

Materia Japan

- ミニ特集「科学技術界を取り巻く
様々な立場からの倫理観」
- 入門
講座 中性子線による金属材料の組織と
弾塑性変形挙動の解析 (Ⅲ) ~弾塑性変形その場測定~

まてりあ

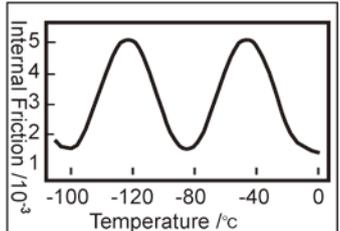
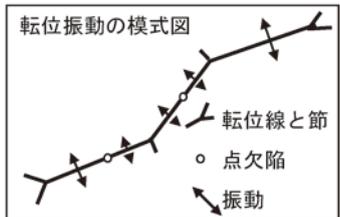
Vol.56 MTERE2 56 (4) 273~312 (2017)

2017
4

転位の内部摩擦：橋口ピーク

内部摩擦は材料内の結晶構造の欠陥評価として使われ、高温測定も簡単なので温度変化によってその特性を評価するのに使われています。そのなかで転位による内部摩擦について橋本隆吉先生が発見された転位による現象を今回は説明します。(金属物理学の歩み：橋口隆吉 技術センター)

右上の図は転位線上に節や点欠陥がある模式図で、これに振動を加えると節や点欠陥、不純物原子等の位置を両端として転位線が矢印のように振動します。ここで温度をあげると振動の大きさが変わりピン留めが外れ、さらに温度を上げると別のピン留めが外れます。右下のグラフはこの様子を内部摩擦の温度変化として測定したものです。温度を上げたときの内部摩擦ピークの際はピン留めが外れたもっとも緩和した状態を示しています。このようにして数点の振動数や温度変化の内部摩擦を測定することで転位と点欠陥や不純物原子等の結合エネルギーの算出、また点欠陥の増減でピークの増減となることを利用して結晶中の点欠陥の生成消失、不純物原子の移動や拡散の研究などに活用されています。



室温や比較的低温で最も信頼性の高い装置 自由共振式ヤング率、内部摩擦測定装置 JE-RT

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

JE-RT
& JG



弾性率と内部摩擦の高温測定で最高の装置 高温弾性率等同時測定装置 EG-HT

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



破断までの疲労過程も監視できる操作簡便な
画期的な疲労試験装置です

共振式薄板疲労試験装置 RF-RT

- 破断までのヤング率の変化を計測。
- ギガサイクルも短時間で試験。
物性に变化の少ない 500Hz 以下で試験します。
- 発熱による物性変化がありません
- 試験の再現性がよいです。
- 静音、小型、小電力、安価
- 200°C (RF-HT)

RF-RT



他の試料形状や測定目的に対応

その他の製品

- ▼ 自由共振式剛性率測定装置 JG シリーズ
- ▼ 縦共振式ヤング率測定装置 VE シリーズ
- ▼ 圧電共振式弾性定数測定装置 CC シリーズ
- ▼ 電磁共鳴式弾性定数測定装置 CC2 シリーズ
- ▼ インパクト式ヤング率測定装置 IE シリーズ
- ▼ 強制振動式内部摩擦測定装置 MS シリーズ
(メカニカルスペクトロメータ)
- ▼ イメージングプレート式ラウエカメラ

CC2-HT



VE-RT



共振法応用の弾性率や内部摩擦等の物性測定・試験・計測装置の開発専門企業

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

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

◎ 会告原稿締切：毎月1日



翌月号(1日発行)掲載です。

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

ミニ特集「科学技術界を取り巻く様々な立場からの倫理観」

企画にあたって 田中秀明 池田大亮 北村一浩	273
教育と倫理 —「人格の完成」をめぐる— 宮村悠介	275
「技術者倫理」に関する倫理学的考察 勢力尚雅	279
技術(者)倫理—組織とのかかわりを考える 杉本泰治	283
技術者の流動化と知的財産権, そして技術者倫理 池田大亮	287

材料教育	児童や生徒の金属に対する興味・関心を醸成するビスマス結晶づくり 後藤創紀 布村一興 中野英之 仁科篤弘	291
------	--	-----

入門講座	中性子線による金属材料の組織と弾塑性変形挙動の解析(Ⅲ) ～弾塑性変形その場測定～ 友田 陽	296
単相および二相多結晶合金における階層的不均質弾塑性変形挙動をその場中性子回折で計測する方法を紹介。		

はばたく	腐食研究の道に進んで 土井康太郎	302
------	------------------------	-----

本会記事	会告	303	次号予告	310
	掲示板	306	新入会員	310
	会誌・欧文誌4号目次	308	行事カレンダー	311

会誌・欧文誌・まてりあの投稿規定・投稿の手引・執筆要領, 入会申込書, 刊行案内はホームページをご参照下さい。
<http://jim.or.jp/>

表紙デザイン：北野 玲
複写をご希望の方へ

本会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(一社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((一社)学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合においては、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。



Your partner
for materialography

Made in Germany



自動研磨機 SCANDIMATIC 33305

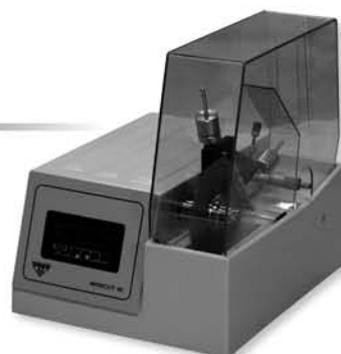
ヨーロッパ伝統の重錘を使った昔ながらのシンプルにして堅牢な研磨機。必要最低限の機能のみを搭載。それが経済的な価格を生み出しました。



- 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、パフを含めて定価100万円(税別)

精密切断機 MINICUT 4000

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



試料埋め込み材料、アクセサリ



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

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

フリッチュジャパン株式会社

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

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

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

遊星型ボールミル “PREMIUM LINE” モデル P-7 **新型**



容器がセットされる様子。

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併せて
ご提供いたします。



フリッチュ社が開発した
遊星型シリーズの
パイオニア機種。



▲P-5/4

世界で初めて容器ひとつで
遊星運動に成功した
昨年度のベストセラー機種



▲P-6

少量試料を対象にした
パワフルな機種



▲P-7

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、窒素ケイ素、プラスチックポリアミドの8種類。
- 乾式、湿式の両粉碎も可能。
- ISO9001、CE、TÜVの国際安全基準をクリアー

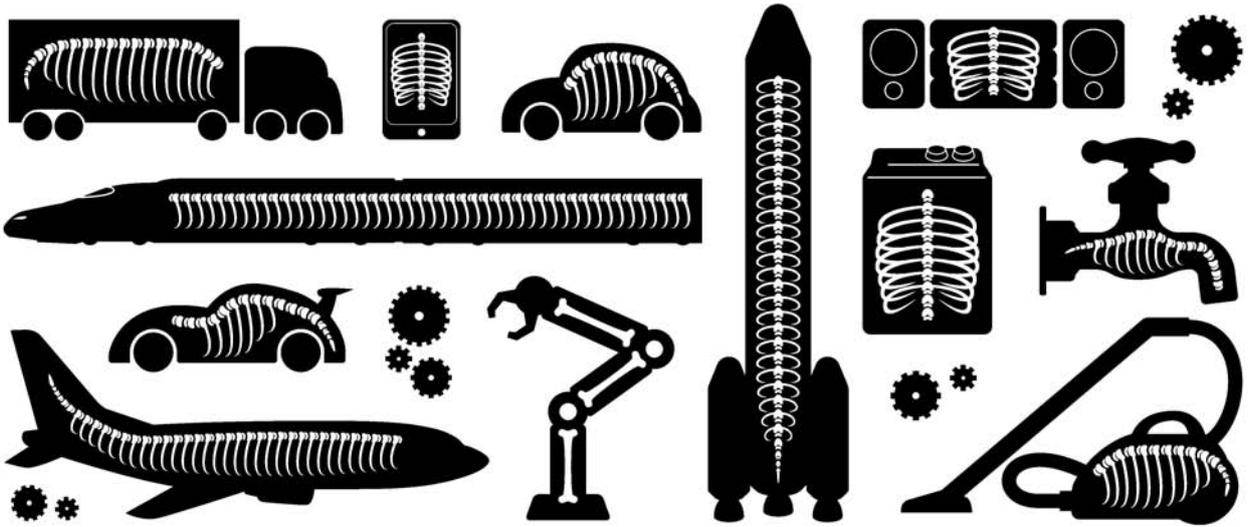
フリッチュジャパン株式会社

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

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

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

外からは見えませんが、骨のある会社です。



多彩なフィールドで、フロンティアを目指しています。

大同特殊鋼の素材は、暮らしや産業を支える多彩な製品や部品に使われています。

私たちはこれからも、素材の力で新たな価値創造に貢献していきます。



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

Goodfellow

www.goodfellow-japan.jp

研究開発向け材料サプライヤー

グッドフェロー日本代表事務所
〒105-0003 東京都港区西新橋2-7-4 CJビル7F
Tel: 03-5579-9285 Fax: 03-5579-9291
info-jp@goodfellow.com

【代理店一覧】

株ニューメタルズエンドケミカルスコーポレーション
www.newmetals.co.jp Tel: 03-3231-8600

仁木工芸株
www.nikiglass.co.jp Tel: 03-3456-4700

和光純薬工業株
www.wako-chem.co.jp Tel: 0120-052-099

株ジャパンメタルサービス
www.jpn-ms.co.jp Tel: 048-920-3200

・最新プレスリリース「複雑な形状の高熱伝導部品を可能にするセラミックを提供開始」

ON-LINE CATALOGUE



8万点取扱い



小ロット



即配達



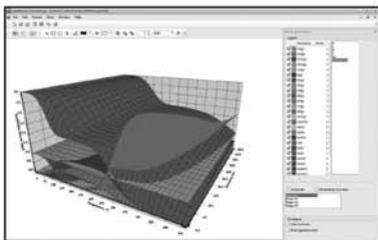
カスタムオーダー



〈ソフトウェア・書籍・サービス〉

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

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



定価(税別)
¥650,000(一般)
¥280,000(教育)

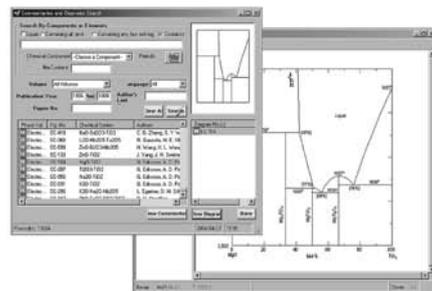
システムプラットフォーム:
Windows 7/8/10
(Outototec Research
Oy. 製作)

株式会社 デジタルデータマネジメント

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

〈ソフトウェア・書籍・サービス〉

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



定価(税別)
¥160,000
(シングルユーザー)

(American
Ceramic Society)

検索条件

- 成分系、元素記号
- 著者、出典誌名、出版年
- 状態図番号

データ表示

- ◆モル百分率 ↔ 重量百分率
- ◆Lever rule計算
- ◆ズームアップ/ズームダウン
- ◆状態図をBMPまたはWMFとして保存

データソース

- Phase Diagrams for Ceramists (Volumes I~XIV, Annual Volumes '91, '92 and '93, High Tc Superconductor monographs (two), Phase Diagrams for Zirconium + Zirconia Systems and Phase Diagrams for Electronic Ceramics I)

株式会社 デジタルデータマネジメント

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

〈材料化学関係機器・製品〉

グローブボックス 価格(税別) : 3,500,000円～ Labmaster SP MBRAUN社製

最も汎用的なグローブボックスシステムで、最も多く使用されている装置です。この装置は、拡張が可能で、幅125cmから、幅600cmまで任意のサイズの選択が可能です。独自に開発した、周波数コンバータ付、ステンレス製カプセル型の大容量ブLOWERを採用しております。システムは全自動で、本体の右上に設置された操作パネルにて制御されます。また精製棟を2棟装備したLabmaster DP シリーズも用意されております。



- 精製能力 : 酸素・水分共に1ppm以下
- ボックスサイズ : W125～XD78～XH90cm
- 付属品 : ミニ・アンティチャンバー
- 酸素・水分濃度計
- 冷蔵庫
- ソルベント・トラップ

株式会社 ブライト

〒351-0114 埼玉県和光市本町6-32 吉川ビル3F
TEL.048-450-5770 FAX.048-450-5771
〒573-0032 大阪府枚方市岡東町4-8 ムッシュビル5F
TEL.072-861-0881 FAX.072-861-0882
URL: <http://www.bright-jp.com>

〈材料化学関係機器・製品〉

有機溶媒精製装置 価格(税別) : 970,000円 MB-SPS Compact 独国MBRAUN社製

1溶媒用の単独卓上型有機溶媒精製システムです。ベンゼン、エーテル、THF、ヘキサン、トルエンなどの有機溶媒に含まれている酸素、水分濃度を数ppm以下までに精製します。今までの有機溶媒の熱蒸留に代わる安全なシステムです。ピュアな有機溶媒がいつでもすぐに使えます。



- 精製カラム数 : 2カラム/1溶媒
精製能力 : 800リットル
 - 寸法 : W250mm×H840mm×D380mm
- その他、耐熱性溶媒保管庫を装備できる
5溶媒用の有機溶媒精製装置も用意されております。

株式会社 ブライト

〒351-0114 埼玉県和光市本町6-32 吉川ビル3F
TEL.048-450-5770 FAX.048-450-5771
〒573-0032 大阪府枚方市岡東町4-8 ムッシュビル5F
TEL.072-861-0881 FAX.072-861-0882
URL: <http://www.bright-jp.com>

〈材料検査・評価機器・製品〉

試料研磨装置 IS-POLISHER ISPP-1000

価格(税別) : 2,980,000円～
※オプションは、別途です。

IS-POLISHERは、幅広い業界の分析・解析分野で活躍しています。

～お客様の声から独自の発想を考案～

- ◆「荷重調整機構」で荷重をコントロール
微小な荷重をコントロールできることにより、試料の研磨面に歪みを発生させず、EBSD像や、軟質、硬質の混在する複合材、CFRPの試料作製が可能になりました。
- ◆試料に合わせて選べる豊富な「試料ホルダ」により、包埋せずに試料研磨が可能。
観察までの時間を大幅に短縮できます。
- ◆「倒立型光学顕微鏡」を標準搭載
試料を装置から取り外すことなく研磨状態を観察できます。



株式会社 池上精機

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-8-8 日総第16ビル601
TEL 045-474-1880 FAX 045-474-1882
<http://www.ikegamiseiki.co.jp> e-mail: sales@ikegamiseiki.co.jp

■次回予定

本年9月号には2018年度科学研究費補助金選定のための製品ガイドを掲載予定にしております。

2018年度 科研費選定関連 製品ガイド

企画・製作 株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座7丁目12番4号(友野本社ビル)
TEL 03(3546)1337(代) FAX 03(3546)6306
URL <http://www.meihosha.co.jp>
E-mail: info@meihosha.co.jp 担当/後藤

企画にあたって

田中秀明* 池田大亮** 北村一浩***

第0分科が特集企画を担当する「まてりあ」の今月号では、先月に刊行された80周年記念特集号での寄稿「材料技術に携わる科学技術者に求められる倫理と、それを備えた人材の育成」(千葉工大・柴田先生)⁽¹⁾に続く形で、「倫理」をテーマに取り上げることとした。

「倫理」と一口に言っても、それが表す領域は漠然としがちである。高等学校までに履修する「倫理」は宗教、哲学、思想、道徳を主として構成されているのに対し、一般社会、特に科学技術の世界で世間から求められる「倫理」のカテゴリーは、少なくとも見かけ上は明らかに異なる。例えば、研究データに関する不正(捏造、隠蔽、改竄、盗用等)、著作に関する不正(剽窃、引用不備、ギフトオーサiership、ゴーストオーサiership、多重投稿等)、研究資金に関する不正(多重申請、不適切な予算使用等)、知的所有権に関する不正(偽装・架空データに基づく出願・登録、産業スパイ行為、無許可使用等)、各種ハラスメント、セキュリティ違反、労務規程違反などが倫理的な問題として挙げられる。

上述の柴田の記事⁽¹⁾にあるように、国内で技術者倫理が教育の中で説かれたのは1983年(ちなみに、この前年にはIBM産業スパイ事件が起きている。)頃以後で、各学協会が倫理に関する綱領が制定されるのは2000年頃以後である。とはいえ、それ以前には倫理は厳格に守られており、教育や規程という形で態々説く必要が無かったのかといえ、決してそうではない。逆に、それらが成立した後に倫理違反が解消したかと言え、そうでもない。

科学技術界において“露見した”倫理違反件数が顕著に増加傾向を辿り始めたのは、1990年代半ば以降と思われる。我が国においてこの時期は、組織において成果主義が導入され始めた時期、内部告発制度が整備された時期、ネット社会が成長・成熟を見せた時期、バブル経済後の“失われた20年”の中に在って企業が生き残りのために離合集散を経た時期、新興工業国が抬頭した時期、産業のグローバル化が進ん

だ時期、少子高齢化の影響が懸念され始めた時期などとおおよそ重なる。

技術の世界において倫理が殊更取り沙汰される契機となったのは、国内においては2005年に公となった構造計算書偽装問題(耐震偽装問題)ではなかろうか。国土交通大臣認定の構造計算ソフトウェアを使用して得られた計算結果を建築士が改竄し、そのことを確認検査機関や建設会社が見抜けず、その結果、低価格を謳った耐震強度不足とされる建築物が多く建つに至った。(なお、これら建築物は東日本大震災の揺れを経ても倒壊しなかった。)また、2011年の東日本大震災の後には、原子力発電所事故に関連して公表されたデータの多くに虚偽があることが指摘された。近年でも、免震・防振ゴムの性能データ偽装、エアバックや自動車部品のリコール隠し、マンション杭打ちデータ偽装、排ガスの環境データ偽装、自動車の燃費性能データ偽装、食品の消費期限や産地の偽装など、日本の技術や製品に対する信頼を失わせるような違法行為、あるいは、法に触れないまでも当事者の倫理意識を疑わせるに足る行為が相次いで発覚している。

一方、研究の世界、特に国内において倫理がとりわけ強調されるようになったのは、2014年1月に発表されたSTAP細胞に関する研究がきっかけであろう。その詳細は報道に譲るが、日本学術会議が「科学者の行動規範」(2006年10月制定、2013年1月改訂)声明を発表し、科学界にそれが周知された(はずの)後であるにもかかわらず、本件はその伏線となる期間を含めて、継続的に進行してきたことになる。他にも、文部科学省より「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」(2014年8月、大臣決定)が示された後も、研究不正とみなされる事例が続々と発覚している。これらの件が大きな社会問題化した影響は決して小さくなく、どの研究機関においても引用不備やデータの改竄、多重投稿、ギフトオーサiership、研究費不正など、所謂「倫理にもとる」とされる行為はあちこちで陰に陽に連綿と行われ

* 国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 電池技術研究部門 電池システム研究グループ; 主任研究員(〒563-8577 池田市緑丘1-8-31)

** 株式会社特殊金属エクセル 品質管理本部; エキスパート(〒355-0342 埼玉県比企郡ときがわ町玉川56)

*** 愛知教育大学 教育学部 創造科学系 技術教育講座; 教授(〒448-8542 刈谷市井ヶ谷町広沢1)

Ethics and Morality from a Variety of Viewpoint of Science, Technology and Engineering; Hideaki Tanaka*, Daisuke Ikeda**, Kazuhiro Kitamura*** (*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Kansai, Ikeda. **Tokushu Kinzoku Excel Co., Ltd., Tokigawa, Hiki-gun, Saitama. ***Aichi University of Education, Kariya)

Keywords: *ethics, moral, education, ethical conduct, personality, norm, organization behavior, intellectual property right*

2017年2月22日受理[doi:10.2320/materia.56.273]

教育と倫理

—「人格の完成」をめぐる—

宮村 悠介*

1. はじめに

深刻な倫理問題が続発したとき、その解決策は倫理や道徳の教育に求められることが多い。技術者倫理の教育が求められている背景にも科学技術界における様々な倫理問題があるのであろうが、義務教育の段階でも道徳教育が強化されようとしている。深刻ないじめ問題への対策として、教育再生実行会議が2013年の「第一次提言」で求めた「道徳の教科化」が、小学校で2018年度から、中学校では2019年度から実施される。倫理や道徳の教育への要望の高まりは、科学技術界に限られない、日本の教育界一般の傾向である。

「道徳」が小中学校の教科、「技術者倫理」が大学の科目として教えられるとなると、その他の科目の教育は倫理や道徳と無関係のようにも見える。だが、教育とは一般に、倫理的な営みではないだろうか。例えば、日本の「教育基本法」は第一条で、「教育は、人格の完成を目指し(中略)心身ともに健康な国民の育成を期して行われなければならない」と、教育の目的を「人格の完成」と規定している。「人格」とは、例えば「人格を傷付ける」言動が現代社会では厳しく非難されるように、倫理的な含意の強い言葉である。法律上で教育は一般に、その「人格の完成」を目的とする営みとされているのだが、そうした教育一般と倫理の結び付きが、倫理や道徳が特定の科目となることで見失われかねないのである。

こうした教育と倫理の関係を巡る議論は目新しいものではなく、「人格の完成」という表現に関わる文脈に限っても、その成立の時期に遡る。2006年に改正された現教育基本法の「人格の完成」は、1947年に制定された旧教育基本法以来の表現だが、この制定に関与した思想家や教育者も、「人格の完成」という表現を巡り、教育と倫理の関係を議論している。本稿では今日的な教育と倫理の問題を考察するためのヒントを求めて、「人格の完成」を巡る当時の議論の一端を振り返り、中でも天野貞祐(1884-1980)という人物に注目する。天野は文部大臣も務めた哲学者・教育者であり、文相時代の道徳教育を巡る発言が「道徳の教科化」に至る戦後の道徳教育の議論の原点に位置付けられるなど⁽¹⁾、今日改めて注目されている人物である。

2. 天野貞祐と教育

まず、天野貞祐の人物と歩みを簡単に紹介しておきたい。天野は戦前の京都帝国大学に学び、同帝大で教鞭も執った哲学者である。哲学者としては、「人格の尊厳」に基づく近代ヨーロッパを代表する倫理学説を打ち出した、18世紀ドイツの哲学者イマニュエル・カントの研究で知られている。

ただ、天野は元々教育者志望であり、京都帝大で哲学を学んだのも、教育者になりたいなら哲学を勉強しろという、高等学校の恩師の助言によるものであった。実際に帝大卒業後は、鹿児島第七高等学校(七高、現・鹿児島大学)にドイツ語教師として赴任している。天野は七高時代の教育活動に充実を感じていたが、当時の授業は「二部一年甲(工科)に一週六時間独文法を教え、前置詞などを全部暗誦させたりしたが、少しも不平は言わず、皆よく覚えた。このクラスは三年まで持ち上がり、工科だけれどヒルティの『幸福論』なども教えた」⁽²⁾というものであった。このクラスの学生で、後に三菱電機株の技術者となり、同社の重役も務めた加藤威夫は、「私は哲学者というよりは教育者なんですよ」という天野の発言を伝えている⁽³⁾。

その後、学習院の教授を経て、京都帝大に招聘される。当時の京都帝大哲学科は、日本を代表する哲学者である西田幾多郎を中心とする、個性豊かな哲学者の集団「京都学派」の全盛期であった。優秀な同僚達への引け目もあってか、帝大での講義には苦しんだようである。当時の随想で天野は、「平生は講義に苦しみ、しかも不満足な講義の後味ほど不快なものは少ないので、私の生活はとかく陰鬱を免れにくい」と述べている⁽⁴⁾。この時代の業績として天野が繰り返し語るのは、研究や講義でなく、学生課長としての大学教育行政の仕事であった。この辺りに天野の個性が窺える。

退官後は二つの高等学校の校長などを歴任した後、1950年に第三次吉田茂内閣の文部大臣に就任した。二年強の在任中、義務教育費の国庫負担や学校給食の問題等で業績を上げるが、戦前の修身科に代わる道徳教育の教科の必要性や、国民の道徳的指針「国民実践要領」の発表の意向など、道徳教育に関する発言が話題になることが多い。これら天野文相の

* 愛知教育大学；助教(〒448-8542 刈谷市井ヶ谷町広沢1)
Education and Ethic on “the Full Development of Personality”; Yusuke Miyamura (Aichi University of Education, Kariya)
Keywords: basic act on education, full development of personality, cultivation of humanity, moral education, intellectual education
2016年11月21日受理[doi:10.2320/materia.56.275]

問題提起と挫折については、貝塚茂樹氏の詳細な分析がある⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

本稿では、天野と「人格の完成」の接点に注目する。天野は文相就任に先立つ1946年、戦後の教育改革のため設置された教育刷新委員会の、第一特別委員会の委員を務めた。この第一特別委員会で、教育基本法の問題が審議されたのである。

3. 「人格の完成」をめぐる論争

(1) 第一特別委員会の審議と「人間性の開発」

教育刷新委員会第一特別委員会の審議で、特に議論が集中したのが、教育基本法第一条の「教育の目的」の問題であった。1946年9月27日の第三回会議で、文部省審議室から議論の叩き台となった「教育基本法要綱案」が示されたが、そこで第一条は「教育は、真理の探究と人格の完成とを目的とし」となっていた。特に「人格の完成」という表現に対し、第四回会議から異論が続出する。口火を切ったのは、天野と同じく京都学派の哲学者で、東京文理大学長の務台理作(1890-1974)委員であった。務台は戦前・戦中の反省を踏まえ、「人格」という曖昧な表現でなく、端的に「個人」と言うべきだと主張する。「人格の完成ということですが、そういう倫理的な言葉を使わないで、矢張り個人ということが大事だと思います。個人の尊厳とか、価値、そういうようなものを自覚さすようなこと(中略)個人を犠牲にせず、個人の自由というものを飽く迄尊重する、そういう精神が、教育の精神の基礎にならなければいけない」⁽⁷⁾。

務台の提案に対し、天野は第五回会議で個人主義への懸念を表明しつつ、「人間の育成」を提案している。この「人間の育成」という表現は、議論を経て「人間性の開発」に落ち着くが、これには委員からの賛同が集まった。務台は「人格の完成」というと非常に基準的な感じがする。(中略)人間性の開発というと、それぞれの人の持っているもの(中略)を伸び伸びと伸ばさすといったような感じ」と述べ、「人間性の開発」を支持する。天野も、「人格」という概念的な形が強い。人間性というと、これは人間の全体を、生きたものを、含めたような感じがします」という森戸辰男委員の発言に続け、「人格」というと固まったような、こちらは生きているような感じがしますね」と述べ、「人間性の開発」を推した⁽⁸⁾。こうした議論を経て第一特別委員会は、「教育の目的」を「教育は、人間性の開発をめざし」と規定する「教育基本法要綱案」を、11月29日の教育刷新委員会総会に提出している。

(2) 「人格の完成」の復活とその思想的背景

しかし、こうした提案にも関わらず、翌1947年1月30日の文部省の「教育基本法案」で第一条の「教育の目的」は、「教育は、人格の完成をめざし」と規定された。第一特別委員会の提案する「人間性の開発」が退けられ、当初の文部省案にあった「人格の完成」が採用された背景として、同年1月31日まで文部大臣の座にあった、法学者の田中耕太郎

(1890-1974)の思想が指摘されることが多い⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。辞任直前の田中文相にこの件に関する余裕は無かったとも指摘されている⁽¹¹⁾が、田中は教育の目的は「人間性の開発」ではダメで、「人格の完成」でなければならないという明確な思想の持ち主であった。文相退任の14年後の著書『教育基本法の理論』で、そうした思想は開陳されている。田中は、第一特別委員会が提案した「人間性」という表現では、現実の人間が含む動物性や悪に傾く性質も考えられかねないが、それらの「開発」は教育の目的たり得ないと考える。それよりも、人間の「理想的の性質」だけを含む「人格の観念」を用い、教育の目的を「人格の完成」とした方が良い⁽¹²⁾。なお、田中はカトリックの自然法論を思想的背景としており、「人格」の理解にも宗教的な色合いが濃い。つまり「人格の概念」は、人間が「自己の中にある動物的なものを克服して、神性に接近する使命を担っていることを内容とする」のであり、「人格の完成」も、人間を超える完全な人格の模範を必要とするから、「超人間的な世界すなわち宗教に求めるほかはない」⁽¹³⁾。今日の教育基本法の「人格の完成」という表現の背後には、こうした宗教的な人格理解がある。

これに対し、教育刷新委員会第一特別委員会に属した天野の側にも、教育の目的が「人格の完成」ではダメで、「人間性の開発」とすべき理由はあった。天野は委員会での審議からはほぼ四半世紀後の文章で、当時の経緯を回想し不満を述べている。天野の回想によれば、当初の文部省案の「人格の完成」という文言に対し、「委員会でもわたしが『教育の目的は人間性の開発をめざし』と提案したところ、全委員の賛成をえて、答申にはそうあったのを、文部省が『人格の完成をめざし』と改めた」のであり、「これは改悪だとわたしは信じている」。「人格」は基本的に道徳的な用語で、その「完成」を目指す教育としては道徳教育だけが考えられかねないからである。しかし、教育には道徳教育以外に知識の教育も体育も必要である。故に教育の目標は「人間性全般、人間の全可能性を開発すること、つまり「人間性の開発」とするのが、「人格の完成」より妥当である⁽¹⁴⁾。

以上のように、教育基本法の「人格の完成」という表現を巡る議論の背景には、教育と倫理の関係を巡る見解の対立があった。立案期に文部大臣であった田中は、非倫理的な内容が混じる「人間性」の「開発」は教育の目的たり得ないと考え、「人格の完成」を推したが、天野は道徳の意味に限定される「人格」の「完成」は教育の目的として狭いと考え、「人間性の開発」とすべきであったと考えた。ただ、天野は道徳教育以外の教育は道徳教育と無関係だと考えていたわけではなく、知識の教育や体育も道徳教育に寄与すると考えていた。知識の教育(知育)が道徳教育(徳育)の意義を持つという考えを、天野は「知育の徳育性」と呼ぶ。この「知育の徳育性」は、今日の科学教育を含む知育と道徳教育の関係を考える上で重要であるため、以下で検討する。

4. 天野の道徳教育論

(1) 知育の徳育性

「知育の徳育性」という考えは、1937年に刊行された天野の代表作『道理の感覚』で既に示されている。この書は満州事変から日中戦争開戦に至る時期の文章を収めたもので、その中の当時の軍事教練への批判が軍部を刺激し、自主的絶版に追い込まれた問題の書である。同書で戦前の修身教育に対する批判と、「知育の徳育性」の主張も展開されている。

道徳教育については、戦前にも今日と同様、日本の教育が知育に偏っており、徳育が不足しているという意見があったが、まず天野はこうした意見を退ける。日本の教育で重視されているのは知識の習得自体ではなく、入学試験のための学習に過ぎない。「盛んなのは試験であって知育は決して盛んではない」⁽¹⁵⁾。天野は戦後の1971年の文章でも「日本教育のガンは受験教育だ」と断言する⁽¹⁶⁾が、今日でも状況に大きな違いは無いだろう。知育偏重どころか、知識そのものを尊ぶ真の知育が、日本の教育には欠けているというのである。

そして、そうした真の知育が、徳育にとって重要な意義を持つと天野は考える。例えば、幾何学の教育は倫理や道徳とは無縁にも見えるが、幾何学の問題を解くためには我意を捨てて幾何学の決まり事に従わねばならないし、幾何学の真理の前にはごまかしは無力である。「ごまかしの無力を教えること学問におけるがごときはない。われわれは知育によってまず真理の前に頭を下げることを学ぶ」⁽¹⁵⁾。道徳とは、嘘をついてはならない、盗んではならないといった、客観的なルールに我意を捨てて従うことだとすれば、「幾何学の一問題」からも道徳的な態度を学び得るのである。

逆に、道徳教育の時間を増やせば徳育が盛んになるわけでもない。天野は直接に生徒の道徳性の向上を目指す徳育の弊害として、生徒の道徳感覚を鈍らせるとともに、担当者が道徳教育を自分の独占物と、他の学科の教員は道徳教育が自分とは無関係だと思い込むことを挙げる⁽¹⁷⁾。だが、当時の学校でも、学生に道徳的感化を及ぼすのは、修身の教師より他学科の教師である場合が多かった。「知育に熱中している教師は決して直接に徳育を目ざしているのではない、そのことが却って道徳的感化を齎すのである」⁽¹⁸⁾。それ故天野は、知育と徳育の関係を次のように規定する。「知識の修得は直接に道徳性の心髄を涵養する。知育は偽善を伴う危険なき徳育なのである。(中略)修身以外の学科を担当する者も生徒の人間完成への参与者として教師であって単なる技術者ではない」⁽¹⁹⁾。「修身」や「道徳」に限られない、あらゆる科目の知育を通じた「人間完成」への教育が、天野の構想する道徳教育である。

(2) 天野の道徳教育論から学び得るもの

こうした天野の思想の背景にあるのは、一つにはドイツの代表的な倫理学説である。まず、前節で取り上げた天野の道徳の考え方には、カントの倫理学説からの影響が見られる。

カントは「嘘をついてはならない」などの、「意志に対してその命令に反対する余地を全く残さない」ような「無条件的な命令」が、道徳的な命令(定言命法)であると説く⁽²⁰⁾。こうしたカント的道徳の絶対的性格を、幾何学をはじめとする学問の習得を通じ学び得ると天野は考えるのである。また、直接に生徒の道徳性を目指す道徳教育に「偽善を伴う危険」があり、知識を教えようとする知育がむしろ徳育に寄与するという考えの背後には、20世紀ドイツの哲学者マックス・シェーラーの倫理学説がある。シェーラーによれば、道徳的価値(善)は直接的に目指される対象ではなく、より高く積極的な価値を実現しようとする意志作用において現出する価値である。善を直接的に求めるのは「パリサイ主義」の偽善に過ぎない⁽²¹⁾。こうした背景の下、天野は「生徒の道徳性を直接の目的としなければ徳育は行われぬというわけではない」と主張し、知識という精神的知的価値を生徒の内に実現しようとする教育活動において、「人格的感化があり真の徳育が行われる」と説く⁽²²⁾。

ただ、天野の場合、「知育の徳育性」という思想はドイツの哲学者の教説からいわば天下りの導出されたのではなく、教育者としての実践に裏打ちされていたはずである。京都帝大時代の文章で天野は、七高と学習院でのドイツ語教師時代、「自分のドイツ語は同時に修身だと考えていた」と回顧している。授業中に道徳的な話をするわけではないが、学生を人間的に鍛える点で、誠実なドイツ語の授業は「修身などに劣るものでない」と信じていたからである⁽²³⁾。実際に、七高ではドイツ語に加え倫理の科目も持つよう校長から勧められたが、「実践倫理の効果については語学の方が上だ」と考え、倫理の科目は断ったという⁽²⁴⁾。先に言及した七高の教え子加藤威夫も、「私はここで先生からドイツ語を教わったのであるが、同時にそれ以上のものを教えられた。(中略)その後の私の技術者としての生活に与えた影響ははかり知れないほど大きかった」と振り返っている⁽²⁵⁾。

こうした信念は、一教師ではなく大臣や各種学校の校長や理事として教育に関わった戦後も変わらなかった。戦後の文章では、前節で見た「知育の徳育性」について、「当時は非常に反対されて、幾何学で道徳教育はできるかなんて言われた。しかし、幾何学でも道徳教育はできると思う」と述べている。幾何学を正確に教えるなら、生徒は「ものをいつも正しく見る目を養うことができる」し、「先生が正確に教えるという誠実な人格の影響」があるからである⁽²⁶⁾。

同様の議論は、科学教育でも成り立つ。天野は晩年に自由学園という学校の理事長を務めたが、同校の理科学研究室開室の際の訓話で、いわば「科学教育の徳育性」を語っている。世間では科学教育と人間形成は別物と見なされ、「理工学の教育に携わっている方々でも、科学教育ということと、道徳教育というようなことは別なことのようになって」いるが、天野はそうは考えない。科学技術は「物はごまかせない、例えば一ミリ間違っただけでも用は足らない」ことを教えるが、そのごまかしの利かなさが、人間に誠実ということを教えるからである。また、科学教育は法(自然法則)に従うこと

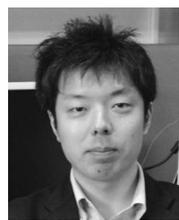
を教えるが、倫理や道徳に関わる礼儀や慣習も「法」である。「誠実にものを見たり扱ったり、精密に考えていって、そして法には絶対に従って行く」ことを教える科学教育は、まさに「人間教育」そのものに他ならない⁽²⁷⁾。

教育の目的が「人格の完成」であるなら、教育は道徳教育に限定されかねない。こう考え、知育や体育も含む教育の目的を「人間性の開発」とすべきだと主張した天野も、科学教育を含む知育が道徳教育の意義を持つことを一貫して主張した。教育の目的が「人格の完成」であれ「人間性の開発」であれ、教育という営みと倫理は切り離せないであろう。

自動車の教習所で交通ルールや交通標識の意味を教えるように、義務教育で社会生活の基本的規範を、技術者の養成課程では専門的な職務遂行に関するルールを教えることは、必要であるはずである。ただ、教育と倫理の関わりは、特定の科目だけで完結したものではなく、あらゆる教育活動が倫理的な意味を持ち得る。勿論、理工系の専門科目や技術者の専門教育で道徳的な話をする必要があるわけではない。教師や指導者がごまかしの利かない真理を尊び、それを誠実に教えること。また、天野の表現を借りれば、教師が「非常に精密に教える、何か自分に間違った場合にはさっぱりと訂正する、どんなできない生徒でも一個の人格として愛すること」⁽²⁸⁾。そうした倫理はあらゆる教育機会に実現し得るのであり、道徳的なお説教よりも倫理教育としての効果を持ち得るはずである。「倫理の教育」の充実だけでなく、学校や企業で教育に携わる者全員の日々の実践に関わる、「教育の倫理」を問い直すことも必要なのではないだろうか。

文 献

- (1) 貝塚茂樹：道徳の教科化—「戦後七〇年」の対立を超えて—，文化書房博文社，(2015)，15-16, 88, 173-174.
- (2) 天野貞祐：教育五十年，南窓社，(1974)，51.
- (3) 獨協学園百年史編纂室編：回想 天野貞祐，獨協学園，(1986)，230.
- (4) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，129.
- (5) 貝塚茂樹：戦後教育改革と道徳教育問題，日本図書センター，(2001)，266-306, 335-359.
- (6) 貝塚茂樹：戦後道徳教育の再考—天野貞祐とその時代—，文化書房博文社，(2013)，17-58.
- (7) 日本近代教育史料研究会編：教育刷新委員会・教育刷新審議会会議録，第6巻，岩波書店，(1997)，48.
- (8) 日本近代教育史料研究会編：教育刷新委員会・教育刷新審議会会議録，第6巻，岩波書店，(1997)，67.
- (9) 鈴木英一：教育行政 戦後日本の教育改革3，東京大学出版会，(1970)，259-261.
- (10) 堀尾輝久：教育の目的 第一条(国民教育研究所編：教育基本法読本，労働旬報社，(1987)に所収)，63-64.
- (11) 杉原誠四郎：教育基本法の成立「人格の完成」をめぐる，日本評論社，(1983)，140-141.
- (12) 田中耕太郎：教育基本法の理論，有斐閣，(1961)，77-78.
- (13) 田中耕太郎：教育基本法の理論，有斐閣，(1961)，76, 79.
- (14) 天野貞祐：天野貞祐全集，第6巻「道徳教育」，栗田出版会，(1971)，404.
- (15) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，125.
- (16) 天野貞祐：天野貞祐全集，第2巻「学生に与うる書」，栗田出版会，(1971)，418.
- (17) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，161-162.
- (18) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，166.
- (19) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，167.
- (20) I. Kant: Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, Felix Meiner Verlag, (1999), 44.
- (21) M. Scheler: Der Formalismus in der Ethik und die Materiale Wertethik, Francke Verlag, (1966), 48-49.
- (22) 天野貞祐：天野貞祐全集，第1巻「道理の感覚」，栗田出版会，(1971)，165-166.
- (23) 天野貞祐：天野貞祐全集，第2巻「学生に与うる書」，栗田出版会，(1971)，104.
- (24) 天野貞祐：教育五十年，南窓社，(1974)，53.
- (25) 獨協学園百年史編纂室編：回想 天野貞祐，獨協学園，(1986)，227.
- (26) 天野貞祐：天野貞祐全集，第2巻「学生に与うる書」，栗田出版会，(1971)，394.
- (27) 天野貞祐：天野貞祐全集，第6巻「道徳教育」，栗田出版会，(1971)，287-288.
- (28) 天野貞祐：天野貞祐全集，第5巻「教育論」，栗田出版会，(1970)，291.



宮村悠介

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
 2014年 東京大学大学院人文社会系研究科博士課程修了(文学博士)
 2013年5月-2015年3月 東京大学上廣死生学・応用倫理講座特任研究員
 2015年4月- 現職
 専門分野：倫理学、倫理思想史
 ◎倫理学の基礎概念である「人格」の問題を思想史の観点から研究している。日本の教育史の文脈におけるドイツの人格論の受容過程の研究にも取り組む。
 ★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

「技術者倫理」に関する倫理的考察

勢力尚雅*

1. 工学倫理の問題—二重の循環にどのように関わるべきか

20世紀以後、科学と技術は、互いに影響を与え合い、互いを激しく変化させる循環関係を急速に深めてきた。そして、そのような科学と技術の相互作用を後押ししているのは、私たち消費者や、市場の要請である。科学と技術は、社会の要請に応えようとして国家や産業と結び付き、さらなる研究開発を続け、その成果として社会に投下される製品やサービスが、私たちの価値観、欲求、ライフスタイルなどを大きく変化させ続けている。世界各地で繰り返されるこの二重の循環作用(科学と技術の間の、そして、科学技術と社会の間の相互作用の目まぐるしい渦巻)は、科学技術の発達と歩調を合わせてグローバル化し、ますます高速化、大規模化、不透明化している。今や科学技術の社会への投下は、消費者や組織の合理的な利益追求に奉仕するものとして欠くべからざる手段であると同時に、想定外の、そして測定不能なリスクへと人々を否応無く巻き込む社会実験と化している。

問題は原発や核開発などが引き起こす環境問題に止まらない。インターネットの発達とさらなる展開は元より、人工知能、ロボット工学、ゲノミクス、神経科学、ナノテクノロジーなどの先端科学技術の研究開発が、この世界(私たち自身の価値観やライフスタイルを含む)にどのような不可逆的事態やリスクを及ぼすことになるか、完全に見通せる人はどこにもいない。それらの研究開発の成果は、既存の社会システムや私たち自身にどのような影響をもたらすのか完全には見通せないまま社会に投下されてきたし、今後ますますそれは加速化していくだろう。それがもたらす利便性とリスクを見通せないままに「社会実験」を迫ることになる先端科学技術の研究開発はどのように進めたり、規制したりすべきなのか。望ましくない結果が生じたとき、誰がどのような責任を負うべきであるのか。科学技術の研究開発はそれがもたらす結果によって常に正当化可能であるわけではなく、場合によっては不可逆的な深刻な混乱と問題につながってしまう以上、私たちは科学技術とどのように関わっていくべきなのだろうか。このような問題意識の広がりを背景として、品質向上という技術課題にだけ還元することのできない、工学倫理のかたちをめぐる問題圏が浮上してくる⁽¹⁾。

2. 技術者倫理の問題—偽ベテランと不寛容社会の負の連鎖

以上のような工学倫理の問題は、科学技術を研究開発し運用する科学技術者や、彼らを監督する官庁、あるいは法的な規制を立法する政治家といった各種の「専門家」によって対処されるべきという考えは根強い。専門知を欠く「お客様」であるユーザーや市民は、彼ら専門家に一任し、専門家はお客様の利益となるよう、お客様に代わって適切に判断・行動する責任を率先して引き受けるパターンリズムを実践すべきという考え方である。しかし、このような考え方自体が、かえって専門家の「偽ベテラン」化を助長してしまうとき、工学倫理の問題圏は、技術者倫理の問題圏につながることになる。

「偽ベテラン」とは、畑村洋太郎の用語である。それは、誰かが考えた答えをコピーするばかりで、自分で観察せず、自分で試行せず、自分で試作しようとしない、いわゆるマニュアル人間である。そのような人は、マニュアルを要領良くこなす、そのために失敗をあまりしない人であるが、逆にいえば、失敗経験に乏しく、マニュアルに記載されていない事態を想定する力も、そのような事態に対応するための創意工夫力の点でもひ弱である。専門家、とりわけ社会への影響力が大きい科学技術者が、パターンリズムの担い手であることを期待され、それを理解しているにも関わらず、いや、理解していればこそ、偽ベテランになりやすいという逆説的な状況が、技術者個人の倫理観の向上という問題意識の高まりに通じている。では、悪意はなくとも偽ベテランになりやすいという事態がなぜ生じているのか。誰かから与えられた問題を誰かのやり方を真似して解くことによって、目立った失敗を指弾されることを回避しようとする偽ベテランのエートを助長する要因は、少なくとも六つある。

第一の要因は、科学技術の要素還元主義的な研究手法や、逆樹木構造型(ピラミッド型)に組織化された分業体制である。要素還元主義の手法により高度に専門化、分業化された各部署の知見や、上層部からの指示命令に対して、明確な根拠を欠いた疑義を呈することは非合理とされやすい。その結果、そもそも縦割りになり易い部署と部署の間の壁は自然と厚みを増し、各部署の資産である失敗から学ぶべき事柄に関

* 日本大学理工学部；教授(〒274-8501 船橋市習志野台 7-24-1)
An Ethical Consideration on Engineering Ethics; Nobumasa Seiriki(Nihon University, Tokyo)
Keywords: *reductionism, risk society, restrictiveness, system 1, soft self*
2016年11月24日受理[doi:10.2320/materia.56.279]

する対話を通じて連携し合う習慣が生じにくくなり、相互に学習する機会が得にくくなる。

第二の要因は、同僚専門家から短期間で成果を評価してもらう必要に迫られる、いわゆる成果主義の風潮である。短期間で成果を上げるためには、先行研究と同じパラダイムに即して、それをマイナーチェンジしながら技術や理論を試行錯誤するというやり方が手堅く、効率的と考えられがちとなる。そのために、既存のパラダイムを大胆に疑い、新たなパラダイムの開拓に挑戦しようとする姿勢から得られる失敗からの学びの機会が得られにくくなってしまふ。

第三の要因は、ネガティブな情報に関する私たちのコミュニケーションの特性である。畑村はこの特性に対して「失敗は伝わらない」という標語を与えて、注意を喚起している。畑村によれば、失敗に関する情報は、単純化、歪曲化、神話化、ローカル化され易く、欲しい人しかそれに気付かず、不都合な人によって消され、無関心な人によって減衰されがちであるという。失敗は他人事。自分には関係無いと思う傲慢さと無関心が、失敗から学ぶ機会を逸する要因となってしまう⁽²⁾。

第四の要因は、リスク社会を安心社会に変換する責任を専門家に一任したい非専門家の「不寛容さ」である。その不寛容さは、専門家が失敗した場合、過剰なまでの怒りと制裁に燃える非専門家の「迫害群衆化」として現れることが少なくない。それは、ちょっとした失敗にすら怒りや憎悪の強い感情表現で制裁しようと身構え、相手に対して不信感を持続するだけでなく、徹底的に排除するなどのかたちで責任追及の手を緩めない非専門家の不寛容さである。このような不寛容さを目の当たりにすると、専門家のほうにも非専門家に対する不信感が醸成される。その結果、批判されるかもしれない不都合な情報も社会に広く開示し、非専門家とのパートナーシップを育もうとするよりも、不都合なことは隠す、あるいは気付かぬふりをして時間を稼ぎ、そのうちに技術的に問題を克服しようと考えがちとなる。非専門家に対して誠実な対話を試みようとしても不寛容な突き上げを喰うくらいなら、東大話法のような話術を駆使してでも、「いま、ここ」の繕い方を身に付け、組織から期待される役割を演じ、組織内での立場を守る演技に習熟することで、組織の一員としての自分自身と組織を守るという考え方である。専門家と非専門家との間で増幅する不信感が、専門家の失敗に対するさらなる疑心暗鬼と怒りを増幅し、「失敗責任を負わされるくらいなら、自分が背負う責任をできるだけ小さくしたい」という専門家の偽ベテラン化を誘発する。

第五の要因は、自分たちが遵守するルールやマニュアルの目的や、具体的な解釈、そして不備欠陥について問い直すことを止め、ルールやマニュアルを遵守すること自体を絶対目的とみなす習慣である。自分たちが遵守するルールやマニュアルが想定したり顧慮したりしていない事態は、「重要ではない」、あるいは「無いもの」とみなして構わないというこの習慣は、例えば「ものづくり」や「仮説モデル」の過程における割り切りとしては一定の意味があるのかもしれない。

しかし、ルールやマニュアルが人間の作ったものである以上、それらはある特殊な状況下で、ある特定の目的を達成するために作られた「一応の規則」であるに過ぎない。そのような「一応の規則」を絶対視することによる業務の効率化は、倫理的な問題を誘発しかねない。例えば、科学技術の発達に伴う技術間相互の連関におけるバグの問題や、影響力の大きな科学技術を悪用する技術への対処問題など、科学技術の開発と運用は、その影響力の大きさ故に、「一応の規則」への不断の見直しが必要となる。しかも、そのような不断の直しの担い手は、専門家に期待されがちである。しかし、そうであるにも関わらず、専門家集団が何かしらの問題の前兆に気付いても、「知らぬが仏」、「沈黙は金」、「臭いものに蓋」といった諺が教えるように、ルールやマニュアルさえ守っていれば「いま、ここ、私」の責任は問われまいといった態度から鈍感力が醸成されるとき、ハインリッヒの法則を生かし予防倫理に精励する科学技術者像からほど遠い偽ベテランが悪意無く育成されてしまふ。これまで見てきた第一、第二、第四の要因と相俟って、安心社会の不寛容な住人たちから指弾されないための適応の結果として、偽ベテランのエートスを身に付けることがリスク回避のための知恵とさえ考える人は多いかもしれない。

第六の要因は、ルールの精密化、厳格化によって偽ベテラン化を抑止できるという考え方である。ルールを精密にしても、それが現場の効率という観点からあまりに乖離している場合は、いわゆる「裏マニュアル」が出来上がり、それを遵守する習慣が広まるばかりである。かと言って、ルールを厳格化し、違反には厳罰で報いるようにしても、「絶対ばれなきゃいいじゃん」とも称すべきゲームが始まり、当初の志を実現するためとは別の目的(例えば、ルール違反の証拠の隠蔽)のために共謀するという事態が生じがちとなる。

畑村は、偽ベテランの対極に「真のベテラン」を据える。その特徴は、既存のマニュアルを疑い、自分で観察し、自分で考え、自分で試作し、失敗して、その失敗から自分で学ぶ。要するに、マニュアルを自分で作り直し続ける人であるという。畑村は、誰でも真のベテランに成長できると強調する⁽³⁾。

しかし、上に見たような六つの要因が強力に作動しているのが現代日本社会であるとする、畑村の見通しは楽観的過ぎると言わざるを得ない。そして、それだけでなく、工学倫理の問題は確かに「偽ベテラン量産問題」として技術者倫理の問題に直結するのであるが、この問題を、技術者個人の倫理観の向上といった、いわば「心の問題」に還元する見方も単純化が過ぎると言わざるを得ない。

善良で、業務の効率化のために仲間が読み取っている「場の空気」を自らも読み取り、組織の和を乱さない共感力に富んだ人は、むしろ積極的に偽ベテラン化して組織内での任務を遂行し、仲間意識を醸成する役割を果たしてしまうかもしれない。かと言って、自分の良心にだけ相談し、偽ベテラン化した仲間たちの問題行動を内部告発する勇気と行動を示すとしても、そのような英雄的な行動が常に正しいとは限らないし、仮にある観点(例えば義務論的観点)からは正しい行動

といえるとしても、内部告発をするというリスクを取るに見合うだけの効果が得られるとは限らない。倫理的判断を下す際は結果を顧慮せず、義務を普遍的に立法すべしといった良心観・理性観を奉じるのであれば、果たしてそのような良心や理性の身分を問い直す倫理学の問題圏への入り口と、告発への報復という不透明な現実とが待っている。

ともあれ、技術者倫理教育は、その影響力が見通せない科学技術の研究開発の主体と目される技術者たちが偽ベテラン化することへの不信感から要請される。しかも、その不信感、周囲の専門家に対してだけでなく、自らのエートスへの審問(例えば、レポートを書いているとき、それは自分で考察したものか胸を張れるのか? 都合の悪いデータに着眼せず、都合の良い単純な話をでっち上げてはいないか? など)として立ち上がってくる。つまり、合理化・効率化を果てしなく要請する成果主義の社会において、偽ベテラン化する人々が組織をなして社会に不信と不寛容を巻き起こし、その不信・不寛容がさらなる偽ベテラン化を助長するという、負のスパイラルに、自分自身、既に足を踏み入れていないか。そして、このスパイラルを解消できないまでも、緩和するためにどのような倫理的対話の実践が重要なのか。このような問いによって、技術者倫理は倫理学の問題圏に接続するのである。

3. 自己限定と科学技術信仰を導く直感

偽ベテランは、自分自身が真のベテランであると信じ込むために、周囲の偽ベテランたちと自分の相違に着眼することでプライドを確立するだろう。しばしば採られる方法は、「自分は〇〇の専門家、〇〇屋に過ぎない」といった自己限定と、倫理的判断を下す主体を自分でなく、法や規制などの社会的制度(を運用する専門家)に一任するという方法である。

科学技術者がこの方法を採用する場合、科学技術の研究・開発・運用をいかに進めるべきかという倫理的問題に答えることなしに、科学と技術の可能性を探求する「真のベテラン」気分を楽しむことができる。尤も、このような自己限定は、科学技術者に限らない。私たちの多くが、人類による複雑な環境変化の副産物(環境問題、様々な格差問題、テロなど)を視野に入れたところで、考えれば考えるほどどんな情報をどのように束ねて判断するべきなのかが分からないという居心地の悪さから、ある程度の自己限定を実行し、判断を別の誰かに委ねがちであるに違いない。複雑な世界においていかに生きるべきか、消費や選択の各局面においてどのような批評的洞察を獲得すべきか、といった倫理的判断を実践することの難しさと荷の重さに憂鬱を感じていると言ってもよい。

この憂鬱は、各種の専門家に対する不信感によって増幅されている。人類が十分なヴィジョン無く複雑にしている環境における「正義」、「自由」、「幸福」とは何であるのか。何事も科学技術での解決を図ることができるかと信仰している人々は、私たちがどのような倫理的判断を下すべきかについて、究極的には人工知能や、各種の科学の統合知に規定してもら

い、それに従うという不自由すら合理的な選択と考えるかもしれない。人々が様々な自己限定を受け入れ、偽ベテランの道を進もうとも、あるいは倫理的判断から人々が完全に逃避しようとも、一定の安全・安心感と自由感を約束してくれるように見える「鉄の檻」を人工知能などの科学技術によって準備するという新たなパターンリズムへの待望も感じられる。例えば、人間が自動車を運転する自由が大いに制限されたとしても、自動運転の車が普及することから期待される安全の方が「良い」と直感されているのかもしれない。科学技術によってかなりの程度監視されたり、プロファイリングされたとしても、テロや犯罪の極めて少ない世界の方が「良い」と直感されているのかもしれない。人間たちの間では議論百出の「正義」、「自由」、「幸福」を最適化するためには、人間によってではなく、神のごとき人工知能によってこれらの概念の使用法を決めてもらう方が「良い」と直感されているのかもしれない。「偽ベテランが量産される時代への効果的な処方箋は、どんな人間からも期待出来ない」というニヒリスティックな直感が、科学技術への信仰の源泉となっているのかもしれない。

しかし、人間に対するこのような直感に対しても一定の疑義を呈し、「深刻な不信と不寛容の連鎖の原因となるような偽ベテランでない何者かに変身するための方途は本当に実在しないのか」を考えてみよう。そのとき、技術者倫理は、諸感情と理性の間柄や、専門家相互の間柄、組織の内外の間柄など、「人間的なネットワークとはどのようなものであり、またいかにあるべきか」という倫理学の問題と接することになる。この問題は倫理学が伝統的に探求してきたテーマであるが、近年、このテーマをめぐるのは、認知言語学、認知心理学、脳神経科学、進化生物学、行動経済学、社会システム論、社会構成主義、社会心理学、精神医学など、人間の判断や選択と、それによって生じる協調行動としての組織や社会のかたちを、システムとして研究する諸科学が、専門性の垣根を越えて関心を共有し、対話を交わし始めている。最後に、その対話の一端を見ることにしよう。

4. 変化の中で適応のかたちを共同探求する対話の進め方

倫理学と諸科学との活発な対話には見るべきものが多いが、ここでは18世紀の道徳哲学者であるデイヴィッド・ヒュームと認知科学のいくつかの知見との対話に言及しておこう。

ヒュームは、人間の理性は情念の奴隷であるという。私たちは様々な情念に導かれ、一般的な判断を形成するが、その際、自分が思っているほど理性的でも自由でもないというのである。「～と似ている」、「～に近い」、「～の結果である」などといった言葉で経験をパターン化・類型化する際に作動しているものの見方は、私たちが理性を用いて自分でその都度作っている見方ではなく、ほとんどの場合、周囲の人々の判断や習慣の影響を大いに受けながらその働き方が規定されている想像力の無自覚的かつ受動的な働きによる、とヒュー

技術(者)倫理 —組織とのかかわりを考える

杉本 泰治*

1. はじめに

近年、産業の技術がかかわる面で「偽装」や「データ改ざん」が相次いだ。強く非難され、白い目で見られながら、そのうちに忘れられ、そうするとまた起きて、またか、という状況である。このままでは、日本の技術に対する信頼性が低下することになりかねない。これはモラル(倫理)が低いせいだろうか。

その一方で、日本の産業が市場へ送り出す製品について、メイド・イン・ジャパンの品質は、国際的に高く評価されている。このような品質への信頼は、モラル(倫理)が低くては望めないことである。

こうしてみると、日本の産業には評価が相反する二つの面がある。高い評価に寄与している人も、白い目で見られるようなことをしている人も、同じこの国で生まれ、育った日本人である。このような事実を軸足を置いて、これからの日本の産業にかかわるモラル(倫理)について方向を見いだすようにしよう。

2. 倫理的な行動の仕組み

わが国では、技術者倫理が学生を対象とする教育で始まり普及したことから、一つの誤解が生まれた。技術者の倫理が、高校の「倫理」科目のように、学校のなかで育てられるかのような誤解である。実際には、科学技術の専門職(プロフェッショナル)である技術者が自ら育て、つぎの世代へ伝えるものである。

倫理的な行動は、「倫理」がひとり歩きするのではなく、「法」と「科学技術」を加えた3要素からなる。

(1) 倫理

倫理にはさまざまな見方があるが、まず自らのスタンスを定めること、用語の定義はその基本となる。

人は人間関係のなかで生活し、業務に従事する。倫理は、対人関係に着目して重視し、大切にする。

(a) モラル(morals)

モラルとは、人が対人関係において、してよいこと、してはいけないことを区別して行動しようとする意識をいう。「モラルの意識(moral sense)」ともいい、普通の人ならだれでも持ち合わせている。

「してよいこと、してはいけないこと」の区別をする価値基準は、徳目ともいわれ、古くから観察されてきた(表1)。どれも、普通の人なら、なるほど、そうか、と思いがたつだろう。それがモラルの意識である。

モラルの意識は、眠っていたのでは、役に立たない。とっさのときに役立つ、活性化された状態がありうる。

(b) 倫理(ethics)

倫理とは、人が対人関係において、してよいこと、しては

表1 モラルの価値基準。

価値基準	記
おもいやり	黄金律 ⁽¹⁾
正義 勇気 節制	古代ギリシャのアリストテレスによる ⁽²⁾ 。
率直(frank) 正直(honest) 誠実(faithful) 親切(kind) 優しい(gentle) 礼儀正しい(courteous) 信用する(confiding) 愛情のこもった(affectionate) 忠実(loyal) 親孝行(filial)	明治時代初期の日本人に観察された ⁽³⁾ 。
安全(safety) 健康(health) 平等(equal) 公平(fair, fairness) 公正(just, justice)	第二次大戦後、重視されるようになった。

* T. スギモト技術士事務所 代表(〒188-0014 西東京市芝久保町 4-4-4B-415)
Engineering Ethics: Its Importance in Relation to Operating Organization; Taiji Sugimoto(T. Sugimoto Professional Engineer Office, Tokyo)
Keywords: *engineering ethics, morals, moral sense, ethical conduct, operating organization, hierarchy, individual, code of ethics, organizational behavior*
2016年11月21日受理[doi:10.2320/materia.56.283]

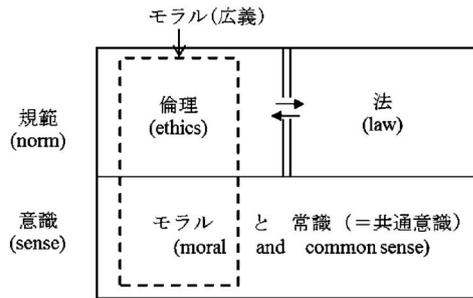


図1 モラルと倫理，法と倫理の関係。

いけないことの規範(norm)をいう。つまり、モラルの意識による判断を、「〇〇してはいけない」、「〇〇するようにしよう」という形にしたもので、言葉や文字に表され、守るべき人に知らされる。倫理の規範は、モラルの意識に支えられている(図1)。

人は、家族コミュニティがあり、地域コミュニティで暮らし、勤め先の企業コミュニティで仕事をし、技術者コミュニティ(たとえば日本金属学会)に入っている。こう書けば、コミュニティがどのようなものか理解できよう。「倫理」は、コミュニティで育ち、自主的に順守するよう期待される自律の規範である。

(c) モラルと倫理を区別する理由

倫理の規範が順守されるには、順守しようというモラルの意識がある。倫理的な行動の説明には、このように「モラル」と「倫理」の2語が必要なのである。

日本語には別に、「道德」という語がある。モラルと倫理を合わせたような意味の語であり、1語ですますのにはよいが、意識と規範を分けるには不便である。

(2) 法(法令)

社会の主要な規範に、法と倫理があり、それを支えるモラルと常識がある(図1参照)。

(a) 法の特徴

法は、社会が、すべての人に順守するよう強制する他律の規範である。人々は互いに見ず知らずで、法を守ろうとしない人もいることが前提だから、国家権力による強制をとまなう他律が原則とされる。

倫理は自律、法は他律で、一方が足りないところを他方が補う補完関係にある。マイカー運転では、事故を起こさないようにしようというドライバーの自律があり、同時に、ドライバーの自律がどれほど強固でも、道路交通法による速度・横断・追越などの規制に不備があれば、事故につながる。

(b) 法令順守(コンプライアンス)

法令を守ること(法令順守)は、法令から発する義務を履行することである。技術者の周辺に見いだされる義務がある(表2)。普通の技術者なら、心当たりがあるだろう。これらの義務(duty)から職務上の責務(obligation)、あるいは使命感が生じる。

表2 職務上の義務。

①注意義務 duty of care
②忠実義務 duty of loyalty
③安全義務 duty of safety
④守秘義務 duty of confidentiality
⑤完全性義務 duty of integrity
⑥協力義務 duty of cooperation
⑦規範遵守(コンプライアンス)compliance
⑧説明責任(情報開示)accountability (disclosure)
⑨継続学習 continuous learning
⑩自己規制 self-regulation
⑪公衆保護 protection of the public
⑫環境保護 protection of the environment
⑬社会的責任 social responsibility

(3) 専門的な知識・経験・能力

技術者の倫理的行動の基礎に、科学技術にたずさわる専門職としての、専門的な知識・経験・能力がある。

(4) 倫理的な行動—積極的倫理

ここまでに、つぎの三つを示した。

- (1) 活性化されたモラルの意識(倫理)
- (2) 職務上の責務・使命感(法)
- (3) 専門的な知識・経験・能力(科学技術)

実務で問題に出会ったとき、この三つが、同時に、一体となってはたらく。それが積極的な倫理(positive ethics)であり、倫理的な行動となる。

3. 個人と組織の業務執行

現代の技術者のほとんどは、組織のなかで働く。倫理やモラルの意識は、個人のものであり、それを組織と結び、一目でわかるモデルにする(図2)。

(1) 業務執行組織モデル

企業が事業に必要な業務を執行するのも、行政庁が行政に必要な職務を遂行するのも、原理は同じであり、共通してそこに「業務執行組織」があるとみる。

(a) 階層組織

組織形態を、「コミュニケーションのコスト」と「情報の歪曲」の2要素によって評価し、企業規模が大きくなると階層組織が適することが知られている⁽⁴⁾。

組織のなかの個人を「人」のマークで表し、階層組織が個人からなることを強調してある(図2上半分)。個人ひとりひとりのはたらきが統合され、組織の成果となるには、「リーダーシップ」が重要であり(図2①)、同時に、組織内のすべての個人の「個人の動機」が重要である(図2②)。

(b) コミュニティ

階層組織の個人たちにより、そこにコミュニティができる(図2下半分)。コミュニティが場となり、つぎのコミュニケーションが行われる(図2③)。

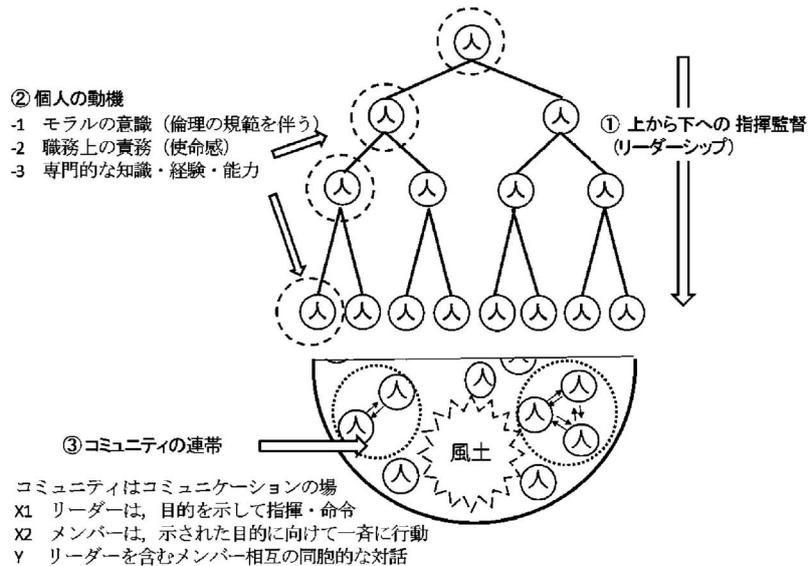


図2 業務執行組織モデル⁽⁵⁾.

表3 業務執行の要素の重みづけ.

業務執行の要素		業務執行の効率への寄与(100)	
①上から下への指揮監督(リーダーシップ)		30+	30+
②個人の動機	モラルの意識	30+	10+
	職務上の責務・使命感		10+
	専門的な知識・経験・能力		10+
③コミュニティのコミュニケーション	リーダーは、目的を示して指揮・命令	90+	10+
	メンバーは、示された目的に向けて一斉に行動	30+	10+
	リーダーを含むメンバー相互の同胞的な対話		10+

X1 リーダーは、目的を示して指揮・命令

X2 メンバーは、示された目的に向けて一斉に行動

Y リーダーを含むメンバー相互の同胞的な対話

これらのコミュニケーションを通じて、業務が行われ、コミュニティの連帯と風土が形づくられる。

(2) 業務執行の要素の重みづけ

完全な業務執行の成果を100とし、人間のすることに完全や100はありえないから、業務執行の3要素(図2参照)が十分にそろった場合を90+として、重みづけをしてみる(表3)。仮に各要素を同じ重みにしてあるが、読者各自が関係先について数字を当ててみるとよい。そういう対話が、組織内の共通の理解に役立つ。

(3) 組織的行動の要点

業務執行の各要素(表3参照)は、それぞれ独立している。たとえば、科学技術の専門的な能力が十分なら、倫理や法は不十分でよいというものではない。

「モラルの意識」は、100のうち10に過ぎないが、10によって防がれる事故があり、10を欠くことによって起きる事故がある。倫理は、過大評価も過小評価もいけない。「職務上の責務」も、同様である。

「リーダーシップ」は重要であり、しかしそれだけでは組織は動かず、優れたリーダーシップも100のうち30を超えない。「コミュニケーション」の重要性は、言うまでもない。

4. 技術者の倫理と倫理規程

(1) 技術者の倫理

前記のモラルの価値基準は、一般の人に「共通のモラル(common morals)」であり、技術者の場合、科学技術の専門職としての倫理が加わる。

科学技術が進歩し大量生産・大量消費の時代、消費者は、科学技術のことがよくわからずにその影響を受け、危害にさらされる。そういう立場の人たちを、「公衆(public)」という。公衆の安全および健康を保護し、公衆の福利を図ることが、技術者倫理の特徴である。

(2) 倫理規程

倫理の規範を条文にしたものを「倫理規程(code of ethics)」という。倫理規程は文字に書かれたもので、そのままでは行動につながらないが、企業・団体・学会などの倫理規程は、①制定に向けての討論を通じて組織内の共通の理解が育ち、②倫理の方針を組織内に周知徹底し、③対外的には、倫理的な姿勢を開示することが信頼を得る一助となる、などの効用がある。

技術者の流動化と知的財産権， そして技術者倫理

池田大亮*

1. はじめに

我が国の雇用システムは、他の先進国と比較して長期雇用型の特徴を持ち、労働者の雇用の安定と人材育成の機能を果たしながら、長期にわたる経済成長を実現してきた。しかし、バブル経済の崩壊による社会環境や構造の変化に伴って、雇用システムにも変化が生じ、その結果技術者の流動化が進んだ。

TPP(環太平洋戦略的経済連携協定)の発効は、アメリカの離脱表明によって不透明感が増しているものの、2015年のASEAN-EC(アセアン経済共同体)の立上げや、主に2国間協定となるFTA(自由貿易協定)、EPA(経済連携協定)の積極推進、そしてAPEC エンジニアやIPEA 国際エンジニアなど国際技術資格相互承認の締結拡大を受けて、国内外を問わず今後益々技術者流動化の加速が予想される。

さらに近年では、特にICT(Information and Communication Technology: 情報通信技術)の急速な発展など、技術者を取巻く環境変化には目を見張るものがある。

このような市場経済のグローバル化や拡大傾向は、多方面にわたる成長や繁栄をもたらす一方で、不当競争の温床や助長にもつながりかねない危険性も伴っている。

こうした状況下において市場経済の健全な競争や発展のため、倫理面から技術者の在り方(あるべき姿)を提案し、合わせて技術情報の流出抑制策に関する具体事例を紹介する。

2. 技術者倫理とは

図1に、法と倫理の相関概念図を示す。倫理の根幹をなす生活倫理(道徳)は、少なからず幼少期から家庭教育を始め、幼稚園や地域社会など生活する多くの場で実施され、自然に個人の中にも形成されて行く。他方職業倫理は、職業に就いている個人や団体が自らの社会的な役割や責任を果たすために、職業人としての行動を律する基準や規範であって、職種によって独自の倫理観がある。図1で生活倫理の枠を超え

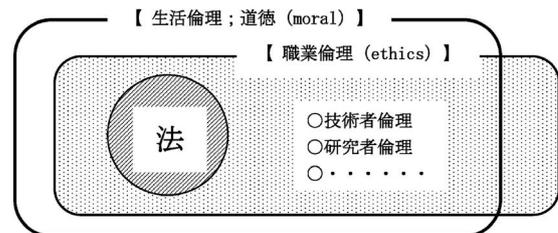


図1 法と倫理との相関概念図。

た職業倫理例として、弁護士による犯罪者の弁護がある。例えば、このような犯罪(者)になぜ弁護が必要なのかといった一般感情に反して行われる場合が、これに相当すると言われている。

法と倫理との違いに関し、法は、他律的且つ対処的で強制力がある。一方倫理は、自立的且つ予防的な側面を持つ反面、強制力はない。また法と倫理との関連では、法による対処が出来ない領域を倫理がカバーするので、互いに補完関係にあると北原は述べている⁽¹⁾。

技術者倫理の歴史を振り返ると、その萌芽を20世紀初頭の米国に見ることが出来る。そこでは「雇用主に対する責任(従順、忠誠、信頼)」が主体で、技術の社会的影響に関しては対象としていなかった。その後社会の発展と共に「忠誠としての倫理」から「公衆の安全・健康・福利」、そして「倫理教育」いう段階を経て発展してきた⁽²⁾。

日本でも国際化の動きに対応して、倫理綱領の制定が急速に進展している。表1⁽¹⁾に、国内工学系学協会の定める倫理綱領例を示す。例えば日本技術士会の基本綱領には、①公衆の利益優先、②持続可能性の確保、③有能性の重視、④真実性の確保、⑤公正且つ誠実な履行、⑥秘密保持、⑦信用保持、⑧相互協力、⑨法規遵守など、⑩継続研鑽が掲げられおり、技術者倫理に関わる事項も多く包含されている。

また技術者教育の振興や国際的に通用する技術者の育成を目的として、1999年に設立されたJABEE(Japan Accreditation Board for Engineering Education: 日本技術者教育認定

* 株式会社特殊金属エクセル 品質管理本部; エキスパート(〒355-0342 埼玉県比企郡ときがわ町玉川56)
Fluidization of Engineers and Intellectual Property Rights, and Engineering Ethics; Daisuke Ikeda (Tokushu Kinzoku Excel Co., Ltd., Tokigawa, Hiki-gun, Saitama)
Keywords: intellectual property rights, engineer's ethics, engineer's fluidization, technological outflow, prevention countermeasure
2016年10月28日受理[doi:10.2320/materia.56.287]

表1 日本における技術系学協会の定める倫理綱領例⁽¹⁾.

制定年	学協会
1938	土木学会
1961	日本技術士会
1996	情報処理学会
1997	電気学会
1998	電子情報通信学会
1999	日本機械学会
2000	日本化学会
2001	日本原子力学会
2002	応用物理学会

表2 近年の国内企業における主な技術情報流出事件.

漏洩企業	概要
2012年 ヤマザキマザック	旋盤図面情報の不正コピー
2012年 新日鉄	方向性電磁鋼板製造技術の不正入手
2012年 ヨシツカ精機	プレス機設計図の不正横流し
2014年 東芝	NAND型フラッシュメモリ製造技術の無断提供

機構)過程では、技術者倫理が必須カリキュラムになっており、2001年以降高専や大学の理工農系学部・学科で認証取得が進んでいる。

3. 知的財産権と技術流出

(1) 国内における技術流出実態

表2に、近年の国内企業における主な技術情報流出事件を示す。なお表2は、司法の場で係争となった事例で、氷山の一角にすぎない。

1982年に起きた係争事例の1つに、新潟鉄工所事件がある⁽³⁾。事件の概要は、CADシステムの開発者らが中途退職して、自分たちでソフトウェア会社を設立し、その後新会社での販売目的で、自分たちが開発したCADシステムの関連資料一式を会社に無断で持ち出したものである。裁判での判決は、業務上横領罪の成立が下された。本事例は、会社管理文書の無断持ち出しと流用が問われた。もし会社管理文書の無断持ち出しや流用せずに、また会社が保有する製品特許なども無く、開発者らが独立後「頭の情報」による類似品の製造・販売を行った場合は、法的にはどのような判断が下されるのであろうか。この場合であっても、創作活動で生まれた創作物には、有体物または無体物に関わらず著作権が生じ

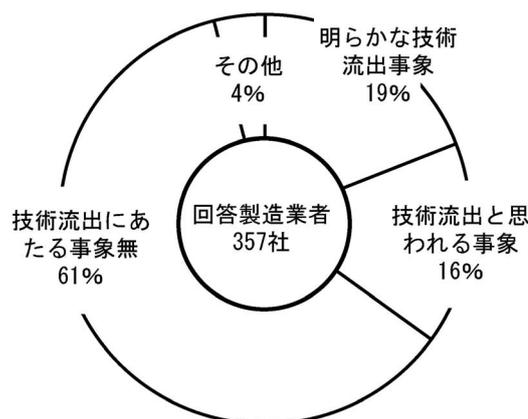


図2 技術流出発生有無に関するアンケート調査結果⁽⁴⁾.

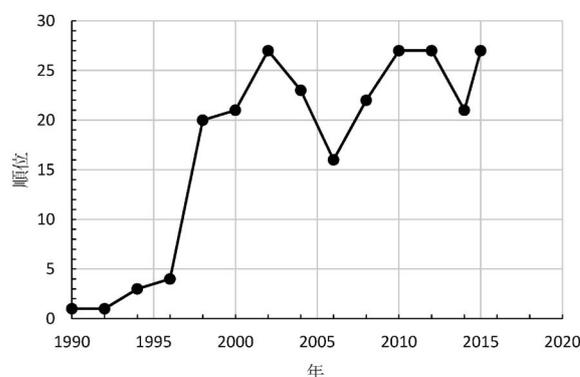


図3 IMD ランキング推移.

る。この著作権には複製権や譲渡権などがあり、記憶に基づいて著作物を複製などした場合であっても、当然著作権侵害となり得ると考えられる。従って新潟鉄工所の事例では、CADシステムの著作権が会社のものなのか、開発者のものなのかが問われることになる。

図2⁽⁴⁾に、経済産業省が2006年に実施した国内製造業の技術流出発生有無に関するアンケート調査結果を示す。実に35%の企業から、技術流出があったとの回答が寄せられている。このうち流出した技術は、重要な最先端技術であったことや流出については想定外であったこと、流出先は中国が6割以上で次いで韓国が3割、日本国内の他企業も3割が存在したとの回答であった。また再発防止策に関する回答では、半数以上の企業で進んでいるが、4割の企業はなお技術流出の不安があると回答しており、また効果的な方法が分からないという企業が2割、さらに法律などの規制強化が必要であると2割の企業が主張していた。このような意図せざる技術流出は、当該企業の競争力低下に止まらず、模倣品の発生につながる恐れもあり、一企業のみならず国全体の国際競争力にも影響する可能性がある。

図3は、スイスのIMD (International Institute for Management Development: 国際経営開発研究所)による国際競争力ランキング⁽⁵⁾⁻⁽⁸⁾の推移である。IMDでは、①経済

状況、②財政政策、③ビジネスの効率性および、④インフラの4分野にて毎年評価を行っている。図3のIMDランキング推移と国内技術の海外流出との直接的な関連性については一概に問えないが、1990年代初頭は日本が1位であったが、1996年以降順位が大幅に低下し、2015年では中国の22位、韓国の25位に次ぐ27位まで後退している。この傾向は、1990年代前半のバブル崩壊による不況と市場のグローバル化によって、それまで国内経済をけん引してきた自動車や電機・電子産業などの生産拠点の海外シフトが急速に進み、それに伴いそれまで技術的優位性を維持してきた金型など基幹産業に付帯した産業において、図面やノウハウに止まらず多くの技術者の「意図せざる流出」が社会問題化した時期と一致しており、少なからず関連性が類推される。

(2) 技術流出の背景

一般的に特許など知的財産権の取得による効果は、

- (a) 自社だけでその発明を独占する事ができる
- (b) 他社に発明の権利の使用を許諾することで、ロイヤリティを得ることができる
- (c) 競合他社を牽制する事ができる
- (d) 顧客に対して技術力の信用性を高める事ができる

ことが上げられる。

これらの会社が受ける効果に対して金属などの素材を扱う製造業の場合では、新たな組成や新規構造などの基本特許が特許権設定登録の中心となる。

一方で製法特許に関しては、著しい優位性があるか他の代替製法がないなど特別な場合を除き、通常はノウハウやブラックボックスとして秘匿される場合が多い。これは、

- ・特許公開によって逆に技術流出する可能性があること、
- ・特許権侵害訴訟では、特許権者側が侵害事実の立証責任を負い、この立証が困難であること、
- ・特許維持費用と特許から得られる利益との費用対効果によること、

などの理由が上げられる。

知的財産権を取得していない製造現場のノウハウの中には、「秘密管理性」と「有用性」そして「非公知性」の要件を備えた営業秘密にあたる情報も多くある。営業秘密に関しては、如何なる事情においても意図せざる流出の場合は、不正競争防止法による処罰対象となる。

技術者は日常業務を通して、営業秘密に属する情報や製造条件などのノウハウに接する機会も多く、それらを知識や経験として会得している。たとえ営業秘密ではなくても、それに近い情報の取扱いがグレーゾーンで問題に発展する可能性がある。技術者が退職後に技術指導などの行為を行う場合は、以前に知り得た技術情報の第三者開示がどこまで許されるのかが問題になる。ここでは業務を通して得た知識や経験の拾得物に対する帰属性が問われることになり、技術者倫理に基づく自己判断が求められる。

会得情報の開示に対する判断基準の1つとして、

- (a) ピンポイントの開示は、如何なる場合であっても不可

- (b) 自己の知識や経験を基に、解を得るための原理や原則の示唆、或いは解を得るためのプロセス指導であれば可

と考えており、日頃から自己が携わってきた技術に対して、例えばその重要度を①最重要コア技術や、②慎重に考慮すべき技術、そして③開示が可能技術などに分類・整理して明確にしておくことよい。

いずれにしても個々人が、確たる技術者倫理を自己形成し、最終的には信念に基づいて行動することが重要である。

4. 技術流出防止のために

(1) 技術者倫理の醸成

2項で述べたJABEE課程修了者以外の多くの技術者は、技術者倫理とは如何なるものか、感覚的な理解止まりではなからうか。技術者倫理を理解し身につけるためには、教育や自己学習によらざるを得ない。

倫理は日頃接している科学技術とは異なって、日々進歩するものではなく、ある意味普遍的な性格であるため、一度理解すれば特別な事情が無い限り継続研鑽の必要性は薄く、その点では比較的楽である。

教育の場の例としては、①企業におけるCSR(Corporate Social Responsibility: 企業の社会的責任)活動の一環として実施される技術者倫理教育や研修、②日本技術士会などの学協会や第三者機関が主催する技術者倫理に関する講習会などがある。

また自己学習に関しては、技術者倫理の入門書から専門書まで良書が多数出版されているので、自分に適したテキストを見つけることは比較的容易である。

(2) ハードおよび運用面

営業秘密を筆頭に、技術情報の流出防止対策を講じることは、企業にとって重要課題の1つである。

以下、当社における対応の1例を示す。始めに自社の社員に対しては、

- (a) 情報の重要性に応じたアクセス権限の付与
- (b) 社内管理デバイス以外のデバイスによるアクセス拒否と管理デバイスの持ち出し規制
- (c) 在職者や退職時など適宜状況に応じた秘密保持契約の締結

などがある。また顧客など外部との関係においては、

- (d) 製造条件やノウハウ関連事項は、提出書類に記載せず自社内で管理する
- (e) オンリーワンの技術やノウハウを有する材料を使用して製品化を図る場合では、製品を共同開発して共同ライセンス化する

などの対応を取っている。

5. おわりに

経済産業省が2006年に行ったアンケートによる国内製造業の技術流出問題に関する実態調査結果⁽⁴⁾では、技術流出ルートとして最も高かったのが、製品のリバースエンジニアリングなどモノを通しての流出で71.7%であった。次いで現役従業員/退職者による技術指導などヒトを通しての流出が62.2%，そして図面などワザを通しての流出が52.8%であり、ヒトや技術データ起因による技術流出は決して看過できる数値ではない。

製造業を取巻く環境は、ICT化の進展やサプライチェーンのグローバル化、人材の流動化などによって、今後益々技術やノウハウを巡るトラブルの増加が予想される。また韓国や中国などの東アジア諸国では、知的財産管理制度の不備や雇用制度の違いにより、この種の問題が増加する危険性は否定出来ない。

少なくとも技術者が介在した技術流出問題に対しては、技術者個々人の倫理観を高めることが意図せざる流出の抑制に大きく寄与すると確信する。

最後に技術者個々人が、自らの倫理面においての判断基準や行動原則を持つことは、法令違反などの不祥事に巻き込まれずに、また意図しない加害者あるいは被害者にならないための最終自己防衛手段であることを心しておきたい。

本文の執筆に際し、廣瀬国際特許事務所所長の廣瀬様から知的財産権関連用語や表現に対して、適切な助言を頂戴致しました。この場を借りて御礼申し上げます。

文献

- (1) 北原義典：はじめての技術者倫理，講談社，(2015)，5-13.
- (2) 金光秀和：情報知識学会誌，**16**(3)(2006)，24-38.
- (3) 日本技術士会倫理委員会編：技術者倫理事例集，(公社)日本技術士会，(2013)，98-100.
- (4) <http://www.meti.go.jp/policy/economy/chizai/.../H1812chousa.pdf>
- (5) <http://www.imd.org/wcc/news-wcy-ranking/>
- (6) http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_6019129_po_074406.pdf?contentNo=1
- (7) <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc123110.html>
- (8) https://www.spc.jst.go.jp/economy_industry/basicdata/05/03.html



池田大亮

★★

1984年 秋田大学大学院鉱山学研究所修士課程修了
 ~1997年 日立電線株式会社豊浦工場 製線部圧延課
 ~2003年 同社 総合技術研究所 第6部
 ~2010年 同社 特殊金属エクセル 複合材製造部
 2016年10月-現職
 専門分野：鋳造および圧延による素形材加工，金属破壊原因調査

◎溶接部の不具合解析やばね等繰返し応力付加材における早期破壊原因等の不良モード解析結果から，使用鋼種変更推奨に止まらず，部品の構造や工法の適正化を提案，顧客と共同検証を実施。技術士(金属部門)。

★★

児童や生徒の金属に対する興味・関心を醸成するビスマス結晶づくり

後藤 創紀¹⁾ 布村 一興¹⁾ 中野 英之²⁾ 仁科 篤弘^{**}

1. はじめに

ビスマスは原子番号83の金属元素である。亜鉛とビスマスを衝突させて形成される原子が、113番目の元素「ニホニウム」として認定されたことは記憶に新しい。また、恒星内部の核反応では、中性子捕獲反応の一種であるsプロセスにより、ビスマスまでの元素が形成されることもよく知られている。さらに、ビスマスは化学的にも次のようなユニークな特徴を有している；①単体の融点が544 Kと低いこと、②凝固すると体積が増加すること、③鉛と異なり毒性が銀程度と低く、海外では整腸剤として使用されていること、④容易に過冷却状態が得られること、⑤結晶化するとき骸晶をつくること、⑥結晶を冷却していく過程で表面に構造色を呈する酸化膜が形成されること。

ビスマス結晶がつくる幾何学的な骸晶とその構造色は美しいことで知られ、最近では『世界で一番美しい元素図鑑』⁽¹⁾などに掲載されたことからなどからも人気が高まっている。ビスマスは、現在最も注目を集める金属元素の一つであろう。

ビスマスの結晶は、融点の低さや毒性の低さなどから、個人でも比較的容易に作製が可能であり、Web上で様々な試みが掲載されている。しかし、著者らは、後述するように、Web上の情報をもとに1方法を提示した中込⁽²⁾による先行事例を参考に試行を行ってみたが、必ずしも大きく美しいビスマス結晶を作成できるとは限らなかった。そこで、誰もが確実に大きく美しいビスマス結晶を作成できることを目指し、その方法を探索してきた。本稿では、大きく美しいビスマス結晶を得る方法を提示するとともに、小学生や教員・学生を対象に行ったビスマスの結晶づくりに関する教育実践から、その教材としての可能性について検討を行った。

2. 大きなビスマス結晶をつくる

中込⁽²⁾は、次に挙げる方法でビスマス結晶の作成を行った。直径15 cm程度のステンレス製ボウルにビスマスチップを15個ほど入れ、加熱用ホットプレートで加熱する。次に、融解後に加熱用ホットプレートのスイッチを切り、溶融しているビスマス表面に「島」のようなものが現れたらピンセットではさみ、真上に持ち上げる。持ち上げた「島」を溶融しているビスマス表面から3 cmほど上で10秒ほど停止し、結晶が下方に成長するのを待つ。しかし、著者らが追試を行ったところ、図1(a)のように、2 cm程度の結晶をつくることのできる場合も見られるが、多くの場合、小さい結晶しかつくることのできなかつた(図1(b),(c))。この原因としては、「島」を引き上げるタイミングを見計ることや、「島」をピンセットで持ち上げる操作そのものが難しいこと、ステンレス製ボウル内におけるビスマス溶融体の深さが十分な結晶を成長させるほどに深くなかつたことなどが考えられる。そこで、著者らは、次に述べるように実験方法の改良を検討することにした。

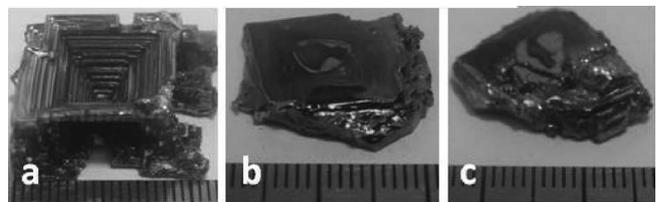


図1 試作したビスマスの結晶。

* 京都教育大学教育学部 1)大学生 2)准教授(〒612-8522 京都市伏見区深草藤森町1)

** 福島県伊達市立大石小学校；教頭

An Education Program of Making Bismuth Artificial Crystals Which Enhances Children's Interests and Concern in Metal; Soki Goto*, Kazuoki Nunomura*, Hideyuki Nakano*, Atsuhiko Nishina** (*Kyoto University of Education, Kyoto. **Date City Oishi Elementary School, Date)

Keywords: materials education, Bismuth, skeletal crystals, structural color, class practice

2016年11月29日受理[doi:10.2320/materia.56.291]

(1) 実験方法の改良

(a) 大きな結晶を得るための工夫

まず、底部が窄まっている形状のボウルではなく、開口部と底部の内径が等しい100円ショップで販売されているステンレス製の計量カップ(200 mL)を用いることにした。同量のビスマスチップを溶融させた際、ボウルを使用した場合よりも計量カップを使用した場合の方が、深い溶融深度が得られるだけでなく、ぐらつく心配も少なくなる。加熱の際には、加熱用ホットプレートではなく、安価で容易に入手できる高出力バーナーと通常の理科実験室にあるガスバーナーを使用することにした。次に、ビスマス溶融体に結晶成長の核になるような浮子ものを浮かべれば、大きな結晶が得られるのではないかと考えた。そこで、針金をリング状、ルツボ状、コイル状、サンダル状などに加工したものの6種類をビスマス溶融体に投入してみることにした(図2(a)-(f))。針金に取っ手状のものがあればピンセットでも取り出しが容易になると考え、加工の際に取っ手もつけた。6種類の形状の針金を投入した結果を図2に示す。大きな結晶ができやすい順から○、△、×で示している。実験の結果、サンダル状に加工したものの(図2(b),(e))をビスマス溶融体に投入すると大きな結晶が得やすいことが分かった。また、中込⁽²⁾が提示した方法では、ビスマスが溶融してビスマス結晶を取り出すまでに要する時間については示されていないかった。試行錯誤を行ったところ、ビスマスが融解して浮子を投入後約420秒(約7分程度)経過する頃に針金を取り出すと、大きなビスマス結晶を得られやすいことが分かった。図2(b)のように加工した針金を実験の度に準備することは大変である。そのため、身近なもので図2(b)のような形状のものが他にないかと探索したところ、形状がゼムクリップに似ていることに気づき、図3のようにゼムクリップを加工して取っ手をつけたものを投入することにした。その結果、図2(b)を使用した場合と同様の結果を得ることができたため(図4)、以後浮子としてゼムクリップを使用することにした。サンダル状の形状の浮子を用いると大きな結晶ができる理由については、いくつかの理由は考えられるものの、現段階では不明で

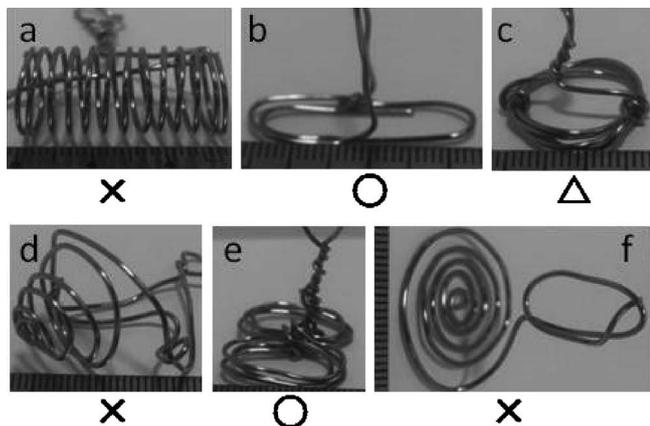


図2 溶融ビスマスに投入した6種類の金属浮子。

ある。その理由の解明については今後の課題としたい。

(b) ビスマス結晶の色を制御する

ビスマス結晶に見られる構造色は酸化膜の厚さにより変化する。取り出したビスマスの結晶は冷却していく過程で、金色から紫色、青色、空色、緑色の順番に変化していく。酸化膜の生成にはエネルギーが必要なため、温度が下がるとそれ以上の色の変化は起こらない。そこで、取り出したビスマス結晶の酸化膜の厚さを変えることで人工的に色を決定できるのではないかと考えた。その方法として以下の2つの仮説を立て、実験を行った；①冷却中に酸素を封入した密閉空間に結晶を入れることで酸化膜の生成を促進する、②冷却の途中で冷水につけ、酸化膜の生成を停止させることで、結晶の色を人為的に制御する。実験を行った結果、酸素雰囲気下で冷却しても、空気中で冷却した場合と異なる色の変化を観測することはできなかった。しかし、②の実験において酸化膜の生成を阻害し、色の変化を停止させることができた。

今回改良を行った実験方法を図5に示す。実験に必要な器具も図5に示した。ビスマスチップをステンレス製の計量カップに入れて加熱する際、三脚の上に金網を置き、その上で加熱を行う。計量カップの底部はガスバーナーで、上部は高出力ガスバーナーを用いて加熱を行う。ビスマスが融解した際、表面に酸化膜が形成されるが、中込⁽²⁾が示したようにスプーンを用いて取り除き、アルミ缶に捨てるようにする。約420秒(約7分)程度経過した後に、ゼムクリップの取っ手



図3 加工したゼムクリップ。



図4 新たな方法で試作したビスマスの結晶。(オンラインカラー)

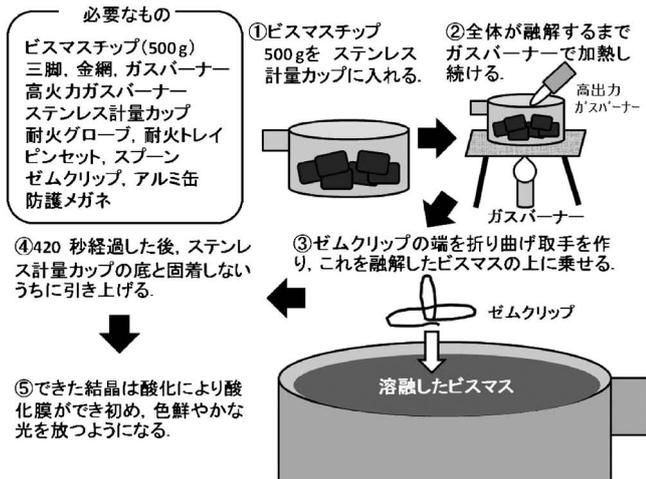


図5 ビスマス結晶の作成方法.

をピンセットでゆっくりと引き上げ、耐熱パット上にビスマスの結晶を取り出して色の変化を観察する。10秒程度の間に、金色、青紫色、空色とビスマスの結晶の色が変化する様子を観察することができる。ピンセットで結晶を引き上げる際、安全のために耐火グローブを用いて結晶を引き上げるようにする。図5のような作成方法で比較的安定して大きなビスマスの結晶を作成することができるようになった。

3. 授業実践

ビスマスの結晶づくりは大変魅力的な活動であり、児童や生徒の金属に対する興味・関心を醸成するために有効に活用できるのではないかと考えた。また、ビスマスには前述のような多くのユニークな化学的な特徴を有していることから、ビスマスの結晶づくりを通して化学分野の学習にもつなげることが期待できる。以下に、小学生と教員・学生を対象に行ったビスマスの結晶づくりの実践について報告し、教材としての可能性について検討を行う。

(1) 小学校での授業実践

2016年2月18日に福島県伊達市内の小学校の児童3・4年生12名を対象にビスマスの結晶づくりの授業実践(1時間)を行った。授業の流れを表1に示す。この授業では、ビスマスの結晶をつくる活動そのものよりも、水以外の物質の状態変化に触れさせることを主な目的としている。小学校の理科では水以外の状態変化の例が示されることが殆どないため、状態変化が水以外の物質にも起こることを理解させるためには、「金属を溶かす」という活動を取り入れることは有効であると考えた。

導入として、まず水の状態変化についての説明を行い、金属の鉄は氷のように融けるのかと児童に質問した。展開では、児童にビスマスチップを手にとらせた後に、演示実験を通して実験方法や注意点について説明を行った。実験中、防護メガネを必ず着用するよう指示を行うとともに、火傷への注意喚起を行った。ビスマスが融解した段階で、導線と豆電

表1 授業の流れ.

	学習の流れ	準備物
導入 (5分)	水の状態変化について 金属の鉄は融けるのか	
展開 (35分)	演示実験 ・ビスマスチップを手にとらせる ・演示実験を通して実験方法や注意点を説明する ・この間、ビスマスチップと溶融したビスマスに電極を入れ、電気が流れることを確認する 全体実験	・3班分の実験セット(図6と同様のもの) ・導線と豆電球、電池からなる自作テスター ・指導者5人が各班に入り指導を行う
まとめ (5分)	今日の実験のまとめ 感想文の記入	・ワークシート



図6 授業実践の様子.

球、電池からなる自作テスターを用いてビスマスチップと溶融ビスマスの通電実験を行い、どちらも電気を通すことを確認した。個別実験では3班に分かれてビスマスの結晶づくりを行った。1班につき、1~2名の指導者が入り指導を行った。授業の最後に、全体のまとめを行うとともに、ワークシートに感想文を書いてもらった。

授業は特に大きな問題もなく、時間内に全員がビスマスの結晶を作成することができた(図6)。金属の鉄は氷のように融けるのかという問いについては、12名中1名の児童が融けると回答した。金属が融けるということは児童にとっては日常生活の中では理解しにくいものであると言える。しかし、この点については著者の一人である中野が毎年同校において行っているマグマの生成実験の影響があるのかもしれない。この実験はマサ土をステンレス製の容器に入れて七輪で加熱してマサ土を融かすものである。高温に耐えるステンレス製の容器を見ると、金属は融けないものになってしまうのも無理のないことのようにも思う。また、作製できたビスマス結晶は著者らが行ったものよりも小型のものが多い傾向が見られた。この原因としては、ゼムクリップを溶融ビスマス

に浮かべてからの経過時間を正確に測定していなかったことが原因として考えられる。

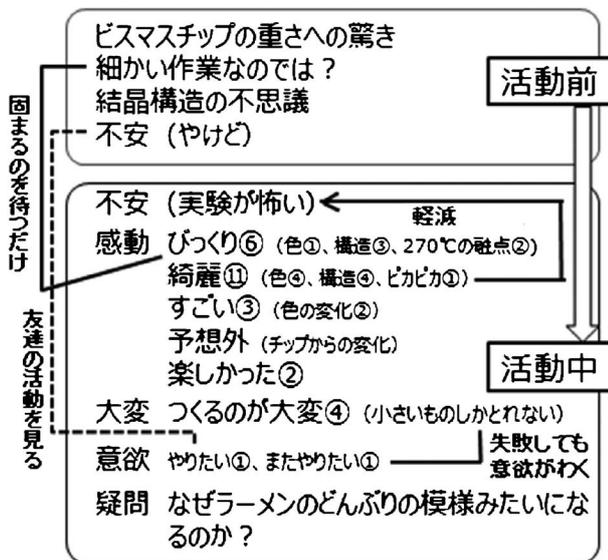
ワークシートに書かれた児童の感想文をフレーズごとに分解し、項目ごとにまとめた結果を図7に示す。数値は出現回数を示している。特に関連性を考察する必要がある項目は線で結んである。

活動前の状況に関しては、ビスマスの重さや結晶構造について興味を示す記述が見られるとともに、火傷や作業の困難さなど実験に対する不安などの記述も見られた。

活動中の状況については、色やその変化、結晶構造に「びっくりした」、「きれい」、「すごい」という感想が多くみられた。12名の児童に対してこうした感想が20件挙がったことから、ビスマスの結晶そのものに感動した児童の多さを窺い知ることができた。ビスマスの結晶づくりは、体験を通して児童の金属に対する興味・関心を醸成する教材として非常に有用である。一方で、活動中も実験が怖いと述べている児童もみられた。つくるのが大変だったという感想を述べた児童も4名みられたが、そのうち1名は「小さいものしかできなかったがまたやりたい」と述べるなど、失敗を肯定的にとらえていることが分かった。実験に不安を感じていた児童からは、「細かい作業なのではないかと考えていたが、ただ固まるのを待つだけだったので驚いた」、「火傷が心配だけれど友達の活動を見ていてやりたくなった」、「きれいな結晶を見て実験が怖くなくなった」といった感想が寄せられた。安全面での対策を十分に行うことは大前提であるが、簡便にきれいな結晶を得られる活動に触れることで、実験に対する不安を軽減できることが分かった。「なぜラーメンのどんぶりのような模様ができるのか」と活動を通して骸骨ができる理由についての疑問について記した児童も見られた。

(2) 現職教員・学生を対象とした授業実践

日本地学教育学会全国大会(2016年10月9日)のワークシ



ョップにて、現職教員・学生約25名を対象とした授業実践を行った。実践は、演示実験を行った後に、全体実験を行うという流れで行った。会場はガスバーナーのない施設であったため、ガスバーナーの代わりにカセットコンロを使用した。ワークショップは25名を2班に分かれて全体実験を行うことにした。1班あたりの参加者が12~13名であったため、全員がビスマス結晶を作成するのに2時間を要した。実践後に、大型のふせん紙を配布して自由に感想を記述してもらった。スタッフは指導者として2班にそれぞれ3名、計6名入った。

ワークショップは、ビスマスの結晶づくりを行うのは初めての参加者が殆どであったためか、ビスマスを引き上げる際には歓声上がるなど、大変に盛り上がった(図8)。班内の連携も円滑で、完成後の受講者の達成感も高かった。同時に、活動を楽しむだけでなく、理科教員の立場から客観的に本教材を考察しようという姿勢が伝わってきた。ゼムクリップの形を更に改良したらどうなるか試行錯誤する班も見られた。今回は、ゼムクリップを浮かべてから約420秒(約7分)程度経過した後にビスマスの結晶を引き上げたため、多くの参加者が大きなビスマス結晶を作成することに成功した。

参加者のうち、感想文の提出のあった19名について、同様のアンケート分析を行った。図9はその結果をまとめたものである。感想はビスマスの結晶づくりに関する直接的な感想だけでなく、生徒実験としての利点や授業での活用、実践者への提案など多岐に渡った。

小学校での実践同様に、色やその変化の美しさに感動したというコメントが多く、簡便に安価で行えることに肯定的なコメントや、盛り上がる、大きな結晶がつくれてうれしいという感想が見られた。またやりたいという意見も見られ、参加者の満足度の高い活動であることが分かった。構造色や骸骨構造ができる理由についての疑問や固まるタイミングが分からないといったコメントも寄せられた。

生徒実験としての利点を挙げたコメントも多く挙がった。生徒と一緒に盛り上がるができることや、2つと同じものができず、適度に失敗する点、見て美しいといった点が評価されたようである。ビスマスの結晶づくりは、体験を通し



図8 ワークショップの様子。

中性子線による金属材料の組織と 弾塑性変形挙動の解析(Ⅲ)

—弾塑性変形その場測定—

友 田 陽*

3.1 ミクロ組織に起因する階層的不均質弾塑性変形挙動

金属材料の弾塑性変形は階層的不均質性を示す。FCC単結晶では、負荷応力の増加に伴い、弾性変形(第0段階: 0_s)、容易すべり変形(第I段階: I_s)、多重すべり変形(第II段階: II_s)、動的回復を伴う変形(第III段階: III_s)が現れる。それらの特徴には結晶の弾性異方性とすべり系に対するSchmid因子の大きさに起因した引張方位依存性が現れる。「転位論に基づく変形応力の解明」は進んだが「変形に伴う転位密度・組織の変化」の本質は未解決のまま残されていると指摘されてきた⁽¹⁾⁽²⁾。透過電子顕微鏡(TEM)による転位の直接観察法が発達しその実態が明らかにされ始めた頃、高村先生は「あまりにも微視構造のみに気をとられて、変形の本質である不均質性、特に巨視的な変形帯の形成とその役割が全く看過されている」と指摘され、エッチピット法を用いた試料全体の観察により I_s から II_s への遷移機構を明らかにされた⁽¹⁾。「樹をみて森をみない」という先生の警告は筆者が中性子回折の活用に力を注ぐ原動力のひとつである。

多結晶合金においては個々の結晶粒内の容易すべり変形が結晶粒界の拘束により抑制され、すぐに第II、第III段階になる。降伏強度はその定義によって異なるが、大まかに単相多結晶合金の変形段階を分類すると、弾性変形(0_p)、弾性変形のみで結晶粒とすべりが開始した結晶粒が混在する段階(I_p : Grain to grain yielding stage)、すべての結晶粒ですべ

りが進行する段階(II_p)に分けられる。すべり変形がSchmid因子のみでなく弾性異方性および結晶粒間の塑性ひずみ差に起因する応力分配に支配される様相は、EPSC(Elasto-plastic self consistent)モデル⁽³⁾や3次元結晶塑性有限要素法(FEM)解析によって示されている⁽⁴⁾。ここでは、結晶粒間の塑性ひずみ差に起因する粒応力(Intergranular stress)の役割が大きい。多結晶内の注目する結晶粒の平均塑性ひずみが ϵ_{ij}^p であり、試料全体の平均塑性ひずみが E_{ij}^p の場合に塑性ミスマッチひずみ $(\epsilon_{ij}^p - E_{ij}^p)$ が生み出す内部応力 σ_{ij}^{hkl} は次式で表され⁽⁵⁾、EPSCモデルで使われている。

$$\sigma_{ij}^{hkl} = \frac{2\mu(7-5\nu)}{15(1-\nu)} (\epsilon_{ij}^p - E_{ij}^p) \quad (3.1)$$

ここで、 μ は剛性率、 ν はポアソン比である。個々の結晶粒内の塑性ひずみの不均一性を考慮するにはFEM解析に頼らざるを得ず、統計精度を上げるために数千個の結晶粒を対象にした計算が行われている⁽⁴⁾。

硬質粒子を含む二相合金の加工硬化はEshelbyの楕円体介在物理論を用いたTanaka-Moriの直線硬化⁽⁶⁾⁽⁷⁾が筆者の理解の基本である。母相と第二相間の塑性ひずみ差によって生じる各構成相の平均内部応力が相応力である。すべり系における加工硬化量($\Delta\tau$)は次式で与えられる。

$$\Delta\tau = f\mu A\gamma_p \quad (3.2)$$

ここで f , A , γ_p はそれぞれ第二相体積率、係数、母相のせん断塑性ひずみである。実際の二相合金では界面近傍の塑性緩和によって直線硬化から下方偏倚し、さらに多結晶体では前述の粒応力が相応力に重なるので理論的取扱いは複雑になる

* 物質・材料研究機構・NIMS 特別研究員(〒305-0047 つくば市千現 1-2-1)

Characterization of Microstructures and Elasto-plastic Deformation Behavior of Metals and Alloys using Neutron Beam (3) —*In-situ* Measurements during Elasto-plastic Deformation—; Yo Tomota (Research Center for Structural Materials, National Institute for Materials Science, Tsukuba)

Keywords: neutron beam, diffraction, in-situ measurement, elasto-plastic deformation, poly-crystal, multi-phase alloy

2016年3月30日受理[doi:10.2320/materia.56.296]

が、中性子回折を用いると変形中の相応力と粒応力を逐次測定できる。ここで、両構成相が共に弾性変形のみ領域を段階A、母相が塑性変形し第二相が弾性変形のみ領域を段階Bと呼ぶことにする。段階Bには前述の I_p 、 II_p が重畳する。変態ひずみ、熱膨張率差等に起因する相応力と粒応力を定量測定できることが中性子回折法の魅力である。

第二相も塑性変形しやすい延性二相合金では、前述の段階Bに続いて第二相も塑性変形を起こす段階Cが現れる。筆者は学生時代に田村先生のご指導で延性二相合金の強度・変形・破壊の研究を始めた⁽⁸⁾⁽⁹⁾。DP鋼、低合金TRIP鋼、Q & P鋼、ナノベイナイト鋼等々、強度・延性バランスの向上を目指した新構造材料研究のマイクロ組織は微細多相組織である。森先生が考案された延性二相合金の変形理論を直伝してもらいながら筆者が関連実験と計算を行った方法の基本は、構成相間の塑性ひずみ差に基づく相応力の変化を追うことである。ここで引張軸を x_3 とすれば、延性二相合金の変形応力(σ_{33}^A)は段階Bでは式(3.2)同様に次式で与えられる⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

$$\sigma_{33}^A = \sigma_p^I(\epsilon_p^I) + \frac{(7-5\nu)E}{10(1-\nu^2)} f \epsilon_p^I \quad (3.3)$$

ここで、 $\sigma_p^I(\epsilon_p^I)$ と ϵ_p^I は軟質相の変形応力と塑性ひずみであり、変形の軸対称を仮定して $\epsilon_{33}^I = -2\epsilon_{11}^I = -2\epsilon_{22}^I = \epsilon_p^I$ とした。このときの2つの構成相の相応力は以下ようになる。

$$\text{軟質相: } \sigma_{33}^I = -2\sigma_{11}^I = -2\sigma_{22}^I = -f \frac{(7-5\nu)E}{15(1-\nu^2)} \epsilon_p^I \quad (3.4)$$

$$\text{硬質相: } \sigma_{33}^H = -2\sigma_{11}^H = -2\sigma_{22}^H = (1-f) \frac{(7-5\nu)E}{15(1-\nu^2)} \epsilon_p^I \quad (3.5)$$

段階Cに入ると両構成相の塑性ひずみ差に注目し、各々の変形構成式を満足しながらひずみ増分計算を続けられよい⁽⁸⁾⁽⁹⁾。最近、小山先生は、塑性緩和をセカント法で取り込んだマイクロメカニクス法⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾とフェイスフィールド法を融合させ複雑な任意の二相組織形態から応力-ひずみ曲線を計算されている⁽¹²⁾。中性子回折を用いると各構成相が負担する相応力のモデル計算を検証できるのが強みである。

中性子回折によって塑性ひずみは求められないが、塑性変形によって導入された転位に関する知見は得ることができ。従来は半値幅のみを使う初歩的な方法が使われ曖昧であった。転位線の応力場をもたらす回折ピーク幅がりへの影響は、TEMによる転位観察と同じく入射ビーム方向と転位のバーガースベクトル、転位線接線ベクトルと弾性係数に依存する。近年、これらの計測条件を取り込み、多くの回折ピークを一括フィッティングして、転位の密度、配列、性格(刃状とらせん成分の割合)を導出するCMWP(Convolutional Multi Whole Profile fitting)法が開発された⁽¹³⁾。Ungár先生のご指導を受けながら試みたところ、従来法に比べて説得力のある結果が得られることがわかった⁽¹⁴⁾。この方法の利用によって、変形機構の理解のみでなく、加工熱処理における変態直前の母相転位組織の同定に基づく変態機構の理解等において中性子回折の魅力がさらに増すと期待される。

以下では、单相多結晶鋼、硬質第二相を含む多結晶鋼、延性二相鋼の引張と引張圧縮変形その場中性子回折実験について紹介する。なお、頁数制限と最近執筆した解説⁽¹⁴⁾⁻⁽¹⁷⁾との重複を減らすため図は最小限に留めた。

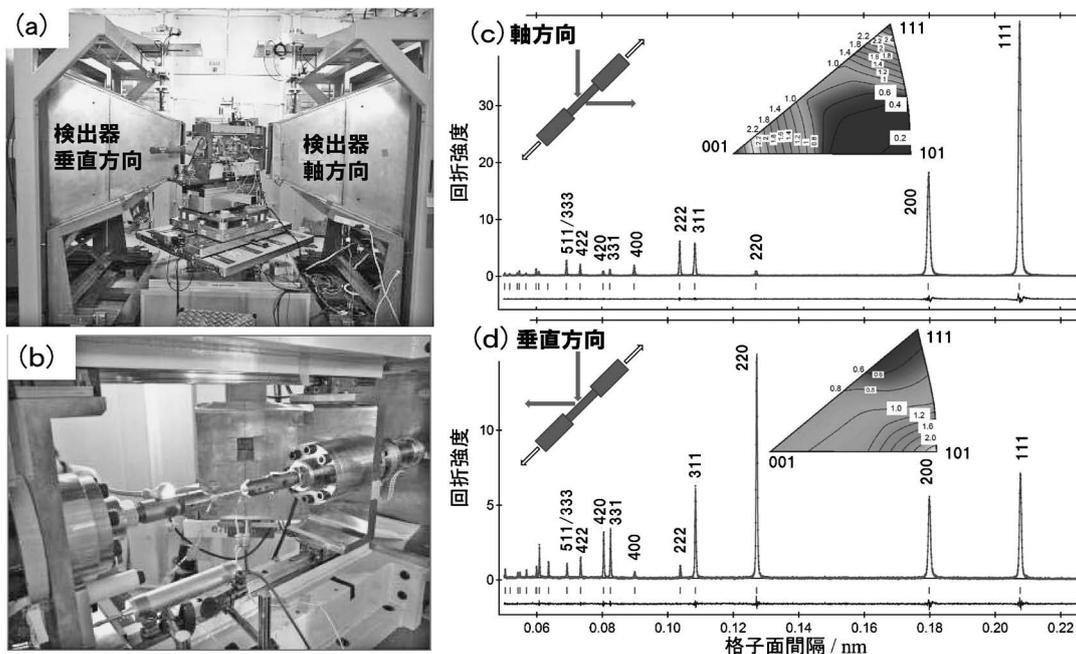


図3.1 オーステナイト鋼の引張試験中その場中性子回折：(a) 匠/J-PARCにおける実験外観；(b) 引張試験部の詳細；(c) 変形後の軸方向回折プロファイル(図中の数字はミラー指数)；(d) 同垂直方向。

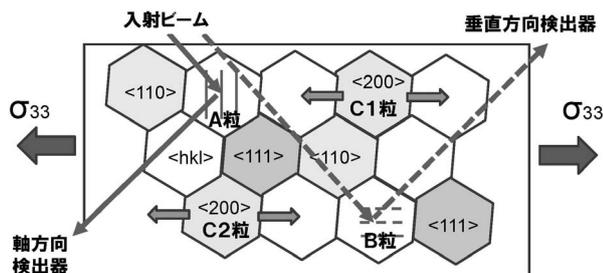


図3.2 単相多結晶における中性子回折に関する結晶粒群の特徴.

3.2 単相多結晶合金における引張変形挙動

中性子回折による時分割測定には、パルス中性子ビームを使って多数の回折ピークを多方向から同時に取得できるTOF法が有利である。単軸変形中その場中性子回折実験には、図3.1⁽¹⁸⁾(前頁)に示すように入射ビームに対して $\pm 90^\circ$ に検出器を設置し、荷重軸が水平で 45° になるように試験機を設置すれば、試験片の軸方向および垂直方向の回折パターンを同時に測定できる。前々回の図1.3⁽¹⁹⁾に示したように粒ひずみ、相応力、巨視的応力を変形中にその場測定できる。塑性変形途中のオーステナイト(γ)鋼の例を図3.1(c), (d)に示す。引張前は軸とその垂直方向の回折パターンがほぼ同じで集合組織の弱い試料であったが、図の変形後の結果では両者のスペクトルが大きく異なっている。応力主軸2方向を同時に測定できるため軸対称変形の場合は前々回の式(1.3), (1.6)から相応力の同定が可能である。図3.2において、2つの検出器で計測される中性子は、たとえばA粒とB粒で散乱ベクトルが軸あるいは垂直方向に垂直な $\{hkl\}$ で回折されたビームである。言い替えると、引張方向が $\langle 200 \rangle$ の結晶粒C1とC2の回折ビームは軸方向検出器に入り200回折ピークを構成する。結晶粒C1とC2の軸方向の結晶方位は同じであるが、その垂直方向には360度の自由度がある。したがってC1, C2のような $\langle 200 \rangle$ 粒群(family grains)の垂直方向の格子ひずみを測定することは不可能であるため、前々回⁽¹⁹⁾のHookeの式が使えない。軸方向 $\langle 200 \rangle$ 粒群に属する個々の結晶粒は周囲の結晶粒の方位は異なるがほぼ同じ変形条件下にある。ところが垂直方向 $\langle 200 \rangle$ 粒群では、個々の結晶粒の引張方向の方位が異なるので、様々な変形条件でそれらに作用する粒ひずみは異なる。したがって、軸方向と垂直方向の200回折プロファイルを比べると粒ひずみ(すなわち面間隔)がほぼ等しい軸方向ではピークシフトが大きい、垂直方向ではラインブロードニングが大きくなると考えられる。後出のCMWP法による転位密度の同定では軸方向よりも垂直方向の解析結果が大きく出る傾向がある。

引張変形に伴う γ 鋼の111回折ピークの変化を図3.3⁽²⁰⁾に示す。軸方向と垂直方向の縦軸のスケールが異なることに留意すると変形前のプロファイルはほぼ同じで集合組織の弱い試料である。変形の進行に伴って①ピークシフト、②ラインブロードニングと③回折積分強度の変化がみられる。①は粒

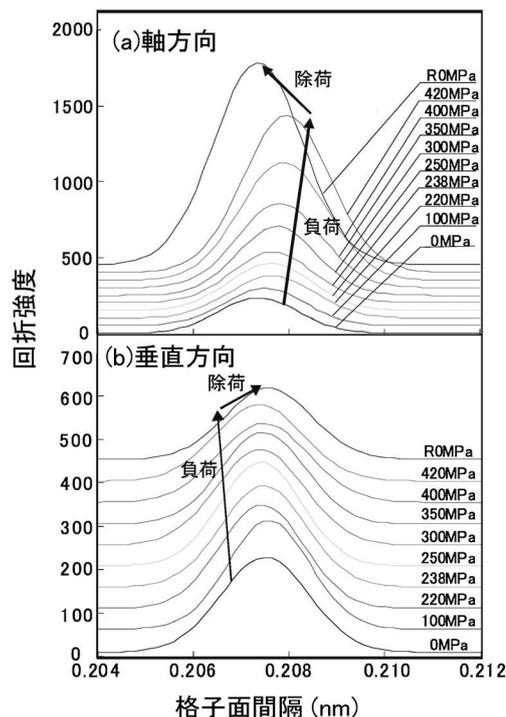


図3.3 オーステナイト単相鋼の引張変形に伴う111回折ピークの変化(図中のR0MPaは変形後除荷時を表す)。

ひずみで軸方向と垂直方向の動きが逆である(ポアソン効果)。代表的な3つの hkl 回折プロファイルから算出した粒ひずみの傾向を図3.4⁽¹⁸⁾に示す。前章で説明したように 0_p , I_p , II_p の変形段階が見られる。 γ 鉄は弾性異方性が強いので弾性変形域 0_p において結晶方位に依存する弾性ひずみ(応力)の差異が顕著である。 I_p , II_p の途中から除荷すると早く降伏した粒には式(3.1)から軸方向に圧縮、遅い降伏の粒には引張の弾性ひずみ(応力)が残留する。挿入図のようにEBSD/Wilkinson法を用いると変形に伴って結晶粒内の応力分布のみでなく結晶方位による粒間の相違も観察され⁽²¹⁾、両者の傾向は同じである。

変形材の転位密度を図1.9⁽¹⁹⁾で説明したCMWP法を用いて解析した例を図3.5に示す。塑性変形およびその後の焼鈍に伴う平均転位密度の変化を図2.9⁽²²⁾のように転位の配列と性格を含めて追跡することができる。ここでは、最近のUngárらの方法⁽¹⁴⁾⁽²³⁾を使って、転位コントラスト因子の理論値とプロファイルフィッティングにより求めた実測値(individual contrast factor)から $\langle hkl \rangle$ 結晶粒群ごとの転位密度を算出した。KAM(kernel average misorientation)値の逆極点図に似て、 $\langle 110 \rangle$ と $\langle 211 \rangle$ では転位密度にかなり差がある。TEM観察で経験するように転位配列(組織)が結晶方位によって異なると予想されるが、個々の $\langle hkl \rangle$ 結晶粒群の転位配列(M)や性格(q)を導出する解析手法はまだ開発されていない。Ungárら⁽²³⁾は、図3.4のような粒ひずみから $\{111\}$ $\langle 110 \rangle$ すべり系に作用するせん断応力(τ)を見積り、図3.5のような転位密度(ρ)を使ってTaylorの式： $\tau = \tau_0 + \alpha \mu b \sqrt{\rho}$ に

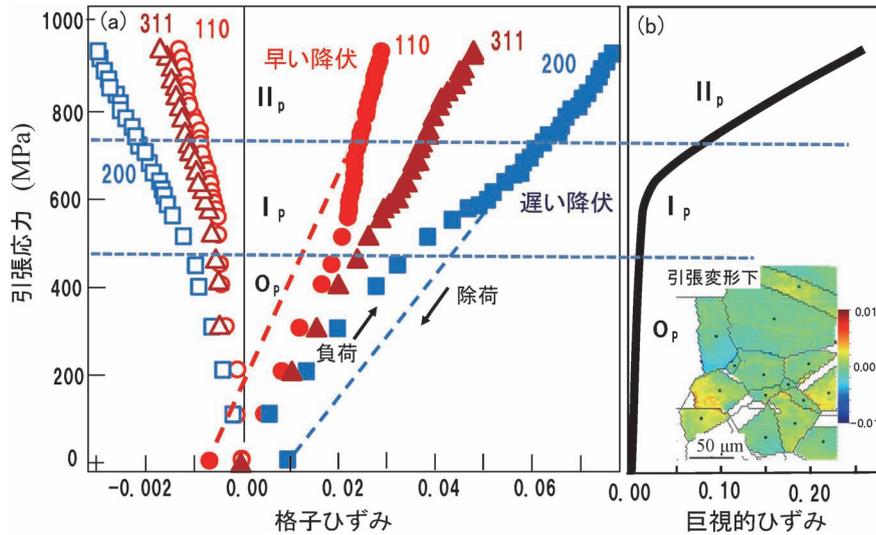


図3.4 オーステナイト単相鋼の引張変形中その場中性子回折結果：(a) 格子ひずみの変化(中実マークは軸方向，中空マークは垂直方向)，(b) 応力-ひずみ曲線(挿入図は EBSD/Wilkinson 法による軸方向線ひずみ分布)。

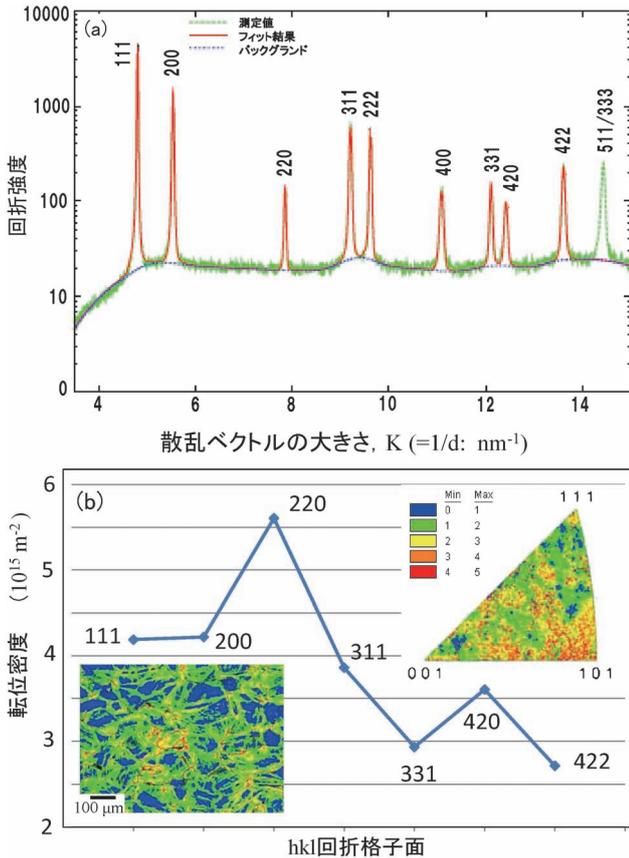


図3.5 引張変形(40%)を受けたオーステナイト鋼の転位密度：(a) CMWP 解析例，(b) $\langle hkl \rangle$ 結晶粒群の転位密度(挿入図は15%引張変形試料表面の KAM 値分布とその逆極点図)。

よるデータ整理を行い，係数 α が引張方位に依存することを示している(ここで， τ_0 は摩擦応力)。彼らの結果によると，係数 α は $\langle 531 \rangle$ と $\langle 210 \rangle$ では 0.47 であるが， $\langle 100 \rangle$ ，

$\langle 110 \rangle$ ， $\langle 111 \rangle$ は 0.27，0.21，0.24 と小さい値を示し，多結晶体中でも単結晶の特徴を色濃く残している。なお，係数 α は転位組織に依存し，Mughrabi は転位セル構造との関係を考察して composite model を提案している⁽²⁴⁾。

焼入れマルテンサイト鋼には変態で転位が多量に導入されている。従来の半値幅法を用いると，変形に伴って転位密度が減少するのに変形応力は増大するという不可解なデータ整理になっていたが，最近，CMWP 法解析を用いることによって半値幅の減少は転位密度の変化ではなく転位組織(配列)の変化によることが明らかにされた⁽²⁵⁾。さらにプロファイルの非対称性から，ラスマルテンサイトは塑性変形し易い領域と困難な領域から構成され，前者では変形に伴って転位密度が若干減少するが後者では増加することが示されている⁽²⁶⁾。

3.3 硬質第二相を含む合金の変形挙動

フェライト(α)とセメンタイト(θ)から構成されるパーライト鋼は強伸線加工によって引張強さ 6.2 GPa(鉄鋼材料における最高強度)まで硬化し， θ 球状化によって 0.6 GPa 程度まで軟らかくすることができる重要な工業材料である。図 3.6 に示す⁽²⁷⁾⁻⁽²⁹⁾ように，弾性変形の段階 A の後， α 相が降伏して段階 B に入ると α 相の格子ひずみの増加が止まり θ 相の格子ひずみが急に増加する，すなわち応力分配が生じる。ラメラ間隔が小さいほど強度が高いが，格子ひずみから見ると α 相(層)のすべり距離が小さくなって強化されるためであることがわかる。 α 相の $\langle hkl \rangle$ 粒群の粒ひずみを調べると，相応力に粒応力(ひずみ)が重なっている様子を解析できる。伸線加工度が増し強度が 2.5 GPa を超えると， θ ピークが消失し， α 相の非線形弾性変形挙動が明瞭に観察されるようになる(一般に強度が著しく高くなると線形 Hooke の式から偏倚し非線形弾性変形が見られる)。

3.4 延性二相から構成される合金の変形挙動

α - γ 二相ステンレス鋼では、前章の段階 A, B に続いて両構成相が共に弾塑性変形を続ける段階 C が現れる。図3.7に引張圧縮変形の真応力-ひずみ曲線と格子ひずみの変化を示す。これは、かなり以前に角度分散(AD)法を用いた実験で、 α 110と γ 111を同時に一次元位置敏感型検出器で同時測定した結果⁽³⁰⁾⁽³¹⁾である。段階 Bにおいて引張応力の増加に伴い γ の格子ひずみの増加が停滞し、 α の格子ひずみが大きく増加しているため、 γ が降伏して塑性変形を開始し α は弾性変形を続けていると判断される。この段階 Bに続いて、応力対格子ひずみプロットの勾配が変化することから段階 Cに入ったと推定される。この状態から外力を反転させると、除荷中にすでに圧縮塑性変形が開始することが応力-ひずみ曲

線に見られる。格子ひずみの変化をみると、除荷状態(図の矢印)において γ には圧縮、 α には引張のひずみが残留している。圧縮荷重が始まると硬質相である α はしばらく弾性変形のみであるが、軟質相である γ は初期から塑性変形をしている。引張変形で γ に発生した圧縮相応力が引張のときは抵抗(逆応力)となるが圧縮荷重に転ずると塑性変形を促進するためである。したがって、圧縮荷重では、最初から γ が塑性変形を始めているので段階 Aは存在せず、すぐに段階 Bが始まっている(B'とする)。やがて α も圧縮塑性変形を始めるのでC(C')段階に入る。その後、図の点NPで α と γ の格子ひずみが等しくなる。これは優先的に引張塑性変形を受けた γ が圧縮塑性変形によって α と同じ塑性ひずみ状態になった(粒応力ゼロ)ことを示している。その後、再び γ が優先的に圧縮塑性変形を受け応力分配が生じる。このように相応力には方向性があるので、大きな移動硬化(バウシinger効果)をもたらすことが、その場中性子実験結果から理解される。さらに、変形中にマルテンサイト変態が生じるTRIP鋼等では階層的不均一変形に加えて変態挙動をその場中性子回折で計測することができる⁽³²⁾。

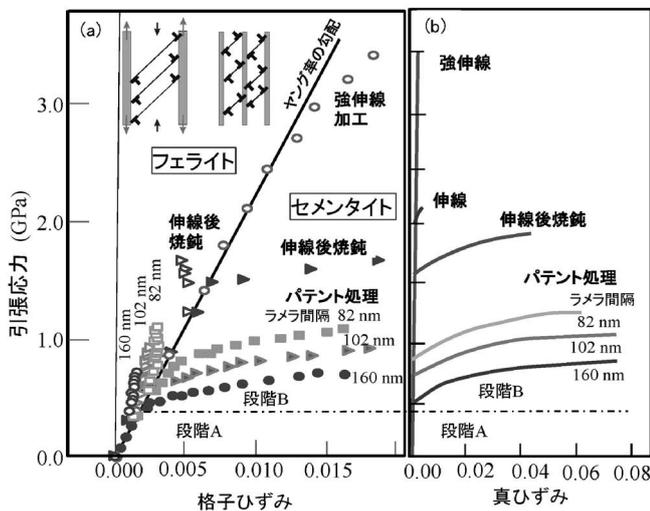


図3.6 パーライト鋼の引張変形に伴う格子ひずみの変化(a)と応力-ひずみ曲線(b)。

3.5 おわりに

本稿では鉄鋼材料の例を取り上げて中性子回折による変形機構の研究例を説明したが、アルミニウム合金やチタン合金等にも適用できる。動的再結晶や動的変態、低サイクル疲労等、現象が複雑になるほどTEM観察等のみでは巨視的力学応答を定量的に明らかにするのは難しく、ナノ・マイクロ因子のグローバル平均値が計測できる中性子回折の有用性が高くなる。

本稿が研究開発最前線で活躍されている若手・中堅研究者の皆様に中性子回折を試みていただけるきっかけになれば幸いである。(完)

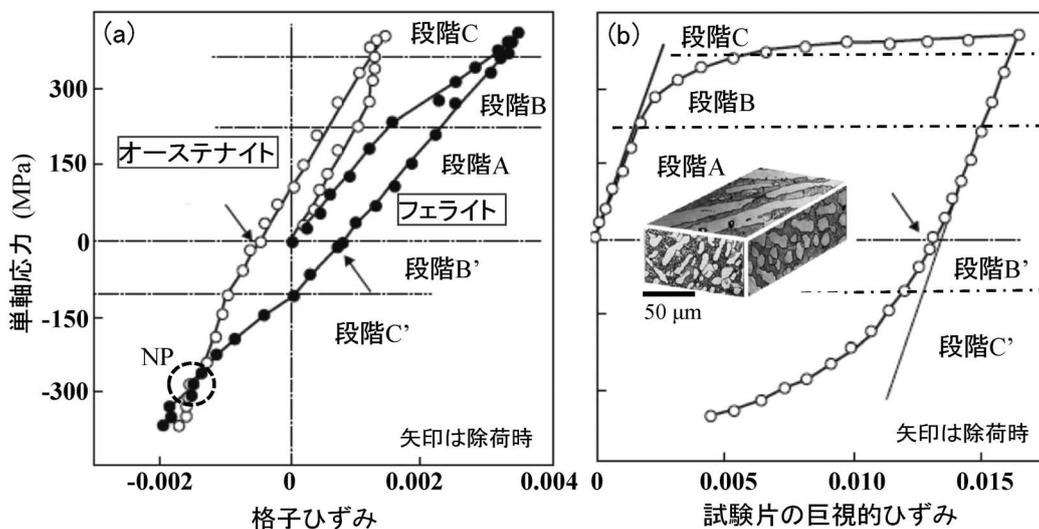
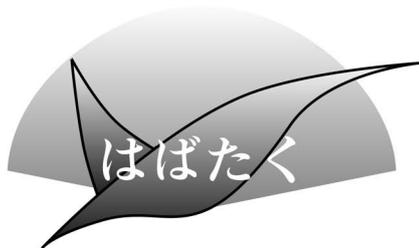


図3.7 二相ステンレス鋼の引張圧縮変形における格子ひずみの変化(a)と応力-ひずみ曲線(b)。挿入写真は試料のマイクロ組織観察結果。



腐食研究の道に進んで

物質・材料研究機構 若手国際研究センター；
ICYS研究員
土井康太郎

1. はじめに

私は2015年3月に大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻にて博士(工学)の学位を取得し、現在は国立研究開発法人 物質・材料研究機構 若手国際研究センターにてICYS研究員として勤務しています。このたび、本稿を執筆する大変光栄な機会をいただきましたので、学生時代の研究を振り返るとともに、現在取り組んでいる研究、今後の抱負について述べさせていただきます。

2. 医療用金属材料の腐食

大学4年生から博士前期課程、博士後期課程までの6年間、藤本慎司教授のもとで医療用金属材料の腐食機構の解明に取り組みました。これまで医療用金属材料は模擬体液中よりも生体内でより腐食疲労強度が低下することが知られていましたが、その原因は未解明のままでした。生体内には塩化物イオンを含んだ体液や細胞、接着タンパク質などの生物学的因子や、運動による繰返し荷重を含む力学的因子などの腐食疲労に影響を及ぼすと考えられる因子が多数存在しています。これらの因子を複合的に考慮し、腐食機構を明らかにすることはとても困難なことでした。そこで私はまずこれらの因子の影響を一つずつ明らかにするために、一度の引張変形に対し材料表面上で生じる溶解挙動と保護酸化皮膜の再生(再不動態化)を検討できる急速ひずみ電極試験法を取り入れました。これにより、接着細胞がひずみにより破壊された保護酸化皮膜の再不動態化を阻害し、局部腐食の起点となることが明らかになりました。得られた知見を元に、博士後期課程では、通常無菌室内で行われる細胞培養を行いつつ、金属材料の腐食挙動や変形挙動を検討できるシステムを作製しました。そして、材料表面に接着したタンパク質や細胞が再不動態化を阻害することで局部腐食が生じ、腐食疲労寿命が減少することを明らかにしました。学生時代の研究を通して、金属の腐食反応は周囲の環境の複合的な作用により生じるため、腐食研究については材料研究のためには材料だけでなく周囲の環境も多面的な視野を持って見なければならぬという腐食研究の基礎を学びました。

3. コンクリート内部鉄筋の腐食

博士後期課程修了後、国立研究開発法人 物質・材料研究機構にてコンクリート内部鉄筋の腐食挙動に関する研究を行っています。コンクリート内部の鉄筋は腐食に数十年を必要とするため、鉄筋の腐食機構を明らかにするためには腐食加速試験が必要です。しかし、従来の腐食加速試験法は全て鉄筋の酸化反応を促進させる手法をとっており、鉄の溶解に対してコンクリート内の酸素が不足するため、実環境と異なる鉄さびが形成する課題が存在しました。そこで、鉄表面に供給する酸素量を増加させて還元反応を促進する高酸素腐食試験法を開発しました。これにより、鉄の腐食が加速され短時間で実環境と同様の鉄さびを再現することが可能になりました。この試験法は、コンクリート内部鉄筋の腐食メカニズムを解明するためだけでなく、新たに開発された鉄筋や補修材、含浸材の性能評価にも応用可能であるため、今後の材料分野や土木分野に大きく貢献できるのではないかと期待しています。コンクリート内部はセメントや骨材、酸素、二酸化炭素、水、塩化物イオンなどに影響を受ける複雑な腐食環境となっています。さらに、コンクリート内部にある鉄の腐食を直接肉眼で見ることができません。よって、コンクリート内部鉄筋腐食の研究では、コンクリートの中で起こっている反応を自分の頭の中で想像し理論を組み立てることが求められます。現在の研究でも学生時代に学んだ「材料と周囲の環境を多面的な視野を持って見る」が活かしていると感じています。

現在私が所属している若手国際研究センターは国内外のポスドクが独立した自由な研究を行える場として設立されており、現在は半数以上が海外から来た研究者で構成されています。全く違う分野の研究者が集まっているため、自身にはなかった着眼点からの研究へのアプローチを学ぶことが多く、刺激の多い毎日です。学生時代を終え、社会人として研究に携わることになりましたが、まだまだ勉強の日々であると感じています。金属材料の世界は広く、どこまで理解を深められるかわかりませんが、少しでも新たな知見を得るべく今後も努めて参ります。

4. おわりに

医療用金属材料腐食からコンクリート内部鉄筋腐食まで自身の研究分野を大きく変えて研究を行ってきましたが、医療もインフラも人の暮らしに欠かせない重要な要素です。どちらの分野においてもまだまだ研究課題が尽きることはなく、金属材料研究における腐食研究の重要性を痛感しております。現在、生体材料分野、土木分野どちらにおいても腐食を扱う研究者が減ってきています。しかし、新しく生まれた金属材料には必ず腐食評価が必要になってきます。地味ではありますが縁の下の力持ちとして金属材料全体を支える腐食研究者がこの先一人でも増えることを願っております。

最後になりましたが、本稿執筆の機会を設けて頂いた東京医科歯科大学の堤祐介准教授、これまでご指導・ご鞭撻を頂いた大阪大学 藤本慎司教授、現在大変お世話になっております物質・材料研究機構 土谷浩一構造材料拠点長をはじめ、これまでお世話になった多くの方々はこの場を借りて深く御礼申し上げます。

(2017年2月10日受理)[doi:10.2320/materia.56.302]

(連絡先: 〒305-0047 つくば市千現1-2-1)

本 会 記 事

会 告	第81回定時社員総会開催案内	303
	2017年秋期講演大会の講演申込について	303
	第76回功績賞, 第57回谷川・ハリス賞, 第24回増本量賞, 第59回技術賞候補者推薦依頼	303
	第49回研究技術功労賞受賞候補者の推薦依頼	305
	2017年秋期講演大会の外国人特別講演および招待講演募集	305
	日本金属学会主催国際会議企画提案募集	305
	2017年春期講演大会概要集 DVD の販売について	305
	まてりあ編集委員会からのお知らせ	306
掲示板		306
新入会員		310
会誌・欧文誌 4 号目次		308
行事カレンダー		311
次号予告		310

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

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

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

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

会 告 (ホームページもご参照下さい)

第81回定時社員総会開催案内

第81回定時社員総会を下記の通り開催いたします。
社員総会の構成員は定款上の社員である「代議員」となります。

日 時: 2017年 4 月 24 日(月) 13:00~13:30
場 所: エッサム神田ホール(東京都千代田区神田鍛冶町 3-2-2)

報告事項

1. 平成28年度事業報告および事業報告の附属明細書の報告の件

協議事項

- 第 1 号議案 平成28年度決算承認の件
- 第 2 号議案 平成29, 30年度代議員及び補欠代議員承認の件
- 第 3 号議案 平成29, 30年度理事及び補欠理事一括選任承認の件
- 第 4 号議案 平成29, 30年度理事及び補欠理事選任の件
- 第 5 号議案 平成29, 30年度監事選任の件
- 第 6 号議案 定款改訂の件
- 第 7 号議案 会員に関する規程改訂の件

問合せ先 (公社)日本金属学会
☎ 022-223-3685 E-mail: gaffair@jim.or.jp

2017年秋期講演大会の講演申込について(予告)

2017年秋期講演大会の講演申込は、従来のセッション名を大分類に変更したセッションキーワードを選択して、申込いただくこととなります。

プログラム編成は、講演申込のセッションキーワードを参考に、セッションの組み入れを確定しプログラムいたします。

講演大会委員会 委員長 杉本 諭

第76回功績賞, 第57回谷川・ハリス賞, 第24回増本量賞, 第59回技術賞, 候補者推薦依頼

功績賞, 谷川・ハリス賞, 増本量賞, 技術賞の各受賞候補者の推薦をお願いいたします。本会では多数の優秀な候補者を表彰し奨学に資したいという考えから、広く一般会員からの推薦(3名以上連名の正員)を求めています。下記要領により積極的にご推薦下さい。*候補者本人による推薦書の提出は認めておりません。

推薦を求める賞

功 績 賞(第76回) 谷川・ハリス賞(第57回)
増 本 量 賞(第24回) 技 術 賞(第59回)
以上2018年 3 月開催の春期講演大会の折りに授賞予定

推薦締切 各賞共通 2017年 6 月 30 日(金)

候補者 各賞共通 個人を対象とします

推薦資格 各賞共通 本会社員(代議員)または、3名以上連名の正員

推薦時の必要書類と注意事項 各賞共通

- ・推薦に際しては、①推薦書、②業績の概要と推薦理由、③主要論文リストを添付書類として提出して下さい。
- ・推薦書に重大な不備が判明したときは、候補者から除外いたします。
- ・下記メール宛に「○○○○賞推薦」と明記し、送信下さい。送信後 2~3 日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい)

申込・問合せ先: 〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32

(公社)日本金属学会 各種賞係

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

E-mail: gaffair@jim.or.jp

■第76回功績賞 推薦要領

推薦締切 2017年 6 月 30 日(金)

推薦者 本会社員(代議員)または、3名以上連名の正員。

推薦数 1名の推薦者が推薦出来る候補者数は、1部門につき、1名です。

主 旨 金属・材料工学ならびに関連分野の進歩発達に寄与する有益な論文を発表したもので、しかも将来を約束される

ような新進気鋭の研究者、技術者に授賞するものです。工業技術部門を除いて、受賞対象者には年齢制限が設けられておりますので、この点特にお含みの上ご推薦願います。

応募部門 物性、組織、力学特性、材料化学、材料プロセッシング、工業材料、工業技術の7部門から選び、応募部門を記入して下さい。(部門別に選考いたします)

候補者の対象 「工業技術」部門を除いて受賞年度の**2018年5月31日時点で45歳以下の方**。

提出書類

①推薦書

- 所定の推薦書様式により、候補者の要件をチェックの上、ご推薦願います。
- 最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- 候補者略歴は10行以内で記載して下さい。

②業績の概要と推薦理由：1,000字程度のA4版1頁を提出して下さい。

③主要論文リスト：特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計15編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を記載の上、A4版1～2頁で提出して下さい。

*論文種の分別が無い場合は、審査に供しないので、ご注意ください。

(発表誌名、巻号年および共同研究の場合は共著者名を必ず記載して下さい。)

■57回谷川・ハリス賞 推薦要領

推薦締切 2017年6月30日(金)

推薦者 本会社員(代議員)または、3名以上連名の正員。

推薦数 1名の推薦者が推薦出来る候補者数は、1名です。

主旨 本賞は次の各項に該当する業績で高温における金属学の基礎的分野または工業技術分野の発展に貢献した方、対象となる業績は研究成果の頂点または集積のいずれでも可。

- 鉄鋼・非鉄金属の製錬
- 金属材料の熱処理に関連する研究
- 金属および非金属の耐熱材料に関する研究
- その他高温における金属学に関する工業的あるいは基礎的研究

提出書類

①推薦書

- 所定の推薦書様式により、候補者の要件をチェックの上、ご推薦願います。
- 最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入し、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- 候補者略歴は10行以内で記載して下さい。
- 業績主題を明記して下さい。

②業績の概要と推薦理由：1,000字程度のA4版1頁を提出して下さい。

③主要論文リスト：特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計20編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を記載の上、A4版1～2頁で提出して下さい。

*論文種の分別が無い場合は、審査に供しないので、ご注意ください。

(発表誌名、巻号年および共同研究の場合は共著者名を必ず記載して下さい。)

■第24回増本量賞 推薦要領

推薦締切 2017年6月30日(金)

推薦者 本会社員(代議員)または、3名以上連名の正員

推薦数 1名の推薦者が推薦出来る候補者数は、1名です。

主旨 「機能材料」分野で新KS鋼、センダグスト、ハードバーム、アルフェル、超不変鋼、コエリンパー等幾多の卓越した新素材の発明発見ならびに貴重な研究業績を残された、増本量博士のご功績を永遠に記念し、我が国の金属学界ならびに産業界の進歩発展を熱望された、博士の意志に応えるため「増本量賞」を創設した。

候補者の対象 機能材料分野で卓越した新素材の発明発見ならびに貴重な研究業績を残され、同分野に関する学理または技術の進歩発展に貢献した方。

提出書類

①推薦書

- 所定の推薦書様式により、候補者の要件をチェックの上、ご推薦願います。
- 最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入し、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- 候補者略歴は10行以内で記載して下さい。
- 業績主題を明記して下さい。
- 機能材料分野で卓越した新素材の発明発見・貴重な研究業績の具体名を記載して下さい。

②業績の概要と推薦理由：1,000字程度のA4版1頁を提出して下さい。

③主要論文リスト：特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、計20編以内を選び、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を記載の上、A4版1～2頁で提出して下さい。

*論文種の分別が無い場合は、審査に供しないので、ご注意ください。

(発表誌名、巻号年および共同研究の場合は共著者名を必ず記載して下さい。)

■第59回技術賞 推薦要領

推薦締切 2017年6月30日(金)

推薦者 本会社員(代議員)または3名以上連名の正員。

推薦数 1名の推薦者が推薦出来る候補者数は、1名です。

主旨 工業技術の改良進歩などに大きな業績を残された方を選んで本賞を贈りその功労に報いんとするものであります。

候補者の対象 本賞は個人の業績を対象といたします。

提出書類

①推薦書

- 所定の推薦書様式により、候補者の要件をチェックの上、ご推薦願います。
- 最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入し、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- 業績主題を明記して下さい。
- 主な業歴は5～6行程度で記載して下さい。

②業績の概要と推薦理由：1,000字程度のA4版1頁を提出して下さい。

③対象業績に関連する論文リストおよび特許リスト：A4版1～2頁で提出して下さい。

論文リストは、特に主要な論文を「原著論文」「解説論文」「国際会議論文」に分別し、論文題目、発表誌名、巻号頁、共著者を記載して下さい。

*論文種の分別が無い場合は、審査に供しないので、ご注意ください。

(論文題目、発表誌名、巻号年および共同研究の場合は共著者名を必ず記載して下さい。)

第49回研究技術功労賞受賞候補者の推薦依頼

代議員の推薦締切日：2017年6月30日(金)

支部長の推薦締切日：2017年7月14日(金)

推薦者：本会社員(代議員)または支部長

主旨

学校、研究所または工場など現場において、多年にわたり卓越した技術により金属の試験および研究上欠くことが出来ない装置の制作、試料調整、測定および分析などを通じて他の方々の研究成果に大いに貢献したいいわゆる「かげの功労者」を選んで本賞を贈り、その功労に報いんとするものである。

候補者の対象

- 通算30年以上実務に従事した方。
- 受賞時期(2018年春期講演大会)において50歳以上の方。
- 研究遂行上「かげの功労者」として多年にわたり功績著しい方。「かげの功労者」とは、金属の試験および研究上欠くべからざる装置の製作、試料の調整、測定および分析などを通じて研究者の研究成果に大いに貢献した方。
- 企業体において経営者およびそれに準じない人。
- 管理職(民間企業および行政職の公務員では「課長」以上)でない人が望ましいが、管理職の場合には事情説明書を添付する。

提出書類

①推薦書：候補者の要件をチェックの上、ご推薦願います。

②推薦理由ならびに実務における功労：

A4版1頁(700字～1,000字程度)にまとめ、別紙として下さい。

送信方法

- E-mailの場合：gaffair@jim.or.jp宛てに「研究技術功労賞候補者推薦」と明記の上、Word添付書類で送信下さい。

2017年秋期講演大会の外国人特別講演および招待講演募集

特別講演

- 講演者：著名な外国人研究者とする。
- 講演時間：30分(討論10分)
- 採択件数：3～4件
- 滞在費補助：10,000円
- その他：大会参加費免除、懇親会招待

招待講演

- 講演者：有益な講演が期待される国内に滞在する外国人研究者
- 講演時間：15分(討論5分)
- 採択件数：5件程度
- 滞在費補助：なし
- その他：講演大会参加費免除

推薦用紙

所定様式(ホームページからダウンロードして下さい。)により、下記メールアドレス宛に「外国人特別講演推薦」と明記し、書類を添付の上送信して下さい。送信後2～3日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。

推薦書提出期日 2017年5月31日(水)

推薦書提出先 日本金属学会 国際学術交流委員会宛

E-mail: gaffair@jim.or.jp

問合せ先 ☎ 022-223-3685

詳細 までりあ56巻3号261頁

ホームページ：講演大会→2017年秋期講演大会のご案内

日本金属学会主催国際会議企画提案募集

提案締切日 2017年5月31日(水)

提案要項 下記事項を記載した文書(A判)をもって、本会会長宛に申請して下さい。

- (1)会議の名称(和文名・英文名)、(2)会期、(3)開催地・会場予定、(4)会議の目的・特徴、(5)日本開催の経緯と意義、(6)計画概要、(7)準備委員会委員(氏名・所属・役職)、(8)提案(連絡)責任者(氏名・所属・役職・住所・電話・E-mail)

問合せ先 (公社)日本金属学会 国際会議募集係

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

詳細 までりあ56巻3号261頁

ホームページ：行事の案内→国際会議

2017年春期講演大会概要集 DVD の販売について

2017年春期講演大会の概要集 DVD を販売しております。

ご購入希望の方は下記をご記入の上、E-mail または FAX で下記要領をご記入の上お申し込み下さい。

- ①件名「2017年春期講演大会講演概要集 DVD 購入申込」、
- ②申込者氏名、③会員資格(会員番号併記)、④申込数、
- ⑤送付先住所

確認後、請求書を添えて送付いたします。

本会ホームページに申込書があります。→学術図書

会員価：本体3,810円+税 定価：本体10,000円+税 送料：360円

申込先 E-mail: ordering@jim.or.jp ☎ 022-223-6312

2017年度の会費のお払い込みについて

2017年度の会費お払い込みのお手続きはお済みでしょうか。会員の皆様には既にご案内をお送りしておりますので、お手続きが未だお済みでない方は、ご対応をお願いいたします。

尚、本会ホームページの会員専用ページから、支払いの確認やクレジットカード決済等のご利用が可能です。

2017年1号からの機関誌の配送について

〈お知らせ〉

2017年1号より、会報「までりあ」、日本金属学会誌、Materials Transactions の配送は、3誌それぞれ別便による送付となっております。これまで「までりあ」と同封されていた他のジャーナルはそれぞれ別にお手元にお届けしておりますので、何卒ご了承下さいませよう宜しくお願い申し上げます。

まてりあ「プロジェクト報告」企画公募

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

その成果を多くの研究者が目を通す会報「まてりあ」にまとめて掲載しませんか。

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

種別名称 「プロジェクト報告」

主 旨 公的資金を得ているプロジェクトの最終研究成果を有料掲載する。

応募期間 通年とする。

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

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

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

解説 新しい特定の問題を取り上げて、専門外の会員にも分かるように記述する。
さらに勉強しようとする人のために参考となる文献も示しておく。

最近の研究 最近の重要な研究のうち、比較的せまい範囲のテーマを取り上げて、国内外の最近の研究成果を紹介する。
各分野の現状、現在の問題点などを取り上げて、総括的に分かり易く記述したもので、その分野の研究を進める上で参考となる内容とする。

トピックス 最近の情報を手短かに紹介するもので、話題は限定しない。

企画決定 会報編集委員会にて採否の決定を行う。

費用負担 1頁：28,000円＋税

企画総頁 35頁以内

著作権 日本金属学会に帰属する。

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

執筆依頼 特集関係の執筆依頼方法と同じ方法で事務局が行う。

執筆方法 「まてりあ」執筆要領に準じる。

送付・問合せ 〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32

(公社)日本金属学会 会報編集委員会

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

E-mail: materia@jim.or.jp

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

お知らせ

◇第58回本多記念賞、第14回本多フロンティア賞及び第38回本多記念研究奨励賞受賞者◇

公益財団法人 本多記念会

本多記念会は、平成29年2月3日開催の第163回理事会において、平成29年度の第58回本多記念賞、第14回本多フロンティア賞、第38回本多記念研究奨励賞の受賞者を決定しましたので、お知らせいたします。

なお、贈呈式は、平成29年5月29日(月)13時30分より、東京・神田 学士会館で行う予定です。

1. 第58回本多記念賞(本賞 金メダル、副賞 200万円)

受賞対象研究	合金状態と組織制御に関する基礎及び応用研究
氏 名	工学博士 石田 清仁
現 職	東北大学名誉教授

2. 第14回本多フロンティア賞(褒賞金 各50万円)

受賞対象研究	スピン流物性科学の開拓
氏 名	工学博士 齊藤 英治
現 職	東北大学金属材料研究所教授

受賞対象研究	マルテンサイト変態の基礎研究および新型形状記憶合金の発明
氏 名	工学博士 貝沼 亮介
現 職	東北大学大学院工学研究科教授

3. 第38回本多記念研究奨励賞(褒賞金 各30万円)

受賞対象研究	金属および金属間化合物の結晶欠陥構造と塑性変形挙動の相関
氏 名	博士(工学) 岡本 範彦
現 職	京都大学大学院工学研究科助教

受賞対象研究	準安定相金属酸化物の新規機能開拓と応用に関する研究
氏 名	博士(工学) 金子健太郎
現 職	京都大学大学院工学研究科助教

受賞対象研究	グラフェンの超電導化の研究
氏 名	博士(理学) 菅原 克明
現 職	東北大学原子分子材料科学高等研究機構助教

受賞対象研究	マイクロメカニクスに基づく解析手法の構築を基軸とした金属材料の弾性特性の研究
氏 名	博士(工学) 多根 正和
現 職	大阪大学産業科学研究所准教授

受賞対象研究	高鉄濃度サマリウムコバルト磁石の高磁力化に関する研究
氏 名	博士(工学) 堀内 陽介
現 職	株式会社東芝研究開発センター研究企画部企画担当

兵庫県立大学 大学院工学研究科 化学工学専攻
表面エネルギー化学研究グループ助教公募

公募人員 助教1名
公募締切 2017年5月19日必着
問合せ先 〒671-2280 兵庫県姫路市書写2167
兵庫県立大学大学院工学研究科
化学工学専攻長 岸 肇
☎ 079-267-4843
E-mail: koubo179@eng.u-hyogo.ac.jp
http://www.eng.u-hyogo.ac.jp/outline/koubo/index.html

集会

◇レアメタル研究会◇

■主催 レアメタル研究会
主宰者 東京大学生産技術研究所 岡部 徹 教授
協力 (一財)生産技術研究奨励会(特別研究会 RC-40)
共催 東京大学マテリアル工学セミナー
東京大学生産技術研究所 持続型エネルギー・材料統合研究センター
東京大学生産技術研究所 非鉄金属資源循環工学寄付研究部門 (JX 金属寄付ユニット)
協賛 (公社)日本金属学会他
■開催会場 東京大学生産技術研究所
An棟2F コンベンションホール
(〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
(最寄り駅: 駒場東大前, 東北沢, 代々木上原)
■参加登録・お問合わせ
東京大学 生産技術研究所
岡部研究室 レアメタル研究会事務担当 宮崎智子
E-mail: okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp

〈平成29年度 レアメタル研究会開催予定のご案内〉

(2017.3.1現在)

■第76回 2017年7月28日(金)
■第77回 2017年9月29日(金)または9月15日(金)
■第78回 2017年11月17日(金)または11月24日(金)
■第79回 2018年1月12日(金)
★貴金属シンポジウム(第5回)+新年会★(合同開催)
■第80回 2018年3月9日(金)
★前田正史教授が熱く語る特別シンポジウム+慰労会★
(合同開催)

■第76回 2017年7月28日(金)14:00~ An棟2F コンベンションホール
テーマ: 金属鉱物資源, レアメタル情勢, 非鉄金属業界の動向
時間: 午後2:00~
講演:
・鉄鋼業古今東西, 資源開発ななめ読み(60分)
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC
理事長 黒木啓介 講師
・レアメタルに関する最近の話題(45分)
東京大学 生産技術研究所 教授 岡部 徹 講師
・鉱山・製錬・リサイクルの複合~DOWA メタルマインの事業展開~(仮)(60分)
DOWA メタルマイン株式会社 代表取締役社長
(DOWAホールディングス株式会社 執行役員) 関口 明 講師
午後6:00~ 研究交流会・意見交換会(An棟2F ホワイエ)

■第77回 2017年9月29日(金)または15日(金)14:00~

An棟2F コンベンションホール

テーマ: 非鉄業界の動向

時間: 午後2:00~

講演: 講師依頼中(60分)

・非鉄産業界に対する新しい展開と期待(45分)
東京大学 生産技術研究所 教授 岡部 徹 講師
・理論創りからもの造り, そして思いの橋渡し(60分)
住友金属鉱山株式会社
取締役・専務執行役員 資源事業本部長 土田直行 講師
午後6:00~ 研究交流会・意見交換会(An棟2F ホワイエ)

■第78回 2017年11月17日(金)または24日(金)14:00~

An棟2F コンベンションホール

テーマ: チタンおよび製造が難しいレアメタル

時間: 午後2:00~

講演: 講師依頼中

午後6:00~ 研究交流会・意見交換会(An棟2F ホワイエ)

■第79回 2018年1月12日(金)14:00~ An棟2F コンベンションホール

★貴金属シンポジウム(第5回)+新年会★(合同開催)

テーマ: 貴金属の製錬・リサイクル

時間: 午後2:00~

講演:

・貴金属の製錬・リサイクル技術に関する講演
午後6:00~ ポスター発表 兼 研究交流会
(An棟1F レストラン アーベ(予定))

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

★前田正史教授が熱く語る特別シンポジウム+慰労会★
(合同開催)

テーマ: 前田先生の研究と活動, 非鉄業界と研究の将来展望

時間: 午後2:00~

講演:

・講師依頼中
・演題未定(60分) 東京大学 生産技術研究所 教授 前田正史 講師
午後6:00~ 研究交流会・意見交換会(An棟2F ホワイエ)

レアメタル研究会ホームページ

http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html

★備考: 関連研究会

〈米国版レアメタル研究会(RMW)のご案内〉

■RMW13 Workshop on Reactive Metal Processing (Reactive Metal Workshop)

March 16 (Fri)-17 (Sat), 2018, Cambridge, MIT

Reactive Metal WorkshopのHP

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



日本金属学会誌掲載論文
Vol. 81, No. 4 (2017)

特集「貴金属のリサイクル関連技術の最前線」

特集「貴金属のリサイクル関連技術の最前線」によ
て 谷ノ内勇樹 岡部 徹

貴金属リサイクルを取り巻く現状と課題(オーバ
ービュー) 萱沼義弘 水橋正英 新藤裕一郎

溶媒抽出法による白金族金属分離に関する最近の研
究(レビュー) 成田弘一 鈴木智也 元川竜平

溶融アルカリ金属塩化物を用いた白金族金属のリサイ
クル技術の開発 藤間研也 森本太郎 糸魚川博之 別役 大

白金族を含む溶液からのルテニウム回収
永井燈文 柴田悦郎 中村 崇

抽出試薬を用いた連続向流泡沫分離法によるパラジウ
ムの選択的分離回収の検討 木下武彦 石垣友三

大気圧走査電子顕微鏡 ASEM による液相での金のマ
イクロ粒子生成の *in-situ* 観察
松野泰也 小此木江里 吉村彰大 佐藤真理 佐藤主税

論 文

In-Situ Brinell インデンテーションによる Mg-Y 単
結晶の塑性変形挙動観察
峯田才寛 三浦誠司 岡 和彦 宮島達也

引張試験によるスケール密着性評価
山田遥平 中久保昌平 武田実佳子

工業用純チタンのスパッタエッチングによる微細突起
物の形成
中佐啓治郎 山本旭宏 久保 隆 王 栄光 李木経孝

Materials Transactions 掲載論文
Vol. 58, No. 4 (2017)

—Regular Articles—

Materials Physics

Microstructures and Charge-Discharging Proper-
ties of Selective Laser Sintering Applied to the
Anode of Magnesium Matrix Yen-Ting Chen,
Fei-Yi Hung, Truan-Sheng Lui and Jia-Zheng Hong

Adoption of Hybrid Dicing Technique to Minimize
Sawing-Induced Damage during Semiconductor
Wafer Separation Seong-Min Lee

Dissolution Characteristic of Titanium Oxycarbide
Electrolysis Tianzhu Mu, Fuxing Zhu and Bin Deng

In-Plane Positional Fluctuations of Zinc Atoms in
Single Crystal $Mg_{85}Zn_6Y_9$ Alloy Studied by X-ray
Fluorescence Holography

Koji Kimura, Kouichi Hayashi, Koji Hagihara,
Hitoshi Izuno, Naohisa Happo, Shinya Hosokawa,
Motohiro Suzuki and Hiroo Tajiri

Microstructure of Materials

Stress Corrosion Behavior of Mg-2 mass% Sn
Alloy by Equal-Channel Angular Extrusion
Pei-Shan Chang, Chuen-Guang Chao and Tzeng-Feng Liu

Effect of Trace Cu on Microstructure, Spreadabili-
ty and Oxidation Resistance Property of Sn-xCu
Solders Guisheng Gan, Bida Chen, Yiping Wu,
Donghua Yang, Luxin Chi and Yingchun Liao

Temperature Dependency of Diffusional Transfor-
mation Texture Development in Steel Sheet
Yasuaki Tanaka, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda,
Yoshihiro Suwa and Toshiro Tomida

Experimental Observation on Solid-State Reactive
Diffusion between Sn-Ag Alloys and Ni
Misako Nakayama, Minh O and Masanori Kajihara

Kinetics of Reactive Diffusion in the Co/Zn Sys-
tem at Solid-State Temperatures
Yoshiki Takamatsu, Minh O and Masanori Kajihara

Early-Stage Recrystallized Grains in Copper Sin-
gle Crystals Deformed in Tension along <111>
Direction
Tatsuya Okada, Hirofumi Tai and Minoru Tagami

Mechanics of Materials

Ion-Irradiation Effect on Strain Rate Sensitivity
of Nanoindentation Hardness of W Single Crystal
Eva Hasenhuettel, Ryuta Kasada, Zhexion Zhang,
Kiyohiro Yabuuchi and Akihiko Kimura

Activation Stress for Slip Systems of Pure Mag-
nesium Single Crystals in Pure Shear Test
Kazutaka Fukuda, Yuta Koyanagi, Masayuki Tsushida,
Hiromoto Kitahara, Tsuyoshi Mayama and Shinji Ando

Atmosphere Gas Carburizing for Improved Wear
Resistance of Pure Titanium Fabricated by Addi-
tive Manufacturing Hyo Kyu Kim, Hyung Guin Kim,
Byung-Soo Lee, Seok-Hong Min, Tae Kwon Ha,
Kyung-Hwan Jung, Chang-Woo Lee and Hyung-Ki Park

Materials Chemistry

Mass Production and Particle Characterization of
Fine Spherical Ag Powder by Gas Combustion-
Type Spray Pyrolysis Shigehiro Arita,
Takashi Ogihara, Masahiro Harada and Yasuhiko Furukawa

Effect of Heating Conditions on Surface Modifica-
tion of Titanium with a Mixture of Iron, Graphite
and Alumina Powders

Yasuhiro Morizono, Sadahiro Tsurekawa,
Takateru Yamamuro, Sohshi Yoshida and Yuka Kawano

Effect of Dissolved Impurities on the Lightness
and Surface Morphology of Nickel Deposits from
Chloride Electrowinning Solutions
Yuki Sato, Satoshi Oue, Shinichi Heguri and Hiroaki Nakano

Removal of Oxygen in Ti-Si Melts by Arc-Melting
Masahito Watanabe, Fumiya Sato, Kyosuke Ueda,
Daisuke Matsuwaka and Takayuki Narushima

Chromium-Based Duplex Alloy for Wear and Corrosion Resistant Cladding

Tomonori Kimura, Naoya Tokoo, Makoto Ogata,
Masafumi Nojima and Kosuke Kuwabara

Materials Processing

Influence of Dog-Bone Width on End Profile in Plan View Pattern Control Method in Plate Rolling

Masayuki Horie, Kenji Hirata, Junichi Tateno and
Naoki Nakata

Accurate Evaluation of Copper Alloy Fluidity Using Automatic Pouring Equipment with Improved Pouring Cup Heat Insulation

Yuichi Motoyama, Tomoyuki Ozasa and Toshimitsu Okane

Effect of Coat Permeability on Mold Filling in Expendable Pattern Casting Process of Thin Wall Aluminum Alloy Casting

Sadatoshi Koroyasu

An Electromagnetic Helmholtz-Coil Probe for Arbitrary Orientation Crack Detection on the Surface of Pipeline

Wei Li, Jiuhao Ge, Yanyun Wu, Xiaokang Yin,
Guoming Chen, Xinan Yuan, Jian Liu and Weichao Yang

Stress-Enhanced Transformations from Hypothetical B2 to Stable L1₀ and Amorphous to fcc Phases in Fe₅₀Ni₅₀ Binary Alloy by Molecular Dynamic Simulations

A. Takeuchi, K. Takenaka, Y. Zhang,
Y.C. Wang and A. Makino

Effect of Molybdenum Content on Heat Treatment Behavior of Multi-Alloyed White Cast Iron

Thanit Meebupha, Sudsakorn Inthidec,
Prasonk Sricharoenchai and Yasuhiro Matsubara

Engineering Materials and Their Applications

Induction Brazing of 304 Stainless Steel with a Metalloid-Free Ni-Zr-Ti-Al-Sn Amorphous Foil

Kun Zhou and Tao Zhang

Influence of Structure on Thermal Conductivity of Insulation Board Used during Ingot Casting

Chaojie Zhang, Yanping Bao, Min Wang,
Lechen Zhang and Hanghang An

Fabrication of Vapor-Grown Carbon Fiber-Reinforced Magnesium-Calcium Alloy Composites by Compo-Casting Process

Youqiang Yao, Zhefeng Xu, Kenjiro Sugio, Yongbum Choi,
Kazuhiro Matsugi, Shaoming Kang, Ruidong Fu and
Gen Sasaki

Critical Current and *n*-Value of Heterogeneously Cracked Superconducting Tapes, Studied by a Monte Carlo Simulation Method Combined with a Model of Current Shunting at Cracks

Shojiro Ochiai, Hiroshi Okuda and Noriyuki Fujii

Environment

Pyrometallurgical Recovery of Gallium from GaN Semiconductor through Chlorination Process Utilizing Ammonium Chloride

Kazuki Nishinaka, Osamu Terakado, Haruki Tani and
Masahiro Hirasawa

Demonstration of the Applicability of Nondestructive Microwave Testing to the Long-Range Inspection of Inner-Surface Cracks in Tubes

Kota Sasaki, Takuya Katagiri, Noritaka Yusa and
Hidetoshi Hashizume

—Rapid Publications—

Phase Transformation Induced by High Nitrogen Content Solid Solution in the Martensitic Stainless Steels

Abdelrahman Farghali and Tatsuhiko Aizawa

New Type Fe-Mn Based Alloys with Super Elinvar and Invar Characteristics

Tsuyoshi Masumoto, Shigehiro Ohnuma,
Kazuyuki Sugawara and Hisamichi Kimura



◆◆ 会誌・Mater.Trans. の電子ジャーナル機関購読のご案内 ◆◆

本会が発行している日本金属学会誌および Mater.Trans. では、機関(IPアドレス)認証による電子ジャーナルのご購読が可能となっておりますので是非、ご利用下さい。

対象誌 日本金属学会誌, Materials Transactions
対象機関 大学類, 独立行政法人, 企業等
年間購読料金 別途お知らせいたしますのでお問合せ下さい。
問合せ先 〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-18
国際浜松町ビル
丸善雄松堂株式会社 学術情報ソリューション事業部 企画開発センター
☎ 03-6367-6114 FAX 03-6367-6184
E-mail: e-support@maruzen.co.jp

まてりあ 第56巻 第5号 予告

[表彰] 2017年春受賞者紹介
[学会賞受賞記念講演]

第二相や異相界面の結晶学とエネルギー論
.....加藤雅治

[本多記念講演]

アルミニウム合金のナノクラスタ制御と高性能化
の研究里 達雄

[最近の研究] 微細粒アルミニウム固溶体での高温変形中の粒界
すべりと溶質雰囲気引きずり運動の共存
.....伊藤 勉 水口 隆

[新進気鋭] 錯体水素化物固体電解質を用いた次世代全固体リ
チウム二次電池の開発宇根本 篤

—他—

～編集の都合により変更になる場合がございます～

新 入 会 員

(2017年1月21日～2017年2月20日)

正 員

新見 義 朗 福田金属箔粉工業株式会社
石橋 佳 樹 日本ガイシ株式会社
岩田 政 典 ヤマハ株式会社
榎戸 靖 TDK 株式会社
大城 直 人 株式会社大紀アルミニウム工業所
大谷 俊 昭 日立造船株式会社
木澤 克 彦 株式会社ジェイテクト
金 相 倫 東京工業大学

後藤 修 三島光産株式会社
小林 知 裕 一般財団法人電力中央研究所
塩川 国 夫 富士電機株式会社
柴田 善 弘 太陽日酸株式会社
杉田 光 一 株式会社杉田製線
隅谷 和 嗣 公益財団法人高輝度光科学研究センター
住友 弘 二 兵庫県立大学
高橋 優 太 古河マグネットワイヤ株式会社

土屋 大 樹 株式会社松原
廣津留秀樹 デンカ株式会社
深堀 貢 マツダ株式会社
八谷 洋 介 日本特殊陶業株式会社
吉野 一 郎 株式会社不二越
渡邊 謙 大平洋製鋼株式会社

学 生 員

原田 英 征 九州工業大学

藤井 智 之 千葉大学

外国一般会員

lee bongsun sunny tech co.

JIM's NEWS

本会からのメール配信サービスのご活用について

会員の皆様の利便性を目的に、「まてりあ」オンライン発行のお知らせや本会の主要行事(講演大会・セミナー・シンポジウム等)のご案内などをE-mailでもお届けしております。
こちらをご利用されていない方でこのメール配信サービスをご希望される方は、下記の方法で是非ご活用下さい。

入会・変更・会員制度

会員制度のご案内
パスワード再発行
2016年年会費納入のお願い
会員マイページ
よくあるご質問

サービス一覧

- ・ 会員情報の変更届
住所・送先など登録情報の変更を行います
- ・ 会員種別の変更届
会員種別の変更を行います。
- ・ 購読誌の変更届
購読誌の変更を行います。

入会情報

入会日	
会員種別	永年会員 ※会員種別の変更を希望される方は、会員種別の変更届にてご申請下さい。

個人情報 (中間あたり)

E-mailによる案内 (必須)	セミナー・シンポジウム開催等のご案内致します。 ● 希望する ○ 希望しない
新刊のご案内 (必須)	購読されているオンラインジャーナルの新刊公開をE-mailをご案内致します。 ● 希望する ○ 希望しない

① ホームページ
↓
会員マイページをクリック

② 会員情報の変更届をクリック

③ 個人情報の中間あたりに、E-mail による案内、新刊のご案内のチェック項目があります。ここで選んで下さい。

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・担当	問合せ先	締切
4月				
17~19	第15回資源リサイクルと材料科学に関する日韓国際シンポジウム(関西大)	環境資源工学会、KIGAM・KIRR	murayama@kansai-u.ac.jp http://www.cheng.kansai-u.ac.jp/Shigen/15thksymp.htm	参加 2.28
22	平成29年度日本学術会議公開シンポジウム「材料工学から見たものづくり人材育成の課題と展望」(東京)(3号263頁)	日本学術会議材料工学委員会材料工学将来展開分科会	TEL 0770-24-2300 FAX 0770-24-5605 simpo@werc.or.jp	
24	第81回日本金属学会定時社員総会(東京)(本号303頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 secgnl@jim.or.jp http://jim.or.jp/	
25	日本金属学会東北支部 平成29年度第1回支部会議(総会)(東北大)(3号263頁)	東北支部	TEL/FAX 022-795-7323 kamakura@material.tohoku.ac.jp	4.10
5月				
14~19	第8回先端的な電子顕微鏡に関する国際会議(沖縄)	EDGE2017 Organizing Committee	TEL 03-5452-6320 EDGE2017@nims.go.jp http://www.nims.go.jp/EDGE2017/	
15~16	第33回希土類討論会(鳥取)	日本希土類学会(阪大内)	TEL 06-6879-7352 kidorui@chem.eng.osaka-u.ac.jp http://www.kidorui.org/	参加 5.1
15~17	トライボロジー会議2017春(東京)	日本トライボロジー学会	TEL 03-3434-1926 jast@tribology.jp http://www.tribology.jp	4.28
16~17	第87回(平成29年)マリンエンジニアリング学会講演会(東京海洋大)	日本マリンエンジニアリング学会	TEL 03-6453-9453 staff@jime.jp http://www.jime.jp	講演 1.25
19~21	軽金属学会第132回春期大会(名大)	軽金属学会	TEL 03-3538-0232 http://www.jilm.or.jp/	予約申込 4.20
23~26	第53回真空技術基礎講習会(和泉)	大阪府技術協会他	TEL 0725-53-2329 g-kyoukai@dantai.tri-osaka.jp http://www.vacuum-jp.org/	5.15
26	第2回マルチスケール材料力学シンポジウム(第22回分子動力学シンポジウム・第10回マイクロマテリアルシンポジウム)(名城大)	日本材料学会	http://www.jsms.jp	講演 2.17
30~6.1	日本顕微鏡学会第73回学術講演会(札幌)	日本顕微鏡学会	TEL 011-272-2151 jsm73@c-linkage.co.jp http://www.c-linkage.co.jp/jsm73/	
31~6.2	第22回計算工学会講演会(さいたま)	日本計算工学会	TEL 03-3868-8957 office@jscs.org http://www.jscs.org/koenkai/22/	
6月				
7	第229回西山記念技術講座「鋼材の性能を引き出す溶接技術の最先端」(東京)	日本鉄鋼協会・橿岡	TEL 03-3669-5933 educact@isij.or.jp https://www.isij.or.jp/	
8~10	平成29年度塑性加工春季講演会(岐阜)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	
14~15	第22回動力・エネルギー技術シンポジウム(豊橋)	日本機械学会	TEL 03-5360-3505 sakurai@jsme.or.jp http://www.jsme.or.jp/pes/Event/symposium.html	講演 2.17
27~29	第63回表面科学基礎講座(東京理科大)	日本表面科学学会	TEL 03-3812-0266 shomu@sssj.org http://www.sssj.org	6.21
7月				
5	第230回西山記念技術講座「鋼材の性能を引き出す溶接技術の最先端」(大阪)	日本鉄鋼協会・橿岡	TEL 03-3669-5933 educact@isij.or.jp https://www.isij.or.jp/	
6	日本真空学会関西支部&日本表面科学会関西支部合同セミナー2017「水素の挙動と物質科学—最近の展開—」(阪大)	日本真空学会関西支部・日本表面科学会関西支部(関西学院大)	TEL 079-267-4921 moritani@eng.u-hyogo.ac.jp http://www.vacuum-jp.org/	7.5
6~7	第27回電子顕微鏡大学(東大)	日本顕微鏡学会	jsm-denken@bunken.co.jp	6.19
12~14	講習会「粉末X線解析の実際」(東京理科大)	日本結晶学会	FAX 03-3368-2827 crsj-xray@bunken.co.jp http://www.crsj.jp/	
19~21	サーモテック2017 ー第7回 国際工業炉・関連機器展ー(東京)	日本工業炉協会	TEL 03-3262-8446 info@thermotec-expo.com	
21	第45回薄膜・表面物理セミナー(2017)エネルギーハーベスティングのための薄膜・表面技術(東京)	応用物理学会 薄膜・表面物理分科会	TEL 03-5802-0863 oda@jsap.or.jp http://www.jsap.or.jp/	定員 100名
27~28	第51回X線材料強度に関するシンポジウム(神戸)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 jimu@jsms.jp	講演 3.10
28	第76回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号307頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)	TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index_j.html	

開催日	名称・開催地・掲載号	主催・担当	問合せ先	締切
8月				
17~19	2017年真空・表面科学合同講演会 第37回表面科学学術講演会・第58回真空に関する連合講演会(横浜市大)	日本表面科学会, 日本真空学会	taikai17@sss.jp.org http://www.sss.jp.org	
27~9.1	The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2017)(京大)	日本 MRS	TEL 045-263-8538 meeting@iumrs-icam2017.org http://www.iumrs-icam2017.org/	
29~31	平成29年度工学教育研究講演会(東京都市大)	日本工学教育協会・川上	TEL 03-5442-1021 kawakami@jsee.or.jp https://www.jsee.or.jp/	5.8
9月				
6~8	日本金属学会秋期講演大会(北海道大学)(札幌)	日本金属学会	annualm@jim.or.jp TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312	
19~21	日本セラミックス協会第30回秋季シンポジウム(神戸大)	日本セラミックス協会・山口	TEL 03-3362-5232 fall30@cersj.org http://www.ceramic.or.jp/ig-syuki/30th/	
26~30	資源・素材&EARTH 2017(札幌)	資源・素材学会	info@mmij.or.jp	
29 or 15	第77回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号307頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)	TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index_j.html	
10月				
11~13	1st International Conference on Energy and Material Efficiency and CO ₂ Reduction in the Steel Industry (EMECCR2017)(神戸)	日本鉄鋼協会	emecr2017@issjp.com	
13~14	第12回材料の衝撃問題シンポジウム(京都)	日本材料学会	ymda@nda.ac.jp http://www.jsms.jp	
11月				
1~4	The 12th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics (12th ISEM '17-Kanazawa)	日本実験力学学会	TEL 025-368-9310 office-jsem@clg.niigata-u.ac.jp www.jsem.jp	
5~10	第18回材料集合組織国際会議 18th International Conference on Textures of Materials (ICOTOM 18)(St George, Utah, USA)	ICOTOM 18・井上(大阪府立大)	TEL 072-254-9316 inoue@mtr.osakafu-u.ac.jp http://event.registrat.com/site/icotom2017	アブストラクト 2016.11.15
12~16	第11回亜鉛および亜鉛合金めっき表面処理銅板に関する国際学会(Galvatech2017) 11th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (Galvatech2017)(東京)	GALVATECH2017・事務局	TEL 03-5657-0777 galvatech2017@jtbcom.co.jp http://www.galvatech2017.jp/	
17 or 24	第78回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号307頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)	TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index_j.html	
20~24	Plasma Conference 2017(姫路)	応用物理学会他	TEL 052-735-3185 mnhmrt@meijo-u.ac.jp	
12月				
3~8	第11回新物質及び新デバイスのための原子レベルキャラクターゼーションに関する国際シンポジウム(ハワイ)	日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会	alc17@jpsps141.surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp http://alc.surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp/alc17/	
2018年1月				
12	第79回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号307頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)	TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index_j.html	
2018年3月				
10	第80回 レアメタル研究会(東大生産研)(本号307頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産研岡部研)	TEL 03-5452-6314 tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/index_j.html	



まてりあ 第56巻 第4号(2017) 発行日 2017年4月1日 定価(本体1,700円+税)送料120円
年間機関購読料金52,400円(税・送料込)

発行所 公益社団法人日本金属学会 発行人 山村英明
〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32 印刷所 小宮山印刷工業株式会社
TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 発売所 丸善雄松堂株式会社
〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-18

日本金属学会会報「まてりあ」への投稿について

会報「まてりあ」をより多くの皆様にご活用していただけるよう投稿記事を歓迎いたします。
投稿規程、執筆要項および下記要領によりご投稿下さい。

～会報編集委員会～

(1) 種別(規定掲載頁)(規定字数内)

- 1. 入門講座**(4頁)(9,340字)
金属のみならずセラミックス、高分子を含めた材料一般に関して境界領域の材料や物づくりの実際などの講義を通して広く会員に情報を提供する。
- 2. 講義ノート**(6頁)(14,500字)
材料に関係する基礎学問分野についてわかりやすく講義してもらう。
- 3. プロムナード**(4頁)(9,340字)
金属・材料に関する話題にかぎらず、社会、経済、歴史などを含む多くの分野からの「比較的短くて分かりやすく」「会員が教養として知って置くべき事柄」「提言」「トピックス的な話題」など。
- 4. 解説**(7頁)(17,100字)
新しい特定の問題を取り上げて、専門外の会員にも分かるように解説したもので、さらに勉強しようとする人のために参考となる文献も示しておく。
- 5. 最近の研究**(8頁)(19,700字)
最近の重要な研究のうち、比較的せまい範囲のテーマを取り上げて、国内外の最近の研究成果を紹介する。各分野の現状、現在の問題点などを取り上げて、総括的に分かり易く記述したもので、その分野の研究を進める上で参考となる内容とする。
- 6. 技術資料**(8頁)(19,700字)
直接実務に利用できるもので、実際に行う場合に必要となる条件、装置の説明、あるいは技術的データの収集等により参考資料として役立つもの。
- 7. 集録**(9頁)(22,300字)
文献を主眼として問題点を論じ、批判するもので今後の方針を示唆することをねらいとする。文献のみを集録し解説を行うものも含む。
- 8. 実学講座**(4頁)(9,340字)
特許取得、ベンチャー企業の設立、研究開発マネジメント、教育法、学習法などについて記事にする。
- 9. 材料科学のバイオニアたち**(5頁)(11,900字)
材料科学に携わった先人たちの偉業を紹介する。
- 10. 新進気鋭**(4頁)(9,340字)
“はばたく”は大学院修士課程修了者以上を対象とし、ここでは30歳前後の若手研究者を対象として研究・仕事の紹介と将来展望について紹介してもらう。執筆は単独名とする。
- 11. 材料教育**(4頁)(9,340字)
材料教育に関する話題。
- 12. トピックス(制限頁;2頁)**(4,150字)
最近の情報を手短かに紹介するもので、話題は限定しない。
- 13. 物性・技術データ最前線**(4頁)(9,340字)
形式は問わず、情報は少なくとも、多く読者が必要とするタイムリーな最新の物性、技術データを紹介する。
- 14. 材料ニュース**(2頁)(4,150字)
新聞で発表された材料関連ニュースを新聞内容よりは詳しくできるだけ迅速に記事にする。
- 15. プロジェクト研究報告(有料)(原則35頁)**
特定研究A、B、未来開拓、戦略基礎などの公的資金補助によるプロジェクト研究成果を有料掲載する。

- 16. 産官学交差点**(1頁)(2,200字)
材料に関連した産官学の情報交流の場を設ける。
- 17. 材料発ベンチャー**(2頁)(4,150字)
材料関連ベンチャー企業の経験者に経験談等を記事にしてもらう。
- 18. 新技術・新製品裏話**(2頁)(4,150字)
金属学会新技術・新製品技術開発賞を獲得したグループに開発にあたっての苦労、裏話を紹介してもらう。
- 19. 談話室**(1頁)(2,200字)
気軽な意見の発表、学会に対する質疑応答、情報交換等。
- 20. はばたく**(1頁)(2,200字)
大学院生など新鋭の方々が、著者自身の研究への取り組み方などについて述べる。
- 21. 紹介**(1頁)(2,200字)
組織変更・改革、産業界の動向その他。
- 22. 国際学会だより**(1頁)(2,200字)
- 23. 研究室紹介**(1～2頁)(2,200～4,700字)
- 24. 委員会だより**

(2) 投稿の方法

- 種別の1～15については、執筆要項に定める方法で作成し、制限頁以内にまとめた原稿とその論文または記事のねらい(200字～300字)をフォーマット用紙に記述して会報編集委員会までご送信下さい。審議の上、受付の可否を決定します。
- 種別の16～24については、執筆要項に定める方法で作成し、制限頁以内にまとめた原稿をお送り下さい。但し、原稿の採否や掲載号は会報編集委員会にご一任下さい。

(3) 投稿の要件

- 和文であり論文又は記事として未投稿、未掲載でかつオリジナルであること、規定頁を超えないこと、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等、ホームページに掲載している会報投稿規程を参照して下さい。

(4) 著作権の帰属

- 会報に投稿された論文および記事の著作権は、この法人の著作権規程により、この法人に帰属します。

(5) その他留意事項

- 原稿は、専門外の読者にも分かるようにご執筆下さい。
- 原稿は、会報編集委員会にて審査いたします。その結果、場合によっては掲載をお断りする場合があります。また、掲載号等についても、本編集委員会が決定いたします。
- 図表の引用に関しては、著作権者への転載許可手続きを著者ご自身で行ってください。
- 詳細は会報投稿規程をご覧ください。

(6) 会報投稿規程と執筆要項

- ホームページ：[「まてりあ」](#) → まてりあへの投稿 をご覧ください。

(7) 原稿送付・問合せ先

〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32
公益社団法人日本金属学会 会報編集委員会
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312 E-mail: materia@jim.or.jp

ALLOYS & METALS

品名	純度	形状	品名	純度	形状	品名	純度	形状
純 金 属			高純度金属			中間合金		
高純度アルミニウム	99.99%	約1kgインゴット	アルミニウム	99.999%	粒状100g入	燐	P > 14.5%	粒 状
アルミニウム	99.7%	〃	アルミニウム	〃	約100g塊	シリコン	Si 15%	約1kgインゴット
アルミニウム粒	99.99%	粒状1kg入	銀	99.999%	粒 状	マンガン	Mn 25%	〃
アルミニウム粉	99.7%	粉末	ビスマス	99.9999%	粒状100g入	マグネシウム	Mg 50%	〃
銀	99.99%	粒 状	ビスマス	〃	約100g塊	クロム	Cr 10%	〃
ボロンクリスタル	99.4%	小塊状	高純度クロム(4N5)	99.995%	薄片状	テルル	Te 50%	〃
ボロンアモルファス	95~97%	粉末	無酸素銅	99.99%	10X10X1mm	コバルト	Co 10%	〃
ビスマス	99.99%	針 状	鉄(マイロンSHP)	99.99%	25X25X2mm	ニッケル	Ni 30%	〃
コバルト	99.3%	粒 状	ガリウム	99.9999%	粒状25g入	鉄	Fe 10%	〃
電解コバルト(FB)	99.9%	約25X25X10mm	ゲルマニウム	99.999%	約50g塊	チタン	Ti 50%	〃
金属クロム	99%	塊 状	インジウム	99.999%	粒状100g入	ジルコニウム	Zr 50%	〃
電解クロム	99%	薄片状	インジウム	〃	約100g塊	ボロン	B 2%	粒 状
電口ロム粉	99%	粉末500g入	インジウム	〃	薄 片 状	アルミ	Cu 40%	約5~7kg インゴット
電気銅	99.99%	約25X50X10mm	錫	99.999%	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MP)	99.9%	小片状	錫	〃	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YL)	〃	〃	アンチモン	99.9999%	粒状100g入	アルミニウム	Ni 20%	〃
電解鉄(アトミロンFP)	〃	〃	アンチモン	〃	約100g塊	アルミニウム	Cr 5%	〃
電解鉄(アトミロンXL)	〃	〃	テール	99.9999%	約100g塊	アルミクロム	Ti 5%	〃
電解鉄粉	99%	粉末1kg入	テール	〃	約100g塊	アルミチタン	Si 25%	〃
ハフニウム	99.8%	スポンジ小塊	亜鉛	99.999%	粒状100g入	アルミシリコン	Co 5%	〃
インジウム	99.99%	塊 状	亜鉛	〃	約100g塊	アルミコバルト	Mo 5%	〃
マグネシウム	99.9%	約200g塊	亜鉛	99.9999%	粒状100g入	アルミモリブデン	W 2.5%	〃
電解マンガン	99.9%	薄片状	亜鉛	〃	約100g塊	アルミタンゲステン	Be 2.5%	約50gインゴット
モリブデン粉	99.9%	粉末	亜鉛	〃	5φX150mm	アルミベリリウム	Fe 50%	塊 状
ニオブグラニュー	99.9%	小塊末	チ	99.9%	〃	アルミジルコニウム	Zr 5%	約5kgインゴット
ニオブ粉	〃	〃	レアアースメタル			アルミボロン	B 4%	約200gインゴット
電気ニッケル	99.99%	25X25X10mm	イットリウム	99.9%	塊状、削状、粉状	アルミバナジウム	V 50%	小塊状
ニッケルペレット	99.97%	球 状	ランタム	〃	〃	アルミストロンチウム	Sr 10%	約100gインゴット
レニウム粉	99.99%	〃	セリウム	〃	〃	アルミカルシウム	Ca 10%	約2.5kgインゴット
ルテニウム粉	99.99%	〃	プラセオジウム	〃	〃	ニッケルボロン	B 15%	塊 状
アンチモン	99.9%	塊 状	ネオジウム	〃	〃	ニッケルニオブ	Nb 60%	〃
金属シリコン	99%	〃	サマリウム	〃	〃	ニッケルマグネシウム	Mg 50%	約1.5kgインゴット
錫	99.99%	約1kgインゴット	イッテルビウム	〃	〃	コバルトボロン	B 15%	塊 状
錫	〃	粒 状	テルビウム	〃	〃	燐	P 5%	インゴット
タンタル	99.9%	小塊状	ジスプロシウム	〃	〃	Uアロイ(低融点合金)		
タンタル	〃	粉 状	ホルミウム	〃	〃	Uアロイ 47	融点47±2°C	約500gインゴット
テルル	99.99%	小塊状	エルビウム	〃	〃	Uアロイ 60	60±2°C	〃
スポンジタン	99.7%	スポンジ塊	ガドリニウム	〃	〃	Uアロイ 70	70±2°C	〃
チタン	JIS 1種	250X250X1mm	ユーロピウム	〃	〃	Uアロイ 78.8	78.8±2°C	〃
バナジウム	99.7%	小塊末	ツリウム	〃	〃	Uアロイ 91.5	91.5±2°C	〃
バナジウム粉	〃	〃	ルテチウム	〃	〃	Uアロイ 95	95±2°C	〃
タンゲステン	99.9%	〃	ミッシュメタル	TRE > 97%	5.4φX6mm 200g入	Uアロイ 100	100±2°C	〃
タンゲステンクラップ	99%	板 状	フェロアロイ			Uアロイ 124	124±2°C	〃
亜鉛	99.99%	約2kgインゴット	フェロモリブデン	Mo 60%	塊 状	Uアロイ 150A	150±2°C	〃
鉛	〃	粒 状	フェロニオブ	Nb 60%	〃			
ジルコニウム	99.6%	スポンジ塊	フェロバナジウム	V 80%	〃			
			フェロボロン	B 20%	〃			
			カルシウムシリコン	Ca30%Si60%	小塊状			

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」

FAX (03)
3294-9336

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

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

高純度 GfG

汚れや飛散のないカーボン材料

最高温度2,800℃

純度5PPM以下

■真空、高温炉内材料一式

■炉内部品取替工事

■炭素繊維高温材料

- カーボンヒーター
- 炭素繊維断熱材
- 炉内サポート治具
- 機械用カーボン
- 連続鑄造ノズル
- ホットゾーン改修工事



メカニカルカーボン工業株式会社

本社・工場：〒247-0061 神奈川県鎌倉市台 5-3-25 TEL.0467(45)0101 FAX.0467(43)1680代
 事業所：東京 03(5733)8601 大阪 06(6586)4411 福岡 092(626)8745
 周南 0834(82)0311 松山 0899(72)4860 郡山 024(962)9155
 工場：広見工場 0895(46)0250 野村工場 0894(72)3625 新潟工場 0254(44)1185
<http://www.mechanical-carbon.co.jp> E-mail: mck@mechanical-carbon.co.jp

試験雰囲気ガス中の酸素濃度のコントロール・測定に!!

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

酸素分圧 & 雰囲気制御試験炉



NEW

管状炉付酸素分圧
コントローラー

SiOAF-200C

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

SiOC-200CB
(循環型)



酸素分圧コントローラー

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

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

SiOS-200C
(コンパクトタイプ)



高感度酸素センサー

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



エステーラボ株式会社

E-mail: info@stlab.co.jp / URL: http://www.stlab.co.jp
 TEL: 029-219-5675 FAX: 029-219-5676

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

PHI 710 Scanning Auger Nanoprobe



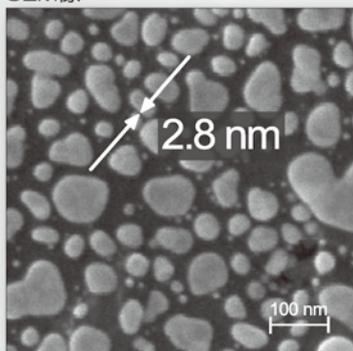
CMA 型 AES

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



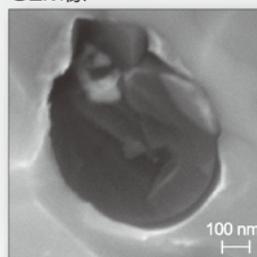
SEM 分解能 ≤ 3 nm, AES 分解能 ≤ 8 nm

SEM像

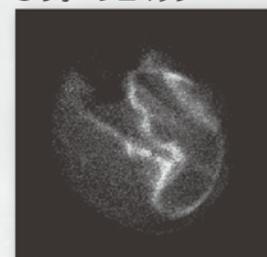


グラファイト上の金粒子における SEM分解能測定 (25 kV 0.2 nA)

SEM像



Sのオージェマップ



ダクタイル鋳鉄断面の粒界介在物の分析

アルバック・ファイ株式会社

本社・工場 〒253-8522 茅ヶ崎市田蔵370番地 TEL: 0467-85-4220 (国内営業部) FAX: 0467-85-4411
大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原3-3-31 上村ニッセイビル5階 TEL: 06-6350-2670 FAX: 06-6350-2980

<https://www.ulvac-phi.com>