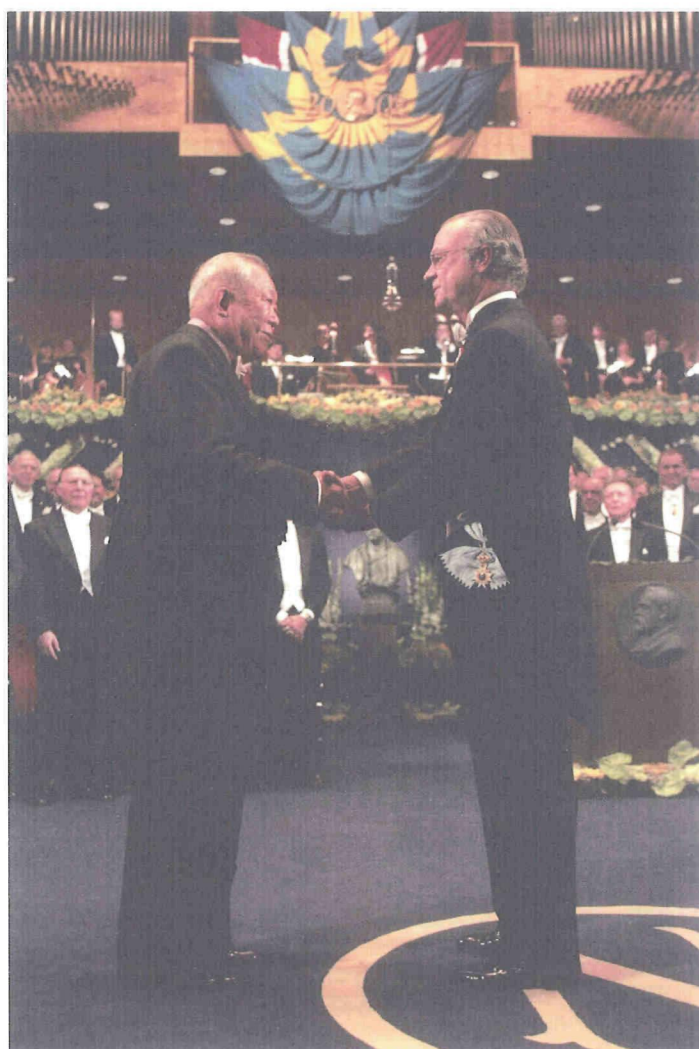


東京大学 理学系研究科・理学部三ユース

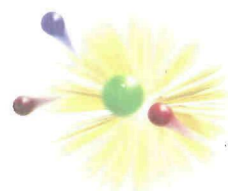
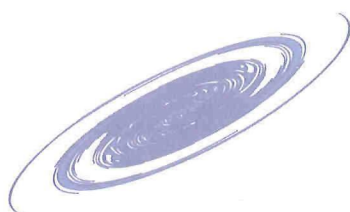
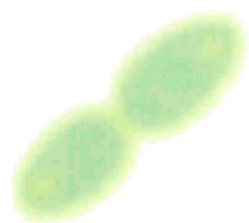
34巻3号 2003年1月20日発行

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

理学系研究科・理学部ホームページ
<http://www.s.u-tokyo.ac.jp>
と連携しています。



カール16世グスタフ国王(右)からノーベル賞を受ける
小柴名誉教授 (2002年12月10日 ストックホルムにて)



目 次

サイエンス・ギャラリー

第2回公開講演会開催される	浦辺 徹郎 (広報委員長) ……………	3
---------------	---------------------	---

研究ニュース

実験生物ものがたり 1 カワゴロモ	加藤 雅啓 (生物科学専攻) ……………	4
実験生物ものがたり 2 ミツバチ	久保 健雄 (生物科学専攻) ……………	4
作用素環論と量子化された関数解	小沢 登高 (数理科学研究科) ……………	5
「DNA 一分子の凝縮転移を制御する」	佐野 雅己・村山 能宏 (物理学専攻) ……………	6
ガンマ線で探るエキゾチック原子核の構造	下浦 享 (原子核科学研究センター) ……………	7
太陽系に流れ込む星間空間物質	寺沢 敏夫・岡 光夫 (地球惑星科学専攻) ……………	7

ニューフェイス

新任のご挨拶—かい拓	小澤 岳昌 (化学専攻) ……………	9
「アンデスの山奥から銀河を探る」	河野孝太郎 (天文学教育センター) ……………	10
東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	……………	11
人事異動報告	……………	11

トピックス

物理学専攻の樽茶清悟教授が 2002 年度仁科記念賞受賞	……………	12
日米間の超高速インターネットの高效率利用 – High-performance network bandwidth challenge 賞を受賞	……………	12
	平木 敬・稲葉 真理 (情報理工学系研究科)	
	玉造 潤史 (理学系研究科)	
	中村 誠 (情報基盤センター)	
21 世紀 COE プログラム		
動的分子論に立脚したフロンティア基礎化学	岩澤 康裕 (化学専攻) ……………	14
21 世紀 COE プログラム		
「個」を理解するための基盤生命学の推進	山本 正幸 (生物化学専攻) ……………	15

第2回公開講演会開催される

広報委員長 浦辺 徹郎

12月20日数理科学研究科大講義室において、東京大学大学院理学系研究科・理学部の第2回公開講演会が開催された。会場を駒場キャンパスとしたのは、これからの基礎科学を担う駒場生、高校生を対象に、研究とは実際に何をすることなのかを知ってもらうためであった。今回は大学院生に企画と司会をお願いしたが、企画の段階で、小柴名誉教授のノーベル賞受賞が決まり、講演会の一部をノーベル賞受賞記念特集とすることとした。今回小柴先生のご出席の予定は無かったが、3つの日刊紙にノーベル賞受賞記念講演会との案内が出て、御本人が来られるかどうか問い合わせが殺到するというハプニングがあった。

会は生物科学専攻の真行寺千佳子助教授の講演で始まった。規則的で美しい波打ち運動を生み出す鞭毛の構造と仕組みをどのようにして解明していったか、動画やアニメーションを使って分かりやすく説明があった。これに対し質問が次々に出されたが、時間の関係ですべてを受けることができなかった。



鞭毛運動の機構についての質問に答える
真行寺千佳子助教授

次いで、宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設の鈴木洋一郎教授が、ユーモアを交えてニュートリノの説明をされた。「ニュートリノにわか知識をひけらかし」という万能川柳が毎日新聞にでていたが、まさにそれをしたくなるような分かりやすさで、ニュートリノ天文学という新しい分野がカミオカンデによって開かれた経緯を理解することができた。話はスーパーカミオカンデにおよび、ニュートリノ振動を明らかにした研究の紹介がなされた。



スーパーカミオカンデとニュートリノについて話す
鈴木洋一郎教授

最後に理学系研究科長の佐藤勝彦教授が、現場の近くにいた理論家の立場から、ノーベル賞受賞の対象となった超新星ニュートリノの検出について、息詰まるデータ解析レースの紹介をされた。神岡からデータを記録した磁気テープが東大に届いたのが、小柴先生の退官記念パーティーの当日であったというエピソードを紹介されるとともに、その後の理論的進展について解説され、ニュートリノ天文学が宇宙の創世期の姿を写しだす可能性を秘めているという説明があった。これを熱心に聞いていた中学生が、なぜ宇宙は膨張するのですかという哲学的な質問をして、皆を驚かせた。



ニュートリノ天文学について話す佐藤勝彦教授

数理科学研究科大講義室は、木をふんだんに使ったアットホームな雰囲気を持つ会場で、予定を1時間も延長したにもかかわらず、会場を埋めた300余名の聴衆はほとんど席を立たなかった。世話役が云うのも何であるが、これほど演者と聴衆が一体となった講演会も少ないように思う。現在、アンケートの取りまとめ中であるが、ほとんどの人が記入して下さった。これも数理科学研究科の皆様が会場のセットアップや暖房の延長など、きめ細やかな配慮をして下さったおかげと、感謝している。なお、この講演会の様子は理学部のホームページ上でライブ中継された。

連載シリーズ「実験生物ものがたり」

武田 洋幸 (生物科学専攻)

生物の持つ多様性と共通性には、「生命とは何か？」を知る手がかりが秘められています。生物科学専攻では、よく知られているモデル生物の他に非常にユニークな生き物を用いて、分子から生態系までの視点から生命の謎解きに挑んでいます。今回の連載は、私たちが研究の対象としているユニークな生き物を紹介します。

実験生物ものがたり 1

カワゴロモ

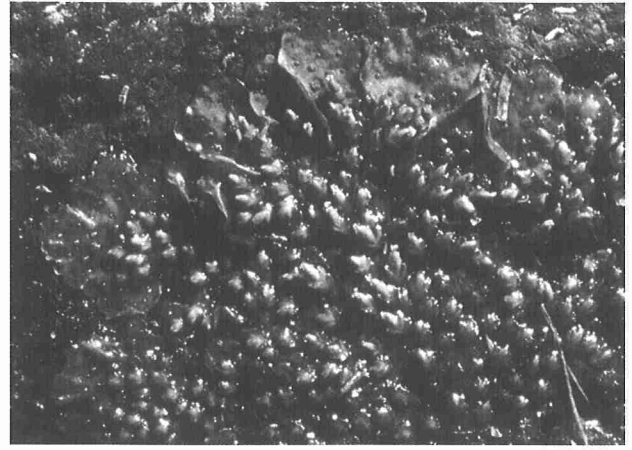
加藤 雅啓 (生物科学専攻)

E-mail:sorang@biol.s.u-tokyo.ac.jp

世界の熱帯・亜熱帯に分布するカワゴケソウ (川苔草) 科の植物は川の中の岩上に生える変わった水生植物で、特に滝や早瀬を好む。水位が高い雨期は流水中で生育するが、乾期で水位が下がると岩ごと空中に露出して花を咲かせ実を結ぶ。そのかわり、植物自身は枯死してしまう。日本にも8種が分布し、カワゴロモはその1つである。この植物は「川衣」の名が示す通り石の表面を覆う衣のようで、苔 (ゼニゴケ) とか藻 (アオサ) に良く似た、不定形、扁平で葉緑体をもつ。しかし、カワゴロモは花を咲かせるのでサクラと同じ被子 (顕花) 植物である。この緑色の衣は根が変形したものと理解されているので、根の上に花ができる。さらに、退化した葉はあるが、茎に相当する軸状の器官はない。葉も根の内部からつくられる。被子植物は根・茎・葉・花で形作られ、葉と花は茎の上に見えるというありふれた姿と比べると、カワゴロモの体つきはかけ離れている。他のカワゴケソウ科もこれほどではないにしても、奇妙な形態をしている。

なぜカワゴケソウ科が進化したのか？カワゴケソウ科が住む環境は独特で普通の植物が住める環境ではない。カワゴケソウ科は器官の配置を変えるばかりでなくそれぞれの器官を特殊化することによって、特異な環境に適応できたと思われる。分子系統解析から、カワゴケソウ科は普通の陸上植物であるオトギリソウ科から進化したと考えられている。

どのようにして独特の形がつくられるのか？実生の発生を観察すると、成植物のからだの出発点である幼芽と幼根は形成されず、胚軸から生じた不定根からカワゴロモのからだがつくられ、やがてその上に葉や花がつくられる。



葉状の根の上に花が多数できたカワゴロモの1種

実験生物ものがたり 2

ミツバチ

久保 健雄 (生物科学専攻)

E-mail:stkubo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

今回は、私たちの実験材料に用いております、セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) について紹介させていただきます。分類上の位置付けは、動物界ー節足動物門ー昆虫綱ーハチ目ミツバチ科ーミツバチ *Apis* 属 *mellifera* 種で、コロニーを作って生活する社会性昆虫です。ヨーロッパ原産ですが、養蜂のため世界中に、日本には明治初期に導入されて野生化し、最も普通に見られるミツバチです (写真は、防護服を着て巣箱を観察する大学院生と、巣箱に止まった働き蜂)。日本を含めたアジアには、この他に近縁のトウヨウミツバチ (*Apis cerana*) が棲息します。1つのコロニーは、1匹の女王蜂と数千から数万の働き蜂からなり、春から秋にかけて数百から数千の雄蜂が現れます。

注目される生物学的特徴は、次の通りです。(1) 雌の成虫が、幼虫時の生育環境によって、女王蜂と働き蜂にカースト分化し、働き蜂は自らの子孫を残さず、女王蜂が生んだ子供 (妹) の世話をします。こうした働き蜂の行動は、利他行動と呼ばれます。(2) 働き蜂は羽化後の日齢とともに、巢の掃除から育児 (頭部分泌腺から分泌されるローヤルゼリーを幼虫に与える)、門番 (巢の入口に陣取り、天敵からコロニーを防衛する)、採餌 (花蜜や花粉を集め、花蜜をハチミツに加工する) へと分業します。(3) 餌を全て花に頼り、C源を花蜜、N源を花粉に求める偏栄養の昆虫です。(4) 雌の産卵管が変形して針になっており、敵に針を刺して毒液を送り込むという、激しい攻撃行動を示します。刺されると痛いだけでなく、しばしばアナフィラキシーを起こして危険なので、嚴重な注意が必要です。(5) 花蜜を集めて帰巢した働き蜂は、フリッシュの研究で有名な8字ダンスにより、仲間花の位置を教えます。(6) ハチ目は昆虫の中でも特に、

視覚情報処理能力が発達していると考えられています。

このようにカースト分化や齢差分業、利他行動、攻撃性、記号的言語、視覚情報処理など、他のモデル生物には見られない多彩な生命現象が魅力です。私たちは、こうしたミツバチの高次行動を司る遺伝子の候補として、脳の高次中枢で領野選択的に発現する遺伝子や、行動にもなって脳で発現が変化する遺伝子の解析を進めています。来年中にはゲノム計画が完了する予定であり、ミツバチが次世代のモデル生物になる日も、そう遠くないかも知れません。



連載シリーズについて

理学系研究科で行われている研究は多岐にわたり細分化されており、全体像を捉えることが難しいのが現状です。研究ニュースは、このような壁を少しでも取り払い、同じ研究科に所属する研究者が行っている研究が見えるように企画されています。

今回からはさらに研究ニュースの一環として連載記事も開始します。連載の最初は、生物科学専攻の「実験生物ものがたり」です。

作用素環論と量子化された 関数解析

小沢 登高 (数理科学研究科)

E-mail:narutaka@ms.u-tokyo.ac.jp

私の専門とする作用素環論は量子力学に関連して発見された分野です。量子力学の発展とともにミクロの世界では、ニュートン力学およびそこから来る直感は当てにならないこと、エネルギーやモーメントといった物理量を表すのに通常の空間とその上の関数を使う替わりに行列（もっと一般的にはヒルベルト空間上の作用素）を使わなければならないことが明らかにされてきました。また数学においては、各種の空間の構造を研究するにあたって、その空間そのものよりも空間上で定義された関数全体からなる代数的対象（環）の構造を調べる方がむしろ重要であるということがしばしば起こります。そこで量子的空間という直感の利かないものを数学的に研究するのに必要な道具が作用素からなる環、すなわち作用素環となるわけです。数学界では広く、数や関数の替わりに行列や作用素を使うことをディラックにならって「量子化」と呼んで来ましたが、なんにでも「量子」と付けることがかっこいいとされる風潮のせいで一見無関係なものにも「量子」と付いています。

私がこれまで特に興味を持って研究してきたのは量子化された関数解析の作用素環論への応用です。関数解析は無次元の解析学の基礎であり、その量子化は八十年代後半に始まりここ十年の間に活発に研究されてきました。この分野はもともとの関数解析同様いろいろな「量子」解析学の基礎となることが期待されています。無限という人間の手に負えないものを本質的に使う解析学一般にありがちなことなのですが、この分野ではしばしばもっともらしい予想が間違っていたり直感に合わない現象が見つかったりします。（まるで量子力学みたいですね。）私はこうした奇妙なものたちと付き合うのが好きなこともあり、定理の証明だけでなく予想の反例や未知の現象探しもバランス良くやっています。

近年になって作用素環論（と量子化された関数解析）の量子場の理論、量子情報理論、量子確率論、量子群論などとの関わりも明らかにされつつあり、その応用範囲も広がってきています。私もこの分野同様今後さらに応用・研究範囲を広げて作用素環論のみならずより多くの分野で活躍していこうと考えています。

「DNA 1分子の凝縮転移を制御する」

佐野雅己・村山能宏 (物理学専攻)

E-mail:sano@phys.s.u-tokyo.ac.jp

murayama@phys.s.u-tokyo.ac.jp

生命の基本分子である DNA は、細くて長い分子である。直径はわずか 2 nm に過ぎないが、人の細胞一つ一つには長さ約 1 m もの DNA が含まれており、ウイルスの場合でも約 100 nm の筒の中に 10 μm 以上の長さの DNA が閉じ込められている。1 分子でこれほど長い分子は通常の高分子では存在しない。DNA のもう一つの特徴として、2 重らせんであることからくる剛さ（曲げにくさ）があげられる。進化の過程で遺伝情報が長くなるに伴い生物が直面した課題は、この真っ直ぐで長い分子をどのようにして直径が 1 ~ 2 μm しかない核や細胞の中に閉じ込めるかということではなかつたのだろうか。このことを想像するために、仮に長さのスケールを 10⁷ 倍して DNA が直径 2 cm の固いケーブルだとして考えてみよう。するとその全長は約 1 万 km となり、これを一辺が 20 m ほどの部屋の中に畳み込むという問題になる。DNA の体積が部屋の半分以上を占めることから、どれほど困難かが想像できるだろう。また、細胞内で小さく折り畳まれた DNA は、必要に応じて引き伸ばされ情報が読み出されることから、よほど整然と畳まなければ、あとで大混乱が生じることは明らかである。この巧妙な折り畳み引き伸ばしの機構はどのようにになっているのだろうか。

コロイドが塩濃度を上げると凝集するように、DNA も溶液のイオン濃度の変化で凝縮することが知られている。我々の研究室では 1 分子の DNA をレーザートラップで操作しながら分子の凝縮や非凝縮を制御し、力に対する応答を調べることにより、分子内で起こっている凝縮と非凝縮の相転移の性質を明らかにする実験を行っている。図 1 のように DNA の両端に直径 2 μm のビーズをつけ、ビーズをレーザーで引っ張りながら、伸びと力の関係を測ると、その応答は滑らかな曲線となり、固い高分子のモデルと良く一致する。(図 2 ●)

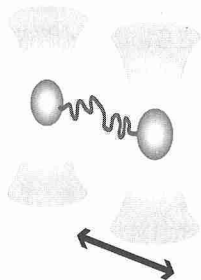


図 1

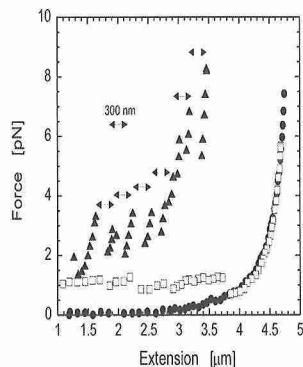


図 2

そこで水溶液を多価のポリアミンの一種であり、細胞内にも存在するスペルミジンを含むものに変えてゆくと、ある濃度のところから DNA は 3 次元空間でランダムに広がった状態から、高密度の凝縮状態へと転移する。この転移は力を圧力に、伸びを体積に読みかえると、物質が気体から液体状態へ転移する場合とよく似ている。気液転移では等温の場合、圧力一定で体積が変化する気液の共存状態が存在するが、これに対応して、凝縮した DNA を引き伸ばすと、力がほぼ一定のまま伸びるプラトーが現れる (図 2 □)。このプラトーの高さは 1 ~ 2 pN であることから、残りの大部分は凝縮状態を保ったまま、わずかの力により DNA は徐々に引きはがされて延びてゆくことが分かる。力を弱めれば DNA は自然に元の凝縮状態に戻るのである。さらに面白いことに凝縮状態の DNA は規則正しくドーナツ状に畳まれていることが分かった。生物は DNA のコンパクトな折り畳みと必要に応じた引き伸ばし機構として、凝縮転移という物理現象をうまく利用している可能性がある。実際、スペルミジンなどの多価のポリアミンは、細胞分裂や遺伝子発現の際に不可欠であることが分かってきている。また、DNA 情報の転写を行う RNA ポリメラーゼなどの酵素は、20 pN 程度の力を出すことから凝縮を引きはがすことは十分に可能である。さらに多価イオンの濃度が高くなると、図 2 (▲) のように DNA はスティック・スリップ状の複雑な応答を示すようになる。この状態は、DNA 分子の凝縮エネルギーが深くなり、緩和時間が極めて長くなるために生じる非平衡過程の応答として解釈できる。興味深いことに、より高いイオン濃度では凝縮状態は再び転移してほどけることも明らかになった。これら一連の現象は、統計力学的なモデルにより記述され、我々の実験結果をよく再現することも示すことができた。(図 3) この凝縮機構には、棒状分子間の静電相互作用による凝縮相転移が関わっており、電荷間の相関が引力を生み出す機構については、現在多くの議論が起こっている。

さて、生物情報を担う物質としての DNA に関する最も興味深い問いは、情報がいつ、どのように読み取られ、それが細胞内の動的現象とどう関わっているかではないだろうか。それを解明することが、生き生きした生命現象の本質に迫る道であると考え、私達は次のステップに向けた研究を開始している。尚、この研究に関する情報は、<http://daisy.phys.s.u-tokyo.ac.jp/research.htm> に掲載している。

Effective Potential

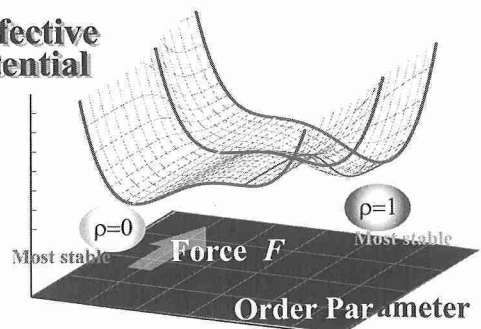


図 3

ガンマ線で探るエキゾチック 原子核の構造

下浦 享 (原子核科学研究センター)

E-mail:shimoura@cns.s.u-tokyo.ac.jp

地上にある物質の大半の質量を担っている原子核は、 10^{-12} cm以下の空間の中に複数の陽子と中性子が強い相互作用で結びついたものです。原子核の性質は、陽子数と中性子数の組合せによって特徴づけられ、約7000種類の存在が予想されていますが、実験的にはその約3分の2は未発見です。これは、陽子と中性子は、弱い相互作用によってお互いに変化しあうために、地上にはエネルギーが最も低く安定で陽子数と中性子数がほぼ同数にバランスした約270核種の安定核しか存在せず、その近傍でしか実験ができなかったためです。

近年、重イオン加速器の発展とともに、重イオン衝突で生成される種々の原子核を分離し、それをビームとして用いる技術が進歩し、不安定な原子核が崩壊する前に再び核反応させる実験手法を用いて、陽子数と中性子数がアンバランスなエキゾチック原子核の性質を系統的に研究することが可能になってきました。質量数(陽子数と中性子数の和)を決めるとほぼ一意的に陽子数(中性子数)が決まる安定核の領域で研究されてきた原子核物理学の土俵を飛躍的に拡大させることが可能になってきたわけです。こうした研究により、例えば、中性子ハローや中性子スキンと呼ばれる安定核では見られない構造が発見されました。

こうした原子核の性質を実験的に調べる手法の一つとして、インビームガンマ線核分光があります。これは、核反応により原子核にエネルギーを与え、その崩壊により放出されるガンマ線(光子)のエネルギー(波長)と強度を測定することにより、原子核の形や堅さやスピンといった構造を調べるといった方法です。

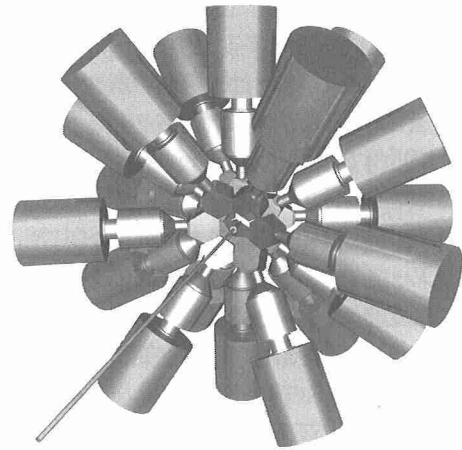
エキゾチック原子核ビームの核反応をこの手法に組み合わせて、これまで、わたしたちは、中性子が非常に多い原子核では、安定核で見られる中性子数8や20の魔法数が消滅していることを示しました。

こうした結果は、高速で運動している原子核から放出されるガンマ線のドップラー効果を補正することにより得られましたが、いままでの装置では、補正の精度に限界があり、適用できる原子核の種類に限界がありました。この限界を克服するために、わたしたちは最近、崩壊する原子核が光速の30—40%で運動している場合でもガンマ線のもとのエネルギーをこれまでの10倍の精度で測定する装置を開発しています(図)。今年度、この装置の一部を用いた実験を行い、現在、データ解析を進めています。

陽子と中性子の2種類の素粒子で構成される原子核は、それらの数の組み合わせによって多様な様相を示すと考えられます。エキゾチック原子核を用いた実験が可能になり新た

な様相を実験的に調べることにより、原子核物理学の研究の新たな展開が期待されています。

また、エキゾチック原子核の反応は、宇宙における元素合成の素過程でも起こっていると考えられますが、そうした素過程を実験で詳細に調べることも可能になってきています。



図：位置検知型 Ge 検出器アレイ

六角形の部分の中にガンマ線を検出する Ge 半導体が入っている。矢印は不安定核ビームを示す。

関連リンク

研究室ホームページ:

<http://www.cns.s.u-tokyo.ac.jp/proj/rib/index-j.html>

太陽系に流れ込む星間空間物質

寺沢敏夫・岡光夫 (地球惑星科学専攻)

E-mail:terasawa@eps.s.u-tokyo.ac.jp

oka@space.eps.s.u-tokyo.ac.jp

現在、宇宙探査機ボイジャー(1号と2号)が太陽系の果てへ向けて飛翔している。これらは古典的なイメージの太陽系(冥王星軌道で太陽系の外縁を定義)の外には出ているが、依然太陽風プラズマの勢力範囲「太陽圏」の中にある。ボイジャー1号は今後数年~数十年以内には太陽風プラズマが超音速から亜音速に遷移する「終端衝撃波」に到達するはずであるが、その後しばらくは亜音速流の領域を飛び続け、太陽の影響を受けない真の宇宙空間~星間空間~に達するのはまだしばらく先のことである。

では星間空間はどのようなになっているのか。これまでの観測から星間物質は均一に広がっているのではなく所々に星間雲を形成していることが知られている。そして、我々の太

陽圏は局所星間雲 (LIC = Local Interstellar Cloud) の内部に位置していると考えられている (図1)。そして、このLICは我々の太陽圏に対し 25km/s ほどの速度で運動しているので、LICを構成する中性粒子成分、特にヘリウム原子はプラズマ・磁場の影響を受けずに太陽圏の奥深く、1天文単位以内まで侵入する。太陽に向かって運動する間、粒子は太陽重力の影響を受けケプラー運動に従った双曲線軌道を描く。その結果太陽の運動方向と逆の方向に重力収束コーンと呼ばれる高密度領域を形成する (図2)。この原稿をまとめている12月上旬は、ちょうど毎年地球がこの重力収束コーンの中を通過している時期にあたっている。

さて、太陽近傍ではヘリウム原子は太陽紫外線によって有限の確率で電離を受けイオンとなる。こうして生成されたイオンは太陽風の電磁場に捕まって太陽風とともに流されるので「ピックアップイオン」と名付けられている。ピックアップイオンの密度分布も上に述べた重力収束コーンの内部で最大となる。コーン付近の密度の空間分布の形状はもとの中性ヘリウムの温度を反映しているため、重力収束コーンを詳しく観測することによってLICの状態を推定することができる。我々は最近、このシナリオに従って火星探査機「のぞみ」と地球磁気圏探査衛星 GEOTAIL のイオンデータからピックアップイオンを検出し、それによりLICの状態を推し量るという研究を行っている。図3は「のぞみ」によるピックアップヘリウムイオンの観測値 (2000年3月~6月) である。破線が理論モデル (温度 9900K) によるフィットの結果で、それによれば LIC 温度は 9900K、密度は水素換算で ~0.1/cc となりこれまでの観測を裏付けた。(地球付近では上に述べたように重力収束コーンはいつも12月にしか観測されない。「のぞみ」の観測は初めての別のシーズンの観測である。)

一方、地球周回軌道にある GEOTAIL は常時太陽風中にあるわけではなく、「のぞみ」のような長期間の連続観測は難しいのだが、そのかわりイオン観測器の感度が2桁近く高いため精密観測に向いており、新しい発見が得られている。それはピックアップイオンの磁場の周りの速度分布の形状である。従来ピックアップイオンは電離後直ちにピッチ角散乱を受けて磁場の周りに等方的 (シェル状) に分布すると信じられていたのだが、GEOTAIL の観測により、シェルと同程度の頻度でトーラス状の分布をしていることが見いだされた。これはピッチ角散乱の効率が従来想定されていたほど高くないことを示し、イオンの空間分布形状が重力収束コーンの形状と全く同じとする従来のモデルの前提を覆す重要な結果である。なお、ピックアップイオンは太陽圏の内部で加速されて数百 MeV にも達し「異常宇宙線成分」として観測されていると考えられており、現在の太陽圏研究の重要な研究のターゲットとなっている。

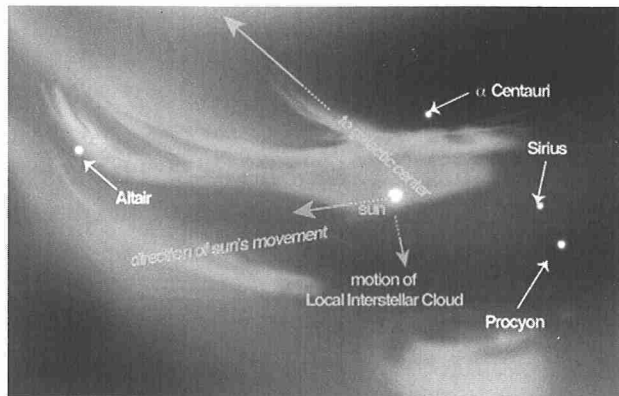


図1. 太陽圏近傍の想像図。

(Astronomy Picture of the Day, <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap000411.html>)

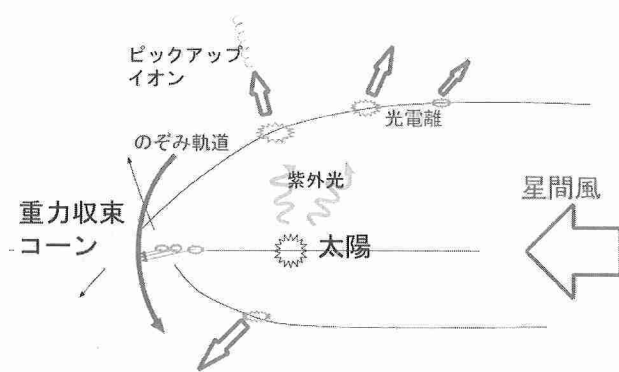


図2. 重力収束コーンの概念図 (野田, 2000)

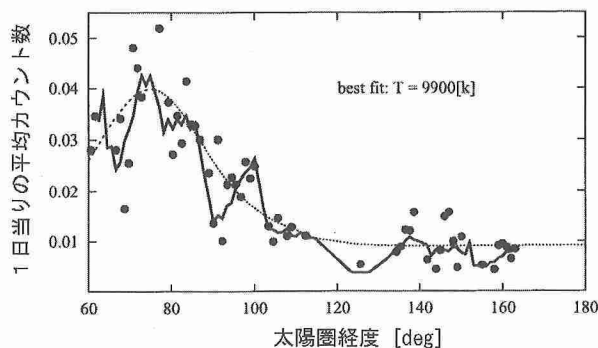


図3. 惑星間空間クルージングフェーズの間、「のぞみ」が重力収束コーンを通過した際に観測された He+ の空間分布 (Noda, Terasawa, et al, 2000)

就任のご挨拶—かい拓



小澤 岳昌 (化学専攻)

E-mail: ozawa@chem.s.u-tokyo.ac.jp

今年の8月より大学院理学系研究科化学専攻の講師に就任しました。専門分野は分析化学です。分析化学というと、自然界に存在する物質から特定の化合物を分離・精製・検出する学問であると思う人がいるかもしれませんが、しかし理学系研究科の分析化学は、新しい原理に基づく分析方法の創出を目指しています。自然界に存在する分析対象は宇宙、地球、生命体、有機・無機物質など多岐にわたりますが、我々は生物を対象としています。

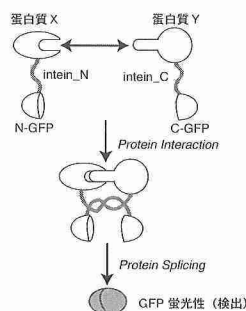
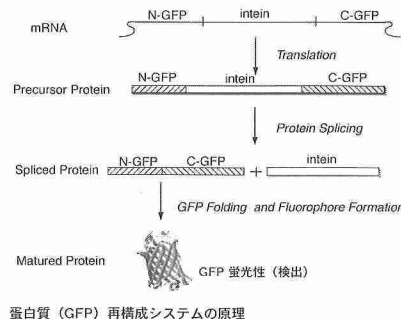
現在のテーマは、生きた細胞・動物個体内における分子の機能や、細胞内シグナルに関与する分子種の位置・濃度を時空間解析するプローブ分子の開発です。一昔前は細胞内シグナルを検出するために、細胞集団をすりつぶして生化学的に解析する方法が一般的でした。しかし近年、物質と電磁波との相互作用を巧みに利用し、生物が生きた状態で特定の物質の時空間変化を検出する方法が開発されています。我々は細胞内のシグナル伝達—蛋白質のリン酸化や脱リン酸化、蛋白質間相互作用などを検出する様々な光プローブの開発を行っています。ここでは、我々が提唱した蛋白質再構成システム (Protein Reconstitution System) について概説し、このシステムを利用した光プローブを紹介したいと思います。

自然界には、蛋白質自体が蛍光性を示す緑色蛍光蛋白質 (GFP) や化学エネルギーを光エネルギーに変換する生物発光蛋白質 (luciferase) など特異な機能を有する蛋白質が存在します。GFP や luciferase 蛋白質を特定のアミノ酸残基で二分すると、GFP の蛍光性や luciferase の生物発光性は失われます。しかし二分した蛋白質を、蛋白質を組み継ぐ反応—プロテインスプライシング (反応を担う蛋白質を intein という)—を利用して再連結すると、GFP の蛍光性や luciferase の生物発光性を回復させることができます (図参照)。このプロテインスプライシング反応を利用した蛋白質の再構成は、試験管内での in vitro 実験、大腸菌、動物細胞、そしてマウス個体内などで実現可能であることを確認しています。我々は蛋白質再構成システムを利用して、蛋

白質間相互作用や蛋白質のリン酸化を検出する光プローブの開発を進めています。例えば、蛋白質 X と蛋白質 Y との相互作用を生きた細胞内で検出したい時、intein を二分して X と Y に連結します (図参照)。細胞内で X と Y が相互作用すると二分した intein が近接しプロテインスプライシング反応が進行します。その結果蛋白質再構成システムの原理に基づき蛍光性の蛋白質 (GFP) が形成されます。GFP を luciferase 蛋白質に変えれば、蛋白質間相互作用の程度を発光強度として検出することが可能です。このような光プローブは細胞や動物個体を破壊せずに細胞内シグナルを光情報変換できるため、薬物や毒物のハイスループットスクリーニングや動物個体内での細胞内シグナル検出など広範な応用が期待できます。

また蛋白質再構成システムを利用して、細胞内オルガネラに局在する新規酵素群や機能性蛋白質を高速に同定する方法を開発しています。細胞内オルガネラは細胞の主要な基本構成単位であり、その機能を解明するためにはオルガネラに局在する蛋白質を同定することが必要不可欠です。原理は割愛しますが、これまでにミトコンドリア局在蛋白質の解析法を開発し、新規ミトコンドリア蛋白質の同定に成功しております。オルガネラ局在蛋白質は疾病と深い関わりがあるため、今後は疾患遺伝子を同定する方法の開発に着手する予定です。

これまでの科学史が示すように、新しい分析法が確立するとそれに関連する学問領域は大きく進展します。この事実を鑑みると我々分析化学者は今何が必要かを客観的に分析し広く利用される分析法の確立を目指さなくてはならないと思っております。バイオと名のつく分野では分析法の開発やテクノロジーの発展は日進月歩の勢いです。我々も新しい原理に基づく分析法を創り出し、理学系研究科の研究・教育水準の向上に貢献できるように精進したいと思います。今後ともどうぞよろしくお願ひします。



「アンデスの山奥から銀河を探る」



野野孝太郎（天文学教育センター）

E-mail:kkohno@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

昨年夏に着任し、慌しく日々を過ごすうち、あっという間に1年以上が経過してしまいました。遅ればせながら、ここに着任のご挨拶をさせていただきます。

私の専門は電波天文学です。主にミリ波からサブミリ波と呼ばれる波長帯での、星間物質（宇宙空間に漂うガスや塵で、星や惑星系を形成する材料になります）の観測を通して、いろいろな銀河の中心領域における活動現象や銀河の形成・進化について研究を進めています。さらに、これら観測的研究を表裏一体となって支える技術開発にも強い興味を持っており、電波干渉計における大気位相補償法（大気存在により、天体から到来する電磁波の波面が乱され、画像がボケてしましますが、これを補正してシャープな画像を得るための新技術）やサブミリ波帯干渉計実験、超低雑音ミリ波・サブミリ波受信機開発などを、国立天文台や各大学の研究者・院生みなさんと共に進めています。その中から、南米はアンデス山脈の高地（標高4800m!）に設置し、立ち上げを進めている電波望遠鏡についてお話しします。

私が主に観測を行っているミリ波～サブミリ波帯は、星間分子の回転スペクトルや塵からの熱放射などが豊富に観測される波長域であり、現在の宇宙にある銀河の研究にはもちろんのこと、初期宇宙における若い銀河を探索する上でも大変重要な「窓」となっています。しかし、大気中の水蒸気により信号が減衰してしまうという問題があります。我が国でも、国立天文台野辺山宇宙電波観測所（本学着任前は、かれこれ10年ほどここにいました）をはじめ、ミリ波における世界最先端の観測的研究がなされていますが、高温多湿な日本の気候ゆえ、水蒸気が多く、なかなか高周波側の窓へ進めないというジレンマがありました。そこを突破すべく、本学の天文学教育センターや物理学教室の山本研究室と国立天文台、そして名古屋大や大阪府立大などが構成する大学連合は、南米チリ共和国のアンデス山脈山中に広がる「標高の高い乾燥地帯」に、大口径（10m）の電波望遠鏡を設置し、立ち上げるプロジェクトを推進しています。ここでは、世界で

最も乾燥している砂漠の一つ、「アタカマ砂漠」が広がる地域であり、かつ、標高が5000m前後と高いため、すばる望遠鏡をはじめとする各国の光学・赤外および電波望遠鏡が密集するハワイ・マウナケア山頂よりもさらに観測条件が良さそうである、ということが我々の調査からわかってきています。天文学教育センターで推進している光学赤外線望遠鏡計画（TAO計画）も、まさにここが設置候補地です。つい先日、新しい設計の受信機システムを搭載・試験すべく、現地入りして悪戦苦闘してきたところなのですが、いまやこの新しい電波望遠鏡は、学生さん自ら新しい観測装置を開発・搭載し、いろいろ手を動かして装置をいじくりまわしながら観測データを取り、サイエンスを進めていく辛さと醍醐味を味わう、という、貴重な「修行」の場を提供しはじめています。もちろん、既存の望遠鏡サイトと比較し優れた観測条件を有する大口径電波望遠鏡ですから、教育面の効果のみならず、本格稼働を開始したときに得られるであろう観測成果も大変に楽しみです。南半球の空にある個性的で興味深い近傍の銀河における高密度な星間物質をとらえ、銀河中心領域で観測されるさまざまな活動現象との因果関係を調べることができると期待されるほか、観測条件のよさを生かし、遠方天体からの微弱な分子/原子輝線を観測して、若い銀河で起こっているであろう爆発的な星形成の様子を探りたいと考えています。

アタカマ砂漠で、高山病と戦いつつ砂にまみれながら得ているこれらの経験と成果は、2010年完成を目指し日米欧で努力が続けられている次世代の電波観測装置、大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）計画へとつながるものです。こうしたことを念頭に、今後も、主に電波天文学の手法から、銀河の誕生と進化の謎に迫るべく、一層の努力を続けていく所存。どうぞよろしくお願い致します。

ニューフェイス（新任教官紹介）について

新任教官紹介は助手の方まで原稿をお願いしています。また、助手から助教授・講師等へ昇進された方にも原稿をお願いすることになります。

該当される方で、まだ原稿依頼が届いていない方がいましたら、広報誌担当（kishi@adm.s.u-tokyo.ac.jp）までご連絡下さい。いただいた原稿は、まずホームページで紹介された後、本ニュースに掲載されます。

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(2002年10月～11月)

*は論文博士を表します

2002年10月21日付学位授与者(5名)

生化* 森山 賢治 コフィリンの2つの活性の構造基盤、及びリン酸化やCAP1による制御機構の解析
 地惑* 下川 信也 海洋大循環の熱力学：流体系のエントロピー生成率
 物理 椎野 俊之 超流動³He自由表面下に束縛されたイオンの研究
 地惑 風間 洋一 粒子計測による地球磁気圏構造の遠隔観測
 生科 小松 浩典 コブシガニ科ロッカクコブシ属および近縁属(甲殻綱：十脚目)の分類学的再検討

2002年10月31日付学位授与者(1名)

生科 ナダ ハトウラシ ナパールの先住民族に関する民族遺伝学及び民族生物学的研究

2002年11月18日付学位授与者(3名)

地惑* 小原 泰彦 フィリピン海背弧海盆のテクトニクスとリソスフェアの組成
 生化* 幾田 まり CDK4 特異的インヒビター開発への結晶構造解析からのアプローチに関する研究
 生化 細野 千恵 ショウジョウバエ内臓性中胚葉パラセグメントの細分化とその胚葉分化における役割

人事異動報告

(講師以上)

所属	官職	氏名	発令年月日	異動内容	備考
生科	助教授	高橋 陽介	H14. 11. 1	転任	広島大学大学院理学研究科助教授へ
〃	〃	〃	〃	兼任	H15. 3. 31まで

(助手)

所属	官職	氏名	発令年月日	異動内容	備考
物理	助手	最上 要	H14. 10. 31	辞職	
天文	〃	高橋 英則	H14. 12. 1	採用	
生科	〃	鈴木 光宏	〃	〃	
物理	〃	小嶋 健児	H14. 12. 16	配置換	新領域創成科学研究科助手から
ビッグシ	〃	長瀧 重博	〃	〃	物理学専攻から

物理学専攻の樽茶清悟教授が 2002年度仁科記念賞受賞



物理学教室の樽茶清悟教授が、2002年度仁科記念賞を受賞しました。「仁科記念賞」は、故仁科芳雄博士の功績を記念し、原子物理学とその応用の研究に極めて優秀な成果を取った新進気鋭の研究者に贈呈されます。今回、受賞の対象となった研究は、「人工原子・分子の実現」です。

樽茶先生は、半導体を高精度に加工して、0から数10個の電子が入られる小さく薄い円盤（人工原子）、さらには2個の人工原子からなる人工分子を作製して、その中で、フント則やパウリの排他律効果などが成り立っていることを観測し、基本則の一般性を確認しました。

人工原子・分子では、電場や磁場を利用して、軌道状態、電子数、スピン状態を自由自在に制御することができます。この特徴を生かして、今後、基礎物理や応用への様々な貢献が期待されますが、すでに、磁場中での強い電子相関状態、新しいタイプの近藤効果などの重要な発見がされています。

樽茶先生は、現在、新しいデバイス、量子コンピューターの可能性にも挑戦されており、今後、ますますのご活躍が期待されます。

日米間の超高速インターネットの 高効率利用－High-performance network bandwidth challenge 賞 を受賞－

平木 敬、稲葉真理（情報理工学系研究科）

玉造潤史（理学系研究科）

中村 誠（情報基盤センター）

理学研究にとり、計算システムは最も重要な道具の一つであり、その役割は理論計算・シミュレーションから大型実験データの解析へと広がりつつある。理学研究者が求める計算システムは、問題のサイズを拡大し、データ量が増大してもそのまま高速化による処理時間短縮が実現するスケーラブルなシステムであることに異論はないであろう。

データレゼボワールプロジェクトは、多量の巨大データを扱う科学技術の研究プロジェクトにおいて超高速ネットワークの持つ能力を活用することを目的として、①遠距離通信と近距離通信を分離し、②ユーザからは通常のファイルとしてアクセス可能であり、③ネットワークバンド幅とディスク容量に対してスケーラブルである利用基盤を構築することを目的としている。データレゼボワールを用いて、理学系研究科内研究プロジェクトと外部実験観測機関などを超高速ネットワークのバンド幅を上限まで利用してデータ共有を実現する。理学系内プロジェクトは、①SMART 偏極実験（物理：酒井英行）、②電波望遠鏡観測（天文学教育センタ：祖父江義明）、③スローン・デジタル・スカイサーベイ（天文：岡村定矩）、④初期宇宙観測（物理：牧島一夫）、⑤地球流体変動シミュレーション（地惑：山形俊男）、⑥ATLAS 実験（素粒子：小林富雄）、⑦赤外線天文衛星観測（天文：尾中 敬）、⑧GRAPE-6 シミュレーション（天文：牧野淳一郎）、⑨KEK b-factory（物理：相原博昭）、および⑩すばる望遠鏡観測（天文：岡村定矩、島作一大）であり、これらのプロジェクトと対向する実験観測施設にデータレゼボワールを配備する。

データレゼボワールは大域ネットワークの端点に設置され、ディスクをキャッシュ層として使用する分散共有ファイルシステムとしてユーザからアクセスされる基本アーキテクチャを持つ（図1）。これまで用いられてきたデータ転送の方式では、ファイルシステム、OSを通してストレージデバイスをアクセスすることが原因で持続的にデータ転送を行うことが不可能で、図2aに示すように、平均転送バンド幅の低下が不可避であった。データレゼボワールでは、ファイルシステムより下位の論理ストレージブロックレベルでデータ共有を実現するため、OS、ファイルシステムやユーザプログラムへの透明性を持つと共に、ストレージ動作の最

適化により持続した転送バンド幅を実現することが可能である(図2b)。データレゼボワールは、評価実験の結果、ローカルなデータ共有においては11.7Gbpsのデータ転送速度、1600kmのギガビットイーサネットを用いて870Mbpsの平均転送速度を達成した。

データレゼボワールの性能を評価することを目的の一つとして、米国で11月に実施された、米国IEEEコンピュータソサエティ主催のSC2002 High-performance network bandwidth challengeに参加した。開催場所であるバルチモアから東大までは、7500マイル(12000km)の距離で、200msの往復通信レイテンシがある。この長距離・超高速通信において、TCP/IP通信により、ネットワークバンド幅の95%以上の持続的ネットワーク利用に成功し、この業績に対しIEEEコンピュータソサエティから「バンド幅チャレンジ・最高効率賞」(Most Efficient Use of Available Bandwidth Award)を与えられた。日米間、日欧間における超高速ネットワークを用いた科学技術研究、特に巨大な実験観測データを共有する研究に対し、基本技術が確立していることを示した。また、現在日本において精力的に研究開発が進められているIPv6次世代インターネットプロトコルを用いて、超高速ネットワークによる日米通信において実用レベルの性能が得られることを初めて示した。

ユーザがプログラムの改変なしで直接的に利用することが可能なスケーラブルデータ共有ファシリティとしてのデータレゼボワールは、性能面では当初の目標を達成したことが確認された。今後は、ファイルシステムとの連携、ユーザインタフェースの拡充、IPv6プロトコルにおける高速化を実現し、平成15年度中に研究拠点における整備を行う予定である。なお、データレゼボワールプロジェクトは科学技術振興調整費、先導的研究基盤整備「科学技術研究向け超高速ネットワーク基盤整備」の一環として実施された。

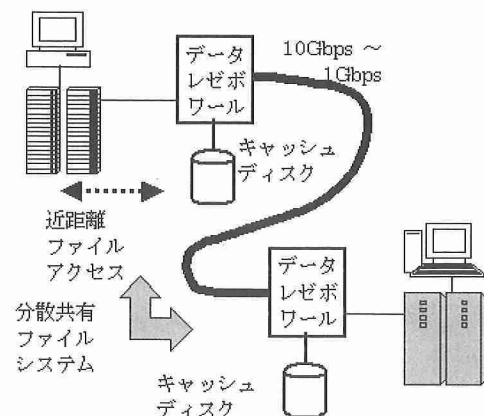


図1 データレゼボワールの概念構成

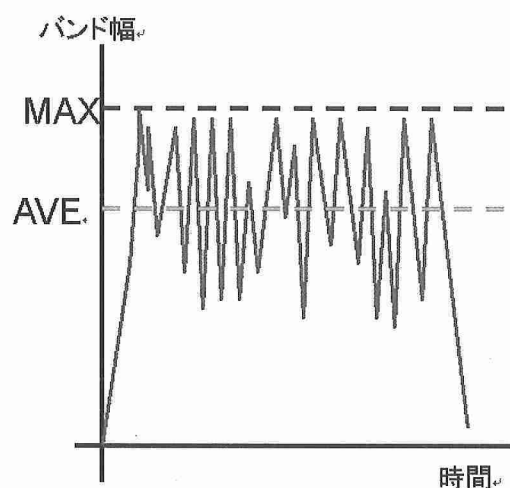


図2a ファイルシステムを通じた、従来のデータ転送量

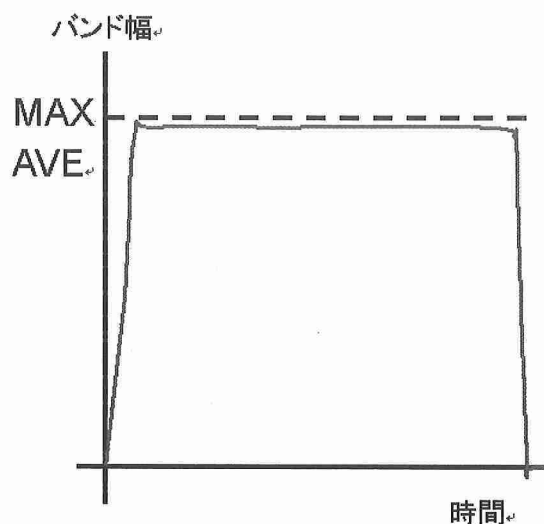


図2b データレゼボワールのデータ転送量

理学系研究科の 21 世紀 COE プログラム

広報委員長 浦辺 徹郎

21 世紀 COE プログラムはもともと「トップ 30」と呼ばれていた政策提案で、いくつかの分野毎に上位 30 の大学を選択して予算を重点配分するという趣旨であった。しかしこの提案は「国立大学の再編・統合を大胆に進める」、「国立大学に民間的発想の経営手法を導入する」、および「大学に第三者評価による競争原理を導入する」とする 3 原則からなる、いわゆる「遠山プラン」と関連して取り上げられ、当初から異常と云われるほど大学人の関心を集めた。賛否両論がマスコミにも取り上げられ、それを受けて内容が日替わりで変わっていくほどであった。

その後表記プログラム（研究拠点形成費補助金）に落ち着き、目的も、我が国の大学に世界最高水準の研究教育拠点を学問分野毎に形成し、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を図るため、重点的な支援を行うこととされた。予算が 182 億円に減額されたこともあって、実施は 2 年に分けて行われた。初年度は 5 分野（生命科学、化学・材料科学、情報・電気・電子、人文科学、学際・複合・新領域）の募集が行われ、464 件の申請があった。その内採択されたのは 50 大学 113 件であった。

東京大学大学院理学系研究科からは 2 つの提案が採択され、早速本年度から支給が開始されている。2 年度目は数学、物理、地球科学などの分野で募集が予定され、12 月下旬に学内の締め切りが設定されている。この特集では、初年度に採択された化学および生物学の拠点リーダーの方々から紹介記事を頂くことができたので、理学部内での取り組みを紹介したい。

21 世紀 COE プログラム

動的分子論に立脚したフロンティア基礎化学

専攻等名：大学院理学系研究科化学専攻、
スペクトル化学研究センター、地殻化学実験施設
拠点リーダー：岩澤康裕

拠点形成の目的と概要

分子をその主な研究対象とする化学は、20 世紀の科学と技術の驚異的な発展の中心の学問領域として常に重要な役割を果たしてきた。今、化学に求められていることは、より詳細に分子の動的な側面を明らかにし、新しい融合的・学際的学問分野の発展の原動力となること、そして、その学術的発展に基づいて 21 世紀の人類社会の豊かで持続的な発展に資することである。そのために、本 COE 拠点形成プログラムでは、化学の基本概念である分子構造、反応、物性の動的側面の深い理解と精緻な制御を中心課題とする「基礎化学の

国際的研究教育活動の拠点（基礎化学研究教育コンソーシアム）」を確立する。本プログラムでは、分子の動的本質に迫る分子論を構築して 21 世紀の基礎化学の発展を先導するために、実験と理論、時間分解と空間分解、現象解析と物質創製など従来の枠組みを超えた高次元で統合した強力な COE 研究を推進する。そして、動的分子論に関する深い理解と洞察力を持つ博士課程大学院生 (DC) 及び博士研究員 (PD) を養成して、基礎化学の研鑽を積んだ国際的視野を有する人材を輩出することにより、国際的立場から学術の発展に貢献する。具体的な推進事項を以下に記す。

COE 研究重点項目：1) 動的分子論に立脚した新しい化学反応基礎概念の形成、2) 超活性表面の構築と表面反応制御、3) 分子の動的制御による新しい分子変換法の開発と新化合物創製、4) 細胞中の分子ダイナミズムの時空間分解解析。これらの成果に基づき、動的分子論の立場から、基礎化学の新しい指導原理の確立を目指す。

COE 教育・人材育成施策：1) 給与支給による DC 学生の生活基盤支援、2) 国際化対応英語教育（英語作文、発表技術等）、3) 外国人招聘教授による英語授業と国際化、4) 分子のダイナミズムに焦点を置いた大学院教育の整備、5) DC 院生の国内外研究室への短期留学の制度化。わが国の化学系博士課程教育の理想像を追及し、国際水準の人材養成を推進する。

以上のように、フロンティア基礎化学の研究教育コンソーシアムを形成し、従来の枠組みを越えた強力な COE 研究教育の推進を目指している。以下に拠点形成のイメージ図を示す。

21 世紀 COE プログラム

動的分子論に立脚したフロンティア基礎化学

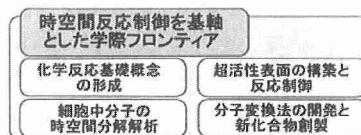
COE 拠点：東京大学大学院理学系研究科化学専攻

拠点リーダー：岩澤康裕

分子の動的本質の解明および新反応・新創造
基礎化学の研究教育の国際拠点形成

基礎化学研究教育コンソーシアム

研究プロジェクト



教育プログラム



21世紀 COE プログラム

「個」を理解するための基盤生命学の推進

専攻等名：生物科学専攻、生物化学専攻
 拠点リーダー：山本 正幸

生物科学専攻と生物化学専攻が共同提案し、本年10月に発足した21世紀COEプログラム「個」を理解するための基盤生命学の推進は、両専攻所属の教官13名に、医科学研究所、分子細胞生物学研究所、遺伝子実験施設、大学院新領域創成科学研究科所属の指導教官6名が加わり、事業の推進を担当しています。21世紀COEは、大学の威信と命運にかかわるものとしてマスコミに虚実交えて取り上げられ、また募集要項がぎりぎりまで明らかにされず、その準備はなかなか難しいものでした。私たちは当初、基礎生命科学の振興を全面に掲げて、東京大学の多くの部局に分散している研究者が横断的に連携するような組織を考えていましたが、募集要項の規定にしたがって、最終的に上述のような組織でCOEをスタートさせることとなりました。以下に、このCOEのねらいと、今後4年あまりの間にどのような活動を考えているかをご紹介します。

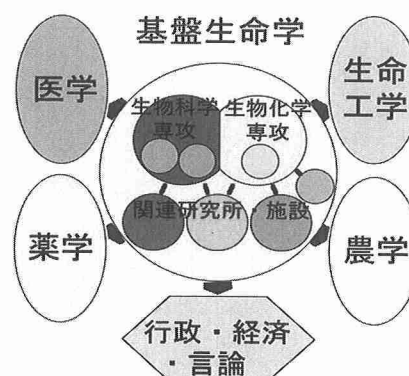
ゲノム情報の時代となり、生命科学は新たなステージを迎えました。高度なバイオサイエンスには産業界の期待が高まっています。そのいっぽう、今日の生命科学の飛躍的發展を支えてきたのが、生命とは何かを問い続けた基礎的研究の成果の集積であることを忘れてはなりません。本COEプログラムでは、我が国の生命科学の基礎をゆるぎないものとするために、様々なモデル生物を対象とする基礎生命科学者を結集し、「基盤生命学」を集中的に研究する組織の樹立を目指します。基盤生命学が追究すべき中心テーマとして「個」を取り上げ、生体を構成する分子や情報基盤としての遺伝子がどのように生命個体の有機的構成や振舞いに関与しているのか、どのようにして多彩な生命体の個性が生み出されてくるのかなど、今日残された未知の問題に正面から取り組んでいきます。

21世紀COEは高度の研究拠点となるとともに、人材育成にも貢献することが求められています。特に文科省/学術振興会の審査委員会からは、それぞれ独自の歴史を持つ生物科学専攻と生物化学専攻が互いの特長を生かしつつ協力し、若い人材の教育にあたることに高い期待が寄せられています。これを受けて、両専攻が合同で、COEを基盤とする大学院の講義7および演習4を新設します。平成15年度には、国際性を高めることを目指して海外から先導的な研究者を招いて開講する国際基盤生命学特論など、6コマを開講予定です。また大学院生の研究条件改善のため、博士課程在籍者の大半をリサーチアシスタントとして雇用することとしています。

生物科学専攻と生物化学専攻はこのCOE活動を通じて、

基盤生命学を先導する研究成果と、研究者および有識者を生みだし、人間の生活により近い生命科学の諸分野や、さらに幅広い社会活動へと送り込むことを目指します。図にはこの立場を模式的に示しました。また、東京大学における基盤生命学研究者が研究・教育でさらに密接に連携することも目指します。関係する皆様のご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

COE拠点
 「個」を理解するための基盤生命学の推進
 意義と貢献の模式図



▶：研究成果ならびに育成した人材の流れ

第34巻3号 2003年1月20日発行

編集：

武田洋幸(生物科学専攻) htakeda@biol.s.u.tokyo.ac.jp

牧島一夫(物理学専攻) maxima@phys.s.u.tokyo.ac.jp

佐々木晶(地球惑星科学専攻) sho@eps.s.u.tokyo.ac.jp

杉浦直治(地球惑星科学専攻)

sugiura@eps.s.u.tokyo.ac.jp

鈴木和美(庶務掛) ksuzuki@adm.s.u.tokyo.ac.jp

岸眞千子(庶務掛) kishi@adm.s.u.tokyo.ac.jp

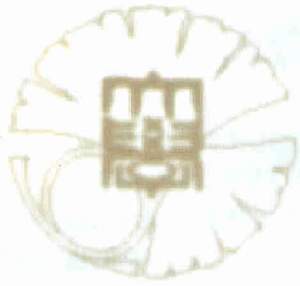
HP担当

名取 伸(ネットワーク) natori@adm.s.u.tokyo.ac.jp

HP & 表紙デザイン

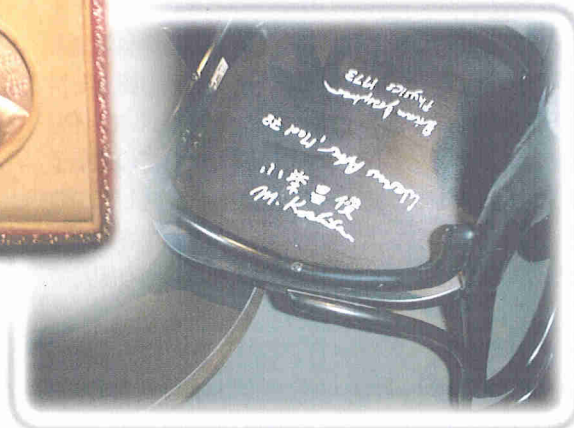
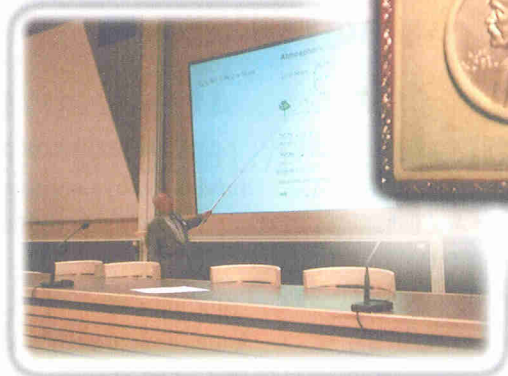
田中一敏(ネットワーク) kazutoshi@adm.s.u.tokyo.ac.jp

印刷……………三鈴印刷株式会社



ストックホルムでの小柴先生

Strängnäsの大聖堂にて



ノーベル博物館のカフェの椅子にサイン

Uppsala大学での講演

撮影：素粒子物理国際研究センター 森 俊則 助教授

