

|||||| やあ こんにちは |||

高圧合成法を用いた新物質探索研究



やまうら かずなり
山浦 一成 氏

物質・材料研究機構グループリーダー／北海道大学客員教授 やまうら かずなり
山浦 一成

持続可能な社会を実現するためには、多くの材料研究を計画し、実行する必要があります。新材料が与える影響は、省資源・省エネルギーのための材料製造、部品加工、改良型・新システムへの移行、さらには再利用・リサイクルと多岐にわたります。一般的に、新材料の研究開発には、多くの技術革新にとって重要であるため、高い優先順位が与えられます。新材料開発の基礎となる新物質探索研究は、さまざまな研究階層や領域で行われています。

新物質探索は、学術的な研究分野ではなく、さまざまな研究プロジェクトの実施計画に含まれる研究テーマであり、具体的には新しい化学相の合成や新機能の発現を指すことが多いようです。広義には、社会実装されている機器や装置に使用されている材料を他の材料に置き換える研究を指すことが多いようです。この場合、必ずしも新しい化学相の合成を意味するものではなく、既存の材料の組み合わせや製造プロセスの工夫により、特性の改善や新機能を発現させることを指すことが多いようです。

筆者が長年携わってきた導電性酸化物や磁性酸化物の新物質探索は、基礎的要素が強い段階の研究でした。数年経っても社会実装や市場が見えてこない研究でしたが、それでも、新物質探索の重要性は高いと言われていました。それは、新しい現象の開拓やその理解の進展に役立つと期待されていたからだと思います。この研究段階の進歩が将来的にどのように社会に役立つかを予測することは難しいのですが、少なくとも新物質が学術研究の確かな一歩になることを期待しています。

筆者は、大学4年生の時に配属された研究室で初めて物質合成に携わりました。当時は高温超伝導体の発見から数年が経過し、多くの大学や研究機関で高温超伝導の研究が盛んに行われていました。最初は、既知の酸化物を乳鉢と電気炉を使って合成するという簡単な実験から始めましたが、それでも文献にあるように、液体窒素温度以上で超伝導が出現しました。指導教員は、かつて液体ヘリウムを必要とする超伝導体の研究をしていた昔のことを思い出し、何も知らない学部4年生が液体ヘリウムを必要としない超伝導体を簡単に合成しているのを見て、驚きを新たにしていました。

大学院に入った直後は、高温超伝導体を含む平衡状態図を作る実験に取り組みました。4つの金属元素と酸素の5つの元素が対象でしたが、金属はすべて酸化物なので、実際には4つの金属酸化物の疑4元平衡状態図を作る実験でした。探索要素を一つ減らしても、膨大な数の試料と熱処理が必要で、非常に時間のかかる実験でした。残念ながら、新物質は全く見つかりませんでした。今思えば、当時、マテリアルズ・インフォマティクスやAIを使って、原料の混合、成形処理、熱処理、特性評価を自動的に行う実験装置があれば、実験時間を大幅に短縮することができたのではないかと考えています。

その後、当時高温超伝導体の研究で使われ始めていた高温高圧合成装置を用いて、通常の反応条件では合成が困難な酸化物の研究を始めました。高い静圧力下で熱処理すると、結晶中の元素の配位数が増え、小さな陽イオンの静電反発を弱める方向に配位環境が変化し、融点や分解温度が上昇しました。その結果、例えば、既存の固溶限界をはるかに超える化学組成を持つ化合物を安定化させることができました。特に、比較的密度の高いペロブスカイト型やスピネル型の酸化物を対象とする実験では、圧力の効果が顕著に現れました。この方法を取り入れることによって、ようやく新しい機能性材料のヒントとなるような新物質を合成することができました。

高圧合成法による新物質探索の研究は、高温超伝導体から、強相関電子系物質、マルチフェロイック物質、準結晶、さらには量子マテリアルへと広がっています。また、酸化物だけではなく、炭化物、窒化物、砒素化合物、混合アニオン化合物など、研究対象も多様化しています。ですが、新しい特徴をもつ化学相を合成するというアプローチに変わりはないようです。しかし、これまでは、合成した試料の焼結度、色相、膨張や収縮の様子、実体顕微鏡で観察した粒界や結晶粒の様子、X線回折ピークの強度分布、生成する不純物の量や種類、化学量論など、様々な実験結果から最適合成条件を試行錯誤で決めていました。筆者は、この方法は実験として非効率であると強く感じています。今後は、マテリアルズ・インフォマティクスやAIを積極的に活用し、探索の効率を大幅に高める工夫が必要だと考えています。今後、新物質探索の標準的な実験方法が大きく変わることを期待しています。

最後になりましたが、本稿を執筆する貴重な機会を与えて頂きましたことに心より感謝申し上げます。

目次

- 01 やあ こんにちは
高圧合成法を用いた
新物質探索研究
山浦 一成
- 02 研究所紹介
本田技術研究所
～先進技術研究所で材
料研究プロセス改革へ
の取り組み～
株式会社 本田技術研究所
先進技術研究所
材料・プロセス領域
チーフエンジニア
池田 知廣
- 05 研究トピックス
物理的な作用で発現
する抗菌材料の開発
関西大学
システム理工学部
機械工学科 伊藤 健
- 07 Report
IUMRS-ICYRAM2022
開催報告
- 08 ご案内
- 09 To the Overseas
Member of MRS-J
- 10 編集後記

■ 研究所紹介

本田技術研究所 研究所紹介 ～先進技術研究所で材料研究プロセス改革への取り組み～

株式会社 本田技術研究所 先進技術研究所 材料・プロセス領域 チーフエンジニア いけだ ともひろ 池田 知廣

1. 本田技術研究所における先進技術研究所の役割

本田技術研究所は先進領域に集中して新価値を生み出せる体制のもと（図1）、Hondaを支えるドライビングフォースとして、新技術の基礎から応用研究と技術開発に取り組み、お客様の喜びの拡大にチャレンジを続けている。

その中でも、先進技術研究所は10年後のHondaが提供する新価値創造に向けた革新・独創技術の研究を担う研究所として、「環境負荷ゼロ社会」と「交通事故死者ゼロ社会」の実現に向けた研究を推進している（図2）。

先進技術研究所の主な取り組みとしては、一人ひとりが安心を感じられるための人を理解する知能化技術や人の能力を拡張させるアバターロボット技術、二輪、四輪をはじめすべての交通参加者が共存するために必要な安心安全技術に加え、更なる「自由な移動の喜び」をお客様に提供するためeVTOL（electrical Vertical Take Off and Landing：電動垂直離着陸機）や宇宙輸送機といった新たなモビリティ領域への取り組みといった具体的商品だけでなく、将来を見据えた革新的な生産技術や先進技術研を具現化するための材料技術として環境負荷を低減するリサイクル技術や全固体電池を始めとする次世代電動化技術等に取り組んでいる。

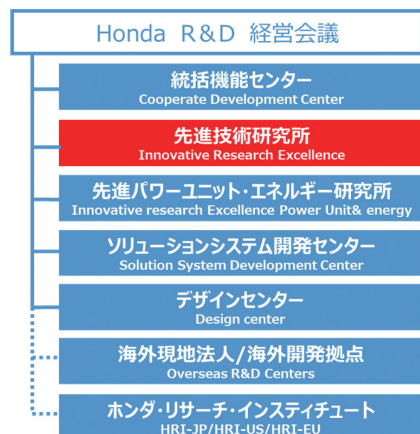
本田技術研究所組織運営体制
Honda R&D Operation System

図1 本田技術研究所運営体制（2022年10月1日時点）



図2 環境・安全の新目標

2. 先進技術研究所における材料研究開発の取り組み

電動化や資源問題に対応するためには、材料の特性を十分に理解した上、それらを精密に制御していく必要がある。特に材料の性能はナノ構造や電子レベルの事象や、組織形状に支配されているため、量子ビームを活用した解析や第一原理計算による電子状態把握が必須となる。我々はこれまでに、放射光を活用したXAFSとSTEM-EELSおよび、第一原理計算によるスペクトルシミュレーションを複合的に活用し触媒上の貴金属粒子の微細構造モデリング（図3）ref.1や、中性子を活用した非破壊応力解析と組織観察・シミュレーションを相補的に活用したアディティブマニファクチャリング造形部品の応力解析技術（図4）ref.2等を構築してきた。

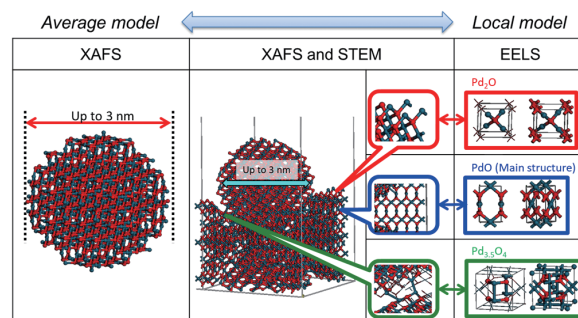


図3 XAFS・STEM-EELSを複合活用した貴金属酸化物ナノ粒子微細構造モデル

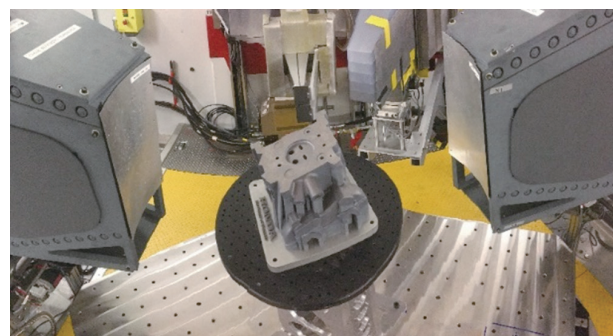


図4 アメリカ・オークリッジ国立研究所での残留応力測定セットアップ

この様に、種々の高度解析手法やシミュレーション技術を活用することで実際の材料の特徴を把握できるようにはなってきたが、その一方で、研究初期に材料を探索する段階では性能に影響を与える複数の元素の組み合わせを考慮する必要がある、広大な探索領域を調査しなければならないという課題に直面した。そのため、我々は機械学習を活用し広大な領域から短期間で候補材を抽出する手法を確立してきた。

我々が材料研究開発に機械学習を適用する検討をスタートした時点では、マテリアルサイエンスインフォマティクス（MI）という言葉もなく、

また機械学習分野も今よりも実用分野での適用事例が少ない状況であった。当時、世の中の機械学習の主流はある程度データがそろった領域で適用することを前提としていたが、実際の研究開発の初期段階において十分なデータが存在していることは稀であるため、我々は特にデータが少ないところでの予測が効率よく行える手法の構築を中心に構築し、このような MI の手法を Smart Materials Informatics (SMI) と定義した。本稿では弊社における SMI 活用の実例を紹介する。

3. SMI 活用事例

最初に MI の概要 (図 5) について紹介する。はじめに求めたい材料特性 (目的変数) と、材料特性に相関のあるパラメータ (説明変数) をデータとして準備しておく。これらのデータを AI・機械学習でモデル化することにより、未知なる材料の物性を予測する。そのため、MI の適用先としては「新しい材料の探索」や、「材料仕様の最適化」が主となる。

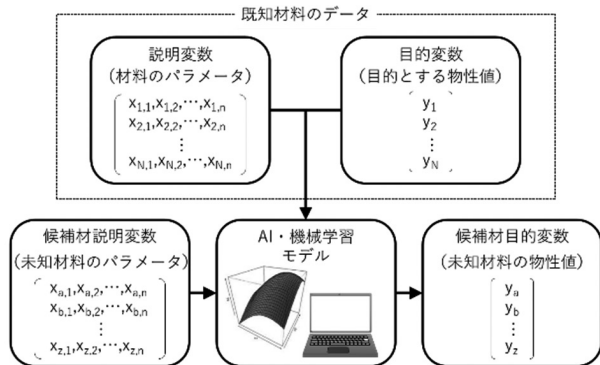


図5 MIの概念図

3.1 熱間加工磁石への適用事例

熱間加工磁石の試作工程最適化では、図6に示すような工程の各条件が必要となる。それまでに実施した試験データを用いて最適化を行った結果を図7に示す。研究開始から2年間かけてBase工程から行程Xへと調整を重ね性能向上を図ったのに対し、MIを活用し更に特性の高い工程Yを約2か月で得ることができた。なお、MIによる予測は数時間で完了し、実際の行程で性能測定するための磁石サンプルを製造するのに大半の時間を要していた。この様に、MIを最適化技術として活用することにより、効率よく性能向上が推進でき、開発の効率化にも効果があることがわかる。詳細はref.3を参照いただきたい。

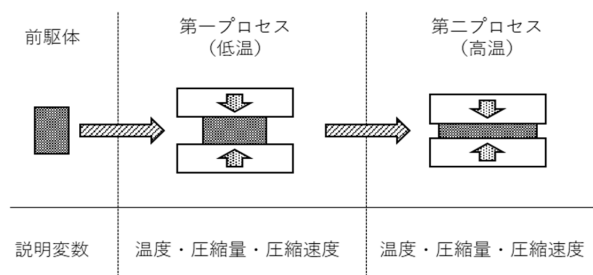


図6 熱間加工プロセス

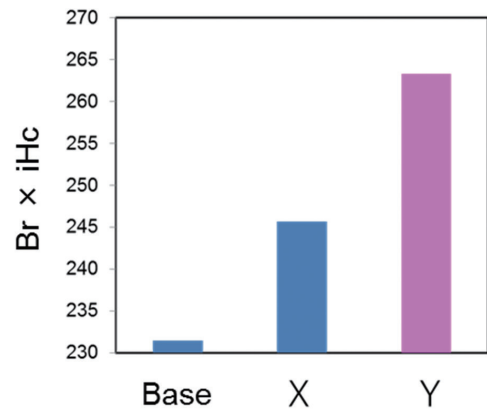


図7 熱間加工磁石の行程最適化

3.2 排ガス浄化触媒

自動車排ガス浄化触媒には、通常Pd、Rh、Ptといった貴金属が使用されており、資源・コスト観点から使用量の削減が求められている。そこで、現在最も多く用いられているPdと他の金属種を合わせ合金化させることにより、Pdの削減が可能な新規活性種を探索した。この検討では、触媒の活性を合金のDOSを指標化することで推進した。DOSの指標は第一原理計算により算出しているが、全元素の組合せを考慮すると膨大な計算コストとなるため、MIによる合金組成の探索を実施した。また、説明変数は未知組成に対応するためイオン化エネルギーなどの元素の情報のみを用いて探索を行っている。予測と計算の結果を図8に示す。図8にはフィッティングと合わせて、誤差の指標として一点除外交差検証の値 (LOOCV: leave-one-out cross-validation) をプロットしている。データが少なく説明変数も元素情報だけを用いているが、LOOCVのR2値は0.94と高く良好に予測ができていることがわかる。この結果から試作可能な候補材を選定し、実験での評価を行った。その結果を図9に示す。横軸にはX線光電子分光法 (XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy) のIndexed valence 値、縦軸には活性性能としてターンオーバー頻度 (TOF: turnover frequency) をプロットしている。探索の結果、図9に示すようにPdの性能を超える活性性能 (TOF) を持つ材料の一つとしてPdCo合金を抽出することができた。本事例はMIを新材料探索に活用した事例となり、詳細はref.4を参照いただきたい。

その他に、貴金属の劣化を抑制する新規材料探索事例もあり、そちらについてはref.3を参照していただきたい。

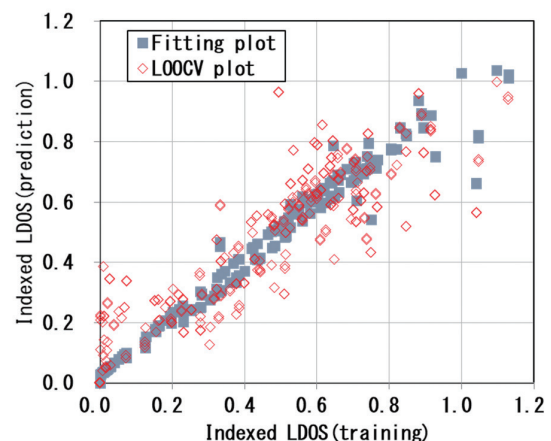


図8 DOS指標の予測：フィッティングとLOOCVの比較

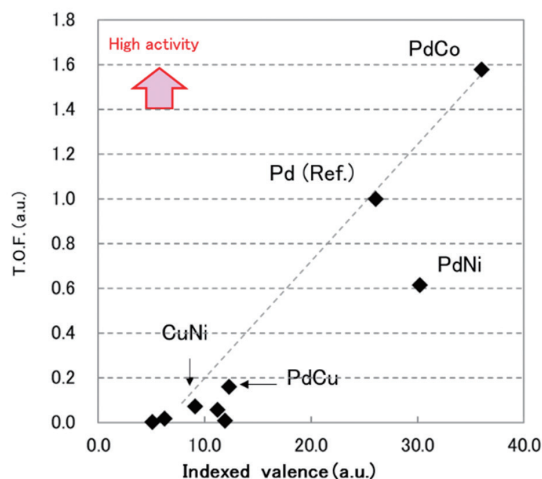


図9 触媒探索結果：XPSのIndexed Valence値とTOFの関係

3.3 次世代形状追従太陽電池

冒頭紹介したように、環境負荷ゼロ社会を実現するにあたっては再生可能エネルギーの活用が必要不可欠となる。特に、電動化モビリティにおける再生可能エネルギー活用の観点としては再生電力を蓄電池に蓄電する間接的な技術だけでなく、例えば太陽電池をモビリティ自身に実装しオンボードで給電する技術も必要になってくると考える。一方で、太陽電池の実装にあたっては、モビリティのキャラクターラインを尊重するデザイン性も必要となることから、モビリティ形状への追従性も必要となり、発電効率や耐久保障観点の材料の安定性と併せて検討すべき項目は多くなる。このように要求性能が複数にわたる場合は、各目的変数に対してMI予測モデルを構築した上で多次元空間にプロットし最適範囲から候補材を選定する。図10に材料安定性・発電効率の指標に対する2次元プロットの結果を示す。この可視化により約5万件の化合物候補から30種の候補材を抽出し、現在実用化に向けて研究を推進中である(ref.5)。

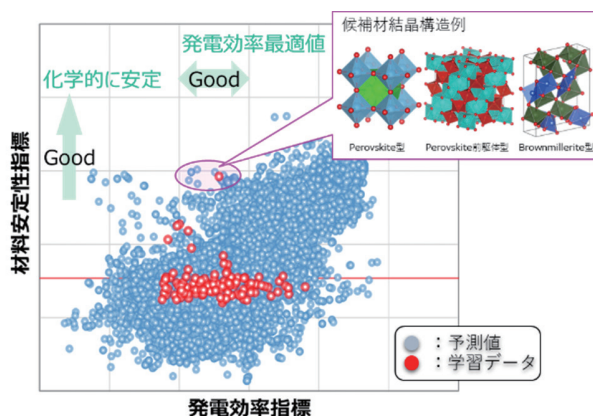


図10 MIによる次世代形状追従太陽電池の材料探索結果

4. 終わりに

今回、本田技術研究所における材料研究開発の取組をMI事例中心に紹介した。MIの取り組みが机上の空論にならず、各事例で成果が出ているのは、弊社独自のSMI活用にあたり、対象となる事例を絞ったうえで、活用するデータを十分に精査し取り組んでいるだけでなく、高度解析やシミュレーションも活用し並行して原理原則を把握していることが大きな要因と考えている。

お客様の喜び拡大のためには、少しでも多くの先進材料技術を早期に実現する必要がある。そのためには、材料研究プロセス改革による研究加速が必要であり、今後もより一層力を入れていきたい。

参考文献

- 1) 池田 知廣 他, Honda R&D Technical Review Vol.29, No.1, 195-201, 2017
- 2) Tomohiro Ikeda et.al SAE Technical Paper 2020-01-1071, 2020,
- 3) 古川 敦史 他, Honda R&D Technical Review Vol. 29, No.1, 84-90, 2017
- 4) 廣瀬 哲 他, Honda R&D Technical Review Vol.32, No.1, 97-106, 2020
- 5) 池田知廣 他, to be published

■連絡先



株式会社 本田技術研究所
先進技術研究所 材料・プロセス領域
いけだ ともひろ
池田 知廣
〒321-3393
栃木県芳賀郡芳賀町下高根沢 4630 番地
TEL 外線 080-4949-5095 (直通)
ダイヤルイン 028-687-1358
内線 8772784
FAX 028-687-1356
E-mail tomohiro_ikeda@jp.honda

■ 研究トピックス

物理的な作用で発現する抗菌材料の開発

関西大学システム理工学部 機械工学科 伊藤 健 いとう たけし

1. 研究室紹介

まず、この機会をお借りして私が所属する研究室について簡単に紹介したい。私の所属は機械工学科であるが、専門はナノ・マイクロ科学である。本研究室は、機械工学のベースとなる物理学を学生に教えるべく「応用物理研究室」として1967年に開設された。2007年に新宮原先生が着任されてからナノ構造創成についての研究がスタートし、2015年に私が着任した際に研究室名が「ナノ機能物理工学研究室」に変更となった。現在、研究室は3名の教授で運営しており、全員がナノレベルの材料を扱いながら、それぞれの教員の強みを生かした研究を展開している。新宮原先生は、東芝に勤務していた経験から三次元微細配線やメモリデバイスの研究を行っている。清水先生は、MRS会員にもおなじみの2D材料の研究を行っている。私は、バイオセンサ、バイオメテックスなどバイオ系の研究を行っている。そのため、研究室専用の走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡など高分解能顕微鏡を所有しており、変わったところでは細菌の培養に関する実験設備を有している。

2. ナノ構造と殺菌・抗菌性

新型コロナウイルスがいまだに猛威を振るっており、近年まれにみるパンデミックとなっている。感染症は昔から恐れられているが、これだけ科学技術が進んだ今でも未知の感染症は人々を恐怖に陥れることが再認識された。感染症は、主に水平感染によって引き起こされる。つまり、感染者から排出されたウイルスなどの感染源が身の回りの物に付着し、それを触った人が体内に感染源を摂取して感染することになる。このことから、身の回りの物に抗菌・抗ウイルス効果のある材料、薬剤を塗布することが感染防止につながるため、幾多の製品が販売されている。これらの製品は、細菌やウイルスの増殖を化学的に抑える効果を利用している。例えば、人類が初めて発見した抗生物質であるペニシリンは、細菌の細胞壁の合成を阻害するため細菌が増殖できなくなることを利用した試薬である。体内に入った細菌などの感染源に対しては、抗生物質を服用することで細菌の増殖を抑え、治療していくことになる。しかし、近年は抗生物質に耐性を持つ薬剤耐性（AMR: Antimicrobial Resistance）菌が増加しており、2019年には世界で127万人が命を落としたと推計されている。日本国内における薬剤耐性菌に起因した感染症は、院内感染が主流であり、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）による院内感染の発生例は年間15,000件を超えている。医療の進んだ日本でさえこのような状況であり、薬剤耐性菌に対して国際的な対応が求められている。

このような背景の中、従来の化学的作用とは全く異なる物理的な作用で抗菌を発現する材料に注目が集まっている。図1に示すようにセミやトンボなどの昆虫の翅にはナノレベルの突起物が無数に存在しており¹⁾、中でも透明な翅をもつセミには比較的規則

正しいナノ構造が形成されている。一方、トンボのそれは不規則であることがわかる。これらのナノレベルの突起物に細菌が付着すると細胞膜が引き延ばされることで物理的な刺激が入り、やがて膜が破れ、死に至ると考えられている²⁾。そのため、細菌を殺している（殺菌している）ため菌が増殖しない（抗菌）ので、私は殺菌・抗菌性と併記している。また、物理的な要因でこの機能が発現するため、薬剤耐性菌にも効果があると考えられている。私達は、この現象がなぜ生じるかといった基礎科学の側面と、様々な人工的なナノ構造を作製し、抗菌効果を確かめる応用研究を行っている。本稿では、その研究の一部を紹介させていただきたい。

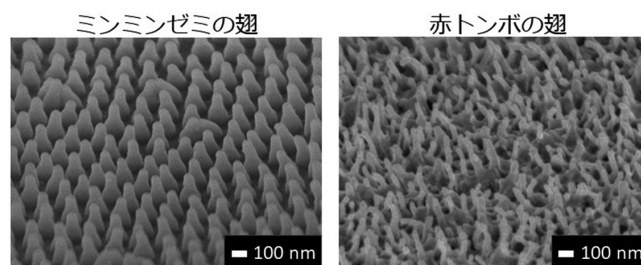


図1 ミンミンゼミと赤トンボの翅の表面を走査型電子顕微鏡で走査型電子顕微鏡で観察した鳥観図¹⁾

3. ナノ構造の作製

上述の通り、ナノ構造が発現する抗菌性は、細菌とナノ構造の物理的な相互作用に起因している。相互作用とは、静電力、ファンデルワールス力、濡れ性などに左右され、さらに材料の物理的な特性も関与していると考えられる。そのため、上記の様々な情報が既知であり、かつ制御できる材料でナノ構造を作製し、さらにそれらの特性を変化させると抗菌性に与える影響を評価していくことが重要となる。私達はこれまでに無機材料であるSiと有機材料である樹脂フィルムを用いて規則的なナノ構造を作製してきた。Siの場合には、パターニングにコロイダルリソグラフィを、エッチングにメタルアシストケミカルエッチングを利用することで比較的大面積のSi基板に対してナノ構造の間隔、直径、高さを制御することが可能である。また、濡れ性も親水性から疎水性まで幅広く制御できる。

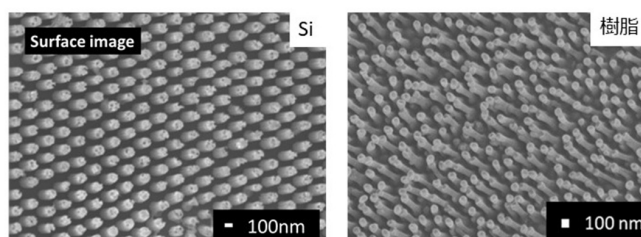
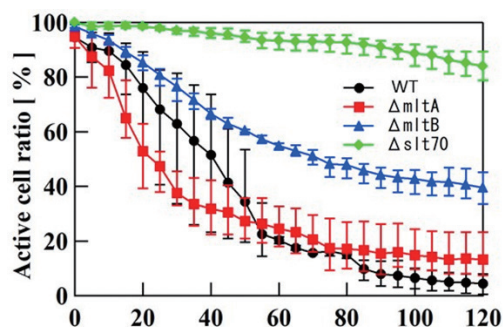


図2 シリコン（左）および樹脂（右）に形成されたナノ構造の電子顕微鏡像

一方、樹脂の場合には、UVナノインプリントおよび熱ナノインプリント技術を利用している。いずれも微細なホール形状を持つ金型が必要であるが、金型を準備すれば何度でも樹脂に転写できることから生産性に優れている。私達は、金型に陽極酸化アルミナ(AAO)を用いることで、ホールの間隔、幅、深さを自由に制御することに成功している。図2に実際に作製したSiおよび樹脂のナノ構造体の電子顕微鏡像を示す。

4. 生化学反応に伴う殺菌・抗菌メカニズムの提案

ナノ構造が発現する殺菌・抗菌作用は、細菌の細胞膜が損傷することに起因している。では、どのようにして膜が損傷するのであろうか？これまでの報告では主に3つの要因が指摘されている。(1)細菌がナノ構造に付着した後に細胞膜が引き延ばされ(ストレッチング効果)、やがて膜が破れる。または、直接ナノ構造が細胞を貫通する。(2)細菌がナノ構造に付着した後に運動することでナノ構造と激突し膜が損傷する。(3)細菌がナノ構造に付着した後に成長する際に成長のアンバランスが発生し膜が損傷する。特に(1)については力学的シミュレーションからも膜変形が生じることが明らかにされているが、TEM tomographyを用いた観察の結果、数十nmの直径を持つTiO₂ナノピラーであっても膜を貫通せず、膜変形が生じているだけであるとの報告がされている³⁾。一方で生物側の特性に基づいた検討はほとんどされてこなかった。私達は、生化学反応である膜溶解酵素(オートリシン)の活性化に着目した。この酵素の作用によって細菌が自己融解しているのではないかと予測を立て実験を行った。実験には膜溶解に寄与する酵素3種(MltA, MltB, Slt70)をそれぞれ欠損した遺伝子欠損株と野生株での比較を行った。酵素の存在位置と実験の結果を図3に示す。野生株では2時間後の生菌率が4%まで低下したのに対し、Slt70を欠損させたものは生菌率が84%と最も高かった⁴⁾。この結果から、ナノ構造に付着したのち、ナノ構造による細胞膜の変形が生じ(一次トリガー)、膜溶解酵素が活性化し(二次トリガー)、膜溶解が生じて死に至ると考えられる(図4)。つまり、ナノ構造が発現する殺菌・抗菌性は細胞独自のシステムに寄る可能性が高いため、すべての細菌に有効に寄与するかどうかは不明である。



膜溶解酵素の存在位置

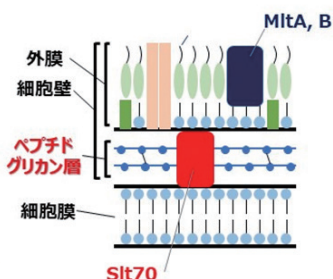


図3 大腸菌の膜溶解酵素の存在位置(上)とその酵素欠損株および野生株をナノ構造に滴下した際の生菌率の経時変化(下)⁴⁾

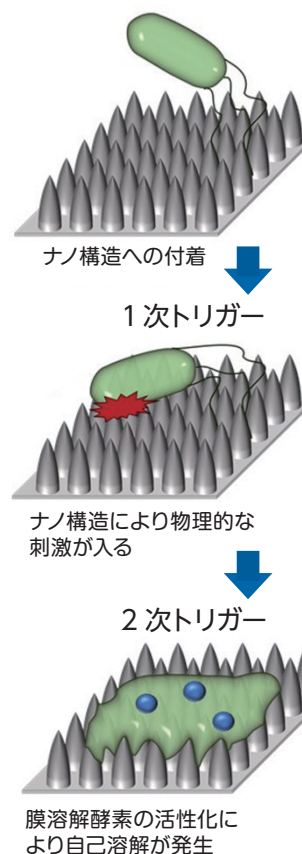


図4 膜溶解酵素の活性化に伴うナノ構造での殺菌・抗菌メカニズムの模式図

5. 今後の展望

私達は、この研究を医療分野へ展開することを進めている。病院内では、感染症予防対策を懸命に行っているにもかかわらず、いまだに年間数万件の院内感染が報告されている。その原因となっているのが薬剤耐性菌である。ナノ構造が発現する抗菌・殺菌作用は物理的であるため、薬剤耐性菌への効果も期待できる。そのため、現在薬剤耐性菌への殺菌・抗菌効果を確認する研究を大阪大学大学院医学系研究科感染制御学講座と共同で検証を開始した。また、同様にバイオフィルム抑制につながるかについても研究をスタートしたところである。これらの応用研究の成果が出てきた段階で改めて皆様に報告させていただきたい。

6. 参考文献

- 1) 伊藤健、化学と工業, Vol.95, No.11, pp.357-363, 2021
- 2) E. P. Evanova et al., Nature Communications, Vol.4, 2838, (2013)
- 3) J. Jenkins, et al., Nature Communications, Vol.11, 1626, (2020)
- 4) S. Mimura et al., RSC Advances, Vol.12, pp.1645-1652, (2022)

■ 連絡先



関西大学システム理工学部機械工学科
 いとう たけし
 伊藤 健
 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35
 E-mail: tito@kansai-u.ac.jp
<https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/nano/>

■ Report IUMRS-ICYRAM2022 開催報告

IUMRS-ICYRAM2022
3-6 August 2022



MRS-J
 The Materials Research Society of Japan

International Union of Materials Research Societies-The 5th International Conference on Young Researchers on Advanced Materials

国際材料学会連合－第5回若手研究者のための先進材料国際学会 International Union of Materials Research Societies—The 5th International Conference of Young Researchers on Advanced Materials (IUMRS-ICYRAM2022) 2022年8月3日(水)～8月6日(土) 九州大学医学部百年講堂

開催概要

IUMRS-ICYRAM2022はE-MRS共催のもと、8月3日(水)～8月6日(土)の4日間に渡り九州大学医学部百年講堂(福岡県福岡市)にて開催された。本会議は主催者・参加者共に開催時40歳以下、もしくは学位取得後15年以下の若手研究者で構成され、次世代材料研究の国際ネットワークを形成することを目的としている。2012年にシンガポールにて第一回大会が開催され、2012年の中国(第二回大会)、2016年のインド(第三回大会)、2018年のオーストラリア(第四回大会)を経て、この度日本で初開催される運びとなった。第五回大会となる本会議は、未だ収束を見せない新型コロナウイルスの情勢を鑑みて、対面・オンラインのハイブリッド形式にて開催することとなった。

本会議は機能材料全般(無機・有機・高分子・生体分子・ナノ材料)、及び多岐に渡る応用分野(エネルギー・環境・エレクトロニクス・スピントロニクス・フォノンクス・フォトニクス・データ科学・バイオ分析・センサ・医療工学・社会実装)を対象とした11のシンポジウムにて開催し、学協会を通じて国内外から広く講演者・参加者を募集すると共に、各分野において高い将来性が認められる一流の若手研究者を招待講演者として招待した。計378件の発表(口頭発表276件、ポスター発表102件)が行われ、参加者は22カ国より総勢435名(国内336名、海外99名)にのぼった。新型コロナウイルスの第7波が押し寄せる中での開催となったが、現地には265名もの多くの参加者(国内232名、海外33名)が集まった。

会期初日である8月3日には、オープニングセレモニーが午前8時50分より大ホールにて執り行われた。まず本会議のアドバイザーでもある白谷正治 MRS-J 会長(九州大学教授)より、若手研究者へ向けた国際ネットワーク形成の重要性についてのスピーチと共にウェルカムメッセージが述べられた。次いで長島一樹 実行委員長(東京大学)より、開催趣旨説明と各方面への謝辞と共にIUMRS-ICYRAM2022の開会の辞が述べられた。引き続き同会場にてZhenan Bao教授(Stanford University・アメリカ)より“Skin-inspired Organic Electronics”と題したプレナリー講演が行

われた。会期直前で急遽ご予定が入れたことで講演は動画配信により行われたが、会場・オンライン共に多くの聴講者が集まった。その後、ハイブリッド形式でのテクニカルシンポジウムとオンライン形式でのポスターセッションが各会場で開催された。

会期2日目の8月4日には、テクニカルシンポジウムに引き続き、Hossam Haick教授(Israel Institute of Technology・イスラエル)より“Artificially Intelligent Nanosensors for Clinical Decisions without a Needle”と題したプレナリー講演(オンライン講演)が行われた。人工嗅覚センサに関する最新の成果と可能性に多くの関心が寄せられた。聴衆より積極的な質問がなされると共に、Haick教授より若手研究者に対する激励メッセージが述べられた。

会期3日目の8月5日には、講演に先立ち、鎌滝晋礼 副実行委員長兼次期開催組織委員(九州大学)よりポーランドのワルシャワで開催される次期IUMRS-ICYRAM2024の宣伝がなされた。続いて、安達千波矢教授(九州大学・日本)より“Challenge for high-performance OLEDs through materials innovation”と題したプレナリー講演が現地登壇にて行われた。安達先生には有機発光ダイオードの高効率化へ向けた設計指針と沿革について解説頂くと共に、若手研究者へ向けた応援メッセージが述べられた。

本会議では会期中を通じて対面・オンラインのハイブリッド環境下における円滑な討論や国際的なネットワーク形成へ向けた若手研究者間の交流を促進するために、チームコミュニケーションツールであるSlackを導入した。250名を超える利用者がおり、講演時間外での質疑応答を始めとする個人間のコミュニケーションや各シンポジウム内での積極的な交流活動に役立ったと見られる。

会期中、数名の新型コロナウイルス感染者が報告されたが、入念な感染予防対策のお陰で幸いにも大きな問題もなく盛況の中で全プログラムが終了し、多くの参加者から実行委員会の円滑な運営に賛辞が寄せられた。本会議をご支援頂いた福岡市、及び井上科学振興財団、協賛・展示・広告をご快諾頂いた各企業・各学協会、また国内外よりご参加頂いた参加者の皆様に心より感謝申し上げます。(文責：実行委員長 長島一樹)

ICYRAM2022 Young Researcher Awards/Student Presentation Awards 受賞者一覧 表彰委員会委員長 安井伸太郎(東京工業大学)

ICYRAM2022 Young Researcher Awards

Gold Saneyuki OHNO (Kyushu University)
Silver Yasuhide MOCHIZUKI (Tokyo Institute of Technology)
 Zhanglin GUO (Toin University of Yokohama)
 Takuro HOSOMI (The University of Tokyo)

ICYRAM2022 Student Presentation Awards

Gold Takumi ABE (Tokyo Institute of Technology)
 Takumi MATSUO (Tokyo Institute of Technology)
Silver Jinting LI (Kyushu University)
 Kazuki UCHIDA (Kyushu University)
 Kenta KANEKO (Tokyo Institute of Technology)

Takeshi NISHIDA (University of Tsukuba)
 Hiroki OBAYASHI (Kyushu University)
 Yiwa WANG (The University of Hong Kong)
 Yin kan PHUA (Kyushu University)
 Takamitsu ISHIYAMA (University of Tsukuba)
Bronze Yusuke SAKAI (Nagoya Institute of Technology)
 Kaiwen ZHANG (Kyushu University)
 Saki KAWAHARA (Osaka Prefecture University)
 Takumi YAMAMOTO (Tokyo Institute of Technology)
 Masaki SAIGO (Kyushu University)
 Fumitaka SATO (Nagaoka University of Technology)

ご案内

■ IUMRS-ICA2022 (第 23 回 IUMRS-ICA)

主 催：MRS-India

会 期：2022 年 12 月 19 日 (月) ~ 23 日 (金)

会 場：インド工科大学ジョードブル校

演題登録の締切：9 月 7 日 (水)

ホームページ：http://iumrs.iitj.ac.in/

■ 第 32 回日本 MRS 年次大会

— After コロナウイルス時代へ向けたマテリアルズイノベーションの展開：データ科学と実験・理論・計算の相補的連携—

新型コロナウイルス禍が始まってから 2 年が過ぎ、次段階への展開を図る動きが社会全体で活発化しつつあります。その中で材料科学・工学に求められる役割は一層大きくなり、2050 年のカーボンニュートラル達成等を含む SDGs を念頭にした持続的な研究・開発活動が本格化しています。機械学習・AI・インフォマティクス等のデータ科学の発展・展開は材料研究にとり、そこで取り扱う材料研究の「データ」とは何なのかという根源的な問いを改めて考える段階に到達しつつあります。これには、どのように精緻な実験を更に突き詰めるか、発展著しい計算科学の材料分野での応用展開、多様性が大きい材料への解析理論の拡張などが含まれ、材料研究でのそれぞれの強みを再認識しつつ新たなチャレンジを改めて考える段階に来ているものと思われます。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横断的に議論する場を提供いたします。併催される MRM Forum 2022 でのチュートリアル講演も併せ、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：2022 年 12 月 5 日 (月) ~ 7 日 (水)

産業貿易センタービル他

① Representative ② Correspondence ③ Co-organizers

A：データ駆動型材料・物質科学研究の潮流

①古山通久 (信州大) ②中山将伸 (名工大) ③嶋田五百里 (信州大)

B：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田村友幸 (名工大) ②大場史康 (東工大)、上杉徳照 (大阪公立大) ③吉矢真人 (大阪大)、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)

C：水素科学技術連携

①折茂慎一 (東北大) ②齋藤寛之 (量子科学技術研究開発機構) ③藤田健一 (京大)、佐藤康司 (ENEOS 株式会社)

D：特徴的な結晶構造・電子状態を有する遷移金属化合物の合成・評価と機能開拓

①山田幾也 (大阪公立大) ②山田幾也 (大阪公立大) ③長尾全寛 (名古屋大)、吉田紘行 (北海道大)、辻本吉廣 (物質・材料研究機構)、山浦一成 (物質・材料研究機構)、

E：先端プラズマ技術が拓くナノマテリアルズフロンティア

★国際シンポジウム

①内田儀一郎 (名城大) ②白谷正治 (九州大) ③寺嶋和夫

(東大)、節原裕一 (大阪大)、井上泰志 (千葉工業大)、荻野明久 (静岡大)、関根誠 (名古屋大)、布村正太 (産総研)

F：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青木伸之 (千葉大) ③橘勝 (横浜市立大)、若原孝次 (物質・材料研究機構)、坪田敏樹 (九州工業大)

G：イオンビーム応用技術の進歩が刺激する材料革新

★国際シンポジウム

①加田渉 (群馬大) ②阿保智 (大阪大)、雨倉宏 (物質・材料研究機構) ③馬場恒明 (合同会社 DLC 研究所)、堀史説 (大阪公立大)、伊藤久義 (量子科学技術研究開発機構)、小林知洋 (理研)、中尾節男 (産総研)、西川宏之 (芝浦工大)、鈴木耕拓 (若狭湾エネルギー研究センター)、安田和弘 (九州大)、青木 学聡 (名古屋大)、Chen Feng (Shandong University)、Chu Paul K (City University of Hong Kong)、Ensinger Wolfgang (Technical University Darmstadt)、ILA Daryush (University of West Georgia)

H：自己組織化材料とその機能 XVIII

①緒明佑哉 (慶応大) ②一川尚広 (東京農工大) ③加藤隆史 (東大)、宮元展義 (福岡工業大)、矢貝史樹 (千葉大)、中西尚志 (物質・材料研究機構)、早川晃鏡 (東工大)、永野修作 (立教大)、薮内一博 (中部大)、野々山貴行 (北大)、仁科勇太 (岡山山大)

I：ソフトマテリアルサイエンス～ポリマーを基盤とした機能材料～

①渡邊順司 (甲南大) ②渡邊順司 (甲南大) ③加藤紀弘 (宇都宮大)、須藤誠一 (東京都市大)、清田佳美 (東洋大)、田中稜 (福井大)、原一広 (九大)、古澤和也 (福井工大)、三保哲 (新潟大)、八木原晋 (東海大)

J：Nano-biotechnologies on Interfaces ★国際シンポジウム

①田中賢 (九大) ②松田直樹 (産総研) ③大塚英典 (東京理科大)、古賀智之 (同志社大)、林智広 (東工大)、飯島一智 (横浜国大)

K：先導的スマートインターフェイスの確立

①藤井秀司 (大阪工業大) ②北山雄己哉 (大阪公立大)、檜垣勇次 (大分大) ③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)、鈴木大介 (信州大)、山本拓矢 (北大)、遊佐真一 (兵庫県立大)、桑折道済 (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)、中西淳 (物質・材料研究機構)、上村真生 (東京理科大)、富田峻介 (産総研)、今任景一 (広島大)

L：プラズマライフサイエンス ★国際シンポジウム

①古閑一憲 (九州大) ②白谷正治 (九州大) ③石川健治 (名古屋大)、伊藤昌文 (名城大)、呉準席 (大阪公立大)、内田論 (都立大)、清水鉄司 (産総研)、林信哉 (九州大)、高橋克幸 (岩手大)、金子俊郎 (東北大)

M：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)、里村武範 (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(鹿児島大)、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)、阿部博弥(東北大)

N: エコものづくりセクション

①岡部敏弘(神奈川大学)②小川和彦(千葉発短期大学校)、嶺本あゆみ(沖縄高専)③合田公一(山口大)、柿下和彦(職業能力開発総合大学校)、堀川祥生(東京農工大)、斎藤幸恵(東大)、大谷忠(東京学芸大)、中井毅尚(三重大)、足立幸司(秋田県立大)、西本右子(神奈川大)、青柳充(県立広島大)、篠原嘉一(物質材料研究機構)、斎藤周逸(森林整備研究機構)、吉村治(金沢工業大)、秦啓祐(千葉職業訓練支援センター)、山口明(岩手大)、大川正洋(職業能力開発総合大)

O: 社会実装材料研究シンポジウム

①松本佳久(大分高専)②伊藤滋啓(鶴岡高専)、正村亮(鶴岡高専)③佐藤貴哉(沖縄高専)、兼松秀行(鈴鹿高専)、山田裕久(奈良高専)、大河平紀司(有明高専)、網島克彦(和歌山高専)、平井信充(鈴鹿高専)、橋本良介(鈴鹿高専)、川越大輔(小山高専)、熊谷進(仙台大)、森永隆志(鶴岡高専)、戸高義一(豊橋技術科学大)、本間剛(長岡技術科学大)、伊崎昌伸(豊橋技術科学大)、中川鉄水(琉球大学)

P: 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)、石田康博(理研)、小口真一(東海大)

■ MRM2023/IUMRS-ICA2023

第24回 IUMRS-ICA が、第3回 MRM と合同で、それぞれの特徴を融合し新たな価値を創造する大規模な会議(Grand Meeting) MRM2023/IUMRS-ICA2023 として 2023 年 12 月に京都で開催されます。世界中から材料科学・工学に関連するあらゆる分野で活躍されている科学者、技術者、学生のご参加を募ります。

主 催: 日本 MRS

日 時: 2023 年 12 月 11 日(火) ~ 16 日(土)

会 場: 国立京都国際会館(京都市左京区岩倉大鷲町 422)

詳 細: <https://mrm2023.jmru.org>

Call for Symposia: 現在、シンポジウム提案を上記のサイトで受け付け中です。

問合せ: MRM2023/IUMRS-ICA2023 運営事務局

(Team MRM&ICA2023) E-mail: info_mrm@jmru.org

■ 共催・協賛・公募

▽2022 年度国際宇宙ステーション(ISS)・「きぼう」利用テーマおよび、「きぼう」船内科学利用のアンケート募集

主 催: Jaxa

応募締切: 2022 年 12 月 15 日(水) 正午

詳細 URL: <https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/invitation/elf/73388.html>
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/subject/invitation/share/73389.html>
<https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/pickout/73401.html>

▽第9回 EM-NANO2023 協賛

主 催: 応用物理学会

協 賛: 日本 MRS 他

日時・場所: 2023 年 6 月 5 日(月) ~ 6 月 8 日(木)

石川県産業振興センター

詳細 URL: <https://smartconf.jp/content/em-nano2023/>

▽第21回マテリアル戦略総合シンポジウム(JAPAN NANO 2023) 協賛

主 催: 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

日時・場所: 2023 年 2 月 3 日(金) 東京ビッグサイト 会議棟 1 階 レセプションホール

詳細 URL: https://nanonet.mext.go.jp/page/japannano_2023.html



To the Overseas Members of MRS-J

■ Exploratory research for new materials using high-pressure synthesis P.1

Kazunari Yamaura, Group Leader, National Institute for Materials Science / Guest Professor, Hokkaido University

To achieve a sustainable society, much materials research needs to be planned and carried out. The impact of new materials ranges from material manufacturing for resource and energy conservation, component processing, transition to improved and new systems, and even reuse and recycling. In general, high priority is given to research and development of new materials because of their importance to many technological innovations. Exploratory research on new materials, which forms the basis for new materials development, is conducted in a variety of research hierarchies and domains.

■ Honda R&D institute introduction

~Current activities of material research revolution at the

Innovative Research Excellence center~ P.2

Tomohiro Ikeda, Chief Engineer, Innovative Research Excellence Materials Process, Honda R&D Co., Ltd.

Honda R&D will produce new creative and innovative technologies to lead the world. Aiming for the realization of a "society with zero environmental impact" and a "society with zero traffic accident fatalities," the Innovative Research Excellence center has been striving to research the technologies not only for autonomous driving, innovative products but also next generation material technologies to reduce environmental impact.

In this article, Honda's approach toward material research, especially focused on materials informatics, will be introduced. Both understanding and discovering materials are essential in their research. To understand and improve material properties, detail understanding is inevitable. Therefore, quantum beam techniques such as synchrotron radiation, neutron

and electron are evolved as probes to reveal electronic and atomic properties of actual materials. On the other hands, to discover and/or adjust appropriate material and its production process, extensive parameter studies are necessary. Recently, informatics methods which are based on big data are well reported. However, in the case of material research, collecting a certain amount of data with same experimental condition could be an obstacle. We established an informatics technique for small data sets and named it "Smart Materials Informatics (SMI)". SMI have already been applied to magnet, catalyst, solar cell materials and the others, and enabled us a lot of important discoveries.

■Antibacterial properties expressed due to the physical interaction between nanotextures and bacterium cell membrane P.5

Takeshi Ito, Professor, Nano Physics and Engineering, Kansai University

Living organisms have acquired micro and nanostructured surfaces which provide superb functions. One of their functions is bactericidal property, which is considered to be caused by physical interaction between the cell envelope and nanostructures. Therefore, it is expected to be applied in the medical field using its bactericidal action to combat to antimicrobial resistance (AMR) bacteria, which is considered as a new threat for human because AMR bacteria overcome antimicrobial effect of conventional chemical agents.

Many reports propose the bactericidal mechanisms from the viewpoint of theoretical and experimental. In summary, there are three categories. i) direct nanostructure penetration into the bacterial cell envelope, or stretching and rupture of the envelope in between nanostructures. ii) envelope damage occurs by the cell moving after the adhesion. iii) envelope deformation due to interaction between bacterial cell and the nanostructure. In any case, bacteria-nanopattern interaction is certainly the first trigger. Recently, the high-resolution microscopy such as helium ion microscopy or transmission electron microscopy (TEM) give us information on the interface with high precision. TiO₂ nanostructure induced deformation

and penetration of bacterial envelope of Escherichia coli (*E. coli*) and Staphylococcus aureus (*S. aureus*), but it did not lead the rupture of cell envelopes of some bacteria. These nanostructures inhibit bacterial cell division and trigger reactive oxygen species (ROS) production, thereby increasing oxidative stress proteins, leading cell death. The results suggest the possibility of bacterial death due to physical stress-related mechanism. Then, we propose a new mechanism due to the biochemical reaction, which is the secondary action of the organism not only the physical interaction. In fact, the bacterium envelope is lysed by bacteria itself (autolysis), which is considered as a secondary trigger, because of the physical stress due to nanostructures presence.

We are working to expand this research into the medical field to prevent infection disease in hospital. We have started a joint-research with Graduate School of Medicine to verify the bactericidal and antibacterial effects against AMR bacteria.

■Sincere Gratitude for the Co-operation for IUMRS-

ICYRAM2022..... P.7

Kazuki NAGASHIMA, General Chair of IUMRS-ICYRAM2022, Associate Professor at The University of Tokyo

IUMRS-ICYRAM2022 was held from August 3 to 6, 2022 at The Centennial Hall, Kyushu University School of Medicine in a hybrid format of face-to-face and online. As the 5th IUMRS-ICYRAM, 11 symposia were organized with 435 participants from 22 countries (336 Japanese and 99 from overseas), and the event was a great success. A total of 378 presentations were made, including 276 oral presentations and 102 poster presentations. At the conference, the executive committee introduced an internet communication tool to facilitate symposium discussions and personal communications among participants.

The event was completed with the kind cooperation of the participants and all the parties concerned, for which the executive committee would like to express their sincere gratitude.

編集後記 秋の学会、展示会のシーズンがやってまいりました。人々の交流が戻りつつあるなか、対面形式での開催も増えている様です。オンラインの利便性を理解しつつも、対面で相手の言葉のニュアンスを感じながらコミュニケーション出来る機会が増えている事を率直に嬉しく感じる昨今です。
御多忙の中、本号記事を執筆して頂きました先生方、ニュース編集にお力添え頂きました事務局の皆様にあらためて御礼申し上げます。(川又 由雄)

©日本MRS ©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 Email : membership@mrs-j.org

2022年日本MRS ニュース編集委員会 第34巻 第4号 2022年12月発行

委員長: 岩田 展幸 (日本大学 iwata.nobuyuki@nihon-u.ac.jp)

副委員長: 明石 孝也 (法政大学 akashi@hosei.ac.jp)

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 (芝浦メカトロニクス株式会社)、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