

国際研究学園都市への発展を期待して

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 機構長 鈴木 厚人

“筑波研究学園都市50周年”、おめでとうございます。私が高エネルギー物理学研究所（現高エネルギー加速器研究機構）に助手として着任したのが、1974年でしたので、それから丁度40年が経過したことになります。当時は更地が多く、冬には20cmほどの霜柱をよく見かけました。また、東大通りと北大通りが交差する地点には、家が一軒、残っていました。街路樹は若木が多く、2～3mほどの背丈が大部分でした。その後、“つくば”の出入りを繰り返し、今は3度目の“つくば”生活で、積算して21年、お世話になっています。

“つくば”に戻るたびに学園都市が大きく成長しているのが実感できました。50歳といえば、人間では一番油が乗っていると言えるでしょう。筑波研究学園都市のこれ

からの大きな飛躍を期待しています。この意味で、私は市役所が新市街地に移ったことは良かったと感じています。それは、将来の発展を見据えての判断と理解しています。私はこれからの筑波研究学園都市は、“つくば”市を中心にしていくつかの市町村から形成される、広域研究学園都市に発展することを思い巡らしています。それぞれの市町村は異なる都市機能を分担し、それらが高度に整備された交通・通信網により一体化されたクラウド的都市をイメージしています。その時には、つくばエクスプレスに守谷発“つくば”行きや北千住発“つくば”行きの電車が、頻繁に往来しているのではないのでしょうか。

筑波研究学園都市の更なる発展には、各研究・教育機関の発展も不可欠と思います。高エネルギー加速器研究

機構は昨年、つくばイノベーションアリーナ（TIA）に加えていただき、各研究・教育機関との交流・連携強化を図っています。さらに本年から、巨大化する加速器科学プロジェクトを推進するために、世界の大型加速器研究所の分室を機構内に設置して、予算・人財・技術を分担する運営方式による多国籍・加速器科学推進機関を構築する予定です。まずは、昨年のヒッグス粒子の発見に貢献した、欧州合同素粒子・原子核研究所（CERN）との間の分室設置を検討しています。現在、機構には年間2000人ほどの外国人研究者が一定期間滞在して研究に励んでいますが、これから“つくば”は、外国人が滞在するのみならず、外国の研究機関が立ち並ぶ国際研究学園都市に向かう魅力をはらんでいます。次の50年が楽しみです。

高エネルギー加速器研究機構
鈴木 厚人

昭和49年 3月	東北大学大学院理学研究科博士課程修了
昭和49年 4月	日本学術振興会奨励研究員
昭和49年 11月	高エネルギー物理学研究所 助手
昭和57年 5月	東京大学理学部 助手
昭和63年 2月	高エネルギー物理学研究所 助教授
平成 5年 8月	東北大学理学部 教授
平成10年 4月	東北大学大学院理学研究科附属ニュートリノ科学研究センター 教授
平成14年 4月	東北大学大学院理学研究科長・理学部長
平成17年 4月	東北大学副学長
平成18年 4月	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構長



江崎玲於奈賞・つくば賞授賞式

第10回江崎玲於奈賞・第24回つくば賞・第23回つくば奨励賞の授賞式と記念講演会が、11月26日（火）、つくば国際会議場にて開催されました。

会場には、橋本 昌茨城県知事、市原健一つくば市長、関 正夫関商連会長はじめ、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、各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。

各賞受賞者及び研究テーマは、次の通りです。

◆江崎玲於奈賞

京都大学 北川 進氏

「革新的な多孔性金属錯体の開発」

◆つくば賞

筑波大学 林 純一氏

「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」

◆つくば奨励賞（実用化研究部門）

物質・材料研究機構 鳥塚 史郎氏

「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

－ CO₂排出量50%削減に成功－」

◆つくば奨励賞（若手研究者部門）

物質・材料研究機構 吉川 元起氏

「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」

《関連リンク》江崎玲於奈賞・つくば賞ホームページ

http://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/kagaku/hito_shakai/ezaki_tsukuba.html



後列左より鳥塚史郎氏、林純一氏、吉川元起氏
前列左より江崎玲於奈つくばサイエンス・アカデミー会長、北川進氏

第10回江崎玲於奈賞

「革新的な多孔性金属錯体の開発」

－ 小さな空間のサイエンスとテクノロジー －

京都大学物質－細胞統合システム拠点

北川 進

大学1年の時、荘子に興味を持ちました。特に、「無用の用」について書かれた内容は私のその後の研究の立ち位置を決めました。無用の用とは、「人は誰でも役に立つものは知っているが、役に立たないと見なされるものも実は役に立つことを知らない」という意味で物の見方を教えてくれますが、科学の世界に目を向けると独創的な発想につながります。物質をつくる化学の目指すところは、有機物、無機物ともに「原子から組まれた骨格」を持つ実体ですが、私は、視点を180度変えて、骨格ではなく原子や分子が囲むまたは仕切る「空間」に注目しました。すなわち何もない、分子もイオンも何もないところ（無用）は役に立たないところではなく、分子やイオンが活躍する空間（有用）だと考えれば非常に面白い、役に立つ科学ができる。「空間」は何もない空隙ではなく、機能の宝庫である、ということです。

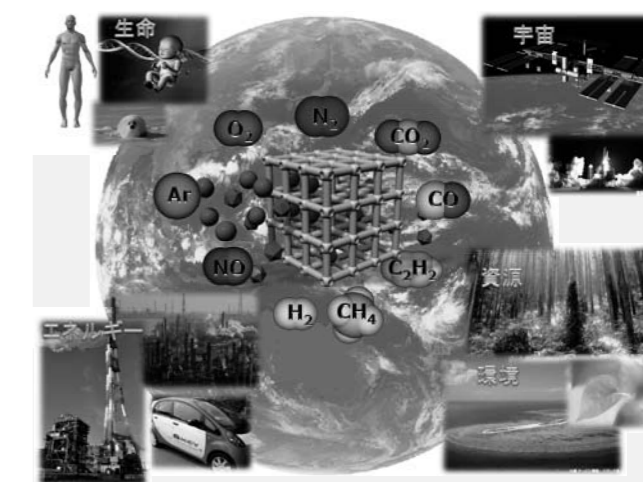
ナノサイズの空間を持つ物質は、実は私たちの周りに溢れており、貯蔵、分離、触媒など生活に密着する用途に用いられ多孔性材料として良く知られています。代表的多孔性材料である活性炭は古代エジプトにおいて医療用に用いられたことがパピルスに記述されており、無機材料のゼオライトを含め私たちの生活に不可欠のものとして長年にわたって利用されてきました。一方、望みの孔サイズ、形を設計して作ることは難しく、もし、自在に孔の形、サイズの多孔性材料を簡単につくることができれば、人類の生活に革新的な変化をもたらす事が期待されます。私は、子供の時代に遊んだブロックゲーム、レゴの世界をフラスコの中で実現する化学をすすめ、従来材料に無い、全く新しいタイプの多孔性材料を産み出しました。本材料は環境、エネルギー、バイオ課題に密接にかかわる気体分子（水素、窒素、酸素、二酸化炭素、一酸化窒素、メタンなど）を自在に捕獲、貯蔵、変換する新しい材料として応用研究が進められています。炭素資源およびエネルギー資源として重宝してきた石油、天然ガスはいずれ尽きます。地下資源代替としてこれまで述べてきたように空気や水の利用が究極



左より江崎玲於奈会長、北川進氏、関正夫・関商連会長

と思います。東洋では、「仙人は霞（水蒸気、空気）を食べて生きる」と言われます。多孔性材料の助けを借りてまさに空気、水を原料として身の回りのものができる未来、私たちが仙人となることはあながち空想ではないように思えます。

本材料の化学を評価していただき栄誉ある江崎玲於奈賞に認めていただきましたことは、私をはじめ共にこの化学を開拓してきました仲間にとって大いなる喜びと励みになります。今後も益々研鑽していきたいと決意している次第です。関係者の皆様に心より感謝いたします。



第24回 つくば賞

「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」

筑波大学 生命環境系
林 純一



左より江崎玲於奈会長、林純一氏、橋本昌茨城県知事

昨年の7月8日、「つくば賞」のヒアリングを終えてから歴代の受賞者を拝見したところ素晴らしい研究成果をあげている方々ばかりでしたので、受賞は絶対に無理だと思っていました。ですから「つくば賞を受賞しました」という連絡を事務の方から受けたときには、大きな達成感を味わうことができました。実際のところ、これまでの研究成果の多くは従来の定説を否定するようなネガティブデータが多かったため、この年になるまで研究成果での受賞歴は皆無でした。最近になって、30年以上続けてきたミトコンドリア研究からようやくポジティブなデータも得られるようになり、この成果が名誉ある「つくば賞」の受賞につながったのかも知れません。

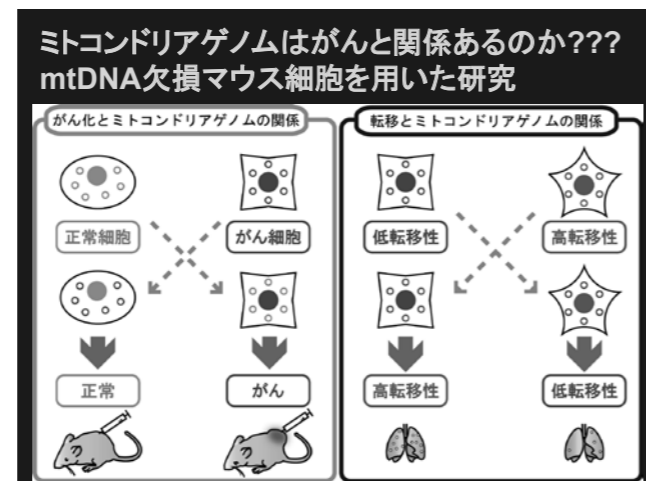
もう少し具体的に説明しますと、一般にはなじみの薄いミトコンドリアゲノムの生理的役割の全貌を解明するという研究です。この研究のきっかけは学位取得と同時に就職した埼玉県立がんセンター研究所で上司から与えられた業務命令「がんミトコンドリアゲノム突然変異の関係を明らかにすること」でした。私たちは核ゲノムの他にミトコンドリアゲノムを設計図として持っており、特に後者は生きていくために必要なエネルギーを作り出す、いわば生物の「発電所」の設計図に相当します。そこに突然変異が生じるとエネルギー産生能が低下し、がんや老化の原因になるというのが定説です。この仮説を検証するために、ミトコンドリアゲノムの細胞間移植(図参照)を行いました。その結果、ミトコンドリア間には相互作用が存在し、これがエネルギー産生能低下を回避するためミトコンドリアゲノムの突然変異は老化やがん化には関与しないということ、しかし活性酸素を大量に出すような突然変異はがんの悪性化を誘発するが、これは抗酸化剤で十分に回避することも明らかにしました。ただ、この結論が出るまでにあの業務命令から30年もかかりました。

実は就職してから15年間の埼玉県立がんセンター研究所在職中に得られた研究結果は応用面ではネガティブなものばかりです。この膨大な期待はずれの結果の一部が筑波大学での些細な発見から、突如強烈に輝き始めました。研究者としてのさしたる才能に恵まれずに生まれてきた自分が、このような研究成果を達成できたのは、ネガティブデータが出て焦ることなく思う存分研究に没頭できる常勤ポストを提供してくれた埼玉県立がんセンター研究所と、その後転任した筑波大学の多彩な才能を持つ学生たち、

そして遊び心が許容される現在の研究環境のおかげなのです。昨今では社会に役立つことを目指す研究以外は「納税者に対する説明責任」を果たせないため「事業仕分け」の対象となって研究費が削減され、さらに採用後数年以内に社会に発信できる成果が得られないと辞職しなければなりません。ですからもし自分が今の時代に研究を始めていたのなら、間違いなく自らの能力を存分に発揮することができなかったはずで

さて、11月26日の授賞式の後も予想外に大変ありがたいことがいくつかありました。オークラフロンティアホテルの食事会では、江崎玲於奈先生や橋本昌茨城県知事など、通常は面会すらできない著名な方々と直接色々お話ができたのです。その後、読売新聞の服部牧夫記者には12月1日付のコラム記事「筑波言」で「役に立つ研究」というタイトルで授賞式での講演内容に言及して頂きました。そして学内では研究面での活動が評価され学長表彰を受けることになりました。また妻子からは少しだけリスペクトされるようになりました。

最後になりますが、つくば賞の申請を推薦して頂きました白岩善博 生命環境系長、橋本哲男 生物科学専攻長、推薦書の執筆をして頂いた中田和人 教授、筑波大学を代表して授賞式に参列して頂きました赤平昌文 筑波大学特命教授、そしてヒアリング会場で貴重なご助言を賜った永田恭介 筑波大学学長に心から御礼申し上げます



第23回つくば奨励賞(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—CO₂排出量50%削減—」

物質・材料研究機構
鳥塚 史郎



左より江崎玲於奈会長、鳥塚史郎氏、市原健一つくば市長

結晶粒の直径がミクロン(千分の一mm)以下のサブミクロン超微細粒金属は、高強度を期待できることから、ECP法(金型中材料しごき法)、ARB法(繰り返し重ね圧延法)、HPT法(高压せん断加工法)といった特殊強加工方法が提案され、多くの研究が行われてきました。しかし、研究としては多くの優れた報告がありますが、超微細粒金属が実用化された例はありませんでした。その原因は、第一に結晶粒微細化によって強度は著しく上がるものの延性が低下すること、第二に、ナノメートルレベル超微細粒組織をもった材料を量産する技術がなかったことです。金属全般にいえることですが、強度が上がると伸びが低下するという宿命がありますが、結晶粒微細化法でも例外ではありませんでした。また、実験室レベルのサンプルサイズでの超微細粒金属は、ECP法などで製造可能ですが、部品を量産できるような規模の材料は、数百kgの量でサイズ(直径など)、内部組織が均一でなければなりません。これを可能にする量産技術が全くなかったことが問題点でした。

私は、まず、高強度と成形性の両立に挑戦しました。多くの研究者は、伸びを向上させるため、炭素添加量を増加させ、第2相であるセメンタイト(Fe₃C)との複合化で伸びの上昇を試みてきましたが、成形性は向上しませんでした。私は伸びではなく、延性の一種である絞り(引張試験片の破断時の面積減少率)を高めることによって高成形性を実現しました。つまり、成形性の指標が伸びではなく、絞りであることを発見したわけです。図1上段に示すように、純鉄に近い組成の極低炭素フェライト単相鋼を温間多方向加工と冷間伸線を組み合わせて、内部組織を200nm(ナノメートル)まで微細化できました。その結果、引張強さ1.1GPaの高強度と絞り値80%の高延性が得られ、ねじ成形しても割れない高成形性を実現できました。

もう一つの問題である量産技術に関しては、私は特殊な強加工法ではなく圧延にこだわり、連続温間多方向圧延技術を完成させました。縦横からもむような圧延を500℃で連続的に行うことで、結晶粒を再結晶させ、超微細粒金属の量産化が可能にしたものです。

この量産化可能となった超微細粒鋼長尺線材を素材として、高強度精密部品であるマイクロねじ製造を試みました。その結果、割れない高強度精密ねじの大量生産が可能であることを実証できました。図1下段に示すように、ねじの内部組織は、200nmレベルの微細組織を持ち、ナ

ノ組織高強度ねじが実現できたものです。本ナノ組織高強度ねじは、パナソニック初のスマートフォンP-07C(30万台発売2011年8月)に採用され、最新機種P-03EELUGAに至るまで採用され続け、ねじの累計製造個数は約600万個を超えております。ナノ組織金属の量産・実用化を達成した世界初の成果となったわけです。

ところで、従来、ねじ製造1トンあたり490kgのCO₂を排出しますが、本ナノ組織ねじは、製造工程における5つの熱処理の削減により、従来法に比べCO₂排出量の50%削減を可能にできました。本技術は、情報家電、自動車、医療用分野など、高強度精密部品を必要としている産業のほとんどに及びます。熱処理を省略しても、引張強さ1GPaを超える高強度で高信頼性を有するナノ組織高強度精密部品の広範囲な実現が期待できるものです。ナノ組織高強度精密ねじは、その第一歩です。広範囲な実現に向けて、今後努力してゆく所存です。その結果が、日本全体で年間11億トン排出しているCO₂ガスの0.5%程度の削減にも繋がれば、望外の喜びです。

改めて、栄えある第23回つくば奨励賞を頂くことができました。これは、10年にわたり一緒に研究を行ってきた物質・材料研究機構の村松榮次郎氏をはじめとする材料創製・信頼性グループの方々、材料創製・加工ステーションの方々、(株)降矢技研、大阪精工(株)の方々、(株)小松精機工作所、(株)松一の方々と一緒に勝ち得た成果です。心よりお礼申し上げます。また、ご審査いただいた江崎玲於奈先生を初めとする、茨城県、つくば市、つくばサイエンスアカデミー他関係者の方々に心より、お礼申し上げます。頂いたメダルの重みに恥じぬよう、今後も努力してゆく所存でございます。

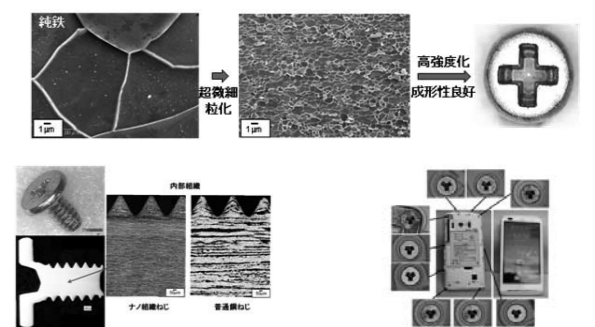


図1 純鉄の結晶粒超微細化の様子と高成形性の実証、ナノ組織ねじと本ねじが搭載されているパナソニックスマートフォンP-07C

第23回つくば奨励賞 (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 (MSS) の開発」

物質・材料研究機構
吉川元起



左より江崎玲於奈会長、吉川元起氏、市原健一つくば市長

この度は、つくば奨励賞 (若手研究者部門) という名誉ある賞を賜りまして、大変有り難く思っております。受賞対象となった研究成果は、共同研究者の方々をはじめ、様々な形で支えて下さった皆様のお力添え無しでは決して成し得なかったものであります。この場をお借りして、心より感謝申し上げます。

本研究は、スイス・バーゼル大学の客員研究員として、2007年から研究を開始しました。それまで私が取り組んでいた研究とは全く異なる研究でしたので、2つの小さなセンサーチップ以外、ソフト・ハード共に、何も無いところからの出発でした。「カンチレバー (片持ちの梁)」という典型的な形状を持ったセンサーチップを元に、同僚や技術者の方の協力を得て、周辺機器などを自分の手で製作し、いろいろな実験を繰り返しました。そのなかで、感度の低さや測定の高さといった様々な問題に悩まされ続けました。こういった経験をもとに、Heinrich Rohrer博士や、秋山照伸博士、Peter Vettiger博士との3年以上にわたる議論と試作によって開発したのが、受賞対象となった「膜型表面応力センサー (Membrane-type Surface Stress Sensor (MSS)、下図)」です。このセンサーは、カンチレバー形状に比べて、100倍以上の感度を実現しただけでなく、機械的・電氣的・熱的な安定性や、受容体層の被覆方法の容易さや再現性の向上など、ナノメカニカルセンサーの20年来の複数の課題を克服することに成功しました。このような、無謀とも言える若手の挑戦に対して、そのきっかけを与えて下さった東北大学、そして現所属であるNIMS、WPI-MANAの温かく、辛抱強い支援に、心から感謝申し上げます。また、こういった若手研究者の挑戦を支援するシステムの普及を願ってやみません。

さて、様々な標的分子を高感度で手軽に検出する、所謂「次世代センサー」は、各分野でその実現が切望されております。代表的な例として、医療 (呼吸などによる非侵襲性の医療診断や、病原菌などの簡易迅速同定)、環境 (屋外・屋内での汚染物質の観測)、食品 (残留農薬検査や、品質の管理)、安全 (爆薬・麻薬・犯人などの検知、あるいは災害時の生存者の発見) などが挙げられます。MSSは、こういった重要な課題に貢献できる可能性を秘めており、いくつかの応用例を実証することに成功しています (下図)。

ただ、「センサー」と一口に言っても、そこにはセンサー素子だけでなく、標的分子を吸着する受容体層、フィル

ター、ポンプ、電気回路、解析方法、さらに各分野での専門的検証など、幅広い技術と知識が必要となります。また、実用に耐えうるレベルまで進化させるには、感度や選択性といった基本的な性能だけでなく、再現性や歩留まり、あるいはサイズやコストなど、ありとあらゆる要素の検討と最適化が必要となります。これらの要素技術には、やはり基礎科学が必要不可欠であり、それらを効果的に垂直統合する必要がありますが、最終的には企業を含めた、産・学・官の真の連携が要求されます。これこそが、次世代センサー開発の難しさであり、数十年來、世界のどこにおいても実現できなかった所以です。そのため、次世代センサーの実現には、科学技術だけでなく、それを取り巻く研究・開発のシステムまでを含めた日本の「ものづくり」の総合力が試されます。ここでいち早く世界標準を勝ち取れるか否かは、PC業界で米国が勝ち得たように、今後数十年に及ぶ世界の産業構造を左右すると言っても過言ではありません。

次世代センサー開発において、日本が一人勝ちすることが、世界情勢にどのような影響を及ぼすか予測するのは困難ではありますが、少なくとも、今回の受賞を含め、これまでの恩返しの意味を込めて、ひとつずつ、さらなる努力を積み重ねていきたいと思っております。



第13回テクノロジー・ショーケース開催

2014年1月24日 (金)、つくば国際会議場にて

「世界トップポスター発表」が加わる

つくばサイエンス・アカデミー最大の事業であるテクノロジー・ショーケース (第13回) が、2014年1月24日 (金)、つくば国際会議場において開催された。

今回は、例年通りのポスター発表・インデクシング、企画展示、共催機関広報展示、特別講演、ミニシンポのほか、研究機関推薦の「世界トップポスター発表」の枠を設け、「世界トップ発信と交流による知の触発」をキャッチコピーにして、つくばからの積極的な発信を図った。このような姿勢で臨んだためか、参加者は587名と昨年より50名ほど多く、盛会であった。

【特別講演】：演題「加速器が拓いた宇宙・物質像」として、高エネルギー加速器研究機構の鈴木厚人機構長の講演があった。

【ミニシンポジウム】：テーマは「つくばにおける加速器科学の将来像」であり、3件の講演があった。

- 1) 筑波大学附属病院国際戦略総合特区担当特任副院長 松村 明氏、演題「病院内中性子補足療法用加速器の開発実用化の試み」
- 2) 橋梁構造研究グループ上席研究員 木村嘉富氏、演題「社会インフラ維持管理における加速器への期待」
- 3) 高エネルギー加速器研究機構名誉教授 横谷 馨氏、演題「ILC加速器開発とその波及効果」

講演後には、高エネルギー加速器研究機構の池田 進氏、藤井啓文氏をコーディネーターとして、パネルディスカッションが行われた。

恒例の「インデクシング&ポスター発表」は、100件であり、昨年より14件多かった (発表内容は資料参照)。1分間のインデクシング発表は、今回は非常にスムーズに行われた。

今回の大きな目玉となった「世界トップポスター発表」は、初めての試みであったが、発表件数22件であった。

「企画展示」には、J-PARC、つくば市、茨城県の3機関が参加した。「共催機関広報展示」には、22機関のポスター展示があった。

また例年通り、「弁理士による発明無料相談コーナー」が開設された。

参加者の投票によるポスター発表賞は、例年、「総合得点賞」など10件であるが、今年は、「奨励賞」3件 (ポスドク、大学院生・大学生、高校生)、「世界トップポスター賞」が加わり、計14件となった。

主催：つくばサイエンス・アカデミー ((財)茨城県科学技術振興財団)

実行委員会協力機関：(大共)高エネルギー加速器研究機構 共催：

茨城県/茨城県教育委員会/つくば市/(国)筑波大学/(独)防災科学技術研究所/(独)宇宙航空研究開発機構/(独)物質・材料研究機構/(独)産業技術総合研究所/(独)農業・食品産業技術総合研究機構/(独)農業生物資源研究所/(独)農業環境技術研究所/(独)国際農林水産業研究センター/(独)森林総合研究所/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/(独)建築研究所/(独)土木研究所/気象研究所/(独)国立環境研究所/(独)理化学研究所/(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 (27機関・団体)

後援：

文部科学省/農林水産省/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)千葉県産業振興センター/つくば市工業団地企業連絡協議会/つくば市商工会/(株)つくば研究支援センター/茨城県圏央道沿線・千葉県東葛・千葉県千葉市地域新産業創出推進ネットワーク (16機関・団体)



インデクシングの様子

江崎玲於奈会長開会挨拶（要旨）

テクノロジー・ショーケースは、つくばサイエンス・アカデミーの最大行事の一つで、今年度で13回めである。

日本全国には研究者・技術者が84万人いて、つくばには2万人弱、2%くらいの研究者がいる。公的機関の研究者は全国で4万人ということだが、つくばにはそのうち1万人がいるので、公的機関の研究者は24%ということで、それがつくばの大きな特徴である。

研究者に刺激を与える、研究者からわれわれが刺激を受けるということで、自分の研究の歴史を見ても、いろいろの人たちとの交流で刺激を受け、アメリカでも一層刺激を受けた。

つくばは、比較的狭いところに、民間・公的合わせて2万人の研究者が集まっているが、お互いに何をやっているか、お互いに刺激しあうことが大変重要で、そういう意味でテクノロジー・ショーケースは重要な役を演じていると信じている。あらゆる分野の話の聞くと、つくばの現況がどうなのかがわかるチャンスでもある。

企業や行政の方々にもご参加いただいているが、こういう方々との交流も異分野交流である。

今回のポスター発表には、これからの一般発表とほかに午後からの世界トップポスター発表がある。ぜひそちらの方も聞きいただきたい。

最後に、このショーケース開催にご尽力いただいた高エネルギー加速器研究機構並びに関係機関の実行委員の皆様にも厚くお礼申し上げたい。



特別講演

「加速器が拓いた宇宙・物質像」

高エネルギー加速器研究機構長 鈴木厚人

講演概要：

いちばん小さなもの（素粒子）を調べることがいちばん大きなもの（宇宙）を調べることにつながる。ノーベル物理学賞を受賞したシェルドン・グラショー（米国）は「素粒子物理学の研究を突き進めることによって宇宙全体の構造がわかる」と考え、それを古代神話に出てくる「ウロボロスの蛇」にたとえた。

10のマイナス10乗メートル、すなわち0.1ナノメートルといった極微の世界を覗くには電子顕微鏡を用いればよい。さらに小さな世界を覗くにはどうすればよいか。加速器で作った高エネルギーの粒子を標的の物質にあてるか、また加速粒子どうしを衝突させて粒子を調べる方法がある。素粒子加速器はいわば特大の電子顕微鏡といってよい。

陽子をパチンコ玉にたとえると人は太陽系の大きさに相当する。つまり、人が陽子を覗くということは太陽系からパチンコ玉を覗こうとしているのと同じようなものである。小さな世界を覗くのに、なぜ加速器のような巨大装置が必要なのかというと、日常の世界ではニュートン力学が支配しているのに対し、極微の世界は相対性理論、量子力

学が支配しているためである。

小さいものを見るためには、電子を使って覗く。量子力学によれば電子は粒子と波の両方の性質をもつ。波長の長い波はそこに小さなものがあることに気づかず通り過ぎてしまう。波長が短くなるほど小さなものを検出できるだろう。粒子の波長を短くするには、粒子にエネルギーを与えて加速してやればよい。加速器の原理は単純で、二つの電極の間に電圧をかけて、その間に電子を置けば電子は加速される。最新鋭の加速器は1ボルトの乾電池5兆個を直列に並べたものと同じである。ただし、その長さは2億キロメートルにもなり、地球から火星までの距離になってしまう。そこで、交流の電磁波を利用し、プラスとマイナスを切り替えて電子を加速する原理によって、山の手線ぐらゐの円周（約27キロメートル）におさまっている。

宇宙を構成する物質の最小要素は素粒子で、素粒子、反粒子からなる。電子とその反粒子の陽電子を衝突させると対消滅と対生成が起こる。消えてエネルギーだけになった後に、新たな粒子と反粒子が生まれる。日本に建設が計画されている国際リニアコライダーは、電子と陽電子を正面

衝突させてビッグバンに相当するエネルギーを作り出し、そこから生まれる粒子を調べる。顕微鏡で素粒子を直接見ることができないのであれば、加速器で作出すのである。

現在、物質の最小構成単位の素粒子は6種類のクォーク、電子やニュートリノとその仲間の6種類のレプトン、力を媒介する4種類というところまでたどりついた。

しかし、上記のそれぞれには電荷があり、質量がある。元素の周期表のように規則性があるということは、物質がクォークやレプトンもより基本的な構成要素から成り立っているのではないかと考えられる。

力の伝達は粒子の交換である。力は4種類あり、電磁気力、強い力、弱い力、重力である。力を媒介する粒子には、電磁気力は光子、強い力はグルーオン、弱い力は弱ボゾン、重力は重力子である。素粒子の種類を一つに統一するには、そこに働く力を統一すればよい。別々のものに見える4種類の素粒子の統一は力の統一につながる。

宇宙が誕生した当初は素粒子は1種類、すなわち力も1種類のはずであり、このことを解き明かすことが素粒子物理学の大きな目的である。電磁気力と弱い力は標準理論の中ですでに統一された。クォーク、レプトン、素粒子の相互作用をもたらす粒子にヒッグス粒子を加え、素粒子の標準理論が完成するイメージである。強い力を含めて統一する大統一理論がある。これらは実験的に証明することが必要であり、そのためにはますます高いエネルギー状態を作り出す必要がある。ビッグバンの1秒以内に起きた高エネルギー・高温状態は加速器でなければつくりだせない。

次期大型加速器計画の国際リニアコライダーは、電子と陽電子の衝突によってビッグバンを作り出すことが目的である。そこでは宇宙創生や進化のからくりが明らかになるだろう。宇宙はひも状の構造をもち、11次元（4次元時空+7次元の余剰次元）からなるといわれている。

素粒子の統一は力の統一のことであり、宇宙の誕生と進化を探ることである。すなわち、素粒子の研究は宇宙論の研究でもあり、冒頭で示した「ウロボロスの蛇」にたどり着く。加速器は物質の最小要素である素粒子を覗く大きな望遠鏡であると同時に、素粒子が誕生したビッグバンを覗く望遠鏡でもある。

宇宙の誕生は物質の誕生でもある。物質の根源を探ってゆくと宇宙の根源にたどりつく。なぜこの宇宙に物質が残ったのか。ビッグバン直後に粒子と反粒子は同量生成されたという。対生成した粒子と反粒子は、出会った瞬間に対消滅してエネルギーに戻ってしまうからである。ところが実際には反物質が消え、物質だけの世界が存在するのである。なぜ粒子と反粒子の間でこのような不均衡が生じたのか。2008年ノーベル物理学賞受賞した小林・益川両博士の理論によって「消えた反物質」の解明に向けた道筋ができた。高エネルギー加速器研究機構において、従来の40倍の強度をもつ加速器KEKBを使った実験によって小林・益川理論の正しさを裏付ける発見があった。



特別公演後の質疑

重力レンズによる観測や、銀河に含まれる星やガスといった通常の物質の質量だけでは重力が足りず、銀河の回転速度を説明できないことがわかった。さらに、宇宙全体に広がる暗黒物質の量が通常の物質（電子やクォーク）の約5倍にもなることがわかった。ただし、暗黒物質の正体をめぐっては色々な議論があり、実際に検出してみないとわからない。また、最近の観測から、現在宇宙の膨張はどんどん加速されていることが分かり、暗黒エネルギーが存在する可能性が高まっている。暗黒物質は宇宙の27%、暗黒エネルギーは73%を占めるという。

講演後、江崎会長の進行で質疑応答が行われた。加速器のような大型実験施設の建設や稼働にあたっては環境への影響やエネルギー問題への十分な配慮を求めるというフロアからの意見に対し、鈴木機構長は、国際的な資金のシェア、エネルギーを最小限に抑える技術、エネルギーを貯蔵する技術の確立が必要で検討を進めているとのことであった。宇宙は11次元とのことだが、どのようにイメージしているかという質問があった。三次元空間で生活しているわれわれにとってやはり11次元をイメージすることはできないとのこと。

江崎会長からは、インフレーション、宇宙の膨張速度に関する質問があった。また、ヒッグス粒子が発見されてから比較的早くノーベル賞が授与されたことに対して鈴木機構長がコメントをのべた。

（文責／編集委員 川添 直輝）

ミニシンポジウム

つくばにおける「加速器科学」の将来像

今回のテクノロジー・ショーケースは、高エネルギー加速器研究機構が実行委員会協力機関となっている。鈴木厚人機構長の「加速器が拓いた宇宙・物質像」と題した特別講演に続いて、ミニシンポジウム「つくばにおける「加速器科学」の将来像」が行われた。講演に入るまえに、主催者からの趣旨説明があった。加速器というと大きさが何キロもあり、大量の電気を使う大掛かりな装置というイメージがあるが、電子など電気を帯びた粒子を加速する装置はすべて加速器である。身近なところでは電子レンジ、最近は見ることが少なくなったがテレビのブラウン管、さらには健康診断のレントゲン撮影装置も、中に加速器をもっている。かならずしも大きいものばかりではない。現在の加速器の技術開発も、超大型化の方向がある一方で、超小型化の方向もあり、いわば二極化しているのが現状だという。つくばでは、加速器の開発を進めている機関がある一方で、加速器を利用する立場の機関もある。それらのあいだで加速器開発計画を共有することがこのシンポの趣旨であるとの説明に続き、3題の講演があった。

最初の講演は、筑波大学附属病院の松村明氏による「病院内中性子捕捉療法用加速器の開発実用化の取り組み」である。中性子捕捉療法は、ガンの放射線治療法のひとつである。ガンの放射線療法では、ガン細胞を叩くために照射する放射線が正常細胞にも影響を与え、副作用を引き起こす。がん細胞が散在していたり、体内深くにある場合ほど、正常細胞の被曝は避けたい。これを克服するのが中性子捕捉療法である。がん細胞が特異的に取り込むホウ素化合物を細胞中に蓄積させたあとで患者に中性子線を当てる。中性子線がホウ素化合物に当たると、高エネルギーだが短距離しか飛べない放射線が発生する。これにより、周囲の正常細胞への影響を押しさえながらがん細胞を殺すのがホウ素中性子捕捉療法である。とても巧妙だ。この療法を実施するには中性子線の発生が必要となる。ひとつの方法は原子炉を使うことだが、これでは医療現場での普及は難しい。本講演では、これにかわるものとして開発されている加速器が紹介された。シンポジウムの最初に説明された加速器開発の二極化のうち小型化の方向の技術開発であり、病院の医療現場からのニーズに応えた開発でもある。装置の開発とともに、この方法を組み込んだ総合的な治療法デザインを作っていくことが必要との話であった。

2つめの講演は、土木研究所の木村嘉富氏による「社会インフラ維持管理における加速器への期待」である。近年、社会インフラの「高齢化」が進み、それにとまって診断と補修が必要となっている。インフラの高齢化のスピードは、日本の人口構成のそれをはるかに凌ぐ。ひと通りインフラ整備が終わったことで、人間社会以上の「少子化」状態となっているようだ。土木研究所では、道路橋の安全管理のための技術の研究を進める構造物メンテナンス研究センター (CAESAR) を2008年4月1日に設置し、技術相談



ミニシンポジウム

など現場の支援も行っているという。壊して中の状態を調べることができない橋などの状態を診断するには、非破壊検査法の開発が必要となる。そのための技術として、X線を用いた検査のほか、中性子線によりコンクリート内の水分の挙動を可視化する技術の開発などが紹介された。これもまた、加速器開発の二極化のうち小型化の技術である。また、加速器ではなく宇宙から降り注ぐミュー粒子を利用して火山の内部構造を画像化する研究が国内で進んでいるが、これを橋の内部構造の診断に応用できないかというアイデアも紹介された。

最後の講演は、高エネルギー加速器研究機構名誉教授・横谷馨氏による「ILC加速器開発のその波及効果」である。ILCとは、国際リニアコライダー (International Linear Collider) である。全長数十キロの直線状 (リニア) のトンネルに設置する加速器で、まさに超巨大である。陽電子と電子を加速して衝突 (collide) させ、宇宙誕生の初期に相当する非常に高いエネルギー状態を再現しようというもので、宇宙の誕生、物質の生成といった謎の解明をめざしている。講演では、ILCの開発に伴う技術的な課題とその克服の取り組みが紹介された。ILCを実現するにはさまざまな技術開発が必要で、それは社会に還元される多くの波及効果を生むものであるとの説明であった。ILCを日本に誘致する活動が展開されているが、巨大施設の受け入れは巨大な経済的負担も意味する。もちろん、目に見える波及効果だけではなく、知的好奇心にもとづく探求は人類の文化を豊かにするものでもある。それらと経済的負担とのバランスシートにもとづいて社会の合意を得ていくことは今後の課題だとの印象を持った。

講演につづいて、3人の演者、およびテクノロジーショーケースに先立って行われた連携研究会の関係者から、将来にむけて加速器開発関連研究を進めるにあたってつくばに期待することはなにか、またつくばサイエンスアカデミーに期待することはなにかというテーマでそれぞれ発言があった。

(文責／編集委員 竹中明夫)

SATテクノロジー・ショーケース 会場めぐり

テクノロジー・ショーケースの会場では、例年の企画展示、共催機関広報展示、弁理士による発明無料相談コーナー、そしてメインの一般ポスター発表に加えて、今年是最先端研究を紹介する世界トップポスター発表も催されました。

このショーケースの狙いは、研究者2万人弱が活動をつづける筑波研究学園都市で、研究者相互、企業相互、研究者・企業・行政との交流を促進すると同時に、新たな発想に基づく研究、ベンチャー事業への契機となる場を提供して、幅広い分野の研究者、企業関係者に、新たな出会いと知の触発の場を提供しようという、つくばならではのものです。報告者の専門分野も物質・材料、生命科学、農林水産、エンジニアリングなど多種多様で、かなり広範な最先端研究状況を一度に聞けるまたとない機会を提供してくれます。報告者は研究者を目指す若手から、トップクラスの研究者まで多彩な顔ぶれで、これまでの研究成果、アイデア、産業化や異業種連携の取り組み成果が披露されます。

ポスターの展示会場では、報告者同志やまったく違う視点を持つ多様な参加者を交えて、そこかしこで議論の輪ができて賑やかでした。ポスター発表に先立ってのインデクシングでは、各々1分の持ち時間で、研究のエッセンスがスライド1枚で説明されました。発表者の区分では、ポスター22件、院生22件、高校生が6件と、一般発表100件、世界トップ発表22件のほぼ半数が将来を担うネクストジェネレーションでした。ポスター会場の賑わいは、例年に比べて盛況であったようです。特に、高校生が連れだって会場を巡っている様子は、研究開発が次世代に繋がってゆく期待を抱かせてくれました。

最後に、懇親会会場で、ポスター発表の中からベストプレゼンテーション受賞者が発表され、授賞式が行われました。各部門の受賞者は以下の通りです。おめでとうございます。

【総合得点賞】

- 本多隆利 (筑波大学)「光遺伝学・熱遺伝学を用いたショウジョウバエ連合学習パラダイムの開発と応用」
- 大城幸雄 (筑波大学)「タッチレスインターフェースを活用した最先端ナビゲーション手術」

【ベスト産業実用化賞】

- 仁衛琢磨 (ペンギンシステム株式会社)「タブレットPCを利用した運動学習・動作比較システム『見ん者』」
- 斎藤眞 (産業技術総合研究所)「20万分の1日本シームレス地質図の新サービスと活用事例」

【ベスト新分野開拓賞】

- 一ノ瀬泉 (物質・材料研究機構)「ダイヤモンド状カーボンの濾過フィルター」

- 土屋佳紀 (農業・食品産業技術総合研究機構)「抗菌シルクの開発」

【ベスト・アイデア賞】

- 川岸卓司 (筑波大学)「豚の健康監視のためのくしゃみ音の自動検出技術」
- 大坪憲弘 (農業・食品産業技術総合研究機構)「『光る花』の開発と利用」

【ベスト研究交流賞】

- 新井香裕 (阿部研究室、筑波大学)「高濃度オゾン水を用いた半導体洗浄システムの開発」
- 百武壮 (土木研究所)「色の変化で危険を知らせる構造物の劣化検出センサ」

【奨励賞】

- ポストドクの部: 圓崎祐貴 (筑波大学)「肝臓手術シミュレーター用力覚提示装置の開発」
- 大学院生・大学生の部: 返町洋祐 (筑波大学)「微生物による発電システムを応用した廃水中の窒素除去」
- 高校生の部: 篠原万里 (茨城県立緑岡高校)「さわやかローズの香り合成」

【世界トップポスター賞】

- 木村一弘 (物質・材料研究機構)「長時間クリープ強度特性評価とクリープデータシートの作成」

(文責／編集委員 金岡 正樹)



世界のトップポスターのインデクシング

「SATテクノロジー・ショーケース 2014」

～「世界トップ」発信&交流による知の触発 inつくば～を顧みて

今年のSATのテクノロジー・ショーケースは去る1月24日（金）に、つくば国際会議場において開催されました。参加者は587名で、内63%が大学と独法でした。今回は高エネルギー加速器研究機構に実行委員会協力機関を、副実行委員長には池田進名誉教授にお願いしました。今年の企画としては、池田副実行委員長の提案で、各研究機関が推薦する「世界トップポスター」の展示（22件）でした。世界トップポスターはつくばの大学や研究機関が世界に誇れる成果を研究機関の責任で提示することでしたが、そのアイデアが十分に浸透しなかったと反省しています。

高エネルギー加速器研究機構が企画した特別講演では鈴木厚人機構長が「加速器が拓いた宇宙・物質像」と題して講演し、サイエンスの最先端を教えてくださいました。その後に行われたミニシンポジウムでは加速器の応用がテクノロジーとして紹介されました。

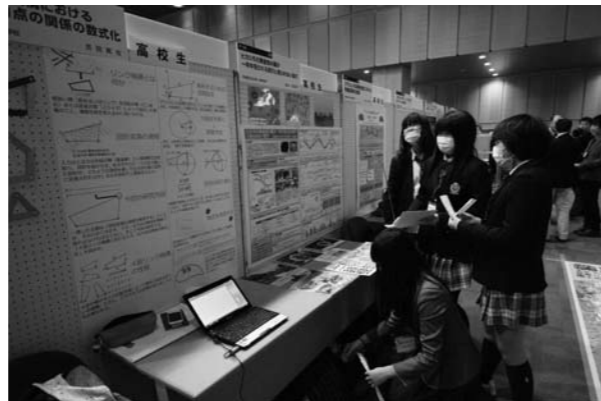
100課題のポスターを各人が60秒で紹介するインディックスはいつもながら聞き応えのあるものです。多様な専門分野の最近の研究開発の現状を短時間で勉強できるのでずいぶん得た感じでした。また、高校生も工夫して60秒を使っていて、さすがに思いました。発表者は参加者の投票により14名がベストプレゼンテーション賞を懇談会の席で江崎会長より表彰されました。受賞者にはきっと良い励みになったと思います。

ポスター発表では例年のようにポスターを前に熱心な論議が行われていました。今年も、昨年に引き続き異分野を結びつけるための努力を実行委員会のメンバーで試みました。知の触発の誘導です。これはなかなか難しいのですが2、3の成功例があったと聞いています。

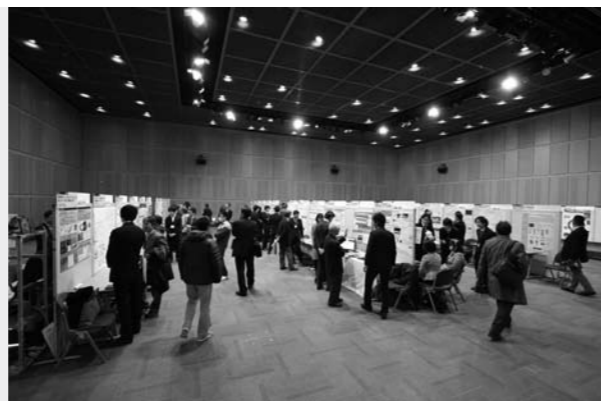
本イベントの開催後に行われた実行委員会では、せっかくのポスターなので「1日ではもったいない、CATVで流してはどうか、民間企業の参加が少ないので努力すべし、広報を充実する、タイトルだけでも早くホームページに掲載する、総合科学技術会議のようなファンディングエージェンシーを積極的に招待する、ショーケースなので、「売り上げ」に数値目標を設定する」などの意見ができました。次回の参考にしたいと思います。なお、今回は2015年1月21日の開催を予定しています。

最後になりましたが、実行委員の方々、事務局、そして協力機関の高エネルギー加速器研究機構の多大なるご尽力に感謝申し上げます。

実行委員長
丸山清明（SAT運営会議 委員）



高校生ポスター発表



ポスター発表の様子



懇親会のひとこま

サイエンス・フロンティア つくば(SFT 2013)報告

SFT2013実行委員長
岡田 雅年



昨2013年11月2日（土）につくば国際会議場において、茨城県/つくばサイエンス・アカデミー（(財)茨城県科学技術振興財団）が主催した「サイエンス・フロンティア つくば(SFT2013) -先端科学・技術をビジネスへ」が開催された。2013年は筑波研究学園都市建設が閣議了解されて50年を迎えたが、さらにこの年は、つくばサイエンス・アカデミーにとっても会長の江崎玲於奈先生がノーベル物理学賞を受賞されてから40年に当たる祝賀すべき年、また国内のナノサイエンス・ナノテクノロジー分野から優れた研究を表彰する「江崎玲於奈賞」が創設されて10年の記念すべき年にもあたった。この節目を記念して、つくばにおける最近の産学連携の機運を支援するような催事の開催に至った。SFTの由来に一言触れると、1999年に「つくば国際会議場」開館記念自主事業として江崎先生の総指揮を戴いた国際会議「サイエンス・フロンティアつくば(SFT999) - New Frontiers of Science and Technology」が開催されたが、その後もSFTはその時々で強調すべき課題をテーマとして継続され、今回の「-先端科学・技術をビジネスへ-」で5回を数える。

当日のSFT2013は、「基調講演および対談」において、根岸英一氏（Purdue大学特別教授、(独)科学技術振興機構総括研究主監、2010年ノーベル化学賞受賞）による「夢を持ち続けよう！ -d-block遷移金属触媒が21世紀を救う」の講演と江崎会長との対談が行われた。「パネルディスカッション」では、餌取章男氏（東京工科大学客員教授）の司会で、渡邊浩之氏（トヨタ自動車(株)技監）、中村道治氏（(独)科学技術振興機構理事長）および荒川泰彦氏（第1回江崎玲於奈賞受賞者・東京大学教授）の3氏から「つくばへの提言」が披露された。それを受けて「パネルディスカッション」が、潮田資勝氏（(独)物質・材料研究機構理事長）、中鉢良治氏（(独)産業技術研究所理事長）、堀江武氏（(独)農業・食品産業技術総合研究機構理事長）、永田恭介氏（(国)筑波大学長）、田原修一氏（日本電気(株)中央研究所理事）のつくば官学産の代表者5氏と先の提言者3氏の計8名のパネリストで行われた。なお本SFT2013開催に当たって多くの機関から共催、後援、協賛等の支援を頂いたことを記し感謝の意を表する。

特別講演および対談

根岸先生の特別講演「夢を持ち続けよう！ -d-block遷移金属触媒が21世紀を救う」は、ノーベル賞受賞となった、クロスカップリング、有機合成と金属のお話で、一般には難解な部分もあったが、パラジウム触媒の発見など-d-block遷移金属触媒を追及していくご研究のプロセスや背景について、分かり易く説明して頂き大変興味を惹いた。

クロスカップリングについては別に本号に解説記事が掲載されるので譲るとして、この反応は医薬品・農薬の合成、有機半導体の液晶や発光材料の合成に応用されている。触媒の-d-block遷移金属は、元素の周期表の中央を占める23の元素を指しているが、これらの金属は軌道を占める電子の状態に由来して酸と塩基の両方の振る舞いが出来ることが触媒として非常に優れた特性を持つのが一つの理由と話された。また、セントピーターズバーグにあるメンデレーエフ研究所の壁を占める周期表の写真を上げて、「触媒の答えはこの表の中にある、1種類の金属だけではなく、その組み合わせも考えられると非常に多くの新しい触媒発見の可能性もある」ことを示唆され、21世紀の人口増加、食糧、環境・エネルギーに関わる課題を解決するには、化学の力、特に有機合成が重要であり、夢を持ち続けようとして締めくくられた。

江崎先生との対談は、江崎先生から質問が出されてそれに根岸先生がお答えするという形で進められた。ご経験に基づいた有意義なお話であり、幾つかを簡略に紹介する。

Q. 根岸先生が、日米に亘って昭和、平成を歩まれてきた指針はどのようなものか。

A. どんな条件下、時代でも素晴らしい人は出てくるということ、それは個の問題だと強調したい。勿論個という事は最初から絶対良いとか、悪いとかいう事では無い。ある程度の個の素質は必要だと思うが、個の努力で上へと持っていくのではないかと常日頃思っている。

Q. ノーベル賞を受賞することが出来た最大の理由は何か。

A. 通常の方がノーベル賞に至る確率は、オーダー的に言って100億人（10の10乗人）に受賞者1,000人、すなわち1,000万分の1（10の7乗分の1）である。私はステップを踏んで10の7乗をクリアしてきたと思う。10の3乗分（1,000分の1まで）は25歳ぐらいまでに好きな道を選ぶことで乗り越えた。残りの4乗分のうち、フルブライトの留学生として米国（Pennsylvania大学）で学んだこと、ポストドクトラルとしてHerbert Brown教授（Purdue大学）からマンツーマンのコーチを得たことで2乗を得た。そして残りの6段、7段目は自分の力で乗り越えてきた。

Q. 今の世代へのコメント、助言は。

A. 若い人に是非薦めたいことは、科学の道に限らず物事にはステップがあること、宝くじを当てるようなものではない、あってもそれは止めておいた方が良くということ。私は上述のようにして目標を定めて研究を進め7段を乗り越えてきたということである。

最後に会場からクロスカップリング反応に関する質問もあり、江崎先生から独創的研究には異分野の融合（cross

fertilization) が不可欠であるとの結びの言葉があって第1部のセッションを終えた。根岸先生のユーモアも交えたお話によって、聴衆にも有機合成の最前線の魅力の一端を知ることが出来たと思う。



パネルディスカッション「つくばへの期待」(*脚注)

本パネルディスカッションでは提言者・パネリストから、科学技術研究開発に関して世界、日本、つくば等の多彩な視点から課題が提出された。広範にわたる重要な問題が取り上げられたことを考慮して、サイエンスアカデミーではこのパネルディスカッションの部を別にレポートとして作成中である。ここでは冒頭の提言に関して概要を述べる。まずは司会の餌取先生から、つくばの研究のビジネスや産業への応用に関して3人の提言者の方々からつくばへの期待や助言を求めた。

渡邊氏は産の立場から、過去の歴史の偉業である、ルネッサンス(価値革命)、ライト兄弟(現場主義)、アポロ計画(バックキャストと総合的アプローチ)に学ぶ必要を説いた。そして、現在世界のモビリティ社会が抱える課題、イノベーションによる産業の発展と国力強化等を解決する実現方策をDARPを例に挙げるなどして述べられた。

中村氏は官の立場から、日本は1980年代からフロントランナーを目指しているが、いまや世界中で科学技術立国を競う「大競争時代」が到来していると述べ、卓越した基礎研究の成果のもとに科学技術戦略をとるべきとしJSTの戦略および具体的な連携について述べた。また、つくばの国際総合戦略特区が日本の成長戦略に貢献することを願

われた。

荒川氏は学の立場から、非連続的技術を追求する工学的研究の創造性の価値と市場そのものが対象とするイノベーションの違いを述べている。後者においては基礎研究から市場化までコンクリートな研究開発が必要であることを、ご自身のFIRSTプロジェクトを挙げて説明された。グローバル連携拠点、TIAの支援等についてつくばに期待されている。

その後各パネリストから、それぞれの大学、研究機関の現在の考え、将来へのビジョンについて紹介があった。プロジェクト遂行を支える人材教育の重要性についても触れられている。農業・食品に関するつくばフードバレー構想なども紹介された。またパネリストが描く今から10年後のつくばのイメージが、つくばからノーベル賞をも含め紹介され大変興味深い。これら内容については上述のレポートに譲ることにする。

最後に江崎先生から、グローバルな視野から日本を励ます結言と参加者への謝辞が述べられ閉会となった。

(*脚注)

パネルディスカッションに関しては次の2つの取材記事がある。

- (1) 日経サイエンス2014年2月号p.1「サイエンス・フロンティアつくば2013-先端科学・技術をビジネスへ、社会を変革する技術創出のために産官学の「知」が融合する都市を目指す」
- (2) 茨城新聞2013年12月27日(金)12-13面



平成25年度総会及び運営委員会の開催

平成25年7月26日(金)つくば国際会議場において、総会及び第1回運営会議が開かれました。

議事については、第1号議案から第3号議案が審議され、全議案とも異議なく原案のとおり可決されました。

さらに、「SATテクノロジー・ショーケース2013」の開催結果及び筑波学園都市建設閣議了解50周年を記念した「サイエンス・フロンティアつくば(SFT)2013」シンポジウムの準備状況について、報告がありました。

また、「SATテクノロジー・ショーケース2014」が開催された平成26年1月24日(金)の同日につくば国際会議場において、第2回運営会議が開催され、次回のショーケースの協力機関が(独)国立環境研究所に決定されました。

さらに、平成25年度事業実施状況及び「サイエンス・フロンティアつくば(SFT)2013」の開催結果について、報告がありました。

第10回賛助会員交流会報告

第10回賛助会員交流会が、平成25年11月27日(水)午後、つくば国際会議場401号室にて開催されました。

異分野の交流を深めるためには、まず個人会員・賛助会員の皆さんが具体的にどのような研究・事業を展開しておられるか、それをよく知らなければなりません。

本交流会は、賛助会員企業の事業を紹介していただくとともに(SATホームページ企業訪問記参照)、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、そんな趣旨で開催されております。今回は、合計で22名の方にご参加いただきました。

第10回交流会の内容は以下のようです。(敬称略)

1. 交流会
 1. 挨拶(SAT総務委員)
 2. 懇談会開催の趣旨説明・訪問企業紹介(溝口)
 3. 賛助会員講演(各30分、敬称略)
 - ①キッコマン株式会社

「事業紹介」: 研究開発本部 基盤研究第2部 部長 小幡明雄
 - ②(株)池田理化「事業紹介」: 代表取締役社長 高橋秀雄
 4. つくば研究者講演(各30分、敬称略)
 - ①「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」

(独)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 深田直樹
 - ②「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」

(独)農業生物資源研究所動物科学研究領域 動物生体防御研究ユニット 佐藤 充
 - ③「操作性とデザイン性を両立した作業用電動義手」

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 吉川雅博

5. 総合討論

6. 閉会挨拶(SAT総務委員)

II. 懇親会 交流会終了後 5:40~7:00pm、国際会議場4階「サロンレオ」

いずれのご講演もわかりやすく楽しいお話で、多くの質問が出され、議論が盛り上がりました。

5.の総合討論では、最初にキッコマン講演で出していた課題、「減塩対応技術」が話題になりました。減塩で変化する風味を補うため、フレーバーの利用が考えられているようですが、このあたり広い分野の知見が役に立ちそうに思います。

その他、バイオサイエンス機器の作製、ナノワイヤやアフィニティシルクの義手への応用など広く議論が展開されました。異分野の研究者・技術者の方々に熱心にご議論いただき、手前みそながら今回の交流会は有益であったと思いました。

このような交流の積み重ねが、つくば発の新しい学術分野・新産業の開拓にもつながっていくのではないのでしょうか?本交流会は、ぜひ継続させたい、またより多くの方にご参加願いたい、あらためてそのように思ったような次第です。

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)

付記: 賛助会員の事業内容などはSATホームページの訪問記をご一覽下さい。

<http://www.science-academy.jp/visit/index.html>

SAT情報交換会(2/21)報告

平成26年2月21日(金)夕方、筑波大学医学医療系消化器外科・臓器移植外科教室のご協力により、「IT利用ナビゲーション外科手術と周辺技術」をテーマに、SAT情報交換会を開催しました。参加者はSATから24名、ほかに筑波大側からも何人かご参加いただき、合計で30名ほどになりました。内容は、病院施設見学会・講演会・意見交換会・懇親会の4件です。

施設見学ののち、上記外科教室の大河内信弘教授からご講演いただきました。

近年の外科医師減少に対応し若手を育てるため、ITを駆使し、肝臓の構造や血流の範囲、手術時の力感などをバーチャルに何度も経験してもらう、また、手術時には、ノンタッチでCT肝臓写真を回転させ、手術手順を確認する...など最先端の興味深いお話が続きました。医工連携は急速に進んでおり、このような肝臓の構造や手術状況など、動きを伴った形でIT型の教科書にしていきたい、とのこと

外科は実は床屋さんから始まった、という思いがけないお話から始まり、ご講演は分かりやすく、興味津々に質疑も大いに盛り上がりました。

懇親会には20名ほどのご参加がありました。消化器外科大城講師の司会のもと、特別ゲストの整形外科山崎教授から乾杯ご挨拶をいただき、そのあと1時間ほど、和やかな懇談が続きしました。ご参加の皆さん、会場のあちこちで名刺交換しておられて、研究交流の出発点としてよい機会になったように思います。

今回の情報交換会、非常に充実した有意義な会になりました。大河内先生、大城先生はじめ、筑波大学医学医療系消化器外科・臓器移植外科教室の皆様、ご関係の皆様にご心よりお礼申し上げます。(SATコーディネーター、溝口)



科学の散歩道

「生きているとは？：体のなかで くるくる回る回転分子モーターの利用」

浜松ホトニクス（株）筑波研究所 所長代理 **伊藤 博康**

昨年末より、STAの参考会員に加えていただきました浜松ホトニクス（株）筑波研究所所長代理の伊藤博康と申します。よろしくお願いいたします。

自身の自己紹介、「科学の散歩道」への寄稿文に風変わりなタイトルをつけさせていただきました。最初の部分は、28年前、私が浜松ホトニクス（株）に入社し、筑波研究所に配属が決まって、当時の社長（前筑波研究所所長、現会長）の晝馬輝雄から与えられた研究テーマ、「生きているとはどういうことか？光技術でもって明らかにしろ！」の一部です。「できないといわずにやってみろ！人類には知らないことがいっぱいある」が、会長が社員に要求してきた人生哲学ですから、やらないわけにはいきません。後半は、現在の私の研究テーマです。これが、最初のテーマとつながっているのか、別物になってしまったか？研究の進捗を説明させていただいた会長はご不満のようですが、私はつながっていると信じて研究を継続しています。

当時、難解な研究課題にどう立ち向かったか？今となっては、実験の詳細が記憶から薄れているのですが、稚拙なことを繰り返していたのだと思います。現在の研究テーマも、ひょっとすると、「会長、すみません。出来ませんでした。」に向かって続けているようにも思います。分かってきたのは、できないと証明することがもっとも難しいということですね。できないと証明するには、膨大な根拠が必要で、それらをまとめるための能力も必要です。今のところ、私はまだ、この能力を身につけることができていないようです。

研究所の先輩方に、学生時代は殆ど使ったことがない高級なレーザーや万能顕微鏡の使い方を教えていただきながら、顕微鏡で細胞を毎日眺めていました。試料に使ったのはウニの未受精卵で、ウニは、梅雨前の三崎や伊豆半島の海に先輩といっしょに潜って採取していました。食用にはならないタコノマクラというウニです。このウニの未受精卵は透明なので、顕微鏡観測に都合がいいことが理由です。海底で砂をかぶったタコノマクラは、先輩のように、見つけられません。ウェットスーツを着てしまうと、サザエやウニの密猟者と間違えられてしまうので、潜るのは海水パンツ一枚。海から上がって、次はどこに潜ろう？先輩はあのあたりだったから？と、海を眺めながらタオルにくる

まって震えていました。あそこまで体が震えることがあるかというくらい震えが止まらない。でも、楽しかったですね。

一年ほど、研究戦略の試行錯誤をくりかえしているうちにビデオマイクロスコープが面白くなってしまいました。時間分解能を上げるためにどのような光検出器を作って、どのような工夫をすればよいのか？国の予算を利用していただきながら、顕微鏡の光学系を作ったり、関係事業部の方をお願いして、いろいろなビデオカメラを作りました。今でも自慢できるのは、数瞬の高速現象を捉える顕微鏡で、原理は光源にパルスレーザーを用いたストロボ法です。細胞に強力な電場を印加したときに、必ず陽極側にマイクロメーターサイズの穴が開く様子が見えてきたのです。教科書には、細胞膜は電気インシュレーターである。電場の印加によって、大きな細胞膜電位が誘起されて、膜のブレークダウンが起こると書いてある。現象としてはよく知られていて、エレクトロポレーションと呼ばれる細胞内への遺伝子導入の技術です。私が作った顕微鏡システムで、穴が開く様子を時系列で見ることができたのです。さらに、穴が開く前に、電場方向に細胞が引き延ばされるように変形するし、溶液条件を変えると細胞がつぶれる方向に力が働くことも分かってきました。これが、入社後10年ほどたった頃だったでしょうか？自分がやっていることは、本当に研究なのかと悩み始めた時期でもあります。こんなカメラが欲しいと仕様を出して、事業部のエンジニアが興味をもってくれば、部品代程度の予算を準備して、カメラ化してもらおう。それを筑波研究所で顕微鏡システムとして組み上げます。確かに世の中になかったシステムですから、自分だけしか取れない世界初のデータが取れるのです。事業部では、カメラを製品化して、お客様に販売することもあったようです。開発途中はいいのですが、いったん装置の性能を示すチャンピオンデータが取れてしまうと、会社への研究継続の言い訳ができない。そんなことを繰り返している間に、それまで研究に対していろいろとご助言いただいていた某大学の先生から、大きな予算が取れたから、こちらに来て研究しないかというお話を頂きました。是非ということで、会社の上司を説得して、会長にもご説明させていただいて、会社に席を残したまま、5年間のプロジェ

クトに参加させていただきました。

その研究室で出会ったのが、サブタイトルの回転分子モーターです。F₁-ATPase (F₁:エフワン・エーティーピーエース) と呼ばれるこの分子モーターは、アデノシン三リン酸 (ATP) をアデノシン二リン酸 (ADP) とリン酸 (Pi) に分解しながらくるくと回転します。この研究室では、世界で初めて、回転の様子の撮影に成功し、論文の投稿をしたばかりでした。

(＊働く仕組みは全く違っていますが、ヒトが作った機械のように働くので、こういった酵素を分子機械と呼びます。私たちの体の中で、移動に関わる物が、分子モーター。F1は、回転するので、回転分子モーターと呼ばれています。)

1994年、イギリスのグループにより、結晶構造が発表されました。皮をむいたミカンのような構造で、房は、 α と β と名付けられたサブユニット。それぞれ3個、円周上に交互に並び、中央に γ が突き刺さった構造です。ATPの加水分解に関わっているのは、 β サブユニットであることは分かっていました。結晶構造に現れた3つの β は、それぞれ、ATP付き、ADP付き、空 (実際には、この酵素の活性をとめる化合物)。連続してATPを分解するのなら、それぞれの β サブユニットで、加水分解、ADP放出、次のATPの結合も起こっているはず。いかにも γ が回転して、ATPの加水分解を起こしそうな構造だったのです。私たちが教科書で習った酵素の働く仕組みは、鍵と鍵穴。タンパク質の内部で回転が起こるということは到底信じられません。若いということは恐ろしいですね。この研究室の修士課程の学生と、別の大学の博士課程の学生が、光学顕微鏡下で回転する様子を観測するための仕組みを工夫して、回転を実証してしまったのです。実はこの酵素、私たちの体の中では、ミトコンドリアの内膜にあって、別の回転分子モーターが、F₁を逆回転させてATPを合成しているのです (別の回転分子モーターが、本当に回転しているのかという明確な実証はまだありません)。逆回転させる別の分子モーターのエネルギー源は、我々が口にする食べ物です。食べ物は、消化され、代謝されて小さな分子になって、ミトコンドリアの中で酸素を使ってゆっくりと燃焼させられて分子モーターを回転させるエネルギー源となっています。

浜松ホトニクス(株)筑波研究所所長代理

1986年浜松ホトニクス(株)筑波研究所入社

1996年東京農工大学 大学院 工学研究科物質生物工学専攻 博士後期課程 単位取得満期退学。2006年12月理学博士 (論文 名古屋大学)

2011年10月より現職。現在に至る

回転を実証したばかりの研究室は活気がありました。私もこの分子モーターで何をやろうかと考えて、人為的に逆回転させれば、ATPを合成できるはずだ、やってみたいと提案いたしました。無謀な提案だったかもしれません。雰囲気に乗せられてしまったのでしょうか。実際には、プロジェクトを始めてから実証まで7年かかってしまいました。

力を加えてADP + Pi → ATPという化学反応を誘起する。反応を進めようとすれば、試験管を振るだろ？力を加えて化学反応を起こしている。これは、間違いです。ほって置けば進む反応を早めているだけ。ATPの合成は放っておいても絶対に起こらないのです。活性部位から遠く離れた γ サブユニットの一部分に回転力を加えた事にも意味があります。回転という構造変化が確かに分子モーター(酵素)の機能と関わっているということにも重要な意味があります。

合成の実証後、1回転の逆回転で何個のATPができるのか？なぜ合成できるのか？計測システムの精度を高くするための改良を検討しながら研究を続けていたのですが、難しい。残念ながら、年齢の問題もあったのかも知れません。しばらくたって筑波研究所に戻りました。私が回転分子モーターの働く仕組み(働かせる仕組み)の研究を続けたいといっても、説得力がありません。実は、事業部に依頼して作っていただいた超高感度カメラの開発が実証の鍵で、光技術と関係がなかった訳ではありません。しかし、それでは、若いときの苦い経験の繰り返しです。現在は、この回転分子モーターの働く仕組みを探りながら、我々の生活に役にたつ道具作りをしようと、若い研究者たちと研究を続けています。

私自身は、研究は、楽しいからできるものだと思っています。「生きているとは？」の課題にも答えたい。企業の研究は、出口として、知識の蓄積ばかりでなく、研究成果が、製品化、新産業の創成につながらなくてははいけません。まだ、私たちの研究は入り口付近。試行錯誤の連続です。しかし、それほど遠くない将来に、私たちの研究成果で、製品のバリエーションを増やすとか、異なる業種のお客様に拡販したいという夢をもって研究を続けています。若い研究者に、できないと言わずにやってもらっています。



研究室レポート

「摩擦制御技術の確立をめざして」

(独) 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 トライボロジー研究グループ

大花 継頼

1. はじめに

摩擦や摩耗は、我々の身の回りで起こる最も身近な物理現象の一つではないだろうか。通常、意識はしないが、摩擦がないと歩くことはおろか立つことすら難しい。トライボロジーはこのような摩擦や摩耗を研究する学問として「相対運動を行いながら相互作用を及ぼし合う表面およびそれに関連する実際問題の科学技術」として定義されており、我々は、トライボロジー研究グループとして摩擦・摩耗の制御技術の開発に取り組んでいる。その歴史は古く、既に飛鳥時代、巨石を運ぶために修羅と呼ばれる木製のそりを使っていたことが出土品から明らかになっている。重機のない時代に、例えそりを用いたにしても大きな石を運ぶことは、大変な労力であったことは想像に難くない。ところが、優れた潤滑剤や摩耗しにくい部材の開発が進んだ近年においても、依然として摩擦・摩耗は大きな問題となっている。製造業において、摩擦の改善により期待される経済効果は波及効果を含めると総額1兆円に迫るとの試算もあり、摩擦・摩耗を制御することは、省エネルギーおよび省資源の観点から極めて重要な課題といえよう。ここでは、我々が取り組んでいる摩擦制御技術に関わる研究を二つ紹介したい。一つは、環境にやさしい潤滑の実現に向けた取り組みとして、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜を用いた水潤滑の開発であり、もう一つは省エネルギー技術への摩擦摩耗制御技術として、ナノ構造を用いた新しい潤滑システムの開発である。

2. 環境にやさしい摺動

油潤滑に変わる環境として水潤滑が注目されている。水は環境に優しく、廃棄時に二酸化炭素を出さないが、粘度が低いため、潤滑面において容易に膜切れを起し、固体同士の接触により高摩擦となりやすいことや反応性に富むためよい潤滑剤とは言えない。そのため水を潤滑剤として用いるためには、粘度をあげるような添加物を加えることや、水と反応することでゲル状の水和物を生じるようなセラミックス、あるいは、素材そのものが潤滑特性を有するような高分子が摺動材として用いられてきた。機械部材としてよく用いられる鉄系材料は安価で加工しやすいが、水環境下ではその摺動特性はよくないため、我々はDLC膜に注目し、これを鉄系材料上に成膜することで水環境下での鉄系材料の摺動特性の向上を目指した開発を行っている。DLC膜は主に炭素と水素からなるアモルファスの硬質炭素系皮膜であり、高硬度且つ低摩擦特性を有し、また

耐摩耗特性に優れることが知られている。DLC膜はその成膜方法により構造も異なり、さまざまな特性を持つことが知られているが、皮膜であるゆえに摺動部へ適応するためには、はく離の克服が大きな課題のひとつとなる。我々は傾斜型の間層を用いることで、水環境において高荷重下でもはく離せず、耐摩耗・低摩擦特性に優れたDLC膜を開発した。水環境下で相手材としてSUSを用いた摩擦特性評価試験によって、0.1以下の安定した低摩擦係数を示すこと、さらには優れた耐摩耗特性を示し、相手材であるステンレスへの攻撃性も十分低いことから、水環境下での摺動材として有望であることを示した。現在、水圧機器の摺動部への適応を目指して実用研究を行っている。

さらに、より広範な摺動部へ適応する場合を想定し、DLC膜のはく離の評価技術の確立を目指した研究開発を行っている。摺動部における皮膜は繰り返し応力を受けるため、クラックの発生や、摩耗粉の噛みこみなど、複合的な要因によってはく離が発生すると考えられ、量的にはく離を評価するのは極めて困難である。また、皮膜の密着性評価方法としてよく用いられているスクラッチ試験やロックウェル試験は、繰り返し応力がかかるような場での密着性を評価しているわけではないので、実機ではく離特性とは異なる。そこで、実際の摺動部を模擬した繰り返し応力を与えつつ、段階的に荷重を増加させることではく離を発生させ、統計的な処理によってはく離荷重(耐久性)評価を行う手法を提案している。図1にその試験法の概略図を示した。本評価法は、比較的小さな面積で評価できるため、各種の皮膜を比較検討するには適していると考えられ、現在、さまざまな皮膜に適応してデータの蓄積を行い、評価方法の妥当性について検討を行っている。

3. ナノ構造を用いた新規摺動部の開発

一方、新しい摩擦制御技術として取り組んでいるのが、ナノ構造を用いた摺動部材の開発である。摺動する表面に凹凸をつける(表面テクスチャリング)ことは表面の凸凹によって、油溜め効果や動圧効果などが発揮されるため摩擦を低減する有効な手段として知られているが、摩擦界面で摩耗が生じるとその凹凸の効果は徐々になくなっていくことになる。大きな凹凸をつけるとそのテクスチャは摩耗によって消滅しにくくなるが、摩擦特性としてはあまりよくない。そこで、表面テクスチャの効果を持続的に発現させるために、広範囲に微細構造を形成し、かつ摩耗によって消滅しない微細パターンを形成する技術を検討し、我々

はマイクログループとナノ積層構造を組み合わせ、金太郎飴のように摩耗してもナノ構造が保持されるような構造を提案している。図2にそのコンセプトと作成方法の模式図を示した。2種類以上の多層膜を積層させることで、摩耗した時、それぞれの膜の材質の摩耗特性の違いによって、ナノオーダーの表面テクスチャが再生されることが期待される。また、本構造は既存の技術の組み合わせによって実現可能であるということも重要な技術的ポイントとなっている。多層膜に用いる材料の組み合わせも重要であり、金属同士の組み合わせでは、高荷重の実験では金属の塑性変形が見られ、ナノパターンが消滅してしまう。一方、硬いセラミック系の材料の組み合わせの場合は、相手材への攻撃性が高まり、相手材の摩耗が観測される。我々はボールオンディスク法と呼ばれる実験室レベルの摩擦摩耗試験機を用いて検討した結果、炭化ケイ素とカーボンの組み合わせが優れていることを見出した。これまでに、このようなナノ構造を持つ表面を摺動部材として用いることで、およそ20%程度の摩擦特性の改善が見られ、省エネルギー技術として有効であることを確認した。現在、すべり軸受への適応を目指して、マイクロパターンの最適化、基材との密着性の確認、大型摺動試験による耐久性、曲面へのコーティング技術などの検討を行っている。

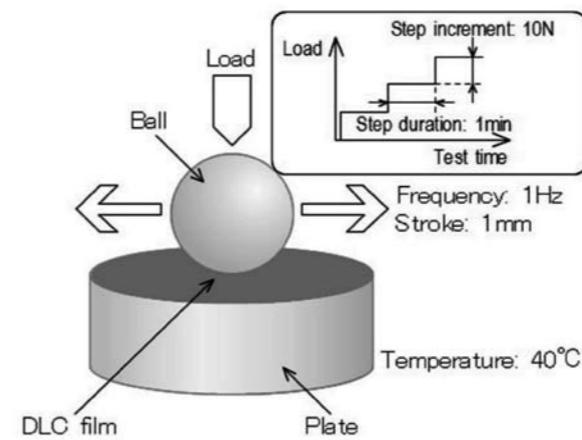


図1. 摩擦摩耗試験によるステップ荷重でのはく離評価法

4. おわりに

我々の研究グループで行っている研究テーマの一部を紹介した。摩擦・摩耗を制御するためには、摩擦摩耗の機構を理解することが重要であるが、さまざまな因子がからむ界面での現象であり、環境が変われば摩擦特性を制御している原因も変わってくる。我々は、このような課題に対し、先進製造プロセス研究部門に関連するグループと密接に連携しつつ課題解決型研究として基盤的トライボロジーを、そして摩擦制御のために摩擦機構を深く理解し、新しい摩擦システムの提案を目指した先端トライボロジー研究を行っている。摩擦・摩耗はさまざまな物理現象および化学現象の複合的な事象であり、さまざまな観点からの取り組みが必要な分野である。紹介した取り組み以外にも、モデリングによって摩耗・摩擦現象をシミュレーションしようという試みや、AE (アコースティックエミッション) を用いたメンテナンストライボロジー、植物油等を用いた環境にやさしい潤滑などの研究も行っているため、ご興味もっていただければ幸いです。

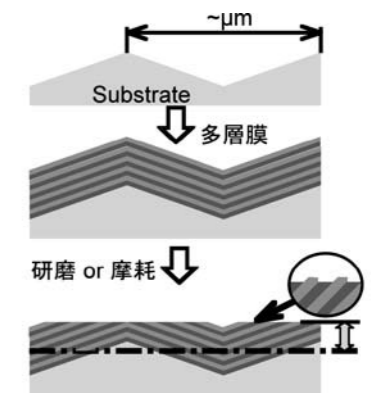


図2. ナノ構造を利用した低摩擦化技術のコンセプト

著者略歴
大花 継頼

1990年大阪市立大学大学院工学研究科前期博士課程修了。同年通商産業省工業技術院化学技術研究所入所、2011年から(独)産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門トライボロジー研究グループ長専門分野: 硬質炭素膜のトライボロジー特性評価



つくば賞その後-2

『真実は仮説より奇なり — 真の探索研究に挑む』

筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IIS) 機構長
柳沢 正史

1988年、筑波大学基礎医学系薬理学の眞崎知生研究室の大学院生であった私は、同グループの助教授だった後藤勝年先生やお隣の生化学グループの講師だった木村定雄先生らのご指導のもと、内皮由来の強力な血管収縮ペプチドであるエンドセリンを同定・報告することができた(図1左)^{1,2)}。第2回つくば賞(1990年)をいただくことになったこの発見は、血管生物学・循環器科学における多くの新しい研究の発端となった。いっぽう私自身はこの業績をきっかけとして、テキサス大学サウスウェスタン医学センターのJoe Goldstein教授、Mike Brown教授によって1991年に同大学に招聘され、ハワード・ヒューズ研究員として独立することができた。その後、私どもは活性型エンドセリンの産生に必要なエンドセリン変換酵素を同定し³⁾、また意外なることにエンドセリン系が神経堤由来組織の発生に必須であり、エンドセリン受容体遺伝子の突然変異が、腸壁内神経叢の欠損による巨大結腸症であるヒルシュスプルング病の原因になることを突き止めた⁴⁾。エンドセリン研究のその後の発展は、2001年にActelion社のエンドセリン受容体拮抗薬bosentanが肺高血圧症の第一線治療薬として臨床認可されるに及び、ひとつの頂点を迎えた。こうしてエンドセリンの発見は、その13年後には新規の疾病治療法の開発に結びつくこととなった。

さて私どもはテキサス大学にてエンドセリン研究を続ける傍ら、1996年頃から、いわばゲノムプロジェクトの落とし子である多数のオーファン受容体遺伝子、すなわち対応リガンドが不明なG蛋白質共役受容体群に着目し、それらのリガンド同定に着手した。これは、私のなかでは手法論的にエンドセリン精製の自然な延長上にあり、今度はオーファン受容体の活性化をアッセイ指標として、新規の内因性リガンドを同定しようという、いわば「逆薬理学」といえる新しい探索的戦略であった。眞崎研究室のおとうと弟子でエンドセリン受容体同定以来の共同

研究者であり、当時テキサス大学の私の研究室に留学中であった櫻井武君は、この戦略に基づいて、視床下部神経ペプチドであるオレキシンの精製・構造決定に成功した(図1右)⁷⁾。続いて私どもは、オレキシン欠損マウスが、全く原因不明の睡眠障害であったナルコレプシーを発症することを発見し、オレキシンが重要な睡眠覚醒制御因子であることを突き止めた^{8,9)}。全くの予想外であったこの発見は、元来夜行性であるマウスの夜間の行動を赤外線ビデオカメラを用いて悉に観察するという、単純でありながら当時としては画期的な手法によっており、睡眠覚

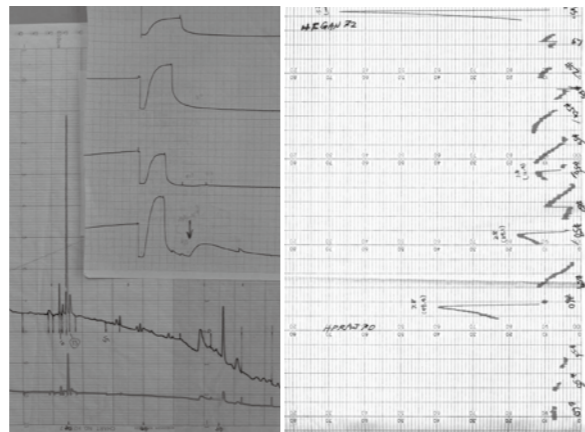


図1 実験ノートより。左：エンドセリンを最初に精製した際のクロマトグラムと血管収縮活性。クロマトのピークに一致して矢印で活性が見られた。右：オレキシン活性を最初に検出した際の細胞内カルシウム測定クロマト画分。56・58・60番に特異的な活性が見られた。

醒の遷移を直接に制御する遺伝子として初めての同定となった。オレキシンとその機能の発見は、神経内分泌学と睡眠学における新しい分野の創成に繋がった。

私どものオレキシン欠損マウスにおける発見を契機として、複数の臨床研究グループにより、ヒトナルコレプシー患者の大多数において、何らかの原因により視床下部のオレキシン産生細胞が特異的に脱落し、髄液中オレキシンが欠乏していることが見出された。これはただちに、オレキシン補充療法によるナルコレプシーの根本治

療の可能性を示唆していた。実際に私どもは、オレキシン神経細胞を遺伝学的に欠落させたマウスモデルにおいて、外因性にオレキシンを中枢投与あるいは遺伝子発現することにより、ナルコレプシーの症状が完全に寛解することを示すことができた¹⁰⁾。さらに、当初は摂食促進因子と推定されたオレキシンが、実は逆に、長期的には高脂肪食餌性肥満とそれに伴うメタボリック症候群を抑制する作用を持つことが分かった¹¹⁾。実際にヒトにおいても、オレキシン欠乏のあるナルコレプシー患者は肥満傾向を示し、2型糖尿病の頻度も高いことが疫学的に示されている。すなわち、血液脳関門透過性のオレキシン受容体作動薬を開発することができれば、ナルコレプシーの病因治療に加えて、眠気を伴う種々の疾病・障害の治療に使えるのみならず、肥満やメタボリック症候群の予防にも役立つ可能性が示唆される。一方、オレキシン受容体拮抗薬については、Merck社がsuvorexantの大規模な第三相臨床治験を成功裏に終了し、全く新しい作用機序による新規の不眠症治療薬として、2014年には認可されることが期待されている。こうしてオレキシンの発見も、臨床睡眠医学の発展へと結びつくこととなった。

オレキシンによる睡眠制御機構の発見をひとつの契機として、睡眠覚醒の切り替えを司る実行系神経回路の解明が急速に進んできた。しかしながら、睡眠覚醒のより根本的な原理、すなわち睡眠の機能(我々は何故眠るのか?)、睡眠圧の神経科学的実体(眠気とは何か?)、さらには睡眠量・覚醒量の恒常性の制御機構など、睡眠学の中心課題は、いまだ完全にブラックボックスとして残されている。この謎を解くために、私どもはマウスにおける睡眠のフォワード・ジェネティクスに着手した。これは、アプリアリな作業仮説に頼らずに、ゲノム上にランダムに点突然変異の入った数千匹のマウスの睡眠覚醒異常をスクリーニングし、その原因変異を突き止め、変異遺伝子の機能解析を取っ掛かりとして睡眠制御の根本に迫ろうとする、息の長い大規模プロジェクトである。

2010年より、内閣府最先端研究開発支援プログラム(FIRST)のもと、この大規模プロジェクトを遂行するため再び筑波大学に研究拠点を開設することができた。さらに2013年からは、文科省世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)に採択され、自分自身の研究室だけでなく、十数名の主任研究員を擁し、睡眠メカニズムの基礎研究に特化した、新しい「米国大学風デパートメント」

を筑波大学に開設させていただいた(図2)。今後とも、形を変えながら、真の探索研究に邁進してゆく所存である。

- 1) Yanagisawa, M. et al. Nature 332: 411-415, 1988. (citation: 9,658) / 2) Sakurai, T. et al. Nature 348: 732-735, 1990. (citation: 2,391) / 3) Xu, D. et al. Cell 78: 473-485, 1994. (citation: 733) / 4) Hosoda, K. et al. Cell 79: 1267-1276, 1994. (citation: 663) / 5) Baynash, A. G. et al. Cell 79: 1277-1285, 1994. (citation: 593) / 6) Puffenberger, E. G. et al. Cell 79: 1257-1266, 1994. (citation: 769) / 7) Sakurai, T. et al. Cell 92: 573-585, 1998. (citation: 2,325) / 8) Chemelli, R. M. et al. Cell 98: 437-451, 1999. (citation: 1,480) / 9) Willie, J.T. et al. Neuron 38: 715-730, 2003. (citation: 244) / 10) Mieda, M. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101: 4649-4654, 2004. (citation: 125) / 11) Funato, H. et al. Cell Metab., 9: 64-76, 2009. (citation: 75)



図2 国際統合睡眠医科学研究機構(WPI-IIS)が筑波大学にて発足した際の集合写真

氏名 柳沢 正史
所属 筑波大学
職名 教授
学位 医学博士(筑波大学)
専門分野 分子薬理学・神経科学



略歴
1985年 筑波大学医学専門学群卒業
1988年 筑波大学大学院医学研究科 博士課程修了(医学博士)
1989年 筑波大学基礎医学系薬理学 講師

1991年	京都大学医学部第一薬理学 講師
1991年	テキサス大学サウスウェスタン医学センター 准教授 兼 ハワードヒューズ医学研究所准研究員
1996年	テキサス大学サウスウェスタン医学センター 教授 兼 ハワードヒューズ医学研究所研究員
1998年	テキサス大学サウスウェスタン 医学センター The Patrick E. Haggerty Distinguished Chair in Basic Biomedical Science 就任
2001年	独立行政法人科学技術振興機構 (JST/ERATO) 総括責任者 (2007年3月まで)
2003年	米国科学アカデミー正会員に選出
2010年	内閣府 最先端研究開発支援プログラム (FIRST) 中心研究者 (2014年3月まで) 筑波大学 教授
2012年	文部科学省 世界トップレベル研究拠点プログラム 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IIIS) 機構長

学術関係受賞

- ・茨城県科学技術振興財団 つくば賞
- ・米国薬理学会 The J. J. Abel Award
- ・Robert J. and Claire Pasarow財団 Medical Research Award
- ・米国心臓学会 The Novartis Award
- ・米国生化学・分子生物学会 The Amgen Award
- ・東京テクノフォーラム21 ゴールドメダル賞
- ・ブレインサイエンス振興財団 塚原伸晃記念賞
- ・Bristol-Myers Squibb Achievement Award in Cardiovascular Research
- ・米国睡眠学会 Outstanding Scientific Achievement Award
- ・日本心血管内分泌代謝学会 高峰譲吉賞

主要論文

- [1] Matsuki, T., Nomiya, M., Takahira, H., Hirashima, N., Kunita, S., Takahashi, S., Yagami, K., Kilduff, T.S., Bettler, B., Yanagisawa, M., Sakurai, T. Selective loss of GABAB receptors in orexin-producing neurons results in disrupted sleep/wakefulness architecture. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 106:4459-4464, 2009.
- [2] Funato, H., Tsai, A.L., Willie, J.T., Kisanuki, Y., Williams, S.C., Sakurai, T., Yanagisawa, M. Enhanced

orexin receptor-2 signaling prevents diet-induced obesity and improves leptin sensitivity. Cell Metab. 9:64-76, 2009.

[3] Funato, H., Sato, M., Sinton, C.M., Gautron, L., Williams, S.C., Skach, A., Elmquist, J.K., Skultchi, A.I., Yanagisawa, M. Loss of Goosecoid-like and DiGeorge syndrome critical region 14 in interpeduncular nucleus results in altered regulation of rapid eye movement sleep. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 107:18155-18160, 2010.

[4] Chang, L., Bramall, N.A., Baynash, G.A., Rattner, A., Rakheja, D., Post, M., McKerlie, J.S., Stewart, J.D., McInnes, R.R., Yanagisawa, M. Endothelin-2 deficiency causes growth retardation, hypothermia, and emphysema in mice. J.Clin. Invest. 123:2643-2653, 2013.

[5] Suzuki, A., Sinton, M.C., Green, W.R., Yanagisawa, M. Behavioral and biochemical dissociation of arousal and homeostatic sleep need influenced by prior wakeful experience in mice. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 110:10288-10293, 2013.

[6] Ikeda, Y., Kumagai, H., Skach, A., Sato, M., Yanagisawa, M. Modulation of circadian glucocorticoid oscillation through adrenal opioid-CXCR7 signaling alters emotional behavior. Cell 155: 1323-1336, 2013

特別記事

パラジウム錯体触媒を用いた炭素－炭素結合生成反応

～クロスカップリングを中心として～

(独) 産業技術総合研究所触媒化学融合化学センター 触媒固定化設計チーム

小野澤 俊也

はじめに

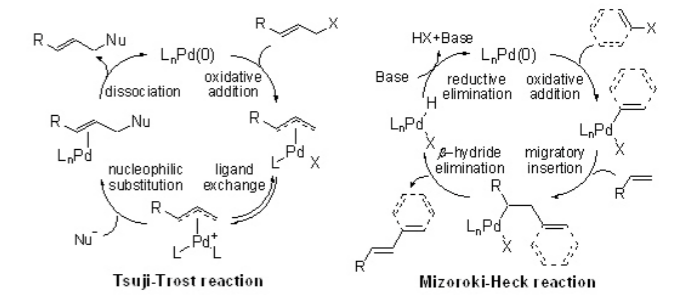
近年、有機合成化学における触媒反応の発展はめざましく、種々の有用な反応が開発されている。例えば、今世紀のノーベル化学賞の受賞を見ても2001年には、触媒的不斉水素化反応・酸化反応の開発でWilliam S. Knowles、野依良治、K. Barry Sharplessの三氏が、2005年には、有機合成におけるオレフィンメタセシス法の開発でYves Chauvin、Robert H. Grubbs、Richard R. Schrockの三氏が、さらに2010年には、パラジウム触媒によるクロスカップリングの開発でRichard F. Heck、根岸英一、鈴木章の三氏が受賞している。これらの反応はいずれもパラジウムやロジウム、ルテニウム等の錯体触媒が重要な役割をはたしており、有機合成化学の発展と錯体触媒の発展が共に進んできたことがわかる。本稿では、昨年つくば国際会議場で行われたSFT2013における根岸英一先生の御講演を記念して、パラジウム錯体触媒を用いた炭素－炭素結合生成反応についてクロスカップリングを中心に簡単にふりかえり、錯体触媒反応の発展について述べたいと思う。

パラジウム錯体触媒を用いた炭素－炭素結合生成反応

パラジウムを触媒に用いた炭素－炭素結合生成反応を炭素間の結合生成段階に着目して考察すると、i) パラジウムに配位する炭素に対する炭素求核剤の求核置換反応、ii) パラジウム－炭素結合に対するアルケン等の挿入反応、またはiii) パラジウムに結合した二つの炭素の還元的脱離反応、に大別されると考えられる。

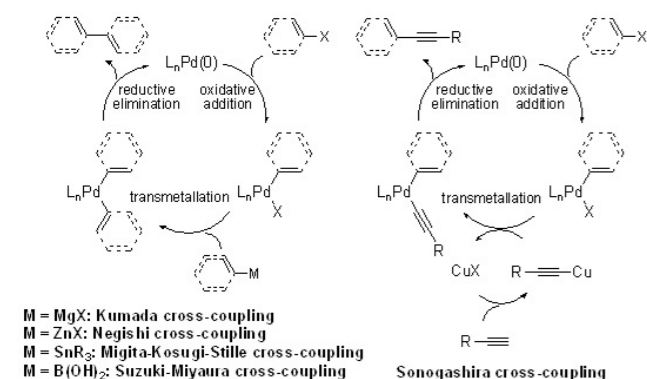
これら反応形式の中で、i) の炭素求核剤による反応は、1965年辻二郎らにより初めて報告された。辻らは、マロン酸ジエチルから生じた炭素アニオンと π -アリルパラジウム錯体とが反応しアリルマロン酸ジエチルが生じる反応を報告している[1]。さらに、1973年、Barry M. Trostらは置換 π -アリルパラジウム錯体でも位置及び立体選択的に求核置換反応が進行することを報告している [2]。その後、 π -アリルパラジウム錯体を経由する一連の反応の研究を精力的に行った。 π -アリルパラジウム錯体を経由する、炭素求核剤の触媒的アリル化反応は、辻-Trost反応と呼ばれ、求核剤の違いによる立体選択性の差やその反応機構の違い、全合成への利用など多くの研究が成されている [3a, b, c]。

1970年代初め、溝呂木勉ら[4]及びRichard F. Heckら[5]は全く独立に、パラジウム触媒と塩基存在下、ハロゲン化アリールとスチレンからスチルベンが得られる反応を報



一方同じ頃、Robert J. P. Corriuら[7]、及び玉尾皓平・熊田誠らは [8]、ハロゲン化アルケニルまたはハロゲン化アリールとグリニャール試薬とのカップリング反応を報告した。特に熊田らは、論文中でハロゲン化アリールのニッケルへの酸化的付加、グリニャール試薬との金属交換、ピアリール化合物の還元的脱離という反応機構を提示し、その後大きく発展した触媒的クロスカップリングのコンセプトを打ち出している。また、これらクロスカップリングは炭素－炭素間結合の生成がiii) の還元的脱離反応でおきており、反応機構面から見ると溝呂木－Heck反応とは一線を画している。ニッケルやパラジウムを触媒に用いたハロゲン化アリールやハロゲン化アルケニルとグリニャール試薬との反応は、熊田クロスカップリングと呼ばれ、基質適応性やリン配位子の効果、パラジウム触媒の検討等多くの研究がなされている[9]。また、1975年には、村橋俊一らが、パラジウム触媒存在下、ハロゲン化アリールと有機リチウムとの間でもクロスカップリングが進行することを報告している [10]。

さらに1975年、藪頭健吉、萩原信衛らは、触媒量のパラジウムとヨウ化銅、及び当量のアミン存在下、末端アルキンとハロゲン化アリールとのカップリング反応が進行することを報告している[11]。この反応は、0価パラジウムに対するハロゲン化アリールの酸化的付加の後、系中で生成した銅アセチリドとパラジウムの金属交換反応、続いてアリールアセチレンの還元的脱離で進行すると考えられる。この反応は藪頭クロスカップリングと呼ばれ、末端アルキンの修飾によく用いられる[3b, 12]。



先に述べた熊田クロスカップリングの発表後、より官能基の制約が少ない反応を開発するため、グリニャール試薬や有機リチウムよりも反応性が低い有機金属試薬でのクロスカップリングの開発が望まれた。そのような中で、根岸英一らは、パラジウム及びニッケルを触媒に用い、ハロゲン化アリールと有機アルミニウム[13]または有機亜鉛[14]とのクロスカップリングを1970年代半ばにあいついで報告している。さらに1978年には、ボラート型の有機ホウ素とハロゲン化アリールのクロスカップリングがパラジウム触媒存在下進行することを報告しており[15]、有機ホウ素を用いた初めてのクロスカップリングの例となった。それらの中でも特に有機亜鉛の反応では、有機亜鉛が有機ハロゲン化物と金属亜鉛との直接法、または有機リチウムやグリニャール試薬と亜鉛ハロゲン化物との金属交換法で容易に合成できる点、及びグリニャール試薬と比べ官能基の制約が少ない等の利点から、sp²混成炭素とsp²あるいはsp混成炭素の結合を構築する反応や全合成等に用いられ[3b]、根岸クロスカップリングと呼ばれている。根岸らの研究は、より反応性の低い有機金属試薬を用いても適切な触媒を用いることでクロスカップリングが進行することを示しており、その後のクロスカップリングの発展に大きく貢献している。

続いて、通常は反応性が低くほとんどの官能基と反応しない有機金属試薬でもクロスカップリングが進行することが見出され、この反応の有用性がさらに高まることとなった。1977年小杉正紀、右田俊彦らは有機スズとハロゲン

化アリールまたは塩化アシルとのクロスカップリングがパラジウム触媒存在下進行することを報告している[16]。また、これとは独立に、1978年John K. Stilleらはより穏和な条件での芳香族ケトンの合成を報告している[17]。さらに、1979年、宮浦憲夫、鈴木章らは、触媒量のパラジウム錯体、及び当量の塩基存在下、中性の有機ホウ素とハロゲン化アリールまたはハロゲン化アルケニルとのクロスカップリングを報告した[18 a, b]。これら反応で用いられる有機スズや中性の有機ホウ素は、直接法及び金属交換法に加え、金属水素化法でも容易に合成できるとともに、安定に単離することが可能なことからクロスカップリングの適応範囲を大きく広げ[3b]、有機スズを用いる反応は右田-小杉-Stilleクロスカップリング、有機ホウ素を用いる反応は鈴木-宮浦クロスカップリングと呼ばれている。

このように、1970年代を通してクロスカップリングは多くの研究者によって、より基質適応性が広く、原料である有機金属試薬も安定で合成も容易なものへと発展してきた。一方錯体触媒についても研究が進むにつれ、その配位子が触媒活性に与える影響が大きいことがわかり、いくつかの有用な配位子が報告されている。例えば、鈴木-宮浦クロスカップリングの例では、非常に高価な電子供与性の大きいリン配位子であるP(t-Bu)₃[19]やP(t-Bu)₂Bph[20]等が、ハロゲン化アリールの酸化的付加を促進することから、反応性が低い塩化アリールのクロスカップリングにも高い触媒活性を示すことが報告されている。また、高価なNHCカルベン配位子も高い触媒活性を示すことが報告され[21]、リン配位子に比べ酸化されにくく安定である等の利点から注目を集めている。

おわりに

パラジウム錯体という触媒の特徴を活かしながら、種々の反応剤や配位子を用いることで炭素-炭素結合生成反応は学術的に大きく発展してきた。これら反応の一部は実用化されているが、より広く工業的に用いられるためには、まだいくつかの課題が残されている。例えば、有機電子材料や医薬中間体等の合成では、金属や配位子成分の製品中への混入は、わずかでも嫌われる傾向にある。また、パラジウムも配位子も一般に高価なことから、可能な限りリサイクルできることが望まれる。これらの問題の解決のために、パラジウムを配位子とともに支持体に固定し生成物との分離を容易にし、触媒のリサイクルも可能な固定化触媒の開発が近年盛んに行われている[22a, b]。また合成する化合物によっては、パラジウムにこだわることなく、ニッケル、銅、鉄などの卑金属に触媒を代替した触媒反応の開発も重要であろう[23]。錯体触媒を用いた合成反応のよりいっそうの発展とそれが社会の発展に大きく寄与していくことを祈って小稿を終わりにする。

参考文献

- [1] Tsuji, J., Takahashi, H., Morikawa, M., *Tetrahedron Lett.*, 1965, 4387-4388. [2] Trost, B. M., Fullerton, T. J., *J. Am. Chem. Soc.*, 1973, 95, 292-294. [3a] Szabó, K. J., *Chem. Soc. Rev.*, 2001, 30, 136-143. [3b] Nicolaou, K. C., Bulger, P. G., Sarlah, D., *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 2005, 44, 4442-4489. [3c] Mohr, J. T., Stoltz, B. M., *Chem. Asian J.*, 2007, 2, 1476-1491. [4] Mizoroki, T., Mori, K., Ozaki, A., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 1971, 44, 581. [5] Heck, R. F., Nolley, J. P., Jr., *J. Org. Chem.*, 1972, 37, 2320-2322. [6] Shibasaki, M., Vogl, E. M., Ohshima, T., *Adv. Synth. Catal.*, 2004, 346, 1533-1552. [7] Corriu, R. J. P., Masse, J. P., *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, 1972, 144. [8] Tamao, K., Sumitani, K., Kumada, M., *J. Am. Chem. Soc.*, 1972, 94, 4374-4376. [9] Murahashi, S., *J. Organomet. Chem.*, 2002, 653, 27-33. [10] Yamamura, M., Moritani, I., Murahashi, S., *J. Organomet. Chem.*, 1975, 91, C39-C42. [11] Sonogashira, K., Tohda, Y., Hagihara, N., *Tetrahedron Lett.*, 1975, 4467-4470. [12] Chinchilla, R., Najera, C., *Chem. Rev.*, 2007, 107, 874-922. [13] Baba, S., Negishi, E., *J. Am. Chem. Soc.*, 1976, 98, 6729-

6731. [14] Negishi, E., King, A. O., Okukado, N., *J. Org. Chem.*, 1977, 42, 1821-1823. [15] Negishi, E., In *Aspects of Mechanism and Organometallic Chemistry*, Ed. by Brewster, J. H., Plenum Press, New York, 1978, 285-317. [16] Kosugi, M., Shimizu, Y., Migita, T., *Chem. Lett.*, 1977, 1423-1424. [17] Milstein, D., Stille, J. K., *J. Am. Chem. Soc.*, 1978, 100, 3636-3638. [18a] Miyaura, N., Suzuki, A., *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1979, 866-867. [18b] Miyaura, N., Yamada, K., Suzuki, A., *Tetrahedron Lett.*, 1979, 3437-3440. [19] Littke, A. F., Fu, G. C., *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 1998, 37, 3387-3388. [20] Wolfe, J. P., Singer, R. A., Yang, B. H., Buchwald, S. L., *J. Am. Chem. Soc.*, 1999, 121, 9550-9561. [21] Grasa, G. A., Viciu, M. S., Huang, J., Zhang, C., Trudell, M. L., Nolan, S. P., *Organometallics*, 2002, 21, 2866-2873. [22a] Molnár, Á., *Chem. Rev.*, 2011, 111, 2251-2320. [22b] Onozawa, S., Miyaji, T., Fukaya, N., Yoshinaga, M., Ueda, M., Takagi, Y., Yasuda, H., *Chem. Lett.*, 2013, 42, 275-277. [23] Mesganaw, T., Garg, N. K., *Org. Process. Res. Dev.*, 2013, 17, 29-39.

小野澤 俊也 (おのざわ しゅんや)

独立行政法人産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター 触媒固定化設計チーム 主任研究員 博士 (理学)
 専門分野：有機合成化学、有機金属化学
 1993年 物質工学工業技術研究所 (現産総研) 入所。2013年より現職。



SFT2013 根岸先生ご講演

つくば発、新しい科学・技術—1、 スパコンHA-PACS/TCA

筑波大学 計算科学研究センター副センター長／システム情報工学研究科／教授

朴 泰祐 (ぼく たいすけ)



筑波大学計算科学研究センターでは、2013年10月末に、GPUテクノロジーと独自開発の超高性能通信機構を取り入れたスーパーコンピュータ（以下「スパコン」）HA-PACS/TCAを設置、同11月より運用を開始しました。HA-PACS/TCAは、2012年2月より運用しているGPUクラスタHA-PACS（Highly Accelerated Parallel Advanced System for Computational Sciences）の拡張部として新規導入されたものです。

スパコンの分野では、特に高性能・大型なコンピュータを新規導入した際に、世界中のスパコンの性能一覧であるTOP500リスト（<http://www.top500.org>）に登録するのが一般的です。TOP500リストは毎年6月と11月に集計され、上位500位までのランクが発表されます。さらに、このTOP500にランクインしたマシンについて、その性能と消費電力から「電力当たり性能」が算出され、その値が優れているマシンはGreen500リスト（www.green500.org）に掲載されます。

今回、我々のHA-PACS/TCAをTOP500及びGreen500の各リストにエントリーした結果、同マシンは2013年11月版のGreen500リストにおいて世界第3位にランクされました。つまり、世界中の高性能スパコンの中で3番目に省エネなスパコンであることが示されたわけです。TOP500及びGreen500リストでは、大規模行列を係数行列とする連立一次方程式を解くスピードが性能指標になります。スパコンの性能には一般的にFLOPS（フロップス）という単位が使われますが、これは「1秒間に何回の実数演算が可能か」ということを表します。HA-PACS/TCAの行列演算実行時の性能は277.1TFLOPS（Tはテラ、 10^{12} を表す）で、1秒間に277兆1千億回の演算が可能ということです。また、Green500の値としては、3518MFLOPS/W（Mはメガ、 10^6 を表す）で、1ワット当たり3518MFLOPSの性能が出せるということです。一般的なパソコンはどうかというと、数十MFLOPS/W程度でしょう。

HA-PACS/TCAがなぜこのように省エネルギーで高速演算が可能かという、その秘密はGPUにあります。GPUはGraphics Processing Unitの略で、コンピュータの部品のうち、ディスプレイに様々な文字・ビデオ・写真を表示するための高速な演算を行う装置で、パソコンを含め、どのようなコンピュータにも備わっています。大規模科学技術計算に代表される高性能計算の分野では、このGPUを描画のためではなくシミュレーション等の演算

そのものために使う処理、いわゆるGPGPU（General Purpose GPU）コンピューティングが注目されています。HA-PACS/TCAは、このGPGPU技術を最大限に利用しています。



HA-PACS/TCA 本体と著者

GPUはプロセッサの一種ですが、パソコン等のメインプロセッサであるCPUに比べ、大量の均質な演算を一気に処理するよう特化されています。このため、きめ細かな処理（例えば、ワープロとかwebブラウザのような）には向いていませんが、科学技術計算のような大量の演算を行うには極めて適しています。このため、先進的なGPUメーカーは、高性能計算分野やスパコンへの適用を可能にした超高性能版のGPUを開発しています。GPUのプロセッサとしての消費電力はCPUに比べ高いのですが、潜在的な演算性能が最大で10倍程度まで引き上げられますので、電力当たりの演算性能は飛躍的に高まります。

HA-PACS/TCAは64台の高性能PCサーバ（これを計算ノードといいます）を束ねた「GPUクラスタ」と呼ばれるタイプのスパコンで、各計算ノードに4台の最先端GPUを搭載しています。つまり、HA-PACS/TCA全体で



Green500 第3位入賞の証書



2013年11月米国デンバー開催のSC13カンファレンスにおいてGreen500主宰のProf. Fengとの記念撮影

は256台のGPUが使われています。このGPU搭載密度は世界でも類がなく、省スペース・省電力でのGPU計算に特化したシステムと言えます。これにより、極めて高い対電力性能比が実現されました。このような計算ノード上で問題を並列化して解くことで、Green500リストにおける高い省エネ性が示されたというわけです。

Green500で上位に入れた秘密がもう一つあります。GPGPU技術では、実問題（この場合は連立一次方程式を解くこと）において、潜在的な演算性能がどれだけ実効的に出せるかが重要です。HA-PACS/TCAでは、この計算効率を上げ、最新のGPUに対応させるためにいろいろな工夫を行い、従来のGPUでは約60%程度だった演算効率を76%にまで高めました。同じ電力でより高い性能が出せたため、このような好記録となったわけです。こうして、HA-PACS/TCAの理論上のピーク演算性能364.3TFLOPSに対し、TOP500リストのための測定では277.1TFLOPSが達成されました。

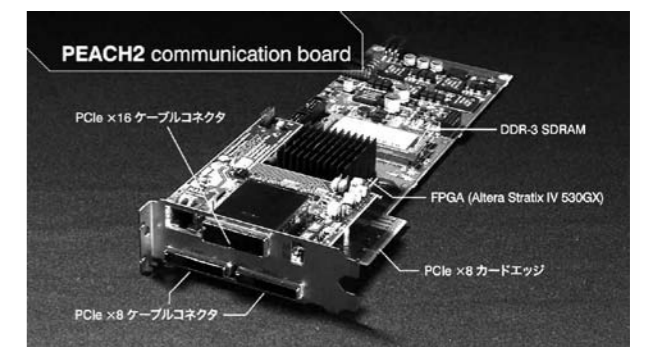
実はHA-PACS/TCAにはもう一つの重要な特徴があります。それは、筑波大学計算科学研究センターが独自開発しているTCA（Tightly Coupled Accelerators：密結合並列演算加速機構）というコンセプトに基づく並列通信ネットワークです。HA-PACS/TCAの64台の計算ノードは、このTCA機構によって接続されています。先述したように、HA-PACS/TCAには256台のGPUが搭載されています。大規模問題をGPUクラスタで並列処理する場合、多数のGPU間の通信時間をいかに最小にするかが性能上の大きなポイントとなります。しかし、一般的なGPUクラスタでは、異なる計算ノード上のGPU間通信はCPUの助けを借りたり、CPU上のメモリに一旦データをコピーしてから通信するなどの手間が必要で、GPU間通信性能が低下します。TCA機構はこの問題を解決するため、本来GPUとCPUを接続するために用いられるバス（PCI Expressバス）をGPU間直接通信に転用し、異なる計算ノード上のGPU間の直接通信を実現しました。

TCA機構を支えるのが、新規開発した通信チップPEACH2（PCI Express Adaptive Communication Hub ver.2）です。PEACH2チップを搭載した専用通信ボードを作成し、HA-PACS/TCAの全ての計算ノードに装着、TCA機構による通信実験を行えるようにしました。現

在、様々なアプリケーションプログラムをこのTCA機構を用いた高速ネットワークに対応させる研究や、ユーザがTCA機構自体を意識しなくても楽に並列処理と高速通信が実現できる並列記述言語の開発などを進めています。

今回のTOP500及びGreen500の登録データ測定には、このTCAネットワークを使った測定が間に合わず、元々HA-PACS/TCAが持つ標準的な並列通信ネットワークを用いました。今後はTCAネットワークを活用した再計測や、その他のベンチマークプログラムでの性能評価も行っていく予定です。

つくば市は科学技術研究の宝庫であり、大学・研究機関・企業の研究所などで様々な分野の科学技術研究が進められています。近年では、「計算科学」と呼ばれる手法が脚光を浴びています。これは、従来の科学が主に実験と観測に基づく理論体系の構築で成り立っていたのに対し、仮説の証明としての実験を実際の物理系の中で行うのではなく、計算機上のシミュレーションとして行い、理論を裏付けるという手法です。実際の物理現象のシミュレーションにはコンピュータによる緻密な計算が必要となり、特に大規模な計算科学シミュレーションや、物質の本質に迫るようなシミュレーションでは膨大な量の演算が必要で、スパコンなしでは研究を進められません。つくば市には筑波大学の他、高エネルギー加速器研究機構など、国内有数のスパコンを持つ組織がいくつかあります。筑波大学計算科学研究センターでも、HA-PACS本体とHA-PACS/TCA、さらに2014年4月からはIntel社のメニーコアプロセッサという新しいタイプの演算加速装置を大量に用いたスパコンCOMAが運用開始されます。これらのスパコン資源がつくば市、そして世界中の様々な研究者に有効利用され、数多くの分野での計算科学研究が推進されることを願っています。



TCA通信機構を実現するPEACH2ボード

賛助会員企業訪問記 - 抜粋 (8) -

http://science-academy.jp/

②9 オークラフロンティアホテルつくば

http://www.okura-tsukuba.co.jp/

つくば市は田園の多い東京近郊都市という一面がありますが、基本的には、研究学園都市と言ってよいと思います。実際、研究者住民が多く、ノーベル賞受賞者も住んでおられます。国内外の学会が数多く開かれますし、産学連携も進んでいます。ほかでは見られないような、大学・研究機関を見学するサイエンスツアーも行われています。

この地では国内の研究者・技術者に加え、ビジネスマン・外国人研究者の訪問者が多いように思われます。研究学園都市のホテルは、何かほかとは違う特徴があるのではないのでしょうか？それをお聞きすることで、研究学園都市でのホテルの大切な役割を再認識できるように思います。

一方、ホテル業のおおもとは「温かいおもてなし」ということではないかと思うのですが、それを可能にするサービスシステムや技術要素はどういうものなのでしょう？客観的にそれらを把握することで、これからの快適なホテル生活を形作るための具体的なニーズが明確になると考えられます。

2010年12月9日、賛助会員としてSATをご支援いただいているオークラホテルフロンティアつくばをお訪ねしました(野上、溝口)。ご対応は高橋社長、御代田総務部長のお二人です。

(感想)

今回のオークラフロンティアホテルつくば訪問・インタビューの要点は、ホテル経営のつくばとしての特殊性、宿泊サービスの技術面での進歩、そういったものを確認させていただこう、できれば技術開発ニーズを把握しよう、ということでした。高橋社長とは別の会で親しくさせていただいているので、いくつか率直な質問をさせていただきました。

考えてみれば、ホテルというのは接客を別にすれば、生活の中の技術要素が押し詰められた空間になっています。外国人も高齢者も結婚式もと、ここでのニーズあるいは問題意識が、次世代の生活をリードしていくのではないのでしょうか？オークラフロンティアホテルつくばは、賛助会員としてSATにとって大切な存在ですが、研究者・技術者にとって、これからの社会を豊かにする生活技術の宝庫・ニーズの宝庫とも言えるように思います。

実際、調理にIH技術が導入されているとか、清掃の器具や方法が大きく変わってきているなど、興味深いお話を聞くことが出来ました。当方の力量不足で、もう一步の質問が出来ず残念ですが、Q&Aを読み返して、こういうインタビューも意味があるかな、というように思いました。長時間のお付き合い、有難うございました。

(溝口記)

③0 つくばコンgresセンター

つくばサイエンス・アカデミー (SAT) は、つくば国際会議場 (以下、会議場) 内にオフィスをお借りしていますが、この会議場は茨城県が設置し、江崎玲於奈博士が館長を務めておられます。機器管理、会場設営、清掃など会議場の実際の運営は、関係7機関から成る「つくばコンgresセンター」という運営団体の手で行われています。運営は非常にめまらしく、会議場を利用された方は、快適な利用環境を実感しておられると思います。コンgresセンターの7機関はすべて、SAT賛助会員、私どもにとって大変有難い存在です。

平成23年3月7日 (月)、賛助会員訪問に代えて、つくばコンgresセンターメンバーの皆さんにお集まりいただき、懇談会形式のインタビューとさせていただきます。席上、日ごろのご支援に御礼を申し上げますとともに、会議場運営が技術的にどのように変化してきたのか、さらには、より効果的で作業者にも優しい技術のあり方はどうか、そんなことを聞かせていただきました。

(溝口コーディネーター、野上事務局長、酒井事務局長)。

7機関の担当業務、出席者は以下のようです。(順不同：敬称略)

つくば国際会議場	全体管理	総務企画課長	関山 篤志
JTB	営業・広報	事業開発部マネージャー	福島 正通
高橋興業(株)	設備保守	業務責任者	久保田 文雄
(株)クレフ	照明・音響・映像	技術主任	大木 美徳
テスコ(株)	清掃	つくば支店	岡田 均 藤本和子
(株)つくばエッサ	会場設営	設営担当	須崎悦王
(株)セノン	警備	つくば国際会議場警備隊長	荻 真紀

(感想)

この訪問記を用意している最中の3月11日、東日本大震災に襲われ、当日は国際会議場で勤務していたのですが、ずいぶん怖い思いをしました。被災地域の皆さんには、心からのお見舞いを申し上げます。

会議場もあちこち被害を受け、コンgresセンターの皆さんもその修復やイベント予定変更には飛び回っておられます。

現在、会議場は福島県からの避難の皆さんを受け入れています。被災地域が一日も早く復興し、また会議場も一日も早く正常業務に復旧できるよう祈っております。

さて、つくば国際会議場の利用環境は、繰り返しになりますが非常に快適です。そのための裏方の仕事をされるのが「つくばコンgresセンター」のメンバーの皆さんなのですが、今回お集まりいただいて、あらためて皆さんの実務に対する真摯で熱心な姿勢を感じ取りました。

ところで、快適な会議場環境を保つためには、それを支える技術・製品が必要です。この点をお聞きしたくて、この10年間での変化という質問を出させていただきました。メンバー各社の事業内容、技術面での特徴はまずまず理解できたように思います。

会議場運営の技術面での大きな変化は、デジタル化ということになるようです。デジタルシステムはこれから一層高度化していくと思います。今回は、あまり詳しくお聞きできなかったのですが、映像・音響、情報システムなど、デジタル面で取り上げるべき具体的な技術開発項目はまだ多いように思いました。

既存設備の省エネ的な利用法についても興味深くお聞きしました。そういうノウハウの蓄積は、設備設計に当たってきわめて有益であるように思います。会場設営や清掃は、人手を必要とする業務ですが、この中でもたとえば軽くて丈夫な椅子の開発など、有意義なサジェスションがあったように思います。清掃業務から出ていた滑らないワックス、という要望も面白いものでした。

途中で、あまり合理化が進んで、人手が削減されるのも考えものではないか、というご意見が出ていました。答えは簡単ではないと思いますが、これからの常々考えるべき重要な問題、とあらためて認識したような次第です。

(溝口記)

テクノロジー・ショーケース inつくば2014資料

一般ポスター発表一覧

○ポスドク ●大学生

No.	分野・カテゴリー	タイトル	代表発表者	所属	区分
P-1	物質・材料	フラレン・γ-シクロデキストリン包接化合物の熱力学的安定性	三枝俊亮	(独)産業技術総合研究所 関西センター健康工学研究部門	○
P-2	物質・材料	太陽電池応用へ向けたタイプII型自己形成Ge/Si量子ドットの作製	後藤 和泰	東京工業大学 物質科学創造専攻	●
P-3	物質・材料	電気-光学活性ヘリカルポリアニリン	貝塚 勇氣	筑波大学 理工学群応用理工学類物質分子工学専攻	●
P-4	物質・材料	インクジェットインキに用いられるW/O型エマルジョンの調製と物性	魚住 俊介	理想科学工業株式会社 開発本部 K&I開発センター	
P-5	物質・材料	MALDI-MS用マトリックスの性能と電気伝導度の関係	池田 慎也	(独)産業技術総合研究所 健康工学研究部門	○
P-6	物質・材料	化学材料の劣化評価を目指した化学発光スペクトルの解析	佐合 智弘	(独)産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門 化学材料評価基盤グループ計測標準研究部門	○
P-7	物質・材料	導電性メッシュ素材の材料不均一性と電磁波遮蔽性能	山崎 芳樹	(独)産業技術総合研究所 計測標準研究部門	○
P-8	物質・材料	溶液系-電気化学発光で提案する新機軸な低コスト-発光デバイス	延嶋 大樹	千葉大学大学院 融合科学研究科 学生(D3)	●
P-9	物質・材料	液晶中での電解重合法によるポリマーフィルム作製	城 智晃	筑波大学 理工学群物質分子工学専攻	●
P-10	物質・材料	発電プラント用構造材料の高温劣化損傷メカニズムの解明	中西 紫緒	東京理科大学大学院	●
P-11	物質・材料	電磁鋼板の劣化損傷の評価	鈴木 隆之	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 機能・構造予測検証研究グループ	
P-12	物質・材料	世界最速の水素位置解析速度	大友 季哉	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 中性子科学研究系	
P-13	物質・材料	世界初の蓄電池研究専用中性子実験装置の完成	米村 雅雄	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所	
P-14	物質・材料	複合極限場走査型プローブ顕微鏡の開発	藤田 大介	(独)物質・材料研究機構 先端の共通技術部門	
P-15	物質・材料	NIMS物質・材料データベース(MatNavi)の構築と情報発信	緒形 俊夫	(独)物質・材料研究機構 中核機能部門材料情報ステーション	
P-16	物質・材料	NIMSの耐熱・耐環境材料研究	黒田 聖治	(独)物質・材料研究機構 先進高温材料ユニット	
P-17	物質・材料	紫外光レーザー補助3次元アトムプローブによる機能性材料のナノ組織解析	大久保 忠勝	(独)物質・材料研究機構 磁性材料ユニット ナノ組織解析グループ	
P-18	物質・材料	ダイヤモンド状カーボンの濾過フィルター	一ノ瀬 泉	(独)物質・材料研究機構 先端の共通技術部門 高分子材料ユニット	
P-19	物質・材料	無機ナノシートの開発とその応用	佐々木 高義	(独)物質・材料研究機構 ナノアーキテクトニクス研究拠点	
P-20	物質・材料	スピン偏極準安定脱励起分光装置	山内 泰	(独)物質・材料研究機構 極限計測ユニットスピン計測	
P-21	物質・材料	時間分解実験：超高速光機能研究 [溶液反応中の分子構造の対称性の破れを検出]	定立 伸一	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授	
P-22	物質・材料	メントールを用いた液晶の合成とその特性	林 宏紀	筑波大学 理工学群応用理工学類	●
P-23	ナノテクノロジー	Observation of Bloch Oscillation and Current Plateaus in an Array of Small Josephson Junctions	"ガンドロ シュラスリニフス"	(独)産業技術総合研究所	○
P-24	ナノテクノロジー	ナノスケールの精密形状・粗さ計測技術の開発	"王 春梅"	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 ナノ顕微分光グループ	○
P-25	ナノテクノロジー	極微を覗く/宇宙を観る・最先端のセンサーで自然の謎に迫る	宇野 彰二	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所	
P-26	環境	A Development on Automatic Multi-Column Handling Instrument for Solid Phase Extraction	袁 保平	千葉大学大学院 工学研究科	●
P-27	環境	微生物による発電システムを応用した廃水中の窒素除去	返町 洋祐	筑波大学・生命環境学群 生物資源学類	●

P-28	資源・エネルギー	低炭素社会実現に向けた再生可能エネルギーの高度利用システム	松本 雅至	(独)産業技術総合研究所 新燃料自動車技術研究センター 水素キャリアチーム	○
P-29	資源・エネルギー	ベントナイトのメチレンブルー吸着量試験方法の標準化に関する研究	三好 陽子	(独)産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ	○
P-30	農林水産	線虫を効率よく診断して抵抗性木で緑虫で撃退	植原 健人	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 病害虫研究領域	
P-31	資源・エネルギー	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)の取り組み	田嶋 淳	国土技術政策総合研究所 下水道研究部下水処理研究室	
P-32	資源・エネルギー	超高压ウォータージェット技術と耐熱性酵素を用いたバイオマス有効利用法	柳本 敏彰	(独)産業技術総合研究所 バイオマスリファイナリー研究センター	○
P-33	資源・エネルギー	高容量Li-S二次電池の実用化開発	村上 裕彦	株式会社アルバック 超材料研究所	
P-34	資源・エネルギー	ウルトラマイクロ蒸気インジェクタ内の流動構造	阿部 豊	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	●
P-35	資源・エネルギー	微細管内相変化学動時における伝熱流動特性	阿部 豊	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	●
P-36	農林水産	蛾類害虫を撃退する超音波発生装置	中野 亮	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所	
P-37	農林水産	いもち病抵抗性遺伝子Pit保有品種を同定できるDNAマーカー	林 敬子	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター・病害虫研究領域	
P-38	農林水産	振動を用いて害虫の行動を制御し被害を防止する	高梨 琢磨	森林総合研究所・森林昆虫研究領域	
P-39	農林水産	イネの個葉光合成速度を増加させる遺伝子の単離	高井俊之	作物研究所・稲研究領域	
P-40	農林水産	抗菌シルクの開発	土屋 佳紀	(独)農研機構動物衛生研究所 動物疾病対策センター	
P-41	農林水産	被災地域の復旧・復興に向けた施設型農業の新技術	石井 雅久	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 農地基盤工学研究領域	
P-42	農林水産	葉面酵母の酵素を利用して生分解性プラスチックを分解する	渡部 貴志	(独)農業環境技術研究所 生物生態機能研究領域	○
P-43	農林水産	スキの系統地理学的研究	早川 宗志	(独)農業環境技術研究所 生物多様性研究領域	○
P-44	農林水産	豚の健康監視のためのくしゃみ音の自動検出技術	川岸 卓司	筑波大学 システム情報工学研究科 知能機能システム専攻音響システム研究室	●
P-45	食品	ヒト胃消化シミュレーター：食品消化動の新たな観測・評価技術	小林 功	(独)農研機構食品総合研究所 食品工学研究領域	
P-46	生命科学	高感度・高速遺伝子検知システム開発	古谷 俊介	(独)産業技術総合研究所 健康工学研究部門	○
P-47	生命科学	新規バイオ医薬品生産宿主の開発―出芽酵母の糖鎖構造改変―	富本 和也	(独)産業技術総合研究所 健康工学研究部門 細胞分子機能研究グループ	○
P-48	生命科学	視覚定位行動の発達に関連する神経回路の光学イメージング解析	森田 奈々	福井大学大学院工学研究科総合創成工学専攻	●
P-49	生命科学	「光る花」の開発と利用	大坪 憲弘	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所花き研究領域	
P-50	生命科学	光遺伝学・熱遺伝学を用いたショウジョウバエ連合学習パラダイムの開発と応用	本多 隆利	筑波大学 グローバル教育院 ヒューマンバイオロジー学位プログラム 文部科学省 博士課程教育リーディングプログラム	●
P-51	生命科学	スクアリン酸含有アミノ酸を組み込んだ新規ペプチドの合成と機能	前田 健太郎	大阪市立大学大学院 理学研究科 物質分子系専攻	●
P-52	生命科学	胃がんを引き起こすピロリ菌由来の発がんタンパク質	千田 俊哉	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所教授 構造生物学研究	
P-53	生命科学	ブタ完全長cDNA解読による遺伝子コレクションの構築とブタゲノム塩基配列アノテーション	上西 博英	(独)農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター 家畜ゲノム研究ユニット	
P-54	生命科学	医療用遺伝子組換えブタの開発	鈴木 俊一	(独)農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究センター 医用モデルブタ研究開発ユニット	
P-55	生命科学	マメ科モデル植物ミヤコグサの内生レトロトランスポゾンとその利用	深井 英吾	(独)農業生物資源研究所 植物科学研究領域 植物共生機構研究ユニット	
P-56	生命科学	薬剤散布による開花を誘導できるイネ系統の開発 一人為的開花期調整で、どこでも栽培可能な品種育成を目指して	岡田 龍	(独)農業生物資源研究所 植物科学研究領域 生産生理機能研究ユニット	

P-57	生命科学	あらゆる昆虫に好きな遺伝子を簡単に発現させる技術の確立を目指して	神村 学	(独)農業生物資源研究所 昆虫科学領域 昆虫成長制御研究ユニット	
P-58	医療・福祉・介護	CARF overexpression-mediated growth arrest of cancer cells involve p53 protein	Mijung Kim	National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST)	○
P-59	医療・福祉・介護	大脳皮質の電気刺激による神経活動の光学イメージング	九里 信夫	筑波大学院 人間総合科学研究科 (連携) 産総研 システム脳科学研究グループ	●
P-60	医療・福祉・介護	脳波インターフェース技術を用いた認知機能評価システムの開発	中村 美子	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門 ニューロテクノロジー研究グループ	
P-61	地球・宇宙	国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」での宇宙放射線計測	永松 愛子	(独)宇宙航空研究開発機構 有人宇宙ミッション本部有人宇宙技術センター	
P-62	地球・宇宙	地震波で診る地球内部構造	入谷 良平	(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門 地質地殻活動研究グループ	○
P-63	地球・宇宙	最適な地図投影法を求めて	神谷 泉	国土地理院地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室	
P-64	防災	MEMSセンサによる計測震度演算のためのノイズ低減手法の開発	内藤 昌平	(独)防災科学技術研究所 社会防災システム研究領域	
P-65	防災	降水変動影響を考慮した水害リスク評価手法の開発	平野 淳平	(独)防災科学技術研究所 社会防災システム	○
P-66	土木・建築	長周期地震動によるRC造超高層建築物の地震応答	加藤 博人	(独)建築研究所 構造研究グループ	
P-67	土木・建築	不飽和状態コンクリートのひび割れ周囲部における急速な水分	土屋 直子	(独)建築研究所 材料研究グループ	
P-68	土木・建築	壁面を自走する外壁診断装置の開発	眞方山 美穂	国土技術政策総合研究所 住宅研究部住宅ストック 高度化研究室	
P-69	土木・建築	色の変化で危険を知らせる構造物の劣化検出センサ	百武 壮	(独)土木研究所 材料資源研究グループ	
P-70	土木・建築	臨床研究によるコンクリート橋の診断技術の開発	廣江 亜紀子	(独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター	
P-71	土木・建築	小型の慣性計測装置を用いる小口径推進工法用ドリルヘッド位置・姿勢推定	小木曾 里樹	筑波大学 理工学群 工学システム学類 音響システム研究室	●
P-72	情報通信技術	少数の計測項目からの全身の人体寸法推定	鮫島 一平	奈良先端科学技術大学院 大学情報科学研究科デジタルヒューマン学連	●
P-73	情報通信技術	高冷却性能のマイクロチャンネル構造を形成した3D集積システム	メラメド サムソン	(独)産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 3D集積システムグループ	○
P-74	情報通信技術	物理的な伝送限界を越える超高速ストリームデータ圧縮技術の開発	山際 紳一	筑波大学 システム情報系	
P-75	情報通信技術	タブレットPCを利用した運動学習・動作比較システム「見ん者」	仁衛 琢磨	ペンギンシステム株式会社	
P-76	エンジニアリング	高濃度オゾン水を用いた半導体洗浄システムの開発	阿部 豊	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	●
P-77	エンジニアリング	ベンチュリ管式オゾンマイクロバブル発生装置による洗浄	阿部 豊	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー専攻	●
P-78	エンジニアリング	光キャリアを用いる超高精度周波数比較技術	和田 雅人	(独)産業技術総合研究所 計測標準研究部門 時間周波数科 周波数システム研究室	
P-79	エンジニアリング	球体駆動式全方向移動機構の提案と適用	石田 秀一	(独)産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター	○
P-80	エンジニアリング	電気自動車用モータの除熱特性に関する研究	阿部 豊	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	●
P-81	エンジニアリング	CFRPのレーザー利用による高度加工技術とその材料耐久性	原田 祥久	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	
P-82	エンジニアリング	ニューロ視覚センサによる自動外観検査システム	山田 吉郎	株式会社テクノス	
P-83	エンジニアリング	三次元集光を実現するホログラム・レンズとレーザー微細加工技術	川島 勇人	一般社団法人ニューガラスフォーラム つくば研究室	
P-84	エンジニアリング	モーションブラーを活用したバドミントンのシャトル軌跡推定	穴戸 英彦	筑波大学 大学院システム情報工学研究科 知能機能システム専攻画像情報研究室	●
P-85	学際・業際領域	低炭素化と高福祉の同時実現を目指すコミュニティ・ネットワーク・システムの開発	大西 悟	(独)国立環境研究所 社会環境システム研究センター 環境都市システム研究室	○

P-86	学際・業際領域	世界で最も広く使われている放射線シミュレータ	村上 晃一	高エネルギー加速器研究機構 計算科学センター	
P-87	基礎科学	生活デザイン支援のための生活機能データベース	大野 美喜子	"(独)産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部"	○
P-88	基礎科学	新規量子ビーム源(テラヘルツ波、短パルスX線)の開発と応用	平 義隆	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	○
P-89	基礎科学	視覚統合における神経伝導時間差の反復呈示に応じた補正	森 数馬	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門"	●
P-90	研究支援産業・ベンチャー	高圧処理装置の開発と食品加工への応用	亦部 章弘	(株)東洋高圧 東京支店	
P-91	研究支援産業・ベンチャー	小型精密調湿発生器の開発	小倉 正大	マイクロ・イクイップメント株式会社	
P-92	化学	さわやかローズの香り合成	篠原 万里	茨城県立緑岡高等学校	●
P-93	情報	体感的な気象情報を観測・発信する気象センサの制作	木崎 駿也	千葉県立柏の葉高等学校 情報理数科	●
P-94	情報	超並列計算環境での魔力陣全解出力プログラムの実行	杉崎 行優	茨城県立並木中等教育学校	●
P-95	数学	4節リンク機構における入力・出力点の関係の数式化	吉田 真也	茨城県立並木中等教育学校	●
P-96	生物	ヒカリモの黄金色の膜が一年中見られる洞穴とみられない洞穴	柳井 利榮子	茨城県立日立第一高等学校	●
P-97	生物	タマムシの休眠状態における有機溶媒の影響	若林 果菜子	茨城県水戸第二高等学校	●
P-98	地球・宇宙2	20万分の1日本シームレス地質図の新サービスと活用事例	斎藤 眞	(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門シームレス地質情報研究	
P-99	医療・福祉・介護2	タッチレスインターフェースを活用した最先端ナビゲーション手術	大城 幸雄	筑波大学 医学医療系消化器外科	
P-100	医療・福祉・介護2	肝臓手術シミュレーター用覚提示装置の開発	圓崎 祐貴	筑波大学 システム情報系知能機能工学域	○

企画展示

J-PARCセンター 〒319-1195 那珂郡東海村白方白根2-4 TEL:029-284-4593 FAX:029-284-4854

【出展内容】大強度陽子加速器施設(J-PARC)の紹介

J-PARCは、独立法人日本原子力研究開発機構(JAEA)と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で建設・運営している最先端の研究施設です。

J-PARCでは、光速近くまで加速した大強度陽子ビームを金属の標的(原子核)に衝突させることにより発生する中性子、ミュオン、中間子、ニュートリノなどの二次粒子を用いて、最先端学術研究及び産業利用に供する研究を行っています。

つくば市 〒305-8555 つくば市荻間2530番地2 TEL:029-883-1111 FAX:029-868-7640
(国際戦略総合特区推進部科学技術振興課)

○つくば国際戦略総合特区の紹介

つくば国際戦略総合特区は、つくば市、茨城県、つくばグローバル・イノベーション推進機構と研究機関や企業などが連携し、つくばにおける科学技術の集積を活用したライフイノベーション及びグリーンイノベーションの創出を通じて我が国の成長・発展に貢献することを目的に、「次世代がん治療法(BNCT)の開発実用化」などの4つの先導的プロジェクトを着実に進めている。さらに、本特区においては、5年間で5つ以上の新しい産学官連携プロジェクトを創出することとしており、今年度は、以下、3つの新規プロジェクトを始動させた。

○つくば国際戦略総合特区に新たに位置づけた3つのプロジェクト

- (1) つくば生物医学資源を基盤とする革新的医薬品・医療技術の開発
- (2) 核医学検査薬(テクネチウム製剤)の国産化
- (3) 革新的ロボット医療機器・医療技術の実用化と世界的拠点形成

茨城県 〒310-8555 水戸市笠原町978-6 TEL:029-301-2532 FAX:029-301-2498
(企画部科学技術振興課)

【出展内容】茨城県の科学技術振興施策の紹介～県立試験研究機関の研究開発発表等～

茨城県では、「茨城県科学技術振興指針」に基づき、つくば・東海・日立地区などの知的資源や産業集積を一層高め、緊密な連携と創造的活用を促進し、科学技術創造立国を先導する先端産業地域の形成に努めるとともに、地域ニーズに即した研究開発を進め、それらの成果によって、県内産業の振興と県民生活の向上を図ることとしております。

その取り組み内容を県立試験研究機関の研究開発を中心に紹介します。

世界トップポスター発表一覧

NO	タイトル	代表発表者	所属
T-1	高速道路サグ部における渋滞対策サービスの研究開発	鈴木 一史	国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室 研究官
T-2	長期臥床と宇宙飛行の骨量減少リスクの予防	大島 博	宇宙航空研究開発機構 宇宙医学研究室
T-3	日本海溝海底地震津波観測網の整備	野口 伸一	(独)防災科学技術研究所 海底地震津波観測網整備推進室
T-4	世界で初めて抗アレルギーメチル化カテキンを発見! — 飲食品・医薬部外品を開発 —	山本 万里	(独)農研機構・食品総合研究所 食品昨日研究領域
T-5	「世界で初めてBSE牛の唾液からプリオンを検出」 — プリオン病(BSEなど)の防除技術の開発 —	横山 隆	(独)農研機構・動物衛生研究所 インフルエンザ・プリオン病研究センター
T-6	食の安全を守る、低カドミウム米の開発	石川 覚	(独)農業環境技術研究所 土壌環境研究領域
T-7	ATLAS実験「世界最高エネルギーでの陽子衝突実験」 : ヒッグス粒子の発見と新粒子探索	青木 雅人	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所
T-8	T2K計画「世界に先駆けてニュートリノから 電子ニュートリノへの変化発見」	大山 雄一	高エネルギー加速器研究機構 素粒子 原子核研究所・ニュートリノグループ
T-9	"世界初、新型粒子識別装置で拓く ルミノシティフロンティア物理	足立 一郎	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所
T-10	ILC計画「国際協力による世界最高エネルギーの 電子・陽電子線形衝突加速器を使った素粒子研究」	藤井 恵介	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所
NO			
T-11	世界初、超高輝度ナノビーム加速器開発	照沼 信浩	高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設
T-12	3GeVエネルギー回収型加速器(ERL) 放射光源実証へのR&D	河田 洋	高エネルギー加速器研究機構 ERL計画推進室
T-13	世界最高強度のミュオン発生成功&世界初の 超低速ミュオン顕微鏡計画	三宅 康博	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
T-14	生活支援ロボットの国際標準化と安全検証の推進	比留川 博久	(独)産業技術総合研究所 知能システム研究部門
T-15	世界最大級の国際ナノテクノロジー拠点 つくばイノベーションアリーナナノテクノロジー拠点(TIA-nano)	岩田 普	(独)産業技術総合研究所 つくばイノベーションアリーナ推進本部
T-16	超伝導磁石の世界最高磁場24Tを発生 — 酸化物高温超伝導線材を用いた小型・強磁場NMR装置への道 —	松本 真治	(独)物質材料研究機構 超伝導線材ユニットマグネット 開発グループ
T-17	長時間クリープ強度特性評価とクリープデータシートの作成	木村 一弘	物質・材料研究機構 材料信頼性評価ユニット
T-18	イネゲノム解読がもたらすもの — 新たな作物開発への挑戦 —	矢野 昌裕	(独)農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター

世界トップポスター展示

1	オリンピックに向けたマルチサポート事業 ～筑波大学における研究開発プロジェクトの実施～	筑波大学
2	テーラーメイド型用器具の研究開発	筑波大学
3	体幹・股関節周辺の筋カトレニング機器及び方法の研究開発 — オーダーメイド型トレーニングマシン・マルチパワーCの開発 —	筑波大学
4	唾液によるコンディション評価技術	筑波大学

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	株式会社 常陽銀行	日本ハム株式会社 中央研究所
荒川化学工業株式会社 筑波研究所	関影商事株式会社	日本エクシード株式会社
育良精機株式会社	株式会社セノン 茨城支社	日本電気株式会社 筑波研究所
株式会社池田理化	株式会社セノン 茨城支社	日本電子株式会社
一般社団法人 茨城県経営者協会	大陽日酸株式会社 つくば研究所	浜松ホトニクス株式会社 筑波営業所
茨城県信用組合	高橋興業株式会社	日立化成工業株式会社 筑波総合研究所
インテル株式会社	筑波家田化学株式会社	株式会社日立製作所 日立研究所
(独) 宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター	株式会社つくばエッパ	不二製油株式会社 つくば研究開発センター
イーザイ株式会社 筑波研究所	公益財団法人つくば科学万博記念財団	独立行政法人 物質・材料研究機構
株式会社S・Labo	筑波学園ガス株式会社	ペンギンシステム株式会社
オークラフロンティアホテルつくば	社団法人つくば観光コンベンション協会	独立行政法人 防災科学技術研究所
独立行政法人 科学技術振興機構	株式会社 筑波銀行	三菱化学株式会社 RD戦略室 筑波センター
カゴメ株式会社 総合研究所	株式会社つくば研究支援センター	
株式会社カスミ	つくば国際会議場	水戸商工会議所
キッコーマン株式会社 研究開発本部	つくば市商工会	公益財団法人 山田科学振興財団
株式会社クラレ つくば研究センター	ツジ電子株式会社	理想科学工業株式会社 K&I開発センター
クリタ分析センター株式会社	テスコ株式会社	(58企業・団体)
株式会社クレフ	東京化成工業株式会社	
公益財団法人 国際科学振興財団	戸田建設株式会社 技術研究所	
コクヨ北関東販売株式会社	株式会社とも彥	
株式会社Scientific Language	日京テクノス株式会社	(1市町村)
株式会社JTBコーポレートセールス	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	

平成26年3月5日現在

編集後記

会誌25号、日期的にちょっと厳しかったのですが、何とか発行にたどり着きました。ご協力くださったご執筆の先生方、編集委員の先生方に、まずはお礼申し上げます。

つくばサイエンス・アカデミー（SAT）の活動目的は、「異分野交流により知の触発」です。交流のためには、まずお互いの研究・事業内容をよく知らなければなりません。25号もその意味で、多彩で興味深いテーマでご寄稿いただきました。これはまた、つくばの研究状況を発信することにもなっていると思います。

編集委員会では、SAT活動の趣旨に合うよう、いろいろ知恵を出していただいておりますが、25号からは、新しく「つくば発、新しい科学・技術」が始まりました。第1回として、筑波大学計算科学研究センターの朴先生に「スパコンHAPACS/TCA」についてお書きいただきました。ノーベル賞ご受賞の先生のご講演を聞く機会が多く、また「つくば発」あるいは「世界トップ」が数多くあり、それらについて世界的な先生方にご発表・ご執筆頂けるのは、さすがつくばという気がします。

これからも、有意義な発信と交流の場となるよう会誌の充実に努めたいと思います。

(コーディネーター 溝口記)

平成25年度の主な実施行事

(2013.7月以降)

- 2013年7月19日 第9回賛助会員交流会
- 2013年7月26日 総会・SATフォーラム
- 2013年11月2日 サイエンス・フロンティアつくば2013
- 2013年11月26日 江崎玲於奈賞・つくば賞・つくば奨励賞授賞式
- 2013年11月28日 第10回賛助会員交流会
- 2014年1月24日 テクノロジー・ショーケース2014
- 2014年1月21日 SAT情報交換会

平成26年度行事予定

- 2014年7月17日 SATフォーラム
- 2015年1月21日 テクノロジー・ショーケース2015

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
- 東口 達／(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

つくばサイエンス・アカデミー運営規程

(名称)
第1条 本会は、つくばサイエンス・アカデミーと称する。
第2条 本会の英文表記は、Science Academy of Tsukuba（略称：SAT）とする。

(目的)
第2条 本会は、研究者相互の交流を促進することを通じて科学の振興に資するとともに、研究成果を産業や国民生活に反映することを目的とする。

(事業)
第3条 本会は前条の目的を達成するため、次の事業を行う。
(1) 科学技術の発展に資するための、様々な分野の研究者の内外の交流促進
(2) 科学に対する社会の関心を増進させるための啓発活動
(3) 科学を産業に活かすための企業との交流
(4) その他前条の目的を達成するために必要な事業

(会員)
第4条 本会は、次に掲げる会員をもって組織する。
(1) 一般会員 第2条の趣旨に賛同し、本会に加入を希望する研究者等の個人とする。
(2) 賛助会員 第2条の趣旨に賛同し、本会に加入を希望する企業その他の団体とする。
(3) 特別会員 第2条の趣旨に賛同する個人等であって、本会の会員とすることが本会の発展に資するものとして、会長が推薦し運営会議が承認するものとする。
(4) 名誉会員 科学技術の発展に著しい功績を有するものであって、本会の会員とすることが本会の発展に資するものとして、会長が推薦し総会が承認するものとする。

(会費)
第5条 本会を運営する費用をまかなうため、会員は会費を拠出することとし、会費の金額は会員の区別に応じ、次の各号に定めるとおりとする。
(1) 一般会員 5,000円 ただし学生は3,000円
(2) 賛助会員 1口50,000円（複数口の入会を認めるものとする。）
(3) 特別会員 10,000円

(役員)
第6条 本会に次の役員を置く。
(1) 会長 1名
(2) 副会長 2名
(3) 運営会議委員（会長及び副会長を含む。） 40名以内
2 役員は、会員の中から総会において選任する。
3 会長及び副会長は役員の内選により定める。

(役員職務)
第7条 会長は、本会を代表し、本会の事務を統括する。
2 副会長は、会長を補佐し、会長に事故あるとき又は欠けたときはその職務を代行する。
3 運営会議委員は、運営会議を構成し、本会の事務の執行を決定する。

(役員任期)
第8条 役員の内任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。
2 補欠又は増員により選任された役員の内任期は、前任者又は現任者の残存期間とする。
3 役員は、任期満了後も、後任者が就任するまではその職務を行う。

(アドバイザー)
第9条 本会にはアドバイザーを置くことができる。
2 アドバイザーは運営会議の推薦に基づき会長が委嘱する。
3 アドバイザーは会長が諮問する事項について運営会議に意見を答申することができる。

(委員会の設置)
第10条 本会の目的達成に必要な事項を企画、執行するために、運営会議の決議により本会に所要の委員会を置くことができる。
2 委員会には、会長が指名する委員を置くものとする。

(会議)
第11条 本会の会議は、総会と運営会議とする。
2 総会は、すべての会員をもって構成する。
3 運営会議は、運営会議委員をもって構成する。
4 会議の議長は、会長がこれにあたる。

(会議の招集)
第12条 会議は会長が招集する。

(定足数)
第13条 会議は、その構成員の過半数の出席がなければ開会することができない。

(議決)
第14条 会議の議事は、出席構成員の過半数をもって決し、可否同数の場合は議長の決するところによる。この場合において、議長は、構成員として議決に加わることはできない。
2 やむを得ない理由のため、会議に出席できない構成員は、あらかじめ通知された事項について、書面をもって表決し、又は他の構成員を代理人として表決を委任することができる。
3 会長は、軽易な事項については書面等により賛否を求め、会議の議決に代えることができる。

(議事録)
第15条 会議の議事については、次の事項を記載した議事録を作成しなければならない。
(1) 会議の日時及び場所
(2) 会議の構成員の定数及び現在数
(3) 会議に出席した構成員の数（運営会議にあっては氏名）
(4) 議決事項
(5) 議事の経過及び要領並びに発言者の発言要旨
(6) 議事録署名人の選任に関する事項
2 議事録には、議長が指名する議事録署名人2人以上が署名押印しなければならない。

(総会の審議事項)
第16条 総会は、次に掲げる事項を審議する。
(1) 役員に関する事項
(2) 規程の改廃に関する事項
(3) 事業計画、予算、事業報告、決算に関する事項
(4) 会費に関する事項
(5) 本会の解散に関する事項
(6) その他本会の運営に関する重要な事項

(運営会議の議決事項)
第17条 運営会議は、総会で審議された事項を踏まえ、次に掲げる事項を審議、決定する。
(1) 財団法人茨城県科学技術振興財団理事会(以下「理事会」という。)の議決した事項の執行に関する事項
(2) 理事会に付議すべき事項
(3) 委員会の設置に関する事項
(4) 理事会の議決を要しない業務の執行に関する事項

(会計)
第18条 本会の経費は、会費及びその他の事業収入をもって充てる。本会が実施するサロン等の事業については、その内容に応じて実費相当分を参加者から徴収できるものとする。
2 本会の会計年度は、毎年4月1日から翌年3月31日までとする。

(委任)
第19条 この規程に定めるもののほか、必要な事項は、運営会議の議決を経て、会長が別に定める。

付 則

この規程は、平成21年4月1日から施行する。

つくばサイエンス・アカデミー役員

平成25年8月1日現在

◆会長

江崎玲於奈 (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 (財)国際科学振興財団理事/筑波大学名誉教授
 岡田 雅年 (独)物質・材料研究機構名誉顧問

◆運営会議委員

青木 雅博 (株)日立製作所 材料研究センター長
 池田 幸雄 (国)茨城大学学長
 石田 瑞穂 (独)海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域特任上席研究員
 市原 健一 つくば市長
 一村 信吾 (独)産業技術総合研究所副理事長・つくばセンター長
 潮田 資勝 (独)物質・材料研究機構理事長
 餌取 章男 (学)東京工科大学客員教授
 太田 敏子 (国)筑波大学名誉教授
 岡田 安弘 (大共)高エネルギー加速器研究機構理事
 岡田 義光 (独)防災科学技術研究所理事長
 小幡 裕一 (独)理化学研究所バイオリソースセンター長
 貝沼 圭二 (学)日本大学理工学部物質応用化学科客員教授
 上総 周平 国土交通省国土技術政策総合研究所長
 木阪 崇司 (公財)つくば科学万博記念財団理事長
 岸 輝雄 (国)東京大学名誉教授
 北澤 宏一 (独)科学技術振興機構顧問
 久野美和子 (国)埼玉大学特命教授/内閣府地域活性化伝道師
 後藤 勝年 (国)筑波大学名誉教授
 小玉喜三郎 (独)産業技術総合研究所特別顧問
 澁谷 勲 (株)常陽銀行相談役
 住 明正 (独)国立環境研究所理事長
 関 正夫 関彰商事(株)代表取締役会長/ (社)茨城県経営者協会名誉会長
 中鉢 良治 (独)産業技術総合研究所理事長
 永田 恭介 (国)筑波大学学長
 西村 暹 (国)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)代表取締役会長
 橋本 昌 茨城県知事
 板東 義雄 (独)物質・材料研究機構フェロー
 堀江 武 (独)農業・食品産業技術総合研究機構理事長
 丸山 清明 (学)東京農業大学客員教授
 宮地 雄二 (独)宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター所長
 八木 浩輔 (国)筑波大学名誉教授/浦和大学名誉教授
 吉武 博通 (国)筑波大学研究センター長
 吉田 茂 (財)茨城県科学技術振興財団専務理事
 和田祐之助 茨城県商工会議所連合会会長/ (株)祐月本店会長

計 38 名
(五十音順)

(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						
			連 絡 先	自 宅 ・ 勤 務 先		

- 太枠内のみにご記入ください。
- 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 国際研究学園都市への発展を期待して 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 機構長 鈴木 厚人
2	●江崎玲於奈賞・つくば賞授賞式 第10回江崎玲於奈賞 「革新的な多孔性金属錯体の開発」 北川 進氏 京都大学物質・細胞統合システム拠点 第24回つくば賞 「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 純一氏 筑波大学 生命環境系 第23回つくば奨励賞 (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 - CO2 排出量 50% 削減に成功 -」 鳥塚 史郎氏 物質・材料研究機構 第23回つくば奨励賞 (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 (MSS) の開発」 吉川 元起氏 物質・材料研究機構
7	●第13回テクノロジー・ショーケース開催 江崎玲於奈会長開会挨拶 (要旨) 特別講演「加速器が拓いた宇宙・物質像」 鈴木厚人 高エネルギー加速器研究機構長 ミニシンポジウム つくばにおける「加速器科学」の将来像 「SAT テクノロジー・ショーケース2014」～「世界トップ」発信&交流による知の触発 in つくば～を顧みて 丸山清明 実行委員長 (SAT 運営会議 委員)
13	●事務局より サイエンス・フロンティアつくば (SFT 2013) 報告 平成25年度総会及び運営委員会の開催 第10回賛助会員交流会報告 SAT 情報交換会 (2/21) 報告
16	●科学の散歩道 生きているとは? : 体のなかでぐるぐる回る回転分子モーターの利用 伊藤 博康 浜松ホトニクス (株) 筑波研究所 所長代理
18	●研究室レポート 摩擦制御技術の確立をめざして 大花 継頼 (独) 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 トライボロジー研究グループ
20	●つくば賞その後-2 真実は仮説より奇なり - 真の探索研究に挑む 柳沢 正史 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IHIS) 機構長
23	●特別記事 パラジウム錯体触媒を用いた炭素-炭素結合生成反応 ~クロスカップリングを中心として~ 小野澤 俊也 (独) 産業技術総合研究所触媒化学融合化学センター 触媒固定化設計チーム
26	●つくば発、新しい科学・技術-1 スパコンHA-PACS/TCA 朴 泰祐 (ぼく たいすけ) 筑波大学 計算科学研究センター 副センター長/システム情報工学研究科 教授
28	●賛助会員企業訪問記抜粋 ㊟オークラフロンティアホテルつくば ㊟つくばコンgresセンター
29	●テクノロジー・ショーケース inつくば2014資料 一般ポスター発表一覧 企画展示 世界トップポスター発表一覧
34	●賛助会員一覧
35	●つくばサイエンス・アカデミー運営規程
36	●つくばサイエンス・アカデミー役員

表紙 写真提供: テクノロジー・ショーケース2014発表より

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: 2014年3月31日

発行人: 江崎玲於奈

編集人: 岡田雅年 丸山清明 篠田義視 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 東口 達