

Science Academy of Tsukuba

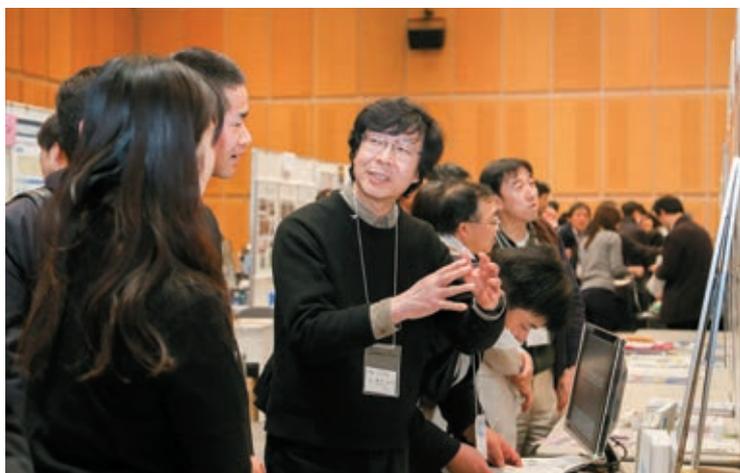
SAT

No. 33

March 2018

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

つくばの明日はSATがつくる



- 第14回江崎玲於奈賞・第28回つくば賞・第27回つくば奨励賞授賞式
- SATテクノロジー・ショーケース2018
特別講演 「ゲノム科学がつむぐ未来」
ミニシンポジウム 「つくば発—ゲノム科学がつむぐ未来」
- つくば賞その後-10 「らせん状共役系高分子の創成と開拓」
- 科学の散歩道 「アモルファスの本質と向き合った日々」
- つくば研究情報 「筑波大学と楽天による新しい店舗システムに関する
教育研究一体型産学連携」
「磁性ナノ粒子を使ったがん温熱治療：理工学の立場から」



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

第14回江崎玲於奈賞・第28回つくば賞・第27回つくば奨励賞授賞式

第14回江崎玲於奈賞・第28回つくば賞・第27回つくば奨励賞の授賞式と記念講演会が、2017年11月21日（火）午後1時30分から、つくば国際会議場にて開催されました。

会場には、大井川和彦茨城県知事、五十嵐立青つくば市長、関 正夫関彰商事株式会社代表取締役会長はじめ、多くの会員の方にご出席いただきました。

授賞式の前には受賞者の記念講演会が、授賞式後には懇親会が催されました。

今回の授賞者および研究テーマは以下の通りです。

○ 江崎玲於奈賞

国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 教授

国立研究開発法人 理化学研究所 香取量子計測研究室 主任研究員 香取 秀俊氏

「光格子時計の考案、実証および高精度化」

○ つくば賞

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点

MANA 主任研究者 寺部 一弥氏

学校法人 早稲田大学理工学術院先進理工学部応用物理学科 教授 長谷川 剛氏

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点

エグゼクティブアドバイザー 青野 正和氏

「原子スイッチの発明と実用化のための研究」

○ つくば奨励賞（実用化研究部門）

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター分析計測標準研究部門
非破壊計測研究グループ 主任研究員 津田 浩氏

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター分析計測標準研究部門
非破壊計測研究グループ 研究員 李志遠氏

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター分析計測標準研究部門
非破壊計測研究グループ 研究員 王 慶華氏

「モアレを利用したマルチスケール変位・ひずみ分布計測技術の開発」

○ 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 教授 松本 正幸氏

「2つのドーパミン神経システムとその神経回路基盤」



（関連リンク） 江崎玲於奈賞・つくば賞ホームページ <https://www.i-step.org/prize/esaki/>

第14回江崎玲於奈賞

光格子時計の考案、実証および高精度化

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 教授
理化学研究所 香取量子計測研究室 主任研究員
香取 秀俊



左より関正夫関彰商事(株)代表取締役会長、江崎玲於奈会長
香取秀俊氏、大井川和彦茨城県知事

東大の清水（富士夫）研究室に入ってレーザー冷却の卒論研究を始めた30年前、原子の光遷移を使う「光原子時計」は、レーザー冷却技術のインパクトを示す格好の未来予想図として、論文のイントロに引っ張りだこだった。1994年に学位を取って、マックス・プランク研究所のワルター先生の元にポスドクに行くことになったとき、提示された研究テーマの1つが単一イオン光時計だった。大いに心惹かれ、清水先生に相談すると「そんな研究を始めたら、数年は論文を書けないから止めておきなさい」と言われ素直に従った昔が懐かしい。実に的確なアドバイスだった。

当時の光時計研究は、標準研究所のプロだけが参加できる特殊な世界だった。セシウム原子時計のマイクロ波から出発して、特殊なレーザーを駆使して通倍を重ね中赤外のメタン安定化レーザーまでコヒーレントに周波数を繋げる。さらにこのレーザーに繋げてはじめて光時計が実現する。こんな周波数チェーンをもつ標準研は世界で片手に余るほどしかない。装置のない大学の研究者が勝手な光時計を考えても仕方の無い時代だった。この状況を一変させたのが、20世紀末のヘンシュ博士、ホール博士らによる光周波数のシンセサイザー-光周波数コム-の発明だ。このおかげで、たった1台のパルスレーザーでラジオ波から光まで任意の周波数を取り出すことができるようになった。自由に光時計を設計しても、セシウム原子時計のSI秒と繋がる時代が到来した。

もう一つ、セシウム原子時計から半世紀以上にわたって引き継ぐ、「摂動の無い自由空間で遷移周波数を測定しなさい」という、原子時計設計のルールがあった。これに忠実に従う光時計が、80年代にデーメルト博士が提案した（ポルトラップ中の単一イオンを使う）「単一イオン光時計」だった。この技術は、ワインランド博士ら世界屈指のグループが20年近くをかけて技術を蓄積していた。大学で研究を始める新参加者には、付け入る隙も無い、

勝負の決まった研究だった。

1997年、五神真先生のERATOプロジェクトに参加して、そこで始めたストロンチウム原子のレーザー冷却が首尾よく成功すると招待講演が回って来るようになった。「その冷却原子を使って、次はどうするの？」と聞かれるのは目に見えている。勝負の決まった光時計研究に参戦表明するのは、最初から白旗を揚げるようなものだった。研究の大御所たちを前に、想定外の突飛なアイデアを言うのが若者の使命と思っていた。レーザー電場を使って原子運動を凍結しドップラー効果を除去する一方で、そのレーザー波長を「魔法波長」に合わせて電場の摂動の寄与を上手く相殺する「光格子時計」の提案をしたのは2001年の原子時計の国際会議だった。

レーザー電場の2次までの摂動を相殺する、虫のいい「魔法波長」で半世紀の設計指針が覆るとは誰も想像しなかつただろう。実験をすると高次の摂動の寄与は18桁の精度を出すには十分小さかった。これは僥倖という他ない。光格子時計のアイデアに味方してくれたのは原子だった。ゲームのルールを変えたおかげで、大学の小さな研究室が伝統ある標準研に伍して戦うことが可能になった。

レーザー冷却は将来の量子計測技術として役立つと言って、20年近く研究費をもらい楽しく研究させてもらった。「さて、実際どうなんだ？」と基礎研究を満喫した付けを返すべき時が来ている。未来予想図の通りに社会で役立つ光時計を作って、セシウム原子時計が築いてきた半世紀の歴史を大きく変えてみたい。相対論的に曲がった時空間を使う新たな工学応用を発掘しよう。その先に、また基礎物理の未踏の森の探索が待っている。原子時計の仮定する「物理定数は一定」は正しいのか？相対論にほころびはないのか？次は、光格子時計が技術と科学のゲームチェンジャーになることを夢見たい。

第28回つくば賞

原子スイッチの発明と実用化のための研究

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
MANA 主任研究者 寺部 一弥

早稲田大学 理工学術院先進理工学部応用物理学科 教授
長谷川 剛

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
エグゼクティブアドバイザー 青野 正和



左より江崎玲於奈会長、寺部一弥氏、長谷川剛氏、青野正和氏、大井川和彦茨城県知事

今日の生活においてスマートフォンなどの情報通信機器は不可欠であり、その技術進歩は我が国の産業や社会の発展のために重要課題である。情報通信機器には多くの電子部品が使われており、それらの多くはトランジスタ（スイッチ素子）などの半導体デバイスである。この半導体デバイスの微細加工技術の飛躍的進歩に支えられて、情報通信機器は日進月歩の発達を見せてきた。しかし、近い将来にはその進歩が鈍化すると危惧されている。そのため、従来の半導体デバイスの限界を凌駕する機能や性能を有するデバイスも積極的に開発する必要がある。そのようなデバイスとして、我々は新原理で動作する“原子スイッチ”の開発研究を行ってきた。

従来のトランジスタでは、半導体と呼ばれる物質内を移動する電荷キャリア（電子や正孔）の数を外部電圧によって制御して、電極間の電流を大きくしたり（ON状態）、小さくしたり（OFF状態）することによってスイッチ動作させる（図1(a)参照）。一方、我々が発明した原子スイッチでは、イオン伝導体と呼ばれる物質内を移動する金属イオンを制御してスイッチ動作を行う。図1(b)に典型的な原子スイッチの構造を示す。電極間にイオン伝導体を挟んで、そのイオン伝導体と上部電極の間には極薄の隙間が形成してある。異なる極性の外部電圧の印加によって、イオン伝導体から金属イオンをこの隙間に移動させて金属原子の集団から成る架橋を形成したり、反対に架橋の金属原子をイオン伝導体内に戻して架橋を消滅させたりすることができる。この極薄の隙間での金属架橋の構築と消滅によって、電極間の電流を大きくしたり（ON状態）、小さくしたり（OFF状態）してスイッチ動作させる。

原子スイッチを発明した後、実用化を目的とした基礎研究へと発展させるために科学技術振興機構などの支援を得て、NEC(株)らとの共同研究プロジェクトを積極的に推進した。これらのプロジェクト研究により、原子スイッチの動作性能の向上、集積化技術や低消費電力技術などの進歩、AIや

IoT用の重要部品と期待されるプログラマブル集積回路（FPGA）への搭載などの実用化のための基礎技術を著しく進歩させることができた。昨年末には、NEC(株)による原子スイッチを搭載した高性能FPGAの製品発表に至った。原子スイッチを搭載した新型FPGAは、従来のトランジスタを利用したFPGAと比較すると、チップサイズを1/3、電力効率を10倍などの高性能を実現している。また、電磁ノイズや放射線（宇宙線を含む）などに対する耐久性が高く、過酷環境下での誤動作が抑えられることもわかってきており、近年には人工衛星に搭載した実証が予定されている。

原子スイッチの興味深い応用として、次世代の脳型コンピュータ用デバイスである人工シナプスへの応用が期待される。人間の脳内の神経系は、学習などの外部刺激によって樹状突起の成長やシナプスにおける化学物質の伝達性の向上が生じると考えられている。この現象は、原子スイッチにおいて、外部電圧によって原子移動が生じて金属架橋が成長することにより電流が増加する現象と似ている。我々はこの類似性に着目して人間の記憶などを模倣した機能を有する原子スイッチを実現しており、ハードウェアベースの脳型情報処理システム開発の先駆けとして注目されている。

これらの研究成果は、物質・材料研究機構の同僚やNEC(株)の研究者など多くの方々との共同研究や支援によって得られたものであり、心より感謝いたします。今後も原子スイッチ技術を更に進歩させて、未来の高度情報化社会を創り出すための科学技術や産業の発展に尽力する所存である。

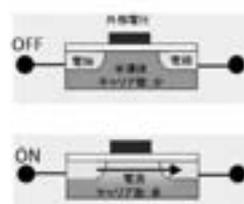


図1(a) 半導体を利用したトランジスタの動作原理

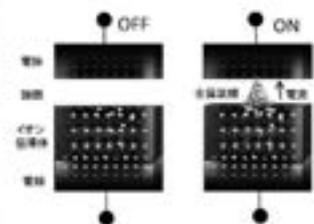


図1(b) イオン伝導体を利用した原子スイッチの動作原理

第27回つくば奨励賞 (実用化研究部門)

モアレを利用したマルチスケール変位・ひずみ分布計測技術の開発

産業技術総合研究所 計量標準総合センター
分析計測標準研究部門

総括研究主幹

津田 浩

非破壊計測研究グループ 主任研究員 李志遠

非破壊計測研究グループ 研究員 王慶華



左より江崎玲於奈会長、津田 浩氏、李志遠氏、王慶華氏、五十嵐立青つくば市長

変位・ひずみ分布計測は社会インフラから電子デバイスに至る様々なスケールの構造物の検査で必要とされています。例えば喫緊の社会課題である高度成長期に建てられた老朽化した橋梁の維持管理においては、短時間、安価にたわみを計測する検査が望まれています。従来、たわみ計測には変位計が使われていますが点計測センサーであることから分布計測には手間とコストが掛かり、新技術の開発が求められていました。一方、微小スケールではパワーデバイスに代表されるように近年、高温で動作する電子デバイスの開発が進められています。その開発には熱ひずみによる破損を防ぐため、ナノ・ミクロンサイズでの高精度な変位・ひずみ分布計測が求められています。

このような背景の中、我々は巨大構造物から電子デバイスに至るマルチスケールに渡る変位・ひずみ分布計測ニーズに応えるモアレを利用した画像計測技術の開発を進めてきました。

規則格子を重ね合わせることで生じる干渉縞であるモアレは、格子のわずかな変位・ひずみで、その模様が大きく変化します。逆に言えばモアレの模様変化を解析することで、格子の変位・ひずみ分布を高い精度で評価できます。具体的には規則格子を取り付けた測定対象のデジタルイメージを間引きと輝度補間の画像処理することで、モアレを作り出し、そのモアレの位相変化を解析することで、測定対象の変位・ひずみ分布が評価できます。巨大構造物の変形分布を計測する際は規則的模様を取り付けた構造物、または構造物が有する周期的構造を撮影したデジタルデータを画像処理することで、構造物の位置情報が含まれるモアレ縞を作成し、変形前後の画像のモアレ縞から変位分布を解析します (図1 参照)。また顕微鏡サイズの微小領域の変形解析では半導体製造技術であるナノインプリンティングなどを利用してナノ・ミクロンメートルオーダの規則格子を作成し、顕微鏡観察から得られるデジタル顕微鏡画像を用いて解析します。

開発された技術は宇宙航空研究開発機構が開発したロケット構造物の変形分布計測、つくば市の跨道橋や常磐自動車道に新設された橋梁のたわみ計測に利用されたほか、道路、鉄道分野の変位計測に適用されています。またデバイスのひずみ分布計測では画像撮影に用いる顕微鏡の走査ゆがみが計測結果に影響を及ぼさない計測法や、従来の画像計測では難しかった広視野と高感度を両立する計測法を新たに開発することで、モアレを利用した微小領域計測の実用性を大きく高めました。さらに開発技術を応用して、透過型電子顕微鏡の原子配列像から転位分布を自動的に検出する画像処理技術を開発しました。これらの微小領域計測技術は熱ひずみにより破損しにくい材料設計や、欠陥の少ないデバイスの製造工程への貢献が期待されています。

上記した研究開発からつくば奨励賞 (実用化研究部門) を賜り、研究者として非常に光栄に存じます。今後も開発技術の実用化を展開し、社会へ貢献する所存です。最後に共同研究企業、ならびに産業技術総合研究所から頂いたご協力にこの場を借りて感謝申し上げます。

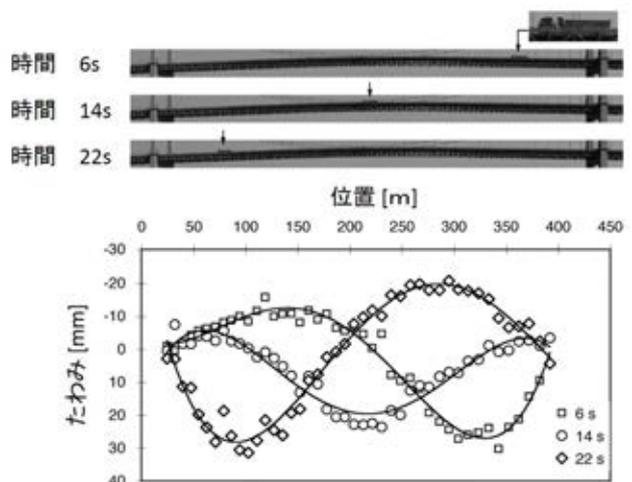


図1 若戸大橋のトラス構造を利用して大型車両が通行したときのたわみ分布を計測した例

第27回つくば奨励賞（若手研究者部門）

2つのドーパミン神経システムとその神経回路基盤

筑波大学 医学医療系 教授
松本 正幸



左より江崎玲於奈会長、松本正幸氏
五十嵐立青つくば市長

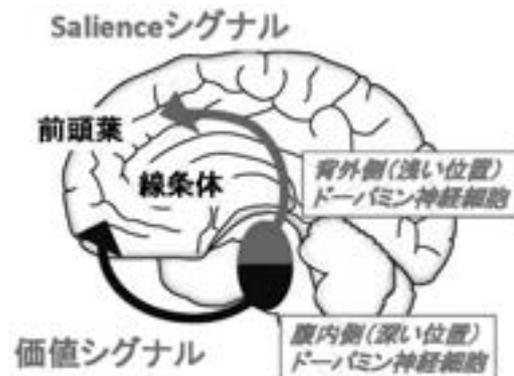
中脳に分布するドーパミン神経細胞は、動物が報酬を得たときに活動が上昇して、予測していた報酬が得られなかったときには活動が低下します。このような報酬に関するドーパミン神経細胞の活動（ドーパミン報酬シグナル）が、報酬を得るための学習や意欲の脳内プロセスに極めて重要な役割を担っていることが報告されています。ただ、臨床研究からは、ドーパミン神経細胞の変性・消失は、パーキンソン病で見られるように、運動機能障害や認知機能障害など、報酬とは直接関わりのない様々な障害を引き起こすことが報告されています。なぜ報酬シグナルを伝達するドーパミン神経細胞の異常がこのような障害を引き起こすのでしょうか？我々は、これまで報酬シグナルのみを伝達すると考えられてきたドーパミン神経細胞が、“報酬以外”のシグナルを伝達する可能性とそのメカニズムについて解析を行なってきました。

ドーパミン神経細胞が報酬以外のシグナルを伝達している可能性を探るため、サルに罰刺激を与えたり、認知課題をおこなわせたときのドーパミン神経細胞の活動を記録しました。その結果、ドーパミン神経細胞は、報酬シグナルを伝達するグループと、“salience（顕著性）”に関わるシグナルを伝達するグループに分かれることを発見しました。前者のグループは、正の価値を持つ報酬を得たときに活動を上昇させて、負の価値を持つ罰刺激が与えられたときに活動を低下させましたが、後者のグループは、罰刺激や記憶しなければならない視覚刺激など、動物の行動や認知にとって重要な刺激が呈示されると活動を上昇させました。そして、報酬シグナルと salience シグナルを伝達するドーパミン神経細胞は異なる中脳の領域に分布していました。報酬シグナルを伝達するドーパミン神経細胞は意欲や情動に関わる前頭前野腹内側部や線条体腹側部に投射する部位に分布し、salience シグナルを伝達するドーパミン神経細胞は運動機能や認知機能に関わる前頭前野背外側部や線条体

背側部に投射する部位に分布していました。これらの知見は、ドーパミン神経細胞がその分布領域によって異なる機能を有することを結論づけるものです。

さらに、ドーパミン神経細胞という1つの細胞種が、報酬と salience という2つの異なるシグナルを伝達できる神経回路基盤に関する研究を行い、外側手綱核と呼ばれる別の神経核が2つのドーパミン神経シグナルを形作る上で重要な役割を果たすことを見出しました。報酬や罰刺激をサルに与えて外側手綱核からの神経活動を記録すると、外側手綱核も報酬の“価値”に関連したシグナルを伝達していました。また、外側手綱核を電気刺激すると、この神経核から報酬シグナルを伝達するドーパミン神経細胞に強い信号入力があることが明らかになりました。以上の結果から、外側手綱核の報酬シグナルがドーパミン神経細胞に伝達され、ドーパミン報酬シグナルの起源になると考えられます。salience シグナルの起源については、少なくとも外側手綱核以外の神経核であると考えられ、その同定は今後の課題です。

我々の一連の研究成果は、ドーパミン神経シグナルの多様性とその神経回路基盤を示すもので、ドーパミン神経系の異常が引き起こす機能障害のメカニズムの理解や、診断法・治療法の開発につながるものと期待されます。



SAT テクノロジー・ショーケース 2018

2018年2月8日(木)、つくば国際会議場にて

いばらき先進技術展(茨城県主催)と同時開催

2002年にはじまり、今年で17回目を迎える研究展示会テクノロジー・ショーケースは、2018年2月8日につくば国際会議場で開催された。参加者は610名であった。

ポスター発表は121件(一般117件、つくば発注目研究4件)で、午前中に1分間のインデクシングで研究の概要が述べられ、午後からはコアタイムを分けてポスター発表が行われた。今年度も盛況で、研究者と来場者の間で質問や意見交換が活発に行われた。ポスターの出展者は、大学や研究機関の研究者のみならず企業や高校生からもあり、学研都市ならではの研究発表の場となっていた。

ポスター会場には企画展示としてつくば市の国際戦略特区プロジェクトと茨城県の科学技術振興施策として県立試験研究機関の取り組みが紹介されていた。つくば発注目研究ポスターには物材機構、産総研、農研機構からの発表があった。いばらき先進技術展コーナーには、県内の研究開発支援型企業等22社の出展があり、さらに共催機関広報展示として研究機関や企業から18件あった。また、弁理士による発明無料相談コーナーも併設されていた。

特別講演は門脇光一氏(農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究部門長)より「ゲノム科学がつぐむ未来」について行われた。ミニシンポジウムは「つくば発—ゲノム科学がつぐむ未来」をテーマとして「昆虫ゲノムとゲノム編集:昆虫科学が目指すもの」大門高明氏(京都大学大学院農学研究科教授)、「ゲノム編集技術を使って機能性トマトを作る」江面浩氏(筑波大学生命環境系教授)、「スマートセルによるものづくりを目指して」田村具博氏(産業技術総合研究所生命工学領域生物プロセス研究部門長)、「健康維持・増進に係る食品とは」山本(前田)万理氏(農研機構食品研究部門食品健康機能研究領域長)の4件の講演ののち、中島信彦氏(農業・食品産業技術総合研究機構

生物機能利用研究部門昆虫制御研究領域長)がコーディネーターとなり特別講演者とシンポジウム講演者によるパネルディスカッションが行われた。

主催:つくばサイエンス・アカデミー((一財)茨城県科学技術振興財団)

SAT テクノロジー・ショーケース 2018
実行委員会

実行委員会協力機関:農業・食品産業技術総合研究機構

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、宇宙航空研究開発機構、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、気象研究所、土木研究所、建築研究所、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)、日本エクシード(株)、日本電気(株)、理想科学工業(株)、日本弁理士会関東支部、つくば国際会議場

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)茨城県中小企業振興公社、(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)つくばグローバルイノベーション推進機構、(一社)茨城研究開発型企業交流協会、(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)茨城県経営者協会、(一社)研究産業・産業技術振興協会、(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

江崎玲於奈会長の開会式の言葉(要約) 「今回で17回目、ポスター発表121件」 「優れた研究成果は終わりではなく、ものごとの始まり」

本日はお忙しいところ、多数ご参加いただき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つくばサイエンスアカデミーの重要なイベントの1つです。2002年に第1回を開催して以来、今回は17回になります。

つくばには約2万人の研究者がいます。つくばはある意味ではユニークな都市です。

研究者は日本には約85万人います。内訳は民間58%、大学37%、公的機関5%です。日本全体の研究者の2%がつくばにいます。公的機関の研究者は全国に約4万人いますが、そのうちの30~40%がつくばにいます。

私自身は企業の研究者でした。企業の研究は経営に影響されます。大学は研究と同時に、学生を教育するという重要な役割があります。公的機関は何にも囚われずに自由に研究できるはずですので、研究するには素晴らしい環境です。

研究で必要なことは、私たちが見出したシーズを活用することです。

今回も企業の研究者にも参加していただきました。

シーズをニーズに結びつける役割が、ショーケースの目的の1つです。

ショーケースには、貴重なものを並べるという意味があります。本日は貴重な研究成果をみなさんに見てもらおうチャンスです。

良い研究成果が生まれたということは、終わりではなく、ものごとの始まりです。成果をみなさ



んに知っていただいて、みなさんに評価していただくことは非常に重要なことです。

今回は一般ポスター117件、研究機関を代表する注目ポスター4件で、合計121件です。1分間の持ち時間で講演していただきます。そして皆様の評価をいただきます。

午後には特別講演がございいます。農研機構・生物機能利用研究部門長の門脇光一さんが「ゲノム科学がつむぐ未来」というタイトルで話されます。農業をゲノムで捉える話です。最近、ゲノミックスは医学、薬学、生物学などで重要な役割を演じています。医学では、がんを克服できるのはゲノミックスではないかと、期待されています。

最後になりましたが、今回ご協力いただいた国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の皆様と実行委員の皆様にお礼を申し上げます。

(文責/編集委員 角田方衛)

特別講演

ゲノム科学がつむぐ未来

農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門長 門脇 光一

ゲノムとは

ゲノムとは生物の遺伝情報の総体を呼び、いわば「生命の設計図」といえる。歴史的に振り返ると、1900年にメンデルの法則が再発見され、交雑による近代的な作物育種が行われてきた。1980年代の後半から育種にゲノム情報を利用する研究が行われている。前世紀末から今世紀初頭に行われたイネのゲノム解読プロジェクトでは、日本が国際的なコンソーシアムの議長として取り組んだ。ヒトゲノム解読への日本の貢献度は6%であったのに対して、イネゲノムでは日本の貢献度は55%であった。その後も、農研機構は国際的なコンソーシア

ムに参加して、カイコ、ブタ、オオムギなど様々なゲノム解読作業に関与してきた。ゲノム情報を解読するまでは国際的に協力して行われるが、解



読した設計図がどのように生物の形や機能を作り出しているのかを読み解く部分は激しい国際競争になっている。

ゲノム科学の農業や食へのこれまでの利用

農産物のゲノム研究に関するトピックスを紹介する。まずイネゲノム解読プロジェクトの成果として、病気に強いとか味の良さとかを決める遺伝子がどこにあるかが明らかになっている。イネは12対の染色体から構成されるが、どの染色体のどの位置に目的とする遺伝子があるかを、その近傍にあるDNAマーカーを指標に選抜を続けることで、育種目的に応じた遺伝子だけを比較的早くに導入することが可能になった。また、国民の3割もの患者がいるといわれる花粉症対策として、アレルギー反応を低減させるスギ花粉米の開発も行っており、現在、大学病院2機関と連携してヒトに対する臨床研究を進めている。

イネ以外の穀物、果樹、野菜、花などに対しても、ゲノム情報を活用した新品種開発が行われている。近年では大量のデータを解析することでゲノミックセレクション等の新たなゲノム情報を使った育種法も開発されている。家畜でも、ブタのゲノム情報を活用した品種育成を行っている。また、遺伝子組換えカイコを作る技術を開発し、診断薬や蛍光シルクなどの開発を行っている。

ゲノム科学の農業や食へのこれからの展開

これまでは交雑で目的とする遺伝子を効率的に選抜すること、あるいは目的とする遺伝子を加えることで農作物を改良してきた。新しい技術ではゲノムそのものを編集することが可能になった。このゲノム編集技術は「はさみ」となる酵素を利用して、ゲノム上の目的とする箇所の配列の一部を除外して機能をなくしたり、別の配列に置き換える技術である。この技術は精密に突然変異を起こさせる技術であり、これによって農林水産物の特定の形や性質を設計通りに変えることが可能になる。このゲノム編集技術を活用して、現在、収量が飛躍的に多いイネ、甘くて長持ちするトマト、

切っても涙の出ないタマネギなどの開発が進められている。

ゲノムを解読する速度は20年間で100万倍になり、解読にかかるコストは10年間で10万分の一に低減した。今世紀の初頭は国家プロジェクトで進められていたゲノム解読は、今や学生実験で行えるレベルになっている。これに加えて、AIやディープラーニングなどの情報解析技術の革新的な進歩により、今まで蓄積してきた膨大なビッグデータを解析することが可能になりつつある。この結果、これまでわからなかった高度な生物機能が理解できるようになり、生物機能の高度な利用につながるものと期待されている。

これらの技術開発により、ゲノム科学は収量の増加や高付加価値農産物の開発といった農業と食の分野だけでなく、新素材開発といった工業の分野、炭素循環社会の構築や低農薬で栽培できる農作物実現といった環境の分野、健康増進や疾病予防といった健康の分野、そして、新しい産業や雇用の創出といった経済の分野といった多様な社会貢献が期待される。

講演後、江崎会長の司会で質疑応答が行われた。参加者からは、ゲノム編集が育種研究の主なツールになるのか、スギ花粉米の社会実装に向けての方策と食べ過ぎても問題はないか、ゲノム編集や遺伝子組換え技術の社会受容に関する見解はどうか、木材に対するゲノム研究の現状はどうかなどの質問が出た。講演者からは、ゲノム編集は画期的な技術であるので、様々な育種研究のおもなツールの一つになるであろう、スギ花粉米については研究側はエビデンスを積み上げることを重視している、臨床研究では過剰摂取しても問題はないことが報告されている、現代の食生活は農作物は品種改良の歴史の上に成り立っており、消費者のメリットにつながる品種改良が重要だと考えて研究を進めている、また直近の林産物に関するゲノム研究の詳細については森林研究・整備機構の研究者に確認して欲しい、という回答があった。

(文責/編集委員 迫田登稔)

ミニシンポジウム

つくば発—ゲノム科学がつむぐ未来

まず司会進行役の中島信彦氏（農研機構 生物機能利用研究部門 昆虫制御研究領域長）より本ミニシンポジウムの趣旨が説明された。現在、ヒトのゲノム解読が完了し、ゲノム情報を活用したがん治療が話題になっているが、本シンポジウムでは、ヒトではなく、昆虫、微生物、植物を対象とする。ヒトとの違いは、これらの生物をゲノム科学の技術でわれわれに役立つように改変できる

ことである。ここでは、昆虫、微生物、トマト、お茶とゲノム科学との関係について、つくばで研究活動を行ってきた4氏にご講演いただいた。

①「昆虫ゲノムとゲノム編集：昆虫科学が目指すもの」

京都大学大学院農学研究科教授 大門高明氏
昆虫の最も大きな特徴は多様性で、昆虫は生物

の種数の半分を占め、多様な環境に進出している。その要因となったのは、羽根の獲得と幼虫からさなぎを経て成虫になる変態である。

ここでは、カイコの脱皮や変態の内分泌制御を例にして、ゲノム科学が昆虫科学に与えたインパクトについて述べる。通常のカイコは4回脱皮して5齢幼虫になってさなぎに変態するが、2回しか脱皮せずにさなぎになる突然変異体が知られている。ところが、この突然変異体では、幼若ホルモンがなくても2齢までは幼虫のまま、変態することができない。そこで、ゲノム編集技術を用いて通常のカイコの幼若ホルモン遺伝子を人為的に破壊したところ、3齢以前は変態しないことが分かった。すなわち、さなぎ変態が起こるのは、必ず3齢幼虫になってからといえる。また、幼若ホルモンの受容体遺伝子を破壊したものは、3齢で死んだ。よって、通常のカイコが4回脱皮して5齢幼虫になることが、幼若ホルモンや脱皮ホルモンだけでは説明できないことがゲノム編集の実験から明らかになった。

昆虫科学が未来に与えるインパクトとして、短期的には昆虫の成長制御剤の開発、中長期的には昆虫のゲノムや形質をデザインする技術の開発につながる。

② 「ゲノム編集技術を使って機能性トマトを作る」

筑波大学 生命環境系教授 江面浩氏

現在、ゲノム編集技術はバイオの様々な分野で用いられており、本講演ではその事例として機能性トマトを紹介する。トマトに限らず野菜は人によって好みが多様で、しかも飽きがこないよう、新しい品種を迅速に開発する必要がある。従来は、自然の突然変異、化学、物理的な処理によって変異体を作成し、日持ちがよくなるトマトなど有用な品種を選び出していた。ゲノム編集技術は、迅速な品種改良の速度が要求される作物の開発にとって非常に相性がよく、従来の約半分の期間で開発できるようになるのである。ゲノム編集技術による作物の育種では、1回の操作で精緻に変異を導入できるので、労力が大幅に低減され、社会実装という点でも期待できる。

ゲノム編集で作った機能性トマトの事例として、GABA（ギャバ、アミノ酸の一種）を含むトマトを紹介する。GABAには血圧の上昇を抑制する効果があるほか、ストレスを緩和する効果もあるといわれている。GABAの蓄積に関与している酵素の活性中心は「フタ」で覆われていて、ふだんは活性を示さない。ところが、細胞がストレスを受けると、「フタ」が開いて活性中心が露出し、GABAを合成するようになる。われわれはゲノム編集技術を用いて遺伝子を改変し、この「フタ」を外した。その結果、野生型の約15倍ものGABAをもつ健康機能が期待できるトマトが得られた。

③ 「スマートセルによるものづくりを目指して」

産業技術総合研究所 生命工学領域 生物プロセス研究部門長 田村具博氏

われわれは、生物生産部門の中核として、基礎から応用まで幅広く研究を行っている。ゲノム情報を活用した新たな物質生産や作物に関する最近のトピックスに言及した後、スマートセル（生物の潜在能力を最大限引き出した細胞や微生物）について紹介があった。

スマートセルの背景技術として、ゲノム情報解読技術、情報解析技術（IT、人工知能）、ゲノム編集技術が挙げられる。欧米が先行してこれらの技術を駆使し、分子育種や菌の改良を行った結果、開発期間を5～10年短縮することに成功している。わが国も微生物による物質生産の効率化に取り組むため、スマートセルを開発する必要がある。

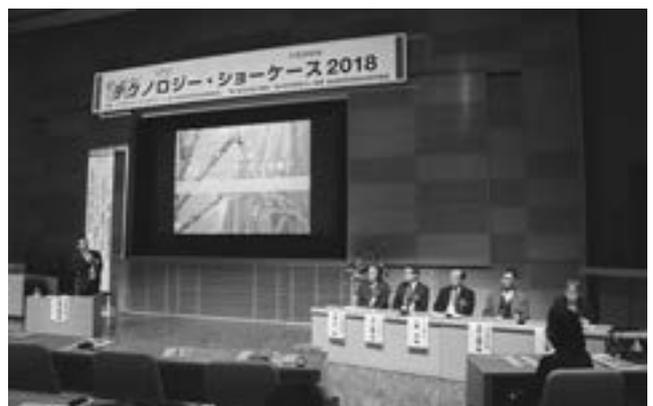
スマートセルの開発は三段階からなる。最初の段階は、ゲノムをはじめとする一次情報と細胞評価技術の構築、第二段階は、スマートセルと情報処理システムの構築、第三段階は、有効性検証、と情報処理である。このような開発手法により、通常3～4年かかるところをわずか3～4か月で実用レベルの微生物を開発することに成功している。さらに、われわれの技術を社会還元するために、スマートセルの開発で得られた情報を公共データベース化することを最終目標としている。

④ 「健康維持・増進に関係する食品とは」

農研機構 食品研究部門 食品健康機能研究領域長 山本（前田）万理氏

本講演では、健康になれる食品の開発事例を紹介する。従来の育種で機能性成分を大量に含む作物が全国で作られている。これらの作物の中で、動物、細胞でエビデンスのある作物を選び出し、これについてヒトで介入研究を行った。たとえば、抗アレルギー作用をもつメチル化カテキンを含む緑茶を3か月飲用したところ、鼻や目の症状に有意な改善が認められた。

お茶とオレイン酸を組み合わせるとより効果が高くなることが分かった。作用メカニズムの解明に遺伝子解析技術を用いたところ、脂肪



酸とリン脂質の相互作用解析によることが明らかとなった。また、大麦やケルセチン含有タマネギなど機能性食品を複数含む弁当（一食あたり5,500円）を3か月間食べると内臓脂肪が有意に下がることが分かった。興味深いことに、抗アレルギー作用をもつ機能性のメチル化カテキンを含むお茶には、抗アレルギー作用だけでなく、血糖値を下げる作用があることも分かった。

機能性食品の課題として、機能性成分のばらつきや被験者をどのように選ぶかが挙げられる。今後、機能性食品が健康状態にどれだけ貢献できる

か考えていきたい。

講演後、本ミニシンポジウムの講演者4氏と、特別講演の門脇 光一氏をパネリストに迎えて、総合討論が行われた。「サナギ化を促進する液性因子は、他の生物でも同様か」、「作物の代謝回路を解析によって、生産量はどれくらいまで向上可能か」といった質問が寄せられた。また、遺伝子組換え技術を用いたエネルギー生産に関わるコストの問題や機能性食品の日本人に対するデータ収集の必要性についても活発な議論が交わされた。

(文責／編集委員 川添直輝)

SAT テクノロジー・ショーケース 会場めぐり

ポスター発表会場では、117件の一般ポスター発表、4件のつくば発注目研究ポスター発表が行われ、同時に18機関による共催機関広報展示、つくば市と茨城県による企画展示、弁理士による発明無料相談などがありました。

このショーケースの目的は、2万人もの研究者が活動しているつくばにおいて、研究者・技術者・企業関係者が、最新の研究成果やアイデアを交換し合う場を提供することです。発表者の専門分野は、物質・材料、ナノテクノロジー、環境、資源・エネルギー、農林水産、食品、生命科学、医療・福祉・介護、地球・宇宙、防災、土木・建築、情報通信技術、機械・エンジニアリング、学際・業際領域、基礎科学、研究支援ベンチャー、物理、化学、生物といった多岐に渡る分野です。発表者も多彩な顔ぶれで構成されており、高校生の発表が5件、大学院生の発表が43件、若手研究者の発表が34件、中堅以上の研究者の発表が39件でした。

ポスター発表者は、午前中のセッション「ポスター発表インデクシング」では持ち時間“1分間”で自身の研究内容を発表しました。幅広い分野の参加者に短い時間で研究内容を伝達する必要があるため、どの研究者もコンパクトに要点をまとめていました。例えば、総合得点賞に輝いた農研機構の笠嶋めぐみ氏の発表は大変わかりやすいものだったと思います。午後のポスターのコアタイムでは、例年通りに賑やかになりました。どれも興味深い研究内容で、これほど多岐に渡った研究成果が同時に発表される舞台は、SAT テクノロジー

ショーケースならではのものでしょう。

参加者全員に一般ポスター（つくば発注目研究ポスターは除く）プレゼンテーション賞審査投票用紙が配布され、投票によって各ポスター賞が選出されました。最後の表彰式では、江崎玲於奈会長から賞状が授与されました。各部門の受賞者は以下の通りです。なお、ベスト異分野交流賞に輝いた筑波大学大学院の井上裕三氏は3年連続の受賞となりました。みなさま、おめでとうございます。

【総合得点賞】

- 笠嶋 めぐみ（農研機構）「遺伝子組換え技術を用いたカイコの性転換 オス化カイコを作る」

【ベスト産業実用化賞】

- 野田 尚信（農研機構）「青いキクを創り出す技術の確立」
- 平尾 雄二（農研機構）「体外培養によるマウス卵子の大量生産」

【ベスト新分野開拓賞】

- 嶋本 康広（産業技術総合研究所）「未活用生物資源の触媒変換による機能性物質の合成」
- 川田 友紀（産業技術総合研究所）「動きを生みだすゲル-液晶の刺激応答性を利用した材料開発」

【ベスト・アイデア賞】

- 横山 貴也（筑波大学大学院）「超音波ノズルを用いた水噴流による新しい洗浄技術の開発」
- 玉置 雅紀（国立環境研究所）「DNA にできた傷跡を目で見る その原理と応用について」



【ベスト異分野交流賞】

- 井上 裕三（筑波大学大学院）「ベンチュリ管式マイクロバブル生成装置を用いた濁水処理」
- 桐生 智明（産業技術総合研究所）「加齢に伴う竹材の構成要素の変化とその利用の可能性」

【若手特別賞】

- 藤澤 秀次（森林総合研究所）「セルロースナノ

ファイバーで包んだマイクロビーズ」

【学生奨励賞】

- 大学院生・大学生の部：上野 朝稔（筑波大学大学院）「裸眼立体視に対応したHepaticCockpit」
- 高校生部の部：市川 尚人（茨城県立並木中等教育学校）「LEDライトの光が蚕に与える影響」
（文責／編集委員 五藤 大輔）

SATテクノロジー・ショーケース2018を顧みて

実行委員長 丸山 清明（SAT 運営会議委員 総務委員長）

今回のSATテクノロジー・ショーケースは去る2月8日（木）に、つくば国際会議場で開催されました。今回は、農研機構に協力機関になっていただき、昨年5月より準備を進めてきました。副実行委員長には塩谷和正理事に務めていただきました。ポスター発表は同時開催された「いばらき先進技術展」と同じ部屋で行いました。そのためか、今年は610名の参加をいただき部屋は賑わいました。

特別講演は農研機構の門脇光一生物機能利用研究部門長にお願いしました。演題は「ゲノム科学がつむぐ未来」でした。ゲノム研究はゲノム編集技術の登場で新しいステージに入りました。イネゲノム研究をリードしてきた農研機構を初めとする最新の研究成果を分かりやすく俯瞰し、今後の展望を語っていただきました。ミニシンポジウムでは、京都大学の大門高明教授の「昆虫ゲノムとゲノム編集：昆虫科学が目指すもの」、筑波大学江面浩教授の「ゲノム編集技術を使って機能性トマトを作る」、産総研生物プロセス研究部門長の田村具博氏の「スマートセルによるものづくりを目指して」、農研機構食品健康機能研究領域長の山本（前田）万理氏の「健康維持・増進に関する食品とは」と題してお話をいただきました。いずれも急速に進歩しているゲノム科学を基盤として新たな技術を創りあげる業績と将来へのビジョンの紹介でした。

今回のプレゼンテーションのエントリー件数は121件でした。プレゼンテーションは自分たちのポスターに聴衆を誘うことが最大の目的ですが、自分たちの研究成果の紹介に留まっている例が多数ありました。研究が成熟している場合は1分間できちんと理解してもらえらると思いますが、途上の研究成果を1分間で説明するのはなかなか困難ですので、どうしても中途半端になってしまいます。学生や大学院生にこのようなプレゼンテーションが目立ちました。そのうえ、このようなプレゼンテーションの場

合は、スライドの字数が多く、細かくて後部席の方々には読めなかったとおもいます。

私は、10年以上、この1分間プレゼンテーションを聞いています。物質材料から生命分野、あるいは情報科学まで、多方面にわたる研究成果を3時間集中して聴くのは疲れます。しかし短時間で幅広い分野の最新の研究動向を知ることが出来るので、とても得した気分になります。

プレゼンテーションの良否に参加者が投票して賞を競い合います。私の場合はレジメの右肩にA、B、Cを書き込み、特に印象に残ったプレゼンテーションはA○、A◎とします。最も得票数が多かった「総合得点賞」に輝いたのは農研機構の笠嶋めぐみ氏の「遺伝子組み換え技術を用いたカイコの性転換、オスカイコを作る」でした。オスは繊維が細く均質で、しかも同量のエサでもメスよりも20%生糸の生産量が多いことを初めて知りました。そして、オスだけが生き残る技術を作りました。メリハリとウィットに富んだ語りかけで、多くの人から票を得ました。私もA◎を付けましたので投票しました。このほか、高校生部の部の茨城県立並木中等教育学校の市川尚人君はじめ11名の方が表彰され、江崎玲於奈会長から表彰状が授与されました。おめでとうございます。

最後になりましたが、実行委員の方々、事務局、そして、協力機関の農研機構に感謝申し上げます。また、共催並びに講演していただいた多くの機関・団体に感謝申し上げます。



「らせん状共役系高分子の創成と開拓」

立命館大学 総合科学技術研究機構 教授 赤木 和夫

平成13年(2001年)に、標記の研究成果により第13回つくば賞を受賞させていただきました。このたび、「つくば賞その後」について執筆の機会をいただきましたので、当該研究に関する今日までの個人的研究の進展につきましてご紹介させていただきます。

1. 研究背景

今から約30年前、当時、有機物でありながら導電性を有する代表的な共役ポリマーであるポリアセチレンに、配向性や延伸性を付与することは、高い電気伝導度を達成する上で喫緊の課題でありました。そこで、トルエンなどの等方性溶媒に代わって液晶を溶媒として、外部磁場により液晶を巨視的に配向させた異方性反応場を構築することで、重合時に直接的に配向したポリアセチレンを合成する手法を開発しました。これにより、初めて 10^4 S/cmを超える高導電性と電氣的異方性を達成することができました。

一般に、共役ポリマーは sp^2 混成軌道の炭素からなる繰り返し単位が一次的に連なった系であり、高導電性にとって共平面性を高めることは当然のことと考えられていました。そのため、共平面性が低下した捻れたポリマーを合成することは全く想定されていませんでした。しかし、 sp^2 混成軌道を壊さない範囲で捻れた構造を付与できれば、従来にない電磁氣的性質や光学的性質が発現すると考え、らせん状共役ポリマーを合成することを着想しました。合成に際しては、配向ポリアセチレンの合成時に使用したネマチック液晶に新たにキラル化合物を添加して、キラルネマチック液晶(N*LC)を調製し、これを不斉反応場としてアセチレンの重合を行いました。

2. キラル液晶場での重合法の確立と進展

合成したヘリカルポリアセチレンは、繰り返し単位間の二面角が極めて小さいながらも一方向に捻れたポリエチレン鎖と、そのポリエチレン鎖が自己集合したフィブリルの束が渦を巻いたようなスパイラル形態を有していました(図1)。一次構造のポリエチレン鎖から高次構造のフィブリル形態に至るまで、超階層的ヘリカル構造のポリマーは共役系のみならず非共役系ポリマーにおいても他に例はなく、本重合法は新しい不斉重合の道を拓くものでした。興味深いことに、N*LCとヘリカルポリアセチレンのらせん軸は互いに直交しており、かつ両者のらせんの巻き方向は互いに逆向きという結果でした。重合メカニズムを考察したところ、キラル液晶場のキラリティがポリマーへ転写する様子は、直角に噛み合った歯車どうしが、互いに逆回転しながら回転トルクを受け渡す「ベベルギア」に酷似しており、キラル液晶場でのらせん形成機構を明らかにするとともに特徴づけ

ることができました。

3. らせんの強度と巻き方向の制御

次に、温度や光などの外部刺激によりキラル反転するキラル液晶を創成して、これを動的な不斉反応場として用いることで、ヘリカル共役ポリマーのらせん構造やスパイラル形態の巻き方向を自在に制御できるようになりました。また、ヘリカル芳香族共役ポリマーが発する円偏光発光の左右の巻き方向を制御することも可能となりました。さらに、キラル液晶場のねじれを極限的に高めると、ポリマーのフィブリルが集合してバンドル(束)を形成するだけの空間が確保できなくなり、いわゆるバンドルフリーの捻れたフィブリルの形で得られることが明らかになりました。これにより、キラル液晶場のねじれの度合いにより、らせん状ポリマーの高次構造をも制御できることがわかりました。同時に、フィブリルの束を人工的にフィブリル一本毎に分離する必要もなく、重合直後にフィブリル一本の物性評価に供する試料作りが可能となりました。

4. キラル液晶場での重合展開

N*LCを溶媒とするキラル液晶場は、ヘリカルポリアセチレンを合成する気液界面化学重合のみならず、クロスカップリング重合、電気化学重合、さらには界面縮重合にも適用でき、芳香族共役コポリマー型ポリチオフェン類、ローバンドギャップ型芳香族共役ポリマーのポリ(エチレンジオキシチオフェン)、非共役の汎用ポリマーである脂肪族および芳香族ナイロン類などにヘリカル積層構造を付与することが可能となりました。今日、ヘリカル積層構造を有する芳香族共役ポリマーは、円偏光発光性を示すため、低エネルギー消費型の表示デバイス材料や光暗号通信などの次世代光情報分野への応用が期待されています。

5. らせん状共役ポリマーを前駆体とするヘリカルグラファイトの創成

ヘリカルポリアセチレンで代表されるらせん状共役ポリマーは、左右の巻きが制御された特徴的なスパイラル形態を有しており、その形態やヘリシテを保持したまま炭素化ができれば、スパイラル形態と導電性に基づく特異な電磁氣的性質をもつ炭素化物が得られると期待されます。しかし、ポリアセチレンの空気安定性や熱安定性は低く、約450℃で熱分解し、共役鎖は切断されて高次構造は崩れ、800℃では無定形の炭素化物が30%以下の収率で得られるだけです。

そこで、ヨウ素ドーブしたヘリカルポリアセチレンフィルムを前駆体として炭素化することを試みました。すると、800℃に加熱処理しても、フィルムの形状が残るばかりか、スパイラル形態も完全に保持されており、また炭素化収率も70-80%

と、未ドーピングの試料と比べてみても、非常に高い値が得られました。さらに、2600 °C の高温で加熱しても、フィルム形状もスパイラル形態も保持されていました (図1)。X線回折、ラマンスペクトル測定および透過電子顕微鏡の観察により、高温加熱により、ねじれたりボン状のヘリカルグラファイトが生成しており、このグラファイトは約30層のグラフェンが積層した構造であることが明らかになりました。従来、ヨウ素ドーピングは、共役ポリマーの電気伝導度を飛躍的に向上させる手法として知られていますが、「形態保持炭素化法」と名付けられた本手法により、ドーピング処理は共役ポリマーの炭素化やグラファイト化において、前駆体の形態を保持する役割を担うことがわかり、化学ドーピングの新たな側面を見出すことができました。また、電気化学的に酸化ドーピングしたヘリカルポリ(エチレンジオキシチオフェン)を炭素化前駆体として用いることでも、らせん状炭素化合物やグラファイトを得ることが可能となりました。

以上、キラル液晶場で合成したヘリカルポリアセチレンを出発点として、らせん構造やヘリカル積層構造、さらにスパイラル形態を有する種々のヘリカル共役ポリマーを創成しその高次

構造の制御を実施しました。さらに、外部刺激応答性を有するキラル液晶場での不斉重合へと展開することで、ヘリカル共役ポリマーの電子・光機能を動的に制御することも可能となりました。これらの研究を通じて、液晶と共役ポリマーが融合した新しい学際領域が創出され、物質科学の発展にいささかでも貢献できたのではないかと考えております。

参考文献

- 1) K. Akagi: Helical Polyacetylene - Asymmetric Polymerization in a Chiral Liquid Crystal Field, Chem. Rev., 109, 5354-5401 (2009) .
- 2) K. Akagi: Polyacetylenes, in Conjugated Polymers: A Practical Guide To Synthesis, Ed. by K. Muellen et al., RSC Polym. Chem. Series, Chap. 2, 12-36 (2014) .
- 3) B. A. San Jose and K. Akagi: Self-Assembled Liquid Crystalline Conjugated Polymers: Synthesis, Development, and Their Advanced Electro-Optical Properties, in Nanoscience with Liquid Crystals: From Self-Organized Nanostructures to Applications, Ed. by, Q. Li, Springer, Chap. 9, 319-353 (2014) .

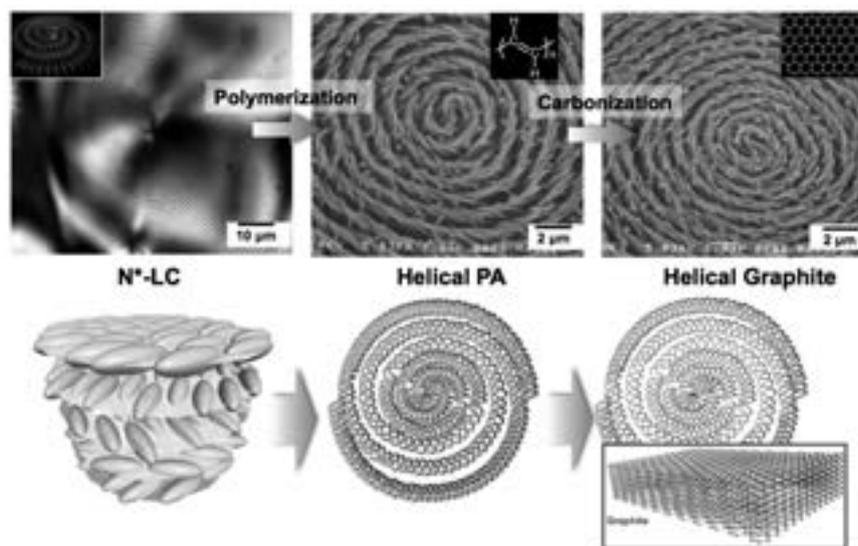


図1 キラルネマチック液晶 (N*-LC) 下で合成したヘリカルポリアセチレン (Helical PA)、およびヨウ素ドーピングした Helical PA を前駆体とする炭素化により調製したヘリカルグラファイト (Helical Graphite)

著者略歴

赤木 和夫 (あかぎ かずお)

- 1980年 京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了
- 1982年 福井大学工学部繊維機能性材料研究施設助手
- 1984年 筑波大学物質工学系講師
- 1991年 同大学・物質工学系助教授
- 1998年 同大学・物質工学系教授
- 2003年 同大学・学際物質科学研究センター長
- 2004年 同大学大学院・数理物質科学研究科物性分子工学専攻教授
同大学院・学際物質科学研究センター長
- 2006年 京都大学大学院工学研究科高分子化学専攻教授
- 2015年 同大学・福井謙一記念研究センター長
- 2017年 立命館大学・総合科学技術研究機構教授



科学の散歩道

「アモルファスの本質と向き合った日々」

産業技術総合研究所 名誉リサーチャー 田中 一宜

はじめに

科学と技術の周辺で仕事をするようになってから50年以上になるだろうか。駆け出しの研究者として課題をこなしていた企業研究所時代（20代）、アモルファス半導体に出会い基礎研究に没頭した田無の電総研時代（30代）、そしてつくば移転後は、大学の本格参入を実現すべく二つのNEDO産官学連携プロジェクトに関わった（40代、50代）。その後、新生の産総研およびJSTにおいて独法のマネジメントや科学技術政策に身を置く機会があったが、研究現場からは遠かった（60代、70代）。振り返ってみて、生活時間の100%を研究に投じたのは30代の10年間である。珠玉のような日々であった。この期間がなければ、私は後年、独り立ちできなかつただろう。

研究テーマは自分で決める／会社を辞職

松下電器東京研究所時代、X線イメージコンバータの研究過程でアモルファス半導体に出会った。1967年頃である。同僚と調査するうちに強い興味が湧き、次期テーマとして小池勇二郎所長にかけあった。一旦は認められたものの本社の方針変更で難しくなり、辞職を決心。紆余曲折の末、1969年5月、当時田無にあった電気試験所（電総研）の菊池誠さんの研究室に転がり込んだ。その背景にあったのは、1968年の11月、Physical Review Lettersに掲載されたS.R.Ovshinskyのセンセーショナルな論文である。新材料の多元系カルコゲナイドガラスを使ってトランジスタを凌ぐ電氣的スイッチ・メモリ素子を作製したと発表、しかも論文の著者は無名の研究者であった。これを取り上げたのが、エレクトロニクスの黎明期にトランジスタと苦闘した経験のある菊池さんだったのである。

研究事始め／アモルファス半導体

菊池特別研究室は、直ちに、カルコゲナイドガラスのスイッチ・メモリ現象のメカニズム解明にとりかかり、御大を先頭に飯島茂、杉道夫、筆者が、寝食を忘れるほど「なぞ解き」に熱中した。ガラスは典型的なアモルファス固体であるが、全くのランダム構造というのではなく、短距離秩序はほぼ保たれていて、これが結晶類似のバンドギャップ（光学ギャップ）を与える。しかしながら長

距離秩序が存在せず、構造表現の方法を持たない。理科学年表には載らない融通無碍の物質であり、それゆえ作り方を規格化することが重要であった。「一日一善」と称して、筆者は、組成の異なる数百の三元系（As-Te-Ge）試料の作製・切断・研磨を、毎日一組成について実施。杉道夫さんと筆者が、手分けして実験を積み重ね、現象の機構解明に挑んだ。二年弱で、ほぼ全容を読み切った。スイッチ現象、メモリ現象など結果は十数編の学術論文に結実したものの、シリコン素子技術を置換し得る条件は満たしていなかった。1971年初頭、グループは解散する。菊池さんはその後、ソニー中央研究所所長に就任した。

アモルファスの本質にこだわる／光黒化にヒント

その頃、筆者は、アモルファス固体の本質とは何か、について強くこだわるようになっていた。それがなければ学術的な価値は薄い。他人の追試はもうご免だ。理論については不規則系に関するN.F. MottやM.H. Cohenらの論文を熟読、実験については構造や光誘起現象の文献を徹底的に渉猟した。その結果、古くから知られている光黒化現象の背景にこそ本質が隠されているのではないかと疑念を抱いた。筆者の直感は一貫して単純である。光に当てると着色する現象はイオン結晶などに見られるが、それらは空孔や不純物など構造欠陥に起因していて、ある特定の吸収帯出現によるものである。一方、カルコゲナイド系アモルファス薄膜に観察される光黒化は、光によって光吸収端（光学ギャップ）が低エネルギー側にシフトして傾斜は緩くなり、昇温によって回復する現象であった。「バンドギャップのシフトは構造欠陥ではなく、骨格構造自身の変化に相違ない、構造の準安定性・不安定性こそ本質だ。」この推論は、米国中心の当時の定説と真正面からぶつかっていた。単独でAs-S系の実験を続け、1972年の夏ごろ、ようやくある作業仮説を得る。また、そのころから材料部の荒井和雄さんと連日議論するようになった。まもなく、液体窒素へのジャブ付け実験により仮説が定性的に証明された。そのときの興奮は今も記憶に鮮やかである。

光構造変化の発見／ライバルたちとの議論をバネに

欧米のライバルたちと直接会って議論したくなった。

しかし、当時、30代前半の研究者が官費で海外出張することはほとんど不可能。私費出張しか方法はない。1ドル360円の時代、月給3か月分が必要である。妻と相談のうえ、1973年9月、Garmisch-Partenkirchen（独）での第5回アモルファス・液体半導体国際会議への出席を決めた。論文は採択され、会議においてゼロックス社のJ.S. Berkes、ECD社のJ.P. deNeufvilleらと、連日、議論を重ねた。快適な気候やワインとともに、充実した終生忘れ得ぬ一週間であった。しかしながら、米国の二人は、光黒化を構造変化と考える筆者の基本モデルにはあくまでも否定的だったのである。構造変化の直接証拠がぜひとも必要であった。翌年、半年以上をかけて、化学量論組成 As_2S_3 ガラス薄膜について、光照射前後に生じるX線散漫散乱スペクトルの僅かな振幅減少を長時間の積算測定により再現性良く検知することに成功した。光によって構造ランダム性（エントロピー）が増したと解釈され、光吸収端スペクトルの傾斜が緩くなることと対応していた。これらは昇温によって可逆的に復帰した。光構造変化の直接的証明として、また、アモルファス固有の物性として1975年3月、満を持してAppl. Phys.Lett. に発表した。

米国 AIP コンファレンスで招待講演

直後に、ゼロックス社 PARC の G. Lucovsky から突然手紙が届いた。翌年（1976年）3月、Williamsburg で開催予定の AIP（米国物理学協会）コンファレンス「アモルファス固体の構造と励起」に国際諮問委員として招待する、というのである。12月には「招待講演決定」の電報も届いた。旅費滞在費すべてをカバーするという文言を、妻が最も喜んだ。しかし、渡米前の半年間、他出席者への旅費援助など国際諮問委員としての仕事、ESR やラマン散乱による確認実験、そして出発直前にはプロシーディングズに載せる10ページの招待論文作成が重なった。過酷な作業であった。一介の主任研究官には秘書など居ない。ネットもパソコンもない時代、自分で図を書きタイプを打ち、知力体力を使い果たした。口頭発表で論文が採択された荒井和雄さんと一緒

によろやく離日、Washington の海軍基礎研究所での講演の後、Williamsburg に入った。筆者の招待講演には、当時の日本では考えられないほど多くの質問が出て報われた思いがした。当日の討論詳細は、そのまま会議プロシーディングズに討論記録として記載されている。これ以降、光構造変化はアモルファス固有の現象として認知され、1977年7月、Edinburgh（英）での第7回アモルファス・液体半導体国際会議からはセッションとして独立した。1979年8月、Boston（米）の第8回国際会議では、筆者がその後の進展を含めて光構造変化の総合報告を行った。忘れられないのは、1977年のEdinburgh会議の後、Cambridge のキャベンディッシュ研究所に立ち寄り、念願であった N.F. Mott 先生と光構造変化について議論させて頂いたことで、帰国後も手紙によるコメントを二度頂いた。Mott 先生が P.W. Anderson らとともにノーベル物理学賞を受賞したのは、その二か月後のことである。

むすび／科学と技術の狭間

思い切り科学を見つめて身を投じた30代の10年が過ぎ去った。実は、後半の5年間は、光構造変化の研究と同時にアモルファス・シリコン技術の産官学連携国家プロジェクトの準備に奔走していた。1975年暮れにダンドー大学（W.E. Spear と P.G. LeComber）によって発表されたアモルファス・シリコン pn 制御の実験結果は、太陽電池やイメージデバイス用薄膜トランジスタとして大きく伸びることが予想され、国の研究所として無視できなかったのである。科学から技術主体の世界へ切り替える。筆者にとっては、それは自然な流れであった。技術開発の成功には科学の目が必要であり、若い研究者には広いリベラルアーツの教育と基礎研究の体験が不可欠と確信している。当時の大学には教養部がありリベラルアーツの精神が生きていたし、電総研には若者を泳がせておく「ふところの深さ」があった。組織を越えて多くの人と自由に交流ができた。私はそのような時期に30代を過ごしたのである。（2018年2月）

著者略歴

田中 一宜（たなか かずのぶ）

1963年 東京大学工学部電気工学科卒業。工学博士。同年(株)松下電器東京研究所
 1971年 電子技術総合研究所（アモルファス材料研究室長、材料科学部長）
 1992年 産業技術融合領域研究所（総合研究官、プロジェクトリーダー）
 2000年 オンゲストロームテクノロジー研究機構（研究所長）
 2001年 産業技術総合研究所（理事）
 2006年 科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター上席フェロー
 （近著）「ドキュメンタリー国家プロジェクト」（2016年、静岡学術出版）。



筑波大学と楽天による新しい店舗システムに関する教育研究一体型産学連携

楽天株式会社 楽天技術研究所 リアリティドメイングループ マネージャー 益子 宗

1. はじめに

インターネットの発展により社会は劇的に変わり、Society5.0 社会の実現に向け AI や IoT 等の技術を活用した利便性向上が期待されている。しかし、実際の商店やレストラン等の実店舗において、それら技術がどのように新しい価値を生み出していくのかについての未来ビジョンは十分に共有されていない。一方で、日本ではソフトウェア分野における人材不足が危惧されており、高度 IT スキルと産業界で通用する幅広い知見を兼ね備えた国際的人材を育成することが喫緊の教育課題である。この社会的課題に対するアプローチの一つとして、2016 年度から筑波大学は楽天技術研究所と共同で校内に「未来店舗デザイン研究室」を開設し、PBL (Problem Based Learning) を考慮した実践的ビジネス課題に対して取り組む、教育研究一体型産学連携を進めている (図 1) [1]。



図 1. 未来店舗デザイン研究室

2. 未来店舗デザイン研究室の取り組み

2016 年度から楽天の企業研究員と筑波大学芸術系教員 (山中敏正教授、内山俊朗准教授、山田博之助教)、学生とが共同で「最先端のインターネット技術を活用した店舗システム」の研究開発に着手した。楽天市場出展店舗やビジネスに携わる企業人との定期的なディスカッションを実施することで実際のビジネス課題を理解し、コンピュータサイエンスや感性科学、デザイン思考アプローチといった学際的で横断的な多岐に渡る研究活動を行っている [2] (図 2)。研究成果の一つである「心拍を利用した店舗の空間演出システム」は筑波大学芸術専門学群長賞やデザイン学会作品集に採録が決定 (図 3)、

また、「影が食べ物の写真に与える影響」を調べた研究 [3] は日本感性工学会にて優秀発表賞を受賞するなど学術的にも高い評価を得ることができている。



図 2. 学生と楽天市場出展店舗との意見交換の様子



図 3. 心拍により変化する空間演出システム

2017 年度からは本活動の成果として得られた「知」を学会活動を通じて広く社会へ還元することにも精力的に取り組んできた。筑波大学東京キャンパスで行われた日本感性工学会大会 (2017/9/13) では学会初となる企業セッション「ポスト 2020 の e-Commerce と未来店舗における感性工学技術の提案」を主催、つくば国際会議場エポカルにて行われたエンタテインメントコンピューティングの国際会議 ICEC2017 (2017/9/18) では初めての「e コマースとエンタテインメントに関する国際ワークショップ (ECEC)」を開催し学術発表を行った。また、筑波大学の学園祭 (雙峰祭) (2017/11/4-5) にて「未来カフェ」と題して実施した成果報告展は、700 名以上の来場者を動員し、筑波大学学園祭グランプリにて『敢闘賞』を受賞した (図 4) [4]。



図 4. 雙峰祭における成果報告展（未来カフェ）

学術研究にとどまらず実験的な課題検証を行う過程で得られた学術的知見をビジネスの場で試験応用、社会実装へと発展させるといったユニークな産学連携教育の新たな試みにも挑戦している。品川シーズンテラスで行われた三栄書房主催の雑誌 FUDGE の 15 周年イベント「FUDGE Holiday Circus」(2017/10/14-15) では、楽天市場出展店舗である有限会社 Zootie と筑波大学、楽天技術研究所が三位一体となり、研究成果を活用した「近未来型スタイリングルーム」のブース展示を行った。遠隔にいるショップスタッフが試着室にいるユーザに衣服をレコメンドしたり会話をしながら接客ができるシステムである。あいにくの雨にもかかわらず 2 日間で 400 名以上の来場者が 1 時間待ちの行列をつくるほどの盛況であった (図 5) [5]。



図 5. 近未来型スタイリングルーム

著者略歴

益子 宗 (ますこ そう)

2008 年 筑波大学大学院システム情報工学研究科博士課程修了。博士 (工学)
 2008 年より 楽天株式会社 楽天技術研究所 (現職)
 2016 年より 筑波大学芸術系 客員准教授 (兼任)
 2017 年より 早稲田大学 招聘研究員 (兼任)



3. まとめ

我々の実質的な研究活動はまだ始まったばかりだが、これまで述べたように既に学生教育と絡めた産学連携の成功事例が生まれてきている。社会ニーズに応える実践的なスキルを養成する新しい実践的カリキュラムとして、学術、産業界からの注目度も高い [6]。今後も筑波大学と楽天の組織的な連携で、先駆的な取り組みをすすめていきたいと考えている。この未来店舗デザイン研究室を中心とした我々の活動にご注目いただきたい。

参考文献

- [1] 筑波大学と楽天、最先端のインターネットを活用した新しい店舗システムに関する共同実証研究を開始, 筑波大学 <https://www.tsukuba.ac.jp/news/n201611041917.html> (2016 年 11 月 04 日)
- [2] 筑波大学・楽天技術研究所 共同研究報告サイト (2016 年度), <http://www.geijutsu.tsukuba.ac.jp/~futurestore/> (2017 年 4 月 21 日)
- [3] Oscar E. SAKAY R., Soh MASUKO, Toshimasa YAMANAKA, “The Effect of Shadows on “Deliciousness and Freshness” Impression on Food Images Phase 1: Shadow template and creation of food images”, 第 12 回日本感性工学会春季大会, P-19, 2017.
- [4] 【開催報告】 未来カフェプロジェクト - 筑波大学 雙峰祭, https://rit.rakuten.co.jp/static/news/events/2017/1110_01.html (2017 年 11 月 10 日)
- [5] Event : FUDGE Holiday Circus with Shinagawa Open Theater, https://rit.rakuten.co.jp/news/article/events/2017/1031_01 (2017 年 10 月 31 日)
- [6] 感性科学で実店舗とネットショップの相乗効果を！ 筑波大と楽天がコラボ, 日刊工業新聞 <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00432809> (2017 年 6 月 22 日)

磁性ナノ粒子を使ったがん温熱治療： 理工学の立場から

物質・材料研究機構 先端材料解析研究拠点 中性子散乱グループ 主幹研究員 間宮 広明

1. はじめに

薬で治らないときは刃物で治る、刃物で治らないときは火で治る、というヒポクラテスの格言にもあるように、温熱療法（ハイパーサーミア）は古からの治療法である。しかし、現代医療の大きな課題となっているがん治療などでは、腫瘍が体内奥深くに潜んでいるため、外から炎で炙るわけにはいかない。ここで、IH クッキングヒーターを思い出すと、鍋はすぐに熱くなるのに手をかざしても慌てて手を引くようなことはない。ならば、この鍋を小さくして腫瘍内部に入れることができれば、あとはクッキングヒーターの上に乗るだけで正常な組織にダメージを与えることなくがんだけを叩くことができるはずである。こんな単純な発想から始まった磁性温熱療法であるが、放射線は微量でも確率的影響による副作用の可能性をゼロにできないのに対して1 - 2°C程度の体温上昇の悪影響には不安が少ないことや、切除より焼灼のほうが予後が良いと言われることもあって、手術・放射線・化学療法に続く治療法として研究開発が本格化した。

では、どのようにして小さな鍋を腫瘍内部に入れるのか。まず、考えられたのが、針状に裁断した鍋を直接腫瘍に刺す、あるいは、さらに小さな粉にして注射器で腫瘍に注入するというアイデアである。しかし、これでは、外科的手術も可能な既知の腫瘍にしか有効ではない。そこで、近年著しく発展したドラッグデリバリー技術を用いて体内深部に隠れた腫瘍にまで鍋を届け、転移がんを含めてすべての腫瘍を一網打尽にしようというという野心的な研究に注目が集まった。ただし、ここで用いられる鍋には、腫瘍の血管壁を自由に通り抜ける大きさとして1/10000 mm (100 nm) 以下の小ささが求められる。このため、本当にそうしたサイズで鍋を作り込むことができるのか、またそうした鍋は、普段我々が手にする鍋のようにIH クッキングヒーターの上で発熱するのか、という疑問が生じた。本稿では、こうした課題に対する最

近の取り組みを我々の成果もまじえて紹介する。

2. ナノサイズの鍋は熱くなるのか

まず、IH クッキングヒーターの上でなぜ鍋は熱くなるのかを考えなければならない。よく知られているように、金属に変化する磁場を加えると誘導起電力が生じ渦電流が流れる。このときジュール熱も発生しその金属を温める（渦電流損失）。このほかにも、鍋が鉄のような磁性体であれば、N極S極の向き（磁化の向き）は、磁場を高速で変化させるとその変化に追従できず、磁化が磁場と異なって向いているときに蓄えられるエネルギーを向きが回転して安定になる際に周囲に放出する（ヒステリシス損失）。クッキングヒーターの上で交流磁場に曝された鍋は、こうして加熱される。

では、鍋を小さくしていくとどうなるであろうか。教科書にもあるように誘導起電力は回路を貫く磁束に比例するので、ナノサイズの鍋（回路）では渦電流損失はほとんど消えてしまう。一方、単位質量あたりの磁気エネルギーはサイズに依らないので、ヒステリシス損失はナノサイズの鍋でも磁性体でできていれば発生させることができる。こうして、磁性体の鍋（ナノ粒子）を用いたハイパーサーミアに大きな関心が寄せられた。

ただし、普段見るような鍋と同じ重さの分だけナノ粒子を腫瘍にドラッグデリバリーできるわけもなく、いかに効率的に熱を発生させられるかが、工学研究者側の課題となった。そこでは、磁性ナノ粒子にできるだけ多くの磁気エネルギーを貯めこませてから磁極の反転を引き起こし、熱の発生が終わったら即座に磁場の向きを変えて次のサイクルを始められるよう磁場を変化させなければならない。また、磁場の大きさも磁極の反転を引き起こすのに十分で必要最小限であることが望ましい。このように、周波数や磁場振幅を最適化するには、磁性ナノ粒子の動的な磁気応答の知識が必要となる。当初は、教

科書に載っているような弱い磁場に対する線形応答の理論や熱平衡状態のモデルを基に検討が進められたが、できるだけ大きな磁気エネルギーの蓄積と解放のサイクルを目指す実際のプロセスが線形応答で記述できるわけもなく、また、大量の熱の散逸が目的のこの過程が熱平衡とはほど遠いことも明らかとなってきた。そこで、こうした系にも分子動学的シミュレーション技術が導入され、例えば、ある条件では、N極S極の向きが磁場と垂直に安定することなど、旧来の理解を超えた挙動が予測されるようになった[1]。また、生体や液体の中でナノ粒子が動的にどのような挙動を示すのかを検証するには、これまでのようにマクロな量を測ることや表面からの観察では不十分である。このため、ミクロな構造解析力とマクロな透過力を兼ね備えた量子ビームを用いた分析が始まり、次第に、上記の最適条件をはじめこうした系の全貌が明らかとなりつつある[2]。

3. ナノサイズの鍋をどう作るのか

上述のように、磁性体の鍋はナノサイズでも発熱し、その最適な条件も解明されつつある。しかし、実際にそうした鍋（磁性ナノ粒子）は作れるのか。磁性ナノ粒子を液体に浮かべたコロイド：磁性流体は、無重力での燃料輸送のために1960年代にNASAで塊状の酸化鉄を粉碎して初めて作られた。一方、時期を同じくして、東北大学の下飯坂が化学的手法で微小な磁性酸化鉄ナノ粒子の合成に成功した。このように磁性ナノ粒子の開発の歴史は半世紀を超えるが、上記のシミュレーション等で示された最適条件は、大きさや形に厳密な要求を含んでいた。これは何京個という粒子が同じ大きさや形をしてい

なければならない、ということであり、その達成は容易ではない。しかし、近年の半導体超微細加工技術の発展は、磁性体をも正確に切り刻むことを可能にした。一方、化学的手法でも、最近のナノテクノロジー研究による核生成・粒成長制御や成長面選択のノウハウの蓄積を活かして、サイズや形の揃った磁性ナノ粒子を合成することができるようになった[3]。すなわち、発熱の最適条件を満たした鍋を大量に準備できる時代が到来しつつあるのである。

4. 結び

ナノサイズの鍋を腫瘍だけに送り込み、IHクッキングヒーターに寝るだけでがんは全滅ということが可能となれば、これはひとつの理想の治療となる。ただし、その実現には、工学の果たすべき役割も大きい。本稿でも述べたように、そこで求められた大規模数値計算、量子ビーム、ナノテクの各技術は国の重点領域であり、その相補利用の場として、茨城県／つくば地区の総合力への期待は大きい。

文献

- [1] H. Mamiya and B. Jeyadevan, Sci. Rep., 1 (2011) 157: Nature Japan 注目論文.
- [2] H. Mamiya and B. Jeyadevan, Nanomaterials for Magnetic and Optical Hyperthermia Applications, Chapter II (Elsevier, in press) .
- [3] バラチャンドラン ジャヤデワン, 間宮 広明, 磁気便覧 3.6 (丸善, 2016) .

著者略歴

間宮 広明 (まみや ひろあき)

1994年 筑波大学 大学院 博士課程 物理学研究科中退
 1992年-2001年 科学技術庁 金属材料技術研究所
 2001年-現在 物質・材料研究機構
 2002年 博士(工学) 筑波大学



第12回つくばスタイル交流会開催報告

2017年11月23日(木・祝)につくば国際会議場 中ホール300で、「科学と落語の共演」であるつくばスタイル交流会が開催されました。今回は、科学講話は物質・材料研究機構(NIMS) 板東義雄先生による「ナノテクはどこまで進んだか」、落語は三笑亭夢花師匠(4年連続の出演)、参加者は144名でした。

板東先生の「ナノテクはどこまで進んだか」は、①ナノテクとは何か、②どんな研究がなされたか(自身の研究成果を含めて)、③各国の取り組み、④今後の発展は?から構成されたもので、一般向けに分かりやすい内容でした。

「① ナノテクとは何か」ではナノテクの定義、クリントン米元大統領の国家ナノテクノロジーイニシアティブ宣言でナノテクノロジーが世界的ブームになったこと、ナノ物質の産業応用への期待など、「②どんな研究がなされたか」ではつくばでの研究成果として、CNTの開発の歴史、演者自身の成果であるナノ温度計、BNナノチューブの発見などの紹介、「③各国の取り組み」では日本の第2および3期科学技術基本政策にナノテクが重点分野の一つに挙げられる等ある程度重要視され、予算も確保された時期はあったが、中国などの急激な伸びと比較すると十分とは言えず、その結果もあり、論文数も日本は中国と比較してあまり伸びていない。これは単に量だけの問題ではなく、質でも負けているとのことでした。「④ナノテクの未来は」では NIMS 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点の挑戦として、「3つのグランド・チャレンジ 人工脳の創成、室温超伝導、人工光合成の実現」を

掲げているとのこと。50年後の実現に期待したいと思いました。

後半は三笑亭夢花師匠による落語です。「待ってました〜」の自らの掛け声での登場です。九官鳥、藪医者などの小噺の後、「四人癖」「エンジェル」「船徳」の落語三題でした。「四人癖」では爆笑、「エンジェル」では涙涙、「船徳」では扇子を絞るようにして櫓をこぐ際の擬音を出す名人芸に拍手喝采でした。師匠の出し物は古典落語が多いのですが、「エンジェル」は新作落語で、しかも一般からの公募作品です。また「エンジェル」「船徳」は昨年のスタイル交流会茶話会で参加者から要望があったものだそうです。ストレスの多い現代ですが、勤労感謝の日の良い贈り物になったと思いました。笑う門には福来る。

(伊ヶ崎記)



SAT 活動報告(賛助会員交流会、研究情報交換会、サイエンス・カフェ)

第18回賛助会員交流会(2017年12月12日)、第11回研究情報交換会(2017年9月4日)、第12回研究情報交換会(2018年1月26日)、第5回サイエンス・カフェ(2017年10月11日)が開催されました。開催報告に関しましては、SATのHP(<http://www.science-academy.jp/>) What's Newのそれぞれの開催報告をご覧ください。

第18回賛助会員交流会

12月12日(火)午後1時15分からつくば会議場303室およびサロンレオで開催されました。参加者30名。

賛助会員の事業紹介

理想科学工業株式会社 開発本部 開発管理部
技術管理二課長 橋元博英氏
不二製油グループ本社株式会社
未来創造研究所 釘宮 渉氏
ツジ電子株式会社 代表取締役 植松弘之氏

つくば研究者講演

高エネルギー加速器研究機構(KEK)
大学・産業連携推進室長 池田 進氏
「KEKの現状とトピックス〜最先端基礎研究と社会連携」

産業技術総合研究所 製造技術研究部門
総括研究主幹 澤田浩之氏
「中小企業のIoT導入支援へ向けた取り組み」

第11回研究情報交換会(テーマ「ナノアーキテクトニクスの現状と今後」)

9月4日(月)午後5時からつくば会議場サロンレオで開催されました。参加者18名。

話題提供者

産業技術総合研究所フェロー 清水敏美氏
物質・材料研究機構 MANA 主任研究者 有賀克彦氏

第12回研究情報交換会(テーマ「健康長寿を支えるフアイトケミカル〜現状と今後」)

1月26日(金)午後5時15分からつくば会議場サロンレオで開催されました。参加者19名。

話題提供者

筑波大学生命環境系 准教授 坂本和一氏
農研機構 食品研究部門食品健康機能研究領域
領域長 山本(前田)万里氏

第5回サイエンス・カフェ(テーマ「嗅覚センサーの開発と応用」)

10月11日(水)午後5時30分からつくばエキスポセンター「ほし☆カフェ」で開催されました。参加者30名。

話題提供者

物質・材料研究機構 MANA ナノメカニカルセンサーグループ グループ長 吉川元起氏

(伊ヶ崎記)

つくばサイエンス・アカデミー運営会議報告

2017年度つくばサイエンス・アカデミー運営会議が2018年2月8日(木)午後1時からつくば国際会議場304号室で開催され、役員を選任が行われ、また新たに特別会員10名が承認されました。さらに、「会員の高齢化、減少傾向が進んでいることから、現役の研究者が中心になって事業の企画立案を行うことにより、現役世代にも魅力あるアカデミーを目指すとともに若手会員の加入促進を図る」ことを目的として企画委員会の設置が承認されました。

つくばサイエンス・アカデミー役員 (2018年2月8日現在)

◆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

村上 和雄 (公財)国際科学振興財団理事/筑波大学名誉教授
岡田 雅年 (国研)物質・材料研究機構名誉顧問

◆運営会議委員

石田 瑞穂 (国研)産業技術総合研究所客員研究員
五十嵐立青 つくば市長
今瀬 肇 (一財)茨城県科学技術振興財団専務理事
井邊 時雄 (国研)農業・食品産業技術総合研究機構理事長
舘取 章男 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
岡田 安弘 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
鬼澤 邦夫 株式会社常陽銀行取締役会長
小幡 裕一 (国研)理化学研究所バイオリソースセンター長
貝沼 圭二 (公社)大日本農会理事
金山 敏彦 (国研)産業技術総合研究所フェロー
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
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 (国研)産業技術総合研究所特別顧問
☆佐藤 一彦 (国研)産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター長

関 正夫 関彰商事株式会社代表取締役会長
中鉢 良治 (国研)産業技術総合研究所理事長
津村 聡一 日本電気株式会社 IOT デバイス研究所長
永田 恭介 筑波大学学長
中原 徹 (公財)つくば科学万博記念財団理事長
中村 道治 (国研)科学技術振興機構顧問
西川 和廣 (国研)土木研究所理事長
西村 暉 筑波大学生命科学動物資源センター客員研究員
沼尻 博 沼尻産業株式会社代表取締役会長
橋本 和仁 (国研)物質・材料研究機構理事長
林 純一 筑波大学名誉教授
林 春男 (国研)防災科学技術研究所理事長
板東 義雄 (国研)物質・材料研究機構エグゼクティブ・アドバイザー
丸山 清明 元(国研)農業・食品産業技術総合研究機構理事長
三木 幸信 (国研)産業技術総合研究所副理事長兼つくばセンター
三村 信男 茨城大学学長
村上 元 株式会社日立製作所研究開発グループ材料イノベーションセンター長
渡辺 知保 (国研)国立環境研究所理事長
渡戸 満 (国研)宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター所長代理
☆新任 【国立研究開発法人は(国研)と略記】
計 39名

特別会員 (2018年2月8日承認された方)

江面 浩 筑波大学 生命環境系 教授、
つくば機能植物イノベーション研究センター センター長
山海嘉之 筑波大学大学院 システム情報系 教授
CYBERDYNE 株式会社 代表取締役社長
辻中 豊 筑波大学 人文社会系 教授
梅村雅之 筑波大学 計算科学研究センター センター長
柳沢正史 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 機構長・教授

櫻井鉄也 筑波大学 システム情報系 教授
香取秀俊 東京大学工学系研究科 教授
寺部一弥 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
主任研究者
長谷川剛 早稲田大学理工学術院先進理工学部 教授
原田幸明 物質・材料研究機構 アドバイザー

企画委員会委員

委員長 佐藤一彦 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター長
浅川真澄 産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター副センター長
田頭佳奈 産業技術総合研究所 つくばセンターつくば東事業所
研究業務推進室会計グループ主査
吉武道子 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究
拠点 半導体デバイス材料グループ主席研究員

山本万里 農研機構 食品研究部門 食品健康機能研究領域 領域長
磯田博子 筑波大学 生命環境系 北アフリカ研究センター 教授
久野美和子 つくばサイエンス・アカデミー総務委員、電気通信大学客員
教授

SAT 個人会員へのお知らせ

つくば国際会議場のレストラン「エスポワール」の食事代が会員証提示で2割引となります。個人会員で、昼食、喫茶に限りです。どうぞご利用ください。

SAT フォーラム予告

大隅良典先生(2016年ノーベル生理学・医学賞受賞)の講演会を開催します。
日 時:2018年7月3日(火)午後3時~4時30分
会 場:つくば国際会議場大ホール
参加費:1,000円(ただし、会員・会員家族、学生 無料)

つくばサイエンス・アカデミー賛助会員一覧

(五十音順)

- | | | |
|--|---|--|
| <p>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
 株式会社エア・リキード・ラボラトリーズ
 株式会社 S・Labo
 オークラフロンティアホテルつくば</p> <p>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</p> | <p>さ 株式会社 Scientific Language
 株式会社 JTB 関東
 株式会社常陽銀行
 株式会社常陽産業研究所
 新日鐵住金株式会社 鹿島製鐵所
 関彰商事株式会社
 株式会社セノン 茨城支社</p> <p>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
 戸田建設株式会社 技術研究所</p> | <p>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
 日本新薬株式会社 東部創業研究所
 日本ハム株式会社 中央研究所
 日本エクシード株式会社
 日本電気株式会社 筑波研究所
 日本電子株式会社</p> <p>は 浜松ホトニクス株式会社 筑波研究所
 日立化成株式会社 先端技術研究開発センター
 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</p> <p>ま 三菱ケミカル株式会社 阿見センター
 水戸商工会議所</p> <p>や 公益財団法人山田科学振興財団</p> <p>ら 理想科学工業株式会社 理想開発センター
 (60企業・団体)
 2018年2月8日現在</p> |
|--|---|--|

編集委員

- 餌取章男/つくばサイエンス・アカデミー総務委員 (編集委員長)
- 内山俊朗/国立大学法人筑波大学芸術系
- 川添直輝/国立研究開発法人物質・材料研究機構
- 五藤大輔/国立研究開発法人国立環境研究所
- 迫田登稔/国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
- 角田方衛/元科学技術庁金属材料技術研究所
- 東口 達/日本電気株式会社
- 松崎邦男/国立研究開発法人産業技術総合研究所

SAT 編集事務局

- 渋尾 篤/つくばサイエンス・アカデミー事務局長
- 伊ヶ崎文和/つくばサイエンス・アカデミーコーディネータ

表紙写真説明：上左：第14回江崎賞受賞者 香取秀俊氏
 上右：テクノロジー・ショーケース 特別講演
 下左：テクノロジー・ショーケース ポスター発表会場
 下右：テクノロジー・ショーケース ポスター受賞者の皆様

編集後記

会誌33号は第14回江崎玲於奈賞・第28回つくば賞・第27回つくば奨励賞および SAT テクノロジー・ショーケース2018が主たる内容です。

香取秀俊氏(江崎玲於奈賞:「光格子時計の考案、実証および高精度化」)、寺部一弥氏、長谷川剛氏、青野正和氏(つくば賞:「原子スイッチの発明と実用化のための研究」)、津田浩氏、李志遠氏、王慶華氏(つくば奨励賞(実用化研究部門):「モアレを利用したマルチスケール変位・ひずみ分布計測技術の開発」)、松本正幸氏(つくば奨励賞(若手研究者部門):「2つのドーパミン神経システムとその神経回路基盤」)おめでとうございます。今後ますますのご発展を祈念申し上げます。

SATの行事の中で最も力を入れているSATテクノロジー・ショーケース2018は異分野交流による知の触発を目指すものです。今回は農研機構が協力研究機関で、ゲノム科学を取り上げ、特別講演・ミニシンポジウムの企画・開催に対して全面的に協力いただきました。感謝申し上げます。今回も会誌編集委員に記事をまとめていただきました。

つくば賞その後-10では筑波大学から現在は立命館大学に移られました赤木和夫氏に「らせん状共役系高分子

の創成と開拓)に関しまして、研究の背景、つくば賞受賞後の研究の進展について執筆いただきました。「科学の散歩道」では「アモルファスの本質と向き合った日々」と題して、電総研、産総研に長い間勤務された田中一宜氏に執筆をお願いしました。アモルファスの本質にせまる迫力を感じました。「つくば研究情報」では新しい産学連携の動きについて「筑波大学と楽天による新しい店舗システムに関する教育研究一体型産学連携」と題し、楽天の益子宗氏、つくばの総合力への期待が大きい「磁性ナノ粒子を使ったがん温熱治療:理工学の立場から」を物質・材料研究機構の間宮広明氏に執筆いただきました。

SATテクノロジー・ショーケース2018開催の日に、運営会議が開催され、役員の選任、特別会員の承認さらには「現役の研究者が中心になって事業の企画立案を行うことにより、現役世代にも魅力あるアカデミーを目指すとともに若手会員の加入促進を図る」ことを目的として企画委員会の設置が承認されましたので報告します。

なお、今回から誌面を削減する方向で表表紙・裏表紙含めて24頁としました関係でSAT活動報告はHPからご覧いただくこととしました。

(伊ヶ崎記)

Contents No.33 March 2018

- 2 ○第14回江崎玲於奈賞・第28回つくば賞・第27回つくば奨励賞授賞式
- 江崎玲於奈賞
国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 教授
国立研究開発法人 理化学研究所 香取量子計測研究室 主任研究員
「光格子時計の考案、実証および高精度化」 香取秀俊
 - つくば賞
国立研究開発法人 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
MANA 主任研究者 寺部一弥
学校法人 早稲田大学理工学術院先進理工学部応用物理学科 教授 長谷川剛
国立研究開発法人 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
エグゼクティブアドバイザー 青野正和
「原子スイッチの発明と実用化のための研究」
 - つくば奨励賞(実用化研究部門)
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター
分析計測標準研究部門
総括研究主幹 津田 浩
非破壊計測研究グループ 主任研究員 李 志遠
非破壊計測研究グループ 研究員 王 慶華
「モアレを利用したマルチスケール変位・ひずみ分布計測技術の開発」
 - 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 教授 松本正幸
「2つのドーパミン神経システムとその神経回路基盤」
- 7 ○SATテクノロジーショーケース2018報告
特別講演 「ゲノム科学がつむぐ未来」
ミニシンポジウム 「つくば発—ゲノム科学がつむぐ未来」
(全体紹介/会長挨拶/特別講演/ミニシンポジウム/会場巡り/全体総括)
- 13 ○つくば賞その後-10 「らせん状共役系高分子の創成と開拓」
立命館大学 総合科学技術研究機構 教授 赤木和夫
- 15 ○科学の散歩道 「アモルファスの本質と向き合った日々」
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー 田中一宜
- 17 ○つくば研究情報
「筑波大学と楽天による新しい店舗システムに関する教育研究一体型産学連携」
楽天株式会社 楽天技術研究所 リアリティドメイングループ マネージャー 益子 宗
「磁性ナノ粒子を使ったがん温熱治療:理工学の立場から」
国立研究開発法人 物質・材料研究機構 先端材料解析研究拠点 中性子散乱グループ 主幹研究員 間宮広明
- 21 ○第12回つくばスタイル交流会開催報告他
- 22 ○つくばサイエンス・アカデミー運営会議報告
(役員一覧、特別会員、企画委員会委員)
- 23 ○賛助会員一覧、編集委員 編集後記

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

<http://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：2018年3月31日

発行人：江崎玲於奈

編集人：餌取章男