

RIKEN NEWS

ISSN 0916-619X

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

4

No.250: April 2002



研究最前線 ②

- 量子化伝導原子スイッチで、
新たな原理のコンピュータを造りたい

SPOT NEWS ⑤

- 生きた細胞を詳細に観察できる新しい蛍光タンパク質を開発
—とらえられなかった細胞内現象を可視化—
- ヒトとチンパンジーを比較する世界初のゲノム地図が完成

特集 ⑦

- 平成14年度の組織改革
—5研究所体制がスタート—

記念史料室から ⑨

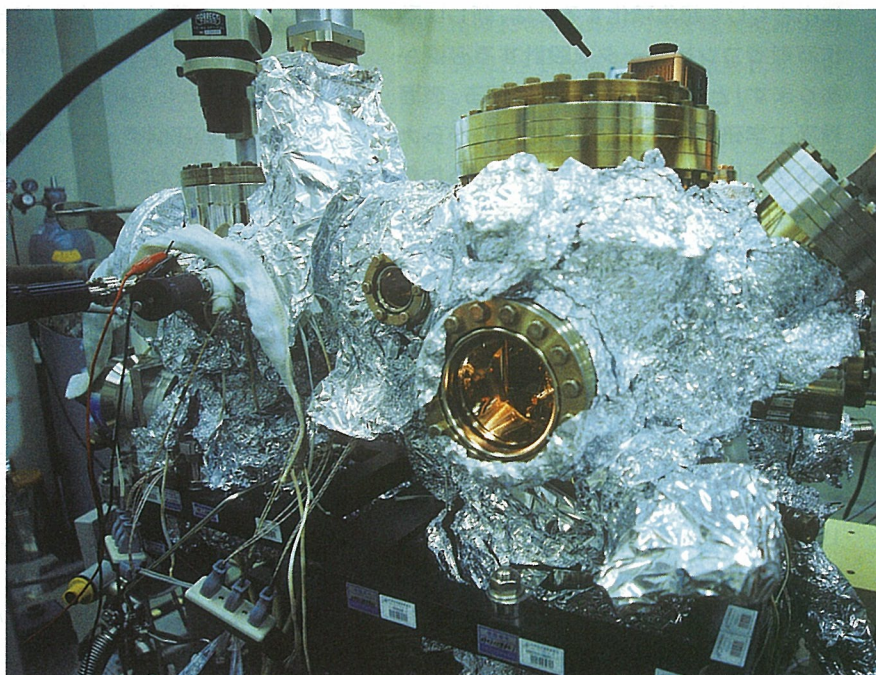
- 仁科芳雄がもたらしたもの
—欧州留学とコペンハーゲン精神—

TOPICS ⑩

- 理研とかずさDNA研究所との間で共同研究を開始
- 「第15回理化学研究所と企業の懇親会」が開催される
- 日・英・加3極合同シンポジウム
「Toward Post DNA-Sequencing Era」を開催
- 「国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」に参加
- 「和光市民大学講座」が開催される
- 新チームリーダー紹介
- アンケートにご協力ください

原酒 ⑫

- フランス文化探訪
—フランス語を読む—



表面界面工学研究室が開発した2本の探針を持つSTM
「量子化伝導原子スイッチで、新たな原理のコンピュータを造りたい」から

量子化伝導原子スイッチで、 新たな原理のコンピュータを造りたい

表面界面工学研究室 主任研究員 青野正和



青野主任研究員

最新の集積回路の素子はマイクロメートル以下のサイズとなり、ナノスケール*の世界に近づいている。「しかしナノスケールに入ってくると、従来とはまったく違った物性や新機能が現れてきます。完全に量子力学の世界になるからです。素子をさらに小さくして超集積化するには、新しい動作原理でコンピュータを設計する必要があります」と青野主任研究員は語る。表面界面工学研究室では、1980年代末からナノスケールの構造を造る、観る、測るための独自の手法を開発して、原子スケールの視点からナノテクノロジー・ナノサイエンスを先導してきた。さらに現在は、半導体を使わない、原子スイッチだけで動くコンピュータの開発にも着手している。

● ファインマンの予言

● 1959年、リチャード・ファインマンはカリフォルニア工科大学において“*There's Plenty of Room at the Bottom*”というタイトルで講演を行った。ファインマンは、『ご冗談でしょう、ファインマンさん』など多数の一般向け科学書の著作もあり、朝永振一郎博士と共にノーベル物理学賞を受賞した有名なアメリカの理論物理学者である。

青野主任研究員は語る。「“Bottom”というのは、スケールの底のほう、ナノメートルのような極微細なスケールのことで、そこにも大変大きな余地があり、驚くべき世界があると、ファインマンは指摘したのです。例えば彼は、講演の中で“コンピュータの1ビットを原子1個にしても物理的制約は何もない”と語りました。ただし当時の人々がこのメッセージをどう感じたかという、まさに“ご冗談でしょう、ファインマンさん”というものです。原子を操作する

技術など、当時はまったくなかったからです」

● 走査トンネル顕微鏡 (STM) の登場

● ファインマンの講演から約20年後の1981年、現在のナノテクノロジー・ナノサイエンスの隆盛の源となる画期的な技術が登場する。スイスのIBMチューリッヒ研究所で、ゲアハルト・ビニツヒ、ハインリッヒ・ローラーによって発明された走査トンネル顕微鏡 (STM) である。

STMは探針と呼ばれる細い針を試料に1nm程度まで近づけて電圧をかける。すると量子力学的な効果によりトンネル電流が流れる。トンネル電流が一定になるように探針を上下させながら走査すると、試料表面の原子1個1個に応じた凹凸が分かる。この技術により、人類は初めて原子の世界を観たのである。

1989年にはIBMのドナルド・アイグララーが、STMを使って原子一つ一つを操作して自由に並べることに成功した。

「これらの研究は、人類の物質に対する感覚を変えたと思います。ともかく原子レベルで物を観て、操作できる。1個の素子を造るのにどんなに時間がかかろうとも、原子レベルで物を制御できるという事実が、われわれの考え方にブレークスルーをもたらしたのです」

● “造る” “観る” から “測る” へ

● 青野主任研究員も、STMで原子を操作することに1980年代前半から注目してきた。そして1989年には、旧科学技術庁の新技术事業団 (現、科学技術振興事業団) の創

造科学推進事業「アトムクラフト・プロジェクト」(～1994年)を立ち上げた。アトムクラフトとは、青野主任研究員による造語で、原子 (atom) 細工 (craft)、すなわち原子を1個ずつ積み上げて極微小の構造を構築する“ボトムアップ”の世界を表現している。

1993年には理研内に、原子スケール・サイエエンジニアリング研究推進グループを組織した。サイエエンジニアリング (sciengineering) も“science”と“engineering”を取って1語にした造語で、原子スケールで物質構造を制御する世界では、科学と工学とを峻別しゅんべつすることにあまり意味がないことを積極的に言い表そうとの意図がある。

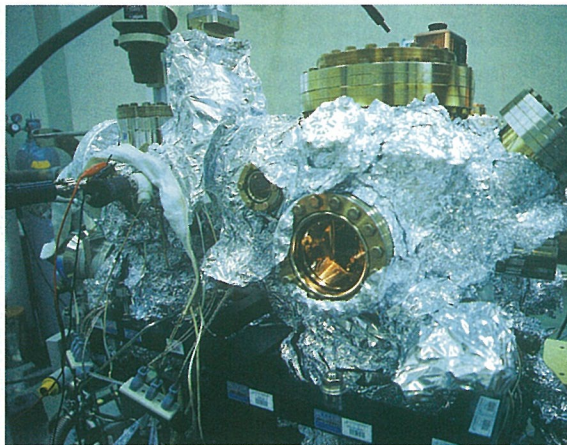
青野主任研究員らは、原子スケール・サイエエンジニアリング研究推進グループにおける第1期5年間の「原子スケールメカニズム・チーム」の後、1998年からの第2期では「原子スケール電子運動応答・チーム」に方向をシフトして今日に至っている。

「われわれは初期の段階では、ナノ構造を造る新手法や、それらの構造を正しく観るための新手法の開発を行いました。そして意図したナノ構造を造ることが可能になったとき、その構造の物性や機能を測る方法が決定的に不足していることを痛感したのです」

そこで表面界面工学研究室では、STMの技術を発展させ、ナノ構造を測る独自の手法を開発した。

「新手法により、ナノスケールの不思議な世界が見えてきました。例えば、われわれが開発した“ナノ磁気計”で観測したところ、ナノスケールになると、シリコン表面が強い磁性を示す現象など、新機能が見えてきました」

われわれが普通知っている磁石は、鉄やニッケル、コバルトなどからなる。これらの



図①

原子は「原子磁性」といって、一つ一つの原子が小さな磁石になっている。それに対して、シリコンからなる磁石は、電子がある分布状態をとることにより、磁性を示すものと考えられる。

「ナノスケールで現れてくるこの磁性を利用して、新しい原理のデバイスが造れるかもしれません」

ナノワイヤーの電気抵抗を測る

ナノスケールの電子デバイスを造る研究で、今最も重要な問題の一つは、“素子どうしを配線するナノスケールの導線ができるか”、“その導線はどのような電気特性を示すか”という問題である。しかしナノスケールの導線の電気特性を、確実に測れる方法は今までなかった。

「現在、みなさん大変苦労してナノ構造の電気特性を測っています。例えば非常に狭い電極を造って、その上に試料をばらまく。たまたま電極の上に位置した試料を測るといった方法です。われわれは世界に先駆けて2本の探針をそれぞれ独自に駆動できるSTMを開発しました(図①)。導線の両端にそれぞれの探針を当てて電気特性を測る“ナノテスター”です。現在では3

本、4本の探針を持つSTMも開発しています」

青野主任研究員らは、断面の高さ1nm、横幅3nmの1次元ナノワイヤーをErSi₂で造った。ErSi₂はシリコン原子2個とエルビウムという金属原子1個からなる物質であり、マクロの世界では電気をよく通す。このErSi₂ナノワイヤーの両端にそれぞれSTMの探針を当て、一方の探針を近づけていったときの電気抵抗を計測した。その結果が図②である。直線の傾きは、1nm当たり1.2MΩという、とても大きな電気抵抗値を示している。

太さが一樣な導線の電気抵抗は長さに比例し、断面積に反比例する。マクロの大きさのErSi₂の電気抵抗値から単純計算すると、ナノワイヤーの断面積では1nm当たり100Ωになるはずである。しかし計測したナノワイヤーの電気抵抗値は4桁も大きい。

「3次元的なスケールの中では電子は動きやすいが、1次元になると電子は天井や床、壁にすぐにぶつかって散乱したり、アンダーソン局在と呼ばれる現象などにより電気抵抗が大きくなると考えられます。しかしどのような効果がどれだけ働いて4桁も電気抵抗が大きくなるのかは、まだ分かっていません。これはナノスケールの1次元導体の電気抵抗を直接測った世界最初の例で

す。理論家も、この計測値に大変注目しています」

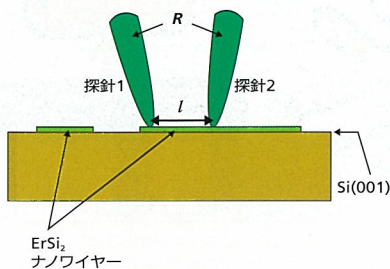
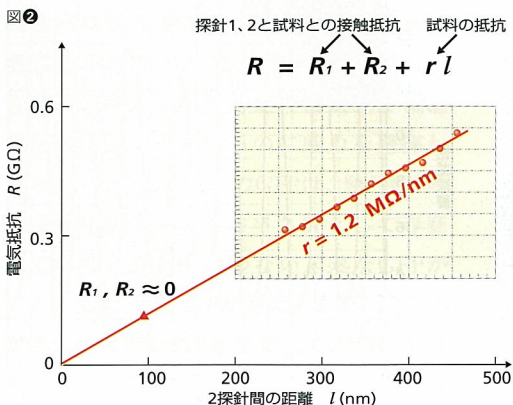
現在、ナノテスターで測定可能な長さは最短で約100nmである。探針の太さの関係で、これ以上近づけると探針どうしが接触してしまうからだ。測定値を見ると、100nmの長さでもまだ大きな電気抵抗がある。この長さでは事実上、素子を配線できない。

「しかし、ナノワイヤーの長さをどんどん短くしていくと、ある距離でストンと電気抵抗がゼロになると私たちは予想しています。そこをぜひ見たいのです。2探針間の距離をさらに近づけるために、STMの探針の先に細いカーボンナノチューブを付けて計測を始めています。どれくらいの長さならば電気抵抗なしで素子を配線できるかは、デバイスを設計する上で極めて重要な情報となります」

硫化銀による原子スイッチ

ファインマンの講演から約40年後の2000年、同じカリフォルニア工科大学でビル・クリントン前アメリカ大統領が演説を行い、アメリカの国家ナノテクノロジー戦略(NNI)を発表した。

青野主任研究員は言う。「私の友人にヒューレット・パッカード社のスタンリー・ウィリアムスという人がいます。NNIの7割は彼が書いたものです。彼は“IT革命というが、今のコンピュータの情報処理量では革命など起きない”と言っています。そしてIT革命には“欠陥を容認するコンピュータ・アーキテクチャー”が必要だと主張しています。ナノスケールの素子を超集積して、現在のコンピュータの1万倍、10万倍という量の情報処理を行うには、現在のようにハードの欠



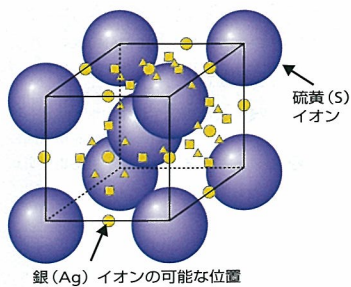


図3

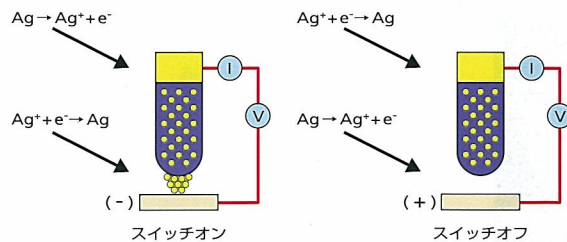


図4

図3: 原子スイッチの材料となる硫化銀の構造

図4: 原子スイッチの原理

図5: 白金線と硫化銀をコーティングした銀線からなるクロスバー構造

図6: 原子スイッチのスイッチングスピード

監修: 表面界面工学研究室
主任研究員 青野正和

陥が計算のエラーに直接つながる動作原理のコンピュータではだめだと言うのです。彼が提案するアーキテクチャーの基本構造はクロスバーです」

クロスバーは直交する2層の導線からなる構造で、クロスポイントに2端子のスイッチがある。クロスバー構造では、たとえいくつかのスイッチに欠陥があっても、欠陥があることを認知して、別の経路を通して正しい計算が導き出せる。

「クロスバー構造になぜ興味を持ったかという、私たちが最近発見した新しい原子スイッチが使えるからです」

その原子スイッチは、固体電解質の硫化銀を用いて造られる。この物質は、マイナスの硫黄イオンの骨格の中をプラスの銀イオンが液体のように動き回る構造をしている(図3)。青野主任研究員らは、まずSTMの探針を硫化銀にして、試料の側に適当なマイナスの電圧をかけた。すると図4左のようにプラスの銀イオンが引き寄せられるように先端にプチプチと出てきてスイッチオンになる。逆に探針にマイナスの電圧をかけると、銀イオンが硫黄イオンの骨格に引き戻されて、スイッチオフとなる(図4右)。

次に、銀線の周囲を硫化銀でコーティングした線と、白金線でクロスバー構造を造った(図5)。こうするとクロスポイントにスイッチが簡単にできる。そして硫化銀をコーティングした線と白金線にかける電圧を高速で切り替えると、1MHzのスピードでスイッチングができた(図6)。

「原子の動きはマクロのスケールで考えると遅いように思いますが、ナノスケールではすばやく出入りできるのです。この原子スイッチは将来的には10GHzで動作できると考えています」

原子スイッチは接触点が極めて小さくなるので電気伝導度は量子化され、とびとびの値しかとれなくなる。すなわち、 $2e^2/h$ の整数倍になる。青野主任研究員らはスイッチの接触のさせ方を制御して、1個の端子で0~3の四つの状態を表現することに成功した。「0」はスイッチが離れたオフの状態。「1」は原子1個で接した状態でわずかな電気伝導度を示す。「2」はそれより多い原子で接した「1」の電気伝導度の2倍、「3」はさらに多い原子で接した3倍の電気伝導度となる。2端子のスイッチでは4×4で16の状態が表現できる。この特徴を利用すれば、

すぐれた多値メモリーができる。

さらに青野主任研究員らは、この原子スイッチを利用したクロスバー構造で、コンピュータの計算に必要な3種類の論理回路、すなわちAND回路、OR回路、NOT回路を作製した。

「新しい原子スイッチをわれわれは“量子化伝導原子スイッチ”と呼んでいます。この研究にNEC(日本電気)が興味を持たれ、共同研究協約を結んで開発を進めているところです。これまでの実験では、まだクロスバー構造は2本×1本、導線の太さも100μm~200μmです。われわれは、これから5年くらいをメドに構造をさらに小さくナノサイズにし、1000本×1000本程度のクロスバー構造を造って、この新しい原理のコンピュータの予備実験をしていこうと考えています」

ナノスケールには、ここで紹介したような“超集積”や“新機能”に加え、外界からの信号に“超敏感”であるという三つの可能性があると青野主任研究員は指摘する。新手法の開発により、これら三つの可能性が探求され、新たな世界が切り拓かれようとしている。

図5

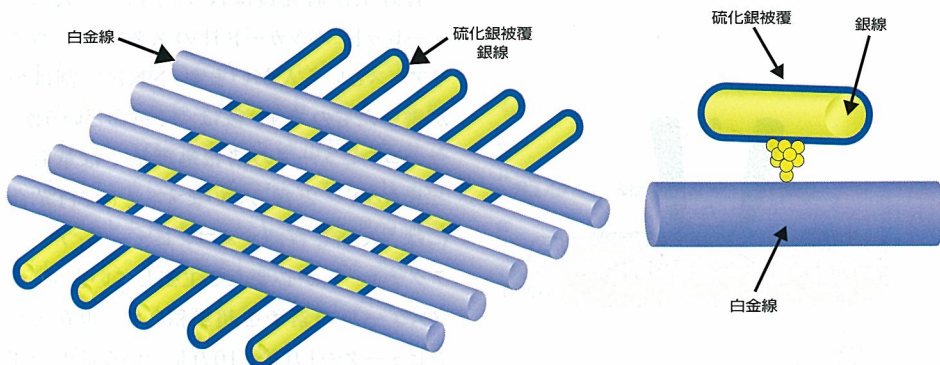
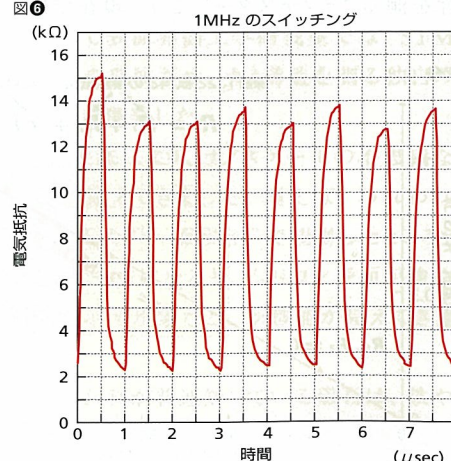


図6



生きた細胞を詳細に観察できる 新しい蛍光タンパク質を開発

とらえられなかった細胞内現象を可視化

(2001年12月25日、文部科学省においてプレスリリース)

※発色団
ある特定の波長の光を
吸収するのに必要な構造単位。
GFPは、この発色団を
自ら形成することができるため、
遺伝子工学的な蛍光標識物質として多用されている。

●
監修：脳科学総合研究センター
細胞機能探索技術開発チーム
チームリーダー 宮脇敦史

当研究所は、生きた細胞内における現象を詳細に観察できる新しい蛍光タンパク質の開発に成功した。脳科学総合研究センター 細胞機能探索技術開発チームの宮脇敦史チームリーダー、永井健治研究員らの研究グループによる研究成果。発光クラゲに由来する緑色蛍光タンパク質(GFP: Green Fluorescent Protein)は、生きた細胞内で特定の場所や機能タンパク質を蛍光標識する手段として、細胞生物学などの研究分野では非常に多用されている。しかしながら、従来のGFPは、発色の効率が低く、発光するまでの速度が遅いなどの技術的制約があった。研究グループが新しく開発した改変GFPは、より速く、明るく蛍光を発することができ、特にほ乳類の生体内温度(37℃)で顕著に効果が出る。本技術を活用することにより、脳機能の解明、発生過程や疾病などのメカニズムの理解につながると期待される。

●
外界の刺激を受けて、細胞では分化、移動、分裂などの現象が起こる。そのメカニズムを包括的に理解するためには、細胞内の事象を生きた細胞1個で詳細に観察する必要がある。1960年代に発見されたGFPは、他のタンパク質の遺伝子に融合させて細胞内に導入すると、細胞内の任意の場所に蛍光を発することができるため、生きた細胞内において特定の構造体や機能分子を蛍光ラベルするのに威力を発揮してきた。しかし、従来のGFPは、発色団[※]の形成効率が低く、タンパク質として存在していても光る能力のない未熟なGFPができてしまうことがあった。また、遺伝子が導入されてから、GFPの蛍光が検出されるまでの時間が長いなどの問題も指摘さ

れており、光る能力が向上した新しい改変GFPの登場が望まれていた。

●
研究グループは、改変GFPに様々なアミノ酸置換をランダムに導入し、発色団の形成効率などに対して効果を持つアミノ酸置換を探し出した。特に、発色団形成過程で最も重要と思われる酸化反応に注目して探索した結果、46番目のフェニルアラニンをロイシンに置換すると、その反応がほ乳類の最適培養条件である37℃で飛躍的に促進されることが分かった。さらに、GFPの成熟効率を高める置換も同定。これらのアミノ酸置換を導入して作製した世界で最も明るい改変GFPを、“金星”にちなんで“Venus”と命名した。

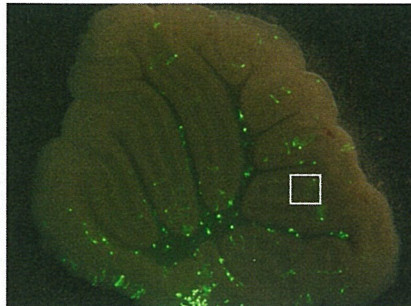
●
Venusは、従来のGFPと比較して、大腸菌内で30~100倍、ほ乳類の細胞内で3~100倍の明るさを達成し、通常の装置でも十分検出可能な蛍光を提供できる。またGFP遺伝子を導入してから蛍光を発するまでの時間が、半日ないし1日程度から数時間以内に短縮された。これらの特長を

持つVenusを用いると、神経芽細胞株PC12を用いた神経伝達物質の放出実験の観察が可能となる。PC12の分泌顆粒をVenusで蛍光ラベルすると、ほぼ100%の分泌顆粒が正確に、これまでに比べて10倍以上の明るさでラベルでき、従来は困難であった、脱分極や細胞刺激によって起こる顆粒分泌の素過程の実時間観察が可能になる。さらに、細胞からの分泌量を培養液に放出される蛍光で定量することもできるようになった。

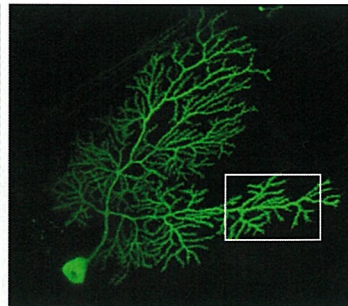
●
Venusは、蛍光を発するまでの速度が非常に速く、生体内で目的とする遺伝子の発現を忠実に反映し可視化できる“遺伝子の「レポーター」”としての役割が期待できる。また、必要最小限の分量で細胞内の生理的条件を保ったまま、より定量的な蛍光観察ができるため、細胞内現象、特にシグナル伝達への理解と共に、脳機能の解明、発生過程や疾病などのメカニズムの解明にも大きな手がかりを与えることが期待される。

マウス小脳中のプルキンエ細胞におけるカルシウムイメージング

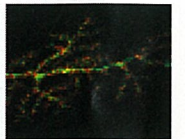
A マウス小脳スライス



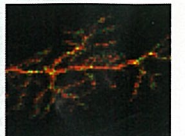
B プルキンエ細胞



C 脱分極前



D 脱分極後



Venusを用いて作製したカルシウムイオン指示薬を新鮮なマウス小脳スライスに遺伝子導入した。

高濃度カリウムに浸すと脱分極が起こり、カルシウム流入が起こる。赤いほどカルシウム濃度が高くなったことを示す。(写真C、D)

*BはA中の白い囲みを拡大したもの。C、DはB中の白い囲みを拡大したもの。

ヒトとチンパンジーを比較する 世界初のゲノム地図が完成

(2002年1月4日、文部科学省においてプレスリリース)

※ヒトとチンパンジー

今からおよそ500万年前に共通の祖先から分岐したと考えられている。染色体レベルでは、ヒトの2番染色体に相当する染色体がチンパンジーでは2本に分かれている点が大きな違いだが、これ以外にも逆転している部位などがいくつか発見されている。

監修：ゲノム科学総合研究センター
ゲノム構造情報研究グループ
プロジェクトディレクター 榊佳之

当研究所は、ヒトとチンパンジー※を比較する世界で初めてのゲノム地図を完成させた。理研横浜研究所ゲノム科学総合研究センターゲノム構造情報研究グループの榊佳之プロジェクトディレクター、藤山秋佐夫チームリーダーらを中心とした研究グループによる研究成果。比較ゲノム地図は、ヒトとチンパンジーのゲノム情報を比較するため、細菌人工染色体(BAC)上にクローン化されたチンパンジーゲノムDNA断片約64,000種の末端配列を決定し、ヒトゲノム配列との相同性を基にして、ヒトゲノム上に配列させた。得られた比較ゲノム地図の解析から、大きく構造が変化している部分や、配列の変化の大きい領域が存在していることが分かった。また、両者のゲノム配列の違いは1.23%(約3700万塩基)しかないことが明らかになった。本成果は、ヒトとチンパンジーゲノムの配列比較の第一歩であり、今後、両者の配列情報の違いが明らかになることによって、ヒトがヒトであるための“智”の遺伝子探索に、はずみがつくものと期待される。

人間の実社会では、他人を自分と比べて批評することはあまり褒められる行為ではない。しかし科学的には、比較を通じて対象物の性質を際立たせ、理解を容易にするというのは常套手段の一つである。比較を行うにあたり、二つの戦略がある。一つは、ヒ

トとマウスのように進化的に離れた生物間の比較を行い、両者で共通に保たれている領域を解析することで、共通性が高い遺伝子領域や調節領域を推定し、さらに両者で共通に見られる性質の解釈に役立てようというやり方。もう一つは、進化的にヒトの最近縁種とされているチンパンジーゲノムとヒトゲノムとを比較し、両者でゲノム上の領域、遺伝子などについて違いが見られるかどうか調べる方法である。

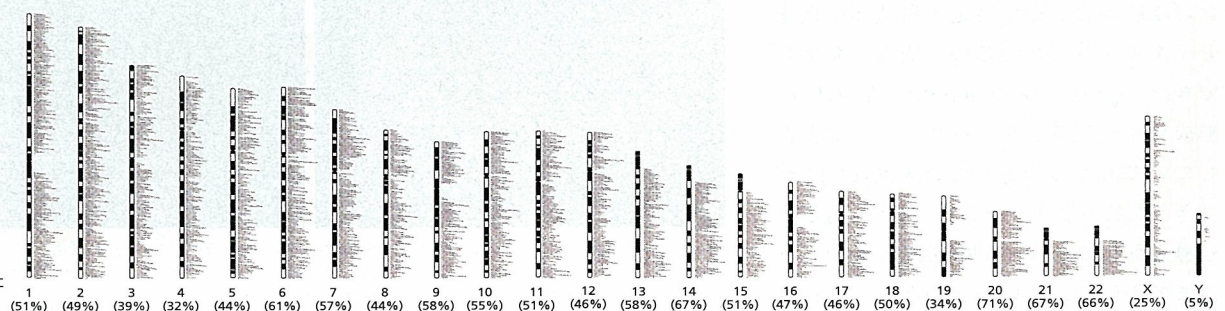
今回、ヒトとチンパンジーを比較するため、まず初めにチンパンジーのBACライブラリを準備した。BACライブラリは、研究グループが独自に開発したベクターを用いたライブラリと、他の研究グループによって作られたライブラリの両方を用いている。性格の異なるライブラリを併用することで、より広くゲノムをカバーすることができる。また、末端配列の決定には、研究グループがヒトゲノムの構造解析で培った技術で開発された高効率シーケンスシステムを最大限に活用した。さらに生産された配列データの計算機処理と解析には、ヒトゲノム解析に用いている計算機システムと各種ツール類、サポートシステムを活用したほか、分子進化の専門家が解析を行った。

今回の大きな成果は、大量のチンパンジーBACクローンの末端塩基配列を決定し、そ

れをヒトゲノムの配列と比較整理することによって、ヒトとチンパンジーのゲノムを直接比較できる初めてのゲノム地図(整列クローン地図)ができあがったこと(図)。最終的にはチンパンジーのゲノムDNAクローンの末端配列77,461個を基にチンパンジーゲノムDNA断片をヒトゲノム配列上に整列させている。また、今回得られた配列を基に、両者のゲノム配列の平均一致度を算出すると、98.77%という値が得られた。さらに、研究グループが中心となって全構造決定したヒト21番染色体(チンパンジーでは22番染色体)について調べたところ、違いが局部的に集中していると思われる結果となった。

ヒトとチンパンジーが500万年前に共通の祖先から分かれて以来、双方の遺伝情報に起きた変化がゲノムに書き込まれていることは事実である。本研究は、この違いを解明するための最初の一步。今後は、クローン地図を拡充させると共に、ヒト遺伝子のうち“興味を持たれるもの”、“重要性の高いもの”に相当するチンパンジー遺伝子を単離し、詳細な構造・機能解析を行っていく。さらに国際コンソーシアムを形成し、チンパンジーの22番染色体について正確な配列決定と、それに基づく比較ゲノム解析を行う予定である。本研究成果は、米国の科学雑誌『Science』(2002年1月4日号)で発表された。

ヒト染色体上に配置したチンパンジーゲノムのDNAクローン全体像
パーセンテージはチンパンジーBACで被覆されたヒト染色体の領域割合



平成14年度の組織改革

5研究所体制がスタート

当研究所は平成14年4月、研究プロジェクトのさらなる推進のため、研究・業務体制の強化を目指した組織改革を実施しました。今回の最大の改革は、神戸研究所を新設し、急速に拡大している研究・業務を「5研究所体制」として整備したことです。また、理研独自の研究体制である主任研究員研究室の強化を目指し、主任研究員研究室と基盤研究部を統括する中央研究所を組織化しました。

● 神戸研究所を新設し 5研究所体制へ

この数年、新たな研究プロジェクト、研究センターの立ち上げによって、理研の研究領域、研究拠点、業務は急速に拡大してきました。現在、主任研究員研究室、フロンティア研究システムのほか、脳科学総合研究センターをはじめとする7つの研究センターにおいて研究を推進しています。研究センターの研究拠点は、和光、筑波、播磨、

横浜そして神戸の5ヶ所に広がっています。さらに、フロンティア研究システムでは、地域展開として仙台、名古屋に研究室を置いています。

平成12年3月にまとめた「理研の将来に関する考え方」では、このような状況を踏まえ、研究組織の再編、運営体制の整備の必要性を指摘しています。今回の組織改革は、この将来構想を実現するために必要な体制を着実に整備することを目的としています。そのために、二つの大きな改革を行いました。

第一の改革は、「5研究所体制」の立ち上げです。研究拠点という視点から研究・業務体制を整備し、各拠点でのさらなる研究の推進を目指します。それを受けて、発生・再生科学総合研究センターの研究拠点である神戸に神戸研究所を新設し、研究推進部を組織しました。これにより、和光本所、筑波研究所、播磨研究所、横浜研究所、そして神戸研究所からなる5研究所体制がスタートしました。

● IILsを中央研究所として組織化

● 第二の改革は、和光本所の主任研究員研究室と基盤研究部を統括する中央研究所の新設です。

「理研の将来に関する考え方」では、主任研究員研究室 (IILs: Institute Laboratories) を強化するための組織整備の必要性が述べられています。IILsは、主任研究員がそれぞれの研究テーマを持ち、IILs間あるいは外部と連携しながら研究を進める、自由な発想に基づくボトムアップの研究体制です。IILsは、研究所発足当時から続いている理研独自の研究体制であり、日本では他に類を見ません。IILsの研究領域は、物理学、工学、化学、生物学、医科学と幅広く、理研が自然科学の総合研究所である所以でもあります。

現在、41のIILsと5つの基盤研究部がありますが、それらは緩やかな連合体として機能しており、全体として一つの目標や計画



- 1 我が国の中核的総合研究所としての役割を果たす。
- 2 国内外の最も優秀な研究者を結集し、機動的な研究体制をとる。
- 3 プロジェクト制の重点的研究群と、プロジェクトを生み出す土壌となるインキュベーター的研究群で構成する。
- 4 大学との差異を明確にしつつ、大学、産業界との相補的協力関係を尊重する。
- 5 常に適正規模を意識し、安易な拡大主義を排する。

を持っているわけではありません。この点が、センター長のもとで、明確な目標や戦略を持って研究を進める、トップダウン的な研究センターとは大きく異なっています。

ILsと基盤研究部を統括する中央研究所を組織化することにより、ボトムアップ的な良さを活かして伝統的な総合力を発揮しつつ、ある程度のまとまりや戦略、方向性を持たせることを目指しています。研究センターとの競争や連携による相乗効果で、研究がより推進することも期待されます。

中央研究所にも基礎基盤研究推進室を新設しました。これにより、5研究所のすべての研究所、そして和光本所では三つの機構すべてに研究推進部(室)が組織化され、研究の推進を支える業務体制が整備されたこととなります。

採用・契約手続きをより明確に

今回の組織改革では、人事の機能強化も大きなポイントになっています。2001年、脳科学総合研究センターの研究者が米国において経済スパイ容疑で起訴されるという問題が発生しました。理研では調査委員会を組織して調査を行い、11月に改善作業部会報告書を取りまとめました。報告書で指摘された、任期制の研究者の採用手続きや契約に関する改善すべき措置を、確実に実行することを目指しています。

任期制の研究者は様々なキャリアを持ち、在籍期間が短く、流動性が高くなっています。そのため、前職あるいは転職先との間で契約、知的所有権、研究試料の持ち込み・持ち出しなど、様々な問題があります。任期制研究者の採用にあたっては、このような問題について十分にフォローし、適切な募集、選考、契約を行わなければなり

ません。優秀な人材を適切に確保するため、今回の改革では人事部を独立させて組織を強化すると共に、採用にあたっての審査体制を強化しました。

理研には現在、終身雇用の職員・研究者が約660名、任期制の研究者が千数百名在籍しています。二つの雇用体制が共存する研究機関は、まだ日本では少数です。しかし、他の研究機関においても、人事制度の多様化は避けて通れない課題です。いち早く任期制を取り入れた、理研における人事の機能強化の手法は、試金石になると思われれます。

研究倫理に対する取り組みの強化

現在、研究センターはすべてライフサイエンス関係です。ライフサイエンス関係の研究においては、特にヒト材料、ES細胞(胚性幹細胞)、遺伝子、動物実験の取り扱いなどをめぐる研究倫理は、非常に重要な問題です。

各研究センターの研究特性によって、問題になる研究倫理上の課題は異なります。例えば、神戸研究所の発生・再生科学総合研究センターではES細胞、横浜研究所のゲノム科学総合研究センターではヒトの遺伝子に関する問題が大きなウエイトを占めます。これまでも、各研究推進部(室)に、研究倫理の審査機構や委員会を組織し、その研究センター固有の研究倫理に対応してきました。

今回の組織改革では、研究倫理に対する取り組みをさらに充実させるために、和光本所に安全管理部を再編し、従来の安全管理を担当する安全管理課に加えて、研究倫理課を新設しました。研究倫理課は、

和光本所にある中央研究所や脳科学総合研究センターにおける研究倫理の業務だけでなく、各研究センターにおける研究倫理問題を統括・調整します。

より開かれた理研を目指して

理研は、我が国の中でも国際化が最も進んでいる研究所の一つです。脳科学総合研究センターでは、外国人研究者が25%を占めています。研究の面に比較して、事務的な面での国際化はまだ不十分です。これまでは国際協力室が、外国人の受け入れ、住居の管理運用までも含めた国際化に関する業務を専門的に行っていました。しかし、本当に世界に開かれた研究所となるためには、研究所全体を国際化に対応できる組織に変えていかなければなりません。「理研の将来に関する考え方」の中でも、バイリンガル化の必要性が指摘されています。そのためには長い時間と段階を必要としますが、まず第一歩として、住居の管理運用などは庶務厚生課へ移管しました。国際協力の事務は、研究調整部(旧研究業務部)に新設する国際協力課で行います。

さらに、一般の人々に開かれた研究所を目指し、より積極的な広報を行うため、広報室が総務部から独立しました。また、研究成果を実用化していくことも重要な責務であることから、技術展開室を新設し、知的財産権の管理、研究成果の実用化、研究者が自ら設立する理研ベンチャーの促進を目指します。

「理研の将来に関する考え方」を踏まえ、また平成15年度に予定されている独立行政法人化を視野に入れながら、国際的に高い評価を得る、開かれた研究所として、さらなる発展を目指します。

仁科芳雄がもたらしたもの

欧州留学とコペンハーゲン精神

日本の核物理学研究の黎明期を力強く牽引した一人の研究者が理化学研究所にいた。仁科芳雄（主任研究員、第4代所長）。欧州留学を通して、量子力学など新しい物理学の誕生に立ち会い、当時の最先端研究を日本にもたらした。さらに仁科は、近代物理学誕生の下地となった、自由で、闊達な、そしてユーモアに富んだ討論と対話を行う“コペンハーゲン精神”を持ち帰り、理研を“研究者の自由な楽園”へと導く。我が国の物理学の発展に多大な影響を及ぼした仁科の欧州留学を、記念史料室に残されている史料からひもときたい（敬称略）。

東京帝国大学工科大学（現・東京大学工学部）を卒業した仁科芳雄は、1918年（大正7年）7月、理研で電気化学に関する研究を進めていた鯨井恒太郎の研究室に研究生として入所した。仁科が物理学を志すまでには紆余曲折があった。長兄である亭作の勧めで一度は電気工学の道を進み始め、電気工学科を首席で卒業したものの、卒業後は進路を変え、新たに電気化学の道を進み始めようとする。しかし、実際には未開拓な領域が多く残されていた物理学への興味を沸かし立ち、当時、理研の物理部長に就いていた長岡半太郎（主任研究員）との運命的出会いにより、鯨井研に所属したまま、東京帝大大学院で物理学を学ぶようになった。

1920年（大正9年）8月、仁科は理研から欧米諸国への留学の命を受け、翌年4月、神戸港を出航する。欧米への留学を理研に働きかけ、仁科の肩を押したのは長岡だった。仁科は、英国・ケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所を皮切りに、ドイツ・ゲ

ッテンゲン大学を経て、1923年（大正12年）にはデンマーク・コペンハーゲン大学に移り、滞欧期間の多くをコペンハーゲンで過ごす。その後、米国を経由して1928年（昭和3年）に帰国した。仁科が留学していた7年あまりは、物理学の世界が大きな変革を遂げた時期であり、その滞欧生活の中で、仁科は新しい物理学を積極的に吸収し、名実ともに物理学者として自立していく。

仁科の滞欧生活の中で最も充実していたのは、原子の構造理論でノーベル物理学賞を受賞（1922年）したニールス・ボーアが所長を務める「コペンハーゲン大学理論物理学研究所」に滞在していたときである。初めは、後にノーベル化学賞を受賞するG. ヘヴェシーのもとで、X線スペクトルによる物質の定量化に関する研究を進めた。この間に仁科は、X線による化学分析の実験技術に習熟し、同研究所のX線に関する実験の指導的な役割を果たし、日本からやってきた木村健二郎（主任研究員）らにその技術を伝える。このとき仁科は、実験から理論家への脱皮を図ろうとし、木村に「私はもう実験をやめる。理論のことをやって国に帰りたい」と漏らしていたという。

ボーアのもとには、理論物理学者として後に大成する多くの研究者が集っていた。P. ディラック、W. ハイゼンベルク、W. パウリなどが滞在し、新しい物理学の構築を目指して議論が進められた。その中に仁科の姿もあり、O. クラインと共に電子による光子散乱の確率に関する「クライン-仁科の公式」を導き出している。ボーアの研究所の最大の特徴は、互いの協力精神が旺盛で、真摯な討論と、自由な対話が行われていた点。討議の中からは、一人では得

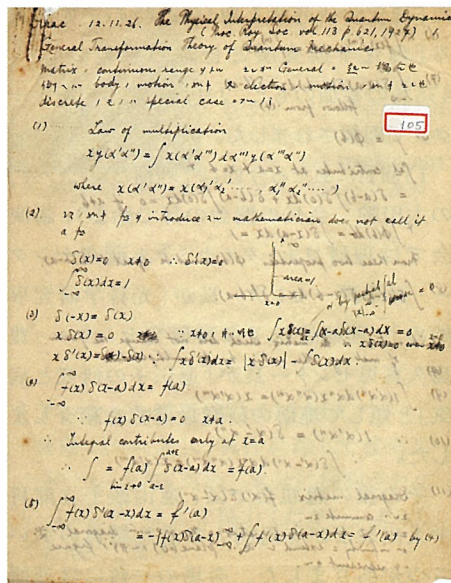
写真1: コペンハーゲン・理論物理学研究所にて(1927年)
左から仁科芳雄、青山新一、堀健夫、木村健二郎
写真2: 理論物理学研究所での
コロキウム・ノート(1926年12月11日)
P. ディラックが研究内容について報告している。

執筆・文責: 嶋田庸嗣(広報室)



られない、豊かな発想が生み出された。仁科と同時代にボーアの研究所に滞在した堀健夫（北海道大学名誉教授）は“コペンハーゲン精神”について、「協力の精神、形式ばらぬ自由な討議、しかもユーモアに裏打ちされた傾倒の精神」と書き残している。

記念史料室の片隅には「3号館資料」と呼ばれる仁科のヨーロッパ留学時代の貴重な文献が保存されている。「3号館資料」はタイムカプセルのように、とある研究室の引き出しの中で忘れ去られていたものが、和光移転の際に発見されたものである。その構成は、和文約450通（1921年から1936年まで）、欧文約200通（1922年から1936年まで）にもほり、仁科芳雄が欧州留学に旅立ち、帰国するまでの貴重な書簡や日記などが残されている。それらをひもとくと、議論と対話の“コペンハーゲン精神”の中から、学問が成長していく姿をかいま見ることができる。



期間中は10,258名の来場者でにぎわいました。——3

「和光市民大学講座」が開催される

和光市教育委員会は3月9日、和光市中央公民館で市民を対象に生涯学習の一環として和光市民大学講座『「脳の不思議」に迫る』を開催しました。

今回は約60名の参加者があり、高橋勝緒氏(広報室)が「理研と理研における脳科学研究の概要」、田中啓治グループディレクター(脳科学総合研究センター 認知脳科学研究グループ)が「あなたの脳はどうはたらくかー特に、ものを見分けるしくみー」、貴雄 K. Henschグループディレクター(同センター ニューロン機能研究グループ)が「脳の発達に環境はいかに影響するか」をテーマに講演しました。

今回も熱心に聞き入る参加者が多く見られ、「顔を認識する機能」や「三つ子の魂の重要性」などに関心が持たれていました。——4



3



4

新チームリーダー紹介

新しく就任した、新チームリーダーを紹介します。

①生年月日 ②出生地 ③最終学歴 ④主な職歴 ⑤研究テーマ ⑥信条 ⑦趣味

<脳科学総合研究センター>



ニューロン機能
研究グループ
発声行動機構研究チーム
ニール ヘスラー
Neal Hessler

①1964年6月14日 ②ミズーリ州セントルイス(米国)
③アイオワ大学神経科学
Ph.D. ④カリフォルニア大学(サンフランシスコ校)ポ
ストドク ⑤発声行動学習の神経機構 ⑥脳は空より広い
⑦バードウォッチング



免疫システム
制御グループ
免疫寛容研究チーム
さかぐち しげあき
坂口 志文

①1951年1月19日 ②滋賀
県 ③京都大学医学部
④スクリップス研究所助教
授、「さきがけ研究21」研究
者、東京都老人総合研究所
部門長、京都大学再生医科学研究所教授 ⑤免疫寛容
のメカニズム ⑥格物致知 ⑦美術館めぐり



先端技術開発センター
ニューロインフォマティクス
技術開発チーム
うゑい しろう
臼井 支朗

①1943年10月22日 ②青
島市(中国) ③カリフォル
ニア大学(バークレー校)大
学院博士課程 ④豊橋技術
科学大学教授 ⑤視覚系の
ニューロインフォマティクス ⑥信頼、努力 ⑦ゴルフ、
クラシックギター



免疫システム
制御グループ
アレルギー制御
研究チーム
かしわ けんじ
改正 恒康

①1959年9月1日 ②大阪
府 ③大阪大学大学院医学
研究科博士課程 ④大阪大
学微生物病研究所 ⑤自然
免疫と獲得免疫の関連機構 ⑥知的好奇心の探求 ⑦
クラシック

<免疫・アレルギー科学総合研究センター>



免疫系構築グループ
免疫系マスタープラン
研究チーム
かわもと ひろし
河本 宏

①1961年6月9日 ②京都
府 ③京都大学大学院医学
研究科博士課程 ④京都大
学再生医科学研究所非常勤
講師、京都大学医学部助手
⑤造血幹細胞・T前駆細胞の分化 ⑥人間万事塞翁が
馬 ⑦絵を描くこと、ギター、スキー



免疫システム
制御グループ
粘膜免疫研究チーム
シドニア ファガラサン
Sidonia Fagarasan

①1965年9月15日 ②ルー
マニア ブラショフ(Brasov)
③クルージュ・ナボカ医科薬
科大学(ルーマニア) ④同
上大学 微生物学助教授
⑤粘膜免疫学、B細胞発生 ⑦文学、クラシック、美術



免疫系構築グループ
粘膜免疫系再構築
研究チーム
おの ひろゆき
大野 博司

①1958年10月27日 ②東
京都 ③千葉大学大学院医
学研究科 ④金沢大学がん
研究所教授 ⑤細胞内小胞
輸送機構、上皮細胞の分
化・極性形成の分子基盤 ⑥チャレンジせずに後悔する
よりもやってみよう ⑦スポーツ(見る・する)、飲み食
べ歩き

アンケートにご協力ください
「理研ニュース」の製作に際して参考に
させていただくため、本号に同封されて
いるアンケートにご協力ください。よろし
くお願いします。

学生時代に少しばかり学んだフランス語を、日常の多忙さにかまけて忘れてしまわないように、フランス文化に関心を持つ同僚の会澤正樹さんと協力して、フランス語テキストの輪読を行うことにした。何を読んだらよいか。あまり平凡な文章では面白くないだろう。色々話し合った結果、ジャン＝ジャック・ルソーの『孤独な散歩者の夢想』(J.-J. Rousseau, *Les rêveries du promeneur solitaire*, 1778)の第5章を読むことにした。周知のとおり、ルソーは『人間不平等起源論』、『社会契約論』、『エミール』等の著作により、ロベスピエールらの来たるべきフランス革命の担い手たちの精神的支柱となり、今日のデモクラシーにとってかけがえのない基礎を生み出した思想家である。ルソーは若かりしころ、その恵まれた才能により、当時の貴族社会におけるサロンの寵児であったし、貴婦人との間に様々なスキャンダルを生み出しもした。しかし、これらのあまりに革命的な著作により、数々の論敵をつくり、ヴォルテールやデイドロをも敵に回し、方々からの政治的迫害を被らざるを得なくなり、貧困の中、各地を転々として、波乱に満ちた生涯を送ったのであった。この本は、晩年のルソーが世間の喧噪を逃れてたどり着いた境地をつづったものであり、ことさらこの第5章は近代ロマン派文学の源流に位置づけられ、フランス語散文史上屈指の名文と評される。僕たちは10ページばかりのこの極めて密度の濃い文章を、途中日々の業務に追われて長い中断はあったものの、時には深夜に時には早朝に二人頭を突き合わせて、辞書を片手に知恵を出し合いながら、ほとんど翻訳書を参照することなく、一字一句余さず、正味三ヶ月程で読み切った。

今回の輪読で、古典的作品を原語により丹念に読むことが如何に意義深いことであるかが如実に味わえた。まず驚かされるのは、テキストは18世紀フランス語であるにもかかわらず、若干の例外を除けば現代フランス語とほとんど大差がない。すなわちフランス語の基礎を学んだ者であれば辞書さえあれば誰でも読むことができるということである。17世紀以来フランス語はその語彙及び文法ともアカデミー・フランセーズにより厳しく統制されており、公的にはいまだにhome pageという外来語を認めずpage d'accueilという語をもって表記するなど、そのかたくなさは国際的に悪評が高い。しかし、自国語について保守的になるとは、自国の文化を尊重すると共に、それを他国に普遍的に開放するというのではないか。言語の中央集権化が種々の方言を抑圧する危険性をはらむ点は今おくとして、フランス語においては、その言語の保守性が、僕たちのような初級文法しか知らない極東の田舎者にも、ルソーのような古典的テキストの読解を可能としてくれる点に深く留意したい。思えば、我が国は、戦後の安直な国語改革のもとに日本語動詞の活用を破壊したばかりでなく、戦前の古典的文献を日本人自身に対してすら疎遠なものとしてしまったのではなかったか。

「この世における一切は絶えざる流れのうちにある」という有名な句を含むこの第5章は、晩年のルソーの現世に対する無常観を語って余すところがない。人間は、世俗における雑多な外物に携わっている限りは、満ち足りた心の平静さを得られることはない。本当の幸福は、ゆったりと流れる周囲の自然と調和して、自分の精神の中に全く充足した忘我の「魂の状態」(état d'âme)を見出したときに得られるのではないか。ピエーヌ湖上のサン・ピエール島にひっそりと生活していたルソーは、湖水の波間に漂う小舟に揺られてそのような魂の状態を見出す。こうした神秘的体験を巡るルソーの叙述をフランス語によってたどれば、翻訳によっては絶対に味わえないめくるめく世界が現出してくる。ルソーの時制やモードの巧みな使用や語に託された豊かな含意性は、彼の魂の奥深さをうまく表現して、妙技ですらある。そのようなフランス語の第一級の表現を通して、この言語の独特さが初めて理解できる。そしてこの叙述を読むことによって、僕たちは、またしても、内面の省察を通して自己自身を発見しようとするフランス精神特有のモラリストの心性をルソーの中にも見出すことができたのである。

外国語学習といえば、会話力等実用面の重要性のみ強調される昨今のご時勢である。しかし、外国語ひいては外国文化は、このような優れた古典の味読を通してでなければ、正しく理解することはできないのではないだろうか。

総務部付●鈴木一郎

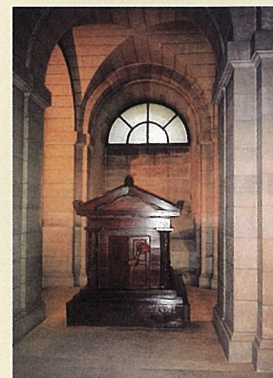


写真1: 筆者近影(左)と会澤正樹さん(右)

写真2: パリのパンテオンの地下に眠るルソーの棺(筆者撮影)

理研ニュース

4

No.250: April 2002

発行日——平成14年4月15日

編集発行——理化学研究所 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]
株式会社デザインコンピビア

制作協力——有限会社フォトンクリエイト
再生紙を使用しています。