

RIKEN NEWS

理研ニュース

RIKEN
PUBLIC RELATIONS OFFICE
2-1 Hirosawa, Wako, Saitama,
351-0198 Japan
phone: 048-467-8349(direct)
fax: 048-462-4715
e-mail: koho@postman.riken.go.jp
http://www.riken.go.jp

10

No.244: October 2001



研究最前線 ②

- ELID研削法が切り開く超微細機械加工システム

SPOT NEWS ⑤

- “モノ”を見分ける脳のメカニズムの一端を解明
—複雑な物体像は図形特徴の組み合わせとして
脳内に表現される—

特集 ⑥

- 巨大ブラックホール誕生の謎にせまる

記念史料室から ⑨

- 伝統の名称“理化学研究所”の復活
—特殊法人 理化学研究所の誕生—

TOPICS ⑩

- 遠山文科大臣、理研・和光本所を視察
- 第23回理化学研究所科学講演会 開催のお知らせ
- ゲノム情報に基づく創薬に関する共同研究について
- 展示会出展のお知らせ
- 受賞のお知らせ
- 小惑星「Ebisuzaki」が誕生
- 各種展示会に出展協力

原酒 ⑫

- 理研ビームライン立ち上げ記



ELID研削法が切り開く 超微細機械加工システム

素形材工学研究室 主任研究員 大森 整



大森主任研究員

鋳鉄で結合したダイヤモンドの砥石を使い、電気分解で目立てをしながら、精緻に研削していくELID研削法。修士課程でこの研削法を発見した素形材工学研究室の大森 整主任研究員は、原理を明らかにするだけでなく、研究会を組織し、ベンチャーを作って現場への普及をはかってきた。最近では、携帯情報機器などの高集積メモリチップや各種機能デバイスの微細加工に、ELID研削法を使うことが増えている。「現場のニーズを肌で感じられたことが、シーズ技術の開発にも繋がり、結果的に理想的な研究開発環境をもてたと思います」と語る大森主任研究員は、この研削法を基盤に究極の微細機械加工システムの確立を目指している。

ELID研削法の発見

1986年、修士課程にいた大森主任研究員は、たまたま研究室にあったダイヤモンド粒を鋳鉄で焼き固めた円盤状の鋳鉄ボンド砥石を、ガラスやシリコンウエハの研磨に

使うという研究を始めた。50~100ミクロン径(#140~#325)の粗粒度のダイヤモンド粒を含む鋳鉄ボンド砥石では削れないこともなかったが、切れ味が悪く、しかもピカピカにはならなかった。そこで、ダイヤモンド粒を4ミクロン(#4000)と細かくしてみたが、今度は鋳鉄ボンドの中に埋もれて目が立たず、つるつる滑って研削できない。1年近く何も成果が出ないという状態が続いた。

「砥石をスピンドルという回転軸につけて研削するのですが、砥石が真円でないと軸がぶれるので、放電加工により砥石の精度を出そうと試みました。するとダイヤモンド粒が出てきて、目立てもできてしまったんです」

実は、後になってわかったことだが、この時放電ではなく実際には電解が発生していたのである。電解を施すと、鋳鉄の部分だけが溶けてダイヤモンド粒が出てくるのである。これで研削すると、シリコンウエハもガラスもセラミックスもピカピカに光って、表面粗さで30~50ナノメートルを達成

することができた。

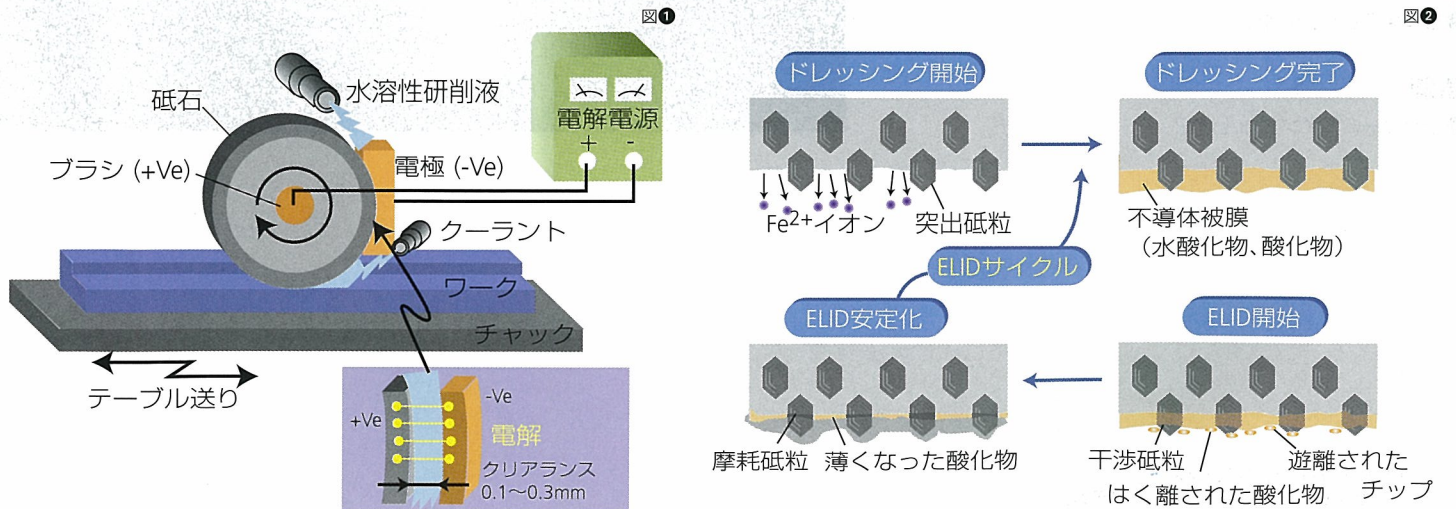
電解(Electrolytic)により、常に目立てを行い(In-process Dressing)ながら研削するので、英語の頭文字をとりELID(エリッド)研削法と名づけられた(図①)。

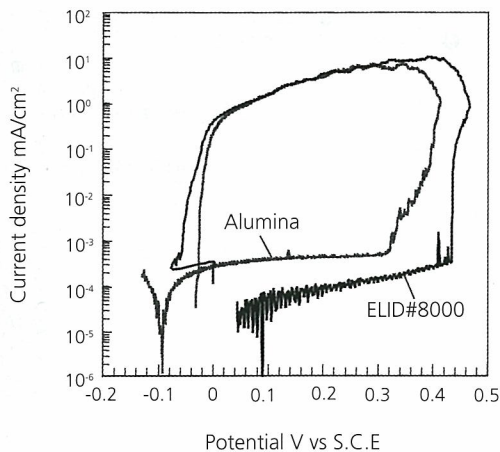
「87年秋に学会発表をしましたが、当時は砥石で鏡面を出すのは常識外のことで、特に企業の人にはなかなか信じませんでした」

それでも、90年前後から企業での実用化が始まり、大森主任研究員自身も理研に入った91年頃から、「ELID研究会」を主宰し、企業の人たちを集めて、指導や情報提供を行ってきた。98年には理研ベンチャー^(※1)システムに則って、「新世代加工システム(株)」^(※2)という会社を作り、ELID研削装置の開発と販売を行っている。

ELID研削法の原理と特長

さて、「なぜ、ELID研削法で鏡面加工ができるのか」を追究した大森主任研究員たちは、これが延性モード加工になっているこ





図③

とを見出した。

ガラスに力をかけると割れたり、欠けたりするが、これは脆性モードになるからだ。一方、木材に上手に鉋かんなをかけると、鉋屑が流れて連続的に平滑な面が出てくる、いわゆる延性モードとなる。研削で考えれば砥粒をできるだけ小さくして、かつ浅く切り込むれば延性モードを作れるはずである。

切り込みの深さをdとすると、割れは表面エネルギーに対応するのでdの2乗に比例し、鉋屑の流動は体積の変形に相当するので、dの3乗に比例する。dが小さいほど、割れるよりも流れるほうが、より低いエネルギーで生じるようになるので、延性モード加工が可能になる。切り込みの深さは、加工する材料にもよるが、数10ナノメートル前後が分水嶺だといわれてきた。

「このような材料破壊メカニズムの理論はあったのですが、実際にはELID研削法が開発されて初めて実証できたと言っても過言ではありません。ELIDでは1ミクロン以下の無数のダイヤモンド粒を使うことができ、平均して数10ナノメートルの切り込みで削っていると考えられます」

精緻な鏡面が得られるだけでなく、連続的に目立てをしながら研削できるのもELID研削法の大きな特徴だ。鉄にダイヤモンド粒の入った砥石を使うので、電解を施すと鉄が溶けるだけでなく、いわば錆びて水酸化物や酸化物の不導体被膜ができ、そこで一旦電解が止まる。この状態で研削を続けると砥石が摩耗し、相手材料によって不導体被膜が削り取られ、再び鉄の電解が始まり、新しいダイヤモンド粒が顔を出すようになる。

この自律的な目立て制御機能はELIDサイクルとよばれており(図②)、コバルトやニッ

ケルを結合材とする砥石でも生じる。結合材や研削液の成分や印加パルス電圧の波形や条件を選ぶことによって、ELIDサイクルのコントロールが可能で、常に必要な量の切れ味を確保することができる。

また、ELID研削法には他の加工法にはないもうひとつの特長がある。

「最近わかったのですが、ELID研削した金属表面は、他の方法で磨いたものより錆びにくいのです」

その仕組みはまだ明らかではないが、表面に保護膜ができるため、腐食に強くなるらしい(図③)。生体との親和性も高まると考えられ、生体材料やインプラントの加工法として期待されている。

ELID研削法の応用と展開

ELID研削装置が加工現場に導入され始めてまもなく、大画面プロジェクター用として湾曲の大きい大口径非球面レンズのニーズが高まった。従来の鏡面仕上げ方法は、柔らかいパッドに砥粒を混ぜた液体を擦りつけながら少しずつ磨いていく方法がとられていたが、形と粗さを同時に作り出せるELID研削法が合っているのではないかとレンズメーカーとの共同研究が始まった。

この時、ELID研削法そのものは要求精度を満たす能力をもつのに、砥石を動かす機械の精度が悪くてなかなか上手くいかなかった。そこでELID用に「超精密加工システム」を作ることになった。

10ナノメートル精度の位置決めを加工中にフィードバックしながら行うレーザー干渉位置制御システムを採用し、ボールベアリングではなく空気静圧軸受けを採用したぶれの極めて少ない超精密加工装置が開発された。この装置を用いれば、サブミクロン

※1: 理研ベンチャー
理研の研究成果をより一層効果的に実用化に結びつけるため、研究者がいわゆるベンチャー企業を興すことを積極的に支援している
※2: 新世代加工システム/問合せ先
TEL: 03-5943-7966
FAX: 03-5943-7977

● 図①: ELID研削法の基本原理

図②: ELID研削法のメカニズム

図③: ELIDによる表面機能の改善効果
(ポテンシオスタットを用いることによる腐食特性の電気化学的評価結果)

縦軸の不動電流保持電流密度が低いほど、また横軸の孔腐電位が高いほど耐食性に優れる)

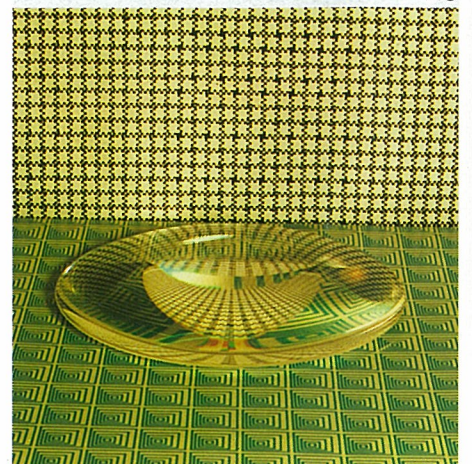
図④: ELIDにより加工された非球面レンズ

の形状精度で従来法より短い時間で非球面レンズを加工することができ、また従来は数十ミリが限界であった加工口径を楽々100ミリ以上にまで拡大した(図④)。また装置は、非球面レンズを金型から成形して作る場合の金型加工にも使われている。

超精密加工システムは現在も進化中で、複雑な非軸対称形状の加工ができる、より自由度の大きい、より精密なシステムの開発が続いている。同時に、加工機上で対象物の精度をリアルタイムで計測し、形状の修正を即座に行える「機上計測加工法」についてもほぼ完成に近づいている。

超精密加工と同時に「超平滑加工システム」の研究も進められている。これには二つの方法がとられている。一つはダイヤモンドの砥粒をより小さくすることだ。当初5ナノメートル径のダイヤモンド粒を手に入れ、これを鋳鉄に入れたところ、細かすぎて粒同士が固まってしまい、分散させるのに苦労した。また、結合材の凹凸を5ナノメートル以下にすることは現実には難しいので、どうしてもダイヤモンド粒が均一に当たらない。

図④



文責: 広報室
監修: 素形材工学研究室
主任研究員 大森 整
取材・構成: 由利伸子

「そこで、結合材に弾性を与えようと思ったのです。表面に凹凸があっても、押し付ければ変形して平らになり、ダイヤモンド粒が均一に当たるだろうと……」

これまでの鑄鉄ボンドの「剛性砥石」から、金属に30%ほど樹脂を混ぜたメタルレジンボンドによる「弾性砥石」という逆転の発想は大成功で、現在では最大粗さ1.65ナノメートル、平均0.3ナノメートルという超平滑度を達成している(図⑤)。

一方で、極小ダイヤモンド粒は値段が高く、また砥石にするにも従来よりコストがかかり、この方法では普及が難しいということも明らかになった。そこで着目したのが、砥粒と研削される材料との間に生じる化学反応を利用する方法だ。これはシリカとシリコン、酸化セリウムとガラスなど特別な組み合わせで起こり、砥粒がそれ程小さくなくても非常に平滑な面を達成できる。

「これをメカノケミカル効果とよんでいますが、発見には時間がかかりました。化学反応ゆえに温度が上がらないと生ぜず、なかなか気づけなかったのです」

現在、どのようなメカニズムでこの効果が起こるのかを追究中だ。

● 究極の超微細機械加工システムを目指す

● ミクロ寸法の部品やマシンなど、いわゆるマイクロマシンの加工には、これまで半導体技術が主に用いられてきたが、機械加工でないとできないものも数多い。

例えば、赤外線分光器やX線ホログラムなどの回折格子は、機械加工でシャープな溝を平滑に作らないと光が回折しない。マイクロ光学素子の他にもマイクロギアやマイクロモーターなどの微細機構部品、さらには生体用部品・インプラント、マイクロ電子チップなどと、超微細機械加工システムを必要としている分野は広い。

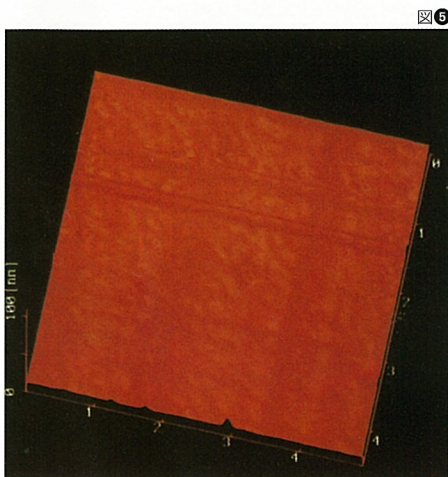
「細く、長く、薄く、微小に、精緻に、高品位に、高機能に、と極限の機械加工をテーマに掲げ、ミリ~マイクロオーダーはもちろん、将来はナノオーダーの自在な3次元加工を目指しています。これが現在の中心課題ですね」

この研究開発のために「マイクロ加工研究会」という組織を作り、企業や研究者との連携を深め、また韓国の研究機関とも協定を結び研究交流を進めている。今までに30ミクロンと髪の毛より細い工具を作ったり、卓上型の超微細加工装置を開発したりしている。例えば1ミリ以下のレンズを大きな装置で作るのは、エネルギー的にも空間的にも無駄が大きすぎるからだ。

「切るだけ、磨くだけ、形状加工だけといった卓上型加工モジュールを集めてシステムを組みます。小型に、多機能に、柔軟に」という発想です(図⑥)」

また、ミクロンさらにはナノサイズとなれば、サイズ効果で日常生活には見られない物理現象があらわになり、そこを見極めて加工することが必要になる。

「どんな状況であれ対象物が何らかの方法で測定できれば、必ず望みの精度とサイズで加工できるというのが持論です」と大森主任研究員は言い切る。この信念に基づいた、AFM(原子間力顕微鏡)搭載の卓上型超微細機械加工システムの実現も間近い。



図⑤



図⑥

“モノ”を見分ける脳の メカニズムの一端を解明

複雑な物体像は図形特徴の組み合わせとして
脳内に表現される

(2001年7月23日、文部科学省においてプレスリリース)

文責：広報室
監修：脳科学総合研究センター
脳統合機能研究チーム
チームリーダー 谷藤 学

当研究所は、視野に入った複雑な物体像が大脳皮質において図形特徴の組み合わせとして表現されていることを明らかにした。脳科学総合研究センター脳統合機能研究チームの角田和繁研究員らによる研究成果。本研究では、光を使った神経活動の計測技術を用いることで、さまざまな物体の視覚像に対応する神経活動パターンを画像化することに成功した。その結果、“複雑な物体像は、さまざまな図形特徴に分解されて表現されている”、“神経細胞が「活動する」ことばかりでなく、「活動しない」ことも情報として物体像の表現に積極的に利用されている”ことを明らかにした。本研究をさらに発展させることによって、近い将来、脳の活動のパターンを捉えるだけで、私たちが何を見ているかがわかるようになることが期待される。

ヒトやサルなどの霊長類の大脳皮質には、視覚的に捉えた物体像の処理に関わる経路が知られている。その経路の最終段階に相当する視覚連合野(TE野)には、比較的単純な図形特徴に対して反応する細胞がある。このことは、物体像が図形特徴の組み合わせとして表現されているという考え方を支持しているが、一方で「顔」や「手」に選択的に応答する神経細胞も存在するという主張もあり、2つの考え方のうちどちらが実体に近いかは決着がつかない。さらに、もし物体像が図形特徴の組み合わせとして表現されているのなら、複雑な物体像が、実際、脳の中でどのように表現されているかを明らかにしなければならない。

脳に光をあてると、神経細胞の活動に伴う酸素消費を反射光の減少として捉える

ことができる。これは酸素を運ぶヘモグロビンが、酸素を遊離すると光の吸収が増すためである。研究チームでは、視覚連合野に波長600nmの光を照射し、脳表面から反射する光を低雑音テレビカメラで捉え、さまざまな視覚刺激を眼前に提示したときに起こる反射光の変化を、画像のデジタル処理によって抽出した。視覚刺激には、私たちが普段目にする物体像に加えて、それらをさまざまなレベルで単純化したものを用いる。単純化によって起こる神経活動の空間パターンの変化を詳細に検討することによって物体像表現の様式を明らかにすることができた。

本研究によって明らかになった成果は以下の通り。

① 複雑な物体像は複数の活動スポットの組み合わせとして表現される

さまざまな物体像を提示したときの活動のパターンから、一つの物体像が大脳皮質に複数のスポット状の活動を引き起こす。さらに、異なる物体像は違った活動スポットのパターンが示す。これによって、さまざまな物体像の識別が可能になると考えられる。

② 個々のスポットは物体像に含まれる図形特徴に対応する

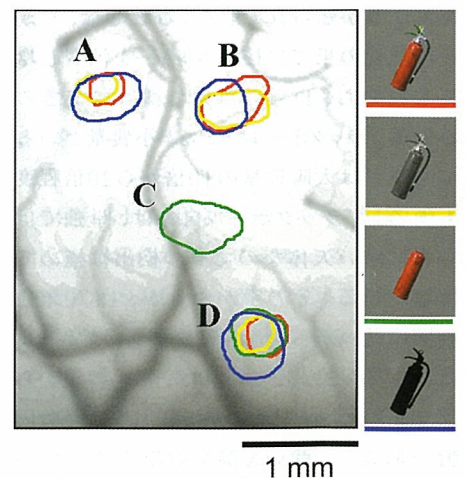
複雑な物体像によって活動したスポットは、物体像を単純化することによって活動を示さなくなる。物体像を単純化することで、もとの物体の図形特徴が失われることを考えると、個々のスポットは物体の図形特徴に関係していたことがわかる。

③ 「活動する」スポットと「活動しない」スポットの組み合わせが利用できる

物体像の単純化によって、新しいスポッ

トの活動が現れる場合があった。その図形特徴が含まれているにも関わらず、複雑な物体像ではその特徴に関係したスポットが活動しない。このようなスポットの性質を電気生理学的に検討した結果、図形特徴の間の相互作用によって複雑な物体では活動が抑制されている。抑制されていて活動できないスポットがあることも物体像の表現に使われていることがわかった。

本研究から複雑な物体は視覚連合野において物体に含まれている図形特徴の組み合わせとして表現されていることが明らかになった。本研究を進めることによって近い将来、視覚障害者を支援する人工知覚装置の開発に結びつくことも期待される。本研究成果は、英国の科学雑誌『Nature Neuroscience』8月号に発表された。



物体を見たときに脳内に現れる活動スポット
消化器の胴体でスポットCは活動するが、元の図形(消化器)では胴体がついているにも関わらずスポットCは活動しない。これは、スポットが「活動しない」ことも重要な情報として扱われているためである。

巨大ブラックホール誕生の謎にせまる

図①：ブラックホール連星の想像図。
通常の星(左)のガスがブラックホール(右)に落ち込むさい、
降着円盤とよばれる回転ガス円盤ができ、
そこからX線が放射される。
そこからX線が放射される。
(出典『別冊サイエンス69-特集 高エネルギー天文学
X線でみた宇宙』32ページ)

われわれの銀河系を含むほとんどすべての銀河系の中心核には、太陽の百万倍以上の質量を持つ巨大なブラックホールが存在しており、銀河と宇宙の進化に大きな影響を与えたことが知られている。しかし、その誕生メカニズムは不明で、宇宙物理学最大の謎の一つである。近年の観測技術の向上により、その誕生の一端が解明されようとしている。“巨大ブラックホールの誕生”、宇宙物理学者を興奮させる研究の最前線を二人の研究者が紹介する。

●

ブラックホールとは

●

ブラックホールは、強大な重力のために光さえその中から脱出できない天体である。20世紀前半の一般相対論の確立により理論的に予言され、20世紀後半のX線天文学の台頭により宇宙における実在が確かめられた。

従来、宇宙には2種類のブラックホールがあることが知られていた。ひとつは、星がその進化の果てに核エネルギーを消費し尽くしたのち、自らの重力で潰れてできる小質量ブラックホールである。小質量といっても重さは太陽質量の10倍から20倍程度もある。ブラックホール自身は、単独では非常に暗い天体なのでその検出は極めて困難である。その手がかりが、1970年代初頭に見つかった。小質量ブラックホールは、連星系をなしていれば、相手の星からブラックホールにガスが流入して、降着円盤を形成し、強いX線を放出するので検出が可能になる(図①)。その典型例が白鳥座X-1であり、小田 稔元理研理事長ら日本のX線天文観測チームが中心となってその正体を突き止めた。

もう一つは、銀河の中心に住む巨大ブ

ラックホールである。その質量は、少なくとも太陽の百万倍程度、大きいものでは太陽の十億倍を超える。巨大ブラックホールは、活動的銀河核の中心エンジンと考えられており、活動的銀河核が放出する膨大なエネルギーをまかなうためには、巨大ブラックホールに1年間に恒星が一個ぐらい飲み込まなければならない。

現在、巨大ブラックホールは、大多数の銀河の中心に「一家に一匹」という感じで住み着いていることが明らかになってきた。いったい巨大ブラックホールはどうやってできたのだろうか？理論家を悩ます大きな謎である。この謎の解明を阻む大問題は、巨大ブラックホールは、銀河の形成と進化の道筋の中で必然的に作られなければならない、さらに、小質量ブラックホールと巨大ブラックホールのギャップを埋める中間の質量をもつブラックホールがなかなか見つからないことだ。この「失われた環」はどこを探せば見つかるのか。

●

最初の手がかり—超X線源

●

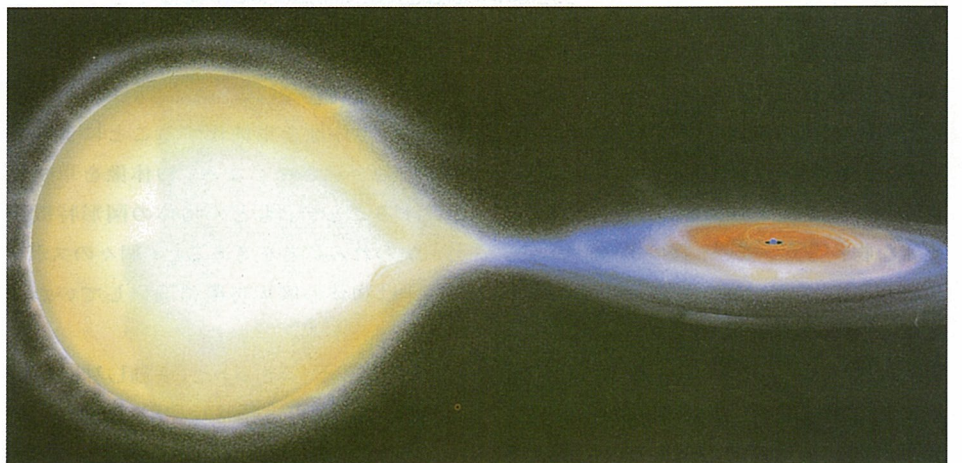
1980年代初頭、渦巻銀河の近傍にはしば

しば強いX線源があることが明らかになってきた。超X線源(ULX: Ultra-Luminous X-ray Source)と呼ばれ、高密度天体にガスが降着していると考えられるが、その放射するX線のエネルギー量(光度)は、天の川銀河内の通常のX線源、例えば白鳥座X-1の光度の数百倍から千倍にもおよぶ。天体の光度は、その質量に比例したある限界を超えることができないことが理論的にわかっており、超X線源はざっと太陽質量の100倍以上の質量を持つ高密度天体であることになる。

しかし、超X線源を100倍太陽質量程度のブラックホールとする解釈は、長らく懐疑の目で見られてきた。星の進化の理論によると、およそ太陽の50倍以上重い星は外層部分を急速に放出し短時間で軽くなってしまふ。このことから星が起源のブラックホールの質量は、太陽質量の20倍程度を超えないと考えられていた。それでも、牧島一夫主任研究員(宇宙放射線研究室)を中心としたグループはデータを蓄積し、超X線源がブラックホールである証拠を見いだそうとした。

牧島主任研究員らが目をつけたのは、X

図①



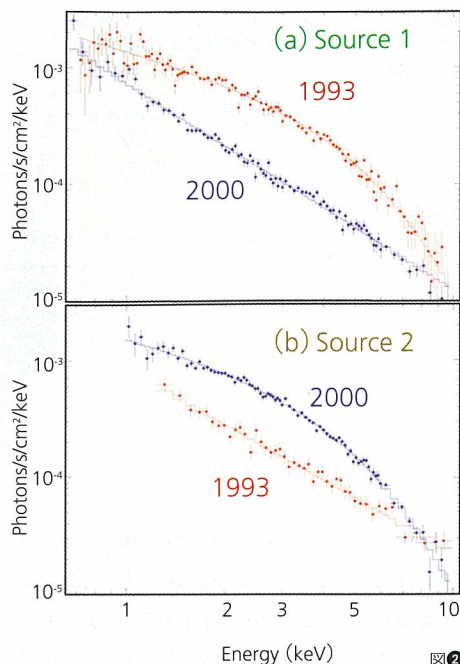


図2

線スペクトルである。白鳥座X-1をはじめとする通常の小質量ブラックホールは、「異なる温度の黒体放射を混ぜあわせた形のスペクトルを持つソフト状態」、「べき関数型のスペクトルを持つハード状態」の二つの状態を時により遷移していることが知られていた。この二つの状態は、ブラックホールの周りの降着円盤が取り得る「光学的に厚い状態」と「光学的に薄い状態」の二つの状態に対応していると考えられている。超X線源がブラックホールなら、同様のスペクトル状態が観測されるはずである。彼らは、X線天文衛星「あすか」の優れた分光能力を活かし、10個ほどの超X線源のスペクトルを精測した。その結果、「ソフト状態」と「ハード状態」が確かに存在すること、また、いくつかの超X線源が、「ハード状態」から「ソフト状態」および、その逆の遷移を示していることを明らかにした(図2)。さらには、IC342といわれる銀河にある二つの超X線源の一方からは、ブラックホールが属する近接連星系の公転運動に起因すると思われるX線強度の変動も検出されている。

以上のことから超X線源が、太陽質量の100倍を超える中間の質量を持つブラックホールであることがほぼ確実になった。しかし、「失われた環」はまだ閉じていない。まず、これらの中質量ブラックホールがどうやってできたのかわからない。また、これらは渦巻銀河の腕の部分に存在していることも問題である。中質量ブラックホールから角運動量を取り去り、銀河中心に落ちこむメカニズムは何だろうか？

「失われた環」が繋がった！ —超X線源と星団

米国・マサチューセッツ工科大学(MIT)の松本浩典研究員(元・宇宙放射線研究室基礎科学特別研究員)、京都大学の鶴剛助教授らは、爆発的な星形成で有名なM82銀河を「あすか」で観測し、X線が短時間で変動することから明るいコンパクトなX線源が潜んでいることを指摘した。ついで彼らは、角分解能に優れた米国の観測衛星「チャンドラ」を用い(図3)、M82の中心付近に数個の超X線源を見つけた。さらに彼らは電波や赤外線のアストロノミストと協力し、国立天文台・野辺山電波観測所のミリ波電波干渉計を用いて、この超X線源が巨大なシェル状の分子雲に取り囲まれていることを発見した。また、日本がハワイマウナケア山頂に建設した口径8メートルの光学赤外線望遠鏡「すばる」で、この領域に、若い星の集まり(星団)をいくつか見いだした。そのうち一つの位置は、特に明るい超X線源の位置と一致した。すなわちこの場所は、分子雲から大質量の星が爆発的に形成されている現場であり、これらの超高光度X線源は、中質量ブラックホールであると解釈できる。実際、この特に明るい超X線源は、太陽質量の千倍から一万倍の質量をもつと考えられる。

一方、MITのボルトギース・ツワート研究員らは、杉本大一郎東京大学名誉教授のグループが開発した重力多体問題専用計算機「GRAPE-4」による約1000個の星でできた星団の重力多体シミュレーションを行った結果から、星の密度が高い星団では、重たい星が動的摩擦によりその中心に落ち込んで次々に合体して、太陽の100

図2: 「あすか」がとらえた2つの超X線源のスペクトル。どちらの天体も、渦巻銀河IC342にある。1993年と2000年の観測で、Source1はソフト状態からハード状態へ遷移し、Source2は逆の挙動を示した。

倍程度の質量を持つ大質量星が形成されることをつかった(図4)。動的摩擦は、銀河や星団中で重たい星がより軽い星との重力的な相互作用により運動エネルギーを失う現象である。また、銀河同士の相互作用により、M82のような爆発的な星形成が起こる。このときの爆発的な星形成に伴って、星密度が特に高い星団が作られることはいろいろな観測で示されている。さらに都合が良いのは、100万太陽質量を超える星団には、銀河内でも動的摩擦が有効にはたらき、母銀河の中心に落ち込むことがわかっていることだ。これまで謎だった、銀河中心にブラックホールを持ちこむメカニズムが初めて見えてきたのだ。

巨大ブラックホール形成のシナリオが見えてきた！

戎崎俊一情報基盤研究部長は、観測などから次々と明らかになっていく事実注目し、鶴助教授、東京大学の牧野淳一郎助教授らとともに、いくつかの時間尺度を定量的に見積もり、以下のような巨大ブラックホール形成シナリオを作成した。

- ①銀河同士の相互作用により、M82のような爆発的な星形成が起こる。このとき高密度の星団が一度に大量に作られる。
- ②高密度の星団では、動的摩擦(重い星の力学的エネルギーが軽い星に奪い取られる)により重い星が中心に落下し、それらの合体により、短時間に超大質量星ができる。
- ③超大質量の星は重力崩壊し、星団の中心に太陽質量の数百倍のブラックホールができる。このブラックホールはさらに周りの星をのみ込みながら成長を続ける。

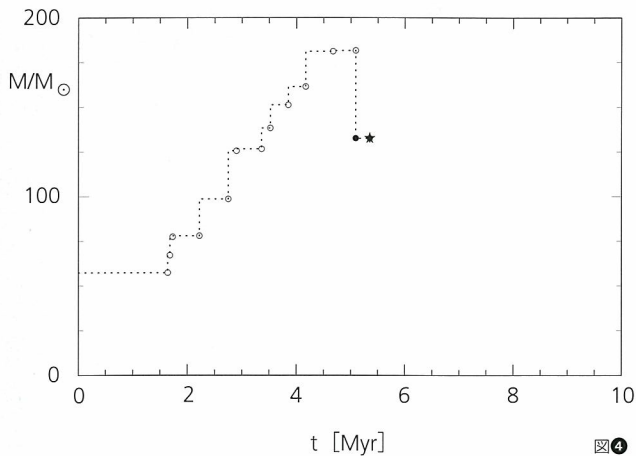


図4

このとき、超X線源として観測される。

④星団の中心に、数千倍の太陽質量をもつ1個の中質量ブラックホールができあがる。その間に星団は、中間質量ブラックホールを抱え込んだまま、親銀河の中での動的摩擦により、親銀河の中心に沈み込む。

⑤星団中の他の星は、母銀河の潮汐力などによって散逸し、中質量ブラックホールが、銀河の中心付近に取り残される。このような中質量ブラックホールがいくつも合体をくりかえし、やがて1つの巨大ブラックホールへと成長する。

爆発的な星形成によってできた高密度の星団が、中質量ブラックホールを生み、育て、さらにはそれを銀河中心付近まで運ぶ重要な役割を演じている。実際、中質量ブラックホール単独では軽すぎて、銀河内での動的摩擦の効果は無視できる。100万太陽質量を超える質量を持つ星団だからこそ有効なのだ。

今後の展開—シナリオの検証

ここに述べた考えは、長らく謎だった巨大ブラックホールの起源に初めて具体的な解決を与える魅力的な仮説である。この仮説を検証するため、観測と理論の両面から多くの試みが進行している。「チャンドラ」を用いて、M82天体のような観測例を増やすことが大切である。また、「すばる」を用いて超X線源がもれなく星団に属していることを確認し、属している星団の質量や大きさを明らかにすることが重要である。さらに、超X線源自身の光学同定も大事だ。もし、ブラックホールと連星をなす星が同定できれば、その運動からブ

ラックホールの質量を正確に求められる。さらに、超X線源がブラックホールであることを検証する別の方法として、硬X線放射を検出することも有効である。宇宙放射線研究室では、東京大学、宇宙科学研究所、広島大学、埼玉大学などと共同で2005年初めて打ち上げ予定のASTRO-E2衛星に搭載する最新鋭の硬X線検出器「HXD-II」を開発中である。

一方、理論的には、大規模な重力多体シミュレーションが重要。高密度の星団の中心における星の合体による巨大質量星形成の条件を、さらに星の数を増やした重力多体シミュレーションにより調べる必要がある。また、中質量ブラックホールを抱いた星団が、銀河を動きつつ中心に落下する様子をやはり重力多体シミュレーションで調べる必要がある。東京大学の牧野グループでは、ピーク性能30Tflopsの重力多体問題専用計算機「GRAPE-6」が稼動を開始しつつあり、これまでにない大規模なシミュレーションが実行されようとしている。

巨大ブラックホール形成のシナリオを検証していくと、これまで関係のないものとして認識されていたいくつかの事実が思わぬつながりを見せ始める。密度が高かった初期の宇宙では、銀河同士の衝突がさかんに起き、巨大ブラックホールがたくさん作られたはずである。巨大ブラックホール形成のシナリオもそれを支持している。100万太陽質量程度のブラックホール同士の合体による振動数、数ミリヘルツの重力波バーストは非常に強い。宇宙の果てで発生したものでも、現在、米国で計画中の宇宙に展開する重力アンテナ「LISA」で十分観測可能である。

また、ブラックホールの合体のような高エネルギーイベントが、宇宙の果てから来る

図3：米国「チャンドラ」衛星がとらえた渦巻き銀河のX線画像の例（カラー）。いくつかの超X線源が見られる。

図4：横軸は星団誕生からの時間（100万年単位）。縦軸はその星団の中でもっとも重い星の質量。重い星から落下して次々と合体（○）し、最終的には200太陽質量弱の大質量星ができる。これが速やかに進化して超新星爆発を起こし（★）、ブラックホールとなる。

執筆・文責：宇宙放射線研究室
主任研究員 牧島一夫
情報基盤研究部
基盤研究部長 戎崎俊一
構成：嶋田庸嗣(広報室)

謎の大爆発「γ線バースト」の正体であるかもしれない。このような認識のもとに宇宙放射線研究室では2000年10月、γ線バースト観測衛星「HETE-2」を打ち上げ、運用中である。さらにシナリオでは、活動的銀河核のまわりにはかなりたくさんの中質量ブラックホールが存在することを示唆している。それによる重力レンズ効果や、降着円盤への重力的擾乱が活動的銀河核の時間変動の原因になっている可能性も高い。理研と宇宙開発事業団が協力して、国際宇宙ステーション「きぼう」に搭載する予定のX線観測装置「MAXI」は、そのような活動的銀河核の変動を網羅的に捉えようとするものである。

最後に、今まで述べたこの数年の動きは、日本が誇る高性能な観測機器や専用計算機など、それぞれが一見すると独立に進めてきた研究が、自然にしかもダイナミックにつながって、一つのシナリオに結集したものである。これはわが国の宇宙物理学・天文学が、順調に力を蓄えてきたあかしなのである。

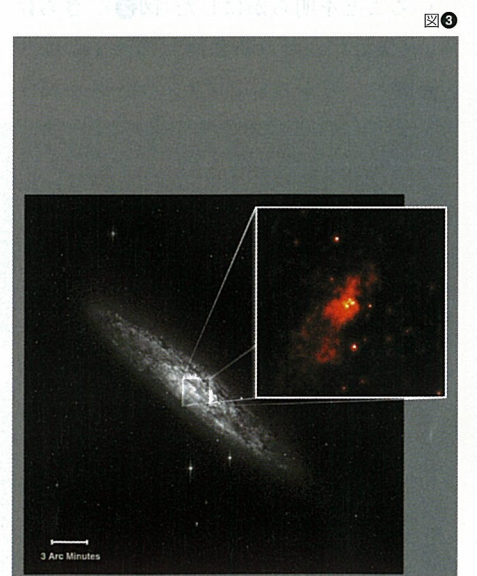


図3

伝統の名称“理化学研究所”の復活

特殊法人 理化学研究所の誕生

1958年(昭和33年)10月21日、科学技術振興の時流により科学技術庁(現・文部科学省)所管の特殊法人「理化学研究所」が産声をあげた。戦後、連合国軍総司令部(GHQ)によって解体された財団法人「理化学研究所」は、株式会社「科学研究所」に姿を変えていた。しかしながら、株式会社組織で、財団時代の主任研究員制度を維持し、基礎科学研究を推進することは困難を極め、極度の財政難に陥る。その窮地を救ったのが、科学技術振興の高まりであった。伝統の名称“理化学研究所”復活について、記念史料室に残されている史料などからひもときたい(敬称略)。

「本法律案は、同研究所の名称を理化学研究所と改めるとともに、従来の株式会社の形態から特殊法人の形態に切り替えようとするものであります」。1958年(昭和33年)2月25日、衆議院の科学技術振興対策特別委員会に当時の科学技術庁長官、正力松太郎の声が響き渡った。理化学研究所を特殊法人として改組するための法案「理化学研究所法」は、第28回国会を経て、同年4月24日、法律第80号として公布された。初代理事長には、長岡半太郎の長男、長岡治男が就任。いったい、理研、再発足をもたらした“時の流れ”とは何であっただろうか。

戦後、株式会社に改組されることになった理研は、科学研究所(第1次科研)と名を変え、存続することが決まったものの、その財政基盤は脆弱なものだった。株式会社組織による学術研究は、わが国では初めての試みであり、その運営は容易ではなかった。さらに、当時は政府や民間から研究費や補助金を求めることも困難であっ

た。初代社長に就任した仁科芳雄(主任研究員)は、「科学研究所の使命は基礎科学の研究と、その成果に対する応用である。研究所も1つ社会である限り、その経済面を無視することはできない。吾々は自分の額に汗したパンを食べて理想に邁進せねばならない」とし、研究所復興に力を尽くす。

科研は、ペニシリンなどの製造により研究費を捻出しようとするが、その製造プラントの資金調達のための借入金が増えるばかりであった。その後、研究所として研究に専念できる状態を確立するため、1952年(昭和27年)、研究専門会社「科学研究所(第2次科研)」と医薬品製造会社「科研化学株式会社」とに分離され、土地や建物、今までの負債は科研化学が引き継いだ。身軽になった科研だが、資金的基礎は弱く、正本弘子(広報室)は「主任研究員みずからが研究費を捻出するため副業を行っていた。給料の遅配もあった」と当時を振り返る。

このような状況を憂慮した政府は、科学振興の立場から救いの手を差し伸べず。1956年(昭和31年)、政府が助成措置を講じ、民間資本とあわせて試験研究およびその成果の普及事業を行わせる半官半民の特殊会社(第3次科研)に衣替えさせたのだ。政府、民間からの資金、約5億円で運営されたものの資金状況は改善されず、研究施設は老朽化していった。宮崎友喜雄(元副理事長、主任研究員)は「科研時代の10年は暗黒時代だった。各研究室はできるだけ応用面のひらける研究を志し、幾多の成果があったが、私の(宇宙放射線)研究室は、実用面にほど遠く、研究費を使うばかりで肩身のせまいおもいであった」と書き残している。

写真1:特殊法人改組に尽力した佐藤正典[1891-1985]

写真2:科研最後の日(1958年10月20日)

執筆・文責:嶋田庸嗣(広報室)



● 科研の行く末を危惧していた佐藤正典(第3次科研社長)は、自由な研究環境の確保、ひいてはわが国の科学振興の重要性から政府出資の特殊法人への改組が不可欠であると考えていた。政府も科学技術振興の立場から抜本的な解決策を模索する。折しも科学技術振興のための行政機構の強化がさげばれ、1956年(昭和31年)5月19日に科学技術庁が発足していた。佐藤らは財政当局など各方面へ奔走。ついに、1958年(昭和33年)度の科技庁予算に科研改組のための特別予算が認められる。この理研復活への原動力となったのは、財団時代になされた輝かしい研究成果であり、それをなしたげた多くの人材であった。

● 特殊法人「理化学研究所」発足から43年。理研はわが国の基礎および応用科学研究推進の旗艦として新たな道を歩み始めようとしている。



※訂正:理研ニュース9月号「記念史料室から」で柳澤政太郎とあるのは、澤村政太郎(東北帝大初代総長)の誤りでした。

遠山文科大臣、理研・和光本所を視察

遠山敦子文部科学大臣は、8月23日和光本所を視察しました。研究施設の見学に先立ち、小林俊一理事長が理研の概要を説明。その後、脳科学総合研究センター(BSI)、4Dシアター、加速器施設(リングサイクロトロン・RIビームファクトリー)について、それぞれ伊藤正男BSI所長、戎崎俊一情報基盤研究部長、矢野安重加速器基盤研究部長らが説明しました。見学後の遠山文科大臣と役員との懇談においては、理研と大学の連携、若手研究者との交流状況などについて意見交換が行われました。



遠山文科大臣(左)に脳型コンピューターを搭載したヘリコプターについて説明する市川道教チームリーダー(BSI脳創生デバイス研究チーム)と山田整研究員

第23回理化学研究所科学講演会 開催のお知らせ

本年度の科学講演会を下記の通り開催いたします。今回は「最先端のITが切り拓く科学技術」をテーマに、当研究所の最先端研究を紹介します。皆様のご来場をお待ちしております。

第23回理化学研究所科学講演会 —最先端のITが切り拓く科学技術—

日時：平成13年11月12日(月)13：30～17：00(会場/12：30)

場所：東京国際フォーラム(東京都千代田区丸の内3-5-1)ホールC

JR線・地下鉄「有楽町駅」より徒歩1分

入場：無料

講演：

○「ものつくりのためのIT道具を創る—理研で始まったV-CADプロジェクト—」

牧野内昭武 ものつくり情報技術統合化研究プログラム プログラムディレクター

○「人体と流れのシミュレーションが拓く世界～血流から魔球まで～」

姫野龍太郎 情報環境室 室長

○「ポストゲノム時代のバイオインフォマティクス」

小長谷明彦 ゲノム科学総合研究センター 遺伝子ネットワークモデル化研究チーム

チームリーダー

○「ペタマシンで探るユニバース(森羅万象)」

戎崎俊一 情報基盤研究部 基盤研究部長

問い合わせ先：広報室(電話048-467-9954)

ゲノム情報に基づく創薬に関する共同研究について

当研究所は、ゲノム情報に基づく創薬開発の共同研究に参画する企業を公募しましたが、このたび、応募のあった製薬企業などのうち14社と共同研究契約を締結しました。理研は、これらの企業から提案された創薬ターゲット候補の情報に基づき、タンパク質の立体構造解析と医薬品候補物質の探索研究を、横浜研究所のNMR(核磁気共鳴)装置と播磨研究所の大型放射光施設SPRING-8、さらにマウス完全長cDNAクローンなどを活用して共同で行います。当研究所と製薬企業などとの連携が強化されることにより、今後、効率的かつ効果的な創薬開発が期待されます。

共同研究契約を行ったのは、旭化成株式会社(山本一元社長)、味の素株式会社(江頭邦雄社長)、エーザイ株式会社(内藤晴夫社長)、科研製薬株式会社(乾 四朗社長)、塩野義製薬株式会社(塩野元三社長)、住友化学工業株式会社(米倉弘昌社長)、住友製薬株式会社(横塚実亮社長)、第一製薬株式会社(森田 清社長)、大日本製薬株式会社(宮武健次郎社長)、株式会社ダナフォーム(林 利蔵社長)、田辺製薬株式会社(田中登志於社長)、東レ株式会社(平井克彦社長)、株式会社ファルマデザイン(古谷利夫社長)、明治製菓株式会社(北里一郎社長)の14社です。

展示会出展のお知らせ

当研究所は研究成果を幅広く知っていただくため、下記の展示会に出展します。ご来場をお待ちしております。

○「国際新技術フェア2001」

場所：東京ビッグサイト（東4ホール）

ゆりかもめ（新交通）「展示場正門駅」より徒歩5分

日時：11月13日（火）～15日（木） 午前10時～午後5時

入場：無料（登録制）

○「ロボフェスタ神奈川2001」

場所：パシフィコ横浜 展示ホール

JR線・東急東横線「桜木町駅」よりバス約7分

日時：11月16日（金）～25日（日） 午前9時30分～午後5時30分

入場：

種類	対象	前売	当日	適用範囲等
普通入場券	大人	700円	900円	満18歳以上
	高校生	400円	500円	高校生、その他18歳未満
	小・中学生	200円	300円	

受賞のお知らせ

受賞名	受賞者 受賞業績	受賞年月
日本化学会 平成12年度学術賞	FRS [®] / 散逸階層構造研究チーム：下村正嗣 自己組織化を用いた分子集合体の階層的構造化	2001/3
平成13年度日本薬学会賞	有機合成化学研究室：中田 忠 多官能性生物活性天然物の全合成研究	2001/3
BCSJ（日本化学会欧文誌）賞	有機合成化学研究室：中田 忠 Classification and Prediction of Reagent's Roles by FRUS System with Self-Organizing Neural Network Model	2001/3
日本学士院賞	FRS [®] / 時空間機能材料研究グループ：国武豊喜 合成二分子膜の発見と分子組織化学の開拓	2001/3
平成13年度文部科学大臣賞 （研究功績者）	有機金属化学研究室：岩槻康雄 金属錯体の新規触媒作用に関する研究	2001/4
第3回大学婦人協会 守田科学研究奨励賞	磁性研究室：香取浩子 磁性体の性質についての研究	2001/5
平成12年度高分子研究奨励賞	高分子化学研究室：岩田忠久 生分解性ポリエステル単結晶の結晶構造と酵素分解機構の解明	2001/5
第3回花王研究奨励賞 「表面の科学」部門	表面界面工学研究室：中山知信 C ₆₀ 、CaF単層結晶膜の形成と欠陥導入の原子プロセスの研究	2001/5

※ フロンティア研究システム

小惑星「Ebisuzaki」が誕生

当研究所に所属する研究者の名前を冠した小惑星が誕生しました。小惑星に名前が付いたのは、戎崎俊一情報基盤研究部長です。この小惑星は1990年1月21日、八ヶ岳南麓天文台（山梨県大泉村）の串田嘉男氏らによって発見されたもの。串田氏の勧めで国際天文連合（IAU）に命名を申請し、このたび、小惑星6308番に「Ebisuzaki」と命名されました。串田氏は、地震国際フロンティア研究の非常勤研究員として活躍。戎崎基盤研究部長とはその研究を通して親交を深めており、わが国の天文学界をリードする戎崎基盤研究部長の功績をたたえ、串田氏が命名しました。戎崎基盤研究部長は「非常に名誉なこと」と語っています。

各種展示会に出展協力

当研究所は研究成果を広く一般の方にかけていただくため、生命科学に関する展示を下記の展示会に出展協力しました。

○「うつくしま未来博」

場所：福島県須賀川市

期間：7月7日～9月30日

○「山口きらら博」

場所：山口県阿知須町

期間：7月14日～9月30日

○「特別展 からだ・ふしぎ発見」

場所：愛知県名古屋市

期間：7月20日～9月2日

平成8年4月、住み慣れた和光本所の構内住宅をあとにして、家族とともに播磨の地に赴任した。赴任の目的は、大型放射光施設「SPring-8」での理研構造生物学ビームラインII (BL44B2) の設計、現場作業、発注作業など、いわゆるビームライン建設業務である。このビームライン担当は私とポストドク1名の計2名。そのころすでに加速器グループとビームライングループ(利用系)のメンバーの多くが現地入りし、一年半後の供用開始に向けて作業を進めており、われわれ2名は利用系の大所帯の一員として加わった。そして周りの人いろいろなと教わりながら、建設準備をぼちぼち開始した。

赴任当時と現在のSPring-8を比べると、まだ5年しか経っていないのに隔世の感がある。当時はまだ播磨理研の建物がなく、建設途中だった蓄積リング棟の実験準備室のうち、内装まで出来上がった所を順次居室にしていた。つながっているはずの廊下の先の扉を開けると、そこはまだ工事現場という所がそこかしこにあった。食堂もまだなく、昼は仕出し弁当。居室付近は外灯がまだついていなかったもので、暗くなってから外に出ると足元さえ見えない。なにせあまりに暗くて自分の車がどこにあるかわからず、やっこのことで車に辿り着いても、今度は手探りで鍵穴を探すという有様だった。そのかわり外の明かりがなく空気が澄んでいる分、星空の美しさは格別。まさに満天の星空に、空を見上げてしばし茫然という贅沢な時間を過ごすことができた。思えばあのころはまだのんびりしていた。

そんな日々も加速器が立ち上がり、蓄積リングに初めて電子が回り、放射光の発生が初めて確認される頃になるとあまりのんびりとは言っていられなくなる。第1陣の10本のビームラインはいくつかのトラブルを経験しつつもほぼ順調に立ち上がり、平成9年10月にスケジュール通りユーザー実験が始まった。そして年を越して平成10年、いよいよわれわれのビームラインの立ち上げの順番がやってきた。立ち上げ日程は、ビームラインに初めてビームが通るのが2月19日、検査と立ち上げをへて、ユーザー実験の開始は次年度が始まる直前の3月23日からと決めた。前半は遮蔽ハッチの放射線漏洩検査を行うので、実際にユーザー実験までにビームを出して立ち上げ調整できるのは実質3月初中旬の約2週間。この期間内にゼロからユーザー実験ができる状態まで持って行く計画だ。

それまでの準備作業が完了し、いよいよビームを出しての作業を始める時がきた。メインビームシャッター、オープン。はじめてX線ビームがビームラインに通った瞬間、X線ビームで照射された蛍光板がまぶしく光り輝いた。感動。やっこのこまで辿り着いたかという感慨を胸に、放射線漏洩検査を始めた時、今度はいきなりトラブル発生。漏洩検査作業中に、われわれの作業が原因で蓄積リングに蓄積中の電子ビームが強制廃棄されたのだ。これは作業中に人的安全または機器保護上の重大な問題が起こったことを意味する。すぐさまビーム強制廃棄→遮蔽ハッチ設備不良→立ち上げ作業中止という言葉が頭の中を駆け巡り、一瞬、目の前真っ暗。しかし確認すると、ビーム強制廃棄の原因は真空計の誤動作と判明。すぐに対処して、何とか作業続行できた。ふー、命拾い。この後の漏洩検査はほぼ順調に終わり、そして怒涛の立ち上げ調整2週間に突入した。分光器、ミラー、スリットなど光学素子の調整、回折計、検出器の設置調整作業をほぼ24時間体制で続け、3月22日、ついにユーザー実験ができるまでこぎつけた。そして3月23日、最初のユーザーといっしょに、ビームライン初のタンパク質結晶のX線回折データ測定を行った。まだ蓄積電流が20mAしかなく(現在は100mA)、1測定に12時間もかかるのんびりした実験だった。得られた回折強度データの分解能と統計分布は期待通り完璧。回折強度データから計算した電子密度図も非常にクリア。これでやっこの立ち上げがうまくいったと確信した。やった、祝杯だ!

その後は数多くのユーザー利用により、素晴らしい成果が生れつつある。今後もわが子のようなこのビームラインが精度の高いデータを出しつづけることを願っている。最後になったが、このビームライン建設をいろんな形で支えてくださった理研、原研、JASRIの多くの方々、そして家族に感謝します。

播磨研究所 生体物理化学研究室
研究員●足立伸一



写真1: ビームライン建設前のビーム取り出し口にて
写真2: 現在の理研構造生物学ビームラインII

理研ニュース

10

No.244: October 2001

発行日——平成13年10月15日

編集発行——理化学研究所 総務部広報室

〒351-0198

埼玉県和光市広沢2番1号

phone: 048-467-8349(ダイヤルイン)

Fax: 048-462-4715

Email: koho@postman.riken.go.jp

http://www.riken.go.jp

「理研ニュース」はホームページにも掲載されています。

デザイン——勝井三雄+中野豪雄 [勝井デザイン事務所]

制作協力——株式会社 スリーアイパブリケーション

再生紙を使用しています。