

つくばサイエンス・アカデミー

SAT

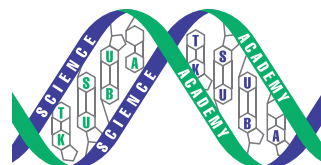
March 2025 No. 44

Science Academy of Tsukuba

つくばの明日はSATがつくる



- ▷ 2024年度 江崎玲於奈賞・つくば賞・つくば奨励賞
- ▷ SATフォーラム2024 「リチウムイオン電池が拓く未来社会」
- ▷ SATテクノロジー・ショーケース2025
特別シンポジウムテーマ「インフラ×○○?! 最先端技術が創るよりよい未来」
- ▷ つくば賞その後-20
『哺乳類ミトコンドリアゲノムの生理基盤とその破綻病理に関する研究』その後
- ▷ つくば研究情報 ー若手研究者の活躍ー
「光プローブ群×機械学習で“味覚”の仕組みを模倣したバイオ分析」
- ▷ 賛助会員最前線



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

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

2024年度

第21回江崎玲於奈賞・第35回つくば賞・第34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収めた研究者、研究結果が実用化されるなどの成果を収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Webページに掲載しています（本頁末尾にリンクを記載）。

2025年2月26日（水）、つくば国際会議場にて2024年度の江崎玲於奈賞・つくば賞・つくば奨励賞の授賞式が開催されました。受賞者の方々と財団理事・SAT副会長の丸山清明の他、協賛頂いている関彰商事（株）代表取締役社長 関正樹様、共催頂いている茨城県産業戦略部次長 長谷川克己様、つくば市長 五十嵐立青様にご出席頂き行われました。

上記各賞は、下記の方々に授与されました。

○第21回江崎玲於奈賞

国立大学法人 金沢大学 ナノ生命科学研究所 特任教授 …………… 安藤敏夫 氏
「高速原子間力顕微鏡の開発とタンパク質分子の機能動態機構解明への展開」

○第35回つくば賞

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 理事 …………… 谷口 尚 氏
同機構 電子・光機能材料研究センター 特命研究員 …………… 渡邊賢司 氏
「六方晶窒化ホウ素の高純度化技術開発と2次元量子材料応用」

○第34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
マテリアル基盤研究センター 先端解析分野 主任研究員 …………… 張 晗 氏
「電子顕微鏡に技術革新をもたらす超高輝度ナノエミッターの実用化」

○第33回つくば奨励賞(若手研究者部門)

国立大学法人 筑波大学 医学医療系 助教 …………… 平野有沙 氏
「概日時計の破綻による概日リズム障害発症メカニズムの解明と、その治療法の開発に資する研究」

（関連リンク） 茨城県科学技術振興財団 江崎玲於奈賞・つくば賞受賞者紹介
<https://www.i-step.org/prize/award/>

第21回江崎玲於奈賞

高速原子間力顕微鏡の開発とタンパク質分子の機能動態機構解明への展開

金沢大学ナノ生命科学研究所 特任教授

金沢大学特別功績教授、名誉教授 **安藤敏夫**

20 種類のアミノ酸がつながってできたタンパク質は自然が創り出した様々な物質の中でも最高傑作である。心臓拍動、視覚、思考、記憶などの自覚できる現象から、細胞分裂、遺伝子情報の読み取りなどの微視的現象まで、すべての生命現象はナノサイズのタンパク質分子が担っている。どのように創り出されてきたのかという生命の起源を問う問題もあるが、モノとしては単なる高分子であるタンパク質がどのような仕組みで驚くほど高度な機能を生み出しているのだろうか？

早稲田大学で卒業研究を統計物理・理論生物物理でやろうと思っていたのだが、敬愛する先生がサバティカルをとってしまい、仕方なくタンパク質を対象にした実験生物物理をやることになった。与えられた研究テーマは練習問題程度のものであったが、実験にはまってしまった。修士・博士課程の研究テーマは自分で考え、実行し、論文も一人で書いた。博士号取得半年前の 1979 年 10 月にカリフォルニア大学サンフランシスコ校の Manuel Morales 研に半年学生として、その後ポスドク、助手として、筋肉のタンパク質（ミオシン、アクチン）を対象にした揺らぎ研究などに参画した。この時代のタンパク質の生物物理研究では、タンパク質の結晶や線維の X 線回折、蛍光偏光、蛍光エネルギー移動、ストップドフローといったアンサンブル平均の計測手法しかなく、分子レベルで起こる現象を間接的にしか調べられないもどかしさがあった。Morales 研では、未だ間接的ではあるものの、少数分子で生ずる揺らぎの計測からダイナミクス情報を引き出す研究を開始していた。だが、当時の装置の感度、エレクトロニクスの性能では揺らぎ計測は非常に困難であった。1986 年に金沢大学の物理教室に着任した頃には、タンパク質分子に付けた蛍光分子の輝点の動的振る舞いを顕微鏡観察する 1 分子生物物理学がすでに開始されており、また、原子間力顕微鏡（AFM）が 1986 年に誕生していた。揺らぎ計測に取り組んでいる間にゲームチェンジがまさに起こっていたのである。



左より関正樹 関彰商事株式会社代表取締役社長、
受賞者、丸山清明 SAT 副会長

多くの研究室が蛍光 1 分子計測一辺倒に突っ走っている状況の中で独創性の高い成果を出すには、誰も手掛けていない手法を開発するしかない。AFM の自作経験を経て、AFM を高速化する研究に 1993 年に着手した。タンパク質の構造を解明する構造生物学では静止構造しか分からない。蛍光 1 分子観察ではタンパク質分子そのものは見えない。高速 AFM は機能しているタンパク質分子を手取るように見ることを初めて可能にするはずだ。その観察は反駁の余地のない明瞭さで機能メカニズムの詳細を明らかにするはずだ。2001 年のプロトタイプ機に関する論文発表を経て、脆弱なタンパク質分子の構造・機能を損なうことなく毎秒 10 画像前後でイメージングできる性能を 2008 年に達成した。カリフォルニア大学サンタバーバラ校の Paul Hansma 研でもバイオ用の高速 AFM の開発を 1993 年頃から開始していることを後で知ったが、彼らは 2004 年頃に他の研究に移ってしまった。いつの間にか私のグループが先頭を走っていたのである。

その後高速 AFM によるタンパク質研究は花開き、他の手法では得難い発見が続いている。特に、細胞内で物質輸送を担うモータータンパク質のエネルギー変換機構という最も基本的な問題に対し、従来の常識を覆す重要な発見ができた。この発見は将来人工分子モーターの設計原理として生かされるであろう。ところで、開発した技術を独占するか普及させるかという悩ましい問題があったが、後者を選択し、高速 AFM の製品化にも尽力した。こうして、高速 AFM は世界普及し、タンパク質分子の機能メカニズムを解明する研究を大きく変貌させた。イメージング速度は最近毎秒 100 画像に届くようになり、高速 AFM で観察可能な動的現象が拡大している。AlphaFold2 といった AI 技術の誕生やクライオ電顕の普及は、タンパク質研究に再びゲームチェンジをもたらしているが、個々の分子の動態を高速 AFM 以上に詳しく観察可能な全く異なる原理の新技术が将来登場するであろうか？

第35回つくば賞

六方晶窒化ホウ素の高純度化技術開発と 二次元量子材料応用

物質・材料研究機構 理事 谷口 尚
同機構 電子・光機能材料研究センター

特命研究員 渡邊賢司

六方晶窒化ホウ素 (h -BN) は、窒素とホウ素原子からなる黒鉛類似の結晶構造を持つ化合物であり (図 1-a)、化学的・熱的安定性に優れることから断熱材や絶縁体として、また、その層状原子構造に由来する機械的性質から摺動材料などに長年実用に供されている。しかしながら近年、室温で 215 nm の高効率なエキシトン発光が高温高压法による高純度結晶において見出されて以来、新しい機能性材料としての応用研究が図られるようになっていく。この高純度単結晶は旧科学技術庁無機材質研究所 (現国立研究開発法人物質・材料研究機構) から長年に渡り培われた高压合成技術 (図 1-b) をベースに新規開発されたバリウム系溶媒を使って得られた。

この高純度 h -BN 単結晶はグラフェンを支持する基板として優れた特性を示し、特に学術分野の発展に大きな波及効果を及ぼしている。2004 年ノーベル物理学賞 (アンドレ・ガイム、コンスタンチン・ノボセロフ両博士) の受賞理由であるグラフェンは、グラファイトの原子層であり炭素の sp^2 結合からなる二次元平面結晶構造を持つ。この物質



左より長谷川克己 茨城県産業戦略部次長、
受賞者 (谷口氏、渡邊氏)、丸山清明 SAT 副会長

は非常に興味深い物性を示し、物性物理学において極めてホットなトピックスであった。しかし、現実的には原子レベルの完全平坦面を持ち、電子的に孤立した炭素原子層膜を得ることは容易ではなく、それを支える支持基板に大きな影響を受ける。その当時、常用されていた SiO_2 基板では、欠陥や不純物、基板の原子オーダーの凸凹や基板表面の荷電状態の不安定性などにより、グラフェン本来の特性の観察が難しかった。 h -BN の二次元平面結晶構造は原子層面上に非結合状態等を持たず、かつ絶縁体なので、グラフェンの基板や絶縁層として好適である (図 1-c)。この技術により、新しい二次元周期構造のモアレ超格子におけるホフスタッターの蝶量子干渉の観測や超伝導特性発現など、グラフェンの二次元的性質に由来する数々の新奇な物理現象が発見され、インパクトのある研究分野を生み出した。この技術は他の二次元原子層材料 (遷移金属ダイカルコゲナイド、黒燐など) においても活用され、新しい二次元電子系基礎物理学の発展に貢献している。

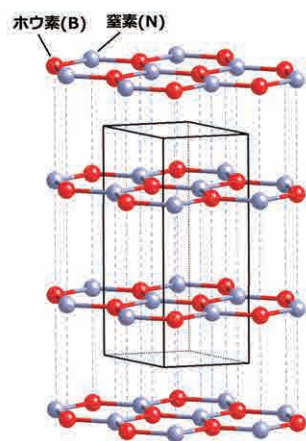


図1-a h BN結晶構造図



図1-b 高压合成装置

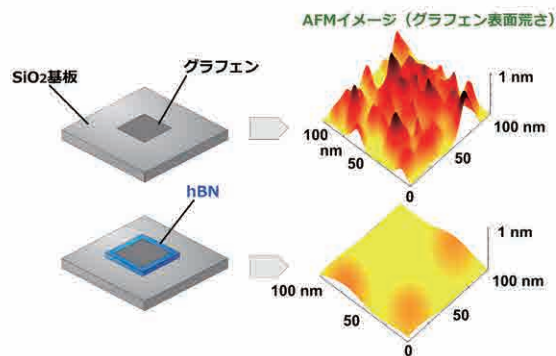


図1-c h BN結晶薄膜を用いると原子レベルの平坦性が得られる

第34回つくば奨励賞（実用化研究部門）

電子顕微鏡に技術革新をもたらす 超高輝度ナノエミッターの実用化

物質・材料研究機構 マテリアル基盤研究センター

先端解析分野 主任研究員

張 吟

半導体産業における製造技術をはじめ、材料開発や生物医学研究などの広汎な科学・技術分野における顕微観察・加工は、ナノスケール時代の真っ只中にあります。ナノスケール以下の微細な特徴を観察できることは、それらを精確に製造したり、それらに関する物理学や化学を深く理解したりするための最初のステップです。光子の波長は 100 ナノメートルを超えており、観察する特徴の 100 倍も大きいため、光を用いる光学顕微鏡は、これらの研究を行うには不十分です。これに対して、ピコメートル (0.001 ナノメートル) の波長を持つ電子を用いる電子顕微鏡は、未来の産業と科学を発展させる「目」として機能します。現在の電子顕微鏡の技術レベルは、ナノテクノロジーの進展によって増え続ける最先端の分解能と速度要求性能に対してその 1/1000 に留まっています。これは主に、電子源材料の融点によって制限される従来の熱電子源の輝度が低いことに起因しています。電子源の輝度を向上させることは、電子顕微鏡産業のゲームチェンジャーの鍵となっています。

理論物理学によれば、一次元ナノ構造を用いることによって生じる顕著な量子トンネル効果により、物質の融点限界を回避でき、従来の熱電子源の 100 倍を超える電子放射輝度が期待されてきました。このような研究は、90 年代、カーボンナノチューブを用いた電子源研究が先駆けとなり、しかしながら、カーボンナノチューブの終端構造は、自由度が大きく、不安定で、電子を放射する先端構造を予測・確定できないため、電子顕微鏡で実用可能な程度に長時間、安定した電子放射特性を達成することはできませんでした。

これに対して筆者は、2004 年に、一次元ナノ構造のナノ電子源に向けた新しい解決法を発明しました。中空のカーボンナノチューブを使用する代わりに、 LaB_6 と呼ばれる材料を使用して固体のナノワイヤを作成しました。電界蒸発と呼ばれる特殊な技術を使用して、ナノワイヤを鉛筆の形に微細加工し、その「鉛筆」の頂点に堅牢な La 原子クラスターを作成しました。このユニークな一次元ナノ構造により、これまでに報告された中で最も安定した量子トンネル電子源が誕生しました。また、 LaB_6 ナノワイヤ電子源は、真空要件を 100 倍以上緩和することができることが分かり、量子トンネル電子源の広範な産業用途を妨げていた大きな技術的障壁が取り除かれました。電子顕微鏡メーカーと当機構との共同研究を実施し、市販の電子顕微鏡でオリジナルの電子源を LaB_6 ナノ

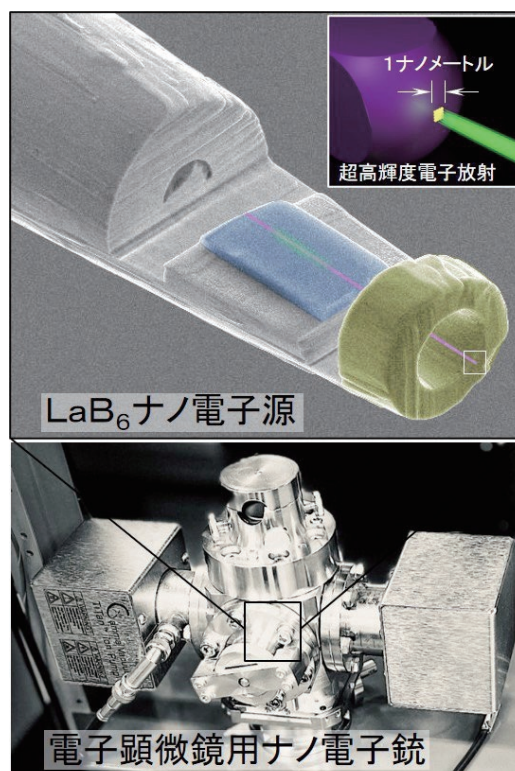


左より五十嵐立青 つくば市長、受賞者、丸山清明 SAT 副会長

ワイヤ電子源に直接置き換えることによって、電子プローブ電流が 3000 倍増加すること、ならびに世界最高のエネルギー分解能を実証しました。

さらに、当該技術の社会実装を促進するために、当機構発のベンチャー企業「中和科学（株）」が筆者を社長として設立されました。同社は、ナノ電子源の堅牢性を生かした高解像度イメージング機器の可能性を大幅に拡大する、世界最小で (1/40 に体積削減) 最も安価な (1/10 にコスト削減) 電界放射型電子銃を電子顕微鏡向けに商品化しました。ナノ電子銃を使用した電子顕微鏡は、解像度を 6 倍に向上させました。中和科学（株）は、このような長期ビジョンの達成を目標に置いており、過去 2 年間の努力の結果、同社のナノエミッターベースの製品が、主要な半導体検査機メーカーの顧客を獲得しています。ナノエミッターの超高輝度により、半導体ウェーハの撮像速度が 10 倍向上しました。同社の年間売上高の成長率は 100 % が見込まれています。

本研究主題に関する努力を今後も継続することによって、実用的な量子力学的ナノ電子源が実現され、電子顕微鏡関連産業に大きな技術革新をもたらすものと期待されます。



第34回つくば奨励賞（若手研究者部門）

概日時計の破綻による概日リズム障害発症メカニズムの解明と、その治療法の開発に資する研究

筑波大学医学 医療系 助教

平野有沙

この度は第34回つくば奨励賞（若手研究者部門）を賜り、大変光栄に存じます。茨城県科学技術振興財団関係者の皆様、選考委員の先生方、ご指導いただいた先生方、そして共同研究者の皆様・グループメンバーに心より御礼申し上げます。

体内時計とは生物がもつ「計時機構」であり、環境変化に適応したり、体作り（発生）のために不可欠な生体システムです。特に、地球の自転周期によって生まれる一日周期の明暗や環境温度に応じて行動、代謝や遺伝子発現はリズムに変動します。これを概日リズムと呼び、進化的に保存された概日時計システムがそれらのリズムを制御します。24時間型社会と呼ばれる現代社会では、環境リズムと体内リズムのズレから生じる概日リズム障害が問題となっており、睡眠障害、癌や鬱病などの重篤な病気と強く連関することが報告されています。

私はこれまで、時計遺伝子の変異による概日リズムの破綻メカニズムについて研究に取り組んできました。東京大学理学系研究科博士課程（指導教員：深田吉孝教授）に在籍中、概日時計において中枢的な役割を果たす時計タンパク質であるCRYが2つのE3ユビキチンリガーゼFBXL3とFBXL21によって分解制御と安定化制御を受けることを発見しました。ふたつの遺伝子を同時に欠損したマウスは、行動リズムが消失します。翻訳後修飾による時計タンパク質制御の破綻によって個体の概日リズムが消失する初めての例であり、CRYタンパク質の分解と安定化のバランスが時計の発振に必要であることを示しました。相同性の高い2つのE3リガーゼによる極めて珍しい拮抗作用とその生理的役割が明らかになり、世界的にも注目を浴びました。

マウスで発見した時計タンパク質の分解制御破綻はヒトにおいても概日リズム制御において重要なものでした。米国カリフォルニア大学サンフランシスコ校（Dr. Louis Ptacek, Dr. Ying-hui Fu研究室）ではヒトの遺伝性睡眠障害または短時間睡眠を中心とした研究に従事し、極端な朝型を示す

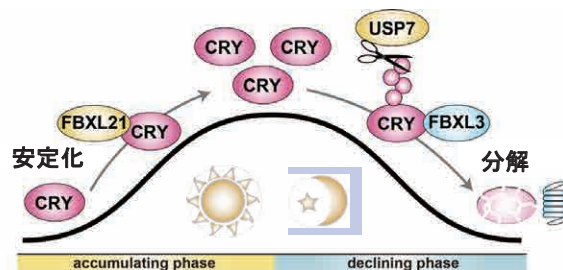


左より五十嵐立青つくば市長、
受賞者、丸山清明 SAT 副会長

家族性睡眠相前進症候群から時計遺伝子 *CRY2* のミスセンス変異を発見しました。変異型 *CRY2* は *FBXL3* と強く結合し、その結果 *CRY2* の分解が促進され睡眠リズム位相が前進することを見出しました。一方、季節性情動障害を併発する睡眠相前進症候群の家系より、時計遺伝子 *PER3* のミスセンス変異 *P415A/H417R* を発見し、変異型 *PER3* はリン酸化が減弱するとともにタンパク質が不安定化することを見出しました。*Per3* の変異マウスはヒトと同様に鬱様の表現型を示し、それが日長時間に依存することもわかりました。

2019年から筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構（WPI-IIIIS）の主任研究員となり、概日リズムの異常をもたらす分子機構に加えて、その予防や治療法の開発、リズムの異常がもたらす生体への影響にも研究の幅を広げています。体内リズムの破綻は心身の健康な発達を妨げ、様々な病気のリスクを高めます。概日時計の仕組みを理解し、概日時計を操作することで概日リズム睡眠障害の治療へと繋げることで、子供の健康と健康長寿社会へ貢献することを目指しています。

時計タンパク質CRYの発現変動の形成メカニズム



概日リズム障害の治療によって社会に貢献



SATフォーラム2024

ーリチウムイオン電池が拓く未来社会ー

2024年7月8日(月) つくば国際会議場にて開催
2019年ノーベル化学賞を受賞された吉野先生を迎えて

江崎玲於奈会長のあいさつ

本日のSATフォーラムは、産業技術総合研究所フェロー、ゼロエミッション国際共同研究センター長の吉野彰先生をお迎えし、ご講演を頂きます。

吉野先生は、携帯電話やパソコンなどに用いられているリチウムイオン電池を考案したことにより、2019年ノーベル化学賞を受賞されました。

そもそもサイエンス、科学は自然界のルールを解明する体系的な知識でございます。それを社会や企業の利益、あるいは医療の向上のために活用するノウハウが技術で、この科学と技術こそ近代文明を発展させた原動力であり、われわれの高度な生活の基盤をなしているわけでございます。

自然科学の分野で日本人のノーベル賞受賞者は25人いらっしゃいます。一番多いのが物理学で12人、化学が8人、生理学・医学が5人です。吉野先生はノーベル化学賞の一番新しい受賞者でいらっしゃいます。

吉野先生は1948年、大阪府でお生まれになりました。これは私と同じ、実は私も大阪府で生まれた次第でございます。

その後、吉野先生は京都大学大学院工学研究科専攻修士課程を終了後、旭化成工業、現在の旭化成に入社され、2017年からは名誉フェローとして、また名城大学大学院理工学研究科の教授としてご活躍されていらっしゃるほか、2020年からは産業技術総合研究所フェロー、ゼロエミッション国際共同研究センター長に就任され現在に至っております。

吉野先生のリチウムイオン電池の研究は、1981年に導電性高分子ポリアセチレンの研究をしたことが始まりです。ポリアセチレンは、2000年にノーベル化学賞を受賞された白川英樹筑波大名誉教授が発見された素材です。このポリアセチレンが二次電池の電極として使えることがわかり、その後1985年に電極材料をポリアセチレンから炭素材料に切り替え、世界で初めて現在のリチウムイオン電池の基本構造が完成しました。

本日は、「リチウムイオン電池が拓く未来社会」と題しまして、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けて世界が動いているなか、リチウムイオン電池の現状を分析し、車の電動化がどのような未来の車社会を創出するかについてご講演を頂きます。

限られた時間ではございますが、どうぞ宜しくお願いいたします。

吉野先生のご講演要旨

1. はじめに

今日は3点のお話をしたいと思います。まず最初に、このリチウム(Li)イオン電池がどういう経緯で開発されてきたかです。過去のお話になります。

二つ目は、これから先、未来編になります。地球温暖化の問題、カーボンニュートラル、サステナブル社会などのキーワードでいろいろ議論されていることに関して、特にLiイオン電池を通して見える未来についてお話しします。ここで言う未来とは、25年後の2050年です。現在の我々では、想像できないような、新しい社会が生まれているでしょう。

最後に大昔からの地球の歴史と環境問題についてお話しします。今、我々が直面している環境問題は、地球の歴史をよく見直すと、そこからいろんなヒントが得られます。

2. Liイオン電池の定義と受賞者3名の貢献ポイント

Liイオン電池の定義について、3点あります。①カーボン材料を負極とすること、②Liイオン含有金属酸化物を正極とすること、③電気化学的インターカレーションという原理に基づくこと、の3点です。

以下、3名の受賞者が、どの部分に貢献したのか説明します。

スタンリー・ウィットティングラム博士は、電気化学的インターカレーションという原理を電池に応用しようということを、世界で最初に提案しました(1976年)。この原理はLiイオン電池においては、Liイオンが正極と負極の間を行ったり来たりする現象です。



ジョン・グッドイナフ博士は、Li イオン含有金属酸化物を正極に使うことを、世界で最初に提案しました(1980 年)。それ以前には、Li イオン含有の正極材料はありませんでした。

吉野は、負極にすると良い電池ができるような構造のカーボン材料を見出すとともに、グッドイナフが見出した Li イオン含有金属酸化物を正極として組み合わせることを、世界で最初に提唱しました(1985 年)。これが現在の Li イオン電池の基本構成になります。

こういった研究業績で Li イオン電池ができ上がりました。ウィットニングからグッドイナフに至るまで約 5 年、グッドイナフから私に至るまで、約 5 年かかっております。

3. 研究開発経緯

3-1 研究のスタートはポリアセチレン材料研究

研究のスタートは 1981 年です。もともと電池とは一切関係なく、ポリアセチレンという材料の研究でした。これは白川先生が発見された、プラスチックでありながら電気が流れるという極めて特異な新素材で、当時世界中で話題になっておりました。これは面白そうな材料と思い、スタートしたのがそもそもの発端です。

このポリアセチレンは、太陽電池もできる、場合によっては常温超電導になる可能性もある、いろんな機能に富んだ材料で、様々な応用が可能ということで注目されていました。その中で電気化学的インターカレーションという機能があり、例えば Li イオンがこの材料に出たり入ったりすることができます。これは、電池の材料にもなることを示唆しています。とりあえず自分の手で作れるようにして、応用先はそこからじっくり考えていくというのが、最初でした。

3-2 当時の電池を取り巻く状況

1981 年当時の電池業界の状況を調べていくと、次のことがわかりました。分類として、一次電池

か二次電池か、イオンを含んだ溶液が水系か非水系かによって、計 4 通りの電池が、世の中にあります(図 1)。過去は電解系の溶媒すべて水でした。乾電池、昔からある鉛蓄電池にニッカド電池、ニッケル水素電池、すべて溶媒が水です。

電池を小型軽量化したいというニーズが高まってきましたが、必須の要件が起電力を上げることです。ところが、水は 1.5 V 以上の電圧がかかると電気分解してしまうので、水系の電解液では 1.5 V 以上の電池は作れません。

そこで登場してきたのが有機溶媒です。これを使うと耐電圧が上がります。まず一次電池については、金属 Li を負極にしたものがすでに商品化されており、小型軽量化が実現しました。二次電池では商品化が非常に難航していました。いろんな研究開発がなされましたが、最後の段階で商品化はうまくできず、非常に困っていました。負極材料としての金属 Li に大きな問題点があったためです。

3-3 負極の実現 — Li イオン電池の誕生！

一方、ポリアセチレンは、Li イオンのようなカチオンを出たり入ったりさせると負極になることがすでにわかっており、電池材料への応用は面白そうだということで、研究の中身が変わってきました。

負極としての性能を評価していくと、結構たくさん電気を溜められそうでした。充電放電のサイクルを繰り返してもあまり劣化しません。ところが、組み合わせるべき良い正極材料がありませんでした。

そこに登場してきたのがグッドイナフです。ほぼ同時期に彼が、良い正極材料を発見したという論文を出したので、直ぐに実際に合成してポリアセチレンと組み合わせ、電池ができ上がりました。その後、負極材料はポリアセチレンから炭素材料に転換し、現在の基本的な構成ができあがりました(図 2)。

正極はコバルト (Co) 酸 Li。充電放電で、正極の Li イオンが負極に行って、逆に放電では Li イオンがまた元に戻ります。Li が行ったり来たりします。これが現在の Li イオン電池の正極、負極の組合せ

負極にポリアセチレンを使えないか？

	水系電解液電池	非水系電解液電池 (高電圧・高容量)
一次電池 (使い捨て)	マンガン乾電池 アルカリ乾電池	金属リチウム 一次電池
二次電池 (充電再利用)	鉛蓄電池 ニッカド電池 ニッケル水素電池	金属リチウムの 負極材料としての 致命的課題

図 1

リチウムイオン電池の誕生



この **カーボン** / **LiCoO₂** による
新しいシステムは1985に完成

JP1989293 USP4668595 EP205856B2

図 2

になっております。この組合せに至ったのが1985年。こうして体積で3分の1、重量で3分の1という小型軽量化ができそうな電池系が見つかりました。

ここまでの、いわゆる基礎研究。一人で、2年か4年ぐらいいろいろやってみて、何か新しいものを見つけようとやってきましたが、ここでステージが開発研究へと変わります。

3-4 開発研究へー安全性の問題解決！

今度は、世の中に出すためのいろんな問題点を解決して仕上げていこうと進んでいくわけです。従来使われていた負極としての金属Liには安全性の面で大きな問題点があって、これまで商品化が非常に難航し、最終的にすべて断念しておりました。

開発した新型二次電池が安全性という面でブレイクスルーしたのかどうか、まず見極めないといけません。そのために、1年がかりで安全性の試験をしました。

電池の上に鉄の球を落とすと何が起こるかという実験をしました。負極に①金属Liを使う場合と、②現在のLiイオン電池の原型である炭素を使う場合とを比較しました。

金属Liは花火の原料みたいなものなので、①ではショートして発熱して電解液が燃え、その後、花火のように燃え上がります。

②でも同様に行いましたが、こちらは大丈夫でした。少なくとも、安全性という面ではブレイクスルーしました。他にも、いろんな問題点が残っていましたが、あとは人・金・時間をかけ、5年ほどかかって世の中に出て行きました。

4. モバイルIT社会からサステナブル社会へ

4-1 二つの受賞理由ー過去の貢献と未来への課題

結果として、2019年度のノーベル化学賞の対象になりました。Liイオン電池が選ばれた理由は二つ書かれておりました。一つ目はLiイオン電池の発明が、現在のモバイルIT社会の実現に大きな貢献をしたこと。現在のモバイルIT社会に向けて世界中が一斉にスタートしたのは1995年でした。Liイオン電池が世の中に出て、5年目あたりです。当時の人には想像できないくらい大きな社会的変化が起こりました。

二つ目。Liイオン電池はこれから、サステナブル社会の実現に大きな貢献をすることを期待しています、というような文章だったと思います。未来形です。サステナブル社会はまだ実現していません。世界共通の目標が2050年です。これから25年ほどかけて、そういう社会を実現していきましょう、というのが現在の動きになります。

4-2 Liイオン電池の用途別市場推移

図3は、Liイオン電池の容量ベースでの用途別市場規模の推移を示しています。各棒が二つに色分けされております。下の方の黄色の棒がモバイルITで、スマートフォン、ラップトップコンピュータといったようなIT機器の電源としての出荷量です。赤い棒は電気自動車(EV)です。

2010年では、ほぼ99.9%がモバイルITです。その後、EVを示す赤い部分が上に乗り、増加してきています。EV向けが主流になってきており、2025年の実績ベース予想ではかなり大きくなっています。受賞理由の二つ、モバイルIT社会の位置付けから、その次のサステナブル社会に繋がっていく大きな変革の方向性が見えています。

とはいえ、2025年の新車販売台数の中でEVの占める比率は、たかだかまだ15%にしかすぎません。2025年以降、どのように変わっていくのかと、いろんな議論がされています。

4-3 2050年の世界ーサステナブル社会は実現しているか？

2050年の社会は想像できないくらい大きく変わっているでしょう。それでもこんな世界ではないかというイメージは描いていく必要があります。毎年1つぐらい新しい動画を作っていって、それをたたき台にして、皆さんといろいろなテーマで、2050年の世界を議論しようとしております。

最近作った動画「A girl and boy in 2050」では、AIEV(人工知能内蔵電気自動車)による自動運転が当たり前になり、車が話し、乗客の要望による買い物とその支払いも車が行う、EV間連携により渋滞は無く、余剰電力の夜間への利用、テレワーク・医療、ドローン配達なども普通に行われていること等を描いています。

モバイルIT社会がスタートを切った1995年と30年後の今とでは、全然違います。同じパターンで、現在の我々が想像できないほど、2050年は驚くような世界に変わっていると思います。

日本政府が世界に対して宣言した開発目標では、

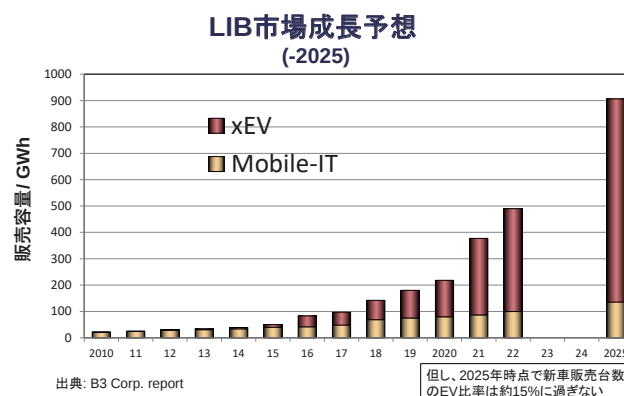


図3

現在の日本のCO₂排出量である年間約 10 億トンに対し、2030 年には 46%減らします。さらに、ゴールの 2050 年では 100%削減、ゼロにします。他の国も大体これに近いような目標設定をしています。これぐらいのことをしないと、地球温暖化の問題は深刻ですが、間違いなく実現すると思います。

5. 二つの大きな地球環境問題 – CO₂とO₃

5-1 大昔からの大気の推移

最後の話題に移って、地球大気の変遷を大昔から見て、CO₂以外の問題にも目を向けたいと思います。現在の地球の大気組成は、N₂(窒素)が 80%、O₂(酸素)は約 20%です。CO₂(炭酸ガス)は約 0.04%です。これらがどのように現在に至ったのかを振り返っていきましょう。

地球が誕生したのが 46 億年前、そこから 6 億年ほど経った約 40 億年前に、現在の生命が誕生したというのがほぼ定説です。最初は微生物です。

そこから約 8 億年ぐらい後、光合成生物が登場します。これがCO₂を餌にします。エネルギー源は、太陽エネルギーです。その老廃物が、酸素です。この光合成生物の登場によって、酸素が吐き出されるようになりましたが、しばらくは大気中には酸素は出てきません。酸素と反応するようなものが、当時の地球上にいっぱいあったためです。

そこから約 10 億年ぐらい後、酸素が大気中にも出てくるようになりました。またCO₂濃度が減少し始めました。10%ぐらいだったのが徐々に減ってくるとともに、酸素濃度が増加してきました。とは言え、まだ1%ぐらいです。1回大きく減りましたが、その後増えて、現在 20%です。

現在の地球組成に近いような状況になってきたのが 6 億年ぐらい前ですが、ここでもう 1 つ非常に大きな出来事が起こりました。オゾン層形成です。酸素原子が三つくっついたO₃がオゾンです。自然界では雷などで時々生成します。酸素濃度が増えていくことによって、成層圏の一番外側上空約 20km ぐらいにオゾン層というのが形成され、地球を覆っています。これが、太陽から出てくる紫外線を遮へいしてくれています。このオゾン層形成により、生物の上陸が約 4 億年前に起こりました。その後恐竜、人類が現れました。

1960 年ごろに、このオゾン層に大きなホール、穴が開いていることが発見されました。これは大変なことです。オゾン層がなければ人間は陸上には住めません。紫外線ですぐにやられてしまいます。これが環境に関する一つの問題。

もう一つの問題のCO₂については、ここ数十年の間に、1 億年ぐらい前の量までも、増やしてしまいました。これが現在、大きな問題になっています。

これら二つ、O₃とCO₂の問題が、地球環境問題の大きなものです。

5-2 オゾンホール問題は解決に成功 やればできる！

オゾン層になぜ穴が開いたのかはしばらくわからなかったんですが、10 年ほど経って、フロンガスが原因だと判明しました。エアコンの冷媒に使ってるものです。よくぞ見つけたと思いますね。このオゾン層の破壊とフロンガスとの関係を発見した方は 1995 年のノーベル化学賞を受賞しています。

1987 年に、世界中が協力して何とかしようということで、モントリオール議定書というのが採択されました。南半球ではこのオゾン層の破壊が非常に顕著だったため、オーストラリアに人が住めなくなるんじゃないかというぐらい大きな問題になりました。その後どうなったのか。最近CO₂の話はよく出て来ますが、オゾンの話はマスコミに取り上げられません。どうなったかという、ほぼ解決してしまいました。

フロン全体が悪いのではなく、当時使っていたフロンが実は著しくオゾン層を破壊するようなタイプのものでした。そこで世界中が協力して、破壊をしないようなフロンに切り換えていかねばと、すごい努力がなされました。

その結果、2000 年あたりでオゾンホールの拡大が止まりました。その後、10 年で 3%づつぐらい、小さくなってきています。このまま順調にいけば、北半球及び赤道近辺は 2030 年までに、厳しかった南半球も 2050 年ぐらいには、元に戻ると思われます。

いろんな人が努力をして、原因を正確に見つけて適切な対策をとったので、地球は元に戻りつつあります。

これを教訓、過去の一つの成功例として是非PRしましょうということで、国連が 9 月 16 日をオゾン層保護のための国際デーと定め、現在大々的にキャンペーンしています(図 4)。

地球温暖化の問題はこれに比べてもっと深刻ですが、同じように、やればできるんだよと言いたい。サステナブル社会 2050 年も、努力さえきっちりやれば実現できます。

来年大阪万博がありますが、最近吉村知事とお話する機会があったので、是非万博ではこの 9 月 16 日のキャンペーンを取り上げて下さい、と進言

人類が「やればできる！」ことを証明する実例として
国連がPRキャンペーン



図 4

しました。オゾン層はすでに努力によって克服しつつあり、同様に地球温暖化の問題も世界が協力してやれば克服できますよと。世界に対する大阪万博のひとつのメッセージとして出すべきじゃないですかと申し上げました。

6. おわりに

象徴的な出来事としてウインドウズ 95 がリリースされた、モバイル IT 社会に向けて世界中が一斉にスタートした年、1995 年を境に世界中が変わりはじめ、現在のモバイル IT 社会になりました。次のサステナブル社会 2050 年に向けてのスタートは 2025 年、世界ががらっと変わります。

2050 年という年は、高校生の皆さんは、40 代の半ばあたりですので、社会の第一線で一番活躍されている歳だと思います。サステナブル社会の実現に向けて、世界中動いておりますので、皆さんがいろんな場を見つけて、ぜひ活躍していただきたい、というメッセージで終わりたいと思います。

トークセッション・会場質疑

SAT 総務委員の金山敏彦 (産業技術総合研究所特別顧問) の進行のもと、3 名の高校生にも登壇いただいて質疑応答が行われました。また会場からの質問にも吉野先生からご回答いただきました。

1. 若い方には絶好のチャンス!

【金山】これから話の口火を切っていただく都合上、もう一度、高校生へのメッセージをごく簡単に繰り返していただけますでしょうか。

【吉野】2050 年という年がひとつのゴールとして、ほぼ定められております。一人じゃなくて、たくさんの方が努力をして実現してくれると思います。この状況は、高校生を含めて今の若い方々には非常にハッピーだと思います。世界中の目標が定まっていて、なかなか答えを出せていないところで、それに対して答えを出していくチャンスが皆さんに与えられています。私が今高校生だったら、本当に血沸き胸躍るぐらい楽しみです。絶好のチャンスだということをぜひ皆さん心に刻んでおいていただきたい。めったにそういう時期っていうのはありませんよ、非常にハッピーですよというのが私のメッセージです。

【金山】これからますます変えていかなきゃならない社会の担い手に対して、前向きなメッセージをいただきました。今日は 3 名の高校生に壇上に上がっていただきました。今のような大所高所の話でなくても構わないので、この 3 人の方にご質問いただき、自由に話を進めていただきたいと思います。

2. 着手当時はポータブル化の時代—小型電源が必要

【渋谷悠太 (並木中等教育学校)】Li イオン電池の開発に取りかかった当初は、もし成功したら、社会にどのような影響を与えることができると想像されていましたか。

【吉野】Li イオン電池の研究を始めたのが約 40 年ぐらい前の 1981 年。スマホ、携帯電話、ラップトップコンピュータなんて世の中にありません。ただポータブル化という言葉が出て、しきりにいろんなことが言われていました。当然、いろんな電池がいずれは必要となります。

そういうポータブル化の流れの線上で世界が少し動き出したのが、ソニーさんが出したウォークマン。音楽を外で歩きながら聞くなんで文化はなかったんですが、ひとつ出てきたわけです。次に来たのが 8 ミリビデオカメラ。運動会での利用などで、そこそこ大きなマーケットになりそうで、当初のターゲットはそこでした。次に携帯電話、さらにスマホが出てきました。ラップトップコンピュータがあって、もうまさにすべてがモバイルです。研究のスタート時点で今みたいな成果があるとは、想像は当然できていません。が、ポータブル化というような、言葉の端々にあるような流れはありました。

3. 研究の進め方は二通り — どちらから初めてもいい

【井上心美 (茗溪学園)】吉野先生は、最初にポリアセチレンの研究をされていたとお話されていたんですが、そもそも、電池に使うことを最初から見据えて研究されていたのでしょうか?

【吉野】研究の進め方は、二通りあります。一つは、何か自分が持っている技術や材料をベースに、新しい用途につなげていくことを目指していく方法で、これをプロダクトアウトと言います。もうひとつが全くその逆のパターンです。10 年後こういうものが世の中に必要とされるはずだから、それを達成するような技術や材料を探そうという方法で、こちらはマーケットインと言います。どちらから始めても結構です。ただ、自分の将来を考えると、どちらのパターンで今考えてるのかをよく区別しておかないと、話がごっちゃになって迷いが出てくると思います。そういう二つの考え方、やり方があることを覚えておくと、自分の将来が見えてくるのではないかと思います。

どちらの進め方から始めても、真剣に考えていくとキャッチボールが始まります。両方を繰り返して、自分の将来や今からやるべきことが見えてくると思います。

4. サステナブル社会の実現に尽力

【伊藤虎琉 (つくばサイエンス高校)】吉野先生の

今後、または現在行っている研究や、していることなどがありましたら、お聞きしたいと思います。

【吉野】受賞理由が一つ目だけだったら、私自身は非常に気が楽だったと思います。なぜならLiイオン電池を発明し、モバイルIT社会が実現したので。ところが二つ目の受賞理由はまだ実現していません。ということは、サステナブル社会を実現するのにもうひと頑張りしないといけませんね。これに、どうやったら私自身が貢献できるのかなってというのが、今私にとって一番大事な点です。

5. 研究で大切にしていること二つ

【金山】会場からも実はたくさん質問票を受けていまして、幾つかご紹介します。新しいものを創る、見つけるという研究の上で、吉野先生が大切にしていること、気をつけていることは何でしょうか、という質問です。

【吉野】多分二つあります。一つは好奇心です。好奇心を常に維持しておくのが一番大事な点です。二つ目は原理原則です。何か新しい発想やアイデアの原点はどこかと言いますと、やはり原理原則なんです。これを十分に理解しておくのが、もう一つの大事な点です。

200年ほど前に人類が系統立てて作り上げた、熱力学の三つの法則というのがあります。地球環境問題、温暖化を考えるにあたって、この三つの法則をよく読み直してみると、そこにいろんなヒントが隠されているなど、私自身よく感じております。教科書的な原理原則を本当にきわめる、その裏にどういう思想があって、どういうような考え方があって、というところまで深く自分で考えることが大事です。

【金山】そうするとやはり、高校生のときには勉強しないといけませんね。原則原則を知るために。

【吉野】そう思いますよ。勉強っていうのは、目的があってするのと、勉強しろと言われてするのと全然違います。将来こういう人間になりたいんだとまず自分が決めて、それに向かって自分が動いていくという、そういう勉強が多分一番役に立つと思います。

6. 高校生の頃には方向性は決まっていた

【金山】では次に、吉野先生は高校生のとき、どのような生徒でしたか、またどのような心持ちで今までの研究や人生を送ってきたのでしょうかとの質問です。

【吉野】高校生の頃、将来の道はある程度決めていたかなと思います。理系に非常に関心があったことと、化学が自分に一番マッチする分野ではないかというのはもう、高校生の頃には多分決まっていたと思います。なぜそうなったのかを、さらに振り返ってみると、多分小学校の3・4年生頃、先

生方や周りの方といろいろ話をしている中で、何となく芽生えてくるのではないかと思います。小学校の3・4年生の先生のいろんなお話が印象に残って、それが化学の方向かなあ、というのはあったような気がします。

7. 壁を楽しむ！

【金山】もう一つ、研究中楽しかったことは何ですか、という質問です。

【吉野】基本的に研究っていうのは、楽しいことと、壁にぶつかることの繰り返しなんです。いやむしろ、その壁にぶつかったときこそ大きな楽しみが待っているんですね。何か新しいものを実現しようとしたときには、当然いくつかの壁を乗り越えていかないといけない。それらの壁は、早く来てくれた方がゴールに近づくわけですよ。そうとらえると、壁にぶつかる毎にそれを乗り越え、今日はひとつ乗り越えたねっていう、そういう楽しさに繋がっていくと思います。ですから研究はできるだけポジティブに考えたほうがいいと思います。

【金山】皆さん壁にぶち当たったらずい、楽しみが来たと思ってください。登壇者の方、最後に何か感想を一言ずつお願いできますか。

【渋谷】吉野さんが小学校3年とか4年のころから科学に興味を持っていたというのに大変驚いて、すごいなと思いました。また最後の、壁を楽しむっていうのがとても印象的で、自分もそういう考え方で、逆境とかを乗り越えていきたいなと思いました。本当にありがとうございました。

【井上】私も壁を楽しむという話が印象に残りました。私も普段から結構、つまづいたときとかも、それを生かすことも楽しむようにしてるんですが、もっと楽しもうと思いました。今日はありがとうございました。

【伊藤】ポリアセチレンをまず自分で作ってみるっていう話題から始まったと思います。研究課題を見つける際に、テーマをきっちり決めてから始めなきゃいけないと思ってたので、まず作ってみるということから始めて良いということを知り、大変感銘を受けました。ありがとうございました。

【金山】ではこれでトークセッションを終わります。



SATテクノロジー・ショーケース2025

2025 年 1 月 23 日 (木) 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 2025 を 1 月 23 日 (木)、国際会議場にて開催し、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などが行われました。

前回に引き続き、ポスターセッションを除く全て、すなわち中ホールにて行われた講演等の様子をユーチューブ配信しました。ユーチューブとポスターセッション資料は昨年と同様約 1 ヶ月、2/28 まで SAT ホームページに掲載して閲覧可能としました。アブストラクトは従来どおり期限を定めず、掲示しております。

江崎玲於奈会長の開会挨拶

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 2025」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して、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 回を開催致しまして、今回で 24 回目になる次第でございます。

新型コロナ感染症も一昨年には 5 類になり、昨年のショーケースから新型コロナの感染前の状況に戻すことができ、今回も同様にできることを大変喜ばしく思っている次第でございます。コロナの時に経験したオンラインでの発信などの良い部分はそのまま残してございます。どうぞ、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大変幸いです。

つくばには約 2 万人の研究者がおりまして、注目すべき研究成果、つまり素晴らしいシーズを創り出しておるわけですが、このシーズを如何にニーズに結びつけるかという事がこのショーケースの課題でございます。つまりどのように研究成果を役立たせるか、それを活用するか、ビジネス化を図るかということが大変重要な事でございます。

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、目的の一つでございます。本日は貴重な研究成果を知っ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知っ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、研究機関を代表する「つくば発注目研究ポスター」3 件、一般ポスター 155 件と、合わせて 158 件のポスターの発表がございました。

皆様にはこの後、1 分間の持ち時間でプレゼンテーションをしていただきまして、ポスター発表とあわせて参加者の皆さんに評価していただき、すばらしい発表をされた方には、いろいろな賞を用意しておりますので、楽しみにして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、土木研究所様に企画いただいた特別シンポジウム「インフラ×〇〇?! 最先端技術が創るよりよい未来」をテーマに、4 名の先生方にご講演をいただくほか、その後、同研究所理事の久保和幸様をモデレータに、同研究所理事長の藤田光一様とご講演をされた 4 名の先生方で、パネル討論がございました。

皆様には、最後までご参加いただけますようお願い申し上げます。

終わりにになりましたが、今回ご協力頂きました土木研究所の皆様と実行委員、関係者の皆様にお礼を申し上げます。開会のご挨拶と致します。



ポスターセッション

以下に研究機関からの推薦によるつくば発注目研究ポスター発表、プレゼンテーション賞を受賞した一般ポスター発表を示します。標題の後の (T-1),(P-1) 等はポスター番号、氏名は代表発表者のみを記しています。詳細は SAT ホームページに掲載しているアブストラクトをご参照ください。

今回は参加者とポスター発表者ともに増加し、懇親会でも賑わいが感じられました。

つくば発注目研究ポスター発表

- 「イオン・電子・スピンの時空間ダイナミクスを用いる AI デバイス」(T-1) 土屋敬志
(物質・材料研究機構 ナノアーキテクトゥクス材料研究センター)
- 「小型で人工的に高強度のミュオンを生成するコア技術の開発」(T-2) 下村浩一郎
(高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所)
- 「次世代テラヘルツ通信に向けたメタサーフェス反射板の高精度評価技術」(T-3) 加藤悠人
(産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門)

受賞一般ポスター発表

- 【総合得点賞】【若手特別賞】(ダブル受賞)
- 「ZTO バッファ層を活用したワイドギャップ CIGS 太陽電池の構造最適化」(P-100) 西田竹志
(産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター)
- 【ベスト産業実用化賞】
- 「自動運転バスの車外 HMI が歩行者との意思疎通に与える効果」(P-71) 井戸康晴 (産業技術総合研究所 デジタルアーキテクチャ研究センター)
- 「AFM-IR で紐解くナノスケールでのアスファルトの劣化・再生機構」(P-113) 安藤秀行
(土木研究所 先端材料資源研究センター)
- 【ベスト新分野開拓賞】
- 「風切羽規範型構造のパラメータ最適化によるドローン用プロペラの高性能化」(P-79) 菊池 隼
(東京工科大学大学院 工学研究科)
- 【ベストアイデア賞】
- 「ヨウ素・PVA を用いた簡易的な『究極の黒』の開発」(P-2) 松田菜央
(茨城県立並木中等教育学校)

- 「らせんキラリティーを持つロジウム錯体によるフェニルアセチレン誘導体のらせん選択重合」(P-19) 岡 明里 (金沢大学大学院 自然科学研究科)

【ベスト異分野交流賞】

- 「機械学習を用いた金属誘起成長による Ge 薄膜の結晶粒界制御」(P-11) 居倉功汰
(筑波大学大学院 数理物質科学研究群)

【学生奨励賞】

- 大学院生・大学生の部:「電気パルスを用いた CFRP 積層板の資源循環」(P-38) 佐藤啓太
(早稲田大学大学院 創造理工学研究科)
- 高校生の部:「微小重力環境は、がんの進行を抑制するのか」(P-1) 末永 円
(茨城県立つくばサイエンス高等学校)

【最優秀 インフラ×異分野 イノベーション賞】

- 「コンクリート中鋼材腐食課題を解決する高酸素反応促進技術」(P-122) 土井康太郎
(物質・材料研究機構 構造材料研究センター)

【優秀 インフラ×異分野 イノベーション賞】

- 「セルフエコーを用いた新たな骨盤底筋訓練のバイオフィードバック法の開発」(P-64) 牟田みや子
(東京大学大学院 医学系研究科)
- 「織物製造技術からインフラ支える 消防用ホースから管路更生材料へ」(P-121) 中河 礼
(芦森工業株式会社 パルテム技術開発部)
- 「河川管理の現場における環境 DNA 導入に向けた取り組みと生態系の保全に向けた活用」(P-129) 村岡敬子 (土木研究所 流域水環境研究グループ)
- 「中性子で実現！インフラ橋梁を完全非破壊で塩分計測」(P-147) 若林泰生
(理化学研究所 光量子工学研究センター)



SAT テクノロジー・ショーケース：特別シンポジウム 「インフラ×〇〇？！ 最先端技術が創るよりよい未来」

(企画：土木研究所)

はじめに土木研究所藤田光一理事長からご挨拶および本シンポジウムの以下の趣旨説明が行われた。「インフラ×〇〇というテーマは、インフラ技術に新たな視点を取り入れ、社会全体の発展に貢献するという思いから設定した。本シンポジウムでは、さまざまな分野の専門家が集い、それぞれの知見や技術を共有し、新しい連携の可能性を探る。このような異分野の交流・気づきを通じて、インフラのさらなる進化を促し、ひいてはより良い世の中の実現に繋げたい。続いて、後述の4名の方にご講演をいただいた。その後、土木研究所久保和幸理事をモデレータに、講演者4名と藤田光一理事長を加えた5名をパネリストとしてパネル討論が行われた。



土木研究所藤田光一理事長によるご挨拶と趣旨説明

特別講演

(インフラ×地質) 地質図は社会の基礎となるベース・レジストリ

産業技術総合研究所 地質調査総合センター
連携推進室 連携オフィサー 斎藤 眞

地質は、地下を構成する地層や岩石の性質およびその相互関係を指す。従来、地質情報の主な利用者は地質コンサルティング会社に限られていたが、近年、ブラタモリでも取り上げられ認知度が向上している。一方で、地質情報は資源開発、防災、土地利用計画、環境保全、金融、農業、観光等、多岐にわたる分野での活用が期待されている。産総研地質調査総合センターが提供する「20万分の1日本シームレス地質図」は、社会において最も活用されているデジタル地質情報の一つであり、国のインフラ（ベース・レジストリ）として整備されている。その意義や活用の現状について紹介された。



(インフラ×生物多様性) ネイチャーポジティブの実現を支える観測と評価

国立環境研究所 生物多様性領域 室長 角谷 拓

2030年までに生物多様性の損失を止め、自然を回復の軌道に乗せること「ネイチャーポジティブ」が社会全体の共通目標として認識されつつある。その実現のためには、複雑で多面的な生物多様性を測り、その変化を検出するための技術が必要である。講演では、生物多様性の指標化に関する最新の研究や取組の成果、生物多様性にかかわるインフラについて紹介された。



(インフラ×材料科学) インフラの中のナノ世界を視る

物質・材料研究機構 若手国際研究センター センター長
兼 構造材料研究センター NIMS 特別研究員 土谷 浩一

全長4kmの明石海峡大橋を支えているのは数10nmの厚さの鉄/鉄炭化物の層状構造である。鉄筋コンクリートでできた構造物の寿命を支配するのは数μmから数nmと言われるセメント内の空隙を通じた水分や塩化物イオンの移動である。そして鉄筋の腐食は黒皮と言われる酸化膜と地金の間にある微細なすきまから始まる。講演では、巨大なインフラであっても、その性能は材料内部のマイクロ～ナノスケールの構造によって支配され、劣化の進行も同様にマイクロ～ナノスケールの現象から始まることについて紹介された。



(インフラ×宇宙) ALOS シリーズによるインフラ変位監視

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 技術領域主幹 川北 史朗

JAXAの人工衛星ALOSシリーズは、災害時の状況把握に重要な役割を果たしている。特にALOS-2・4に搭載されたLバンド合成開口レーダー(SAR)は、干渉解析により地表面の微細な変動を検出することができる。この技術は、橋梁やダムなどの重要インフラの変位をミリメートル単位で計測することを可能とし、効率的な維持管理に貢献できる。講演では、ALOS-2・4を活用したインフラモニタリングの実例と、その有効性について紹介された。



パネー論

【モデレータ】 久保和幸 土木研究所 理事

【パネリスト】 講演者 4 名（斎藤眞、角谷拓、土谷浩一、川北史朗）
+ 土木研究所 藤田光一 理事長

特別講演の講演者 4 名と藤田理事長（土木研究所）の計 5 名をパネリストとして迎え、久保理事（土木研究所）がモデレータを務めるパネルディスカッションが開催された。前半では、インフラとのかかわり、他分野との連携、若手研究者へのメッセージについて議論が行われた。

パネリストは、自身の経験も交えつつ、それぞれの視点から意見を述べた。また、藤田理事長は特別講演において、シーズとニーズの掛け合わせの重要性を強調し、その議論の基盤となる考え方の一例として、材料科学における数 nm から、衛星を用いた数 km に及ぶ空間スケール、生態系から地質にわたる数秒から数万年の時間スケールにおける「インフラ×〇〇」の関係性を俯瞰するチャートについて説明された。

後半では、会場の聴講者からの質問を基にディスカッションが進められた。1 名の高校生、2 名の大学生から、質問や感想が寄せられた。高校生からは、「自分の研究は興味関心から始めたもので、これまで社会のニーズを考えずにやってきました。話を聞いて、これからの社会ではミクロのこともしっかりと同時にマクロまで考える大切さを感じました。また、インフラに应用できるように研究を繋げていく大切さも感じました。」との感想があった。これに対してパネリストからは、「まずは若いうちは深掘りしてほしい。やっていくうちに“何かに役立てたい”という気持ちが芽生え、少し周りを見渡してみると新たな発見があると思う。」「研究は面白いと思って進めることが大事。時には面白くないこともあるが、それを面白い方向へ持っていくことも研究者としての重要な姿勢だと思う。」とのメッセージがあった。



モデレータの久保理事（土木研）

最後に、モデレータから「そもそも他分野・他機関と連携するきっかけは？」という問いかけに対して、それぞれのパネリストから以下のような意見が挙げられた。「学会がきっかけとなった。学生の皆さんには聴講者としてだけでなく、発表者としてもぜひ参加してほしい。また、各研究所の一般公開はつくばの大きなメリットなので、積極的に活用してほしい。」「あるプロジェクトの“むちゃぶり”をきっかけに連携が始まった。頑張っ取り組むうちに、多くの人に助けられ、世界が広がった。いろんな人と恐れずに会話してほしい。」「自分の興味に従ってネットワークを広げていくと、次第に分野の境界が曖昧になり、新たな研究や連携が生まれる。」「シーズとニーズをつなぐ役割を担う人（役職）がいると、よりよい連携が生まれる。」「現場の人と十分に対話することが大変勉強になった。ただの表面的な連携にとどまらず、相手と徹底的に議論し、本質的な連携を築いてほしい。」

SAT テクノロジー・ショーケースの目的である、異分野の知見を掛け合わせ、新たな技術革新を生み出す場として、本シンポジウムは大変意義深いものとなった。今後も、分野を超えた対話と連携を促進し、社会に貢献する技術の発展に寄与していくことが期待される。

SAT テクノロジー・ショーケース 2025 を振り返って 実行委員長 金山敏彦

今年の SAT テクノロジー・ショーケースでは現地で参加いただいた方が 350 名以上に上り、コロナ禍以降、初めて増加に転じました。一般申し込みによるポスター発表も 155 件に及び、会場では、久しぶりに賑わいを感じられる状況となりました。ポスター発表のテーマがあらゆる分野に亘るのは恒例ですが、1 分間のインデクシングでは異分野の方にも意義を伝えようとする意欲が感じられました。異分野の交流によりそれぞれの研究のステップアップを目指す、テクノロジー・ショーケースの趣旨が浸透してきたように思います。

特に連携を意図していただいたのが、土木研究所の企画による今回の特別シンポジウムでした。「インフラ×〇〇?!」と言う謎めいたタイトルの下、地質や生物多様性、材料のナノレベル制御から宇宙利用に至る、間口も広く対象とするスケールもナノから宇宙へと桁外れに広がる講演をそろえていただきました。聞きながら考えてみると、我々は社会生活を送っている限り、常時、多数のイン

フラに依存しています。このタイトルが、インフラを支える技術があらゆる分野に及ぶことを象徴することに、改めて思い至った次第です。言い換えると全ての研究分野がインフラ研究と連携可能です。パネルディスカッションでも、連携が主題となり、インフラの枠を超えて、どのようにすれば異分野連携を促進できるか、高校生からシニア研究者まで巻き込んだ議論が盛り上がっていたのが印象的でした。

懇親会にも若手の研究者を始め多数の参加をいただき、交流にふさわしい密度が感じられました。コロナ禍の下では避けてきた密ですが、やはり交流には一定の密度が欠かせないようです。次回に向けて、つくばならではの多様な参加者が一堂に会する SAT テクノロジー・ショーケースの魅力を発信すると共に、オンライン参加の方にも伝わるように工夫していきたいと思っています。より多くの皆様のご参加を期待しています。

つくば賞その後-20

「哺乳類ミトコンドリアゲノムの生理基盤とその破綻病理に関する研究」その後

筑波大学 名誉教授 林 純一



ここでは第24回（2013年度）つくば賞受賞研究の概要と、受賞後に何が起きたのか、そして研究はどのように進展したのかを紹介したい。

1. 受賞研究の概要

生物は原核生物（細菌）と真核生物に分けられる。私たちは真核生物に含まれ、細胞内に核が存在するだけでなく、細菌を起源とするミトコンドリアが共生しているため、核の中に存在する核ゲノムとミトコンドリアの中に存在するミトコンドリアゲノムの2種類のゲノムが設計図となって形成される複合生物なのである。

ミトコンドリアは主に生命活動に必要なエネルギーを供給している。このためその中にあるミトコンドリアゲノムの突然変異は呼吸活性を低下させてエネルギー供給量を激減させる場合があり、ヒトではミトコンドリア病やがん化だけでなく、老化の原因にもなるという「老化ミトコンドリア突然変異原因説」が定説であった（図1）。

しかし核ゲノムも呼吸活性に関与しているため、この定説が正しいかどうかを検証するには、何としても核ゲノムの関与の可能性を完全に排除できる実験系が必要であった。

筆者らは培養細胞間でミトコンドリアゲノムを交換移植する手法を確立し、さらに突然変異を持つマウスミトコンドリアゲノムをマウス受精卵に移植し、ミトコンドリアゲノムにだけ呼吸活性低下の原因となる突然変異が存在する病態モデルマウスを樹立した。その結果、ミトコンドリアゲノムの突然変異はミトコンドリア病の発症、正常細胞のがん化、さらにはがん細胞の悪性化（転移能の獲得）の原因になるという直接証拠を得た（図2青矢印）が、老化に伴う呼吸活性低下の原因ではないという証拠も得た（図2青×印）。

一方、これらの「役に立つ」研究を推進して行

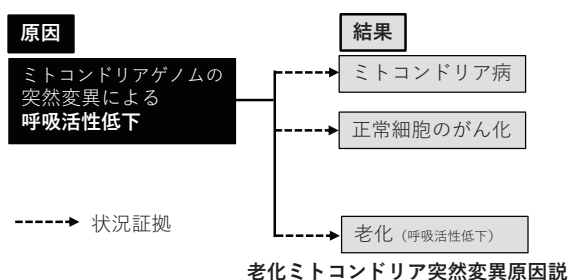


図1 従来の定説（老化ミトコンドリア突然変異原因説）

く中で、①ミトコンドリアゲノムが完全な母性遺伝をすること；②“ミトコンドリア”間には相互作用が存在すること；③“ミトコンドリアゲノム”間には低頻度で組換えが起こることも明らかにした。これらの成果はまさに応用研究の成果を基礎研究に应用することで達成できたと言える。

2. 受賞後に何が起きたのか

受賞式の講演ではこの点に加え、基礎研究の推進力となる「遊び心」が偶然にも人間の叡智を遥かに超えた輝きを応用研究にもたらす場合がある点も強調した。この論点は講談社ブルーバックスから2002年11月20日に刊行された「ミトコンドリア・ミステリー」のエピローグに記載している。

読売新聞の服部牧夫記者は受賞式直後の2013年12月1日付コラム記事「筑波言」でこの点に触れ、「役に立つ研究」というタイトルで講演内容を次のような記事にした：その研究が役に立つかどうかを考えず自らの好奇心に従って研究にまい進した結果、新たな医療に道を開く研究成果となったことから、基礎研究が将来どう役に立つのか明確でなくても、いつか予期せぬ果実が得られることを期待したい。

なお服部記者には受賞前にも取材を受け、2013年2月21日の読売新聞夕刊の「探求」欄に、「ミトコンドリアに挑む」というタイトルで、ミトコンドリアゲノムの突然変異が「がん転移」を誘発するという筆者らの発見（Science 2008年）の経緯を紹介して頂いた。

またこの受賞のおかげで永田恭介筑波大学学長から表彰され、ベストファカルティーメンバーに

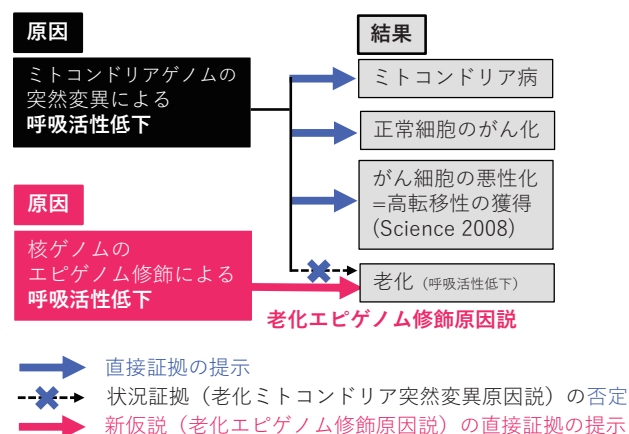


図2 つくば賞受賞の成果（青矢印、X印）と受賞後の成果（赤矢印）

も選出された。さらにつくばサイエンス・アカデミー運営会議委員と総務委員会委員に推薦された。

3. 受賞後の研究の進展

受賞後の最も重要な研究目標は、「老化ミトコンドリア突然変異原因説」が正しくない(図2 青×印)のであれば、何が老化に伴う呼吸活性低下の原因なのかを突き止めることであったが、受賞後僅か2年後の2015年に定年を迎えた。

しかしここまでの研究が評価され、定年後も7年間にわたり科研費が採択され続けたことがこの目標達成(図2 赤矢印)に大きく貢献した。

高齢者の繊維芽細胞におけるミトコンドリア呼吸活性低下の原因がミトコンドリアゲノムの突然変異ではない、という筆者らの主張(図2 青×印)は、その後の次世代シーケンサー解析でも支持された。何故なら複数の高齢者と複数の若齢者の繊維芽細胞のミトコンドリアゲノム各々数十万個の全塩基配列を比較しても、両者の間で突然変異の蓄積量に優位差がなかったからである。では呼吸活性低下の原因は一体何なのか？

実は、受精卵を出発点とする個体形成では細胞の分裂と分化が進行するが、哺乳類では一旦分化した細胞はもとの未分化な状態には戻れないため、分化も老化と同様に不可逆的に進行していく。しかし分化の原動力は「突然変異」ではなく、核ゲノムの「エピジェネティックな変化(エピゲノム修飾)」である。しかもこれは突然変異とは異なり本来可逆的プロセスである。だからこそエピゲノム修飾を人工的にリセット(初期化)すること、つまり分化した細胞を未分化な状態のiPS細胞(人工多能性幹細胞)へ逆戻りさせることができたのである。

そこで、「老化の原動力も核ゲノムのエピゲノム修飾である」という新仮説(老化エピゲノム修飾原因説)を立てこれを検証することにした。この仮説が正しければ分化と同様に老化も初期化できる、つまり若返りができることになる。

まずは複数の高齢者と複数の若齢者の繊維芽細胞を一旦初期化してiPS細胞にしてから、これらを繊維芽細胞に再分化させた上で呼吸活性を測定した。すると高齢者の繊維芽細胞も正常な呼吸活性を示した。突然変異が原因なら初期化しても呼吸活性は回復しない。また同じ操作でヒト繊維芽細胞の分裂寿命(数十回程度の細胞分裂でそれ以上分裂できなくなる分裂限界)も回復することが報告されたことから、これらの老化現象は可逆的であり、「老化エピゲノム修飾原因説」が成り立つことになる(図2 赤矢印)。

従って理論的に若返りは可能で、例えば自分の皮膚の細胞をiPS細胞にした後に自分の皮膚に移植すれば、その部分の皮膚の若返りが達成できる。何故なら、いったんiPS細胞にすると高齢者由来の細胞でも、分化だけでなく老化も同時に初期化されるので、そこからできる再生組織は全て若返った組織になるからである。

最後の、そして最も重要な疑問は具体的に核ゲノムのどの遺伝子のエピゲノム修飾が老化に伴う呼吸活性低下を誘発するのかという点である。

マイクロアレイや質量分析等を使った網羅的解析により、その有力候補に核ゲノムに存在するGCAT 遺伝子とSHMT2 遺伝子が挙がった。両遺伝子は高齢者の繊維芽細胞で共通に発現量が低下し、初期化後の再分化で正常値に回復した。しかもこれらの遺伝子産物はミトコンドリア内に局在し、呼吸活性や細胞分裂等に必須な物質を合成する代謝経路(葉酸回路など)の中枢に位置する酵素であった。

では、これらの遺伝子の発現量を増やすと長寿になるだろうか？ ヒトのGCAT 遺伝子の発現低下は長寿遺伝子の発現を誘発して寿命を伸ばすために有効であり、SHMT2 遺伝子の発現低下はがん細胞の増殖を抑制するために有効である。その意味ではエピゲノム修飾による両遺伝子の発現低下は、老化を促進して短命にするというより、すでにヒトの長寿に十分貢献している素晴らしい仕組みなのである。これらの遺伝子の人為的発現促進は、さらなる長寿ではなく逆に短命を誘発するかもしれないので、この短絡的な発想には注意が必要である。

4. 今後の展望

ヒトの老化とともに発現量が変化する老化関連遺伝子は何もGCAT やSHMT2 だけではないし、老化に関連する生理機能の異常も、呼吸活性低下や細胞分裂寿命だけではない。ただ仮に老化の全てが分化と同様に突然変異ではなくエピゲノム修飾が原動力であるとしても、老化と分化のエピゲノム修飾には決定的な違いがある。

それは分化のエピゲノム修飾は組織ごとに発現させる遺伝子とさせない遺伝子を選別して安定的な組織特異性を実現するのに対し、老化のエピゲノム修飾は老化関連遺伝子群の発現量を徐々に変化させていく点である。今後はこのような視点に立った老化研究が重要になるのではないだろうか。

なおこれらの研究成果の一部は光文社新書から2024年1月30日に刊行された「生命の40億年に何が起きたのか」の第5章個体老化に記載した。

略歴

1972	東京学芸大学 教育学部 卒業
1977	東京教育大学大学院 理学研究科 博士課程 修了 理学博士(東京教育大学)
1977	埼玉県立がんセンター研究所 研究員
1985-86	テキサス大学健康科学センター グラス校 研究員
1988	埼玉県立がんセンター研究所 主任研究員
1993	筑波大学 生物科学系 助教授
1998	筑波大学 生物科学系 教授
2002-05	第二学群 生物学類長
2005-08	第二学群長、生命環境学群長
2015	筑波大学 定年退職
2015-16	筑波大学 生命環境系 特命教授
2015-現在	筑波大学名誉教授
2015-現在	つくばサイエンス・アカデミー総務委員会委員
2018-22	筑波大学 生存ダイナミクス研究センター長

つくば研究情報 —若手研究者の活躍—

光プローブ群×機械学習で“味覚”の仕組みを模倣したバイオ分析

産業技術総合研究所 健康医工学研究部門

上級主任研究員 富田 峻介



1. はじめに

内閣府が2024年に策定したバイオエコノミー戦略では、『カーボンニュートラルの実現や循環経済（サーキュラーエコノミー）の推進、食料・エネルギーの確保、健康・医療への対応が世界共通の大きな課題となっている』として、これらの課題を解決するためにバイオテクノロジーやバイオマスの活用を重要な柱として位置付けています。こうした社会的要請の高まりを受け、バイオ領域は再び注目を集めています。

これらの取り組みを効率的に進めるには、まず私たちが取り扱う「バイオ試料」を精緻に理解する必要があります。そのためには適切な分析法が不可欠です。本稿では、従来の分析法とその課題を整理するとともに、私たちが取り組んでいる新たな分析アプローチの概要と今後の展望についてご紹介いたします。

2. バイオ分析における課題

バイオ試料には、血液や尿、組織といった患者由来の試料のほか、研究用や治療用の培養細胞、発酵槽中の微生物、農水産物やその加工食品、さらには環境モニタリング用の土壌・水質試料など、多様な種類があります。多くの場合、これらの試料は非常に複雑で、数万種類を超える成分で構成されています。このため、「目的の特徴を捉えるためにどのように分析するか」が大きな課題となります。

この課題に対して、これまで様々な分析法が開発されてきました。主なものとして「特異的な方法」と「網羅的な方法」の二つがあります。特異的な方法では、抗体や酵素といった特定成分だけを認識する分子を用いますが、利用可能な分子の種類やコスト面の制約から、通常は一度に分析される成分は数種類から十数種類程度に留まります。このため、試料の中に存在する重要な情報を取りこぼす可能性があります。一方、網羅的な方法としては、質量分析計を用いて代謝物やタンパク質などを幅広く検出する、いわゆるオミクス技術が知られています。オミクス技術は飛躍的に発展したものの、装置の導入コストや測定・解析の複雑さ、プロトコル依存の偏りなどにより、依然として利用のハードルが高いのが現状です。

3. 味覚から着想したバイオ分析技術

従来の特異的・網羅的分析の課題を補うため、私たちは「味覚」の仕組みに着目しました。味覚では、食物中の個々の成分を厳密に定量するのではなく、複数の受容体によって成分全体の複合的なパターンを捉えることで、食物の高精度な識別を実現しています。この仕組みを応用したバイオ分析法を、私たちは「ケミカルタン（chemical tongue）」と呼んでいます（図1¹⁾）。

こうした感覚機能を模倣するアイデアは、1980年代に考案された「電子鼻（electronic nose）」にまで遡ります。これは、ヒトの嗅覚を模倣して揮

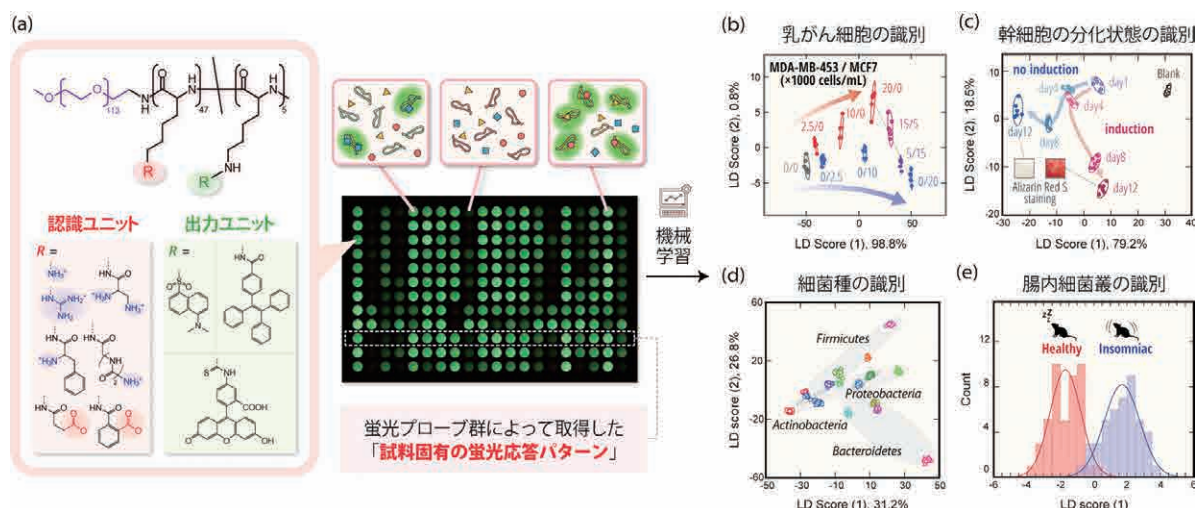


図1 (a) ケミカルタンの模式図。(b) 乳がん細胞、(c) 幹細胞の分化状態、(d) 細菌種、(e) マウス由来腸内細菌叢の識別。

発性物質を電気シグナルのパターンとして捉える技術であり、1990年代には商用化も進みました。やがてこのコンセプトは液体中の成分を光シグナルとして検出する分析系に発展し、2000年代後半にはケミカルタンの概念が提唱されるに至りました。

私たちが開発してきたケミカルタンでは、主に合成蛍光ポリマー群を用いて、以下の手順でバイオ試料を評価しています(図1)。(1)アレイの準備：まず化学構造の異なる蛍光ポリマーの水溶液をマイクロプレート内に配置します。(2)試料の添加：アレイにバイオ試料を加えると、試料中の成分が各ポリマーと多様に相互作用し、蛍光スペクトルに変化が生じます。(3)パターンの生成：複数のポリマーから得られるシグナルを統合し、試料固有の蛍光応答パターンを生成します。(4)パターンの解析：機械学習を用いてパターンを解析し、試料の識別や分類を行います。このように、試料中の個々の成分を詳細に検出するのではなく、成分全体との相互作用を反映したパターンを基に試料を俯瞰することで、特異的分析では見落としがちな情報を、網羅的分析のように手間やコストをかけずに捉えることを目指しています。

ケミカルタンを構築する際、プローブ(合成蛍光ポリマーなど)の設計は重要な要素です。まず、これらのプローブは対象試料と相互作用して蛍光や発色など検出可能なシグナルを示す必要があります。例えば、タンパク質のような生体高分子や細胞・微生物のような生体分子の集合体をターゲットとする場合は、多点的に強く相互作用できるポリマーやナノ粒子が骨格分子としてよく用いられます。

私たちが提案する設計法では、電荷をもつ合成ポリマーを骨格分子とし、そこに「認識ユニット」と「出力ユニット」の二つの機能部位を導入します(図1a)。認識ユニットには、疎水性や電荷特性などの異なる化学構造を組み込み、幅広い成分に対し多様に相互作用するように設計します。出力ユニットには、周囲の環境変化で蛍光が増減する蛍光団を選択し、相互作用の有無や強弱を蛍光シグナルに変換する機能を付与します。この設計により、バイオ試料中の成分を多角的に捉えられるようになるため、精度の高い分析を可能にします。

4. ケミカルタンの応用可能性と今後の展望

ケミカルタンはバイオ試料の利活用を促進するツールとして、多くの分野での応用が期待されます。私たちはこれまで、タンパク質、細胞、細菌、血清、飲料など、多岐にわたるバイオ試料に適用できることを報告してきました。その代表的な例を以下にご紹介します。

細胞の分析：ケミカルタンは、細胞表面を構成する脂質・タンパク質・多糖類など複合的な分子の組成パターンを包括的に捉えることが可能です。例えば、がん細胞や正常細胞など各細胞株を見分けられるほか、乳がん細胞の悪性度の違いも高精度で識別できます(図1b)²⁾。この技術は、バイオマーカーが見つからない転移がん細胞の同定

や、より包括的な細胞メカニズムの解明につながる可能性があります。さらに、培地中に分泌された成分をケミカルタンで分析することで、培養細胞の分化誘導や薬剤応答を非破壊的にモニタリングすることも可能であり(図1c)³⁾、再生医療や創薬などの分野で、細胞製品の品質管理への応用が期待されます。

細菌の分析：医療・環境・食品など多岐にわたる分野で、細菌の迅速検出が求められています。従来の培養を必要とするコロニーカウント法や遺伝子検出法は、培養やDNA抽出といった前処理に時間と労力を要していました。一方、ケミカルタンであれば細菌表面の特徴を総合的かつ高感度に捉えられるため、前処理なしに短時間で細菌の種や株レベルまで識別可能です(図1d)⁴⁾。また、腸内細菌叢の分析にも応用でき(図1e)、ゲノム解析のような大掛かりな手法に比べ、より迅速かつ簡便なスクリーニングを行える可能性があります⁴⁾。

最近では、こうした成果をもとに、ケミカルタンの社会実装にも注力しています。2022年には共同研究者らとモルミル株式会社を設立し、ALS(筋萎縮性側索硬化症)などの難病の創薬への応用も試んでいます。今後はプローブ材料や機械学習法の改良を進め、医薬品開発や環境・食料問題、資源不足といった幅広い領域における社会課題に対して、高精度かつ使いやすい分析手法として貢献していきたいと考えています。

5. 若手研究者の活躍に向けて

若手の研究環境について意見を求められており、最後に私見を述べさせていただきます。ここまで紹介してきたように、ケミカルタンの可能性が広がりつつありますが、それを支える研究者リソースには課題が残っています。他の研究者からも、「博士課程の学生がなかなか入ってこない」、「ポストクを探しているが見つからない」といった声をしばしば耳にします。また、私が所属している産総研では、毎年多くの研究者をパーマネント職として採用しており、近年は修士卒にも門戸を広げています。しかし、このような取り組みがまだ十分に知られておらず、選択肢として認識されていないと感ずることがあります。一方で、進路が定まらず不安を抱える若手研究者も少なくありません。

研究所や大学、企業が連携し、常勤・非常勤を問わず若手研究者をスムーズにマッチングできる場があれば、この問題を解決できるのではないかと考えます。例えば、研究学園都市として多くの学生・研究者が集まるつくば市内に、情報交換のプラットフォームが整備されれば、若手研究者が活躍しやすくなり、それが日本のサイエンス全体の底上げにつながるのではないかと感じています。

参考文献

- 1) Tomita et al., *Biophys. Physicobiol.*, 21, e210017, 2024
- 2) Sugai et al., *ACS Sens.*, 4, 827-831, 2019
- 3) Tomita et al., *J. Mater. Chem. B*, 37, 7581-7590, 2022
- 4) Tomita et al., *Chem. Sci.*, 13, 5830-5837, 2022

賛助会員最前線

(1) 日清製粉株式会社つくば穀物科学研究所

穀物科学推進により健康で豊かな生活づくりに貢献する

弊社は、「信を万事の本と為す」と「時代への適合」を社是とし、「健康で豊かな生活づくりに貢献する」ことを企業理念とする日清製粉グループにおいて、製粉事業を展開し、食のインフラを担っています。製粉業界のリーディングカンパニーとして安定供給の責務を果たす一方、生産性向上の追及や、冷凍麺、ナポリピッツァ、つけ麺に代表される新しい食文化の創造に継続的に取り組んでおります。昨年開発した高食物繊維小麦粉「アミュリア」は、「ウェルネスフードアワード2024」で最優秀賞を受賞しています。

当研究所では、小麦の特定の成分が、二次加工（製パン、製麺、菓子製造等）工程、小麦粉製造工程中にどのように変化し、弾力性などの生地物性や食感などの製品特性にどのように影響を与えているかを明らかにすべく、穀物科学分野の基礎研究を継続的に推進しております。タンパク質、澱粉、食物繊維が生地物性や製品特性に与える影響に関する論文を国際誌に継続的に投稿し、学会で報告しています。こうした研究成果を、社内での小麦粉製造管理、品質管理、新製品開発、お取引先への二次加工工程改善提案、小麦育種関係者への育種指標の提案につなげ、皆さまの健康で豊かな生活づくりに貢献して参りたいと考えております。



(2) キッコーマン株式会社

食の安全・安心を目指して ～微生物検査用フィルム培地Easy Plateのご紹介～

キッコーマン研究開発本部では「食と健康」をテーマに、しょうゆ醸造をはじめ食品やバイオ分野の研究開発に取り組んでいます。バイオケミカル分野では、これまで臨床診断用酵素や ATP ふき取り検査キット、医薬用ヒアルロン酸などの製品を世に送り出してきましたが、2021 年より新たに微生物検査用フィルム培地「Easy Plate」の事業をスタートしました。

Easy Plate は食品や原材料、製造環境における微生物汚染を簡単に確認できる検査キットです。あらかじめ菌の生育に必要な成分を含んだフィルム培地で、従来の寒天培地と比べて培地調製や検査の手間を大幅に軽減します。操作が簡単でコロニーの判定も容易なため、専門的な知識や技術がなくても扱うことができます。さらに、省スペースで保管・作業でき、廃棄物を減らすことができるため、環境負荷の低減にも寄与します。対象菌種に応じた豊富なラインアップを展開しており、今年2月には検出時間を従来の48時間から24時間に短縮した一般生菌数迅速測定用「Easy Plate AC-R」をリリースしました。また Easy Plate 専用のコロニーカウンターシステムも開発、販売しております。培養後の Easy Plate を指定の市販スキャナーで読み込むことで、コロニーを自動でカウントできるため、業務の効率化だけでなく、作業によるバラつきや熟練度の影響も解消されます。

キッコーマングループは今後も食の安全・安心にかかわる製品の研究開発を通じて、社会に貢献してまいります。



(3) 育良精機株式会社

社内異業種交流型開発メーカーを目指して

弊社は、つくば市に本社を構える会社で、広沢グループに属しており、省力機器事業部・工具事業部の2つの部門で構成され、自社ブランド商品の開発から始まり製造・販売・メンテナンスまでを全て自社一貫で手がける開発型メーカーです。

省力機器事業部では、「ワンストップトータルソリューション」をテーマに、NC旋盤加工の無人化を実現させた自動棒材供給機「BARTOP」をはじめ、周辺装置として高圧・中圧クーラント、オイルクーラー、ミストチェンジャー、チップコンベヤ等を立体的に配置しフロアスペースの合理化を図り、システム的な付加価値と利便性を提供し、現場の課題・困りごとを解決する商品開発をするとともに、省力化・生産性向上につながる商品と、お客様に対して一つの窓口でトータルの提案し、サービスまで一貫してサポートいたします。

また、工具事業部では「現場のニーズに応える総合メーカー」として電設、建設、溶接関連の工事用機器を、お客様の困りごとを少しでも解決する商品開発を進めて、信頼されるメーカーとして前進しております。特に電設用のパワーボールやケーブルウインチを中心とした各種ケーブルコロ等での延線工事のトータルサポートを目指しながら、昨今の人手不足問題にお役に立てるよう省力化・省人化を実現する工具を開発しております。

更に、同じ広沢グループ内の会社で歯科医療機器を開発から製造・販売する日本アイ・エス・ケイ株式会社と技術交流することで異業種をクロスオーバーした「社内異業種交流型開発メーカー」を目指していることが特徴です。



(4) オリエンタル技研工業株式会社

スタートアップのためのインキュベーションラボ「XiS(イクシーズ) WORKSITE」

私たちは、研究者の潜在意識に触れるプロダクトやデザインを通じて、研究環境に潜む課題を解決し、ひらめきを生み出す「場」を構築する研究施設の総合エンジニアリングメーカーです。

ヒュームフードや実験台、安全キャビネット等の研究設備の開発・製造をはじめ、ラボの設計やリノベーション、さらには労働安全衛生に関するコンサルティングまで、一貫した研究環境支援を行っています。近年は研究空間そのものをテーマとし、空気環境のモニタリングにより快適な室内環境の維持を促すセンシングユニット「KANARIA」や、消耗品の発注や在庫管理の手間を大きく削減するラボ用自動販売機「AI LAB KIOSK」などのDXソリューションも提供しています。また、2024年4月より、スタートアップのためのインキュベーションラボ「XiS(イクシーズ) WORKSITE」をつくば市にオープンしました。ウェットラボの不足やラボ立ち上げの資金不足といったスタートアップが抱える課題に向き合い、実験台などの設備があらかじめ整ったラボの提供や、私たちが培ってきた研究環境構築のノウハウとネットワークを活用したマッチング支援、運営相談やスキリングイベントの開催などを通じて、スタートアップの事業成長を支援します。これからも日本の技術革新に貢献するため、研究環境に潜むさまざまな課題や研究者のニーズに応じたソリューションを提供します。



その他

1. 2024 年度 SAT 活動報告

■主催事業

開催日	開催内容	開催場所等
4月12日(金)	2024年度第1回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
6月14日(金)	2024年度第2回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
6月19日(水)	テクノロジー・ショーケース2025第1回実行委員会	つくば国際会議場
7月8日(月)	SATフォーラム2024	つくば国際会議場
7月18日(木)	江崎玲於奈賞検討委員会	オンライン
8月20日(火)	つくば賞予備審査会	つくば国際会議場
8月23日(金)	2024年度第3回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
8月30日(金)	会誌43号発行	—
9月10日(火)	第19回研究情報交換会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
9月12日(木)	第3回サイエンス・シニアサロンin Tsukuba	つくば国際会議場
10月18日(金)	2024年度第4回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
11月7日(木)	江崎玲於奈賞・つくば賞委員会	オンライン
11月12日(火)	テクノロジー・ショーケース2025第2回実行委員会	つくば国際会議場
11月23日(土祝)	第17回つくばスタイル交流会	つくば国際会議場
12月10日(木)	第4回サイエンス・シニアサロンin Tsukuba	つくば国際会議場
12月20日(金)	2024年度第5回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
1月23日(木)	テクノロジー・ショーケース2025	つくば国際会議場
2月7日(金)	2024年度第6回総務委員会	つくば国際会議場(ハイブリッド)
2月18日(火)	第10回SATサイエンス・カフェ	つくば国際会議場
2月26日(水)	江崎玲於奈賞、つくば賞、つくば奨励賞 授賞式・受賞記念講演会	つくば国際会議場
3月11日(火)	第5回サイエンス・シニアサロンin Tsukuba	つくば国際会議場
3月21日(金)	テクノロジー・ショーケース2025第3回実行委員会	オンライン
2月28日(金)	会誌44号発行	—

■共催事業

つくば科学・技術産業イニシアティブ

4月25日(木) 第179回 ～ 3月27日(木) 第188回まで 10回開催

編集委員

- 飼取章男/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
- 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
- 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

昨年のノーベル物理学賞が AI (人工知能) の基礎研究に授与されたのには大いに驚きました。カテゴリーとして合うのかとの疑問の一方、今後予想される科学に対する大きな貢献を考えると当然とも言え、しかしこの時点での決断には感心しました。

1月に開催したテクノロジー・ショーケースでは、コロナ禍以降初めて参加者が増加に転じ、またポスター発表も大幅に増加して盛況でした。懇親会も昨年に引き続き開催でき、なごやかな議論があちこちで見られました。つくば発注目研究ポスター発表と、プレゼン賞受賞発表のリストを本会誌に掲載しており、また全ての発表のアブストラクトをホームページに掲載しておりますので、ご参照いただければ幸いです。

(渡辺記)

- 2 江崎玲於奈賞・つくば賞・つくば奨励賞
- 第21回江崎玲於奈賞
「高速原子間力顕微鏡の開発とタンパク質分子の機能動態機構解明への展開」
金沢大学ナノ生命科学研究所 特任教授 安藤敏夫
 - 第35回つくば賞
「六方晶窒化ホウ素の高純度化技術開発と2次元量子材料応用」
物質・材料研究機構 理事 谷口 尚
同機構 電子・光機能材料研究センター 特命研究員 渡邊賢司
 - 第34回つくば奨励賞（実用化研究部門）
「電子顕微鏡に技術革新をもたらす超高輝度ナノエミッターの実用化」
物質・材料研究機構 マテリアル基盤研究センター 先端解析分野電子顕微鏡グループ 主任研究員 張 皓
 - 第34回つくば奨励賞（若手研究者部門）
「概日時計の破綻による概日リズム障害発症メカニズムの解明と、その治療法の開発に資する研究」
筑波大学 医学医療系 助教 平野有沙
- 7 SATフォーラム2024「リチウムイオン電池が拓く未来社会」
2009年ノーベル物理学賞を受賞した吉野先生を迎えて
- 13 SATテクノロジー・ショーケース2025
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：「インフラ×○○?! 最先端技術が創るよりよい未来」
- 17 つくば賞その後－20 『哺乳類ミトコンドリアゲノムの生理基盤とその破綻病理に関する研究』その後
筑波大学 名誉教授 林 純一
- 19 つくば研究情報 －若手研究者の活躍－
「光プローブ群×機械学習で“味覚”の仕組みを模倣したバイオ分析」
産業技術総合研究所 健康医工学研究部門 上級主任研究員 富田峻介
- 21 賛助会員最前線
日清製粉株式会社 「穀物科学推進により健康で豊かな生活づくりに貢献する」
キッコーマン株式会社 「食の安全・安心を目指して ～微生物検査用フィルム培地Easy Plateのご紹介～」
育良精機株式会社 「社内異業種交流型開発メーカーを目指して」
オリエンタル技研工業株式会社 「スタートアップのためのインキュベーションラボ『XiS（イクシーズ）WORKSITE』」
- 23 その他 SAT活動報告他

表紙写真説明：

上左：第21回江崎玲於奈賞受賞式

上右：SATフォーラム2024講師 吉野彰先生

下左：SATテクノロジー・ショーケース2025 ポスター発表会場風景

下右：SATテクノロジー・ショーケース2024 パネル討論

SAT Science Academy of Tsukuba

つくばサイエンス・アカデミー®
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：2025年3月

発行人：江崎玲於奈

編集人：餌取章男