

# Science Academy of Tsukuba

# SAT

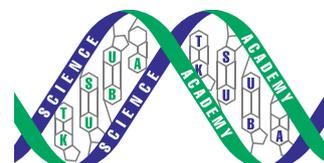
No. **24**

September. 2013

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



- ▶ 巻頭言：つくばのさらなる発展を目指して
- ▶ 特集Ⅰ：つくばの新しい胎動
- ▶ 特集Ⅱ：つくばの研究Ⅲ 食品の科学
- ▶ つくば賞その後：  
超伝導フィーバとBi系酸化物高温超伝導体の発見
- ▶ 科学の散歩道：  
科学リテラシーの個と集団の違い—日本人の場合
- ▶ 研究室レポート：  
世界—多様な藻類カルチャーコレクションを目指して



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



# つくばのさらなる発展を 目指して

(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 会長 江崎 玲於奈

今年につくば研究学園都市建設の閣議了解から50年、筑波大学の開校から40年という節目の年を迎えたのである。そして、つくばの街が整備され、多くの移転されてきた研究機関の活動が正常化してから約30年を経た。さて、つくばの新しい胎動を前にして、この間、どのような「優れた研究」が行われ、どのような「優れた成果」を挙げているかを名だたる賞の受賞という観点から検証してみよう。

そのためには、まず「つくば賞」と「つくば奨励賞」の受賞者たちの優れた研究成果が挙げられるであろう。さらにその中から一層優れたものを選ぶとすれば「つくば賞」を受賞した後、「学士院賞」受賞に結びついたものであろう。次の3名はこれに該当するが、さらに「つくば賞」に関係なく「学士院賞」受賞者 川崎 信定氏を追加しなければならない。

- 1) 94年「学士院賞」強力な血管収縮物質エンドセリンの同定とその生理活性  
筑波大学 眞崎 和生氏
- 2) 96年「学士院賞」レニン・アンジオテンシン系の分子生物学的研究  
筑波大学 村上 和雄氏
- 3) 02年「学士院賞」カーボンナノチューブの発見  
日本電気株式会社 飯島 澄男氏
- 4) 94年「学士院賞」一切智思想の研究  
筑波大学 川崎 信定氏

次に、課題30に限定されている「最先端研究開発支援プログラム FIRST」の中心研究者達はきわめて優れた研究をしていると見做せるであろう。つくば地

区においては次の2名がこれに該当する。

- 1) 「最先端サイバニクス」により、人の能力を支援・拡張するロボットスーツの実現  
筑波大学 山海 嘉之氏
- 2) 睡眠・覚醒の謎に挑む  
筑波大学 柳沢 正史氏

さらに、2013年現在、9件が採択されている「世界トップレベル研究拠点プログラム」の拠点長たちも優れた研究を続けていると考えられる。つくば地区においては、次の2名がこれに該当する。

- 1) マテリアル・ナノアーキテクトニクス – 新材料開発のための新しいパラダイム  
物質・材料研究機構 青野 正和氏
- 2) 睡眠覚醒機構の解明を目指し、基礎から臨床までを網羅する睡眠医科学研究拠点  
筑波大学 柳沢 正史氏  
柳沢正史氏は「最先端研究開発支援プログラム FIRST」の中心研究者との兼務である。

この他に、筆者も1959年に受賞したが、物理関係の分野で権威ある賞として認められているものに「仁科記念賞」がある。受賞者の研究は優れたものと考えてよいであろう。つくば地区における受賞は少なくないが、一部の例を挙げるとすれば次のとおりである。

- 1) 94年「仁科記念賞」格子量子色力学の大規模数値シミュレーションによる研究  
筑波大学 岩崎 洋一  
宇川 彰  
高エネルギー物理学研究所 大川 正典  
京都大学 福来 正孝

- 2) 98年「仁科記念賞」 トップクォーク発見に  
対する貢献 筑波大学 近藤 都登
- 3) 04年「仁科記念賞」 ジョセフソン接合素子  
を用いた2個の量子ビット間の量子もつれ状  
態の実現—量子コンピュータへの道  
日本電気株式会社・理化学研究所 蔡 兆申
- 4) 12年「仁科記念賞」 格子量子色力学に基づ  
く核力の導出 筑波大学 青木 慎也  
筑波大学 石井 理修  
理化学研究所 初田 哲男

なお、(4)は、12年「つくば賞」も受賞していることを付言する。

量子色力学とは素粒子の強い相互作用を記述する理論であるが、多くの人には馴染みの薄い言葉なので簡単に説明を加えよう。湯川秀樹さんの時代には原子の核を構成する陽子や中性子が物質の究極的な構成要素、すなわち素粒子であると信じられていた。しかし、実はこれらはクォークとクォーク間の相互作用を媒介するグルーオンからできた複合粒子であることが明らかになってきた。そして、このクォークやグルーオンを支配する力学が量子色力学と呼ばれるゲージ理論であることが1970年代に確立したのである。言うまでもなく、これら原子核物理学分野の研究成果は実際的な応用などは全く考えられない基礎研究に属するのである。

ここで応用、特に研究成果の企業化に目を向けることにしよう。企業化された技術に与えられる著名な「井上春(はる)成(しげ)賞」がある。「つくば賞」および「つくば奨励賞」の受賞者のなかでこの賞の受賞者に次の4名が挙げられる。

- 1) 07年「井上春成賞」 ビスマス系高温超電導  
線材 物質・材料研究機構 前田 弘
- 2) 08年「井上春成賞」 欠陥制御育成による高  
機能光学結晶  
物質・材料研究機構 北村健二
- 3) 09年「井上春成賞」 酸化マグネシウム系ト  
ンネル磁気抵抗素子及びその量産技術  
産業技術総合研究所 湯浅 新治
- 4) 11年「井上春成賞」 白色LED  $\beta$ サイアロ  
ン蛍光体の開発  
物質・材料研究機構 廣崎尚登

もちろん、ここに示したのは氷山の一角でこれらのほかにも数多くの優れた基礎研究や技術開発がなされていることは言うまでもない。

つくばでの研究成果によるノーベル賞受賞者はまだ輩出していないが、これら研究成果全体を俯瞰すると、ここ30年ばかりの間にかかなり見事な業績を挙げたとと言っても過言ではないであろう。

統計によると(2011年)、日本の研究者の中で民間企業(産)には約49万人、公的機関(官)には約4万人、そして大学(学)には約31万人働き、総数約84万人となっている。ところで、つくばは約1万6000人の研究者を抱えているので、日本の研究者のうち、約1.9%がつくばで活動していることになる。また、つくばには省庁に所属する多くの研究所が集まっているので、そこで働く研究者は推定1万人とするならば、公的機関で働く日本の研究者の実に約25%がつくばに集中しているということになる。以前調べたところによると、これらの研究者のうち、約半数が博士号取得者で、約15%が博士号取得者である民間企業の研究所よりもより高度な研究能力を備えていることになる。

ここで、つくばのさらなる発展のためにまず問わねばならないことは、「常に評価し、評価され、刷新していく」という研究機関には欠かせないプロセスが十分なされているかということであろう。かつての官僚機構に定着していた「平等主義、年功序列、終身雇用」を脱し、「実力本位制度(メリットシステム)」に移行できたか。ノーベル賞級の画期的な成果はもちろんのこと、いずれの優れた研究業績も個人の創造力発揮に基づくものであるから、それを喚起するためには、研究機関を生ぬるい「共同体志向の協調的環境」ではなく、厳しい「個人志向の競争的環境」に移行しなければならないのである。そこで、活躍する研究者に求められるものは、「失敗を避ける用心深さ」ではなく、「リスクを冒して成功に賭ける勇気」ではないであろうか。

サイエンスの象徴がプロGRESSであるならば、つくばは常にプロGRESSを続け、未来につながる街でなければならない。

# 特集 I つくばの新しい胎動

今年、1963年に筑波地区に研究・学園都市を建設することが閣議了解されてから50年、筑波大学発足から40年という節目の年である。また各省庁研究機関の移転が終了（昭和55年）してからも、すでに33年が経過した。この間、多分野の優れた研究者が集積するつくばは、世界的にも存在感を高めてきている。一方で、つくばエクスプレス開業とともに、生活環境は一変し、スマートな東京近郊都市としての性格も併せ持つようになってきた。

そしてこの約40年の間に、つくばの研究者たちも大きく代替わりした。急激なグローバル化の進展する今日、つくばの研究機関・研究者たちは、より一層、先導的な立ち位置を築くべく、社会との連携を深め、異分野交流にも力を注いでいる。

本特集では、この約40年を顧みるとともに、最先端に立つ研究者・若手研究者など、また研究支援機関からのご意見をいただき、新しい胎動を迎えつつあるつくばの姿を浮き彫りにすることを試みた。

---

## 筑波移転 before and after

筑波大学名誉教授・日本学術会議連携会員  
前川 孝昭

私は東京教育大学大学院修士課程農学研究科農業工学専攻を昭和42年3月に修了し、その年の6月に同大学農学部助教員になりました。学部では農業機械学を学びましたが、就職後はポストハーベストを研究領域とする農産機械学研究室で教育研究に当たりました。農学研究科は、1学科をスクラップし、農業工学科と生物化学工学科に改組・再編して昭和40年に新設され、学部生数は240名になっていました。農学部助手に就いて数年後、昭和38年8月に閣議決定されていた筑波移転計画が大学改革論議の中で浮上しました。東京教育大学の教授会間の意見のずれや学生の反対運動も相まって、体育学部を除いた各学部の入学試験が不可能になったほど反対運動が激しくなりました。この混乱を乗り越え、昭和48年10月に筑波大学を開学し、翌年4月に新生を迎えました。

移転反対を決議した農学部教授会の中で筑波移転に関して、博士審査権の獲得をメリットとして、農学部

学生定員数の減少をデメリットとして議論されたようです。特に博士課程を5年一貫制とし、修士課程を環境科学研究科にしたために、農林学類（現在は生物資源学類）の学生定員は120名になりました。博士・修士課程の学生定員と学類定員を合わせた学生の総定員で考えれば、私は極端な学生定員減でないと感じていました。しかし、多くの農学部の先生方は、大学教育の裾野となる学類定員の減少に危機感を持ったようです。筑波大学の建学理念は、「教育と研究の分離（講座制の廃止）」、「学際的研究」、「国際的に開かれた大学」の3点です。教員定員の考え方は、大学院博士課程の柱を基準にしておりました。これに基づき、修士課程および学群・学類の学生定員が算出されました。つまり教育ニーズに対して、教員数が決められる方式でした。この教員を「学系」に貼り付け、学系を教員の原籍集団としていました。即ち、学系は教育ニーズに応じて、可塑性を持った柔軟な研究組織としての位置付

です。学系が教員の原籍集団ということは、人事管理は学系に付託されていることになります。人事の発議権は、学系にもありますが、研究科や学群・学類にもあるので、人事決定に至る審議時間は長くなる欠点がありました。

また、博士課程の5年一貫制教育体系と学系が対応する教員配置では、主査を教授だけに置く博士課程の設置審規定を踏襲し、欧米のように准教授に学位審査権を与える考え方がなかったために、教育研究に油のつた助教授が大学院生と一体になって研究を推進しにくい環境が生まれました。私は助教授でも主査になれる修士課程環境科学研究科の教育を担当することによって、院生とともに研究を推進することができました。学際的研究を遂行するためには中堅の助教授、講師の教育上の地位を高める必要を痛感し、当時修士課程長であった石塚皓造教授（応用生物化学系）、田中秀雄教授（応用生物化学系）及び樋口貞三教授（農林学系）と私が中心になって修士課程バイオシステム科の新設を試みました。生物科学系との調整は主に石塚修士課程長が折衝し、農学系から環境科学研究科とは性格の異なる新研究科を平成4年に新設しました。懸案であった筑波移転前の学部学生定員の目減りを補う新規教員の配置に成功しました。この時の文部省大学院担当者との交渉経験は、その後大研究科構築にも役立ち、農学研究科、生物科学研究科、地球科学研究科

の旧3研究科を束ねた生命環境科学研究科の構築に貢献できました。

在職中、JSTの戦略的研究プロジェクト(CREST)のPLとして活躍できたこと、また定年間際には21世紀COEプロジェクト構築に貢献できたことは良き思い出です。また、定年退職前にVBを立ち上げ、「微細藻類から航空燃料の製造」の研究を行い、2013年4月5日に日本農学賞並びに読売農学賞を受賞しました。これは、筑波大学の建学理念が後押ししてくれたものと思っております。

筑波大学は様々な試みを行っていると思っております。今後は教育研究組織の改組・再編など様々な試みがなされると思っておりますが、筑波大学がグローバルな視点を持った国際的な大学に飛躍的に発展すること祈念いたします。

#### 前川 孝昭

1967年 3月 東京教育大学大学院農学研究科修士課程農業工学専攻修了  
1977年 6月 農学博士（北海道大学）  
1985年 8月 米国州立ハワイ大学熱帯農学部農業工学科客員研究員  
1992年 2月 筑波大学農林工学系教授  
2000年 4月 筑波大学農林工学系長  
2006年 1月 国際農業工学会事務局長  
2006年 3月 筑波大学退職  
現在 筑波大学名誉教授、国際農業工学会名誉会長、株式会社筑波バイオテック研究所 代表取締役



## つくば国際戦略総合特区の推進に向けて

つくば市 国際戦略総合特区推進部 科学技術振興課長  
東郷 公咲

### 1. はじめに

つくば市のある、筑波研究学園都市は、今年、閣議了解決定より50年という歳月を迎えたところである。平成17年8月につくばエクスプレスが開業し、都市化が進展している。

つくば市内には、我が国の3分の1にあたる32の公的研究機関が集積し、一大クラスターを形成し、約2万人を超える研究者が日々研究活動に従事しており、

これまでに、200社以上のベンチャー企業の創出やトンネル磁気抵抗素子、ロボットスーツHALなど影響力のある成果を上げてきている。

一方で、国際的に評価の高い実績が十分とは言えず、また、つくばの研究成果が直ちに新事業・新産業の創出に結びついた例は必ずしも多くなく、本クラスターが持ちうるポテンシャルを十分に発揮できていないという課題を抱えている。

グローバルな都市間競争も激しい現在において、このような課題を乗り越えるべく、期限を限って具体的な成果を生み出すための「共通の目標」を定めて、短期間に新事業・新産業の創出に繋がるよう、組織の垣根を超えて連携・協力し、私どもつくば市では、茨城県、筑波大学、各研究機関と連携して、『つくば国際戦略総合特区』の推進に取り組んでいる。

## 2. つくば国際戦略総合特区とは

国の総合特区制度を活用した「規制緩和」や「税制・財政・金融」上の特例措置等を効果的に活用し、“つくばを変える新しい産学官連携システム”を構築するとともに、“4つの先導的プロジェクト”に取り組み、5年以内に目に見える成果を上げることにより、ライフイノベーション分野・グリーンイノベーション分野で、我が国の成長・発展に貢献することを目指した枠組みである。平成23年9月29日の総合特区の指定申請から現在まで、多くの関係者の方にご協力いただきながら現在、取り組みを進めている。これからも引き続き、“TSUKUBA”がもつ資源を活かしたオールつくばの体制で、オープンイノベーションを支える地域経営に邁進していきたい。

## 3. 4つの先導的プロジェクトとは

[ライフイノベーション分野]

次世代がん治療（BNCT）の開発実用化  
生活支援ロボットの実用化

[グリーンイノベーション分野]

藻類バイオマスエネルギーの実用化  
TIA-nano 世界的ナノテク拠点の形成

## 4. つくば国際戦略総合特区の取組みについて

総合特区の詳細については、以下のwebページで情報を発信しているので、ご参照下さい。

1) つくば国際戦略総合特区

<http://www.tsukuba-sogotokku.jp>

2) つくばグローバル・イノベーション推進機構

<http://tsukuba-gi.jp>

### 東郷 公咲 (とうごう こうさき)

昭和57年 入庁  
平成22年 環境生活部 企画監  
平成24年 市長公室 政策調整監  
平成25年4月 国際戦略総合特区推進部  
科学技術振興課長



# 研究者の責務について

産業技術総合研究所ナノスピントロニクス研究センター長  
**湯浅 新治**

私は、産業技術総合研究所において2004年に結晶性の酸化マグネシウム(MgO)をトンネル障壁に用いた高性能な磁気トンネル接合(MTJ)素子の開発に成功し、これにより平成21年度(第20回)つくば賞を拝領しました。受賞当時、デバイスメーカーと共同でMgO-MTJ素子を用いた不揮発性メモリ(MRAM)の研究開発を進めていたが、栄えある同賞の受賞が大きな励みになったことを今でもよく覚えている。すでにMgO-MTJ素子はスピントロニクス応用の主流技術となり、世界規模の研究開発が展開された結果、同素子を再生磁気ヘッドに用いた超高密度ハードディス

ク(HDD)がすでに製品化されて広く普及し、さらに同素子を記憶素子に用いた高性能な不揮発性メモリSTT-MRAMの実用化も秒読み段階にある。これまでMgO-MTJ素子を用いた研究開発に携わってこられた全ての方々に、この場をお借りしまして深くお礼申し上げます。

さて話は変わるが、「基礎研究をやるべきか、応用をやるべきか」というような二者択一的な議論をよく耳にすることがある。特に若い研究者は、この問題で悩むことが多いように思われる。また、ベテラン研究者の間では、基礎研究者は応用を軽んじ、応用研究者

は基礎を軽んじる傾向がしばしば見受けられる。しかし、私には、このような議論は「研究の手段が目的化している」ようにも見える。以下、私の考えを述べてみたい。本来、基礎研究は、研究者が己の好奇心の赴くままに進めればよいものだったと思われる。また、古来、自然科学の研究は、パトロン（王侯貴族など）を満足させることで、その義務を果たしてきた。しかし、科学技術の高度化に伴って、研究に必要な資金は急速に増大している。一方で、グローバルな産業競争のために、日本に限らずどの国でも社会や組織の効率的な運営やコスト削減、利益の創出などが強く求められており、研究者の自己満足のための基礎研究がどこまで許容されるのかという問題が生じている。このような厳しい状況下で、現在のパトロン（狭義では納税者などの資金提供者、広義では人類社会全体）に何らかの「夢」を与えることが、研究者に課せられた最低限の責務だと私は考えている。たとえば、素粒子物理学や宇宙物理学では、物質や宇宙の成り立ちを知りたいという人類の純粋な知的好奇心や根源的欲求を満たすことで、人々に夢を与えることができる。また、山中先生のiPS細胞の研究は、健康で長生きしたいという人類の長年の夢を叶える可能性があるため、大きな期待を集めているわけである。では、私の専門分野であるエレクトロニクスや材料科学では、どのような夢を提供できるだろうか。長い歴史の中で発展を続け、すでになりにかなり成熟した分野であるため、純粋な知的好

奇心を満たす余地はあまり残されていないかもしれない。その代わりに、技術革新による画期的な利便性の向上やワクワクするような新サービスの実現、環境負荷の低減などを通じて、人々に夢を与えることが十分可能であり、与えていかなければならない。このように、それぞれの研究分野・研究テーマによって夢の与え方は様々であり、基礎研究、応用研究というような切り分け方は、夢を実現するための手段の分類にすぎないと私は考えている。

筑波研究学園都市には、主に純粋基礎研究を担う高エネルギー加速器研究機構から、主に産業応用の研究開発を担う産業技術総合研究所まで、多種多様な研究機関が存在する。その主な研究資金提供者は、納税者である日本国民である。私自身も含めて各研究機関の研究者は、自分の研究によって現在のパトロンにどのような夢を与えることができるかについて、常に真剣に考えていくべきである。また、多種多様な研究開発が行われるつくばの地から、色々な夢が生み出されていくことを期待したい。

#### 湯浅 新治

産業技術総合研究所ナノスピントロニクス研究センター長。1991年 慶應義塾大学理工学部物理学科卒業。1996年 慶應義塾大学理工学研究科物理学専攻博士課程修了、博士（理学）取得。MgO-MTJ素子の開発とその産業応用の業績により、つくば賞、朝日賞、内閣総理大臣賞、日本IBM科学賞、日本学術振興会賞、井上春成賞、丸文学術賞、市村学術賞、東京テクノ・フォーラム21賞、IEEE-DL賞などを受賞。



## つくばが生み出す新たな創薬への期待

アステラス製薬株式会社 研究本部 化学研究所  
内藤 良

くすりは人類の健康と幸福に大きく寄与することができる。ただ、創薬に至る道のりは非常に険しく、基礎研究から承認・発売までに9～17年の年月と多額の研究開発費が必要であり、新薬を目指してつくられた化合物がくすりになるまでの成功確率は、本邦ではおおよそ3万個に1個である（日本製薬工業協会 製薬協DATA BOOK 2012）。創薬研究者が一生のうちに

自らの手で生み出す数は到底その数には及ぶことはない。しかし、研究者のうち誰かには偶然と必然が絶妙に絡まった結果として、自らの手で新薬を生む機会が訪れる。

我々が過活動膀胱治療剤であるソリフェナシンの創製でつくば奨励賞実用化研究部門にて受賞したのは、2009年、日本発売後3年のことで、企業における研究

開発活動が評価されたことに対して非常に光栄に思うのと共に、嬉しく感じたのを昨日のように思い出す。わずかの可能性もあきらめずに評価し、提案し、挑戦したことが一つのくすりとして結実したことは感慨深い。その後、70以上の国々の医療の場で供され、昨年度は1000億円超の売上高に到達し、ブロックバスターの仲間入りを果たすことができた。創薬研究に携わる者の一人として、引き続き世界中の多くの人々の健康に貢献できることを心から願っている。

新薬の研究開発は上記の通り非効率で生産性が低く、21世紀を迎えた頃より、つくばで創薬研究を行う製薬会社の数は減少しているが、錚々たる薬を生みだしたつくばの地から人類の健康に貢献する新薬が今後も生まれてくることを期待している。現在でもつくばを含む世界中のいたる所において人知を尽くして次代の新薬への種がまかれており、そのうちの一握りはこれから萌芽の季節を迎えるだろう。成功のためのキーワードは「個」と「連携」の力の結集だと私は考えている。オープンイノベーションという言葉が単なる掛け声から実績を伴いごく普通に成果を生む仕組みとなり、いろいろな垣根や障害を取り除きながら、新たな視点や能力を集めることで新しい成果を得ることは、先行している他業種のことだけではなくてきた。高い技術力・専門性、真の目標を目指した高度な試行錯誤、他領域・分野の実績の視点を変えた高度な応用などにより、一社ではとても為し得なかった取り組みが今後新しい薬剤の候補となる日も近い。また、創薬支援ネットワークや産学官連携の推進など、全体にその機運が高まっている。枠を超えるだけではなく、

創薬による人々の健康への貢献という最終目標を達成するような、深くしなやかで大きな連携が重要になると考えている。

一方で、研究者個々の力が一層注目を浴びることになるであろう。如何に優れた経営手法や研究戦略、それにオープンイノベーションなどの「仕組み」に頼ってもそれだけでは望む成果を一片も生みだすことはできない。一人の研究者に対して、これまでの科学の成果に基づき、更に高いレベルで何としても新薬をつくるという強い意志、それに、自分の専門領域と異なる学問分野を統合して新しいものをつくる高い実行力が求められる。くすりをこの世で初めて手にするのはただ一人の研究者であるにしても、一人でくすりをつくることは到底不可能である。今後も種々の連携先のたくさんのお優れた仲間と創薬という壮大なことを為し得るには、個の力、統合して新しいものをつくる高い実行力に加えて、高度な連携の能力がこれまで以上に必要となるのは言うまでもない。

時間は有限である。与えられた時間を如何に生かしていくかを考え、使命感を静かに燃やしながらい、仲間とともに今後も挑戦し、つくば発の新しいくすりづくりに貢献する所存である。

**内藤 良 (ないとう りょう)**

アステラス製薬株式会社 研究本部 化学研究所  
創薬化学第三研究室 主管研究員  
専門分野：創薬化学  
1990年九州大学大学院薬学研究所修士課程修了、同年山之内製薬株式会社（現アステラス製薬株式会社）入社、2006年博士（薬学）（九州大学）、2010年化学研究所創薬化学第五研究室室長を経て2012年より現職。



## 筑波研究学園都市と共に

### つくば研究支援センター (TCI)

当社は、1988年2月に民活法のリサーチコアの整備・運営を行う会社として設立され、翌89年7月に開業以来、約25年を筑波研究学園都市と共に歩んできた。

開業当時、つくばには研究開発を指向する企業が

次々と進出する中で、先端的・独創的な研究開発を促進するため、ラボやオフィスを提供すると共に、機関誌の発行やFAXにより、また各種セミナーを通して、最先端の研究情報の提供や企業と研究者の交流の場が

くりに取り組んできたが、2000年頃を境に企業の研究開発支援からベンチャー企業の育成・地域企業の技術力強化などの支援へと業務の軸足が移ってきた。

現在、つくばには200社を超えるベンチャー企業が存在しているが、1998年の「大学等技術移転促進法(TLO法)」や1999年の「独立行政法人通則法」の制定、2000年の大学教官等の兼業禁止の緩和等を契機に、大学や公的研究機関から技術移転等が活発に行われ、2000年以降多くのベンチャー企業が誕生してきた。

こうしたベンチャー企業創出の動きに対応し、当社では、起業を目指す方を支援するため、机一つのシェアードオフィスを整備するほか、起業家等のあらゆる相談に応えるインキュベーション・マネージャーの養成や、会計・税務・労務などの専門家とのネットワークを構築するなど、ベンチャー企業のスタートアップを支える体制を整えてきた。

併せて、その後の成長・発展を後押しするため、産学官金の連携や県内外の産業支援機関とのネットワークの下、新たな製品開発・技術開発のための公的資金の獲得の支援や、展示会への出展や大手企業とのマッチング等による販路開拓の支援など、企業の成長段階に応じた支援体制づくりを進めてきた。

また、入居企業等に対し、公的助成や金融、税制などのお得な情報をタイムリーに提供する「耳よりセミナー」の開催や、毎月10日、20日、30日には「0のお茶会」と称して、入居企業交流のティータイムを設けるなど、きめ細やかなサービスにも努めている。

近年では、茨城県やつくば市からの委託を受け、地域中小企業が現下の厳しい経営環境を乗り切れるよう、産・学・官をつなぐコーディネーターを配置し、成長分野への参入促進や、海外の販路開拓支援、自社の強みを活かした知的資産経営の支援など、企業の技術力・経営力の強化の支援にも力を入れている。

当社は、このように機能の拡充を図りながら時代の要請に応えてきた。筑波研究学園都市が今年で閣議了解から50年の節目を迎えている中で、つくばでは、「つくば国際戦略総合特区」や「環境モデル都市」、「つくばモビリティロボット実験特区」などの取り組みが本格化しており、つくばのさらなる飛躍に向けたエンジンとして期待されている。当社では、こうした動きを、地域中小企業の技術開発・製品開発に活かすべく、関係者との調整を進めているところである。

昨年末に発足した新たな政権の下、株高、円安が進み景気の明るさが見えてきたが、産業の国際競争がますます激しくなっており、我が国のイノベーション創出拠点として筑波研究学園都市への期待が一層高まっている一方、回復の兆しを息の長い景気回復へとつなげていくためには、企業の努力も不可欠である。

このため、今後とも微力ではあるが、つくばにおける研究開発や実証実験等のプロジェクトの協力をさせていただきながら、そこから生み出される力を最大限に活用し、新たなベンチャー企業の創出・育成や地域中小企業の競争力強化に力を注ぎ、地域産業の振興を通して筑波研究学園都市のさらなる発展に貢献していきたい。

## 次世代の実験植物ミナトカモジグサ

理研環境資源科学研究センター・バイオマス工学連携部門・バイオマス研究基盤チーム 特別研究員  
氷室 泰代

私がつくばで研究生生活を始めたのは2年前である。つくばの第一印象は、‘広い道路に整然とした街並み’程度であったが、様々な分野の研究者に出会えたことで次第に世界最大級の研究学園都市であることを実感し、今では多くの研究者に刺激を受けながら日々研究

ができることに心から感謝している。本稿では、環境やエネルギー問題に触れつつ、自らの研究対象である次世代の実験植物について紹介する。

近年、地球温暖化を防止するために、植物を活用した取り組みが注目されている。化石燃料に依存しない

低炭素社会の実現は、地球温暖化を抑制して持続的な社会を構築するための世界的な課題である。植物などのバイオマスの利活用は課題克服の方策として期待されているが、現在行われているバイオエタノールをはじめとするバイオマス由来の有用物質はトウモロコシやサトウキビのような食用作物を原料として生産されており、食料の高騰につながる懸念がある。このため、今後開発されるエネルギーやバイオリファイナリーの生産を目的としたバイオマス作物は、食料生産との競合を避けつつ栽培できることが不可避であり、これまで耕作不適とされてきた不良環境地帯で行われることを想定した技術開発が必須である。現在、世界の不良環境地帯、すなわち乾燥地や半乾燥地は陸地面積の41.3%を占めており (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)、開発すべきバイオマス作物には



図1 ミナトカモジグサ

このような土地での生育に耐え得る高度の環境適応能力が求められる。単子葉の草本植物はその有力な候補と考えられる。

一方で植物の環境応答に関する研究は、実験植物であるシロイヌ

ナズナを中心に多くの成果が蓄積されており、それらを活用できれば課題の解決に近づくことができる。しかし、双子葉植物のシロイヌナズナの研究成果を単子葉である草本植物のバイオマス研究へそのまま移転しようと思っても、系統的に離れているためそう簡単ではない。単子葉のモデルとしてはイネが広く使われているが、通常の実験室内で多数の実験系統を栽培することは簡単ではない。そこで、私はミナトカモジグサ (図1) という新しい実験植物を活用しようと考えている。

ミナトカモジグサ (*Brachypodium distachyon*) は中東原産のイネ科草本植物で、草丈が小さく (15-30 cm)、生活環も約3ヶ月と短いので実験室内での栽培に適している。2010年にイチゴツナギ亜科の植物としては初めて全ゲノム塩基配列が解読された。また、遺伝子組換えが可能であることからムギ類のモデル実験植物として海外で注目されている。我が国では、

2010年に発足した理研のバイオマス工学研究プログラム (BMEP) が紹介するまで、この植物はほとんど知られていなかった。BMEPは革新的技術を開発することで、化石燃料を消費する社会から、植物がつくり出すバイオマスを利用した持続型社会への転換を目指している理研内の組織横断型のプログラムである。私も2年前からこのプロジェクトに参加し、ミナトカモジグサの栽培や遺伝子組換え技術の改良に取り組んでいる。ミナトカモジグサの栽培を始めた当初は、草丈の調節が難しい、稔性が低く充実した種子が得られないなどの問題が存在していたが、光量や光周期を調整し、湿度管理も徹底するなど室内での栽培条件の最適化を図り、発芽率の安定した充実種子が得られるようになった。そこでシロイヌナズナ由来のオリゴ糖生合成に関わるガラクトキノール合成酵素遺伝子をミナトカモジグサへ導入して過剰発現させたところ、通常よりも高い乾燥ストレス耐性を与えることに成功した。このようなミナトカモジグサを使った研究成果を大型の牧草など実用的な草本植物に応用すれば、半乾燥地のような、農業に利用されていない土地を活用してバイオマスを生産できると考えている。研究をさらに進めて行くことで、将来は環境ストレス耐性や生産性を飛躍的に高めたエネルギー作物の開発が可能になると確信している。

ミナトカモジグサは進化的にコムギやオオムギに近い植物であることから、研究成果は干ばつに強い食用作物の開発にも活用できる。地球環境を守りつつ世界の発展につながる研究として意欲的に取り組んで行くとともに、ミナトカモジグサの研究コミュニティを盛り上げることで、植物研究の新たな胎動につながることを期待している。また、女性研究者としての自身のキャリアパスについて考えることも少なくないが、研究社会で成果を出すとともにプライベートの充実も図り、後に続く女性研究者のロールモデルになればと思っています。

**氷室 泰代 (ひむろ やすよ)**

2011年宮崎大学大学院農学工学総合研究科修士 (農学)。同年、独立行政法人理化学研究所入所。現在、理研環境資源科学研究センター・バイオマス工学連携部門・バイオマス研究基盤チーム、特別研究員。理研バイオリソースセンター実験植物開発室にてミナトカモジグサのリソースや研究基盤整備に従事。



# 学際的で自由な発想の研究ができるつくばの環境 ～胃の消化現象をコンピュータシミュレーションで解析する研究を通して～

筑波大学大学院 生命環境科学研究科 生物機能科学専攻 博士後期課程  
神津 博幸

## 1. 導入 ～筆者が感じるつくばの特徴～

筆者は2005年に筑波大学に入学し、現在同大学で博士課程に在籍している。つくば市といえば、「閉鎖された学園都市」というイメージを持っていた筆者だが、研究をするようになった今では、研究分野・研究関係者に対して開放的な環境が整備された場所であると感じている。

学部生時代に印象に残っているのは、所属学部以外の講義でも興味があれば容易に受講できる筑波大学の単一キャンパスの環境である。筆者の学部は農学系の分野であったが、他学部も同じキャンパスにあるため、気軽に情報学部や数理系の学部の講義も受講していた。そのため、学部の頃から分野の垣根の感覚が良い意味で低下したのではないかと考えている。

研究活動を始めてから気づいたことは、隣接する研究機関の多さと、活発な大学との交流である。つくばには300以上の研究機関があり、大学から研究所へのインターンシップも活発だ。実際、筆者もインターンシップを利用し、農研機構食品総合研究所で研究を行わせていただいた。

このようなつくばの環境は、現在の筆者の研究活動に大きな影響を与えている。

## 2. 研究紹介

筆者らはこれまで、ヒトの胃の消化現象をコンピュータでシミュレートする研究を行ってきた。胃では、ぜん動運動と呼ばれる胃壁のしごき運動により、消化が促進されることが知られているが、具体的に胃の内部でどのような現象が起これ、定量的にどの程度消化に寄与しているのかは分かっていない。逆に、このような知見を定量的に整理できれば、消化特性を予測・制御することによって、個人の消化能に合わせたオーダーメイド食品の設計も可能になると期待される。そのためには、従来の医学や生理学の臨床的視点に拘らず、工学的なモデル化や数学的な計算手法も必

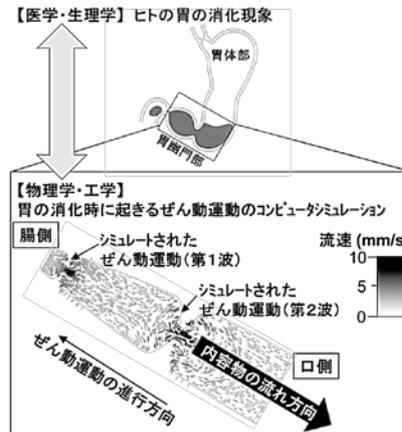


図1  
ヒト胃のぜん動運動が引き起こす内容物の流れ場のCFDシミュレーション結果

要である。そこで筆者らの研究グループでは、実際に胃の構造をコンピュータ上でモデル化し、ぜん動運動に誘起される内容物の流れ場をシミュレートすることにより、新しい視点での消化現象の研究を行っている(図1)。シミュレーションを行うことで、内容物の流速や流体のせん断力など、定量的な知見も明らかになってきている。

## 3. まとめ

数学的手法は農学系の分野では敬遠されがちであるが、学部時代に隣の棟の情報学部の講義も受けていたせいか、筆者はこの数値シミュレーション手法にも抵抗がなかった。また、所属する研究室では蓄積されていなかったシミュレーションのノウハウも、インターン先の研究所で、既に同様の手法を使っていた研究者の方に教えていただくことができ、結果として成果に結びついたと考えている。このような学際的研究が比較的容易に行える環境が整っていることが、つくばの最大の強みであると感じている。

### 神津 博幸 (こうづ ひろゆき)

2009年筑波大学第二学群生物資源学類卒業。  
2011年筑波大学大学院生命環境科学研究科  
生物資源科学専攻博士前期課程修了。同年キ  
ンビール株式会社。2013年より現所属。



# Development of HOM Nanomaterials for Detection, Simple Removal of Radioactive Cesium<sup>137</sup> in Water

National Institute for Materials Science (NIMS) , 1-2-1 Sengen, Tsukuba-shi 305-0047  
**Sherif A. El-Safty**

The environment protection and preservation from various types of pollutions (radioactive and heavy metals as well as biological toxin) is the most crucial issues in the contemporary world [1-8]. Therefore, we have been devoted our efforts in the field of environmental remediation due to fabrication and development of high-order-mesoporous (HOM) composites like nanosponge for selective adsorption and recovery of hazardous elements such as Arsenic, mercury, lead, chromium .....etc. [1-8]. Since the first weeks of the Fukushima Daiichi nuclear disaster, a large amount of radioactive radionuclide (<sup>31</sup>I (150 × 10<sup>15</sup> Bq), <sup>134</sup>Cs and <sup>137</sup>Cs (3 × 10<sup>15</sup>Bq)) were diffused into the environment. El Safty group`s developed a nanocaptor materials for radioactive strontium (<sup>90</sup>Sr), and iodine (<sup>131</sup>I) adsorption/recovery systems. These materials showed possibility to optical capture and remove 0.02 g of Iodine and 13 mg of strontium per 1 g of nanocaptor; assuming the possibility to remove I<sup>131</sup> and Sr<sup>90</sup> with equivalent of 90 × 10<sup>12</sup> Bq and 65 × 10<sup>9</sup> Bq respectively, in aqueous solution. Following-up studies, the newly developed nanocaptor designs are based on the use of a high-order glassy silica (HOM)/metal oxide (MOx) composites in millimeter monolith or nanoparticle shapes as platforms. These HOM-MOx featured unique atomic arrangements in the walls with thermally and hydrothermally stable (> 1000°C and under steaming for months, respectively), micrometer or nanoscale particle size, high surface area (300-1000 m<sup>2</sup>/g) and pore volume (~1.0 cm<sup>3</sup>/g), with innumerable, well-defined pores having a size of only several nanometers inside the material cavities. Experimentally, one gram of HOM-MOx is enough material to completely remove radioactive <sup>137</sup>Cs in

very short time however; the current technology used approximately one kilogram of material, leading to reduce the amount of radioactive waste that reaches tons around the world (Fig. 1).

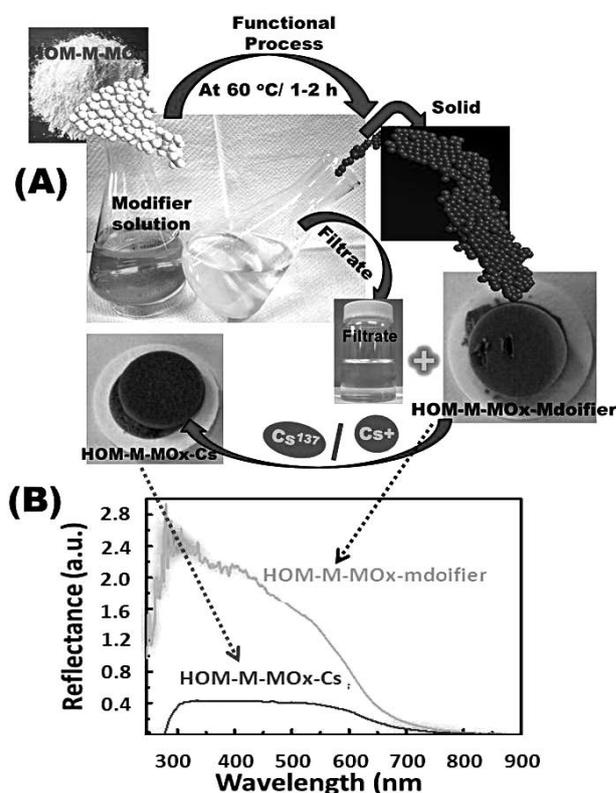


Figure 1 Fabrication of optical mesoporous HOM-MOx captors for visual detection and removal of non- and radioactive cesium (A), as evidenced from the change of the reflectance spectra (B) as signaling indication of recognition and removal of cesium.

Using technology of nanostructure HOM-MOx, the following products have been manufactured;

- 1-Highly sensitive optical sensor for radioactive contaminants
- 2-Full removing with high selectivity towards a wide concentration range of radioactive elements (1 - 100,000,000 Bq / L) of water, air and soil

- 3-Safe and magnetic nanocaptors for personal use (Pocket filter)
- 4-Nanometer covers design to enhance the security inside the nuclear reactors.

#### Characteristics of HOM-MOx products;

- 1-High sensitivity in low concentrations up to part per trillion
- 2-Full decontamination of radioactive in a wide concentration range.
- 3-Fast response time (in min) with high removal efficiency.
- 4-Visual color change to detect radioactive elements
- 5-Excellent reusability without affecting the adsorption efficiency.
- 6-High thermal and hydrothermal stability of materials.
- 7-High magnetic-gradient property, which makes it easily used in the purification of both soil and air

In fact, the ultimate objective of HOM-MOx products is an early warning of radiation, remove radioactive elements leaked and improve worker safety and security of nuclear reactors. Therefore, the nuclear radiation hazards can be controlled for developing the nuclear reactors for safe energy with high security.

#### References:

1. S. A. El-Safty, T. Hanaoka, F. Mizukami, *Adv. Mater.* 2005, 17 (1), 47-53.
2. S. A. El-Safty, T. Hanaoka, F. Mizukami, *Chem. Mater.* 2005, 17, 3137-3145.
3. S.A. El-Safty, M. A. Shenashen, A. A. Ismail, *Chem. Commun.* 2012, 48, 9652-9654.
4. S. A. El-Safty, A. Shahat, W.Warkocki, M. Ohnuma, *Small*, 2011, 7, 62-65.
5. S. A. El-Safty, et al. *Adv. Funct. Mater.* 2007, 17, 3731-3745.
6. S. A. El-Safty, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2006, 45, 7202-7208.
7. S. A. El-Safty, et al., *Adv. Funct. Mater.* 2008, 18, 1485-1500.
8. S.A. El-Safty. M. A. Shenashen, M. Ismael, M.Khairy, *Adv. Funct. Mater.* 2012, 22, 3013-3021.

**Sherif A. El-Safty** is currently working as a Professor at Waseda University, Japan, in major Nanoscience and Nano-Engineering. He is also leading an independent group of nano-dynamic materials designs (NDMD) at National Institute for Materials Science (NIMS), Japan. This group is actively supporting the goal of nano-technological materials designs for environmental cleanup systems of soil, water and air. He obtained his Ph.D. in 2000 under supervision of Professor John Evans, Southampton University, UK. He established his scientific activity and research life in nanomaterials based nanotechnological applications in Research Institutes and Universities with full grants of 5 million US \$ in the last five years. He has 20 patents and published over than 150 papers in advanced materials and related chemistry journals. In 2012, He was recognized as one of the first-class work for applicable feasibility.



## サイエンス・フロンティアつくば 2013(SFT2013)のご案内

今年につくば研究学園都市建設の閣議了解から 50 年、江崎玲於奈博士のノーベル賞受賞から 40 年という節目の年です。これを記念し SAT では、11 月 2 日 (土) 午後、つくば国際会議場にて、一先端科学・技術をビジネスへをテーマに、シンポジウム SFT2013 を開催いたします。本シンポジウムでは、ノーベル化学賞受賞者の根岸先生のご講演のほか、江崎先生ー根岸先生の対談、つくば内外の著名な先生方によるパネル討論が予定されています。

これからのつくば、ひいては日本の科学・技術のあり方を考える貴重な機会、多くの皆様のご参加をいただきたく、ご案内申し上げます。

<http://www.science-academy.jp/pdf/SFT2013.1.pdf>

# 特集Ⅱ つくばの研究Ⅲ 食品の科学

これからの日本にとって、健康で長寿な社会の構築は喫緊の重要課題である。このような社会構築のための食品の重要性は言うまでもあるまい。食品が実際に消費者によって消費されるまでには、生産・加工・流通・・・と何段階もの過程が必要である。また、食品がその機能を発揮するには、そもそもどのような機能を持つべきか、素材がどのようなものであるべきか、体内でどのように栄養化が進むかについての検討も必要であろう。安全性についての評価も欠かすことができない。

本特集では、上記のような食品の特性を俯瞰し、素材から消化に至るまでの各過程について専門家からご寄稿いただいた。読者諸賢には、本特集によって、食品の重要性を認識していただくとともに、自分たちの事業・研究が食品科学との新たな連携の契機とならないか、そのように改めてお考えいただくことを期待したい。

## 食のストレス予防・改善作用

筑波大学生命環境系・教授  
宮崎 均

### ○はじめに：

国民医療費が遂に35兆円に達し、その削減対策は日本の将来を左右する国家的課題と言える。その中で、「食」、「運動」、「休息」が、「如何に健康に長生きするか」を実現するために重要視されている。多様且つ多くの疾病がストレスに起因することが分かってきており、これら3つは、いずれもストレス改善のために必須なものと言える。ここでは、食によるストレスの予防・改善に焦点を当て、地中海沿岸地域の食文化を形成するオリーブの成分を例にとり話を進めたい。「医薬に比べれば食の機能性なんて」と考えられている方も、本稿を読まれて食の力を見直して頂ければ幸いである。

### ○ストレスと活性酸素種：

ストレスといっても多種多様である。熱中症に繋がるような物理的ストレス、不安感のような心理的・情緒的ストレス、不眠症のような生理的・身体的ストレス、職場での人間関係のような社会的ストレス。入り

口は異なっても、どれも持続すると我々の内分泌系や自律神経系に異常を来す。上記のストレスは、動脈硬化、癌、アルツハイマー症などの疾病だけでなく、皮膚のシワやシミ、老化の促進をも引き起こす。また、これら疾病の発症・進展や老化に酸化ストレスが深く関わることも知られている。従って、「様々のストレス→酸化ストレス→疾病の発症・進展と老化」という図式が描ける。酸化ストレスとは、スーパーオキシドに代表される活性酸素（種）による生体の酸化反応と抗酸化反応（抗酸化物質や抗酸化酵素による）とのバランスが、ストレスや老化などにより崩れ酸化反応が充進すること、と定義づけられる。だからこそ、緑茶成分（カテキンなど）、赤ワイン成分（レスベラトロールなど）、オリーブ成分（ヒドロキシチロソールなど）など、様々な抗酸化化合物が疾病の予防・改善、即ちストレスの予防・改善に効果的と期待されている訳である。

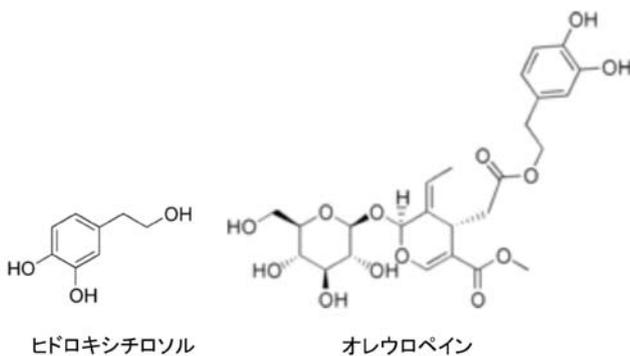
### ○抗酸化機能とは：

一般の方々には食由来の抗酸化化合物の作用として、

スカベンジャーとして体内で発生した活性酸素を直接捕捉する作用を描くであろう。勿論、これも抗酸化化合物として重要な機能である。しかし、スカベンジャーとしての機能に加え、第二、第三の機能も重要になってくる。第二の機能とは抗酸化酵素の発現誘導や活性化であり、第三の機能とは活性酸素種産生を抑制する機能である。我々はこれまで20種以上の食に含まれる抗酸化化合物を扱ってきたが、化合物により上記3つの機能全てを有するもの、一部の機能のみを有するものなど、化合物により様々であることが分ってきた。また、抗酸化化合物は抗酸化酵素の発現誘導のパターンから幾つかに分類できることも見出した。因に、オリーブの機能性成分ヒドロキシチロソルは3つ全ての機能を有する。

○オリーブのストレス予防・改善作用：

ここでは、オリーブのストレス予防・改善作用の例として、生殖系への作用と血管内皮細胞に対する作用を紹介する。話に登場するオレウロペイン(乾燥オリーブ葉100g当たり5-20g含有)とヒドロキシチロソル(エキストラバージンオイル100 ml当たり70 mg含有)の構造を図1に示す。尚、オレウロペインは体内に吸収されるとヒドロキシチロソルに変換される。



：ヒドロキシチロソル及びオレウロペインの化学構造

・卵巣への作用：

人の場合、精神的ストレスや激しい運動などの物理的ストレスが原因で、生理や排卵に異常を来す場合がよくある。畜産の分野では、夏の暑熱ストレスが繁殖力を低下させ、昨今の地球温暖化と相まって大きな問題となっている。人を含め多くのほ乳類では一回の性周期に多数の卵胞が発育するが、多くは卵胞を形成する顆粒膜細胞(卵子を囲む細胞)の細胞死により卵胞

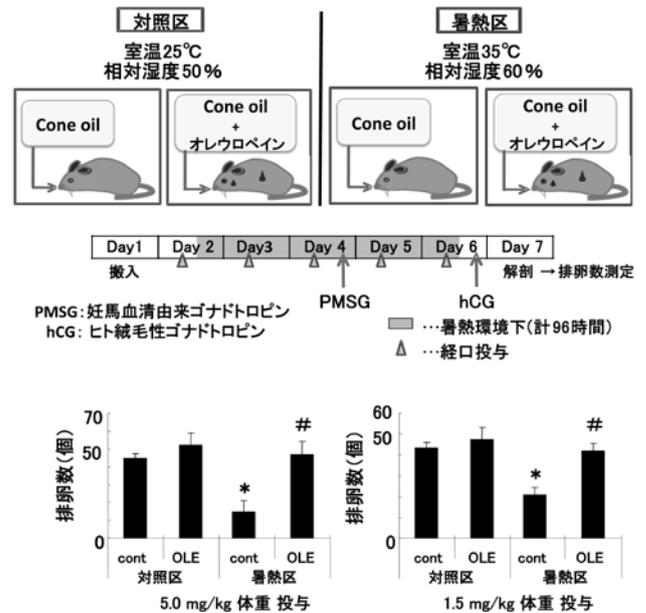


図2：オレウロペインによる暑熱ストレス依存的な排卵数減少の改善作用。2種類の性腺刺激ホルモンの投与による通常の排卵数は40-50個であるが、暑熱ストレスにより顕著にその数は減少する。オレウロペインはこの減少を完全に回復させる。

閉鎖に陥り退縮する。一方、排卵に至る卵胞では顆粒膜細胞が生存を続ける。従って、顆粒膜細胞の生存・死が卵胞の閉鎖・排卵の運命を決定すると言える。

我々は以下のような実験を行った。まずラットを用い、35°Cの暑熱ストレスが通常のストレス同様に体内で酸化ストレスに変換されることを確認した。次にオリーブ由来の化合物をそれぞれ培養顆粒膜細胞に作用させ、24時間後に化合物を培地から完全に除去し、酸化ストレスとしてH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を添加した。その16時間後に細胞の生存率を測定した。化合物無添加群は細胞死を起こしたが、ヒドロキシチロソル添加群では顕著な細胞死抑制が観察された。これは、ヒドロキシチロソルが24時間の間に細胞に酸化ストレス耐性を付与したことを意味している。調べたところ、少なくとも抗酸化酵素のカタラーゼ、ヘムオキシゲナーゼ1 (HO-1)、スーパーオキシドジスムターゼ-1、-2の発現を増加させていた。ラットに35°Cの暑熱ストレス負荷を与えたところ、排卵数は1/2から1/3に減少する(図2参照)。ところが、体内でヒドロキシチロソルに変換されるオレウロペインを経口投与したところ(5 mg/kg体重と1.5 mg/kg体重)、排卵数減少は完全に回復した。実際に卵巣での抗酸化酵素の発現増加も確認された。これを単純に60kgの人に換算すると、オ

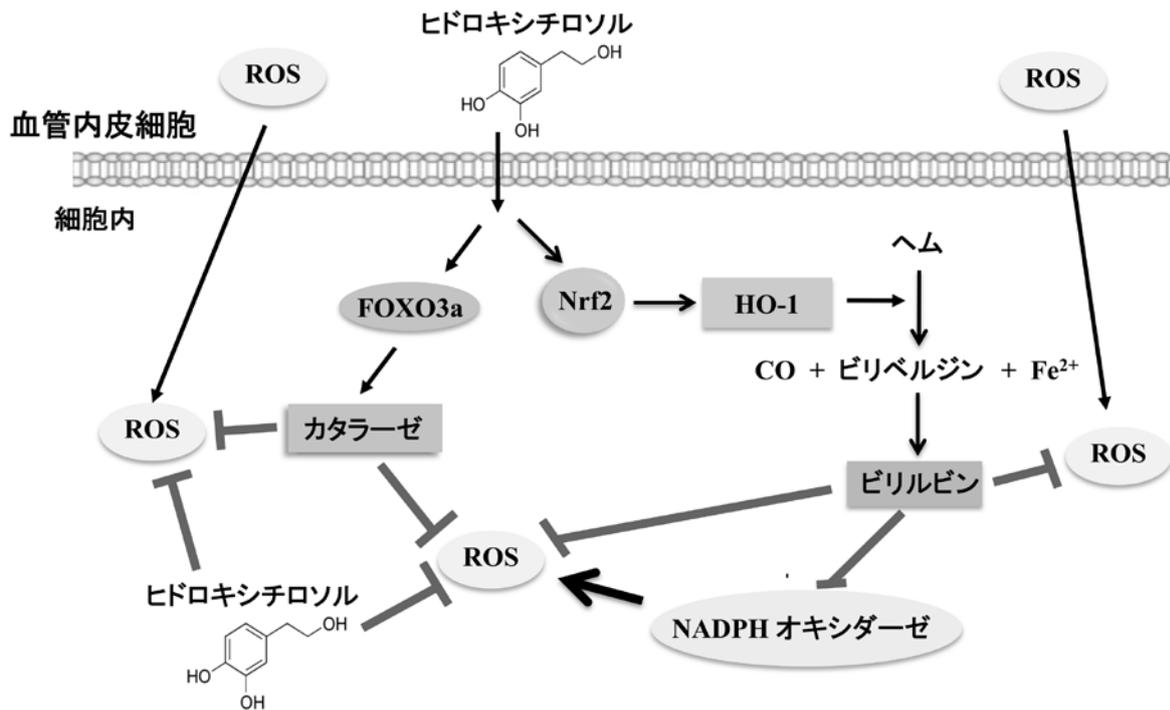


図3：ヒドロキシチロソルの酸化ストレスの予防・改善作用の分子機序

リーブ葉乾燥物（オレウロペイン20%含有の場合）を1日僅か450mg摂取すればよいことになる。その他の実験結果を総合すると、オリーブ成分ヒドロキシチロソルは、暑熱というストレスを少なくとも活性酸素種のスキャベンジングと抗酸化酵素の発現誘導により改善すると考えられる。ここでは暑熱というストレスを用いたが、精神的なストレスに対しても同様のことが起きると考えている。

・血管内皮細胞に対する作用：

血管内皮細胞は血流と直接接する血管の一番内側を構成する細胞である。酸化ストレスや高血圧によるこの細胞の傷害は、動脈硬化の発症・進展に密接に関わる。

培養血管内皮細胞はH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>による酸化ストレスで細胞死を起こす。これに対し、顆粒膜細胞と同様にヒドロキシチロソルは内皮細胞に対しても酸化ストレス耐性を付与することが分かった。また、傷害を受けた内皮細胞に対し治療効果を示す化合物は動脈硬化の発症・進展を負に制御できると考えられる。ヒドロキシチロソルは内皮細胞に対してこの治療効果を示すことも分かった。酸化ストレス改善作用を詳細に調べたところ、図3に示すようなことが細胞内で起こっていた。

第一は、自らがスキャベンジャーとして活性酸素種を捕捉しその濃度を低下させる。第二はFoxo3a及びNrf2という転写因子を介し、抗酸化酵素であるカタラーゼとHO-1の発現をそれぞれ増加させる。HO-1はヘムを基質として、CO、ビリベルジン、Fe<sup>2+</sup>を産生するが、このビリベルジンは還元されてビリルビンに変換され、活性酸素種のスキャベンジャーとして働く。第三として、ビリルビンはNADPHオキシダーゼによる活性酸素種の産生を抑制する。血管内皮細胞には、TNF $\alpha$ をはじめNADPHオキシダーゼの活性化を介して活性酸素種を産生させる様々な因子が作用する。このような因子による酸化ストレスには、ビリルビンはかなり有効と思われる。以上のように、ヒドロキシチロソルは血管内皮細胞に対する酸化ストレスを、抗酸化の3つの方法全てを用いて保護していると考えられる。これは、卵巣の顆粒膜細胞の酸化ストレスからの保護についても同様と予想している。

おわりに：

今回はオリーブ成分を例にとり話しを進めたが、食の中には多種多様なストレスの予防・改善に有効利用可能な抗酸化化合物が存在する。ヒドロキシチロソル

はカタラーゼとHO-1の両方の遺伝子発現を誘導できるが、ローズマリーに含まれるカルノシン酸はHO-1の発現のみ、コーヒー豆に含まれるカフェオレキナ酸はカタラーゼの発現のみを誘導する。このような抗酸化化合物の作用機序が明らかになるにつれ、より効果的な食によるストレスの予防・改善も可能になることが期待できる。最後に一言。食の効果の基本はあくまでも予防とある程度の改善効果であり、医薬のような治療効果を過度に期待すべきものではない。また、健康維持や疾病予防には、最初に述べた「運動」と「休息」も重要であることは言うまでもない。

#### 宮崎 均

1985年 3月：筑波大学大学院農学研究科博士課程修了（農学博士）

1985年11月：筑波大学遺伝子実験センター講師

1993年 7月：同上・助教授

2005年10月：筑波大学北アフリカ研究センター・教授

2010年 4月：大学発ベンチャー株式会社アレナビオ・取締役

2011年 4月：筑波大学生命環境系・教授



昇圧酵素レニン及び昇圧ペプチドとその受容体、さらには動脈硬化の発症・進展に関わるチロシンホスファターゼに関する分子生物学的・細胞生物学的研究に長年従事した。7年前に食機能探査科学という研究分野を立ち上げ、現在、食べ物に含まれる健康機能性成分に着目し、食による人、家畜、魚介類の健康向上と疾病予防を目指した研究に取り組んでいる。

## 最近の調理技術「これはおいしい『ごはんパン』」

独立行政法人 農研機構・食品総合研究所穀類利用ユニット長  
奥西 智哉

### はじめに

日本の食糧自給率は40%を下回っている。主に食糧安全保障の立場から自給率を上げる対策が講じられており、米を従来の主食としての炊飯米利用だけでなく他の用途例が開発されてきた。そのひとつとして今回紹介させていただく「ごはんパン」があり、他にも米粉パンや米粉麺が耳にする機会が増えている。

研究のきっかけとしては「現代農業」2010年12月号に寄稿した文章がわかりやすいので抜粋する。『2008年初夏、当時、北陸研究センター（旧北陸農業試験場）にいた私は米の新しい利用法が何かないかと考えていた。本当に、本当に、思いつきであるが、炊飯米つまり炊いたごはんを使ってみたらおもしろいんじゃないかという考えがたまたま浮かんだ。早速、実験室にあったごはんの水分を計って、ちょこちょこ計算をして、ホームベーカリーのレシピを変換して「ごはんパン」のレシピを完成させたのである。すぐさま、家にいるカミさんに電話して作ってもらった。春先からカミさんの要望で我が家にもホームベーカリーがあったのです。帰って感想を聞くと大好評で、「よし、これを研究のネタにしてやろう」と「ごはんパン」研究が始まったわけです。』

### 1. 「ごはんパン」はおいしかった

食品として求められることはまず美味しいということである。冒頭に述べたように米を利用するとき、われわれ日本人は生米を炊飯し「ごはん」として食べている。栄養学な側面もちろんあるが、炊飯することによって食味が格段にあがることも事実である。米をパン材料として供する場合、本来のパン材料である小麦粉を真似て米粉として用いられることが多いが、米粉は生米の粉碎品である。食味の観点からは材料の段階から炊飯米を用いるのは当然の発想である。

さて「ごはんパン」の美味しさはどうであろうか。試食試験を行ったところでは炊飯米を添加することでパンとしての評価は高まり、最適な米置換率は30%であった（図1、奥西智哉（2009）食科工，56（7）：424-428）。パンの一般的な評価以外にもこのパンの特徴である、もちもち感・しっとり感・甘味を評価した（図2）。今後、これらの新しいパン特性の評価手法の開発が求められる。

### 2. 「ごはんパン」のサイエンス

米をパン材料として用いるときの最大の問題点は、米のタンパク質はグルテンを形成しないということで

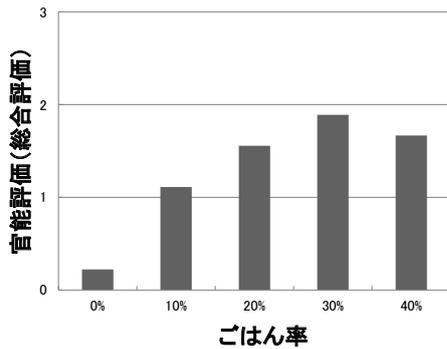


図1. ごはん添加率と官能評価

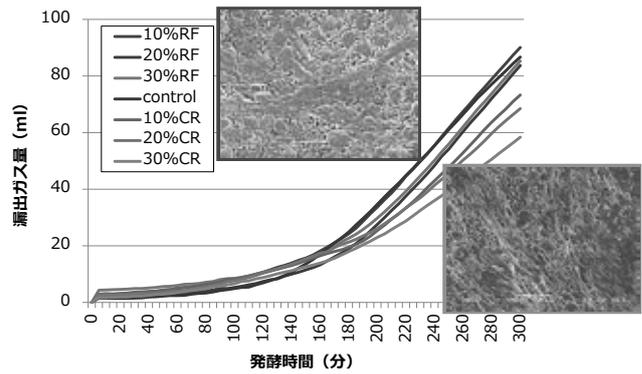


図3. 発酵中パン生地からの漏出ガス量

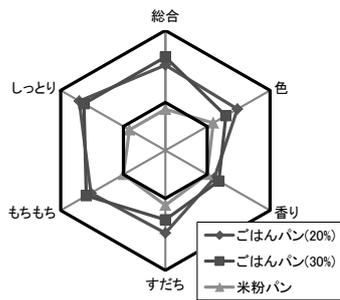


図2. ごはんパンの特徴

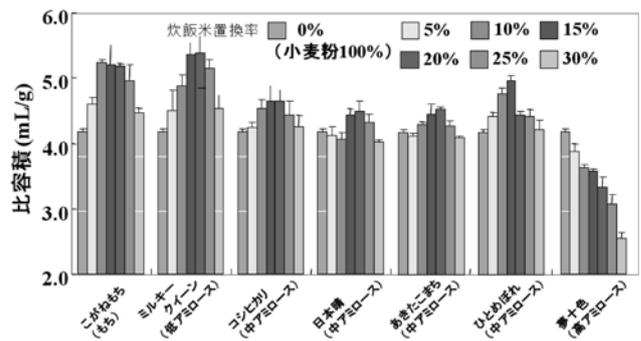


図4. 米品種別のパンの膨らみ

ある。小麦ではグリアジンとグルテニンという2種のタンパク質が生地を捏ねている間にグルテンが生成され生地に弾力と粘りが与えられパンの膨らみの基となる。このパンのふっくらとした膨らみはおいしさと直結しており、米をパン材料として用いる場合、パンの品質はどうしてもこの部分で不利になる。そこで、1) 小麦粉ベースで低い米粉置換比率（20%程度）にとどめるか、あるいは2) グルテンや増粘多糖類を添加することが、製パン性が悪いことに対するこれまでの対処法であった。

「ごはんパン」はグルテンが含まれていないにも関わらず、パンが膨らんだ。パンは酵母が発酵時に発生させる炭酸ガスを膨らみの原動力にする。このガスを如何に生地中に保持するかがパンを膨らませるポイントであるが、小麦粉パンで大活躍するグルテンが米には含まれないので別の何かがガスを捕まえる役割を行っている。確かに炊飯米の添加により発酵ガスの漏出が少なくなっており、発酵中の生地内部は糊化した澱粉がガスを包む様子が観察されている（図3）。ごはんの粘りがグルテンの代わりにガスを保持しているのである。

### 3. 農業界に向けての情報発信

米には様々な特性を持った品種がある。また、同時に品種特性を評価する指標も多い。例えば、デンプン中のアミロース含量や、タンパク質含量といった成分割合であったり、炊飯米の硬さや粘りといった物理特性が評価指標として用いられている。「ごはんパン」の膨らみに対して米品種がどのような挙動を示すかは、品種特性指標で説明できる（図4）。成分指標ではアミロース含量が負の相関、炊飯米物性では粘りが正の相関をそれぞれ高い相関係数とともに示した（Iwashita, K. et al. (2011) Food Sci. Tech. Res., 17 (2) : 121-128)。つまり、柔らかく粘る米飯になる低アミロース品種ほどパンを膨らませることができる。同じ品種でも炊飯方法やその加減によって、炊飯米の特性は変わる。その影響も含め、ごはんの特性とパンの品質の関係をより詳細に明らかにし、適正な製造法を示していく必要がある。

### 4. パン業界に向けての情報発信

パン生地を機械で作成するとき、まず油脂以外の材料を入れ、低速および高速ミキシング操作を行う。油

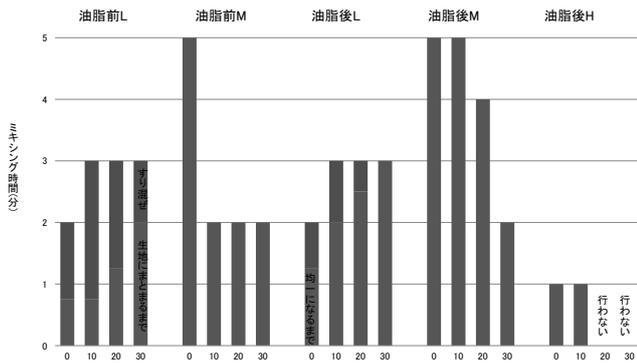


図5. パン製造条件の提案

脂を投入後、低速、中速および高速ミキシングを行い、生地形成を完成させる。油脂前の低速ミキシングでは水を含めた材料の混和が重要であり、筆者は飯粒がよくすり混ざっていることが重要であると提唱している。ごはんの割合が多くなるほど生地にまとまるまでの時間（青い部分）が長い、すり混ざるまでの時間（赤い部分）は短くなり、小麦粉（0%）の場合に比べて、少し長い低速ミキシングを行う。その後の中速ミキシングは小麦粉に比べかなり短くてよい。油脂と生地をなじませる油脂後低速ミキシング工程では、小麦粉生地では油脂と均一になり、さらになじませる余裕（赤い部分）があるが、ごはんの割合が多くなると徐々にその余裕はなくなる。油脂後中速・高速では生地を鍛えることは考える必要がなく、ごはん割合が多くなると高速ミキシングは行わなくてもよくなる（図5）。

各種パン（図6）に関しては、新潟県佐渡市の（有）中川製パンは地元のスーパー等に各種パンを卸している。「ごはんパン」は地元高校で販売されているとのことである。また、長野県佐久市は特産品開発を信州



図6. 各種ごはんパン例



図7. 「ごはんパン」コース搭載ホームベーカリー

大学と行っているが、この一部を手伝わせていただいた。地元パン業者に数社に技術指導を行った。この他にも、岩手一戸町の一野辺製パン株式会社も独自に「ごはんパン」を販売されているが、筆者も何度か意見交換を行った。

### 5. 食品関連業界に向けての情報発信

産業用あるいは家庭用において食品関連の機器が増えている。機器メーカーがデバイス開発するにあたり、食品素材としての特性挙動は非常に重要である。近年、家庭で簡単にパンを作るためにホームベーカリーが注目されている。パナソニック株式会社は平成23年9月に業界に先駆け「ごはんパンコース」搭載の機器（図7）を発売したが、研究成果が参考にされた。

#### おわりに

日本人は食に対して保守的であると言われるが、それでも食品をとりまく状況には日進月歩の変化がある。消費者のニーズに細やかに対応するためや新たな需要を掘り起こすためにかなりのスピード感をもって商品開発がすすめられている。産業界の開発者がどこをどう突き進むかを予測しながらフィールドを整備するのもサイエンスの大事な使命でもあるので今後も彼らのスピードを殺さないためにも下支えとなる研究成果を積み上げていきたい。

**奥西 智哉（おくにし ともや）**  
 （独）農研機構・食品総合研究所穀類利用ユニット長

2000年京都大学博士課程修了後、農林水産省に入省。食品総合研究所穀類特性研究室に配属。米品種判別の定量化技術の開発。2005年6月農研機構・北陸研究センター稲収量性研究北陸サブチーム主任研究員。稲栽培条件が米食味に与える影響についての研究。2009年4月より現職。現在は「米のパン等への加工利用技術および品質評価技術の開発」および「油糧原料としての米糠安定化技術の開発」に関する研究に従事。農学博士。研究分野・著書など：食品科学、『高温障害に強い稲』（共著、養賢堂）、「米粉とことん活用読本」（共著、農文協）  
 表彰歴：平成18年FSTR（食科工英文誌）論文賞（品種判別定量化）、平成24年FSTR論文賞（ごはんパン）



# 干しいも（蒸切干）加工用サツマイモ品種の開発

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所 主任研究員  
 藏之内 利和

## はじめに

サツマイモから加工される「干しいも」（「蒸切干」あるいは「乾燥いも」とも称される）は茨城県を中心に生産され、地域の重要な特産品となっている。以前は事業者が農家の加工品を集めて販売することが多かったが、最近では農家が直売する場合や、事業者自身による加工販売も増えている。加工に向けられるサツマイモの栽培面積は約1,400ヘクタール前後で推移しているが、茨城県以外に、群馬県、三重県をはじめ東北から九州地方まで小規模ながら産地がいくつか存在している。品種としては「タマユタカ」が圧倒的に多く栽培されてきたが、最近では新品種の導入が各地で積極的になされるようになり、新しい展開を迎えている。この背景には、近隣国からの干しいも輸入が増えてきたことに伴う品質面の差別化、後述する「タマユタカ」の品質上の課題がある。ここでは、特に品種開発面から、干しいもを取り巻く技術開発について述べる。

## 1. サツマイモ育種の特徴

サツマイモは栄養繁殖作物であり、有望な親系統間の交配により得られた後代の中から優良個体を選抜し、以後はその個体の栄養繁殖により種苗を生産していくことになる。新品種の開発は、交配の他に芽条変異を利用した選抜があるが、主には前者によっている。現在、農研機構内の研究所が宮崎県都城市と茨城県つくば市の2か所で品種開発を担っており、ここで紹介する干しいも用の他、青果用、デンプン用、焼酎用、色素等原料用など幅広い育種を進めている。交配と実生選抜から始まり、最終的な生産力検定試験まで、新品種の開発には一般に7～8年の年月を要している。

## 2. 従来の品種と問題点

「タマユタカ」は1960年に品種登録された古い品種であるが、多収性であることや干しいもの食味が比較的良いことなどから現在まで主力品種となってきた。しかし、夏季に暑く乾燥した天候が長く続くと、「シロタ」と呼ばれる品質障害の発生が目立ち、産地では近年大きな問題となっている。この「シロタ」は、干しいもの一部が白色不透明となり（図1）、食感が硬くなるとともに食味が劣化し、処分されることで製品歩留まりを低下させる。「シロタ」発生の原因の一つとして、圃場の土壤水分減少がある。この減少が、い



図1 「タマユタカ」の干しいもの外観  
 上：正常な干しいも  
 下：「シロタ」（白く変色した部分）の発生した干しいも

もの水分減少につながり、さらに蒸煮加工時のデンプン糊化不良、ひいては「シロタ」発生につながることが分かっている。

「タマユタカ」以外の干しいも用品種としては、1930年代に民間で育成された「泉13号」があげられる。干しいものが良食味で外観の優れることから高級品向けの品種として作付けされているが、収量性が大きく劣ることなどから、栽培面積は限定的である。

## 3. 最近育成された品種について

「タマユタカ」の品質上の問題などから、産地では新たな品種への期待が高まってきている。これに応えるべく、干しいも品質や収量性、病虫害抵抗性の優れた新品種がいくつか育成されてきた。ここでは、その代表的なものについて紹介する。

「べにはるか」：農研機構九州沖縄農業研究センターにより育成され、2010年に品種登録された。元々は青果用として開発されたが、いもの貯蔵に伴って糖化が進みやすく、糖度の高い干しいもが作製できること、いもの収量が比較的多いことから、干しいも加工用としても作付けが広まっている。干しいもの色調は黄白で良好な仕上がりとなり、食味は「タマユタカ」よりやや優れているが、「シロタ」の発生が見られることがある。

「ほしキラリ」：農研機構作物研究所により育成され、2011年に品種登録された。いもの収量は「タマユタカ」の5割強と少ないが、良食味品種「泉13号」より多収

である。干しいもの食味は「泉13号」並みまたはより優れ、「タマユタカ」より明らかに優れている。「シロタ」の発生はほとんど見られない。いもに含まれるでん粉の糊化開始温度が「タマユタカ」等の通常品種より5～6℃程度低く、蒸煮加工時の糖化が進みやすいことも特長である。干しいもの色調は黄白で黒変が少なく、美しい仕上がりとなる。なお、苗床での萌芽がやや遅く、立枯病にはやや弱い。高級蒸切干製品としての販売へ活用が期待されている。

「ほしこがね」:農研機構作物研究所により育成され、2012年に品種登録申請を実施した。いもの収量は「タマユタカ」の9割程度と比較的多収である。いもは形状の揃いが良く、条溝が少なく目が浅く、皮むき作業がしやすい(図2)。干しいもの色調は淡黄で良好な仕上がりとなり(図3)、食味は「タマユタカ」よりやや優れる。「タマユタカ」で問題となる「シロタ」の発生がほぼ見られないことも大きな特長である。いもの貯蔵時にでん粉の糖化が進みやすいので、早期の加工に適しており、年内出荷に向く。これは、お歳暮向けの需要に応えられ、有利な点でもある。なお、いもに裂開を生じることがあり、立枯病には弱い。「タマユタカ」の一部に置き換えて普及が期待されている。

#### 4. 今後の品種開発目標

生産者・消費者から、干しいもの色調にバラエティーを持たせてほしいとの声が、しばしば寄せられている。



図2 「ほしこがね」の塊根の外観  
左:「ほしこがね」、右:「タマユタカ」、横線は10cm

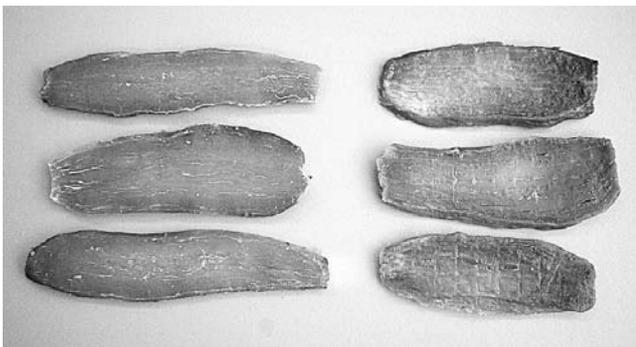


図3 「ほしこがね」の干しいもの外観  
左:「ほしこがね」、右:「タマユタカ」

紹介した3品種を含め、干しいも加工用として近年育成された品種は、肉色が黄白～淡黄のものが多く。したがって、これらと明らかに異なる肉色の品種の開発が重要である。橙肉色の品種では「ヒタチレッド」や「ハマコマチ」といった干しいも加工用品種が育成されているが、いもの裂開や病害抵抗性に問題があり、普及面積は限定的である。紫肉色の品種は、現在までのところ収量性や蒸切干の食味がやや劣ることなどから普及品種育成には至っていない。そこで、作物研究所では、橙色や紫色などの肉色を有する有望品種の育成を急いでいる。橙肉色の品種はカロテンを、紫肉色の品種はアントシアニンを有することから、機能性の面もアピールできる。さらに、これら成分をともに含み、全く新しい外観の干しいもが得られる品種の開発も目指している。

青果用として開発された「クイックスイート」は、でん粉の糊化開始温度が一般品種よりも20℃程度低く、蒸煮時にでん粉の糊化が早まることで糖化が促進される特長を持つ。この特性を干しいも加工用品種に取り込むことも重要である。また、糖化に関わるβアミラーゼの活性や耐熱性が高いことも、糖度が高く食味の良い干しいもを得る上で重要である。こうした面からの品種開発も継続して進めていく予定である。

干しいも加工用サツマイモの栽培は、加工の関係で冬季に乾燥した気温の低い条件となることが望まれるため、経済栽培地帯の北限に多く分布している。また、品質・コスト面から、青果用サツマイモで多いマルチ被覆栽培が少なく、無マルチ栽培が主流である。そのため、特に生育初期で低地温にさらされることが多く、低地温耐性も重要な特性と考えられる。この克服は、従来の品種よりも明らかな多収性を有する新品種の育成を可能とする突破口となる可能性を秘めており、長期的な視点で取り組みを続けている。

以上、品種育成面から、干しいもをめぐる技術開発の一端を紹介した。昔ながらの食品という印象の強い干しいもであるが、新技術の活用が積極的に進められ、新製品が開発されていくことが大いに期待されている。それに合わせるべく、今後はパッケージングも含め、さらに幅広い分野と連携した製品開発が重要であろう。

#### 藏之内利和

1984年 農林水産省北海道農業試験場  
2000年 農林水産省農業研究センター  
2001年 農研機構作物研究所  
同年 農学博士(北海道大学)  
現在に至る  
一貫して作物育種に従事(対象作物はサツマイモ、テンサイ)



# 食品の消化挙動を評価する胃消化シミュレーターの開発

筑波大学 生命環境系 教授  
市川 創作

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所 主任研究員  
小林 功

## 1. ヒトにおける食品の消化

消化は食事で摂取した食物を体内で利用可能な栄養素にするプロセスであり、ヒトの生命活動に不可欠である。ヒトの体内での消化プロセスは、唾液や胃液などによる化学的消化、咀嚼（そしゃく）やぜん動運動による物理的消化、および腸内細菌による生物的消化に大別される。この消化プロセスにおいて、胃と腸を含む消化管では、消化酵素やpHなどの化学的な作用に加え、ぜん動運動に誘起される内容物の流動が生じており、食品の消化に影響を与える重要な物理的因子と考えられる。

胃における食品の消化状態は、その下流の腸における栄養成分の吸収に大きく影響すると考えられ、食品の消化挙動を観察・評価して、食品の物理化学的特性との相関を明らかにすることは、消化特性が制御された食品の設計・開発に有用である。

本稿ではまず、消化管における食物の消化、特に胃のぜん動運動に誘起される胃内容物の流動に関して概説した後、筆者らが進めている食品の消化挙動を評価するための胃消化シミュレーターの開発について紹介する。

## 2. 食品の消化と胃のぜん動運動

固形食品は、咀嚼により2 mm程度のサイズまで粉碎を受けると共に唾液と混合され、嚥下により食道を通過して胃へと送られる。胃の上部は、主に食物の貯蔵機能を担っており、最大で3～4リットル程度まで胃内容物（食物と胃液の混合物）を貯蔵できる。一方、胃の下部（幽門部）では胃壁を伝わる進行波によりぜん動運動が生じ、胃内容物の流動、ならびに十二指腸への排出が行われている。

## 3. ぜん動運動を考慮した食品の消化に関する研究

ぜん動運動を考慮した消化管における食品の消化に関する研究は、ヒト被験者によるin vivo研究、コンピュータシミュレーションによる研究（in silico）、および装置を用いたin vitro研究の3つのアプローチで進められている。

核磁気共鳴画像法（MRI）を用いて被験者の胃の動作を可視化するin vivo研究から、ぜん動運動の進行波の速度、発生周期、および振幅は、健常者の場合、それぞれ2.5 mm/s、20 s、および18 mm程度であると報告されている。胃の疾患では、このぜん動運動に異常をきたす例が知られている。これらのin vivo研究では、胃のぜん動運動を観察することはできるが、胃内部での食品粒子の崩壊の様子や、内容物の流動現

象を評価することは困難である。

コンピュータを活用したin silicoによる検討では、胃の構造をコンピュータ上で再現し、胃壁で進行波を発生させ、これにより誘起される胃内部の流れ場を計算している。進行波の振幅が大きい幽門部で顕著な流れが生じており、この流れにより胃内容物が混合されていると考えられる。しかし、固形食品を含む胃内容物など多相系の流動シミュレーションは困難であり、食品の消化挙動をin silicoで評価することは現状では難しい。

食品の消化挙動を検討する最もシンプルなin vitro実験は、フラスコなどの容器内で胃や小腸の環境（人工消化液、温度など）を模擬することで行われている。この方法では、例えば試験管を約100往復/分の速度で振とうして、ぜん動運動に誘起される内容物の流動現象を模擬している。しかし、振とう強度の妥当性について検証されているわけではない。

消化管を模擬した精巧なin vitro実験装置も提案されている。例えば、胃と小腸のモデルTNO Gastrointestinal Model-1 (TIM-1) がオランダのグループにより開発されている。また、胃の環境を模擬したDynamic Gastric Model (DGM) もイギリスのグループにより開発されている。これらの装置は、薬剤や機能性食品に含まれる生理活性成分の消化管における安定性や吸収特性を評価するために開発された。このため、各器官におけるpHや酵素などの化学的環境は比較的忠実に模擬されている。しかし、ぜん動運動に誘起される内容物の流動については定量的に検討されておらず、固形食品の消化挙動の評価に適しているとは言いがたい。また、これらの装置は複雑で高価であるため食品開発などに安易に利用することは難しい。

## 4. 食品の胃消化シミュレーターの開発

胃の物理的および化学的な環境を模擬し、食品の消化プロセスを直接観察できるin vitro消化試験装置として、「胃消化シミュレーター（Gastric Digestion Simulator; GDS）」の開発を進めている。開発に当たっては、胃の複雑な構造をシンプルな構造モデルに置き換えつつ、ヒトの胃のぜん動運動により誘起される内容物の流動状態が装置内で再現されるよう配慮した。

具体的には、胃の構造をコンピュータで忠実に再現してぜん動運動に誘起される内容物の流動状態をシミュレーションにより求めた既往の研究を参考にして、ぜん動運動と内容物の流動が生じている胃の幽門部を単純化したモデルをコンピュータ上で構築した（図1(a)から(b)）。このモデル化した幽門部で、ぜん

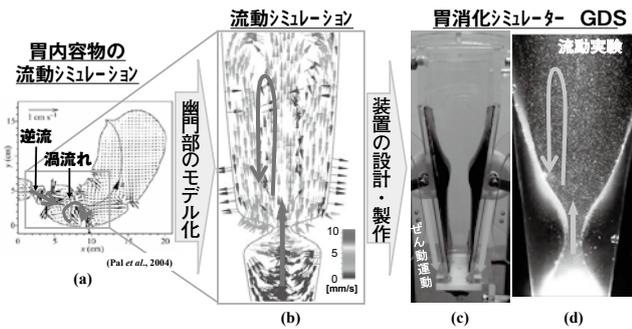


図1 食品の胃消化シミュレーター (Gastric Digestion Simulator; GDS) の開発

動運動により引き起こされる内容物の流動状態を流体シミュレーションにより求め、胃の構造を忠実に再現したモデルにおける流動状態と比較した。その結果、胃内容物の流速はぜん動運動の収縮部で最大となり、ぜん動運動の進行方向に逆行する流れが生じると共に、その後方部分で渦流れが生じるという流動状態が一致した (図1 (a)と (b)におけるグレーの太矢印)。この結果、幽門部を単純化した構造モデルにおいて、胃のぜん動運動により誘起される内容物の流動状態が再現できることがわかった。

次に、コンピュータ上で構築した幽門部のモデルから胃消化シミュレーター (GDS) の装置設計を行った (図1 (b)から (c))。このGDSでは、幽門部を単純化した構造容器の両側面にゴム板を張り、ローラーで圧縮することでぜん動運動の動きを模擬した。装置容器は透明な素材で作製し、内部の流動状態や食品の消化試験の過程を直接観察することができる。GDSにおいてぜん動運動により引き起こされる内容物の流動を観測した結果 (図1 (d))、シミュレーションで求められた流動と対応しており、GDSにより胃の内容物の流動状態を再現できることが確認された。

### 5. 胃消化シミュレーターによる固形食品の消化

開発したGDSを用いて、固形食品である豆腐の消化挙動を調べた。一辺5 mmの立方体にカットした豆腐粒子を人工唾液と混合した後、人工胃液と共にGDSに投入して消化試験を行った。GDSにより、腐粒子が経時的に消化され微細化される過程を直接観察できた (図2)。また、消化の進行に伴い、豆腐由来の微小粒子や消化物により液相が徐々に白濁する様子も観察された。

胃の幽門は2 mm程度までの大きさの粒子を通し、十二指腸に送るといわれている。GDSによる消化試験を180分行うと、豆腐の総タンパク質の約70%が2.36 mm以下の画分に移行したことがわかった。

GDSによる消化試験後の豆腐粒子の形状は様々であり、不定形であったのに対して、フラスコによる振とう消化試験 (115往復/分) では試験前の立方体に相似した形状の粒子が多く観察された。ぜん動運動を模擬していない振とう試験では、人工胃液の化学的作用により、豆腐粒子表面から消化が進行し、当初の立方体の形状を維持したまま小さくなったと考えられる。一方、ぜん動運動を模擬したGDSでは、化学的

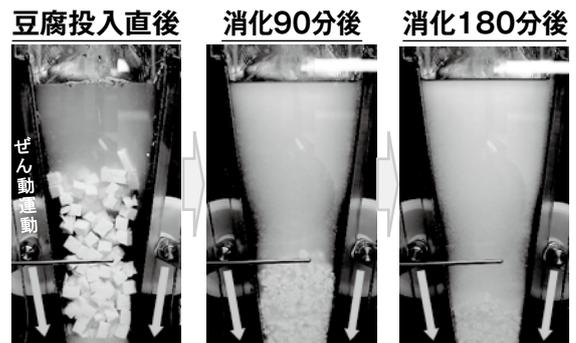


図2 胃消化シミュレーターによる豆腐の消化挙動の観察

な作用に加えて、ぜん動運動の物理的作用により豆腐粒子が破断し、当初の立方体の形状が失われたと考えられる。

### 6. 課題と展望

胃の幽門部をモデル化し、ぜん動運動を具備した胃消化シミュレーター GDSの開発について紹介した。GDSにより、食品の消化プロセスの直接観察や食品粒子の形状・サイズ分布の評価、さらには、消化による化学的変化の評価など、固形食品の複雑な消化プロセスのモデル解析が可能となりつつある。

食品の消化に関する研究では、ヒトを被験者とした in vivo 研究から得られる知見は極めて有用であるが、被験者の負担を考慮すると様々な条件での検討は難しく得られる情報は限られる。そのため in silico や in vitro モデルを用いて簡便に再現性良く食品消化の研究を行い、より多くの知見を蓄積する必要がある。今後は各手法による研究が進展し、互いの成果が補完しあうかたちで食品の消化プロセスの解明が進むことを期待したい。

摂取した食品が体内で消化されるプロセスの定量的な解析・評価が進めば、乳幼児や高齢者、疾患を抱えた方でも容易に消化できる食品の開発など、消化特性が制御された食品の設計・開発に有用な知見となる。また、食品成分のバイオアベイラビリティの評価や、食の安全性評価にも役立つと考えられる。

#### 市川創作 (いちかわ そうさく)

1995年東京大学大学院化学生命工学専攻博士課程修了。同年農林水産省 食品総合研究所 科学技術特別研究員。1997年筑波大学応用生物化学系 助手。2012年より現職。



#### 小林 功 (こばやし いさお)

2003年筑波大学大学院農学研究科博士課程修了。同年日本学術振興会 特別研究員 (筑波大学応用生物化学系)。2005年独立行政法人食品総合研究所 研究員。2008年より現職。



# 生鮮野菜の安全性を向上させるための微生物制御技術

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品安全研究領域 主任研究員  
根井 大介

## 1 はじめに

生鮮野菜はビタミン類および食物繊維が豊富に含まれている重要な食品であり、その消費量は増加傾向にある。一方で、加熱食品と比較して生鮮野菜のような非加熱食品は、食中毒菌による汚染・増殖のリスクが高く、生鮮野菜が原因食品の食中毒事例も少なからず報告されている。特に、緑豆もやし、カイワレダイコン、アルファルファもやし、ブロッコリースプラウトなどの芽もの野菜による食中毒は、国内の報告例は少ないものの世界的には多く発生している(表1)。直近の

発生日	発生場所	原因食品	原因病原菌	患者数
1997	米国	アルファルファ・モヤシ	サルモネラ	81
	米国	アルファルファ	大腸菌O157:H7	108
	米国	アルファルファ、クローバー	サルモネラ	60
1999	カナダ	アルファルファ	サルモネラ	46
2002	日本	モヤシの酢の物	その他の病原大腸菌	204
2005	米国	モヤシ	サルモネラ	379
	日本	カイワレダイコン	サルモネラ	12
2009	米国	アルファルファ	サルモネラ	235
2010	英国	豆モヤシ	サルモネラ	219
2011	主に欧州	フェヌグリーク スプラウト	大腸菌O104	4,321

表1 芽もの野菜が原因食材の食中毒発生状況

深刻な食中毒事例としては、2011年にドイツを中心に欧州各国で発生した腸管出血性大腸菌O104のアウトブレイクがある。このアウトブレイクでは欧州諸国および北米で4000名以上の食中毒患者が発生し、50名近くの死者が確認されており、フェヌグリークスプラウトが原因食材と結論付けられている。この他にも、腸管出血性大腸菌およびサルモネラによる大規模な食中毒が報告されている。また、芽もの野菜のリステリア汚染が原因のリコール事例も発生している。食品の安全性に対する消費者の関心は極めて高く、食品産業にとって軽視できない重要な課題である。ここでは、生鮮野菜の中でも特に芽もの野菜の食中毒を防ぐための微生物制御技術について紹介する。

## 2 芽もの野菜の食中毒

数多くの微生物が我々の周辺に存在している中で、ヒトの健康に危害を与える食中毒菌を摂取した時に食中毒が発生する可能性が出てくる。芽もの野菜を生産する過程で、どの段階で食中毒菌に汚染されるかを知ることが食中毒を防ぐ上で重要である。芽もの野菜の場合には病原菌が原料の種子に付着しているケースが多く、生産工程の初期段階で汚染が始まっていることが特徴である。芽もの野菜を生産するために原料種子を発芽させるが、その環境は高温・多湿である。そのため、病原菌が種子に付着していた場合には発芽処理中に菌数が急激に増殖することがある。最終的に、食中毒を引き起こすのに十分なレベルの病原菌が付着した芽もの野菜を生食あるいは十分に加熱されていない状態で喫食することで食中毒が発生するリスクが高まるものと考えられている。したがって、生産工程の初期段階で原料種子を効果的に殺菌することが、芽もの野菜の食中毒を防止する上で重要な役割を果たす。

## 3 原料種子の殺菌

芽もの野菜の原料種子を殺菌するのに用いられる方法としては、次亜塩素酸処理が最も一般的である。日本国内では、50 ppm程度の次亜塩素酸ナトリウム水溶液に原料種子を所定の時間浸漬する方法がとられている。原料種子上の病原菌に対する殺菌効果は限定的であるが、汚染種子から非汚染種子への交差汚染を防ぐことが期待できる。国内と比較して、海外では非常に高濃度の次亜塩素酸が使用されることがある。米国のNational Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods(米国食品微生物基準諮問委員会)は、芽もの野菜の原料種子の生菌数を5 log CFU/g以上低下させることを推奨しており、20,000 ppmの次亜塩素酸カルシウム処理を一例としてあげている。一方で、病原菌の汚染レベルがある程度高い場合には、このような高濃度の次亜塩素酸で処理を行っても菌数を「ゼロ」にすることは一般的に難しく、その後の環

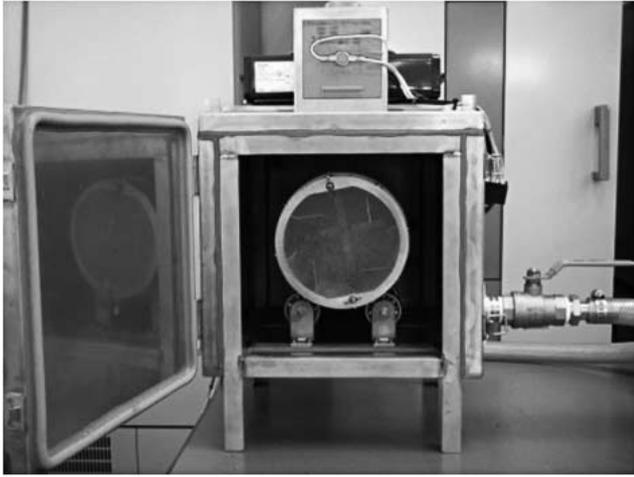


図1 酢酸ガス処理装置の試作機

境条件次第では再び食中毒を引き起こす菌数にまで増殖する可能性もある。次亜塩素酸のみならず、種子殺菌に適用できる殺菌方法の多くでは、種子に付着した病原菌を完全に死滅させることは難しい。種子の十分な発芽率を維持するために、過度の殺菌処理を加えることができないことも一因である。原料種子の殺菌処理により食中毒を完全に防止できるのではなく、あくまで食中毒リスクを低減するものであることに留意する必要がある。

## 4 効果的な殺菌技術の開発

### 4-1 酢酸ガスを利用した殺菌技術

安全性のより高い原料種子を提供するために、次亜塩素酸処理に代替する殺菌方法の開発を行ってきた。そのひとつとして、ガス状の酢酸を利用した殺菌方法を紹介する。図1にガス処理装置の小型試作機を示したが、その構造はシンプルであり、装置に投入した酢酸を加熱により気化し、ガス化した酢酸とともにサンプルを密閉し殺菌処理を行うものである。酢酸ガス処理により得られる殺菌効果は非常に高く、殺菌処理に2-3時間を要するものの、原料種子に接種した大腸菌O157:H7およびサルモネラの生菌数を5 log CFU/g以上低下させることができる。処理条件次第では、生菌数を6 log CFU/g以上からほとんどゼロに近いレベルにまで低減することが可能であることがわかっている。現在広く使用されている次亜塩素酸では、1-2 log CFU/gほどの殺菌効果が期待できるが、これと比較すると酢酸ガスの殺菌効果は非常に高い。殺菌処理を

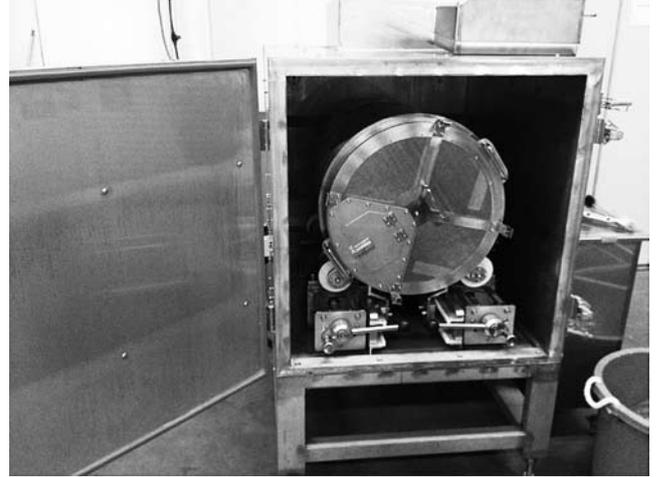


図2 酢酸ガスの大型処理装置

考えた時に、単に菌数を減らすことのみを追求するのではなく、殺菌処理後の原料種子が十分な発芽能力を残しているかが重要となる。酢酸ガス処理がカイワレ種子およびアルファルファ種子の発芽能力に及ぼす影響を調査したが、発芽率の大幅な低下は認められなかった。

実験室内で少量のサンプルを使用して得られた結果を踏まえて、そのまま商用規模にスケールアップしたとしても同様の結果が得られるとは限らない。そのため、大型のガス殺菌装置をして試験し（図2）、ガス殺菌を使用する上で実務上の問題点がないかを確認した。大型殺菌装置の基本的な構造は小型試験機と同様であるが、大型試験機では一度に数10 kg単位で原料種子を殺菌処理することができる。本装置を使用して大腸菌を接種したアルファルファ種子を処理したところ、実験室規模で得られた結果と同様に、生菌数を5 log CFU/g以上低下させることが可能であった。また、処理条件次第では菌数をほとんどゼロにまで低減させることができることが示され、安全性の高い原料種子を生産できる技術として期待できる。

### 4-2 酸性化亜塩素酸ナトリウムの利用

酸性化亜塩素酸ナトリウム（ASC）を利用した殺菌方法について検討してきた。これは亜塩素酸ナトリウムに食用に認められている有機酸を混合したもので、二酸化塩素と低pHにより殺菌効果を得るものである。広く使用されている次亜塩素酸は、処理条件次第では有機塩素化合物の生成が起り、それにとまって殺菌効果が低下することがある。一方で、ASCは

次亜塩素酸と比較して活性低下が起こりにくいとされている。ASCを200-1,200 ppmの濃度範囲で処理することにより、緑豆種子に接種した大腸菌O157:H7の菌数を最大で3 log CFU/g程度低下させることが可能であった。単純に比較することは難しいが、ASCの殺菌効果としては次亜塩素酸処理と同等以上であると考えられる。

#### 4-3 加熱処理の利用

加熱処理は簡便で古くから利用される殺菌方法であり、芽もの野菜の原料種子にも適用可能である。原料種子に適用する場合、種子の発芽能力が維持できる範囲で加熱処理を加えなければならない。一般的に、加熱処理で得られる殺菌効果は、次亜塩素酸などの殺菌剤に比べて大きい。本研究室では、85℃での熱水処理を検討しており、緑豆種子を対象とした実験室規模の試験では、少なくとも10秒間処理することにより次亜塩素酸以上の殺菌効果が得られることが示されている。しかしながら、緑豆種子の発芽能力を維持できる範囲での加熱処理では、汚染レベルが高く種子に付着した病原菌数が多い場合、病原菌を完全に死滅させることは難しい。殺菌処理後の環境条件次第では病原菌が急激に増殖し、食中毒を引き起こすレベルに達することがある。このような「菌の再増殖」を防ぐことを目的として、加熱処理の後に次亜塩素酸処理を行ったところ、発芽処理中の病原菌の増殖は認められず、食中毒リスクを低下させる処理方法として期待できる。加熱処理の殺菌効果については、商用規模でも試験を行っている(図3)。商用レベルの処理量であっ



図3 商用規模での加熱殺菌試験

ても、加熱処理は高い殺菌効果を示したが、種子に接種した病原菌を完全に死滅させることはできなかった。殺菌処理は食中毒リスクを低減する上で重要な役割を果たすが、殺菌処理のみで食中毒を完全に防げるとは限らない。効果的な殺菌処理とともに、最終製品の細菌検査を併用することにより、病原菌に汚染された食品を消費者の手に渡らないようにする必要がある。

#### 根井 大介(ねい だいすけ)

2006年 九州大学大学院生物資源環境科学  
府博士後期課程修了  
2006年 (独) 農研機構食品総合研究所研究  
員契約研究員  
2008年 (独) 農研機構食品総合研究所研究  
員  
2012年より現職



## テクノロジー・ショーケース2014のご案内

SATのメインイベントである「テクノロジー・ショーケース2014」は、来年1月24日(金)、つくば国際会議場にて開催されます。多分野の研究者が一堂に会し交流するつくばならではの有意義な交流イベント、今回は、通常のポスター発表・インデクシングのほか、各研究機関からの世界トップ研究の紹介や高エネルギー加速器研究機構を中心としたミニシンポジウム・特別講演も行われます。

現在、ポスター発表募集中です。多数のご発表・ご参加をお待ち申し上げます。

<http://www.science-academy.jp/showcase2014.shtml>

## つくば賞その後

## 超伝導フィーバと Bi系酸化物高温超伝導体の 発見

(独) 物質・材料研究機構 特別名誉研究員 前田 弘

超伝導は、既に1世紀前(1911年) Kamerlingh Onnesによって発見され、電気抵抗が完全にゼロになるため、電力の損失なしに送電できる夢の物質と期待されてきた。金属材料技術研究所(金材技研、現物質・材料研究機構)では、1960年代から超伝導研究に取り組み、超伝導線材の開発では世界をリードしてきた。が、如何せん、超伝導になる臨界温度( $T_c$ )が20K(-253℃)程度と低く、冷媒として高価な液体ヘリウムを必要とするため、応用範囲はMRI、超伝導リニア、高エネルギー加速器等の国家的プロジェクトに限定されてきた。

超伝導が科学技術分野だけでなく、一般社会の注目を集め、世の中の雰囲気を一変させたのは、27年前(1986年)、IBMチューリッヒ研究所のJ.G. BednorzとK.A. Mullerが銅酸化物高温超伝導体を発見したのに始まる。彼等の物質はLa系(La-Ba-Cu-O)で $T_c$ が40K級であったが、ほぼ1年後、忘れもしない1987年2月16日に突然、「液体窒素温度を超える90K級の超伝導体発見」とのニュースが世界中を駆け巡った。米国ヒューストン大学のP. Chuらの成果で、その物質がY系(Y-Ba-Cu-O)であることが確認されるに及んで、世の中が一変した。これまで使用してきた高価な液体ヘリウムの代わりに、50分の1程度で買える安価な液体窒素で間に合う。こりゃ何かご利益があるのではないかと、科学・工業界はもちろん、一般大衆、マスコミ、政治をも巻き込んだ熱気、いわゆる超伝導フィーバが起こった。その渦中にいた者は、一生に一度味わえるかどうかの刺激的な日々を送った。多くの研究者が「今日発表しないと誰かに追い越されてしまう、明日ではもう遅い」との脅迫観念に囚われ、それらしき兆候を見つけると、超伝導の確認を十分せずに

マスコミに情報を流し優先権を主張し始めた。沈着冷静なはずの研究者の人たちがである。その結果、6月末頃には室温超伝導まで出現してしまう異様な雰囲気にも包まれた。7月頃になると、90Kを超えたデータは全てUSO(Unidentified Superconducting Object、未確認超伝導物質、UFOに準えて作られた造語でウソとも読める)で、測定上のミスや試料の不完全さに因るものと判り、次第に落ち着きを取り戻してきた。

金材技研においても、熱風が吹き荒れ、多くの研究者が一分一秒を競う新物質探索に駆り立てられ、研究室は全て不夜城と化した。私はといえば、当時、超伝導関連の研究グループ長に成ったばかりで、超伝導に関しては素人同然だった。グループ(玄人集団)内の熱気の中には割り込めず、かといって、管理職に徹することも出来ず、悶々としていた。が、乳鉢と炉さえあればと、早朝、休日に細々と試料作りを始めた。生来の天邪鬼は、最初、皆が取り組んでいるCu酸化物は無視し、Mo酸化物に取り組んだが、無駄骨ばかり。空しさと闘争心が交錯する状態が6月末まで続いた。その後は、新年度から立ち上げる大プロ(超伝導マルチコアプロジェクト)の立案に没頭する毎日で、研究のことなど忘却のかなたに。11月に入ってようやく一段落し、すこし暇が出来てくると、またぞろ研究の虫が頭を擡げだした。周りを見ると、何となく「もうY系を超える超伝導体は無いのではないか?」との暗雲が漂いかけていた。将来への見通しは(?)と自分に問い掛けると、陰鬱な気持ちになった。

もうBednorzの物真似でもしゃあないと、Cu酸素系に取り組み始めた。立てた指針は極々簡単。これまでの成果から、Cu酸素系超伝導体は、 $\{3+\text{イオン(希土類La, Y等)}\} - \{2+\text{イオン(アルカリ土類Ba, Sr, Ca)}\} - \text{Cu-O}$ から成り立っている。この形態を踏襲しようと、まず(1)3+イオンとしては希土類以外のBi, Tl, In, Sb等を、次に(2)2+イオンのアルカリ土類(Ba, Sr, Ca)はCuとペロブスカイト構造をとるのに不可欠、だが、これまでのように1種類ではなく、2種類以上の含有もOK。これらの条件設定によって、Cu-Cu間距離が調整でき、 $T_c$ が上がるかも(?)またひょっとして、新しい構造の超伝導酸化物が作れるかも(?)との淡い期待をもった。予備実験で、Bi

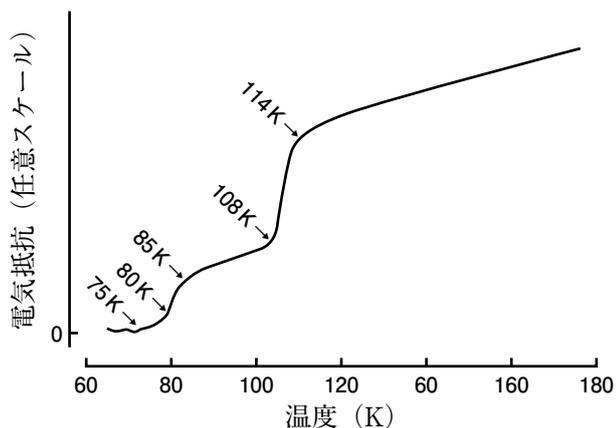


図1 新しいBi系酸化物高温超伝導体(Bi-Sr-Ca-Cu-O系)の存在を示唆する電気抵抗-温度曲線

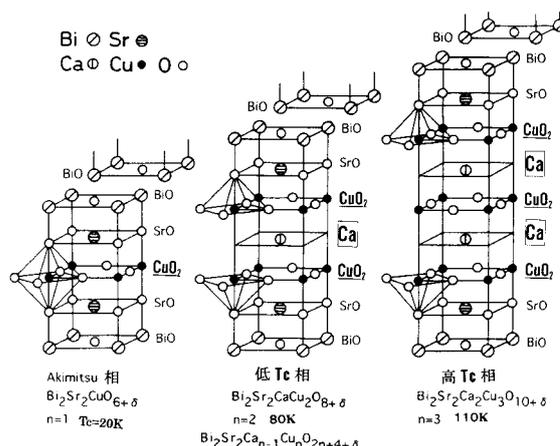


図2 Bi系酸化物高温超伝導体 (Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>n-1</sub>Cu<sub>n</sub>O<sub>2n+4</sub>) の理想的結晶構造

系で導電性の良いものが得られることがわかり、11月末頃からBi-(Ba, Sr, Ca)-Cu-O系の試料作りに本腰を入れ始めた。作製した良質な十数個の試料を同グループの田中吉秋さんに渡し、電気抵抗の測定を依頼した。忘れもしない、12月24日、クリスマスイブの夕方5時頃、彼がにこにこしながら急ぎ足で部屋に入って来て、「急いで測定したので汚れているけど、早く見せたくてと、記録チャートを示しながら、超伝導を示すのが3個、その内1個はどうも100K以上のTcらしい」と、彼は確信をもって言い切った。本当かな？と一瞬疑った。そんなに簡単に見つかっていいのかな？ いままで何百回厚い壁に跳ね返えされてきたことか？信じがたい。翌朝、一晩かけてゆっくり昇温して測定したチャート(図1)を見てどうも本物らしい。ようやく辿り着いた安堵感と同時に嬉しさがこみ上げてきた。

少し落ち着いて改めて図を見ると、2段に遷移している(2相共存)のが気になってしかたがない。何としてもTc=110Kの高Tc相の単相試料を作りたい。福富勝夫、浅野稔久さんにも応援を頼み、4人で取り組んだ。最初は、正月休み明けには決着がつくだろうと高をくくっていた。が、4人がかりで昼も夜も無く実験を繰り返しても、正月はおろか、10日になっても15日になっても分離には成功せず、もう自分達の手にも負えずと、特許の出願を待って、1988年1月21日新聞発表に踏み切った。学問上最も重要な、試料の組成や結晶構造を決めずに、Y系よりも高Tcの物を作りたいとの一心で、単相化のためにのみほぼ1ヶ月間

を浪費してしまった。1ヶ月も経つと、もうそろそろ発表しないと、誰かに先を越されてしまうとの脅迫観念に私自身も知らずしらずの内に取り付かれてしまったのかも知れません。あの当時は魔物が住み着いていたから誰にも。

論文を書くのさえ忘れていた。1月21日夕方プレス発表を終えて、霞ヶ関からつくばに辿り着くと、隣室の小川恵一さん(後横浜市大学長)が論文は書いただろうねと、まだだと答えると、そりゃだめだ！研究のオリジナリティは論文だ！一晩で書き上げろと。誰にも頼めず、徹夜で草稿し、翌日早朝からグループ総がかりで加筆、添削し、夕方漸くJJAP (Japanese Journal Applied Physics) にファックスで投稿した次第。その甲斐あって、論文“A New High-Tc Superconductor without a Rare Earth Element”は1993年に Citation Classic 入りし、現在、引用件数3000件以上に達している。新聞発表と同時に、プレス発表用の原稿を国内の主だった所にファックスした。翌朝までにはほとんどの所でBi系超伝導体を確認したようであり、また、4日後の26日にはもう同じようなBi系超伝導体に関する論文が米国から投稿されている。当時の高温超伝導に関する関心の高さ、その対応の速さはまさに驚異的だったと言えよう。

振り返って思うに、最初に作った20-30個の中に、新しいBi系超伝導体が入っていたのである。運としか言いようがない。神様がクリスマスイブに我に与えてくださった最大の贈り物であると、僕の力では決してない。しかも、高Tc相(Tc=110K)と低Tc相

( $T_c=80\text{K}$ ) が一度に見つかったのである。ツキまくっていたのだと言えよう。

発見の最大の要因は、前述のように、2種類のアルカリ土類 (Bi系ではSrとCa) を含有したことにある。その中でCaが、図2に示すように、 $\text{CuO}_2$ 面を積み上げ、その面数を増やすことにより $T_c$ を高めることができる」という重要な役割を演じていることを見出した。これは、当時の常識 - Cu酸化物超伝導体には「1種類のアルカリ土類の含有で十分」 - を破るとともに、上述のCaの重要な役割を見出した点で、全く画期的な発見となった。この発見は、当時漂っていた暗い雰囲気を払拭するとともに、その後に合成された多くのCu酸化物高温超伝導体、Tl系 (Tl-Ba-Ca-Cu-O) ( $T_c=125\text{K}$ )、Hg系 (Hg-Ba-Ca-Cu-O) ( $T_c=135\text{K}$ ) 等の発見の切っ掛けを与えたと言えよう。このような観点から、Bi系超伝導体は、La系、Y系とともに酸化物高温超伝導体における3大発見の1つに数えられている。

しかし当初からCaの重要な役割を予測したわけでは決してない。今振り返ってみると、研究空白の3ヶ月間、飛び交っている情報は全く入らず、頭の中が空っぽに。もちろん、当時の常識「アルカリ土類は1種類で十分」も知らなかった。だからこそ、原点に戻って極めて単純に捉えることができたのだと思う。25年たった今も、知らないことの大切さ、無知になることの重要さをかみ締めている。これまで私は、あまり予備知識なしに研究を続けてきた、急がず我が道を探し求めて。時間はかかるが、意外と楽しい道程であった。その中でBi系超伝導体も発見した。幸運としか言いようのない出来事でしたが、一人歩きのゆっくり旅だったからこそ、大きなダイヤモンドを拾えたと思っている。

発見後、5月に京大の高野グループがBiの一部をPbで置換し、高 $T_c$ 相の単相化に成功し、その後すぐ、金材技研のグループが低 $T_c$ 相と高 $T_c$ 相の高結晶配向化の方法を見出すに及んで、漸く大電流を流せる目途も立ち、線材等の応用開発が世界中で開始されるようになった。現在、臨界電流 $I_c$ が200Aを超える実用線材が製造され、それをういたケーブル、マグネット、モータ等の実規模のプロトタイプが開発されている。中でも、超伝導ケーブルはその要にあり、従来の電力ケーブルに比べて10倍以上の容量をもち、50%の省

エネルギー化が可能と試算され、米国、ロシア、日本等で、超伝導ケーブルシステムが実系統に接続され、長期の安定送電に成功している。

特に、311東日本大震災によって原子力を中心としたエネルギー政策が見直され、今後、大規模な太陽光発電や風力発電の採用なしにはエネルギーの確保と $\text{CO}_2$ 削減という重要な課題を達成していくことは不可能になるだろう。その際、生み出される低電圧の直流電力を大電流、低損失で長距離を運ぶには、超伝導 (直流) 送電が不可欠で、これを全国的規模で実現するためには、さらなる $T_c$ の上昇が望まれる。願わくば、室温超伝導体が出てきてほしい。どなたか挑戦しては！大きな発見の多くは、Serendipity (ツキ、偶然、運) に依存しているように思う。素人にも発見のチャンスは十分ある、むしろ、先入観をもたない素人の方が有利なのでは？とさえ思えてくる。何時の日か神様がその機会を与えてくださるかも！そう願って止まない。所詮、挑戦しなければ夢のまた夢で終わってしまう。淋しくありませんか？

最近ようやく、ああ少しは役立つことをしたのかな、と安堵した気分になっている。私が成した仕事は、発見に至るまで、その後の重要な材料開発や応用展開の部分は多くの研究者のご尽力によるものです。この場をお借りして、心から感謝申し上げます。特に、岡田雅年氏 (元金材技研所長、現物質・材料研究機構名誉顧問) にはいろいろご配慮いただきました。厚く御礼申し上げます。

(余録) 超伝導の熱気は表彰にも影響を与えたのかも？ Bednorz、Muller両氏は、論文発表翌年の1987年のノーベル物理学賞に輝き、私も論文発表翌年の1989年につくば賞 (第一回) の栄に浴した。正に前代未聞の出来事では！

#### 前田 弘 (まえだ ひろし)

1958年 金沢大学理学部物理学科卒業  
 1958年 科学技術庁金属材料技術研究所 (現物質・材料研究機構) 研究員  
 1971年 理学博士 (広島大学)  
 1972年 電気磁気材料研究部磁性材料研究室長  
 1985年 極低温機器材料研究グループ総合研究官  
 1995年 極限場研究センター長  
 1996年 東北大学教授金属材料研究所  
 1999年 北見工業大学教授機能材料工学科  
 2001年 退官  
 2001年 フロリダ州立大学客員研究員  
 2003年 独立行政法人 物質・材料研究機構特別名誉研究員



## 科学の散歩道

## 科学リテラシーの個と 集団の違い—日本人の場合

SAT編集委員 角田 方衛

### ●日本人の伝統的科学リテラシー

論語や儒教の影響で伝統的に教育が重視されていたせいか、江戸時代、多くの庶民が寺子屋で読み・書き・算盤に励んでいる。そのため日本人は昔から比較的識字率が高く、科学・技術に対する優れた理解力やモノづくり力を持っていたようだ。

欧米に比べて科学・技術レベルが低かった日本が明治維新を無事切り抜けられたのは、伝統的教育力を背景に自発的に高い西洋の科学・技術を学んだことも要因の一つである。敗戦後はゼロから出発して、科学技術力・勤勉さ・組織力などを基にモノをつくり続けて、世界トップの経済競争力を得た。研究分野でも、自然科学系ノーベル賞受賞者は16名で、これは米英独に次いで4位である。

ダーウィンの進化論が日本に入ってきた時、原理主義者ではない多神教徒の多くの日本人はそれを抵抗なく受け入れることができ、アメリカのプロテスタントが起こした進化論裁判（モンキー・トライアル）のような騒動は起らなかった。戦争中、多くの日本人は天皇が（現人）神ではなく、我々と同じ種の人であることを知っていた。それを言える空気ではなかったから、みな言わなかっただけである。この“空気”が時々、自発的という形で共同体内の人々に非合理的発言や行動を強制する。

優秀な個の日本人が構成員である集団でも、普段から論理的に議論し考える習慣がないと、その場の空気に影響されて時々分かりにくいことが起る。以下は科学的説明が足りない—集団の科学リテラシーが関係していると思われる一現象の例である。

### ●日本人集団の科学リテラシー

#### ◇入梅日や梅雨明け日の特定：

気象庁は毎年、地方別に入梅日を発表する。その後晴天が続くとテレビは、「梅雨に入ったと思いきや・・・」とか「梅雨入りしたはずなんです・・・」と揶揄的に報道するが、「梅雨に入っていないから晴天が続いているのでしょう」とは言わない。梅雨前線の北上は一方向的ではなく時々逆方向に進路を変えるので、入梅日を特定するのは無理と思われる。梅雨明け宣言後梅雨前線が南下して雨が降ると、「梅雨に戻ったような天気」というが、「梅雨に戻ったようです」で何がまずいのか。元々不確かな梅雨入りと梅雨明けの月日をわざわざ特定するのにどんな意味があるのだろうか。

「梅雨がない北海道」と断定的な言い方をするが、ゆらぎがあるから北海道に梅雨がある年があっても別に不思議ではない。

#### ◇定期検診の効果：

いくつかの部位のがんについて、定期検診を受けた人と受けなかった人で余寿命に統計的には有意差がないという報告がある。それは、極度のストレスが寿命を縮める以外に、早期発見したがんの治癒効果が薬の副作用・感染症・合併症・麻酔事故・X線CT検診による被曝（日本の場合定期健診でがんリスク約3%上昇）・等で相殺されるからだろう。しかし、メディアや病院関係者の間では、“定期検診はがんによる死を防ぐ有効な方法で、早期発見で治癒率は向上します”とか“がんは治りやすい病気になりつつあります”という論調が優勢で、リスクの部分が殆ど聞こえてこない。日本人の約4割ががんになり、約3割ががんで死ぬというという厳しい現実がある。この数値が昔一定期検診が今ほど普及しておらず、検診機器も精度が悪かった例えば50年前—に比べて、どの位小さくなったかを示さないと、定期検診によるがん早期発見有効説は説得力がない。

#### ◇自転車事故死とエスカレータ事故死：

自転車事故死は毎年、約600件起きている。一方、エスカレータ事故死はめったに起こらない。自転車もエスカレータも社会が抵抗なく受け入れている乗り物、しかし、メディアの事故に対する反応は全く異なる。自転車事故は件数が多いせいかなんてニュースにならないが、エスカレータ事故は新聞の1面を飾り、「悲惨な事故を二度と起こさない」調の大きなニュースになる。

毎年約4500人が亡くなっている自動車事故も、メディ

アはあまり問題にしない。エレベータ事故死はめったに起こらないが、起こるとエスカレータ事故死と同じように大きく報道される。

今の科学では予測できないヒューマンエラーと偶然のために100%安全な技術は存在しない。エスカレータもエレベータも自転車も自動車も必ず事故を起こす。メディアが報道する命の軽重にはどんな基準があるのだろうか。

### ●空気支配のムラ共同体論理が優先し易い日本人社会

日本人は議論に慣れていないので、論破された側は人格まで否定されたように受け取りやすい。そのために日本では種々の問題が昔から、論理の積み重ねを回避して“話し合い・全員一致”で結論に到るケースが少なくない。その場合、集団はムラ化、つまり運命共同体化している。福島第1原子力発電所過酷事故の時それが顕在化した。メディアは、「原子カムラ」「原発安全神話」「人災」「空気」という言葉を使った。巨大地震・巨大津波は想定されていたが、事故前は原発の安全性を問うのはタブーと化していた（『朝日新聞』、2011/05/14）。

ムラの中では、リスク回避のために論理の積み重ねが必要な時でも醸成された空気が支配して、科学的・技術的正論が憚れる。前原子力委員長代理は原発事故後間もなく、「高速増殖炉は難しい、もっと足元を固めて研究してはどうかと書いたら、ものすごい攻撃を受けた。まさに村社会で、異論を許さない。・・・原子力村の問題は日本社会全体の問題でもある」と朝日新聞（2011/05/20）で述べている。

ムラを批判すると、“その場の空気を知らないから言えるのだ”と反論される。それを最初に指摘したのは『空気の研究』（文藝春秋、1977）の著者・山本七平である。合理的集団のはずの旧海軍も戦争末期には、運命共同体論理が優先し、その場の空気が戦艦大和を沖縄に向けて出撃させたという。山本は、日本は将来、空気支配のため大きな過ちを繰り返すことを予言していた。

約10人の児童と先生が輪になって、道具を使って立って遊戯をしている。一人の女の子は輪の外で、輪に背を向けてしゃがみ、ニコニコしながら何かに夢中になっている。“へそまがり”という題が付いている（『朝日新聞』、全日本写真展、2013/08/04）。

遊びやスポーツの場でその輪の中に入らない子供をへそまがり視（問題視）するような社会や教育のあり方は、集団のムラ化教育に無意識に加担している。例えば、福島県の生徒が放射性物質による被曝を避けるために他県に避難する時、教室の空気を察して友達に別れも告げずにこそと、ある日突然いなくなったそう（『朝日新聞』夕刊、2011/12/04）。

個は対象に純粋に論理的に対峙することが容易である。しかし、集団になると、その集団にとって重要性の高い何か—例えば英霊、共同体維持、和、評判、利益、等—がその場の空気を通して議論に大きな影響を与え、論理の積み重ねをやり難くする。個の科学リテラシーは空気に無力である。そういう意味では、科学はオールマイティーではない。そこでは優秀な個でも空気を読むようになる。

コンピュータ科学者でMIT教授のマービン・ミンスキーは、蟻・魚・鳥のような非知能的個体は集まると非常に優れた集団行為を示す、と『知の逆転』（NHK出版新書395、2013）で述べている。集団になると空気のせいで愚かな選択をする可能性があるヒトは、日本人に特有なことではなく、進化の結果なのだろうか。

### 角田 方衛

・略 歴：福井生まれ／1962年 九州大学工学部大学院修士課程修了後 科学技術庁金属材料技術研究所入所／1972年 東京大学工学博士、MIT客員研究員（1年）／1998年 定年退職／2002年 シンガポール国立大学客員教授等（3年）／現在（一財）新技術振興渡辺記念会 事務参事



・受 賞：科学技術庁長官賞、日本金属学会論文賞、日本バイオマテリアル学会科学功績賞、など

・監修共著：『金属系バイオマテリアルの基礎と応用』、アイピーシー、2000、／『生体医工学の軌跡—生体材料研究先駆者像—』、米田出版、2007、／『バイオマテリアル—材料と生体の相互作用—』（大学院教科書）、内田老鶴圃、2008、／など

・著 書：『21世紀初頭のシンガポール—その街角から—』、文藝春秋企画出版部、2005、／『2011.3.11 東北地方太平洋沖M9.0地震・巨大津波による東京電力福島第1原子力発電所過酷事故に関する風評被害の実態—主としてマスメディア情報に基づく—』、（一財）新技術振興渡辺記念会・調査研究報告書、2013、／など

## 研究室レポート

# 世界一多様な藻類カルチャー コレクションを目指して

国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター  
生物資源保存研究推進室長 河地 正伸

## ■はじめに

藻類は水の中を生息場所として、酸素発生型の光合成を行い、水界の基礎生産者として重要な役割を果たしている。進化・系統的な多様性を背景に、細胞構造や生理、生化、遺伝学的に高い多様性をもつ生物群でもある。国立環境研究所の微生物系統保存施設（NIESコレクション）では、様々な藻類や原生動物（無色プロティスト）の培養株を系統保存して、利用者に提供している。また保存培養技術の開発や藻類の多様性研究も行っている。現在、つくば国際総合戦略特区において、藻類バイオマスエネルギーの実用化を目指した研究が進行しているが、国内外で類似の研究開発が進められている。藻類への関心は急速に高まっている。本稿を通じて藻類の多様性やカルチャーコレクションの果たす役割について、少しでも認識を新たにして頂ければ幸いである。

## ■保存株とは？

藻類の多くは、光学顕微鏡下観察で識別可能で、先を細く引き伸ばしたマイクロピペットを操り、顕微鏡下で細胞を分離して、培養株を確立する手法がよく使われている（図1左）。1細胞ずつ分離された細胞は、各々に合った培地に移され、温度と光がコントロールされた条件下（図1中）で培養を行う。うまくいけば分裂を繰り返して増殖を始めることになる。細胞の増殖とともに培地中の栄養分が消費されるので、定期的に新しい培地に細胞を植え継ぐ作業（継代培養）が必要となる。このように単一の細胞からスタートして、継代培養が安定して行えるようになった状態が保存株である。保存株は遺伝的に均一な細胞で構成されており、同じ保存株を用いることで、再現性の高い実験を繰り返し行うことが可能となる。一方、継代培養を長



図1 マイクロピペットで分離している様子（左）、藻類の培養室（中）、凍結保存タンク（右）

年続けることで突然変異が蓄積する危険性や不慮の事故で失われることがある。そのため保存株はできるだけ液体窒素タンク内で凍結保存するのが望ましい（図1右）。

## ■藻類カルチャーコレクションの役割

藻類を含む様々な微生物のカルチャーコレクションでは、研究に使われた貴重な保存株を研究者から受け入れて、定期的な植え継ぎ作業や生育・無菌検査、凍結保存を行うとともに、ユーザーからの依頼に応じて保存株を分譲・提供している。こうした業務活動に加えて、NIESコレクションでは保存株の培養や凍結保存条件の検討、保存株情報や文献、DNA情報等の付加情報の整備、新たな保存株の収集といった活動を行っている。培養株を確立して、保存するのは、研究者個人でも行っていることだが、カルチャーコレクションでは、組織的に、長期に渡って保存株を維持し続けて、ユーザーに提供している。研究者が自身の研究に使うために確立した株が、カルチャーコレクションを通じて公開されることで、様々な研究に利用されることになる。新種記載等、分類学的研究に使われた株も受け入れており、分類学や多様性研究に果たす役割も大きい。カルチャーコレクションにおける微生物の保存は、生物資源の生息域外保存の典型とも言える。これに関連して、生物多様性条約に盛り込まれた重要課題の一つ、『遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分(ABS)』への対応について国内でも検討が進められているが、微生物資源を管理する立場として、カルチャーコレクションの果たすべき役割は今後更に拡大するものと思われる。

## ■世界一多様な藻類コレクションを目指して

地球上で最も多様に分化、繁栄している生物は、多細

胞化して複雑な組織が作られていった陸上植物と後生動物と言えるだろう。しかし元を辿れば、陸上植物は車軸藻という藻類の仲間から、そして後生動物は単細胞性の襟鞭毛虫の仲間から派生したグループで、真核生物全体の多様性から見ると、微生物の一部の系統から多様化したことが分かる(図2)。地球上の生物の多様性を真に理解するには、もっと藻類や微生物の世界にも目を向けるべきだろう。真核生物の系統図で(図2)、藻類は無色プロティストの枝の中に点在している。藻類の多様性や進化、そして微生物の食物網等の生態的役割や物質循環について研究する上で、こうした無色プロティストの保存株は貴重と言えるのだが、培養に有機物や餌となる生物が必要で、少々藻類保存株の保存とは勝手が異なる。NIESコレクションでも限られた系統群の無色プロティストが保存されているに過ぎない。真核生物全体を網羅する多様なコレクションの整備は、藻類コレクションでしか行えないことであり、是非実現したいと考えている。

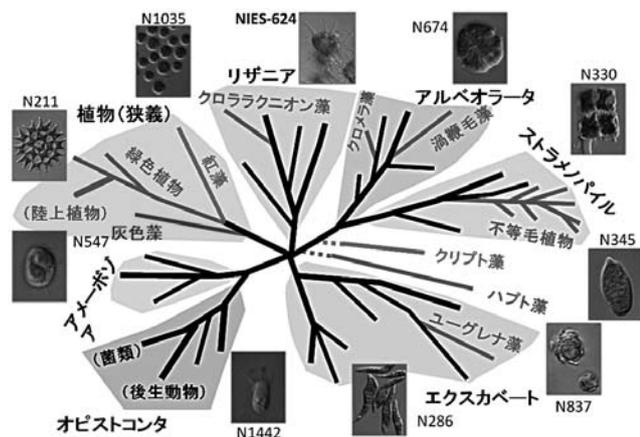


図2 真核性藻類と無色プロティストの多様な系統とNIES株(NはNIES-の略で数値は株番号)

新たに発見された藻類の中には、既知の藻類にはない興味深い特性や現象が見つかることがある。例えば2002年に新綱として設立されたピングオ藻綱(Pinguiophyceae)は、5属5種が知られるだけだが、いずれも高度不飽和脂肪酸のEPA (eicosapentanoic acid)の含量が高いという共通の特徴が認められている。2008年にはMooreらによって、サンゴと共生関係にある新規な植物門、クロメラ(Chromela)植物門が設立された。クロメラは、よく知られるサンゴ共生藻のSymbiodinium(渦鞭毛藻)とは異なり、マラリア原虫に近縁で、葉緑体をもつ新奇な系統群である。新

しい生物の発見は、今後も続くことになるだろう。こうした研究の動向に注意を払い、利用者のニーズや社会的要請に応じて、新奇で多様な保存株を整備、拡充できるコレクションはその分野を牽引する大きな力となるに違いない。

つくば国際総合戦略特区で藻類バイオマスエネルギーの研究材料として使われているボトリオコッカス(*Botryococcus*)という緑藻(図3)は、石油代替燃料として利用可能な炭化水素を産生することで、注目を浴びている。我々の研究(Kawachi et al. 2012)から、*Botryococcus braunii*という一つの種が、分子系統学的に大きく3つのグループに分かれ、炭化水素の合成経路の違いや炭化水素のタイプが系統と密接に関連することが明らかになった。こうした遺伝的、生化学的な違いばかりでなく、株ごとに増殖速度、至適な温度やpH等の生理特性にも大きな違いが認められている。実用化に向けた様々な取り組みの中で、目的に合った培養株を収集、選抜する工程は極めて重要なものとなっている。一つの種が包含する多様性への理解を深めることで、実験材料として、より優れ、より扱いやすい保存株を選抜することが可能になるだろう。

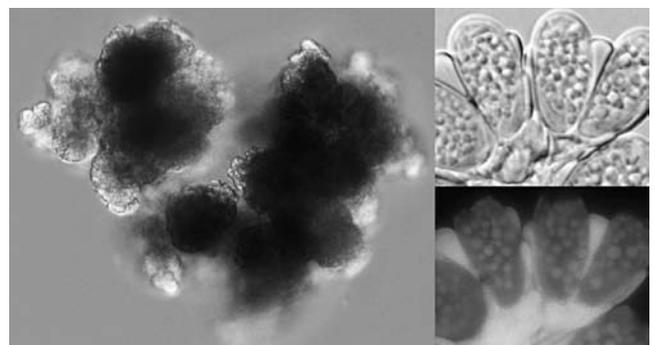


図3 オイル産生藻のボトリオコッカスのコロニー(左)と細胞(右、細胞の周りに分泌・蓄積したオイルが見える)

世界には大小様々な規模の藻類コレクションが存在する。その中で2,000株以上の保存株を保有するコレクションとして、USAのNCMA(旧CCMP)とUTEX、ヨーロッパのCCAP、RCC、SAG、そして我々のNIESコレクションがある。NCMAは海産の微細藻類、UTEXは陸水産の藻類、RCCは海産ピコプランクトンといった特色をもつ。NIESコレクションの場合、赤潮やアオコなど環境問題に関わる微細藻類が多数保存されているという特色に加えて、絶滅の危機に瀕し

ている淡水産大型藻、他のコレクションには存在しない新規分類群や新種記載に用いられた分類学上重要な保存株、光合成研究や細胞分裂のモデル生物、藻類と近縁な無色プロティスト、水産養殖の餌料藻、有用物質を産生する藻類等、多岐にわたる保存株が維持されている。分類群ごとの保存株数を公開しているコレクションは少なく、また分類群の分け方も一様ではないため、単純な比較は難しいが、最も古い藻類コレクションであるCCAPとNIESを比べてみると(表1)、NIESは高次分類群の数で勝っているが、株数や種数は少ないことが分かる。利用者や研究コミュニティからの意見・要望に耳を傾け、他の藻類コレクションや研究コミュニティとの連携を深めることで、様々な保存株や情報を収集するとともに、コレクションを活用する研究プロジェクトを展開することで、NIESコレクションの独自性を保ちながら、世界一多様な藻類コレクションを目指していきたいと考えている。

表1 CCAPとNIESにおける保存株数と分類群数の比較

	綱	属	種	株
CCAP	23	540	1,309	2,809
NIES	52	360	728	2,380

## ■おわりに

顕微鏡の倍率を上げていくと、微生物の世界の多様性と魅力が迫って来ます。大学時代にその虜となって四半世紀が過ぎました。保存株の情報に加えて、藻類に関する様々な情報を整備しつつある我々 NIES コレクションのホームページ (<http://mcc.nies.go.jp>) を是非ご覧下さい。

### 河地 正伸 (かわちまさのぶ)

1993年 筑波大学 生物科学系 助手 (第35次南極観測隊員併任)

1994年 筑波大学 博士 (理学) 取得

1994年 (株) 海洋バイオテクノロジー研究所 研究員

1998年 国立環境研究所 生物圏環境部 主任研究員

(2002年 筑波大学大学院生命環境科学研究科 連携大学院准教授 併任)

2012年 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 室長

専門分野: 藻類学、系統分類学、微生物生態学、微生物資源学



## 第10回江崎玲於奈賞・第24回つくば賞及び第23回つくば奨励賞の授賞式及び受賞記念講演会

第10回江崎玲於奈賞・第24回つくば賞及び第23回つくば奨励賞の受賞者が以下のように決定されました。各賞の授賞式及び受賞記念講演会は、11月26日(火)、つくば国際会議場にて開催されます。

### 【江崎玲於奈賞】

「革新的な多孔性金属錯体の開発」

北川 進 (きたがわ すすむ)

(京都大学大学院 工学研究科 合成・生物化学専攻 教授/物質-細胞統合システム拠点 副拠点長)

### 【つくば賞】

「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」

林 純一 (はやし じゅんいち)

(筑波大学 生命環境系 教授)

### 【つくば奨励賞 (実用化研究部門)】

「鋼のナノ組織化を用いた高強度精密ねじの量産化を世界で初めて実現

— CO<sub>2</sub> 排出量 50%削減に成功—」

鳥塚 史郎 (とりづか しろう)

(物質・材料研究機構 中核機能部門 材料創成・加工ステーション ステーション長)

### 【つくば奨励賞 (若手研究者部門)】

「超高感度ナノメカニカル膜型表面応力センサー (MS S) の開発」

吉川 元起 (よしかわ げんき)

(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 独立研究者)

## 「SATフォーラム2013」報告

2013年7月26日（金）、つくば国際会議場中ホール300に於いて、「SATフォーラム2013」を開催しました。

講師は、東京大学医科学研究所 幹細胞治療研究センターのセンター長であり、幹細胞治療分野の教授でいらっしゃる中内啓光先生でした。

演題は『iPS細胞から臓器を作る ～次世代の再生医療を目指して～』。

今まさに話題のiPS細胞ということで、医学生や医療関係者はもちろんこと、一般の方々のご参加も多かったです。

会場質疑では、時間内に終わらず、打ち切りさせていただくほどのご質問があり、中内先生が丁寧に、そして分かりやすくご説明くださいました。

大盛況でSATフォーラム2013を終えることができました。ありがとうございました。



ご講演中の中内先生



中内先生と江崎理事長のトークセッション

## 第9回賛助会員交流会報告

つくばサイエンスアカデミー（SAT）主催の第9回賛助会員交流会が、平成25年6月10日（月）午後、つくば国際会議場402号室にて開催されました。賛助会員企業（SATホームページ企業訪問記参照）を中心に、研究サイドの皆さんも含め交流していただくことで、「知の触発」につなげよう、本交流会はそんな趣旨で開催されております。今回は、合計で37名の方にご参加いただきました。

第9回交流会の内容は以下のようです。（敬称略）

1. SAT総務委員挨拶
2. SAT紹介・本交流会開催趣旨・経過説明・訪問企業紹介：溝口コーディネーター
3. 賛助会員講演（各30分、敬称略） 計60分
  - ①「茨城経協の活動とつくばへの期待」  
（社）茨城県経営者協会 専務理事 清水賢一
  - ②「環境バイオテクノロジーを利用した環境保全と資源・エネルギー開発」  
（株）中外テクノス  
つくばバイオフィロンティアセンター  
所長 藤原和弘
4. つくば研究者講演（各30分、敬称略） 計90分
  - ①「セシウム安定とじこめ材料」、  
（独）物質・材料研究機構環境再生材料ユニット  
触媒機能材料グループ 阿部英樹
  - ②「日本における夏季降水量の将来変化と地形の関係」  
（独）防災科学技術研究所  
災害リスク研究ユニット 常松展充
  - ③「リアルタイム変形が可能な新肝切除シミュレーションソフトの開発」  
筑波大学医学医療系消化器外科 大城幸雄
5. まとめおよび交流の可能性について講演と懇談（溝口）45分
6. 閉会挨拶（SAT総務委員）

5人の講師からは、それぞれ興味深い話をしていただきましたが、そのあと、「まとめと交流の可能性に

ついて」ということで、各講演に共通する課題として、私の方から二つの論点①地球温暖化に伴う気候変化・生態系変化・生活条件変化、②有限要素法の衣服設計など広い分野への利用、をとりあげ議論に入りました。

①について、気候変動の農業関係への影響については検討が進んでいるとのご意見がありました。気象変動は、微生物の生態、温熱環境、防災など広い範囲で影響を与えます。つくばでは、将来を見据えた総合的な検討が可能と思われるので、SATが中心になって新しい取り組みをはじめべきかもしれません。

②有限要素法の活用については、広くソフトマテリアルの変形を取り扱うことが可能と思われるのですが、こういった点から出発して、理科教育に積極的にビジュアル化を取り入れていくことの重要性が議論されました。手術技法の継承や理科教育の充実など、デジタル面での新しい取り組みが要請されているように思われます。

5:45pmからの第2部意見交換会（サロンレオ）では、気楽な、しかし熱のこもった交流が進みました。さすがつくばで、全体として本賛助会員交流会は非常に有意義なものであったように思います。

ご講演の皆様、ご参加の皆様、ご協力有難うございました。  
(SATコーディネーター、溝口記)



## 第 10 回賛助会員交流会のお知らせ

SAT では、賛助会員間、賛助会員・研究者間の交流を目的に「賛助会員交流会」を開催しております。この交流会では、わかりやすく興味深いご講演をもとに全員参加の議論が展開されます。このたび、下記のように「第 10 回賛助会員交流会」を計画いたしました。皆様のご参加をお待ち申し上げます。

日 時 平成 25 年 11 月 27 日 (水) 1:30 ~ 7:00pm

会 場 つくば国際会議場

### プログラム

#### I. 講演会 (1:30 ~ 5:30)

##### ● 賛助会員講演

○キッコーマン株式会社 ○(株)池田理化

##### ● 研究者講演 (敬称略)

○「半導体ナノ構造の機能化による新奇デバイス応用への挑戦」 深田直樹

○「抗原特異的結合性を有する新しいシルク素材 ‘アフィニティシルク’ の創出」 佐藤 充

○「操作性とデザイン性を両立した作業用電動義手」 吉川雅博

#### II. 懇談会 研究会終了後 (5:40 予定) ~ 7:00pm 会議場 4 階「サロンレオ」 会費 2000 円

連絡先：つくばサイエンス・アカデミー [academy@epochal.or.jp](mailto:academy@epochal.or.jp)

# 賛助会員企業訪問記 - 抜粋(7) -

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

## ②⑦一般社団法人 茨城県経営者協会

<http://www.ikk.or.jp/>

つくばサイエンス・アカデミー (SAT) の賛助会員訪問、これまで製造業26機関の事業所・研究所を訪問させていただきました。製造業について一応の区切りになりましたので、これから非製造業を訪問させていただきますように思います。

非製造業として、第1回は(社)茨城県経営者協会をお訪ねしました(2010年10月18日、野上、溝口)。ご対応は同協会清水賢一専務理事です。今回は、具体的な技術課題を挙げてお答えを頂戴するのではなく、これからの社会のあり方・技術のあり方を議論させていただいて、その上で、SATはどのように進むべきか、あるいはどういう協力をお願いするかなど、これからのSATとしての取り組みが浮かび上がるようなインタビューをお願いしてみました。

いつものように簡単なSAT紹介の後に、Q&Aを行いました。

### (感想)

茨城県経営者協会は、もとは労働組合対策ということですし、製造業ばかりでなくサービス業その他広い分野の経営者が参加しておられます。しかしその中でも、技術開発の重要性は強く認識しておられるようで、当方からの大上段に振りかぶった質問にも、ご迷惑であったかもしれませんが、従来の歩みを踏まえた上で、一つ一つ丁寧に答えいただきました。

多様な問題が輻輳するなか、技術開発については「交流の場づくり」に徹するという姿勢はよく理解できます。これからはどの分野でも世界的な競争は免れない時代、茨城県の特長を生かした産業発展のため、「交流の場づくり」にSATとして協力させていただきたい、そのように思いました。また、壁を越えるような姿勢を持った研究者とのつなぎの役がほしい、と言っておられましたが、SATはそういうことのお役に立つようにも思います。

はじめて製造業以外の賛助会員をお訪ねするという事で、どのようなインタビューをお願いするか、多少の戸惑いがあったのですが、結果的には十分議論させていただいたという満足感の残る充実した訪問となりました。有難うございました。



茨城県経営者協会の活動内容

## ②⑧水戸商工会議所

<http://mito.inetccci.or.jp/>

水戸商工会議所は、商工会議所法に基づき地域経済の振興を目的に運用されている特殊法人で、設立は1896(明治29)年と、非常に伝統のある組織です。

会員数は約4,000にもほぼり、管内商工業者の約3分の1が加入しています。

会員の方々が、地域の社会的・経済的な諸問題に協議・相談して取り組み、必要に応じてその意見を国や県・市、あるいは関係機関等へ提言しています。また、企業の抱える経営上の諸問題について、身近な相談のパートナーとして、金融・税務・労務等の窓口相談や巡回相談を行うほか、講演会、研修・福利厚生に役立つ活動、会員交流事業、各種検定事業なども行っています。

水戸商工会議所は、他の経済団体とどのように差別化を図っているのでしょうか? 地域の特徴をどのように活かして活動しているのでしょうか? 商業のイメージが強い組織の中で、製造業者はどのような活動をしているのでしょうか?

平成22年10月18日、水戸商工会議所を訪ね、山形剛生振興部長及び谷川健一商工振興課課長補佐にお付き合いただきました(溝口、野上)。

事前に多くの資料を用意してくださり、丁寧に説明していただきました。また、SAT同様に会員の皆様からの収入で活動・運営しており、最近では会員減少に頭を悩ませているなど、共通の話題も多く、話が太いに盛り上がりました。

さらに、平成22年8月から運用を開始したSATホームページの「会員情報コーナー」への今後の記事掲載の協力についてもご快諾をいただき、和やかにQ&Aに入りました。

### (感想)

今回の訪問は、最後に小川俊明専務理事にも加わっていたこともあり、面談が2時間近くに及びました。

お互いに会員の減少という大きな問題を抱えていることから、会員の福利厚生向上のために種々新しい取り組みを試みるなど、共通の話題も非常に多く、話が弾みました。

100年を優に超し3世紀にわたり活動している誇りを胸に、歴史と伝統に胡坐をかくことなく独自の事業を展開しようとする姿勢には頭が下がりました。

水戸市関連では、水戸浪士を主人公とした映画「桜田門外の変」が10月16日(2010年)から全国で公開されるなど、日本の3名園の一つ偕楽園や水戸藩の藩校弘道館といった水戸市の歴史遺産にばかり目が行きがちですが、水戸芸術館とのコラボレーションといった芸術・文化資源を生かした取り組みなど、つくばを始め他地域でも参考となる取り組みをたくさん聞くことができ、有意義な訪問となりました。

また、水戸は商業都市のイメージが強く、製造業は肩身が狭いのではないかと危惧していましたが、工業の会員の方々も、危機感を覚えながら、少数精鋭で商業・サービス業の会員に負けないよう新しい取り組みを試みているのも、他の商業都市の参考となるのではないのでしょうか。

茨城県は、地域の民間テレビ局とFM放送がない唯一の県で、PRが下手であると常々言われていますが、つくばや東海の有する知的財産、日立・ひたちなか・鹿島といった工業都市に加え、県都である商業都市水戸が水戸商工会議所を中心として活性化していけば、茨城県の未来も明るいのではないかと考えながら、水戸商工会議所を後にしました。(野上 記)

# つくばサイエンス・アカデミー賛助会員一覧

(五十音順)

2013年8月30日現在

## ■企業・団体

アステラス製薬株式会社 筑波研究センター  
 荒川化学工業株式会社 筑波研究所  
 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  
 インテル株式会社  
 (独) 宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター  
 エーザイ株式会社 筑波研究所  
 株式会社S・Labo  
 オークラフロンティアホテルつくば  
 独立行政法人 科学技術振興機構  
 カコメ株式会社 総合研究所  
 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  
 クリタ分析センター株式会社  
 株式会社クレフ  
 公益財団法人 国際科学振興財団  
 コクヨ北関東販売株式会社  
 株式会社Scientific Language  
 株式会社JTBコーポレートセールス

株式会社 常陽銀行  
 関彰商事株式会社  
 株式会社セノン 茨城支社  
 大陽日酸株式会社 つくば研究所  
 高橋興業株式会社  
 筑波家田化学株式会社  
 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  
 筑波学園ガス株式会社  
 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  
 株式会社カスミ  
 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  
 株式会社とも系  
 日京テクノス株式会社  
 株式会社日本触媒 筑波地区研究所  
 日本新薬株式会社 東部創薬研究所

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  
 日立化成工業株式会社 筑波総合研究所  
 株式会社日立製作所 日立研究所  
 不二製油株式会社 つくば研究開発センター  
 独立行政法人 物質・材料研究機構  
 ペンギンシステム株式会社  
 独立行政法人 防災科学技術研究所  
 三菱化学株式会社 RD戦略室 筑波センター  
 水戸商工会議所  
 公益財団法人 山田科学振興財団  
 理想科学工業株式会社 K&I開発センター

(58企業・団体)

## ■自治体

つくば市

(1市町村)

## 編集後記

今年は、つくば建設の閣議了解から50年、それを記念して本号では、「つくばの新しい胎動」ということで特集を組むことになりました。巻頭言は江崎先生にお願いし、この50年を知る先生から最先端研究者・大学院学生まで広い年代にわたって、また企業や外国人研究者からも原稿をお寄せいただきました。つくばの新しい胎動を知るにふさわしい構成になったように思います。

また、テーマをある程度決めて、幅広い分野から議論していただくということで、「食品の科学」について特集が組まれています。素材から人間に摂取されるまでの一連の流れが追跡され、いかにもつくばらしい俯瞰的な特集になりました。

「つくば賞その後」は、今回初めての試みです。前田先生に、超伝導フィーバ時代のご苦労から今日までをお書きいただきました。刺激的でまた役に立つお話だと思います。

「科学の散歩道」は、編集委員でもある角田先生からのご寄稿です。日本人の科学リテラシーを、研究者らしい視点から描いていただきました。

研究室レポートは、国立環境研河地室長による「世界一多様な藻類カルチャーコレクションを目指して」です。つくばでは、研究開発のおおもとの基礎的テーマで、精力的で地道な研究が進められています。

## 平成25年度SATの主な行事予定

- 2013年11月2日(土)  
サイエンス・フロンティアつくば2013
- 2013年11月26日(火)  
江崎賞・つくば賞受賞記念講演
- 2013年11月27日(水)  
第10回賛助会員交流会
- 2014年1月24日(金)  
テクノロジー・ショーケース2014

## 編集委員

- 内山俊朗／筑波大学 芸術系
- 川添直輝／(独)物質・材料研究機構
- 熊谷 亨／(独)農業・食品産業技術総合研究機構
- 角田方衛／(一財)新技術振興渡辺記念会
- 竹中明夫／(独)国立環境研究所
- 中村英慈／(株)クラレつくば研究センター
- 松崎邦男／(独)産業技術総合研究所
- 宮本重幸／(株)日本電気 スマートエネルギー研究所

## SAT編集事務局

- 岡田雅年／つくばサイエンス・アカデミー副会長
- 丸山清明／つくばサイエンス・アカデミー総務委員長
- 篠田義規／つくばサイエンス・アカデミー事務局長
- 溝口健作／つくばサイエンス・アカデミー コーディネーター

(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

## 入会申込書

(FAX TO: 029-861-1209)

※入会をご希望の方は、本申込書を FAX または郵送にて下記事務局宛にお送りください。

会員番号			入会申込年月日	年	月	日
フリガナ			会 員 種 別	<input type="checkbox"/> 正 <input type="checkbox"/> 学生		
氏 名	姓	名	性 別	男 ・ 女		
英 文	Family	Given	生 年 月 日	年	月	日
自宅住所	(〒 )					
電 話			F A X			
勤 務 先	名 称					
	所 属					
	部 課					
	職 名					
	所在地	(〒 )				
	電 話			内 線		
	F A X			E-mail		
学 歴	<input type="checkbox"/> 学生 <input type="checkbox"/> 学士 <input type="checkbox"/> 修士 <input type="checkbox"/> 博士 <input type="checkbox"/> その他		最終学位取得年	年 (西暦)		
関連所属学会						
専門分野						
これまでの主な業績						
受賞記録						
代表的な論文テーマ						
簡単な履歴						
得意とする講演テーマ						
●太枠内のみにご記入ください。			連 絡 先	自 宅 ・ 勤 務 先		
●経歴書、プロフィール等お待ちの方は、添付していただいて結構です。						
●学生会員として入会を希望される方は、学生証等の証明書のコピーを合わせてお送りください。						

## 入会申込みについて

## ■ 個人会員

## 1. 入会申込書

入会申込書に必要な事項をご記入の上、本会事務局宛お送りください。入会の承認は、諸手続きを経ますので、若干時間を要します。事務手続きが終了次第、会員番号を記載した入会承認書と会費納入方法に関する書類をお送りいたしますので、指定された方法によりご入金をお願いいたします。

## 2. 会 費

本会では、入会金は不要です。下記の年会費のみお支払いください。

一般会員 5,000円  
学生会員 3,000円  
特別会員 10,000円

## ■ 賛助会員

## 1. 入会申込みについて

下記事務局にご連絡ください。所定の申込書をお送りいたします。

## 2. 会 費

賛助会員 1口50,000円 (複数口のご協力を期待しています。)

## ■ 申込み・問合せ先 (個人・賛助会員とも)

(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  
〒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 E-mail: academy@epochal.or.jp

表2	●巻頭言 つくばのさらなる発展を目指して 江崎 玲於奈 (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 会長
2	●特集Ⅰ つくばの新しい胎動 筑波移転 before and after 前川 孝昭 筑波大学名誉教授・日本学術会議連携会員 つくば国際戦略総合特区の推進に向けて 東郷 公咲 つくば市 国際戦略総合特区推進部 科学技術振興課長 研究者の責務について 湯浅 新治 産業技術総合研究所ナノスピントロニクス研究センター長 つくばが生み出す新たな創薬への期待 内藤 良 アステラス製薬株式会社 研究本部 化学研究所 筑波研究学園都市と共に つくば研究支援センター (TCI) 次世代の実験植物ミナトカモジグサ 水室 泰代 理研環境資源科学研究センター・バイオマス工学連携部門・バイオマス研究基盤チーム 特別研究員 学際的で自由な発想の研究ができるつくばの環境 ～胃の消化現象をコンピュータシミュレーションで解析する研究を通して～ 神津 博幸 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 生物機能科学専攻 博士後期課程 Development of HOM Nanomaterials for Detection, Simple Removal of Radioactive Cesium <sup>137</sup> in Water Sherif A. El-Safty National Institute for Materials Science
12	●特集Ⅱ つくばの研究Ⅲ 食品の科学 食のストレス予防・改善作用 宮崎 均 筑波大学生命環境系・教授 最近の調理技術「これはおいしい『ごはんパン』」 奥西 智哉 独立行政法人 農研機構・食品総合研究所穀類利用ユニット長 干しいも(蒸切干)加工用サツマイモ品種の開発 藏之内 利和 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所 主任研究員 食品の消化挙動を評価する胃消化シミュレーターの開発 市川 創作 筑波大学 生命環境系 教授 小林 功 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所 主任研究員 生鮮野菜の安全性を向上させるための微生物制御技術 根井 大介 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品安全研究領域 主任研究員
25	●つくば賞その後 超伝導フィーバとBi系酸化物高温超伝導体の発見 前田 弘 (独)物質・材料研究機構 特別名誉研究員
28	●科学の散歩道 科学リテラシーの個と集団の違い ― 日本人の場合 角田 方衛 SAT編集委員
30	●研究室レポート 世界一多様な藻類カルチャーコレクションを目指して 河地 正伸 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 生物資源保存研究推進室長
33	●事務局より 「SATフォーラム2013」報告 「第9回賛助会員交流会報告」
35	●賛助会員企業訪問記 抜粋 ㊦一般社団法人 茨城県経営者協会 ㊧水戸商工会議所
36	●賛助会員一覧

表紙 写真提供: UR都市再生機構 (2点)、Prof. Sankai University of Tsukuba / CYBERDYNE Inc.、JAXA・エプシロン

# SAT Science Academy of Tsukuba

つくばサイエンス・アカデミー®  
発行: (財)茨城県科学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/>

■(財)茨城県科学振興財団つくばサイエンス・アカデミー

つくば市竹園2-20-3 つくば国際会議場内 〒305-0032

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

発行日: 2013年9月30日

発行人: 江崎玲於奈

編集人: 岡田雅年 丸山清明 篠田義規 溝口健作  
内山俊朗 川添直輝 熊谷 亨 角田方衛  
竹中明夫 中村英慈 松崎邦男 宮本重幸