

RIKEN NEWS

No. 280 October 2004

10

2 理事長あいさつ

理化学研究所と社会
独立行政法人化一周年を迎えて

4 特別企画

新しい理研を築くために
大熊健司理事に聞く

6 特集

融合的連携研究制度による
産業界との共同研究がスタート
丸山瑛一システム長に聞く

8 研究最前線

正確な診断・検査装置を実用化し、
次世代の医療技術を築く

11 TOPICS

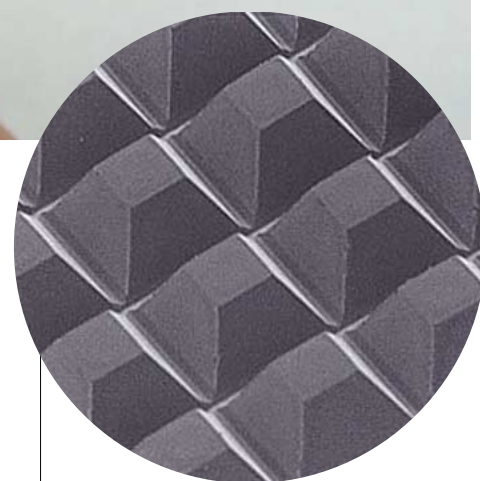
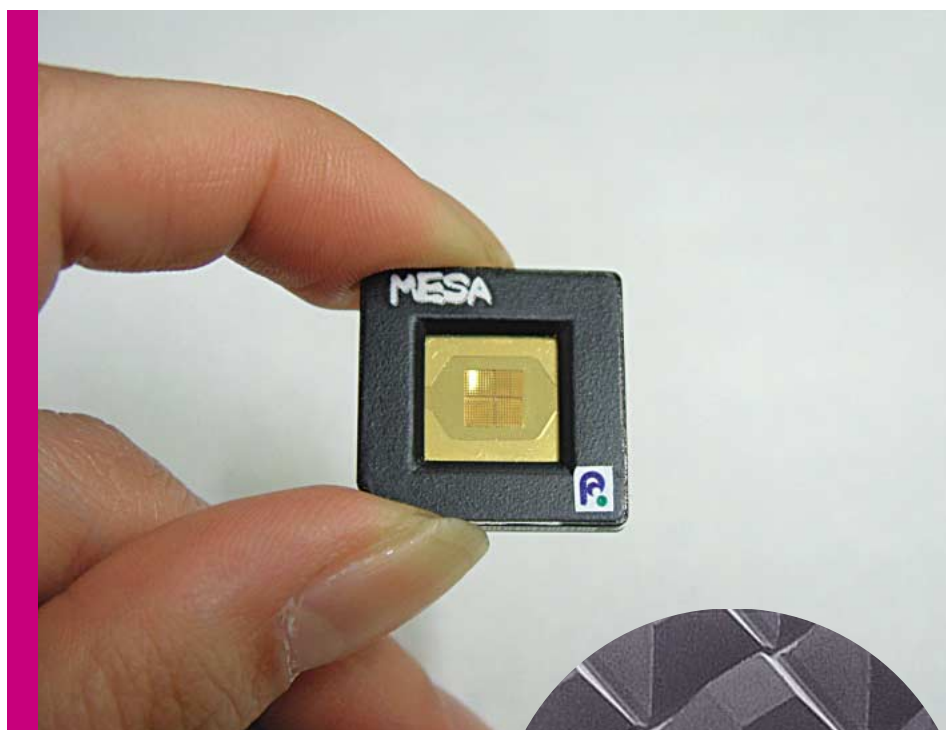
2004年 理化学研究所 科学講演会
のお知らせ

バイオ・ミメティックコントロール
研究センターを一般公開

「サイエンスキャンプ」が開催される

12 原酒

走れば元氣とアイデアが湧いてくる！



メサ型DNAチップ

右下はチップの拡大画像。メサ構造と呼ばれる凸型の基板が見える。「正確な診断・検査装置を実用化し、次世代の医療技術を築く」より

理化学研究所と社会

独立行政法人化一周年を迎えて

理事長 **野依良治**
NOYORI Ryoji



新しく独立行政法人に衣替えした理化学研究所の理事長に就任して、1年がたちました。現状と問題点を把握できましたので、わが国が誇る中核的研究所「理研」のさらなる発展に向けて、決意を新たにしています。

「科学と社会のかかわりは時代の宿命である」——私は理事長就任に際してこの観点から、「野依イニシアチブ」を運営方針に掲げ、これに沿って新しい理研づくりに努めてきました。(1) 見える理研、(2) 科学技術史に輝き続ける理研、(3) 研究者がやる気を出せる理研、(4) 世の中に役立つ理研、そして(5) 文化に貢献する理研の5項目から成ります。法律によって、「理研は、科学技術に関する試験および研究等の業務を総合的に行うことにより、科学技術の水準の向上を図ることを目的とする」と定められています。国際的に最高水準の基礎科学研究を行うとともに、産業的あるいは公共的に意義のある技術をつくることは当然です。しかし、それだけでは不十分です。伝統と栄光に輝く理研の最大の使命は、それらの活動を通して、21世紀の人類生存と国際社会、さらにわが国の国益のためにも科学研究が普遍的に重要であること、そして力強い科学技術が不可欠であるということ、社会全体にはっきりと認識していただくことにあります。理研の実力からすれば、これは十分に期待できることです。私のイニシアチブは決して「余計な業務」ではなく、むしろ現代社会における研究機関の本質と考えます。この観点から、私の意図するところをくみ取っていただければ幸いです。

「理研よ、君は社会から尊敬されているか、それとも感謝されているか」。こうあるべきですが、皆さまはどう判断されますか？ 理研はわが国唯一の自然科学と科学技術の「総合的な研究機関」として、十分に社会の負託に応えていかねばなりません。価値観は時代に応じて変化しますが、研究機関は社会の生き物です。社会環境に応じて、組織を自律的に再生し進化することによって初めて持続して生存し得るもので、理研とて例外ではありません。

まず「世の中に役立つ理研」でなければなりません。社会の要請を適確に把握し、理研の戦略策定の糧とすべく、理研の外の方々にも参加していただき「研究プライオリティ会議」を設置しました。分野の統合化は将来の科学研究に不可欠です。すでに高水準にある理研の研究能力を踏まえ、また、これまでに培われた理研の成果を総合的に活用して、さらなる

飛躍を求めたい。そのために所内組織間の連携を促進する「連携型研究」課題や、10年から20年先を見据えて果敢に挑戦する、また真に新しい芽を育てる「戦略型研究」課題について、特別に所内公募する試みを思い切って導入しました。また産業界への貢献、これも世の中の理研に対する期待の一つです。企業と理研が一体化したチームによるプロジェクトを推進すべく、「融合的連携研究制度」※P6参照を開始しました。この制度に対して意欲あふれる20数社から積極的なテーマが提案され、強い手応えを感じた次第です。

理研の財産は、何よりも優秀な研究者集団です。輝ける理研がさらなる飛躍を目指すために、ぜひとも「理研ブランド」を創出してほしいと思います。現在の「中央研究所」、「フロンティア研究システム」、「センター群」の3つのタイプの研究システムは、それぞれの特質を生かして研究活動の質を高めていかなければなりません。

任期制職員による目標指向型の「センター群」は、高い目標達成度と大きな社会的波及効果、そして科学技術政策への影響力が求められます。単なる政策追従ではなく、近未来のあるべき社会の構築に向けて、政策を突き動かす気概が必要です。これと対極にある定年制職員を主体とした「中央研究所」は、自由な発想に基づく多様な基礎研究を行います。従って、真の創造性と卓越性が求められます。ぜひとも世界の頂点を目指してください。「フロンティア研究システム」は、トップダウンおよびボトムアップ方式のパイロットセンター、あるいはインキュベーション研究を実施する場として非常に重要な位置を占めていますので、先見性やダイナミズム、実効性の検証と基盤の確立が求められるのです。

理研は、これらの研究組織ごとに異なる使命の達成に向けて、独立性は尊重するものの、これらが孤立するのではなくさまざまな形での緊密な連携関係を保ち、「掛け算の効果」によって真の意味での総合研究機関として発展していかねばなりません。

また、研究者が「やる気を出せる理研」でなければなりません。

そのため、特に優れた任期制研究者には5年間理研での研究に専念できるよう長期在職権付研究員制度を創設し、今後とも有能な研究者が継続的に力を発揮するための環境を整えました。

●

本年6月、国の内外の有力な研究者から成る「理研アドバイザリー・カウンシル(RAC)」を開催し、そこで理研のすべての研究および運営を開示して、徹底的に討論をしていただきました。評価委員には真摯かつ精力的に議論していただき、国際的な視野のもとでしっかりと外部評価を受けることができました。その結果、現在の理研は研究水準から判断して、世界の最高の研究機関の一つであることに疑いを持たない、との評価をいただきました。さらに運営については、とりわけ、「野依イニシアチブ」を評価していただきました。その上で、この実現のためにも現在の理研の成長に対応すべく、理研自ら科学の展望を視野に入れて、より強力な運営組織づくりを検討しなければならない、との貴重な提言をいただきました。これらは私の認識を支持するものであり、この提言のもとに経営陣や所長、センター長の強いリーダーシップの確立も含めて組織と運営内容の改革を進め、社会の大いなる負託に応えてまいりたいと思います。

●

特に経営陣、事務職員諸氏には意識改革と積極のご協力を願います。私は、RACにおける議論を踏まえてあらためて今後の経営戦略を立てるため、経営にかかわる当面の10の重点事項を掲げました。理研と社会の関係はもとより双方向でなければなりません。その実現に向けて、球面モデル(図1および図2)を考えました。図1に示したように、理研の中では、マグマのように燃え盛る多様な研究が行われております。この理研の研究成果をいかに効果的に社会に発信・波及させるかを、衆知を結集し考え、そして実行せねばなりません。その際に、理研を取り巻く社会が実に多様であることを、念頭に置かなければなりません。球面モデルで示すように、実は研究者の多くは内面的存在であって、ごく狭い窓を通して専門的な外界としかつながりを持ち得ません。理研と多様な社会セクターをつなぐインターフェースは、理事会議がつかさどる経営・運営の問題であり、私をはじめとする経営陣や事務職員が最も積極的に取り組んでいかなければならないことであります。事務職員には、理研運営にかかわる基本的な業務を確実に遂行していただくとともに、研究活動と社会を結ぶ接点において、ぜひとも表舞台に立って能動的に活躍していただきたいと考えます。

かつて山本七平は言いました。「日本が敗れる理由は、組織内の日本人の盲目性にある」と。図2に示した10項目を検討していく上で大切なことは、専門的英知を結集することです。社会とは何か、そして日本社会の特徴を知らねばなりません。理研を最もよく知る理研人に加えて、外社会を知る理研外部の方にも貴重な知恵をいただきながら、積極的に検討を進めていきたいと思えます。こうした有力な助言チームづくりとその連携、そして議論の機会を通じて、各方面の専門家の方に、理研が進もうとしている道

図1 理研と社会のかかわり (球面モデル)

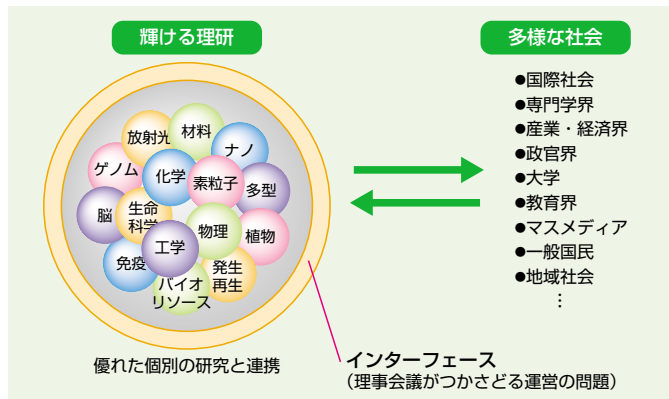
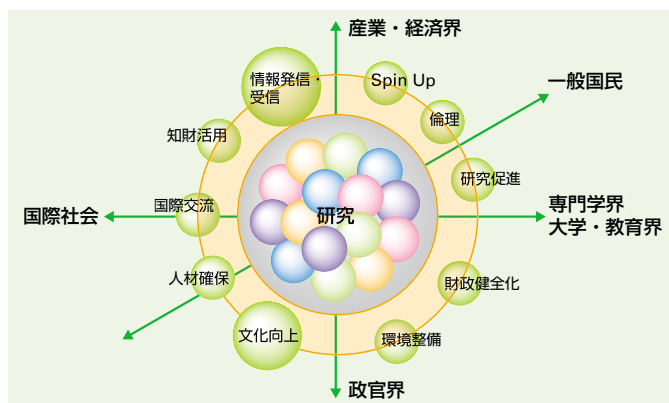


図2 10大重点運営項目と社会/理研インターフェース (球面モデル)



への理解を深めていただけることと思います。加えて、従来ともすれば内向きな行動に傾きがちの事務職員諸氏にも、異なる社会に接して触発され、前向きの人生観を持ってほしいと思います。

●

この1年間はあっという間に過ぎました。素晴らしい研究に出会えたのは最もうれしいことですが、一部の研究者が不適切な行為を起こしたことは大変残念です。理研を応援してくださる方々、そしてまた日々懸命に研究や業務に邁進している多くの職員に対しても申し訳ないことです。不祥事とその原因を徹底的に取り除くことが大切です。研究所は人をはぐくむところであり、決して疲弊させるものであってはなりません。一方で、競争や評価が導入された現代社会では、精神的緊張や抑圧が増大しています。「社会に開かれた理研」、「文化度の向上」は、それを軽減することになりましょう。最高の研究機関としての規範を全職員が共有し、理研に根付かせたいと考えております。そのため、理研は高い透明性を保ち、社会から指弾を浴びるような行動を起こさないような環境づくりに取り組んでまいります。

●

いずれにしても、各部署、各人が本来の使命を果たすことが第一です。そして「自分に何ができるか、何が不足しているか」の認識を持って連携・機能的ネットワークをつくって仕事することが必要です。これからも理研は研究社会で常に輝く存在でなければなりません。さらに、私はより広く、国の内外のさまざまな社会において、自他共に認める「かけがえのない理研」をつくるために献身するつもりであります。今後とも皆さまのご支援をお願いする次第です。

R

新しい理研を築くために

大熊健司理事に聞く

理化学研究所が独立行政法人となって1年が経過した。理研ではこの1年、野依良治理事長が示す「野依イニシアチブ」のもと、新たな理研づくりに取り組んできた。また、6月には第5回理研アドバイザー・カウンシル（RAC）が開催され、世界的に著名な科学者・有識者によって理研の活動に対する評価、理事長への助言が行われた。独立行政法人として新たに動きだした理研の現状、今後の課題を大熊健司理事に聞いた。

野依イニシアチブのもとで

——独立行政法人化によって、何が大きく変わったのでしょうか。

大熊：「独立」という言葉の通り、主体性は法人側にあるということが、独立行政法人と特殊法人の大きな違いです。法人側が主体性を持って計画を考え、独自に実行することが求められます。そのために、組織のトップである理事長の裁量権が強くなりました。特殊法人では難しかったことも、理事長の判断で大胆に実行できるようになる。これが独立行政法人化の最大の特徴です。

独立行政法人では、国が設定した中期目標に対して、中期計画を作成します*1。理研の中期計画の骨子は、研究活動をいかに高め、いかに社会に還元するかということです。野依理事長の強いリーダーシップのもと、独立行政法人の特徴をいかにうまく、理研らしい手法で生かし、中期計画を実現していくのか。この1年は、そのための企画、プランニングに力を注いできました。

——この1年で特に重要なことは何でしたか。

大熊：理事長が考えている戦略を前面に出し、理事だけではなく、研究者から事務系職員まで、すべての構成員の共通認識にすることが、まず不可欠でした。理事長の裁量権がいくら強くても、共通認識なしには何も進みません。

「野依イニシアチブ」の力は大きかったですね。「見える理研」「科学技術史に輝き続ける理研」「研究者がやる気を出せ

る理研」「世の中の役に立つ理研」「文化に貢献する理研」という5項目から成る野依イニシアチブは、あらゆる人に対して極めて分かりやすい判断基準、行動基準を示しています。いずれの項目も多義的で、あらゆる人が自分の立場で考えることができる。野依イニシアチブのおかげで、理研の全構成員が中期計画の実現に向けて共通認識を持ち、一歩踏み出そうという雰囲気になってきました。

実は、野依イニシアチブは5人の理事全員に1項目ずつ割り当てられているのです。私の担当は「文化に貢献する理研」。これは難しいですね。文化とは何ぞや、と悩み始めるときりがありませんが、まず文化とは「美しさ」ではないかと考えています。和光本所を見回すと殺風景ですよ。美しくあるためにはどうしたらいいかを今考えているところですが、門に花を飾るだけでも違うと思います。そして、もう一つが「知的雰囲気」。幸い、理研には歴史と伝統があります。歴史と伝統に裏打ちされた知的雰囲気に美しさ加わることで、理研を訪れた人が「ここには文化があるな」と感じてくれるのではないのでしょうか。まずは美意識を持つこと。それが「文化に貢献する理研」の第一歩だと、私は考えます。

「知」と「富」の社会還元

——独立行政法人化2年目を迎え、これからの課題は？

大熊：企画に力を注いできた1年が終わり、計画を果敢に実行していかなければならない段階にきました。研究で成果を挙げることは理研の当然の使命ですが、それで、世の中が理研の存在意義を分かってくれるという時代ではありません。私たちには、理研の研究を社会に理解してもらい、サポートしてもらうための説明責任があります。そして、研究成果を社会に還元することを、本気で考えなければなりません。

理研の研究活動をプレスリリースやホームページ、「理研ニュース」など、いろいろな窓を活用して社会に伝えていく。これは、説明責任であるとともに「知」の社会還元ですね。理研は、自然科学の総合研究機関です。脳科学には、心理学など人文系の研究も含まれます。これほど広範な、そして優れた研究を行っている研究機関はほかにありません。日本でもすごい研究をしているんだと誇りに思えるような、子供たちが科学や科学技術の世界に飛び込みたくなるような、そういう「知」の社会還元を私たちはしなければなりません。

——研究成果を効率的に実用化することを目指した「理研ベンチャー」も社会還元の一つですね。

大熊：理研では、研究成果を事業につなげていくことで「富」の社会還元をしてきました。理研ベンチャーは現在15社あり、特許料収入も増加してきています。しかし、研究者が個別に

大熊健司 理事 OKUMA Kenji



行う理研ベンチャーでは、社会還元できる富にも限界があります。これからは、独立行政法人、しかも理研だからこそできる社会還元も考えていかなければならないでしょう。

今、最も注目しているのが、ライフサイエンスの研究成果の事業化です。数年のうちに、遺伝子多型研究によるオーダーメイド医療、タンパク質研究によるゲノム創薬など、健康医療事業につながる研究成果が続々と出てくるでしょう。独立行政法人になったことで、理事長の判断によって大規模な事業を興すことも可能になりました。ライフサイエンスの研究成果を社会還元すれば、もちろん大きな富を生み出します。しかも、より良い医療を提供できるようになるので、「世の中の役に立つ理研」の実践にもなります。「独立行政法人理研化学研究所だからできる」というサクセスストーリーをつくり上げたいと思います。

—他の研究機関の独立行政法人化や国立大学の法人化も行われました。その中で、理研には何が求められているのでしょうか。

大熊：一つは、研究者が動きやすい環境をつくることです。理研では任期制の研究者が増えています。契約終了後の就職はなかなか難しい。これは、多くの研究機関・大学に共通の悩みです。研究者が安心してほかの研究機関や大学、企業へ動けるように、ポストだけではなく生活環境も含めた就職情報のデータベースを理研が提供できないかと考えています。海外ではそういうデータベースがかなり整備されていますが、日本にはありません。理研で育った優秀な研究者がさまざまなポストに移って活躍できる環境を整えれば、日本の研究活動全体の発展にもつながります。もちろん、理研以外の研究者にも役立つデータベースになるでしょう。理研の発展だけではなく、全体の発展も考えて努力することが、私たちには求められているのです。

理研アドバイザリー・カウンシルを終えて

—6月には、独立行政法人となって初めての理研アドバイザリー・カウンシル（RAC）が開催されました^{※2}（図1）。どのような評価、提言がされたのでしょうか。

大熊：理研は世界のトップの研究機関の一つであると、高い評価をいただきました。野依イニシアチブの評価も高い。一方で、理事長を支える経営マネージメントをもっと強化すべきだという指摘がありました。

経営マネージメントを考えるときには、理研の資源である人材、情報、資金をいかに有効に、しかも柔軟に駆使できるかが重要になります。そのためには、プライオリティ（優先すべきこと）を決めなければなりません。問題は、誰がどうやってプライオリティ付けをするかです。野依理事長が常々言っているように、経営者である理事は広い視野を持たなければなりません。しかし、理研の活動は非常に多岐にわたります。理事だけですべてを理解し、判断することは難しい。



図1 RACメンバーと理研側参加者（6月8日）

もっと外部の専門家の声に耳を傾け、力を借りることが不可欠です。経営戦略のプライオリティ付けのシステムを早急に立ち上げることを考えています。外部の専門家が、私たちが気付いていない“宝物”を見つけてくれることにも期待しています。

RACでは、中央研究所やフロンティア研究システムの仕組みや位置付けについて厳しい意見も出ています。しかし、センター群についてこそ、仕組みや位置付けを再確認する必要があるのかもしれない。7つのセンター群が目覚ましい成果を挙げていることは、誰もが認めるどころです。しかし実は、センターはどういう場合に設立され、どうなったら役目を終えるのか、はっきりしていないのです。理研におけるセンターとは何か。その役割と責任を明確にすることで初めて、センター群の長期的な視野が開け、理研全体の発展につながるのだと思います。

—これからの理研のモデルとしている研究機関はありますか。

大熊：ありません。野依イニシアチブの根底には、第3代所長である大河内正敏が築き上げた「理研精神」が流れています。戦前の理研では、ベンチャーの原型ともいえる理研コンツェルン（理研産業団）がつくられ、研究成果からさまざまな産業技術、そして多くの富を生み出し、「世の中の役に立つ理研」を実践してきました。また、優秀な研究者をたくさん輩出し、数々の研究成果を挙げ、「科学史に輝き続け」てきました。私たちが目指すモデルは、外ではなく、理研の伝統の中にある。この理研の強みを生かし、野依理事長のリーダーシップのもと、新しい理研を築いていきたいと思っています。

※1 中期目標・中期計画

理研の中期目標・中期計画はホームページに全文を掲載しています。
<http://www.riken.jp/lab-www/disclosure/info/keikaku.html>

※2 第5回理研アドバイザリー・カウンシル

実施結果はホームページに全文を掲載しています。
<http://www.riken.go.jp/r-world/info/release/press/2004/040819/index.html>

融合的連携研究制度による 産業界との共同研究がスタート

丸山瑛一システム長に聞く

理研では本年度より、企業が主体となって理研の研究者とともに研究開発を行い、実用化・事業化を目指す「融合的連携研究制度」を創設した。10月には企業と理研の研究者による研究チームがフロンティア研究システムに設置され、共同研究がスタート。産官連携の新しい仕組みである融合的連携研究制度は、何を指すのか。丸山瑛一システム長に聞いた。

パラレルモデルによる産官連携の新しい仕組み

—今、なぜ融合的連携研究制度を創設したのですか。

丸山：大学や研究機関の研究成果を産業界に移転して実用化するため、両者の間を橋渡しするTLO（技術移転機関）が次々と設立されています。ただし大学・研究機関→TLO→企業という技術移転のやり方は、リニア（直線）モデルであり、効率が良くありません（図1）。実用化には、基礎研究段階での成功例はもちろん、失敗例やトラブル対処法、さまざまなノウハウなどの「暗黙知」が必要です。特許や研究報告などの「形式知」だけを、TLOを介して産業界へ移転しても、効率よく実用化することはできません。TLOが間に入ることで、大学・研究機関と企業の人の交流が断ち切られてしまい、必要な暗黙知がうまく伝わらないからです。

研究者自身が起業する、いわゆる“大学発ベンチャー”も問題をはらんでいます。大学や研究機関の役割は、ものをつくって売ることではなく、基礎的な研究や技術、アイデア、ノウハウを提供することです。ところが大学発ベンチャーでは、研究者自身がマーケティングまでやらなければならない場合があり、本来の研究がおろそかになってしまうおそれがあります。

そこで私たちが考えた産官連携の新たな仕組みが、融合的連携研究制度なのです。これは、理研の人材や設備、研究成果などを活用して、企業のニーズに適合したテーマについて、企業が主体となって理研と共同研究を行う制度です。理研と企業の研究者が一緒にチームを組み、実用化に必要なマーケティングなどは

企業側が、基礎的な技術やアイデアの提供は理研側が、といった形で役割分担を明確にして、暗黙知を互いに十分にやりとりし、併走しながらバトンタッチするように技術移転を行います。このようなやり方を、私はパラレル（併走）モデルと呼んでいます（図2）。

日本企業の技術移転のうまさを制度化

—パラレルモデルは、技術移転の新しいやり方ですね。

丸山：実は、技術移転のやり方としては、必ずしも新しくはないのです。かつて日本の企業内で技術移転がうまくいっていたのは、パラレルモデルによると私は考えています。もともと私は企業で製品開発プロジェクトに長年携わってきました。1970～80年代に欧米へ行くと、「日本企業はなぜ技術移転がうまいのか、秘訣を教えてください」とよく言われました。日本では、企業の研究所などで研究者が何らかの発明をすると、その研究者自身を工場に配置転換して開発部門の人たちとチームを組ませ、実用化に当たらせました。研究者ごと暗黙知を工場へ移転して、実用化段階で発生するトラブルなどに素早く対応させる仕組みにしたのです。

一方、欧米では日本企業のような研究者の配置転換は不可能です。研究者に「工場へ行きなさい」と言うと、「私にエンジニアになれと言うのですか」と嫌がるからです。サイエンティスト（研究者）とエンジニアは、いわば“身分”が違うのです。そこでやむを得ず生み出された仕組みが、TLOや大学発ベンチャーだったと思います。

欧米の研究者は、ベンチャー企業の経営者になることにはまったく抵抗感がありません。しかも多くの私立大学では年間給与の9カ月分しか払わないので不足分は自分で稼がなくてはならず、経営者の肩書きがあると世間からも尊敬されるので、大学発ベンチャーが盛んなのです。ところが現在の日本では、ベンチャー企業の経営者は欧米ほど尊敬されていません。だから日本ではベンチャー企業が育ちにくいのです。文化が違う日本にTLOや大学発ベンチャーなど欧米の仕組みをそのまま導入してもうまくいきません。もともと日本の企業内で成功していた技術移転のやり方を、産官連携の新たな仕組みとして制度化したのが、融合的連携研究制度なのです。

丸山瑛一システム長 **MARUYAMA Eiichi**



いよいよ共同研究がスタート

—融合的連携研究制度の具体的な仕組みを教えてください。

丸山：まず理研にどのような研究者がいて、どのような技術があるのかを外から見えるようにするため、「研究者データベース」の整備を始めました。この制度への参加を希望する理研の研究者を登録し、研究情報などを理研のホームページ上で公開しています（<http://www.riken.jp/lab-www/icr/yugorenkei/>）

図1 従来の産業界との連携（リアモデル）

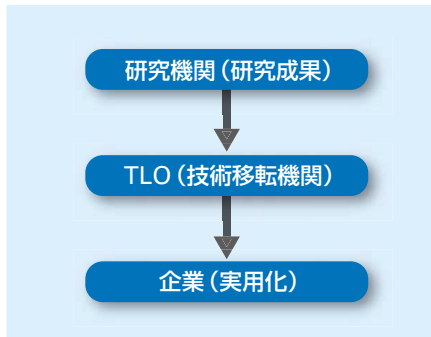
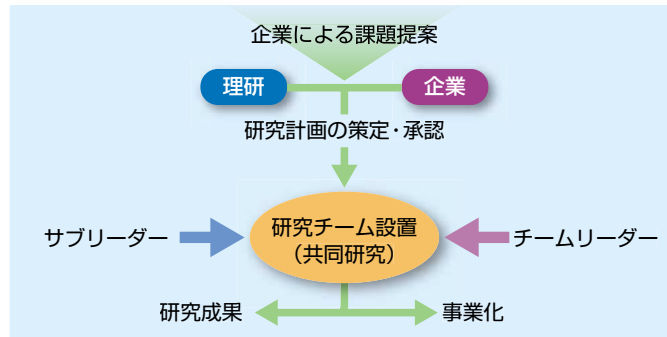


図2 融合的連携研究制度（パラレルモデル）



各研究チームには、企業からチームリーダーを含む4～5名、理研からサブリーダーを含む2～3名の研究者が参加して、共同研究をスタート。ポストドクを採用することや、他機関の研究者の参加も可能。チームの設置期間は5年程度。

html/search.html)。さらに相談窓口にも、理研の研究活動に精通していて、産業技術にも詳しいプロジェクトマネージャーを配置しました。これまで、ある研究者のところへ企業が直接相談しに行くと、後でこの研究者とは狙いが合わないと思っても、「もう結構です」とはなかなか言いにくいですよ（笑）。この制度では、紹介された研究者と合わなければ、プロジェクトマネージャーが別の研究者を紹介します。

次に、企業と理研の研究者と一緒に研究計画提案書を作成します。今年4月から相談の受け付けと提案募集を開始し、6月末で今年度の応募を締め切りました。以前から理研の研究者と共同研究を進めていて応募した例や、プロジェクトマネージャーが紹介した理研の研究者と企業が意気投合して提案書を作成した例などがあります。30社以上から問い合わせがあり、20数社から応募がありました。

——提案はどのように審査するのですか。

丸山：私やプロジェクトマネージャーを含む限られた人数で、迅速に審査しました。企業の方に提案を説明してもらい、提案の意図や企業側の取り組み体制などを伺い、さらに協力予定の理研研究者の意見も尊重した上で、理研の能力を十分に生かせる提案か、うまく実用化できそうか、などの観点で検討しました。意欲的な提案が多く、企業が本気になって実用化を進めようとしている熱意が伝わってきました。それらの多くを不採用とするのは大変心苦しいのですが、予算の制約もあるので、7月末に6件を採択しました。今年度に採択しなかったものにも良い提案がたくさんあります。さらに研究を進め、来年度に再び応募していただきたいと思っています。事前相談はいつでも受け付けています。

採択されたテーマについては、具体的な研究計画を企業と理研の研究者と一緒に作成し、さらに理研と企業の間で共同研究契約を締結します。守秘義務についてもきちんと取り決めます。共同研究で生まれた特許などの知的財産権は原則として理研と企業の共有とし、企業がその特許技術を自社製品に独占的に用いる独占的实施を認めたことも、この制度の新しい点です。

——10月から、どのような研究チームがスタートしたのですか。

丸山：企業秘密に関連するので具体的に紹介できないのが残念ですが、分野としては材料開発、電子工学、生命工学などです。相手企業の規模も、日本を代表する大企業からベンチャー企業までバラエティーに富んでいます。今後、毎年募集を行い、次々と新しい研究チームを立ち上げていきたいと考えています。

理研が日本企業全体の基礎研究所になる

——融合的連携研究制度のメリットは、どのような点ですか。

丸山：企業にとっては、暗黙知を十分やりとりしながら、理研の研究者の頭脳を活用できることが最大の利点だと思います。理研の最新の研究設備を利用できる点も魅力でしょう。また、採択されたテーマは、理研が良い研究だと“お墨付き”を与えたようなものです。企業の経営者は、自社の研究者からの提案が本当に良い研究かどうか、判断に困る場合があります。理研のお墨付きがあれば、親元の企業も本格的に支援するでしょう。ベンチャー企業は、投資会社からの資金を集めやすくなる可能性があります。

理研の研究者にとっても、社会や生産現場では何が必要とされているのかを、企業からの暗黙知として得られる利点があります。自分の研究をさらに深め、社会に役立つための方向性が出てきます。暗黙知のやりとりは双方向なのです。また、役割分担を明確にしているため、理研の研究者がマーケティングや営業の負担をして、研究がおろそかになるおそれもあります。研究者データベースへの登録希望者は、当初は100名もいればいい方だと私は予想していました。しかし、実際には200名を超え、さらに増え続けています。多くの理研の研究者が、自分の研究が実用化され社会に役立つことを望んでいる証といえるでしょう。

さらに、この制度がポストドク（博士課程修了研究者）と企業の出会いの場となることを期待しています。日本ではポストドクの人数が急増しました。そのため、優秀な人でも、その後の就職先がないのが現状です。この制度の研究チームでポストドクを雇い、2～3年間一緒に仕事をすれば、ぜひわが社の研究所のリーダーとして来てもらいたいと評価を受ける人材がたくさんいるはずです。せっかく優秀な人材を育てても、活躍の場がないのは大きな社会的損失です。この制度によって優秀なポストドクが企業で活躍する道を開きたいと思います。

世界的に見ても新しい産官連携の仕組みである融合的連携研究制度は、さまざまな企業や大学、研究機関、学会の関心も高く、最初の研究チームも順調にスタートを切りました。社会に役立つ技術やヒット商品が数多く生み出されたり、ベンチャー企業が大きく羽ばたいていくことを願っています。この制度により、理研は日本企業全体の基礎研究所としての機能も担うことを目指していきます。

R

正確な診断・検査装置を実用化し、次世代の医療技術を築く

田代英夫

中央研究所 田代分子計測工学研究室 主任研究員

「経験則によらず、誰もが正確かつ迅速に病気の診断ができる検査装置が求められています」と田代英夫主任研究員は語る。その要求に応えるため、田代分子計測工学研究室では「メサ型DNAチップ」の開発を進め、遺伝子の働き方から病状や病気の原因などの正確な診断に役立てようとしている。また研究室では、光により分子の種類を調べることができる「光ファイバー・ラマン・プローブ（以下、ラマン・プローブ）」を開発し、がんや動脈硬化の正確な検査が可能な新しいタイプの内視鏡として実用化しようとしている。

高感度のDNAチップを開発

私たちの体をつくる一つ一つの細胞の中では、さまざまな遺伝子が働いてタンパク質がつけられ、細胞ごとの機能を発揮している。その遺伝子の働き方に変異があると、病気の原因となる場合がある。田代分子計測工学研究室では、細胞の中でどのような遺伝子が、どのくらいの発現量で働いているかを高感度で調べることができる「メサ型DNAチップ」を開発中である。これを正確な診断のための検査装置として、実用化しようとしている。

そもそも遺伝情報を担うDNAにはA（アデニン）、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）の4種類の塩基があり、二本鎖のDNAがAとT、GとCで相補的に結び付き二重らせん構造をつくっている。遺伝子が働くときには、その遺伝子領域のDNAの塩基配列がmRNAに転写され、特定のタンパク質がつけられる。

1990年代半ば、たくさんの遺伝子の働き方をチップ上で一度にとらえることがで

きるDNAチップ(DNAマイクロアレイ)が登場した。DNAチップにはいくつかのタイプがあるが、メサ型DNAチップを含む「スタンプフォード型」の原理を見てみよう(図1)。

まず調べたい遺伝子DNAを一本鎖のDNAにして、ガラス基板のスポットに並べていく。1つのスポットに張り付けた一本鎖DNA分子をプローブと呼び、スポットごとにプローブ遺伝子の種類を変えていく。一方、調べたい細胞に含まれているmRNAを取り出し、逆転写というプロセスで人工的に一本鎖DNAに戻した相補的DNA(cDNA)をつくり、これをターゲット分子としてDNAチップにかける。

例えば、がん細胞と正常な細胞の遺伝子の働き方の違いを調べるには、がん細胞と正常な細胞からのcDNAに違う色の蛍光物質を付け、DNAチップ上に流す。するとそれぞれのcDNAは、相補的な塩基配列を持つプローブDNAと二重らせんをつくっていく。スポットごとの蛍光の色を読み取ると、図1のように

がん細胞で働いている遺伝子が分かる。蛍光の強度や色合いなどで、その遺伝子の発現量も分かる。

このようにして、病気の細胞ではどのような遺伝子が、どのくらいの発現量で働いているかを調べることで、病気の原因となっている遺伝子を突き止め、その遺伝子や、つくられるタンパク質をターゲットとした創薬が可能となる。

なぜ高感度が可能か？

大きな研究成果をあげつつあるDNAチップだが、「既存のDNAチップには、cDNAの検出感度や処理時間など、いくつかの問題点があります」と田代主任研究員は指摘する。既存のDNAチップではcDNAがチップ上を自然に漂い、特定のスポットに偶然にたどりつき、二重らせんをつくるのを約16時間もかけて待つ。ただしそれでも相補的なスポットにたどりつけないcDNAも数多くあるため、検出感度が低いのだ。

DNAチップの低い感度を補うため、細胞から取り出したmRNAを効率よく増幅してたくさんのcDNAを作製する方法の開発などが進められている。

しかし、田代分子計測工学研究室が目指した開発の方向性は、これとはまったく異なる。電気的な力でチップ上のcDNAをコントロールして、二重らせんをつくる効率自体を向上させて高感度を実現しようとしたのだ。それを実現するのが「メサ型DNAチップ」である(表紙)。

メサ型DNAチップでは図2のように電極間に流し込まれたcDNAを、電気的な力でスポットに集めたり、全体に拡散したりすることを繰り返す。こうしてcDNAは相補的なスポットに近づく機会が増え効率よく確実に結び付いていく。

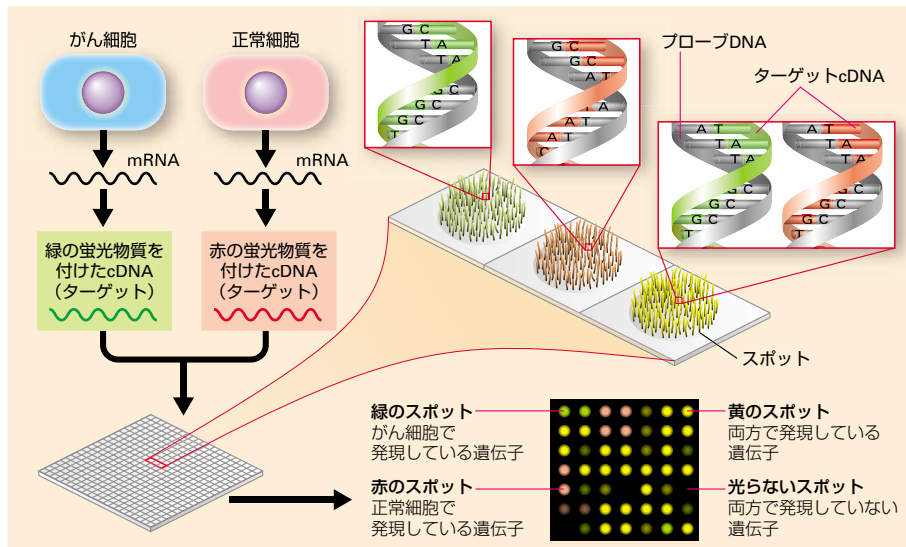
「現在、5mm四方のチップにスポットを約400個つくり、既存のものより5~10倍高

このメサ型DNAチップを診断用として実用化し、オーダーメイド医療の基盤技術を築きます。

田代英夫主任研究員
TASHIRO Hideo



図1 DNAチップ（スタンフォード型）の原理



い検出感度を実現しています。今後、スポットの数を約1600個に増やすとともに、検出感度をさらに向上させ、必要なcDNAの量を100分の1、計測時間は16時間を10分以内にするを目標とします」

発達障害と環境分子の関連を探る

DNAチップの重要な応用分野の一つは、分子の影響による遺伝子発現の変化を調べて、その分子の毒性を評価することである。

「発がん性の評価がその代表です。細胞ががん化するときには、遺伝子の発現が大きく変化します。検出感度が高いメサ型DNAチップでは、発現のもっと微妙な変化を知ることができます。この特性を生かした応用として私たちが重視しているのは、環境中の分子が遺伝子発現に微妙な変化を引き起こし、それが蓄積して症状が後年出てくるような危険性を調べることです」

田代主任研究員らは、メサ型DNAチップを、自閉症や注意欠陥多動性障害、特定分野だけ学習が困難な学習障害などの発達障害の基礎研究に応用しようとしてしている。文部科学省の調査は、これらの発達障害を含む特別な教育的支援を必要とする児童・生徒が、約6%の割合で通常の学級に在籍している可能性を示している。発達障害は、外見上からは障害が分かりにくい、脳の形成過程で発生した何らかの機能障害が原因だと考えられている。

“環境ホルモン”を含む環境中の分子が、脳の形成過程における遺伝子の発現を微妙に変化させ、発達障害を引き起こす一因となっている可能性が疑われている。「私たちが開発中の技術の一部を動物実験に提供することにより、甲状腺ホルモンの分泌異常が脳細胞の遺伝子の発現量などにどのように影響を与えるかが、詳細に調べられました。現在、甲状腺ホルモンと化学構造が似ている水酸化PCBという環境分子の影響が調べられています」

環境分子の危険性を正確に把握するリスクアセスメントの技術を築くことは、人類の未来にかかわる極めて重要な課題である。「私たちは、メサ型DNAチップを、リスクアセスメントの技術としてもぜひ発展させたいのです」

オーダーメイド医療の基盤技術に

これまでDNAチップは、主に研究室レベルの基礎研究に使われてきたが、いよいよ近い将来、病院などでの診断用としても本格的に普及し始めると期待されている。ただし診断用では、病院などのさまざまな条件下で、誰もが簡単かつ正確に検査できる必要がある。「高い信頼性・操作性や低コスト化が求められる診断用のDNAチップの技術は、まだ確立されていません。基礎研究用のDNAチップでは、市場の70%を米国企業3社が占めていますが、巨大な市場規模になると予想される診断用DNAチップでは、日本メーカーも、米国

に負けじと開発にしのぎを削っています」
田代分子計測工学研究室も、ベンチャーの設立を目指した3年間の研究開発プロジェクトを本年度からスタートさせ、メサ型DNAチップを診断用として実用化することを目指している。

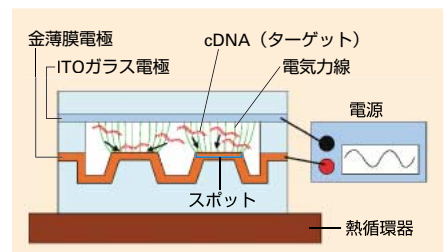
「例えば、院内感染の病原菌のタイプの特定に、現在は3～4日かかっています。その間は何にでも効くような薬を投与せざるを得ません。同じ菌でもさまざまな変異型が存在します。患者の感染した細胞から病原菌の遺伝子を取り出し、メサ型DNAチップで病原菌の種類や抗生物質への感受性・耐性、毒性の違いなどを解析するまで、半日で完了したい。そうすれば早い段階で最も効果的な薬を必要な量だけ投与し、院内感染の拡大を最小限に食い止められます」

さらに、メサ型DNAチップは、患者のSNPを調べる有効な手段となるだろう。SNPとは個人ごとの塩基配列の1塩基の違いのことで、遺伝情報の“個人差”である。そのSNPと、病気のかかりやすさや薬の効き方・副作用の関連性について、理研遺伝子多型研究センターが世界をリードして研究を進めている。その関連性が分かれば、患者のSNPをDNAチップなどで調べて、一人ひとりに合った最も効果的で副作用の少ない治療を行うオーダーメイド医療が可能になると期待されている。

ただしSNPを調べるにはDNAチップの信頼性が問題となる。「既存のDNAチップでは、塩基配列が2～3個違っているスポットにもcDNAは結び付いてしまいます。これでは1塩基の違いであるSNPを正確に調べられません」

電気的な力でcDNAの集中と拡散を繰り返すメサ型ならば、完全に相補的な塩基配列に結び付いた結合が強いもの

図2 メサ型DNAチップの原理図





だけを残すことができるので、SNPを正確に調べられるはずだ。「すでにメサ型DNAチップをSNPの検査に使う実験も始めています」。このようにして、メサ型DNAチップをオーダーメイド医療の基盤技術として確立しようとしているのだ。

がんや動脈硬化を光で検査する「ラマン・プローブ」を開発

田代分子計測工学研究室が実用化を目指しているもう一つの検査技術が、新しいタイプの内視鏡である。「現在の胃カメラでも、色や形状から典型的ながんを見つけることは可能です。問題なのは、判断が難しいグレイゾーンのものです」

グレイゾーンがある場合には、そこから細胞を切り取って検査を行う生検（バイオプシー）が行われる。しかし生検は、患者に大きな負担をかける。

「細胞を切り取らずに、体内にあるそのままの状態、光を用いて分子の種類を調べ、正確な診断がリアルタイムにできるオプティカル・バイオプシーを、私たちは提案しています」

オプティカル・バイオプシーの基盤となるのが、田代主任研究員らが長年にわたり開発を続けてきたレーザー技術とその計測技術である。田代主任研究員らは、レーザーの波長を電氣的に瞬時に確実に変えられる可変波長小型レーザー装置を、世界で初めて開発した。この技術を駆使して、細胞から「ラマン散乱光」という光を検出する。

物質に光を当てたとき、物質は2種類の光で応答する。一つは蛍光と呼ばれる強い光、もう一つがラマン効果による弱い散乱光である。ラマン散乱光は、当てた光の波長からわずかにずれた波長

で発生する。その波長のずれは、光を当てた物質中で起きる分子の振動を正確に反映しているため、ラマン散乱光を調べれば物質をつくる分子を推定できる。

ただし、弱いラマン散乱光を検出するのは極めて難しい。特に、強い蛍光が観測の妨害になる。生体組織に光ファイバーによるプローブでレーザーを当ててラマン散乱光を検出する研究をリードしているグループが、田代分子計測工学研究室以外に世界に2カ所ある。そこではいずれも、蛍光が出にくい波長1マイクロメートルのレーザーを当てている。しかしラマン散乱光自体の出力も弱くなるので、かなり強いレーザーを当てて何とかラマン散乱光を検出しているのが現状だ。この方法ではラマン散乱光の検出感度には限界がある。

一方、田代主任研究員らは、より強いラマン散乱光の出力が得られる波長750ナノメートルのレーザーを用いる。そして、そのレーザーの波長を、可変波長小型レーザー装置によって変化させる。すると蛍光の波長は変化しないが、レーザーの波長の変化に対応してラマン散乱光の波長はわずかに変化する。波長が変化した成分だけを取り出すことにより、ラマン散乱光を高い感度で検出できるのだ。

「このラマン散乱光の技術を使えば、オプティカル・バイオプシーが実現できます」。研究室では、直径600マイクロメートルの「ラマン・プローブ」の開発に成功した(図3)。「この細さならば、血管の内視鏡として使い、心臓近くにある冠動脈の動脈硬化の検査にも使えます」

例えば、血管内壁の堆積物(プラーク)にコレステロールエステルという分子が含まれると、血管が突然破れて血栓ができる危険性がある。田代主任研究員らは、ラットなどの動物実験により、ラマン・プローブでプラークを調べ、コレステロールエステル分子の有無を調べる実験を進めている。

さらにラマン・プローブを胃カメラに組み込んで、がん細胞の検査に用いることを目指している。ただし、それには生体内のがん細胞が、どのようなラマン散乱光を出すかをまず調べなければいけない。

今後、研究室ではマウスやラットなどの実験小動物や培養細胞によるラマン散乱光のデータを蓄積し、ラマン・プローブによる診断の実用化を図っていく。「この方針で申請した実験小動物用のオプティカル・バイオプシーシステムのプロジェクトが認められ、大規模に開発を進めることになりました。ヒトと同様に、マウスなどのゲノム解析も進んでいるので、ゲノム情報を共通の基盤とした一貫した生物学的な解析を行い、マウスなどの知見をヒトの医療へ直接的に結び付けることを目指します」

タンパク質の結晶化に役立てる

タンパク質は立体的な形(構造)を持つことで、機能を発揮している。タンパク質の構造を調べる主要な手段が、タンパク質を結晶化し、X線を当てて調べるX線結晶回折法である。理研播磨研究所にある大型放射光施設SPring-8で得られる強く質の良いX線を利用すると、タンパク質の構造を極めて効率的に明らかにすることができる。その際、最も重要な課題の一つが、タンパク質を結晶化することだ。そのためには、さまざまな条件における結晶化の様子を正確に観測し、データを蓄積する必要がある。

「私たちのレーザー技術はこの分野でも活躍しています。タンパク質の結晶なのか、タンパク質溶液中に入れた沈殿剤が結晶化したものなのか、結晶の形からだけでは判断できないグレイゾーンのものがあります。それを私たちのラマン解析で直接的に見分けることができます」。さらに田代主任研究員らは、小型のフェムト秒レーザー装置を使った簡単な装置でレーザーを照射して、タンパクの結晶化が促進される条件を見いだした。現在、これがどこまで一般的な方法となるかを探っている。

田代分子計測工学研究室のDNAチップやラマン・プローブの技術は、生命科学や医療に飛躍をもたらす基盤技術として発展していくことだろう。

R

2004年 理化学研究所 科学講演会のお知らせ

本年度の科学講演会を以下のとおり開催いたします。今回は「化学」をテーマに、最先端の研究を紹介します。皆さまのご来場をお待ちしております。

2004年 理化学研究所 科学講演会 「分子から始まる新しい科学」

日時：10月20日(水) 13:30～17:30
(開場12:30)

場所：経団連ホール(経団連会館14階)

東京都千代田区大手町1-9-4

●東京メトロ丸ノ内線

「大手町」駅(A1出口) 徒歩1分

●JR線

「東京」駅(丸の内北口) 徒歩15分

入場：無料(事前申し込み不要)

プログラム

- 13:30～13:50 開会挨拶
茅 幸二 理化学研究所中央研究所所長
- 13:50～14:50 「光触媒が活躍する」
藤嶋 昭 東京大学名誉教授
神奈川科学技術アカデミー理事長
- 14:50～15:20 「化学反応を探る：
分子線とレーザーによる反応のスナップショット」
鈴木俊法 理化学研究所中央研究所
鈴木化学反応研究室主任研究員
- 15:20～15:40 休憩
- 15:40～16:10 「人の中の分子を見る」
鈴木正昭 岐阜大学大学院医学研究科教授
- 16:10～17:10 「力量ある化学合成にむけて」
野依良治 理化学研究所理事長
- 17:10～17:30 質疑応答
- 17:30 閉会

問い合わせ先：理化学研究所 広報室 TEL：048-467-9954

バイオ・ミメティックコントロール研究センターを一般公開

バイオ・ミメティックコントロール研究センターは7月24日、「なごや・サイエンス・ひろば」事業(名古屋市主催)に共催し、施設を一般公開しました。ヒューマノイドロボットや遠隔操作ロボット、強化学習ロボット、音源定位ロボットの動作実演などにより研究内容を分かりやすく紹介しました。またロボットのほかに顕微鏡観察、バランス測定、人工筋肉の紹介なども人気がありました。当日は真夏の日差しにもかかわらず、研究センター近郊を中心に255名の来場者がありました。



「サイエンスキャンプ」が開催される

青少年の科学技術への関心を高めるため、(財)日本科学技術振興財団主催の「サイエンスキャンプ2004」が開催されました。サイエンスキャンプは理研など19研究機関が参加し、全国から約300名の高校生が参加する体験学習です。理研では、10名の高校生が7月28日～30日の日程で、天沼分子細胞生物学研究室、本林重イオン核物理研究室、吉田化学遺伝学研究室に分かれ、研究者の指導のもと、先端の科学技術を体験しました。実習後の体験発表会では、参加者から「最先端の研究に触れることができうれしい」などの感想が聞かれ、実体験の感動が伝わってきました。



走れば元気とアイデアが湧いてくる！

手嶋吉法

TESHIMA Yoshinori

フロンティア研究システム ものづくり情報技術統合化研究プログラム
ポリウムCAD開発チーム 研究員

理由は、滝のように汗をかくと気持ちいいし、疲れるどころか元気が湧いてくるから。毎日昼休みが近づいてくると、まず理研で発明された「スズメバチ飲料VAAM」^{おごそ}を厳かにいただく。そしてシャワー室に着替えに行く。目指すは和光市樹林公園。理研の南西に位置するこの公園は、多くの人が寛いでいる、いわば癒しの場所。公園内にはピッタリ1kmのランニングコースが整備されていて、ジョギングをする人たちにとってもありがたい場所。自分も以前はそのコースを走っていたが、1年ほど前から「マイコース」を見だし、今はこちらを走っている。公園内の縁を周回するそのコースは1周約2.5kmで、コースの大半が樹木に覆われており、真夏の炎天下でも結構涼しく走ることができる。植物の偉大な力に感謝する瞬間だ。

研究は、なかなか思うように進まぬもの也。であれば、粘り強い努力と、その努力を継続するための気力が必要也。さらに心技体(心=気力、技=努力、体=体力)といわれるように体力も大事也。……こんな教えを大学院生のころ、ホームページ上^{*}で読んだ。繰り返し読んでいて元気が湧いてきて、私は朝夕走るようになり、1年後にはフルマラソンを気持ちよく完走できるようになっていた。努力の大切さを知った瞬間だ。後になって、この教えを書かれた佐々木建昭師が、理研走友会出身と知った。佐々木師は60歳間近の現在においても、フルマラソンを2時間台で走り抜くという。「走っているときに研究のアイデアが湧く」ことは、私にもしばしばある。

走友会についてここで少し紹介したい。手元の『本間保男(走友会初代会長)追悼文集』によると、走友会が誕生したのは1975年。走友会の行事の中でもユニークなのが、「タイム申告レース」と「リレーマラソン」。前者は、スター



毎年恒例の忘年会(筆者撮影)。

リレーマラソンのゴールの図(袋田の滝、茨城県)。
最終走者・池上さん(走友会会長)と
高野さん(右)と筆者(左)。

ト前に自分の走行距離と予想タイムを申告しておき、その申告タイムと実際のゴールタイムが一番近い人が勝ちというものだ(腕時計は外して走る)。足の速い人も遅い人もそれぞれのタイムを目指して走りを楽しむ。後者のリレーマラソンも面白いイベントだ。風光明媚なコースを設定し、コースを適当な距離に区切る。ランナーは自分に割り当てられた区間を一人で走る。残りの者は、車の中から(ビールを飲みながら)ランナーに檄を飛ばし、時折給水のサポート。そんな感じで朝から夕暮れまでタスキをつなぎ、夜は温泉ですっきりと汗を流した後、楽しい宴会へ。こんなすてきな「タイム申告レース」と「リレーマラソン」を、いったい誰が思い付いたのだろう。

会員の様子について、最後に少し触れておきたい。ここまで読んで

くださった皆さん、過去の走友会の猛烈さを感じ、恐れを抱かれたのでは？ 実際、かつての走友会は「ランナーの梁山泊^{りょうざんぼく}」だったらいい。しかし、今現在の走友会メンバーの多くは、時々ジョギングを楽しむ程度の“普通の”人たちである。若干名の猛烈ランナーは、われわれ普通のランナーに活力を与えてくれるありがたい存在なのだ。走友会は、事務職、研究職、定年制職員、任期制職員、パートアルバイトの人、派遣の人、理研に出向中の人、理研ベンチャー社員、学生さんなどなど、いろいろな人で構成されている。走友会には本人が申し出ない限り「退会」がなく、OBとして未永く走友会の活動に参加できるのも魅力だ。もしあなたが「理研に来て以来、運動不足だ」とか「毎日なんとなく物足りないナァ」とお感じでしたら、試しに一度樹林公園辺りを走って、汗を流してみたいはいかがででしょうか。走友会への入会もお気軽にどうぞ。 **R**

^{*}<http://www.math.tsukuba.ac.jp/~sasaki/>
(走る数学者：佐々木建昭師のHP)

理研ニュース

10

No.280
October 2004

発行日 平成16年10月5日
編集発行 独立行政法人 理化学研究所 広報室
〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号
phone: 048-467-4094 [ダイヤルイン]
fax: 048-462-4715
koho@riken.jp
http://www.riken.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 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(古紙100%)を使用しています。