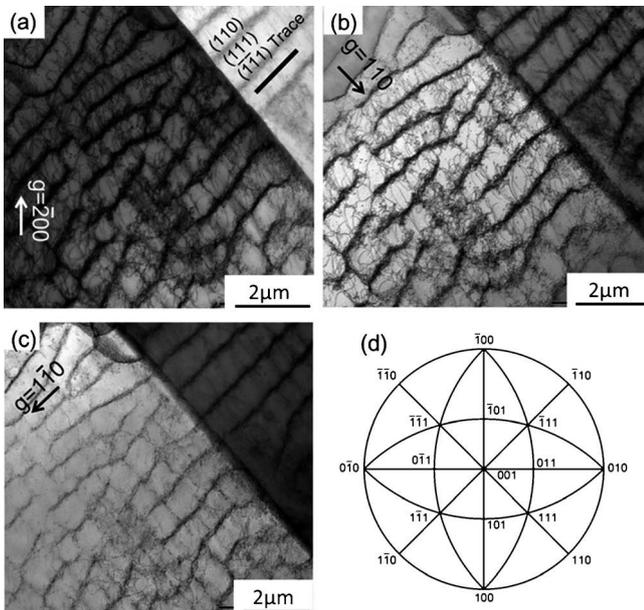


図7 板面方位(001)薄膜のHV-STEMによる転位組織観察結果. ビーム入射方位は[001]. (a)  $g=200$ , (b)  $g=110$ , (c)  $g=1\bar{1}0$ , (d) (001)板面でのステレオ投影図. (a)は全ての転位が観察可能. (b)は転位のコントラストが弱まり, (c)では弱まっていないことから, 転位組織に含まれる転位のバーガースベクトルは  $\mathbf{b}=\frac{a}{2}[111]$  および  $\mathbf{b}=\frac{a}{2}[\bar{1}\bar{1}1]$  の片方または両方といえる.

Fe-1 mass%Si合金において応力振幅381 MPaの疲労試験で報告した値とほぼ一致する<sup>(4)</sup>. また, 転位 Wall は図7(a)の右上から左下に向かって平行に配列しており, これは図7(d)のステレオ投影図より, (110), (111), ( $\bar{1}\bar{1}1$ )と観察面のトレースと一致した. 図7(b)に  $g=110$ の条件で観察した結果を, 図7(c)に  $g=1\bar{1}0$ の条件で観察した結果を示す.  $g=110$ の観察条件で転位のコントラストが弱くなっていることから, ここで観察された転位 Wall は,  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[111]$  および  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1]$  の転位のうちの片方, もしくは両方が活動して形成されていることが分かった.

次に, 転位 Wall の形成方位を明らかにするため, 転位 Wall を構成する転位のバーガースベクトルが何種類あるかを考える. 単一すべりの活動によって形成される Ladder 組織に見られる転位 Wall は, 主すべり系の刃状転位双極子で構成されている<sup>(10)</sup>. よって, 転位 Wall の法線の方向は, 主すべり転位のバーガースベクトルの方向と一致する. この考えに従えば, 転位 Wall を構成する転位のバーガースベクトルが  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[111]$  のみと仮定した場合, 転位 Wall は [111] に垂直な (111) Wall となる. 実際に図7(a)から, 転位 Wall のトレースは, (111)面と観察面とのトレースと一致している. しかし, 図7(d)のステレオ投影図から分かるように, 観察した転位 Wall が (111) Wall ならば, 転位 Wall は観察面に対し edge-on の条件にはならず,  $35^\circ$  傾斜して観察されることになる. 電子エネルギー損失分光法による薄膜測定の結果, 観察領域の試料厚さは約500 nmであったことから, 転位 Wall が  $35^\circ$  傾斜している場合には, 少なくとも300 nm程度の厚さを持つ転位 Wall として観察されるはずである. しかし, 転位 Wall の厚さは薄い部分で100 nm程度であり,  $35^\circ$  傾斜した転位 Wall とは考えにくい. よって, ここで観察された転位 Wall は  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[111]$  の転位のみで構成される (111) Wall ではないことが分かる. 転位 Wall 中の転位のバーガースベクトルが  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1]$  のみと仮定した場合にも, 同様の考察によって ( $\bar{1}\bar{1}1$ ) Wall と解釈すると矛盾が生じる. 以上の考察から, 転位 Wall を構成する転位は,  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[111]$  および  $\mathbf{b}=\frac{1}{2}a[\bar{1}\bar{1}1]$  の2種類のバーガースベクトルを持つと解釈の方が合理的である.

次に, 前章でその妥当性を検討した Li モデルについて本章でも考察する. 活動すべり系の転位のバーガースベクトルの方向は, 前章と同様 [111] および  $[\bar{1}\bar{1}1]$  と同定されたことから, Li モデルから予測される転位 Wall の面方位は, 前章の式(1)と式(2)から (001) および (110) となる. このうち (110) と観察面のトレースが今回観察された転位 Wall のトレースと一致する. 詳細は割愛するが, 本章の結果を DPP モデルに当てはめると観察された転位 Wall の形成方位と矛盾する. これは, Fe-1 mass%Si合金の十分に発達した転位 Wall も, 前章で観察した Fe-3 mass%Si合金と同様に2種類の活動する転位のバーガースベクトルの二等分面上に形成されることを示している.

4. おわりに

本稿では, HV-STEM を用いた Fe-Si 二元系合金の繰り返し変形に伴う転位 Wall の観察結果について, これまでに得られた知見を紹介した. bcc 金属の転位 Wall の形成方位については統一見解が得られていなかったが, (110)面および(001)面に沿って転位 Wall ができることを明らかにした. また, その転位 Wall は活動する転位のバーガースベクトルの2等分面に沿って形成されていることを示した. こ

の知見は、疲労き裂発生に先立って形成される転位組織の特徴を捉えたものであり、更にひずみ振幅が高い領域に研究を拡張していくことで、疲労き裂発生のもとの過程の理解につながるものといえる。今後は、多重すべりが活動する場合に形成される、Cell組織の形成機構の解明に注力していくとともに、転位組織制御による疲労特性向上の可能性を追求していく。

昨年、日本金属学会若手講演論文賞を頂き、またこの度研究紹介の機会を頂きましたことを、関係者の皆様に深く御礼申し上げます。本稿で述べた研究は、私が東京工業大学に在籍していた時のものです。また、文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム課題として、名古屋大学微細構造解析プラットフォームの支援も頂いております。ご指導とご助言を頂いた東京工業大学物質理工学院の藤居俊之教授、宮澤知孝助教、名古屋大学未来材料・システム研究所の荒井重勇特任准教授に心より感謝申し上げます。また、研究のきっかけを与えて下さった日本製鉄株式会社の吉永直樹フェロー、横井龍雄博士その他関係各位に感謝申し上げます。

## 文 献

- (1) 日本機械学会：機械・構造物の破損事例と解析技術，日本機械学会，(1984)，47.
- (2) C. Laird: Dislocation in Solids, North-Holland Publ. Co., (1983), 58.
- (3) T. Yokoi and M. Takahashi: J. Mater. Sci., **36**(2001), 5757-5765.
- (4) 潮田浩作，後藤正治，小松芳成，星野明紀，竹林重人：鉄と鋼，**94**(2008)，321-330.
- (5) H. Shuto and T. Yokoi: CAMP-ISIJ, **28**(2015), 261.
- (6) P. J. Woods: Philos. Mag., **28**(1973), 155-191.
- (7) J. I. Dickson, J. Boutin and G. L'espérance: Acta Metall., **34**(1986), 1505-1514.
- (8) C. Laird, Z. Wang, B. T. Ma and H. F. Chai: Mater. Sci. Eng. A, **113**(1989), 245-257.
- (9) H. Mughrabi: Metall. Mater. Trans. A, **40**(2009), 1257-1279.
- (10) P. Li, S. X. Li, Z. G. Wang and Z. F. Zhang: Progress in Mater. Sci., **56**(2011), 328-377.
- (11) H. Mori, M. Tokuwame and T. Miyazaki: Philos. Mag. A, **40**(1979), 409-433.
- (12) S. E. Fielding and W. M. Stobbs: J. Microscopy, **130**(1983), 279-288.
- (13) S. Turenne, G. L'espérance and J. I. Dickson: Acta Metall., **36**(1988), 459-468.
- (14) H. J. Roven and E. Nes: Scripta Metall., **21**(1987), 1727-1732.
- (15) H. J. Roven and E. Nes: Acta Metall. Mater., **39**(1991), 1719-1733.
- (16) M. Petre nec, J. Polák, K. Obrtlík and J. Man: Acta Mater., **54**(2006), 3429-3443.
- (17) H. Shuto, Y. Tanaka, T. Miyazawa, S. Arai and T. Fujii: ISIJ Int., **60**(2020), 377-381.
- (18) 首藤洋志，小野寺暁理，荒井重勇，宮澤知孝，藤居俊之：日本金属学会誌，**82**(2018)，176-181.



首藤洋志

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★  
2010年3月 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了  
2010年4月-新日本製鉄(現日本製鉄)入社 現在に至る  
2019年9月 東京工業大学物質理工学院博士後期課程修了  
専門分野：材料組織，熱延プロセスを用いた組織制御  
◎自動車高強度鋼板の研究開発に従事。特に組織制御による加工性や疲労特性の向上に取り組んでいる。  
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

# 科学館めぐり

## 千葉県立現代産業科学館(市川市)

文責：東京海洋大学 盛田元彰



図1 千葉県立現代産業科学館 入口付近外観。

### 1. はじめに

千葉県立現代産業科学館は、子供から大人まで誰もが産業に応用された科学技術を体感的に学ぶことのできる場を提供することを目的として建設された(図1)。展示には身の回りにある科学が多くあり、現代の日本産業の発展の歴史からバイオテクノロジーや新素材といった最先端技術まで幅広く展示されている。しかしながら、散文的な展示になることなく、見応えのある内容となっている。また、フライトシミュレーターやプラネタリウム(夏期のみ)、放電実験装置、走査型電子顕微鏡といった大型設備も展示されている。

### 2. 大人から子供まで誰もが楽しめる展示

科学館に入るとまず身の回りにある工業製品や生活用品に関する科学の原理を体感しながら学ぶことができる「創造の広場」がある。大勢の子供たちが公園で遊ぶように科学を体験できるのが特徴である。その先に進むと「先端技術への招待」と題された展示がある。例えば、水素燃料電池装置があり、太陽光を利用して水を水素と酸素に電気分解したのち、その発生させた水素と酸素を反応させ水を生成させることにより電気を発生させプロペラを回す、そして生成された水をまた電気分解する、といった持続可能な社会を意識した展示がなされている。また、ハスの葉が水を弾くのはその表面構造が微細な凹凸(ロータス構造)を有しているからであるが、その構造を模擬することで材料に撥水性を付与する生物模倣技術(バイオミメティクス)についても触れられており、様々な視点から科学を感じることができる。

金属材料分野の展示としては、切削などの工具鋼に使用される超硬合金としてタングステン・カーバイド、高温で大きな加工性が得られる超塑性合金、水素エネルギー社会で必要とされる水素吸蔵合金が展示されている。形状記憶合金の展示では、チタン-ニッケル合金で作った回転車が展示されている(図2)。この回転の駆動力は、温められることで縮み冷やされると伸びる2方向形状記憶効果から得ている。また、金属を使わずに金属光沢を表現した金属光沢調フィルムが展示されていた。このフィルムは、防錆性、電波透過性、重金属を使用しないことから電子機器の金属めっきの代替と

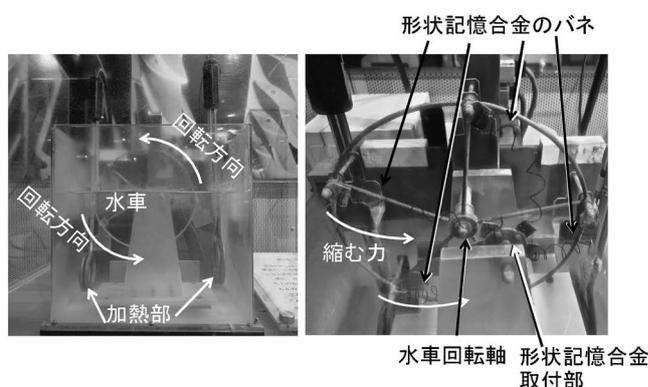


図2 形状記憶合金を利用した熱利用システム。

して使用され始めている。様々な分野の一端を知ること、今後の金属材料のあり方を考えさせられる。

### 3. 鉄鋼産業

2階には千葉県の代表的な産業である電力・石油・鉄鋼産業についての発展の歴史や現代の技術が展示されている。本稿では鉄鋼産業に関する展示物について紹介する。農業と水産業が中心であった千葉県に、鉄鋼一貫製鉄所として県内に初めて建設されたのが川崎製鉄所である。現在では解体されてしまったがその1号高炉の10分の1の模型が展示されている。当時最先端であったその高炉は、高さ32.4m、内容積907m<sup>3</sup>で、炉体構造はドイツ式、炉頂の構造はアメリカ式であった。1953年に火が入れられて以来、1977年2月15日に操業が停止するまでの間に、通算生産高975万トンの実績を残した。また、ドイツ博物館の協力のもとで制作されたベッセマー転炉の模型がある。ベッセマー転炉は、イギリスのヘンリー・ベッセマーにより発明された「火なしで溶鋼(どろどろに溶けた鉄鋼)を製造する手法」であり、底にある多くの小穴から空気を吹き込んで、銑鉄中の不純物を酸化して取除くことができる。また、炉を回転できるようにすることで、溶鋼を容易に取り出せるように工夫されている。この炉を回転できるということから転炉と名付けられた。転炉は大量の銑鉄から鉄鋼を得ることができる画期的な発明であっ



図3 ベッセマー転炉(1/2 模型).

た. この転炉の形は100年以上たった今でも大きく変わっていない.

#### 4. “産業”と名前がつく科学館

一番驚いたのは図書室に蔵書されている金属関係の本であり, 名著と言われる本が何冊も所蔵されていた. 学芸課の方にお伺いしたところ科学館の内容については県内の企業が展示・運営協力会として参加し, 助言されているようだ. 実際に企業と密接に連携して運営されている科学館であり, 産業の発展と共に進化する科学館となっている. 是非, 友人やご家族と足を運んで頂きたい.

#### 科学館で見つけた金属材料!“圧電材料”

圧電効果(piezoelectric effect)は, キュリー夫人の夫であるピエール・キュリーとその兄のジャック・キュリーにより1880年に発見された<sup>(1)</sup>. 結晶体に力を加えて変形させると電気が発生する現象であり, 身近な適用箇所としては, カセットコンロの着火用材料がある. これは圧電材料に力を加えると電荷を放電させることができる仕組みを利用している<sup>(2)</sup>(図4). 一方, 圧電材料は電圧を印加すると極性に依って伸びたり縮んだりする. この効果を利用し, 周波数の高い交流電圧を印加することで, 圧電材料を振動させ超音波を発生させることができる. 科学館では, それを使った超音波噴水装置も展示されている. 圧電材料は, センサやアクチュエータとしても用いることができるため, 様々な電子機器で使用

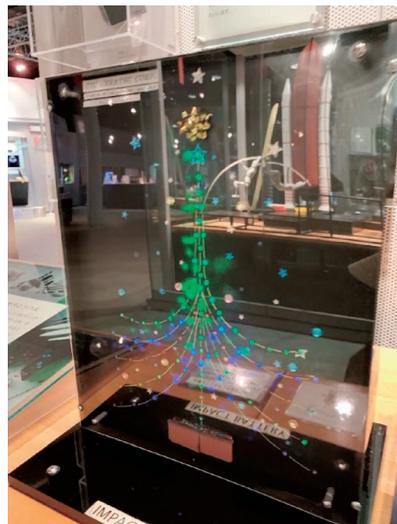


図4 圧電材料を使用して発光させたクリスマスツリー: 実際に自身で荷重を加えて点灯させることができる. 圧下する力によって光るランプの数が異なる.

されている. 最近では, 代表的な圧電材料であるPZT( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ )が鉛を含むため, 高性能な鉛フリー圧電材料の研究開発が進められている<sup>(3)</sup>.

#### 文 献

- (1) J. Curie and P. Curie: Comptes Rendus l'Academie des Sciences, **91**(1880), 294-295.
- (2) 古谷克司: 計測と制御, **45**(2006), 296-301.
- (3) Y. Saito, H. Takao, T. Tani, T. Nonoyama, K. Takatori, T. Homma, T. Nagaya and M. Nakamura: Nature, **432**(2004), 84-87.

(2019年9月訪問)

(2019年9月6日受理)[doi:10.2320/materia.59.326]

千葉県立現代産業科学館へのアクセス

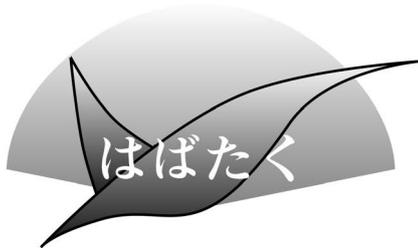
\*JR 総武線「下総中山駅」下車 徒歩15分

\*JR 総武線「本八幡駅」下車 徒歩15分

—他—

URL <http://www2.chiba-muse.or.jp/SCIENCE/index.html>





## 腐食防食学を学んで

東北大学大学院工学研究科 博士後期課程：  
柿 沼 洋

### 1. はじめに

私は2018年3月に東北大学大学院工学研究科知能デバイス材料学専攻にて修士課程を修了し、同年4月より同大学にて博士後期課程に進学致しました。この度、本稿を執筆する貴重な機会を賜りましたので、拙文ながら私のこれまでの研究内容と今後の抱負を述べさせていただきます。

### 2. これまでの研究活動

2011年4月に入学した東北大学材料科学総合学科では、学部二年生で材料電子化学、同三年生で腐食防食学を受講致しました。講義内容は当時の私にとって大変高度なものでしたが、講義を通じて固液界面のミクロの世界の繊細さと地球規模の自然現象が交錯する学問にとっても魅力を感じたことは今でも鮮明に覚えています。

2014年から東北大学知能デバイス材料学専攻の材料電子化学講座にて原信義理事・副学長、武藤泉教授、菅原優准教授にご指導いただき、ステンレス鋼のすき間内部の電位を可視化するイメージングプレートの作製に関する研究を行いました。金属の腐食現象において、電位は溶解反応の駆動力となる非常に重要な物理量です。すき間腐食発生に伴いステンレス鋼の電位が低下することは従来の研究から明らかにされていましたが、すき間内部のステンレス鋼表面の電位分布や、すき間腐食発生に伴う電位分布の変化に関しては詳細な報告例がありませんでした。そこで、導電性ポリマーを用いてすき間内部の電位分布を可視化するイメージングプレートの開発を行いました。腐食研究に取り組んだ最初の一年間は、指導教員の先生方から研究や電気化学測定に必要な基礎知識を大変丁寧に指導頂き、研究の魅力と難しさを体感することができました。同時に、環境や材料因子が複雑に相互作用する腐食現象に益々興味を惹かれ、大学卒業後は他の金属材料や腐食研究にも携わりたいと考えるようになりました。

修士課程では、Al-Fe合金上で生じる孔食発生に関する研究を行いました。一般的に使用されているアルミニウム合金には微量のFeやSiが含まれており、ほとんどが $\text{Al}_3\text{Fe}$ や $\text{Al}_8\text{Fe}_2\text{Si}$ 等のAl-Fe系金属間化合物として合金中に点在しています。これらAl-Fe系金属間化合物はアルミニウム合金の機械的特性を向上させることが知られておりますが、孔食などの局部腐食の発生起点となる例も報告されています。母相Alに対して貴な電位を有するAl-Fe系金属間化合物上

では酸素の還元反応が生じ、化合物周囲の溶液が局所的にアルカリ化します。pHなどの溶液の液性は腐食反応において非常に重要な因子の一つですが、孔食が発生する際の化合物周囲の液性の詳細な挙動は明らかにされていませんでした。これはAl-Fe合金中の金属間化合物が数 $\mu\text{m}$ と小さく、液性の変化も化合物周囲における局所的な現象であるため、液性変化の解析自体が非常に困難であることが主な利用として挙げられます。そこで、私は同講座で開発された局所領域の電気化学計測と溶解挙動の*in situ*観察が可能なマイクロ電気化学システム<sup>(1)</sup>とpH緩衝液を用いて、Al-Fe合金上の金属間化合物周囲で生じる溶解反応の*in situ*観察と局所領域の液性解析を行いました。その結果、Al-Fe合金上で孔食が発生する前駆段階では金属間化合物周囲でpHがアルカリ性となり、その後電位が上昇するとpHが中性を経て酸性へと変化し、孔食が発生することを明らかにしました<sup>(2)</sup>。従来のアルミニウム合金の高耐食化指針としては、CuやFe等孔食の起点となりやすい金属元素濃度の低減やめっきによる防食などが主流でした。修士課程の研究成果から、インヒビターの添加や金属間化合物の組成制御を行い、金属間化合物周囲の溶液のアルカリ化あるいは酸性化を抑制することでAl-Fe合金上での孔食発生を防止する新しい高耐食化指針が示唆されました。

東北大学で腐食防食学を初めて受講してから6年が経過し、思うような研究成果が出ずに大きな壁にぶつかることも多々ありましたが、それ以上に腐食現象の奥深さは腐食研究に携わるほど魅力を増しているように感じます。博士課程に進学後も自分の実力不足を痛感する毎日ですが、指導教員の先生方や研究室の皆様にご指導頂きながら、今後も向上心と探求心を持って研究に励んで参りたいと思います。

### 3. おわりに

アルミニウム合金は自動車材や電子機器など、近年その用途が急速に増加している材料の一つです。特に、輸送機等の産業ではマルチマテリアル化が進み、実用環境における金属材料の耐食性に関する研究はこれまで以上に要求されると想定されます。金属材料を実用化する上で耐食性の研究は必要不可欠です。高耐食材料の開発だけでなく、今後日本で開発される新規材料の実用化においても、腐食研究は重要な役割を担っていくと信じております。

これまで、私は主に孔食発生挙動の解析および孔食発生における金属間化合物の影響について研究を行って参りました。今後は、これまでの腐食現象のメカニズムに関する研究結果から導かれた高耐食化指針を基に、従来よりも優れた耐食性を有するアルミニウム合金の開発にも取り組み、孔食発生メカニズムの研究成果を産業界へ還元したいと考えております。

最後になりましたが、学部生の頃からご指導頂いております、原信義理事・副学長、武藤泉教授、菅原優准教授ならびに研究室の皆様にご改めて心より感謝申し上げます。

### 文 献

- (1) A. Chiba, I. Muto, Y. Sugawara and N. Hara: J. Electrochem. Soc., **159**(2012), C341-C350.
- (2) H. Kakinuma, I. Muto, Y. Oya, Y. Kyo, Y. Sugawara and N. Hara: J. Electrochem. Soc., **166**(2019), C19-C32.

(2019年12月16日受理) [doi:10.2320/materia.59.328]  
(連絡先: 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02)

# 企業紹介



## HOYA Technosurgical 株式会社の紹介

HOYA Technosurgical 株式会社 開発部長；  
中島 武彦

HOYA Technosurgical(ホーヤ テクノサージカル)株式会社は、セラミックス製人工骨と金属製インプラント(骨接合材)の製造・販売・製品開発を行っている医療機器メーカーです。その名の通り HOYA 株式会社の子会社になりますが、セラミックス人工骨事業を行っていた HOYA 株式会社ニューセラミックス事業部と骨接合材事業の株式会社日本ユニテックを母体とし、2013年10月に発足いたしました。

セラミックス人工骨事業は1974年、事業の多角化を目指し当時の旭光学工業株式会社(2002年ペンタックス株式会社に社名変更)にて開始されました。約10年の開発期間をかけた1984年にハイドロキシアパタイトセラミックス製(以下 HAP)の人工歯根(抜けた歯を補う材料)、翌85年には日本で初めての HAP 骨補填材(骨の欠損部分を補う材料)が製品化されました。図 1(a)に HAP 骨補填材の製品の一例を示します。最近では、生体骨と類似の構造と組成を有したスポンジ状で弾性を示すアパタイト/コラーゲン複合体の人工骨を開発しました。臨床ニーズにこたえることで、骨補填材として整形外科、脳神経外科、歯科口腔外科などの分野で広く活用されています。

また、HAP は  $\text{Ca}^{2+}$  イオンと  $\text{PO}_4^{3-}$  イオンからなる両性イオン交換体であり、正電相互作用にもとづく吸着能を有しており、ウイルスや細胞を吸着・分離することができます。さらに物理化学的に安定で無毒であることから、医薬品の分離精製用の基材として世界中の製薬企業で使用されています。

一方、骨接合材事業は2000年、「日本人に合った日本人のためのインプラントの提供」を理念に株式会社日本ユニテックが設立され事業が開始されました。金属製インプラント製品の多くが海外からの輸入品であるなか、その創始理念に基づく設計開発が行われ、2001年には大腿骨近位部(大腿骨の付根部分)骨折用のプレートシステム、2004年は橈骨遠位端(手首)骨折用のプレートシステムが製品化されました。これら2つの製品を基盤に製品改良・開発が進められ、2013年以降、下腿骨(足首)骨折用プレートシステムや大腿骨近位部骨折用髄内釘(大腿骨の骨髓内に挿入する釘)システムなどが製品化されています。図 1(b)に金属製インプラント製品の一例を示します。

さらに、ペンタックス株式会社の光学技術を応用し、偏向プリズムを採用した手術用ルーペを2011年に開発、術者にあわせた視度、位置、瞳孔間の調整が可能で、疲れにくい軽量の双眼ルーペ製品を展開しています。

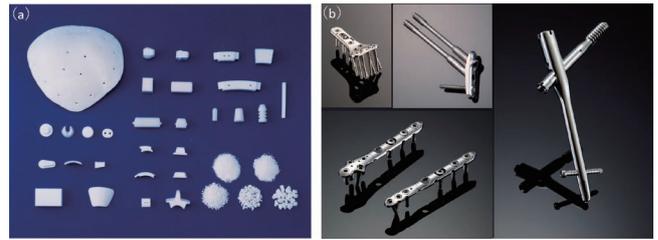


図 1 (a) HAP 骨補填材と(b) 金属製インプラントの製品例。(オンラインカラー)

我が国は歴史的にも世界的にも前例のない長寿超高齢社会を迎えています。高齢者の骨折や関節疾患は要介護となる原因の15%以上を占めるといわれています。また、骨折による長期入院や日常生活における動作制限は予後成績(手術後の治療成績)を悪化させるだけでなく、死亡率さえも増加させると報告されています。さらに、手術後の重篤な合併症として感染があげられます。高齢者の術後感染は生命予後(手術後の生存率)を著しく低下させるだけではなく、治療や再手術は大きな負担となります。このような社会背景のなか、より早期に骨癒合(生体の骨と一体化すること)を達成し生体骨への置換が起こる人工骨や低侵襲(皮膚の小さな傷口で骨にアプローチすること)で骨折部位を強固に固定できる骨接合材、骨粗鬆症症例に対しスクリューを強固に固定するための人工骨とスクリューの組み合わせ製品、セラミックスだけでは支えられない荷重部への人工骨移植症例に対する金属プレートシステム、さらにはそれら手術を確実にこなすための専用手術器械などの開発に取り組んでいます。また、術後感染に対しては、金属インプラントへの抗菌機能の付加、ドラッグデリバリーシステムとしてのセラミックス人工骨の応用などの基礎研究にも目を向けています。

これら医療機器の実用化には厚生労働省の認可を取得しなければならず、製品市販後の臨床成績調査も必要であるため、薬事品質保証部門の役割も非常に重要です。また、医療機器として安定した製品供給を行う上では量産工程にスムーズに移管するための生産技術・製造部門も重要なポジションです。さらにはユーザーである医師に製品だけでなく製品技術情報を届けるためにマーケティング・営業部門にも専門性が求められます。それら各部署にも製品開発に携わったメンバーが属しています。

当社は異なる背景や企業文化を持った事業体で構成されており、そこに属する技術開発系社員のバックグラウンドも化学系、物理系、生物系、薬学系、機械系など、多種多様です。一見するとそれぞれが独立した事業体のようなようですが、目的は同じ、「患者様の QOL(quality of life: 生活の質)の向上」です。様々な専門性を持った社員一人一人が、それぞれの知恵と知識と経験を出し合いながら、「より良い製品を、より早く、より多くの医療機関にお届けし、患者様の QOL を向上させる」ことを使命として日々業務に取り組んでいます。

(2020年2月17日受理) [doi:10.2320/materia.59.329]

(連絡先: 〒160-0004 東京都新宿区四谷 4-28-4)

# 本 会 記 事

会 告	2020年秋期講演大会講演および参加募集	330
	第4回「高校生・高専学生ポスター発表」募集	333
	第18回 World Materials Day Award 募集	334
	2020年秋期講演大会機器・書籍・カタログ展示会出展募集 および大会プログラム・ホームページバナー広告募集	334
	各種学術賞、奨励金等候補者推薦について	335
	欧文誌編集委員会からのお知らせ	335
	2019年度に終了した研究会成果報告	336
	会報編集委員会からのお知らせ	337
	2019年度事業報告および決算	340
	2020年度事業計画書および収支予算書	345
掲示板		336
次号予告		339
会誌・欧文誌6号目次		338
行事カレンダー		349
新入会員		339

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  
調査・研究: 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  
<https://jim.or.jp/>

・投稿規程・出版案内・入会申込はホームページをご利用下さい。

## 会 告 (ホームページもご参照下さい)

## 2020年秋期(第167回)講演大会講演募集

◎ただ今、下記の通り2020年秋期講演大会講演募集を行っております。ご確認の上、お申込み下さい。

会 期: 2020年9月16日(水)～9月18日(金)

会 場: 富山大学五福キャンパス(〒930-8555 富山市五福3190)

※開催方法が変更になる場合があることをご了承下さい。

下記の点にご注意およびご理解頂き、お申込下さいますようお願い申し上げます。

- ① 「一般講演」に限り、2件申込することができます。
- ② 最新の概要原稿フォーマットを利用し、PDF変換後、アップロード下さい。
- ③ 公開後、講演概要はWEBからのダウンロードとなります。  
(WEB公開後、参加申込者のみにダウンロード用パスワード発行。)
- ④ 同一研究室の3件以上の連続講演は認められておりません。
- ⑤ 「参加証引換券」は郵送いたしません。各自「大会マイページ」から印刷し、金属学会大会受付で参加証と引き換えて下さい。  
(懇親会参加証は郵送いたします。)

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

講演申込と同時に大会参加の事前予約となります(相互聴講申込での発表は不可)。8月31日(月)までに参加費を納入下さい。

講演申込ホームページアドレス	<a href="https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn/">https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn/</a>
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)
講演申込締切	7月3日(金)17時

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

### これから入会して講演申込をされる方へ

インターネットでお申し込み下さい。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を行い、年会費を納入下さい。→期日までに会費の払込がない場合は、プログラムに掲載されていても、講演不許可の措置をとります。

入会申込 URL	<a href="https://www.jim.or.jp/member/mypage/application.php">https://www.jim.or.jp/member/mypage/application.php</a>
入会申込期限 7月1日(水)	年会費納入期限 7月31日(金)

入会・会費の問合せ: 会員サービス係 [member@jim.or.jp](mailto:member@jim.or.jp)

# 2020年秋期(第167回)講演大会ご案内ならびに参加申込みについて

会 期：2020年9月16日(水)～9月18日(金)

会 場：富山大学五福キャンパス(〒930-8555 富山市五福3190)

※開催方法が変更になる場合があることをご了承下さい。

日 程：	日 時	行 事
	9月16日(火)	各賞贈呈式，学術講演会，ポスターセッション，高校生・高専学生ポスター発表，懇親会
	9月17日(水)	学術講演会，企業ランチョンセミナー
	9月18日(金)	学術講演会，男女共同参画女性会員のつどい

懇親会会場：ANA クラウンプラザホテル富山(〒930-0084 富山県富山市大手町2番3号 TEL：076-495-1111)

大会参加予約申込締切：2020年8月31日(月) 事前参加申し込みは，すべてインターネット申込となります。詳細は，申込要領をご覧下さい。

## 2020年秋期講演大会 開催予定の各種シンポジウム

### 公募シンポジウム7テーマ

- S1 ミルフィーユ構造の材料科学Ⅲ
- S2 機能コアの材料科学Ⅰ
- S3 ハイエントロピー合金の材料科学(Ⅳ)
- S4 材料変形素過程のマルチスケール解析(Ⅲ)
- S5 ナノ・マイクロスペーステラリングⅣ
- S6 材料技術史から見るこれからの技術展開Ⅲーアルミニウム合金
- S7 超高温材料の科学技術Ⅰ

### 企画シンポジウム5テーマ

#### K1 医用材料・医療機器開発の最前線(Ⅱ)～光を用いる生体情報イメージング～

Frontier in development of biomaterials and medical devices (Ⅱ): Biomedical Photography and Imaging

半導体材料をベースに研究開発されている紫外・可視からマイクロ波までの広帯域における光源と，それを用いる測定系や様々な次元での解析法を総括しながら，生体材料開発から医療現場における光源の役割と展開を議論する。第2分野と第7分野が連携し，生体情報イメージングに必要な光源・検知器と生体・医療における材料研究のこれからの模索する。

#### K2 スピントロニクスとテラヘルツ光技術の融合と応用展開

Wedding of Spintronics and Terahertz-wave technology for Practical Applications

2019年3月に開催した旧第3分科討論会を皮切りに，日本金属学会発のテーマとして「スピントロニクスとテラヘルツ光技術を融合させた新規技術」構想を進めてきた。2019年春季講演大会企画シンポジウムなどを通して，それぞれの研究分野が現在対象としているエネルギー，時間空・空間スケールに着目する議論がなされ，従来デバイスに材料の多様性(磁性もしくはテラヘルツフォノン)を付加することで，高速化だけでなく新たなセンシングへの展開や，テラヘルツ光を用いた独自の計測技術(生体認証技術など)とスピントロニクスにより可能になる情報処理(高速同時情報処理など)を融合させることによる新規な技術イメージを提案しつつある。本企画シンポジウムでは，テラヘルツ技術から最近の生体認証の暗号が技術(富士通研究所)，スピントロニクスからスピン依存現象とテラヘルツ光堅守技術などを紹介頂き，総合討論として上記の提案技術の有効性について広く議論したい。

#### K3 高機能軟磁性材料の開発動向～5G時代の高周波デバイス応用に向けて～

Development of high functional soft magnetic materials ~Toward high frequency devices in the 5G era~

軟磁性材料は，インダクタ・トランスなどにおける主要機能を担う機能性材料である。しかしながら，磁気機能を支配している材料特性に関しては不明確であり，現状と課題と整理しつつ，新規デバイス開発に向けた材料開発を進める必要がある。第2分野では，このような観点に基づいて，硬磁性材料と両輪をなす軟磁性材料に関しても，系統的かつ継続的な取り組みを進めている。本シンポジウムでは，特に，第五世代移動通信(5G)における高周波デバイスや電磁波ノイズ抑制体の創製に向けて，これらのデバイスや抑制体を担う薄膜・微粒子形状の軟磁性材料の設計・開発に焦点を当てる。これまで，これらの材料のデバイス応用に向けた現状と課題を把握する機会ほとんどなく，本シンポジウムでは，次世代高周波デバイスや抑制体の創製に向けた高機能軟磁性材料の開発動向(現状と課題)について主に産業界から話題を提供していただき，金属学会に関わる研究者が貢献可能な課題を発掘するための一助とする。

#### K4 若手科学者へ贈る研究のヒントⅢ～未踏領域へ到達するために～

Road to Smart Society ~State-of-the-art and prospectus of materials in smart device~

第2分野提案，第1分野と共同で開催する人材育成を趣旨とする啓蒙的な内容の企画シンポジウム。昨年の秋期大会に続く第3回目の開催。独創的な研究成果に到達するためには，どのような姿勢で研究に臨むべきか。また，国費をファンドする観点からは何を取捨選択すべきか。著名なベテランにご講演頂き，そのヒントを得ることを目的とする。会員，特に若手研究者への刺激になれば幸い。講演では，ご自身の研究に触れつつ，研究者としての心構えや組織・国からの視点について述べて頂き，シンポジウム全体として独創的な研究成果に到達するための必要条件を浮き彫りにする。講演1方向の欠如モデル型だけでなくサイ・コミュ型の双方向性の仕掛けとして，基調講演後に総合討論を設ける。

#### K5 材料化学におけるイノベーションの役割と工業製品への展開

Innovations in materials chemistry and their effects on industry

この企画シンポジウムは，毎年春の講演大会で開催している「水溶液腐食」「高温酸化」「陽極酸化」「めっき・化成処理」「触媒」の各学術分野を包括した公募シンポジウムと対をなすものである。工業製品としての金属材料の開発・生産の最前線における「材料化学」の役割と研究・開発事例や課題を，主に企業研究者に講演していただくものである。材料化学は，溶液や気体などと金属表面との化学反応を扱う学問分野であるが，応用範囲は，めっき，化成処理，腐食，高温酸化，触媒など広範囲にわたっている。そこで，各産業分野で直面している課題や将来展望を議論することで，基盤となる学理を進展させるヒントや，産学官の連携強化のきっかけとしたい。

## 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締切：8月31日(月)

大会参加申込み URL <https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn/>

予約申込締切後、大会参加証、講演概要ダウンロードについては、下記をご参照下さい。なお、領収書や参加証引換券は、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)。9月1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(講演概要ダウンロード権含む)※年会費とは異なります。

参加費・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。

予約申込締切日	8月31日(月)(申込および入金期日)	
	会員資格 (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)
正員・維持員会社社員	10,000円	13,000円
個人会員で2020年3月1日時点で65歳以上の方*	無料	無料
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、準備の都合上ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

\* **65歳以上の個人会員**：会員情報に生年月日のご登録がない場合は、課金されますのでご注意ください。会員情報に生年月日をご登録させていただきますので、大会参加登録の前に [annualm@jim.or.jp](mailto:annualm@jim.or.jp) まで会員番号・お名前・ご連絡先・生年月日をお知らせ下さい。

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

\*\*\* 非会員の(有料)参加申込者には、1年間「まてりあ」を寄贈するとともに、会員価格でイベント等(講演大会以外)に参加できる特典を付与いたします。ただし特典は重複して付与いたしません。

### ◆懇親会費(消費税込み) (会場：ANA クラウンプラザホテル富山)

・お支払後の取消は、準備の都合上ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

・懇親会ご参加申込の方へは、9月上旬に懇親会参加証を郵送申し上げます。

予約申込締切日	8月31日(月)(申込および入金期日)	
	種別 (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)
一般	8,000円	10,000円
同伴者(ご夫人またはご主人)	5,000円	5,000円

### ◆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。8月31日(月)の入金日をもって予約申込完了となります。

### ◆参加証

事前予約された際の大会マイページにて「参加証引換券」をダウンロード印刷し、会期当日受付で参加証とお引換え下さい。

### ◆講演概要の WEB 公開

講演概要の公開日は、大会2週間前の2020年9月2日(水)です。事前予約をされ、参加費を納入された方へは、概要公開日に概要ダウンロード用パスワードを配布いたします。当日申込の方へは申込の際に概要ダウンロード用パスワードをお渡しいたします。

特許関係のお手続きは、公開日までにお済ませ下さい。

### ◆講演概要集購入について

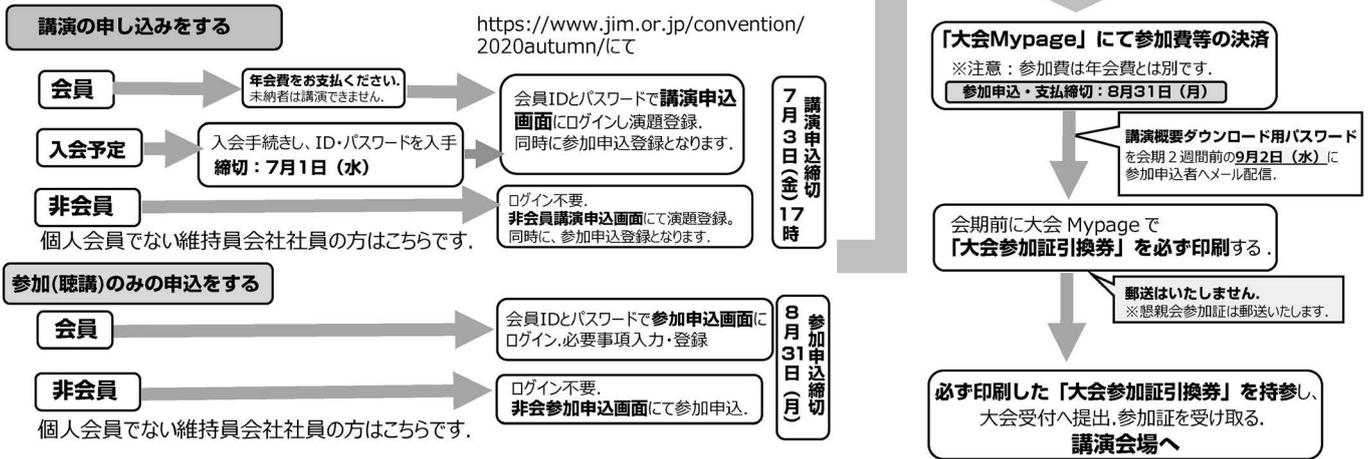
講演概要集 DVD は作成いたしません。全講演概要は、本大会 Web サイトで公開をします。これまで概要集 DVD のみ購入をされていた方も、通常の参加登録をして頂き、概要の閲覧をお願いします。

### 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](mailto:annualm@jim.or.jp)

**講演申込・事前参加申込～参加までの流れ**



**日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会  
第4回「高校生・高専学生ポスター発表」募集案内**

申込締切日：2020年7月10日(金)

開催場所 富山大学「学生会館」

開催予定日時 2020年9月16日(水) 14:30~17:00(予定：応募多数の場合は開始時間前倒の可能性あります。)

※開催方法が変更になる場合があることをご了承下さい。

対象者 高校生および3年以下の高専学生

発表方法 パネル(幅900mm×高2100mm)へのポスター掲示および説明

テーマ 材料に限定せず、フリーテーマです。(課題研究の成果、科学技術の取組等)

ポスター作成について

A0サイズで作成し、文字は3m離れたところからでも判読可能な大きさにする。ただし、実験条件などの補足事項は小さい文字でも良い。研究の目的、背景を緒言、概要として最初の10行程度にまとめること。

講演申込 <https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn>

講演概要原稿 不要

参加費および講演聴講

- ① 発表者、共同研究者および指導教員の参加費を免除し、講演大会の発表を聴講できる。
- ② 希望があれば、高校生・高専ポスター発表の関係者(親、友人)5名程度までの参加費を免除し、講演大会の発表を聴講することができる。
- ③ 指導教員は、事前に参加者リストを提出する。(別途用紙を送付予定)
- ④ 指導教員宛てに、参加証およびプログラム(参加者リスト数)各1部を事前送付する。

問合せ・連絡先：公益社団法人日本金属学会 講演大会係

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



## 第18回 World Materials Day Award 募集

材料系国際学協会連携組織である IOMMMS(International Organization of Materials, Metals and Minerals Societies)では、国際連携活動の一環として、材料系分野のプレゼンス向上のため World Materials Day を制定し(毎年11月の最初の水曜日)、この日に世界同時に、「材料に関する知識とその重要性を社会や若者に啓発する活動」に貢献があった学生を顕彰しております。本年は、11月4日(水)に顕彰いたします。つきましては、作品の展示・発表および審査は本年の秋期講演大会時に行います。沢山のご応募をお待ちしております。

### 募集要項

- 対象となる活動**：次の3部門で募集します。
  - 第1部門：社会における材料の重要性を示すホームページ
  - 第2部門：学園祭やキャンパスオープンデー等での該当する展示物、作品等
  - 第3部門：その他(材料教育プロジェクト、青少年対象の材料実験等)
- 応募資格者**

日本在住の学部学生、修士課程大学院生(グループも可)。高校生・高専学生も可  
日本金属学会の会員でなくても応募できるが授賞決定後には会員になることが望ましい。
- 展示方法**

日本金属学会秋期講演大会(2020年9月16~18日、富山大学)において、応募作品を展示する。

  - 展示場への作品の搬入および搬出は応募者が行う。
  - 展示パネルと電源は準備しますがそれ以外の備品などは応募者各自が準備すること。
- 審査方法**
  - 審査員は理事会で決定し、展示場で審査する。
  - 審査の観点：材料啓発活動への寄与度、内容の新鮮さ、表現力、意欲などの個別項目を5点法で採点し総合点で審査する。
- 授賞**
  - World Materials Day Award :  
優秀作品1作品(または1グループ) 副賞5万円
  - 各部門賞：各部門1作品に表彰、賞状のみ。贈呈は World Materials Day に受賞者の所属する機関で行う。
- 応募要領**
  - メールによる申込み記載事項(応募者名、住所、所属、作品名、応募分野・部門、展示方法(web、実物、写真、ビデオ等)、展示必要スペース・重量などを明記して応募下さい。

**申し込み**：下記アドレス宛にお申込下さい。

(応募様式はホームページからダウンロード下さい)

**応募期間**：2020年7月1日～8月31日

### 7. 参考

昨年の受賞者による体験記事を「まてりあ」に紹介しておりますので、ご参考にして下さい(まてりあ59巻2,4号)。

**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 World Materials Day 募集係  
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312  
E-mail: gaffair@jim.or.jp

## 2020年秋期講演大会 機器・書籍・カタログ展示会出展募集 大会プログラム広告・大会ホームページバナー広告募集

2020年9月16日(水)~18日(金)の3日間、富山大学五福キャンパスにて開催される秋期講演大会会場内で機器・書籍およびカタログの有料展示会を開催いたします。あわせて講演大会プログラム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)、椅子をご用意します。  
\*電源を使用する場合は、予め必要電気容量(W)をお知らせ下さい。

出展料金 機器展示：1小間140,000円(税別)  
書籍展示：1小間90,000円(税別)

申込締切 2020年8月5日(水)

### ■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 2020年8月5日(水)

### ■講演大会プログラム広告

発行予定日 2020年9月1日  
原稿寸法 A4版 1P 天地260mm×左右180mm  
1/2P 天地125mm×左右180mm  
入稿形態 完全データ(グレースケール)

#### 広告料金

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

- 展示会出展社様は、50%OFF。
- 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。

申込締切 2020年7月30日(木)

原稿締切 2020年8月5日(水)

### ■講演大会ホームページ・バナー広告

掲載期間 2020年5月末~(会期終了後もアーカイブで閲覧できます。)

アクセス数 160,000アクセス(約2カ月、前回参考数値)

サイズ タテ80ピクセル×ヨコ160ピクセル(静止画)

データ形式 静止画 PNG(.png)、JPEG(.jpg)、GIF(.gif)。リンク先アドレスも合わせてご指定下さい。  
バナーデータ入稿(+リンク先指定)後、1週間程度で掲載させていただきます。

掲載料金 1枠50,000円(税別)(本会維持員様、展示会出展社様、プログラム広告掲載会社様は50%OFF。※バナーデータ制作費は別途です。

申込最終締切 2020年8月13日(木)

### ■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 7F)  
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  
URL: http://www.meihosha.co.jp/

## 各種学術賞、奨励金等候補者推薦について

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、積極的な推薦を行なっております。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。

送信・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 E-mail: secgnl@jim.or.jp

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(2018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9日
育志賞 http://www.jsps.go.jp/j-ikushi-prize/	日本学術振興会	6月10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.co.jp/tsf/	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14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29日
井上學術賞 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	2月28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

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(2018年の例)(本会締切は2ヶ月前)
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
新機械振興賞 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20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11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
睦賞 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24日

### 欧文誌編集委員会からのお知らせ

#### 特集企画の投稿募集

下記テーマに関する特集企画の投稿を募集いたします。

#### ■Materials Science on Hypermaterials(ハイパーマテリアルの物質科学)

我が国で命名されたハイパーマテリアルは、準結晶や近似結晶など、高次元空間で統一的に記述される物質群をさす。最近、ハイパーマテリアルの構造と物性に関して、我が国を中心に組織的な学融合研究が展開されており、ハイパーマテリアルに関する我々の理解が大きく進展しつつある。本特集号では、ハイパーマテリアル分野の更なる発展に向けて、ハイパーマテリアルの構造、物性、応用に関する、様々な分野からの実験・理論・計算・データ科学の最新の論文を広く募集します。

上記テーマに関する特集を、Materials Transactions 62巻3号(2021年3月発行)に予定しております。多数ご投稿下さいますようお願いいたします。

掲載予定号 第62巻第3号(2021年)

原稿締切日 2020年9月1日(火)

- 投稿に際しては、日本金属学会欧文誌投稿の手引・執筆要領(本会 Web ページ)に従うこと。
- 通常の投稿論文と同様の審査過程を経て、編集委員会で採否を決定する。
- 著者は、投稿・掲載費用をご負担願います。

問合せ先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32

(公社)日本金属学会欧文誌編集委員会

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

E-mail: editjt@jim.or.jp

**No. 76 「高温変形の組織ダイナミクス研究会」  
成果報告書**

活動期間：2015年3月～2020年2月(5年間)  
研究会代表世話人：佐藤裕之(弘前大学)

**1. 研究会活動目的：**

高温での合金の変形特性は、変形速度依存性を持ち、複雑な挙動を示す。この複雑な挙動を整理するために、いわゆる定常状態に注目して特性を整理し理解する試みが続けられ、多くの知見が得られてきた。一方で従前より、定常状態が現れない場合があることもよく知られており、高温では材料の組織と力学応答が時々刻々変化し、それらがダイナミックに相互作用を起していることも明らかである。高温における変形と破壊の様相を理解し社会に還元するためには、動的に変化する組織と力学的挙動の関係を系統的に明らかにする必要がある。近年の力学挙動の評価技術や材料学的組織解析技術は飛躍的な発展を遂げており、本研究会では、各研究グループが得意とする実験手法によって得られるさまざまな情報を共有し、高温における力学的挙動と組織変化の相互作用をより深く理解するための情報交換と討論の場を提供することを目的として活動する。

**2. 研究会活動概要(実施状況・研究会成果等)**

研究会の実施状況：毎年1回、計5回開催した。開催の状況および基調講演は下の通りである。活動目的に沿って、研究グループの得意とする研究手法等について情報交換と討論を行うことができたと考えている。

- 2015年8月23～25日 青森県弘前市 発表25件(内基調講演2件)/参加40名
  - (1)通常型クリープ曲線を構成する微分方程式の発見 弘前大・佐藤裕之
  - (2)超微細粒材における変形に伴う組織変化の In-situ XRD 測定 兵庫県立大・足立大樹
- 2016年8月29～29日 神奈川県箱根町 発表25件(内基調講演2件)/参加40名
  - (1)マイクロピラー変形—高温構造材料の新しい研究手法として 京大・乾 晴行
  - (2)高 Cr フェライト系耐熱鋼の高温強度と組織ダイナミクス 九大・光原昌寿
- 2017年9月19～21日 愛知県蒲郡市 発表24件(内基調講演2件)/参加40名
  - (1)高強度シリサイド相および高耐酸化性アルミナイド相の導入を目指した耐火金属基 bcc 固溶体合金の組成設計 北大・三浦誠司；(2)材料組織の不均一性とクリープ強度 名大・村田純教
- 2018年9月5～7日 佐賀県武雄市 発表18件(内基調講演2件)/参加43名
  - (1)NIMS における長時間クリープ試験研究 NIMS・澤田浩太
  - (2)計算状態図を基に設計した耐熱アルミニウム合金の組織制御 名大・高田尚記
- 2019年9月23～25日 石川県金沢市 発表22件(内基調講演2件)/参加45名
  - (1)In-situ XRD 測定による高温変形中における微細組織変化の解析 兵庫県立大・足立大樹
  - (2)Cu-Be 系合金の時効析出と寸法変化 金沢大・門前亮一

**3. 成果の公表先：会誌投稿予定**

**4. 研究会世話人：**

佐藤裕之(弘前大)、中島英治(九大)、佐藤英一(宇宙研)、辻 伸泰(京大)、三浦誠司(北大)



**掲 示 板**

〈公募類記事〉

無料掲載：募集人員、締切日、問合せのみ掲載。

有料掲載：1/4頁(700～800文字)程度。

•「まてりあ」とホームページに掲載；15,000円＋税

• ホームページのみ掲載；10,000円＋税

〈その他の記事〉 原則として有料掲載。

• 原稿締切・掲載号：毎月1日締切で翌月号1回掲載

• 原稿提出方法：電子メールと FAX 両方(受け取りメールの確認をして下さい)

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

◇京都大学大学院工学研究科 材料工学専攻 教員公募◇

職 種 准教授 1名

所 属 京都大学大学院工学研究科 材料工学専攻 材料物性学講座 構造物性学分野(吉田キャンパス)

職務内容 構造物性学分野における教育と研究、ならびに材料工学専攻の運営にかかわる業務。

募集人材 構造用金属材料を主たる対象に、固相反応(相変態・析出・再結晶)による組織制御・組織形成原理と、ミクロ・ナノ組織と力学特性の相関に関する教育研究を実践できる人材。

任 期 なし

- 応募資格
- 1) 該当分野またはその関連分野で博士の学位を有すること。
  - 2) 該当分野で研究を進めるための優れた能力があること。
  - 3) 日本語および英語で、専門科目の講義や大学院生の研究指導を担当できること。

着任時期 2020年12月1日以降の出来るだけ早い時期(相談させていただきます)

提出書類 下記の提出書類をすべて PDF 形式の電子ファイルとし、CD-ROM や USB メモリなどの電子媒体で提出すること。封筒に、「教員公募(先端材料機能学講座)」と朱書きし、書類の送付には簡易書留、レターパックもしくは各社の宅配便など、配達記録が残る方法で提出して下さい。

- (1) 履歴書(任意形式)
- (2) 研究業績概要(A4 版 2 枚以内)
- (3) 研究業績リスト(原著論文(英文, 和分別リスト: DOI がある場合は記入), 国際会議プロシーディング, 解説・総説, 著書, 特許)
- (4) 主要論文 3 編以内の別刷り
- (5) 今後の研究計画, 教育活動に関する抱負(A4 版 1 枚以内)

応募締切 2020年7月31日

選考方法 書類審査のうえ、面接により選考を行います。面接の詳細は候補者に別途連絡します。

問合せ先 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻 専攻長 中村裕之

E-mail: application2001@mtl.kyoto-u.ac.jp

「まてりあ」第60巻(2021年)第1号からの表紙デザイン募集

本会報「まてりあ」は、来年(2021年)で創刊60年を迎えます。これを記念して、まてりあ編集委員会では、来年(第60巻第1号)から本誌の表紙を変更することといたしました。表紙デザインは公募により多くの作品を募集したいと考えております。募集要項は下記の通りです。本会のホームページ(<https://data.jim.or.jp/jim/hyoshi/>)でもご案内しております。多くの作品のご応募を心よりお待ちしております。なお、選考の結果、入選作がない可能性もあることを申し添えます。

会報編集委員会 委員長 大塚 誠

「まてりあ」表紙デザイン募集要項

1. 応募資格 会員，非会員を問わない
2. 締め切り **2020年8月31日必着**
3. 賞 金 入選：20万円(1点)
4. 著作権 入選作品は本会に帰属する  
(採用デザインの使用期間中はデザイナーの氏名を目次に記載する)
5. 作品について
  - ① 作品寸法：表 紙：A4版(縦298mm×横210mm)  
背表紙：A4版(縦298mm×横3mm程度)
  - ② 誌名「まてりあ」の現ロゴはデザインの一部に含めても良い
  - ③ 印刷形態：カラー印刷
  - ④ 応募には、出力見本(原本)およびデジタルファイルを提出する(応募作品は返却いたしません)
  - ⑤ 未発表オリジナルの作品に限る  
(他者の著作権を侵害しないことを確認すること)
  - ⑥ 必要事項は下記の通りで、記入箇所を指定する

**表 紙**

- a) まてりあ, Materia Japan
- b) 発行年, 巻数, 号数：2021年第60巻第1号  
or Vol. 60 No. 1 2021
- c) 日本金属学会会報2021年1月1日発行(毎月1回1日発行)  
Vol. 60 No. 1 ISSN 1340-2625 <7ポイント使用>
- d) MTERE2 60 (1) 1~60 (2021) <7ポイント使用>
- e) 本会の URL  
<https://jim.or.jp/>  
<https://www.jim.or.jp/journal/m/>(オンラインジャーナル)
- f) 主な記事題目スペース  
(掲載記事の題目を20文字で挿入するスペース：最大9行程度)

[例]

- 金属素描 ～ナトリウム～
- 特集「磁歪・逆磁歪材料の基礎と振動発電への応用」
- 科学・技術と社会の関係を考える  
—1. 科学・技術から科学技術へ—
- 講義ノート 焼結の基礎—理論的背景から実際まで—  
IV. 通電支援焼結の展開
- 新技術・新製品
- 新企画 思い出の教科書, この1冊!

- g) 表紙写真スペース (掲載記事の中の写真を挿入するスペース：デザインの一部に加える)  
挿入写真の大きさは、最小で、縦90mm, 横65mmを必要とする

**背表紙(縦文字)**

- a) まてりあ
- b) 第60巻 第1号(1~60)
- c) 日本金属学会
- d) 2021

6. 作品提出先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32 (公社)日本金属学会 会報編集委員会  
☎ 022-223-3685 E-mail: [matekoubo@jim.or.jp](mailto:matekoubo@jim.or.jp)  
<https://data.jim.or.jp/jim/hyoshi/> からも応募ができます
7. 応募者情報 お名前(ふりがな), ご連絡先(住所, 電話番号, E-mailアドレス)をご記入下さい
8. 作品のテーマまたはイメージをご記入下さい
9. URL <https://data.jim.or.jp/jim/hyoshi/>  
「日本金属学会について」[https://jim.or.jp/INTRO/intro\\_index.html](https://jim.or.jp/INTRO/intro_index.html)  
「まてりあ」について [https://jim.or.jp/PUBS/materia/m\\_index.html](https://jim.or.jp/PUBS/materia/m_index.html)



「まてりあ」語源：ラテン語のMateriaで、英語のMatter, Materialの語源であり、材料、題材、源、機能などを意味する。

日本金属学会誌掲載論文  
Vol. 84, No. 6 (2020)

—オーバービュー—

熱力学を活用した酸化物・化合物層形成のための水溶液電気化学プロセス設計  
伊崎昌伸

—論文—

温間多軸鍛造 AZ80-F マグネシウム合金の組織と機械的性質  
小林正和 余田悠輔 青葉知弥 三浦博己

航空機用 Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Mo-4Cr 鍛造材のミクロ組織と疲労特性の関係  
田中沙季 赤堀俊和 新家光雄 仲井正昭

多軸鍛造加工を施した Al-Mg-Sc 合金の変形挙動の温度依存性  
山崎隼輔 澤 秀太郎 渡邊千尋  
門前亮一 青葉知弥 三浦博己

Materials Transactions 掲載論文  
Vol. 61, No. 6 (2020)

—Regular Article—

Materials Physics

The Atomic Defect Relaxation Processes in the Ti-Mo Alloys  
Z. C. Zhou, Y. F. Yang, J. Du, S. Y. Gu, X. B. Zhu, Y. J. Yan and M. Sun

Pressure-Composition Phase Diagram of Fe-Ni Alloy  
Yuichi Akahama, Yuki Fujimoto, Tomoyuki Terai, Takashi Fukuda, Saori Kawaguchi, Naohisa Hirao, Yasuo Ohishi and Tomoyuki Kakeshita

Atomic Simulations of Interactions between Edge Dislocations and a Twist Grain Boundary in Mg  
Naoki Miyazawa, Shunya Suzuki, Masakata Hakamada and Mamoru Mabuchi

Microstructure of Materials

Effects of Carbon Concentration Change on Growth of Compound Layer in Surface of Nitrided Steel  
Takahide Umehara and Masato Yuya

Microstructure Analysis of Quenched Semi-Solid A356 Aluminum Alloy Slurry by Using Weck's Reagent  
Simin Lei, Li Gao, Yohei Harada and Shinji Kumai

Kinetic Analysis for Contribution of Interface Reaction to Migration of  $\gamma/\alpha$  Interface in Binary Fe-C System  
Tatsuya Nakagaito, Minh O and Masanori Kajihara

Precipitation of Titanium in Titanium Carbide Particles Dispersed in Titanium Matrix Composites Synthesized from Ti-C-N System Powder Mixtures Using Arc-Melting Method  
Hiroshi Tsuda, Tomoatsu Ozaki and Shigeo Mori

Mechanics of Materials

Strain Softening of Siltstones in Consolidation Process  
Nana Kamiya, Feng Zhang, Junichi Fukuoka, Yushi Kato and Weiren Lin

Sliding-Wear Properties of Electro-Deposited Films with Cu and Pulse-Plated Ni Multi-Layers  
Hiroyuki Hagiwara, Kohei Nakamura, Yoshihisa Kaneko and Makoto Uchida

Creep-Fatigue Damage for Boiler Header Stub Mock-Up Specimen of 47Ni-23Cr-23Fe-7W Alloy  
Naoki Yamazaki, Kyohei Nomura and Keiji Kubushiro

Materials Chemistry

Surface-Modified Layer Formed by Plasma Nitriding Using Chromium Screen  
Naoya Toshioka and Akio Nishimoto

Effect of Machining on the Oxide Film Formation of Austenite Stainless Steel in 300°C High Temperature Water  
Wenxi Ti, Huanchun Wu, Chengtao Li, Guodong Zhang, Fei Xue and Xitao Wang

Photoluminescence from Anodic Aluminum Oxide Formed via Etidronic Acid Anodizing and Enhancing the Intensity  
Tatsuya Kikuchi, Shunta Akiya, Kaito Kunimoto, Ryosuke O. Suzuki and Shungo Natsui

Engineering Materials and Their Applications

In-Situ Measurement of Internal Stress Distribution Change of TT600 by Energy-Dispersive X-ray Diffraction with White X-ray Micro Beam  
Takashi Doi, Manabu Kanzaki, Yasuhiro Masaki, Tomotaka Miyazawa and Masugu Sato

Corrosion Behavior and Bacterial Viability on Different Surface States of Copper  
Masaya Shimabukuro, Tomoyo Manaka, Yusuke Tsutsumi, Kosuke Nozaki, Peng Chen, Maki Ashida, Akiko Nagai and Takao Hanawa

Influence of Isothermal Annealing on Mechanical Properties of Cu-Clad Al Wire  
Takeshi Kizaki, Minh O and Masanori Kajihara

Environment

A New Criterion for Decision-Making in Mesh Simplification of 3D-Scanned Objects Used in Discrete-Element Modelling  
Jun Katagiri and Shigeki Koyanaka

Using Grain Refiner Al-3Ti-0.3C to Improve Al-Water Reaction Rate and Yield  
DongDong Zhou and Jun Fan

—Express Rapid Publication—

Non-Basal Dislocation Nucleation Site of Solid Solution Magnesium Alloy  
Hidetoshi Somekawa, Dudekula Althaf Basha, Alok Singh, Tomohito Tsuru and Masatake Yamaguchi

Announcement

新 入 会 員

(2020年3月21日～2020年4月20日)

正 員

赤田 亮太 アイシン精機株式会社  
飯田 祐介 長野県工科短期大学校

唐沢 秀行 長野県工業技術総合センター  
林田 知子

村上 元 日立金属株式会社

学 生 員

安部 博幸 愛媛大学  
神谷 恭平 群馬大学  
坂本 雅史 熊本大学

田村 純子 東京工業大学  
濱島 隼 関西大学  
古川 友貴 九州大学

山本 浩司 金沢工業大学

外国一般会員

Uan Jun-Yen  
National Chung Hsing University

Wang Qinying  
Southwest Petroleum University

ZHAO Zhongyu  
Xi'an University of Architecture and Technology

外国学生会員

Liu Renjun University of Macau

Mirzaei Bahram 茨城大学

XUHUI DENG 芝浦工業大学



まてりあ第59巻7号 予告

[金属素描] インジウム

[新進気鋭] 次世代電子デバイス用カルコゲナイド系相変化材料の研究 …… 齊藤雄太

特集企画「金属学的アプローチによる触媒材料設計」

—他—

(編集の都合により変更になる場合がございます)



〈訂 正〉

まてりあ 59巻(2020) 第5号 229頁

シリーズ「金属素描」 No. 9 ガリウム(Gallium) 東北大学 森戸春彦

下記文章に誤りがありましたので、訂正いたします。

左段1行目

(正) 1869年, ロシアの化学者メンデレーエフは・・・

(誤) 1869年, フランスの化学者メンデレーエフは・・・

2019年度の事業の概要は、次の通りである。(詳細は本会ホームページ/情報公開を参照のこと。)

- ①2019年度は公益社団法人に移行した7年目の事業年度であり、定款に定める公益目的事業を推進した。
- ②刊行事業では、会報は月平均68頁で、冊子体は5,500部を刊行するとともに、電子ジャーナルを刊行した。魅力ある会報に受けた取り組みを推進し、「金属素描」と「金属なんでもランキング!」の各号交互掲載、巻頭読み物記事および「先達からのお便り」並びに「スポットライト」の掲載を継続した。さらに、新企画の「思い出の教科書、この1冊!」および「科学館めぐり」の掲載を開始した。会誌は月平均39頁で、オンラインジャーナルを刊行した。なお、冊子体は290部を発行した。また、フリーアクセス、投稿・審査の無料、Graphical Abstract掲載およびAdvance Viewを継続した。欧文誌Materials Transactionsは平均219頁で、オンラインジャーナルを刊行した。なお、冊子体は190部を発行した。特集およびOvervie並びにReviewの増強を継続し、J-STAGEへのお勧め論文掲載、各号公開やフリーダウンロード可能となった論文のメール配信、高被引用論文のメール配信、依頼Overviewや被引用の見込まれる論文のフリーダウンロード化、投稿・審査料の追加費用によるフリーダウンロード化、Graphical Abstractの必須化を継続した。特集は11件を掲載した。また、新たに和文誌掲載論文の英訳論文のフリーダウンロード化を開始した。
- ③講演会・講習会事業では、春期講演大会を東京電機大学東京千住キャンパスにて、講演件数678件、参加者数1,273名で開催し、秋期講演大会を岡山大学津島キャンパスにて、講演件数1,042件、参加者数1,580名で開催した。公募シンポジウムは春期講演大会で7テーマ、秋期講演大会で8テーマと活発に開催した。企画シンポジウムは春期講演大会で1テーマ、秋期講演大会で3テーマ開催した。秋期講演大会の企画シンポジウムの1件は、自動車技術会・日本鉄鋼協会と合同で開催した。秋期講演大会では第2回高校生・高専学生ポスターセッションを開催した。また、春期講演大会に合わせて第5回企業説明会を開催した。ランチョンセミナーの開催を継続した。講演大会委員会では、一般講演のセッションの大括り化改編および分野の9分野への再編を実施した。金属学会シンポジウムは2テーマ開催した。支部では、55件の講演会・講習会を開催し、講演会・講習会事業の積極的な推進を継続した。
- ④調査・研究事業では、9分科への分科再編を実施した。新規研究会を1件採択し、10の研究会が活動を行った。若手研究グループを2件採択し、6件の研究グループが活動を行った。さらに、日本金属学会フロンティア研究助成の募集を開始した。支部では35件の研究会、8件の見学会を開催した。男女共同参画委員会では、講演大会会場におけるランチョンミーティングおよび女性会員の集いの開催を継続した。国際連携活動ではIOMMSとのWorld Materials Day Award授賞およびTMSとのJIM/TMS Young Leader相互派遣、KIMとの大会への相互表敬訪問および主催でのKIM-JIM共同シンポジウム開催を実施した。
- ⑤表彰・奨励事業では、春表彰10件、秋表彰12件を授賞した。名誉員2名を推戴し、フェロー1名を認定した。各種賞の見直しを行い、2020年度から施行することを決定した。支部でも主に若手を対象とした19件の授賞を実施した。
- ⑥庶務では、セルフガバナンスの推進に努めた。定時社員総会を開催し、理事会はほぼ2ヶ月ごとに開催し、業務執行理事による業務執行報告を行なった。法令で定められた申請書類や定期提出書類を提出した。また、地区別の代議員の定数を見直すとともに、代議員および役員はその全数を2年毎に改選することを決定した。さらに、会費前納による終身会員の制度を創設することを決定した。
- ⑦会計では、公益法人の財務3基準である、収支相償、公益目的事業比率、遊休財産額保有上限額をいずれも達成した。なお、本年度は会費収益の65%を公益目的事業に配賦した。また、国際会議開催準備資金100万円および研究助成事業のための調査・研究事業拡充資金2,000万円を積み増した。

公益社団法人 日本金属学会 2019年度決算

正 味 財 産 増 減 計 算 書

2019年3月1日から2020年2月29日まで

(単位:円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減	備 考
I 一般正味財産増減の部				
1. 経常増減の部				
(1)経常収益				
特定資産運用益	25,098,559	25,098,091	468	
特定資産受取利息	25,098,559	25,098,091	468	
退職給付引当資産	693,263	693,223	40	
減価償却引当資産	74	54	20	
刊行事業資金	6,390,499	6,390,499	0	
刊行事業拡充賛助寄付資金	1,280	1,280	0	
講演会・講習会事業資金	5,991,650	5,991,650	0	
講演会・講習会事業拡充資金	0	162	-162	
調査・研究事業資金	5,290,464	5,290,464	0	
調査・研究事業拡充資金	305	0	305	
国際学術交流資金	1,734,000	1,734,000	0	

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減	備 考
国際会議開催準備資金	53	28	25	
表彰・奨励事業資金	1,050,000	1,050,000	0	
学会賞資金	235,501	235,501	0	
研究技術功労賞資金	119,000	119,000	0	
奨励賞・奨学賞等資金	841,950	841,950	0	
谷川・ハリス賞資金	255,000	255,000	0	
増分量賞資金	595,000	595,000	0	
村上賞資金	1,900,520	1,900,280	240	
<b>受取入会金</b>	<b>124,000</b>	<b>106,000</b>	<b>18,000</b>	
受取入会金	124,000	106,000	18,000	
<b>受取会費</b>	<b>68,083,792</b>	<b>69,655,225</b>	<b>-1,571,433</b>	
正員受取会費	33,118,703	34,343,348	-1,224,645	会員数減
学生員受取会費	3,580,215	3,389,842	190,373	
維持員受取会費	30,191,667	30,743,055	-551,388	口数減
外国会員受取会費	1,193,207	1,178,980	14,227	
<b>事業収益</b>	<b>106,078,315</b>	<b>105,244,840</b>	<b>833,475</b>	
<b>刊行事業収益</b>	<b>64,094,240</b>	<b>62,210,113</b>	<b>1,884,127</b>	
会報購読費収益	2,831,463	2,155,907	675,556	前受金増
会誌購読費収益	6,704,943	6,624,886	80,057	
欧文誌購読費収益	13,698,928	9,860,240	3,838,688	購読増、前受金増
会報別刷等収益	4,251,112	3,484,904	766,208	別刷増
会誌別刷・審査収益	979,440	1,930,824	-951,384	掲載数減
欧文誌別刷・審査収益	27,437,248	27,227,518	209,730	
刊行事業広告収益	4,247,728	6,733,800	-2,486,072	広告減
講座・現代の金属学収益	1,759,558	1,991,902	-232,344	
金属化学入門シリーズ収益	1,938,152	1,964,602	-26,450	
単行本収益	245,668	235,530	10,138	
<b>講演会・講習会事業収益</b>	<b>40,850,075</b>	<b>37,809,727</b>	<b>3,040,348</b>	
講演大会参加費収益	23,134,000	18,550,200	4,583,800	秋期大会から概要ダウンロード化により参加費に集約
講演概要集収益	4,920,556	10,059,612	-5,139,056	秋期大会から概要集発行停止
講演大会懇親会参加費収益	925,000	921,000	4,000	
分科会シンポジウム参加費収益	1,273,000	0	1,273,000	開催増
分科会シンポジウム予稿集収益	201,924	331,615	-129,691	
セミナー参加費収益	0	1,440,611	-1,440,611	開催減
セミナーテキスト収益	32,799	122,580	-89,781	
講演会・講習会事業広告収益	4,592,248	4,316,239	276,009	
講演会・講習会事業収益	3,571,074	0	3,571,074	企業説明会を調査・研究事業から移管
講演会・講習会事業委託収益	348,774	437,433	-88,659	
支部講演会・講習会事業収益	1,850,700	1,630,437	220,263	
<b>調査・研究事業収益</b>	<b>0</b>	<b>2,957,000</b>	<b>-2,957,000</b>	
調査・研究事業収益	0	2,957,000	-2,957,000	企業説明会を講演会・講習会事業に移管
<b>表彰・奨励事業収益</b>	<b>1,134,000</b>	<b>2,268,000</b>	<b>-1,134,000</b>	
審査・投稿料収益	1,134,000	2,268,000	-1,134,000	新技術・新製品投稿数減
<b>受取補助金等</b>	<b>1,400,000</b>	<b>1,230,000</b>	<b>170,000</b>	
受取国庫助成金	100,000	500,000	-400,000	
受取地方公共団体補助金	1,250,000	0	1,250,000	おかやま観光コンベンション
受取地方公共団体助成金	50,000	730,000	-680,000	おかやま観光コンベンション
<b>受取寄付金</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
受取寄付金	0	0	0	
<b>雑収益</b>	<b>465,400</b>	<b>452,183</b>	<b>13,217</b>	
受取利息	515	559	-44	
雑収益	464,823	451,557	13,266	
支部受取利息・雑収益	62	67	-5	
<b>経常収益計</b>	<b>201,250,066</b>	<b>201,786,339</b>	<b>-536,273</b>	
<b>(2)経常費用</b>				
<b>事業費</b>	<b>160,084,106</b>	<b>161,477,632</b>	<b>-1,393,526</b>	
<b>刊行事業費</b>	<b>83,384,390</b>	<b>87,021,747</b>	<b>-3,637,357</b>	
給料手当	26,296,208	25,912,297	383,911	
退職給付費用	1,694,279	1,982,297	-288,018	
福利厚生費	4,543,406	4,373,642	169,764	
会報刊行費	32,110,946	30,509,019	1,601,927	ページ数増
会誌刊行費	4,163,376	6,039,185	-1,875,809	冊子カラー印刷廃止
欧文誌刊行費	13,933,686	16,385,192	-2,451,506	冊子カラー印刷廃止
学術図書類刊行費	642,489	1,820,115	-1,177,626	別刷増
<b>講演会・講習会事業費</b>	<b>54,425,865</b>	<b>50,162,710</b>	<b>4,263,155</b>	
給料手当	15,777,724	15,547,379	230,345	
退職給付費用	1,016,567	1,189,378	-172,811	
福利厚生費	2,726,044	2,624,185	101,859	
講演大会開催費	26,629,639	22,050,409	4,579,230	会場費増、企業説明会を調査・研究事業から移管
講演大会懇親会費	1,661,620	1,494,005	167,615	
本多記念講演開催費	283,320	224,922	58,398	

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減	備 考
金属学会シンポジウム開催費	849,716	197,287	652,429	開催増
セミナー開催費	302,566	1,841,496	-1,538,930	開催減
国際会議開催費	392,537	25,408	367,129	
支部講演会・講習会開催費	4,786,132	4,968,241	-182,109	
<b>調査・研究事業費</b>	<b>12,567,340</b>	<b>14,330,721</b>	<b>-1,763,381</b>	
給料手当	2,629,621	2,591,230	38,391	
退職給付費用	169,428	198,230	-28,802	
福利厚生費	454,341	437,364	16,977	
関連団体連携事業費	35,026	195,240	-160,214	
日本工学会費	153,080	231,869	-78,789	
材料戦略委員会費	3,000	15,000	-12,000	
科研費委員会費	2,500	2,500	0	
人材育成委員会費	135,840	15,000	120,840	
男女共同参画委員会費	122,223	151,757	-29,534	
調査研究委員会費	1,981,084	3,140,986	-1,159,902	企業説明会を講演会・講習会事業に移管
研究会費	3,030,243	2,362,887	667,356	研究集会増
研究助成費	2,500	0	2,500	
企画委員会費	1,017,937	712,723	305,214	
セルフガバナンス委員会費	2,500	2,500	0	
国際学術交流委員会費	1,120,728	2,418,354	-1,297,626	会議減, 派遣減
支部調査・研究事業費	1,707,289	1,855,081	-147,792	
<b>表彰・奨励事業費</b>	<b>9,664,645</b>	<b>9,917,778</b>	<b>-253,133</b>	
給料手当	2,629,621	2,591,230	38,391	
退職給付費用	169,428	198,230	-28,802	
福利厚生費	454,341	437,364	16,977	
名誉員費	236,616	86,640	149,976	
各種賞検討委員会費	1,520,522	1,505,708	14,814	
学会賞費	874,324	876,393	-2,069	
学術貢献賞費	6,565	37,091	-30,526	
学術功労賞費	3,500	15,575	-12,075	
技術賞費	72,555	75,422	-2,867	
技術開発賞費	193,844	464,947	-271,103	
金属組織写真賞費	129,359	57,167	72,192	
研究技術功労賞費	369,642	426,445	-56,803	
功績賞費	210,665	211,390	-725	
功労賞費	4,180	13,236	-9,056	
奨励賞・奨学賞等費	320,314	305,497	14,817	
谷川・ハリス賞費	72,555	61,510	11,045	
増本量賞費	207,838	411,094	-203,256	
まてりあ賞	5,881	50,821	-44,940	
村上賞費	1,301,820	1,448,355	-146,535	
論文賞費	434,438	293,139	141,299	
フェロー費	177,444	147,136	30,308	
支部表彰・奨励事業費	269,193	203,388	65,805	
<b>貸倒引当損</b>	<b>41,866</b>	<b>44,676</b>	<b>-2,810</b>	
<b>管理費</b>	<b>20,247,326</b>	<b>18,788,263</b>	<b>1,459,063</b>	
給料手当	5,259,239	5,182,458	76,781	
退職給付費用	338,855	396,459	-57,604	
福利厚生費	908,678	874,726	33,952	
会議費	784,545	812,053	-27,508	
旅費交通費	3,075,886	3,957,914	-882,028	会議減
通信運搬費	573,066	548,062	25,004	
減価償却費	194,744	299,562	-104,818	
消耗什器備品費	266,607	163,537	103,070	
消耗品費	127,276	58,006	69,270	
修繕費	0	43,200	-43,200	
印刷製本費	893,204	19,411	873,793	刊行物の在庫減
光熱水料費	39,313	40,899	-1,586	
賃借料	522,400	518,400	4,000	
保険料	13,316	14,502	-1,186	
諸謝金	20,046	20,046	0	
租税公課	3,326,500	3,094,900	231,600	
送金手数料	119,447	116,249	3,198	
支払負担金	122,984	0	122,984	
システム管理費	477,864	445,854	32,010	
委託費	1,535,800	1,512,000	23,800	
貸倒引当損	41,865	44,675	-2,810	
雑費	1,605,691	625,350	980,341	貸倒増
<b>経常費用計</b>	<b>180,331,432</b>	<b>180,265,895</b>	<b>65,537</b>	
<b>評価損益等調整前経常増減額</b>	<b>20,918,634</b>	<b>21,520,444</b>	<b>-601,810</b>	
評価損益等	0	0	0	
<b>当期経常増減額</b>	<b>20,918,634</b>	<b>21,520,444</b>	<b>-601,810</b>	

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減	備 考
2. 経常外増減の部				
(1)経常外収益				
経常外収益計	0	0	0	
(2)経常外費用				
固定資産除却損	322,560	0	322,560	
経常外費用計	322,560	0	322,560	
当期経常外増減額	-322,560	0	-322,560	
当期一般正味財産増減額	20,596,074	21,520,444	-924,370	
一般正味財産期首残高	1,047,049,416	1,025,528,972	21,520,444	
一般正味財産期末残高	1,067,645,490	1,047,049,416	20,596,074	
II. 指定正味財産増減の部				
特定資産受取利息	1,900,000	1,900,000	0	
未経過償還差額金の償却額	30,380	30,380	0	
刊行事業拡充賛助寄付金	50,000	150,000	-100,000	
一般正味財産への振替額	1,900,000	1,900,000	0	
当期指定正味財産増減額	80,380	180,380	-100,000	
指定正味財産期首残高	446,813,166	446,632,786	180,380	
指定正味財産期末残高	446,893,546	446,813,166	80,380	
III. 正味財産期末残高	1,514,539,036	1,493,862,582	20,676,454	

- (注) 1. 小科目の対前年度比較30%超かつ50万円超の増減の理由および補足説明を備考欄に記載した。  
2. 人件費の配賦率は、刊行事業50%、講演会・講習会事業30%、調査・研究事業5%、表彰・奨励事業5%、法人会計10%としている。

◇ ◇ ◇

2019年度決算 貸借対照表

2020年2月29日現在

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I. 資産の部			
1. 流動資産			
現金預金	102,577,707	104,123,718	-1,546,011
未収会費	2,791,165	2,978,497	-187,332
未収金	3,293,952	3,559,374	-265,422
貸倒引当金	-182,548	-193,857	11,309
前払金	1,038,352	754,817	283,535
棚卸資産	5,223,529	6,028,522	-804,993
その他流動資産	0	11,336	-11,336
流動資産合計	114,742,157	117,262,407	-2,520,250
2. 固定資産			
(1)特定資産			
退職給付引当資産	71,845,421	68,456,864	3,388,557
減価償却引当資産	7,638,962	7,453,792	185,170
刊行事業資金	305,000,000	305,000,000	0
刊行事業拡充賛助寄付資金	128,500,000	128,450,000	50,000
講演会・講習会事業資金	306,500,000	306,500,000	0
国際会議開催準備資金	4,500,000	3,500,000	1,000,000
調査・研究事業資金	269,837,726	269,797,262	40,464
調査・研究事業拡充資金	50,000,000	30,000,000	20,000,000
国際学術交流資金	102,000,000	102,000,000	0
表彰・奨励事業資金	50,000,000	50,000,000	0
学会賞資金	11,510,000	11,510,000	0
研究技術功労賞資金	7,000,000	7,000,000	0
奨励賞・奨学賞等資金	54,000,000	54,000,000	0
谷川・ハリス賞資金	15,000,000	15,000,000	0
増本量賞資金	35,000,000	35,000,000	0
村上賞資金	103,883,546	103,853,166	30,380
特定資産合計	1,522,215,655	1,497,521,084	24,694,571
(2)その他固定資産			
什器備品	745,386	745,386	0
減価償却累計額	-640,430	-570,460	-69,970
リース 什器備品	5,279,904	5,279,904	0
減価償却累計額	-2,060,424	-1,180,440	-879,984
小計 什器備品	6,025,290	6,025,290	0
減価償却累計額	-2,700,854	-1,750,900	-949,954
ソフトウェア	8,234,160	9,201,840	-967,680
減価償却累計額	-6,998,532	-6,883,332	-115,200
リース ソフトウェア	1,185,840	1,185,840	0
減価償却累計額	-592,920	-355,752	-237,168
小計 ソフトウェア	9,420,000	10,387,680	-967,680
減価償却累計額	-7,591,452	-7,239,084	-352,368
電話加入権	50,300	50,300	0
敷 金	2,400,000	2,400,000	0
その他固定資産合計	7,603,284	9,873,286	-2,270,002
固定資産合計	1,529,818,939	1,507,394,370	22,424,569
資産合計	1,644,561,096	1,624,656,777	19,904,319
II. 負債の部			
1. 流動負債			
未払金	3,101,353	2,847,052	254,301
前受金	44,010,674	47,637,086	-3,626,412
預り金	7,232,212	6,923,641	308,571
リース債務	1,117,152	1,117,152	0
その他流動負債	0	0	0
流動負債合計	55,461,391	58,524,931	-3,063,540
2. 固定負債			
リース債務	2,695,248	3,812,400	-1,117,152
退職給付引当金	71,845,421	68,456,864	3,388,557
固定負債合計	74,540,669	72,269,264	2,271,405
負債合計	130,002,060	130,794,195	-792,135
III. 正味財産の部			
1. 指定正味財産			
寄付金	446,893,546	446,813,166	80,380
(うち特定資産への充当額)	446,893,546	446,813,166	80,380
(うち特定資産への充当額)	(446,893,546)	(446,813,166)	(80,380)
2. 一般正味財産			
一般正味財産	1,069,424,590	1,047,049,416	87,173,536
(うち特定資産への充当額)	1,069,424,590	1,047,049,416	87,173,536
(うち特定資産への充当額)	(1,003,476,688)	(982,251,054)	(21,225,634)
正味財産合計	1,514,559,036	1,493,862,582	20,696,454
負債及び正味財産合計	1,644,561,096	1,624,656,777	19,904,319

公益社団法人 日本金属学会 2020年度事業計画書

(自 2020年3月1日 至 2021年2月28日)

2020年度の事業の概要は、次のとおりである。(詳細は本会ホームページ/情報公開を参照のこと。)

- ①2020年度は、公益社団法人としての8年目の事業年度であり、引き続きセルフガバナンスに基づいて、公益目的事業を公正かつ適切に推進する。
- ②日本金属学会ビジョンおよび10年後の姿の実現に向けた諸施策を推進する。
- ③刊行事業については、機関誌3誌の刊行を推進する。まてりあは、昨年立てた新企画を盛り込んだ編集計画を実行する。具体的には、入門講座や講義ノート等の学術および技術並びに情報の記事を充実させる。さらに、金属および関連材料に関する情報が知りたいときに必ず手に入る情報誌であることを実現させるために、誌面や記事構成の更新等を推進する。具体的な対応策として、掲載記事構成の定型化を行い、これに簡潔な記事(研究室紹介、はばたく等)を散りばめていく。さらに、編集委員の執筆記事を加えて、ページ数を増加させる。日本金属学会誌は、日本語で書かれた最新知見の発信や高度な専門性のある提案・意見交流・学理追求の場として維持向上を図るために、積極的な投稿勧誘等およびレビューやオーバービューの掲載を推進する。Materials Transactionsは、日本の代表的な材料系英文論文誌でありつづけるよう、より一層高度化するとともに、インパクトファクターの向上を目指し、ReviewやOverviewの掲載や査読の厳格化等によって掲載論文の質を向上させる。さらに、編集方針や投稿・査読プロセスを共同刊行学協会で統一するための編集の一本化を推進する。学術図書類は、既刊コンテンツのデジタル化および理数探求科目履修支援のためのコンテンツ制作を推進する。
- ④講演会・講習会事業については、最新の研究や技術を発信し、大学・企業・研究所を越えた多様かつ多くの研究者や技術者が集い交流する魅力ある講演大会を目指して、魅力ある公募ならびに企画シンポジウムの開催や他学協会との連携企画の拡充等の施策を推進する。また、講演大会参加者の利便性を向上させるために、講演概要集のWeb化を推進する。さらに、基礎から最新の研究や技術までを学べるセミナー・シンポジウムの開催や次世代を担う人材の教育と育成に貢献するとともに、高校生・高専生が材料の魅力を理解するための機会を作る。
- ⑤調査・研究事業については、我が国の材料科学を先導していくことを目指し、再編した分科による活動を推進する。また、若手研究者の育成を目的として、若手研究グループへの研究活動助成を行い、新たに若手研究者への研究助成事業を開始する。さらに、金属および関連材料に興味を持つ若い世代を育てることを目指し、学校教育の支援や青少年向けイベントの開催、若手交流等の人材育成に関する事業を拡充する。国際学術交流は、従来から推進しているTMSおよびKIMとの交流等の推進に加えて、講演大会における国際セッションの開催を検討する。男女ともに学会で活躍できる環境作りのために男女共同参画事業を行う。
- ⑥表彰・奨励事業については、昨年度見直した各種賞の着実な実施を推進する。
- ⑦庶務については、引き続き法令等および本会の定めにより、公正かつ適切に行う。また、学会の活動を広く世間に周知するために、広報活動を推進する。
- ⑧会計については、引き続き最新の公益法人会計基準および公益認定等ガイドライン等に則り、公正かつ適切に行う。

公益社団法人 日本金属学会 2020年度収支予算書

2020年3月1日から2021年2月28日まで

(単位：円)

科 目	当 年 度	前年度予算額	増 減	備 考
I 一般正味財産増減の部				
1. 経常増減の部				
(1)経常収益				
特定資産運用益	25,142,775	25,137,956	4,819	
特定資産受取利息	25,142,775	25,137,956	4,819	
退職給付引当資産	699,291	698,050	1,241	
減価償却引当資産	1,491	1,113	378	
刊行事業資金	6,391,250	6,391,250	0	
刊行事業拡充賛助寄付資金	25,660	25,660	0	
講演会・講習会事業資金	5,991,625	5,991,625	0	
講演会・講習会事業拡充資金	4,166	4,166	0	
調査・研究事業資金	5,290,464	5,290,464	0	
調査・研究事業拡充資金	6,000	3,000		
国際学術交流資金	1,734,000	1,734,000	0	
国際会議準備資金	700	500		
表彰・奨励事業資金	1,050,000	1,050,000	0	
学会賞資金	235,503	235,503	0	
研究技術功労賞資金	119,000	119,000	0	
奨励賞・奨学賞等資金	842,625	842,625	0	
谷川・ハリス賞資金	255,000	255,000	0	
増本量賞資金	595,000	595,000	0	
村上賞資金	1,901,000	1,901,000	0	
受取入会金	110,000	110,000	0	
受取入会金	110,000	110,000	0	
受取会費	69,590,000	66,900,000	2,690,000	
正員受取会費	34,300,000	35,200,000	-900,000	正員減
学生員受取会費	3,080,000	3,040,000	40,000	
維持員受取会費	31,000,000	27,800,000	3,200,000	維持員増
外国会員受取会費	1,210,000	860,000	350,000	

科 目	当 年 度	前年度予算額	増 減	備 考
<b>事業収益</b>	<b>95,204,339</b>	<b>94,640,493</b>	<b>563,847</b>	
<b>刊行事業収益</b>	<b>54,618,739</b>	<b>52,096,293</b>	<b>2,522,447</b>	
会報購読費収益	1,978,785	2,134,490	-155,705	
会誌購読費収益	4,671,193	3,565,200	1,105,993	2019年度見込み
欧文誌購読費収益	10,737,453	10,072,480	664,973	2019年度見込み
会報別刷等収益	2,885,400	2,431,800	453,600	
会誌別刷・審査収益	840,000	840,000	0	
欧文誌別刷・審査収益	24,060,000	23,124,000	936,000	2019年度見込み
刊行事業広告収益	5,544,000	5,544,000	0	
講座・現代の金属学収益	1,787,087	2,111,496	-324,409	
金属化学入門シリーズ収益	2,067,267	2,036,867	30,400	
単行本収益	47,555	235,960	-188,405	
<b>講演会・講習会事業収益</b>	<b>39,376,000</b>	<b>36,605,000</b>	<b>2,771,000</b>	
講演大会参加費収益	26,356,000	17,849,500	8,506,500	概要集ダウンロード化
講演概要集収益	0	8,914,700	-8,914,700	概要集ダウンロード化
講演大会懇親会参加費収益	1,030,000	740,800	289,200	
金属学会シンポジウム参加費収益	900,000	900,000	0	
金属学会シンポジウム予稿集収益	10,000	10,000	0	
セミナー参加費収益	1,530,000	1,530,000	0	
セミナーテキスト収益	30,000	30,000	0	
講演会・講習会事業広告収益	3,930,000	3,870,000	60,000	
講演会・講習会事業収益	3,400,000	0	3,400,000	企業説明会を調査・研究会事業から移管
支部講演会・講習会事業収益	1,630,000	2,200,000	-570,000	2018年度実績
講演会・講習会事業委託収益	560,000	560,000	0	
<b>調査・研究事業収益</b>	<b>0</b>	<b>3,520,000</b>	<b>-3,520,000</b>	
調査・研究事業収益	0	3,520,000	-3,520,000	企業説明会を講演会・講習会事業へ移管
<b>表彰・奨励事業収益</b>	<b>1,209,600</b>	<b>2,419,200</b>	<b>-1,209,600</b>	
審査・投稿料収益	1,209,600	2,419,200	-1,209,600	新技術・新製品投稿料値下げ
<b>受取補助金等</b>	<b>2,600,000</b>	<b>600,000</b>	<b>2,000,000</b>	
受取地方公共団体助成金	2,500,000	500,000	2,000,000	秋期講演大会助成
受取国庫助成金	100,000	100,000	0	雇用開発助成
<b>受取負担金</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
受取負担金	0	0	0	
<b>受取寄付金</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
受取寄付金	0	0	0	
<b>雑収益</b>	<b>440,955</b>	<b>379,375</b>	<b>61,580</b>	
受取利息	560	800	-240	
雑収益	440,325	378,275	62,050	
支部受取利息・雑収益	70	300	-230	
<b>経常収益計</b>	<b>193,088,069</b>	<b>187,767,824</b>	<b>5,320,246</b>	
(2)経常費用				
<b>事業費</b>	<b>181,112,484</b>	<b>174,714,980</b>	<b>6,397,504</b>	
<b>刊行事業費</b>	<b>83,442,511</b>	<b>86,145,076</b>	<b>-2,702,565</b>	
給料手当	25,445,365	25,510,000	-64,635	
退職給付費用	1,316,894	1,460,000	-143,106	
福利厚生費	4,536,817	6,700,000	-2,163,183	前年度見積り過大
会報刊行費	26,681,485	26,678,076	3,409	
会誌刊行費	3,953,141	3,905,524	47,617	
欧文誌刊行費	14,843,809	15,352,576	-508,767	ページ数減
学術図書類刊行費	6,665,000	6,538,900	126,100	
<b>講演会・講習会事業費</b>	<b>53,694,992</b>	<b>54,032,810</b>	<b>-337,818</b>	
給料手当	15,267,219	15,306,000	-38,781	
退職給付費用	790,136	876,000	-85,864	
福利厚生費	2,722,090	4,020,000	-1,297,910	前年度見積り過大
講演大会開催費	24,318,337	23,924,600	393,737	会場費増、企業説明会を調査・研究会事業から移管
講演大会懇親会費	2,300,000	1,540,000	760,000	懇親会費増
本多記念講演開催費	230,700	230,700	0	
金属学会シンポジウム開催費	1,394,770	1,394,770	0	
セミナー開催費	1,702,740	1,702,740	0	
国際会議開催費	0	0	0	
支部講演会・講習会開催費	4,969,000	5,038,000	-69,000	

科 目	当 年 度	前年度予算額	増 減	備 考
<b>調査・研究事業費</b>	<b>33,353,927</b>	<b>23,057,094</b>	<b>10,296,833</b>	
給料手当	2,544,536	2,551,000	- 6,464	
退職給付費用	131,689	146,000	- 14,311	
福利厚生費	453,682	670,000	- 216,318	
関連団体連携事業費	26,500	51,500	- 25,000	
日本工学会費	429,483	285,984	143,499	
材料戦略委員会費	82,500	202,500	- 120,000	
科研費委員会費	1,000	1,000	0	
人材育成委員会費	140,000	150,120	- 10,120	
男女共同参画委員会費	190,000	190,000	0	
調査研究委員会費	6,405,617	8,069,570	- 1,663,953	企業説明会を講演会・講習会事業へ移管
研究会費	2,700,000	4,000,000	- 1,300,000	若手研究グループ減
研究助成費	15,395,000	395,000	15,000,000	助成金交付開始
企画委員会費	1,546,625	1,327,250	219,375	
セルフガバナンス委員会費	11,000	83,500	- 72,500	
国際学術交流委員会費	1,442,295	2,511,670	- 1,069,375	派遣減
支部調査・研究事業費	1,854,000	2,422,000	- 568,000	2018年度実績
<b>表彰・奨励事業費</b>	<b>10,621,054</b>	<b>11,480,000</b>	<b>- 858,946</b>	
給料手当	2,544,536	2,551,000	- 6,464	
退職給付費用	131,689	146,000	- 14,311	
福利厚生費	453,682	670,000	- 216,318	
名誉員費	232,000	232,000	0	
各種賞検討委員会費	1,997,817	1,950,200	47,617	
学会賞費	940,110	940,110	0	
学術貢献賞費	1,000	14,500	- 13,500	
学術功労賞	0	14,500	- 14,500	
技術賞費	103,120	80,090	23,030	
技術開発賞費	696,200	1,258,400	- 562,200	授賞数減
金属組織写真賞費	234,200	234,200	0	
研究技術功労賞費	527,500	527,500	0	
功績賞費	224,500	181,800	42,700	
功労賞費	0	13,050	- 13,050	
奨励賞・奨学賞等費	409,700	272,950	136,750	
谷川・ハリス賞費	33,350	54,700	- 21,350	
増本量賞費	212,350	412,700	- 200,350	
まてりあ賞	4,700	4,700	0	
村上賞費	1,389,750	1,389,750	0	
論文賞費	203,100	203,100	0	
フェロー費	68,750	43,750	25,000	
支部表彰・奨励事業費	213,000	285,000	- 72,000	
<b>管理費</b>	<b>18,807,715</b>	<b>18,049,400</b>	<b>758,315</b>	
給料手当	5,089,073	5,102,000	- 12,927	
退職給付費用	263,379	292,000	- 28,621	
福利厚生費	907,363	1,340,000	- 432,637	
会議費	868,200	830,000	38,200	
旅費交通費	2,750,000	2,750,000	0	
通信運搬費	1,311,276	880,000	431,276	
減価償却費	189,249	300,000	- 110,751	
消耗什器備品費	45,000	45,000	0	
消耗品費	457,547	430,000	27,547	
修繕費	10,000	10,000	0	
印刷製本費	528,942	240,000	288,942	
光熱水料費	41,480	44,000	- 2,520	
賃借料	528,000	518,400	9,600	
保険料	13,014	13,000	14	
諸謝金	18,000	20,000	- 2,000	
租税公課	3,094,900	2,780,000	314,900	
送金手数料	113,895	113,000	895	
支払負担金	122,984	80,000	42,984	
システム管理費	439,994	242,000	197,994	
委託費	1,566,731	1,550,000	16,731	
雑費	448,688	470,000	- 21,312	
<b>経常費用計</b>	<b>199,920,199</b>	<b>192,764,380</b>	<b>7,155,819</b>	
評価損益等調整前経常増減額	- 6,832,130	- 4,996,556	- 1,835,573	
評価損益等	0	0	0	
当期経常増減額	- 6,832,130	- 4,996,556	- 1,835,573	

科 目	当 年 度	前年度予算額	増 減	備 考
2. 経常外増減の部				
(1)経常外収益				
経常外収益計	0	0	0	
(2)経常外費用				
固定資産除却損	0	0	0	
経常外費用計	0	0	0	
当期経常外増減額	0	0	0	
当期一般正味財産増減額	-6,832,130	-3,831,705	-3,000,424	
一般正味財産期首残高	1,042,052,860	1,002,799,999	39,252,861	
一般正味財産期末残高	1,035,220,730	998,968,294	36,252,437	
II. 指定正味財産増減の部				
特定資産受取利息	1,901,000	1,901,000	0	
未経過償還差額金の償却額	30,380	30,380	0	
刊行事業拡充賛助寄付金	50,000	100,000	-50,000	
一般正味財産への振替額	1,901,000	1,901,000	0	
当期指定正味財産増減額	81,380	130,380	-49,000	
指定正味財産期首残高	446,943,546	446,332,786	610,760	
指定正味財産期末残高	447,024,926	446,463,166	561,760	
III. 正味財産期末残高	1,482,245,656	1,445,431,460	36,814,197	

(注) 1. 小科目の対前年度予算額比30%超かつ50万円超の増減の理由および補足説明を備考欄に記載した。

2. 人件費の配賦率は、刊行事業50%、講演会・講習会事業30%、調査・研究事業5%、表彰・奨励事業5%、法人会計10%としている。

◇ ◇ ◇

# 行事カレンダー

太字本会主催(ホームページ掲載)

開催日	名称・開催地・掲載号	主催	問合せ先	締切
<b>2020年6月</b>				
4 開催中止	日本海水学会70周年記念「日本海水学会第71年会シンポジウム」(東京)	日本海水学会	TEL 0465-47-2439 office@swsj.org	
8~9	2020年度溶接入門講座(東京)	溶接学会	TEL 03-5825-4073 <a href="http://www.jweld.jp/jws-info@tg.rim.or.jp">http://www.jweld.jp/jws-info@tg.rim.or.jp</a>	定員 80名
9	第24回課題研究成果発表会(東京)	軽金属奨学会	TEL 06-6271-3179 lm-foundation@nifty.com	
10~12	第25回計算工学講演会(北九州)	日本計算工学会	TEL 03-3868-8957 <a href="mailto:office@jcses.org">office@jcses.org</a> <a href="https://www.jcses.org/koenkai/25/">https://www.jcses.org/koenkai/25/</a>	
11~12	第13回核融合エネルギー連合講演会(八戸)	プラズマ・核融合学会, 日本原子力学会	TEL 0175-71-6690 <a href="http://rengo13.roku.qst.go.jp">http://rengo13.roku.qst.go.jp</a>	
12	第81回技術セミナー 上下水道および工業用水道環境における設備機器・配管の腐食と対策(東京)	腐食防食学会	TEL 03-3815-1161 naito-113-0033@jcorr.or.jp <a href="https://www.jcorr.or.jp/">https://www.jcorr.or.jp/</a>	
12~14 開催中止	2020年度塑性加工春季講演会(名工大)	日本塑性加工学会	<a href="https://www.jstp.or.jp">https://www.jstp.or.jp</a>	
18~19	第25回動力・エネルギー技術シンポジウム(北大)	日本機械学会	TEL 03-5360-3505 <a href="https://www.jsme.or.jp/">https://www.jsme.or.jp/</a>	
26 開催中止	第82回塑性加工技術フォーラム「塑性加工産業におけるAI/IoT技術」(東京)	日本塑性加工学会他	<a href="http://www.jstp.or.jp">http://www.jstp.or.jp</a>	定員 150名
28~7.3 開催中止	炭素材料国際会議(CARBON2020)(京都)	炭素材料学会, 日本学会会議	TEL 03-6824-9376 CARBON2020@bunken.co.jp <a href="http://www.tanso.org/carbon2020/">http://www.tanso.org/carbon2020/</a>	
29~7.3	PTM2020(8th International Conference on Solid-Solid transformations in Inorganic Materials)(中国西安)	中国金属学会	ptm2020@csm.org.cn <a href="http://www.ptm2020.com">http://www.ptm2020.com</a>	
<b>2020年7月</b>				
2~3 開催中止	第30回電子顕微鏡大学(東大)	日本顕微鏡学会	jsm-denken@bunken.co.jp <a href="http://microscopy.or.jp/univ/">http://microscopy.or.jp/univ/</a>	定員 150名
7~9 開催中止	第57回アイソトープ・放射線研究発表会(東大)	日本アイソトープ協会	TEL 03-5395-8081 <a href="mailto:gakujutsu@jrias.or.jp">gakujutsu@jrias.or.jp</a> <a href="http://www.jrias.or.jp/">http://www.jrias.or.jp/</a>	
10, 11.26~27	粉末冶金講座(名古屋大学, 京都工芸繊維大)	粉体粉末冶金協会	TEL 075-721-3650	定員 各100名
13~15	2020年度溶接工学夏季大学(阪大)	溶接学会	TEL 03-5825-4073 jws-info@tg.rim.or.jp <a href="http://www.jweld.jp/">http://www.jweld.jp/</a>	定員 70名
13~15 開催中止	第241回塑性加工技術セミナー「はじめての塑性力学(準備編・基礎編・応用編)」(東京)	日本塑性加工学会	<a href="http://www.jstp.or.jp">http://www.jstp.or.jp</a>	定員 45名
16~17	第54回X線材料強度に関するシンポジウム(東北大)	日本材料学会	TEL 078-795-3212 nishida@kobe-kosen.ac.jp <a href="http://www.jsms.jp/">http://www.jsms.jp/</a>	講演 3.27
28	腐食防食部門委員会第335回例会(大阪)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 <a href="mailto:jimu@jsms.jp">jimu@jsms.jp</a> <a href="https://www.jsms.jp/">https://www.jsms.jp/</a>	
<b>2020年8月</b>				
21	2020年茨城講演会(茨城大)	日本機械学会関東支部	TEL 0294-38-5046 ibakouen@ml.ibaraki.ac.jp	
26~28	日本実験力学会2020年度年次講演会(都城)	日本実験力学会	TEL 025-368-9310 annual20@jsem.jp <a href="http://www.jsem.jp/event/Annual20/index.html">http://www.jsem.jp/event/Annual20/index.html</a>	
<b>2020年9月</b>				
2~4	日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム(北大)	日本セラミックス協会	TEL 03-3662-5232 <a href="mailto:fall33@cersj.org">fall33@cersj.org</a> <a href="http://www.ceramic.or.jp/ig-syuki/33/">http://www.ceramic.or.jp/ig-syuki/33/</a>	
9~11	2020年度工学教育研究講演会(北大)	日本工学教育協会 北海道工学教育協会	TEL 03-5442-1021 kawakami@jsee.or.jp <a href="https://www.jsee.or.jp/">https://www.jsee.or.jp/</a>	
14~16	第26回結晶工学スクール(2020年)(東大)	応用物理学会	TEL 03-3828-7723 <a href="mailto:igarashi@jsap.or.jp">igarashi@jsap.or.jp</a> <a href="https://annex.jsap.or.jp/kessho">https://annex.jsap.or.jp/kessho</a>	8.31
16~19 開催中止	The 15th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (Slovenia)	日本実験力学会	TEL 025-368-9310 office-jsem@clg.niigata-u.ac.jp <a href="https://www.jsem.si/15th-ISEM2020-Ljubljana/">https://www.jsem.si/15th-ISEM2020-Ljubljana/</a>	
16	日本金属学会第4回「高校生・高専学生ポスター発表」(富山大)(本号333頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 <a href="https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn">https://www.jim.or.jp/convention/2020autumn</a>	
16~18	日本金属学会秋期講演大会(富山大学五福キャンパス)(富山)(本号330頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 annualm@jim.or.jp	講演 7.3 参加予約 8.31
<b>2020年10月</b>				
14~16	VACUUM2020真空展(東京)	日本真空工業会他	TEL 03-3459-1228 autumnfair@media.nikkan.co.jp	

開催日	名称・開催地・掲載号	主催	問合せ先	締切
19～22	The 8th conference of Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT8)第8回アジア結晶成長・結晶技術国際会議(宮崎)	アジア結晶成長および結晶技術学会他	TEL 06-6879-8730 yamanoi-k@ile.osaka-u.ac.jp https://www.opt.miyazaki-uac.jp/hikari/	
27～30	第1回地球環境のための炭素の究極利用技術に関するシンポジウム(奈良)	日本鉄鋼協会	TEL 075-223-2311 http://web.apollon.nta.co.jp/CUUTE-1/ cuute-1@nta.co.jp	
2020年11月				
14～15	第71回塑性加工連合講演会(鳥取大)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.jp/	
15～19	The 9th International Symposium on Surface Science (ISSS-9)(高松)	日本表面真空学会	iss9@jvss.jp https://www.jvss.jp/iss9/	参加 9.22
25～27	第41回 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム(阪大)	超音波エレクトロニクス協会	TEL 042-443-5166 h.nomura@uec.ac.jp https://www.use-jp.org/	講演 8.21
2020年12月				
7～11	Materials Research Meeting 2020 (MRM2020)(横浜)	日本MRS	TEL 03-6264-9071 info_mrm2019@jmru.org https://mrm2020.jmru.org	
8～11	COMPSAFE2020(第3回安心・安全・環境に関する計算理工学国際会議)(神戸)	COMPSAFE2020実行委員会	secretary@compsafe2020.org http://www.compsafe2020.org	
2021年2月				
2～3	Mate2021第27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/	
2022年7月				
5～8	The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2022)(富士吉田)	粉体工学会	http://ceramics.ynu.ac.jp/iccci2022/index.html iccci2022@ynu.ac.jp	

## ＜訂正＞

まてりあ 59巻(2020) 第5号 270頁

談話室 転位はナルシストそれともラガーマン? 坂 公恭

著者所属に誤りがありましたので、下記の通り訂正いたします。

(正) 愛知工業大学 総合技術研究所; 客員教授 名古屋大学名誉教授

(誤) 名古屋大学エコトピア科学研究所; 特任教授 名古屋大学名誉教授

### 2019, 2020年度会報編集委員会 (五十音順, 敬称略)

委員長	大塚 誠						
副委員長	竹田 修						
委員	池尾直子	石本卓也	井田駿太郎	上田恭介	梅津理恵	大石 郁	
	大野直子	小幡亜希子	木口賢紀	北村一浩	小島淳平	小柳禎彦	
	近藤亮太	齊藤信雄	齊藤敬高	佐々木秀顕	佐藤紘一	佐藤豊人	
	杉浦夏子	芹澤 愛	高島克利	高山直樹	田中秀明	趙 研	
	佃 諭志	堤 祐介	圓谷貴夫	寺西 亮	寺本武司	土井康太郎	
	徳永透子	轟 直人	永井 崇	長岡 亨	中村篤智	野山義裕	
	長谷川 誠	春本高志	藤枝 俊	細川裕之	本間智之	三井好古	
	宮崎秀俊	宮澤知孝	宮部さやか	盛田元彰	森戸春彦	諸岡 聡	
	山中謙太	山本剛久	横山賢一	吉矢真人	吉年規治	李 海文	

まてりあ 第59巻 第6号 (2020) 発行日 2020年6月1日 定価(本体1,700円+税)送料120円

発行所 公益社団法人日本金属学会

〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32

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

発行人 山村英明

印刷所 小宮山印刷工業株式会社

発売所 丸善雄松堂株式会社

〒160-0002 東京都新宿区四谷坂町 10-10

# 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) 軍事研究であると判断される内容を含んでいないこと。
- (5) 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。
- (6) 論文の著作権を本会に帰属することに同意すること。
- (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。

Materials TransactionsのRegular ArticleまたはExpress Rapid PublicationにWeb掲載後2年以内であれば、著者および内容が基本的に同一の場合に限り、和訳した論文を投稿できる。その事を脚注に明記する。ただし査読の結果、返却もあり得る。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2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2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。

Materials TransactionsにWeb掲載後2年以内であれば、著者および内容が基本的に同一の場合に限り、和訳した論文を投稿できる。その事を脚注に明記する。ただし査読の結果、返却もあり得る。

### (5) 最近の研究動向(10頁以内)

特集企画に掲載した内容について、特集掲載論文を引用した上で、Graphical Abstractを掲載して内容を紹介する等、その概要をわかりやすく解説する論文。

### (6) 速報論文(4頁以内)

速報を要する短い論文。すなわち、新規性のある研究成果、技術開発に関する新知見、新アイデア、提案

等。最短2週間で審査を完了する。

### (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

日本金属学会誌への投稿は<https://data.jim.or.jp/cgi-bin/jim/jentrytest1.cgi>にて原稿を提出する。

英文掲載済み論文の和訳論文の場合には、英文掲載済み論文PDFも送付する。

## 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ものを提出する。

### 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<sup>1,2)</sup>、あるいは<sup>3-6)</sup>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。(1図表当り1,000円)

※オンラインジャーナルのみ(冊子・別刷はすべてモノクロ表示)。

6.3 学術論文の迅速掲載費用：1万円

6.4 別刷購入希望の場合は、別途費用を負担する。

# ALLOYS & METALS

品名	純度	形状	品名	純度	形状	品名	純度	形状
<b>純金属</b>			<b>高純度金属</b>			<b>中間合金</b>		
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	磷	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	99.99%	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%	〃
ポロンアモルファス	95~97%	粉末	無酸素銅	99.99%	10×10×1mm	コバルト	Co 10%	〃
ビスマス	99.99%	針状	鉄(マイロンSHP)	99.99%	25×25×2mm	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%	粒状25g入	鉄	Fe 10%	〃
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	チタン	Ti 50%	〃
電解コバルト(FB)	99.9%	約25×25×10mm	インジウム	99.999%	粒状100g入	ジルコニウム	Zr 50%	〃
金属クロム	99%	塊状	インジウム	〃	約100g塊	ボロン	B 2%	粒状
電解クロム	99%	薄片状	マンガン	99.999%	薄片状	アルミ	Cu 40%	約5~7kgインゴット
クロム粉	99%	粉末500g入	錫	99.999%	粒状100g入			
電気銅	99.99%	約25×50×10mm	錫	〃	約100g塊			
電解鉄(アトミロンMP)	99.9%	小片状	アンチモン	99.9999%	粒状100g入	アルミマグネシウム	Mg 20%	約2kgインゴット
電解鉄(アトミロンYL)	〃	小片状25kg入	アンチモン	〃	約100g塊	アルミマンガン	Mn 10%	約5kgインゴット
電解鉄(アトミロンFP)	〃	〃	テルル	99.9999%	粒状100g入	アルミニウム	Ni 20%	〃
電解鉄(アトミロンXL)	〃	〃	テルル	〃	約100g塊	アルミクロム	Cr 5%	〃
電解鉄粉	99%	粉末1kg入	亜鉛	99.999%	粒状100g入	アルミチタン	Ti 5%	約4~5kgインゴット
ハフニウム	99.6%	スポンジ小塊	亜鉛	〃	約100g塊			
インジウム	99.99%	塊状	亜鉛	99.9999%	粒状100g入	アルミシリコン	Si 25%	〃
マグネシウム	99.9%	塊状	亜鉛	〃	約100g塊	アルミコバルト	Co 5%	〃
電解マンガン	99.9%	薄片状	亜鉛	〃	約100g塊	アルミモリブデン	Mo 5%	〃
モリブデン粉	99.9%	粉末	チタン	99.9%	5φ×150mm塊	アルミタンゲステン	W 2.5%	〃
ニオブグラニュー	99.9%	3~10mm小塊	高純度シリコンスクラップ	99.999%	塊状	アルミベリリウム	Be 2.5%	約50gインゴット
ニオブ粉	〃	粉末	<b>レアアースメタル</b>			アルミニウム	Al 〃	塊状
電気ニッケル	99.99%	25×25×10mm	イットリウム	99.9%	塊状、削状、粉状	アルミジルコニウム	Zr 5%	約5kgインゴット
ニッケルペレット	99.97%	6~12mm球状	ランタン	〃	〃	アルミボロン	B 4%	約200gインゴット
レニウム粉	99.99%	粉末	プラセオジウム	〃	〃	アルミバナジウム	V 50%	3~10mm小塊状
ルテニウム粉	99.9%	〃	ネオジウム	〃	〃	アルミストロンチウム	Sr 10%	約100gインゴット
アンチモン	99.9%	塊状	サマリウム	〃	〃	アルミカルシウム	Ca 10%	約2.5kgインゴット
金属シリコン(中国産)	99%	〃	イッテルビウム	〃	〃	ニッケルボロン	B 15%	1~30mm小塊状
金属シリコン(ブラジル産)	〃	〃	テルビウム	〃	〃	ニッケルニオブ	Nb 60%	塊状
錫インゴット	99.99%	約1kgインゴット	ジスプロシウム	〃	〃	ニッケルマグネシウム	Mg 50%	約1.5kgインゴット
錫粒	〃	粒状	ホルミウム	〃	〃	コバルトボロン	B 15%	1~30mm小塊状
タンタル塊	99.9%	3~10mm小塊	エルビウム	〃	〃	磷	P 5%	インゴット
タンタル粉	〃	粉末	ガドリニウム	〃	〃			
テルル	99.99%	小球状	ツリウム	〃	〃			
スポンジチタン	99.7%	スポンジ塊	ルテチウム	〃	〃			
チタン板	JIS 1種	250×250×1mm	セリウム	〃	〃			
バナジウム粉	99.7%	3~10mm小塊	ユーロピウム	〃	〃			
バナジウム粉	〃	粉末						
タンゲステン粉	99.9%	〃	ミッシュメタル	TRE>97%	5.4φ×6mm 200g入			
タンゲステンスクラップ	99%	板状						
亜鉛インゴット	99.99%	約2kgインゴット	<b>フェロアロイ</b>					
亜鉛粒	〃	粒状	フェロモリブデン	Mo 60%	3~10mm小塊状	<b>Uアロイ(低融点合金)</b>		
ジルコニウム	>99.5%	スポンジ塊	フェロニオブ	Nb 60%	10~30mm 〃	Uアロイ 47	融点47±2℃	約500gインゴット
			フェロバナジウム	V 80%	3~15mm 〃	Uアロイ 60	60±2℃	〃
			フェロボロン	B 20%	1~30mm 〃	Uアロイ 70	70±2℃	〃
			カルシウムシリコン	Ca30%Si60%	小塊状	Uアロイ 78.8	78.8±2℃	〃
			フェロホスホル(リン鉄)	P20~28%	塊状	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

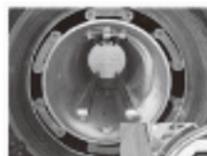
商品の詳細はホームページでご覧になれます。  
<http://1921seizaemon.jp/>

●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℃への挑戦

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

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



炉の改修

ハイブリット成形断熱材



6面シート  
貼り



カーボンフェルト

高断熱+省エネ

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



## メカニカルカーボン工業株式会社

本社: 247-0061 神奈川県鎌倉市台5-3-25 TEL.0467-45-0101 FAX.0467-43-1680  
工場: 新潟工場・本社工場・野村工場(愛媛)・広見工場(愛媛) 事業所: 郡山・東京・大阪・松山・周南・福岡  
お問い合わせEメール [mck@mechanical-carbon.co.jp](mailto:mck@mechanical-carbon.co.jp)

世界の材料科学・工学をリードする第一線の研究者・技術者に向けて

### 付設展示会 大会プログラム広告 ランチョンセミナー

#### 募集のご案内



#### 付設展示会 (機器・ソフトウェア・書籍)

・1コマ ¥140,000 (税別)

#### 大会プログラム広告

・1色1頁 ¥70,000 (税別) ・1色1/2頁 ¥40,000 (税別)

#### 大会ホームページバナー広告

・1枠 ¥50,000 (税別)

#### ランチョンセミナー

・1枠 ¥100,000 (税別)

日本金属学会・講演大会 開催予定

2020年秋期 (第167回) 講演大会  
9/16 (水) ~ 9/18 (金) (予定)  
富山大学・五福キャンパス

ご出展・広告掲載のお問い合わせ・お申込み

MEIHOSSHA  
ADVERTISING AGENCY

### 株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座七丁目12-4 友野本社ビル  
TEL (03) 3546-1337 FAX (03) 3546-6306  
E-mail [info@meihosha.co.jp](mailto:info@meihosha.co.jp) ホームページ [www.meihosha.co.jp](http://www.meihosha.co.jp)



## 技術で世界を輝かせる。

世界が求めるニーズはより多様化し、複雑に進化し続けています。  
私たちはその一つひとつの声を叶えるために、技術を磨いてきました。  
そのなかで培われた、世界をリードする素材・機械ビジネス。  
私たちは、いち早くニーズに応えるというだけでなく、  
技術で驚きや感動を与えることを大切にしています。

私たちがつくる、より強くしなやかな素材から、新たな価値が生まれる。  
私たちがつくる、より低燃費の機械が働くことで、  
ある国の礎が築かれる。

私たちは技術で社会や人を繋げ、より輝く世界へと、  
導いていくために、挑み続けていきます。

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

**KOBELCO**