

# Science Academy of Tsukuba

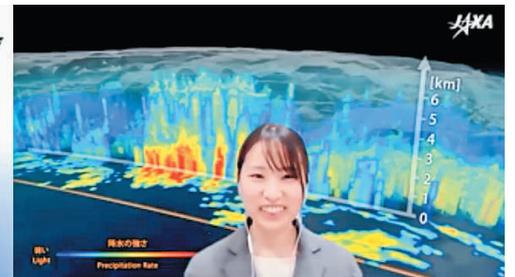
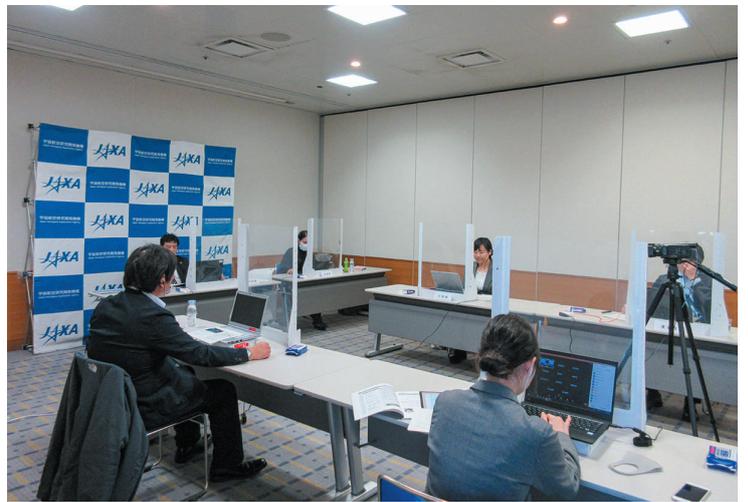
# SAT

## No. 39

November 2021

<https://www.science-academy.jp/>

つくばの明日はSATがつくる



▷ 第17回江崎玲於奈賞・第31回つくば賞・第30回つくば奨励賞

▷ SATテクノロジー・ショーケース2021

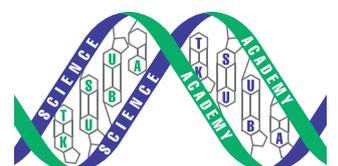
特別シンポジウムテーマ「地球観測衛星と新型コロナウイルス感染症」

▷ つくば賞その後-15:「環境適応・応答の分子機構の解明」

▷ 科学の散歩道:「次世代の材料研究は三刀流 ~オペランド&DXのすすめ~」

▷ つくば研究情報:「低抵抗タイプ競技自転車ウェアの研究・開発」

「霞ヶ浦でのアオコの挙動解明」



つくばサイエンス・アカデミー  
SCIENCE ACADEMY of TSUKUBA

# 第17回江崎玲於奈賞・第31回つくば賞・第30回つくば奨励賞

茨城県科学技術振興財団では、国内において、ナノサイエンス又はナノテクノロジーに関する研究に携わり、世界的に評価を受ける顕著な研究業績を挙げた研究者に江崎玲於奈賞を授与しています。

また、茨城県内において科学・技術に関する研究に携わり、世界的に評価を受ける顕著な研究成果を取めた研究者、研究結果が実用化されるなどの成果を取めた研究者及び今後飛躍的な研究成果が期待できる若手研究者に、それぞれつくば賞、つくば奨励賞（実用化研究部門、若手研究者部門）を授与し、科学・技術の振興及び産業の活性化に寄与するとともに、「科学技術創造立県いばらき」を広く全国にPR しています。

江崎玲於奈賞には本賞（賞状）、副賞（協賛：関彰商事株式会社）と記念品、つくば賞には賞状、賞牌、副賞（協賛：茨城県）、つくば奨励賞の2部門（実用化研究部門と若手研究者部門）にはそれぞれ賞状、賞牌、副賞（協賛：つくば市）が授与されます。受賞者一覧を財団のホームページに掲載しています。

2020年度の第17回江崎玲於奈賞・第31回つくば賞・第30回つくば奨励賞は、下記の方々に授与されました。今回は新型コロナウイルス感染症（COVID-19）蔓延の影響で選考プロセスが少し遅れ、本誌でのご報告も約半年遅れることとなりました。また例年行っております一同に会しての授賞式および記念講演会は中止とし、各受賞者には個別に国際会議場、受賞者の所属先等で授賞式を行いました。

## ○第17回江崎玲於奈賞

国立大学法人 東北大学 大学院理学研究科 教授

国立大学法人 東北大学 先端スピントロニクス研究開発センター センター長

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所 研究統括 ……平山祥郎 氏  
「半導体ナノ構造における核スピンの電子的制御と量子情報技術への応用の研究」

## ○第31回つくば賞

国立大学法人 茨城大学大学院 理工学研究科 教授 ……岡田 誠 氏

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所 地圏研究グループ 准教授

国立大学法人 総合研究大学院大学極域科学専攻 准教授 ……菅沼悠介 氏

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 産総研特別研究員 ……羽田裕貴 氏  
「我が国初の地質時代名称『チバニアン』承認の礎となった地磁気逆転および古海洋変動復元に関する研究」

## ○第30回つくば奨励賞(実用化研究部門)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門

データ駆動高分子設計グループ グループリーダー ……内藤昌信 氏  
「生物を規範にした接着・コーティング材料の実用化研究」

## ○第30回つくば奨励賞(若手研究者部門)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点

磁性材料解析グループ 主幹研究員 ……佐々木泰祐 氏  
「マルチスケール組織解析による金属材料の高性能化に関する研究」

(関連リンク) 江崎玲於奈賞・つくば賞受賞者紹介  
<https://www.i-step.org/prize/award/>

# 第17回江崎玲於奈賞

## 半導体ナノ構造における核スピンの電子的制御と量子情報技術への応用の研究

東北大学 総長特命教授  
先端スピントロニクス研究開発センター長

平山 祥郎

半導体ナノテクノロジーの飛躍的発展は、私たちの生活を一変させ、人類社会の発展に大きく貢献してきました。そんな時代の流れの中で、私は、1983年に東京大学の菅野研究室を経て、NTTの研究所に入りました。配属されたグループが、江崎玲於奈先生が提案された超格子から名前をとった超格子グループで、そこで分子線エピタキシ(MBE)法という最先端の結晶成長技術に出会うこととなります。原子のレベルで制御された薄い板状の半導体(量子井戸)に電子を閉じ込め、電子の自由な動きを面内方向(二次元)に限定するアプローチに無限の可能性を感じました。

NTTに入社直後から、さらに半導体量子井戸に加工を加えて、細線状(一次元)、ドット状(ゼロ次元)にして、低次元構造の物性を抽出する研究に取り組みさせて頂き、NTTでGaAs系のMBE成長を行っていた研究者の協力を得て、当時世界最高品質のGaAs量子井戸を作製するとともに、バックゲートにより自由に特性を制御できる構造を実現しました。この間、二次元系に特徴的な量子ホール効果、極めて短い量子細線である量子ポイントコンタクト(QPC)、電荷の量子制御を含む量子ドットの研究を多くの優れた指導者、研究者と行うことができたのは研究者冥利に尽きます。

そんな中で、私が長期滞在した際にお世話になった、マックスプランク研究所のK. von Klitzing先生のグループから、量子ホール効果状態において、核スピン偏極が生じるケースがあることが1999年に報告されました。これに刺激を受けて、核スピンを電子の電荷やスピンと同様に半導体ナノ構造



左より丸山清明つくばサイエンス・アカデミー副会長、平山祥郎氏、関正樹関彰商事株式会社代表取締役社長

の分野に活用することに挑戦しました。制御性に優れた半導体ナノ構造を作製する技術を活用して、伝導電子と核スピンの相互作用が強く生じる状況を実現し、半導体低次元構造中の核スピンの偏極の電子的制御、核スピン偏極を高感度に抵抗で検出することを可能にしました。この技術を駆使して、核スピンの緩和時間や共鳴周波数のシフトから、電子スピンの偏極状態やその揺らぎの測定、さらにはミクロスケールでの歪測定を半導体低次元構造に応用するユニークな取り組みを展開しました。他の測定では明確にすることが難しい特性を、核スピン計測を用いて明確にできたことは大きな喜びです。

最近では、走査できるナノスケールゲートによる局所的核スピン操作を利用することで、半導体量子構造版核磁気共鳴イメージングも実現しています。核スピンはスピンとしての量子性を有することから、これを最大限に利用して、QPC中で核スピンのコヒーレント振動を抵抗の振動として検出すること、核スピン集団と電子スピン集団の量子結合を実現し、それを計測することなど半導体ナノ構造における核スピンの電子的制御を量子情報技術に応用する方向も推進しています。

半導体低次元構造においては量子情報技術を担う可能性のある面白い特性が継続して見つかっています。これらの特性の核スピンによる精密な計測、新しい特性をベースにした核スピンと電子系の相互作用の制御を展開し、幅広い量子技術に貢献する半導体ナノデバイスを発展させていきたいと思っています。

## 第31回つくば賞

### 我が国初の地質時代名称「チバニアン」 承認の礎となった地磁気逆転および 古海洋変動復元に関する研究

茨城大学大学院 理工学研究科 教授

**岡田 誠**

国立極地研究所 地圏研究グループ 准教授

総合研究大学院大学 極域科学専攻 准教授

**菅沼 悠介**

産業技術総合研究所 地質調査総合センター

産総研特別研究員

**羽田 裕貴**

2020年1月、千葉県市原市の地層「千葉セクション」を約77万4千年前から12万9千年前までの「中期更新世」という地質時代の標準（GSSP）とする提案が、国際地質科学連合（IUGS）によって承認されました。この結果、「中期更新世」は「千葉」にちなんで「チバニアン」と命名され、初めて日本の地名が地質時代名称として採用されることになったのです。

このチバニアン承認の礎となった私たちの研究は、実はGSSPの提案を念頭に置いたものではなく、地磁気逆転の研究から始まりました。地磁気逆転は、松山基範ら日本人研究者を含む先人が、地層や溶岩の微弱な残留磁化の測定から存在を実証した現象です。そして、地球の歴史上最後の地磁気逆転は松山-ブルン逆転と呼ばれ、約78万年前に起きたと推定されていました。しかし、私たちが研究を開始した2012年当時、私たちも含め一部の研究者は、その逆転が起きた年代が約77万年前であった可能性を指摘していたのです。そこで私たちは、この可能性を検証するため千葉セクションと周辺地域に分布する松山-ブルン逆転が記録された地層に注目しました。一般に、地層の年代測定にはマグマが固まってできた鉱物が必要ですが、私たちはこの地層中の「白尾火山灰層」にジルコンというマグマ由来の鉱物が含まれることを見出しました。そして、このジルコンの粒を拾い集め、二次イオン質量分析計という機器を用いて放射年代測定を行った結果、松山-ブルン逆転の起きた年代が約77万年前であったことを確認することに成功したのです。

一方、中期更新世のGSSPには、対象となる地層が松山-ブルン境界と共に当時の環境変動を詳細に記録していることが条件とされていました。



左より、丸山 SAT 副会長、岡田誠氏、羽田裕貴氏、伊佐間久茨城県科学技術振興局長

そこで私たちは、改めてチバニアンの承認をめざし、地磁気逆転に加え当時の環境変動を精密に読み解く研究をはじめました。新たに地層から極めて高い分解能でサンプルを採取し（図）、含まれていた花粉や海洋微生物などの微小な化石（微化石）の種組成や殻の同位体比分析から、この時代の房総半島周辺海域では約3千年～6千年の周期で水温の極端な上昇・下降が繰り返し起こった不安定な気候状態であったことなどを発見しました。さらに地磁気逆転の研究でも、通常の磁気シールドルーム内での超伝導磁力計を用いた測定に加えて、残留磁化ノイズの除去方法を改良することで、松山-ブルン逆転の全容を世界最高レベルの時間分解能で明らかにすることができたのです。

これらの研究成果をもとに、私たちは国内外の多くの共同研究者の力も借りて、「千葉セクション」をGSSPとして提案することができました。そして、約2年半の審査を経て「チバニアン」が承認されたのです。今回の受賞を励みに、私たちは今後も地層に残された僅かな痕跡を手がかりに、たとえば地磁気逆転の環境への影響などについて研究を続けていく所存です。今後の研究の進展にもご期待頂ければ幸いです。



図 電動ドリルを用いた地層サンプル採取の様子

# 第30回つくば奨励賞 (実用化研究部門)

## 生物を規範にした接着・コーティング材料の実用化研究

物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門  
データ駆動高分子設計グループ グループリーダー

内藤 昌信

海の中を高速に泳ぐイルカとサメ、土を掻き分け移動するモグラとオケラ。いずれも異なるグループに属する生物であるが、非常に似た身体的特徴を持っていることに気づく。これは、複数の異なる生物が同じような生態的地位について、系統に関わらず似通った形質を独自に獲得する“収斂進化”という現象である (図1)。

さて、本稿の主題である“接着”も、生物が様々な場面で利用している機能の一つである。岩礁や海中構造物に固着し、波に耐えて群生するムササキイガイ、被囊と呼ばれる動物性セルロースからできた体表が傷ついても、くっ付けて自己修復させるホヤ、舌や口腔粘膜のタンパク質と結合し変性させることで、苦味成分を作り出し、植食者に危険信号を発する渋柿など、用途は違えど、その原理は化学的な接着現象にある (図2)。これらの生物の間には、形状的な特徴に相同性は見られない。ところが、ここにそれぞれの生物接着に関与している化合物を並べてみると、興味深い事実が気づく。すなわち、接着の用途や使用環境は大きく異なっているにもかかわらず、いずれの生物もベンゼン環に複数の水酸基が結合したポリフェノールと呼ばれる化合物を接着剤のモチーフとして使用しているのである。これは、形質だけでなく、化学物質も、その目的に合わせて収斂進化を受けていることに他ならない。このような事象は、生物学においては、周知なのかもしれないが、高分子を中心とした材料科学を専門とする私にとって、この事実気づいた時には、非常な驚きであったのを今でも覚えている。それと同時に、生物模倣(バイオミメティック)は、生物が長い歴史の中で

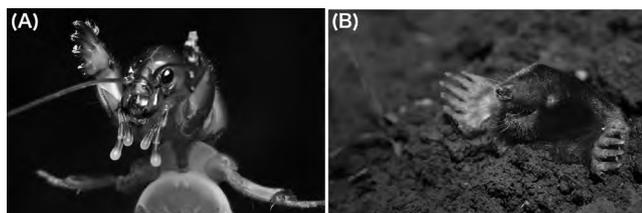


図1 オケラ (A) とモグラ (B) は、異なる種であるが、土を掘り進めることに特化した手の形状に収斂進化した。



左より、丸山 SAT 副会長、内藤昌信氏、森祐介つくば市政策イノベーション部長

獲得してきた合理的な分子モチーフを拝借するだけでなく、それをさらに工夫して、生物を凌駕する機能まで昇華させることが、材料科学者の本懐と考えるようになった。

そのような研究方針の下、これまで筆者は、生物の接着分子を接着材料開発の際のモチーフとして利用し、化学修飾や高分子化をすることで、構造用接着剤<sup>1,2</sup>や水中接着剤、抗酸化性フィルム、抗菌コーティング<sup>3,4</sup>などを開発してきた。生物が選択した分子モチーフはいずれも素性がよく、これまで開発した接着材料は企業連携の下、実用化研究が進んでいる。いくつかのものについては、数年以内に実用化の兆しも見えてきた。引き続き実用化研究を進め、生物の叡智を社会に還元するとともに、新たな生物機能の分子モチーフを見つけ出し、新素材開発に繋げていきたいと考えている。

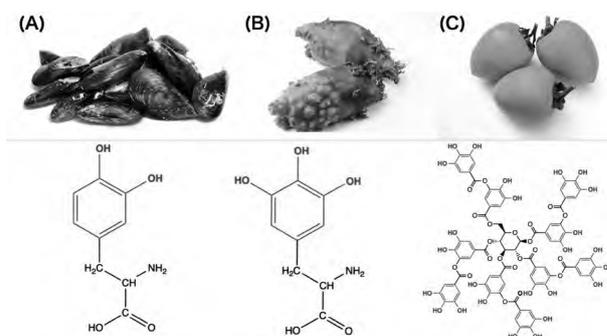


図2 様々な接着機能を有する生物と接着に関与する化合物 (A) ムササキイガイ (3,4-dihydroxyphenylalanine, DOPA) (B) ホヤ (3,4,5-trihydroxyphenylalanine, TOPA) (C) 渋柿 (tannic acid)

### 参考文献

1. D. Payra, M. Naito\*, et. al., RSC Adv., 5, 15977 (2015).
2. D. Payra, M. Naito\*, et. al., Polym. Chem., 8, 1654 (2017).
3. D. Payra, M. Naito\*, et. al., Chem. Commun., 52, 312 (2016).
4. D. Payra, M. Naito\*, et. al., Chem. Mater., 30, 8025 (2018).

# 第30回つくば奨励賞（若手研究者部門）

## マルチスケール組織解析による金属材料の高性能化に関する研究

物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料  
研究拠点 磁性材料解析グループ 主幹研究員

佐々木 泰祐

脱炭素社会の実現に向けて自動車の電動化が急速に進むなか、エネルギー効率の向上や航続距離の長距離化のため車体軽量化に対する要求が高まっている。ある欧州の自動車メーカーの試算によると、実用金属中最軽量のマグネシウム合金を車体外板として使用できれば、部材の重量を鉄鋼材料に比べて約50%、アルミニウム合金に比べて約25%程度軽量化することができる。車体外板は、圧延により作製した薄板を所望の形状に成形加工して使用するが、マグネシウム合金は室温での成形加工が極めて難しく、200℃以上の温間で加工せねばならない。そのため、鉄鋼材料やアルミニウム合金に比べて加工コストが高く、さらに鉄鋼材料やアルミニウム合金に比べ強度も低い。こうした点がマグネシウム合金の応用展開を妨げる一因となっている。

車体外板に用いられるアルミニウム合金は、成形前は軟らかく、成形後に150~200℃で数十分の時効処理によって強度を大きく向上させることができる。このように、熱処理によって硬くも軟らかくもできるマグネシウム合金を開発できれば、強度と成形性という、相反する2つの特性を同時に向上できる可能性がある。こうした背景のもと、これまで熱処理型マグネシウム合金の開発に取り組んできた。その結果、圧延後に高温の熱処理を行って軟化させると既存の合金を遥かに凌駕する

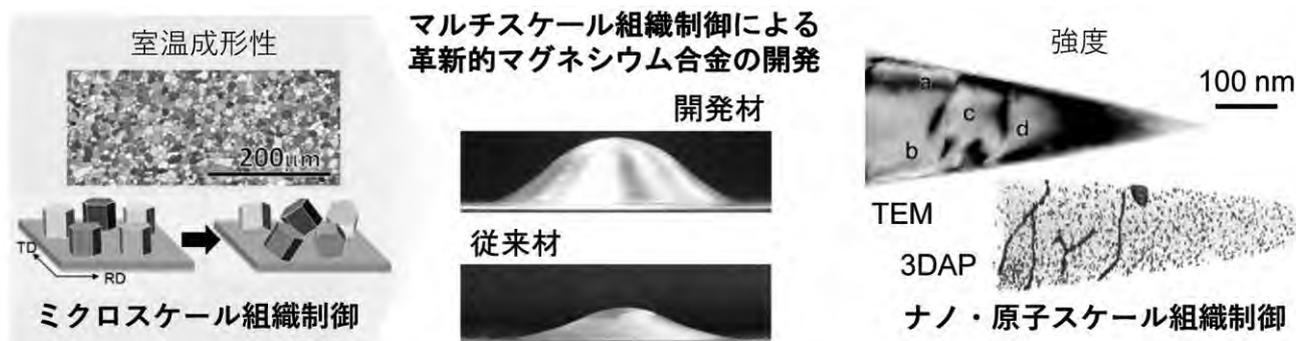


左より、丸山 SAT 副会長、佐々木泰祐氏、森祐介つくば市政政策イノベーション部長

室温成形性を発現し、成形後の時効処理により強度が大きく向上し、アルミニウム合金と同等の成形性と強度のバランスを有する展伸マグネシウム合金の開発に成功した。

こうした新合金の開発は、マイクロ~原子レベルの幅広いスケールで微細組織を解析し、どの組織をどう制御すれば特性向上が可能かを明らかにできた点が大きかった。例えば、透過電子顕微鏡と3次元アトムプローブによるナノ~原子レベル解析は、時効処理による強度向上の起源となるナノ析出物を従来合金のわずか10分の1程度の時効時間で析出させることを可能にする合金元素の組合せと添加量の指針や、新たな強化メカニズムの提案につながった。また、走査電子顕微鏡と透過電子顕微鏡による解析からは、材料を構成するミクロスケールの結晶粒のサイズやその配向性の制御により、優れた成形性を発現させるための合金・圧延プロセスの設計指針を獲得できた。

微細組織をマルチスケールで詳細に解析して得た知見をもとにした材料開発の有効性は、マグネシウム合金のみならず、アルミニウム合金や磁性材料でも示すことができた。今後は、微細組織解析の更なる高度化を図るのみならず、データ科学的手法などの新しい手法も導入しつつ、時代が求める新材料の開発をタイムリーに進めたい。



図：高強度高成形性マグネシウム合金の開発例。(左)室温成形性を支配する結晶粒組織の図。(中央)開発材と従来材の成形試験後の試料外観写真。くぼみの高さが加工性の良さを示す。(右)時効処理により形成するナノ析出物と転位への元素偏析を示す3次元アトムマップ(3DAP)と透過電子顕微鏡(TEM)像。

# SATテクノロジー・ショーケース2021

2021年2月19日(金) オンライン開催  
 いばらき先進技術展(茨城県主催)と同時開催

つくばサイエンス・アカデミー最大のイベントであるSATテクノロジー・ショーケース2021を2月19日(金)オンラインで開催し、16分野、84

件のポスター発表、特別シンポジウムをはじめ、企画展示や共催機関広報展示、日本弁理士会関東会による発明無料相談などが行われました。

## 江崎玲於奈会長の開会の挨拶

### 第20回の節目 シーズをニーズに結び付ける役割 初めてのオンライン開催

皆さんおはようございます。お忙しいところ「SATテクノロジー・ショーケース2021」にご参加賜りましてありがとうございます。

テクノロジー・ショーケースは、このつくばサイエンス・アカデミーの大変重要なイベントの一つでございます。筑波研究学園都市の研究機関のご協力をいただきながら、2002年に第1回を開催しまして、今回で20回目になります。

つくばサイエンス・アカデミーは2000年の11月に発足致しまして、昨年、20回の節目を迎えたところでございます。このテクノロジー・ショーケースもアカデミーと共に歩んでまいりました。この度、新型コロナウイルスの感染症拡大防止のため、オンライン方式で開催することになりました。これまでとは違った形になりましたが、ご理解をいただき、インデクシング、ポスターセッション、特別シンポジウム、それぞれのイベントを楽しんでいただければ幸いです。

つくばには約2万人の研究者がおりまして、研究成果、つまりシーズを創り出しておるわけですが、このシーズをいかにニーズに結びつけるかという事が問題でございまして、つまりビジネス化をいかに図るかということ、これが大変重要でございます。

ショーケースは、シーズをニーズに結びつける役割を演じており、目的の一つとしております。本日は貴重な研究成果を見ていただくよいチャンスでございます。研究の成果を皆さんに見て頂き評価していただく、これは大変重要なことだと思

います。

本日は、一般ポスター79件と、研究機関を代表する「つくば発注目研究ポスター」5件、あわせて84件のポスターの発表がございまして。

またこの発表を1分間にまとめたプレゼンテーションをオンラインで配信いたしますので、ポスター発表とあわせて参加者の皆さんに評価して頂き、いろいろな賞を決定してまいります。これらも楽しんでいただければ幸いです。

午後には、ポスター発表のコアタイムや特別シンポジウム「地球観測衛星と新型コロナウイルス感染症」をメインテーマとした、宇宙航空研究開発機構の濱本昂様、塩見慶様、山路萌果様、土木研究所の大原美保様の講演、その後、宇宙研究開発機構理事・筑波宇宙センター長の寺田弘慈様を座長とした、パネルディスカッションがござい

ます。不慣れなオンラインでございまして、皆様、最後までご参加していただけますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、今回ご協力頂きました宇宙航空研究開発機構の皆様と実行委員の皆様にお礼を申し上げて、開会のご挨拶と致します。



## 開催概要

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）蔓延の収束見通しが立たないため、オンライン方式での開催に踏み切りました。

事務局としても初めての経験でしたが、実行委員にもテストをしていただくなど準備を重ねた上、開催数日前には発表者や一般参加者の練習の機会を数回設けました。

協力機関として、特別シンポジウムの企画を宇宙航空研究開発機構（JAXA）にお願いしました。また多数の共催、後援をいただきました。関係機関に感謝申し上げます。

**主催：**つくばサイエンス・アカデミー（一般財団法人茨城県科学技術振興財団）、SATテクノロジー・ショーケース 2021 実行委員会

**協力機関：**宇宙航空研究開発機構（JAXA）

**共催：**茨城県、茨城県教育委員会、つくば市、筑波大学、高エネルギー加速器研究機構、物質・材料研究機構、防災科学技術研究所、理化学研究所バイオリソース研究センター、宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター、農業・食品産業技術総合研究機構、国際農林水産業研究センター、森林研究・整備機構、産業技術総合研究所、国土技術政策総合研究所、国土地理院地理地殻活動研究センター、気象庁気象研究所、建築研究所、土木研究所、国立環境研究所、（公財）つくば科学万博記念財団、アステラス製薬（株）つくば事業場、日本エクシード（株）、理想科学工業（株）、日本弁理士会関東会、つくば国際会議場（25 機関・団体）

**後援：**文部科学省、経済産業省、環境省、福島県、群馬県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、（公財）いばらき中小企業グローバル推進機構、（公財）東京都中小企業振興公社、（公財）千葉県産業振興センター、（一財）バイオインダストリー協会、（公社）新化学技術推進協会、（一社）茨城県経営者協会、（一社）ナノテクノロジービジネス推進協議会、（一社）電子情報技術産業協会、（一社）茨城研究開発型企業交流協会、（一社）つくばグローバル・イノベーション推進機構、（株）常陽銀行、（株）筑波銀行、（株）つくば研究支援センター、筑波研究学園都市交流協議会、つくば市商工会、つくば市工業団地企業連絡協議会（26 機関・団体）

## インデクシングおよびポスターセッション

オンライン開催となりましたが、時間割は例年と同様としました。午前中のインデクシングについては、今回は 1 頁のパワーポイント資料にナレーション（一般ポスターは 1 分、つくば発注目研究

ポスターは 2 分）をつけたものを事前に提出いただき、それを配信することで代用しました。

ポスターセッションでは、一般ポスター 79 件、つくば発注目研究ポスター 5 件に加えて、つくば市と茨城県からの企画展示、共催機関による 14 件の広報展示に加え、同時開催のいばらき先進技術展 20 件の展示をいただきました。1 フロアあたりのポスター数は上限 16 件、これを 9 フロア設ける形としました。

意見交換そのものは通常よりやりやすい面もある一方、俯瞰的に多数のポスターを眺めることや、所望のポスターの迅速な発見等については不便な点も見られました。

参加者は延べ 466 名、例年より少なかったですが、一方で北海道、福岡県、沖縄県など遠方からの参加者は増え、特に韓国からの参加者もありました。関東以外の参加者数は前回の 26 名に対して今回は 41 名と増加しました。

つくば市による「つくば市の科学技術振興施策の紹介 ～『つくば Society 5.0 社会実装トライアル支援事業』『つくば市未来共創プロジェクト』～」と茨城県による「茨城県の科学技術振興施策の紹介 ～県立試験研究機関の取組～」の企画展示、14 機関による共催機関広報展示、弁理士による発明無料相談コーナー、79 件の一般ポスター発表、5 件のつくば発注目研究ポスターが発表されました。

一般ポスターの発表者は多彩な顔ぶれで構成されており、高校生の発表が 5 件、大学・大学院生の発表が 25 件、若手研究者の発表が 24 件、中堅以上の研究者の発表が 25 件でした。例年と同じく参加者の投票によって各ポスター賞の選出を行いました。投票は SAT ホームページに入って様式に入力していただく形で行いました。最後に金山実行委員長から受賞者を発表しました。賞状は後日、事務局からお送りしました。

以下に各賞の受賞者を記します。おめでとうございます。

### 【総合得点賞】

- 森下裕貴（兵庫県立大学大学院）「パターンニング銅薄膜を用いた CVD グラフェン膜の位置選択成長」

### 【ベスト産業実用化賞】

- 竹内亮太（産業技術総合研究所）「SARS-CoV-2 遺伝子の迅速検出系の確立 ～15 分以内の迅速判定～」
- 樋口昌芳（物質・材料研究機構）「EC 調光ガラス（カーテンやブラインドのない生活を目指して）」

### 【ベスト新分野開拓賞】

- 石田崇人（北海道大学大学院）「工業用高分子材料における新しい “構造的” 材料寿命の提案 – 高分子形成理論を全く逆に用いた構造崩壊条

件の記述 -」

#### 【ベスト・アイデア賞】

- 納谷昌実 (産業技術総合研究所) 「電子線誘起クリック反応を用いた新規光電子相関観察法の開発」
- 大河原一輝 (産業技術総合研究所) 「買い物体験の多様性評価に向けたパーソナライズ VR 店舗システムの研究開発」
- 内藤昌信 (物質・材料研究機構) 「ハリセンボンヒントに耐久性に優れた超撥水材料を開発 高い耐摩耗・変形耐性を実現、構造材料への適応可能に」

#### 【ベスト異分野交流賞】

- 西垣智弘 (国際農林水産業研究センター) 「マダガスカルのイネ生産性改善に向けた土壌肥沃度迅速評価法の開発」

- 久保田健嗣 (農業・食品産業技術総合研究機構) 「音響を用いた農業害虫防除技術の開発 - 省力的で環境にも優しい防除を目指して -」

#### 【若手特別賞】

- 菅井祥加 (産業技術総合研究所) 「パターン認識に基づいて細胞を評価するセンサチップの開発」

#### 【学生奨励賞】

- 大学院生・大学生の部：竹原繭子 (筑波大学大学院 / 産業技術総合研究所) 「脳波スイッチによる認知機能評価システムの開発 ~ 軽度認知障害の早期発見に貢献するテストバッテリーの提案 ~」
- 高校生の部：北野志・角野亮 (茨城県立並木中等教育学校) 「リングキャッチャーが誰でも成功する条件を探る」

## 特別シンポジウム「地球観測衛星と新型コロナウイルス感染症」

【座長】 宇宙航空研究開発機構理事・筑波宇宙センター所長：寺田弘慈氏

特別シンポジウムは宇宙航空研究開発機構 (JAXA) に企画をお願いし、「地球観測衛星と新型コロナウイルス感染症」と題して行われました。座長の JAXA 寺田理事・筑波宇宙センター所長と 4 名の特別講演者 (うち 1 名は土木研究所) には国際会議場の一室でオンライン講演をしていただきました。講演途中の補足説明者として、JAXA 筑波宇宙センターから 1 名がリモート参加され、続いてのパネル討論にも参加されるなど、オンラインならではの進行も見られました。以下は要約です。



### 特 別 講 演

#### 「コロナ影響把握のための衛星データ解析における国際連携」

宇宙航空研究開発機構第一宇宙技術部門  
衛星利用運用センター研究開発員：濱本昂氏

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的流行の中、コロナの社会経済活動や地球環境への影響把握のため、JAXA は米国航空宇宙局 (NASA)、欧州宇宙機関 (ESA) と協力して大気質、気候、商業活動、農業、水質の分野で地球観測衛星データのコロナ流行前後の解析を行い、2020 年 6 月 25 日に解析結果を可視化した web サイト「Earth Observing Dashboard」を立ち上げた。



また、JAXA 独自の解析結果についても「JAXA for Earth on COVID-19」から公開した。

商業活動分野では、名古屋港を陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」(ALOS-2) と欧州 Sentinel-1 衛星で観測したデータを解析し、緊急事態宣言が出た 2020 年 5 月前後で埠頭の車両・コンテナ量が減少したことが確認された。さらに、衛星搭載 AIS 受信実験 (SPAISE1、SPAISE2) のデータから日本～北米航路の貨物船航跡を解析し、2020 年 4 月から洋上で滞留する自動車運搬船が増加し、6、7 月のピーク後に減少して滞留が解消されたことが分かった。また、羽田空港を ALOS-2 と米国 Planet 衛星で観測したデータを解析し、2020 年 3 月以降に航空機の駐機数が増加したことが分かった。

水質分野では、アドリア海北部 (ベネチア沖) を対象に、気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)、欧州 Sentinel-3 衛星、米国 Aqua 衛星の水質の指標となるクロロフィル a (Chl-a) のデータを解析し、ロックダウン期間の 2020 年 3-5 月に平年値より低い傾向が見られたが、河川データや Chl-a 空間分布等を解析した結果、対象域南側の

ポー川からの栄養塩流入低下などが原因であったと推測された。

農業分野では、米国カリフォルニア州サクラメント周辺の水稲耕作状況を ALOS-2、GCOM-C、欧州 Sentinel-2 衛星、米国 Landsat-8 衛星の観測データを用いて調べたところ、2020 年は例年よりも作付け、収穫時期が早まり、推定水稲作付面積も前年より大きくなったことが分かった。コロナの影響による東南アジア域からの供給量の減少と国際的なコメ需要の高まりから作付面積が増えた可能性が考えられるが、天候や市場動向など他要因も考えられるため、継続的なモニターと社会経済の観点からの分析が今後重要となる。

今回の 3 機関協力では、複数衛星の複合利用・相互比較により空間・時間的なデータ補完と変化把握の精度を高めることが可能となった。JAXA は今後も NASA、ESA との連携を活用し、コロナに関するデータ解析を継続していく。

## 「GOSATによる温室効果ガス観測にみるコロナの影響」

宇宙航空研究開発機構第一宇宙技術部門地球観測研究センター / GOSAT-2 プロジェクトチーム

主任研究開発員：塩見慶氏

温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT は、宇宙から二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) やメタン (CH<sub>4</sub>) を 2009 年から現在まで 12 年を超えて観測している。継続的な観測とその強化を図って GOSAT-2 が 2018 年から観測を開始した。

従来 GOSAT の観測手法では、太陽光が通過してきた大気全体平均の CO<sub>2</sub> 濃度を観測していた。新しい観測手法では、太陽光と地球放射を組合せて、対流圏高度約 12 km を、発生源に近い下層 (0-4 km)、良く混ざり合った上層 (4-12 km)、2 層の CO<sub>2</sub> 濃度の分離に成功した。例えば、東京湾付近の下層データでは鮮明に高濃度の CO<sub>2</sub> を捉えており、発電所や工場から出た CO<sub>2</sub> の情報を持っている。下層は風速が弱く、発生源由来の CO<sub>2</sub> を混ざる前の高濃度で捉えられる。上層は風速が強く大気は混ざってしまう。この両者の差分を取ることで、発生源由来の CO<sub>2</sub> 増加量を取り出すことができる。

コロナ禍での人間活動の抑制による、人為起源 CO<sub>2</sub> 濃度の微量な変化は宇宙から捉えられるのか？その課題に、GOSAT は対流圏 2 層濃度デー



タで CO<sub>2</sub> 増加量の変化抽出に挑戦した。GOSAT は世界の大都市を観測しており、東京や北京には 10 点以上の観測点を集中させている。2020 年に入って、コロナ禍による都市封鎖や人間活動の抑制が世界的に始まった。東京は、2020 年 1 - 2 月は平年とほぼ同じで CO<sub>2</sub> 増加量は高い値を示していたが、3 - 4 月は減少に転じており、活動自粛の期間に合致した。北京は、平年と比べて 2020 年 2 - 4 月に CO<sub>2</sub> 増加量の減少が見られ、都市レベルでの制限期間に合致した。GOSAT で捉えたコロナ禍の CO<sub>2</sub> 濃度の変化は、Earth Observing Dashboard から公開中である。

GOSAT のコロナ禍での新しい挑戦は、今後は宇宙から温暖化対策を評価するツールへと進化し、パリ協定の国際的な取組みに貢献できるよう、更に手法の精度を高めていきたい。

## 「withコロナ時代の地球観測衛星を活用した災害対応」

### ① 「JAXA における災害への取り組み」

宇宙航空研究開発機構第一宇宙技術部門地球観測研究センター研究開発員：山地萌果氏

衛星による地球観測の大きな意義の一つとして、人が直接現地に行かなくても、遠く離れた宇宙から地球の表層の状態を把握できることがあげられる。with コロナ時代の災害対応という観点からも、このような衛星による“リモート”観測の重要性が改めて認識されてきている。私たちが暮らすアジアでは、暴風雨や洪水といった風水害による死者数の割合が世界の他地域に比べて高くなっている。また、近年の気候変動や地球温暖化による地球規模での水循環の変化によって、洪水や干ばつなどの水災害が頻発化・激甚化してきている。さらに加えて、新型コロナウイルス感染症の流行により、コロナを踏まえた災害対応が求められている状況にある。

宇宙から地球を観測する技術は、①災害が起こる前から災害に備える、②災害発生後の被災状況を把握する、の 2 つの側面で災害対応に貢献できる。①では衛星観測を用いて開発した世界の雨マップ (衛星全球降水マップ; GSMaP) や水の循環をシミュレーションするシステム (陸域水循環シミュレーションシステム; Today's Earth) などを活用し、刻一刻変化する水の状態や危険度を監視する



ことで、密を避け、時間に余裕を持った計画的な広域避難に貢献ができる。②では、被災した地域のだいち2号による緊急観測を実施することで、人の移動が制限されるコロナ禍において、現地に行かずとも、昼夜天候問わず迅速に広域の被害状況を把握することができる。

令和2年7月豪雨時にも、JAXAでは様々な衛星データを解析し、水蒸気・豪雨・河川氾濫・浸水域などの情報を一般向けに公開した (<https://www.eorc.jaxa.jp/earthview/2020/tp200811.html>)。これらの情報は、国土交通省や気象庁との協力を通じ、気象予報や災害対応に役立てられている。また、国内のみならず、アジア太平洋地域の災害管理への貢献にも取り組んでおり、地上観測網が不十分な地域を中心に、衛星情報が役立てられている。JAXAでは衛星による観測を今後も継続することで、災害対応などの社会課題解決に貢献してゆく。

## ②「西アフリカ諸国での衛星観測雨量を活用した洪水監視・予測システムの展開とコロナ禍での災害対応研修」

土木研究所水災害・リスクマネジメント  
国際センター主任研究員：大原美保氏

土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) は、2019年夏以降、UNESCO・西アフリカの気象水文センター (AGRHYMET) ・ニジェール川流域機構 (NBA) ・ボルタ川流域



機構 (VBA) ・日本国外務省とともに、西アフリカ11か国を対象として、衛星観測雨量を活用した洪水早期警報システムの開発及び現地行政職員の災害対応力強化のための能力開発を行っている。

西アフリカのニジェール川・ボルタ川流域では、洪水氾濫による甚大な被害が頻発し、地域の発展が大きく妨げられている。そこで、本プロジェクトでは、JAXAが提供する衛星観測雨量 (GSMaP) と ICHARM が開発した水とエネルギー収支に基づく降雨流出氾濫解析モデル (WEB-RRI モデル) を用いた洪水早期警報システムを開発し、データ統合・解析システム (DIAS) 上で稼働する Web システムとして提供している。本システムは、リアルタイムに近い形での氾濫解析に基づき浸水エリアを表示することにより、災害時のすばやい緊急対応に貢献することを期待している。

また、本システムの活用と、想定される洪水シナリオに基づく災害対応タイムラインの立案方法に関する能力向上を目的として、対象流域が位置する11か国の河川管理・防災関係者への研修も行った。研修は当初、西アフリカでの対面研修を予定していたが、コロナ禍により現地への渡航が困難になったため、急遽、eラーニング研修に転換した。研修は、河川管理・防災関係の技術者向けの第1弾研修と、第1弾研修修了者を対象とした高度な研修という2段階に分けて、2020年8月～2021年2月にかけて実施した。11か国の大半はフランス語圏であるため、英語・フランス語の同時通訳やアフリカでのインターネット環境、時差など様々な課題があったが、現地側との綿密な協議を通して準備を進め、第1弾研修で約200名、第2弾研修で約30名の修了生を輩出した。本研究プロジェクトは、2021年3月で終了するが、引き続き、関連機関との連携を続けていく予定である。

## パネル討論

第2部のパネル討論では、講演視聴者からいただいた質問に回答し、また、新型コロナウイルスと地球観測衛星の関連として、with コロナの社会において、1) 地球観測衛星データから捉えることができるものは何か、またそれがどのように社会の役に立つのか、2) 社会活動の変化に伴う衛星データの活用の更なる広がりについて、3) 今後の展望について、講演者それぞれが意見を述べました。



パネル討論参加者。左下は、JAXA 筑波宇宙センターからリモートで参加された、川北史郎 第一宇宙技術部門衛星利用運用センター技術領域主幹。

# SATテクノロジー・ショーケース2021を振り返って

実行委員長 金山 敏彦

記念すべき第20回目のSATテクノロジー・ショーケース2021は、令和3年2月19日に前例のないオンライン配信で開催いたしました。これに先立つ一年は、文字通り、コロナ禍への対応を迫られ続けた期間となりました。この間、会議のネット開催は、当たり前のことになりましたが、テクノロジー・ショーケースの柱となっているポスター発表とインデクシング（1分間ショートプレゼンテーション）をネット開催でどのようにして実現するか、全く経験のない手探りになりました。2020年7月30日に開いた第一回実行委員会で開催形態を議論し、ネット開催の方向を検討し始めました。多くのイベントが中止の決定となる中、SATが主催する最大の行事であるテクノロジー・ショーケースを継続したいと考えました。その後の感染状況も注視しながら、ポスター発表が可能な配信形態を試行し、9月にはネット開催とすることを決定しました。発表資料の準備方法やネット接続の手順をまとめ、発表者も交えて何度も予行演習を繰り返して、何とか開催にこぎつけました。

ネット開催は、発表する方も聴講される方も、初めての経験だったのに加え、配信トラブルも皆無ではありませんでした。発表件数や参加者数が、減少したのも惜まれるところです。ネット上の仮想ポスター発表会場のどこに参加者が散らばっているかの俯瞰も難しく、交流の広がりはどうしても従来の対面開催に及ばないところです。しかし、内容的にはこれまで通り、つくばならではの幅広い分野と、高校生からシニア層に至る広い年齢層からのポスター発表が集まりました。また、特別シンポジウムでは、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の企画により、地球観測衛星がコロナ対応にも活躍しているという、まさにタイムリーな話題を紹介していただきました。衛星と言う俯瞰的な視座で、迅速的確に様々な情報を収集できることを、事例に基づく説明で納得したところです。このように、SATテクノロジー・ショーケースの趣旨は、

十分に受け継ぐことができたのではないかと、自己評価しています。全く新しい開催形態を可能にいただいた事務局の方々やご協力いただいた実行委員の皆さまに、改めて謝意を表す次第です。

今回のネット開催は、コロナ感染下での緊急避難的な対応でしたが、対面開催に比べて利点もありました。その一つは、北海道や福岡、沖縄、さらには韓国など、これまでにない遠方からも参加いただいたことです。ネット上のポスター討論に参加するには、入り方が分からず、手こずることもありました。しかし、一度、方法を飲み込んでしまうと、眼前のPC画面上にポスターを拡大して、場合によってはそこに書き込みながら発表者と突っ込んだ議論ができるなど、思いのほか有効な場であったことは、アンケートからもうかがえました。コロナ感染はやがては終息に向かうはずですが、しばらくはwithコロナの状況が続きます。次回のテクノロジー・ショーケースは、感染状況を見極めながら、2022年1月27日に対面開催とする予定ですが、特別シンポジウムのオンライン配信は併用する計画です。それに向けて、防災科学技術研究所が協力機関として「情報による防災力強化」のタイトルの下、講演とパネル討論を企画いただいています。激甚災害が増加している昨今、このテーマは喫緊の課題であるとともに、技術の提供者でもあるつくばの研究者が将来の方向を洞察する機会ともなると期待します。

このように、ネットの活用も進めながら、テクノロジー・ショーケースのエッセンスは引き継いで開催を続けることにより、SATの新しい交流スタイルを築いていきたいと思っております。次回も、多くの方々のご参画を期待しています。



## ● 次回 テクノロジー・ショーケース2022の予定

今年度のテクノロジー・ショーケースは、下記の日時に対面方式で行い、特別シンポジウムについてはオンライン配信を併用する予定です。ただし、状況により、全体をオンライン開催に切り替える可能性もあります。

テクノロジー・ショーケース2022 ～異分野交流による知の触発inつくば 開催概要(予定)

日時 2022年1月27日(木)

場所 つくば国際会議場

特別シンポジウムテーマ 情報による防災力強化

(協力機関 防災科学技術研究所)

## 「環境適応・応答の分子機構の解明」

東北大学 大学院医学系研究科 医化学分野  
東北メディカル・メガバンク機構 機構長 山本 雅之



### 1. はじめに

私たちは日常的に環境から、環境化学物質や酸化ストレスなどのストレスを受けている。環境化学物質の多くは生体内における代謝反応を受けて、より反応性の高い活性代謝物（主に親電子性分子）に変化する。酸化ストレスや親電子性分子ストレスは様々な疾患の原因となることが知られている、一方、私たちはこのような環境ストレスに応答し、適応する能力を備えている。このような環境ストレス応答システムのひとつとして、私たちはKEAP1-NRF2制御系を発見した。この発見に対して、筆者は2007年につくば賞を頂いた。筆者らはその後も、本制御系の分子基盤や生理機能解析を実施しているが、近年、本研究領域は国際的に大きな発展を遂げているので、本稿では、その後の本研究領域の進歩を3項目に絞ってご紹介したい。

### 2. NRF2と疾患発症との関連

KEAP1は酸化ストレスを感知するセンサーとして働く一方で、NRF2の分解にも関与する。一方、NRF2は生体防御遺伝子群の発現を制御する（図1）。通常、NRF2はKEAP1と結合してユビキチン化され、プロテアソームにより速やかにタンパク質分解を受けるので、定常状態のNRF2発現レベルは非常に低い。しかし、細胞が環境毒物や酸化ストレスに曝されると、KEAP1の反応性の高いシステイン残基が化学的に修飾されて、KEAP1が不活性化する。そのために、NRF2は分解を免れて安定化・活性化する。活性化したNRF2は核へ移行し、小MAF群因子（sMAF）とヘテロ2量体を形成して、CsMBE（歴史的にはARE/EpREと呼ばれている）という特異的なDNA配列に結合する。

ところで、CsMBEの下流には解毒代謝や抗酸化に関わる遺伝子が多い。そのため、NRF2が活性化すると、環境ストレスに対して防御に働く遺伝子が多く発現誘導されて、環境由来のストレスは抑制される。さらに、NRF2の標的遺伝子を網羅的に検索した結果、ペントースリン酸経路やNADPH合成に関わる代謝関連遺伝子、糖新生系、解糖系、グリコーゲン分解系などが含まれていた。また、NRF2の活性化はインターロイキン-6（IL-6）やIL-1bなどの炎症性サイトカインの発現抑制にも働くことが明らかになり、NRF2の活性化は解

毒や炎症を含めて広範に生体防御に働くことが理解された。

KEAP1-NRF2システムの失調は多くの病態の発症や重篤化に関連することが明らかになった。特に、NRF2の活性化は虚血再灌流時の酸化ストレス障害の軽減、肺胞上皮細胞の保護、化学発がんの予防に効果を示すことが明らかになり、NRF2誘導剤はこれら疾患に対する予防薬や治療薬として有望であり、多くの製薬企業の注目を集めている。実際に、NRF2の誘導作用のあるTecfidera®は多発性硬化症の治療薬としてすでに認可され、利用されている。また、Bardoxolone®は、糖尿病性腎症を対象に日本で第3相臨床試験中である。

一方、肺がんや食道がんなどで、高頻度にNRF2が活性化していて、悪性度が高いがんが見つかった。筆者らは、これらの治療抵抗性のがんを「NRF2活性化がん」と総称しているが、NRF2活性化がんの治療には、NRF2阻害剤が望まれており、その開発への取り組みが活発に行われている。

### 3. 東北メディカル・メガバンク計画（TMM）

私は、2007年に12年間在籍した筑波大学から、東北大学に異動し、2008年からは医学系研究科長を勤めていた。ちょうどその任期中、2011年3月11日に仙台は未曾有の大震災に見舞われた。この災害からの創造的復興に向けて、東北大学では新たに東北メディカル・メガバンク機構を設立した。本機構では、宮城県および岩手県を中心とした被災地域住民を対象としたコホートを設立し、長期健康調査を実施するとともに、参加者の生体試料、健康情報、医療情報等を収集して15万人規模のバイオバンクを構築している。ゲノム情報等と併せて解析することにより、東北発の個別化医療の基盤を形成することを目指している。

バイオバンクに集積している生体試料は、分譲を行うといずれは枯渇する。東北メディカル・メガバンクでは、それを防ぐために解析センターを併設して、多くの方が利用するデータはバンク側で解析し、データを共有することになっている。このようなシステムを「複合バイオバンク」と呼んでいるが、国際的に先進的な取り組みである。日本人の血液検体から得られたゲノムやメタボロームのデータを統合的に解析し、日本人多層オミックス参照パネル（jMorP; <https://jmorp.megabank>）

tohoku.ac.jp) を通して、データを公開している。jMorp は、疾患バイオマーカーの発見や個別化予防早期診断に役立つデータリソースとなることが期待される。

#### 4. 宇宙環境ストレスと NRF2

我が国では急激な高齢化が進んでいることはよく知られている。ところで、宇宙環境には、地上とは異なる2つの大きなストレスが存在する。ひとつは微小重力、もうひとつは宇宙放射線である。私たちは、このような宇宙環境ストレスに対して、NRF2 が防御に働くのではないかと考えて、NRF2 欠失マウスの宇宙滞在実験を実施した。モデル生物としてマウスを利用することによって、環境や遺伝子背景など、宇宙飛行士では不可能な実験条件の統一が可能となる。したがって、宇宙におけるモデル動物研究は、精鋭の宇宙飛行士だけではなく、一般人が宇宙旅行する時代に備えて、身体変化を詳細に調べることを可能とする。

そこで、筆者らは日本宇宙航空研究開発機構 (JAXA) きぼう利用プロジェクトに応募して、野生型と NRF2 欠失マウスを各6匹ずつ国際宇宙ステーション (ISS) 日本実験棟「きぼう」に送り、飼育実験を行なった (図2)。約1ヶ月に及ぶ宇宙滞在によって、全身臓器の多くで NRF2 標的遺伝子の発現が上昇しており、実際に宇宙環境ストレスが NRF2 を活性化することが実証された。興味深いことに、NRF2 欠失マウスでは宇宙滞在中に体重が増加せず、NRF2 が脂肪蓄積に大きく貢献していることが明らかになった。すなわち、NRF2 は地上における環境ストレスだけでなく、宇宙ストレスにも応答する転写因子であることが示された。

さらに、宇宙マウスのデータと上述の東北メディカル・メガバンクの jMorp にあるヒトのデータを対比することによって、宇宙ストレスが血漿中の

グリセロール、グリシン、コハク酸量等に影響を与えること、また、これらがヒトでも加齢により変化する代謝物であることが示された。宇宙マウス研究で解析したトランスクリプトームやメタボロームのデータは、Integrated Biobank for Space Life Science (ibSLS; 宇宙生命科学統合バイオバンク) に公開されている (<https://ibsls.megabank.tohoku.ac.jp/>)。

#### 5. おわりに

つくば賞を頂いてから、またたく間に時間が過ぎて、研究者として残された時間が僅かになってきたが、まだまだ解き明かしたい課題が残っている。特に、KEAP1 によるストレス感知の分子メカニズム解明は、永年の酸素生物学研究の大きな謎の解決に繋がるので、最近導入したクライオ電顕なども活用しながら挑戦を続けたい。

#### 著者略歴

東北大学 教授 東北メディカル・メガバンク機構 機構長  
 1979年 東北大学医学部、1983年 同大学院医学研究科 修了 (医学博士)  
 1995年 筑波大学 教授  
 2007年 東北大学 医学系研究科 医化学分野 教授 (現在に至る)  
 2008年 東北大学 医学系研究科 研究科長 / 医学部 学部長 (2012年まで)  
 2011年 日本学会会議 会員 (2018年まで) / 連携会員 (現在に至る)  
 2012年 東北メディカル・メガバンク機構 機構長 (現在に至る)  
 2017年 日本生化学会 会長 (2019年まで)  
 John's Hopkins 大学 / Michigan 大学 Adjunct Professor / 中国医科大学 荣誉教授

#### 主な受賞歴

つくば賞 (2007年) / 紫綬褒章 (2012年) / 日本学士院賞 (2014年)  
 Highly Cited Researcher for 2018 / 2019 / 2020 (Clarivate Analytics)

#### 専門分野

医化学・酸素と医学

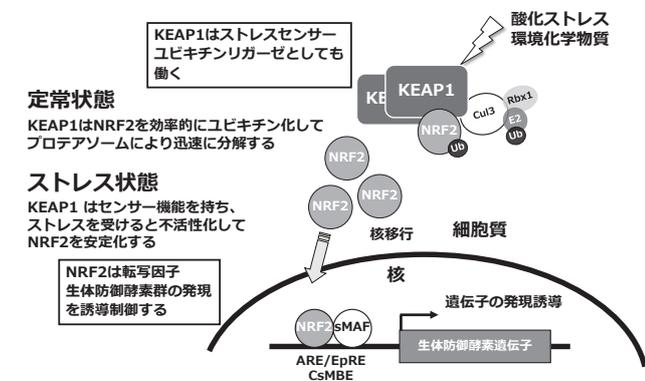


図1 KEAP1-NRF2 制御系

KEAP1-NRF2 制御系は、毒性化学物質や酸化ストレスを感知して、生体防御系遺伝子の発現を誘導する。KEAP1 はセンサーおよびユビキチンリガーゼとして働き、NRF2 は遺伝子発現を活性化させる転写因子として働く。

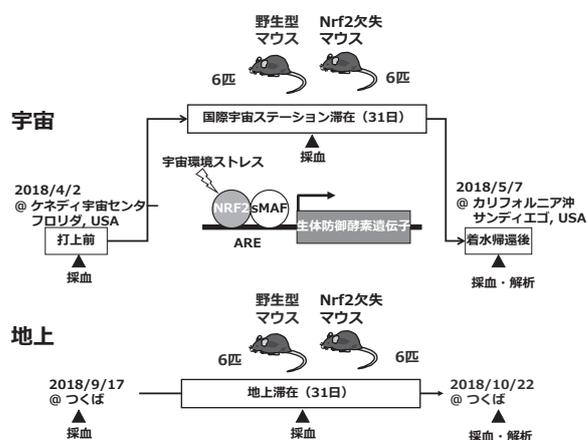


図2 Nrf2 欠失マウスの宇宙旅行

JAXA のプロジェクトとして、Nrf2 欠失マウスと野生型マウス各6匹をきぼう宇宙ステーションに送り、31日間宇宙に滞在させた後に、全匹無事に地上に帰還させた。本実験を通して、宇宙ストレスが NRF2 を誘導することを見出した。

## 科学の散歩道

## 次世代の材料研究は三刀流

～オペランド &amp; DX のすすめ～

国立研究開発法人 物質・材料研究機構

経営企画部門 TIA 推進室長 藤田 大介



## 1. はじめに

つくばは、北にはイサナギ・イサナミの二神が男体山と女体山の二峰に坐する筑波山、東には日本第二の湖水である霞ヶ浦に囲まれ、縄文時代までさかのぼる神代から東日本における文化と産業技術の要として発展してきました。上高津貝塚をはじめ、この地域には縄文海進における遺跡が数多くあります。縄文時代における関東地方は、日本の中で最も人口の多い地域でした。また、筑波山麓の神郡にある蚕影山神社は古代の最先端技術である養蚕技術の伝承の地といわれています。一方、視点を現代に移せば、つくばからノーベル賞受賞者も生まれるなど、世界的な研究学園都市としての実績を積み重ね、現在では2万人を超える研究者を有する日本最大のサイエンスシティと発展したことも嬉しい限りです。

さて、本年6月に日本顕微鏡学会第77回学術講演会をつくば国際会議場においてハイブリッド開催いたしました。産官学がリアルに意見交換する場を提供できたことはコロナ禍において望外の幸運でした。テーマは「デジタルトランスフォーメーション (DX) 時代の顕微鏡サイエンス&テクノロジー」です。DXとは、「進化し続ける高度なデジタル情報技術により、社会、産業構造、生活をより良いものに変革する」ことを意味します。既存の価値観や枠組みを超えたイノベーションを社会にもたらすものとされています。DX時代において、情報科学を駆使したデジタル技術と計測ビッグデータが融合することにより、顕微鏡のサイエンスとテクノロジーにおけるイノベーションを創発し、材料研究の加速を期待して設定しました。実際、DXのトレンドは材料分野にも押し寄せております。次世代の材料研究では、AIやロボットを駆使し、設計 (Plan)・創製 (Do)・計測 (See) のPDSサイクルを自ら駆動する「三刀流」が望まれます。本稿では、先端計測を専門とする研究者の立場から、次世代の材料研究を論じたいと思います。

## 2. オペランド計測とは？

材料イノベーションには微細構造の精緻な制御が重要であり、そのための次世代ナノ計測として「環境場制御」を融合させたナノ計測技術を筆者らは2001年に提案しました。従来からの“その場 (in-situ) 測定”とは異なり、材料・デバイスの創製環境や機能発現環境に相当する場を「アクティブ操作」として印加しながら、機能発現メカニズムや材料創製プロセスをナノスケールで解析するものです。これと類似した概念ですが、近年、材料の実動状態における「オペランド計測」が重要視されています。オペランド (operando) とはラテン語で実働中 (working) を意味します。オペランド観測の概念は2002年に触媒分野にて提案されました。創製と計測が融合した「二刀流」タイプの材料研究です。

さて、筆者の最も得意とする計測手法は走査型プローブ顕微鏡 (SPM) であり、様々なオペランド SPM の開発を行ってきました。SPM は原子分解能での多次元計測が可能であり、ナノスケールでの創製や加工も実現できます。SPM の多次元性とは、電子状態・ポテンシャル・磁気的性質・力学特性などの多様な物性を同時計測できることを意味します。ナノ創製としては、単原子操作・ナノ造形・局所酸化・ナノリソグラフィなどが挙げられます。「創製と多次元計測をナノレベルで実現できる手法」である SPM のオペランド計測は二つの類型に分類できます。一つはナノ創製とナノ計測の融合型です。応力場・雰囲気場・照射場などは創製プロセスと密接な関係があります。材料の創製プロセスにおけるオペランド計測を目指したタイプです。もう一つは機能発現場における多次元物性計測です。機能発現メカニズムの解明を目指すタイプです。ナノ機能は量子効果であり、極低温・強磁場・極高真空などの複合極限場において発現します。極低温は熱的擾乱の減少により量子効果が観測できます。例えば、電子波の干渉や単一電子効果などの可視化が可能になります。強磁場は、超伝導やランダウ量子化などの可視化に

重要な役割を果たします。

環境エネルギー問題への関心の高まりとともに、エネルギー変換（太陽電池など）やエネルギー貯蔵（リチウムイオン電池など）のデバイスや材料が盛んに研究されています。デバイスとしての性能向上を図るには、動作下で物性の変化を直接的に計測し、その動作原理を明らかにすることが重要です。次世代二次電池としては、大容量・高密度化に加えて安全性を兼備した全固体型リチウムイオン電池（LIB）が挙げられます。全固体LIBの場合、充放電中の電位分布を理解することがデバイスとしての性能向上に資することから、ケルビンプローブフォース顕微鏡（KPFM）によるオペランドナノ電位計測技術が求められています。充放電動作させながら断面電位ナノ計測を実現し、電池反応のダイナミクスを動的に可視化するオペランドKPFMの開発ではNIMSが先導しています。

このように、SPM オペランドナノ計測とは、「実働状態」を実現しながら表界面を解析する手法として、基礎科学から産業応用まで研究開発を加速する手法として近年注目を集めています。

### 3. DX との融合

さて、次世代の材料やデバイスはマルチスケールの階層構造で設計されることから、オペランド計測にはナノスケールのみならず、マルチスケールでの立体三次元計測が必要となるでしょう。その場合の計測データはテラバイト級のビッグデータとなります。このようなビッグデータに埋もれている情報を抽出し、その特徴量をマルチスケールで可視化するためには、DX の活用、とりわけインフォマティクスの利活用が不可欠となります。得られた特徴量の可視化情報から、機能発現のメ

カニズムや部位の特定が可能となり、抽出された情報を創製プロセスにフィードバックすることにより、効率的に最適解の探索が可能になります（図1）。

### 4. まとめ

材料の創製プロセス、オペランド・マルチスケール計測、およびDX を有機的にPDS サイクル連携させることにより、次世代材料研究の大幅な加速が期待されます。そのためにはPDS サイクルの各要素のIoT 化とロボット化も必要となります。さて、米国メジャーリーグでは大谷翔平選手が三刀流（ピッチャー、バッター、走塁）で活躍しています。材料研究者にも、自らPDS サイクルを駆動する三刀流を目指していただきたいと思います。

### 著者略歴

- 1986年 東京大学大学院工学系研究科金属工学専攻修士了
- 1991年 工学博士（東京大学）
- 1986～1991年 東京大学生産技術研究所第一部文部教官助手
- 1991～2001年 科学技術庁金属材料技術研究所（研究員、主任研究官、ユニットリーダー）
- 2001年～現在 国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）
- 2006～2011年 NIMS ナノ計測センター長
- 2008～2011年 NIMS ナノテクノロジー基盤領域長
- 2011～2016年 NIMS 先端的共通技術部門長
- 2016～2018年 NIMS 理事
- 2016～2021年 NIMS 先端材料解析研究拠点長
- 2012年～現在 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム微細構造解析プラットフォーム運営責任者
- 2021年～現在 NIMS 経営企画部門 TIA 推進室長

**専門：**表面科学、特に、動的表面ナノ計測（オペランドナノ計測）技術の開発と応用

**受賞：**日本表面真空学会賞（2020）、日本顕微鏡学会賞（2018）、市村学術賞（2009）等

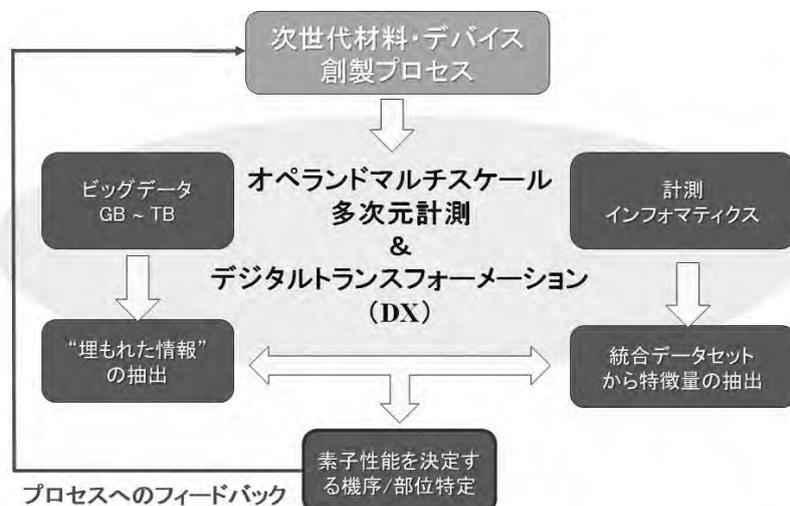


図1 オペランド計測+DX+創製プロセスによる次世代材料研究の加速

# 低抵抗タイプ競技自転車ウェアの研究・開発

筑波大学体育系 教授 浅井 武



## 1. はじめに

自転車競技におけるトラックレースでは、走行中に発生する空気抵抗や路面抵抗といった負荷を低減するために多種多様な取り組みが行われている。ロードレース中の自転車と選手にかかる総抵抗のうち、約90%を空気抵抗が占め、そのうちの約70%は選手の体にかかる負荷だとされている。そのため、最大速度が時速70 kmを超えるトラック競技において、より空力的に優れたスーツを着用することは、最高速度を上げるためや、エネルギーを効率的に推進力に変えるためにも重要である。

そこで我々の研究プロジェクトでは、ペダリング可動式フルスケールマネキンを用いた風洞実験<sup>1)</sup>を用いて、競技自転車におけるスキンスーツ(ウェア)の空力特性に関する基礎的評価手法を検討した。また、その手法を応用して、新型競技自転車スーツのプロトタイプをデサント社(株)、斉藤クラブト社(有)等と共同開発し、実際の競技現場への実装を試みた<sup>2)</sup>。

## 2. フルスケール競技自転車マネキン

風洞実験に先立ち、フルスケールの可動式競技自転車マネキンを製作した。スーツ生地単体の基礎的抗力特性は、円柱や翼形のブラフボディを用いて風洞計測する。しかし、それらを組み合わせたプロトタイプスーツは、フルスケールのマネキン

を用いて風洞計測するため、高精度の競技自転車マネキンが不可欠である。フルスケールマネキンの身体セグメントのサイズは、選手のレーザー計測データ等を参考に作成した。ペダリング運動が可能になるよう、骨盤、膝、足首等の形状を16パターン以上テストし、下肢の形状を決定した(図1)。とりわけ、足部形状および足部運動の実現は難航した。開発途中、時速60 kmで不自然な振動や、破壊が生じたが、18パターン以上テストし、全体の軽量化、バランス見直し、関節部位クリアランスの調整等を行い、最終的には、時速70 kmでのペダリング運動が実現した。空力特性計測用フルスケールマネキンであるため、上半身と下半身のクリアランス、全体のバランス、運転姿勢等を微調整し、可能な限り、ペダリング時のノイズ振動を除去した。

## 3. 風洞実験(筑波大学体育系スポーツ風洞)

3種類の使用候補生地を基にデザインされたプロトタイプスーツの抗力特性を検討するため、フルスケールの可動式競技自転車マネキンを用いて風洞実験を実施した(図2)。図3に結果を示す。プロトタイプスーツAは、生地Aを上腕部に用い、前腕部を異なる生地で構成したスーツを示している。スーツB、Cは、生地B、Cを上腕部と前腕部に用いたスーツ、また、生地B'とC'は、上腕部に生地



図1 フルスケールの可動式マネキンの下部骨組みペダリングテスト

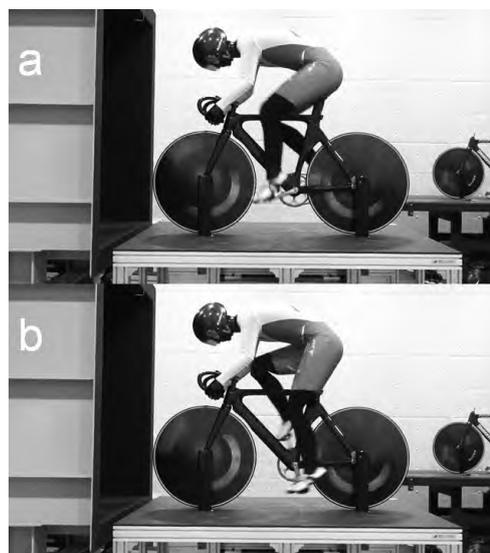


図2 フルスケールのペダリング可動式マネキンを用いた風洞実験  
足部が前後(a)と上下(b)になりながらペダリングし、車輪が回転する

B、Cを用い、前腕部にスーツ A と同じ生地を用いたデザインのスーツを示す。グラフの横軸は、空気の流速を、縦軸は、各スーツを装着した場合の抗力係数 (Cd)、とスーツを装着していない場合の抗力係数 (Cd(nude)) の比率を表しており、値 (比率) が低い程、空気抵抗が小さいことを示している。マネキンにスーツを装着した場合の抗力係数は、スーツが無い場合と比較して、小さくなる場合がみられた。また、上腕部、前腕部の生地によって、異なる抗力係数を示す傾向がみられた。それぞれのプロトタイプスーツの抗力特性を比較すると、プロトタイプスーツ C が小さな抗力係数である傾向を示した。しかし、円柱実験等において抗力が大きく低減した生地 A、B を用いたスーツ A、B は、フルスケールマネキン実験において、スーツ C より、抗力係数が大きくなることが示された。したがって、生地 A、B が、スーツとしてデザインされた場合、上腕部から後方への流れにおいて、何らかの抗力を増大させる影響を及ぼしている可能性がある。また、前腕部の生地が A と同一であるスーツ B' と C' は、速度が増加するほど抵抗係数が減少していく傾向を示しているが、速度領域において、その順位は入れ替わっていた。これらのことから、速度領域によってスーツの抗力低減性能は異なり、その競技のターゲットとする速度領域や、競技戦術等を考慮したスーツのデザインが求められると考えられる。また、本実験では、樹脂でできた円柱等とフルスケールマネキンを使用しているため、選手がスーツを着用した際には、Cd(nude) が変化する可能性を考慮する必要がある。実際の走行時のスーツ特性については、皮膚と生地との密着度や、発汗といった要素について、さらに多くの実験による検証が必要になると思われる。

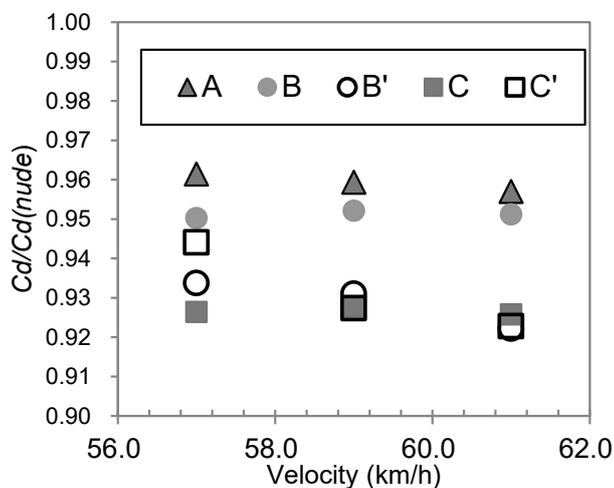


図3 風洞実験を用いた抗力係数低減比 (Cd/Cd(nude))

#### 4. おわりに

本プロジェクトでは、フルスケールの可動式競技自転車マネキンを用いた風洞実験を用いて、競技自転車におけるスキンスーツの空力特性の評価方法を検討すると共に、新型競技自転車スーツのプロトタイプをデサント社 (株)、齊藤クラフト社 (有) 等と共同開発した。その結果、フルスケール可動式マネキンを用いた風洞実験は、スキンスーツの空力特性を検討する基礎的評価方法の一つになると考えられた。また、スキンスーツの腕部の生地やデザインを変えることにより、全体の空気抵抗を約4%低減できる可能性が示された。

本プロジェクトで開発されたスーツは、デサント社や齊藤クラフト社 (有) 等と共に、様々な選手やチームをサポートしており (図4)、その成果や要望は、今後のスーツ研究・開発に生かされていくであろう。

#### 引用文献

- 1) Hong, S., Asai, T. & Weon, M. : Surface Patterns for Drag Modification in Volleyballs. Applied Sciences, 9(19), (2019), 4007.
- 2) 黒澤佑太, 浅井武, 井上大平, 神谷将志, 洪性賛: トラックレースにおける空気抵抗についての研究. 日本機械学会 2019 スポーツ工学シンポジウム講演論文集 (2019), USB-102, pp1-6.

#### 著者略歴

博士 (工学)

- 1981年 筑波大学大学院修士課程体育研究科コーチ学専攻 修了
- 1981年 筑波大学学生部学生課体育センター 文部技官
- 1984年 山形大学教育学部 助手
- 1986年 山形大学教育学部 講師
- 1990年 山形大学教育学部 助教授
- 2005年 国立大学法人筑波大学大学院人間総合科学研究科 助教授
- 2009年 国立大学法人筑波大学大学院人間総合科学研究科 教授



図4 2020年2月28日にドイツ・ベルリンで開催されていた世界選手権の女子オムニウムで、梶原悠未選手 (筑波大) が女子では日本初の金メダルを獲得した (Photo by Aflo)

## つくば研究情報 -2

## 「霞ヶ浦でのアオコの挙動解明」

国立環境研究所 地域環境保全領域 シニア研究員 富岡 典子



## 1. はじめに

「アオコ」は湖沼やダム湖でシアノバクテリアが高密度に増殖し、濾過障害、悪臭、景観の悪化、毒素の生産などの問題を引き起こす現象をさす。原因生物のシアノバクテリアは25～30億年前に地球上に誕生し、人間活動に関わらず存在してきたが、近年、人間活動が原因で閉鎖性水域の窒素・リン濃度が上昇するとことにより密度が上昇しアオコとなり、人間の生活、湖の生態系に影響を与えるようになった。

成書(1)に、霞ヶ浦西浦では1973年にアオコの発生が始まったと記されている。1984年に大きなアオコ現象があった後、1989年～2007年までは大きな発生はなかったが、2011年には回収船の出動が必要なほどとなった。

霞ヶ浦は1985年に湖沼水質保全特別措置法の指定湖沼となり、窒素・リンの霞ヶ浦への供給を減らすために、様々な努力が払われている。その効果を正確に把握するためには、アオコ原因シアノバクテリアの正確な測定が必要となる。

## 2. アオコの挙動を調べる

国立環境研究所では1976年から霞ヶ浦西浦のモニタリングを継続して行っている(図1)。顕微鏡観察の結果、多くの種類のシアノバクテリアが検出されるが、高浜入りではシアノバクテリアのなかでもマイクロキスティス(学名: *Microcystis aeruginosa*)とプランクトスリックス(学名: *Planktothrix* spp.)の2種類が体積として最も多く検出されている(2)。図2にそれぞれに属する種の写真を示す。

1990年代から発達した遺伝子検出手法の一つで

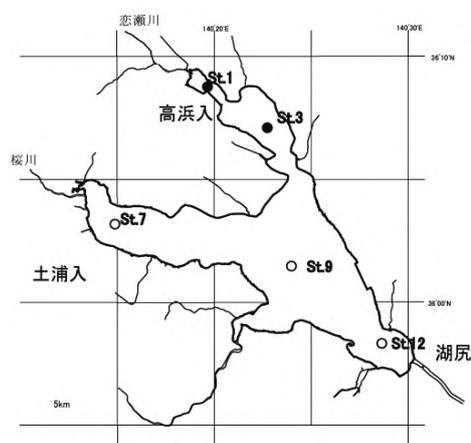
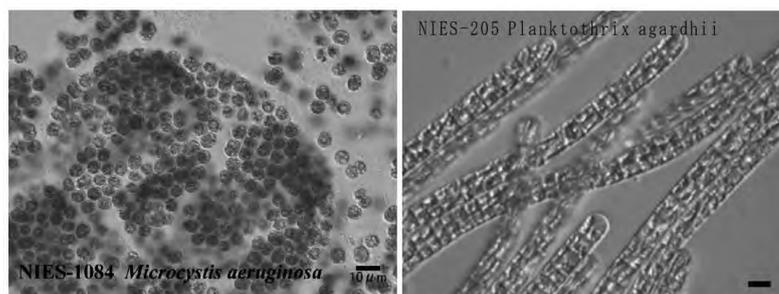


図1. 霞ヶ浦西浦モニタリング地点

ある定量PCRを用いて、1999年以降の霞ヶ浦高浜入りのSt.1とSt.3におけるアオコ原因シアノバクテリアの測定を試みた。定量PCRのためにマイクロキスティスの16S rDNAを増幅可能なプライマーと、プランクトスリックス属のアガーディー種(学名: *P. agardhii*)及びルーベセンス種(学名: *P. rubescens*)の16S rDNAを併せて増幅するプライマーを作成した。アガーディーとルーベセンスは顕微鏡像も16S rDNAも類似しているが、温度特性や増殖に適した光の波長が異なっている(3)。

霞ヶ浦西浦のモニタリング時にサンプリングした湖水中の生物を濾紙に集め、濾紙からDNAを回収した。回収したDNAを元にし、作成したプライマーを用いて、マイクロキスティス、プランクトスリックスの定量を行った結果の経時変化を図3に示す。マイクロキスティスは夏に増加し、冬に減少するという季節変化を繰り返す、特に2011年にはSt.1では6月から7月の間に80倍、7月から8月に16倍、St.3でも14倍と40倍増加しており、環境が整えば急激に増加し、アオコに至ることがわかる。一方、プランクトスリックスは9月から増加し始め、5月、6月に最大値になり、7月から減少する傾向を示し、増殖時期がずれていることがわかる。

経年変化を見るとSt.3では2007年まではマイクロキスティス、プランクトスリックスともに10の6乗(マイクロキスティスではアオコと認識されるライン)を越えることはほとんどなく、St.1においても、マイクロキスティスは2003年まで、プランクトスリックスは2007年まで10の6乗以下で推移している。2007年～2011年までは冬期にプランクトスリックスが高密度に存在し、プランクトスリックスによるアオコが発生した。2011年にはマイクロキスティスがSt.1では10の7乗、St.3でも10の



NIES collection (<https://mcc.nies.go.jp/index.html>) より

図2. 左はマイクロキスティス・エルギノーサ (*Microcystis aeruginosa*)、右はプランクトスリックス・アガーディー (*Planktothrix agardhii*) の顕微鏡写真

6乗を大きく越えた。その後2016年まで夏期にミクロキスティスが高密度に存在していた。2017年以降ピークが下がる傾向にある。

### 3. 環境因子とシアノバクテリアの関係

ミクロキスティス、プランクトスリックスの挙動は、いろいろな環境因子の影響を受けるが、2006年まで両シアノバクテリアが比較的密度で推移した原因は、透視度の低下による光量不足が原因であった可能性が高いと考えられる(4)。1999年から2010年まではSt. 1, St. 3ともに冬期の透視度が80 cm ~ 90 cm程度、夏期は50 cm以下であり、この透視度の低下がミクロキスティス、プランクトスリックスの増殖を阻害した可能性が高い。ルーベセンスは低温、弱光に適応しているため、比較的冬期に透視度が高かった2007年~2011年にルーベセンスが増殖し、PCRで検出された可能性が高いと考えられる。

顕微鏡観察でもこの時期ではプランクトスリックスは種が特定されておらず、冬期にアオコを起こし、水道の濾過障害、カビ臭を起こすプランクトスリックスについて、今後16S rDNA以外の遺伝子を用いた検討が必要であろう。

栄養塩の影響に関しては、リン濃度はこの期間全般で、夏期には高い値が観測されて、ミクロキスティスの増殖には充分と考えられる。一方、西浦では硝酸とアンモニアを足した無機窒素濃度が2015年から夏期に低濃度を示しており、西浦の年間平均の全窒素濃度が近年減少傾向にあること(5)と併せて、2017年以降のミクロキスティス、プランクトスリックスの増殖抑制には窒素削減の効果も関与している可能性がある。

### 4. おわりに

西浦のアオコ発生件数や規模は、夏・冬ともに近年減少傾向にあり楽観はできないが、対策の効果

が現れ、窒素濃度が減少してきた効果が現れている可能性がある。科学的根拠に基づいて対策を実施し、効果の検証を実施していくことが重要となる。一方、今回述べなかった霞ヶ浦北浦については近年毎年のようにアオコが発生し、窒素・リン濃度も西浦よりも高い値で推移している。対策の効果が出るのには時間がかかるが、今後も粘り強く対策し、モニタリングを続けていくことが重要と考えられる。

### 引用文献

- (1) 桜井善雄, 国土交通省霞ヶ浦河川事務所, 霞ヶ浦の水生物, (株) 信山社サイテック, 東京, 2004.
- (2) 霞ヶ浦データベース:  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/index.html>
- (3) L. Oberhaus, J.F. Briand, C. Leboulanger, S. Jacquet, J.F. Humbert, Comparative effects of the quality and quantity of light and temperature on the growth of *Planktothrix agardhii* and *P-rubescens*, J. Phycol. 43(6) (2007) 1191-1199.
- (4) Tomioka N, Imai A, Komatsu K. 2011. Effect of light availability on *Microcystis aeruginosa* blooms in shallow hypereutrophic Lake Kasumigaura. J. Plankton Res 33:1263-1273.
- (5) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター霞ヶ浦学講座 令和2年度第5講「霞ヶ浦の水質」  
[https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/05\\_gakushu/kasumigauragaku/kasumigauragaku.htm](https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/05_gakushu/kasumigauragaku/kasumigauragaku.htm)

### 著者略歴

- 1983年 千葉大学 園芸学部 農芸化学科 卒業  
 1984年~ 国立公害研究所 (1990年7月国立環境研究所に改組)  
 1995年 博士(農学) 千葉大学  
 2001年~ 独立行政法人国立環境研究所 (2015年4月~国立研究開発法人)  
 2021年~ シニア研究員

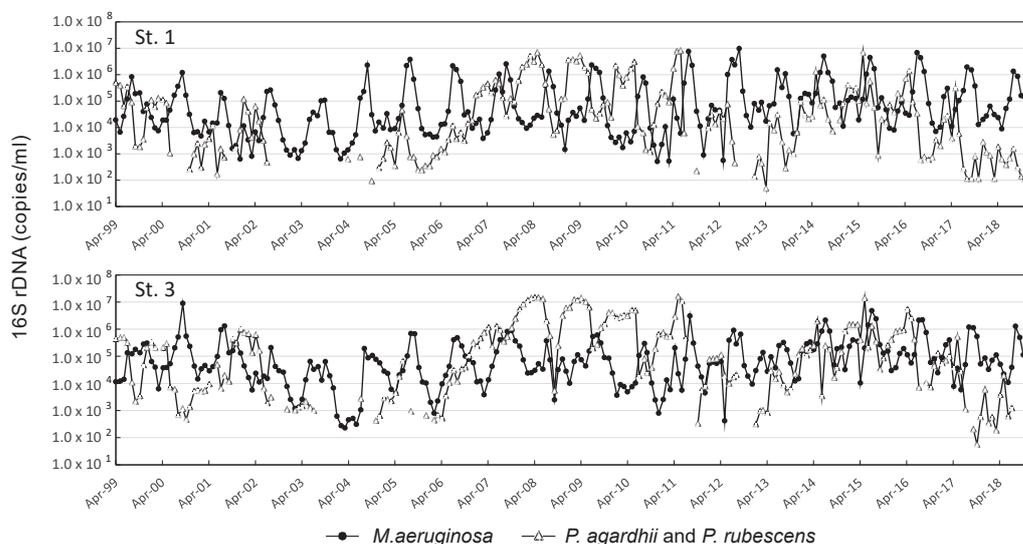


図3. 霞ヶ浦西浦高浜入りにおけるミクロキスティス及びプランクトスリックスの16S rDNA密度の経時変化

## SAT活動報告

## 第 50 回賛助会員訪問 株式会社つくば研究支援センター

昨年秋、コロナ感染の広がりが少し落ち着いてきたタイミングで（株）つくば研究支援センター（Tsukuba Center Inc.）に訪問の打診をしたところ、ご快諾いただき、11/19に事務局の大越・渡辺の2名で訪問させていただきました。

（株）つくば研究支援センター（以下、TCIと表記）はつくば市千現にあります。大学・研究所が集積しているつくばならではの事業をされている同社を訪問しお話を伺いました。TCIからは及川直文常務取締役、高井一也常務取締役、石塚万里部長のお三方にご対応いただきました。同社は1988年に第三セクターとして設立され、現在は株式会社となっています。

事業の柱は、つくば発ベンチャーの支援と県内中小企業支援を中心とした地域貢献の2本柱とのことでした。

ベンチャー支援に関しては、ハードとソフトの両面からの支援体制を整えており、ハードに関しては成長段階に応じた支援があり、準備段階から立ち立ちできるまで各段階で利用可能とのこと。ソフトに関しては数名のサ

ポート要員を擁し、各種スクール、交流会、マッチング会の開催などが行われています。

ベンチャー企業やその支援企業向けの部屋は事務室が86室、研究室が60室あり、訪問時は141室が入居中でした。ここ数年の入居率の平均は95%以上とのこと。

地域貢献に関しては、茨城県の施策に基づき設立された「いばらき成長産業振興協議会」の事務局を受託して、県内中小企業の成長分野への進出の支援を行うなど、いくつもの事業が進行中。

情報提供に関しては、週1回の「つくばホットライン配信」、月1回の「研究・技術シーズの配信」を県内中小企業など1500件以上にメールで配信。また、ホームページ上につくば研究人材情報という無料掲示板を作っており、年間掲示数で求人が1200～1400人、求職が50～100人あるとのこと。

SATとは交流推進という共通項がある一方、扱う対象は大きく異なるので、相補的な協力を進めていければと感じました。

## 第 23 回賛助会員交流会

賛助会員交流会はSATをご支援いただいている賛助会員企業同士および賛助会員とつくばの研究者および参加者との交流会です。昨年度は2021年1月27日の午後、賛助会員の事業紹介2件、研究紹介1件、懇親会無しで、オンライン（Zoom）で開催しました。21名の参加でした。

まず、（公財）つくば科学万博記念財団 瀬戸口啓一専務理事より事業紹介をいただきました。

同財団は、つくば万博を機に設立されました。同財団が運営しているつくばエキスポセンターがよく知られており、中でもプラネタリウムの利用が多いと思いますが、その他にも、体験型展示、科学出前活動、星空コンサート、大人のためのサイエンス講座等、様々な活動をされています。昨年はコロナ蔓延のため各地の花火大会が中止になったこともあり、ハナビリウムなるものを始めたところ、好評だったことから、今後も続けられるとのこと。

次に、（公財）山田科学振興財団 中西潮専務理事より事業紹介をいただきました。

同財団は、ロート製薬株式会社の創業者山田輝郎氏の出捐（しゅつえん）により1977年に設立されました。短期間では成果につながりにくい、また、研究者の純粋な興味によって行われる自然科学の基礎研究を支援することを明確にされていることが特徴と思われます。創設者の「点試汎行」との言葉が印象に残りました。同財団が「点試」の一端に貢献し、「汎行」の価値の見えたものは国に

お願いするとの考え方のようです。

最後に、（国研）産業技術総合研究所 並木周プラットフォームフォトニクス研究センター長より「Society5.0を支える『プラットフォームフォトニクス』の創出」と題して研究紹介をいただきました。

Society 5.0ではモバイル網やエッジコンピューティングなどが進展し情報量は増大の一途をたどるが、同時にエネルギー問題も深刻化します。これをフォトニクスにより解決するために必要な、シリコンフォトニクス、光電子融合実装、デジタル制御、ネットワーク自動化技術までを垂直統合的に研究開発し、Society 5.0で重要となる持続可能な分散型クラウドインフラ技術の創出へ向かう取り組みをお話いただきました。

山田科学振興財団は大阪にあるので、オンライン開催の今回が参加いただくチャンスではと思ってお声がけしたところ、ご快諾いただきました。オンラインにはこういう利点もありますが、やはり懇親会を開きにくいのが難しいところ。今後工夫したいと思います。

（注：内閣府ホームページより）Society 5.0：情報社会の次に来るもので、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会。

**その他**

**総会・運営会議報告**

令和2年度のつくばサイエンス・アカデミーの総会が、新型コロナウイルス感染防止の観点から集会形式の総会を取りやめ、令和2年7月10日を提出期限として書面表決で行われました。令和元年度事業報告及び決算報告、令和2年度事業計画及び収支予算、役員を選任について承認されました。なお、同様に運営会議も書面表決で行われ、下記の特別会員（浅野氏）が承認されました。また、第2回運営会議についても令和3年3月26日を提出期限として書面表決で行われ、令和2年度の事業実施状況、令和3年度の主な事業計画について承認されました。

令和3年度の総会も2年度と同様に令和3年7月9日を提出期限として書面表決で行われました。令和2年度事業報告及び決算報告、令和3年度事業計画及び収支予算、役員を選任について承認されました。なお、同様に運営会議も書面表決で行われ、下記特別会員（平山氏、岡田氏）が承認されました。

（新規特別会員）

- 浅野 透 森林研究・整備機構 理事長（令和2年7月10日）
- 平山 祥郎 東北大学 総長特命教授／先端スピントロニクス研究開発センター長（令和3年7月9日）
- 岡田 誠 茨城大学大学院 教授（令和3年7月9日）

**つくばサイエンス・アカデミー役員（2021年8月現在）**

◆**会長**

江崎玲於奈（一財）茨城県科学技術振興財団理事長・つくば国際会議場館長

◆**副会長**

岡田 雅年 国立研究開発法人物質・材料研究機構名誉顧問  
丸山 清明 元国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構理事

◆**運営会議委員**

- 足立 伸一 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構理事
- 五十嵐立青 つくば市長
- 石田 瑞穂 国立研究開発法人防災科学技術研究所客員研究員
- 石村 和彦 国立研究開発法人産業技術総合研究所理事長
- 餌取 章男 京都先端科学大学客員教授／科学ジャーナリスト
- 大井川和彦 茨城県知事
- 大久保博之 茨城県商工会議所連合会会長
- 太田 敏子 筑波大学名誉教授
- 太田 寛行 茨城大学長
- 岡本 和孝 株式会社日立製作所研究開発グループシニアプロジェクトマネージャ
- 貝沼 圭二 公益社団法人大日本農会名誉会員
- 門脇 光一 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構理事
- 金丸 正剛 国立研究開発法人産業技術総合研究所上級執行役員兼つくばセンター所長
- 金山 敏彦 国立研究開発法人産業技術総合研究所特別顧問
- 岸 輝雄 新構造材料技術研究組合理事長／東京大学名誉教授
- 木本 昌秀 国立研究開発法人国立環境研究所理事長
- 久間 和生 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構理事長
- 久野美和子 電気通信大学客員教授／内閣府地域活性化伝道師
- 小玉喜三郎 国立研究開発法人産業技術総合研究所特別顧問
- 佐藤 一彦 国立研究開発法人産業技術総合研究所触媒化学融合研究センター長
- 城石 俊彦 国立研究開発法人理化学研究所バイオリソース研究センター長
- 関 正夫 関彰商事株式会社代表取締役会長
- 寺門 一義 株式会社常陽銀行取締役会長
- 寺田 弘慈 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構理事・筑波宇宙センター所長
- 永田 恭介 筑波大学長
- 中原 徹 公益財団法人つくば科学万博記念財団理事長
- 中村 道治 国立研究開発法人科学技術振興機構顧問
- 新山 哲 一般財団法人茨城県科学技術振興財団専務理事
- 西川 和廣 国立研究開発法人土木研究所理事長
- 西村 暹 筑波大学生命科学動物資源センター客員研究員
- 沼尻 博 沼尻産業株式会社社長
- 橋本 和仁 国立研究開発法人物質・材料研究機構理事長
- 林 純一 筑波大学名誉教授／生存ダイナミクス研究センター長
- 林 春男 国立研究開発法人防災科学技術研究所理事長
- 板東 義雄 国立研究開発法人物質・材料研究機構名誉フェロー／ウーロンゴン大学卓越教授

## つくばサイエンス・アカデミー賛助会員一覧

(五十音順)

- あ** アステラス製薬株式会社つくば研究センター  
荒川化学工業株式会社筑波研究所  
家田化学薬品株式会社筑波支店  
育良精機株式会社  
株式会社池田理化  
一般社団法人茨城県経営者協会  
茨城県信用組合  
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター  
株式会社 S・Labo
- か** 国立研究開発法人科学技術振興機構  
カゴメ株式会社イノベーション本部  
株式会社カスミ  
キッコーマン株式会社研究開発本部  
株式会社クラレつくば研究センター  
株式会社クレフ  
公益財団法人国際科学振興財団
- さ** 株式会社 Scientific Language  
昭和電工マテリアルズ株式会社先端技術研究開発センタ  
株式会社 JTB 茨城南支店  
株式会社常陽銀行  
株式会社常陽産業研究所  
関影商事株式会社
- た** 大鵬薬品工業株式会社研究本部 (つくばエリア)  
大陽日酸株式会社つくば研究所  
高橋興業株式会社  
田中貴金属工業株式会社筑波事業所  
株式会社つくばエッセ  
公益財団法人つくば科学万博記念財団  
一般社団法人つくば観光コンベンション協会  
株式会社筑波銀行  
株式会社つくば研究支援センター  
つくば国際会議場  
株式会社つくば山水亭  
つくば市  
つくば市商工会  
ツジ電子株式会社  
テスコ株式会社  
東京化成工業株式会社  
東京警備保障株式会社  
戸田建設株式会社技術研究所
- な** 日京テクノス株式会社  
日清製粉株式会社つくば穀物科学研究所  
日本エクシード株式会社  
日本製鉄株式会社  
日本電子株式会社  
日本ハム株式会社中央研究所
- は** 浜松ホトニクス株式会社中央研究所筑波研究センター  
株式会社日立製作所日立研究所  
不二製油グループ本社株式会社  
国立研究開発法人物質・材料研究機構  
ペンギンシステム株式会社  
国立研究開発法人防災科学技術研究所  
ホテル日航つくば
- ま** 水戸商工会議所
- や** や公益財団法人山田科学振興財団
- ら** ら理想科学工業株式会社理想開発センター  
(56企業・団体)  
2021年10月1日現在

## 編集委員

- 舘取章男/つくばサイエンス・アカデミー総務委員 (編集委員長)
- 荒平正緒美/国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
- 伊東洋行/アステラス製薬株式会社
- 五藤大輔/国立研究開発法人国立環境研究所
- 白幡直人/国立研究開発法人物質・材料研究機構
- 角田方衛/元科学技術庁金属材料技術研究所
- 平澤誠一/国立研究開発法人産業技術総合研究所

## SAT編集事務局

- 板東義雄/つくばサイエンス・アカデミー総務委員長
- 大越勝男/つくばサイエンス・アカデミー事務局長
- 渡辺正信/つくばサイエンス・アカデミーコーディネータ

## 編集後記

2019年度後半から始まった新型コロナ COVID-19 の感染蔓延渦中の2020年4月に、事務局2名が交代し、大越勝男・渡辺正信が着任しました。どうぞよろしくお願い致します。2020年度前半のSATの行事はほとんど延期または中止を余儀なくされ、その影響で会誌の発行も昨年3月のNo.37の後延期することとなり、大変ご不便をおかけしました。昨年、SATは設立20周年を迎え、夏に記念行事を予定していましたが、何度かの延期の後中止と決定しました。その予定記事等を再編して会誌No.38(設立20周年記念号)として7月に発行し、お手元にお届けしたところです。今号も少し遅れておりますが、次号からは通常に戻せる予定です。

昨年夏頃から、インターネットを利用したオンライン開催で可能な行事を再開し始めることとなり、テクノロジー・ショーケースもオンライン開催に踏み切りました。SATとしても経験が無いのが心配ではありましたが、コロナの収束見通しが立たず、また、遠方からの参加が可能なオンライン方式を可能にしておくことが、今後のために有益との考えもありました。

講演用のオンライン会議システムの扱いは比較的容易で、夏頃からの少人数の会合で試して早々に使える見通しがたちましたが、問題はショーケースの中心であるポ

スターセッションでした。講演と比べて複雑であり、またそれに使えるアプリケーションシステムが世に出て間が無く、当初は使用例が見当たらないために使用シーンを想像しづらい、また問題が起こった時の解決法がなかなかわからないなど数々の問題がありました。提供元の体制も整っておらず、当初は電話対応不可、メールも英語など、かなり不便な状況でした。事務局の習熟自体も時間がかかりましたが、実行委員に試していただいても問題続出でしたので、発表者および一般参加者に対しては、数日前から使用テストの機会を何度か設けました。皆さん少しずつ慣れていただき、課題もいくつか残りましたが、一応何とかなったように思います。しかしながら万全とはいかず、入場や使用等の点でいろいろ不便をおかけしました。この場を借りてお詫び申し上げます。対面会合が可能になっても、オンラインの併用を視野に入れていきたいと思っています。

この執筆中は、コロナの第5波が収まってきたところですが、まだまだ終息とはいかないように思われますので、臨機応変に対応していきたいと思っています。皆様におかれましても、ご健康に留意されるとともに、SAT活動へのさらなる積極的なご参加をお願いします。

(渡辺記)

# Contents No.39 November 2021

## 第17回江崎玲於奈賞・第31回つくば賞・第30回つくば奨励賞

p.2

### ●第17回江崎玲於奈賞

#### 「半導体ナノ構造における核スピンの電子的制御と量子情報技術への応用の研究」

東北大学 総長特命教授

東北大学 先端スピントロニクス研究開発センター センター長

平山 祥郎

### ●第31回つくば賞

#### 「我が国初の地質時代名称『チバニアン』承認の礎となった地磁気逆転および古海洋変動復元に関する研究」

茨城大学大学院 理工学研究科 教授

国立極地研究所 地圏研究グループ 准教授

総合研究大学院大学 極域科学専攻 准教授

産業技術総合研究所 地質調査総合センター 産総研特別研究員

岡田 誠

菅沼 悠介

羽田 裕貴

### ●第30回つくば奨励賞（実用化研究部門）

#### 「生物を規範にした接着・コーティング材料の実用化研究」

物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門 グループリーダー

内藤 昌信

### ●第30回つくば奨励賞（若手研究者部門）

#### 「マルチスケール組織解析による金属材料の高性能化に関する研究」

物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点 主幹研究員

佐々木泰祐

## SAT テクノロジー・ショーケース 2021

p.7

会長挨拶 / ポスターセッション / 特別シンポジウム / 全体総括

(特別シンポジウムテーマ 「地球観測衛星と新型コロナウイルス感染症」)

## つくば賞その後 - 15 「環境適応・応答の分子機構の解明」

p.13

東北大学大学院 医学系研究科 教授、東北メディカル・メガバンク機構長

山本 雅之

## 科学の散歩道 「次世代の材料研究は三刀流 ～オペランド & DX のすすめ～」

p.15

物質・材料研究機構 経営企画部門 TIA 推進室長

藤田 大介

## つくば研究情報

p.17

### 「低抵抗タイプ競技自転車ウェアの研究・開発」

筑波大学体育系 教授

浅井 武

### 「霞ヶ浦でのアオコの挙動解明」

国立環境研究所 地域環境保全領域 シニア研究員

富岡 典子

## SAT活動報告

p.21

第50回賛助会員訪問、第23回賛助会員交流会

## その他

p.22

総会・運営会議報告、役員・賛助会員・編集関係者一覧、編集後記

表紙写真説明：

上左：第17回江崎玲於奈賞受賞者 平山祥郎氏（中央）

上右：テクノロジー・ショーケース2021 特別シンポジウム（オンライン講演）の様子

下：テクノロジー・ショーケース2021 特別シンポジウムの座長および講演者（配信画面）

# SAT Science Academy of Tsukuba

つくばサイエンス・アカデミー<sup>©</sup>  
発行：（一財）茨城県科学技術振興財団つくばサイエンス・アカデミー

事務局

<https://www.science-academy.jp/>

■（一財）茨城県科学技術振興財団つくばサイエンス・アカデミー

〒305-0032 つくば市竹園2-20-3 つくば国際会議場内

TEL:029-861-1206 FAX:029-861-1209 Email:academy@epochal.or.jp

発行日：2021年11月

発行人：江崎玲於奈

編集人：餌取章男