

JST NEWS

Vol.9 | No.1

2012

April

4

月号

1秒を「決める」 超精密時計の誕生



独立行政法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Feature 01



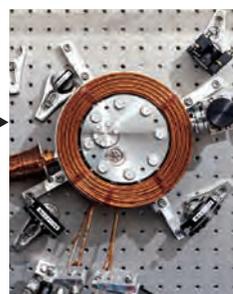
香取創造時空間プロジェクトの取り組み

1秒を「決める」 超精密時計の誕生

時間の基本単位“秒”を世界で最も正確に刻む時計の開発が最終段階に入っている。極微の原子の世界に分け入り、その振動を高精度で読み取って、1秒を正確に「決める」超精密時計。それはいったいどんな時計なのか。そして、その精密さの先に見えてくるものは何か。

06

Cover Photo



理化学研究所(埼玉県和光市)の研究室に製作中の、世界一正確な原子時計「光格子時計」の中心部分。

Feature 02



光合成における酸素発生部位の立体構造を解明

“さきがけ”から世界へ

植物が二酸化炭素と水と太陽の光エネルギーから炭水化物と酸素を作り出す“光合成”。その研究で残された最大の謎が、日本の研究室で突き止められた。世界が注目する快挙はいかに成し遂げられ、どこに向かおうとしているのか。2人のJST「さきがけ」研究者の姿から描く。

10



ようこそ、私の研究室へ 14

中村光廣 名古屋大学 素粒子宇宙起源研究機構 現象解析研究センター 准教授



JST職員の業務報告 12

「トーゴーの日シンポジウム」の企画・運営を行いました。..... 16



3月24～26日に「第1回科学の甲子園全国大会」を開催 埼玉県立浦和高等学校が優勝!

JSTは3月24～26日に「第1回科学の甲子園全国大会」を兵庫県立総合体育館(西宮市)で開催しました。高校生(中等教育後期課程、高等専門学校を含む)が、チームごとに科学分野での知識・技能を競う初めての大会です。

地方予選には計5000名を超える高校生の参加があり、今大会には各都道府県から選抜された47チームと、JSTの実施した全国予選で選抜された1チーム(特別枠)を合わせた48チーム、363名の高校生が参加しました。

各校6～8人のチームで、メンバー同士が互いに協力しながら、さまざまな科学的課題に挑みました。中でも事前に内容が公開されていた、アルカリ乾電池とクリップ、エナメル線、磁石などを材料に「クリップモーターカ



総合競技②「クリップモーターカー・フォーミュラー1」では、長さ240センチメートルのコースを走らせてタイムを競った。

ー」を時間内に製作しタイムレースを行う「総合競技②」は、大いに盛り上がりました。

筆記競技、実験競技、総合競技の得点を加算した総合成績により、埼玉県立浦和高等学校チームが優勝、滋賀県立膳所高等学校チームが第2位、愛知県立岡崎高

科学の甲子園

等学校が第3位となりました。優勝校キャプテンの原雄大さん(高2)は「優勝の要因はチームワークだと思う。時間制限のある中で、メンバーみんなで役割分担して問題にあたることができた」と笑顔で話しました。また、競技ごとの成績上位校や、イノベーションを予感させる最もユニークな回答をした学校などは「優秀校」として表彰されました。

今大会の成績は、JSTのホームページ(<http://rikai.jst.go.jp/koushien/>)で公開します。さらに熱戦の様子はJST News 5月号で詳しくレポートするほか、科学技術の最新動画ニュース「Science News」のWebサイト(<http://sc-smn.jst.go.jp/sciencenews/>)でも配信します。「第2回科学の甲子園全国大会」は、今年度も再び兵庫県で開催する予定です。



地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 防災分野

「地震・津波災害軽減国際シンポジウム」を開催 東日本大震災の教訓をアジア・南米の共同研究者たちと共有

JST、(独)国際協力機構(JICA)、(独)防災科学技術研究所(NIED)は、3月14～15日に仙台で「地震・津波災害軽減国際シンポジウム:東日本大震災の教訓を世界で共有するために」を開催しました。これは行政担当者や、SATREPS(JSTがJICAと連携して推進する地球規模課題対応国際科学技術協力)防災分野のうち、インドネシア、フィリピン、ペルー、チリの4課題の研究者を招き、東日本大震災やこれら地震・津波災害の多発国における震災の経験・教訓を共有して、各国および世界の地震・津波に対する防災力向上に資する方策について議論することを目的としたものです。この4カ国の研究者ら約140人、市民約60人が本シンポジウムに参加しました。

初日は、東北大学の今村文彦教授が「東北地方の津波の歴史と今回の津波被害の調査分析結果について」、気象庁の尾崎友亮推進官が「津波予測モデルの運用の教訓や津波警報の今後の改善



3月16日には研究者たちが石巻や女川地区などの被災地を視察。写真は津波に遭った石巻の小学校前。

計画について」、国土交通省東北地方整備局の川嶋直樹企画部長が「被災地での啓開活動(道路、港、空港の使用・アクセスの確保)の経験について」、臨場感あふれる体験談や映像とともに発表しました。2日目は、4課題の研究成果の発表の後、「東日本大震災から得た教訓」「相手国から何を学ぶか」「持続的な協力」などをテーマにパネルディスカッションが行われました。災害は国境を超え、一国の安全は他国の安全につながり、また、一国では1000年に1度といわれるような災害も世界的に見れば発生頻度が高いことから、SATREPSのような共同研究や、研究期間終了後も見据えたプロジェクト間の情報共有やネットワーク構築の重要性が改めて認識されました。



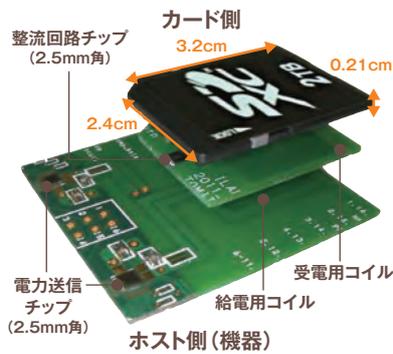
戦略的創造研究推進事業CREST「ディベンダブルVLSIシステムの基盤技術」
研究課題「ディベンダブル ワイヤレス ソリッド・ステート・ドライブ (SSD)」

ワイヤレスSSDに関する3つの革新的技術を開発 「128ギガビット以上」の大容量メモリー製作も可能に!

非接触型の固体記憶媒体(SSD)の研究開発を進めてきた、東京大学大学院工学系研究科の竹内健准教授と慶應義塾大学理工学部の黒田忠広教授、石黒仁揮准教授らのチームは、3つの革新的技術＝①フラッシュメモリーを長寿化する「誤り訂正回路」②世界最高速の「非接触メモリーシステム」③高効率の「非接触給電システム」＝の開発に成功しました。これらを組み合わせれば、128ギガビット以上の大容量SSDメモリーの製作が可能となり、情報処理速度の高速化、消費電力の半減化が見込まれます。

①「誤り訂正回路」は、隣り合うメモリーセル間で起こる干渉によるエラーを訂正する回路です。あらかじめ作成したデータベースを参照することにより、誤りチェックのために複数回必要だった信号の読み出しが、1回で済みます。そのため、読み書きで劣化するメモリー寿命を、従来の10倍に

大容量メモリーカード向け ワイヤレスSSDシステム研究試作品



大容量メモリーカードに求められるワットレベルのワイヤレス給電、高寿命メモリー、ワイヤレス通信の3つの技術的問題を解決した。

延ばすことができます。
②「非接触メモリーシステム」は、メモリーモジュールを回路基板に載せるだけでプロセ

ッサーと双方向通信できるシステムです。本研究チームは、方向性結合器を用いて信号を分岐する新技術を開発し、各モジュールに送る信号をゆがみのない均一なものにしました。高信頼のデータ転送が可能となり、1ピン当たり7ギガビット/秒という世界最高速の通信に成功しました。

③「非接触給電システム」は、電源をもたないメモリーカードへ、ホスト機器から高速・高効率で給電するワイヤレスのシステムです。カードの動作状態で大きく変動する消費電力に追従するよう、送信側のスイッチング周波数を共振周波数およびその分数調波の間で変調することで、受電側の電圧は一定に保たれます。

本成果は、国際固体素子回路会議(ISSCC 2012)で発表されました。「半導体のオリンピック」とよばれるISSCCに同じチームの論文3件が同時に採択されることは珍しく、国内の大学では初の快挙です。



研究成果展開事業「先端計測分析技術・機器開発プログラム」要素技術タイプ／開発課題「細胞内温度計測用プローブの開発」

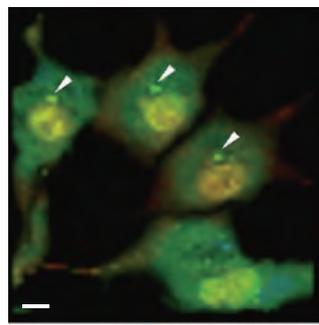
生きた細胞の内部の温度分布を画像化! 「蛍光寿命」利用の温度計測用蛍光プローブの開発に成功

東京大学大学院薬学系研究科の内山聖一助教らのチームは、生きた細胞内の温度分布を計測する蛍光プローブを、世界で初めて開発しました。

内山助教らは2009年に、温度変化で構造が変わる高分子ゲル内部に蛍光色素を結合させたプローブを用い、生きたままの細胞温度の計測に成功していました。プローブの発する蛍光の強さが温度に依存することを利用し、蛍光強度を測ることで細胞の温度を求めるといった計測法です。しかし、使用したプローブには細胞内で集まって固まる性質があったため、細胞内の微小な器官の温度や、細胞内の温度分布までは計測できませんでした。

今回、新しく開発した蛍光プローブは、①温度変化の感知、②細胞内での凝集防止、③蛍光シグナル発信——という3つの機能をもつユニットからなる高分子ゲルできています。プローブは、細胞内で

— 生細胞内の温度分布計測 —



4.6 (28°C) 蛍光寿命 (ns) 7.6 (40°C)

4個のCOS7細胞(アフリカトリザル腎臓由来)の蛍光寿命画像。赤い部分は蛍光寿命が長く(温度が高い)、青い部分は蛍光寿命が短い(温度が低い)。細胞内の丸い部分(核)や、矢印の部分(中心体)は、他の部分(細胞質)よりも暖かいことが分かる。左下の白線の長さは10μm。

固まることなく一様に分散して蛍光を発します。その蛍光寿命(蛍光が消えるまでの

時間)を測ることで、細胞内のほかの要因(pH、イオン強度、粘度など)の影響を受けることなく、0.18°Cというわずかな温度差も検出可能になりました。

内山助教らは、生きた動物細胞内に本プローブを導入し「蛍光寿命イメージング顕微鏡」を使って細胞内の温度分布を画像化することによって、細胞核や中心体が暖かいことや、ミトコンドリア近くで局所的な熱が発生していることなどを確認しました。温度分布と細胞の機能が密接な関係にあることを、生きた細胞で実測したのは世界で初めてです。

本手法は、今まで考慮できなかった細胞内部の温度分布という観点から、生命現象のメカニズムに迫る研究を可能にしました。既に、世界各国の研究者から本プローブを提供してほしいという要請が寄せられており、生物学や医学の発展に貢献することが期待されます。



産学官“金”連携イベント

「JSTベンチャーミーティング 楽市楽座」を開催しました。

JSTでは、大学などから企業に技術移転された研究成果の社会普及を目指しています。2010年8月に「(株)産業革新機構」と連携協定を締結したことを皮切りに、昨年8月には「(株)日本政策金融公庫」と業務連携・協力に関する覚書を締結するなど、従来型の産学官連携活動に金融機関を加えた「産学官金」連携の体制強化に取り組んでいます。

3月21日にはJST東京本部別館(東京都千代田区)で、JSTの支援による研究開発成果を事業化するために設立されたベンチャー企業が自社の技術・製品・サービスとビジネスプランを発表し、資金調達先を募るイベント「JSTベンチャーミーティング 楽市楽座」を、一般社団法人日本ベンチャーキャピタル協会、独立行政法人中小企業基盤整備機構、株式会社産業革新機構、株式会社日本政策金融公庫の後援・協力を得て開催しました。これは、現在のオープンイノベーションの流れ



ベンチャー4社のプレゼンテーションで、熱心に聴講する金融機関などからの出席者たち。

のなか、新技術の開発に成功したベンチャー企業が金融機関と連携し、資金や情報、コーディネート力を得て、事業化の成功率を高めようとするものです。

参加した企業は、オンサイトでの土壌や水質の検査を可能にする小型元素分析装置を開発した「(株)マイクロエミッション」、複数のたんぱく質の同時定量法を武器に創薬

開発のプロセスの抜本的な改革を目指す「(株)Proteomedix Frontiers」、量子化学計算に基づき最適な有機合成経路を提供する「(株)Transition State Technology」、独自の発光制御技術により農作物への光害阻止照明や植物工場向け照明の上市を目指す「(株)アグリライト研究所」の4社です。

参加企業は、開発技術の概要やサービスの特徴、対象とする市場、必要とする資金の使途や規模についてプレゼンテーションを行いました。金融機関や連携機関などからは20名近い参加があり、各社からのプレゼンテーションに引き続き個別相談も行われました。

JSTでは金融機関とのマッチングのみならず、メーカーや商社などの企業や研究機関などを対象に、技術提携や業務提携、販売先の開拓などを目的に今後も「JSTベンチャーミーティング 楽市楽座」を開催していく予定です。

NEWS 06

4月からJSTの科学コミュニケーション部門を改組し、「科学コミュニケーションセンター」と「理数学習支援センター」を新設します。

「科学コミュニケーションセンター」では、科学技術コミュニケーションに関する従来の支援事業やコンテンツ事業のほかに、新たに調査研究機能を一体的に強化し、日本科学未来館と協働しながら推進していきます。調査研究としては科学技術コミュニケーションのあり方全体を基礎調査により俯瞰(ふかん)するとともに、災害時のリスクコミュニケーションに関する研究なども行います。

「理数学習支援センター」では、理科教育支援のための調査研究と科学技術に関する学習支援の2つの機能を統合します。さらに、これまでの調査研究に加え、効果的な人材育成に向けた手法の開発を行い、「伸びる子を伸ばす」「科学技術教育能力を向上させる」という2つの学習支援施策と一体的に展開し、次代を担う科学技術関係の人材育成を一層強化します。

NEWS 07

産学官連携による東北発科学技術イノベーションの実現に向け、支援事業をスタートします。

JSTは4月から「JST復興促進センター」を開設し、東北地域に新たな活動拠点を設置、「復興促進プログラム」を開始します。

- ①「復興促進プログラム(マッチング促進)」:各拠点に「目利き人材」をマッチングプランナーとして配置し、被災地企業のニーズと大学等の技術シーズをマッチングさせた産学共同研究を支援します。
- ②「復興促進プログラム(A-STEP)」:A-STEP・FSステージのスキームを活用して、被災地ニーズを踏まえた大学等のシーズを育成し

ます。

- ③「復興促進プログラム(産学共創)」:産学共創基礎基盤研究プログラムのスキームを活用して、東北の産業界が望むテーマに関する技術課題解決のための基礎研究を実施します。

これらのプログラムは、大学等の革新的技術シーズを被災地企業で実用化し、復興に貢献することを目的としています。

NEWS 08

提言書「日本社会の安全保障と科学技術」をまとめました。

東日本大震災による巨大津波、福島第一原子力発電所の深刻な事故は、危機対応能力に欠けた日本社会の脆弱(ぜいじゃく)性をあらわにするとともに、日本の安全を支えるために投資されてきた予算や、科学技術が寄与すべき課題を考え直し、社会と科学技術をつないで危機に備える仕組みを整えることの重要性を明らかにしました。

JSTは、広聴活動の一環として、社会の安全と科学技術のかかわりに焦点をあてて、エネルギーや情報通信、鉄道、資源(レアアース・レアメタル)、感染症、都市防災、災害対策、食糧の安全保障などの専門家から意見を伺ってきました。また、昨年12月には内外の専門家を招いて「社会の安全保障と科学技術」と題したシンポジウムも開催しました。

これらの広聴活動やシンポジウムから得られた知見を提言にまとめ、日本社会の安全保障につながる科学技術のあり方を、国内外の政府関係者や科学技術コミュニティなどに発信し、わが国の科学技術政策の立案に役立てられるよう活動していきます。冊子などの情報については、JST総務部広報課までお問い合わせください。

香取創造時空間プロジェクトの取り組み

1秒を「決める」 超精密時計の誕生

時間の基本単位“秒”を世界でも最も正確に刻む時計の開発が最終段階に入っている。極微の原子の世界に分け入り、その振動を高精度で読み取って、1秒を正確に「決める」超精密時計。それはいったいどんな時計なのか。そして、その精密さの先に見えてくるものは何か。

1秒は1秒であって“1秒でない!?”

光格子時計——このちょっと変わった名称の時計が、いま科学の世界で注目を集めている。「世界で最も正確に“秒”を決める時計」としての期待が高まっているのだ。

「正確な秒? 正確じゃない秒があるのか」と思う人も多いだろう。何事も時間に制約される現代である。その時間の基本である秒は、正確に決まった単位のはずである。

ところが、秒には不確かさがつきまとうている。人間が決めた単位でありながら、「1秒が1秒ではない」ということがあるのだ。

かつて、古代人は太陽の周期性(地球の自転)に気づいて“1日”をつくり、中世人は時間・分と細分化し、さらに「1日の長さの1/86400」を“1秒”と決めた。

ところが、20世紀になる頃には、地球の自転速度が少しずつ遅くなっていること、従って1日の長さが変わってきていることが分かった。そうなれば、1日の長さの1/86400である1秒の長さも変わる。「1秒が1秒ではないこと」になってしまう。時間は事象を測る基本的な物差しだから、これでは具合が悪い。

そこで注目されたのが、1950年前後から開発が進んだ「原子時計」だ。これは、固有の振動数の光や電波を吸収・放射するという原子の性質を利用した時計で、原子に光または電波を当て、その正確で安定した振動数を高い精度で読み取ることで、時間を決めるのである。これを踏まえて国際度量衡総会(度量衡の国際的統一を行う組織)は1967年、「セシウム原子時計」による1秒の定義を国際的な基本単位とすることを決定した。すなわち、1秒とは「セシウム原子が吸収・放射する電波が、9,192,634,770回振動する時間」としたのである。これが現在、世界で共有されている時間のもととなっている1秒だ。

しかし、そんなセシウム原子時計も絶対ではない。3000万年に1秒の誤差(不確かさ、狂い)が生じるのだ。この誤差は、私たちには何の影響もないが、しかし、科学、たとえば極微の世界を扱う量子力学や素粒子論などにとっては、そうではない。そこに「誤差があれ

ばなくしたい」と思うのが科学者というものだ。

こうして1980年代からは、さらに高精度の時計の研究が行われるようになった。その流れのなかから、「光格子時計」が登場した。21世紀になって早々のことである。

外様の研究者

「初めは、いずれ破綻するだろうといわれましたが、ようやく、方法論の違う研究者からも、精度を追求するなら光格子時計がいい、と認められるようになりました」

こう感慨深げに語るのは、「光格子時計」を考案した東京大学教授の香取秀俊さんである。

原子時計研究者らの参加する国際会議で、香取さんが光格子時計のアイデアを初めて発表したのは2001年。当時は「単一イオン時計」(後述)という、正確さの観点からは「これしか解がない」と世界の研究者の誰もが認める有力な手法があり、大家から新進までの研究者のほとんどが、これだけに注目していた時期だった。一方、香取さんは当時37歳。他の分野の研究を経て原子時計の研究に加わった、いわば外様の研究者だ。

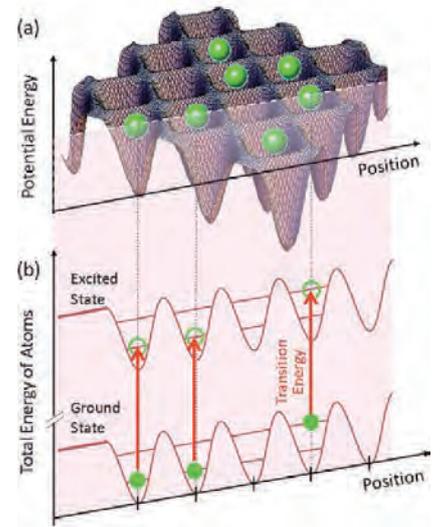
「単一イオンには新たに入り込む余地はないし、他の人と同じことをやるのもつまらない。それならいっそ、全然違う角度からアプローチしてみようと思ったのです」

こうして光格子時計の提案をしたわけだが、これは“常識破り”のものだけに、当初は受け入れる研究者も少なかった。

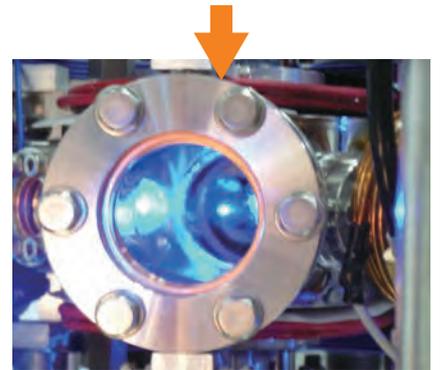
しかし発表から10年余りを過ぎ、事態は劇的に変化している。2003年、香取さんらの研究グループが基礎実験に成功してこの手法を実証すると、アメリカ・フランスの研究者がただちに反応して光格子時計の開発を始め、06年には日本側の計測とほとんど一致する結果を出した。

同じ06年、国際度量衡委員会は光格子時計を「秒の二次表現」の1つとして採択した。2020年頃に行われる見込みの「秒の再定義」で、セシウム原子時計の次の基本単位として選ばれる可能性が生まれたのだ。

●光格子時計の概念図……………



光格子模式図。レーザー光の干渉縞で作られた光格子とストロンチウム原子。(下)励起状態・基底状態のエネルギーが同方向にシフトするため、両者の差は一定で、原子はレーザー光の電磁場に囲まれていることに“気づかない”。



レーザーの照射口側から、光格子の入れられたメーンチャンバー内部を見る。それぞれ孤立したストロンチウム原子が数千万集まり、全体で青白い雲をなしている。



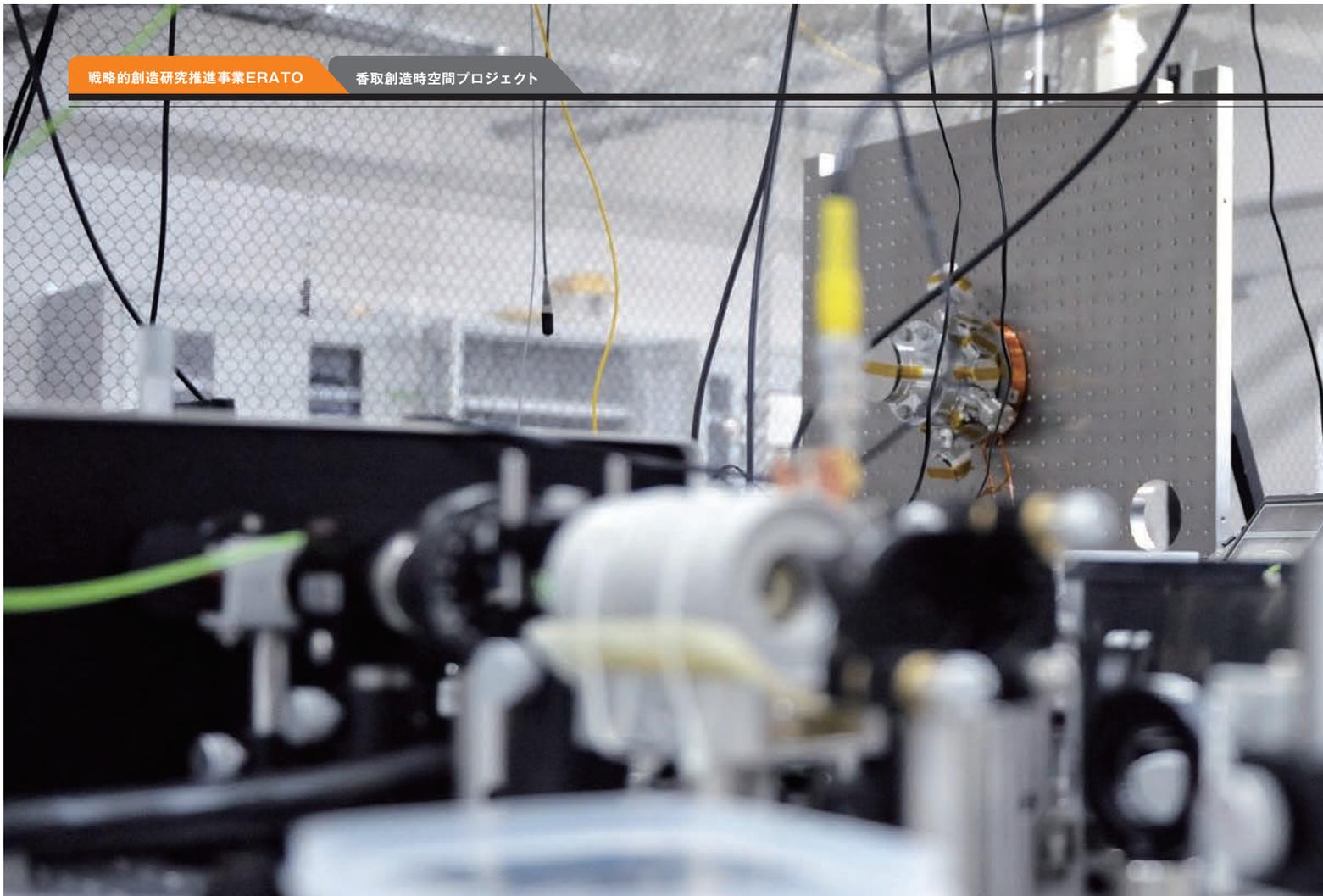
1cmの違いが時計の進み方に出るのです。

研究総括

香取秀俊

かとり・ひとし

1991年、東京大学大学院工学系研究科物理学専攻博士課程中途退学。博士(工学)。ドイツのマックス・プランク量子光学研究所客員研究員、東京大学工学部付属総合試験所助教授などを経て、2010年から東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻教授(現職)。11年から、理化学研究所「香取量子計測研究室」主任研究員を兼務。



回路図から量子コンピュータへ

香取さんは1964年、東京生まれ。理科が大好きな少年だった。小学生の頃夢中になったのは電気の工作で、とりわけ回路図がお気に入り。一日中、飽きずに見ていた。図のところどころに書き込まれた、○にエの印(つまり「江崎ダイオード」だ)に心ときめかせ、「物性(ブッセイ)」という言葉の響きにうっとりした。

もちろんコンピュータ少年でもあった。それが高じて中学生のとき、当時人気のマイコン「Apple II」の模造品を、回路図片手に組み立てたこともあるし、高校生のときには「将来はデバイスを作る仕事をしたい」と思っていた。

その延長で東京大学では物理工学を専攻、しかし物性ではなく原子分光の研究に取り組んだ。ファインマンの量子コンピュータの提案を目にしたのがきっかけだった。大学院を出た後、ドイツのマックス・プランク研究所に留学。ここではからずも、光格子時計の最初のアイデアを得ることになる。

そのころ、量子コンピュータに関する論文(シラク、ゾラー、1995)が一大センセーションとなっていた。そこにはトラップされたイオ

ンをキュービット(量子情報の最小単位)として使う、量子コンピュータの作り方が提案されていた。

「これを中性の原子でやれないだろうか、と思ったことが光格子時計のアイデアにつながりました」

同研究所では、得難い見聞もした。ほかでもない、隣室の研究者が「単一イオン光時計」の実験をやっていたのである。

これは、2対の電極に囲まれた真空中の空間に1個のイオンを閉じ込め、イオンの振動数を測る、「四重極型イオントラップ」を用いる方法だ。この方法では周囲に他の原子もなく、電場、磁場の影響も受けない「自由空間」という最高の条件のなかで、正確な測定ができるのだ。

しかし大きな難点があった。対象がイオン1個しかないので、何度も測定を繰り返して、平均値を求めなければならない。例えば、秒の精度を今より1000倍上げようとする、「1秒」を計測するのに10日もかかるのだ。「これでは研究にならない」。香取さんは思った。

「やはり、多くの原子を使って測定のスPEEDをあげたい。かといって、そのことによって

起きる原子同士の相互作用の問題などは避けたい。それを解決する方法を、何とか考えなければと思いました」

これもまた、光格子時計のアイデアにつながっていく大事なポイントだった。

「光格子」と「魔法波長」

そこで「光格子時計」である。測定の主な流れは次のようになっている。①オープンで個体のストロンチウムを気体化する、②レーザーを用い、2段階に分けてストロンチウム原子を絶対零度(マイナス273.15℃)近くにまで冷却する、③冷却した原子を、メインチャンバー内の光格子に閉じ込める、④光格子にレーザー光を当て、原子の放射する光の振動数を測定する。

ここには極低温操作、量子制御技術、レーザー制御技術といった、最先端の技術が駆使されているが、アイデアの核心は、やはり「常識破りの」光格子と魔法波長だ。

「光格子」とは、レーザー光の干渉縞で作った、三次元の小さな空間である(前頁上図)。この格子のくぼみに、ストロンチウム原子を1個1個閉じ込める。100万個を一度に測定できれば「1秒」の精度は確実に上がる。

子どもの頃から
ずっと電気回路
ばかり見て
きました。



しかし、これは“常識破り”の考え方だ。時間測定にとって理想的な対象は、「電場と磁場のない自由空間に静止した単一の原子」である。その大前提として、原子に影響を及ぼすさまざまな要因を排除することが必要だ。「光格子」では原子は各格子に孤立して閉じ込められているため、原子同士の衝突はないし、原子の熱運動によるドップラー効果をきたすこともないのでこの点はクリアしている。しかし、そもそも原子は、真っ先に排除すべき電磁場（格子）に閉じ込められており、これが原子に影響しないわけがない。つまり「時間測定に適した環境ではない」ということだ。

たしかに、閉じこめられている原子は、その分だけエネルギーがシフトしていく。そのままでは精密な測定はできないだろう。

しかし香取さんは、素晴らしい解決策を用意していた。閉じ込められて基底状態にあるエネルギーシフトに対して、励起状態でも同じだけエネルギーシフトさせることができれば、両者の差は一定だから、放射される振動数は変わらない。原子は自分を取り巻く電磁場（格子）の存在に気づくことなく、固有の振動を続けていくことになる（7ページ図）。

そして実際に、特定の波長のレーザー光を使って原子を閉じ込め、原子から放射される光の振動数が、閉じ込めによる影響を受けないことを確認した。このレーザー光の波長を「魔法波長」と呼んだのだ。

時計の精度が18桁を超えたら

「光格子時計」は昨年、2台の時計を比較して17桁の安定度を達成した。これは、2台の時計の周波数を17桁まで読み出したという意味である。だからこの数字は、大きくなれば大きくなるほど、精度が高いことを意味している。現在、世界時となっているセシウム原子時計の精度は15桁だから、それより100倍の精度ということになる。

香取さんが設計した光格子時計の精度は、18桁である。これは300億年に1秒の誤差だという。宇宙のすべてが始まったといわれるビッグ・バン（137億年前）から、わずか0.4秒しか狂っていない計算だ。

18桁の精度を達成すると、いろいろなことが変わる。たとえばアインシュタインのいう「時空のゆがみ」を実感できるらしい。

「1cm高い所にある時計では重力が弱くなった分だけ、時間が速く進むのを測定でき

る。相対論の時空のゆがみを、人間が実測できるようになるわけです。

そうすると、時計は、人間が時間の流れを認識するツールだけでなく、時空のゆがみを読み出すためのツールとしても期待されるようになるでしょう」

たとえば、原っぱのある場所だけ時計の進み方が遅ければ、この地面の下には、何か密度の高いものがあるに違いないということになる。

「軽々しくはいえないけれども、たとえば資源探査、地震予知といったものへの応用の可能性は考えていいと思います」

もう一つ、香取さんにとって大きな命題もある。

「物理定数は、本当に定数か」——これも時計の精度が上がれば、普遍性と恒常性が検証されていこう。時計が物理定数を変えるかもしれないのである。

ERATO「香取創造時空間プロジェクト」では、18桁に向けて「光格子時計」の精度を上げることに努めながら、「東京圏光格子時計のネットワーク」をつくって、超高精度な時計の新たな役割も考えていきたいと語る香取さん。18桁達成の快挙が待ちどおしい。■

光合成における酸素発生部位の立体構造を解明

“さきがけ”から世界

植物が二酸化炭素と水と太陽の光エネルギーから炭水化物と酸素を作り出す“光合成”。その研究で残された最大の謎が、日本の研究室で突き止められた。世界が注目する快拳はいかに成し遂げられ、どこに向かおうとしているのか。2人のJST「さきがけ」研究者の姿から描く。

華々しい成果に至るまで こだわり続けた20年間

「私は20年間、これこそが本質的に大切だと信じて研究を続けてきました」

誠実で穏やかな表情には不似合いなほど力強い口調で、岡山大学の沈建仁教授は語った。

1990年に、大学院を修了し、研究者としての道を本格的に歩み始めた沈さんがスタートさせた1つの研究が、約20年間の雌伏の時を経て、大きな展開を迎えた。昨年発表した「光化学系Ⅱ複合体の結晶構造解明」の論文——世界に与えたインパクトの大きさは、アメリカの科学誌『サイエンス』の「2011年の科学10大成果」に、日本から小惑星探査機「はやぶさ」の快拳と並んで選ばれたことが如実に物語る。

しかし、沈さんの華々しい成果に至るまでの研究のほとんどは、さまざまな困難や世界とのし烈な競争の連続だった。

原子の姿を見るための 壁を突破した「1.9Å」

植物は、光合成によって二酸化炭素と水と太陽の光エネルギーから炭水化物と酸素を作り出す。小学校の理科でも学習する事実だが、それは、光合成の全過程をひとまとめに

した説明に過ぎない。植物の中では、いくつもの複雑な工程が積み重ねられている。その仕組みが明らかになれば、太陽の光を利用して酸素やエネルギーを作り出す「人工光合成」の可能性が開けると期待されている。

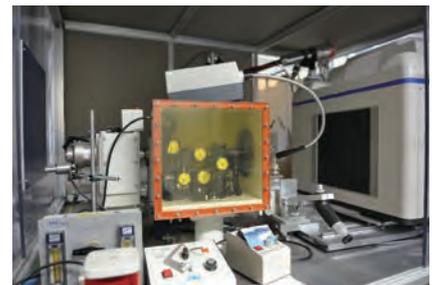
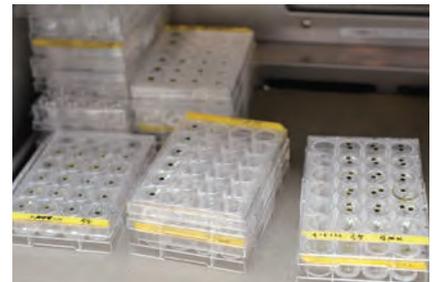
88年になって、そんな期待がにわかに高まる出来事があった。X線結晶構造解析によって光合成に必要なたんぱく質複合体の三次元構造を解明し、西ドイツ(当時)の研究者たちにノーベル化学賞が授与されたのだ。ただし、この時解明されたのは、光合成によって酸素を作り出さない光合成細菌のたんぱく質の三次元構造だった。

酸素を作り出すのに必要なたんぱく質複合体の構造を突き止めれば、さらに大きなインパクトがもたらされる——世界中で競争が始まる中、理化学研究所でも光合成研究がスタートし、当時、学位を取得したばかりの沈さんもメンバーに加わって、「光化学系Ⅱ複合体(PSⅡ)」(*)の構造解析を行うことになった。

*PSⅡ

植物にある膜たんぱく質複合体の一種。光合成の最初の段階で、光エネルギーを使って水を酸素と水素イオンと電子に分解する触媒となる。19個のたんぱく質から成る巨大で複雑な構造をもつ。

X線結晶構造解析には目的とする物質の良質な結晶が欠かせない。その結晶化の担当を打診されたが、当時の沈さんにとっては未



岡山大学の沈さんの研究室。シアノバクテリアを培養し、PSⅡを取り出して精製し、結晶化する。結晶化の精度を確かめるためのX線回折装置(写真下)は、8年前にさきがけの支援で購入したものだ。

知の分野だった。

「結晶化には化学の知識や技術が必要ですが、農学部出身の私には経験がなかったのです。戸惑いましたが、それでもやってみようと思いました。光合成の最初のステップではたらくPSⅡの構造の解明は、光合成研究でも本当に大切なことだと考えたからです」

覚悟して結晶化に取り組み始めたが、すぐに厚い壁にぶち当たった。PSⅡは水に溶けにくく、そのままの形で植物から取り出すのが困難だ。しかも膜たんぱく質の中でも複雑な構造をもち、飛び抜けて巨大な19個のたんぱく質を含む。このうち1個でも脱落すれば、結晶化は失敗だ。試行錯誤を重ねて成功したとの喜びもつかの間、解析してみると結晶ではないと分かって落胆する——そんな経験を何度も重ねた。

ただし、その困難さは予想できたことでもあつ

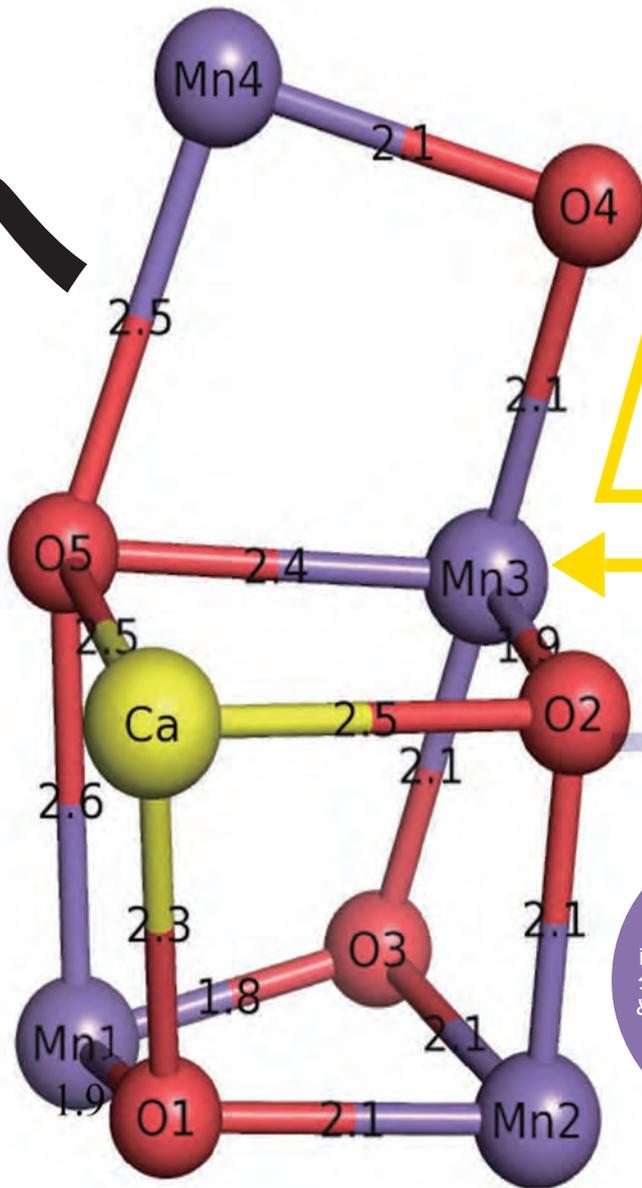
沈 建仁

しんけんじん

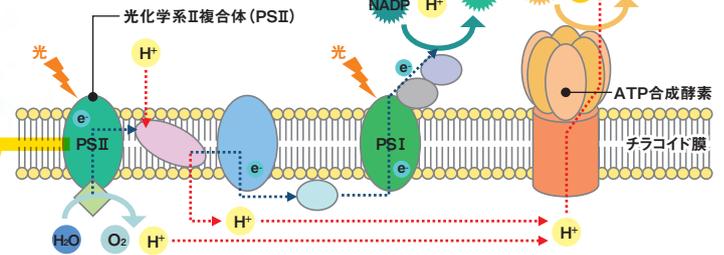
中国浙江農業大学農学部卒業後に来日し、1990年東京大学大学院博士課程修了。理学博士。理化学研究所研究員を経て2003年から岡山大学大学院自然科学研究科教授。02年から3年間、JSTさきがけ「生体分子の形と機能」研究者。

20年間、これこそ本質だと信じて研究を続けました。





●光合成の明反応の流れ



光合成は明反応と暗反応の2段階で成り立っている。明反応はその名の通り太陽の光を利用して水を分解し、酸素や生命活動のエネルギーとなるATP(アデノシン3リン酸)などを合成する反応で、PSIIはその最初の段階で水を分解して酸素をつくる触媒としてはたらく

●PSIIの全体構造

PSIIは19個のたんぱく質の複合体で、2つが左右対称につながっている。黄丸が触媒のはたらきを中心になって行う部分で、4個のマンガン原子などから成ると推測されたが、構造は解明されていなかった。

●酸素発生触媒中心の構造「ゆがんだ椅子」

沈さんらの研究によって明らかになった、PSIIの酸素発生触媒の中心となる部分の構造。4個のマンガン原子と1個のカルシウム原子、5つの酸素原子が「ゆがんだ椅子」のような形を作っている。

成果が出なくても受けた高い評価を励みに

これまで約20年の中で大きな支えともなったのが、JSTの戦略的創造研究推進事業「さきがけ」の支援だった。さきがけは文部科学省が示す戦略的な目標の下に研究領域を設定し、先駆的・独創的でチャレンジングな個人研究を推進する事業だ。沈さんが「生体分子の形と機能」領域に採択されたのは02年。ちょうど研究者として重大な岐路に立たされた時期と重なる。

「理化学研究所の光合成研究室の解散が迫っていたのです。次の就職先も見つからず、PSIIの結晶化をあきらめることも覚悟していました。採択が決まった時は、救われる思いがしました」

採択後、岡山大学に迎えられると決まり、研究室の立ち上げに必要な機器もさきがけの支援で購入できた。そして、さきがけ時代に何より心に残っているのが、当時、郷信広研究総括から受けた励みだという。

「さきがけの仲間の中には、『ネイチャー』や『サイエンス』に載るような研究成果を毎年のように発表し続ける人もいました。それに比べて私は、03年の『3.7 Å』の発表のほかは目立った成果がやや少ないまま3年間のさきがけ研究を終えました。それでも郷先生は、このチャレンジの難しさと粘り強く研究を続ける私のことを高く評価し、私の研究に『畏怖の念をもっている』とすら言ってくださったのです。大きな励みになりました」

た。ほかの光合成研究者の多くが困難を避け、PSIIの構造解析以外のテーマにも取り組み、成果を上げていく中、沈さんは黙々とPSIIの結晶化に取り組んだ。暗中模索の一方、国際間の競争に後れを取る焦り、悔しさも味わった。

「結晶中の原子を特定するには、隣り合った原子を見分ける高分解能でのX線結晶構造解析が必要です。そのためには純度の高い結晶を作らなくてはなりません。分解能を示す数字が小さいほど、高精度で解析できることを示します。分解能の世界記録の競争をみると、2001年にドイツが3.8 Å(オングストローム)、03年には私たちが3.7 Å、04年にイギリスが3.5 Å、05年にドイツが3.0 Å、09年にドイツが2.9 Åと、私たちが世界のトップだったのは、20年のうちたった1年間だけです」。実にすらすらと年号と記録を述べる語り口から当時の悔しさが伝わる。

それでもあきらめずに取り組み続けた結果、ついに報われる時がやってきた。09年に、2.9 Åのドイツの記録を大きく更新する「1.9 Å」の分解能での解析を可能にする結晶の作成に成功したのだ。この数値には、測り知れないほどの大きな意味があった。

「従来の解像度では、結晶の中の原子と原子が重なってしまっていました。しかし、1.9という数値を実現することで初めて、どんな原子が隣の原子とどんな距離で存在しているのか、はっきりと見えるようになったのです」

こうして明らかになったPSIIの中心部分の「ゆがんだ椅子」構造(上図参照)が、世界の研究者から驚きと大きな称賛をもって迎えられたのだ。

「1.9 Åを実現できた理由は一言では説明できません。20年にも及ぶ経験から“してはいけないこと”と“すべきこと”を1つ1つ積み重ねてきた結果、実を結んだのです」

その先は、どこへ行くのか?!

“ゆがんでいる” ことにこそ意味がある

PSIIの構造が解明されたことで、光合成研究は新たな展開を迎えようとしている。その構造が、光合成における酸素発生反応機構の解明と、人工光合成における水分解触媒の合成の手がかりになると期待されるのだ。「大きなポイントは、“ゆがんだ椅子”の不安定さにある」と沈さんは指摘する。

「PSIIは水が分解されて酸素を発生する反応の触媒としてはたらく。人工光合成研究でも同様のものはたらくをする物質が作り出されましたが、安定した構造のものばかりでした。ところが、PSIIの構造はゆがんでいました。ゆがんだ構造なら、安定な構造の物質と比べて変化しやすい。それが、反応を活性化させるのに役立つと考えられるのです」

沈さんはその仮説を確かめるべく、反応途中のPSIIを結晶化することで、PSIIの構造が触媒としてはたらく際にどのように変化するかを明らかにしようとしている。そして、やはりこの構造を手がかりにPSIIのはたらきの解明に取り組もうとしているのが、沈さんとともにPSII構造解析の研究にあたった梅名泰史さんだ。

世代や立場を超え 同じ研究者として議論

沈さんの今回の快挙は、大阪市立大学の神谷信夫教授との共同研究によって成し遂げられた。沈さんが結晶化し、神谷さんはその結晶の構造を解析するのが役割だ。梅名さんは神谷さんの指導の下で、実際の解析

作業に取り組んだ。解析の舞台となったのは、兵庫県にあるSPring-8。世界最高性能を誇る大型放射光施設で、梅名さんは沈さんが作った結晶にX線を当て、構造解析に取り組んだ。PSIIが「ゆがんだ椅子」らしき構造をしていることに初めて気づいたのも梅名さんだ。

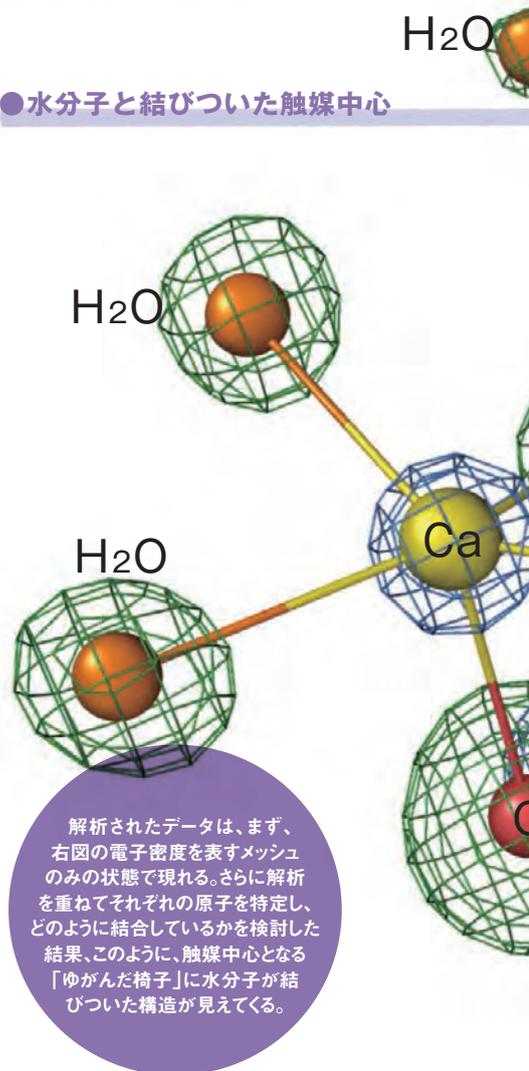
「X線回折データから、分子の電子密度が右図の網のようにわかります。そこからどんな原子が、どのように結びついているのかを明らかにしていくのです。網状の電子密度図からPSIIの“ゆがんだ椅子”の構造が初めて明らかになってきたのは深夜でした。自分が世界で初めてこの構造を目にしたのだと、感激しました」

研究者として最高の醍醐味を味わった梅名さんは、早速、その構造を確かめるべく、議論に入った。主なメンバーは神谷さんと梅名さんの解析チーム2人、そして沈さんとその下で結晶化作業に取り組んだ川上恵典さん(現大阪市立大学特任准教授)の結晶化チーム2人の計4人。彼らは以前から定期的に顔を合わせ、互いの分担を超えて激しく議論し合ってきた。梅名さんは語る。

「私は以前、ほかのたんぱく質の結晶化に取り組んだことがあり、その経験から『こうした方がいいのではないか』という意見を沈先生に伝えることもありました。沈先生の考えと違うこともあったのですが、そんな時にもただ拒絶するのではなく、『なぜそう考えるのか』を私に聞き、最善の方法を探ってくれるのです。沈先生も神谷先生も、私や川上さんのような若造の意見にきちんと耳を傾け、一緒に議論してくれるのがうれしかったですね」

議論は長時間に及ぶことも珍しくなかった。SPring-8の宿泊施設内にある和室で、ふすまをプロジェクターのスクリーン代わりに

●水分子と結びついた触媒中心



解析されたデータは、まず、右図の電子密度を表すメッシュのみの状態で現れる。さらに解析を重ねてそれぞれの原子を特定し、どのように結合しているかを検討した結果、このように、触媒中心となる「ゆがんだ椅子」に水分子が結びついた構造が見えてくる。

議論したこともあったという。世代や立場を超え、同じ研究者として語り合った末に、世界を驚かせる成果が生まれたのだ。

原子価を手がかりに はたらきの解明を目指す

そんな経験を経て、梅名さんは「ゆがんだ椅子」構造に含まれる4つのマンガン原子の原子価(*)を手がかりに、光合成におけるPSIIのはたらきを解明しようとしている。

*原子価

ある原子が何個の他の原子と結合するかを表す数。個々の原子のもつ電荷の大きさによって決定され、同じ種類の原子でも価数は変化する。

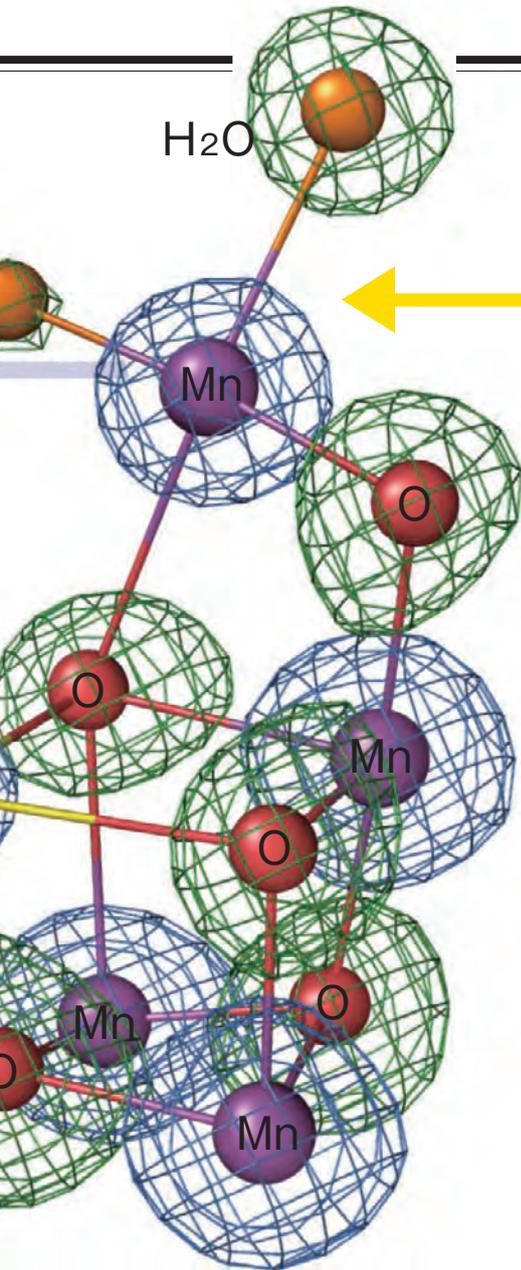
原子価を手がかりにPSIIの機能を解明します。



梅名泰史

うめな・やすふみ

姫路工業大学(現兵庫県立大学)卒業、2007年大阪大学大学院博士課程修了。博士(理学)。大阪大学蛋白質研究所などを経て11年から大阪市立大学複合先端研究機構特任准教授。同年からJSTさきがけ「光エネルギーと物質変換」研究者。



「PSIIが触媒となって水が分解される時、酸素が発生しますが、それはあくまでも副産物で、反応の大きな目的は光エネルギーを電気エネルギーに変えること、つまり原子から電子を取り出すことにあります。そして、PSIIが触媒としてはたらく時、マンガンの電子の状態が変わり、原子価が変化していると考えられるのです」

現在はまだ、「ゆがんだ椅子」構造に含まれる4つのマンガン原子の原子価は明らかになっていない。それを導き出す手法が確立されれば、沈さんが目指している反応途中のPSIIの結晶化が成し遂げられ、マンガン原子の原子価の変化も追うことができる。それは、光合成のはたらきの解明に大きく貢献するに違いない。

●SPring-8



X線結晶構造解析を行った兵庫県の大規模放射光施設SPring-8内の一室にて。梅名さん(左)と川上さん(右)、それぞれの師にあたる神谷さん、沈さんも加えた4人で、解析結果について熱い議論を繰り広げた。

明らかになった構造が異分野の研究者の共通言語に

梅名さんはこうした光合成の機能解明の研究を進めるため、昨年、JSTさきがけの「光エネルギーと物質変換」領域に応募し、採択された。同時期に大阪市立大学複合先端研究機構の特任准教授となったこともあり、かつての沈さんと同じように、さきがけの研究費で購入した機器が研究室に設置され、新しい研究に乗り出そうとしている。

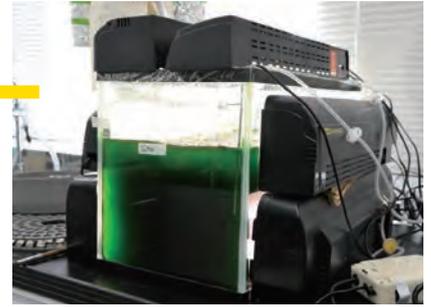
さきがけの大きな特徴の1つに、異分野の研究者自身の研究進捗報告を通じて、刺激し合う点がある。年に数回、採択研究者、研究総括と領域アドバイザーが一堂に会する領域会議は、そのための貴重な機会だ。梅名さんは昨年参加した初めての領域会議で、PSIIの構造解明という成果の与えたインパクトを実感したという。

「この領域には、人工光合成の研究者が数多く集っています。私がこれまで扱ってきたたんぱく質のような生体高分子ではなく、主に錯体などの低分子化合物の合成を専門とする人たちです。彼らは「ゆがんだ椅子」の構造に非常に興味を示し、どうすれば同じような物質を合成できるか、活発に議論しているのです」

同じ光合成とはいえ、植物の光合成は生物学、人工光合成は化学と分野が分かれ、互いの研究者の交流は少なかった。化学者は原子構造から考え、生物学者は現象から考える。しかし、PSIIの構造が解明されることで、そんな垣根は取り払われた。

「“ゆがんだ椅子”を共通言語として、互いの

●大阪市立大学複合先端研究機構



さきがけの支援も受けて設備を充実させている最中の研究室。X線構造解析だけでなくシアノバクテリアの培養やPSIIの結晶化も行える環境を整えている。これまで使っていた市販の水槽では抗菌化が施されてシアノバクテリアの培養に適さないため、専用の培養装置も準備。

研究者がつながり、活発な議論ができるようになったのです。そんな時にさきがけに採択されたことは、私にとってピッタリのタイミングでした。人工光合成の研究者は、原子の位置や価数が変わるとどんな影響を及ぼすのかを熟知していますから、彼らと議論できるさきがけは、理想的な環境だと思います」

時間はかかっても追いつければいつか結果が

梅名さんが採択されたさきがけの「光エネルギーと物質変換」領域には、今年から沈さんも領域アドバイザーとして参加している。かつて自分も議論を交わし、粘り強く研究を続けるための背中を押してもらった——そんな場集った梅名さんら後輩たちに、沈さんはこんな言葉を贈った。

「たとえ失敗しても、時間はかかっても、追いつければいつかは結果が出ると信じることで。しかし、だらだらと続けるだけではいけません。どうすればうまくいくか、常に工夫をすることが必要です。毎年、たくさんの論文が出ますが、ほとんどはすぐに消えていきます。目先のことにとらわれず、本質的に大切なことは何かを見つけて、長く残る仕事を目指してください」■



ようこそ
私の研究室へ 61

研究成果展開事業 先端計測分析技術・機器開発プログラム

「大型構造物を高速に透視するための原子核乾板要素技術の開発」
チームリーダー



中村光廣

“素粒子のレントゲン”で火山や溶鉱炉、原子炉などを透視する 宇宙の謎を解く原子核乾板技術を、社会のために役立てます。

PROFILE

中村光廣 (なかむら・みつひろ)
名古屋大学 素粒子宇宙起源研究機構
現象解析研究センター 准教授

1980年信州大学理学部物理学専攻卒業。1985年名古屋大学大学院理学研究科物理学専攻満了。理学博士。同大学大学院理学研究科准教授などを経て2010年から同大学素粒子宇宙起源研究機構現象解析研究センター 准教授。素粒子や暗黒物質の観測機器を原子核乾板技術によって開発。国際共同研究

OPERAでは超高速自動飛跡読み取り装置の開発も担当。11年からチームリーダーを務めるJST研究成果展開事業 先端計測分析技術・機器開発プログラム 要素技術タイプの開発課題では、原子核乾板技術を応用した火山、溶鉱炉などの大型構造物の透視に取り組む。



宇宙から来る素粒子を利用した 天然の「超高性能レントゲン」

「内部を透視する技術というとX線を使うレントゲンが頭に浮かびますよね。このX線で透視できるのは人体などの柔らかいものだけですが、“ミュオン”という素粒子を用いれば、コ

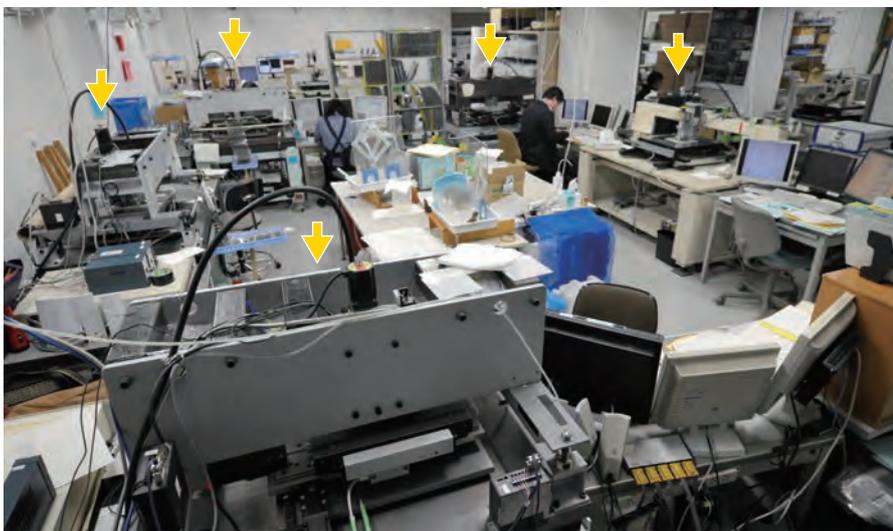
ンクリートの中など固いものの内部も透視できるのです」

私たちの頭上には、常に宇宙から目に見えないさまざまな素粒子が降り注いでいる。この素粒子のなかには高い透過力を持ち、私たちの体はもちろん、X線が透過できないようなビルや山なども通り抜けてしまうものがある。そ

の1つがミュオンだ。中村光廣さんはこの素粒子を用いて、大型構造物などの内部を透視する技術を開発しているのだ。

「X線を物質に当てると、内部を透過して出てきたX線の量は減ります。その減少量は物質の密度によって異なるので、透過してきたX線を乾板(写真のフィルム)に焼き付け、色の濃淡を読み取ることで内部の様子を知ることができます。これと同じように、透過した素粒子や放射線の飛跡を“原子核乾板”に焼き付けて見るのです」

薄い原子核乾板の中には、素粒子などの飛跡が黒く残る。これを顕微鏡で観察し、分析することで、通過した構造物の内部を知ることができる。宇宙から降り注ぐ素粒子をそのまま利用する、いわば天然の“超高性能レントゲン”だ。すでに火山や溶鉱炉の構造解析などで実績を積み重ね、JSTのプロジェクトでは、素粒子の飛跡を自動で読み取る「自動飛跡読み取り装置」の高速化などの課題に取り組んでいる。実用化が進めば、原子炉内部の様子を知ることなど、さまざまな応用が期待できる。



研究室で発明・開発してきた5台の超高速自動飛跡読み取り装置(うち4台は世界最高速)がある(矢印)。1998年のタウニュートリノ発見に貢献し、その後も進化し続けるこの装置が大型構造物を透視する武器となる。



厚さ44マイクロメートルの原子核乾板(左上)を装置にセットし(左下)、乾板を移動させながら顕微鏡で拡大し、1秒間に50枚もの撮影速度で読み取る。



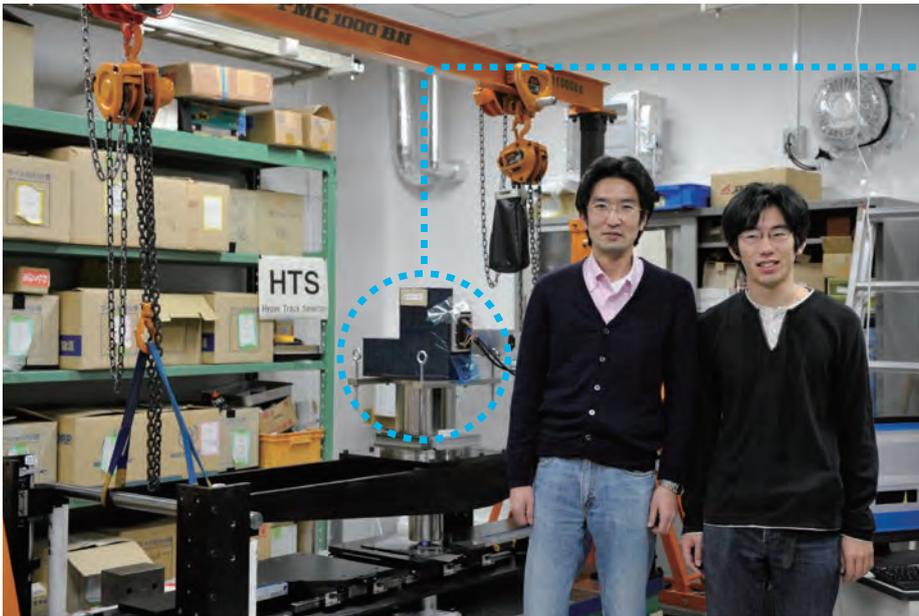
宇宙の神秘を解明する技術の 意外な可能性に気づく

「子どもの頃、将来は政治家になりたいと思っていました。でも、中学1年生のときに人生が変わりました」

ケガをして野球部の練習に出られず、時間をもてあましていたとき、天文サークルの友人に誘われたのが大きな転機となった。家でほこりをかぶっていた天体望遠鏡を引っ張り出してのぞいてみたところ、土星の姿が目飛び込んできた。

「リングがはっきり見えただけではないのですが、楕円形で、明らかにほかの星とは違う形をしている。『これは何なんだ!』とビックリしました。調べようと思って書店に行ったら、たまた

●次世代自動飛跡読み取り装置



装置の心臓となるカメラ部分(上部の黒色)とレンズの円筒部分。1回の撮影で従来の約600倍の情報の読み取りが可能となる。

次世代自動飛跡読み取り装置の開発を担当する助教の中野敏行さん(左)と学部生の吉本雅浩さん(右)。中野さんはこの装置の開発における世界の第一人者だ。

「天文雑誌の表紙が土星でした。それからは毎日、天体観測ばかりしていました」

政治家の夢は消えて、科学者への道を歩みはじめた。「宇宙のことをもっと知りたい」という思いを胸に、信州大学を経て名古屋大学大学院に進んだ。そこでは、宇宙から降り注ぐ素粒子を通じて宇宙の謎を解く、宇宙物理学の最先端の研究が行われていた。中心に立つ丹生潔教授は、素粒子の一種である「チャームクォーク」の発見(1971年)で知られる。その快挙は原子核乾板技術によって成し遂げられたものだ。中村さんは、後に(1998年に)世界で初めて素粒子「タウニュートリノ」を発見する丹羽公雄教授らの指導

のもと、新たな原子核乾板技術の開発などに取り組むことになった。

当時、中村さんにとっての原子核乾板技術は、宇宙の神秘を解き明かすための手段だった。しかし、1つの出会いから、その技術のもつ意外な可能性を知る。

「東京大学地震研究所の田中宏幸さんから、原子核乾板技術で火山の内部が見られないかという申し出があったのです。正直に言って私自身はそれほど興味がなかったのですが、丹羽先生が面白がって、やってみることにしました」

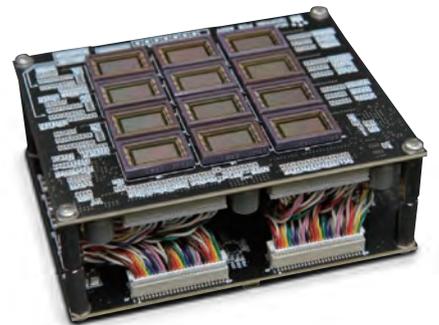
北海道の昭和金山にもむいて観測を始めたところ、見事に内部の様子を知ることができた。するとさらに、その評判を聞いた鉄鋼関係者から「溶鉱炉の中も見てほしい」という要望が寄せられた。こうして、原子核乾板技術を用いた大型構造物の透視という新しい分野が、大きく切り開かれていった。



多くの人たちに支えられてこそ研究が前に進む

「火山や溶鉱炉の透視に取り組むなかで、畑違いの分野の人たちに接したことは、大きな刺激になりました。発想がまったく違うので、今まで自分たちには見えていなかったものが見えてきたのです」

改めて自らの研究開発を見直したことで、



レンズから入った光を取り込み、電気信号に変換する撮像素子が12個組み込まれたモジュール。カメラ部分にこのモジュールが6つ搭載されている。

そのスタイルも変わった。

「自分の研究がいろいろな人たちに支えられていることに、改めて気づかされました。助手やポスドク、学生たちがしっかりと仕事をしてくれることこそ大切なのだと。私の仕事は、彼らの力を十分に引き出すことなのです」

中村さんのいちばんの興味は今も、素粒子を通して「宇宙の神秘を解明すること」にある。「素粒子のレントゲン」という応用のために原子核乾板技術を磨き上げれば、それが大きな手助けにもなる。目に見えないほど小さな素粒子に、より広い視野をもって迫ることが、必ずや世界を驚かす大きな発見につながるはずだ。そんな確信を胸に、中村さんは今日も研究室の仲間たちと宇宙の謎に挑んでいる。■

手作り加湿器



乾板を乾燥から守るために湿度管理が必要で、換気扇を改造した知人の手作り加湿器が大活躍している。

研究の概要

宇宙から飛来する素粒子をとらえて宇宙の謎を解明する原子核乾板技術を発展させ、火山や溶鉱炉、原子炉などの内部構造の透視に役立つ研究開発を行っている。原

子核乾板には高い解像度のほかに、電源不要で小型軽量などの利点がある一方で、乾板の均質性の問題や周囲の環境からの放射線によるノイズの影響、読み取りに多くの時間がかかるなどの短所がある。そこで、JSTのプロジェクトでは現在のシステムの100倍の高速化を実現し、1時間に1平方メートル

の面積を読み取ることができる次世代自動飛跡読み取り装置の開発などに取り組んでいる。これが実現すれば、大型構造物の透視にいっそう役立つことはもちろん、宇宙空間に存在するといわれる「暗黒物質」の検出など、宇宙物理学の研究進展にもつながるものと期待されている。

「トーゴーの日シンポジウム」の 企画・運営を行いました。

バイオサイエンスデータベースセンター(NBDC)は、日本のライフサイエンス分野のデータベース(DB)を統合することを目的に、昨年4月に発足しました。NBDCは、4省(文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省)所管の機関が独自に進めていたDB統合化を、オールジャパンで促進するための活動をしています。統合DBのあり方や統合に向けた基盤技術開発成果を共有する「トーゴーの日シンポジウム」もその1つです。

「トーゴーの日シンポジウム」の開催日は、毎年10月5日に設定しています。10月5日、つまり「トーゴー」の日に、DBの「統合」について考え、議論を深める場にしようというのが、そのねらいです。

2010年の第1回「トーゴーの日シンポジウム」は、文部科学省所管機関の主催イベントとしてほかの3省の所管機関も加わり、4省共同のイベントとして行いました。NBDCが発足した11年からはJSTが主催、4省所管機関の共催となり、NBDCが中心となってシンポジウムの企画運営を行っています。

ひと口にライフサイエンス分野のDBといっても、扱うデータによって特徴があり、ユーザーである研究者の興味も異なります。それ以外にも、例えばヒトゲノムデータには個人が特定され



バイオサイエンスデータベースセンター(NBDC)
研究員

高祖歩美 (31) こうそ・あゆみ

●業務の内容

ライフサイエンス分野DB統合に関するシンポジウムや展示会、統合DB講習会等のイベント企画・運営のほか、NBDC広報サイト運営など。JST入社前、情報・システム研究機構でも「トーゴーの日シンポジウム」を担当していた。

●Background

東京大学教養学部生命・認知科学科卒業。首都大学東京大学院人文科学研究科を経て、情報・システム研究機構ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS)に3年間勤務後、JSTへ。現在2年目。博士(言語学)。

るリスクに配慮する必要があるなど、DBを提供する側にもそれぞれ特有の事情があります。さまざまな種類のDBを使う側と提供する側、そしてDB統合の実務担当者などの視点を織り交ぜ、ライフサイエンス分野のDB統合の“カタチ”を探ることができるよう、シンポジウムの企画案を作成しました。

「トーゴーの日シンポジウム」の場合、シンポジウム当日の運営はもちろん、告知ポスターや要旨集、Webサイトの作成、さらには動画共有サービスUSTREAMを使った会場からの生中継もほとんど自分たちで実施しました。シンポジウム終了後には、撮影した動画の編集、発表に使われたスライドやポスターデータの収集整理、それらを公開する作業も担当しました。これらの動画やスライドは、ホームページ(<http://events.biosciencedbc.jp/sympo/togo2011/>)でご覧いただけます。

このほかに、展示会や統合DBの講習会も実施し、昨年は、バイオ関連としては国内最大級の集まりである日本分子生物学会年会への合同出展も始めました。これは、個別に出展していたライフサイエンス分野のDB関連のブースを1つのコーナーにまとめた特別企画です。今年も10月5日に「トーゴーの日シンポジウム」を開催します。日本分子生物学会年会への出展も引き続き予定しています。



左)センター内のミーティング。中)「トーゴーの日シンポジウム2011」には、大学や研究機関、民間企業の研究者など、全国から230名が参加した。右)日本分子生物学会年会でのライフサイエンス分野DB合同展示ブース。来場者へのPRだけでなく、出展者同士の交流にも役立った。

TEXT:Office彩蔵