

||||||| やあ こんにちは |||

蛍光 X 線ホログラフィーの研究とともに歩んだ四半世紀



はやし こういち
林 好一 氏

はやし こういち
名古屋工業大学 林 好一

日本MRSニュースの巻頭言に執筆させて戴く機会を頂戴したことを、光栄に感じております。筆者は、有機材料から無機材料まで幅広くキャラクター化することを自身の研究スタイルとしてきました。最近では、固体だけでなく、蓄電池の電解液の構造解析にも取り組み始めております。これまでに、何回か、日本MRSにて講演させて頂く機会がありましたが、多様な材料科学の分野を包括する本会議での講演を拝聴することにより、多くの先端材料を知り得ることができ、大いに刺激を受けました。

筆者の主要な研究テーマは、「蛍光X線ホログラフィー」と呼ばれている局所構造解析法の開発と応用で、25年近く、このテーマに取り組んできました。単結晶かエピタキシャル膜が必要といった計測対象の制約があり、また、波長可変で強力な単色X線を利用できる放射光を必要としますが、観測されたホログラムから添加元素などの周辺の実空間像を得ることができます。従来の一次元的な動径分布関数による局所構造解析法に比べると、三次元的に原子構造の解析ができるため、添加元素の状態や役割などの詳細な考察を行うことが可能です。現在、ユーザーは30グループを超え、毎日、どこかの放射光施設で蛍光X線ホログラフィーの実験が行われている状況です。そのために我々は常に忙しい日々を送っています。

「蛍光X線ホログラフィー」の研究は、1986年にSzöke博士が、物質の特定元素から放出される蛍光X線と光電子がその周辺の原子配列を記録したホログラムを形成することを見出したことが起点となります。その後、光電子ホログラムが測定され、観測の難しい蛍光X線ホログラムが、10年ほど遅れて実測されました。これに成功したのは、ハンガリーのTegze博士とFaigel博士ですが、この研究成果はNatureにも掲載され、放射光やX線の分野において大いに注目されました。そのため、2000年の前後には、多くの研究者が「蛍光X線ホログラフィー」の研究に挑戦し、いくつかのバージョンが提案され、測定技術も飛躍的に向上しました。この時期が、まさしく、黎明期において爆発的に進化した「蛍光X線ホログラフィー」のカンブリア紀であったと思います。

しかしながら、やがて、少しずつ人が離れていったことをよく憶えています。大きな理由は、材料解析への適用が難しいという認識が形成されたためでした。確かに、標準試料である単純な組成の単結晶のホログラムから再生した原子像は、その結晶構造を反映した美しいものでした。アートとしては意味がありましたが、既に構造の分かっている試料の原子配列が再生できても、学術的には意味がありません。そのため、実用試料への応用展開が望まれていた訳ですが、それは手法のデモンストレーションを行うよりは、はるかに長い道のりでありました。これは、産業界で言われている、「死の谷」と似通っているものだと思います。

実用材料の解析において、意味のある成果が得られ始めたのは、2010年頃からでした。これほど時間のかかった理由は、信頼性のある解釈を行うために、標準試料なども含めて多くの物質のホログラムデータを収集する必要があったためです。いまで云うところのデータ科学的な発想と言えるかもしれませんが、自ら全て測定しなければならぬところが異なる点です。例えば、混晶や添加元素のホログラムからの原子像では、基本的に結晶構造が乱れているため、原子像が弱く、そして、アーティファクトと呼ばれるゴーストイメージが目立ってきます。測定データが少なければ、真像とアーティファクトの判断が難しく、実空間像の解釈が難しくなります。測定データの統計が向上することによって、判断の手がかりが増え、実用材料に応用できることになります。

このような背景の中、応用研究での成果も多くなっていき、測定を依頼する研究者も増えてくるという、ポジティブなフィードバックが掛かるようになってきました。また幸運なことに、2010年代の後半からは、大きなプロジェクトにも恵まれました。一つは、新学術領域研究「3D活性サイト科学」(代表:大門 寛;2014~19年度)であり、もう一つは、筆者が代表を務めさせて戴いている学術変革領域研究(A)「超秩序構造が創造する物性科学」(超秩序構造科学;2020~24年度)です。これらのプロジェクトを進めている間にユーザーが格段に増加し、想像もできなかったような構造体が発見されることがしばしばありました。このような事実は、材料科学に大きな進展をもたらすものと信じております。また、中性子ホログラフィーも新たに開発され、水素や磁気モーメントのイメージングにも取り組んでいます。

学術変革領域研究(A)「超秩序構造科学」については、結晶以外にも非晶質の研究者も多く参加しています。2022年は国際ガラス年ということもあり、プロジェクトは大いに盛り上がっているところです。このプロジェクトが終わる頃には、筆者も年齢が60近くになっていますが、私のこのような経験や活動が、次の世代の若手の役に立てることを祈念しております。

目次

- 01 やあ こんにちは
蛍光 X 線ホログラフィー
の研究とともに歩んだ
四半世紀
林 好一
- 02 研究所紹介
産総研共用施設の紹介
ー ナノプロセス施設
(NPF) を中心に
産業技術総合研究所
TIA 推進センタープラ
ットフォーム運営ユニ
ット
共用施設ステーション
長 小笹 健仁
- 05 研究トピックス
電子強誘電体の
非線形光学分光
東京工業大学理学院
于 洪武、沖本 洋一
- 06 ご案内
- 12 To the Overseas
Member of MRS-J
編集後記

■ 研究所紹介

産総研共用施設の紹介 — ナノプロセッシング施設 (NPF) を中心に

産業技術総合研究所 TIA 推進センタープラットフォーム運営ユニット共用施設ステーション長 こざき たけひと
小笹 健仁

0. はじめに

国立研究開発法人産業技術総合研究所(産総研)では、日本の産業界の発展に貢献すべく産業技術オープンイノベーションの場として各種先端機器を備えた共用施設を設置し、産学官の研究者に広く利用されている。本稿では、筆者が多く関わっているナノプロセッシング施設 (NPF) を中心に産総研共用施設を紹介する。

1. 産総研の概要

産総研は2001年に経済産業省傘下の15研究機関が独立行政法人化により統合し誕生した日本最大規模の研究開発機関です。産総研は現在、日本全国に11の研究拠点を有し常勤だけで約2,300人、ポスドクや外来を含めると約10,000人の研究員が在籍しており、その研究領域はエネルギー・環境・バイオ・エレクトロニクス・情報・地質と極めて多岐にわたっている。産総研では5年ごとに中期目標を策定しており、現在(第5期)は、「社会課題の解決と産業競争力強化に貢献するイノベーションの創出」をミッションに掲げて、エネルギー、環境、少子化、等の社会課題の解決や産業と研究開発の橋渡しや企業等との連携、更には知的基盤の整備や研究開発プロジェクトの推進に日夜取り組んでいる。

2. 産総研共用施設の概要

産総研には中期目標を達成するための手段の一つとして「共用施設利用制度」を準備している。これは産総研が蓄積してきた技術や経験を広く社会に普及させることを目的に様々な分野の先端機器を共用施設として大学・研究機関・企業等の研究開発活動に利活用していただく制度です。施設の利用方法には基本的に内部利用と外部利用の2種類があり、企業・研究機関・大学に所属する方は、一部を除いて約款制度に基づいて利用契約手続きを行い、施設利用後に料金を支払っていただく外部利用となります。利用料金については、施設ごとに利用単価表(毎年更新)を公開しており、利用に応じた費用負担が分かりやすく明示されています。各施設の紹介や利用手続き等に関する詳細は産総研共用施設ホームページ⁽¹⁾を参照してください。

現在外部に装置を公開している施設では、産総研が開発した最先端の計測システム、ナノ電子デバイスや超伝導アナログ/デジタルデバイスの試作設備、300mmSi ウェハデバイスプロセスラインや200mm/300mmのMEMSプロセスライン、糖鎖・植物転写因子や人間動作の解析機器、等がつくばや関西、四国の国内研究拠点に整備されています。各施設の詳細についてはパンフレットがダウンロードできますのでそちらをご参照ください⁽²⁾。

3. ナノプロセッシング施設 (NPF) について

NPFでは、ナノエレクトロニクス技術を中心とする超微細加工や成膜等のデバイス試作、計測・評価のための先端機器を整備して産学官の研究教育機関に所属する研究者や技術者、学生等に提供

している。利用希望者とは施設利用の要否や効果的な研究支援について事前に相談した後、各種利用手続きやガイダンス・装置トレーニングを経て利用可能になります。ご自身で装置を利用する際は、専用HP⁽³⁾より、利用時間を予約する事になりますが、予約方法等も事前ガイダンスにて説明しますので、初めての方でも安心してご利用頂く事ができます。施設の利用料金については全装置毎の時間当たり単価がHPにて公開されています。ちなみにHPは来年度より別のサーバーに移行する予定ですのでこれから利用を検討される方はご注意ください。

2021年10月時点でNPFが共用する装置を表1に示します。公開している装置数は約90台有り、スパッタ、やCVD、ALD等の各種成膜から、露光、エッチング、集束イオンビーム(FIB)、等の微細加工、レーザー顕微鏡、SPM、等の観察や電気特性計測、XPSや電子顕微鏡(SEM)、X線回折(XRD)、等の物理計測評価が2つの実験室(クリーンルームと一般実験室、ただしヘリウムイオン顕微鏡は除く)にて実施できます。装置の詳細についてはNPFの紹介パンフレットがダウンロードできますのでそちらをご参照ください⁽⁴⁾。

装置番号	施設名称	装置番号	施設名称
NPF001	電子ビーム描画装置(CRESTEC)	NPF052	デバイス容量評価装置
NPF003	イオンコーター	NPF053	ワイヤーボンダー
NPF004	電界放出形走査電子顕微鏡[S4800 FE-SEM]	NPF054	ダイシングソー
NPF005	低真空走査電子顕微鏡	NPF055	スクライバー
NPF006	マスキング露光装置	NPF056	研磨機
NPF008	スピンドル	NPF057	ラッピングマシン(GMP)
NPF009	コンタクトマスクライナー[MJB4]	NPF059	レーザー顕微鏡[VK-8510]
NPF010	反転露光用全面UV照射装置	NPF060	短波長レーザー顕微鏡[VK-9700]
NPF011	線露光装置	NPF061	短波長レーザー顕微鏡[OLS-4100]
NPF012	ドラフトチャンバー	NPF062	全焦点顕微鏡
NPF013	ドラフトチャンバー	NPF063	分光エリプソメータ
NPF014	有機ドラフトチャンバー	NPF064	解析用PC(分光エリプソメータ用)
NPF015	酸アルカリドラフトチャンバー	NPF065	顕微鏡レーザーラマン分光装置(RAMAN)
NPF016	スターラーウオーターバス[SWB-10L-1]	NPF066	顕微鏡レーザー変換赤外分光装置(FT-IR)
NPF017	スマートウオーターバス[TB-1N]	NPF067	解析用PC(CADおよびSPM、FT-IR、Raman用)
NPF018	反応性イオンエッチング装置(RIE)	NPF068	磁性特性測定システム(MPMS)
NPF019	多目的エッチング装置(ICP-RIE)	NPF070	X線回折装置(XRD)
NPF021	プラズママッシャー	NPF071	薄膜エックス線回折装置
NPF022	UVオゾンクリーナー	NPF072	微小部蛍光X線分析装置
NPF023	電子ビーム真空蒸着装置	NPF073	解析用PC(CADおよびX線用)
NPF024	抵抗加熱型真空蒸着装置	NPF074	エックス線光電子分光分析(XPS)装置
NPF025	スパッタ成膜装置(芝浦)	NPF075	解析用PC(XPS用)
NPF029	メッキ装置	NPF076	解析用PC(一般解析用1)
NPF030	プラズマCVD薄膜堆積装置	NPF077	解析用PC(一般解析用2)
NPF031	原子層堆積装置[ALD]	NPF078	解析用PC(一般解析用3)
NPF032	クロスセクションポリッシャー(ALD付帯)	NPF079	解析用PC(一般解析用4)
NPF033	アルゴンミリング装置	NPF080	ヘリウムイオン顕微鏡
NPF034	集束イオンビーム加工観察装置(FIB)	NPF081	プラズマCVD薄膜堆積装置(SiN)
NPF035	イオンコーター(FIB付帯)	NPF082	化合物半導体エッチング装置(ICP-RIE)
NPF038	二次イオン質量分析装置(ID-SIMS)	NPF083	デジタルマイクロスコープ
NPF039	オゾンクリーナー(SIMS付帯)	NPF085	物理特性測定装置(PFMS)
NPF040	多目的高速加熱ランプ炉(RTA)	NPF086	マニュアルウェーブフローバー
NPF041	ウェハ酸化炉	NPF088	電界放出形走査電子顕微鏡[S4500 FE-SEM]
NPF042	クリーンオープン	NPF089	赤外線ランプ拡散炉(RTA)
NPF043	クリーンオープン	NPF091	自動塗布現像装置
NPF044	マッフル炉	NPF092	高圧ジェットリフト装置
NPF045	熱針式段差計	NPF093	高速電子ビーム描画装置(エリプソメータ)
NPF046	走査プローブ顕微鏡SPM1[Nanoscope IV, Dimension 3100]	NPF094	解析用PC(CAD及び近接効果補正用)
NPF047	走査プローブ顕微鏡SPM2[SFM-9600/9700]	NPF095	RF-DCスパッタ堆積装置(芝浦)
NPF048	ナノサーチ顕微鏡SPM3[SFT-3500]	NPF096	半波長エリプソメータ
NPF049	ナノプローブ(N-6000S)	NPF097	両面アライナー
NPF050	四探針ローブ抵抗測定装置	NPF098	ECRスパッタ成膜・ミリング装置
NPF051	デバイスパラメータ評価装置	NPF099	原子層堆積装置[AD-100LP]

表1 ナノプロセッシング施設装置一覧(2021年版)

4. NPF 成果事例

以下に NPF を利用した開発成果の代表事例を紹介する。

4-1. ALD 装置による成膜

ALD は原料化合物（プリカーサ）をガス化して基板表面にて拡散反応させる事で原子層レベルの薄膜を堆積するので複雑な形状表面に緻密な膜を形成し、なおかつ厚さや平坦性のコントロールが精緻にできることから、近年ナノサイズデバイス製造における需要が高まっている。NPF では 8 種類のプリカーサを常時接続した装置を保有しており、これを効率的に運用する事で利用者のニーズに応える支援体制を構築している。さらに 2022 年度には X 線表面分析チャンバーを備えた ALD 装置の導入を予定しており、成膜プロセスの精緻な分析による ALD 技術の更なる高度化を図っていく。図 1 に Al_2O_3 成膜の断面 SEM 像を示す。微細立体形状のエッジ部内側に均一に成膜されている事が分かる。ALD を用いて試作した酸化物トランジスタの事例を図 2 に示す。高い立体形状被覆性と平滑性により高性能トランジスタが作製できる事を示した。

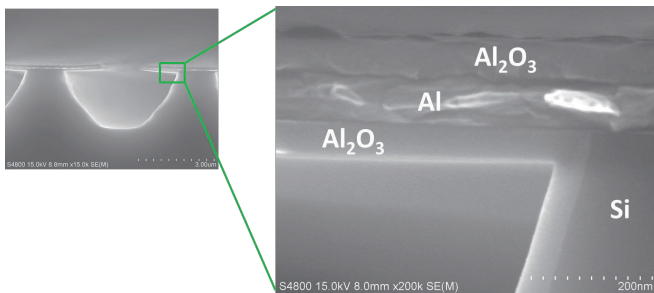


図 1 原子層堆積 (ALD) 装置による成膜

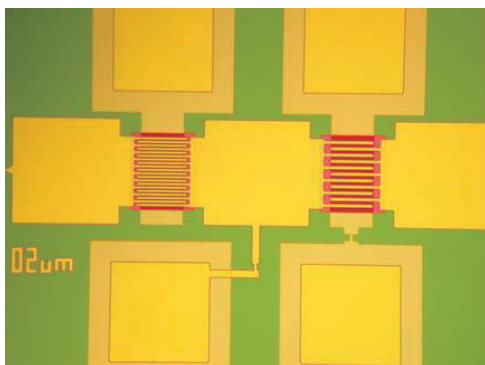
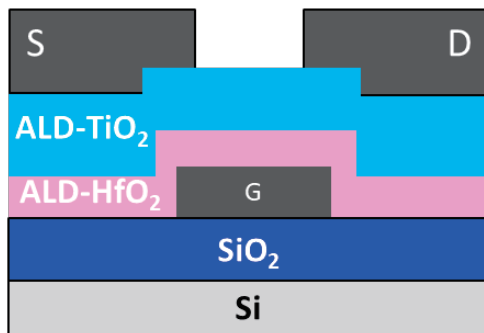


図 2 (a) ALD 法を用いて試作した酸化物トランジスタ

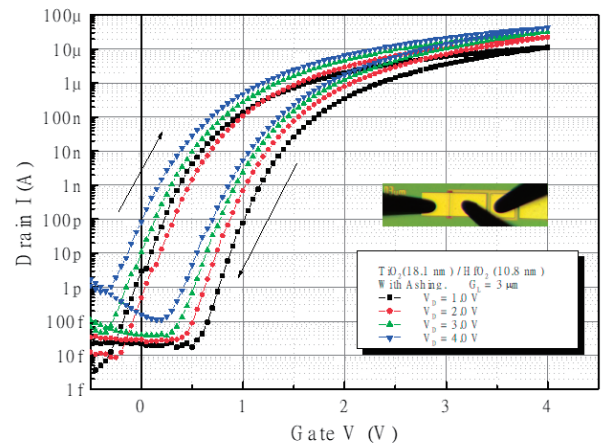


図 2 (b) ALD 法を用いて試作した酸化物トランジスタの特性

4-2. i 線露光装置による微細構造作製

i 線露光装置は超高圧水銀ランプの i 線光（波長 365nm）を用いて基板上に微細パターンを焼き付ける装置である。NPF では特殊なステージを用いて 2 ～ 8 インチウエハや 10 ～ 20 mm □ の小片基板の露光が可能である。また専門スタッフによる経験とノウハウを積み重ねにより、ホールエッチング技術との組み合わせで図 3 の様な高アスペクト微細パターンの形成を実現している。この技術を用いた半導体デバイスの試作も行っており、作製したパワー素子が良好な電気特性を有することを示した（図 4）。

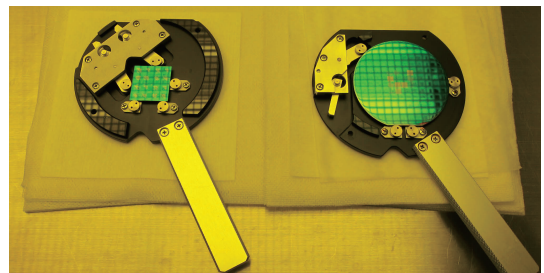


図 3 (a) i 線露光装置用基板ホルダー

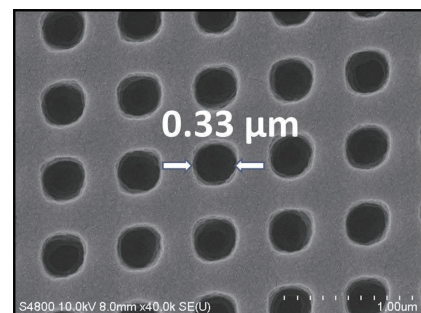


図 3 (b) i 線露光装置で作製した微細ホールパターン

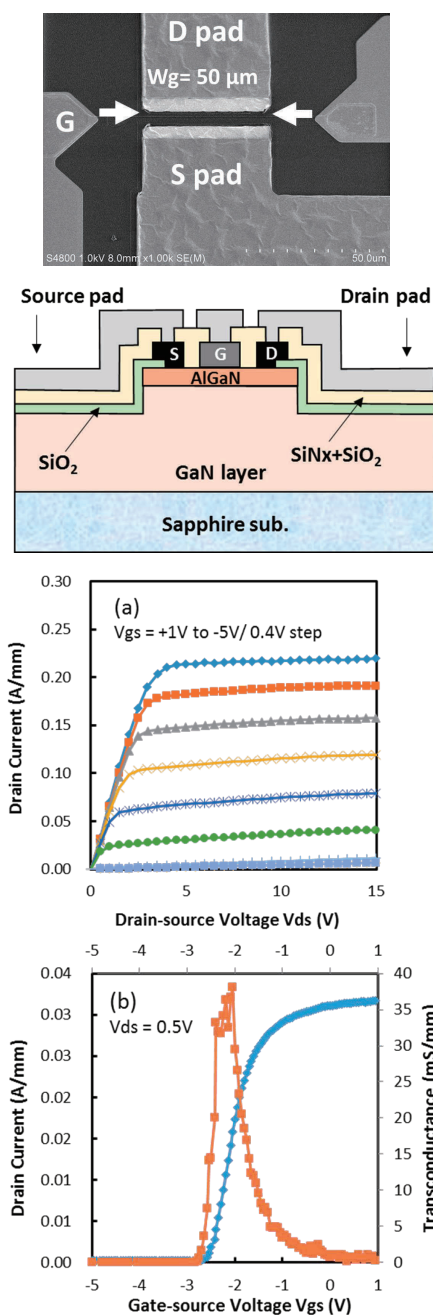


図4 i線露光法を用いて試作した GaN パワー素子

4-3. FIB を用いた微細立体構造形成

FIB はレンズで集束したイオンビームを試料表面で走査することでエッチングによる微細加工を施す装置である。NPF ではこの装置を用いて試料をドーナツ状にエッチングする事で図5に示すような先鋭プローブの試作を行った。

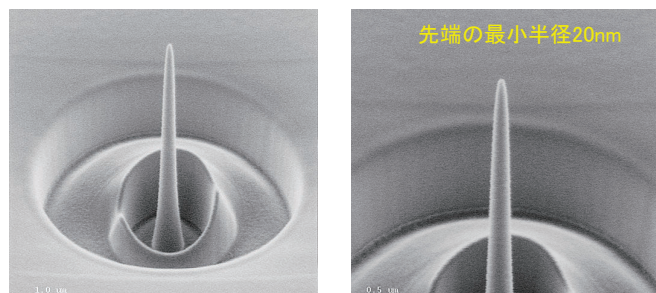


図5 FIB 法で作製した探針の SEM 像

4-4. ナノプローバによるナノ材料の電気特性評価

ナノプローバは微細な半導体デバイスの配線・電極やナノサイズの新材料にプローブ（探針）を直接接触させて電気特性を評価する装置である。NPF では先端の曲率半径が数 10nm のプローブを用いて図6に示すようにナノ材料のカーボンナノチューブに直接プローブを当てて四端子測定法による電気伝導度測定を行った。

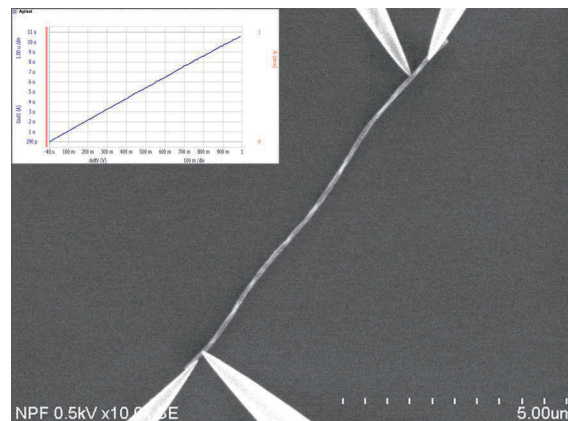


図6 ナノプローバによるカーボンナノチューブの電気測定

5. 最後に

共用施設は産総研だけでなく日本中の大学や研究機関に設置されており、産総研はそういった機関と様々な形で連携しネットワークを形成している⁽⁵⁻⁷⁾。こういったネットワークでは施設間の連携支援やスタッフ同士の積極的な情報交換の場となっており、技術データベースを公開する等、シナジー効果による日本のオープンイノベーションにも大きく貢献している⁽⁸⁻⁹⁾。共用施設では、自前で整備が困難な高額実験装置や専門スタッフの豊富な知識・経験を活用して、皆さんの研究開発加速に貢献したいと考えております。

皆さんのご利用をお待ちしています。

- (1) <https://unit.aist.go.jp/tia-co/orp/>
- (2) https://unit.aist.go.jp/tia-co/orp/OpenFacility_pamphlet.pdf
- (3) <https://ssl.open-innovation.jp/npf/>
- (4) https://unit.aist.go.jp/tia-co/orp/NPF_pamphlet.pdf
- (5) <https://www.tia-nano.jp/>
- (6) <https://www.nanonet.go.jp/>
- (7) マテリアル先端リサーチインフラ事業 (HP 準備中)
- (8) <https://www.tia-nano.jp/page/dir000463.html>
- (9) <https://www.tsc-web.jp/>

■連絡先



〒 305-8568
茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第2
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
TIA 推進センター プラットフォーム運営ユニット
共用施設ステーション ステーション長
小笹 健仁 (Takehito Kozasa)

E-mail: tak-kozasa@aist.go.jp

TEL : 029-861-3210 / FAX : 029-861-3211

HP : <https://unit.aist.go.jp/tia-co/orp/index.html>

■ 研究トピックス

電子強誘電体の非線形光学分光

東京工業大学理学院 于 洪武、沖本 洋一

1. はじめに

強誘電体は、固体の自発電気分極形成という興味深い特性を持ち、現代社会に不可欠なエレクトロニクス機能をもたらしている。そのため、高性能な新規強誘電体の創生や、優れた強誘電特性を追い求める探索的研究は現代の物性科学の重要なテーマになっている。

そのような新強誘電体探索の中で、2005年に池田ら¹⁾によって初めて提唱された新しいタイプの強誘電体が三角格子鉄複電荷酸化物の LuFe_2O_4 である。図1は、この結晶の模式図である。 $+2$ 価と $+3$ 価の異なる電荷を持つ2種のFeイオンが、図にあるようにW-layerと呼ばれる鉄-酸素二重層の中で整列する。その結果、図の黄色の矢印の方向に電荷の偏り、すなわち電気分極が発生する。すなわち、この系では鉄イオン自身の変位ではなく、鉄イオン間の「電子の移動と偏り」により分極が発生することが特長で、これにより高い耐久性、低抗電場などの特長に加え、光周波数にも及ぶ高速の動作も期待される。しかしこの概念の提唱当初は、そのあまりの新奇性に加え、回折実験だけから極性の有無を判定することが難しいことから疑義を唱える論文²⁾も提出されており、この系はそもそも極性構造を持つのか？という根本的な問題を含めて更なる研究が希求されていた。

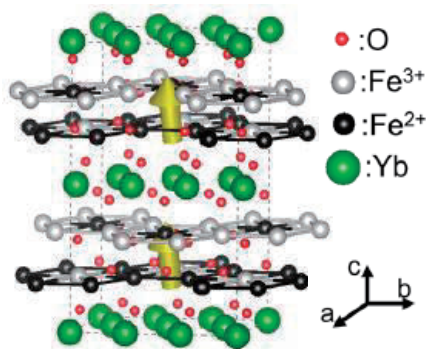


図1 YbFe_2O_4 の結晶構造。黄色の矢印は期待される分極の方向を示す。

その後2016年に藤原ら³⁾によって、従来のものに比べて鉄欠損が少なく化学当量性の高い単結晶 YbFe_2O_4 の合成法が初めて見出されたことが契機となり。この系の研究は大きく進展した。彼らは、このような良質の結晶ではW-layer内での Fe^{2+} と Fe^{3+} の整列が安定かつ長い相関距離で発生することを明らかにし、それにより強誘電体の基本的な特長の一つである第二次高調波発生 (SHG) 現象が初めて観測できるようになった⁴⁾。SHGとは、系の反転対称性が破れた試料のみが示す二次の非線形光学効果の一つであり、系が極性構造を持つ重要な証拠となる。本稿では、この YbFe_2O_4 が示す非線形光学現象とその結晶構造、および電子強誘電性との関係について述べる。

2. 実験方法

図2は本研究で用いたSHG測定系の模式図である。光源は、再生増幅されたモードロックチタンサファイアレーザの基本波である波長800 nmの光パルスを用いた。このパルスの偏光方向を $\lambda/2$ 板で任意の角度に回転させ試料に照射し、結晶から放射されるSHGパルス(400 nm)を直線偏光子、ハイパスフィルタ、分光器を通して光電子増倍管で検出した。

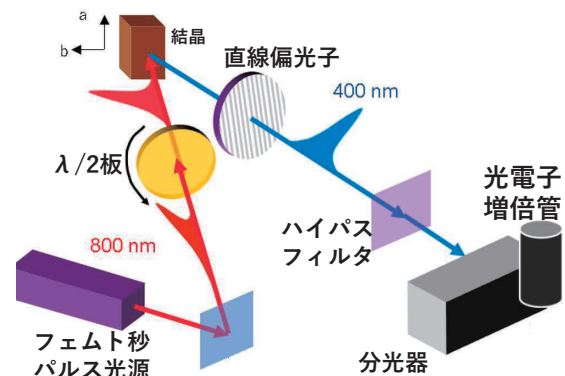


図2 YbFe_2O_4 結晶の第二次高調波発生 (SHG) の測定系

3. 実験結果

図3(a)、(b)で示された黒丸は、観測された YbFe_2O_4 結晶から発生したSHG強度の入射偏光角度依存性である。円周上に書かれた数値は、 YbFe_2O_4 結晶のa軸(図1参照)と入射光の偏光のなす角度を表しており、図3(a)は発生したSHG光のa軸偏光成分、図3(b)はSHG光のb軸偏光成分の強度を示す。結晶の方位を反映した四つ葉状のSHGが観測されたことから、この鉄系結晶自身が極性構造を持つことが初めて明らかになった。

この四つ葉状の角度プロファイルはどのように理解されるだろうか。一般に、単結晶から放射されるSHGの角度依存性は、二次の非線形感受率テンソル($\chi^{(2)}$)によって記述されるが、その $\chi^{(2)}$ テンソルの具体的な成分はその結晶の属する点群が分かれば知る

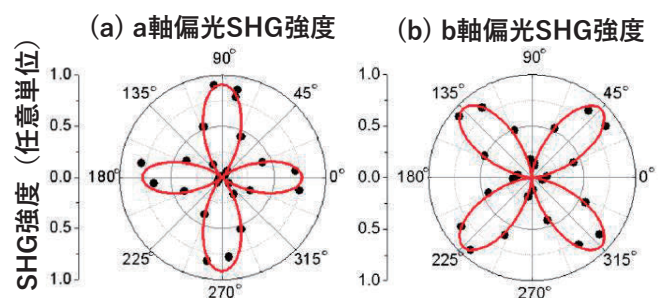


図3 YbFe_2O_4 結晶の第二次高調波発生 (SHG) の入射偏光角度依存性。(a)は発生したSHGのa軸偏光成分の強度、(b)は発生したSHGのb軸偏光成分の強度を表す。

ことができる。藤原らの回折実験³⁾からは、極性構造で許される対称性として、単斜晶のCm(分極がac面に存在)とC2(b軸方向に存在)の二つが候補として提案されていたが、得られたSHGの角度依存性はC2の対称性の $\chi^{(2)}$ テンソルでは定性的に説明ができない。図3(a)、(b)の実線は、角度プロファイルをCmの対称性の $\chi^{(2)}$ テンソルを用いてフィットした結果であり、うまく実験結果を再現することができた。これにより、YbFe₂O₄結晶の対称性がCmであることを初めて明らかにすることができた。

4. まとめと今後の展望

本研究では、良質な単結晶YbFe₂O₄に対しSHGの偏光角度依存性の測定を行い、その空間群と分極の方向を定めることに成功した。本稿では触れる余裕がなかったが、この系のSHG強度(すなわち極性)は、図1で示したFe²⁺とFe³⁺の秩序の温度変化とSHG強度の温度依存性が一致する⁴⁾ことから、この強誘電性が電子秩序に由来することも明らかになっている。

これまでに電子秩序によるとされている強誘電体はいくつかの系で示唆されているが、室温で動作するものは本系が唯一である。最近では、この系の単結晶薄膜の合成とデバイス応用へ向けた研究⁵⁾や、テラヘルツ(1 THz=10¹⁵ Hz)の時間スケールでのSHG変化の超高速実時間測定⁶⁾も行われるなど、電子の移動という新しい機構による強誘電性の持つ新機能を開拓する研究が始まっている。

本研究は、藤原 孝将(量子科学技術研究開発機構)、横山 啓祐、馬ノ段月果、石川 忠彦、腰原 伸也(東工大)、池田 直、深田 幸正、井上 直希、藤井 達生(岡山大)の各氏との共同研究である。

参考文献

- 1) N. Ikeda, *et al.*, Nature, **436**, 1136 (2005).
- 2) M. Angst, *et al.*, Phys. Status Solidi RRL **7**, 383 (2013).
- 3) K. Fujiwara, *et al.*, Ferroelectrics **512**, 85 (2017).
- 4) K. Fujiwara, Y. Fukada, Y. Okuda, R. Seimiya, N. Ikeda, K. Yokoyama, H. Yu, S. Koshihara, and Y. Okimoto, Sci. Rep. **11**, 4277 (2021).
- 5) T. Fujii *et al.*, Cryst. Eng. Comm **23**, 6163 (2021).
- 6) 伊藤弘毅、岩井伸一郎、unpublished.

■連絡先



東京工業大学理学院化学系 准教授
 沖本 洋一
 〒152-8551 東京都目黒区大岡山 2-12-1
 E-mail: yokimoto@chem.titech.ac.jp
 公式ホームページ
<http://www.pipt.sci.titech.ac.jp/>

ご 案 内

■第31回日本MRS年次大会

— With/After コロナウイルス時代のマテリアルズイノベーション強化：マテリアル DX とプロセスイノベーション —

私たちの生活様式は、昨年来の新型コロナウイルス禍により劇的に変わりました。更には、カーボンニュートラル、ゼロエミッション、サーキュラーエコノミーあるいはプラネタリーバウンダリー等のSDGsに欠かすことができないキーワードが世界中を席捲しています。このような新たな潮流のなか、マテリアル研究開発や製造に対する向き合いかたにも大きな変革が生じています。AI等の情報処理技術やロボット活用は本格的に進み、現在では、デジタル化・リモート化・スマート化などのデジタルトランスフォーメーション(DX)やプロセスイノベーションも急務となっています。新次元のマテリアルズイノベーション強化を基礎学問の視点から支えるために、本会議ではさまざまな分野の専門家が領域や分野にとらわれず、我が国の材料研究開発を深く議論する場を提供いたします。また、国際学術会議であるMaterials Research Meetingと密接に連携し、グローバルな視野に立つマテリアルズイノベーションも推進いたします。

主 催：日本MRS

後 援：横浜市

日時・場所：2021年12月13日(月)～15日(水)

横浜みなとみらい国際コンベンションセンター
 (パシフィコ横浜ノース)

懇親会(MRM2021と合同)：2021年12月15日(水) 19:30～
 パシフィコ横浜アネックスホール F201～206

① Representative ② Correspondence ③ Co-organizers

A：分極に由来する物性発現と新機能材料

- ① 米田 安宏(原子力機構) ② 中嶋 誠二(兵庫県立大)
 ③ 樋口 透(東京理科大)、保科 拓也(東工大)、大和田 謙二(原

子力機構)、佐藤 幸生(九大)、武貞 正樹(北大)、塚田 真也(島根大)、中嶋 宇史(東京理科大)、永田 肇(東京理科大)、西田 貴司(福岡大)、横田 紘子(千葉大)

B：ナノカーボンマテリアルの機能と応用

① 緒方 啓典(法政大) ② 緒方 啓典(法政大)、青木 伸之(千葉大) ③ 橋 勝(横浜市立大)、若原 孝次(物材機構)、安藤 寿浩(物材機構)、坪田 敏樹(九工大)

C：計算機シミュレーションによる先端材料の解析・機能創成

① 吉矢 真人(大阪大) ② 大場 史康(東工大)、田村 友幸(名工大) ③ Fisher Craig A. J.(ファインセラミックスセンター)、小谷 岳生(鳥取大)、田中 真悟(産総研)、Raebiger Hannes(横浜国大)

D：マテリアルズ・インフォマティクス 2.0 に向けた挑戦

① 古山 道久(信州大) ② 中山 将伸(名工大)、嶋田 五百里(信州大)

E：マテリアルズ・フロンティア

① 伊藤 建(東海大) ② 岡村 陽介(東海大)、川本 益揮(理研) ③ 伊熊 泰郎(神奈川工科大)、野間 竜男(東京農工大)、渡邊 友亮(明治大)、長井 圭治(東工大)、石田 康博(理研)、小口 真一(東海大)

F：エコものづくりセッション

① 岡部 敏弘(神奈川大) ② 小川 和彦(千葉職業短大)、嶽本 あゆみ(沖縄高専) ③ 柿下 和彦(機能開発大)、大谷 忠(東京学芸大)、足立 幸司(秋田県立大)、中井 毅尚(三重大)、西本 右子(神奈川大)、齋藤 幸恵(東大)、青柳 充(広島県立大)、清水 洋隆(機能開発大)、篠原 嘉一(物材機構)、斎藤 周逸(森林研究・整備機構)、吉村 治(金沢工大)、荒武 志朗(宮崎県木材利用技術センター)、秦 啓祐(千葉職業訓練支援センター)、高崎 明人(芝浦工大)、合田 公一(山

口大)、山口 明(岩手大)、阿部 英喜(理研)、飯島 美夏(青森県立保健大)、森山 俊介(北里大)、オンウォナアジマン スィアウ(東京農工大)

G: スマート社会・スマートライフのためのバイオセンサ・バイオ燃料電池

①四反田 功(東京理科大) ②辻村 清也(筑波大) ③美川 務(理研)、末 信一郎(福井大)、長峯 邦明(山形大)、中村 暢文(東京農工大)、三宅 丈雄(早稲田大)、井上 久美(東北大)、津川 若子(東京農工大)、田巻 孝敬(東工大)、富永 昌人(佐賀大)、伊野 浩介(東北大)、仁科 勇太(岡山大)、伊藤 徹二(産総研)、元祐 昌廣(東京理科大)

H: プラズマライフサイエンス

①高橋 克幸(岩手大) ②白谷 正治(九大) ③石川 健治(名大)、呉 準席(大阪市立大)、内田 儀一郎(名城大)、金子 俊郎(東北大)、清水 鉄司(産総研)、林 信哉(九大)

I: 有機イオントロニクスー持続可能な未来に向けてのエネルギー& バイオデバイスー

①馬場 暁(新潟大) ②梶井 博武(大阪大)、バンディー シャム スディル(九工大) ③早瀬 修二(電気通信大)、永松 秀一(九工大)、田中 啓文(九工大)、Singh Vipul (Indian Institute of Technology)、森武 洋(防衛大)、南 豪(東大)、松井 龍之介(三重大)、Prakash Rajiv (Indian Institute of Technology)

J: ソフトマテリアルーゲルのテクノロジーと多彩な機能設計

①加藤 紀弘(宇都宮大) ②加藤 紀弘(宇都宮大) ③鈴木 淳史(横浜国大)、須藤 誠一(東京都市大)、清田 佳美(東洋大)、田中 穰(福井大)、原 一広(九大)、古澤 和也(福井工大)、三俣 哲(新潟大)、八木原 晋(東海大)、渡邊 順司(甲南大)

K: 自己組織化材料とその機能 XVII

①宮元 展義(福岡工大) ②一川 尚広(東京農工大) 緒明 佑哉(慶応大) ③加藤 隆史(東大)、矢貝 史樹(千葉大)、中西 尚志(物材機構)、早川 晃鏡(東工大)、高口 豊(岡山大)、野々山 貴行(北大)、永野 修作(立教大)、藪内 一博(中部大)

L: 先導的スマートインターフェイスの確立

①檜垣 勇次(大分大) ②吉富 徹(物材機構)、今任 景一(広島大) ③前田 瑞夫(理研)、高原 淳(九大)、長崎 幸夫(筑波大)、高井 まどか(東大)、菊池 明彦(東京理科大)、三浦 佳子(九大)、芹澤 武(東工大)、岩崎 泰彦(関西大)、星野 友(九大)、藤井 秀司(大阪工業大)、鈴木 大介(信州大)、山本 拓矢(北大)、遊佐 真一(兵庫県立大)、桑折 道清(千葉大)、吉本 敬太郎(東大)、岸村 顕彦(九大)、松村 和明(北陸先端科学技術大学院大)、高橋 宏信(東京女子医大)、柴田 裕史(千葉工業大)、中路 正(富山大)、澤田 敏樹(東工大)、石原 量(順天堂大)、北山 雄己哉(大阪府立大)、中西 淳(物材機構)、上村 真生(東京理科大)、富田 峻介(産総研)

M: 社会実装材料研究シンポジウム

①松本 佳久(大分高専) ②正村 亮(鶴岡高専)、伊藤 滋啓(鶴岡高専) ③森永 隆志(鶴岡高専)、大河平 紀司(有明高専)、高田 英治(富山高専)、松英 達也(新居浜高専)、赤木 洋二(都城高専)、山田 裕久(奈良高専)、伊藤 未希雄(東京高専)、袋布 昌幹(富山高専)、熊谷 進(仙台高専)、佐藤 貴哉(高専機構)、戸高 義一(豊橋技術科学大)、本間 剛(長岡技術科学大)

N: バイオ・先端材料関連研究シンポジウム

①兼松 秀行(鈴鹿高専) ②高原 茉莉(北九州高専)、佐藤

涼(鶴岡高専)、伊藤 滋啓(鶴岡高専) ③平井 信充(鈴鹿高専)、網島 克彦(和歌山高専)、川越 大輔(小山高専)、中村 秀美(奈良高専)、橋本 良介(鈴鹿高専)、本間 俊将(一関高専)、高橋 利幸(都城高専)、斎藤 菜摘(鶴岡高専)、佐藤 貴哉(高専機構)、伊崎 昌伸(豊橋技術科学大)、萩尾 健史(名大)

■ MRM フォーラム 2021

MRM2021の開催に合わせて、次の2つの国内イベントをハイブリッドで開催いたします。

1. 総合討論：横断的複合課題
2. チュートリアル：特定トピックスの講義

総合討論

テーマ：日本の材料系学会の現状と課題・その連携強化の糸口を探る

日 時：2021年12月16日(木) 9:00-12:00

会 場：パシフィコ横浜 ノース

開催趣旨

国際的な競争の中における日本の学術発信力と学術の衰退が危惧されて久しい。特に材料科学分野の後退は大きく、材料研究の明るい未来をどのように実現するのか？ 次の世代を担う若い研究者にどのようにバトンを繋いでいくのか？ という問題に国内の全ての学協会が直面している。今回は伝統的な材料研究分野の国際交流や欧文誌出版を通しての連携強化の動きや、日本の材料系ジャーナルの抱える問題、マテリアル革新力の強化に向けた分野横断的な論文誌の刊行、さらにはMRMの将来について討論することを目的とする。

プログラム

- 9:00-9:15 川口 慎介(JAMSTEC・日本学術会議連携会員若手アカデミー)
「学協会活動の未来：学協会統計データとコロナ禍からの考察」
- 9:15-9:30 河村 能人(熊本大学・日本金属学会国際学術交流委員会委員長)
「金属系学会の国際交流による連携」
- 9:30-9:45 久保田 正広(日本大学・軽金属学会国際交流委員会委員長)
「軽金属学会の国際交流による連携強化」
- 9:45-10:00 堀田 善治(九州大学・Mater. Trans. 編集委員長)
「Mater. Trans. 発行による材料系学会の連携の現状と課題」

<休憩>

- 10:10-10:30 内藤 昌信(NIMS・STAM 副編集委員長)
「物質・材料科学総合誌としてのSTAMの現状と今後の展望」
- 10:30-10:50 林 和弘(NISTEP・データ解析政策研究室長)
「日本の材料系ジャーナルの国際化における課題」

<休憩>

- 11:00-12:00 討論 司会 川口 慎介(JAMSTEC)
各学協会所属研究者(MRM2021参加者)との討論
論点：
・材料系学協会は現状維持で生き延びられるのか？
・なぜ日本のジャーナルは人にも機械にも見えにくくなっているのか？
・学術集会の意義は？MRMに何を期待するか？

総合司会：梅津 理恵(東北大学)

問い合わせ：鈴木 淳史(Mail: info_mrm@jmru.org)

チュートリアル

- ・言語：日本語
- ・開催形態：ハイブリッド（会場：パシフィコ横浜 ノース）
- ・日時：12月12日（日）13:00～17:00
- ・講義題目：

TU-1：循環型社会に向けた大型蓄電池の技術と展望

座長：藪内 直明

講演者：高見 則雄：（株）東芝 研究開発センター

TU-2：広がるプラズマ材料科学：半導体からバイオまで

座長：白谷 正治

講演者：石川 健治：名古屋大学

TU-3：材料界面科学の基礎と機能性

講演者：高原 淳：九州大学

TU-4：放射光による先端分析手法とその応用

座長：坂田 修身

講演者：木下 豊彦：（公財）高輝度光科学研究センター（JASRI）

TU-5：構造材料のデータ駆動型材料開発

座長：榎 学

講演者：井上 純哉：東京大学

TU-6：第一原理計算と機械学習を活用した原子間相互作用のモデリングと結晶構造探索

座長：常行 真司

講演者：世古 敦人：京都大学

・時間区分

	13:00-14:00	14:30-15:30	16:00-17:00
会場1 (G401)	TU 1	TU 2	TU 3
会場2 (G402)	TU 4	TU 5	TU 6

■ MRM 2021

日時・場所：2021年12月13日（月）～16日（木）

横浜みなとみらい国際コンベンションセンター
（パシフィコ横浜 ノース）

主催：日本MRS

後援：文部科学省、経済産業省、横浜市

Organizing Committee:

Chairperson 細野 秀雄（東工大）

General Secretary 鈴木 淳史（横浜国大）

Planning & Program Committee

青木 学聡（名大）、有沢 俊一（NIMS）、岩田 展幸（日本大）、
重里 有三（青山学院大）、白谷 正治（九大）、高井 まどか（東大）、
手嶋 勝弥（信州大）、中野 貴由（阪大）、松下 伸広（東工大）、
渡邊 友亮（明治大）

Executive Committee

東 雄一（自動車技術会）、伊熊 泰郎（神奈川工科大）、伊藤
耕三（東大）、今井 英人（日産アーク）、榎 学（東大）、加藤
隆史（東大）、河村 能人（熊本大）、岸本 浩通（住友ゴム）、
岸本 直樹（NIMS）、木下 豊彦（JASRI/SPRING-8）、小谷 元子
（東北大）、齋藤 永宏（名大）、酒井 均（日本ガイシ）、佐々木
毅（AIST）、柴山 充弘（CROSS）、高梨 弘毅（東北大）、高原
淳（九大）、鶴見 敬章（東工大）、出口 雄吉（東レ）、豊田 裕介（本
田技研）、長谷川 龍一（三菱ケミカル）、宮坂 力（桐蔭横浜大）、
山口 周（大学改革支援・学位授与機構）、山本 寛（日本大）

National/International Advisory Board

雨宮 慶幸（JASRI）、石田 清仁（東北大）、伊藤 聡（計算科学
振興財団）、上田 輝久（島津製作所）、川合眞紀（分子科学研究所）、岸 輝雄（NIMS）、高井 治（関東学院大）、高田昌樹（東北大）、
常行 真司（東大）、中村 道治（JST）、橋本 和仁（NIMS）、平井
良典（AGC）、福山 秀敏（東京理科大）、藤嶋 昭（東京理科大）、
三島 良直（AMED）、村山 宣光（AIST）、山本 良一（東京都公
立大学法人）、吉田 豊信（東大）、吉村 昌弘（国立成功大学）Robert CHANG (Northwestern Univ.), Michael COEY (Trinity
College Dublin), Hans-Joachim FREUND (Fritz-Haber-Institut
der Max-Planck-Gesellschaft), Alexander FRIDMAN (Drexel
Univ.), Easo P. GEORGE (UT/ORNL), David S. GINLEY (NREL),
Yuri GRIN (MPI), Marius GRUNDMAN (Universitat Leipzig
Institut für Experimentelle Physik), S. TROLIER-MCKINSTRY
(The Pennsylvania State Univ.), Truls NORBY (Univ. of
Oslo), Namgyu PARK (Sungkyunkwan Univ.), Jean-Marie
TARASCON (College de France), Qi-kun XUE (Tsinghua Univ.)

Symposium

A-1. STAM Methods: Leading-Edge Methods for New Materials

To realize Digital Transformation (DX), rapid materials development is required. Materials informatics and data science are expected to be key technologies for developing new materials. This symposium will focus on novel approach to improve and/or accelerate materials research, including methodology, informatics, database, instrumentation, and programming. Novelty of the material is not required to demonstrate significance of the new methods. This symposium will be of interest not only to material scientists but also to practitioners, computational scientists, and engineers.

A-2. Materials Integration: Prediction and Design for Structural Materials through Data Science

In the deployment of new materials into high-performance commercial products, the high cost and time are inevitably required, which is attributable to multiple factors, such as the heavy reliance on experiments, the disconnect between multiscale experiments and multiscale models, and the lack of a suitable framework for facilitating and enhancing the cross-disciplinary collaborations. The emerging discipline of data science is expected to address these key technological gaps. In this session, the potential benefits to the materials innovation that could be obtained from an aggressive adoption of the novel concepts and toolsets offered by data science will be discussed. The fundamental connection between machine learning and material science, and its future application and impact will be also discussed.

A-3. Novel Functions in Advanced Materials Probed by Spin Polarized Quantum Beams

Elucidation of local state in advanced materials is key issue for functional material studies. Aiming to reveal new aspects of novel function of advanced materials, spin polarized quantum beams, such as muons, neutrons, positrons and ions, are quite powerful tools. This symposium will provide for academic and industrial researchers in diverse research fields to discuss and exchange new findings and ideas in utilizing and developing the cutting-edge spin polarized quantum beams.

A-4. New Methodology for Developing Innovative Materials

The objective of this symposium is to provide forum to discuss new approach to development of innovative materials beyond traditional methodology. Materials designing based on theoretical modeling, data-driven approach and a new combination of experiment, advanced characterization and/or modeling are highly welcome. Invited talks by eminent researchers, oral contributed talks constitute the symposium along with contributed poster papers.

B-1. Hypermaterials

The discovery of quasicrystals, with high symmetry impossible for three-dimensional periodic crystals, has brought about a paradigm shift in crystallography and has overturned the definition of crystals that have been accepted for hundreds of years. The quasicrystal has a cross-sectional structure of a high-dimensional periodic crystal, and another extra space called "complementary space" is required to describe the atomic structure. "Hypermaterials" is a higher-order concept that describes a group of materials characterized by high dimensionality and high symmetry, including existing material concepts. In this session, we aim at establishing this new concept and scientific community. It also aims to provide an opportunity to promote collaborations with researchers in various fields such as crystallography, condensed matter physics, organic/inorganic chemistry, material science, data science, and mathematics. The

<p>symposium will be supported by a project funded by Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas on Hypermaterials.</p>	<p>high-performance applications in these industries. However, more limitations in the conventional design concept have been unearthed in each field. Under these circumstances, to meet to the expectation of the society, we need to innovate the conventional designing of machinery and equipment through the material innovation by developing high-performance/highly-functional materials and constructing new science expecting their physical properties, such as the precise forecast of life expectancies and remaining periods, with the essential understanding of the mechanisms. In the current situation, however, it is rare for the researchers who cope with the macroscale phenomena, such as those in machine engineering, and those who treat the nanoscale behaviors, such as those in chemistry or physics, to closely collaborate together to aim at the same target, which hinders the advancement of this research field. This symposium intends to draw researchers across the boundaries of chemistry, material science, physics, mechanics to disseminate knowledge on recent breakthroughs in fundamental understanding and creation of nanomechanics for various applications. We solicit researchers from related scientific disciplines to present the development of the technology to analyze and evaluate the motions of atoms and molecules in materials or on surfaces, the structural and chemical changes of microstructures, and other nanoscale dynamics, to find the governing factors that determine the mechanical properties on the macroscale, to elucidate the mechanisms of their actions, and to find a principle or establish a guideline to design innovative mechanical materials with new mechanical properties in order to develop the material technology and to contribute to the realization of a society in which sustainable new industries are created. Specific research areas include elucidation of new mechanical properties and the mechanisms of mechanical properties such as adhesiveness, friction, wear, deterioration, and destruction of the metal, inorganic, organic, and their composite materials as well as the development of the measurement and multi-scale simulation technologies on site for the visualization of the nanoscale dynamics and chemical changes on the nanoscale necessary for the abovementioned areas. By integrating the knowledge acquired from the multilateral cooperation in each type of research area and from each type of material, such as metal, inorganic, organic, and composite materials, we share ideas to construct a common scientific principle that is not dependent on the material types and elucidate the mechanisms of the mechanical properties of each material type or any specific material that has not been explained yet, which results in the creation of guidelines of material design with new mechanical functions and the materials that break through the trade-off limitation in mechanical properties.</p>
<p>B-2. Chirality in Materials-Physical Aspect</p>	<p>D-1. Photovoltaics and Optoelectronics Consisting of Perovskite and Related Materials</p>
<p>Chirality profoundly affects fundamental properties of materials. Recently, there have appeared some new fields with the prefix "chiral", such as chiral magnetism, chiral optics/photonics, chiral plasmonics, chiral phononics, and so on. These sub-fields are individually progressing. Now, it's good time for leading researchers from these subfields to get together and share common features of the chirality-induced phenomena. The goal of this session is to discuss chirality-induced joint effects in materials.</p>	<p>Solution-processable halide perovskite materials and organic inorganic hybrid perovskite materials exhibit unique optical properties and high performance in excited state charge transfers for applications to photovoltaic cells (perovskite solar cells) and optoelectronic devices. Scope of this symposium includes fundamental studies on the theoretical design, chemical and physical evaluation of perovskite-related photoconductive materials, Pb-free perovskite materials, investigation of their crystallization processes, methods of thin film preparation, fabrication of devices, and their applications to energy conversion, optical sensing, light-emitting, and other optoelectronic functions. Environmental assessment and material recovery/recycling of these devices also provide a topic of this symposium. As the highly interdisciplinary field bridging chemistry and physics, science of perovskite-based photovoltaics and optoelectronics focused in this symposium will promote discussion of people working in the wide range of discipline, triggering international collaboration between young researchers.</p>
<p>B-3. Chirality in Materials-Chemical Aspect</p>	<p>D-2. Frontier in Functional Oxides and Related Materials: from Materials Design to Device Applications</p>
<p>Chirality is a property which plays crucial roles in the fields from the elementary physics, biomolecules and the functional organisms even upto climate phenomena inducing vortex of forces. The emergence of chirality at macroscopic level, such as light-materials interaction and the field of biomolecular recognition have found a large domain of application in diverse research fields including medical and agricultural fields, optoelectronics, information technology, and energy science. This symposium aims to accelerate synergetic studies and interactions beyond research fields by seeing various functional materials from the view point of chirality, which can be expanded to anisotropy and symmetry breaking. This symposium consists of three topics: (1) Chirality at nanoscale, (2) Chiroptical spectroscopy, and (3) Chiral Recognition & Separation. This symposium will cover various materials as follows: chiral molecules, molecular assemblies, helical polymers, supramolecular polymers, metallic & inorganic materials, hybrid materials, anisotropic materials, nano-particles, nano-fibers, nano-sheets, nano-membranes, hierarchical structured materials, bio-molecules, bio-polymers, etc...</p>	<p>This symposium will provide multidisciplinary discussions for diverse oxides and related materials, such as graphene, nitride, metal chalcogenides, etc. Mutual knowledge exchange between multidisciplinary materials science and applied science will develop and promote new conceptions to accelerate discovery and innovation. Research and development for novel functional materials in the form of bulk, thin film, heterostructure, nano-particle, and composite have been increasingly pervasive in many fields, such as high-performance thin film transistors (TFTs/TTFTs), storage devices, renewable energy technologies, power electronics, display devices, and various optoelectronic applications. A variety of materials properties will be addressed such as ferroelectricity, ferromagnetism, multiferroicity, electrical conductivity, superconductivity, thermoelectricity, piezoelectricity, optical transparency, and catalytic behavior. They will be discussed with a wide range of topics: materials design, fabrication, characterization, application as well as emerging technologies with the objective of realizing "Ubiquitous Society" and "Universal Design". This symposium has the possibility to be held as a bilateral symposium with E-MRS.</p>
<p>B-4. Recent development of novel ferroelectric materials, from fundamentals to applications</p>	
<p>Ferroelectric materials discovered in 1920 possess spontaneous electrical polarization that can reversibly switch between symmetry-equivalent state. Recently, ferroelectricity was reported for a wide variety of novel materials. Ferroelectricity of HfO_2-based materials with fluorite structure was reported in 2011 that have been widely investigated for nonvolatile memory and negative capacitor applications. In addition, ferroelectricity beyond $120\mu\text{C}/\text{cm}^2$ in spontaneous polarization was reported for AlN-based nitride with wurtzite structure. Two dimensional layered van-del-Waals ferroelectric materials are also reported. There are also many advances regarding the development of organic and organic-inorganic hybrid ferroelectrics, which are promising for the printable and/or flexible ferroelectric devices: the improved polarization exceeding $10\text{-}20\mu\text{C}/\text{cm}^2$, mechanically flexible ferroelectric/plastic crystals, multiaxial polarization switching (e.g. 3-dimensional perovskite), improved quality of solution-processed thin polymer films. The scope of this topics is to exchange information and to discuss on the recent progress of ferroelectric materials.</p>	
<p>C-1. Fundamental Issues of Structural Materials</p>	
<p>Structural materials with high performance are essential in modern high-tech society, not only for massive construction and transportation systems, but also for electronic devices and medicine, etc. In order to achieve such materials, correct understandings of deformation and fracture phenomena, and design and development through the fundamental knowledge are mandatory. In this symposium, we invite papers that address these issues using experimental and/or theoretical approaches. Materials of our interests include bulk nanostructured metals (BNM), high-entropy alloys (HEA), compositionally complex alloys (CCA), intermetallics, ceramics in addition to conventional metals and alloys. Results of fundamental research on plasticity, fracture and other mechanical properties of such materials from variety of viewpoints, i.e., atomistic, nano-, micro- and macro-scopic length scale are welcome. The symposium will be jointly supported by two research projects funded by MEXT, Japan, i.e., Elements Strategy Initiative for Structural Materials (ESISM) and Grant in Aid for Scientific Research on Innovative Areas on High-Entropy Alloys.</p>	
<p>C-2. Materials and Fabrication Processes for Automobiles</p>	
<p>Present situation and future prospects of research and development of various structural materials and fabrication processes for automobiles are discussed for lightening the weight of vehicles. The application possibilities of newly developed joining and anticorrosion technologies between similar or dissimilar materials are also addressed.</p>	
<p>C-3. Nanomechanics</p>	
<p>The primary material and machinery industries provide various items such as automobiles and their parts, semiconductors and other electronic parts, iron and steel, motors, plastics, and organic chemical compounds. While people want to embody a sustainable society, expectation becomes high for</p>	

D-3. Defect Functionalized Energy and Electronic Materials
Properties and functionality of materials are affected by native defects and those introduced intentionally. Recent developments in synthesis, characterization, and modeling techniques have enabled us to better understand and manipulate defect structures and characteristics at the atomistic and electronic levels. This symposium will explore novel aspects of defect-functionalization of energy and electronic materials through discussions on diverse topics pertaining to the design and characterization of defects in thermoelectrics, photovoltaics, catalysts, and photocatalysts, as well as in high-performance electronic and optoelectronic devices.
D-4. Synchrotron Radiation Based Materials Research: Present and the Future
Synchrotrons provide flexible and cutting-edge techniques for investigating the structures and their dynamics at atomic and molecular levels and the electronic/valence states. Recent advances in worldwide facilities are expanding their applicability toward mesoscale complexity, in-situ/operando characterization, and material behaviors under extreme conditions. Collaboration with data science is expected to open a new route to advanced material functionalities. The scope of this symposium covers all synchrotron-based materials research, aiming to promote collaborative works between synchrotron, materials and data sciences.
D-5. Properties and Characterizations of Functional Surfaces and Interfaces
Surfaces and interfaces play an enormous role in determining the functional characteristics of their constituent materials. Modern analysis methods and technologies enable us to probe the properties of functional surfaces and interfaces with extraordinary precision, to gain information on a wide range of properties, and to control and tailor these properties for novel applications. The scope of this symposium is to exchange information and deepen our understanding of cutting-edge materials science relating to functional surfaces and interfaces, covering a diverse range of research fields related to energy materials, electronics, catalysis, biomaterials, magnetic materials, and their devices.
D-6. Fundamental strategies for high-performance flexible semiconductors
Achieving high carrier mobility in flexible materials is a fundamental challenge because band transport is based on solid periodicity of ionic potentials. However, a few successful compromises have been reported to realize moderate carrier mobility exceeding $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ in soft semiconductors, in parallel to increasing social demands on wearable and large-area electronic devices. The symposium unifies different classes of flexible semiconductors such as amorphous inorganics of strongly bonded atoms with poor periodicity, crystalline organics of periodically arranged molecules with weak bonds, and polymer semiconductors blended with various functional dopants.
E-1. Battery Materials for Sustainability
The demand for efficient use of renewable energy resources (solar, wind, and other renewable energy) is rapidly growing in the world. Advanced battery system with renewable energy resources is a key technology to reduce emission of carbon dioxide and realize sustainable development in the future. Herein, "elements abundance" is an important keyword to design battery materials because the installed capacity of batteries is actively increasing in the last decade. Efficient research of materials is achieved through sophisticated material design strategies and the development of advanced characterization tools, theoretical calculations, deep machine learning technology etc. The aim and scope on this session is to share and discuss the current status and future perspectives of lithium-, sodium-, potassium- batteries, and other emerging new battery concepts. Contributions by combined approaches of theory and experiment are particularly welcome. The session will consist of talks given by invited speakers. Poster presentations are also available. The topics in the session covers (1) new electrode materials, (2) new electrolyte materials, (3) electrode-electrolyte interface, (4) advanced spectroscopy, (5) theory and modeling, (6) new battery concepts, and (7) battery recycling and regeneration.
E-2. Science and Technology of Superconductivity
Symposium on science and technology of superconductivity will bring together experts in material science, experimental and theoretical physics, and applications to address the issues exploring the frontier of the superconductivity. Superconductivity is one of the most attractive research fields since it is the key technology for environments and energy saving. In this symposium, we will exchange the information of superconductivity and discuss about the future perspectives. (Topics includes below but not limited.)

E-3. Advanced Analysis for Fuel Cell Materials and Technologies
Advanced analysis has been playing an essential role in understanding electrochemistry and morphology of materials, and in validating the design of electrochemical devices. With the growing needs for high performance fuel cells in the transportation and portable power-generation industries, advanced analysis becomes more critical for investigating ionic and electronic transports, optimizing catalytic materials, controlling material behaviors, and others. This symposium highlights recent advances in fuel cell analyses using various analytical methods. The topics of the symposium encompass all kinds of fuel cell materials, such as catalysts and membranes, and commercialized cells, those of which are characterized using advanced or essential analytical techniques. The symposium aims to provide an opportunity for a wide variety of researchers to share the latest developments in both fuel cells and analytical methods.
E-4. Progress and Prospect of Energy Harvesting Materials
For the future IoT society, environmentally friendly energy generation is an important issue. The interdisciplinary researches on energy harvesting regarding the conversion of various ubiquitous energy sources such as heat, light, sound, vibration, and electromagnetic fields into the electric energy have been intensively studied so far. For most of researches on the energy harvesting, advanced materials with prominent functions are indispensable and key technology. In this symposium, recent progress of researches on energy harvesting materials will be presented by notable researchers all over the world. Besides, Future prospect of the next energy harvesting technology will be also discussed. This symposium is the opportunity of a lifetime to collect and organize fruitful research topics on energy harvesting materials now.
E-5. Hydrogen in Functional Materials II
Hydrogen in materials exhibits a wide range of concentration, high mobility, quantum nature, and superior chemical reactivity. All these features of hydrogen originate from its bonding and size flexibilities. The scope of this symposium is to deepen and exchange the cutting-edge materials science relating to hydrogen as a guideline to fully utilize hydrogen for developing many kinds of functional materials.
F-1. Carbon Neutral and Sustainable Circulation Technology
After the mass-consumption society that improved our lives but caused many environmental issues in the last century, the circular economy has become a key idea toward sustainable development in the 21st century. Carbon neutrality and feasible circulation have been inevitable aspects in diverse fields of material research because of their potential contribution to SDGs and also legal/commercial advantage in the industry in the near future. The symposium aims to accelerate interdisciplinary communication in material research by integrating state-of-the-art knowledge on technologies for carbon neutrality, materials and resource circulation, and environmentally friendly development. The scope of the symposium covers both academic and industrial topics in related fields: material and chemical recycling, biomass and biobased materials, urban mining, adsorption and separation materials, catalytic conversion of waste resources, carbon capture and utilization/storage (CCUS), hydrogen, materials for next-gen batteries, and environmental impact assessment.
F-2. Catalysis for Carbon Recycling
Carbon recycling is one of the most crucial issues toward sustainable society. This symposium aims at providing a forum for all the participants from academia as well as industries to share the cutting-edge materials research on catalytic carbon recycling.
F-3. Advanced Water Science and Technology
"Water" is the closest substance to humankind. Over recent years, "Water Science" has at long last entered a new phase with the advent of advanced analytical devices and simulation methods. In the industrial realm, water continues to play a central role, though even in a supporting role, it is indispensable. Not only in the processing of drinking water, water and sewage supply and environmental water but across a spectrum of engineering and medical fields water has a substantial role. These include nano-processing, nano-control of physical properties, drainage devices, material-surface processing, hydrothermal reaction, electric storage systems, C1 chemistry, high-purity cleaning, bio-materials, medicine development and so on. In this point of view, the "Symposium on Advanced Water Science and Technology" is aimed to be held in MRM 2019. The goals of this symposium are not only to discuss the fundamental of water science related to materials, environment and energy but also to provide an opportunity for scientists and engineers to exchange information, view, perspectives, and ideas on the new scientific understanding, novel techniques, and upcoming industrial applications of

water-related technology.	techniques including label-free bio-imaging such as Raman imaging, 3D and deep-tissue imaging, super-resolution imaging, spectral and fluorescence lifetime imaging, elastic and inelastic light scattering, interferometry, live-cell visualization techniques, and micromanipulation.
F-4. Separation Technology for Future Energy and Global Environmental Preservation	G-4. Advanced Materials for Biomedical Engineering
In the field of natural resource development, there are many challenging issues to be solved, and there is strong expectation for new materials that support the future separation technologies. For example, for the future oil and gas production, the separation of high concentration carbon dioxide and hydrogen sulfide in associated gas, the removal of PPM level harmful substances in naphtha and produced water are strongly demanded. Osmotic power generation and microbial power generation, which generate electricity from seawater and waste, respectively, are considered as future energy resources. Especially, the latter is closely related to biodegradation/ water treatment processes such as sludge, municipal waste, and sewage treatments. In this symposium, we will focus on new technologies related to energy creation and global environmental preservation that will be indispensable in the next decade.	Materials have various physico-chemical properties, such as piezoelectricity, conductivity, fluorescence, light emission, and photoelectric effect. Exploring new composite materials to combine these physicochemical properties and applying these composite materials to therapy are essential for the innovation of next-generation medical technology. Biocompatibility is an indispensable property of biomaterials, and advances in nanotechnology are expected to accelerate the creation of innovative therapeutic and diagnostic technologies by taking advantage of materials properties. This symposium focuses on material development through interdisciplinary efforts to further improve the biological properties of materials. For example, in addition to the above-described physico-chemical properties, biological functions, such as the phenomenon of adsorption of biological substances on the material surface, the binding properties between the receptor expressed on the cell surface and the materials, and the cell functions triggered by the materials, will be considered and discussed. This symposium will provide a platform for such discussions among material scientists, medical doctors and dentists to develop novel materials and technologies including technologies that can detect biomolecules with high sensitivity.
F-5. Design of Heterogeneous Catalysis	H-1. Smart Processing
The discovery and development of catalysts and catalytic processes are essential for sustainable society. Various heterogeneous catalysts have been developed to clean up the environment including the purification of exhaust gases from automobiles and industrial plants, and to produce important chemicals, as well as to convert energy efficiently. Recent topic in this area is concept-driven catalyst design and fine-tuning of the selectivity and activity of specific catalytic processes. These advances are based on the recent progress in "operando spectroscopy" and "theoretical calculations" for catalysis. On the other hand, recent revolutions made in data science could have a great impact on catalysis research in both industry and academia and could accelerate the development of catalysts. In order to exploit these emerging synergies, close discussions between experimentalists, theorists, data-scientists are indispensable. The purpose on this session is to discuss the present status and future perspectives of research at the interface of catalysis, surface science, theory, and data science by bringing together cutting-edge researchers in wide varieties of expertise. The session will consist of invited lectures, oral contributions, and poster presentations. The topics in the session are (1) spectroscopy and mechanism, (2) theory, (3) elements strategy, (4) new catalyst materials, and (6) data science.	This symposium will cover a broad range of topics related to the science and technology of advanced processing for materials and device fabrications. Presentations on academic, technical, and industrial research are welcomed.
G-1. Advanced Biomaterials	H-2. Plasma-Based Synthesis, Processing and Characterization of Materials for Energy and Environment
In order to repair the lost living tissue, regenerative medicine and the related biomaterials have attracted much attention. Biological tissue and organ in living organisms have well-organized hierarchical structures with elements ranging from molecules to macromolecular assemblies, and also have the isotropic/anisotropic properties from atomic to macro scales. Therefore, it is essential to produce advanced biomaterials that are responsible for molecular interactions with living organisms through surface/ interface as well as regeneration of living tissues with the isotropic/anisotropic nature by understanding the living tissue structures themselves. This symposium is held to widely discuss biomaterials design focusing on both the surface/ interface and the isotropic/ anisotropic properties in living organisms. In particular, we will widely discuss new advanced biomaterials for tissue regenerative biomaterials for replacement of biological tissue and organ, as well as tissue replacement based on technologies such as bio high entropy alloys (BioHEA), bio-printing, and additive manufacturing which are customization processes.	Plasma process is a key technology for synthesis of functional nanomaterials, which can evolve into industrial fabrication platforms for energy and environment. In addition to a variety of conventional plasma processes, much attention has been paid to novel plasma technologies including atmospheric-pressure non-thermal plasmas, which have been actively studied for applications to surface modifications and ultra-high-rate fabrication of functional nanomaterials. Major objective of this session is to provide an interdisciplinary forum for scientists and engineers in research areas including plasma technologies and nanomaterials to enhance discussions on latest achievements and challenges on the frontier of plasma-based synthesis, processing and characterization of materials.
G-2. Nano-biotechnologies on Interfaces	H-3. Innovative Process and Materials Design via a Comprehensive Multiscale or Nano/Micro/Macro-Scale Fabrication Approach
Many kinds of bio-devices have been developed for the purpose of realizing sustainable human society. Then, interdisciplinary studies on nanotechnology, biotechnologies, chemistry on interfaces utilizing bio-molecules having unique and significant functions have been bringing us much important and interesting results creating noble fields in science and technologies. We have been recognizing that there are strong requirement for an improvement of traditional technologies and tools. For example, a novel method for a localized and time-resolved observation system of interfacial phenomena in molecular level has been required. It seems that the bioactivity and nanostructure are closely relating each other in such the systems. We believe "functionality, structure, and interface" are the key words. In this session, we propose an occasion to discuss with the recent trends and results through some quite different fields with a worldwide vision.	This symposium will cover a broad range of topics related to the science and technology of innovative processes for advanced materials fabrication. Special emphasis will be placed on materials processing technologies and design either through a comprehensive multiscale or nano/micro/macro-scale approach. The types of material acceptable for this symposium are ceramics, metals, organic and composite materials. Fundamental study as well as process technologies with novel finding (mechanisms yet to be elucidated) is also encouraged. Presentations on academic, technical, and industrial research are welcomed.
G-3. Imaging and Spectroscopy for Biomaterials, Live Cells and Tissues	H-4. Smart Laser Processing for Green Technologies
Elucidating the molecular mechanisms underlying cellular response provides the seed for fabricating next-generation biomaterials. The wide range of cell imaging and spectroscopic techniques are thus the core platforms for the innovation of biomaterial technology and tissue engineering. This symposium focuses on state-of-the-art bioimaging and spectroscopic	Laser processing is applied in diverse industrial technology fields such as macro processing, nano/micro processing, additive manufacturing, material synthesis, surface modification, lithography, and annealing processes. Furthermore, in recent years, research and development of laser processing that combines sensing technologies and artificial intelligence has been actively conducted to realize highly controlled laser processing. In the field of laser processing, it is increasingly desirable to integrate and develop using diverse scientific and industrial technologies. This session focuses on laser processing for green technologies and provides a discussion platform for scientists and industrial engineers in diverse fields.
	H-5. Innovative Material Technologies Utilizing Ion Beams
	Ion beam technology has, for half a century, made a significant contribution to the progress of science and industry such as electronics, photonics, machine industry, etc., through the synthesis of advanced materials, the modification of surface properties of materials, the modification of surface morphology and texture. Recently, it has been required to develop the energy saving system, processes and devices, high efficient energy utilization ones and the low environmental load ones, from the view point of the global environmental problems, and therefore

to develop advanced materials which underlie these systems, processes and devices. It is expected that ion beam technology plays an important role for the production of advanced materials. This session will address the challenges associated with innovative material technologies that utilize ion beam. Specifically, papers that focus on the ion-beam synthesis of advanced materials as well as new utilization techniques of ion beam are encouraged. We are looking forward to having broad, interdisciplinary discussions that will lead to breakthrough in materials science.

問合せ先：(株) メイプロジェクト内 MRM2021 運営事務局

Email : info_mrm@jmru.org

■ IUMRS 関連

▽ The official IUMRS web site has been relaunched.

<https://iumrs-ho.org/>

▽ International Conference of Young Researchers on Advanced Materials (ICYRAM2022) will be held in Fukuoka, Japan on 3-6 August, 2022.

<https://iumrs-ho.org/iumrs-icyram-2022/>

■ 共催・協賛・公募

▽第 20 回ナノテクノロジー総合シンポジウム (JAPAN NANO2022)

主催：文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

協賛：日本 MRS 他

日時・場所：2022 年 1 月 28 日 東京ビッグサイト会議棟 7 階 国際会議場

▽イノベーションネットアワード 2022 募集

主催：日本機械振興協会 他

応募締切：2021 年 12 月 24 日 (金) 必着

詳細 URL : <https://www.innovation-network.jp/recent/2021091700011/>

▽東京工業高等専門学校 電子工学科教員 (助教) 公募

応募締切：2021 年 12 月 24 日 (金) 必着

詳細 URL : https://www.tokyo-ct.ac.jp/general_public/recruit/

▽東京工業高等専門学校 電気工学科教員 (助教) 公募

応募締切：2021 年 12 月 24 日 (金) 必着

https://www.tokyo-ct.ac.jp/general_public/recruit/



To the Overseas Members of MRS-J

■ My research of atomic resolution holography for quarter century.....p. 1

Koichi Hayashi, Nagoya Institute of Technology

The history of my research on atomic resolution holography is introduced in the preface. Atomic resolution holography is an excellent local structure analysis, since it provides 3D atomic images around specific elements. Although I have worked on the atomic resolution holography for around quarter century, so far, its successful applications have been performed in the last decade. This indicates a lot of basic data are necessary for determinations of accurate local 3D structures. Nowadays, there are many users of atomic resolution holography, and they sometimes found interesting and unexpected nano-structures. I hope that the knowledge obtained by atomic resolution holography will help the developments of next generation materials.

■ Introduction of Open Innovation Facilities in AIST - Nano-Processing Facility (NPF).....p. 2

Takehito KODZASA, Director of Open Research Facilities Station, National institute for advanced industrial science and technology (AIST)

The Open Research Facilities in National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) were established for the open innovation activities of universities or research institutes in Japan. The facilities are equipped with state-of-the-art measurement systems developed by AIST, prototyping facilities for nano-electronic devices,

300 mm Si wafer CMOS device or 200 mm/300 mm MEMS process lines, equipment for analyzing glycans, plant transcription factors or human motion analysis. The Nano-processing facility (NPF) offers various technologies from device prototyping using advanced deposition and lithography to material evaluation using analytical equipment.

■ Nonlinear optical spectroscopy in electronic ferroelectrics.....p. 5

Hongwu Yu and Yoichi Okimoto, Department of Chemistry, Tokyo Institute of Technology

Ferroelectricity in a solid is one of the most important functions of materials and applied to many fields. Under these circumstances, a novel idea of ferroelectricity so called "electronic ferroelectrics", has been proposed recently. This is driven by order of 'electrons', not by real space displacement of ions seen in usual displacive-type ferroelectrics. One of the candidates is RFe_2O_4 (R =trivalent rare earth), in which ordering of Fe^{2+} and Fe^{3+} in the crystal is expected to break the inversion symmetry and cause the resultant ferroelectricity. In this work, we performed nonlinear optical spectroscopy in RFe_2O_4 ($\text{R}=\text{Yb}$) at room temperature and succeeded in observing second harmonic generation (SHG) for the first time, a direct evidence of the polar structure of YbFe_2O_4 . The tensor analysis of the observed SHG signal revealed that the crystal symmetry of YbFe_2O_4 was Cm in a polar monoclinic structure. This result provides a key to future application of YbFe_2O_4 as electronic ferroelectrics.

編集
後記

ノーベル賞の受賞ニュースが巷を賑やかさせています。

物理学賞を受賞した真鍋叔郎博士が「好奇心 (Curiosity) を原動力」にする大切さをコメントしています。計画性、生産性が重視されがちな風潮の昨今、あらためて科学の原点を考えさせられました。研究者、技術者にとっては、学会での講演や聴講を通じた人との出会いが、日常では得られない新たな好奇心が生まれる機会になるのではないのでしょうか。秋の学会シーズンに入り、いよいよ対面形式での開催復活も検討されている様ですので、これらの機会が皆さまの新たな好奇心の源となる事を願います。

今年も皆様のご協力により本号を完成させる事ができました。心より御礼申し上げます。

(川又 由雄)

©一般社団法人 日本MRS 事務局 〒231-0023 横浜市中区山下町2番地 産業貿易センタービルB123 <http://www.mrs-j.org>

2021年日本MRS ニュース編集委員会 第33巻 第4号 2021年11月発行

委員長：岩田 展幸 (日本大学)

委員：鮫島 宗一郎 (鹿児島大学)、西本 右子 (神奈川大学)、川又 由雄 (東京工業高等専門学校)、狩野 旬 (岡山大学)、新國 広幸 (東京工業高等専門学校)、寺迫 智昭 (愛媛大学)、松田 晃史 (東京工業大学)、寺西 義一 (東京都立産業技術研究センター)、籠宮 功 (名古屋工業大学)

顧問：山本 寛 (日本大学)、岸本 直樹 (物質・材料研究機構)、伊藤 浩 (東京工業高等専門学校)、小林 知洋 (理化学研究所)、寺田 教男 (鹿児島大学)、小椋 理子 (湘北短期大学) 松下 伸広 (東京工業大学)

編集・構成：一般社団法人日本MRS 印刷・出版：秋巧社