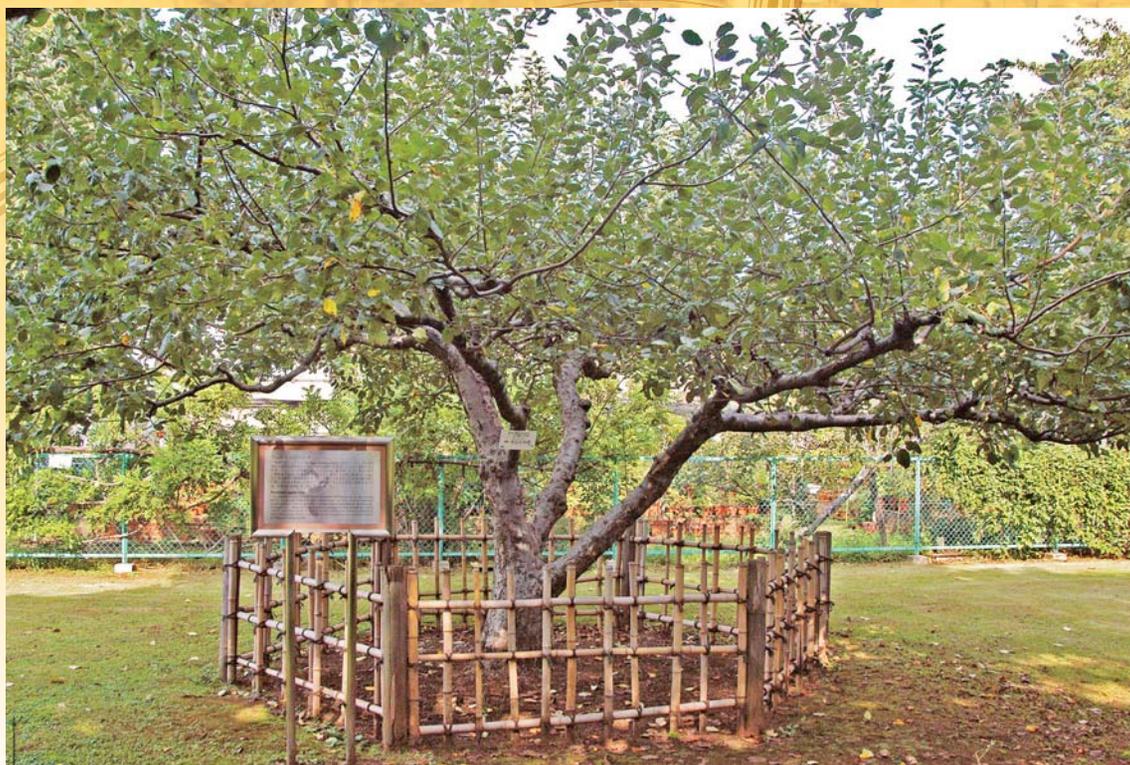




東京大学  
理学系研究科・理学部ニュース

2010年3月号 41巻6号

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/>



ニュートンのリンゴの木

～発掘 理学の宝物「ニュートンのリンゴの木」より～

本号の記事から

トピックス

定年退職の方々を送る

研究ニュース

理学から羽ばたけ

理学のキーワード

2009年度朝日賞を本研究科の協力講座の教授2名が受賞 ほか

酒井英行教授（物理学専攻）、川島隆幸教授（化学専攻）、

野津憲治教授（地殻化学実験施設） ほか

反発しそうなケイ素原子同士の化学結合の構築 ほか

科学者に国境はない

「共形変換」「太陽系外惑星」「分子モーター」「キस्पепチン」

## トピックス

2009 年度朝日賞を本研究科の協力講座の教授 2 名が受賞		
豊島近教授の受賞を祝して	秋山 徹 (生物化学専攻 教授) ……………	3
諏訪元教授, 受賞おめでとうございます	近藤 修 (生物科学専攻 准教授) ……………	3
理学部チーム, バンド幅チャレンジインパクト賞を受賞	須田 礼仁 (情報理工学系研究科 准教授) ……………	4
化学専攻大越慎一教授が, 日本 IBM 科学賞を受賞	山内 薫 (化学専攻 教授) ……………	4
小嶋稔名誉教授が V. M. ゴールドシュミット賞を受賞	比屋根 肇 (地球惑星科学専攻 准教授) ……………	5
ビッグバン宇宙国際研究センター坂井南美助教が, 第 26 回井上研究奨励賞を受賞	山本 智 (物理学専攻 教授) ……………	5

## 定年退職の方々を送る

光陰矢のごとし, 私の 21 年間	酒井 英行 (物理学専攻 教授) ……………	6
酒井英行先生を送る	大塚 孝治 (物理学専攻 教授) ……………	6
有難う, そしてさようなら	川島 隆幸 (化学専攻 教授) ……………	7
川島隆幸先生を送る	橘 和夫 (化学専攻 教授) ……………	7
感謝を込めて思いつくままに	野津 憲治 (地殻化学実験施設 教授) ……………	8
野津憲治先生を送る	長尾 敬介 (地殻化学実験施設 教授) ……………	8
地質学図書室と共に 32 年間	谷 ゆき (地球惑星科学専攻 図書職員) ……………	9
イオンビーム開発を進めて 37 年余り	大城 幸光 (原子核科学研究センター 技術専門員) ……………	9

## 第 12 回 発掘 理学の宝物

ニュートンのリンゴの木	邑田 仁 (植物園 教授) ……………	10
-------------	---------------------	----

## 第 11 回 理学から羽ばたけ

科学者に国境はない	吉田 知史 (ブランドイスマ大学生物学部ローゼンスティール基礎医学研究所 助教授)	11
-----------	--	----

## 研究ニュース

モノの拡がりに潜む普遍法則: 実験証拠を発見	竹内 一将 (物理学専攻 博士課程 3 年),	
迅速・高感度水分透過率測定装置の開発	佐野 雅己 (物理学専攻 教授) ……………	12
地球温暖化でインド洋の気候モードがシフト	島田 敏宏 (化学専攻 准教授) ……………	13
原子核の力の解明とエキゾチック原子核	中村 修子 (地球惑星科学専攻 特任研究員),	
反発しそうなケイ素原子同士の化学結合の構築	茅根 創 (地球惑星科学専攻 教授) ……………	14
	大塚 孝治 (物理学専攻 教授) ……………	15
	狩野 直和 (化学専攻 准教授),	
	川島 隆幸 (化学専攻 教授) ……………	16

## 連載: 理学のキーワード 第 24 回

「共形変換」	平地 健吾 (数理学研究科 准教授) ……………	17
「太陽系外惑星」	須藤 靖 (物理学専攻 教授) ……………	17
「分子モーター」	平岡 秀一 (化学専攻 准教授) ……………	18
「キस्पепチン」	岡 良隆 (生物科学専攻 教授) ……………	18

## お知らせ

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	……………	19
人事異動報告	……………	19

## 2009 年度朝日賞を本研究科の協力講座の教授 2 名が受賞

広報誌編集委員会

朝日賞は、1929年に朝日新聞の創刊50年を記念して創設され、学術、芸術などの分野で傑出した業績をあげ、日本の文化や社会の発展や向上に貢献した、個人・団体に贈られる賞である。2009年度は、理学系研究科の協力講座から豊島近教授（分子細胞生物学研究所、物理学・生物化学専攻を担当）と諏訪元教授（総合研究博物館、生物科学専攻を担当）の2名が受賞した。

### 豊島近教授の受賞を祝して

秋山 徹（生物化学専攻 教授）

豊島近教授（分子細胞生物学研究所、物理学・生物化学専攻を担当）が2009年度の朝日賞を受賞されました。これは、豊島教授の20年にわたる「カルシウムポンプ作動機構の解明」が高く評価されたものです。

カルシウムポンプはATP（アデノシン三リン酸）の加水分解によって放出されるエネルギーを利用し、濃度勾配に逆らってカルシウムイオンを輸送する、生体膜に埋め込まれた膜蛋白質です。たとえば、筋肉の収縮のために貯蔵庫である筋小胞体から放出されたカルシウムイオンを、筋小胞体中に汲み戻すことによって、筋肉の弛緩をもたらします。豊島教授は、20年以上、誰も成功しなかったこの蛋白質の結晶化に取り組み、独自の技術を開発して2000年に構造決定に成功しました。さらには、反応サイクル中の中間状態の構造をSPRING-8を利用して次々と決定し、濃度勾配に逆らってイオンを輸送するという複雑な動作を原子構造に基づいて説明するという画期的な研究を成し遂げました。しかも、それに伴う構造変化の大きさは誰も予想し得なかったものであり、多くの派生的研究を促進するなど、構造生物学に多大なインパクトを与えました。現在はより複雑で生物学的・医学的により重要ともいえるナトリウム・カリウムポンプの解明に取り組んでおられます。

### 諏訪元教授、受賞おめでとうございます

近藤 修（生物科学専攻 准教授）

諏訪元教授（総合研究博物館、生物科学専攻を担当）が2009年度の朝日賞を受賞されました。これは、諏訪教授の十数年にわたる「ラミダス猿人など初期人類の進化に関する研究」が高く評価されたものです。

ラミダス猿人 (*Ardipithecus ramidus*) は約440万年前の初期人類化石であり、アウストラロピテクス属より古いヒト祖先集団として初めて、全身的な姿かたちや生息環境などが明らかにされました。これらにより、人類の進化過程において、ホモ属でもアウストラロピテクス属でもないより原始的な祖先グループが存在したことが、さらにはこれまでの予想を覆し、ヒトーチンパンジーの共通祖先に最も近い生物集団が、現生の大型類人猿のどれとも似ていないことが示されました。ラミダス猿人は森林にすみ、足の親指は他の4指と対向し把握能力を残す一方で、二足で地上を歩くことができたようです。

ラミダス猿人は、1992年に諏訪教授自身が発見した一片の臼歯に始まり、その後、ほぼ完全なメス個体とそれ以外の110以上の標本群として発見されています。まさにルーシー (Lucy) 以来の大発見です。これは1980年代より継続されてきたエチオピアでの調査を核とした国際共同研究の成果であり、広く社会に認められたことは、たいへん喜ばしいことと思います。



■ 豊島近教授



■ 諏訪元教授

## 理学部チーム、バンド幅チャレンジインパクト賞を受賞

須田 礼仁

(情報理工学系研究科 准教授)

世界はネットワークでつながっている。その先端を走ってきたグループが、また新たな境地を切り開く快挙を成し遂げた。情報理工学系研究科の平木敬教授、稲葉真理准教授、および理学部情報システムチームの玉造潤史准教授、下見淳一郎助教らの Data Reservoir 研究グループが、国際会議 SC09 で開催された「バンド幅チャレンジ」で「インパクト賞」を受賞したのである。

国際会議 SC09 は 2009 年 11 月 14 日から 20 日まで米国ポートランドで開催された、高性能の計算・通信などに関する世界最大の国際会議である。例年ここで超高性能通信などに関するコンテ

トが行われているが、Data Reservoir 研究グループは上位入賞の常連である。同グループは 2004 年以來、遠距離通信の世界記録（ランドスピードレコード）も保持している。今回は、この遠距離高速通信技術をファイル転送とウェブシステムに応用して、超高速ウェブブラウザ「UsadaFox」を開発、米国ポートランドと東京大学間のファイルダウンロー

ドで、通常のウェブブラウザの性能の約 1000 倍にあたる 6.5Gbps を達成したことで受賞となった。この UsadaFox を使えば、ウェブブラウザという形で誰にでも、10 ギガビットインターネットによる遠距離・超高速データ転送が活用できるようになる。地球の裏側にある巨大データも目の前にあるかのように自由に操られる未来が見えてきた。



■ Data Reservoir 研究グループの皆さん（左から玉造潤史准教授、平木敬教授、稲葉真理准教授、下見淳一郎助教）

## 化学専攻大越慎一教授が、日本 IBM 科学賞を受賞

山内 薫（化学専攻 教授）

大越慎一教授が、「磁気化学を基盤とした新規な磁性体の創出」のご業績で、2009 年 11 月 27 日に第 23 回日本 IBM 科学賞を受賞されました。大越教授は、2008 年 3 月 3 日に、「磁気化学を基盤とした新規磁気物性の創出に関する研究」のご業績で、日本学術振興会賞・日本学士院学術奨励賞を受賞されましたので、これは、顕著な研究業績を上げた若手研究者（45 歳以下）に授与される日本を代表する 2 つの賞を連続して受賞されるという快挙です。

大越教授は、分子設計の概念を独創的

に広げ、次々と全く新しい磁気的機能を持つ磁性化合物を合成し、その物性発現の機構を物性科学の立場から解明してこられました。例えば、熱により磁極が二回反転する磁性材料や、光により強磁性状態と非磁性状態が可逆的に変化する光磁性材料は、大越教授によって初めて合成されたものです。また大越教授は、高い保磁力を示すともにミリ波域の高周波を吸収する、酸化鉄ナノ磁性体の合成にも成功されました。これは、次世代の高密度磁気記録や無線通信に利用できるものとして、産業界からも注目されています。

これらの成果は、大越教授が世界初を目指し常に努力を重ねてこられたことが



■ 大越慎一教授

実を結んだものであり、国際的にも高く評価されています。ここに御受賞をお祝いし、大越教授のますますのご活躍を祈念いたします。

## 小嶋稔名誉教授が V. M. ゴールドシュミット賞を受賞

比屋根 肇  
(地球惑星科学専攻 准教授)

本研究科名誉教授の小嶋稔先生(地球惑星科学専攻)が2010年のゴールドシュミット賞を受賞されました。この賞は、「地球化学の父」とよばれる V. M. Goldschmidt にちなみ、国際地球化学会(Geochemical Society)が1972年に創設した賞で、わが国では2001年の久城育夫本研究科名誉教授につづいて2人目の受賞です。小嶋先生は、希ガス同位体をもつ情報が惑星の形成・進化のプロセスと密接な関係があることにいち早く着目され、希ガスの地球化学・宇宙化学の

確立と発展に多大な貢献をされた、世界的リーダーです。ワシントン大学の F. ポドセク博士との共著になる“Noble Gas Geochemistry”(第1版1983年、第2版2002年)は名著ですが、二つの版を見比べると、その間の希ガス地球化学の進展の大きさと小嶋先生の貢献の大きさがわかります。ほんの一例を挙げますと、小嶋先生は、ダイヤモンド中に発見した太陽組成のネオン(地球大気のネオンより同位体組成が軽い)や、Xe 同位体組成の解析から、地球大気の形成過程や形成年代について多くの研究者の議論をリードされました。また、最近では、月の砂の中から見つかった窒素や希ガスあるいは酸素が、地球大気起源である可能性や、太陽系物質の酸素同位体組



■ 小嶋稔名誉教授

成の謎について一石を投じる議論を展開されるなど、現在も活発に研究を続けておられます。小嶋先生の受賞を心からお喜び申し上げます。

## ビッグバン宇宙国際研究センター坂井南美助教が、第26回井上研究奨励賞を受賞

山本 智(物理学専攻 教授)

本研究科ビッグバン宇宙国際研究センターの坂井南美助教が、第26回井上研究奨励賞を受賞されました。これは坂井氏が2008年6月に提出した学位論文“Discovery of Warm Carbon Chain Chemistry in Low-Mass Star Forming Regions and Its Astrophysical Implication(低質量星形成領域における「暖かい炭素鎖化学」の発見とその宇宙物理学的意義)”に対するものです。

「太陽程度の星が生まれる過程で、星間物質がどのような変遷を経て惑星系にもたらされるか」という問題は、太陽系の起源、生命の起源とも関わる重要な研究課題です。坂井氏は、世界中の大口徑

電波望遠鏡を駆使した観測研究により、この問題に真正面から取り組みました。

これまで、原始星近傍ではどこでも  $\text{HCOOCH}_3$  や  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$  などの飽和有機分子が豊富に存在していると考えられてきました。ところが坂井氏は、その常識を覆し、逆に不飽和な炭素鎖分子<sup>注1)</sup>が特異的に豊富な原始星を発見しました。この結果は、原始星近傍の化学組成はどの天体でも同じなわけではなく、この段階で化学組成が「分化」していることを明瞭に示したもので、世界的に大きな注目を集めました。分化の原因は星形成時の収縮時間と関連していると見られ、様々な関連研究を誘発しつつあります。坂井氏は、原始星から原始惑星系円盤に向かってこの化学的分化がどのように発達していくかを、もうすぐ動き出す ALMA 望遠鏡<sup>注2)</sup>で解明しようと準備を進めています。



■ 坂井南美助教

注1) 炭素鎖分子：炭素が直線状に並んだ分子。HCCCCCN や CCCCH などがある。

注2) ALMA 望遠鏡：Atacama Large Millimeter/submillimeter Array の略。南米チリのアンデス山脈の高地(標高5000m)に66台以上の電波望遠鏡を並べて一つの大型望遠鏡として動かす。2011年から部分的に運用が始まる。

(<http://www.nro.nao.ac.jp/alma/J/>)

# 定年退職の方々を送る

## 光陰矢のごとし、私の21年間

酒井 英行 (物理学専攻 教授)

平成元年に大阪大学から着任しました。研究所からの異動だったので、始めは戸惑うこともありましたが、すぐに優秀な院生が研究室に加わってくれて、さまざまな研究を一緒に進めることができました。素晴らしい若者に出会えたことを心から感謝しています。

研究面では原子核の「スピン」量子状態にこだわって進めました。実験のためにいろいろな粒子スピンの向きを揃える装置や向きを測定する装置を開発しました。そんな中スピン共鳴振動の研究から、20年近く未解決だった「クエンチング問題」を実験的に解決できたことはとても嬉しいことでした。いっぽう、スピンの向きの測定方法を開発している過程で、その実験結果が思わぬ方向に発展し、三体力の検証実験につながりました。まさにセレンディピティの好例でしょう。

物理学者にとってアインシュタインは特別な存在ですが、そのアインシュタインが直接関わっていて、現在でも「量子もつれ」として問題となっている、アインシュタイン・ポドルスキー・ローゼン (EPR) パラドックスの検証実験を、陽子

対のスピンの向きを同時に測ることで遂行できたのはとりわけ忘れられない実験です。結果は光子対に続いて、アインシュタインらの主張が間違っているというもので論文を出版できました。

最後の5年間で特別推進の研究費で、原子核科学研究センターの協力のもと、電磁分析装置 SHARAQ が完成しました。昨年には最初の実験で結果が出て、安堵しました。後輩達がこの装置を使い物理の成果を出すことを楽しみにしています。

研究以外では、教室を越えて理学系や学内のさまざまな運営にかかわり、ユニークで素晴らしい先生方との触れ合いから多くのことを学びました。理学系6専攻の分野の異なる先生方と、時には激論を交わし、同じ理学系でも考え方がこうも違うのかと認識を新たにしました。しかし、自由に意見を交わし、基本に立ち返って物事を進めていく姿勢こそが大事で、それが基礎科学を担う理学系の大きな特徴であり、原点だと思いました。とくにそのことを強く感じたのは、学内の委員会に出席した時です。研究科ごとにやり方が違うのは当然ですが、そ



のギャップは大きく、「それは理学系だからです」とか「そんなやり方ができるのは物理だけでしょう」などと何度も言われました。けれども、理学系は東大の良心だと言う人がいます。私は正にその通りだと感じています。その一方で、他学部の先生方との共同作業では学ぶことも本当に多くありました。ある委員会での報告書の作成では、法学部の先生の論理構成で修正され、隙のない報告書になったのには驚きと共に感心しました。いま考えると、貴重な経験をやる機会をいただき大変ありがたく思います。

最後に、理学系研究科の多くの皆様、物理学教室の先輩や同僚の皆様、事務室の皆様からもご支援、ご協力をいただき、誠にありがとうございました。心より感謝申し上げます。

## 酒井英行先生を送る

大塚 孝治 (物理学専攻 教授)

酒井先生は東工大で原子核物理学実験を専攻され、博士課程の修了後すぐ大阪大学の助手に抜擢されました。助教授を経て、本学助教授に1989年に着任され、1995年には教授になられました。物理学専攻長、原子核科学研究センター長を初め、東京大学教育評議員に選出され、同時に副研究科長を務められるなど、理学系研究科に多大の貢献をなされました。

先生はかなりユニークな方です。私を含め、お付き合いのあった方で叱られたことのない方はあまりいないのでは

ないでしょうか。筋論から駄目なものは駄目とおっしゃるので、反撃はなかなかたいへんです。阪大の助手時代に、教授を叱りつけていて、はたから見るとどっちが教授だか分からなかった、という逸話がある位です。しかし、少しお付き合いのある方は、たいへん暖かく優しい方であることも知っています。筋を通しつつ、立場の弱い方も助けてこられたようで、理学系の中でも幅広い皆様とつながりがあるようです。

実験が大好きな物理学者であり、多くの業績を残されています。ご専門は陽子や重水素原子核などのいわゆる軽い原子核の量子ビームを使い、それらのもつスピンの性質を生かして、原子核の性質を調べ、核力を探究し、量子力学の基

本問題を解明してこられました。最近は理化学研究所の最新鋭加速器 RI ビームファクトリーからのビームで実験するための、先端的大型測定器 SHARAQ を中心になって完成させました。この加速器に2台ある大型測定器のひとつで、大きな期待を集めています。

物理学者としての見識から、(日本の)核物理委員長、国際応用物理連合 (IUPAP) 副議長、アジア核物理協会委員長、さらには、物理でもっとも権威ある世界的学術誌 *Physical Review Letters* の編集委員、などをされています。

これからは自由な時間が増え、お好きなオペラの鑑賞などもされつつ、物理の実験も大いにおやりになって益々ご活躍くださるでしょう。

## 有難う、そしてさようなら

川島 隆幸 (化学専攻 教授)



履歴書に昭和44年4月東京大学理学部化学科卒と書くと、必ずと言っていいほど3月の間違いではないかと修正を求められる。正に大学紛争後最初の卒業であった。驚いたことに卒業と同じ日に大学院に入学している。以来、大学院生、縁あって助手に採用され、講師、助教授、教授として、米国での博士研究員での2年1ヶ月を除き39年の長きにわたって東京大学理学部にお世話になってきた。この間、正にこれぞ講義というべき講義をしていただいた恩師の先生方、研究のいろはから教えていただいた諸先輩方にこの場をお借りして感謝したいと思います。

さて、私が理学部に貢献できたと思っているのは、昭和49年8月に助手に採用された直後に行われた、職員バレーボール大会で、敗者復活戦から勝ち上がって初戦で負けたチームに勝って優勝したことである。また、40歳以上が参加できたソフトボール大会での優勝にも関わってきた。このように、スポーツにより力を注いできた感が強い。理学部は、旧一号館の中庭にバレーコートをもって、そこで事務長杯、後の学部長杯バ

レーボール大会が秋に行われていた。春の園遊会と並んでの理学部全体が参加するイベントとなっていた。専攻、学科を越えた催しであり、専攻、学科間での数少ない交流の場でもあった。化学科では、現在、雑誌会主催のソフトボール大会とサッカー大会が復活して行われており、理学部でもぜひ何らかのスポーツイベントを復活して欲しいものである。

平成10年5月に岡崎廉治先生退官の後を受けて、大学院理学系研究科化学専攻有機化学講座有機ヘテロ原子化学研究室を担当させていただいた。研究室名が長いので略称でよばれることが多く、有機ヘテロまたは単にヘテロはまだしも、有へとよばれるのには閉口した。研究室では、「よく遊びよく学べ」をモットーとして、スタッフを始め、大学院生、学部生が安心して研究できる場を提供しようとしてきたつもりであるが、不十分な点が多々あり、深く反省している。

平成13~14年にかけて低温センター長を仰せつかり、独立法人化に向けての中期計画の立案に頭を悩ませたことを思い出す。センターの現在のあり様を見

るにつけ、その後のセンター長および関係の皆様のご尽力の賜物と深謝する次第である。一息つく暇もなく、理学部での環境安全のWG、その後、理学系・理学部環境安全管理室長を仰せつかり、平成21年4月に現体制に引き継ぐことができた。環境安全は全構成員が同じ意識をもち、地道に継続的に進めていくことが肝要であるとの思いを強くした6年であった。その間、管理室の全メンバー、担当の産業医の先生方にはたいへんお世話になった。厚く御礼申し上げたい。事故ゼロの理学部を目指して、今後とも宜しくお願い申し上げます。

最後に、研究室を任せきりにしたスタッフ、一緒に研究に励んでくれた研究室の皆様、化学科および理学部事務の皆様に深く御礼申し上げます。

## 川島隆幸先生を送る

橘 和夫 (化学専攻 教授)

川島先生は私が大学院生の頃、近隣の研究室にいらっしゃった先輩で、当時からどちらかという遊び友達としてつきあっていただきました。近年の本研究科、とくに化学専攻の教授人事は私自身を含めて、専攻外の経験者の招聘がおもになっていますが、川島先生は助手時代に米国ユタ大学でポスドクをやられた以外は化学教室の学生、院生、教員を経て、余人をもって代え難しということで助教から教授に昇任され、現在では本化学

教室の生き字引的な存在です。ユタに着任されたときに、当時私が留学していたホノルルに立ち寄って下さり、ポンコツの車でワイキキを案内したというよき思い出があります。

川島先生は本専攻の有機ヘテロ原子化学という名前の研究室を主宰されてきましたが、「ヘテロ原子」というのは通常有機化学で扱うC, N, O, H以外の元素を意味します。このうち川島先生が当初携わったリン原子は有機合成化学で脇役として多用されていますが、その反応機構の詳細は未解明の部分が多く、これらの合成反応に関する反応機構の詳細を提示されています。加えてDNA, RNAの構成成分として、またリン酸化による

タンパク質活性化など生物では重要な元素です。教授に昇任後はホウ素、ケイ素など、炭素にはない反応性をもつ元素を含む有機化合物の物性、蛍光性などに研究を展開されてきました。

教育研究に加え、川島先生は数年前に設置された研究科環境安全管理室の初代室長を2008年度まで務められ、昨今の諸問題に取り組みられて同室の体制を確立されました。他にも教務そのほかの難しい課題に積極的に取り組み、とくにこうした点でもご苦勞様でした。今後も教育研究に携われると伺っており、さらなるご活躍を祈念する次第です。

## 感謝を込めて思いつくままに

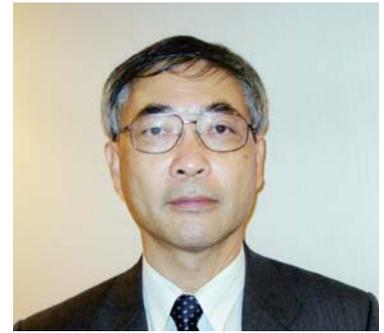
野津 憲治（地殻化学実験施設 教授）

定年退職の日を健康に迎えることができ、まず思い浮かぶことは、公私ともにお世話になった理学系研究科の皆様への心からの感謝です。諸先輩、同僚の方々、研究室の学生の皆さん、事務そのほかで研究を支えてくださった皆さん、本当に有り難うございました。私はここ2～3年は病院とのお付き合いが多く、自分は現職を全うできないのではと真面目に心配したこともあり、感慨無量の心境です。

筑波大学から本学へ移ったのが1987年1月でしたから、長いもので23年余り理学系研究科にお世話になりました。私が属する地殻化学実験施設は、わが国の地震予知計画の建議を受け、従来地球物理学の独壇場であった地震研究に新たに化学的な視野を入れるというまさに画期的な役割を担って、1978年に新設されました。しかし、当時の理学部長を始め執行部の方々は、組織名称を「地震化学観測センター」のような狭いものにはせず、10年後20年後の研究の広がりを視野に入れて「地殻化学実験施設」にしたそうです。まさに理学部の叡智の現れで、理学部がいかに見識をもっているか

を示していると思います。私の着任も研究分野拡大の第一歩で、火山現象を扱う化学的な研究が期待されました。私は大学院では隕石の年代学的研究、筑波大学では火山岩の同位体研究を行ってききましたので、火山流体を扱う研究はゼロからの出発でした。理学系研究科のもつ良き研究環境の伝統の中で、大学院生や教員の方々と楽しく研究ができ、諸外国との研究交流も自由にできました。中でも1990年からの雲仙岳噴火、2000年からの有珠山と三宅島の噴火に関連した観測研究では、新しい研究も多くでき思い出深いものがありますが、それぞれの噴火での甚大な被害のことを考えると複雑な思いになります。

今から振り返りますと研究生活の思い出より、小規模施設を運営することの難しさの方がはるかに印象に残っています。いつも施設の将来計画を考えておくことは必要ですが、時には定員を移すような新計画案が外部からもち込まれ、その対応に追われました。その度に理学系研究科の執行部の方々に相談に乗ってもらい、適切なアドバイスをい



ただいたことは、たいへんに有り難いことでした。数人規模の研究施設が、施設としてのメリットを生かしつつ特色ある研究を行うことは並大抵ではなく、私が退職したあとも理学系研究科の皆様の暖かいご支援、ご配慮をお願いしたいと思う次第です。

私は理学系研究科の多くの先生方には恐らく縁のない学生団体の顧問を20年近く引き受けました。私自身が学生だった時に熱を入れていた『東大尺八部』の顧問で、毎年駒場の新入生とも交流したり、文系の本郷生とも付き合いがあり、楽しく務めることができました。東大を去ったあとも、世の中のお役に立てる場があれば、これまでの研究教育生活で得たものを還元したいと思っています。理学部の皆様ともご一緒できる機会があるかもしれません。その時にはどうぞよろしく願いいたします。

## 野津憲治先生を送る

長尾 敬介（地殻化学実験施設 教授）

野津憲治先生は1975年理学部化学教室の助手、翌1976年の筑波大学への異動を経て1987年に地殻化学実験施設に着任されました。学生時代には、隕石を用いてサマリウム・ネオジウム年代測定法を世界に先駆けて開発されるという顕著な業績を挙げられています。この測定法は、岩石が固化した年代を測定する信頼度の高い方法として、現在は隕石や地球岩石の年代測に広く用いられています。筑波大学ではストロンチウム同位体に基づく火成岩の成因について、その後地殻

化学実験施設に赴任されてからは、火山ガスや地下水の元素組成や同位体組成測定など種々の地球化学的手法に基づく幅広い研究を施設のメンバーとともに行ってこられました。国内だけでなく、マダガスカル、南米、ギリシャ、トルコなど海外の多数のフィールド調査も行って、その活動を通じて国内外の多くの研究者と共同研究を継続されるとともに、海外からの留学生の受け入れや国際協力機構（JICA）による海外研究者の研修指導を通じた国際貢献に尽力されました。

脇田宏先生が定年退官された1997年以後現在までの十数年間は、小さい所帯である地殻化学実験施設の舵取りを続けて、研究活動の拡大発展を図ってこられました。気さくで面倒見の良い人柄で学

生とも接し、職員と学生を含めたメンバー間の風通しの良い雰囲気をつくってくださいました。ご定年を控えた今春には、地球化学の最先端の研究成果まで網羅した教科書となる著書「宇宙・地球化学」が朝倉書店から出版されます。この中には、野津先生の40年間のご研究の集大成としての多くの新しい研究分野の指針がちりばめられていることと、楽しみにしています。ご退職後も高所から地殻化学実験施設を支えて、ご助言くださることを期待するとともに、先生のご健康とご活躍を祈念いたします。

## 地質学図書室と共に 32 年間

谷 ゆき (地球惑星科学専攻 図書職員)

私は、1978年6月に旧工業技術院計量研究所(現産業技術総合研究所)より、理学部地質学教室図書室に参りました。以来、32年間ずっと図書勤務で現在に至っております。その頃、地質学図書室は理学部5号館にあり、理学部2号館には保存書庫が残っておりました。明治期からの古い教室ですので、1800年代の革表紙の書籍や、有名なナウマン博士の使用されたコンパスなどの貴重な品が保存されており(現在は移管されてありませんが)、その歴史の重さに少し戸

惑ったことを記憶しております。時の経つのは本当に早いものです。2000年の地球惑星科学専攻の誕生と共に、地質学図書室も地球物理、地理、鉱物と合併になり、新1号館に移転しました。保存書庫も2度の引っ越しとなり、徐々に姿を変えつつありますが、日本中で東大にしかない資料も数多く保管されております。多くの先輩方が守ってきた貴重な資料が、今後も散逸することがないように願っております。

最後に、この場をお借りして、今まで



たいへんお世話になりました、上司、先輩、研究者の方々にお礼を申し上げますと共に、理学系研究科の今後のご発展をお祈りいたします。

長い間、本当にありがとうございました。

## イオンビーム開発を進めて 37 年余り

大城 幸光 (原子核科学研究センター 技術専門員)

私は昭和47年(1972年)、東京大学原子核研究所(INS)に入所、今年(2010年)3月末で原子核科学研究センター(CNS)を定年退職します。在職中、私はサイクロトロンを用いた原子核研究のためのイオンビームの開発・研究に携わってきました。

INSでは1価の大強度イオンを生成する同位体分離器用の熱陰極型や、サイクロトロン用の原子線型、多価の重イオンビームを供給する冷陰極型やECR型などの各種イオン源に携わりました。CNSでは気体や金属の重イオンビーム源を開発しました。金属イオン生成では蒸気の

制御が微妙で、出てきたイオンビームは再現性や安定性を欠き、研究者を待たせることが続きました。これらの仕事は熱・プラズマ現象を扱い、確立した方法が無いことが多いので、コツコツとひとつずつ確実に問題を解決して行くことで、初めて大強度イオンビームが生成可能となります。結局、31種類の元素とその同位体のイオンビームを出すことができました。振り返ってみると、それぞれの場所で、夜を徹して、一緒に進めてきた研究者や職員の顔が次々と浮かんできます。実験を終え、帰って行く研究者の笑顔は私の宝物となりました。



私は「人生、常に現役」を基に、これまでに身に染みているイオン源の開発・研究の仕事をさらに深めて行きたいと思えます。しかし、定年を迎え、一区切りとして、これまでにご支援・ご教示をいただいた多くの皆様に感謝いたします。

このほかにも1名の方が定年退職、7名の方が再雇用の任期満了となり、理学系研究科を去られます。長い間、どうもありがとうございました。

### 【定年退職】

渡邊 和子 (地球惑星科学専攻 事務室係長)

### 【任期満了】

檉村 圭造 (物理学専攻 技術職員)

櫻井 敬子 (天文学専攻 技術職員)

岸 美枝子 (地球惑星科学専攻 一般職員)

仙田 實 (庶務係 一般職員)

柿沼 弘子 (化学専攻 一般職員)

竹村三和子 (広報室 一般職員)

大崎 敏子 (生物科学専攻 技術専門職員)



## ニュートンのリンゴの木

邑田 仁 (植物園 教授)

小石川植物園には少なくとも貝塚があり、また江戸初期の白山御殿の跡から御薬園時代を経て東京大学へとつながる、さまざまな歴史が積み重なっている。理学のみならず、考古学、文学、美術、医学、薬学、とさまざまな分野の歴史であり、宝物も数多い(理学部ニュース 2005年5月号を参照)。

小石川植物園の記念樹としてすっかりお馴染みになったニュートンのリンゴは、小石川植物園内にあった植物学教室で植物生理化学の研究を創立した柴田桂太博士の弟で、化学者の柴田雄次博士の働きで日本にやってきた。しかし、最初から小石川植物園に植える目的で輸入されたということではなかった。1962年に日本学士院長に就任した柴田雄次博士は、イギリスの国立物理学研究所長サザランド卿に、同研究所内に植えてあるニュートンのリンゴの木の分譲を依頼していた。その結果、1964年に柴田博士宛てのリンゴ苗木1本が航空便で羽田国際空港に到着した。しかし、リンゴ特有のウイルスに感染している疑いがあったため、植物防疫所が検査したところ、高接病ウイルス(Apple chlorotic leafspot virus)に感染していることが明らかになった。病気や害虫のついた植物は国内の植物保護のため基本的に輸入が禁止されており、このような場合には焼却処分することになっているが、ニュートンにちなむ貴重な文化遺産であったことから、特別に焼却処分を行わず、小石川植物園で預かって隔離栽培することとなった。その後、リンゴの細胞は分裂するがウイルスの増殖が抑制される高温条件で親株を栽培し、新しく伸びた枝の先だけを他の台木に接ぎ木するという方法が試みられ、それが成功して、ウイルスフリーのリンゴの木を5本作ることに成功した。検査の結果、ウイルスが発見されなかったため、ようやく日本国内への輸入が許可されたのである。

こうして準備がととのったニュートンのリンゴの木(表紙参照)が庭に植え出され公開されたのは1981年になってからで、日本に渡来してから15年余の年月が過ぎていたことになる。リンゴは自分の花粉を受けても実が付きにくいので、近くに別の品種の木も植え、虫によって自然交配が起こるようにしている。その結果、ある程度の実(裏表紙下図)はつくののだが、カラスのいたずらなどの原因で落ちてしまい、リンゴらしく大きくなる実は稀である。ニュートンのリンゴはその後、科学の振

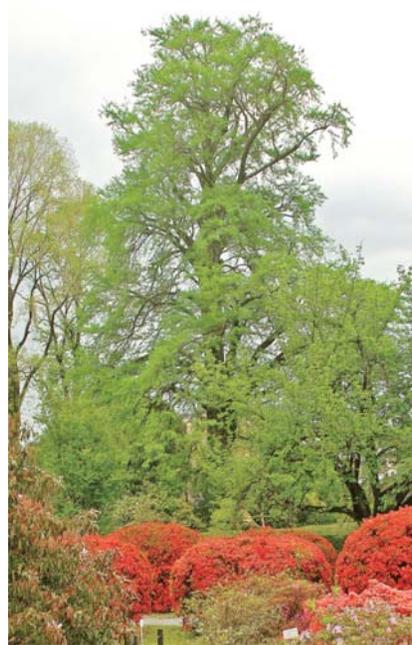
興啓発のために、各地の学校や科学にかかわる施設に穂木で分譲され、今では日本の各地で育っている。

ニュートンのリンゴの隣には「メンデルのブドウ」がある。こちらは最初から小石川植物園に植える目的で、第3代園長の三好博士が、メンデルがブドウの育種の研究を行なったブルノ(チェコ共和国)の修道院にあったブドウの分譲を依頼し、送り届けられたものである。こちらも日本各地に分譲されている。

園内にはさらに、1894年に平瀬作五郎が裸子植物から精子をはじめて発見した研究材料であるイチョウ(精子発見のイチョウ, 図参照)がある。

このように宝物に満ちた小石川植物園そのものが、理学の宝であることは明らかである。今、この小石川植物園の歴史を損なうことなく、時代に応じた新しいページを書き加えるため、植物園整備を目的とするLife in Green Project(<http://green.todai-kikin.jp/>)を立ち上げた。

Life in Greenは本計画のための造語で、Life'nGreenあるいはライフィングリーンと読まれることを期待して創った。広く使われるlife with greenのアナログであり、後者が人間を主体とした「緑のある生活」を意味するのに対し、人間が自然を象徴する緑と助け合い、一体となって生きる願いを込めたものである。ニュートンのリンゴが日本各地に散らばり、それぞれの施設で科学の夢を育てるように、小石川植物園も自然を愛する人々の夢を集め、夢を実現する場所でありたいと願っている。



図：精子発見のイチョウ。詳細は理学部ニュース 2006年11月号を参照。

## 第 11 回 理学から羽ばたけ

### 科学者に国境はない

吉田 知史（ブランダイス大学生物学部ローゼンスティール基礎医科学研究所 助教授）

「科学には国境はない」というのは細菌学の開祖レイ パスツールの有名な言葉だ。国籍や人種の壁を越えて互いにしのぎを削り、また協力しあう科学者コミュニティの本質を良く表していると言葉だと思う。実はこのあとに「しかし科学者には祖国がある」と続く。世界中から多様な人材を集め、しかもその多様性を均質化せずありのまま受け止めているアメリカの科学政策がまさにこれに当てはまる。

私は生物科学専攻の博士課程を終了後、ハーバード大学医学部へポスドクとして留学し、現在ボストン郊外にあるブランダイス大学で研究室を運営している。私の研究室では酵母細胞をモデルとして細胞の癌化や老化の分子メカニズムを少しでも明らかにすることが目標だ。

私は大学入学時から将来は研究者になりたいと漠然と考えていたが、大学院進学を真剣に考え始めたのは植物学科の3年生のときだった。不真面目な学生だった私は臨海実習や分類学実習などは旅行気分楽しんでいたが、講義のほうはほとんど理解できず勉強に嫌気がさしていた。当時はまだバブル景気の名残もあり文系就職した先輩が羽振りよく振る舞うのを見てビジネスマンになるのも面白いかもしれないと考えたりもした。あるとき学生実習でお世話になっていたポスドクの方に「よく毎日毎日、朝から晩まで研究室で過ごせますね？」と今思えばたいへん失礼な質問をした。愚痴や不満のひとつでも聞かされるのだろうと予想していたのだが帰ってきた答えは「いや、毎日研究室へ来るのが楽しみで仕方ない。前日の実験結果が知りたくて朝になるのが待ちきれない」というものだった。単純だった私を惹き付けるには十分な答えだった。

大学院では東江昭夫教授の植物遺伝学研究室で酵母の細胞分裂に関する研究に従事した。酵母の遺伝学は数学の証明問題を解くように論理的だ。シンプルで美しい研究にあこがれて私はたちまち酵母

の研究に夢中になった。始めは数えきれない程の無駄な実験を繰り返したが東江先生は 忍耐強く見守ってくださった。数々の失敗の中から良い実験を組むことの大切さを学んだ。大学院生活は必ずしも順調だったわけではない。毎日遅くまで実験するのは全く苦ではなかったが、自分が研究者としてうまくやれているかどうかは常に不安でもあった。私になんとか博士課程を終了することができたのは 研究室内外の先輩、それから同じ目標をもつ友人達の存在のおかげだ。そして何よりも研究が面白かったからだ。

大学院終了時にボストンへ留学することに決めたのは、ひじょうに競争的な環境でも自分が研究者として通用するかを試したかったからだ。留学先のボストン面接をしたのはちょうど巨人の松井秀喜選手が Yankees に移籍を決めたところで「自分も Yankees（ハーバード）で野球（研究）がしてみたいんだ。」とアピールしたことを覚えている。日本の科学技術が進歩した現在、アメリカに留学する必要があるのかと問われれば「おそらく必要ではない」と答えるだろう。しかし留学は私に貴重な経験や転機をもたらしてくれた。留学するメリットのひとつは外国人研究者とのネットワークができることだ。論文でしか名前をみたことのない著名研究者と知り合う機会は格段に多い。毎日研究室で苦楽をともにする同僚ポスドクや学生との交流は世界中に友人のネットワークを広げてくれる。また意外かもしれないが、ボストンでは多くの日本人研究者と知り合うことができた。マイノリティーであるがゆえに「日本人だから」という理由だけで、分野の違う研究者と知り合うことができたのも大きな財産だ。

留学して5年目になるころ、身の振り方を考えることになった。研究者としてポスドクの次のステップは、自分の研究室をもち独立することだ。最終的にブランダイス大学を選んだのは、まだしばらくアメリカで挑戦を続けてみたくなっ



■ ニューヨークにて、筆者と家族

#### PROFILE

吉田 知史（よしださとし）

1998年 東京大学理学部生物学科（植物）卒業

2003年 東京大学大学院理学系研究科博士課程修了 博士（理学）

2003年 ハーバード大学医学部  
ダナファーマー癌研究所  
研究員

2009年 ブランダイス大学生物学部  
ローゼンスティール基礎医科学研究所 助教授

たからだ。英語を流暢にしゃべれない外国人の私に大きなチャンスを与えてくれたことには感謝しても仕切れない。

ブランダイス大学に研究室を構えてからは、実験三昧だったポスドク時代とは異なり、日中は授業、学生の指導、試薬／機械の発注、研究費や論文の審査などといった、自分の研究とは直接関係のない仕事が一気に増え、とても忙しい毎日を送っている。研究にはお金がかかる以上、競争的な側面も大きく、研究費の申請や論文投稿に大きなストレスがかかるのは紛れもない事実だ。忙しい毎日だが研究者になって本当に良かったと感じている。煎れたてのカプチーノを片手に新着の論文を読むのは至福の時間だ。私の小さな研究室から面白い発見が飛び出すのを、わくわくしながら毎朝研究室へ通っている。

# モノの拡がりに潜む普遍法則：実験証拠を発見

竹内 一将 (物理学専攻 博士課程3年),  
佐野 雅己 (物理学専攻 教授)

伝染病や火災、水の浸透など、「モノの拡がり」に潜むとされてきた普遍法則の初めての実験証拠が、液晶中の乱流の拡がりにおいて発見された。これは異方的浸透現象 (Directed Percolation) の普遍挙動とよばれ、モノが拡がるさいの臨界的な状態で広く見られることが理論的に確立しているが、実験では長らく証拠が見つからず、重要な未解決問題とされてきた。今回の発見は、「モノの拡がり」という本質的に不可逆・非平衡の現象でも、臨界状態は統一的に理解できるという実例であり、マクロ非平衡系の普遍構造を探る上で重要な成果である。

何らかのモノ—物体とは限らない—が拡がるという現象はわれわれの身の回りの至る所に存在している。新型インフルエンザで注目された伝染病の拡大をはじめとして、森林火災や噂の伝播、軽石に垂らした水の浸透も、想像しやすい例であろう。このような現象は、学術的にも、触媒反応、細胞の信号伝達、銀河の形成など、あらゆる分野で目にするものである。これら一般に「モノの拡がり」と総称される現象は、当然ながらそれぞれがまったく別の物理過程であり、それを記述する物理法則も異なる。しかし、それにもかかわらず、モノが拡がるか拡がれずに消えてしまうかの臨界的な状態においては、そのほとんどが同じ普遍法則に従って活動していることが、理論やシミュレーションにより明らかにされてきた。これは異方的浸透現象 (Directed Percolation) クラスの普遍挙動とよばれ、現在では理論的によく理解されている。

では、果たして、現実の「モノの拡がり」もこの普遍法則に従っているのだろうか？これは学術的にも実用的にも重要な問題であり、過去30年近くにわたって多くの実験がなされてきたが、どういうわけか理論の予言する普遍挙動は最良でも部分的にし

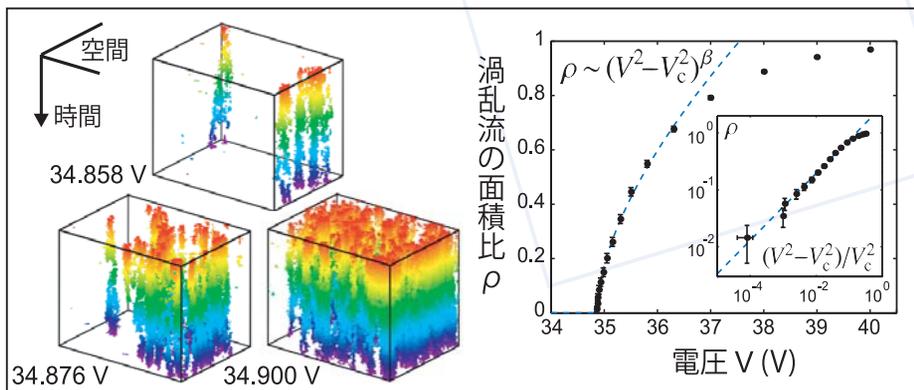
か確認されず、重要な未解決問題とされてきた。これに対し、われわれは液晶乱流の拡がりや臨界現象の測定に理想的な性質を備えていることを見出し、普遍挙動の包括的な実験検証を行った。

ある種のネマチック液晶は電圧を印加すると対流が起り、高電圧で乱流状態が実現する。この乱流には、位相欠陥の渦の多寡により2状態が存在し、電圧が高いと渦乱流が拡がるが、低いと拡がれずに消えてしまう。そして、その境目である臨界状態近傍においては、渦乱流の伝搬はまさに軽石の中を水が下方に浸透するかのように行われていることが判明した (図左)。われわれは、渦乱流の拡がり・消滅・分布などを特徴づける臨界指数を総計12個、直接に測定し (例：図右)、そのすべてにおいて、異方的浸透現象の普遍挙動との一致を確認した。これにより、実験証拠の不在という根本的問題を解決することに成功した。

臨界現象の普遍挙動は、正味のエネルギーやり取りのない平衡系で発見され、20世紀中盤の統計物理学にパラダイムシフトを起こした概念である。いっぽう、「モノの拡がり」という現象はその範疇になく、本実験のようにエネルギー注入により駆動された、いわゆる非平衡系に固有のものである。基本物理法則がほとんど未知の非平衡系に、普遍法則を見出す努力は多方面で行われており、その1つが今回初めて確認されたことは重要な学術的意義をもつ。

本研究成果は K. A. Takeuchi *et al.*, *Physical Review Letters* **99**, 234503 (2007) および K. A. Takeuchi *et al.*, *Physical Review E* **80**, 051116 (2009) に掲載され、米国物理学会 *Physics* 誌にハイライト紹介されている。

(2009年12月8日プレスリリース)



左：定常状態において渦乱流が伝搬する様子(空間:1.2mm×0.9mm,時間6.6秒)  
右：渦乱流の占める面積  $\rho$  (オーダーパラメータ) と印加電圧  $V$  の関係。転移点から冪的に増大し、その指数  $\beta$  は異方的浸透現象の値 0.583... と一致する。

# 迅速・高感度水分透過率測定装置の開発

島田 敏宏 (化学専攻 准教授<sup>注)</sup>)

有機電界発光素子、有機太陽電池など、フレキシブル有機デバイスを製造するにあたって、水分や酸素は有機半導体を劣化させ寿命を著しく縮めることが知られている。そこで、素子を構成する基板や側面シール材には高性能の水蒸気バリア性をもつ封止材料を用いる必要があるが、これまでガスバリア性の評価装置には、感度・測定時間の点で不足があった。とくに、測定時間が数日～数ヶ月かかるため、材料や素子の生産管理に用いることは不可能であった。われわれは、有機電界発光素子に必要とされるレベルのガスバリア性の測定を、短時間でできる測定装置を開発した。

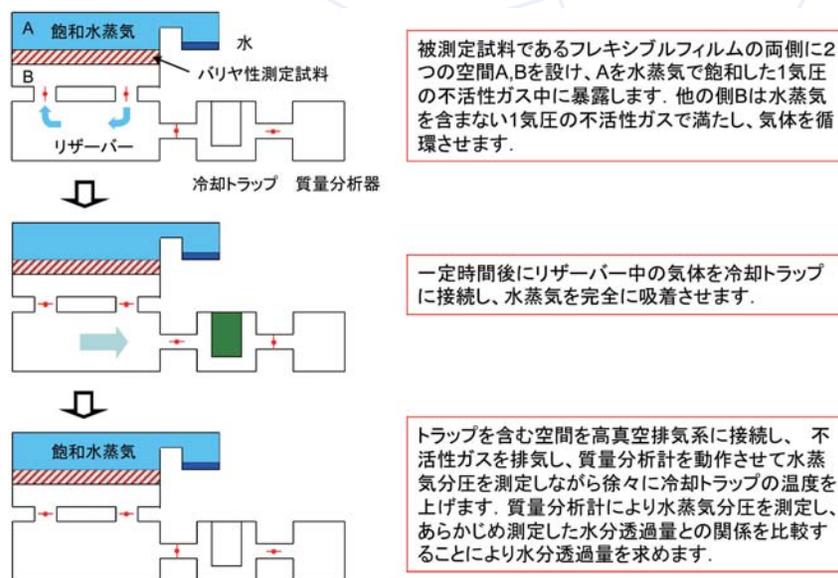
測定原理を図に示す。試料を透過してきた水蒸気を、液体窒素冷却したトラップに捕集し、水蒸気以外は排気する。その後トラップを超高真空におかれた質量分析計に接続し、決められた温度シーケンスで水蒸気を脱離させて定量する。この方式は、大気圧下の試料空間と超高真空中の質量分析計の間で、水蒸気を冷却トラップを介して受け渡すという新しい原理に基づくものであり、質量分析計を用いているため、水蒸気以外の気体に対しても容易に適用可能である。また迅速な測定のためには、装置内壁の水蒸気吸着を極力少なくする必要があることが開発中に判明し、材料・加工法の吟味により対応した。試料測定後に全系を排気・加熱ベーキングすることにより迅速にバックグラウンド水分を下げて次の試料の測定を行うことができる。

これまでさまざまな原理に基づく水分透過率測定装置が知られていたが、大気圧の気体中の水分をそのまま定量しようとするものばかりであり、感度が低いために定量可能な水分量を透過させるまでの時間が長くなっていた。また、試料測定後の装置の処理や材料・加工に、超高真空対応のノウハウを用いていないため、バックグラウンド水分の除去にかかる時間が長いという欠点もあった。新装置は、短時間でくりかえし測定が行える利点があり、デバイス封止のための材料開発や生産管理だけでなく、まだ謎の多いソフトマテリアル（高分子以外にも溶融塩や液体など）と気体との相互作用の基礎研究に用いることが可能である。

本研究は、学会の懇親会での議論をきっかけとして、(株)TI および (株)MORESCO との共同研究として行われ、最後は休日返上で製品化にこぎつけることができた。研究費不足を補うために始めたが、ソフトマテリアルと気体との相互作用は奥が深いことがわかり、従来よりも桁違いに高感度の測定器ができたので新しい研究が可能になり楽しみである。装置の原理と基礎データについては、T. Shimada *et al.*, *Applied Physics Express* 3, 021701 (2010) に掲載された。

(2009年12月15日プレスリリース)

注) 2010年4月より北海道大学教授



■ 今回開発したガスバリア性測定装置の測定原理 (水蒸気測定の例)

# 地球温暖化でインド洋の気候モードがシフト

中村 修子 (地球惑星科学専攻 特任研究員),  
茅根 創 (地球惑星科学専攻 教授)

インド洋ダイポールモード現象 (IOD) の過去 115 年間の発生頻度と規模を、ケニアのサンゴ年輪解析から復元した。その結果、西インド洋の温暖化によって 10 年周期だった IOD が 2 年前後に短周期化し、エルニーニョ/南方振動現象 (ENSO) に代わってインド洋気候を支配していることを発見した。

山形俊男教授らが 1999 年に発見したインド洋ダイポール現象 (IOD) は、太平洋の ENSO と類似の、しかし ENSO とは独立して起こるインド洋の海洋気候変動で、インド洋のみならず世界各地の気候に大きな影響を及ぼす。正のダイポールモード時にはインド洋東側のインドネシアやオーストラリアが乾燥し、西側のケニアなど東アフリカでは大雨となる。1994 年の日本の猛暑や 1997 年のマレーシアの山火事、2006 年の東アフリカの大洪水、あるいは 2009 年初めのオーストラリアの森林火災など、多くの異常気象現象が、最近頻発するダイポール現象に関係していることがわかってきた。IOD が原因となって起こる干ばつや洪水は、社会経済的に脆弱なアジア・アフリカ諸国に甚大な被害をもたらすため、IOD の正確な発生予測が熱望されている。しかし IOD は最近 40 年間の観測記録の解析研究から発見され、長期変動の実態は不明だった。地球温暖化に伴う未来の気候状態を知るためにも、より長期にわたる過去の IOD 発生記録の復元が切望されていた。

われわれはこれを、西インド洋のサンゴ年輪を用いて解決した。ハマサンゴは石灰質骨格に年輪を刻んでおり、この年輪の解析によって過去の水温や降水量の変動を復元することができる。2002 年 10 月にケニアのマリンディ海洋公園で採取された全長 180 cm のハマサンゴのコアは、115 年分の年輪をもっていることが確認され、およそ月単位 (1.5 mm 間隔) で年輪の酸素同位体比を解析した。ケニアでは正のダイポールの年には 9-11 月にかけて高い降水量が観測され、これを IOD のシグナルとすることができる。われわれはサンゴ年輪の同位体比記録から 9-11 月の降水偏差を抽出して、過去 115 年間 (1887-2002 年) の降水復元 = IOD 復元に成功した。

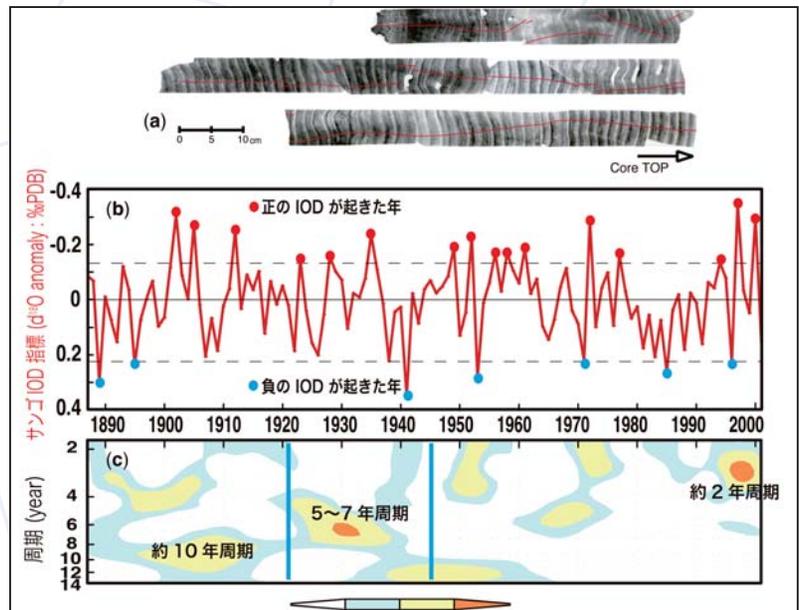
その結果、1924 年以前には 10 年に 1 回程度だったダイポールモードの周期が 1924 年以降は

短くなり、1990 年代以降は約 2 年に 1 回と頻発し、規模も大きくなっていることが確認された。これは西インド洋の水温上昇と対応しており、この水温上昇が最近の IOD の頻発の引き金になっていると筆者らは考えた。IOD の活発化に伴って、20 世紀前半には太平洋の ENSO がインドモンスーンなどインド洋と周辺の気候を支配していたのに代わって、インド洋ダイポールモードが支配勢力となってきていることもわかった。

これまで世界のさまざまな異常気象は、ENSO との関連で説明されてきたが、最近そうした説明が成り立たない異常気象 (たとえば 2009 年のオーストラリアの乾燥) が頻発していることも、20 世紀後半以降 IOD が活発になったためと考えると、理解できる。

本研究は東京大学地球惑星科学専攻で、フィールドワークを研究手法とする茅根創教授らのチームと、モデル解析を研究手法とする山形俊男教授らのチームとの、分野横断型共同研究成果として得られ、N. Nakamura *et al.*, *Geophysical Research Letters*, 36, L23708 (2009) に掲載され、米国地球物理連合 (AGU) Journal Highlight に選出された。

(2009 年 12 月 22 日プレスリリース)



(a) サンゴ年輪の軟 X 線写真, (b) ほぼ月単位の酸素同位体比から抽出したサンゴ IOD 指標および (c) 周期解析結果

# 原子核の力の解明とエキゾチック原子核

大塚 孝治 (物理学専攻 教授)

原子核を構成する陽子や中性子の間に働く、テンソル力など、核力の未知の性質を見出した。それにより、原子核の存在限界、質量、形状、スピンなどを決めるシェル構造や魔法数が、陽子や中性子の数とともにいかに進化するかを示した。陽子に比べ中性子がきわめて多いエキゾチック原子核での構造進化が統一的に予言、あるいは、説明され、安定核で半世紀にわたり信じられてきた魔法数パラダイムがエキゾチック原子核では成り立たないことがわかった。*Physical Review Letters* に掲載され、全論文の2%程度が選ばれる Viewpoint 欄で紹介された。

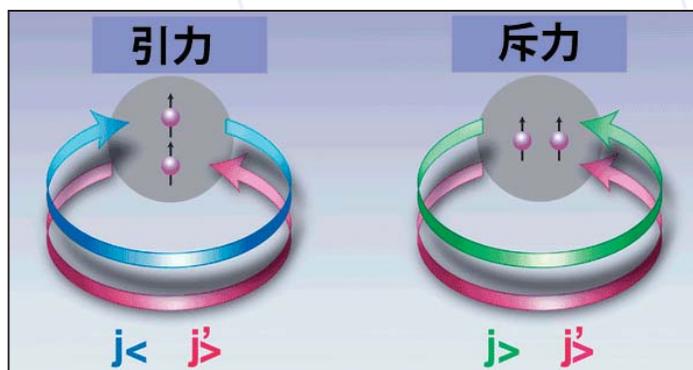
原子核は陽子と中性子から成り、核力によってひとつの塊となる。核力はきわめて複雑で、いまだに全貌は明らかでない。さらに、原子核中で働く核力には媒質中であることによる補正も加わり、いっそう未知である。核力の複雑さは理学系研究科イメージバンク ph0004 (<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/imagebank/?mode=show&id=ph0004>) を見ると実感できる。しかし、自然には往々にして外見上の複雑さからは想像できない単純さがあり、本論文ではその一例を示した。すなわち、本論文ではまず実験を再現する現象論的核力に内包されている単純な性質を見出した。この性質は力のモノポール成分に関するもので、モノポール成分は魔法数やシェル構造を直接変える。そのような核力のモノポール成分が中心力とテンソル力の2種類でほぼ表わされ、各々が別々の単純な性質をもつことを示した。テンソル力は、パイ中間子の媒介などにより発生し、2粒子のスピンが揃った場合にだけ働く。2粒子の位置のずれの方向とスピンの方向が揃っていると引力、直角だと斥力という特異な性質をもつ。それが原子核内の軌道上を運動する2粒子間でどのように働くかを先行論文で示したが(図参照)、本論文では原子核内での強さが、原子核外の自

由な空間で同じように運動する陽子と中性子の間のテンソル力と、ほぼ同じであることを理論的に示した。この「同じ」というのは一見当り前のようであるが、短距離斥力芯や媒質効果の観点からすればまったく自明でなく、この単純さは大きな意味をもつ。いっぽう、中心力は重力やクーロン力のような簡単な力に代表されるように、2粒子間の距離だけで決まるもので、原子核内の核力の場合、上のイメージバンクの図よりもさらに複雑なプロセスをすべて含んだものである(繰りこみ)。その結果はむしろ単純な形に書ける、というのが2番目の帰結である。

テンソル力は、図にあるように2つの粒子の軌道(の合成角運動量  $j$ ) の組み合わせによって、引力にも斥力にもなる。その効果は中性子の配位などの変化に敏感に反応し、一粒子エネルギーを上げることもあれば下げることもある。いっぽう、中心力の効果は中性子数などの変化にゆるやかに反応し、単調である。このような、性格のまったく異なる2つの成分が原子核のシェル構造を決めており、そのためにエキゾチック原子核の魔法数は、安定原子核の旧来のルールからずれてしまい、新たな魔法数が生まれる。魔法数やシェル構造は原子核の構造を決める基本的な要素であり、重い元素の宇宙での創成史にも影響する。そこで、それらの探究のための実験を、世界中の大型重イオン加速器が競って行っており、本論文に至る一連の研究はわが国の理研 RI ビームファクトリー (RIBF) を初めとする世界の研究の方向性にも大きな影響を与えてきた。

本論文は、物理学専攻の角田直文 (M2)、月山幸志郎 (D2)、および外部の鈴木俊夫 (日大)、本間道雄 (会津大)、宇都野穰 (原研)、M. H.-Jensen (オスロ) との共同研究で、T. Otsuka *et al.*, *Physical Review Letters* 104, 012501 (2010) として掲載された。

(2010年1月5日プレスリリース)



原子核中の軌道を回る陽子や中性子に働くテンソル力の効果。軌道上の運動が帯状の矢印で表わされている。すれ違いの場合(左)は引力で、並行の場合(右)は斥力となる。上向き黒い小さな矢印はスピンを表わす。図は Carin Cain 作成, J.P. Schiffer, *Physics* 3, 2 (2010) より転載(一部和訳)。

## 反発しそうなケイ素原子同士の化学結合の構築

狩野 直和 (化学専攻 准教授),  
川島 隆幸 (化学専攻 教授)

ケイ素化合物は一般にケイ素が四つの原子と結合した状態が安定である。今回、五つの原子と結合したケイ素原子同士が直接つながるといふ、新しい結合をもつジアニオン性化学種を合成した。この新種の結合は、ケイ素の5配位状態の不安定性に加えて、ケイ素の近傍に局所的に原子が密集することで立体反発と、二つの負電荷同士の静電反発によって容易に切れてしまいそうであるにもかかわらず、きわめて安定であった。局所的に高密度な新しいケイ素材料の基本骨格としての利用が期待される。

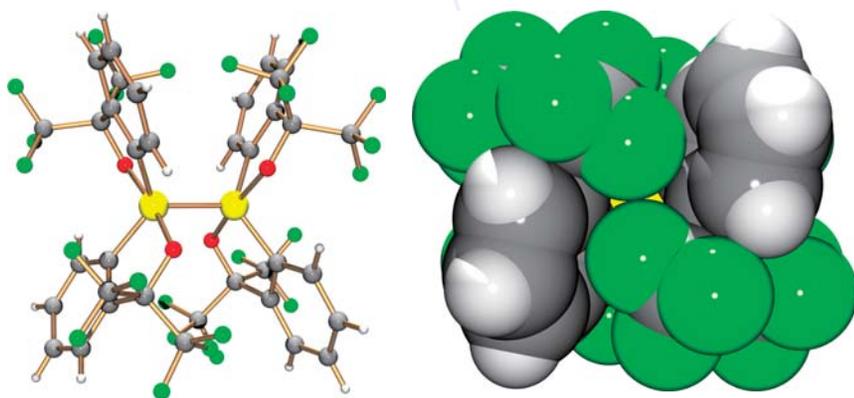
半導体材料の単結晶シリコンやケイ酸塩鉱物を始めとして、一般にケイ素は四つの原子と結合した4配位の正四面体構造をもつ。単結晶シリコンはダイヤモンド型構造であるため4配位ケイ素同士の結合の集合体であり、他のケイ素化合物におけるケイ素原子間結合の結合様式も同様である。化学結合は化学物質を構成する基本要素であるから、結合自体の性質を変えれば、新たな化学物質や反応の開発に役立つと期待される。ケイ素同士の結合の性質を根本から変えるためには、ケイ素が結合する原子数を増やすことや、ケイ素原子を正や負に帯電させることなどが単純な発想として浮かぶが、その実現は簡単ではない。なぜなら、結合の周りが混雑すると立体的な反発によって結合が解離しやすくなる上に、正電荷同士や負電荷同士は静電的に反発するからである。そもそも五つの原子と結合して負電荷を帯びたケイ素化学種は、置換基が脱離する傾向にあるため、多くは不安定である。そのような知見をふまえると、帯電した5配位ケイ素同士の結合は5配位状態に由来する不

安定性に加えて、二つのケイ素原子団の間の電子反発と立体反発からきわめて不安定で、容易に結合が切れてしまうと予想される。

今回、ケイ素を使った究極の結合への挑戦として、負電荷を帯びた5配位ケイ素化学種のケイ素原子同士の結合を、新たに創り出した。負電荷同士の静電反発が懸念されたため、全元素中で最大の電気陰性度のフッ素を多数もつ配位子を利用して、負電荷を配位子へと分散させた。4価4配位ケイ素化合物をリチウムで還元して新結合化合物を合成したところ、きわめて安定であることがわかった。たとえば、水中で100℃に加熱してもケイ素-ケイ素結合は切れず、空気中でも容易に扱える。

結合長(2.3647(9) Å)は一般的なケイ素-ケイ素結合長とほぼ同じである。結合の周辺はケイ素がおおわれるほど混んでいるが、配位子同士が立体反発を避けた配座である(下図)。水とは反応しないが塩酸とは反応してプロトン化される。また、電子を放出して酸化される性質をもち、紫外光を吸収する。すなわち、塩基性、酸化特性、紫外光吸光性の三つの面をもち、中心となるケイ素の結合から八つの原子が手足のように伸びた異形な化学結合であることから、「阿修羅結合」と命名した。5価5配位ケイ素同士の結合を有するジアニオン性化合物が実は安定であると明らかにしたことで、この新結合を骨格とする新しいケイ素材料の開発が期待される。本研究は、文部科学省、日本証券奨学財団、山田科学振興財団の支援によって行われ、N. Kano *et al.*, *Nature Chemistry*, 2, 112 (2010) に掲載された。

(2010年1月19日プレスリリース)



ケイ素を含む部分の結晶構造(左図)。中心の二つのケイ素原子(黄色)はそれぞれ二つの酸素原子(赤色)と二つの炭素原子(灰色)に結合し、外側にフッ素原子(緑色)が位置している。原子半径を考慮したジアニオン部分の様子を別方向から見ると、中心のケイ素原子が配位子におおわれて外側からほとんど見えず、配位子はぶつからないように配置されている。



### 「共形変換」

平地健吾 (数理学研究科 准教授)

共形変換とは空間の一点で交わる二つの曲線のなす角度を保つ変換のことである。たとえばメルカトル図法で描かれた地図は、地球の表面から平面への共形変換である。地球は丸いため、距離の縮尺を保って平面の地図を描くことはできない。しかし、角度だけなら正確に平面上に写すことができる。大航海時代の船乗りは縮尺の変化する地図を使って等角航路(地図上の直線)に沿って旅をしていた。

もし地球がもっと複雑な形をしていたとしたら角度を保つ地図を作ることは可能だろうか?この問を一般化すると、距離の概念をもった二つの空間の間に共形変換が存在するのか、という共形幾何学の問題になる。2次元空間の場合には、

ガウス (C. F. Gauss) により、どんな曲面でも何枚かの等角な地図でカバーすることができることが示されている。曲面の共形変換は美しい構造をもち、数学のみならず理論物理における共形場理論 (CFT) の基礎にもなっている。

いっぽう、次元が3以上のときには等角な地図が作れない「曲がった」空間が存在する。この曲がり方を記述するために、1984年にフェファーマン (C. Fefferman) とグラハム (C. R. Graham) はアンビエント空間の理論を開発した。これは  $n$  次元空間の角度の情報だけから  $n+2$  次元のアインシュタイン・ローレンツ計量もつアンビエント空間とよばれる多様体を構成し、共形変換を対応するア

ンビエント空間の間のローレンツ変換に翻訳するものである。ローレンツ変換の幾何はよく知られているため、この発見が共形幾何学のブレークスルーとなり、高階の共形不変微分作用素、 $Q$ -曲率などの新しい対象が発見され、現在盛んに研究されている。最近ではマルダセナ (J. Maldacena) によって提唱された超弦理論における AdS/CFT 対応においてもアンビエント空間が応用されている。

実は偶数次元空間での共形変換とローレンツ変換の双対性には誤差があり、共形不変量の構成も不完全な部分がある。筆者はグラハム教授と共に偶数次元のアンビエント空間理論の精密化に取り組んでいる。



### 「太陽系外惑星」

須藤 靖 (物理学専攻 教授)

1995年 ミッシェル・メイヨール (Michel Mayor) とディディエ・ケロス (Didier Queloz) の2名が、ペガス座51番星の周りをわずか4.2日で公転する木星質量の天体を発見したと発表した。わが太陽系以外に惑星が存在することを初めて明らかにしたのだ。2010年1月時点ですでに420個を超える数の系外惑星が発見されている。これに対して太陽系内惑星はわずか8個(しかも1995年時点から1個減っている!)。もはや系外惑星に対して「系外」はとりさって系内惑星の場合のみ「系内」という修飾語をつけたほうが良いと思われるほどだ。

われわれの「世界」以外の「世界」は存在するのか。惑星系に対しておそらく有史以来ずっとくりかえされてきたであろうこの種の哲学的議論には、今や観測

的に決着がついた。現在までに、太陽に似た恒星の少なくとも10パーセント以上は惑星をもつことがわかっている。複数の惑星をもつ系も40個以上知られている。これらはいずれも現在の観測検出限界内という意味において、下限でしかない。つまり惑星(系)は稀なものではなく普遍的な存在である。いっぽう、これらの惑星(系)の公転周期、離心率、質量(分布)はまさに多種多様であり、必ずしもわが太陽系が平均的というわけではなさそうだ。

このような急速な進展は当然さらなる疑問を投げかける。われわれの「地球」以外の「地球」は存在するのか。もし存在する場合、そこには海はあるのか、生物はいるのか、文明はあるのか。地球型(岩石)惑星の検出を目的とした衛星「ケプラー」が2009年3月に打ち上げら

れた。地球型惑星の発見自体はもはや時間の問題であろう。地球型惑星が数多く発見されれば、なかには中心星からほどよい距離にあり水が液体として存在するものもあろう(ハビタブル惑星という誤解を招きやすい名前によばれることが多い)。とすればそこに何らかの生命が存在するのでは、と期待するなど言うほうが無理である。

いかにして遠方の惑星の生命の兆候を科学的に証明できるのか。天文学、化学、地球科学、生物学、物理学を総動員して取り組むべき「宇宙生物学」は、まさに理学系研究科でなくては行えない研究分野である。関連した研究は、物理学専攻の私の研究室、地球惑星科学専攻の阿部豊准教授、田近英一准教授の研究室などで行われている。



## 「分子モーター」

平岡 秀一（化学専攻 准教授）

多くの機械にモーターが組み込まれているように、われわれの体を自在に動かし、また生命活動を維持するために、分子レベルのモーターが備わっている。これらを生体分子モーターとよぶ。回転運動を行うバクテリア鞭毛モーターや直進運動を行うミオシンやキネシンなど、多くの生体分子モーターはタンパク質からなり、10 nm 程の大きさで、常に水の粘性抵抗にさらされて運動している。また、DNA 合成酵素や DNA 二重らせんをほどく DNA ヘリカーゼ、RNA 合成酵素などの遺伝情報に関わる酵素も DNA 上を進むリニアモーターである。生体分子モーターのエネルギー源の多くはアデノシン 3 リン酸 (ATP) の加水分解により得られる自由エネルギーであり、これが熱エネルギーの約 20 倍しかないことから、

熱揺らぎを巧みに利用して運動する点が生体分子モーターと通常のモーターとの大きな違いである。

生体分子モーターの研究の歴史は生化学的な解析から始まり、その後光学顕微鏡や高感度カメラの開発により生体分子モーター 1 分子を直接観察する方法が主流となった。これにより生体分子モーターの研究は飛躍的に発展し、さまざまな生体分子モーターのメカニズムが明らかになりつつある。

生体分子モーターの研究がその機構解明にあるのに対して、人工的に分子レベルの機械を構築しようとする挑戦がなされている。これら人工分子モーターの開発は、さまざまな化学結合の結合、解裂、変換とそれに伴う原子の相対位置変化を利用し、機械のような動きを行う分子を

化学合成する試みである。これらの分子は生体分子モーターとは異なる独自の運動メカニズムにより駆動することから、ゼロからの開発である。本学では、工学系研究科の相田卓三教授や筆者らが機械的な動きを行う人工超分子の研究開発を行っている。

生体分子モーターは数十億年という長い進化により高い機能性を獲得した。いっぽう、人工分子モーターの研究はたった十数年が経過したばかりである。現在、人工分子モーターの開発における問題はエネルギーをいかに効率よく運動に変換するかである。生体分子モーターでは ATP 合成酵素がその重要な役割を担っている。このため、見方を変えると人工分子機械の開発は高度な触媒開発のひとつであるといえる。



## 「キスペプチン」

岡 良隆（生物科学専攻 教授）

キスペプチンとは、脊椎動物脳内のおもに視床下部とよばれるところにあるニューロンがつくる、ペプチドである。*KISS1* 遺伝子の産物で約 54 個のアミノ酸よりなるこのペプチドは、武田製薬の大瀧徹也ら日本人研究者がガン転移 (metastasis) 抑制因子として 2001 年に発見したことから、メタスチン (metastin) とよばれていた。その後メタスチンが脳下垂体からの生殖腺刺激ホルモンの強力な分泌促進作用をもち、思春期の開始に重要であることが報告され、生殖神経内分泌分野でにわかに注目を浴び始めた。これに伴い、*KISS1* が first kiss を連想させること、*KISS1* 遺伝子がハーシーチョコレート (キス・チョコレートという製品で有名) 工場のあるペンシ

ルバニア州の大学で発見されたこと、などの理由から、キスペプチン (kisspeptin) とよばれることが多くなった。

脊椎動物においては、視床下部から生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) が分泌され、GnRH の作用により脳下垂体から生殖腺刺激ホルモンが、そして生殖腺刺激ホルモンにより生殖腺から性ステロイドホルモンが分泌される。この性ステロイドホルモンが脳に達して GnRH 分泌量を調節することにより、生殖腺機能の恒常性が神経・内分泌的に保たれる。この脳内生殖制御回路において、キスペプチン産生ニューロンは、血中の性ステロイド濃度情報を GnRH ニューロンに伝える大事な働きをするらしい。

生物科学専攻生体情報学研究室では、

生物学の多方面でモデル動物として有用でゲノムデータベースも完備したメダカを中心に、キスペプチンニューロンの研究を進めており、ノーベル賞受賞で有名になった GFP 蛍光タンパク質などで GnRH ニューロンやキスペプチンニューロンを標識した遺伝子改変メダカを用いて、上記脳内回路の解明を目指している。また、*KISS1* 遺伝子に相当する非哺乳類 *kiss1* 遺伝子のみならず、遺伝子重複により進化の過程で生じた *kiss2* 遺伝子をメダカで発見し、さらに両遺伝子が脊椎動物に広く存在することを示した。今後それらの機能を細胞から個体の生殖や行動レベルで解明するとともに、こうした遺伝子機能の多様性が神経・内分泌系で生じる仕組みを解明していく。

## 東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(※)は原著が英文(和訳した題名を掲載)

種別	専攻	申請者名	論文題目
<b>2010年1月18日付学位授与者(1名)</b>			
課程	生化	志田 明里	BAGドメインのHsp70およびBcl-2との相互作用ならびにアポトーシス抑制の構造論的研究
<b>2010年2月8日付学位授与者(2名)</b>			
論文	化学	田沼 敏弘	CFC代替フロン(ジクロロペンタフルオロプロパン)合成用触媒の開発と関連化合物のNMR解析(※)
課程	生科	津田佐知子	神経組織構築におけるLaminin $\gamma$ 1の機能:メダカ変異体tacoboを用いた解析(※)
<b>2010年2月26日付学位授与者(2名)</b>			
課程	物理	大川 英希	LHCにおけるATLASカロリメータのコミッシュニングおよび新物理探索への展望(※)
課程	生化	佐藤 朋広	標的タンパク質の情報を統計的に活用した新規高効率インシリコスクリーニング手法の開発と応用

## 人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2010.2.16	物理	教授	長谷川修司	昇任	准教授から
2010.2.16	天文研	准教授	本原顕太郎	昇任	助教から
2010.2.16	ビッグバン	助教	平賀 純子	採用	理化学研究所基礎科学特別研究員から
2010.3.1	物理	教授	諸井 健夫	採用	東北大学大学院理学研究科准教授から

## あとがき

2月後半になって急に暖かくなって来た。地球温暖化の今年の夏、生き残れるかどうか不安でもある。「発掘 理学の宝物」はこの3月号で連載が休止と

なるが、最後は「ニュートンのりんごの木」で締めくくられた。まさに「世界の理学の宝物」であり幕切れに相応しい。編集担当の島田先生が北海道大学にご栄

転のため、この3月で交代となる。いろいろありがとうございました。北海道、夏は涼しくて羨ましい限りである。  
野崎 久義(生物科学専攻 准教授)

このたび北海道大への異動により理学部広報誌編集委員を退任することになりました。1年のみの担当でしたが、会議のたびに牧島委員長をはじめとする編集

委員の皆様の熱意にうたれました。役得で学生時代から疑問に思っていた化学教室地下の重力基準点の由来を調べることができたのがよい思い出です。理学部、

および広報誌のますますのご発展をお祈りしております。  
島田 敏宏(化学専攻 准教授)

第41巻6号

発行日:2010年3月19日

発行:東京大学大学院理学系研究科・理学部

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

編集:理学系研究科広報委員会所属 広報誌編集委員会 (e-mail: rigaku-news@adm.s.u-tokyo.ac.jp)

牧島 一夫(物理学専攻) maxima@phys.s.u-tokyo.ac.jp

広報・科学コミュニケーション:

吉川 一朗(地球惑星科学専攻) yoshikawa@eps.s.u-tokyo.ac.jp

横山 広美 yokoyama@sp.s.u-tokyo.ac.jp

野崎 久義(生物科学専攻) nozaki@biol.s.u-tokyo.ac.jp

HP担当:

島田 敏宏(化学専攻) shimada@chem.s.u-tokyo.ac.jp

柴田 有(情報システムチーム) yuu@adm.s.u-tokyo.ac.jp

斉藤 直樹(庶務係) nsaito@adm.s.u-tokyo.ac.jp

HP & ページデザイン:

小野寺正明(広報室) onodera@adm.s.u-tokyo.ac.jp

大島 智(情報システムチーム) satoshi@adm.s.u-tokyo.ac.jp

印刷.....三鈴印刷株式会社



ニュートンのリンゴの花



ニュートンのリンゴ。「ケントの花」という料理用の品種といわれ、ひなびた味わいである。

～発掘 理学の宝物「ニュートンのリンゴの木」より～