

Materia Japan

- 特集「顕微鏡法による材料開発のための
微細構造研究最前線(10)」
—顕微鏡イメージング技術の進展と
材料科学の新展開—

まてりあ

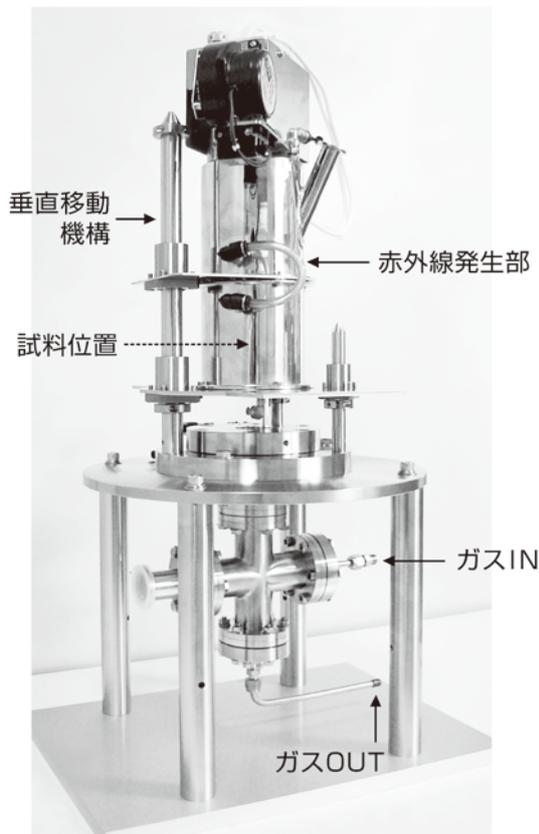
Vol.55 MTERE2 55 (12) 575~638 (2016)

2016 **12**

高温・高速昇温超高真空、ガス雰囲気中試料の加熱に！

超高温スーパーRTA装置 SR1800G

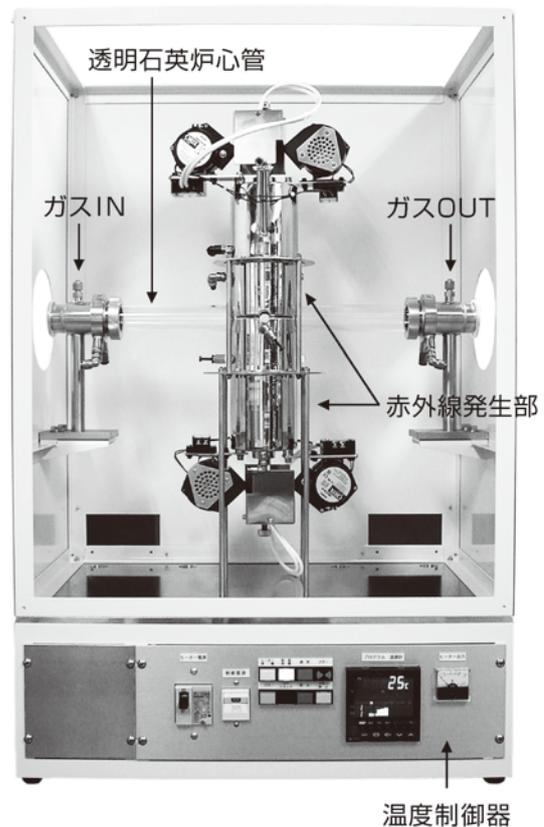
- ◆ 超高速昇温 1800℃まで約30秒
- ◆ 真空、ガスフロー中熱処理
- ◆ 赤外線ランプ電力 わずか2kW
- ◆ 操作性の向上、低価格の新製品！



雰囲気ガスの流れは、石英炉心管の壁面を上昇、試料表面をフローし、支持管内を下降、外へ流出します。試料は上方からの赤外線集光照射を受け短時間で超高温に到達します。

対面照射式 赤外線真空炉 IVF298CV

- ◆ 超高温・超高速熱処理
- ◆ 立体状試料も均一加熱
- ◆ 連続昇降温制御可能
- ◆ 4kWの電力で1700℃



透明石英管内試料に上下両面から赤外線を照射・昇温。熱源が透明石英管の外にあり、クリーン加熱ができます。真空・ガスフロー中の昇温もできます。

★ 依頼試験も受け付けております。下記にお問合せください。



35th Anniversary

株式会社 サーマ理工

〒181-0013

東京都三鷹市下連雀8-7-3 三鷹ハイテクセンター

TEL.0422-76-2511 FAX.0422-76-2514

E-mail : sekigai@thermo-r.co.jp

HP・お問合せ



特集「顕微鏡法による材料開発のための微細構造研究最前線(10)」
—顕微鏡イメージング技術の進展と材料科学の新展開—

企画にあたって

佐藤和久 赤瀬善太郎 佐藤幸生 千星 聡 高橋 淳 垂水竜一 堀部陽一 本間智之575

(1)様々なイメージング技術

EPMA-SXESによるBWRシビアアクシデント模擬環境下に置かれた B_4C 制御
棒中ホウ素の化学状態マップ分析

笠田竜太 Ha Yoosung 坂本 寛 樋口 徹576

共振ヤング率顕微鏡による局所ヤング率の定量的マッピング 荻 博次 平尾雅彦577

断続照射ビーム誘起超音波顕微鏡による非破壊内部微小欠陥の観察

小山敦弘 渋谷陽二578

材料工学的手法に基づく細胞配列化イメージング 松垣あいら 中野貴由579

周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いた TiO_2 表面原子分解能観察

阿部真之 杉本宜昭 森田清三580

電子回折位相イメージング法の開発とナノ電場の可視化

山崎 順 島岡勇記 佐々木宏和581

(2)画像解析

数理的手法による電子顕微鏡像の解析と構造予測

井上和俊 陳 春林 小谷元子 斎藤光浩 幾原雄一582

パルスレーザー照射で金ナノ粒子中に形成された双晶構造の原子変位解析

麻生浩平 重松晃次 山本知一 松村 晶583

オーステナイト組織の再構築法による新たな展開

Anh Hoang Pham 大庭卓也 森戸茂一 林 泰輔584

強誘電体薄膜の 90° ドメインと整合界面の弾性相互作用

木口賢紀 青柳健大 白石貴久 今野豊彦 舟窪 浩585

(3)その場観察

 $Ti_{50}Ni_{44}Fe_6$ 合金における特異な固相アモルファス化現象の超高压電子顕微鏡その
場観察 永瀬丈嗣 佐々木淳志 安田弘行 寺井智之 福田 隆 掛下知行586

カーボンナノチューブヒーター上でのシリコンナノ粒子の構造変化

安坂幸師 齋藤弥八 寺田朋広587

動的磁場下における高鉄濃度ナノ結晶軟磁性材料の磁壁移動のその場観察

赤瀬善太郎 進藤大輔 Parmanand Sharma 牧野彰宏588

ナノポーラス金属の触媒活性点のその場観察

藤田武志 陳 明偉 徳永智春 山本悠大 荒井重勇 田中信夫589

オペランド電子顕微鏡技術による全固体リチウムイオン電池の反応解析

山本和生590

電子線照射により誘起される氷のプロトン無秩序相から秩序相への相転移

小林慶太 保田英洋591

表紙デザイン：北野 玲
複写をご希望の方へ

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

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F

FAX 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp http://www.jaacc.jp/

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、直接本会へご連絡下さい。

(4)3 次元観察

FIB-SEM デュアルビーム装置を用いた $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ 超伝導層の三次元構築 加藤文晴 吉田竜視 平山 司 和泉輝郎 塩原 融	592
低炭素鋼中に相界面析出した VC ナノ析出物の三次元観察 関戸信彰 紙川尚也 津崎兼彰 大村孝仁 原 徹 宮本吾郎 古原 忠	593
極低炭素鋼ラスマルテンサイトに含まれる小角粒界の三次元解析 森戸茂一 Anh Hoang Pham 大庭卓也 林 泰輔 古原 忠 宮本吾郎	594
その場変形電子線トモグラフィー 波多 聰 宮崎伸介 権堂貴志 宮崎裕也 川本克巳 堀井則孝 古河弘光 佐藤和久 工藤博幸 村山光宏	595

(5)TEM/STEM による材料組織解析

Fe-Ni 基ナノ結晶合金における $L1_0$ 型規則相の生成 佐藤和久 Parmanand Sharma 張 岩 竹中佳生 牧野彰宏	596
エネルギーフィルター搭載超高压電子顕微鏡法による極厚膜試料中の転位観察 定松 直 田中将己 東田賢二 松村 晶	597
収差補正 STEM による $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ ナノ結晶軟磁性合金中の Cu ナノクラスターイメージング 西嶋雅彦 竹中佳生 竹内 章 牧野彰宏 今野豊彦	598
$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 添加 HfO_2 極薄膜の組織観察 白石貴久 木口賢紀 今野豊彦	599
鉄系超伝導体のマルチスケール結晶粒構造観察 嶋田雄介 今野豊彦 山本明保 波多 聰	600
多重定電流パルスによって作製した Ni/Cu 電気めっき多層膜におけるナノ周期構造と耐摩耗性 田邊豊和 伊藤拳人 郡司貴雄 大坂武男 松本 太 金子信悟	601
Si(100) 表明に成長した GaAs ナノ結晶の異方的な格子整合 保田英洋 薄井洋行	602
一次元金属ナノワイヤの透過型電子顕微鏡解析 ロイアヒン トリバシィジャリニ 佐藤幸生 金子賢治	603
二重複相 $\text{Ni}_3\text{Al-Ni}_3\text{V}$ 金属間化合物合金におけるナノヘテロ微細組織 千星 聡 金野泰幸 高杉隆幸	604

(6)収差補正 STEM による原子分解能イメージング

原子分解能 EDS (energy-dispersive X-ray spectroscopy) による Al-Co-Ni 近似結晶中の Co, Ni 原子の規則配列 安原 聡 湯蓋邦夫 平賀賢二	605
収差補正走査型透過電子顕微鏡による Al-Co-Ni 近似結晶の構造解析 平賀賢二 安原 聡 湯蓋邦夫	606
収差補正走査型透過電子顕微鏡による Al-Rh-Cu 二次元準結晶の Rh, Cu 原子配列 平賀賢二 安原 聡	607
原子分解能 EDS (Energy-dispersive X-ray spectroscopy) による Al-Pd-Mn 二次元準結晶の Pd, Mn 原子の配列 安原 聡 平賀賢二	608
立方晶窒化ホウ素中に形成された複合点欠陥 石川 亮 柴田直哉 幾原雄一 大場史康 Scott D. Findlay 谷口 尚 田中 功	609
ABF-STEM 法によるアルミナ $\{1\bar{1}00\}$ 積層欠陥の構造解析 栃木栄太 柴田直哉 幾原雄一 フィンドレー スコット 奥西栄治 溝口照康 中村篤智	610
熔融接合された金属/窒化物界面の原子分解能 STEM-EDS マッピング 熊本明仁 柴田直哉 名雪桂一郎 藤平哲也 幾原雄一 寺崎伸幸 長友義幸 長瀬敏之 秋山和裕 黒光祥郎	611
サメの歯のエナメル質の原子構造 陳 春林 高野吉郎 斎藤光浩 藤平哲也 幾原雄一	612
SrTiO_3 薄膜における高電子移動度を導く Sr 空孔クラスターの歪み場解析 小林俊介 幾原雄一 山本剛久 大西 剛 柴田直哉	613
収差補正 STEM の焦点深度が $\text{Mg}_{97}\text{Zn}_1\text{Gd}_2$ 合金の板状濃化層の Z コントラストに及ぼす影響 木口賢紀 今野豊彦 佐藤和久	614

ホームページアドレス(URL) : <http://jim.or.jp/>

事務局メールアドレス : 全般・渉外 : secgnl@jim.or.jp
表彰・奨励 : gaffair@jim.or.jp
会員サービス : member@jim.or.jp
刊行物購入 : ordering@jim.or.jp
国際会議 : kaigai@jim.or.jp

ま て り あ : materia@jim.or.jp
会 誌 : editjt@jim.or.jp
欧 文 誌 : editjt@jim.or.jp
講 演 大 会 : annualm@jim.or.jp
行 事 イ ベ ン ト : stevent@jim.or.jp

国際学会だより 第9回環太平洋先端材料とプロセッシング国際会議 (PRICM9) 報告
古原 忠 乾 晴行 掛下知行 西田 稔 池田勝彦 三浦誠司 梶原義雅……………615

本会記事	会告……………619	新入会員……………630
	掲示板……………626	会誌・欧文誌12号目次……………633
	2017・2018年度代議員候補者選挙投票のご依頼……………630	次号予告……………634
		行事カレンダー……………635

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/>



まてりあ 広告目次 (五十音順) (2016年12月号)

【ア行】	【ハ行】	【マ行】
アルバック・ファイ(株)……………表紙4	(株)平野清左衛門商店……………後2	メカニカルカーボン工業(株)……………表紙3
エスティー・ラボ(株)……………表紙3	フリッチュ・ジャパン(株)……………前1~2	書籍ガイド……………後1
【サ行】		
(株)サーモ理工……………表紙2		

特集「顕微鏡イメージング技術の進展と材料科学の新展開」関連広告

【ア行】	【タ行】	日本フィジテック……………前5
(株)アド・サイエンス……………前6	(株)TSL ソリューションズ……………前7	【ハ行】
【力行】	(株)東京インスツルメンツ……………前11	(株)日立ハイテクノロジー……………前4
Good Fellow……………前3	【ナ行】	【マ行】
【サ行】	日本エフイー・アイ(株)……………前8	(株)メルビル……………前9
(一財)材料科学技術振興財団……………前3	日本電子(株)……………前10	

本紙への広告は一手取扱の 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
<http://www.meihosha.co.jp> E-mail: info@meihosha.co.jp



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**



特色

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



容器がセットされる様子。

従来型ボールミル “CLASSIC LINE”

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



フリッチュ社が開発した
遊星型シリーズの
パイオニア機種。



▲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

受託分析サービスのMST

最新型TEM分析サービス

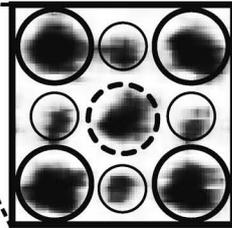
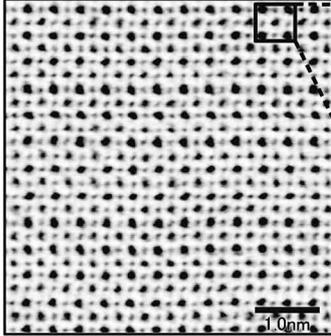
原子レベルの元素分析が可能！

分析事例

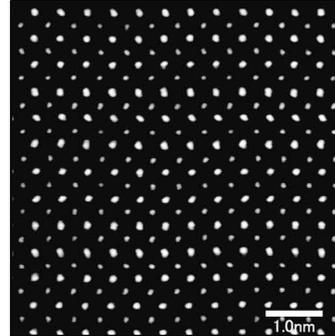
SrTiO₃の原子カラム観察

ABF-STEM像(走査透過環状明視野像)により軽元素の原子位置を直接観察することができます。HAADF-STEM像との同時取得で、より詳細な構造解析が可能となりました。

ABF-STEM像



HAADF-STEM像



一般財団法人

MST 材料科学技術振興財団

<http://www.mst.or.jp/>



☎ 03-3749-2525 ✉ info@mst.or.jp

【東京本部】 東京都世田谷区喜多見1-18-6

【大阪支所】 大阪府大阪市淀川区宮原4-1-9 新大阪フロントビル7F

【名古屋支所】 愛知県名古屋市中村区名駅4-24-8 EME 名古屋ビル3F

【仙台支所】 宮城県仙台市青葉区中央2-10-12 仙台マルセンビル9F

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)ニューメタルス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



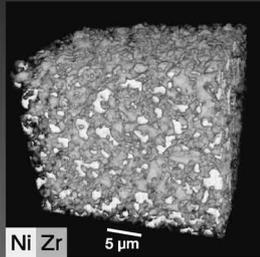
カスタムオーダー

HITACHI
Inspire the Next

3D-EDS、3D-EBSD*

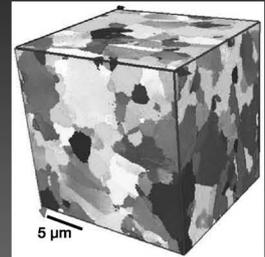
FIB加工/SEM観察時と同じステージ位置でEDS分析。低加速SEM条件を適用することで、より高空間分解能で3次元組成分布データが取得可能。

試料: Ni-YSZ
試料ご提供: 東京大学 生産技術研究所
鹿園 直毅 教授



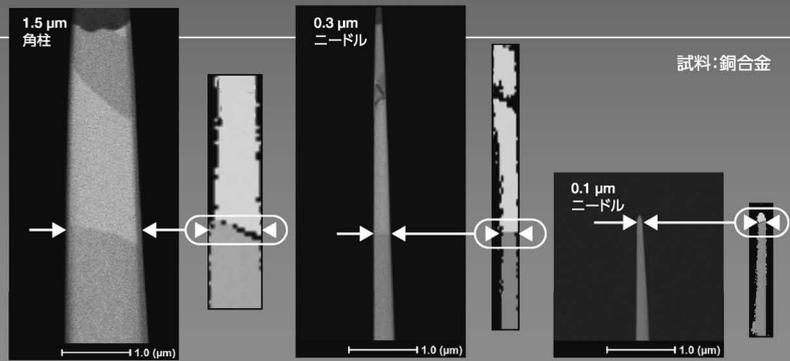
SEM・FIB・EBSD検出器*の最適配置により、FIB加工とEBSD分析間でのステージ移動が不要。ステージ移動を伴わないことから、3次元結晶方位解析の精度・スループットを大幅に向上。

試料: ニッケル基合金



アトムプローブ試料作製

EBSD信号をFIB加工時の終点検知に用いることで、SEM像では識別が難しい任意の粒界を残して、針状試料を作製可能。低加速Arビーム*仕上げにより、Ga層の除去も可能。高精度のアトムプローブ分析をサポートします。

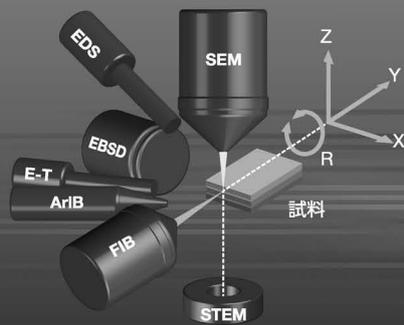


試料: 銅合金

独自のSEM-FIB直交配置により、金属材料の高精度3次元解析から高品位TEM・アトムプローブ試料作製まで幅広くサポート。 *オプション

リアルタイム3DアナリティカルFIB-SEM複合装置

NX9000



f 日立ハイテク
"SI NEWS" 公式Facebookページ
<https://www.facebook.com/HitachiHighTechnologies.SINEWS>



SI NEWSは、弊社製品を使用した社内外の研究報文を中心に、先端の研究動向・技術情報をご紹介する技術機関誌です。Facebookページでは、本誌内容のご紹介を中心に、皆さまの研究に役立つ情報をタイムリーに発信してまいります。

株式会社 日立ハイテクサイエンス
株式会社 日立ハイテクノロジーズ

本社 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目24番14号
お客様サポートセンタ 電話 (03)3504-7211



電子顕微鏡のための

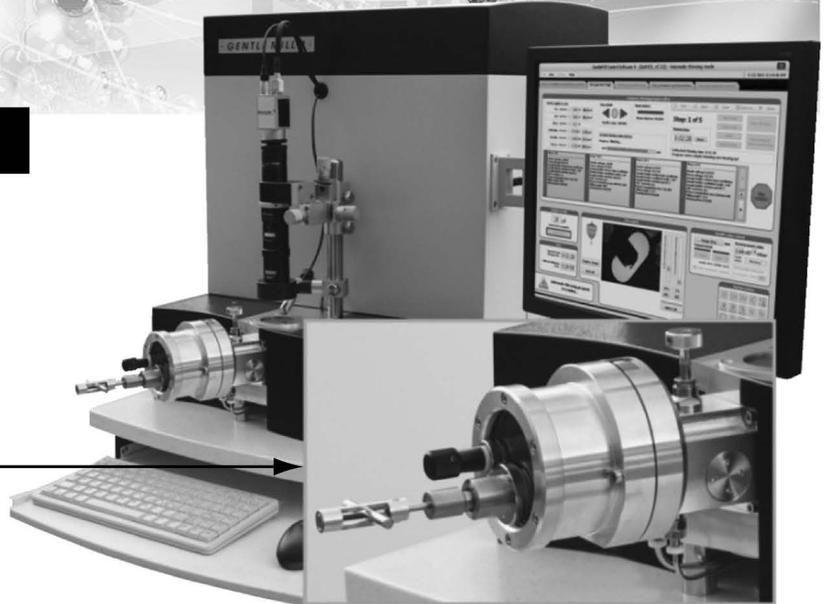
GENTLE MILL

FIBなど様々なTEM試料の仕上げにお応えします

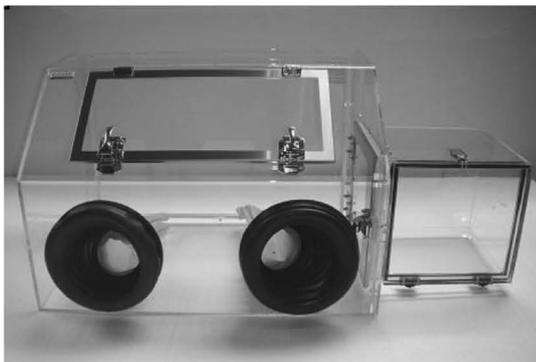
非暴露システム

- ◆ 安心な設計!
- ◆ 容易な操作!
- ◆ 後付け可能!

本体シャトル容積：145cm³
 試料カプセル容積：12cm³
 材質：アルミ 他
 充填ガス：アルゴン



[モデル:IV8/VT1]



加工レシピより1clickで研磨作業!!

* 300V以下の極低エネルギーから低エネルギー2KVまで安定で制御されたブロードビーム(約φ1.5mm)によるイオンシャワー研磨が高分解能観察・分析に数多くの評価を得られております。
 * SEM用試料ホルダーもご用意しました。

- イオン銃..... 冷・熱陰極式
- 加速電圧..... 100V~2KV
- 最大イオンビーム電流密度..... 10mA/cm²
- ビーム径 (FWHM) 750~1,200μm
- 観察..... ×50~×400 CCDカメラ
- 排気..... ダイアフラム・ターボ分子ポンプ

※デモ・TEM観察等は、KAST:高度計測センター様で行っております。

[TECHNOORG・LINDA・HUNGARY]
日本総代理店

JPC 日本フィジテック

〒192-0046 東京都八王子市明神町4-9-1-203
 Tel.042-645-9620 Fax.042-645-9621
 E-mail:funaya@japan-physitec.jp
 http://japan-physitec.jp



卓上型コーティング装置

～ スパッター / カーボンコーター ～



多種スパッターターゲットに対応!!

Au	Pt	Pd	Au/Pd	Pt/Pd	Ir*	Cr*	Mo	W	C	
Mg	Al	Ti	Fe	Co	Ni	Cu	Ag	Sn	Ta	ITO

*メ-カ-推奨

- スパッタリング / カーボン蒸着 / ハイブリッドの3モデル (2元ターゲットモデルもあり (連続最大5層まで))
- 簡単操作 (タッチパネル操作、レシピ作成、フルオート)
- TMP 内蔵 高真空仕様 (到達真空 typ.5e-5mbar)
- ハイスルーブット (Min.約5分～でベントまで完了)
- 回転ステージ回転機構を標準搭載
- QCM 膜厚計内蔵 (無償キャンペーン中)



ibss Group, Inc.

有機系コンタミネーション予防・除去装置

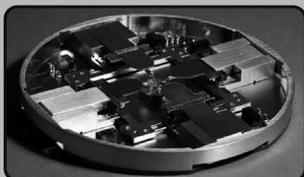
～ ダウンストリーム式プラズマアッシャー～

プラズマソース : ICP、10W～99W
 点火レンジ : 266Pa～0.6Pa
 プロセスガス : Air または任意
 O₂ や H₂, Ar など任意ガスの導入が可能

プラズマアッシングにより、電子線誘起コンタミネーションの原因となる炭化水素 (ハイドロカーボン) を灰化除去することが可能で、コンタミレスな観察・分析を実現します。



SEM 式ナノプローバー / マニピュレータ



Prober Shuttle

- ◆ チップサイズサンプルのプロービング用途に特化
- ◆ ロードロック式SEM対応、試料交換室から本体を着脱可能
- ◆ 超コンパクトサイズ(φ100 x t=10mm) 短W.D.高分解能プロービングや FIB-SEMへの搭載

MM3A-EM

- ◆ 設置するSEMやアプリケーション、試料サイズや形状に応じてフレキシブルな対応が可能
- ◆ Plug-inツールやAdd-onツールなどの拡張オプションが豊富で多目的用途・R&Dに最適



ADS 株式会社 アド・サイエンス
<http://www.ads-img.co.jp/>

〒273-0005 千葉県船橋市本町2-2-7船橋本町プラザビル
 Tel 047-434-2090 Fax 047-434-2097

OIM 7.3

A standard EBSD tool for microstructure analysis

OIM(Orientation Imaging Microscopy)は、EBSD法を用いたミクロな材料組織解析装置のスタンダードツールとして広く愛用されています。OIM7.3では、EBSDパターン像から反射電子像を構築するPRIAS法の機能を一段と充実させ、ますますミクロな材料組織解析装置として機能の情実をはかっています。

OIM Data Collection 7.3

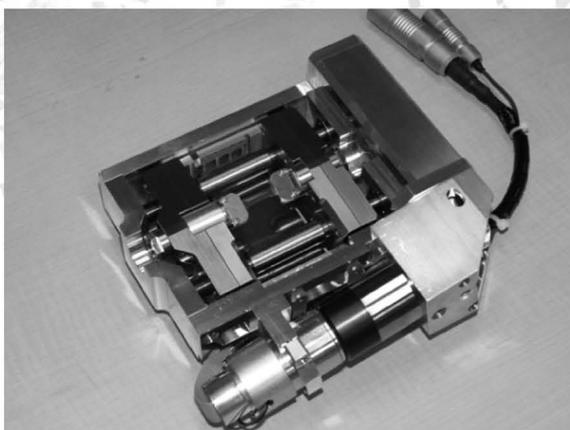
高速型検出器 Hikari Superは、定評のある3バンド法による指数付けを用い、最大測定可能速度1400ポイント/秒、実用レベルで600ポイント/秒の測定速度を実現しています。また、PRIAS法に用いるEBSDパターンの保存方法を改善し、PRIAS法をより使い易いものとなりました。

OIM Analysis 7.3

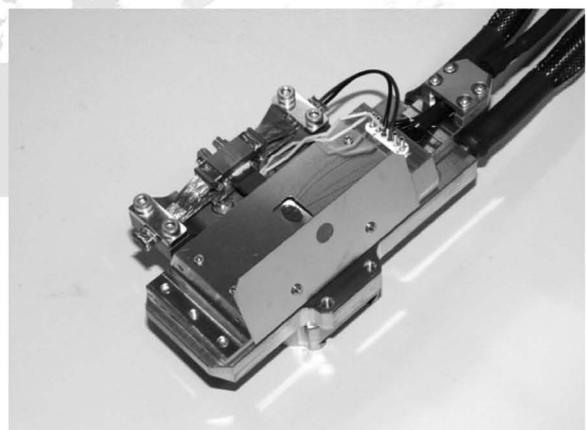
結晶方位差解析やHighlight機能、In-Situ測定データへの対応等の機能強化により、より多彩な材料のミクロ組織の解析が可能となりました。また、多種多様なEBSD測定データを読み込み、OIMのデータと同様に解析することも可能となりました。

In-Situ 実験装置

TSL ソリューションズでは、OIM と組み合わせて使用する、試料加熱装置、試料引張装置、試料曲げ装置などの開発・設計・製造・販売を行っています。試料加熱装置では、初めて試料加熱温度1000°Cにて安定したOIM観察を可能としました。また試料引張装置には圧縮試験用オプションジグも用意しました。



OIM 用試料引張装置(Max 1500N)



OIM 用試料加熱装置(Max 1100°C)



株式会社 TSL ソリューションズ
252-0131 神奈川県相模原市緑区西橋本5-4-30 SIC2-401
TEL: 042-774-8841, FAX: 042-770-9314
e-mail: info@tsl-japan.com
Homepage: www.tsl-japan.com

Helios PFIB Dual Beam

Xe⁺ プラズマ型(FIB-SEM) デュアルビーム

驚異的な広さとスピード
ダメージレス
圧倒的な断面描写力



- 高速大面積加工 : Ga⁺FIBの20倍スピード
- 高品質断面加工 : Ga⁺FIBよりも40%少ない変質層
- 高分解能SEM観察 : 1.1nm @ 1kV イメージ分解能



Corrosion crack aluminum

FEIはThermo Fisher Scientificグループの一員となりました
詳細はFEI.comより

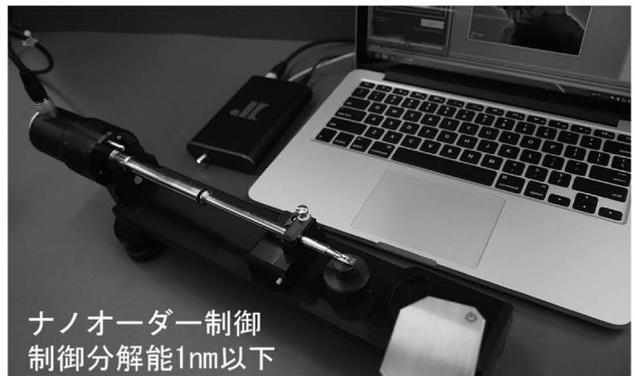
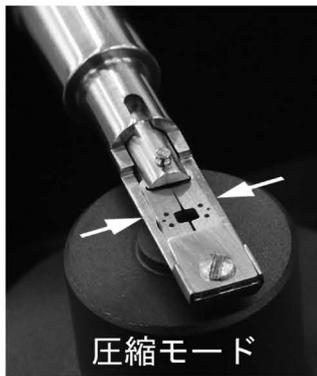
お問い合わせ
日本エフイー・アイ株式会社
営業部: 03-3740-0970(TEL)



SATO-Holder system DuoTM



nano orderの引張 + nano orderの圧縮 in One
1 nm stepその場観察・高傾斜（Tomography 対応）
試料装着部はカートリッジ式 ⇒ 他装置と連携

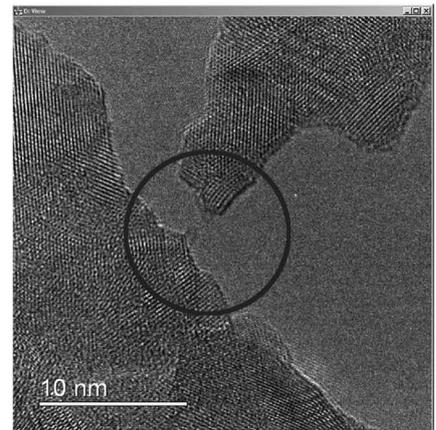
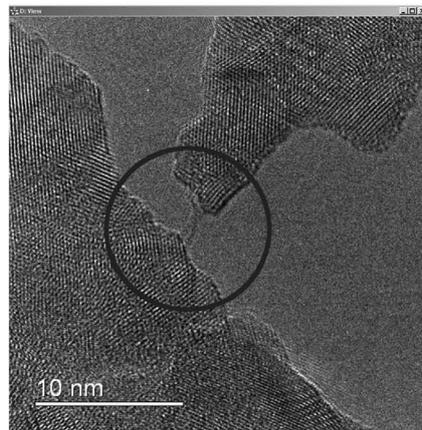
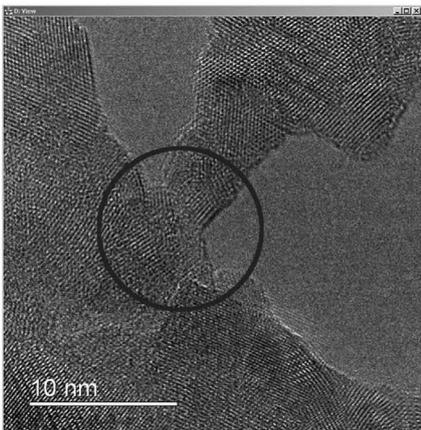


高分解能1 nm Step その場引張試験

スタート

→ 引張量 + 4 nm

→ 引張量 + 1 nm



（試料：ベリリウム銅 / 試料作製装置：PIPS）

当該製品は、JSTの研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）の開発支援を受けております。
記載内容は、2016年10月時点のものです。さらなる改良・改善のため、予告なく変更することがありますのでご了承ください。

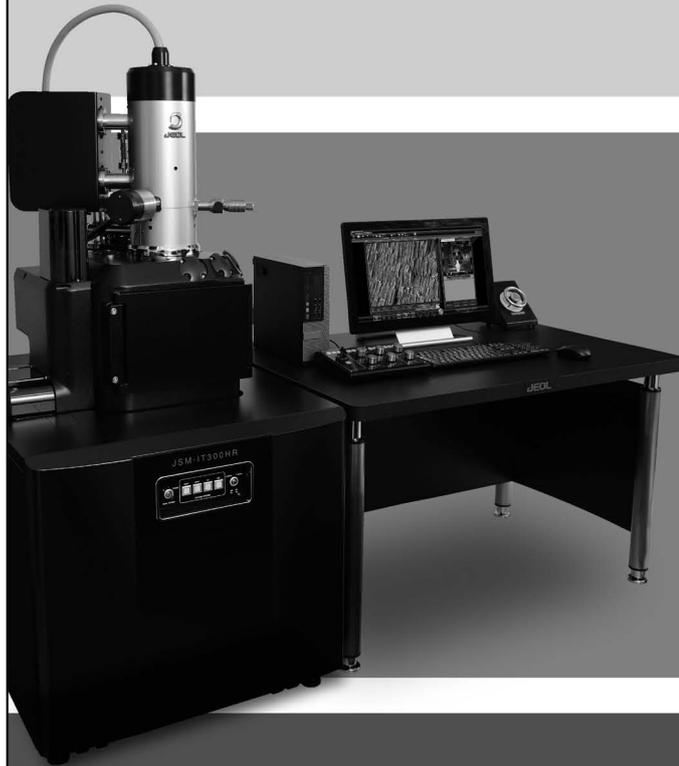
日本のホルダー屋
<http://www.melbuild.com>



JEM-F200

多機能電子顕微鏡

空間分解能と分析性能を向上させるとともに、多目的な操作性、スマートデザイン、省エネルギー等を考慮して開発された電界放出形透過電子顕微鏡です。



JSM-IT300HR

走査電子顕微鏡

新開発の高輝度電子銃とレンズ系を搭載したことにより、驚きの高画質観察と高感度・高空間分解能を実現しました。

JSM-IT100 InTouchScope™

走査電子顕微鏡

日本電子が50年にわたり培ってきたSEMの技術を活かしたコンパクトで多機能な走査電子顕微鏡です。



本社・昭島製作所 〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3-1-2 TEL:(042)543-1111(大代表) FAX:(042)546-3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得

JEOLグループは、「理科学・計測機器」「産業機器」「医用機器」の3つの事業ドメインにより事業を行っております。
「理科学・計測機器事業」電子光学機器・分析機器・計測検査機器 「産業機器事業」半導体関連機器・産業機器 「医用機器事業」医用機器



ナノスケール観察から、低温、時間分解測定まで

カソードルミネッセンス

GaN, SiC, BN などワイドギャップ半導体材料の評価に最適
 プラズモニクスなどナノスケール光デバイスの評価にも

比類無き高感度STEM-CL観察を実現



走査型透過電子顕微鏡(STEM)用 超高感度カソードルミネッセンス 測定システム Mönch 4107

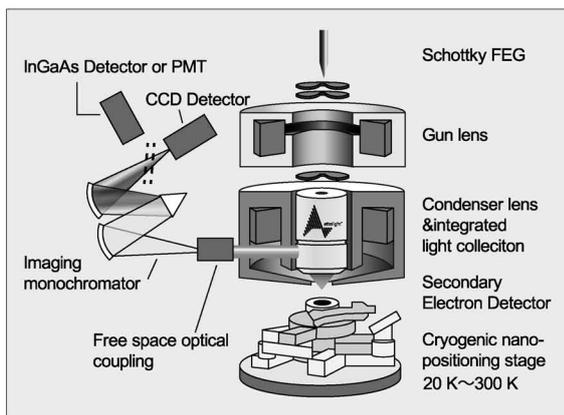
- ✓ 超高感度
- ✓ モータ駆動ミラー採用で
 パーフェクトな光学調整
- ✓ 高速スペクトラルイメージング
- ✓ 観測波長領域 200 nm ~ 1.7 μm
- ✓ バンドルファイバーを簡単に交換可能

【製品の詳細情報へ】



Mönch 4107

走査型電子顕微鏡(SEM)とCLを完全一体化、面倒な光学調整一切不要



低温・超高感度 カソードルミネッセンス顕微鏡システム

- ✓ SEM と CL を統合的に操作・測定
- ✓ 電子レンズ内に
 高 NA (0.71) 対物レンズ内蔵
- ✓ 歪みのない広い観測視野 ~ 300 μm
- ✓ 低温測定 20 K ~ (オプション)
- ✓ パルス電子源による
 時間分解測定 (オプション)

【製品の詳細情報へ】



低温・超高感度
 カソードルミネッセンス
 顕微鏡システム

TII 株式会社 東京インスツルメンツ
TOKYO INSTRUMENTS, INC.
 Mutual Satisfaction

本社 〒134-0088 東京都江戸川区西葛西6-18-14 Tビル TEL 03(3686)4711 FAX 03(3686)0831
 大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原4-1-46 新大阪北ビル TEL 06(6393)7411 FAX 06(6393)7055

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

No.A-TTSS-3601A.2016-1101

特集「顕微鏡法による材料開発のための微細構造研究最前線(10)」 —顕微鏡イメージング技術の進展と材料科学の新展開— 企画にあたって

佐藤和久¹ 赤瀬善太郎² 佐藤幸生³ 千星 聡⁴
高橋 淳⁵ 垂水 竜一⁶ 堀部 陽一⁷ 本間 智之⁸

このたび、「材料開発のための微細構造研究最前線(10)」と銘打った特集記事をお届けする運びとなりました。まてりあでは2000年以降、過去9回にわたり顕微鏡特集が企画され、その都度、透過電子顕微鏡法を中心に、構造組織解析に関する先端的な手法とその材料科学への最新応用研究例が紹介されてきました。新しい構造・機能材料の開発や機能発現メカニズムの解明において、各種顕微鏡法によるマルチスケールでの微細組織解析・組成分析が益々不可欠となってきております。前回企画から7年が経過し、この間、透過電子顕微鏡法をはじめ各種顕微鏡法に数々の飛躍的な進展が見られることから、今回、「顕微鏡イメージング技術の進展と材料科学の新展開」をテーマとして、顕微鏡特集の再企画化をまてりあ編集委員会第5分科3グループから提案させて頂くに至りました。

本特集のねらいについて、過去の顕微鏡特集を参考に5-3グループ内で種々検討を重ね、委員8名の意見を集約した結果、上記テーマに基づいて、①各種顕微鏡法を用いて近年明らかになった新しい知見、②計算科学的手法による組織解析を含め、観察と画像解析に際しての創意工夫にも焦点をあてる、③広く材料研究者に関心を持って頂けるような内容、との編集方針で記事を募集させて頂くこととなりました。やや短い募集期間ではありましたが、幸いにも39件の原稿をご投稿頂くことができました。これらの記事を、(1)様々なイメージング技術(6件)、(2)画像解析(4件)、(3)その場観察(6件)、(4)3次元観察(4件)、(5)TEM/STEMによる材料組織解析(9件)、(6)収差補正STEMによる原子分解能イメージング(10件)、の6つの項目に分類し、次頁以降に紹介させて頂きます。

多種多様な顕微鏡法と応用研究例を掲載した本特集が、材料科学分野における顕微鏡イメージング技術の動向把握の一助として、会員の皆様のお役に立ちますことを切に願っております。ご執筆頂いた著者ならびに広告掲載企業の皆様に、この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

(文責 佐藤和久)

¹大阪大学超高压電子顕微鏡センター、²東北大学多元物質科学研究所、³九州大学大学院工学研究院、⁴東北大学金属材料研究所、⁵新日鐵住金株式会社、⁶大阪大学大学院工学研究科、⁷九州工業大学大学院工学研究院、⁸長岡技術科学大学大学院工学研究科
Preface to the Special Feature on Recent Advances in Microstructural Characterization for Materials Development (10)—Prospects of Materials Science Provided by Advanced Microscopic Imaging Technologies
Keywords: *advanced microscopy, image analysis, in-situ microscopy, 3D tomography, TEM, STEM*
2016年10月17日受理[doi:10.2320/materia.55.575]

EPMA-SXES による BWR シビアアクシデント模擬環境下に置かれた B₄C 制御棒中ホウ素の化学状態マップ分析

京都大学エネルギー理工学研究所 笠田 竜太 Ha Yoosung(現: 日本原子力研究開発機構)
日本核燃料開発株式会社 坂本 寛 樋口 徹

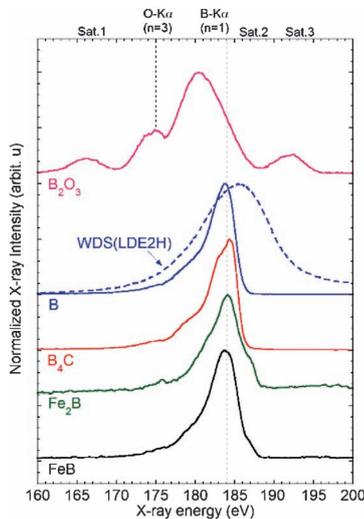


Fig. 1 EPMA-SXES によって得られたホウ素単体およびホウ素化合物試料の B-K α スペクトル. ホウ素単体(B)については比較のために従来型 EPMA-WDS である LDE2H によって得られたスペクトルも示す.

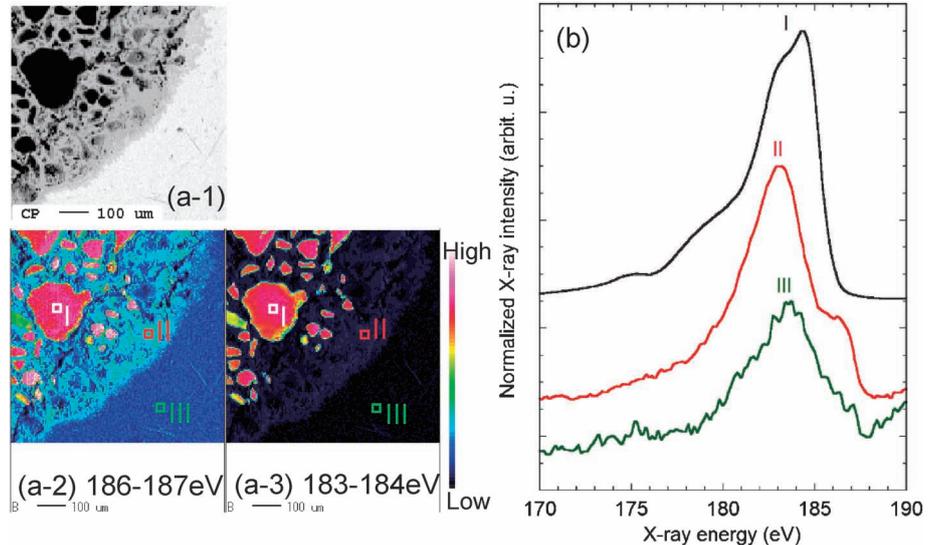


Fig. 2 高温水蒸気酸化試験(1250°C, 30 min)後の B₄C 制御棒模擬試料の(a-1)反射電子像. (CP), EPMA-SXES によるホウ素の化学状態マップ(a-2) ROI: 186-187 eV, (a-3) ROI: 183-184 eV, (b)マップ上 I, II, III 領域における B-K α スペクトル.

B₄C は核分裂炉における制御材のひとつであり、福島第一原子力発電所(1F)においては全号機で用いていた. 1Fの再臨界リスクの更なる低減やソースタームの把握のためにもシビアアクシデントによって生じた燃料デブリ中での制御棒, 特に中性子吸収材として重要なホウ素の存在状態を詳細に調べることが必要である. 本研究では, 電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)に付設した高いエネルギー分解能と優れた検出限界性能を有する軟 X 線発光分光器(SXES)によって, 従来の波長分散 X 線分光器(WDS)では測定が困難であったデブリ模擬体中のホウ素の化学状態分布に関する詳細な情報を得ることに成功した⁽¹⁾. Fig. 1 に示すように, ホウ化物(FeB, Fe₂B)では高エネルギー側に特有のショルダー(Sat-2)が生じ, Fe₂Bにおいてより顕著である. B₂O₃では B-K α ピークのケミカルシフトとともにサテライトピーク(Sat-1, Sat-3)が

見られる. Fig. 2(b)に示す高温水蒸気酸化試験後の B₄C 制御棒模擬試料の断面の各部のスペクトル形状より, Fig. 2(a)の反射電子像において黒い粒状のものは残存 B₄C 粒であり, その周辺の灰色の領域の熔融凝固部には酸化ホウ素は存在せずホウ化物が存在し, またステンレス鋼管部にも微量のホウ素が存在することが示された. このように EPMA-SXES の優れた分解能と検出感度を活用して, Fig. 2(a)に示すように複雑な熔融凝固組織におけるホウ素の化学状態分布を取得することが可能となった.

文 献

- (1) R. Kasada, Y. Ha, T. Higuchi and K. Sakamoto: Scientific Reports, **6**(2016), 25700.
(2016年7月14日受理)[doi:10.2320/materia.55.576]

Chemical State Mapping Analysis of Boron in Model B₄C Control Rod under BWR Severe Accidental Condition by EPMA-SXES; Ryuta Kasada*, Yoosung Ha**, Kan Sakamoto*** and Toru Higuchi*** (*Institute of Advanced Energy, Kyoto University, Kyoto. **Institute of Advanced Energy, Kyoto University, Kyoto, Present address: Japan Atomic Energy Agency. ***Nippon Nuclear Fuel Development Co., Ltd. Ibaraki)

Keywords: electron probe micro-analyzer, B₄C, severe accident, soft X-ray emission spectroscopy, control rod

Specimen preparation: polished with SiC papers and colloidal silica

EPMA utilized: JXA-8500F FE-EPMA with SXES

共振ヤング率顕微鏡による局所ヤング率の定量的マッピング

大阪大学大学院基礎工学研究科 萩 博次 平尾雅彦

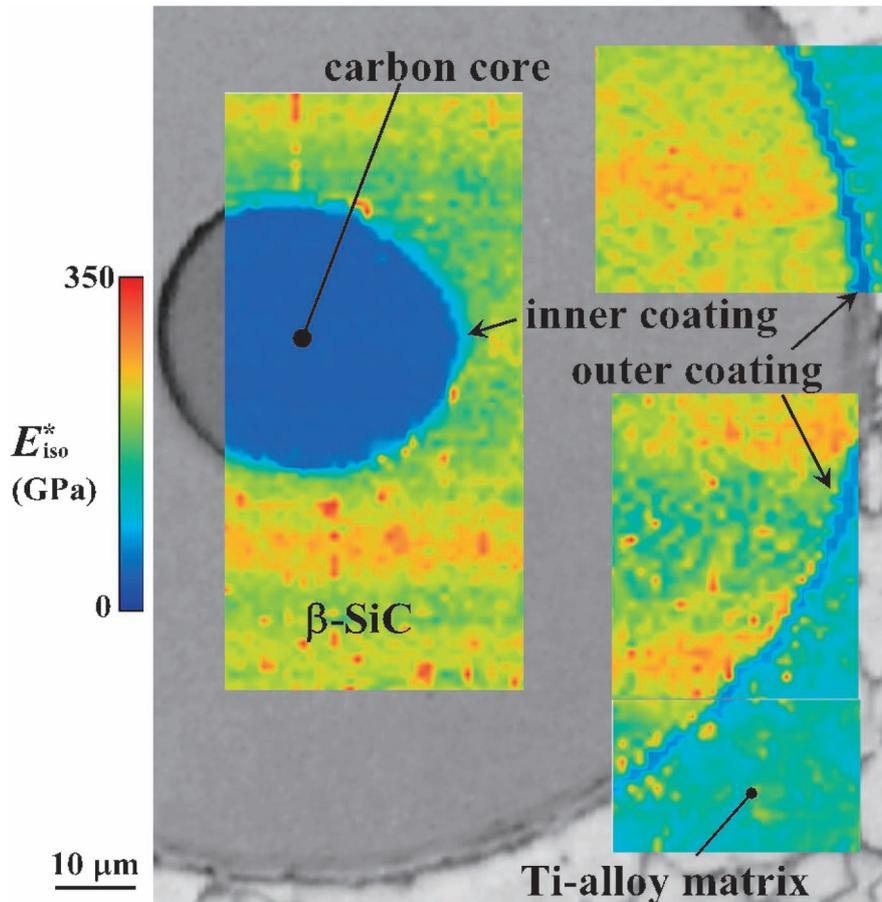


Fig. 1 SiC 繊維強化チタン合金複合材料のヤング率分布⁽³⁾. Reprinted from Ogi *et al.* (2008)⁽³⁾ with the permission of AIP Publishing. (オンラインカラー)

温度安定性の高いランガサイト結晶からなる細長い圧電振動子プローブを共振させ、プローブ先端を試料と接触させ、接触による振動子の共振周波数の変化から接触部位のヤング率を定量的に計測する顕微鏡を開発した⁽¹⁾⁽²⁾。アンテナにより振動子の振動を無線・無電極で測定することにより振動子を孤立化した。結果、試料との接触を簡単かつ正確にモデル化することができ、定量測定が可能となった。空間分解能は数百 nm である。校正することなくヤング率値が得られる点は決定的に他の顕微鏡と一線を画する。Fig. 1 は、直径約 140 μm の SiC 繊維 (内部にカーボンコアを含む) の断面内のヤング率分布である⁽³⁾。チタン合金に埋め込んだものを計測した。

文 献

- (1) H. Ogi, H. Niho and M. Hirao: Appl. Phys. Lett., **88**(2006), 141110.
- (2) H. Ogi, M. Hirao, T. Tada and J. Tian: Phys. Rev. B, **73**(2006), 174107.
- (3) H. Ogi, T. Inoue, H. Nagai and M. Hirao: Rev. Sci. Instrum., **79**(2008), 053701.
(2016年6月28日受理)[doi:10.2320/materia.55.577]

Quantitative Young-Modulus Mapping by Resonant Ultrasound Microscopy; Hirotsugu Ogi and Masahiko Hirao (Graduate School of Engineering Science, Osaka University, Toyonaka)

Keywords: Young's modulus, langasite oscillator, contact mechanics, non-contacting excitation

Specimen preparation: Mechanical polishing

断続照射ビーム誘起超音波顕微鏡による非破壊内部微小欠陥の観察

長崎大学大学院工学研究科 小山 敦 弘
大阪大学大学院工学研究科 渋谷 陽 二

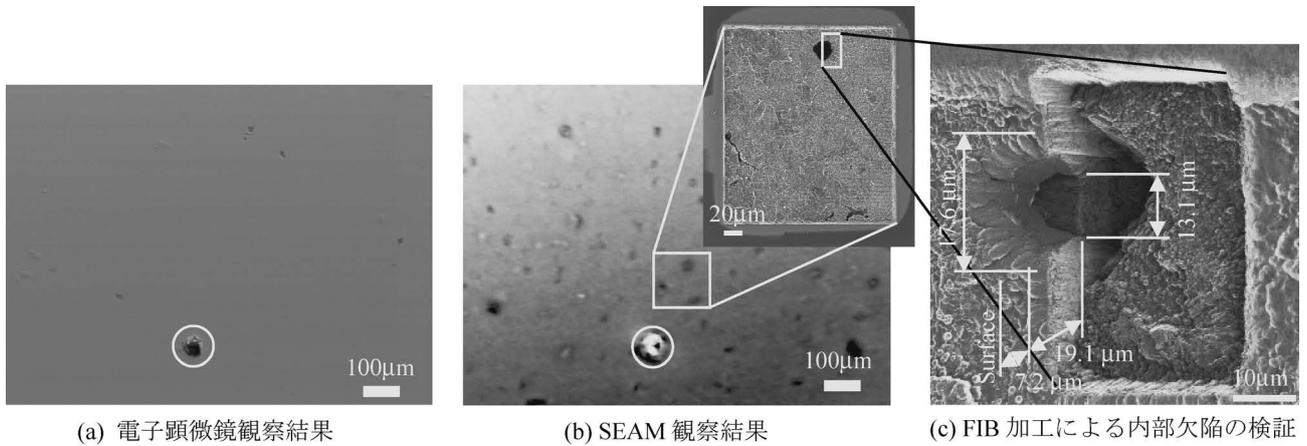


Fig. 1 走査型電子線誘起超音波顕微鏡による観察結果および内部欠陥の検証結果.

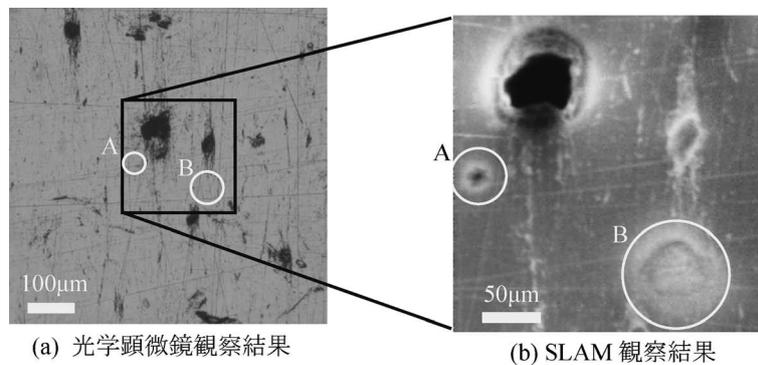


Fig. 2 走査型レーザー誘起超音波顕微鏡による観察結果.

表面観察視野直下の内部非破壊観察を可能にする手法として、走査型電子線誘起超音波顕微鏡(SEAM)および走査型レーザー誘起超音波顕微鏡(SLAM)を開発した。これらの顕微鏡は、ビーム(電子線またはレーザー)を断続的に照射することにより試料に生じる熱波と弾性波(超音波)のマルチフィジクスの連成挙動を積極的に利用した非破壊内部観察装置である。観察試料は、JIS SUJ2組成のArガスアトマイズ粉末をHIP加工した内部に数~数十 μm の複数の空孔を有する試料(□10 mm×板厚 1 mm)である。

Fig. 1 (a)は、試料表面の電子顕微鏡(SEM)観察結果であり、白丸で示した試料表面の欠陥のみが観察できている。それに対して、Fig. 1 (b)に示すように、SEAMではSEMでは観察することの出来ない多数の内部空孔が明確に確認できる。Fig. 1 (b)中の白四

角で示した領域を収束イオンビーム(FIB)を用いてエッチング処理し、内部空孔の確認をした結果が Fig. 1 (c)である。SEAMでは、試料表面から約7 μm の深さにある内部空孔を観察することが出来る⁽¹⁾。

Fig. 2 (a)は、同一観察試料の光学顕微鏡写真である。Fig. 2 (a)中の黒四角の領域をSLAMを用いて観察した結果が Fig. 2 (b)である。Fig. 1 (b)と同様に、SLAMを用いることにより、表面観察では見ることの出来ない内部空孔(AおよびB)が観察できることがわかる。

文 献

- (1) A. Koyama and Y. Shibutani: J. of Solid Mechanics and Materials Engineering, (2012), 512-518.
(2016年8月6日受理)[doi:10.2320/materia.55.578]

材料工学的手法に基づく細胞配列化イメージング

大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 松垣あいら 中野 貴由

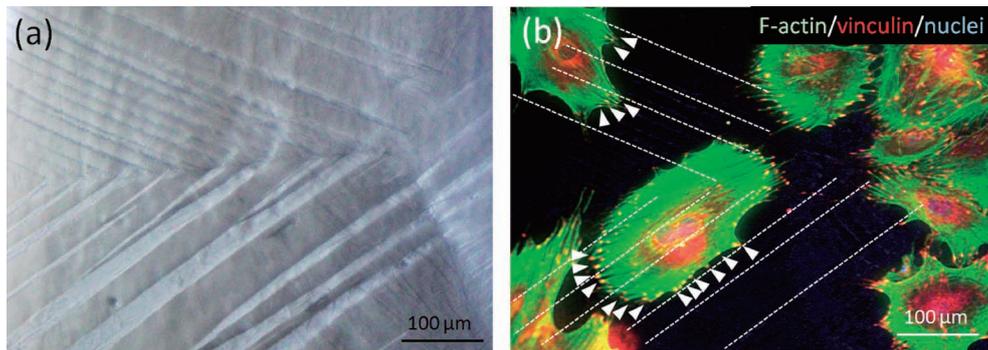


Fig. 1 (a) Ti-20Nb 合金のマルテンサイト変態に伴う表面トレースの落射型光学顕微鏡像および同一視野における (b)表面トレース(点線)に沿って配列化した骨芽細胞の蛍光顕微鏡像. アクチンストレスファイバー(緑色)はトレースに沿って走行し, 接着斑(矢頭; 赤色)はトレース間に局在化して材料表面—細胞間相互作用を司る.

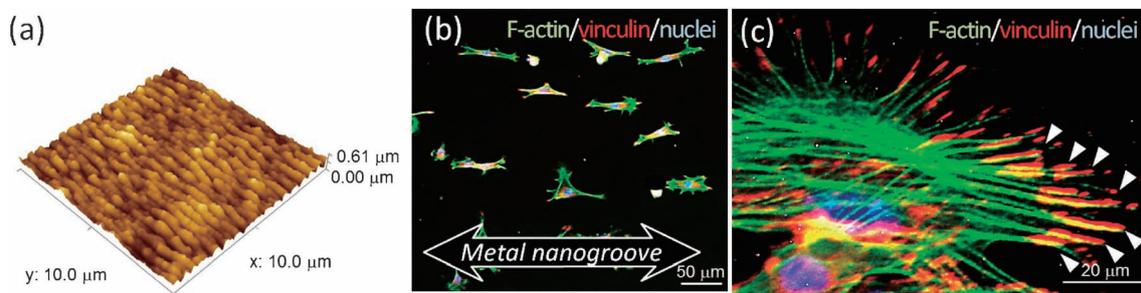


Fig. 2 (a) Ti-6Al-4V 表面に形成したレーザー誘起周期表面形状の AFM 像. (b)周期構造に沿って配列化した骨芽細胞および(c)ナノ溝方向に沿って成熟化し, 伸展した接着斑(矢頭; 赤色)の蛍光顕微鏡像.

チタンは良好な生体親和性を示し生体材料として広く用いられるものの, その結晶構造と生体応答に関する研究は皆無と言える. チタンおよびチタン合金の塑性変形やマルテンサイト変態により現れる独特の表面段差は他の手法では実現不可能な特徴的な形状であり, 分子・細胞レベルでの生体応答をナノスケールで制御可能な極めて有効な手法である⁽¹⁾⁽²⁾. 本研究では Ti-20Nb 合金のマルテンサイト変態にともなう表面トレースに沿った骨芽細胞配列化に成功し, さらには細胞骨格タンパク, および材料表面と細胞との相互作用を司る接着斑の局在化を免疫染色法により可視化することで, 細胞と金属結晶構造界面における生物学的相互作用を明らかにした(Fig. 1). 一方で, Ti-6Al-4V 合金表面にフェムト秒レーザーの干渉によるナノメートルスケールの配向溝(LIPSS; 金属基板レーザー誘起周期表面構造)を形成すると, 数 100 nm オーダー

の凹凸は溝方向へと細胞の接着斑を長く発達させ, 接着分子インテグリンの集積化による活発な細胞—金属表面相互作用を促すことが, 分子レベルから明らかとなった(Fig. 2)⁽³⁾.

本研究は, 材料工学的手法を用いて分子レベルから細胞挙動を制御するという極めて独創的な研究であり, 材料科学研究に新展開をもたらす成果である.

文 献

- (1) A. Matsugaki, G. Aramoto and T. Nakano: Biomaterials, **33** (2012), 7327–7335.
- (2) A. Matsugaki and T. Nakano: Crystals, **6**(2016), 73.
- (3) A. Matsugaki, G. Aramoto, T. Ninomiya, H. Sawada, S. Hata and T. Nakano: Biomaterials, **37**(2015), 134–143.
(2016年7月22日受理)[doi:10.2320/materia.55.579]

Fluorescent Imaging of Cell Arrangement Controlled by Materials Scientific Techniques; Aira Matsugaki and Takayoshi Nakano (Division of Materials & Manufacturing Science, Graduate School of Engineering, Osaka University, Osaka)
Keywords: martensitic transformation, LIPSS (laser-induced periodic surface structure), Ti-20Nb, Ti-6Al-4V, fluorescence microscopy, osteoblast
OM specimen preparation: immunocytochemistry OM utilized: Keyence Biozero

周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いた TiO₂ 表面原子分解能観察

大阪大学大学院基礎工学研究科 阿部 真之
東京大学大学院新領域創成科学研究科 杉本 宜昭
大阪大学大学院工学研究科 森田 清三

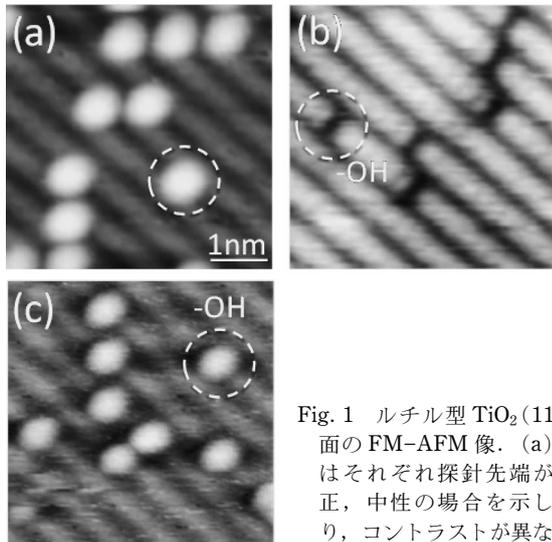


Fig. 1 ルチル型 TiO₂(110) 表面の FM-AFM 像。(a)-(c) はそれぞれ探針先端が負、正、中性の場合を示しており、コントラストが異なる。

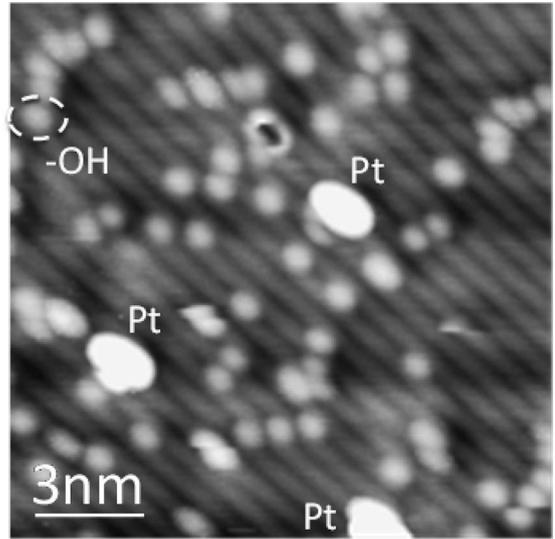


Fig. 2 Pt を蒸着したルチル型 TiO₂(110) 表面の FM-AFM 像。

周波数変調方式原子間力顕微鏡(Frequency Modulation Atomic Force Microscopy; FM-AFM)は、試料表面を原子分解能で画像化できる顕微鏡である。画像化には先鋭な針(探針)を用い、走査型プローブ顕微鏡(Scanning Probe Microscopy; STM)の一形態である。原子を見ることが出来る SPM としては走査型トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscopy; STM)がある。STM と FM-AFM との違いは、STM 試料表面の電子状態を反映した画像が得られることに対して、FM-AFM では表面構造(凹凸)に対応する画像が得られると現時点では解釈されているが、分子間の結合を見ることが出来るなどの報告例⁽¹⁾もあり、画像化機構に関してはまだわかっていないこともある。同じ試料表面を観察する場合でも、探針先端の原子種の違いによって画像コントラストが変わることがわかって⁽²⁾いる。Fig. 1 はルチル型 TiO₂(110) 表面において、探針先端原子が異なる場合の FM-AFM 画像を示している⁽³⁾。Fig. 1(a) は探針先端が電気的に負の状態であり Ti 原子が明るい原子列として画像化されている。また、明るい点 OH 基である。探針先端が電気的に正の状態(Fig. 1(b))では、逆に酸素列が画像化されており、また OH 基は暗い点として画像化されている。探針が電気的に中性の状態では、酸素列と OH 基が明るく画像化されている。Fig. 1(c) は探針先端が電気的に中性の場合の画像であり、明るい列は表面の酸素列であり、明るい点は OH 基が画像化されている。これは実際の凹凸に近い画像が得られているものと思われる。Fig. 2 はルチル型 TiO₂(110) 表面に Pt 原子を少量蒸着したときの FM-AFM 画像である。図中の“Pt”は Pt 原子 1 つであるが、大きく画像化されていることがわかる。これは第一原理計算によると、障壁が低い準安定サイトを Pt 原子が動き回っているため、見かけ上大きく見えているとされている。Fig. 3 はアナターゼ型 TiO₂(001) 表面の FM-AFM 像である。アナターゼ型 TiO₂ はルチル型 TiO₂ よりも活性であると言われているが、単結晶の試料を手に入れることが難しいため研究が遅れてい

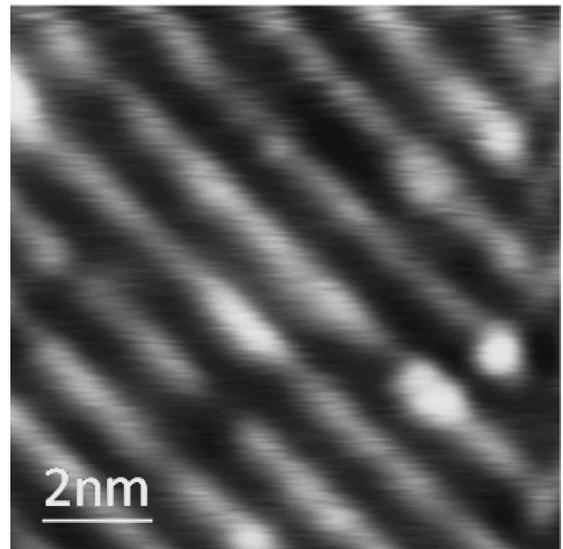


Fig. 3 アナターゼ型 TiO₂(001) 表面の FM-AFM 像。

た。我々のグループではパルスレーザー堆積法(Pulse Laser Deposition; PLD)と FM-AFM/STM を組み合わせて金属酸化物基板上に堆積したアナターゼ型 TiO₂ の原子分解能観察をできる装置を開発した。このように、現在では様々な機能性材料の表面構造を原子レベルで観察することが可能となった。

文 献

- (1) L. Gross, *et al.*: Science, **325** (2009), 1110.
- (2) A. Yurtsever, *et al.*: Nanotechnology, **21** (2010), 165702.
- (3) D. Fernandez-Torre, *et al.*: Phys. Rev. B, **91** (2015), 075401.
(2016年7月25日受理)[doi:10.2320/materia.55.580]

Atomic Resolution Imaging of TiO₂ Surface by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy; Masayuki Abe*, Yoshiaki Sugimoto** and Seizo Morita*** (*Graduate School of Science Engineering, Osaka University, Osaka. **Department of Advanced Materials Science, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Chiba. ***Graduate School of Engineering, Osaka University, Osaka)

Keywords: frequency modulation atomic force microscopy, FM-AFM (frequency modulation atomic force microscope), TiO₂, atomic resolution

電子回折位相イメージング法の開発とナノ電場の可視化

大阪大学超高压電子顕微鏡センター 山崎 順
 大阪大学大学院生 島岡 勇記
 古河電気工業株式会社 佐々木宏和

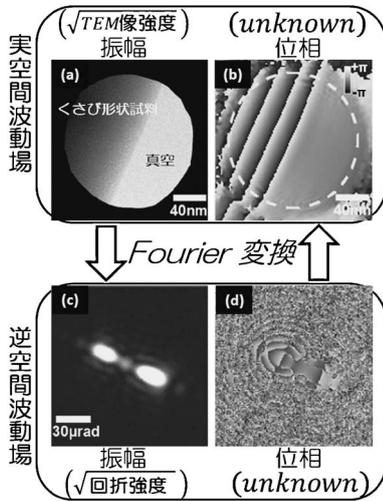


Fig. 1 位相再構成の概念図. (a)と(c)の振幅分布は実測強度から決定される. (b)と(d)の位相分布は, Fourier変換先の振幅分布と矛盾しない解として求まる.

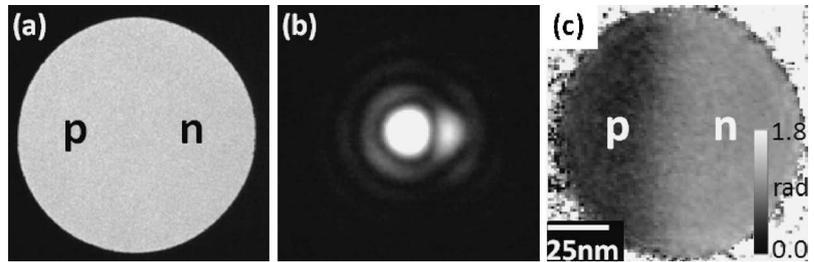


Fig. 2 GaAsのpn接合界面の計測. (a) TEM像. (b)制限視野回折図形. (c)再構成された位相像.

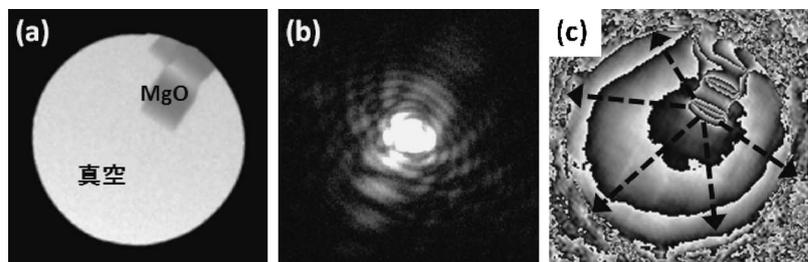


Fig. 3 帯電した誘電体ナノ粒子(MgO)の計測. (a) TEM像. (b)制限視野回折図形. (c)再構成された位相像. 矢印は粒子から発する電場を示す.

「電子回折位相イメージング法」は, 試料透過した電子線の位相分布を観察する新しい手法である⁽¹⁾. この手法では, 制限視野回折図形と明視野TEM像を取得してそれらの強度の平方根を逆空間と実空間の振幅分布とする(Fig. 1参照). 位相分布は実験データとして直接記録はされないが, 実逆両空間の複素波動場がFourier変換で結ばれていることを考慮すると, 上記の振幅分布と矛盾しない最適解として位相分布を再構成することが可能である.

Figure 2に示すのはFIBで薄膜研磨したGaAsのpn接合の観察例である⁽²⁾. TEM像(a)では接合界面が観測できないが, 制限視野回折(b)をもとに再構成した位相像(c)では明瞭に視覚化されている. このような位相像を観察する最も確立した手法は電子線ホログラフィーであるが, 一般に観察領域に隣接した参照領域が必要であり, この制約のために試料エッジから遠く離れた領域を分解能を落とさずに観察することが困難である. また電磁場が真空中に漏れ出している試料

の場合には, 参照領域を取ることができないため定性的な測定すらも困難となる場合が多い. 本手法の利点は観察領域に隣接した参照領域を必要としない点であり, これによって試料形態の自由度が大幅に向上し, 空間中に広がる電磁場も問題なく計測可能である.

Figure 3に示すのは帯電した誘電体ナノ粒子周辺の電磁場を観測した例であり, 粒子から発する電場が明示されている⁽²⁾. 今後, 半導体ドーパント分布計測をはじめとした各種誘電体・磁性体材料の計測や, バイオ試料の位相像観察への応用が期待される.

文献

- (1) J. Yamasaki, K. Ohta, S. Morishita and N. Tanaka: App. Phys. Lett., **101**(2012), 234105.
- (2) J. Yamasaki, K. Ohta, H. Sasaki and N. Tanaka: Proc. 18th International Microscopy Congress, (2014), IT-11-O-2513. (2016年7月26日受理) [doi:10.2320/materia.55.581]

Visualization of Nano Electric Fields by Electron Diffractive Phase Imaging; Jun Yamasaki*, Yuki Shimaoka** and Hirokazu Sasaki***
 (*Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy, Osaka University, Ibaraki. **Department of Electronic Engineering, Osaka University, Suita. ***Furukawa Electric CO., LTD., Yokohama)

Keywords: *phase imaging, selected-area electron diffraction, diffractive imaging, nano electric field*
 TEM specimen preparation: FIB
 TEM utilized: JEM ARM200F (200 kV)

数理的手法による電子顕微鏡像の解析と構造予測

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 井上 和 俊 陳 春 林 小 谷 元 子
 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 齋 藤 光 浩 幾 原 雄 一

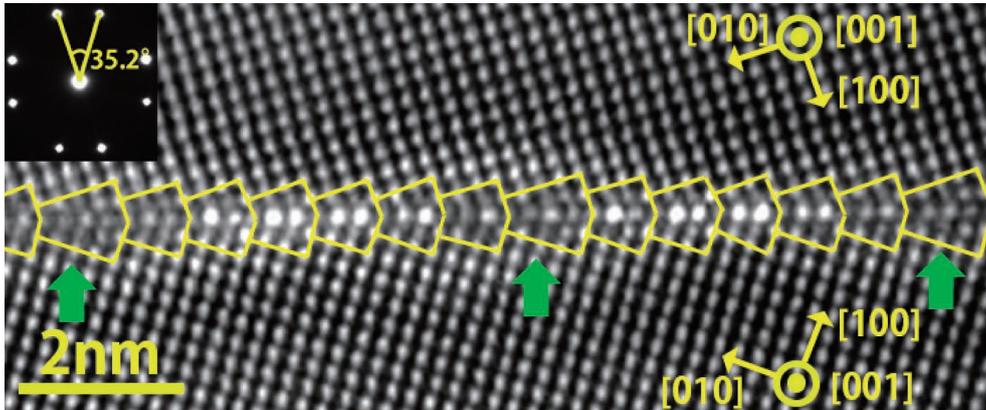


Fig. 1 傾角35.2°のMgO 対称傾角粒界のHAADF像(JEM-ARM200F, 200 kV). (オンラインカラー)

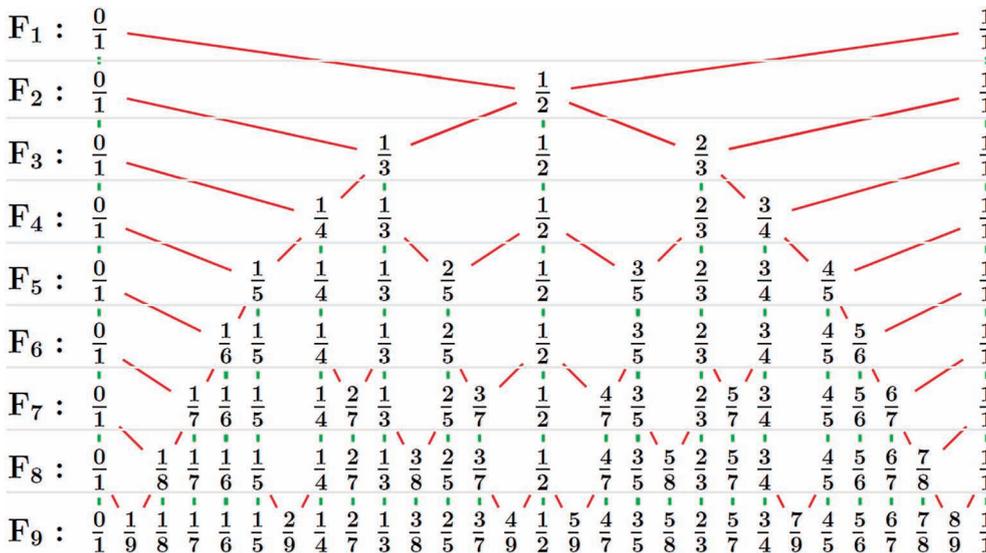


Fig. 2 既約分数を昇順に並べてできるファレイ数列がなす二分木. (オンラインカラー)

金属やセラミックス材料は一般に多結晶体であり、粒界構造と機能物性には深い関係がある。傾角粒界はしばしば構造ユニットと呼ばれる多面体の配列で構成され、粒界転位の導入により不整合が局在化する。粒界転位は相互作用を極小化するため平均的に配列することから、構造ユニット列は準周期の一部を実現する。**Fig. 1**は傾角35.2°をもつMgO<001>対称傾角粒界の高角環状暗視野像(JEM-ARM200F, 200 kV)であるが、 $\Sigma 5(310)$ ユニットが大部分を占める中、粒界転位として $\Sigma 17(410)$ ユニット(**Fig. 1**矢印部)が導入される。

一方、既約分数からなるファレイ数列は、分母同士・分子同士を加算する演算($a/b \oplus c/d = (a+c)/(b+d)$)により各世代が結ばれ、二分木をなす(**Fig. 2**)。分数 p/q を $(q \ p \ 0)$ 粒界面に対応させると、ファ

レイ数列における分数の構成から粒界構造ユニットの配列を任意の精度で予測することができる。例えば**Fig. 1**の粒界面は(41 13 0)面と近似でき、**Fig. 2**の下方に存在する13/41は、 $A = (310)$ 、 $B = (410)$ ユニットに対応する1/3と1/4の和で構成されている。二分木を下から上へ遡る手法により、5個と6個の(310)ユニット列の間に(410)ユニットが1つずつ挿入されることが予測される(AAAAAB.AAAAAAB)。原子分解能走査透過電子顕微鏡によって予測通りの構造が観察された⁽¹⁾。

文 献

- (1) K. Inoue, M. Saito, C. Chen, M. Kotani and Y. Ikuhara: *Microscopy*, (2016), doi:10.1093/jmicro/dfw034.
 (2016年7月25日受理)[doi:10.2320/materia.55.582]

Mathematical Analysis of Tilt Boundaries and STEM Observations; Kazutoshi Inoue*, Mitsuhiro Saito**, Chunlin Chen*, Motoko Kotani* and Yuichi Ikuhara*** (*Advanced Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo)

Keywords: STEM (scanning transmission electron microscopy), HAADF (high-angle annular dark field), grain boundary, structural unit
 TEM specimen preparation: ion milling (PIPS691, Gatan, Ltd.) TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV, JEOL Ltd.)

パルスレーザー光照射で金ナノ粒子中に形成された 双晶構造の原子変位解析

九州大学大学院生 麻生浩平 重松晃次
九州大学大学院工学研究院 山本知一 松村 晶

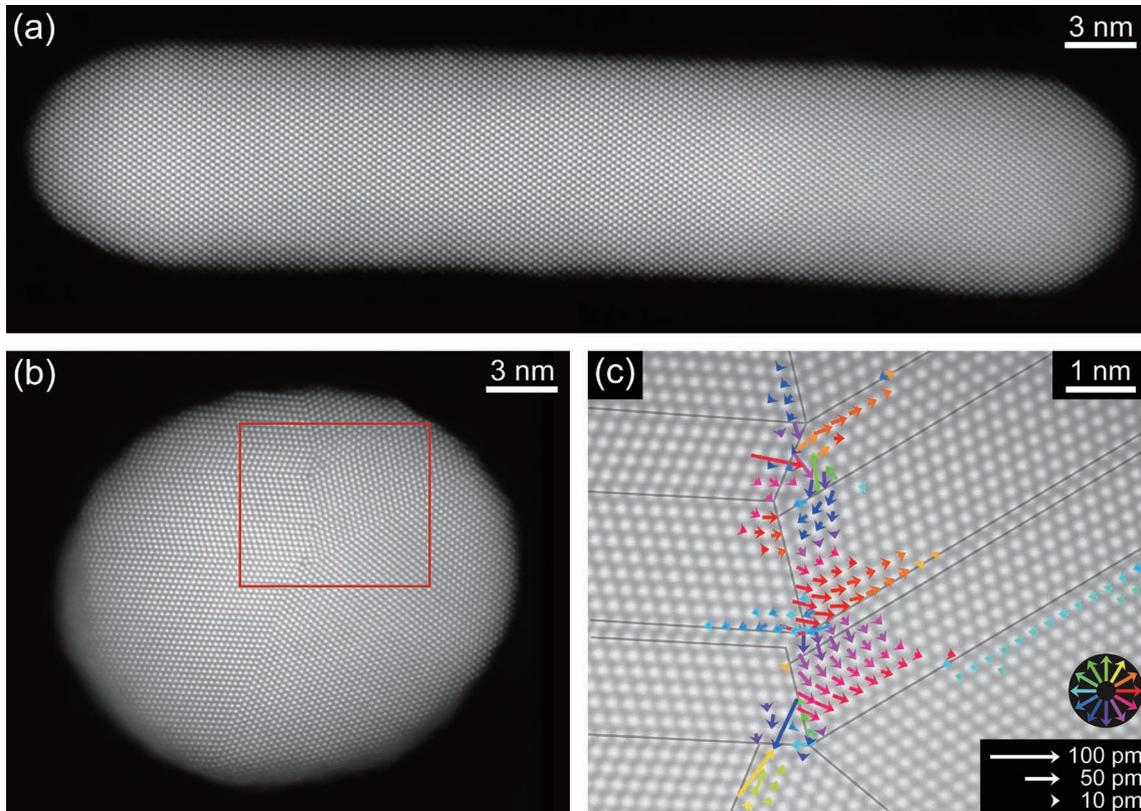


Fig. 1 パルスレーザー照射前の金ナノロッド(a), 照射後の金ナノ粒子(b)の HAADF STEM 原子分解能像. (c)は(b)中の四角の領域を拡大し, 10 pm 以上の原子変位を矢印として示した図. 灰色の線は双晶境界を示す.

金ナノロッドは近赤外光を吸収する特徴的な光学機能を持ち, 科学や工学分野において広く関心を集めている⁽¹⁾. さらに, パルスレーザー光照射により金ナノロッドは球状, Φ 状, 伸長などへと変形することが報告されている⁽²⁾. 本研究では, 照射によって金ナノロッド内部に生じる原子構造変化の詳細を得るため, HAADF STEM 観察をおこなった.

金ナノロッドの原子分解能 HAADF STEM 像を Fig. 1(a) に示す. 照射前の金ナノロッドは, 長軸を [001] 方向とするほぼ完全な単結晶である. これに波長 1064 nm の近赤外レーザー光(パルス幅 6–8 ns, 平均強度 7.3 kJ/m²)を 1 パルス照射したところ, Fig. 1(b) のように球状ナノ粒子へと変化した. 加えて, 形状変化とともに粒子内部が複数のブロックで構成される分域構造へと変化している様子が見られる. この現象は金ナノロッドが自身のプラズモン光熱変換特性により加熱され, 原子が再配列することにより生じるものと考えられている⁽³⁾.

各ブロック内の原子配列について, 構造周期性とそ

のゆらぎを解析した結果, ± 3 pm の精度で原子カラム位置を決定できることが示され, 変位の定量解析を行った. Fig. 1(c) に 10 pm 以上の原子変位を矢印で示す. 二つのブロック間の双晶境界では顕著な変位が見られない一方で, 複数の双晶の多重点付近で原子が大きく変位している. この傾向は, 多重点付近で局所的に理想的な双晶関係をとるべく生じているものと考えられる. 加えて, 多重点から離れるとともに変位は線形的に緩和していることが明らかとなった⁽⁴⁾.

文 献

- (1) A. Alkilany, L. Thompson, S. Boulos, P. Sisco and C. Murphy: *Adv. Drug Delivery Rev.*, **64**(2012), 190.
- (2) Y. Horiguchi, K. Honda, Y. Kato, N. Nakashima and Y. Niidome: *Langmuir*, **24**(2008), 12026.
- (3) Y. Gan and S. Jiang: *J. Appl. Phys.*, **113**(2013), 073507.
- (4) K. Aso, K. Shigematsu, T. Yamamoto and S. Matsumura: *Microscopy*, **65**(2016), 391.

(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.583]

Atomic Displacements in Twinned Structures in a Gold Nanoparticle Irradiated with a Pulsed Laser Light; Kohei Aso*, Koji Shigematsu*, Tomokazu Yamamoto** and Syo Matsumura** (*Graduate Student, Kyushu University, Fukuoka. **Department of Applied Quantum Physics and Nuclear Engineering, Kyushu University, Fukuoka)

Keywords: *nanorod, laser, HAADF STEM (high-angle annular dark-field scanning transmission electron microscopy), picometer-order atomic displacements*

TEM specimen preparation: photochemical synthesis in hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) solution (products of Dai Nihon Toryo Co. Ltd., Japan)

TEM utilized: JEM-ARM200F ACCELARM (120 kV)

オーステナイト組織の再構築法による新たな展開

島根大学大学院総合理工学研究科 Anh Hoang Pham 大庭卓也 森戸茂一
島根大学総合科学研究支援センター 林 泰輔

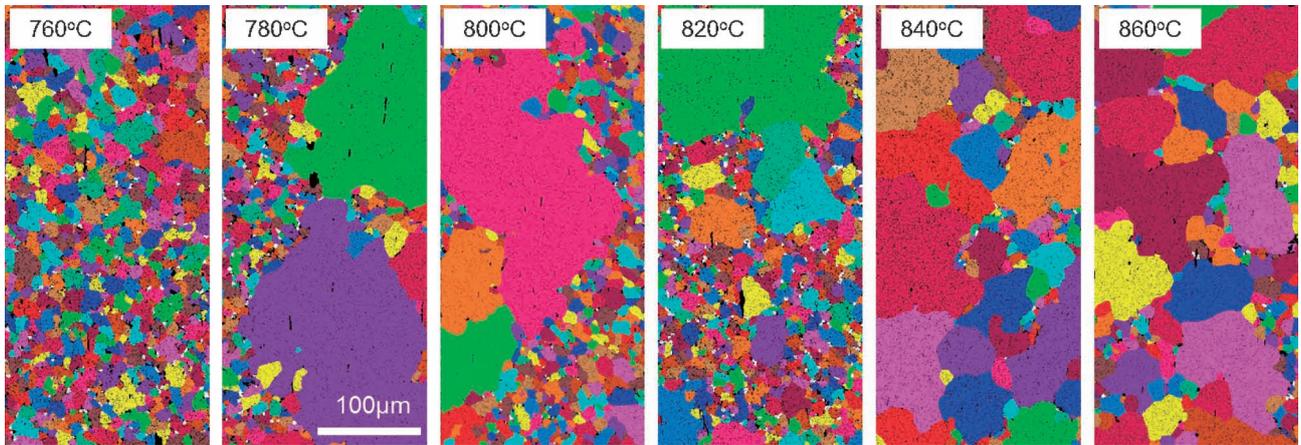


Fig. 1 玉鋼で作製された日本刀の熱処理温度によるオーステナイト粒サイズの分布. 780°C以上では炭素の不均一性によって巨大粒や微細粒が観察される.

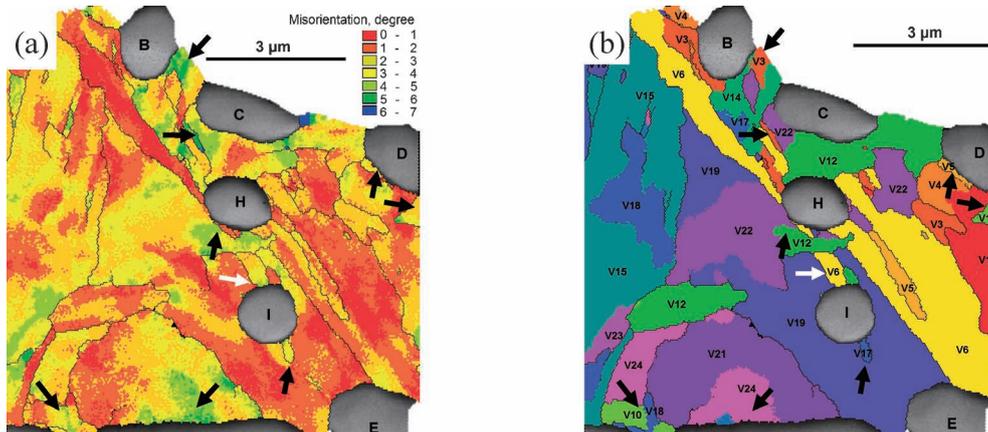


Fig. 2 (a)旧オーステナイト粒の結晶方位差分布図: 平均のオーステナイト方位分布からの差を図にした. (b)マルテンサイトの24個のバリエーションマップ(V1~V24). 黒矢印は英大文字で表されたTiCのまわりの歪の大きな部分でマルテンサイトバリエーションの成長の核と考えられる. 白矢印はIと表されているTiC粒によって成長が止まったマルテンサイトと考えられる.

マルテンサイトのEBSDデータを用いてオーステナイトの再構築の方法が提案されている. 我々は再構築の方法の自動化を提案し⁽¹⁾, オーステナイト粒サイズや分布を定量的に評価することなどに利用できることを示した. **Fig. 1**は玉鋼から作製した日本刀の熱処理温度によってオーステナイト粒がどのように分布するかを示したものである. 炭素原子の不均一性による粒成長を反映し760°Cの熱処理温度によって巨大粒成長を押さえられることが類推される⁽²⁾. さらに再構築法は高分解能のデータセットを用いた解析を行うことにより次のようなことにも利用できる. **Fig. 2**はチタンを多く含んだ鋼のマルテンサイト変態によって局所的な歪を調べることもできることを示したものであ

る. TiCの析出物まわりの歪がマルテンサイトバリエーションの成長を妨げている様子がわかる⁽³⁾.

Fig. 1 玉鋼で作製された日本刀の熱処理温度によるオーステナイト粒サイズの分布. 780°C以上では炭素の不均一性によって巨大粒や微細粒が観察される.

文 献

- (1) A. H. Pham, T. Ohba, S. Morito and T. Hayashi: Mater. Trans., **56** (2015), 1639–1647.
- (2) A. H. Pham, T. Ohba, S. Morito and T. Hayashi: MATEC web conf., **33**, 07001 (2015), 1–5.
- (3) A. H. Pham, T. Ohba, S. Morito, T. Hayashi, T. Furuhashi and G. Miyamoto: Mater. Sci. Forum, **738–739** (2013), 25–30.
(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.584]

New Application of Prior-austenite Reconstruction Method; Anh Hoang Pham*, Takuya Ohba*, Shigekazu Morito* and Taisuke Hayashi**
(*Department of Materials Science and Physics, Graduate School of Science and Engineering, Shimane University, Matsue. **Department of Material Analysis, Shimane University, Matsue)

Keywords: EBSD (electron backscatter diffraction), austenite reconstruction, Japanese sword, local strain
SEM specimen preparation: Ion polishing (4 keV, 1.8 ks followed by 2 keV, 0.6 ks)
SEM/EBSD utilized: JEOL 7001FA FE-SEM (15 kV) with TSL OIM Data Collection

強誘電体薄膜の90°ドメインと整合界面の弾性相互作用

東北大学金属材料研究所 木口賢紀 青柳健大 白石貴久 今野豊彦
 東京工業大学 舟窪 浩

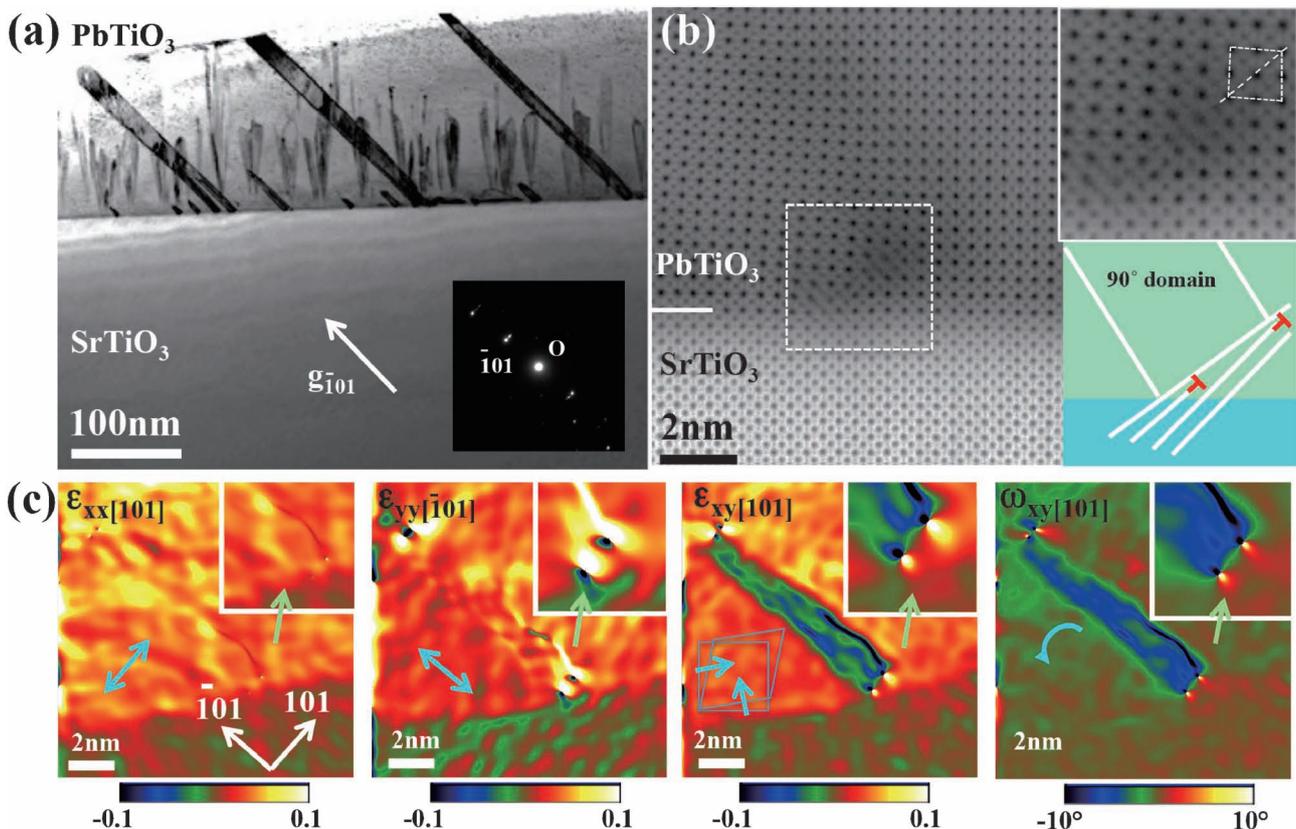


Fig. 1 PbTiO₃/SrTiO₃ 薄膜における90°ドメイン構造の (a) TEM 明視野像, (b) ABF-STEM 像, (c) 垂直歪み成分//[110], [$\bar{1}10$], 純粋剪断歪み成分, 剛体回転の2次元歪みマップ.

Fig. 1 (a) は, MOCVD 法で作製した PbTiO₃/SrTiO₃ エピタキシャル薄膜における90°ドメイン構造を示す断面 TEM 像であり, 大小の90°ドメインの回折コントラストが見られる⁽¹⁾. Fig. 1 (b) は界面直上に存在するナノサイズ90°ドメイン近傍の ABF-STEM 像である. 拡大像とモデル図から, 90°ドメインは{ $\bar{1}01$ }面で囲まれ, その底面は($\bar{1}01$)面上に存在し, Burgers ベクトル $\mathbf{b} = 1/2[\bar{1}01]$ を持つ2本の部分転位が約2 nm 離れて存在することが分かる. この構造は小傾角粒界における転位配列に類似しており, 1対の部分転位もしくは回位双極子の存在によって軸比に起因した約3.6°の格子回転を補っている. 特に, 部分転位の extra-half plane が90°ドメイン境界を形成しており, 積層不整を伴ったドメイン境界構造を形成している. 90°ドメイン底部近傍の歪み解析の結果を

Fig. 1 (c) に示す. 左から垂直歪み//[110], 垂直歪み//[$\bar{1}01$], 純粋剪断歪み, 格子回転を示す. 純粋剪断歪みおよび剛体回転から, 界面における部分転位と90°ドメインがせん断歪み場を介して弾性相互作用を起こしていることを示している. 90°ドメインが基板界面と交差する領域では, 刃状転位との弾性相互作用により格子ミスマッチと格子回転を内包した構造を形成することを示している.

文 献

- (1) T. Kiguchi, K. Aoyagi, Y. Ehara, H. Funakubo, T. Yamada, N. Usami and T. J. Konno: Sci. Technol. Adv. Mater., **12** (2011), 034413.
 (2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.585]

Elastic Interaction between 90° Domains and Coherent Interface in Ferroelectric Thin Film; Takanori Kiguchi*, Kenta Aoyagi*, Takahisa Shiraishi*, Toyohiko J. Konno* and Hiroshi Funakubo** (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Department of Innovative and Engineered Materials, Tokyo Institute of Technology, Yokohama)

Keywords: PbTiO₃, HAADF-STEM (high-angle annular dark field-scanning transmission electron microscopy), ferroelectric thin film, domain structure

TEM specimen preparation: Mechanical polishing and ion milling (PIPS)
 TEM utilized: JEM-ARM200F Cold FEG (200 kV), Titan80-300 (300 kV)

Ti₅₀Ni₄₄Fe₆ 合金における特異な固相アモルファス化現象の 超高压電子顕微鏡その場観察

大阪大学超高压電子顕微鏡センター 永瀬 丈嗣
大阪大学大学院生(現:神鋼鋼線) 佐々木 淳志
大阪大学大学院工学研究科 安田 弘行 寺井 智之 福田 隆 掛下 知行

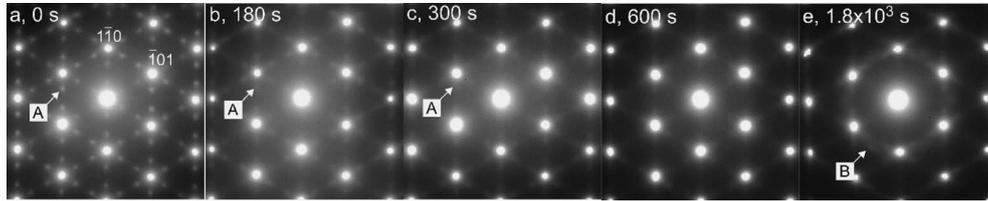


図1 Ti₅₀Ni₄₄Fe₆ 合金における固相アモルファス化の前駆段階(整合相-非整合相(C-IC)相転移)の電子顕微鏡その場観察。照射条件は、加速電圧 2.0 MV, 照射温度 20 K, 照射強度 $7.7 \times 10^{19} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。

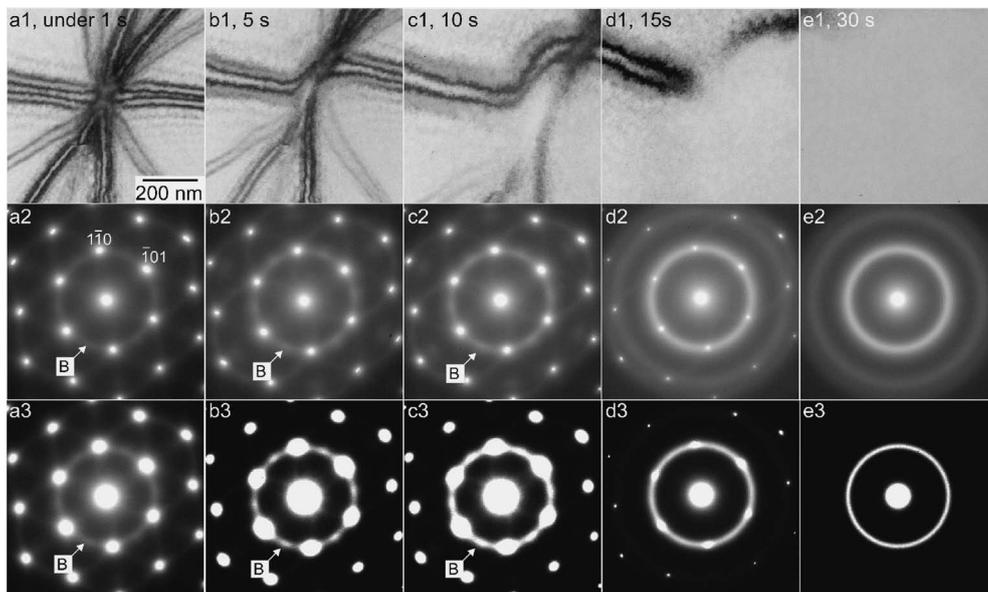


図2 Ti₅₀Ni₄₄Fe₆ 合金における固相アモルファス化の電子顕微鏡その場観察。照射条件は、加速電圧 2.0 MV, 照射温度 22 K, 照射強度 $1.7 \times 10^{24} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。(a1-e1)明視野像、(a2-e2)(a3-e3)電子回折図形。

Ti-Ni合金のアモルファス化現象についてはこれまで多くの研究がなされてきたが、この金属間化合物のアモルファス化が例外的に極めて容易である根源は未解明のままである。近年、Ti-Ni系合金におけるアモルファス化が、同合金のマルテンサイト(M)変態と密接に関連していることが見いだされ⁽¹⁾、中でも二次に極めて近い整合(C)-非整合(IC)相転移を示すTi₅₀Ni₄₄Fe₆合金では、極めて特異な固相アモルファス化現象を示すことが明らかとなった⁽²⁾。Ti₅₀Ni₄₄Fe₆合金C相の高加速電子照射に伴う構造変化の電子顕微鏡その場観察結果を図1に示す。C相の形成に起因するインデックスAで示す散漫な衛星反射は、照射の進行とともに強度が低下するとともにその位置が変化した(図1a-図1c)。これはC-IC相転移に対応する。さらに、照射を続けると、インデックスBで示す散漫な衛星反射が出現した(図1e)。図2

に、固相アモルファス化の電子顕微鏡その場観察結果を示す。電子回折図形において、インデックスBで示す位置に散漫な衛星反射は、アモルファス化の初期では照射量の増加とともに強度が増加し(図2a-図2c)、あるしきい値を境に強度は減少に転じた(図2c-図2e)。最終的に、散漫な衛星反射は消滅し、アモルファス単相が形成された(図2e)。このようなアモルファス化に伴う散漫な衛星反射の出現と消滅は、格子欠陥の導入によって誘起される特異な格子軟化と関連性があると考えられた。

文 献

- (1) T. Nagase, A. Sasaki, H. Y. Yasuda, H. Mori, T. Terai and T. Kakeshita: *Intermetallics*, **19**(2011), 1313-1318.
- (2) T. Nagase, A. Sasaki, H. Y. Yasuda, T. Terai, T. Fukuda and T. Kakeshita: *Acta Materialia*, **104**(2016), 201-209.

(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.586]

Solid State Amorphization Behavior in Ti₅₀Ni₄₄Fe₆ Alloy Investigated by High Voltage Electron Microscopy (HVEM); Takeshi Nagase^{*,**}, Atsushi Sasaki^{**}, Hiroyuki Yasuda^{**}, Tomoyuki Terai^{***,****}, Takashi Fukuda^{**} and Tomoyuki Kakeshita^{**} (*Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy, Osaka University, Ibaraki. **Division of Materials and Manufacturing Science, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita. ***Center for International Affairs, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita)
Keywords: *high voltage electron microscopy (HVEM), in situ TEM observation, solid state amorphization, martensite transformation, Ti-Ni alloy*
TEM specimen preparation: Electrochemical polishing
TEM utilized: Hitachi H-3000 (2.0 MV)

カーボンナノチューブヒーター上でのシリコンナノ粒子の構造変化

名古屋大学大学院工学研究科 安坂 幸師 齋藤 弥八
名古屋大学大学院生(現:TDK 株式会社) 寺田 朋広

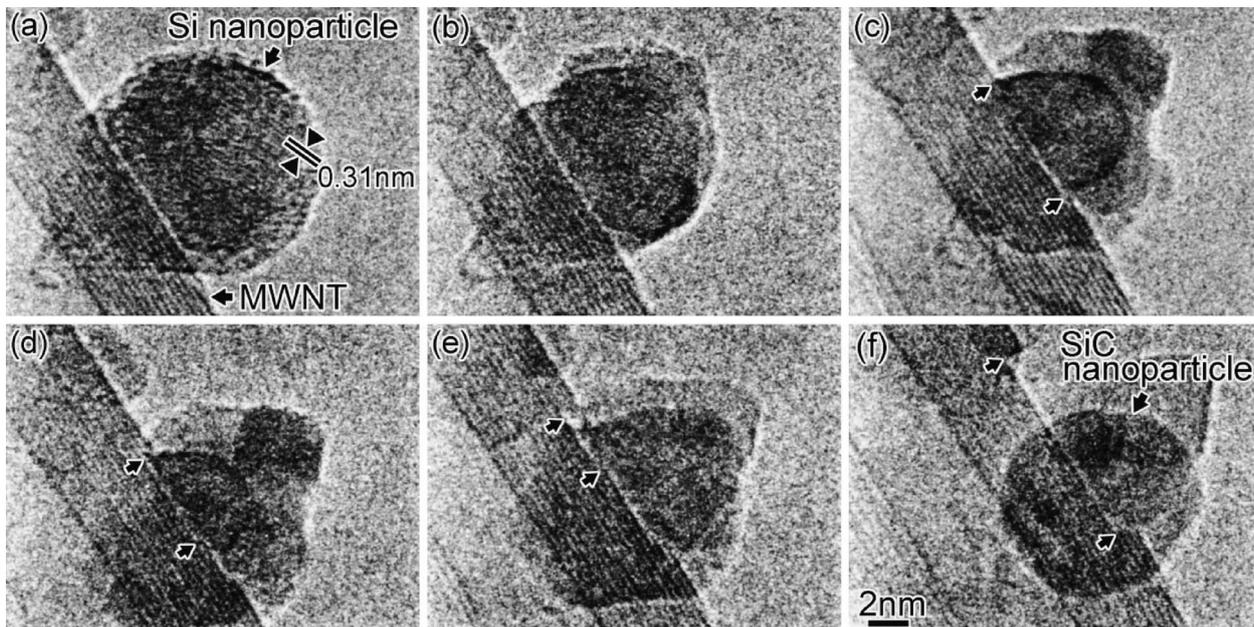


Fig. 1 多層カーボンナノチューブ(MWNT)への通電による, Si ナノ粒子と MWNT の反応を示す高分解能電子顕微鏡像.

透過電子顕微鏡内で多層カーボンナノチューブ(MWNT)を極微小ヒーターとして用い, 加熱した MWNT ヒーター表面でのシリコン(Si)ナノ粒子の構造変化をその場観察した.

Fig. 1 に MWNT への通電による Si ナノ粒子と MWNT の反応過程をその場観察したときの電子顕微鏡像の時系列を示す. MWNT へ通電する前, 直径約 12 nm の Si ナノ粒子には, Si (111) 面に対応する 0.31 nm 間隔の格子縞が観察される (Fig. 1 (a)). MWNT の両端に電圧 1.91 V を印加し, 電流が 73.0 μ A 流れると, Si ナノ粒子の直径が減少して外形が変化しはじめるとともに (Fig. 1 (b)–1 (c)), Si ナノ粒子と接触している MWNT の最外層が消失した (Fig. 1 (c)において矢印が示す範囲). 電圧を増加させ, 電流が 74.4 μ A に達すると, MWNT の最外層から二層目の外層が消失し (Fig. 1 (d)において矢印が示す範囲), 最終的に三層目までの外層が消失した (Fig. 1 (e)および 1 (f)において矢印が示す範囲). Fig. 1 (f)でのナノ粒子の結晶構造を調べた結果, ナノ粒子は 3C-SiC であることがわかった. この観察結果は, MWNT の外層の消失が昇華だけではなく, Si ナノ粒子との反応によることを示している.

さらに, MWNT への通電を続けると, SiC ナノ粒子から Si が昇華し, SiC ナノ粒子の表面に炭素原子層が形成された (Fig. 2). 最終的に, 炭素原子層に内包された SiC ナノ粒子は約 1900 K までの昇温過程で完全に消失し, MWNT 表面には中空球殻構造のカー

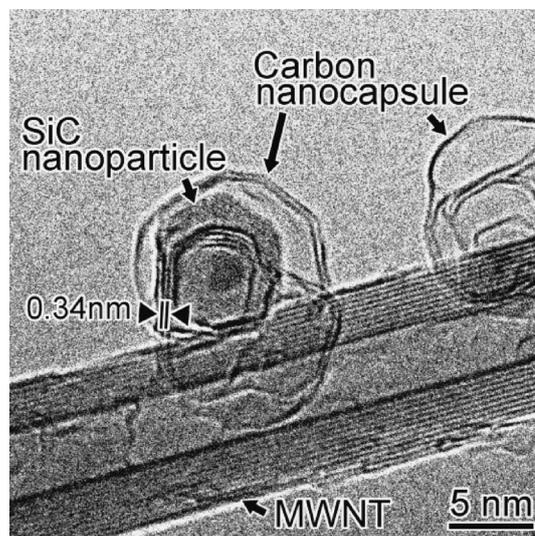


Fig. 2 MWNT への通電による SiC ナノ粒子の構造変化を示す高分解能電子顕微鏡像.

ボンナノカプセルが形成されることが明らかになった⁽¹⁾.

文 献

- (1) K. Asaka, T. Terada and Y. Saito: *Diam. Relat. Mater.*, **50** (2014), 49–54.
(2016年7月22日受理) [doi:10.2320/materia.55.587]

Structural Changes in Silicon Nanoparticles on a Carbon Nanotube Heater; Koji Asaka, Tomohiro Terada and Yahachi Saito (Department of Quantum Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Nagoya)

Keywords; *in-situ transmission electron microscopy, silicon, multiwall carbon nanotube, carbon nanocapsule*

TEM specimen preparation: Arc discharge method, Electrophoresis TEM utilized: JEM-2010 (120 kV)

動的磁場下における高鉄濃度ナノ結晶軟磁性材料の磁壁移動のその場観察

東北大学多元物質科学研究所 赤瀬善太郎 進藤大輔
 東北大学金属材料研究所 Parmanand Sharma 牧野彰宏

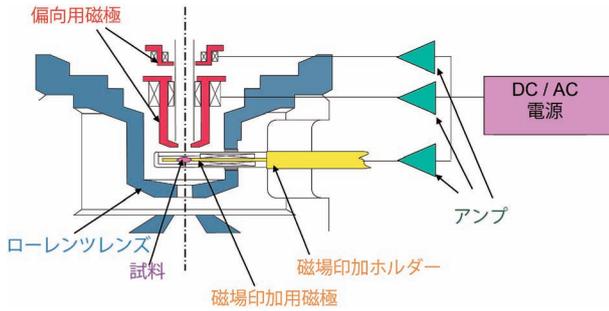


Fig. 1 交流磁場印加システムの模式図.

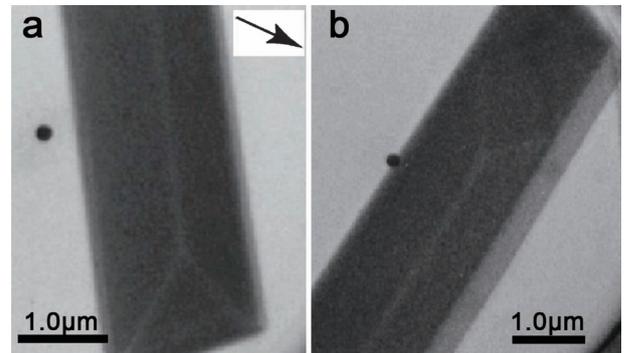


Fig. 2 動的磁場下で撮影された熱処理 $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ のローレンツ顕微鏡像のスナップショット. 矢印の方向に 0.5 Hz の交流磁場を印加した. (a) 430°C 熱処理試料, $H = 2.5 \text{ kA/m}$, (b) 470°C 熱処理試料, $H = 2.0 \text{ kA/m}$. 詳細, 及び動画は文献 (1) 参照.

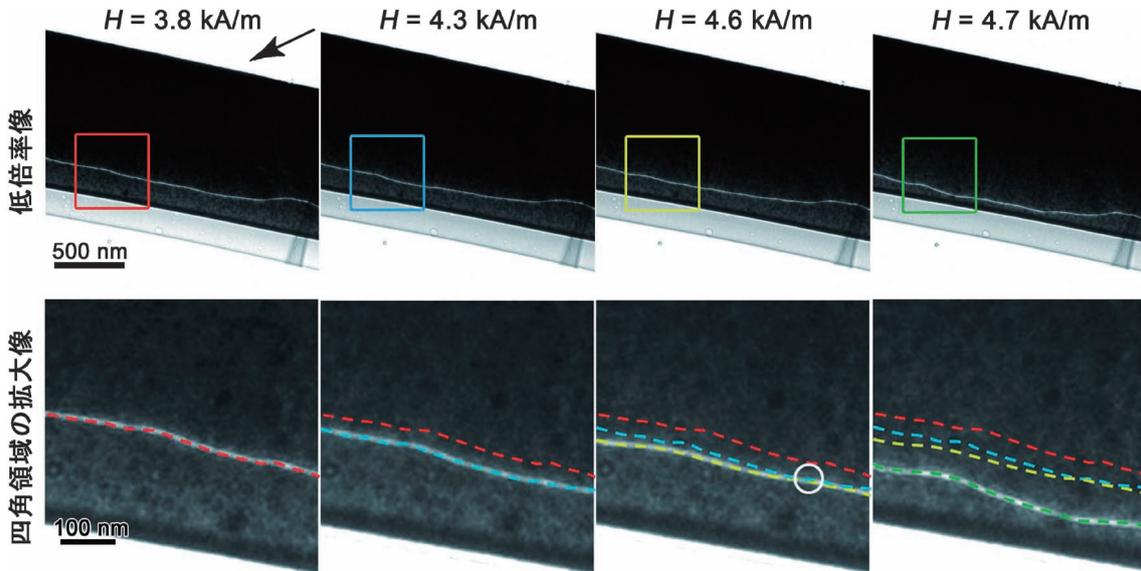


Fig. 3 470°C 熱処理試料に静磁場を印加したときのローレンツ顕微鏡像. 磁壁の位置および, より低い印加磁場での磁壁の位置を鎖線で示した. 白丸で示した場所において, 磁壁のピン止めが起こっている.

Fe-Si-B-P-Cu 系ナノ結晶軟磁性材料は, P および Cu の添加によりアモルファス前駆体の Fe 濃度を従来材よりも上げることで, 高飽和磁束密度と低損失を両立させた新しい軟磁性材料である. 本研究では急冷した $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ アモルファス合金に様々な温度での熱処理をして磁気特性を変えた材料を準備し, それぞれの試料における微視的な磁壁移動の様子を明らかにするために, 磁区観察用の透過電子顕微鏡法であるローレンツ顕微鏡法を用いて, 動的磁場下における磁区変化を観察・比較した⁽¹⁾. 観察にはローレンツレンズおよびビーム振り戻し磁極を搭載した JEM-3000F, および磁場印加ホルダーを用いた (Fig.

1)⁽²⁾. 動的ローレンツ顕微鏡観察の結果, 最適な熱処理を経た試料の磁壁の動きはナノスケールに於いても滑らかであったが, 意図的に高温で熱処理し, ホウ化物を析出させた試料では不連続な様子が観察され (Figs. 2, 3)⁽¹⁾, 保磁力の違いによる磁壁移動の違いを明らかにした.

文 献

- (1) Z. Akase, S. Aizawa, D. Shindo, P. Sharma and A. Makino: J. Magn. Mater., **375** (2015), 10–14.
- (2) Z. Akase and D. Shindo: J. Electron Microsc., **59** (2010), 207–213.

(2016年7月29日受理) [doi:10.2320/materia.55.588]

In-situ Lorentz Microscopy of Fe-rich Nanocrystalline Soft Magnetic Alloys under Dynamic Magnetic Field; Zentarō Akase*, Daisuke Shindo*, Parmanand Sharma** and Akihiro Makino** (*Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai. **Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: Lorentz microscopy, in-situ observation, nanocrystalline soft magnetic material
 TEM specimen preparation: Focused Ion Beam TEM utilized: JEM-3000F (300 kV)

ナノポーラス金属の触媒活性点のその場観察

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 藤田 武志 陳 明偉
 名古屋大学超高压電顕室 徳永 智春 山本 悠大 荒井 重勇 田中 信夫

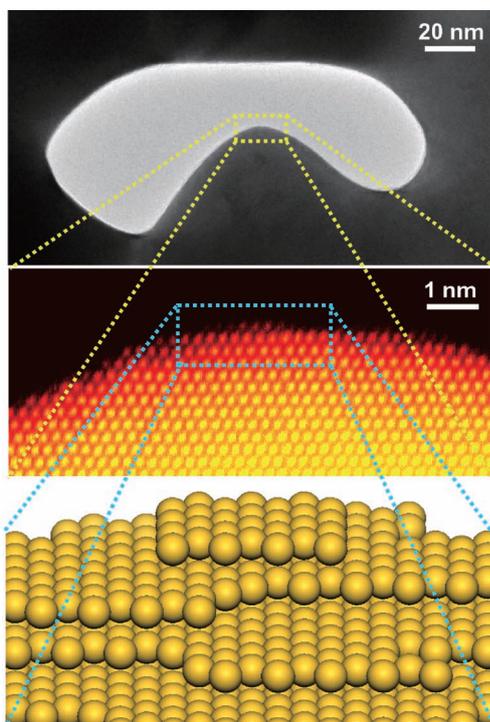


Fig. 1 ナノポーラス金の(上)低倍率透過型電子顕微鏡像(中)高倍率走査透過型電子顕微鏡像(下)原子ステップの図解.

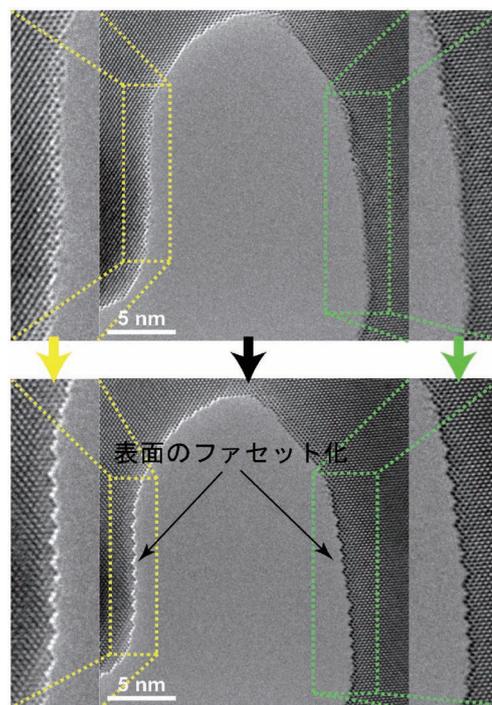


Fig. 2 ナノポーラス金のその場 CO 酸化反応の透過型電子顕微鏡像(上)反応前(下)反応中.

担体を有しないナノポーラス金属においても高い触媒活性が出現することが最近明らかになり、貴金属触媒の起源を再考する必要性が生じてきた。そこで、球面収差補正電子顕微鏡や環境制御電子顕微鏡によりミクロスコピックな触媒起源を明らかにした。Fig. 1 に示すような高密度のステップが表面に存在し、活性サイトになっていることがわかった。そして、CO 酸化反応中のその場観察により、Fig. 2 のように著しいファセット化が起こることを見いだした⁽¹⁾。純 N₂, CO, O₂ 雰囲気下では起こらないことも確認した。また、面欠陥の影響についての示唆も得られ、表面拡散によって孔が粗大化していく過程で、双晶と表面がなす 3 重点 (Fig. 3 の赤丸) が、ピン留めサイトとして有効であることが明らかとなった⁽²⁾。

文 献

- (1) T. Fujita, *et al.*: Nat. Mater., **11**(2012), 775–780.
 (2) T. Fujita, *et al.*: Nano Lett., **14**(2014), 1172–1177.
 (2016年 7 月 25 日受理) [doi:10.2320/materia.55.589]

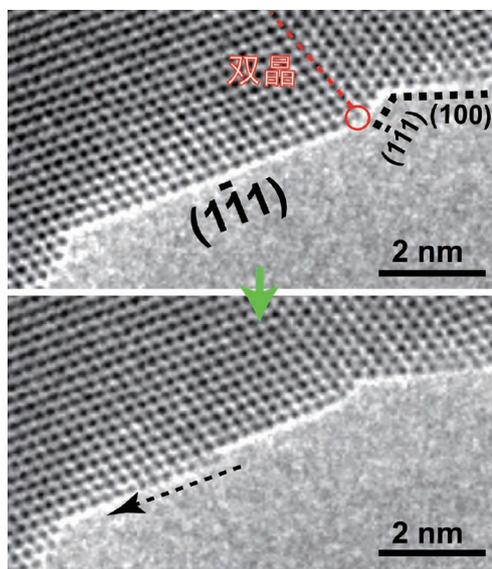


Fig. 3 (上)双晶と表面がなす 3 重点(赤丸)における表面拡散のピンニング(下)3 重点の原子消失後の表面拡散.

Visualization of Active Sites of Nanoporous Metal Catalyst by *in-situ* TEM Observation; Takeshi Fujita*, Mingwei Chen* and Tomoharu Tokunaga**, Yuta Yamamoto**, Shigeo Arai**, and Nobuo Tanaka** (*WPI-AIMR, Tohoku University, Sendai. High Voltage Electron Microscope Laboratory, Nagoya University, Nagoya)

Keywords: *in-situ* TEM (transmission electron microscope), CO oxidation, gold

TEM specimen preparation: nanoporous Au leaf on Cu mesh without carbon support

TEM utilized: JEM-1000k RS (1000 kV), JEM-2010WCs (200 kV)

オペランド電子顕微鏡技術による全固体リチウムイオン電池の反応解析

一般財団法人ファインセラミックスセンター ナノ構造研究所 山本 和生

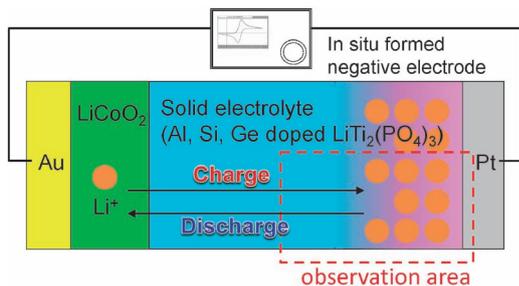


Fig. 1 観察に用いた全固体Liイオン電池の模式図.

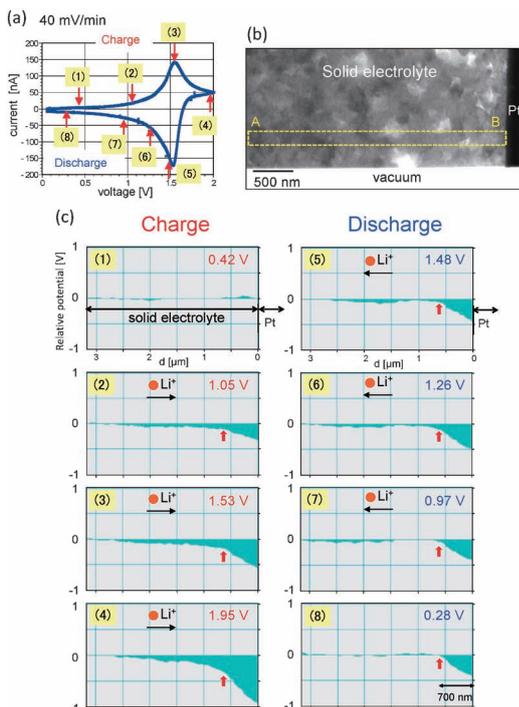


Fig. 2 (a) 充放電カーブ. (b) 負極側のTEM像. (c) (b)中のA-B間における充放電中の電位プロファイル. (謝辞: 中部電力㈱との共同研究成果である.)

次世代蓄電池の一つである全固体Liイオン電池は、出力密度が低いという弱点がある。これは電極/固体電解質界面におけるLi⁺の移動抵抗が高いことが原因である。過剰なLi⁺を挿入し、固体電解質の一部を意図的に分解することによって形成される「その場形成負極」(Fig. 1)は、Li⁺の移動抵抗が極めて低いことが知られているが、その形成過程は不明であった。本研究では、電子線ホログラフィー(EH)と位置分解(SR-)TEM-EELSを用いて、その場形成負極が形成される過程をオペランド観察する事に成功した。TEM内で電池を充放電させ(Fig. 2(a))、負極側電解質(Fig. 2(b))の電位変化をEHで観察した。その電位プロファイルをFig. 2(c)に示す。Li⁺が滞留す

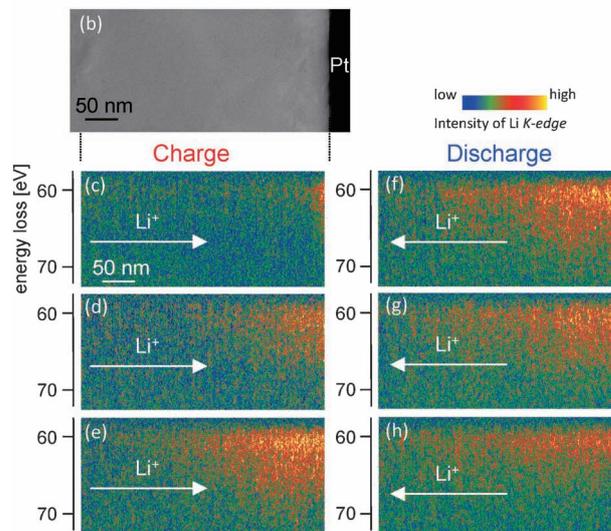
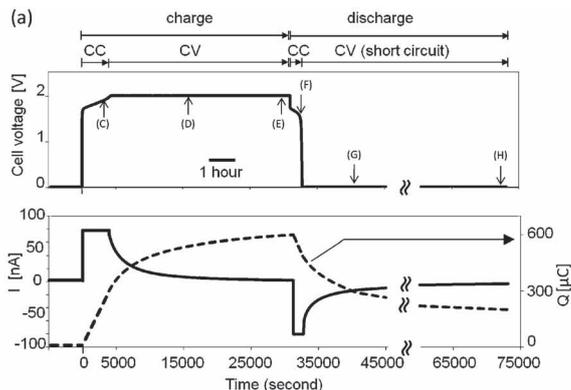


Fig. 3 (a) 定電流(CC)/定電圧(CV)モードの充放電カーブ(セル電圧, 充放電電流I, 総電荷量Q). (b) SR-TEM-EELS像を撮影した部分のTEM像(負極側のTEM像). (c)-(e) 充電中におけるLi-K端の分布. (f)-(h) 放電中におけるLi-K端の分布. (謝辞: NEDO, RISINGプロジェクトにおいて実施されたものである.)

ることによって局所的な電極電位が下がり、その電位変化が観察されている。同様にTEM内で充放電させ(Fig. 3(a)), Fig. 3(b)の領域でSR-TEM-EELS像を撮影した。Figs. 3(c)-(h)は、それぞれFig. 3(a)の(C)-(H)の点で撮影したLi-K端周辺のEELS像である。充電時には、Li⁺が負極側に蓄積していく様子が綺麗に観察されている。Liの濃度分布は、Fig. 2(c)の電位プロファイルと酷似しており、濃度が緩やかに変化している事がわかった。放電時には、トラップされたLi⁺がその場形成負極を形成し、負極内部のLiは11時間かけて濃度が均一になるように拡散していく事がわかった。

(2016年7月22日受理)[doi:10.2320/materia.55.590]

Operand Electron Microscopy Analyses of Electrochemical Reactions in All-solid-state Li-ion Batteries; Kazuo Yamamoto (Nanostructures Research Laboratory, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya)

Keywords: Li-ion battery, Li detection, electron energy-loss spectroscopy, electron holography

TEM specimen preparation: FIB TEM utilized: Holography: JEM-3000F(300 kV), SR-TEM-EELS: HF-3300EH(300 kV)

電子線照射により誘起される氷のプロトン無秩序相から秩序相への相転移

大阪大学超高压電子顕微鏡センター 小林 慶太
大阪大学大学院工学研究科(兼:大阪大学超高压電子顕微鏡センター) 保田 英洋

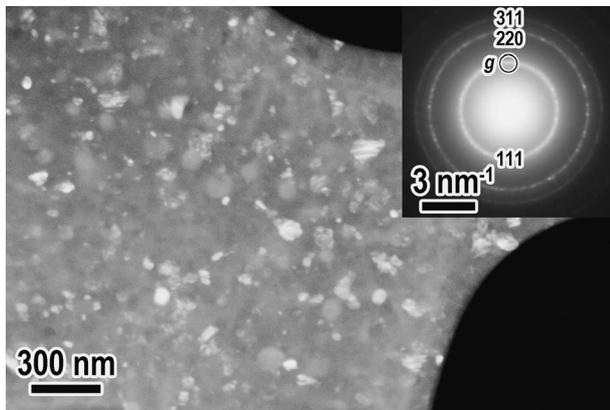


Fig. 1 電顕用マイクログリッドに堆積した氷薄膜の暗視野透過電顕像と対応する電子回折図形.

大気圧以下の圧力下において、水はプロトン無秩序相と呼ばれる無配向の水分子からなる六方晶型(I_h 相)あるいは立方晶型(I_c 相)の結晶(氷)を形成する。これらの氷はさらに低温で結晶中の水分子が配向したプロトン秩序相(XI相)へと相転移するが、天文学的な相転移時間を要するため通常は実験室的なタイムスケールではこれを観察することは出来ない。これに対して、我々は透過電子顕微鏡(透過電顕)観察における電子線照射下においては、氷のプロトン無秩序-秩序相転移が通常と比較して極めて短い相転移時間で生じることを明らかとした⁽¹⁾。Fig. 1は I_c 相の多結晶氷が形成されていることを示す、試料温度 95 Kにおける電子線照射前の電顕用マイクログリッドに堆積した氷薄膜の暗視野透過電顕像ならびに対応する電子回折図形である。Fig. 2(a)および(b)は加速電圧 200 kVでそれぞれ電子線量 $\sim 10^3$ および $\sim 10^4$ electrons/nm²において撮影された氷薄膜の電子回折図形である。電子線量の増加と共に氷 I_c 相由来の Debye-Scherrer 環に重畳して氷 XI 相で帰属しうる回折斑点が現れる。さらに超高压電子線(2.0 MV)照射下ではこの氷 XI 相に由来する回折斑点はより顕著に現れる(Fig. 3)。これらの結果から示唆される極めて短時間で生じる氷のプロトン無秩序-秩序相転移は、電子線照射によるイオン化により氷結晶中にプロトン欠陥が生じ、水分子の配向の駆動力となる水中のプロトン易動度が上昇したことに起因すると考えられる。

ここで明らかにされた氷が示す特異な相転移は、高エネルギー電子線を探針とし、電子線の影響を受けた局所構造を微視的に明らかにできる電子顕微鏡法なら

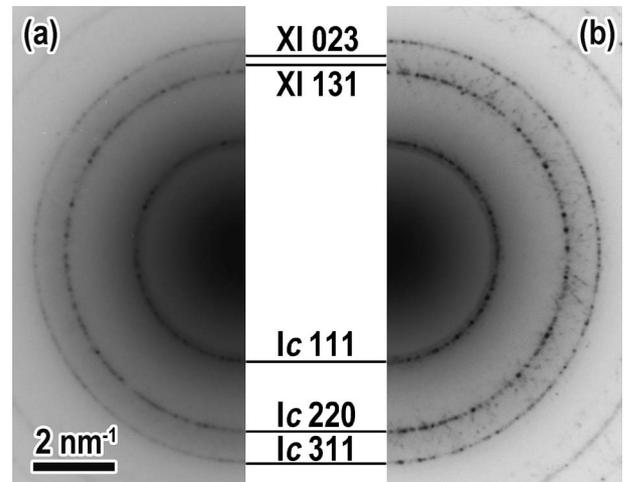


Fig. 2 加速電圧 200 kV で電子線量 (a) $\sim 10^3$ および (b) $\sim 10^4$ electrons/nm² において撮影された氷薄膜の電子回折図形.

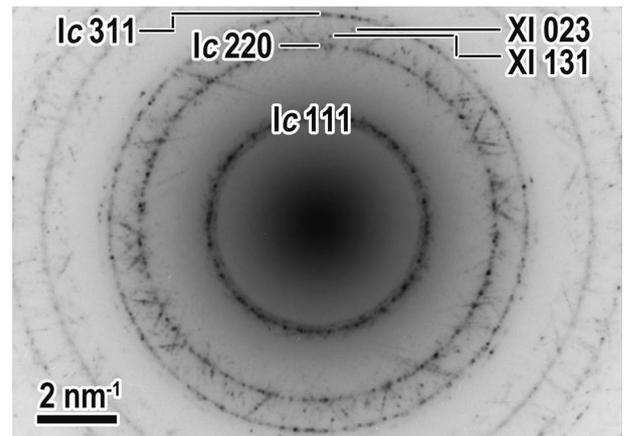


Fig. 3 加速電圧 2.0 MV で電子線量 $\sim 10^7$ electrons/nm² において撮影された氷薄膜の電子回折図形。より顕著に氷 XI 由来と考えられる回折斑点が現れる。

ではの知見と言えよう。

本稿で紹介した研究における超高压電子顕微鏡観察にあたり田口英次氏の協力を得た。謝してここに記す。

文 献

- (1) K. Kobayashi and H. Yasuda: Chem. Phys. Lett., **547**(2012), 9-12.

(2016年 7月25日受理)[doi:10.2320/materia.55.591]

Proton Disorder-order Phase Transition of Ice Induced by Electron Beam Irradiation; Keita Kobayashi* and Hidehiro Yasuda*,** (*Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy, Osaka University, Ibaraki. **Division of Materials and Manufacturing Science, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita)

Keywords: transmission electron microscopy, ultra high voltage electron microscopy, transmission electron diffractometry, ice, phase transition

TEM specimen preparation: precipitation of vapor on a TEM microgrid

TEM utilized: Hitachi H-800 (200 kV) and H-3000 (2.0 MV)

FIB-SEM デュアルビーム装置を用いた GdBa₂Cu₃O_{6+x} 超伝導層の三次元構築

ファインセラミックスセンター 加藤丈晴 吉田竜視 平山 司
産業技術総合研究所 和泉輝郎 産業用超電導線材・機器技術研究組合(元) 塩原 融

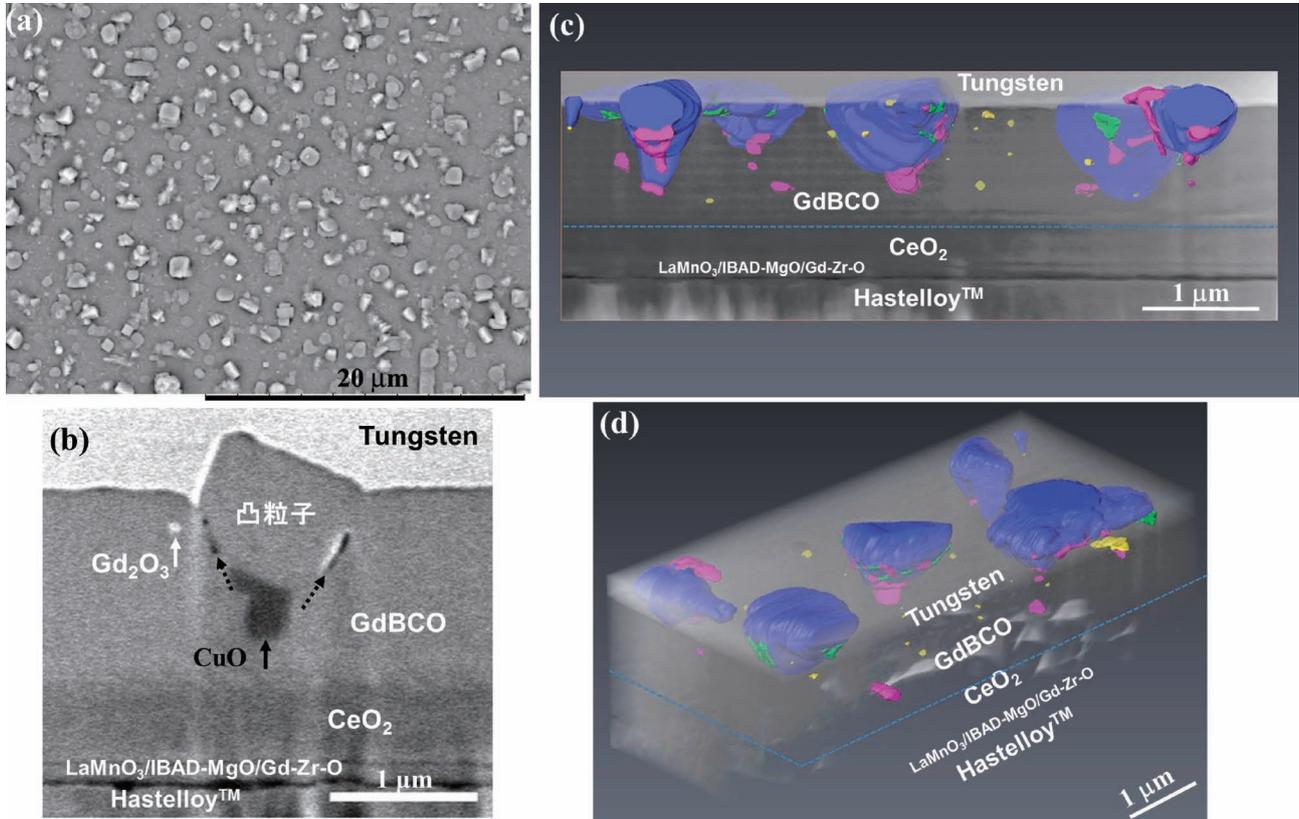


Fig. 1 (a)GdBCO 層表面の SEM 像. (b)GdBCO 層の断面 SEM 像. (c)断面方向, (d)斜め方向から観察した場合の三次元構築結果. ■: 凸粒子, ■: 異相(CuO), ■: 異相(Gd₂O₃), ■: 空隙. 波線は GdBCO/CeO₂ 界面を示す.

パルスレーザー蒸着(PLD)法により REBa₂Cu₃O_{6+x} (REBCO, RE; Y, Gd 等)超伝導層を成膜すると, Fig. 1(a)の SEM 像で示すように超伝導層表面に凸粒子が形成される. これら凸粒子は GdBCO 結晶であるが, 母層である c 軸配向結晶と方位が異なるため, 超伝導電流を阻害する. Fig. 1(b)に凸粒子を含む GdBCO 層の断面 SEM 像を示す. 明るいコントラストは Gd₂O₃(白矢印), 暗い領域は CuO(黒矢印)であり, 凸粒子と母層結晶との境界に空隙(波線矢印)も確認できる. これら凸粒子および異相の分布を調べるため, FIB-SEM デュアルビーム装置を用いて, FIB による断面加工と SEM による断面撮影を連続して行い, 連続 SEM 像による GdBCO 超伝導層の三次元構築を行った⁽¹⁾. Fig. 1(c)に断面方向から, Fig. 1(d)に斜めから観察した際の GdBCO 層の三次元構造を示す. 凸粒子は青色, 異相である CuO は赤色, Gd₂O₃

は黄色, 空隙は緑色で示す. 三次元構築結果から, 凸粒子は GdBCO 層内部に形成された比較的大きな CuO 粒子を起点に発生し, GdBCO 層の膜厚増加とともに, 粒径が大きくなっている. 従って, PLD 法により高い臨界電流を有する厚膜 REBCO 層を成膜するためには, CuO 粒子形成を抑制することにより凸粒子の発生を抑える必要がある. 以上のような解析から, PLD 法において高性能を有する超伝導層成膜の一つのプロセス指針を示すことができた.

本研究は NEDO の委託により実施した.

文 献

- (1) T. Kato, R. Yoshida, N. Chikumoto, S. Lee, K. Tanabe, T. Izumi, T. Hirayama and Y. Shiohara: Physica C, **471** (2011), 1012-1016.

(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.592]

Three Dimensional Reconstruction of GdBa₂Cu₃O_{6+x} Coated Conductor Using FIB-SEM System; Takeharu Kato*, Ryuji Yoshida*, Tsukasa Hirayama*, Teruo Izumi** and Yuh Shiohara*** (*Nanostructure Research Laboratory, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya. **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba. ***Industrial Superconductivity Technology Research Association, Kawasaki (former))

Keywords: FIB-SEM (focused ion beam-scanning electron microscope), three dimensional analysis, superconductor

FIB-SEM utilized: Hitachi NB5000, (Ga ion beam at 40 kV, SEM at 5 kV)

低炭素鋼中に相界面析出したVCナノ析出物の三次元観察

物質・材料研究機構(現:東北大学) 関戸 信 彰
東北大学金属材料研究所(現:弘前大学) 紙 川 尚 也
物質・材料研究機構(現:九州大学) 津 崎 兼 彰
物質・材料研究機構 大村 孝 仁 原 徹
東北大学金属材料研究所 宮 本 吾 郎 古 原 忠

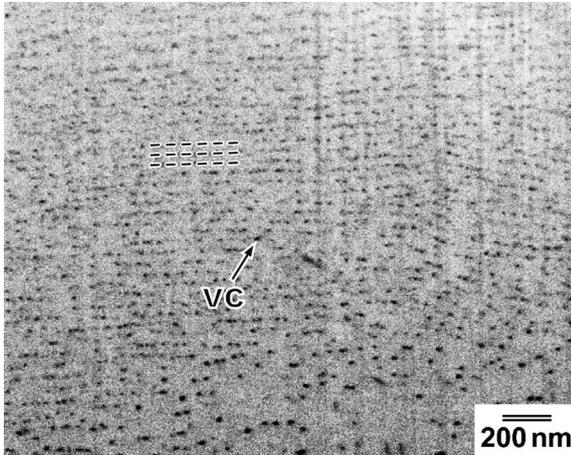


Fig. 1 VCが相界面析出したV添加低炭素鋼⁽³⁾のSEM組織.

近年, 相界面析出で形成するナノ炭化物によって非調質鋼を高強度化する手法が注目されている. 相界面析出とは, γ/α 変態時にその相界面上で合金炭化物が析出する現象であり, 周期的に並んだシート面上に炭化物が微細分散する組織が形成される. その組織形成メカニズムは複数提案されているが⁽¹⁾⁽²⁾, 詳細は未解明な点が多く, また工学的にも重要な組織であることから, 炭化物の三次元的分布に関して精緻な観察が求められていた.

我々は, FIB-SEM シリアルセクション法により, V 添加低炭素鋼 (Fe-0.10C-0.22Si-0.83Mn-0.014P-0.014S-0.003N-0.001Ti-0.288 V (mass%)) で相界面析出した VC 炭化物の三次元的分布の観察に成功した⁽³⁾. 今回の観察には, FIB と SEM が直交配置したダブルビーム走査電子顕微鏡を用いた. 装置の詳細は参考文献⁽⁴⁾に譲る. 三次元観察用の SEM 像は, x 方向と y 方向の画素数を1000としてイメージスケールを 5 μm , z 方向の FIB スライスピッチを 5 nm とした. すなわち, 三次元観察の 1 単位 (voxel) は, 一辺が 5 nm の立方体である. 取得した一連の画像データから, 市販のソフトウェア (Avizo®, VSG) を用いて三次元再構築した.

相界面析出で形成したナノ炭化物は ~ 10 nm 程度と微細であるため, 通常その観察には TEM が用いられるが, 本装置を用いることで, 炭化物 (VC) が周期的な点列状に分布した相界面析出特有の組織を広範囲で SEM 観察することができる (Fig. 1). 三次元再構築後, 析出物シートがエッジオンになる方向で観察した結果を Fig. 2(a) に示す. 三次元再構築像から求まる析出シートの間隔は約 20 nm であり, TEM 観察の結果⁽³⁾と一致する. 析出シートの形状は平面状⁽¹⁾と曲面

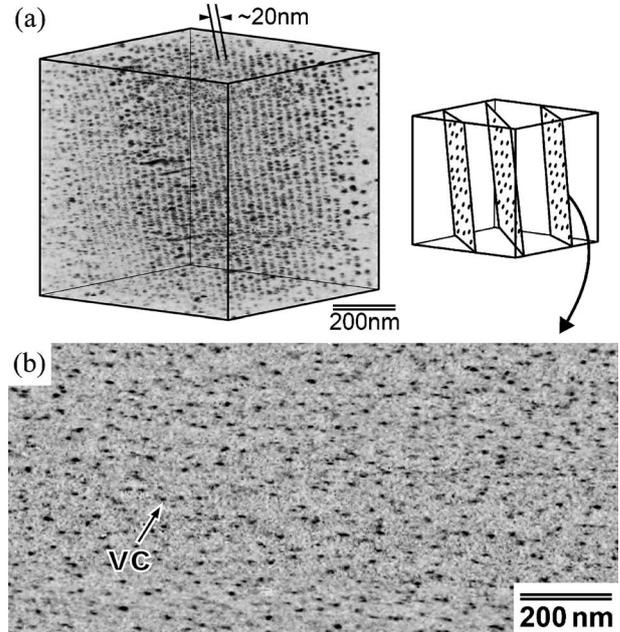


Fig. 2 析出物シート面がエッジオンになる方向から見た三次元再構築像(a)と, 1枚のシート面内における析出物分布(b).

状⁽²⁾の両方があり, 三次元再構築の精度の限界も相まって一枚の断面のみではシート面における析出物の分布を正確に求めることが出来ない. そこで, 析出シート1枚のみを含む体積を抽出し, シート面の法線方向から投影することでVCの分散状況を観察した (Fig. 2(b)). VCはシート面内で均質に分布しており, その分布に規則性を見出すことはできない. 相界面析出で形成した炭化物の分布は Atom Probe を用いた観察例⁽⁵⁾があるが, これほどの広い視野範囲で観察した例はなく, 画期的である.

FIB-SEM 観察にご助力頂いた物質・材料研究機構の中村晶子氏と原由佳氏に謝意を表する.

文 献

- (1) R. W. K. Honeycombe and R. F. Mehl: Metall. Trans. A, 7 (1976), 915.
- (2) R. A. Ricks and P. R. Howell: Acta Metall., 31(1983), 853.
- (3) N. Kamikawa, K. Sato, G. Miyamoto, M. Murayama, N. Sekido, K. Tsuzaki and T. Furuhashi: Acta Mater., 83(2015), 383.
- (4) 原 徹: 顕微鏡, 49(2014), 53.
- (5) Y. J. Zhang, G. Miyamoto, K. Shinbo and T. Furuhashi: Scripta Mater., 69(2013), 17.

(2016年8月1日受理) [doi:10.2320/materia.55.593]

3D Observation on Nano-sized VC Precipitates Formed in a Low Carbon Steel through Interphase Precipitation; Nobuaki Sekido^{*1}, Naoya Kamikawa^{**2}, Kaneaki Tsuzaki^{*3}, Takahito Ohmura^{*}, Toru Hara^{*}, Goro Miyamoto^{**} and Tadashi Furuhashi^{**} (*National Institute for Materials Science, Tsukuba, **Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai) (Present address: ¹Department of Materials Science, Tohoku University, Sendai. ²Department of Mechanical Science and Engineering, Hirosaki University, Hirosaki. ³Department of Mechanical Engineering, Kyushu University, Fukuoka)

Keywords: FIB-SEM (focused ion beam-scanning electron microscope), 3D reconstruction, nano-precipitates

FIB-SEM utilized: Hitachi High-Tech Science SMF-1000 (Gaion beam at 30 kV, SEM at 1 kV)

極低炭素鋼ラスマルテンサイトに含まれる小角粒界の三次元解析

島根大学大学院総合理工学研究科 森戸 茂一 Anh Hoang Pham 大庭 卓也
島根大学総合科学研究支援センター 林 泰輔
東北大学金属材料研究所 古原 忠 宮本 吾郎

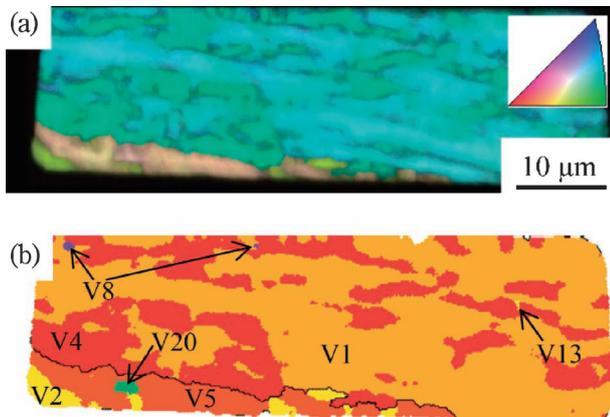


Fig. 1 後方散乱電子回折解析により得られた最終セクションの(a)結晶方位図と(b)そのバリエントマップ. 結晶方位図では紙面法線方向の結晶方向を標準三角形に示す色調で示している. バリエントマップでは色調で各バリエントを示している.

ラスマルテンサイトは様々な階層組織を有している. この階層組織に含まれる小角粒界で構成されるサブブロックは複雑な形態を持ち全体像が理解されていない. また, 単一パケット内に周囲と小角の方位差を持つ微細なパケットが含まれているという報告もあるが, それらの形態に関する情報は無い. 本稿ではラスマルテンサイトに含まれるサブブロックおよび微細パケットの三次元観察結果について示す.

三次元観察は集束イオンビーム加工によるシリアルセクション法と後方散乱電子回折による局所結晶方位解析で構築した結晶方位図を併用した手法を用いた. Fig. 1 (a)は最終セクションの結晶方位データを色で示した図である. この図を見ると, 右上部の領域はほぼ青緑で示されており, この領域がほぼ同じ結晶方位を持つラスの集団であるブロックと判断できる. Fig. 1 (b)は Fig. 1 (a)を Kurdjumov-Sachs 結晶方位関係を持つ24通りのバリエント別に表記した図である. この番号のV1とV4もしくはV2とV5の組み合わせでブロックが構成され, これらが集まって一つのパケットとなる. その他のバリエントは微細パケットに対応するが, 立体的に見ないと形態が分からない.

Fig. 2は切削後に得られた各バリエントマップから再構築した三次元像を示す. (a)から(c)まではそれぞれ全体像, 単一パケットおよび単一ブロック領域を示している. (d)は(c)に含まれる一種類のサブブロックを抜き出した像で, サブブロックがもう一つのサブブロックと絡まるように存在していることが分か

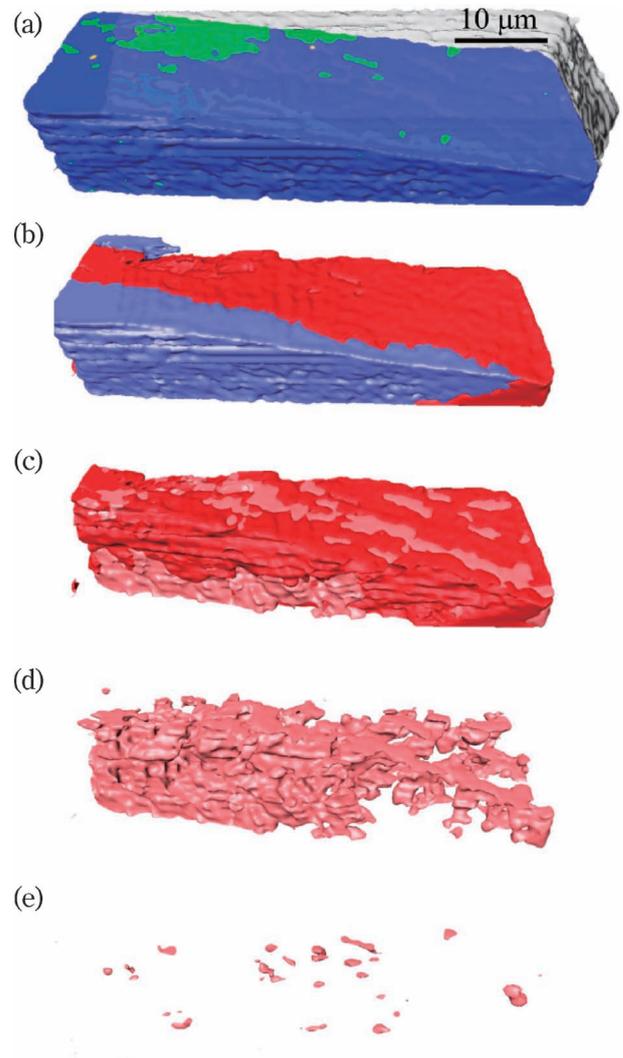


Fig. 2 連続切削バリエントマップから構築した三次元像: (a)全体像, (b)単一パケット領域, (c)(b)に含まれる単一ブロック領域, (d)(c)に含まれる単一バリエント領域および(e)(c)に含まれる微細パケット. (a)の色は同じ共通最密面を持つラスのグループ(CPグループ)を示し, 独立した領域がパケットに対応する. また半透明の領域は異なる旧オーステナイト粒に属することを示す. (b)の色はほぼ同一結晶方位を持つブロックを示す. (c)と(d)は同一バリエントを同一色で示している.

る. (e)は(c)に含まれる微細パケットを示す. 微細パケットは球形に近いものが多く, その界面には曲率 $1 \mu\text{m}^{-1}$ 程度の球面が多く含まれていた.

(2016年7月19日受理) [doi:10.2320/materia.55.594]

Three Dimensional Analyses of Low Angle Boundaries in Ultra-low Carbon Lath Martensite; Shigekazu Morito*, Anh Hoang Pham*, Takuya Ohba*, Taisuke Hayashi**, Tadashi Furuhashi*** and Goro Miyamoto*** (*Department of Physics and Materials Science, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Matsue. **Interdisciplinary Center for Science Research, Shimane University, Matsue. ***Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: *electron backscatter diffraction analysis, three dimensional observation, lath martensite, ultra-low carbon steels*

SEM specimen preparation: Mechanical polishing with colloidal silica

SEM utilized: Helios NanoLab 600i (FEI), operated at 20 kV (EBSD) and 30 kV (FIB)

その場変形電子線トモグラフィー

九州大学大学院総合理工学研究院・超顕微解析研究センター
日本 FEI 株式会社
株式会社メルビル 権堂貴志
株式会社システムインフロンティア 川本克巳 堀井則孝
大阪大学超高压電子顕微鏡センター
筑波大学システム情報系
バージニア工科大学材料工学科

波多 聰
宮崎 伸介
宮崎 裕也
古河 弘光
佐藤 和久
工藤 博幸
村山 光宏

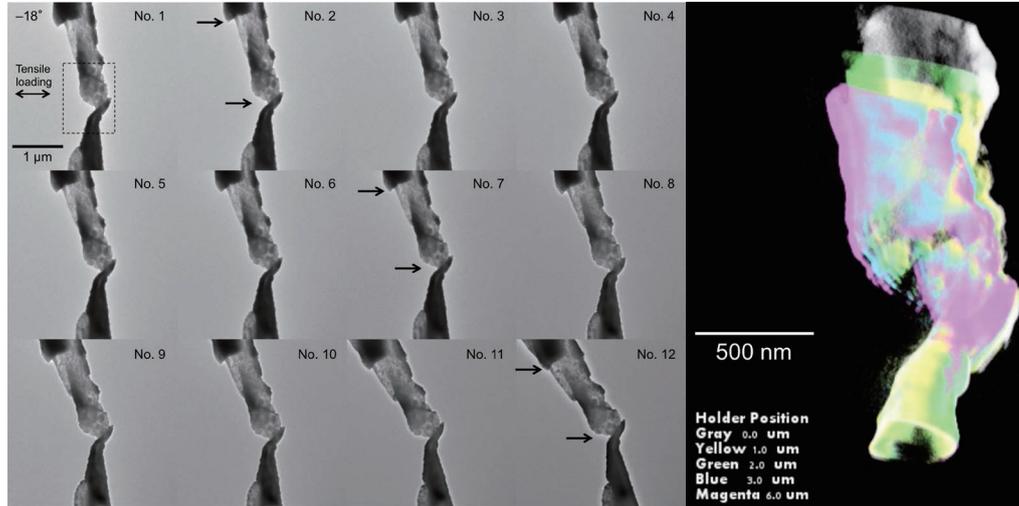


Fig. 1 (左図)アクチュエータを移動しつつ繰り返し収録した TEM 明視野連続傾斜像から試料傾斜角度 -18° の像を抜き出したもの。破線は3次元再構成領域を表している。

Fig. 2 (右図)アクチュエータ移動距離 $0\ \mu\text{m}$ (灰色), $1\ \mu\text{m}$ (黄), $2\ \mu\text{m}$ (薄緑), $3\ \mu\text{m}$ (薄青), $6\ \mu\text{m}$ (ピンク)で撮影した連続傾斜像からそれぞれ3次元再構成した画像を重ねたもの。

透過電子顕微鏡 (TEM) 内で試料を変形しながら電子線トモグラフィー (ET) による三次元 (3D) 観察が行えるシステムを開発した。同システムは、TEM 試料に引張または圧縮荷重を加えながら、 $\pm 60^\circ$ 以上の高角度まで傾斜観察可能な試料ホルダー⁽¹⁾、および上記試料ホルダーと TEM 本体ならびに撮像ユニットを統合制御するソフトウェアから構成される。本稿では、このシステムを Pb-Sn 系はんだ合金試料に適用した例を紹介する⁽²⁾。Pb-Sn 系はんだ合金線から、大きさ $2 \times 1\ \text{mm}$ 、厚み $70\ \mu\text{m}$ の長方形薄片試料を作製した。薄片試料の中央部を電子線が透過するまでイオン研磨を施した後、脱着カートリッジ式の試料台に薄膜化したはんだ合金試料を接着固定した。上記その場変形トモグラフィーホルダーに試料台をネジ止めし、アクチュエータによる試料台の変形を通じてはんだ合金試料に引張加重を加えた。1回のアクチュエータの移動距離は $10\text{--}1000\ \text{nm}$ 、移動速度は毎秒 $1.2\ \mu\text{m}$ とし、TEM 像を見ながら変形を繰り返した。その結果、試料各所で亀裂の発生と伝播および破断が生じ、Fig. 1 のようなりボン形状の領域が形成された。以後、このりボン状領域に注目し、以下 (a)~(c) の作業を12回繰り返した。(a)アクチュエータの移動、(b)観察視野と像焦点の調整、(c) -20° から $+60^\circ$ までの試料傾斜範囲を毎秒 1° の角速度で連続傾斜しながら 2° おき

に電荷結合素子 (CCD) カメラで連続傾斜像を収録。直接観察倍率9800倍、画素数10242ピクセル、1画素のサイズ $1.7\ \text{nm}$ 、画像1枚の撮像時間 $0.125\ \text{sec}$ 。作業 (c)における試料傾斜を途中で止めない手法により、従来の撮像時間 (30分~数時間) を大幅に短縮する2~3分で連続傾斜像を収録でき、他の研究グループも本手法を採用している⁽³⁾。Fig. 1は、収録した12組の連続傾斜像データから試料傾斜角度 -18° の像を抜き出したものである。図中矢印で示した領域に注目すると、アクチュエータの移動とともに試料が回転もしくは変形していることがわかる。12組の連続傾斜像データから6組を選んで3D画像の再構成を行い、それらを重ねて表示したものが Fig. 2である。各像の重なり具合から、アクチュエータの移動に伴いはんだ合金試料が nm のスケールで塑性変形していること、および場所により塑性変形の方法や量が異なることがわかる。

文 献

- (1) K. Sato, *et al.*: Microscopy, **64** (2015), 369.
- (2) S. Hata, *et al.*: Microscopy, submitted.
- (3) O. Migunov, *et al.*: Scientific Reports, **5** (2015), 14516.
(2016年8月15日受理) [doi:10.2320/materia.55.595]

Electron Tomography with *in-situ* Deformation; Satoshi Hata*, Shinsuke Miyazaki**, Takashi Gondo***, Hiroya Miyazaki***, Katsumi Kawamoto****, Noritaka Hori****, Hiromitsu Furukawa****, Kazuhisa Sato****, Hiroyuki Kudo**** and Mitsuhiro Murayama***** (*Kyushu University, Fukuoka. **FEI Company Japan Ltd., Tokyo. ***Mel-Build Corporation, Fukuoka. ****System In Frontier Inc., Tokyo. *****Osaka University, Ibaraki. *****University of Tsukuba, Tsukuba and *****Virginia Tech, USA)

Keywords: *in-situ transmission electron microscopy*, *in-situ deformation*, *electron tomography*
TEM specimen preparation: Ar⁺ ion milling (2.5 kV with liquid N₂ cooling)
TEM utilized: FEI Titan G2 Cubed 60-300 (300 kV)

Fe-Ni 基ナノ結晶合金における $L1_0$ 型規則相の生成

東北大学金属材料研究所(現:大阪大学超高压電子顕微鏡センター) 佐藤和久
東北大学金属材料研究所 Parmanand Sharma 張 岩 竹中佳生 牧野彰宏

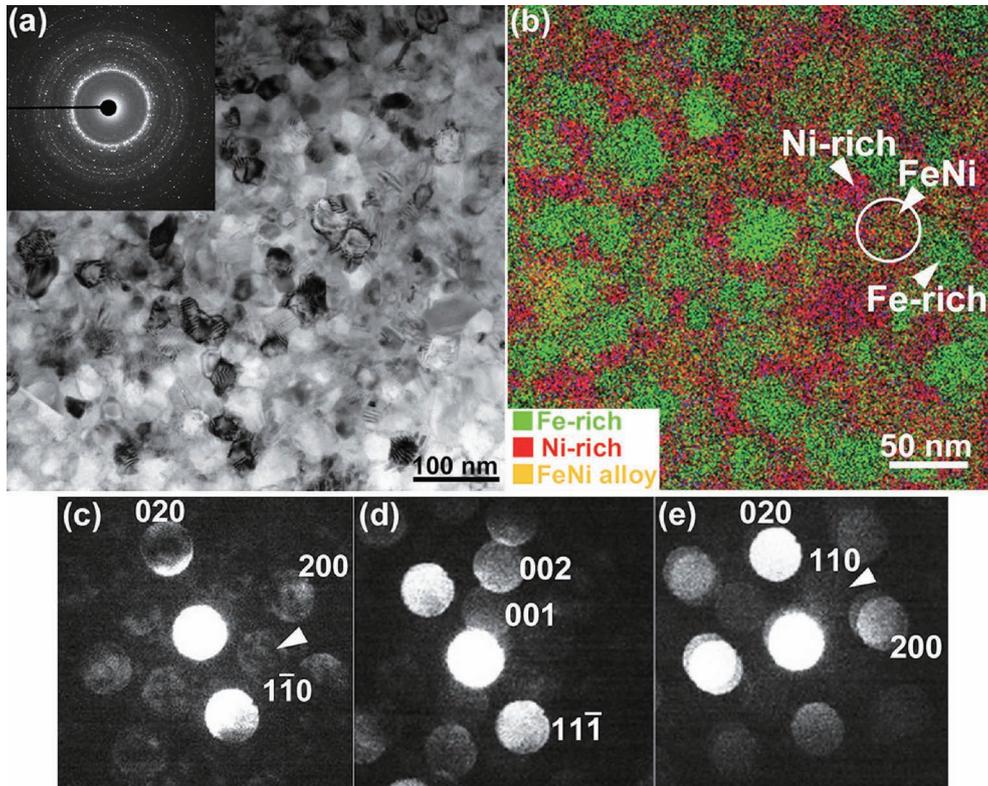


Fig. 1 (a) $\text{Fe}_{42}\text{Ni}_{41.3}\text{Si}_x\text{B}_{12-x}\text{P}_4\text{Cu}_{0.7}$ ナノ結晶合金 ($x=8$ at%) の明視野 TEM 像と制限視野電子回折図形, (b) STEM-EDX 元素マッピング像, (c) (d) (e) NBD 図形(合金組成と熱処理条件は本文参照).

鉄隕石中に含まれる $L1_0$ 型 FeNi 規則相は, 希土類元素を含まないことから, 新しい永久磁石材料の候補として注目を集めている. しかしながら, 規則化には天文学的な時効時間が必要とされ, バルク合金において熱処理による規則相形成例はない. 最近に至り, 著者らは $\text{Fe}_{42}\text{Ni}_{41.3}\text{Si}_x\text{B}_{12-x}\text{P}_4\text{Cu}_{0.7}$ 急冷薄帯 ($x=2-8$ at%) を熱処理したナノ結晶合金中に, $L1_0$ 型 FeNi 規則相が形成されることを見出した⁽¹⁾. Fig. 1(a) にナノ結晶合金の透過電子顕微鏡(TEM)明視野像と制限視野電子回折図形を示す. 粒径 30 nm サイズの多結晶組織が形成されていることがわかる. 走査透過電子顕微鏡(STEM)を用いて, エネルギー分散 X 線分光法(EDX)により元素マッピングを行ったところ, 本合金は組成の異なる 3 領域(Fe-rich 相, Ni-rich 相, 等比組成 Fe-Ni 相)から構成されていることが判明した(Fig. 1(b)). 極細束電子線を走査しながらナノビーム電子回折(NBD)図形を観察した結果, $L1_0$ 型構造に由来する規則格子反射が検出され, 規則相の生成を確認した. Fig. 1(c), (d), (e) に NBD 図形を示す

(プローブサイズ約 0.5 nm, 収束半角 3 mrad)⁽²⁾. 観察試料の合金組成と熱処理条件, 入射方位はそれぞれ, (c) $x=8$ at%, 673 K-1.04 Ms, $[001]$ 入射, (d) $x=6$ at%, 773 K-3.6 ks, $[\bar{1}10]$ 入射, (e) $x=4$ at%, 813 K-3.6 ks, $[001]$ 入射である. また, Fig. 1(c) に示す NBD 図形は(b)の丸印で囲んだ領域から得た. いずれの NBD 図形も規則格子反射を含み, 本合金の規則-不規則変態温度は過去の文献値(593 K)より高温であることを示している. 短時間熱処理での規則相形成は, アモルファスの結晶化に伴う高速拡散に起因すると推察される. より詳細な観察結果は文献(2)を参照されたい.

文 献

- (1) A. Makino, P. Sharma, K. Sato, A. Takeuchi, Y. Zhang and K. Takenaka: Scientific Reports, **5** (2015), 16627.
- (2) K. Sato, P. Sharma, Y. Zhang, K. Takenaka and A. Makino: AIP Advances, **6** (2016), 055218.
(2016年 7月 5日受理) [doi:10.2320/materia.55.596]

$L1_0$ -type Ordered Phase Formation in Fe-Ni-based Nanocrystalline Alloys; Kazuhisa Sato^{*,**}, Parmanand Sharma^{*}, Yan Zhang^{*}, Kana Takenaka^{*} and Akihiro Makino^{*} (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Present address: Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy, Osaka University, Ibaraki)

Keywords: scanning nanobeam electron diffraction, $L1_0$ -FeNi, atomic ordering, permanent magnet

TEM specimen preparation: Ar ion milling

TEM utilized: JEOL JEM-ARM200F (200 kV, Cold-FEG)

エネルギーフィルター搭載超高压電子顕微鏡法による 極厚膜試料中の転位観察

鹿児島大学大学院理工学研究科 定松 直
九州大学大学院工学研究院 田中 将己
佐世保工業高等専門学校 東田 賢二
九州大学大学院工学研究院 松村 晶

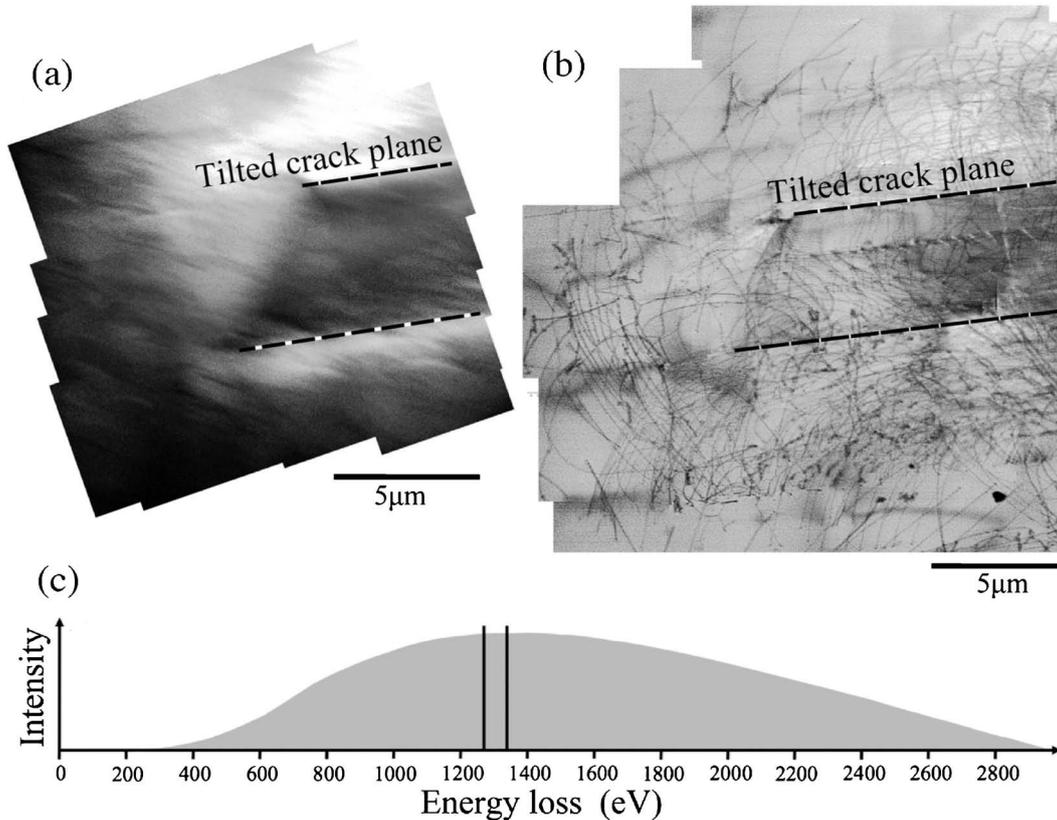


Fig. 1 (a)明視野像(エネルギーフィルター無し)(b)明視野像(エネルギーフィルター有り)
(c)電子エネルギー損失スペクトルおよびスリット挿入位置.

転位のようなメゾスコピックスケールオーダーの格子欠陥観察において、バルク状態ありのままを観察するためには厚さ数 μm オーダーの試料中の転位を観察しなければならない。これを可能にするためには加速電圧が高い超高压電子顕微鏡が有用である。しかし、超高压電子顕微鏡を用いても膜厚が数 μm を超えると鮮明な転位像の観察などが困難になる。その原因は、膜厚増加に伴って非弾性散乱が顕著になり、透過電子のエネルギーロスの分布が大きく広がり色収差による像質低下が避けられなくなるためである。本手法は、厚膜試料で顕在化する非弾性散乱を活用することで膜厚 $10 \mu\text{m}$ という極厚膜試料中の転位観察を可能にするものである。具体的には Si ウェハにビッカース硬度計を用いて亀裂を導入し、加熱により亀裂まわりに発生させた転位を超高压電子顕微鏡 (JEM-1300NEF)

により観察した。厚さ $10 \mu\text{m}$ の試料から得られた電子エネルギー損失スペクトルを Fig. 1(c)に示す。エネルギー損失の分布が約 3000 eV に渡って広がり、ゼロスピークは消滅している。エネルギーフィルターを用いない場合の明視野像を Fig. 1(a)に示す。転位のコントラストが観察できないほどに像がボケている。ここで色収差を低減するため、スペクトルの中で最大強度となるエネルギー損失量 $1300 \pm 40 \text{ eV}$ の電子のみを Ω 型エネルギーフィルターを用いて選択し結像したところ、Fig. 1(b)に示すように非常にシャープな転位コントラストが得られた。本手法はこれまで透過電子顕微鏡観察が極めて困難であった厚い試料の下部組織観察を可能にするため今後の応用が期待される。

(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.597]

Observation of Dislocations in Thick Specimens Using by The High-Voltage Electron Microscopy with an Energy Filter; Sunao Sadamatsu*, Masaki Tanaka** Kenji Higashida*** and Syo Matsumura**** (*Department of Mechanical Engineering, Kagoshima University, Kagoshima. **Department of Materials Science and Engineering, Kyushu University, Fukuoka. *** National Institute of Technology, Sasebo College, Sasebo. ****Department of Materials Science and Engineering, Kyushu University, Fukuoka)

Keywords: *high voltage electron microscopy, electron energy loss spectroscopy, dislocation*
TEM specimen preparation: Tripod polisher and ion milling
TEM utilized: JEOL JEM-1300NEF (1250kV)

収差補正 STEM による $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ ナノ結晶軟磁性合金中の Cu ナノクラスターイメージング

東北大学研究教育基盤技術センター先端電子顕微鏡センター 西嶋雅彦
東北大学金属材料研究所超低損失ナノ結晶軟磁性材料研究開発センター 竹中佳生 竹内 章 牧野彰宏
東北大学金属材料研究所不定比化合物材料科学研究部門 今野豊彦

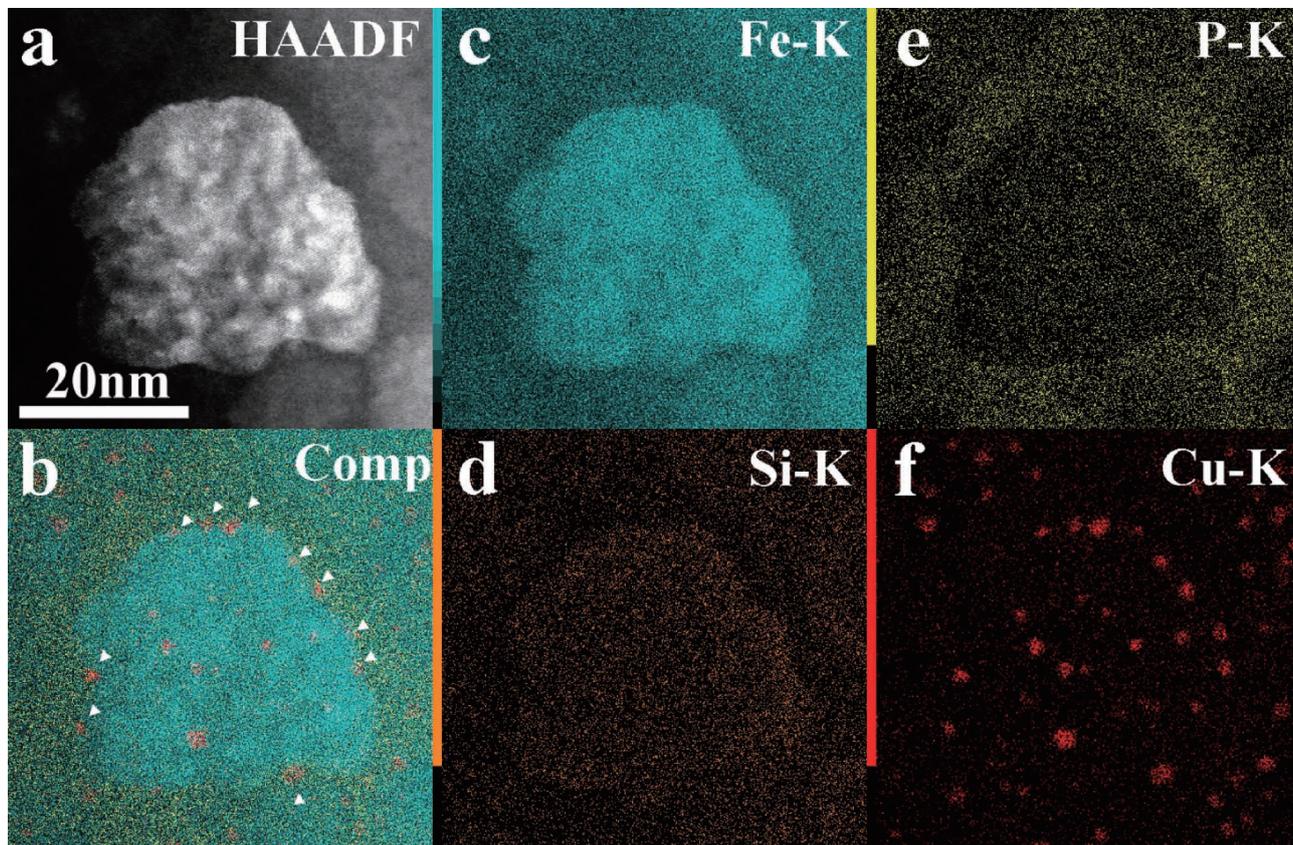


Fig. 1 $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ の α -Fe ナノ結晶の (a) HAADF-STEM 像と (b) STEM-EDS Composite map, (c) Fe-K map, (d) Si-K map, (e) P-K map, (f) Cu-K map.

送電網に用いるトランスから自動車、電化製品のモーターに至るまで磁気-電気変換時の磁気損失(エネルギーロス)は、国内全電力消費量の約3.4%にも達する。従って磁気損失の低減により電力効率を改善し更なる省エネルギーを達成する事が期待されている。超低損失ナノ結晶軟磁性合金 FeSiBPCu ⁽¹⁾は、磁気性能を落とさずに磁気損失を大幅に低減出来る革新的軟磁性材料であり、現在商用サイズでの薄帯製造に成功し⁽²⁾、実用化開発が盛んに進められている。本合金の良好な磁気特性と低損失は非晶質組織の熱処理により形成される α -Fe ナノ結晶組織により発現し、ナノ結晶粒径や体積分率、組成に依存する。

本研究では $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ 合金の α -Fe ナノ結晶に対し、球面収差補正型 STEM によるナノ領域元素分析を行った。Fig. 1 に $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ 中に形成され

た α -Fe ナノ結晶の (a) HAADF-STEM 像と (b)~(f) STEM-EDS Mapping の結果を示す。その結果、Si は粒内に多く、P はナノ結晶を取り囲む母相にはき出され非晶質相を安定化させている。Cu はナノ結晶をとり囲む表面近傍にはっきりと微細なナノクラスター(1~2 nm)として分布し⁽³⁾、 α -Fe ナノ結晶とよく整合して bcc 構造をとる。

文 献

- (1) A. Makino: IEEE Trans. Magn., **48**(2012), 1331.
- (2) A. D. Setyawan, K. Takenaka, P. Sharma, M. Nishijima, N. Nishiyama and A. Makino: J. Appl. Phys., **117**(2015), 17B715.
- (3) M. Nishijima, M. Matsuura, Y. Zhang and A. Makino: Philos. Mag. Lett., **95**(2015), 277.

(2016年7月26日受理)[doi:10.2320/materia.55.598]

Direct Imaging of Cu Nano-Cluster in an $\text{Fe}_{85}\text{Si}_2\text{B}_8\text{P}_4\text{Cu}_1$ Nanocrystalline Soft Magnetic Alloy by Spherical Aberration Corrected STEM; Masahiko Nishijima*, Kana Takenaka**, Akira Takeuchi**, Toyohiko J. Konno*** and Akihiro Makino** (*The Electron Microscopy Centre, Technology Center for Research and Education Activities, Tohoku University, Sendai. **Research and Development Centre for Ultra High Efficiency Nanocrystalline Soft Magnetic Material, Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. ***Materials Science of Non-Stoichiometric Compounds, Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: STEM (scanning transmission electron microscopy), EDS (energy dispersive spectrometry), Cu nano-cluster, nanocrystalline soft magnetic material

TEM specimen preparation: Ion Milling (3~0.2 keV Ar⁺ irradiation angle 5°)

TEM utilized: JEOL JEM-ARM200F (200 kV)

α -Fe₂O₃ 添加 HfO₂ 極薄膜の組織観察

東北大学金属材料研究所 白石貴久 木口賢紀 今野豊彦

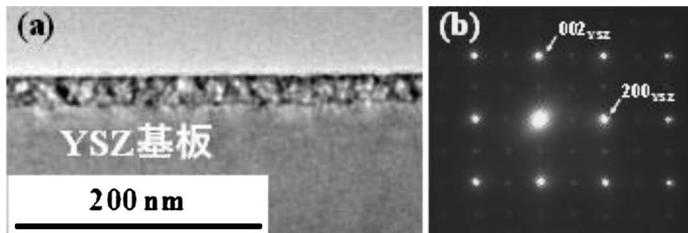


Fig. 1 α -Fe₂O₃ 添加 HfO₂ 極薄膜の (a) 断面像と (b) 電子線回折パターン.

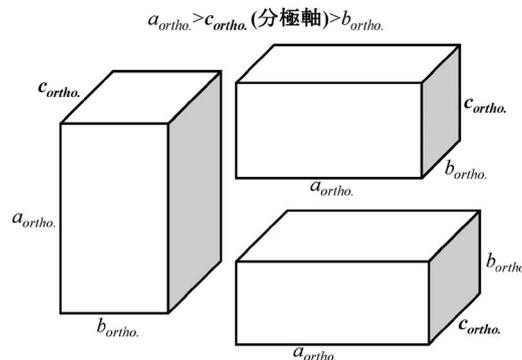


Fig. 2 Orthorhombic 相.

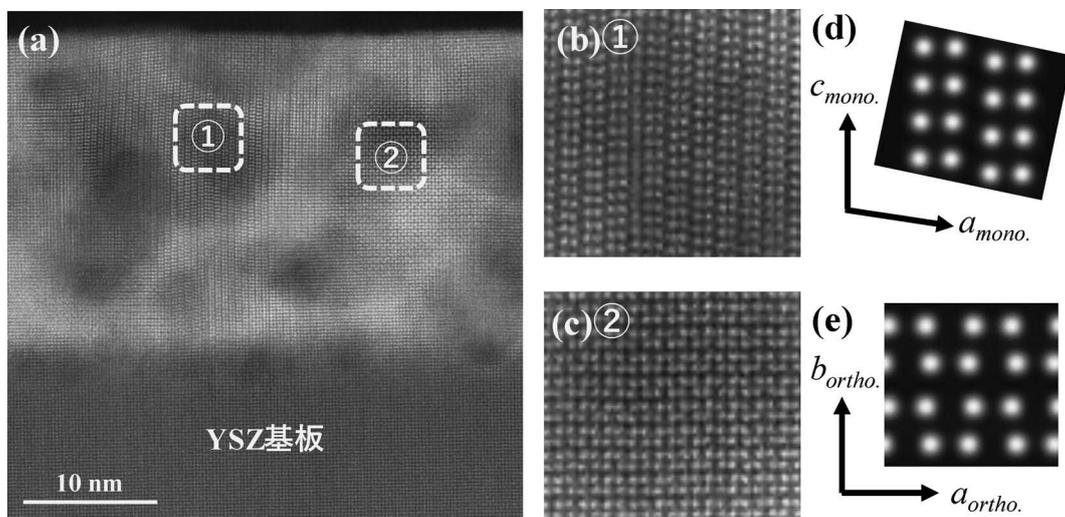


Fig. 3 α -Fe₂O₃ 添加 HfO₂ 極薄膜の (a), (b), (c) STEM 像および (d), (e) シミュレーション像.

膜厚 20 nm 以下の蛍石型氧化物超薄膜に、様々な元素を添加することで、準安定な Orthorhombic 相が発現する⁽¹⁾。この相は自発分極を有していることから、強誘電体を用いた小型デバイスへの応用が期待されており、微細観察による Orthorhombic 相の存在状態や、分極方向を明らかにすることは、材料設計を行う上で非常に重要である。

Fig. 1 は、イットリア安定化ジルコニア (YSZ) 単結晶基板上に、固相エピタキシー法によって作製された α -Fe₂O₃ 添加 HfO₂ 極薄膜の S/TEM 観察結果である。これより、約 20 nm 厚みの極薄膜が均一に堆積されており、エピタキシャル成長していた。また、Orthorhombic 相が存在しており、複数のドメインを形成していることが明らかとなった (Fig. 2, 3 (a)–(c))。シミュレーション結果と比較することで、多く

のドメインが、膜面直方向に a または b 軸を有しており、分極軸である c 軸は膜面内方向に存在していた (Fig. 3 (d) (e))。さらに、強誘電性に寄与しない Monoclinic 相 (安定相) が共存していることから、結晶化処理後の冷却過程で、Orthorhombic 相 \rightarrow Monoclinic 相へ転移したと考えられる。

以上より、 α -Fe₂O₃ 添加によって強誘電性を発現する可能性を見出した。今後、分極軸方向の制御や、Orthorhombic 相の安定化が課題として挙げられる。

文 献

- (1) T. Shiraishi, *et al.*: Appl. Phys. Lett., **108**(2016), 262904.
 (2016年7月15日受理) [doi:10.2320/materia.55.599]

Texture Observation for α -Fe₂O₃ Doped HfO₂ Ultrathin Films; Takahisa Shiraishi, Takanori Kiguchi and Toyohiko J. Konno (Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: STEM (scanning transmission electron microscope), HfO₂, metastable phase

TEM specimen preparation: Mechanical polishing and ion milling (PIPS)

TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV)

鉄系超伝導体のマルチスケール結晶粒構造観察

東北大学金属材料研究所 嶋田 雄介 今野 豊彦
東京農工大学大学院工学研究院先端物理工学部門 山本 明保
九州大学大学院総合理工学研究院(兼)超顕微解析研究センター 波多 聡

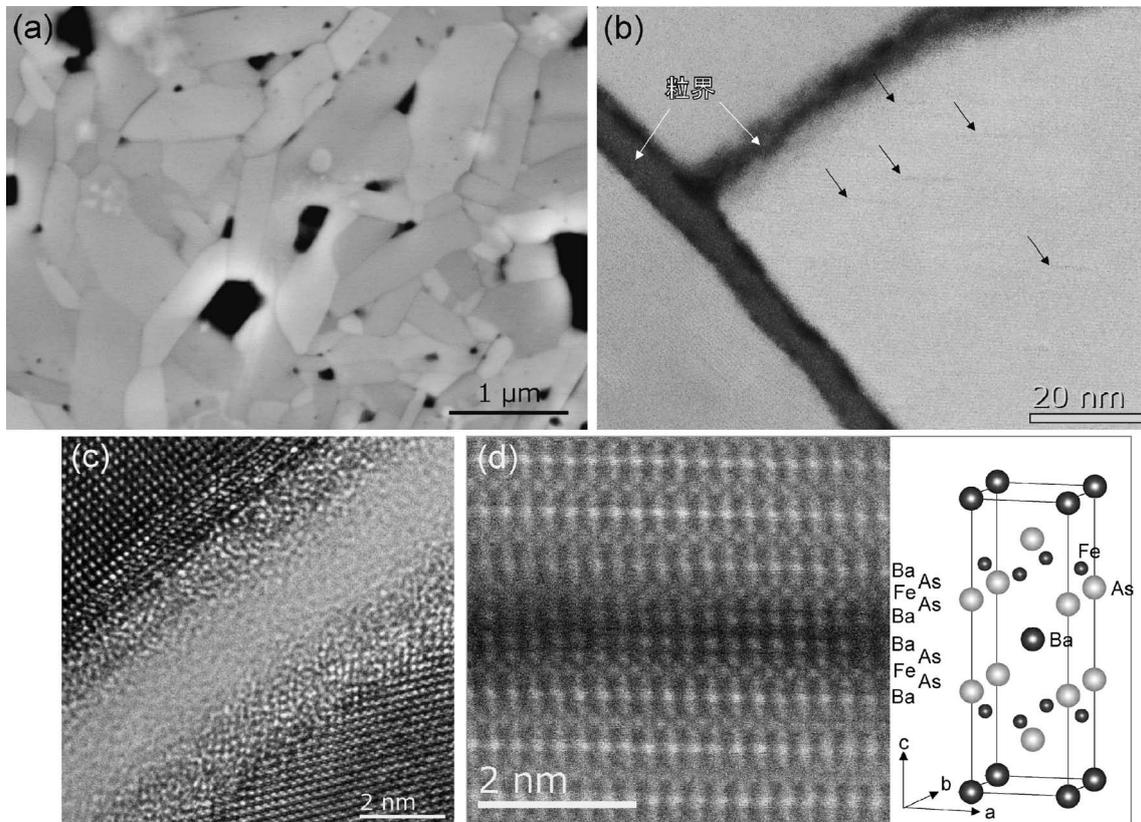


Fig. 1 (a) Ba-122 バルク体の SEM 反射電子像および(b) HAADF-STEM 像. (c)粒界の TEM 高分解能像. (d)粒内の欠陥領域(図(b)の黒矢印)拡大 HAADF-STEM 像(電子線入射方向: $[110]_{\text{Ba-122}}$)および Ba-122 結晶構造.

超伝導体の高電流特性発現には、常伝導領域や結晶欠陥などにより原子配列が乱れ超伝導状態が壊れかけている領域(ピンニングセンター)の導入による量子化磁束のピンニングが不可欠である。有効なピンニングセンターのサイズは量子化磁束の直径である超伝導コヒーレンス長(数~十数 nm)の2倍かそれ以下のものであり、その同定には原子レベルのナノスケールでの観察が必要となる。そのうえで、電流特性と組織の相関を得るためには、それらピンニングセンターの分布情報が必要であり、複数の結晶粒から成るマクロスケールでの観察を組み合わせることが効果的である

本研究で注目した鉄系超伝導体の一つ BaFe_2As_2 (Ba-122)は、無配向多結晶線材において高い臨界電流特性を達成するなど超伝導線材応用に期待される材料である⁽¹⁾。Fig. 1 (a)に示す Ba-122 バルク体の SEM 像において、全ての結晶粒界に暗い領域がみられる。Fig. 1 (b)の STEM 像でも SEM 像同様、粒界

に Ba-122 とは異なる層がみられるが、これは Fig. 1 (c)の高分解能像よりアモルファス層であることがわかる。このアモルファス層は幅が Ba-122 のコヒーレンス長 3.3 nm と同程度であり、粒界における磁束ピンニング効果の向上が期待される一方で、超伝導電流の減衰の要因となることが予想される。また、Fig. 1 (b)には、粒内の欠陥がみられる(図中黒矢印)。これは、FeAs 層が抜けた積層欠陥であることが Fig. 1 (d)に示した原子分解能 HAADF-STEM 像により示唆され、積層欠陥に伴う数原子層の格子ひずみがコヒーレンス長に近い幅をもつことから、磁束ピンニングに効果的である可能性が考えられる。

文 献

- (1) J. D. Weiss, C. Tarantini, J. Jiang, F. Kametani, A. A. Polyanskii, D. C. Larbalestier and E. E. Hellstrom: *Nature Mater.*, **11** (2012), 682–685.
(2016年7月27日受理)[doi:10.2320/materia.55.600]

Multi-scale Observation of Grain Structure in Iron-based Superconductor; Yusuke Shimada*, Akiyasu Yamamoto**, Satoshi Hata*** and Toyohiko J. Konno* (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Department of Applied Physics, Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo. ***Department of Electrical and Materials Science and The Ultramicroscopy Research Center, Kyushu University, Kasuga)

Keywords: SEM (scanning electron microscopy), STEM (scanning transmission electron microscopy), grain structure, superconducting materials
TEM specimen preparation: FIB microsampling
TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV)

多重定電流パルスによって作製したNi/Cu電気めっき多層膜におけるナノ周期構造と耐摩耗性

神奈川県工学部 田邊豊和 伊藤拳人 郡司貴雄 大坂武男 松本 太
神奈川県工学研究所 金子信悟

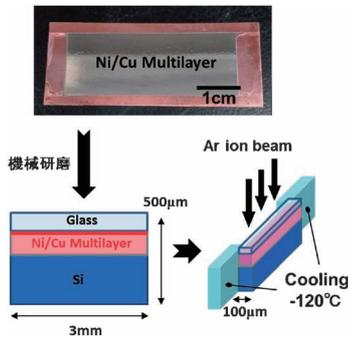


Fig. 1 Cryo-ion milling による多層膜めっきの断面薄膜化.

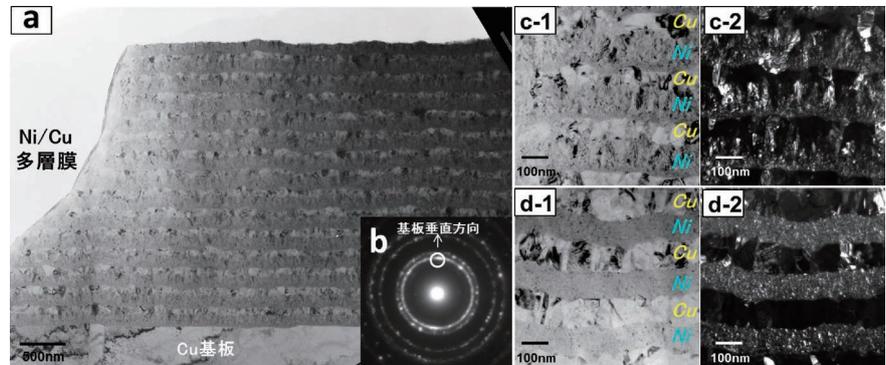


Fig. 2 Ni/Cu 多層膜めっきの断面組織 (a), 多層膜からの回折像 (b), 明視野像 (c-1, d-1), 111回折波により結像した暗視野像 (c-2, d-2): (c)パルス1回, (d)パルス5回.

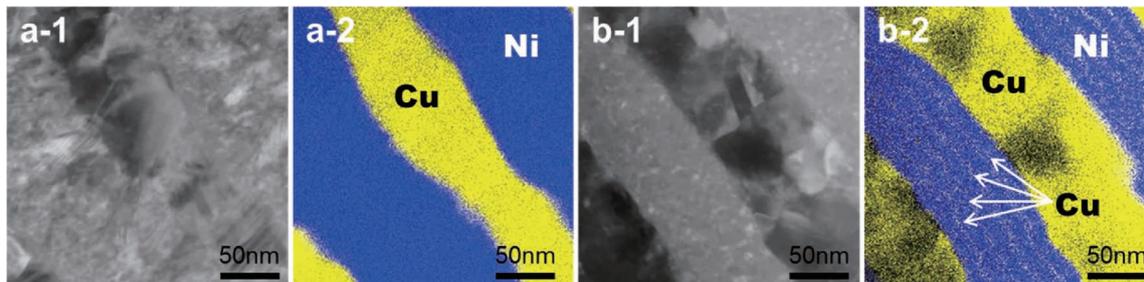


Fig. 3 Ni/Cu 多層膜の STEM-DF 像 (a-1, b-1) と EDS 元素マッピング (a-2, b-2): (a)パルス1回, (b)パルス5回.

異なった金属めっき膜を重ね合わせる金属多層膜めっきは、単一金属膜に比べ優れた機械的強度を示すことが知られている。多層膜中の各金属層厚を数百 nm 以下に小さくするに従って引張強度や硬さが飛躍的に向上することから基材の機械的特性とナノ周期構造の関係性が示唆されている。そこで我々グループでは金属多層膜めっきの断面組織観察手法を検討し、ナノ周期構造と耐摩耗性の関係解明の検討を行なった⁽¹⁾。TEM 観察用断面試料は、Ar イオン研磨装置 (Ion slicer: 日本電子製, EM-09100IS) をベースにして液体窒素による冷却機構を増設した研磨装置⁽²⁾ を使用して多層膜を薄膜化することで作製した (Fig. 1)。冷却機構を使用することで研磨時の金属再蒸着を抑制する効果が確認され⁽³⁾、アーティファクトの少ない断面組織を得た (Fig. 2(a))。Ni 及び Cu 層を 1 回の印加定電流パルスで作製した Ni/Cu 多層膜では、基板垂直方向 111 回折波により結像した暗視野像において基板垂直方向に伸びた多数の柱状結晶が Ni 層、Cu 層ともに観察された (Fig. 2(c)-2)。それに対し、パルス 5

回で各金属層を作った場合には Ni 層の結晶子は小さく、パルスの印加回数を増やすに従って、数 nm まで小さくなることを確認した (Fig. 2(d)-2)。EDS 分析により、パルス 5 回で単層を作った場合においては Ni 層中に数ナノ程度の Cu 層が印可パルスの回数分挿入されており (Fig. 3(b)-2)、パルス回数を増やすことにより Ni の微粒子化及び Ni 層中への極薄 Cu 層の挿入を促す効果があることが明らかになった。耐摩耗性が向上する要因としては、パルスを繰り返すことによって、Ni 層中の Ni 粒子が微細化することによる寄与と、Ni 単層中に形成した微細な Cu/Ni 多層構造の寄与の二つがあると考えられる。

文 献

- (1) T. Tanabe, K. Ito, C. Morita, S. Kaneko, T. Gunji and F. Matsumoto: *Electrochemistry*, **83** (2015), 624-629.
 - (2) M. Terauchi, F. Sato, H. Sugizaki and K. Sugauna: *J. Electron Microsc.*, **60** (2011), 25.
 - (3) T. Tanabe: *J. Electron Microsc.*, **60** (2011), 35.
- (2016年7月20日受理) [doi:10.2320/materia.55.601]

Effect of Periodic Nanostructure in Ni/Cu Multilayers Prepared with Multi-Constant Current Pulse on Their Wear Resistance Property; Toyokazu Tanabe*, Kento Ito*, Takao Gunji*, Takeo Ohsaka*, Futoshi Matsumoto* and Shingo Kaneko** (*Department of Material and Life Chemistry, Faculty of Engineering, Kanagawa University, Yokohama. **Research Institute for Engineering, Kanagawa University, Yokohama)

Keywords: Ni/Cu multilayer, electrodeposition, electroplating, cross-sectional observation, periodic nanostructure

TEM specimen preparation: Cryo-ion slicer TEM utilized: JEM-2100F (200 kV)

Si(100)表面に成長したGaAsナノ結晶の異方的な格子整合

大阪大学超高压電子顕微鏡センター 保田 英 洋
 鳥取大学大学院工学研究科 薄 井 洋 行

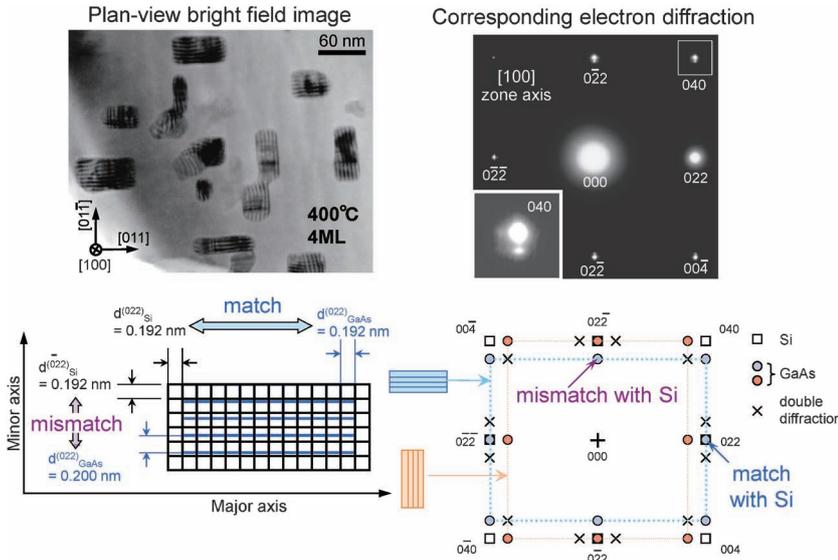


Fig. 1 Si(100)上に成長した hut cluster 型 GaAs ナノ結晶の(a)明視野像, および(b)電子回折図形.

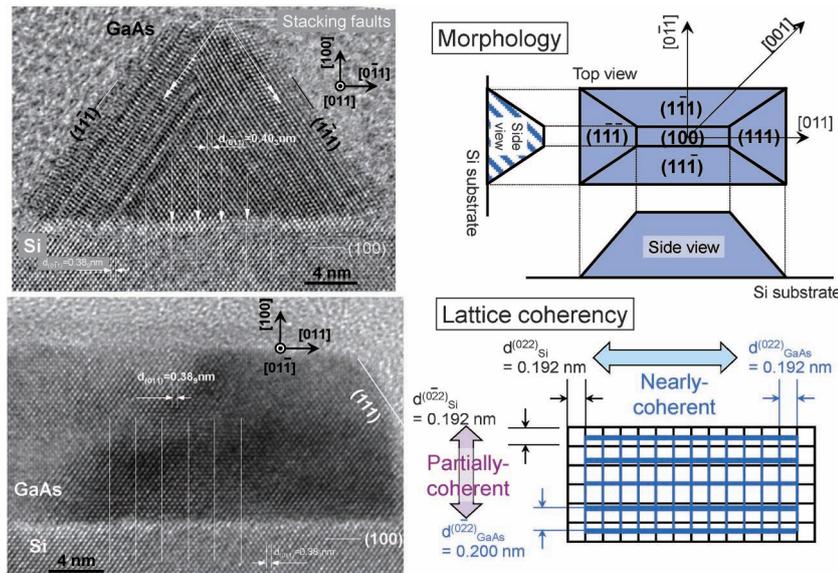


Fig. 2 GaAs ナノ結晶の[011]ならびに[00 $\bar{1}$]方向からのHREM像, およびナノ結晶の形態と格子整合性に関する模式図.

基板と異なる格子定数をもつナノ結晶を基板上に形態を制御してヘテロ成長させるためには, 格子歪みがナノ結晶の成長に与える影響についての知見を得ることが重要である. 本研究では, Si(100)表面に約4%格子定数の大きいGaAsナノ結晶を成長させて, 格子整合性の観点から形態と結晶構造について調べ, ナノ結晶のヘテロ成長における異方性について報告する⁽¹⁾.

Si(100)表面上に, GaAsナノ結晶を分子線成長法により4モノレーヤー(ML)成長させた. 成長温度は400°C, 成長速度は0.8 ML/minとした. 薄膜試料を作製後, 基板表面に垂直な<100>および平行な<011>方向からTEM観察を行った.

Si(100)表面上に結晶成長したGaAsは, (100)面を底面として4つの{111}ファセット面で囲まれたhut cluster型の形態をとる. Fig. 1(a)に示すようにGaAsナノ結晶の底面は長方形となり, その各辺は<011>方向に沿って配列する. 長軸のみに沿って約5 nmの間隔で現れる基板のSi結晶との平行モアレ縞は, 長軸に平行なGaAs{011}面間隔と短軸に平行なそれが異なることを示す. 一方, Fig. 1(b)に示す電子回折図形中には, Siの基本格子反射から2つの<011>方向に分裂した回折点が現れ, その位置はGaAsの{011}面間隔と一致した. Fig. 2はナノ結晶断面のHREM像と形態および格子整合性に関する模式図である. HREM像からhut clusterの短軸方向においては格子整合しているが, 長軸方向については格子ミスフィットが部分的に観察される. 模式図のモデルは, 単軸方向の格子整合に対して長軸方向が部分整合であることを示している.

以上の結果は, Si(100)表面に成長したGaAsナノ結晶は, 短軸に平行な{011}面のみがSi{011}面と整合するように歪んでいることを示している. この格子歪みが保持される長さの範囲においてのみ結晶は成長するため, 短軸に平行な方向への結晶の成長は抑制されている. 一方, 長軸に平行な{011}面は部分格子整合のため, 格子歪みに律速されることなく結晶成長する. この異方的な格子整合性により, ナノ結晶がアスペクト比を有するhut cluster型の形態になると考えられる.

文 献

- (1) H. Usui, H. Yasuda and H. Mori: Appl. Phys. Lett., **89** (2006), 173127.

(2016年7月5日受理)[doi:10.2320/materia.55.602]

Anisotropic Lattice Coherency of GaAs Nanocrystals Grown on Si(100) Surface; Hidehiro Yasuda* and Hiroyuki Usui** (*Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy, Osaka University, Ibaraki. **Department of Chemistry and Biotechnology, Graduate School of Engineering, Tottori University, Tottori)

Keywords: HREM (high-resolution electron microscopy), GaAs, Si, interface

TEM specimen preparation: surface cleavage, ion milling TEM utilized: HF-2000 (200 kV)

一次元金属ナノワイヤの透過型電子顕微鏡解析

九州大学大学院工学研究院 ロイアヒン
 インド理科大学院材料研究センター トリパシィシャリニ
 九州大学大学院工学研究院 佐藤幸生 金子賢治

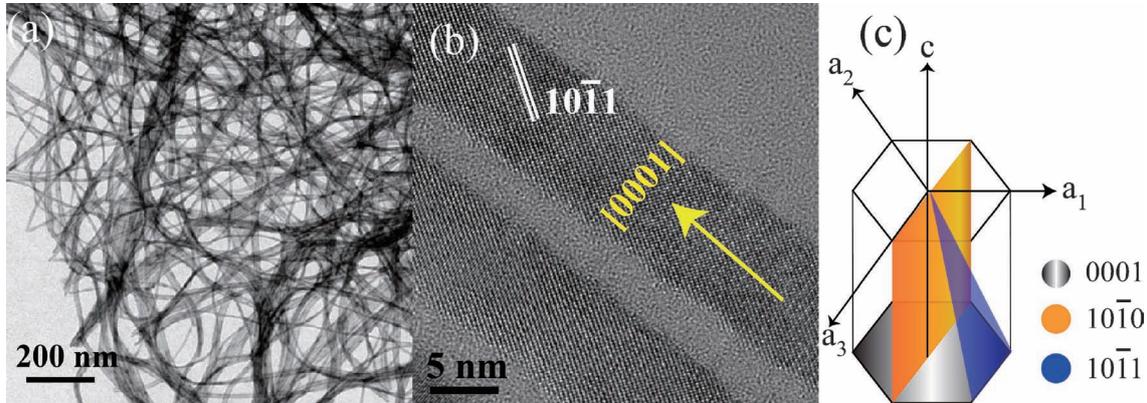


Fig. 1 Te ナノワイヤの(a)明視野 TEM 像および(b)高分解能 TEM 像. (c) Te の結晶構造における{0001}, {10 $\bar{1}$ 0}, {10 $\bar{1}$ 1}を模式的に示した図.

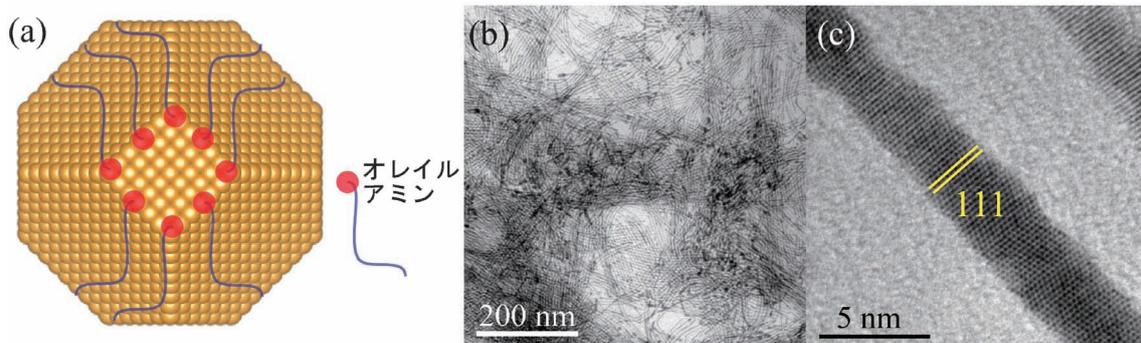


Fig. 2 (a) オレイルアミンでキャップした Au ナノ粒子の模式図. Au ナノワイヤの(b)明視野 TEM 像ならびに(c)高分解能 TEM 像.

低次元ナノ材料は特異な物理的・化学的性質を示すことから近年熱心に研究がなされているが、その合成法には材料の形状を制御できることや安価であることなどが望まれる。このような観点から、我々は湿式化学合成プロセスにより1次元金属ナノワイヤを合成している⁽¹⁾⁽²⁾。

金属 Te のナノワイヤは Na_2TeO_3 を水熱合成により還元することで得られる (Fig. 1(a))。高分解能 TEM 観察の結果、[0001]方向へ優先成長していることが明らかになったが (Fig. 1(b))、これは Te が三方晶の結晶構造を有していることに依る (Fig. 1(c))。一方で、我々は立方晶の Au でもナノワイヤの合成に成功した。あらかじめオレイルアミンでキャップをし

た Au ナノ粒子を合成し (Fig. 2(a))、オレイルアミンを選択的に除去する二段階プロセスで Au ナノワイヤを合成できる (Fig. 2(b))。高分解能 TEM 観察から、Au ナノワイヤは[111]方向に成長しており多数の双晶を有していることが明らかとなった (Fig. 2(c))。

文 献

- (1) A. Roy, T. Pandey, N. Ravishankar and A. K. Singh: AIP Advances, **3**(2013), 032131.
- (2) A. Halder and N. Ravishankar: Adv. Mater., **19**(2007), 1854–1858.

(2016年7月22日受理)[doi:10.2320/materia.55.603]

Transmission Electron Microscopic Analysis of One-dimensional Metal Nanowire: The Case of Tellurium and Gold; Ahin Roy*, Shalini Tripathi**, Yukio Sato* and Kenji Kaneko* (*Department of Materials Science and Engineering, Kyushu University, Fukuoka. **Materials Research Centre, Indian Institute of Science, Bangalore, India)

Keywords: *transmission electron microscopy, tellurium, gold, nanowire*

TEM specimen preparation: Dropcast and drying

TEM utilized: Tecnai-F30 (300 kV)

二重複相 Ni₃Al-Ni₃V 金属間化合物合金におけるナノヘテロ微細組織

東北大学金属材料研究所 千星 聡
 大阪府立大学工学研究科 金野 泰幸 高杉 隆幸

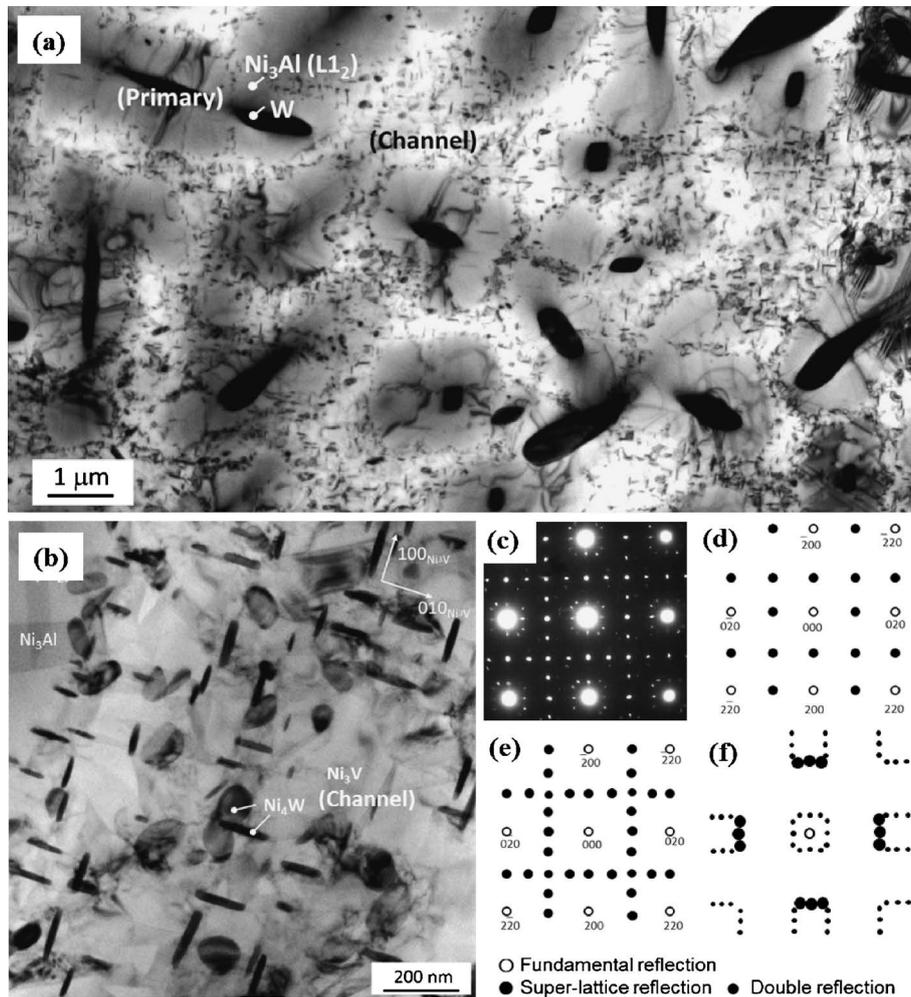


Fig. 1 1248 Kで時効熱処理したNi-10Al-15V-3W合金(at%)の透過型電子顕微鏡像。(a)明視野像(mag. 10k)。数μmの初析(Ni₃AlとWの複合相)と、その間隙のチャンネル部から構成される。(b)チャンネル部明視野像(mag. 80K)。チャンネル部主要相のNi₃V中に円盤状Ni₄Wが微細に析出。Ni₄Wは母相Ni₃Vの{100}上に優先的に形成。(c)チャンネル部の制限視野電子回折図形(入射方向001)。(d),(e),(f)それぞれNi₃Al, Ni₃V, Ni₄Wの電子回折図形模式図(いずれも入射方向001)。

Wを添加したNi₃Al(L₁₂)-Ni₃V(D0₂₂)系の二重複相金属間化合物合金でみられるナノヘテロ微細組織の形成過程を透過型電子顕微鏡観察法により明らかにした。本合金をアーク溶解後に1553 Kで熱処理すると初析相としてCuboidal状のNi₃Alと棒状のWが、初析相の間隙(チャンネル部)にNi₃AlとNi₃Vの共析組織が形成する。更に、本合金を1248 Kで時効熱処理を行うと、チャンネル部主要相Ni₃V中に直径約100 nmの微細な円盤状析出物が高密度で分散する(Fig. 1)。制限視野電子回折図形により円盤状析出物はNi₄W(斜方晶)と同定される。Ni₄WはNi₃Vの{100}

面上に整合性良く析出する。このように、本合金系ではNi₃Al, W, Ni₃V, Ni₄W相がマルチスケールで階層化した組織を形成していることが分かる。このようなナノヘテロ微細組織の発現により、本合金の機械的特性は著しく向上する。

文 献

- (1) D. Edatsugi, Y. Kaneno, S. Semboshi and T. Takasugi: Metall. Mater. Trans. A, 47(2016), 998-1008.
 (2016年7月12日受理)[doi:10.2320/materia.55.604]

Nano-hetero Microstructure of Dual Two-phase Ni₃Al-Ni₃V Intermetallic Alloys; Satoshi Semboshi*, Yasuyuki Kaneno** and Takayuki Takasugi** (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sakai. **Osaka Prefecture University, Sakai)
 Keywords: Ni-based intermetallics, aging, transmission electron microscopy (TEM), selected area diffraction pattern (SADP)
 TEM specimen preparation: electro-polishing, Ar ion milling
 TEM utilized: JEOL JEM-2010 (200 kV)

原子分解能 EDS (energy-dispersive X-ray spectroscopy) による Al-Co-Ni 近似結晶中の Co, Ni 原子の規則配列

日本電子株式会社 安原 聡
東北大学金属材料研究所 湯蓋 邦夫
東北大学 平賀 賢二

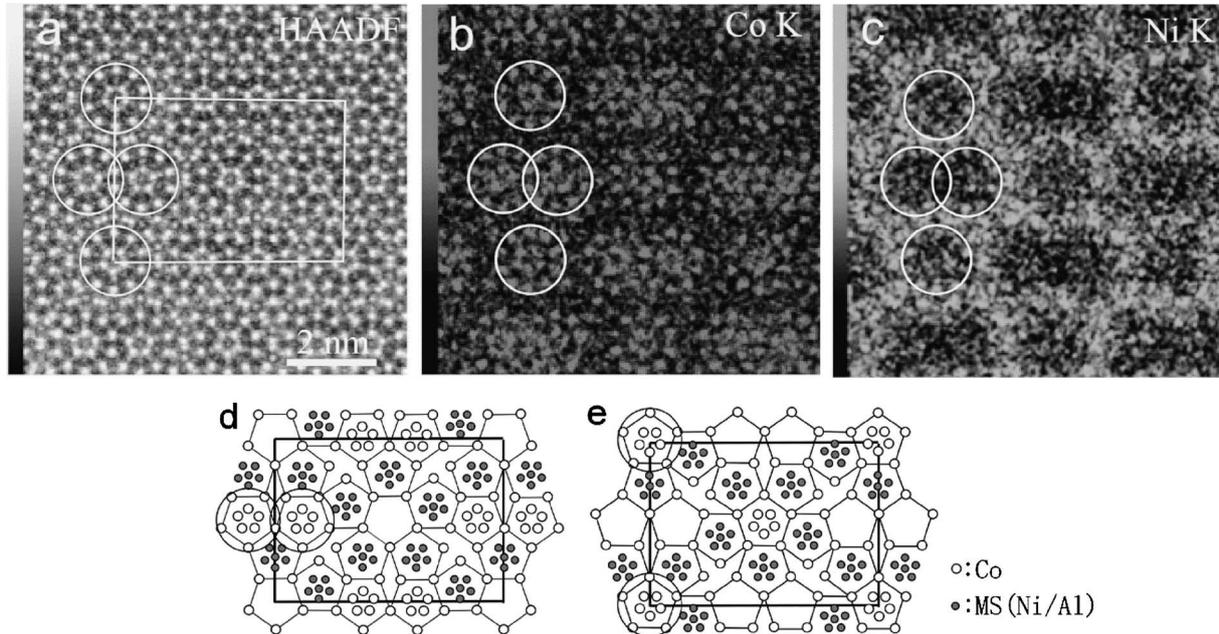


Fig. 1 Al-Co-Ni 近似結晶の b 軸(偽10回回転軸)入射で撮られた HAADF-STEM 像(a), および Co と Ni 元素の EDS マップ(b), (c). HAADF-STEM 像(a)の輝点の配列から導かれた b 軸に沿う二枚の原子面の遷移金属(TM)原子, および TM と Al 原子による mixed site (MS) の配列(d), (e). Co と Ni 元素の EDS マップ(b), (c)から, 五角形準周期格子上的 TM 原子位置(図(a), (b)および(c)中に○で示す部分)に Co が, MS 位置には Ni が濃化していることがわかる.

Al-Co-Ni 合金系には, Co/Ni 組成比によって多くの異なる構造の二次元準結晶が現れる. このことから, 準結晶の安定性に Co と Ni 原子の規則配列が関与していると考えられてきた. しかし, 原子番号が隣接する Co と Ni 原子の配列を明らかにすることは依然困難な問題として残っていた. この課題に対し, 収差補正電子顕微鏡を用いた原子レベルでの分解能を有する EDS 分析により, Al-Co-Ni 二次元準結晶に関連した近似結晶の Co と Ni 原子の規則配列を明らかにしたものである⁽¹⁾.

近年, EDS 検出器の高速化, 高感度化, また球面収差補正装置と電界放射型電子銃によりもたらされる強く細い電子ビームを用いることで, 原子スケールでも EDS による元素分布の解析が可能となってきた.

しかし, その応用は強い電子ビームが試料の局部に集中するため, 長い計測時間の照射に耐えうる特殊な物質に限定され, 電子ビームで容易に損傷を受ける一般の物質への応用は難しいと考えられてきた. この問題を克服するため, 1 回の測定時間を極力短くし, 試料にダメージが導入される前に新規の領域に移動し, データを蓄積, 60視野のデータを積算することによって, 原子分解能で Co, Ni の元素分布を得ることに成功した.

文 献

- (1) A. Yasuhara, K. Yubuta and K. Hiraga: *Philos. Mag. Lett.*, **94** (2014), 539–547.
(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.605]

Ordered Arrangement of Co and Ni Atoms of an Al-Co-Ni Crystalline Approximant by Atomic-resolution Energy-dispersive X-ray Spectroscopy; Akira Yasuhara*, Kunio Yubuta** and Kenji Hiraga** (*EM Application Department, JEOL Ltd., Tokyo. **Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: *energy-dispersive X-ray spectroscopy, EDS (energy dispersive X-ray spectroscopy), Al-Co-Ni crystalline approximant, atomic-resolution EDS*

TEM specimen preparation: dispersing crushed materials on holey carbon film TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV)

収差補正走査型透過電子顕微鏡による Al-Co-Ni 近似結晶の構造解析

東北大学 平賀賢二
 日本電子株式会社 安原 聡
 東北大学金属材料研究所 湯蓋邦夫

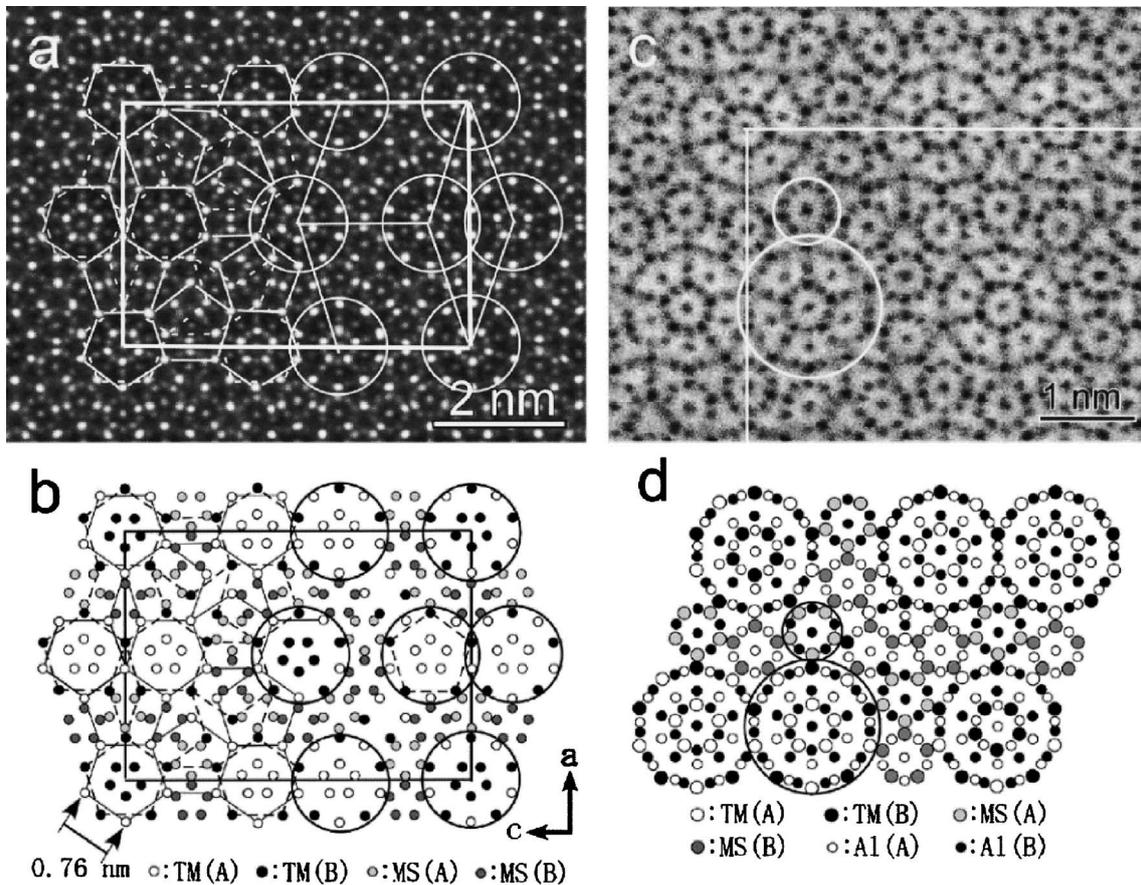


Fig. 1 Al-Co-Ni 近似結晶の b 軸(偽10回回転軸)入射で撮られた HAADF-STEM 像(a)と ABF-STEM 像(c). (a) から導かれた遷移金属(TM)原子および mixed site(MS)の配列(b)と, (c)から導かれた TM と Al 原子および MS の配列(d). (c), (d)は単位胞の一部を示した.

収差補正走査型透過電子顕微鏡(STEM)の高い分解能と, 原子番号 Z の 2 乗に比例するコントラストを形成する high-angle annular detector dark-field (HAADF) 像と Z の $1/3$ 乗のコントラストの annular bright-field (ABF) 像の両観察から, Al-Co-Ni 2 次元準結晶に関係した近似結晶の構造を解析したものである⁽¹⁾. Fig. 1 の HAADF-STEM 像(a)の輝点の配列から, (b)に示した, b 軸方向に積層した A と B 原子面の遷移金属(TM)原子とおよび Al と TM 原子の

mixed sites (MSs)の配列が導かれた. ABF 像(c)の暗点の配列から, TM 原子と MSs および Al 原子の配列(d)が導かれた.

文 献

- (1) A. Yasuhara, K. Yubuta and K. Hiraga: *Philos. Mag. Lett.*, **94** (2014), 539-547.
 (2016年7月22日受理)[doi:10.2320/materia.55.606]

Crystal Structure Analysis of an Al-Co-Ni Crystalline Approximant by Cs-corrected Scanning Transmission Electron Microscopy; Kenji Hiraga*, Akira Yasuhara** and Kunio Yubuta* (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **EM Application Group, JEOL Ltd., Akishima)

Keywords: Al-Co-Ni crystalline approximant, crystal structure, decagonal quasicrystal, Cs-corrected STEM (scanning transmission electron microscope)

TEM specimen preparation: dispersing crushed materials on holey carbon films

TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV)

収差補正走査型透過電子顕微鏡による Al-Rh-Cu 二次元準結晶の Rh, Cu 原子配列

東北大学 平賀 賢二
日本電子株式会社 安原 聡

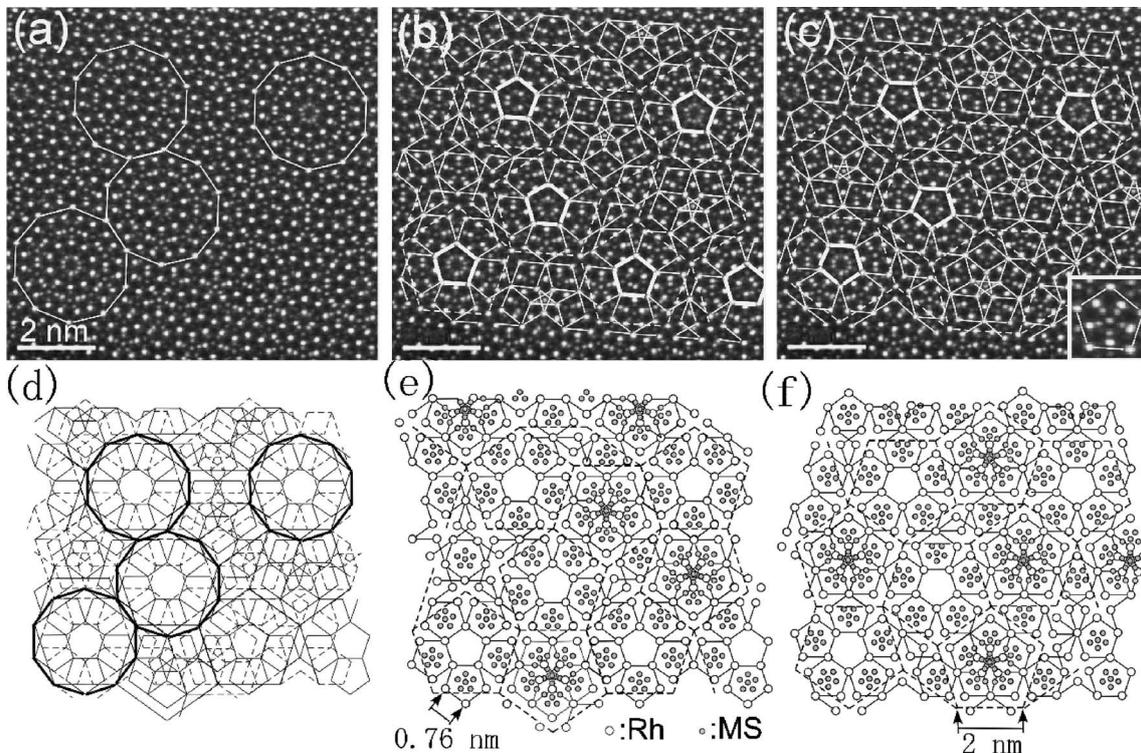


Fig. 1 Al-Rh-Cu 二次元準結晶の HAADF-STEM 像(a), (b), (c)と、それから得られた A 面(e)と B 面(f)の Rh 原子と MS の配列. (d)は(e)と(f)の準格子の投影.

収差補正走査型透過電子顕微鏡(STEM)を用いて撮られた、Al-Rh-Cu 二次元準結晶の周期軸入射の High-angle annular detector dark-field(HAADF)観察像から Rh 原子と Al, Cu 原子の mixed site(MS)の配列を明らかにしたものである⁽¹⁾. Fig. 1 の HAADF-STEM 像内の強いコントラストの輝点を結んでできる 2 種類の 0.76 nm ボンド長の準周期格子(b), (c)は、周期軸方向に積層した A 面(e)と B 面(f)の Rh 原子の準周期格子に対応する. (b)の五角形準周期格子の下向きの五角形タイルおよび(c)の上向き五角形タイル内に、(c)の右下に挿入した拡大写真に示したように、輝点の 2 重五角形配列が存在し、その内側の比較的弱い輝点が MS に対応する. (e)と(f)

の 0.76 nm ボンド長の準周期格子内の星型五角形の中心を結ぶと、 τ^2 -inflated(2 nm ボンド長の)準周期格子(A 面と B 面では異なる)ができる. A 面と B 面の 0.76 nm ボンド長の準周期格子の投影図(d)に、10 回回転対称の 3.2 nm 直径の正10角形クラスターが現れている.

文 献

- (1) K. Hiraga, A. Yasuhara, K. Yamamoto and K. Yubuta: *Philos. Mag.*, **95** (2015), 1524–1535.
(2016年 7 月 22 日受理) [doi:10.2320/materia.55.607]

Arrangement of Rh and Cu Atoms in an Al-Rh-Cu Decagonal Quasicrystal by Cs-corrected STEM; Kenji Hiraga* and Akira Yasuhara**
(*Tohoku University, Sendai. **EM Application Group, JEOL Ltd., Akishima)

Keywords: Al-Rh-Cu, decagonal quasicrystal, Cs-corrected STEM, scanning transmission electron microscopy

TEM specimen preparation: dispersing crushed materials on a holey carbon film

TEM utilized: JEM-ARM200F (200 kV)

原子分解能 EDS (Energy-dispersive X-ray spectroscopy) による Al-Pd-Mn 二次元準結晶の Pd, Mn 原子の配列

日本電子株式会社 安原 聡
東北大学 平賀 賢二

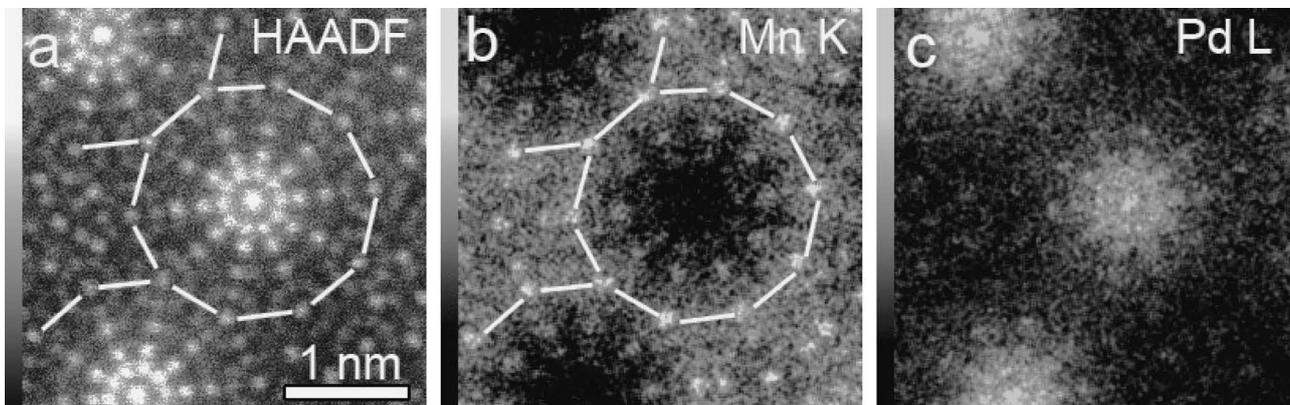


Fig. 1 周期軸入射により取得された Al-Pd-Mn 二次元準結晶の HAADF-STEM 像(a)および Mn, Pd の EDS マップ(b), (c). 各元素マップは、マッピング取得中 STEM 像(a)に見られるローカルな局所構造が同ピクセル位置になるよう試料を移動し、常にダメージを受けていないフレッシュな領域で取得された34視野の EDS マップを積算し、得られたものである。

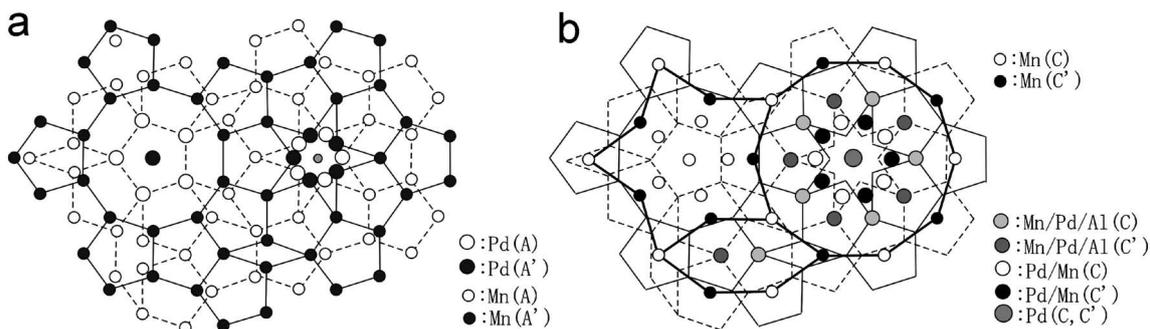


Fig. 2 Fig. 1 の HAADF-STEM 像と EDS マップから導かれた Pd, Mn 原子面(A, A', C, C')の原子配列. Al, Mn, Pd の3元素による混合サイト(Mn/Pd/Al), および Mn, Pd の2元素から構成される混合サイト(Pd/Mn)が存在する。

原子レベルでの EDS 測定時には、強い電子ビームと長い計測時間を必要とする。この強い電子ビームによる試料損傷を避けるため、一回の測定時間を短縮し、ダメージを受けていない結晶単位胞から多数のデータを積算することにより、原子スケールで Al-Co-Ni 近似結晶の元素分布の測定に成功してきた⁽¹⁾。

この方法を応用し、Al-Pd-Mn 二次元準結晶に頻繁に現われるローカル構造に注目し、元素分布の解析を行った。注目するローカル構造がマッピング取得中に同じピクセル位置になるよう試料移動を行い、34視野のフレッシュな領域から取得された EDS データを積算することにより原子分解能での元素マップを取

得することに成功した。Pd と Mn の元素マップから、Al-Pd-Mn 二次元準結晶中の Mn, Pd 原子面での Mn, Pd 原子位置を明らかにし、Al と Mn, Pd の3元素による混合サイト(Mn/Pd/Al)および Mn, Pd の2元素により構成される混合サイト(Pd/Mn)の配列を明らかにすることができた⁽²⁾。

文 献

- (1) A. Yasuhara, K. Yubuta and K. Hiraga: *Philos. Mag. Lett.*, **94** (2014), 539-547.
- (2) A. Yasuhara and K. Hiraga: *Philos. Mag.*, **95** (2015), 1511-1523.

(2016年7月28日受理) [doi:10.2320/materia.55.608]

Arrangement of Mn and Pd Atoms of an Al-Pd-Mn Decagonal Quasicrystal by Atomic-resolution Energy-dispersive X-ray Spectroscopy; Akira Yasuhara*, Kenji Hiraga** (*EM Application Department, JEOL Ltd., Tokyo. **Tohoku University, Sendai)
Keywords: atomic-resolution energy-dispersive X-ray spectroscopy, EDS (energy dispersive spectroscopy), Al-Pd-Mn, decagonal quasicrystal
TEM specimen preparation: dispersing crushed materials on holey carbon film TEM utilized: Cs-corrected STEM (JEM-ARM200F)

立方晶窒化ホウ素中に形成された複合点欠陥

東京大学総合研究機構 石川 亮 柴田直哉 幾原雄一
東京工業大学応用セラミックス研究所 大場史康
モナッシュ大学 Scott D. Findlay
物質・材料研究機構 谷口 尚 京都大学大学院工学系研究科 田中 功

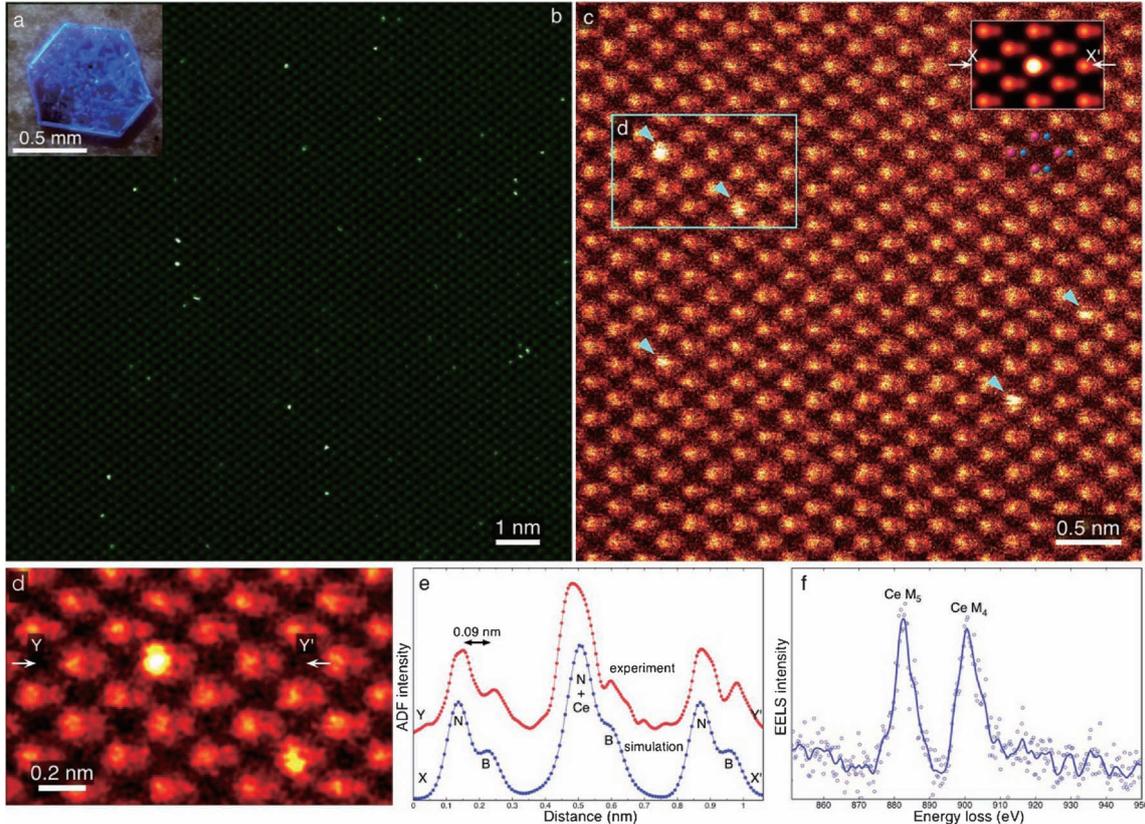


Fig. 1 (a)cBN:Ceのカソードルミネッセンス像, (b), (c), (d)cBNの[110]入射 ADF STEM 像および(e)強度プロファイル. (f)Ce 単原子から得られた Ce-M 端 EELS スペクトル.

ワイドギャップの透明絶縁体に希土類などの発光元素をドーピングすることにより, 種々の発光体が作製されている. 我々は, 高温高压法により合成した青色発光を示す Ce を添加した立方晶窒化ホウ素(cBN)の発光起源を明らかにするため, 走査透過型電子顕微鏡および系統的な第一原理計算による局所構造解析を行った⁽¹⁾.

Fig. 1(a)はカソードルミネッセンス像であるが, 単結晶全体が青色に発光し, Ce が試料全体にドーピングされていることが分かる. Fig. 1(b), (c)に[110]入射の原子分解能 ADF STEM 像を示す. これより, Ce 原子が金属クラスタを形成することなく単原子状態で分布しており, 0.09 nm のダンベル状に配列したホウ素(Z=5)と窒素(Z=7)が明瞭に分解されていることが分かる(ダンベルの明るいコントラストが窒素原子コラム). 図中に矢印で示すように, 非常に明るい輝点を示す原子コラムが点在しており, すべての Ce 単原子が左側の窒素サイトを占有している. このことは, 実験像と計算像との強度プロファイルを比較した

Fig. 1(d), (e)からも確認できる. Fig. 1(f)は, 孤立した Ce 単原子一個から得られた EEL スペクトルであるが, $M_{4,5}$ 端のピーク位置および M_5/M_4 の強度比から cBN 結晶中の Ce の価数状態は $3+$ であると結論できる.

第一原理計算においても, 形成可能な点欠陥構造を独立に検討した結果, 最安定構造は $(Ce_N-4V_B)^{6-}$ であり, Ce の置換サイトおよび価数状態が実験と良い一致を示した. 希土類元素は母格子に対して原子半径が大きいため, Ce がアニオンのアンチサイトを置換し, かつ周囲の4つのホウ素サイトに原子空孔を伴うという極めて複雑な複合点欠陥構造を有していることが明らかとなった.

文 献

- (1) R. Ishikawa, N. Shibata, F. Oba, S. D. Findlay, T. Taniguchi, I. Tanaka and Y. Ikuhara: Phys. Rev. Lett., **110**(2013), 065504.
(2016年7月20日受理)[doi:10.2320/materia.55.609]

Complex Point Defect Structure in Cubic Boron Nitride; Ryo Ishikawa*, Naoya Shibata*, Fumiyasu Oba**, Scott D. Findlay***, Takashi Taniguchi****, Isao Tanaka***** and Yuichi Ikuhara* (*Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo. **Tokyo Institute of Technology, Tokyo. ***Monash University, Victoria, Australia. ****National Institute of Materials Science, Tsukuba. *****Kyoto University, Kyoto)

Keywords: atomic-resolution ADF STEM (annular dark-field scanning transmission electron microscopy), EELS (electron energy-loss spectroscopy), single atom imaging, high-pressure and high-temperature synthesis, optical luminescence

TEM specimen preparation: Ar-ion thinning

TEM utilized: JEM ARM200CF (200 kV), Gatan Enfinity EELS spectrometer

ABF-STEM 法によるアルミナ{1100}積層欠陥の構造解析

東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 栃木 栄太 柴田 直哉 幾原 雄一
 豪州モナシュ大学 フィンドレー スコット
 日本電子株式会社 奥 西 栄 治
 東京大学生産技術研究所 溝 口 照 康
 名古屋大学大学院工学研究科 中 村 篤 智

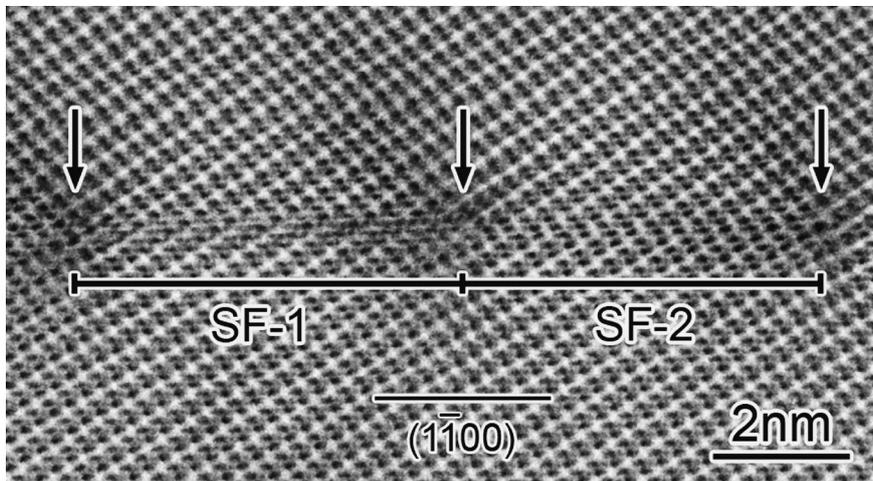


Fig. 1 $b=[\bar{1}\bar{1}00]$ 刃状転位の ABF-STEM 像. 転位は $(1\bar{1}00)$ 面上に 2 種類の積層欠陥(SF-1, SF-2)を伴って 3 本の部分転位へと分解している.

アルミナ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)は構造用セラミックスとして広く実用に供されている. アルミナの高温機械特性を理解するためには, 転位の挙動を明らかにすることが重要である. 本研究では, $b=\langle 1\bar{1}00\rangle$ 転位の分解反応に伴って形成される $\{1\bar{1}00\}$ 面上の積層欠陥の原子構造を同定することを目的として, $\{1\bar{1}00\}/\langle 11\bar{2}0\rangle$ 小傾角粒界中に配列する $\langle 1\bar{1}00\rangle$ 刃状転位を環状明視野走査透過型電子顕微鏡法(ABF-STEM法)により解析した⁽¹⁾.

Fig. 1 は $[\bar{1}\bar{1}20]$ 方向から観察した $[1\bar{1}00]$ 刃状転位の ABF-STEM 像である. 転位は 3 本の $1/3[1\bar{1}00]$ 部分転位へと分解しており, 部分転位間に 2 種類の $(1\bar{1}00)$ 積層欠陥(SF-1, SF-2)が形成されている. 積層欠陥の原子構造を同定するため, 第一原理計算により構築された構造モデル⁽²⁾を用い, ABF-STEM シミュレーションを行った. Fig. 2 は SF-1 のシミュレーション像(上)および実験像(下)である. また, 図中右側に対応する構造モデルを示している. 両者は良く一致しており, SF-1 の積層構造は ...ABCCABC... であることが明らかとなった. Fig. 3 は SF-2 のシミュレーション像および実験像である. この場合も同様に, 両者は良く一致しており, SF-2 の積層構造は ...ABCBCABC... であることが明らかとなった.

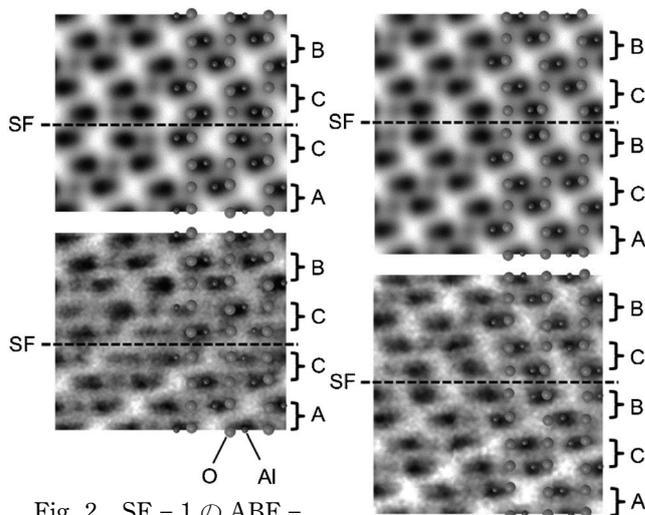


Fig. 2 SF-1 の ABF-STEM シミュレーション像(上)および実験像(下).

Fig. 3 SF-2 の ABF-STEM シミュレーション像(上)および実験像(下).

文 献

- (1) E. Tochigi, *et al.*: AIP Conf. Proc., **1763**(2016), 050003.
- (2) E. Tochigi, *et al.*: Acta Mater., **58**(2010), 208-215.
 (2016年7月22日受理) [doi:10.2320/materia.55.610]

ABF-STEM Characterization of the $\{1\bar{1}00\}$ Stacking Fault in Alumina; Eita Tochigi*, Scott D. Findlay**, Eiji Okunishi***, Teruyasu Mizoguchi****, Atsutomo Nakamura*****, Naoya Shibata* and Yuichi Ikuhara* (*Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo. **School of Physics and Astronomy, Monash University, Victoria, Australia. ***JEOL Ltd., Tokyo. ****Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Tokyo. *****Department of Materials Science and Engineering, Nagoya University, Nagoya)
 Keywords: ABF-STEM (annular bright field scanning transmission electron microscopy), alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), stacking fault, dislocation
 TEM specimen preparation: Mechanical grinding, Ar ion milling
 TEM utilized: ARM-200F (200kV, JEOL)

溶融接合された金属/窒化物界面の原子分解能 STEM-EDS マッピング

東京大学大学院工学系研究科 熊本明仁 柴田直哉 名雪桂一郎 藤平哲也 幾原雄一
三菱マテリアル株式会社中央研究所 寺崎伸幸 長友義幸 長瀬敏之
秋山和裕 黒光祥郎

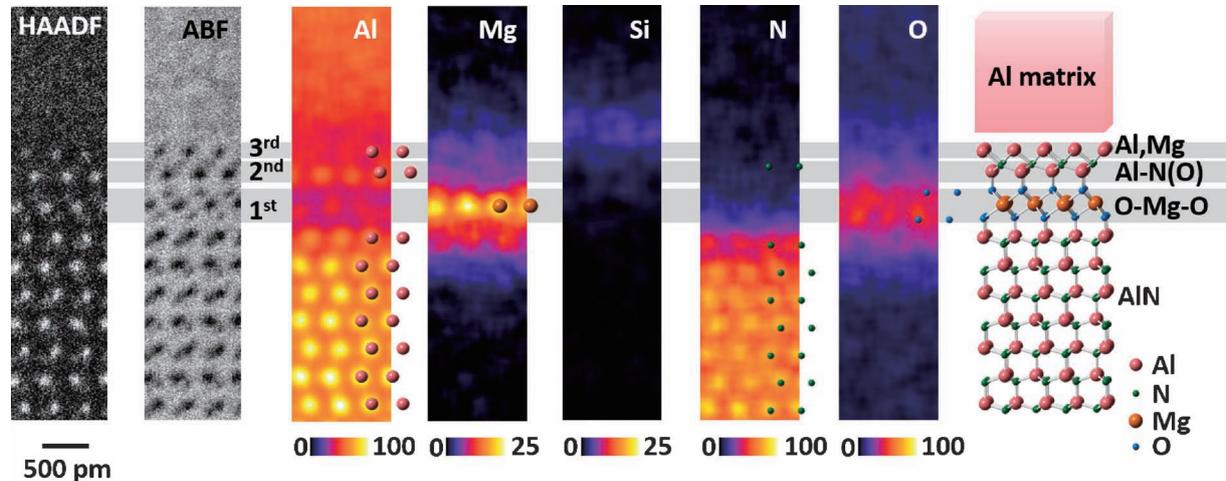


Fig. 1 Al 合金と AlN 単結晶界面の原子分解能 STEM-EDS マッピング. 左から順に HAADF 像, ABF 像, 対応する Al, Mg, Si, N, O の EDS マップ及び構造モデル.

添加元素や不純物を含む結晶の接合界面には、複数の元素が関与し、バルク結晶とは異なる界面構造の形成が期待される。この複雑な界面の構造解析には、原子分解能での元素識別を可能にする STEM が極めて有効である。我々は、総面積 200 mm² の大口徑シリコンドリフト型 EDS 検出器を搭載した収差補正 STEM により、JIS 規格 Al 合金(A6063)と AlN 単結晶基板の溶融接合界面における原子レベルでの構造解析に成功した⁽¹⁾。

Fig. 1 は、上記 Al 合金と AlN 単結晶との溶融接合界面の STEM-EDS マッピングの結果を示している。高角散乱環状暗視野(HAADF)像の明るい点と環状明視野(ABF)像の暗い点状のコントラストから、界面には AlN 結晶にコヒーレントな 1st, 2nd 及び 3rd の層状の遷移構造を形成していることがわかる。さらに STEM-EDS マップでは、Al 合金中に含まれていた Mg(0.42原子%)は、接合により AlN 単結晶との界面に単原子層だけ偏析しているが、Si(0.38原子%)は、Al 合金側に極大分布を示し界面遷移構造に寄与していないことがわかる。また、軽元素である N 元素マップは AlN のウルツ鉱型構造の N 原子カラムに対応し、O 元素マップは界面で Mg 単原子層構造の周囲近傍に分布していることがわかる。このような原子レベルでの構造の可視化により、幾つかの単純

な界面原子モデルを構築し、第一原理計算による接合強度の安定性が評価できるようになる。我々は、極性を考慮した AlN, MgO, Al の異なるバルク結晶間での界面スラブモデルを用い、それぞれの固着エネルギーの評価を行ったところ、Al-AlN 系の接合界面に O-Mg-O の遷移構造を形成することで極めて強固な接合を実現できることを見出した。

溶融接合はプロセスが単純であることから絶縁回路基板の製造において実用に至っている⁽²⁾。今回用いた Al 合金は、JIS 規格内で多数の不純物金属元素を含んでいる。原子分解能 STEM-EDS はこれらの金属元素も分析対象にしているが、原子的操作を施すことができない溶融接合であるにもかかわらず、Al, Mg, N, O の特定の元素のみが安定な界面構造形成に寄与していることが明らかになった。このように溶融接合界面構造を原子レベルにて解析することによって、実用材料の接合信頼性向上のための理論的材料設計指針を得ることができた。

文 献

- (1) A. Kumamoto, *et al.*: Sci. Rep., **6**(2016), 22936.
- (2) Y. Kuromitsu, *et al.*: 6th Int. Conf. Integrated Power Electronics, (2010).

(2016年7月25日受理)[doi:10.2320/materia.55.611]

Atom-resolved STEM-EDS Mapping of a Liquid-phase Bonded Metal/Nitride Heterointerface; Akihito Kumamoto*, Naoya Shibata*, Kei-ichiro Nayuki*, Tetsuya Tohei*, Nobuyuki Terasaki**, Yoshiyuki Nagatomo**, Toshiyuki Nagase**, Kazuhiro Akiyama**, Yoshirou Kuromitsu** and Yuichi Ikuhara* (*Institute of Engineering Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, Tokyo. **Central Research Institute, Mitsubishi Materials Corporation, Ibaraki)

Keywords: scanning transmission electron microscopy (STEM), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), metal/ceramic interface

TEM specimen preparation: Ar ion milling (1.5–5 keV, ±1.5°)

TEM utilized: JEOL JEM-ARM200F (200 kV)

サメの歯のエナメル質の原子構造

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 陳 春林
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 高野吉郎
東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 斎藤光浩 藤平哲也 幾原雄一

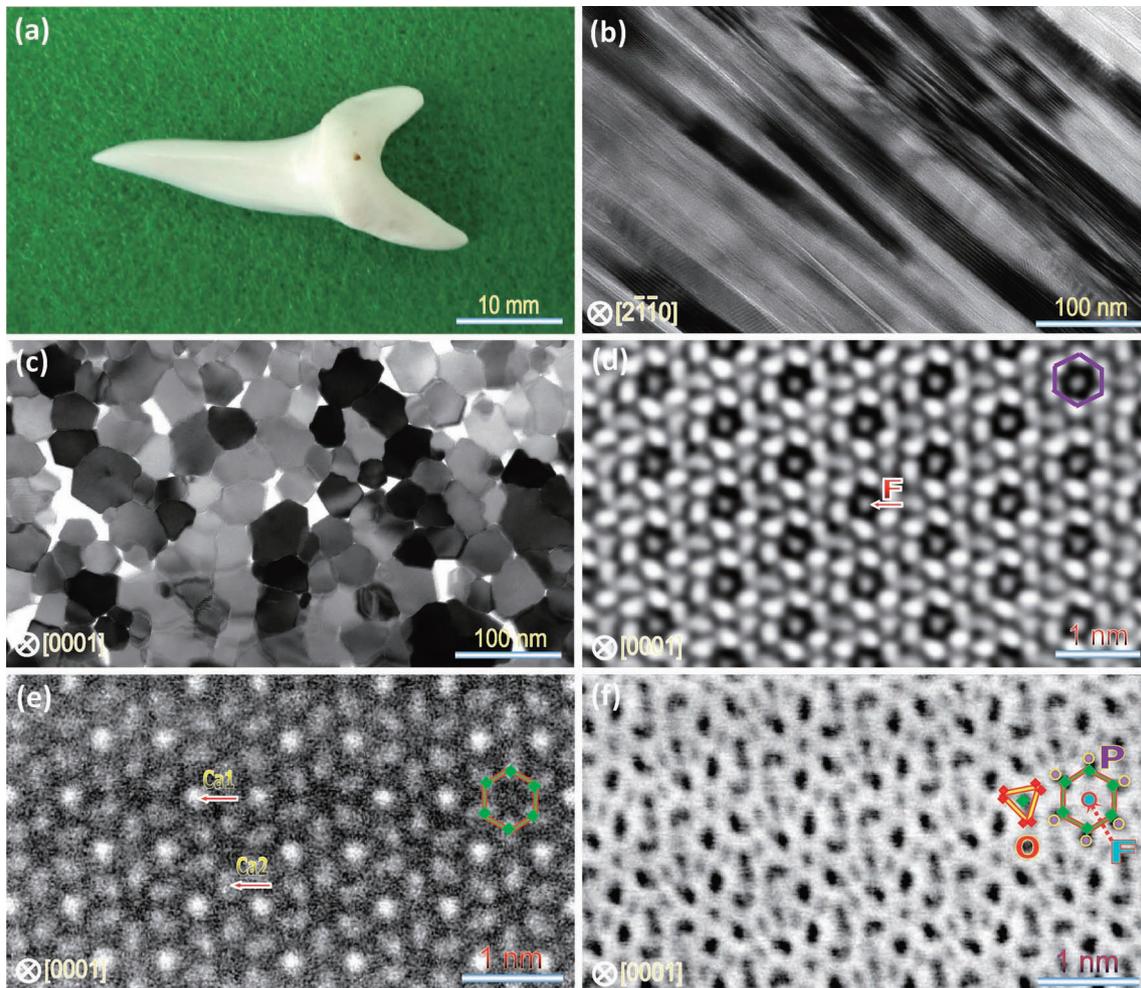


Fig. 1 サメの歯の実像および電子顕微鏡像 (JEM-ARM200CF, 200 kV). (オンラインカラー)

歯の最表層は生体材料の中で最も高硬度のエナメル質で覆われており、エナメル質に存在するフッ素がカルシウムの溶出を阻止することで虫歯予防に効果を発揮すると言われている。しかしながら、生体材料は高エネルギービームにより損傷を受けやすく、原子レベルの構造や構成元素の結合状態については未解明である。

サメの歯 (Fig. 1(a)) をイオン研磨・薄片化し、エナメル質構造を低倍率で観察したところ、直径 50 nm 程の柱状フッ化アパタイト ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) の束が多結晶体を構成することが分かった (Fig. 1(b), (c))。結晶の長軸方向と咀嚼方向がほぼ一致し、高強度を発現している。この柱状結晶を球面収差補正走査透過型電子顕微鏡 (JEM-ARM200CF, 200 kV) により観察を行った。高速計測および低ドーズイメージング ($3.7 \times$

$10^{27} \text{ e}^-/\text{s m}^2$) により、照射ダメージを抑えて微細原子構造を捉えることに成功した。さらに高分解能観察と元素分析により、F 原子の周りを Ca, P, O 原子が取り囲んでいることが分かった (Fig. 1(d))。高角度環状暗視野法による STEM 像 (Fig. 1(e)) では比較的重い Ca 原子が白い輝点として捉えられ、環状明視野法による STEM 像 (Fig. 1(f)) では軽元素の F および O 原子が黒い点として観察できた。理論計算の結果、Ca 原子が形成する六角形の中心に F 原子が存在することで共有結合性を発現することが明らかとなった⁽¹⁾。

文 献

- (1) C. Chen, Z. Wang, M. Saito, T. Tohei, Y. Takano and Y. Ikuhara: *Angew. Chem.*, **53** (2014), 1543-1547.
(2016年7月25日受理) [doi:10.2320/materia.55.612]

Atomic Resolution Imaging of Enamel in Shark Teeth; Chunlin Chen*, Mitsuhiro Saito**, Tetsuya Tohei**, Yoshiro Takano*** and Yuichi Ikuhara*,** (*Advanced Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo. ***Graduate School of Tokyo Medical and Dental University, Tokyo)

Keywords: STEM (scanning transmission electron microscopy), HAADF (high-angle annular dark field), ABF (annular bright field), biomaterial TEM specimen preparation: Ar-ion thinning TEM utilized: JEOL JEM-ARM200CF (200 kV)

SrTiO₃ 薄膜における高電子移動度を導く Sr 空孔クラスターの歪み場解析

JFCC ナノ構造研究所 小林俊介 幾原雄一 山本剛久
 物質・材料研究機構ナノ材料科学環境拠点 大西 剛
 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 柴田直哉

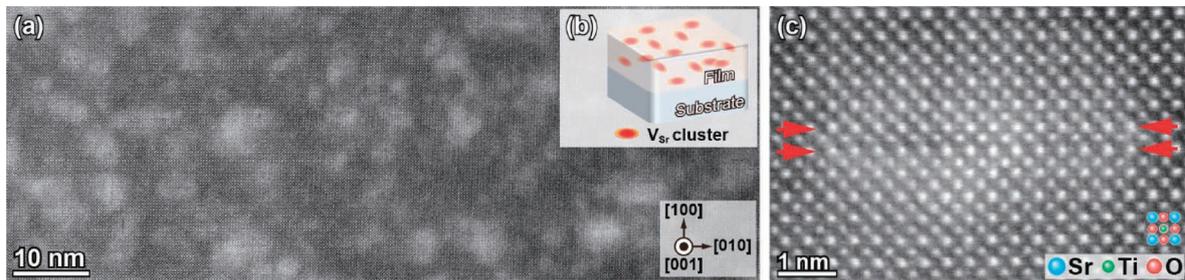


Fig. 1 (a)Sr 空孔クラスターを形成させた SrTiO₃ 薄膜の LAADF STEM 像. (b)SrTiO₃ 薄膜の模式図. (c)Sr 空孔クラスター近傍から取得した LAADF STEM 像. 図中の赤矢印は Sr 空孔濃度が高い場所を示す.

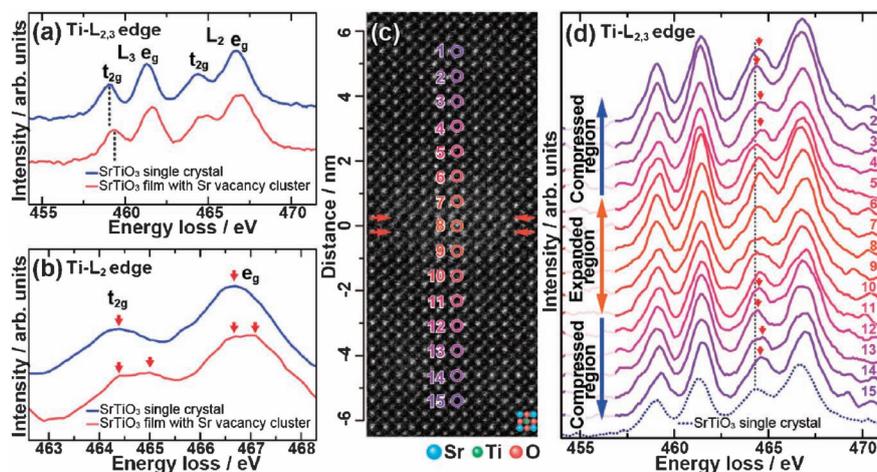


Fig. 2 SrTiO₃ 単結晶と SrTiO₃ 薄膜から取得した(a)Ti-L_{2,3} edge と(b)Ti-L₂ edge EEL スペクトル. (c)Sr 空孔クラスター近傍から取得した ADF STEM 像. 図中の赤矢印は Sr 空孔濃度が高い場所を示す. (d)SrTiO₃ 単結晶および(c)の各箇所から取得した Ti-L_{2,3} edge EEL スペクトル.

ペロブスカイト酸化物 SrTiO₃ はキャリアをドーブすることで高い電子移動度を示す。さらに、結晶に応力を加え歪ませることによってバンド構造が変化し移動度が向上する。本研究では欠陥構造(Sr 空孔クラスター)を導入することで結晶内部に歪み場を形成させ高移動度 SrTiO₃ 薄膜の作製に成功した⁽¹⁾。この Sr 空孔クラスターによる歪みの影響を走査型透過電子顕微鏡(STEM)と電子エネルギー損失分光法(EELS)を用いて解析した。

歪み領域を可視化する STEM 観察手法として、低角度散乱暗視野(LAADF)法がある。LAADF 法では低角度側の検出角度を使い、回折した電子も取り込むことにより、欠陥に起因した歪みコントラストの観察が可能となる。Sr 空孔クラスターを形成させた SrTiO₃ 薄膜(Fig. 1(b))を LAADF 法により観察した結果、Sr 空孔クラスターに起因した歪みコントラストが観察され(Fig. 1(a))、歪みが Sr 空孔クラスター近傍に形成していることがわかった(Fig. 1(c))。

ここで、Sr 空孔クラスターが存在すると、結晶内

に膨張と圧縮歪み領域が形成される。この歪みに起因した電子状態変化を、モノクロメーターを搭載した STEM-EELS により計測を行った。モノクロメーターにより分解能が向上し、僅かなピーク形状変化の取得が可能となる。Sr 空孔クラスターの影響により、Ti-L_{2,3} edge のピーク形状変化が観察された(Fig. 2(a), (b))。また、Sr 空孔クラスター近傍の膨張と圧縮領域において、Ti-L_{2,3} edge (Fig. 2(d)の赤矢印)が変化する。この変化は、Fig. 2(b) Ti-L₂ edge におけるピーク分裂に対応し、歪みによりバンド構造が変化していることを示唆している。

これらの解析結果から、欠陥構造である Sr 空孔クラスターを結晶内に導入することで歪み場が形成され、高移動度を示す材料開発に成功したと結論付けられる⁽¹⁾。

文 献

- (1) S. Kobayashi, *et al.*: ACS Nano, **9**(2015), 10769.
 (2016年7月25日受理)[doi:10.2320/materia.55.613]

Strain Field Analysis of High Electron Mobility-inducing Sr Vacancy Clusters in SrTiO₃ Films; Shunsuke Kobayashi*, Tsuyoshi Ohnishi**, Naoya Shibata***, Yuichi Ikuhara* and Takahisa Yamamoto* (*Nanostructures Research Laboratory, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya. **Global Research Center for Environment and Energy based on Nanomaterials Science, National Institute for Materials Science, Tsukuba. ***Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo, Tokyo)

Keywords: low-angle annular dark-field scanning transmission electron microscopy (LAADF STEM), electron energy loss spectroscopy (EELS)
 TEM specimen preparation: Wedge polishing method
 TEM utilized: ARM-200F (200 kV), JEM-2400FCS (200 kV) + Wien filter monochromator

収差補正 STEM の焦点深度が $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 合金の 板状濃化層の Z コントラストに及ぼす影響

東北大学金属材料研究所 木口 賢紀 今野 豊彦
大阪大学超高压電子顕微鏡センター 佐藤 和久

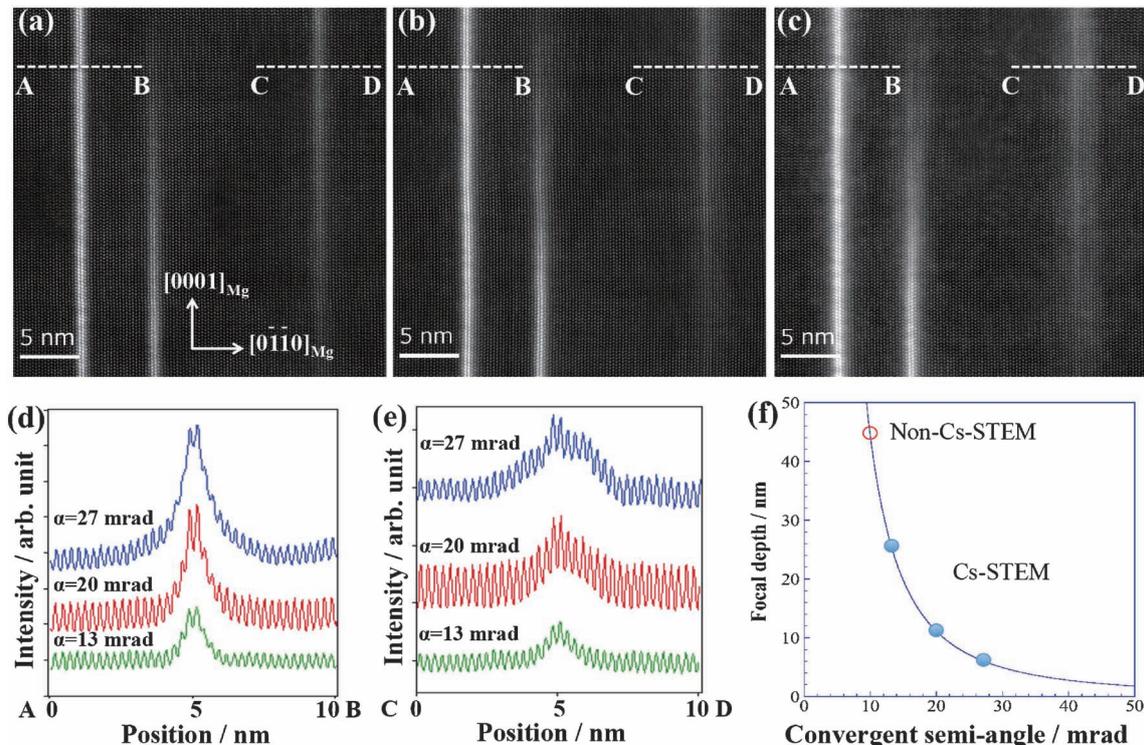


Fig. 1 $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 合金における LPSO 構造ユニットを種々の収束角 α で撮影した HAADF-STEM 像 : (a) $\alpha = 13$ mrad, (b) $\alpha = 20$ mrad, (c) $\alpha = 27$ mrad. (d) (e) 画像の線分 AB, CD 上の強度プロファイル. (f) STEM における焦点深度の収束角依存性. (オンラインカラー)

収差補正 STEM の特徴として、高輝度、優れた分解能に加えて浅い焦点深度が挙げられる。物質中の焦点深度が電子線の収束半角の 2 乗に反比例して短くなり、結晶中でのチャネリング距離が短くなる。この特徴は、原子レベルの層状析出層の像解釈に大きな影響を及ぼす。近年、LPSO 合金として注目される $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 合金では、熱処理により $L1_2$ 型 Zn_6Gd_8 クラスタが $(0001)_{Mg}$ 面上に規則的に配列した LPSO の構造ユニットが析出する。Fig. 1 に、STEM の収束角を調整して焦点深度を 6–25 nm の範囲で変化させ、同一の構造ユニットの HAADF-STEM 像を撮影し、その周囲の強度プロファイルを解析した結果を示す⁽¹⁾。入射表面近傍の構造は、いずれの場合も焦点深度に収まり正しいコントラストで結像できるが、内部に埋もれた構造はデフォーカス効果

により強いバックグラウンドを形成し、濃化層の周囲にアーティファクトを形成する。つまり、収束角を小さくすることで入射表面から深い位置の構造をインフォーカス条件で撮影できるが、収差補正 STEM において収束角を大きくとる場合には、入射表面近傍の構造が選択的に結像されるだけでなく、深い位置の構造がデフォーカス条件でバックグラウンドの増加として重畳されることによって、ナノサイズの析出物の周囲の Z コントラストにアーティファクトを生じること

文 献

- (1) T. Kiguchi, Y. Yohei, S. Tashiro, K. Sato and T. J. Konno: Mater. Trans., **56**(2015), 1633–1638.
(2016年 7 月 25 日受理) [doi:10.2320/materia.55.614]

Effect of the Focal Depth of Aberration-corrected STEM on the Z-contrast of Structure Units of Mg–Zn–Gd Alloys; Takanori Kiguchi*, Kazuhisa Sato** and Toyohiko J. Konno* (*Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai. **Research Center for UHVEM, Osaka University, Ibaraki)

Keywords: HAADF-STEM (high-angle annular dark field-scanning transmission electron microscopy), focal depth, Z-contrast, Mg alloy
TEM specimen preparation: Mechanical polishing and ion milling (PIPS)
TEM utilized: JEM-ARM200F Cold FEG (200 kV)



第9回環太平洋先端材料と プロセッシング国際会議 (PRICM9) 報告

古原 忠¹ 乾 晴行² 掛下知行³ 西田 稔⁴
池田勝彦⁵ 三浦誠司⁶ 梶原義雅⁷

1. はじめに

環太平洋5ヶ国の材料系学協会代表(日本は本会(JIM)、中国は中国金属学会(CSM)、韓国は大韓金属・材料学会(KIM)、オーストラリアはMaterials Australia(MA)および米国はThe Minerals, Metals and Materials Society(TMS))が輪番で環太平洋先端材料とプロセッシング国際会議(The Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing)を1992年からほぼ3年毎に主催している。日本は第4回(2001年)の主催国であったが、米国での同時多発テロの影響でやむなく中止しており、2016年の第9回会議(PRICM9)が日本で初めての開催となった。開催場所としては、海外で最も知名度が高い京都市とし、会議の規模から最も収容能力のある国立京都国際会館を選定し、時期については授業日程等を考慮して大学関係者が参加しやすいと思われる8月初旬(8月1日-5日)として開催するに至った。

先述したように、PRICMは5ヶ国の材料系学術団体が共同運営している関係で、主催国の学協会の事務局が主体的に運営すべき会議である。本会にとっては、PRICM4が都合で中止になったため今回のPRICM9が実質的に初めての主催となったこと、会議で取り上げるテーマが金属を含む広範囲な材料分野全般であり、参加者も約1,000名と大規模であること等、今回の会議運営はいろいろな意味で大変貴重な経験であった。よって、本会会員にその概要をお知らせすることは大変意義があることと考え、本会議報告を行う次第である。

2. 会議運営

(1) 運営組織

PRICMの重要な開催/運営方針はTMSの春期年次講演大会時に開かれる国際組織委員会で各国のコンセンサスを得

て決定している。PRICM9では主催国である日本側が古原忠(東北大学教授)を委員長、乾 晴行(京都大学教授)、掛下知行(大阪大学教授)、西田 稔(九州大学教授)、池田勝彦(関西大学教授)を委員とし、他国は委員3~4名からなる構成で計3回委員会を開催して重要事項を決定した。

また、実務推進のために国内組織委員会を設置し、日本の国際組織委員に加えて三浦誠司(北海道大学教授)を委員に委嘱した。事務局は梶原義雅(本会特別顧問)を専任として配置した。講演および論文査読関係の業務はSymposium毎に行った。その他、1,000人を超える大規模会議の実務運営には業務委託が不可欠であったので、競争入札を行い、入札額および京都での国際会議開催経験から叻日本旅行を選んだ。財政対策から会場手配および刊行物等は本会が直接担当することとした。

(2) 運営方針

会議運営は、3年前にTMSが運営したPRICM8などの過去の良い伝統を引き継ぐとともに、本会が以前に京都国際会館で実施した「Ti-2007 Science and Technology」⁽¹⁾を参考にして行った。PRICM9の基本方針は以下の通りである。

1. Proceedings 刊行よりも直接専門家が討論することを第1義とするため、論文投稿はOptionalでOriginalityは要求しないLimited Publicationとした。
2. 本会事務局の全面的な支援のもと、人数を絞り役割を分担した国内組織委員会を中心に効率的な運営を図った。
3. Symposiumのテーマを13に厳選し、その中で最先端トピックスとしてAdditive Manufacturingを採用した。査読およびプログラム編成は、主催国である日本が各国と連携しながら責任をもって行うこととし、別途日本のSymposium Co-chairおよび査読委員を人選して、実務に当たった。
4. 会期内での会場の使用効率の向上のため、発表形態の口頭およびポスターの振り分けを実施した。また、財政面での対策として、使用備品を厳選するなど節約に努めると共に、京都市および京都文化交流コンベンションビューロー大規模国際コンベンション開催支援助成金(交付額300万円)を申請し、さらに不測の事態に備えて開催準備資金1,000万円も積み立てた。
5. 日本での会議運営が今後の各国の模範となるよう、円滑かつ公平な運営および適切な情報発信を推進し、Japanese Hospitalityを心がけた。

¹ 東北大学金属材料研究所; 教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1) ² 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻; 教授

³ 大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻; 教授 ⁴ 九州大学大学院総合理工学研究院融合創造理工学部; 教授

⁵ 関西大学大学院理工学研究科化学生命工学専攻; 教授 ⁶ 北海道大学大学院工学研究院材料科学部門; 教授

⁷ 日本金属学会; 特別顧問

Report on The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing; Tadashi Furuhashi¹, Haruyuki Inui², Tomoyuki Kakeshita³, Minoru Nishida⁴, Masahiko Ikeda⁵, Seiji Miura⁶ and Yoshimasa Kajiwara⁷ (¹Tohoku University, Sendai. ²Kyoto University, Kyoto. ³Osaka University, Suita. ⁴Kyushu University, Kasuga. ⁵Kansai University, Suita. ⁶Hokkaido University, Sapporo. ⁷The Japan Institute of Metals and Materials, Sendai)

Keywords: PRICM, materials, processing

2016年9月12日受理 [doi:10.2320/materia.55.615]

準備期間中には、科学技術振興機構の次世代人材育成事業として九州大学が実施するグローバルサイエンスキャンパス事業の成果を紹介する提案があり、日本の高校生の材料研究活動を知ってもらおう好機であったので、ポスター発表の中でサテライトセッションとして同時開催することとした。

また、本年の5月末に類似テーマの Symposium で構成される THERMEC2016 がオーストリアで PRICM9 に先だって開催されることがわかったので、PRICM9 への参加者減少などの影響を抑えるために、各国で連携して広報活動を強化するとともに、Banquet なしの学生参加費を設定するなど、学生を含めた会議参加の促進のための努力を行った。なお、事業の推進に当たっては、国内17学協会の協賛をいただいた。

3. 学術講演および論文

会議初日には、開会式での古原 忠実行委員長の開会宣言、白井泰治日本金属学会会長の歓迎の挨拶(図1(a))、共同主催した海外の学協会代表による挨拶の後、表1に示す各国を代表する5名の研究者による Plenary 講演が行われた(図1(b))。前回の PRICM8 の Plenary 講演は TMS の要請により各国における材料科学・工学を中心とした科学技術政策に関するものであったが、今回はそのような形の限定はせず、特定の材料や計測手法に特化した学術色の濃いものから、データサイエンス、持続可能な発展における材料科学・工学の役割を論じたものまで多岐に亘り、広い意味での材料科学・工学の動向を示す内容であった。

講演プログラムは13の Symposium が並行する形式で進められた。表2に PRICM9 で設けられた13の Symposium のテーマ名と日本の Chair および Co-chair, また各国毎の発表件数(ただし口頭およびポスターの総計)を示す。PRICM8 の Symposium 数から2つ少なくなったが、これは解析・評価、材料加工、電子・磁性材料の分野で各々2つずつあった類似のテーマを統合したためであり、大きな内容の変更を伴うものではなかった。新しいテーマとして設けた Additive Manufacturing も含め、いずれの Symposium において



図1 (a)白井会長の開会式挨拶。(b) Plenary lecture の風景。

も活発かつ有意義な討論が行われた(図2(a))。当日の会場運営では多くの会場において予期せぬ Session Chair の欠席や講演キャンセルがあったが、国内の Symposium Chair, Co-chair と京都大学から選抜された会場係アルバイトとの緊密な連携と迅速な対応により、支障なく進行した。

300件近い発表があったポスターセッションは、会議2日目の午前・午後の2部構成で実施された(図2(b))。会場となったアネックスホールは広く、ゆとりのあるポスター配置ができたことで、多数の来場者があったにもかかわらず人の

表1 Plenary 講演のリスト。

学協会	講演題目	講演者
JIM	Dy-free High Coercivity Nd-Fe-B Permanent Magnets	Dr. Kazuhiro Hono National Institute for Materials Science
CSM	Graphene Materials: Fabrication and Application Explorations	Prof. Hui-Ming Cheng Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences
KIM	Mechanical Properties Evaluation Using Instrumented Indentation Test; Nondestructively and in Nanoscale	Prof. Dong-Il Kwon Seoul National University
MA	Data Science Meets Nanoscience – Challenges and Opportunities –	Dr. Amanda Barnard Commonwealth Scientific and Industrial Research Org.
TMS	The Role of Materials Science and Engineering for Sustainable Development in the 21st Century – Opportunities and Challenges –	Prof. Brajendra Mishra Worcester Polytechnic Institute

表2 設置 Symposium と運営を担当した国内の Chair および Co-chair, 各国の発表件数.

Symposium	国内 Chair	国内 Co-chair	日本	中国	韓国	オーストラリア	米国	その他	計
1. Advanced Steels and Processing	足立 吉隆	河野 佳織	46	17	19	7	5	7	101
2. Advanced High Temperature Structural Materials	吉見 享祐	安田 公一	60	11	8	1	5	7	92
3. Light Metals and Alloys	熊井 真次	河村 能人	89	16	18	5	4	4	136
4. Solidification, Deformation and Related Processing	安田 秀幸	三浦 博己	33	11	10	4	3	3	64
5. Thin Films and Surface Engineering	増本 博	武藤 泉	33	13	9	2	5	4	66
6. Biomaterials, Smart Materials and Structures	中野 貴由	細田 秀樹	47	10	9	5	1	2	74
7. Materials Characterization and Evaluation	波多 聰	戸田 裕之	40	15	10	7	8	2	82
8. Composites and Hybrid Materials	香川 豊	垣澤 英樹	15	6	10	0	1	1	33
9. Bulk Metallic Glasses, Nanocrystalline Material and Ultra-fine-Grained Materials	辻 伸泰	土谷 浩一	41	9	6	2	4	5	67
10. Modelling and Simulation of Microstructures and Processing	小山 敏幸	香山 正憲	39	11	12	3	4	3	72
11. Materials for Energy and Environment	高村 仁	阿部 弘亨	45	8	14	2	4	4	77
12. Electronic and Magnetic Materials	杉本 諭	松尾 直人	29	7	6	3	2	0	47
13. Additive Manufacturing	千葉 晶彦	川崎 亮	14	11	6	6	5	4	46
高校ポスター発表(日本のみ)	三浦 誠司		9						9
計			540	145	137	47	51	46	966

流れが滞ることもなく、十分な議論ができたことと好評であった。若手研究者については優秀ポスター賞の審査を行い、3日目の午前に受賞者51名の表彰式を行った(図3(a))。新たな取り組みであった高校生による9件のポスター発表(図3(b))も、国内外の研究者から注目を集めたことを申し添えたい。

表2には合わせて国別の発表件数の詳細を示してある。最終的な発表件数は口頭667件、ポスター299件の計966件で、口頭発表のうち Keynote lecture は55件、Invited talk は160件である。当初の締切時にはアブストラクトの投稿状況は低調であったが、本会会員へ周知、各国の Symposium Chair を通じての個別勧誘の強化、投稿締切の延期などの努力を続けた結果、最終のアブストラクト投稿総数は1,244件まで増加した。その後査読による reject, 参加キャンセルなどを経た結果、先述した発表件数に収束している。

Proceedings の論文投稿数は256編、最終的な掲載論文数は235編で内訳は口頭講演142編、ポスター講演93編であった。Proceedings は DVD で作成し、会議当日に配布した。



図2 (a)口頭発表. (b)ポスター発表の風景.

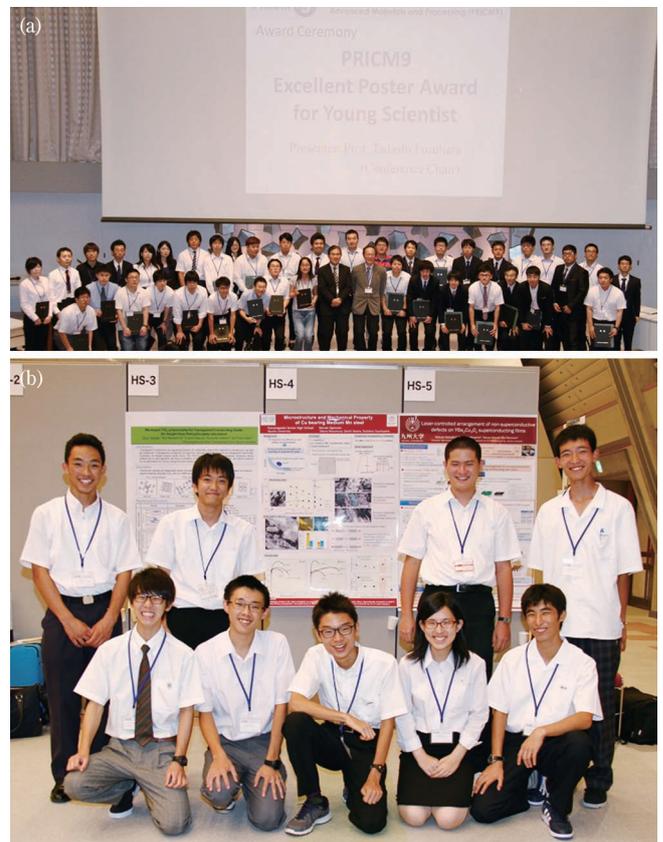


図3 (a)優秀ポスター賞受賞者の集合写真. (b)高校ポスター発表者.

4. その他の事項およびPRICM10について

参加者との交流の場として、1日の夕刻に Welcome Party, 4日の夕刻に Banquet をそれぞれ開催した。Banquet では、古原委員長の挨拶後に鏡開き(図4(a))を行った。また、京都文化交流コンベンションビューロー「京都らしい MICE 開催支援補助制度」のサポートを受けた京舞(図4(b))も、出席者には大変好評であった。最後には、PRICM10を2019年8月に西安市で開催するとの紹介が次回主催担当であるCSMから行われた。このことは、前日に開催された国際組織委員会での審議・決定に基づいたもので、CSMより各国持ち回りの第3ラウンドの始まりとして盛大に開催する予定とのことで、各国への支援要請があった。

今回の会議に関するその他の特記事項としては、本年に入り中国国内での所属機関や地方政府での海外出張に関する規制強化のため、本会のビザ書類発行は中国籍参加者の9割超に達したこと、特に海外からの会議参加者の便のために英語対応の託児室を開設したこと、などが挙げられる。

表3に国・地域別でのPRICM9の参加者数を示す。主催国および共同開催国の5ヶ国を含めて、所属別での参加国・地域数は28に及ぶ。総数は1,132名であり、アブストラクト投稿数から予想されたほどは伸びなかったが、PRICM8の参加者1,079名を超えて、PRICM6の1,181名、PRICM5の1,160名に次ぐ3番目の参加者数に達した。参加費はPRICM8での登録料相当額で、なおかつ為替変動による影響を抑制するため円建てで設定したが、その後の急激な円高による割高感のため、海外からの参加者数減の一因になったことは否めない。財政面では、既述の組織委員会のスリム化および委託事業範囲の削減ならびに会場費等節減を重点的に実施したが、最終的に健全な財政で運営できたことは、本会の国際交流へのご協力も含めて関連研究者から積極的な参加をいただいた賜物である。

5. おわりに

以上のとおり、多くの皆様のご協力のおかげをもって、本会主催により初めて日本で開催したPRICM9を盛会裏に終了することができた。国内外からの参加者からは、大きな規模の国際会議を組織的かつ効率的に運営しており、講演も充実した内容であるとお褒めのお言葉を多数いただいたことは、運営に携わった者としてうれしい限りである。PRICM9の企画運営にご尽力いただいた国内外の組織委員会委員メンバー各位、各Symposium運営にご努力いただいたChair, Co-chair 他の皆様、素晴らしい講演発表をいただいた第一線の研究者の方々、運営面あるいは財政面で多大なご努力をいた



図4 Banquetのスナップ。(a)鏡開き、(b)京舞。

表3 国・地域別参加者数。

国・地域	参加者数
英国	2
オーストラリア	47
オーストリア	6
カナダ	4
韓国	175
シンガポール	3
台湾	10
チェコ	2
中国	213
ドイツ	9
トルコ	2
日本	592
フランス	4
米国	48
ベルギー	2
参加国者1名国	13
計	1132

だいた(株)日本旅行、京都国際会館関係の皆様方、展示企業各社、京都市および京都文化交流コンベンションビューロー、さらに日本金属学会事務局に厚く御礼申し上げる。

最後にCSM主催で2019年8月に開催される次回PRICM10に、本会関係者がぜひとも参加されることを期待します。

文 献

- (1) 新家光雄, 池田勝彦, 丸山公一, 萩原益夫, 秋山俊一郎, 梶原義雅: までりあ, 46(2007), 694-699.

本 会 記 事

会 告	2017年度会費納入のお願い	619	
	2017・2018年度監事選挙中止のお知らせ	619	
	事務局：年末・年始休業のお知らせ	619	
	2017年春期講演大会における企業説明会への学生参加者の募集	620	
	2017年春期(第160回)講演大会講演募集および参加申込みについて	620	
	学術貢献賞(第15回)候補者推薦依頼	622	
	功労賞(第15回)候補者推薦依頼	622	
	奨励賞(第27回)候補者推薦依頼	622	
	村上奨励賞(第14回)候補者推薦依頼	623	
	論文賞(第65回)候補論文推薦(自薦)のお願い	623	
	まてりあ賞(第7回)推薦(自薦)のお願い	623	
	各種学術賞・奨励金等候補者推薦について	624	
	2017年秋期講演大会公募シンポジウムテーマ提案募集	624	
	金属学会シンポジウム	625	
	研究集会	626	
	金属学会シンポジウム開催報告	629	
	2017・2018年度の代議員候補者選挙投票のご依頼	630	
掲示板	626	次号予告	634
新入会員	630	行事カレンダー	635
会誌・欧文誌12号目次	633		

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

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

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

- ・ご連絡先住所変更等の手続きは、本会ホームページ [会員マイページ](#) からできます。
- ・投稿規程、刊行案内、入会申込は、ホームページをご利用下さい。
- ・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 mail の受信をご希望される方は、[会員マイページ](#) → [会員情報の変更届](#) にて手続きして下さい。

会 告 (ホームページもご参照下さい)

2017年度会費納入のお願い

2017年度の会費納入時期となりました。下記いずれかの方法にてお支払い下さいますようお願い申し上げます。

- ◎自動払込：2016年12月12日予定でご登録の口座から引き落としされます。
- ◎郵便振込み：上記以外の方は、本年11月中旬頃、「ゆうちょ銀行郵便振込み用紙」を郵送いたしました。ゆうちょ銀行にてお支払い願います。
- ◎クレジットカード・コンビニ支払：
会員マイページにログインの上、お手続きして下さい。領収書もホームページで発行できます。

会費のお支払い確認

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

問合先 (公社)日本金属学会 会員サービス係

E-mail: member@jim.or.jp

2017・2018年度の監事選挙中止のお知らせ

2016年度事業に関する定時社員総会で選任される東北地区に在る、本会監事選挙立候補者を求めましたが、立候補がありませんでしたので、2017・2018年度の監事候補者選挙を中止いたします。本会定款に基づき、2017年4月開催予定の定時社員総会において選任いたします。

2017・2018年度の代議員候補者選挙投票のご依頼

この度、正会員の皆様へ本会の2017・2018年度の代議員候補者選挙をご依頼する運びとなりました。詳細は本誌630頁にてご案内しております。

投票の締切は、2016年12月31日です。

皆様のご協力を何卒よろしくお願い申し上げます。

事務局：年末・年始休業のお知らせ

事務局は、下記日程で休業いたします。宜しく願いいたします。

2016年12月29日(木)～2017年1月5日(木)

2017年春期講演大会における企業説明会への学生参加者の募集

2017年春期講演大会開催に合わせ、学生のキャリアサポートの一環として本会主催により、日本金属学会・日本鉄鋼協会併催の第3回企業説明会を開催します。本説明会は、学生にできるだけ多くの素材・材料関連企業に接してもらい、進路選択に役立ててもらおうというものです。講演大会に参加する学生を対象に募集しますので、奮ってご応募下さい。今回は、企業のことをより深く知ることができるように、説明会終了後に企業の担当者との交流会(立食懇親会、無料)を行ないます。

開催日時 2017年3月14日(火)12:00~19:30

*軽食を準備します。

開催場所 首都大学東京南大沢キャンパス(12号館, 8・9号館, 国際交流館) (東京都八王子市南大沢1-1)

主催 公益社団法人日本金属学会

協賛 首都大学東京学生サポートセンター, 一般社団法人日本鉄鋼協会

参加企業 素材, 材料関連の企業42社

スケジュール 12:00~14:00 企業口頭説明(企業概要のプレゼンテーション)

14:00~17:00 企業ブース説明

17:30~19:30 企業担当者との交流会(立食懇親会, 参加無料)

応募資格 日本金属学会の春期講演大会の参加学生

応募方法 本会ホームページ上の2017年春期講演大会の参加申し込み画面から申し込む。

募集期間 2016年11月10日(木)~2017年2月10日(金)

〜 第3回企業説明会参加企業(42社) 〜

(50音順)

1 愛知製鋼㈱	2 石福金属興業㈱	3 NTN㈱	4 ㈱荏原製作所
5 ㈱神戸製鋼所	6 ㈱コベルコ科研	7 サンデンホールディングス㈱	8 山陽特殊製鋼㈱
9 ㈱GSユアサ	10 JFE スチール㈱	11 JFE テクノリサーチ㈱	12 昭和電工㈱
13 新日鐵住金㈱	14 新日鐵住金ステンレス㈱	15 新明和工業㈱	16 日鉄住金 SG ワイヤ㈱
17 住友金属鉱山㈱	18 住友重機械工業㈱	19 住友電気工業㈱	20 セイコーインスツル㈱
21 ㈱ソディック	22 大同特殊鋼㈱	23 中越合金鋳工㈱	24 中外炉工業㈱
25 TDK㈱	26 東洋鋼板㈱	27 DOWA ホールディングス㈱	28 トピー工業㈱
29 日新製鋼㈱	30 日鐵住金建材㈱	31 日鉄住金テクノロジー㈱	32 日本軽金属㈱
33 日本発条㈱	34 日本冶金工業㈱	35 日立金属㈱	36 ㈱日立製作所
37 日立造船㈱	38 福田金属箔粉工業㈱	39 三井金属鉱業㈱	40 三菱アルミニウム㈱
41 ヤマハ発動機㈱	42 ㈱UACJ		

2017年春期(第160回)講演大会講演募集

2017年春期講演大会を下記の通り開催いたします。

会期: 2017年3月15日(水)~3月17日(金)

会場: 首都大学東京南大沢キャンパス(〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

ただ今、下記の通り講演募集を行っております。ご確認の上、お申し込み下さい。

講演申込受付・概要原稿提出を下記日程で行います。

講演申込と大会参加登録が同時となりますのでご注意ください。大会参加費は2月10日(金)までに納入下さい。

講演申込ホームページアドレス	http://www.jim.or.jp/convention/2017spring/
講演申込および概要原稿提出期限(締切厳守!)	講演申込と講演概要提出は同時に行う。(同時に行わない場合は、講演申込として受理されない)
講演種別	全講演(公募シンポジウム, 一般, ポスター, 共同セッション)
講演申込期間	11月10日(木)13時~1月6日(金)17時
講演についての問合せ先: 公益社団法人日本金属学会 講演大会係	annualm@jim.or.jp 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32

これから入会して講演申込をされる方へ

会員認定: 期限内に入会手続きを行い、年会費を納入下さい。

年会費納入期日までに会費の払込がない場合は、プログラムに掲載されていても、講演不許可の措置をとります。

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

入会申込 URL	http://www.jim.or.jp/memberinfosys/member/
講演種別	全講演(公募シンポジウム, 一般, ポスター, 共同セッション)
入会申込期限	1月5日(木)
年会費納入期限	1月31日(火)
入会・会費の問合せ: 会員サービス係	member@jim.or.jp

2017年春期(第160回)講演大会ご案内ならびに参加申込みについて

会 期：2017年3月15日(水)～3月17日(金)

会 場：首都大学東京南大沢キャンパス(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

懇親会：2017年3月15日(水)18:00～20:00

懇親会会場：首都大学東京南大沢キャンパス 国際交流会館内レストラン「ルヴェソソヴェール」

大会参加予約申込締切：2017年2月10日(金)

参加申し込みは、すべてインターネット申込となります。詳細は、下記参加申込要領をご覧ください。

参加申込要領

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

大会参加申込み URL <http://www.jim.or.jp/convention/2017spring/>

予約申込締切後、予約申込者へ大会参加証、概要集 DVD を送付します。懇親会参加申込をされた方には、懇親会参加券もあわせてお送りします。なお、領収書は、決済完了後に申込画面から各自印刷して下さい(WEB画面：講演大会 MyPage よりダウンロード)。2月10日以降は当日申込となります。

当日申込をご希望の方は、会場受付にて直接お申込下さい。

◆大会参加費(講演概要集 DVD 代含む)※年会費とは異なります。

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

予約申込締切日	2月10日(金)(申込および入金期日)	
	予約申込 (インターネット申込・事前支払い)	当日申込 (大会会場受付・現金払いのみ)
会員資格		
正員・維持員会社社員	9,000円	10,000円
学生員*	6,000円	6,500円
非会員 一般	19,000円	20,000円
非会員 学生(大学院生含む)	14,000円	15,000円

*お支払後の取消は、ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

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

◆懇親会費(消費税込み)

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

*お支払後の取消は、準備の都合上ご返金いたしかねますのでご了承下さい。

◆支払方法

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

◆講演概要集 DVD のみ購入する場合

件名を「2017年春期講演大会講演概要集 DVD 購入申込」とし、①申込者氏名②会員資格(会員番号も併記)③申込数④住所をご記入の上、E-mail: ordering@jim.or.jp 宛にお申込み下さい。3月1日の発行後、請求書を添えて送付いたします。

会員価：本体3,810円+税 定価：本体10,000円+税 送料：360円

参加申込・問合せ先

〒980-8544 仙台市青葉区一番町 1-14-32

(公社)日本金属学会

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

各賞推薦(自薦)のお願い

第15回学術貢献賞候補者推薦のお願い

本会では地域振興の観点から各地域に根ざした技術の進歩発達に貢献した個人あるいは組織を対象とした「学術貢献賞」を設けております。第15回の授賞式は、2017年秋期講演大会(北海道大学)の9月6日に行い、また会期中に受賞記念講演をお願いしております。

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

*推薦書(様式)はチェック項目を確認の上ご提出下さい。

■推薦要領

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

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

推薦資格 本会支部長、代議員または3名以上の正員連名による推薦

推薦書記入方法

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

推薦手続き 下記メール宛に「第15回学術貢献賞推薦」と明記し、お送り下さい。送信後2~3日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい。)

推薦締切 2017年2月20日(月)

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15回功労賞候補者推薦のお願い

本会では45歳以上の研究・技術分野に功績があった方を対象として、日本金属学会賞に次ぐ賞として「日本金属学会功労賞」を設けております。第15回の授賞式を2017年秋期講演大会(北海道大学)の折、9月6日に行います。多数の優秀な候補者を推薦いただくため、広く正員からの推薦(3名以上連名)をもとめております。下記要領により積極的にご推薦下さい。

*推薦書(様式)はチェック項目を確認の上ご提出下さい。

■推薦要領

候補者の対象 2017年5月31日時点で45歳以上、各組織における定年までの方

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

技術部門：金属学または金属工業に関する技術の進歩発展に功労があった方

受賞人数 学術部門2名 技術部門1名

推薦資格 本会代議員または3名以上の正員連名による推薦

推薦書記入方法

- ①所定の推薦書様式に合わせてご推薦願います。
- ②最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- ③業績の概要と推薦理由は1,000字程度で記入して下さい。
- ④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、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頁で提出下さい。
推薦手続き 下記メール宛に「第15回功労賞推薦」と明記し、お送り下さい。送信後2~3日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい。)

推薦締切 2017年2月20日(月)

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27回奨励賞の候補者推薦のお願い

本会では次世代を託する優れた若手研究者を顕彰するために1991年から「日本金属学会奨励賞」を設けており、第27回の授賞式を2017年の秋期講演大会(北海道大学)の折、9月6日に行います。

金属・材料工学ならびに関連分野で活躍しつつある若手研究者の中から将来性豊かな人材をご推薦下さいますようお願いいたします。

*推薦書(様式)はチェック項目を確認の上ご提出下さい。

■推薦要領

候補者の対象 2017年5月31日時点で33歳以下の方、金属・材料工学ならびに関連分野で卓越した業績を挙げつつある研究者。工業技術部門は企業の研究者または技術者を対象とします。

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

推薦資格 本会代議員、分科会委員または3名以上の正員連名による推薦

推薦書記入方法

- ①所定の推薦書様式に合わせてご推薦願います。
- ②最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- ③研究部門は物性、組織、力学特性、材料化学、材料プロセッシング、工業材料、工業技術部門の7部門となっております。どの部門に推薦されるか記入して下さい。(分野別に選考いたします)
- ④業績の概要と推薦理由は1,000字程度で記入して下さい。
工業技術部門は企業人としての実績(特許・社内表彰等)も記入下さい。
- ⑤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、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頁で提出下さい。

推薦手続き 下記メール宛に「第27回奨励賞推薦」と明記し、お送り下さい。送信後2~3日過ぎても受理メールの無い場合はお問合せ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい。)

推薦締切 2017年2月20日(月)

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14回村上奨励賞候補者推薦のお願い

本会では財団法人村上記念会からのご寄付を基に金属工学の分野で卓越した業績を挙げつつある若手研究者を奨励するため「日本金属学会村上奨励賞」を設けており、第14回の授賞式を2017年の秋期講演大会(北海道大学)の折、9月6日に行います。多数の優秀な候補者を積極的にご推薦下さい。

*推薦書(様式)はチェック項目を確認の上ご提出下さい。

■推薦要領

候補者の対象 金属工学の分野で卓越した業績を挙げつつある、2017年5月31日時点で40歳以下の若手研究者。

推薦資格 本会代議員、分科会委員または3名以上の正員連名による推薦

受賞人数 若干名

推薦書記入方法

- ①推薦書様式に合わせてご推薦願います。
- ②最終学歴は卒業年次および学校名(学部名)を記入、また、大学院修了者は修了年次と大学名も併せて記入して下さい。
- ③推薦理由は1,000字程度で記入して下さい。
- ④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、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頁で提出下さい。

推薦手続き 所定の様式に必要事項を記入の上、下記メール宛に「第14回村上奨励賞推薦」と明記し、お送り下さい。送信後2~3日過ぎても受理メールの無い場合はお問い合わせ下さい。(所定様式はホームページからダウンロードして下さい。)

推薦締切日 2017年2月20日(月)

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65回論文賞候補論文推薦(自薦)のお願い

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

*推薦書(様式)はチェック項目を確認の上ご提出下さい。

◎第65回論文賞の対象論文

日本金属学会誌：第80巻1~12号(2016年)掲載分

Materials Transactions：Vol. 57 No. 1~12(2016年)掲載分

注：次の要件をすべて満たした原著論文を対象といたします。

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

②1名の推薦者がこの賞に推薦出来る論文数は、一部門につき1論文である。

◎推薦書の記入要項

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

推薦締切：2017年2月20日(月)

推薦手続 下記 URL の推薦書フォームにご入力の上、ご推薦下さい。送信後3日過ぎても受理メールが無い場合はお問い合わせ下さい。

推薦書フォーム <http://data.jim.or.jp/jim/shou/>

送付・照会先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町一丁目14-32
(公社)日本金属学会 論文賞係
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312
E-mail: editjt@jim.or.jp

第7回まてりあ賞推薦(自薦)のお願い

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

下記推薦要領により、皆様からの積極的なご推薦をお願いいたします。

■第7回「まてりあ賞」推薦要領

- (1) **まてりあ論文賞** 2編以内
日本金属学会会報「まてりあ」に掲載した論文で、学術または科学技術上優秀で且つ金属およびその周辺材料に係る分野の進歩発展に顕著な貢献をした論文に対し授賞する。
- (2) **まてりあ啓発・教育賞** 2編以内
日本金属学会会報「まてりあ」に掲載した記事で、まてりあ記事の特徴を活かし、金属およびその周辺材料に係る啓発や教育に顕著な貢献をした記事に対し授賞する。

授賞対象記事 2014年~2016年掲載済記事(授賞済記事は除く：授賞済記事はホームページに掲載します。)

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

授賞 2017年秋期講演大会(北海道大学)にて。

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

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

推薦締切 2017年2月20日(月)

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

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

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 会報編集委員会係
☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312
E-mail: materia@jim.or.jp

各種学術賞・奨励金等候補者推薦について

1. 山田科学振興財団研究援助(本会締切 1月31日)
2. 報公賞(本会締切 1月31日)
本会では積極的に候補者の推薦にあっております。会員各位にはこれら学術賞、奨励金等の候補者として適当と思われる方を本会へ推薦または自薦して下さい。
○会員がこれらの賞および奨励金の候補者を推薦または自薦しようとするときは「○○賞に推薦、または自薦」と明記の上、資料を添えて本会事務局まで申し出て下さい。

1. 山田科学振興財団研究援助
1件あたり100～500万円、総額4000万円、援助総件数は10件程度
対象：自然科学の基礎的研究
2. 報公賞 賞金 500万円
工学の進歩に著しく貢献する成果を挙げた研究
1件を対象とする(多年にわたる研究成果の総合であるよりむしろ独創性の発揮と進歩への貢献度の見地から顕著な業績と認められる研究。したがって原則として他の著名な記念賞の受賞経験者でない新鋭中堅の研究者に重点を置く(60才未満の方)。

名 称	昨年の締切期日	照 会 先
山田科学振興財団研究援助	3月31日	大阪市生野区巽西 1-8-1 山田科学振興財団 http://www.yamadazaidan.jp/
報公賞	4月30日	東京都中央区銀座 4-5-46 (銀座4丁目ビル)服部報公会 http://www.hattori-hokokai.or.jp/

2017年秋期講演大会公募シンポジウムテーマ提案募集

提案期限：2017年2月20日(月) 期日厳守

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

【募集対象の大会】

2017年秋期講演大会(北海道大学)

【実施要領】

- ・境界領域を取り込むもの、最新の情報を含むもの、適時な討論展開ができるもの。
- ・一般会員、若手・中堅研究者の斬新なアイディアによる提案を期待する。
- ・これまでの金属学会になかったテーマを歓迎する。一つのシンポジウムの講演件数は10件以上であることを目安とする。
- ・採択したテーマは、公募シンポジウムとして、講演申込を募集会告する。

テーマ責任者：採択された場合、提案者(企画責任者)はテーマ責任者として、積極的に講演募集を行い、また講演プログラムを編成する。シンポジウムの企画に積極的な方々が将来、分科会・講演大会などで主導的に活躍されることを期待する。

- ① テーマ責任者は会員であることが望ましい。
テーマ責任者名称：企画責任者(シンポジウム chair)、
テーマ責任者(シンポジウム co-chair)
- ② テーマ責任者は複数テーマを兼務しないこと。
- ③ テーマ責任者は、講演大会委員会で、提案書の説明を行っていただく。(代理者可)
- ④ 企画責任者(シンポジウム chair)またはテーマ責任者

(co-chair)に講演大会委員が入っていること。(講演大会委員名簿はホームページよりダウンロードして下さい。)

講演の種類：基調講演と応募講演

提案書の内容：①テーマ、②テーマ英語名、③趣旨、④基調講演の予定題目と講演者、⑤推定講演数、⑥関連分野*(関連分野複数記入可)、⑦提案者所属・役職/氏名、⑧通信先住所・TEL・FAX、E-mail

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

提案書送付先：下記宛てE-mailで送付して下さい。2,3日過ぎても受理返信通知のない場合はご連絡下さい。

テーマの選定：講演大会委員会で選定し、結果は提案者に通知します。

採択テーマの告知と講演募集：「まてりあ」5号2017年秋期講演大会講演募集会告ならびに本会ホームページで行う。

講演申込締切日：2017年6月14日(水)予定

講演プログラム：テーマ責任者がプログラムを編成し、講演大会委員会へ提出する。

講演時間：応募講演：15～25分(+討論時間5～10分=合計20～35分)
基調講演：30分(+討論時間10分=合計40分)

講演概要原稿分量：A4判1ページ(応募講演、基調講演とも)

[参考]2016年秋期講演大会における公募テーマ

S1	金属間化合物材料の新たな可能性
S2	シンクロ型LPSO構造に関する材料科学の新展開
S3	電子・磁性・情報材料のプロセス・アシストによる高性能化
S4	ナノ・マイクロ造形構造体の材料学
S5	金属分野の若手人材育成と視野拡大
S6	ナノ構造情報のフロンティア開拓-材料科学の新展開

問合・照会先 E-mail: stevent@jim.or.jp

☎ 022-223-3685 FAX 022-223-6312

(公社)日本金属学会 講演大会委員会宛



◎下記2件の金属学会シンポジウムを予定しております。皆様のご参加をお待ちしております

金属学会シンポジウム

データサイエンスと材料研究開発

日時 2017年1月20日(金)13:00~17:00

場所 エッサム神田ホール1号館3F大会議室301(〒101-0045 東京都千代田区神田鍛冶町3-2-2)

募集定員 70名

事前申込締切 2017年1月10日(火)着信

詳細 までりあ11号552頁または本会ホームページの行事のご案内→「シンポジウム」

問合先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32

(公社)日本金属学会 シンポジウム参加係

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

プログラム

- | | | |
|-------------|--|---------------|
| 13:00~13:05 | 趣旨説明 | 名大 小山敏幸 |
| 13:05~13:45 | 材料科学データに対する機械学習の応用(仮題) | 京大 世古敦人 |
| 13:45~14:25 | ディープラーニングによる組織識別・検出の可能性の検討 | 鹿児島大 足立吉隆 |
| | — 休憩 — | |
| 14:40~15:20 | アンサンブルカルマンフィルタによるパラメータ推定 ~フェーズフィールド法への適用~ | 東京農工大 山中晃徳 |
| 15:20~16:00 | フェーズフィールドモデルに資する4次元変分法データ同化 | |
| | 東大 長尾大道, 東大 伊藤伸一, 東京農工大 山中晃徳, 名大 塚田祐貴, 名大 小山敏幸, 東大 加納将行, 東大 井上純哉 | |
| 16:00~16:40 | 材料工学におけるスパース学習の重要性(仮題) | 名大 塚田祐貴, 小山敏幸 |
| 16:40~17:00 | 総合討論 | |

—(演題は変更になる場合がございます。各講義には10分程度の質疑応答時間を含む)—

金属学会シンポジウム

高温物性値測定技術の最前線とものづくりへのアプローチ

日時 2017年1月24日(火)10:00~17:20

場所 東京工業大学 大岡山キャンパス 西9号館1階コラボレーションルーム

(アクセス:東京急行大井町線/目黒線「大岡山51R」徒歩3分)

募集定員 40名

事前申込締切 2017年1月12日(木)着信

詳細 までりあ11号553頁または本会ホームページの行事のご案内→「シンポジウム」

問合先 〒980-8544 仙台市青葉区一番町1-14-32

(公社)日本金属学会 シンポジウム参加係

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

プログラム

- | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------|
| 10:00~10:10 | 挨拶 | |
| 10:10~11:00 | (1) 3Dプリンターの最新技術 | 芝浦工大 安齋正博 |
| 11:00~11:50 | (2) 多種物性値同時測定システム PROSPECT の開発 | 東北大 福山博之 |
| | — 昼食 — | |
| 13:10~14:00 | (3) 鉄鋼プロセスに関する熱伝導度・熱流量測定 | 東工大 須佐匡裕 |
| 14:00~14:50 | (4) 高精度熱拡散率測定法 | 東工大 森川淳子 |
| | — 休憩 — | |
| 15:10~16:00 | (5) 電気容量を用いた結晶化度測定 | 九大 齊藤敬高 |
| 16:00~16:50 | (6) 液体金属の物理化学 | 阪大 田中敏宏 |
| 16:50~17:10 | 総合討論 | |
| 17:10~17:20 | 挨拶 | |

—(演題は変更になる場合がございます。各講義には10分程度の質疑応答時間を含む)—

研究会 No. 74

チタン製造プロセスと材料機能研究会第3回講演会
「チタンの計算材料科学の現状と展望」

日時 2017年1月13日(金) 9:55~12:00
場所 関西大学 千里山キャンパス 第4学舎4号館 1階
4103教室(〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35)
http://www.kansai-u.ac.jp/global/guide/mapsenri.html

プログラム

9:55~10:00 趣旨説明
チタン製造プロセスと材料機能研究会・代表世話人
東北大学院工 成島尚之
10:00~10:40 Ti-Nb-O 系合金における組織形成と力学応答のシミュレーション
名大学院工 塚田祐貴 石黒雄也 小山敏幸
10:40~11:20 Ti 合金の相安定性, 弾性率, 格子変形ひずみにおける合金元素の影響の第一原理計算
大阪府立大学院工 上杉徳照 南 大地 瀧川順庸 東 健司
11:20~12:00 Ti 合金の変形と組織形成の計算機シミュレーション
東北大金研 小泉雄一郎 (兼)香川大工 松本洋明
東北大金研 山崎敏広 千葉晶彦

参加費 無 料

参加申込方法 参加者は事前に E-mail で御芳名, 所属, 連絡先を明記の上, 下記へ申し込み下さい. なお, 当日午後
は同じ会場で「(一社)日本鉄鋼協会平成28年度チタンフォーラム第1回研究発表会(超高耐久性チタン材料の研究(シーズ探索)~ 輸送機器(自動車・2輪車)へのチタン材料応用の未来 ~)」が行われます.

申込締切 2017年1月6日(金)まで

申込・問合せ先 チタン製造プロセスと材料機能研究会
上田恭介
E-mail: ueda@material.tohoku.ac.jp
東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻
☎/FAX 022-795-7295



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

◇大阪大学 接合科学研究所 教員 公募◇

公募人員 准教授 若干名
(大阪大学は男女共同参画を推進しています.)
所 属 大阪大学接合科学研究所
接合プロセス研究部門, 接合機構研究部門, 接合評価研究部門のいずれか
専門分野 接合科学におけるイノベーション創出に向けた新たな学理の探求と先進的な技術の開発に資する研究・教育を推進し, 接合科学の進歩・発展に寄与できる方
応募資格 博士の学位または外国の Ph.D. を有する女性で, 接合科学に関わる研究において顕著な業績を有する者。「男女雇用機会均等法」第8条(女性労働者に係る措置に関する特例)の規定により, 女性教員の割合が相当程度少ない現状を積極的に改善するための措置として女性に限定した公募を実施します.
着任時期 採用決定後, 可能な限り早い時期
任 期 5年(実績評価により再任可)
選考方法 書類審査(必要に応じて面接を実施)
応募要領・必要書類
・履歴書(写真貼付)
・研究業績目録(査読付原著論文, 国際会議論文, 著書, 総説・解説, 特許, その他に分類下さい. 原著論文がインパクトファクターを有する場合はインパクトファクターを, また被引用件数も併記して下さい.)
・主要論文別刷(5編以内, コピー可)
・これまでの研究業績の概要(A4用紙2ページ程度)
・着任後の研究教育活動の計画と抱負(A4用紙2ページ程度)
・科研費等外部資金獲得の状況(代表者あるいは分担者を明記)
・その他の特記事項(受賞, 国内外での学会活動, 社会活動, 産学官連携など)
・2名の方からの推薦書(別送または別封), または応募者について所見を伺える方2名の氏名と連絡先
応募締切日 2016年12月26日(月)必着
応募書類の提出先 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1
大阪大学接合科学研究所 庶務係長宛
☎ 06-6879-8677
*封筒に「大阪大学接合科学研究所 教員応募書類在中」と朱書き, 簡易書留で郵送のこと.(応募書類は原則として返却しません.)
本件に関する問合せ先:
〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1
大阪大学接合科学研究所 所長 田中 学
(☎ 06-6879-8640, E-mail: tanaka@jwri.osaka-u.ac.jp)
接合科学研究所 HP: http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/index.jsp

◇国立大学法人富山大学大学院理工学研究部
(工学部)教員公募◇

募集人員 助教1名(任期5年,再任可)

所属 大学院理工学研究部 ナノ・新機能材料学域 ナノマテリアル・システムデザイン学系(工学部材料機能工学科担当)

専門分野 金属工学, 軽金属材料の casting・凝固に関する研究分野

採用予定日 2017年3月1日

応募資格 (1) 着任までに博士または Ph.D. の学位を有すること
(2) 大学院博士課程の教育指導が担当できること
(3) 学会・社会に対して積極的に貢献できること

提出書類

- (1) 履歴書(高等学校卒業後の学歴, 職歴, 学会および社会における活動等, 写真貼付, 連絡先に E-mail アドレスを記入); 1部
- (2) 研究業績等一覧(次のように分類し, 論文題目, 著者名, 発表機関・年・月・頁の順に記載すること) ①学位論文, ②著書, ③査読付き学会論文, ④国際会議発表論文, ⑤その他の論文, ⑥総説・解説, ⑦特許等, ⑧外部教育 研究資金の獲得状況(科学研究費補助金, 研究助成金, 共同研究・受託研究等), ⑨受賞歴, ⑩学協会および社会における貢献等; 1部
- (3) 主要論文の別刷(3編程度, コピー可); 各1部
- (4) これまでの研究の概要(A4用紙1枚程度); 1部
- (5) 今後の研究計画並びに教育に対する抱負(A4用紙1枚程度); 1部
- (6) 応募者について所見を伺える方2名(連絡先)

応募締切 2017年2月1日(水)(必着)

書類送付先・問合せ先 〒930-8555 富山市五福3190
国立大学法人富山大学 大学院理工学研究部(工学)
(工学部材料機能工学科) 西村克彦 宛
E-mail: nishi@eng.u-toyama.ac.jp

※封筒に「材料機能工学科教員応募書類在中」と朱書きし, 簡易書留にて郵送して下さい。(応募書類は原則として返却いたしません)

◇国立大学法人富山大学大学院理工学研究部
(工学部)教員公募◇

募集人員 准教授または講師 1名

所属 大学院理工学研究部 ナノ・新機能材料学域 ナノマテリアル・システムデザイン学系(工学部材料機能工学科担当)

専門分野 金属工学, 軽金属材料の時効析出・ナノ組織に関する研究分野

採用予定年月日 2017年3月1日

応募資格 (1) 博士または Ph.D. の学位を有すること
(2) 大学院博士課程の教育指導が担当できること
(3) 学会・社会に対して積極的に貢献できること

提出書類

- (1) 履歴書(高等学校卒業後の学歴, 職歴, 学会および社会における活動等, 写真貼付, 連絡先に E-mail アドレスを記入); 1部
- (2) 研究業績等一覧(次のように分類し, 論文題目, 著者名, 発表機関・年・月・頁の順に記載すること) ①学位論文, ②著書, ③査読付き学会論文, ④国際会議発表論文, ⑤その他の論文, ⑥総説・解説, ⑦特許等, ⑧外部教育 研究資金の獲得状況(科学研究費補助金, 研究助成金, 共同研究・受託研究等), ⑨受賞歴, ⑩学協会および社会における貢献等; 1部

- (3) 主要論文の別刷(3編程度, コピー可); 各1部
- (4) これまでの研究の概要(A4用紙1枚程度); 1部
- (5) 今後の研究計画並びに教育に対する抱負(A4用紙1枚程度); 1部
- (6) 応募者について所見を伺える方2名(連絡先)

応募締切 2017年2月1日(水)(必着)

書類送付・問合せ先 〒930-8555 富山市五福3190
国立大学法人富山大学 大学院理工学研究部(工学)
(工学部材料機能工学科) 西村克彦 宛
☎ 076-445-6844
E-mail: nishi@eng.u-toyama.ac.jp

※封筒に「材料機能工学科教員応募書類在中」と朱書きし, 簡易書留にて郵送して下さい。(応募書類は原則として返却いたしません。)

◇東北大学金属材料研究所 准教授 公募◇

公募人員 准教授 1名

(東北大学は, 男女共同参画を推進しています。子育て支援の詳細等, 男女共同参画の取り組みについては下記 URL をご覧下さい。

URL: <http://www.bureau.tohoku.ac.jp/danjoyo/>)

所属 東北大学金属材料研究所 新素材共同研究開発センター
専門分野 新規な材料創製プロセス, 高機能性材料の創製, および材料組織・構造解析と機能・特性評価等に関する研究, さらにセンターにおける共同利用研究の支援および産学官連携活動に意欲的に取り組んでいただける方。

公募資格 博士の学位を有する方

着任時期 決定後なるべく早い時期

任期 10年(審査により再任1回5年可)

応募締切 2017年1月30日(月)必着

- 提出書類
- (1) 履歴書(写真貼付)
 - (2) 研究業績リスト(原著論文, プロシーディングス, 国際会議発表, 著書, 特許, 産学官連携活動実績(例: 企業との共同研究, 企業向け講演)等)
 - (3) 主要論文別刷5編(コピー可)
 - (4) これまでの研究および産学連携活動の概要(2,000字程度)
 - (5) 着任後の研究計画および研究支援・産学官連携に対する抱負(2,000字程度)
 - (6) 推薦書または照会可能者2名の氏名と連絡先

書類送付先 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1
東北大学金属材料研究所
附属新素材共同研究開発センター
センター長 教授 古原 忠 宛

※封筒表面に「新素材共同研究開発センター 准教授 応募書類」と朱書きし, 必ず書留にて郵送して下さい。

※応募書類の返却はいたしませんのでご了承下さい。

※履歴書は本応募の用途に限り使用し, 個人情報とは正当な理由なく第三者へ開示することは一切ありません。

問い合わせ先 教授 古原 忠

☎ 022-215-2045 FAX 022-215-2046

E-mail: furuhara@imr.tohoku.ac.jp

◇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 (一社)資源・素材学会 (一社)軽金属学会他
 ■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 学術支援専門職員 宮崎智子
 FAX 03-5452-6313 E-mail: tmiya@iis.u-tokyo.ac.jp

〈平成28年度 レアメタル研究会のご案内〉(2016.10.31現在)

- 第74回 2017年1月6日(金)(平成28年度 第4回)
 ★貴金属シンポジウム(第3回)+新年会★(合同開催)
- 第75回 2017年3月10日(金)(平成28年度 最終回)
 ★中村崇教授が熱く語る特別シンポジウム+慰労会★(合同開催)

■第74回 2017年1月6日(金) 13:30~An棟2F コンベンションホール
 特別・合同シンポジウム(第4回貴金属シンポ)+新年会
 貴金属の製錬・リサイクル技術の最前線

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),
 持続型エネルギー・材料統合研究センター, レアメタル研究会(第74回レアメタル研究会)による特別・合同シンポジウム
 テーマ: 貴金属の製錬・リサイクル

時 間: 午後1:30~
 会 費: 資料代 3,000円(企業会員・学生等は無料)
 プログラム【敬称略】

- 13:30-13:40 所長挨拶 東京大学 生産技術研究所 所長 藤井輝夫
- 13:40-13:50 開会の挨拶
 東京大学 生産技術研究所 JX 金属寄付ユニット 特任教授 前田正史
- 13:50-14:20 佐賀関での貴金属/レアメタル回収プロセス(仮)
 JX 金属株式会社 佐賀関製錬所製造部精金銀課 課長 後田智也
- 14:20-14:50 竹原製錬所における廃基板処理と貴金属の回収
 三井金属鉱業株式会社 竹原製錬所 金属工場 工場長代理 小野俊昭
 三井金属鉱業株式会社 竹原製錬所 金属工場 工場長 武田 哲
- 14:50-15:20 直島製錬所におけるセレン回収について
 三菱マテリアル株式会社
 中央研究所 都市資源リサイクル研究部 部長 岡田 智
- 15:20-15:50 酸化鉛-白金族金属酸化物間の複合酸化物を利用した白金族金属の分離・回収
 千葉工業大学 先端材料工学科 准教授 永井 崇
- 15:50-16:10 一休 憩—

- 16:10-16:40 溶媒抽出による白金族分離研究の最前線(仮)
 国立研究開発法人産業技術総合研究所環境管理研究部門
 資源精製化学研究グループ 研究グループ長 成田弘一
- 16:40-17:10 硝酸溶液からの貴金属の分離と回収
 田中貴金属工業株式会社化学回収カンパニー
 製造技術部 マネージャ 武富昭人
- 17:10-17:40 北米における金銀精錬(仮)
 アサヒプリテック株式会社 技術統括部 田中仁志
- 17:40-18:10 ポスター発表者によるショートプレゼン(希望者)
- 18:10-18:20 閉会の挨拶
 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
 センター長 岡部 徹
- 18:30- ポスター発表 兼 交流会
 (会場: An 棟 1F レストラン アーベ)

■第75回 2017年3月10日(金)14:00~ An棟2F コンベンションホール
 ★中村崇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: 中村崇先生の研究と活動, 非鉄業界と研究の将来展望
 時 間: 午後2:00~
 講 演:
 ・講演題目検討中(2件程度の講演を予定) 講師未定
 ・非鉄製錬の研究と業界に対する取り組みと将来展望(仮)(60分)
 東北大学 多元物質科学研究所 教授
 東京大学 生産技術研究所 特任教授 中村 崇 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〉
 ■RMW12 Workshop on Reactive Metal Processing (Reactive Metal Workshop) March 3 (Fri)-4 (Sat), 2017, Cambridge, MIT
<http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/core-to-core/rmw/>

助 成

国立研究開発法人 新エネルギー・
 産業技術総合開発機構(NEDO) 助成事業
 「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」
 公募のご案内

公募期間 2017年1月下旬~2月中旬頃
 公募案内 <http://www.nedo.go.jp/koubo/index.html>
 問合せ先 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)省エネルギー部
 「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」事務局
 E-mail: shouene@ml.nedo.go.jp

*本事業は、平成29年度の政府予算に基づき実施するため、予算案等の審議状況や政府方針の変更等により、公募の内容や採択後の実施計画、概算私の時期などを変更する場合があります。



金属学会シンポジウム開催報告

チタン合金の研究・開発最前線2016

(第4, 1, 5分科企画)

開催日 2016年9月12日(月)

場所 大阪大学中之島センター

チタン合金は、優れた力学的特性、耐食性、生体適合性等を有することから、医療・福祉分野から輸送機器分野等に至るまでの多くの分野の製品に幅広く利用されている。本シンポジウムでは、2015年度に開催されたチタン世界会議の翌年に開催することにより世界の研究開発動向を踏まえて同分野の研究開発の現状を把握するとともに、我が国におけるチタン合金の研究開発のさらなる進展のため、その課題や今後の展開について議論した。(9月12日、大阪大学中之島センター、参加者75名)。

伊藤喜昌(日本チタン協会)は、「チタン製造の歴史と最近の話題」と題して、酸素との親和力が強く、鉱石から金属として取り出すことが他の金属に比べて困難なチタンの製錬技術の発達やそれを用いた工業化までの道のりについて解説した。さらに、我が国におけるチタン産業の誕生の経緯についても述べた。

森永正彦(豊田理化学研究所)は、「電子レベルからのチタン合金の評価と設計」と題し、チタン中における合金元素の振る舞いを第1原理計算によって求めた電子状態から解析し、それを基にした合金設計法について解説した。さらに、最近の進展として、チタン中における合金元素周りのひずみの計算結果を示し、マグネシウム中におけるそれとの比較から、その特徴について述べた。

松本洋明(香川大)は、「産業用チタン合金の準安定組織を利用した組織制御と熱間加工・材質予測」と題し、 $\alpha+\beta$ 型チタン合金のマルテンサイト組織を利用した組織制御技術(結晶粒微細化や超塑性加工法への応用等)について述べるとともに、現在、国家プロジェクトとして進められている高精度熱間鍛造組織予測法の開発に関する研究成果の一部を紹介した。

金 熙榮(筑波大)は、「チタン合金の組織と超弾性特性」と題し、 β 型チタン合金のマルテンサイト変態による超弾性特性の改善(変態ひずみの増大やマルテンサイト誘起応力と

すべり臨界応力との競合関係の制御等)に関する研究成果を化学組成の最適化、結晶方位配向(集合組織)制御および ω 相形成の観点から述べた。

國枝知徳(新日鐵住金)は、「チタン合金の組織制御による機能化」と題し、自社で開発された $\alpha+\beta$ 型チタン合金に特定の条件で熱処理や加工を施すことにより、一般的な時効硬化に比べて極めて短時間で硬化させることが可能な高速時効硬化現象や特異形状変化現象が発現することを述べ、それらの現象を発現させることにより得られる特性やその際の組織変化について示した。

逸見義男(神戸製鋼所)は、「快削性チタン合金の開発」と題して講演し、侵入型元素である炭素の利用や化学組成の最適化により室温強度と熱間加工性とを両立させた自社開発の $\alpha+\beta$ 型合金や同合金に新たな合金元素を添加することによりさらに被削性も改善した新合金の開発についての取り組みを紹介した。

藤井英俊(阪大)は、「チタン合金の摩擦攪拌接合技術」と題し、アルミニウム合金等のように融点が低い材料に比べて摩擦攪拌接合による接合が難しいチタン合金における組織制御や機械的性質の特徴について述べ、接合条件の最適化により等軸組織やラメラ組織の形成を制御することが可能であることや結晶粒微細化により接合部の機械的性質を劣化させずに接合が可能であることを示した。

山中 茂(丸エム製作所)は、「チタン合金を利用した製品開発」と題し、生体用 β 型チタン合金の歯科用ワイヤーへの実用化成功例について紹介した。歯列矯正の原理から解説し、従来の金属製歯科用ワイヤーに比べて、生体用 β 型チタン合金製歯科用ワイヤーが歯科医の望む特性を有することを示した。

本シンポジウムは、募集定員(60名)を大幅に超える参加者数となるほどの盛況ぶりであった。当日実施したアンケート結果によると、参加者の約44%が協賛学協会会員や非会員であったことは、本学会におけるチタン合金の研究開発への期待の表れであると思われる。さらに、参加者の約48%が企業に所属していたことから、我が国の産業界におけるチタン合金の需要の高さが窺われ、その高性能化の重要性が再確認された。

(文責：仲井)

(企画世話人：近畿大 仲井正昭，阪大 中野貴由，
東北大 成島尚之，愛媛大 小林千悟，
関西大 上田正人，日本チタン協会 小池 磨)

2017・2018年度代議員候補者選挙投票のご依頼

投票締切日 2016年12月31日(当日消印有効)

正 員 各 位

2017・2018年度の代議員選挙立候補を求めたところ、右頁の立候補がありましたので、関係する規程に基づき代議員の選挙を行います。

本会ホームページの「情報公開」の「主要規程」に公開してある「代議員選挙規程」を予めご承知願います。正員の皆様におかれましてはよろしくご投票下さいますようお願いいたします。

2016年12月1日

公益社団法人 日本金属学会

会長 白井 泰治

投票に際しての注意事項

1. 地区別代議員候補者の投票

- 全ての地区について投票下さい。
- 地区別の選挙定数に過不足がなく投票下さい。
- 当該地区の立候補者以外の候補者を記載しないで下さい。

2. 本部枠代議員候補者の投票

- 維持員の導入に合わせて、本部枠代議員を設けました。
- 1事業年度および2事業年度の代議員候補者について投票下さい。
- 選挙定数に過不足なく投票下さい。選挙定数は1事業年度2名、2事業年度2名です。

• 任 期

1 事業年度代議員の任期：定時社員総会の選任日(2017年4月24日予定)から2018年4月の定時社員総会の終結まで。

2 事業年度代議員の任期：定時社員総会の選任日(2017年4月24日予定)から2019年4月の定時社員総会の終結まで。

3. 次の投票は無効になります。

- 所定の用紙を使用していないものは全て無効(コピーなど)。
- 期日までに投票しなかったものは無効。

4. 投票について

- (1) 投票用紙の候補者名または番号を○で囲み、投票用封筒にて送付下さい。
- (2) 投票は無記名です。投票用紙に記名しないで下さい。
- (3) 投票用封筒は本紙に綴じ込んであるものを使用の上、封筒の裏面に氏名・住所をご記入下さい。
この封筒にこの選挙の投票用紙以外のものを同封しないで下さい。



(2016年9月17日～2016年10月20日)

正 員

李 鎔 勳 株式会社 KELK

亀 田 幸 成 IOP 英国物理学会出版局

小 川 智 史 名古屋大学

林 田 隆 秀 日新製鋼株式会社

松 村 康 志 大同特殊鋼株式会社

小 田 直 樹 新日鐵住金株式会社

竹 谷 篤 国立研究開発法人理化学研究所

村 田 智 哉 株式会社モリタ製作所

大 川 鉄 平 新日鐵住金株式会社

外国一般会員

Wang Qingliang Yanshan University

ZHAO Chenwei Northwestern Polytechnical University

Lee Seong-Min Incheon National University

公益社団法人日本金属学会 2017・2018年度代議員候補者選挙投票用紙
投票締切日：2016年12月31日(当日消印有効)

投票に際しての注意事項

* 地区別代議員候補者および本部枠代議員候補者を投票下さい。

- 次の投票は全て無効となります。
 - 地区別代議員候補者の投票
 - 全ての地区に投票していないもの。
 - 地区別の選挙定数に過不足がある投票。
 - 当該地区の立候補者以外の候補者を記載した投票用紙。
 - 本部枠代議員候補者の投票
 - 1事業年度および2事業年度の候補者に投票していないもの。
 - 所定の用紙を使用していないもの(コピーなど)。
 - 消印有効日までに投票しなかった投票用紙。
- 投票について
 - 投票用紙の候補者名または番号に○を付け、投票用封筒にて送付下さい。
 - 投票用紙に記入しないで下さい(無記名)。
 - 投票用封筒は本紙に綴じ込んであるものを使用の上、封筒の裏面に氏名・住所を記名して下さい。

会費支払い済の正員のみ投票できます。

(敬称略：受付順)

地区別代議員候補者

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

北海道地区 (2名に○をつける)	東海地区 (5名に○をつける)
1 上田 幹人 北海道大学大学院工学研究院教授 2 鈴木 亮輔 北海道大学大学院工学研究院教授	1 戸高 義一 豊橋技術科学大学機械工学系准教授 2 松村 康志 大同特殊鋼技術開発研究所電磁材料研究部部长 3 斎藤 尚文 産業技術総合研究所構造材料研究部門上級主任研究員 4 牧野 浩 三菱自動車㈱無機材料技術部主査 5 山本 剛久 名古屋大学大学院工学研究科教授
東北地区 (4名に○をつける)	北陸信越地区 (2名に○をつける)
1 折茂 慎一 東北大学金属材料研究所/原子分子材料科学高等研究機構教授 2 杉本 諭 東北大学大学院工学研究科教授 3 鈴木 茂 東北大学多元物質科学研究所教授 4 原 基 秋田大学大学院理工学研究科教授	1 門前 亮一 金沢大学大学院自然科学研究科教授 2 山本 有一 大平洋製鋼㈱品質保証部執行役員、品質保証部部长
関東地区 (16名に○をつける)	関西地区 (7名に○をつける)
1 梅澤 修 横浜国立大学工学研究院副学長・教授 2 枝川 圭一 東京大学生産技術研究所教授 3 大堀 學 早稲田大学創造理工学部非常勤講師 4 川岸 京子 物質・材料研究機構構造材料研究拠点主幹研究員 5 小出 政俊 ㈱神戸製鋼所アルミ・銅事業部門技術部部长 6 児島 明彦 新日鐵住金㈱技術開発本部鉄鋼研究所部長 7 齋藤 哲治 千葉工業大学先端材料工学教授 8 高橋 聡 ㈱IHI 基盤技術研究所材料研究部部长 9 寺嶋 和夫 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 10 藤田 敏 ㈱東芝エネルギーシステムソリューション社電力・社会システム技術開発センター参事 11 藤田 雅 ㈱本田技術研究所四輪 R & D センター主任研究員 12 細田 秀樹 東京工業大学科学技術創成研究院教授 13 村木 峰男 JFE スチール㈱スチール研究所主任研究員 14 山本 知之 早稲田大学基幹理工学部教授 15 丸山 俊夫 東京工業大学理事・副学長 16 下条 雅幸 芝浦工業大学工学部教授	1 宇田 哲也 京都大学大学院工学研究科教授 2 岡崎 喜臣 ㈱神戸製鋼所技術開発本部材料研究所室長 3 金野 泰幸 大阪府立大学大学院工学研究科教授 4 林田 隆秀 日新製鋼㈱グループ開発本部表面処理研究所主任研究員 5 春名 匠 関西大学化学生命工学部教授 6 藤本 慎司 大阪大学大学院工学研究科教授 7 山末 英嗣 立命館大学理工学部准教授
	中国四国地区 ※(3名に○をつける)
	1 岡田 達也 徳島大学大学院理工学研究部教授 2 川越 崇史 日新製鋼㈱グループ開発本部ステンレス・高合金研究所サブリーダー 3 小島 由継 広島大学先進機能物質研究センターセンター長・教授 4 秦野 正治 新日鐵住金ステンレス㈱研究センター上席研究員
	九州地区 (2名に○をつける)
	1 西田 稔 九州大学大学院総合理工学研究部教授 2 連川 貞弘 熊本大学大学院先端科学研究部副研究部部长、教授

本部枠代議員候補者

* 1事業年度および2事業年度について、それぞれ2名の候補者の氏名または番号を○で囲んで下さい。

1 事業年度 (2017年定時社員総会当日から2018年4月定時社員総会の終結まで)	2 事業年度 (2017年定時社員総会当日から2019年4月定時社員総会の終結まで)
(2名に○をつける)	(2名に○をつける)
1 五十嵐 正晃 新日鐵住金㈱技術開発本部フェロー先端技術研究所長 2 渋谷 和久 ㈱UACJ 技術開発研究所 取締役兼常務執行役員・技術開発研究所長	1 岸本 康夫 JFE スチール㈱スチール研究所研究技監 2 諏訪部 繁和 日立金属㈱技術開発本部 執行役技術開発本部副部長

役職等は届出書に基づいて記載しています。

日本金属学会誌掲載論文

Vol. 80, No. 12 (2016)

特集「固体中の水素と材料特性Ⅲ」

特集「固体中の水素と材料特性Ⅲ」によせて

市川貴之 折茂慎一 金谷輝人 日野 実 福室直樹
堀川敬太郎 宮岡裕樹 村上浩二

錯体水素化物固体電解質と硫化物ガラス固体電解質のハイブリッド利用による室温動作可能な4V級バルク型全固体リチウム二次電池の開発

宇根本 篤 野上玄器 田沢 勝 谷口 貢 折茂慎一

引張変形したAl-Zn-Mg合金中の水素挙動

真中俊明 伊藤吾朗

三点曲げ試験による高強度鋼の水素脆性評価と亜鉛めっきへの適用

日野 実 浅下秀昭 安井治之
鷹合滋樹 平松 実 金谷輝人

電析Cu膜の室温粒成長に及ぼす水素の影響

福室直樹 吉田裕輝 山崎貴昭 深井 有 八重真治

マグネシウムハイドライドの水素放出における潜伏期に及ぼす比表面積の影響

由井慎太郎 青山達貴 近藤亮太 田中孝治 竹下博之

2000および7000系アルミニウム合金における疲労き裂進展挙動と水素脆化感受性

山田隆一 伊藤吾朗 車田 亮 中井 学

純MgおよびMg-Al-Zn合金における金属内部でのMg水素化物の生成

近藤亮太 佐竹俊祐 田中孝治 竹下博之

論 文

イオンプレーティング法の成膜時における過剰エネルギーに及ぼす熱電子放射フィラメントの影響

酒井彰崇 ニヨムワイタヤ チョンラウイット 山本麟太郎
篠岡 樹 松村義人

熱処理および表面改質処理を施した生体用Ti-12Cr合金の力学的特性変化

丹羽謙太郎 赤堀俊和 新家光雄 服部友一 仲井正昭

SUS316L ステンレス鋼積層造形材の強度と組織

秋野一輝 寛 幸次

Materials Transactions 掲載論文

Vol. 57, No. 12 (2016)

—Overview—

Evaluations of Mechanical Properties of Electrodeposited Nickel Film by Using Micro-Testing Method
Takashi Nagoshi, Tso-Fu Mark Chang and Masato Sone

—Special Issue on Advances in Biomedical Materials Science and Technology—

PREFACE

Mitsuo Niinomi, Takao Hanawa, Takayuki Narushima,
Takayoshi Nakano and Masahiko Ikeda

Elastic Properties of As-Solidified Ti-Zr Binary Alloys for Biomedical Applications

Takanobu Shiraishi, Kunio Yubuta, Toetsu Shishido and Nobuya Shinozaki

Effect of Solute Oxygen on Compressive Fatigue Strength of Spinal Fixation Rods Made of Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr Alloys

Yoon-Seok Lee, Mitsuo Niinomi, Masaaki Nakai, Kengo Narita and Huihong Liu

Anisotropy of Young's Modulus in a Ti-Mo-Al-Zr Alloy with Goss Texture

Yuri Shinohara, Daiki Narita, Masaki Tahara, Hideki Hosoda and Tomonari Inamura

Preparation and In Vivo Study of Porous Titanium-Polyglycolide Composite

Masato Ueda, Nobuyuki Hayashi, Yuri Nakano, Masahiko Ikeda, Kenji Doi, Shigeo Mori, Hisashi Kitagaki, Shuntaro Terauchi and Azusa Seki

Fabrication of TiO₂/SiO₂ Composite Coating via a High-Temperature Self-Organizing Microporous TiO₂ Layer on Ti

Eri Miura-Fujiwara, Yoshinobu Tanaka, Hiroshi Harada, Takeyuki Kikuchi and Thoru Yamasaki

Micro Arc Oxidation of Ti-15Zr-7.5Mo Alloy

Yusuke Tsutsumi, Maki Ashida, Kei Nakahara, Ai Serizawa, Hisashi Doi, Carlos Roberto Grandini, Luis Augusto Rocha and Takao Hanawa

Cytocompatibility of Ti-6Al-7Nb through High-Pressure Torsion Processing

Peng Chen, Maki Ashida, Hisashi Doi, Yusuke Tsutsumi, Zenji Horita and Takao Hanawa

Role of the Electrochemical Potential and Solution pH to Environment-Assisted Cracking of Super-Elastic TiNi Alloy

Takumi Haruna, Yosuke Fujita, Daiki Morihashi and Youhei Hirohata

Surface Composition and Corrosion Resistance of Co-Cr Alloys Containing High Chromium

Yusuke Tsutsumi, Hisashi Doi, Naoyuki Nomura, Maki Ashida, Peng Chen, Akira Kawasaki and Takao Hanawa

Effect of Building Position on Phase Distribution in Co-Cr-Mo Alloy Additive Manufactured by Electron-Beam Melting

Taiyo Takashima, Yuichiro Koizumi, Yunping Li, Kenta Yamanaka, Tsuyoshi Saito and Akihiko Chiba

Changes in Microstructure of Biomedical Co-Cr-Mo Alloys during Aging at 973 to 1373 K

Kosuke Ueki, Yuto Kurihara, Shingo Mineta, Alfirano, Kiyosuke Ueda, Shigenobu Namba, Takashi Yoneda and Takayuki Narushima

Effects of Precipitates and Albumin in Simulated Body Fluids on Pin-on-Disk Wear Behavior of Biomedical Co-Cr-Mo Alloys

Kiyosuke Ueda, Motoka Kasamatsu, Masanori Tanno, Kosuke Ueki, Jean Geringer and Takayuki Narushima

Effect of Heat Treatment and the Fabrication Process on Mechanical Properties of Zr-14Nb Alloy

Ryota Kondo, Naoyuki Nomura, Hisashi Doi, Hiroaki Matsumoto, Yusuke Tsutsumi and Takao Hanawa

Cell Activity on Type 316L Stainless Steel with Self-Organized Nanopores Formed by Anodic Polarization

Sayaka Miyabe, Takashi Suehiro, Yushi Fujinaga, Hiroaki Tsuchiya, Sachiko Hiromoto and Shinji Fujimoto

Preparation of Antibacterial ZnO-CaO-P₂O₅-Nb₂O₅ Invert Glasses

Sungho Lee, Hirotaka Uehara, Anthony L. B. Maçon, Hirotaka Maeda, Akiko Obata, Kyosuke Ueda, Takayuki Narushima and Toshihiro Kasuga

Disruption of Collagen Matrix Alignment in Osteolytic Bone Metastasis Induced by Breast Cancer

Aiko Sekita, Aira Matsugaki and Takayoshi Nakano

—Regular Articles—

Materials Physics

Selective Abnormal Growth Behavior of Goss Grains in Magnetostrictive Fe-Ga Alloy Sheets

Jiheng Li, Qingli Qi, Chao Yuan, Xiaoqian Bao and Xuexu Gao

Microstructure of Materials

Construction of Finite Element Meshes for Polycrystal Grains Model from X-ray CT Image

Masakazu Kobayashi, Tomohiko Matsuyama, Aya Kouno, Hiroyuki Toda and Hiromi Miura

Mechanics of Materials

Creep Rupture Strength for Weld Joint of 23Cr-45Ni-7W Alloy

Kyohei Nomura, Keiji Kubushiro, Hirokatsu Nakagawa and Yoshinori Murata

Delaying Effect of High-Density Electric Current on Fatigue Crack Growth in A6061-T6 Aluminum Alloy

Jaewoong Jung, Yang Ju, Yasuyuki Morita, Yuhki Toku and Yoshihiko Uematsu

Materials Chemistry

Corrosion Properties of the Fe-Cr-Based Soft Magnetic Alloys Fabricated by Metal Injection Molding

Yuki Hamataka, Masahiko Hatakeyama, Toshiko Osada, Hideshi Miura, Osamu Iwatsu, Shigeo Tanaka and Satoshi Sunada

Effect of Molybdenum on the Corrosion of Low Alloy Steels in Synthetic Seawater

Su-Bin Shin, Sol-Ji Song, Young-Woong Shin, Jung-Gu Kim, Byung-Joon Park and Yong-Chan Suh

Catalytic Activity for Reduction of 4-Nitrophenol with [C₆₀]Fullerene Nanowhisker-Silver Nanoparticle Composites

Jeong Won Ko and Weon Bae Ko

A Self-Assembly and High-Robustness Super-Hydrophobic Coating Based on Waste Marble Powder

Yinting Wong, Liang Tong, Yan Hu and Peishi Wu

Materials Processing

Influence of Silicon Content, Strain Rate and Temperature on Toughness and Strength of Solid Solution Strengthened Ferritic Ductile Cast Iron

Tomohiro Ikeda, Takuo Umetani, Nobuhiro Kai, Keisaku Ogi, Nao-Aki Noda and Yoshikazu Sano

Engineering Materials and Their Applications

Consolidation Behaviors of FeB-25Ni Powders in Spark Sintering and Mechanical Properties of Their Compacts

Shaoming Kang, Zhefeng Xu, Yong Bum Choi, Kazuhiro Matsugi, Hideaki Kuramoto and Jinku Yu

Environment

Investigation of Part Detachment Process from Printed Circuit Boards for Effective Recycling Using Particle-Based Simulation

Yuki Tsunazawa, Chiharu Tokoro, Mitsuaki Matsuoka, Shuji Owada, Hiroyuki Tokuichi, Masamichi Oida and Hirobumi Ohta

Effect of Mechanical Alloying on Thermal Conductivity of Bi₂Te₃-Sb₂Te₃

Masato Kitamura and Kazuhiro Hasezaki

Ultrasound-Assisted Removal of Microcrystalline Opal-CT from Ca-Bentonite

Wantae Kim

まてりあ 第56巻 第1号 予告

[最近の研究] 第一原理計算に基づく転位構造解析と合金設計
—マグネシウムの延性向上への取り組み—
……………都留智仁
[新進気鋭] 真にナノスケールのインデンテーション試験による
複合材料硬度測定法 ……………増田秀樹

[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(I)～測定対象と方法～ ……………友田 陽
[新技術・新製品]
—他—
編集の都合により変更になる場合がございます。

— 日本金属学会誌, Mater. Trans. へ投稿しませんか? —

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

掲載論文充実化のため、レビュー、オーバービュー、技術論文など多くの種別を取り入れております。又、掲載論文の早期公開も行っております。会誌の投稿・掲載費用は無料です。

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

皆様のご投稿をお待ちしております。

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
12月				
1	エネルギー技術シンポジウム2016「水素社会に向けての技術開発と展望」(東京)	産業技術総合研究所・中村	esym2016-ml@aist.go.jp https://unit.aist.go.jp/rief/event/20161201/	
1～2	第24回新粉末冶金入門講座(京都産業大)	粉体粉末冶金協会	TEL 075-721-3650 info@jspm.or.jp	11.18
1～2	電気加工学会全国大会(2016)(名工大)	電気加工学会・後藤(静岡理工科大)	a-goto@me.sist.ac.jp TEL 0538-45-0127 http://www.jsme.or.jp/	
1～2	第49回安全工学研究発表会(つくば)	安全工学会	TEL 03-6206-2840 jsse-2004@nifty.com	
2	第20回生体関連セラミックス討論会(阪大)	日本セラミックス協会・横川(大阪市立大)	TEL 06-6605-2743 yokogawa@imat.eng.osaka-cu.ac.jp http://www.ceramic.or.jp/bseitai/symposium/20th_Symp.html	参加事前 11.18
2	第53回 X線材料強度に関する討論会テーマ「輸送機器に用いられる材料および構造における非破壊検査・測定手法の適用状況」(名古屋)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 http://x-ray.jsms.jp/	11.18
4～7	The 3rd International Symposium on Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials(LPSO2016)(京都)	国際会議 LPSO2016 実行委員会・河村(熊大)	TEL 096-342-3547 内線3547 lpsol@kumamoto-u.ac.jp http://www.msre.kumamoto-u.ac.jp/LPSO2016/	
5	溶接部の腐食トラブル防止事例講習会(広島)	プラント材溶接部腐食合同研究委員会	TEL 03-3815-1161 ysm.hng-113-0033@jcorr.or.jp http://www.jpp1.jp/jcorr/trprev/	定員 90名
5～7	第42回固体イオニクス討論会(三重大)	固体イオニクス学会・小林(三重大)	TEL 059-231-9419 ssij42@chem.mie-u.ac.jp	
5～8	第23回国際アコースティック・エミッションシンポジウム(京都)	日本非破壊検査協会・塩谷(京大)	TEL 075-383-3494 info@iiaae.org http://iiaae.org/	
7	第385回講習会「工作機械とIoT ～JIMTOF2016に見るものづくり技術の進化～」(東京)	精密工学会	TEL 03-5226-5191 http://www.jspe.or.jp/	定員 60名
7	エコデザイン・プロダクツ&サービスシンポジウム(EcoDePS) 2016(東京理科大)	エコデザイン学会連合・宇野	secretariat@ecodenet.com http://ecodenet.com/EcoDePS2016/	
7～9	第43回炭素材料学会年会(千葉大)	炭素材料学会	FAX 03-3368-2827 tanso-desk@bunken.co.jp	講演 8.22
8	第185回腐食防食シンポジウム「微生物が関与する腐食と電気化学現象」(中央大)	腐食防食学会	TEL 03-3815-1161 ysm.hng-113-0033@jcorr.or.jp http://www.jcorr.or.jp/	
8	平成28年度磁性流体連合講演会(北大)	磁性流体研究連絡会	jsmfr@jsmfr.on.arena.ne.jp http://jsmfr.on.arena.ne.jp/	
8～9	第54回高温強度シンポジウム(松山)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 http://www.jsms.jp/	
8～9	表面分析実用化セミナー '16—日常的な分析業務における JIS 並びに ISO 規格の利用(東京)	表面分析研究会・山内(矢崎総業)	yasuo.yamauchi@jp.yazaki.com http://www.sasj.jp/seminar/iso-seminar16/index.html	定員 30名
8～9	キャビテーションに関するシンポジウム(第18回)(九大)	日本学術会議第三部・安東(九大)	TEL 092-802-3449 cav18@nams.kyushu-u.ac.jp http://www.nams.kyushu-u.ac.jp/~cav18/	
9	平成28年度材料科学基礎講座「電子顕微鏡に関わる基礎と関連技術」(阪大)	日本材料学会	TEL 03-3262-9166 mssj@shokabo.co.jp http://www.mssj.gr.jp	
9	2016年電気化学会関東支部セミナー「水素社会の早期実現に向けた日本の取組み」(東京)	電気化学会関東支部	03-3234-4213 kanto@electrochem.jp	12.2
10	2016年度計算力学技術者(CAE技術者)の資格認定試験(東京)	日本機械学会・石澤	TEL 03-5360-3506 caenintei@jsme.or.jp http://www.jsme.or.jp/cee/cmintei.htm	
14	第3回初心者にもわかる信頼性工学入門セミナー(電通大)	日本材料学会	http://sinrai.jsms.jp/	
14	第21回資源循環型ものづくりシンポジウム(名古屋)	第21回資源循環型ものづくりシンポジウム実行委員会	TEL 052-736-5680 ims@nipc.or.jp http://www.nipc.or.jp/sansien/symposium/index.html	
14	第100回シンポジウム「押出加工および鍛造の予測技術」～工程・工具設計のためのシミュレーション技術～(日大)	軽金属学会	TEL 03-3538-0232 http://www.jilm.or.jp/	定員 80名
14～16	走査型プローブ顕微鏡(30)&ICSPM24(Hawaii)	応用物理学会・小田	TEL 03-5802-0863 oda@jsap.or.jp http://dora.bk.tsukuba.ac.jp/event/ICSPM24/	
15	第64回 CVD 研究会(京都)	CVD 研究会	TEL 075-383-2643 cvd@cheme.kyoto-u.ac.jp http://cvd.jpn.org/future/	12.7
15～16	日本鉄鋼協会・日本金属学会 両北海道支部合同冬季講演大会(室蘭工大)(11号562頁)	北海道支部・垣原(日本製鋼所)	TEL 0143-22-0394 FAX 0143-22-4180 hajime_kakihara@jsw.co.jp	
15～16	2016年度技術者継続教育「先進コース」講習会(神戸)	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	

開催日	名称・開催地・掲載号	主催・担当	問合せ先	締切
15~16	第29回信頼性シンポジウム—安心・安全を支える信頼性工学の新展開(東京理科大)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 RESYMPO2016@jsms.jp	
16	第219回塑性加工技術セミナー「板成形シミュレーションの最前線」(日本大学)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	定員 50名
16	東北支部地区講演会(岩手大)(11号562頁)	東北支部・山口(岩手大)	benko@iwate-u.ac.jp TEL & FAX 019-621-6367	交流会 12.12
2017年 1月				
6	第74回 レアメタル研究会(東大生産技研)(本号628頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産技研岡部研)	TEL 03-5452-6314 okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html	
12~13	第55回 セラミックス基礎科学討論会(岡山)	日本セラミックス協会 基礎科学部会・難波(岡山大)	TEL 086-251-8896 kiso55@ecm.okayama-u.ac.jp http://ecm.okayama-u.ac.jp/kiso55/	
13	第149回塑性加工工学講座「熱処理とその周辺技術」(東京)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	定員 60名
13	チタンの計算材料科学の現状と展望(関西大)(本号626頁)	研究会 No. 74・上田(東北大)	ueda@material.tohoku.ac.jp TEL/FAX 022-795-7295	1.6
17	第101回シンポジウム「多機能性アルミニウム材料の開発と応用」～素材に息吹を与える多機能化～(早稲田大)	軽金属学会	TEL 03-3538-0232 http://www.jilm.or.jp/	定員 80名
20	金属学会シンポジウム「データサイエンスと材料研究開発」(東京)(本号625頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp	1.10
21	第48回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム(東京)	日本非破壊検査協会・岡	TEL 03-5609-4015 oka@jsndi.or.jp http://www.jsndi.jp	
23	第220回塑性加工技術セミナー「はじめての表面分析—表面形状および結晶組織測定の基礎—」(東工大)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	定員 60名
23	腐食防食部門委員会第314回例会(大阪)	日本材料学会	TEL 075-761-5321 jim@jsms.jp http://www.jsms.jp	
24	金属学会シンポジウム「高温物性値測定技術の最前線とものづくりへのアプローチ」(東工大)(本号625頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 meeting@jim.or.jp	1.12
24~25	Symposium on Surface Science & Nanotechnology—25th Anniversary of SSSJ Kansai—(京都)	日本表面科学会・大塚(阪大)	TEL 06-6850-5401 sssn_office@chem.sci.osaka-u.ac.jp	
26~27	第150回塑性加工工学講座「圧延加工の基礎と応用」(阪大)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	定員 70名
26~27	第45回ガスタービンセミナー(和光)	日本ガスタービン学会	gtsj-office@gtsj.org http://www.gtsj.org/	
26~27	2016年度技術者継続教育「先進コース」講習会	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	
27	第221回塑性加工技術セミナー「塑性加工屋にわかる材料知識—鉄系編—」(阪大)	日本塑性加工学会	http://www.jstp.or.jp	定員 90名
27	第33回軽金属セミナー「アルミニウム合金の組織—中級編(時効析出)」(第4回)(京都)	軽金属学会	http://www.jilm.or.jp/	定員 40名
27	第211回研究会/第63回磁気工学専門研究会「医療と磁気の現状と将来展望」(中央大)	日本磁気学会	TEL 03-5281-0106 http://www.magneticsjp/event/research/topical_211/	
28	第22回高専シンポジウム in MIE(鳥羽商船高専)	高専シンポジウム協議会他	TEL 0599-25-8402 soumu-kikaku@toba-cmt.ac.jp http://www.suzuka-ct.ac.jp/	
2017年 2月				
17	第102回シンポジウム「こんなことまでできるの! アルミの表面処理で!!」～新機能を発現するアルミニウム合金表面処理の最新情報～(工学院大)	軽金属学会	TEL 03-3538-0232 http://www.jilm.or.jp/	定員 100名
2017年 3月				
10	第75回 レアメタル研究会(東大生産技研)(平成28年度最終回)(本号628頁)	レアメタル研究会・宮崎(東大生産技研岡部研)	TEL 03-5452-6314 okabelab@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/rc40_j.html	
14	日本金属学会春期講演大会における企業説明会(首都大学東京南大沢キャンパス)(本号620頁)	日本金属学会	TEL 022-223-3685 secgnl@jim.or.jp	2.10
15~17	日本金属学会春期講演大会(首都大学東京南大沢キャンパス)(八王子)(本号620頁)	日本金属学会	annualm@jim.or.jp TEL 022-223-3685 FAX 022-223-6312 http://www.jim.or.jp/convention/2017/spring	講演 1.6 参加 2.10
2017年 5月				
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/	発表 1.20

開催日	名称・開催地・掲載号	主催・担当	問合せ先	締切
2017年8月				
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/	
2017年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	
2017年10月				
11~13	1st International Conference on Energy and Material Efficiency and CO ₂ Reduction in the Steel Industry (EMECR2017) (神戸)	日本鉄鋼協会	emecr2017@issjp.com	
2017年11月				
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.registerat.com/site/icotom2017	アブストラクト 2016.11.15
20~24	Plasma Conference 2017(姫路)	応用物理学会他	TEL 052-735-3185 mnhmrt@meijo-u.ac.jp	

◇事務局より◇

～ 本年は大変お世話になりました。来年もどうぞ宜しくお願い致します。～

◇ 事務局年末年始休業のお知らせ ◇

2016年12月29日(木)～2017年1月5日(木)



2015, 2016年度会報編集委員会 (五十音順, 敬称略)

委員長	御手洗容子						
副委員長	大塚 誠						
委員	赤瀬善太郎	浅野耕太	池田賢一	池田大亮	石本卓也	上田恭介	
	梅津理恵	大津直史	大野直子	大場洋次郎	大森俊洋	北村一浩	
	小泉雄一郎	齊藤敬高	佐藤和久	佐藤幸生	下島康嗣	下田一哉	
	杉浦夏子	芹澤 愛	千星 聡	染川英俊	高橋 淳	高林宏之	
	滝沢 聡	竹田 修	武田雅敏	田中真悟	田中秀明	田中康弘	
	多根正和	田村友幸	垂水竜一	堤 祐介	寺田大将	寺西 亮	
	戸高義一	中村貴宏	長谷川誠	畠山賢彦	藤枝 俊	府山伸行	
	堀内寿晃	堀部陽一	本間智之	松尾元彰	水本将之	宮岡裕樹	
	村石信二	森戸春彦	山下良之	山田高広	山室佐益	横田智之	
	湯蓋邦夫	吉矢真人	和田 武	渡辺博行			

まてりあ 第55巻 第12号 (2016) 発行日 2016年12月1日 定価(本体1,700円+税) 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

Materials Transactions 投稿の手引き

Materials Transactions (Mater. Trans.)への投稿は、次の要件を満たさなければならない。

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

1. Mater. Trans. に投稿可能な論文

(1) Regular Article (10頁以内)

金属及びその関連材料の理論、実験並びに技術などに関する学術上の成果を報告し、考察した原著論文で、科学・技術的に質の高い、新規な興味ある内容(結果、理論、手法等)が十分含まれている論文。ただし、日本金属学会誌に Web 掲載後1年以内であれば投稿ができる。その事を脚注に明記する。また、日本金属学会誌と異なる部分がある場合、その事を脚注に明記する。なお、著者が迅速掲載を希望し、追加費用を負担する場合は、査読期間短縮を含め迅速掲載のための処理を行う。

(2) Review (15頁以内)

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

(3) Overview (15頁以内)

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

(4) Technical Article (10頁以内)

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

(5) Rapid Publication (4頁以内)

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

(6) Express Rapid Publication (3頁以内)

Rapid Publication より緊急性が高く、迅速な発表のための特別な処理を必要とする論文。他の発表論文より迅速掲載のため、より緻密性と完成度が求められる。迅速掲載のための費用を追加負担しなければならない。

(7) Opinion (2頁以内)

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

(8) その他理事会で決議した分類

2. 投稿の方法

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

3. 原稿

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

3.1 記載内容

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

3.2 単位

SI 単位を使用する。

3.3 引用文献・脚注

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

4. 審査

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

5. 校正

初校は著者の責任で行う。著者校正は原則として1回とし、誤植の修正に限る。

6. 投稿者負担金

6.1 投稿・掲載費用を支払う(別刷50部寄贈)。

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

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

6.3 Regular Article の迅速掲載費用：1万円。

6.4 Express Rapid publication 掲載費用：3頁以内一律5万円。

公益社団法人日本金属学会
欧文誌編集委員会

有機遷移金属化学 (朝倉化学大系 16)

小澤文幸・西山久雄 著
 A5判 276頁
 2016年11月刊行 本体5,700円(税別)
 発行所名:朝倉書店
 ISBN: 978-4-254-14646-2
 〒162-8707
 東京都新宿区新小川町6-29
 アクロポリス東京10F
 TEL: 03-3260-7631
 FAX: 03-3260-0180
 URL: <http://www.asakura.co.jp/>



有機金属錯体の基礎から合成・触媒反応など応用まで解説。学部上級生から院生、隣接諸領域の研究者に向けた基本書。
 [内容] 有機遷移金属錯体の構造 / 有機遷移金属錯体の結合 / 有機遷移金属錯体の反応 / 遷移金属錯体を用いる有機合成反応 / 不斉遷移金属触媒反応

図解よくわかる「都市鉱山」開発

—レアメタルリサイクルが拓く資源大国への道—

原田幸明・醍醐市朗著
 A5判・152頁
 2011年 1,800円(税別)
 日刊工業新聞社
 ISBN: 978-4-526-06648-1
 〒103-8548
 東京都中央区日本橋小網町14-1
 TEL: 03-5644-7410
 FAX: 03-5644-7400
 URL: <http://pub.nikkan.co.jp/>



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

Professional Engineer Library 化学

PEL編集委員会 監修 小林淳哉 編著
 B5 328頁
 2015年9月 2,800円(税別)
 実教出版
 ISBN: 978-4-407-33255-1
 〒102-8377
 東京都千代田区五番町5
 TEL: 03-3238-7766
 FAX: 03-3238-7770
 URL: <http://www.jikkyo.co.jp/>



化学の基礎をポイントを押さえて平易に記述。高専の化学、大学専門基礎向けのテキスト。読みやすい紙面構成。各章頭に「予習」、各章末に「演習問題」を設け、詳解などを実教出版のWebサイトからダウンロードできる。エンジニア志向の学生に向けた、科学技術の実用例・応用例を盛り込んだ。

Professional Engineer Library 有機化学

PEL編集委員会 監修 梗間由幸 編著
 B5 216頁
 2015年5月 2,600円(税別)
 実教出版
 ISBN: 978-4-407-33247-6
 〒102-8377
 東京都千代田区五番町5
 TEL: 03-3238-7766
 FAX: 03-3238-7770
 URL: <http://www.jikkyo.co.jp/>



有機化学の基礎をポイントを押さえて平易に記述。B5判の広い紙面に反応機構を多く掲載し、読みやすい紙面構成。各章頭に「予習」、各章末に「演習問題」を設け、詳解などを実教出版のWebサイトからダウンロードできる。エンジニア志向の学生に向けた、科学技術の実用例・応用例を盛り込んだ。

書籍ガイド・広告募集!

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

掲載料金 1コマ(1/6頁) ¥18,000(税別)

次回は、6月号(6/1発行)に掲載致します。

株式会社 明報社

<広告掲載のお問い合わせ・お申込み> 〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル
 TEL(03)3546-1337 FAX(03)3546-6306
 E-mail: info@meihosha.co.jp HP: <http://www.meihosha.co.jp>

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。

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

PHI 710 *Scanning Auger Nanoprobe*



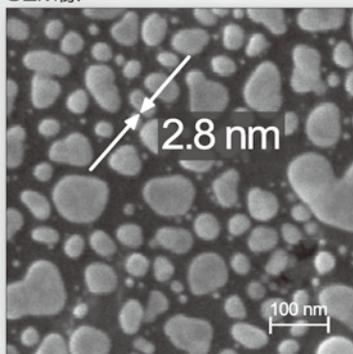
CMA 型 AES

- 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)



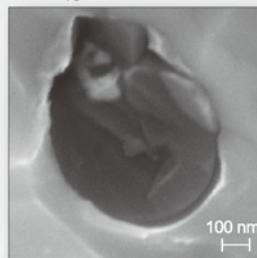
SEM 分解能 ≤ 3 nm, AES 分解能 ≤ 8 nm

SEM像

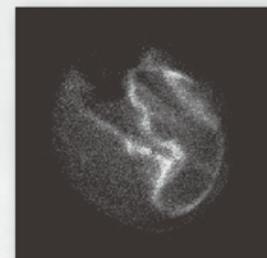


グラファイト上の金粒子における SEM分解能測定 (25 kV 0.2 nA)

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>