

東京大学 理学系研究科・理学部ニュース

34巻2号 2002年11月19日発行

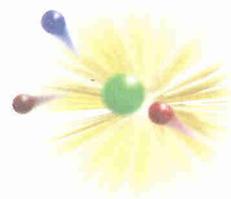
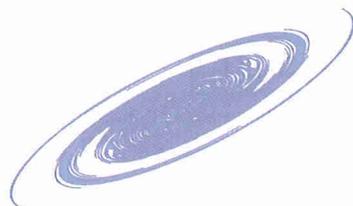
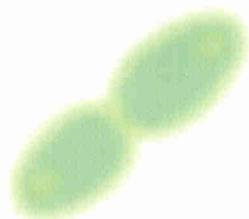
<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/>

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。

特集：小柴先生のノーベル物理学賞受賞



ノーベル賞の受賞決定を受け、理学系研究科の主催で行われた喜びの記者会見の様様。
左から、小柴昌俊名誉教授、佐藤勝彦・理学系研究科長、小間篤・東京大学副学長。
2002年10月8日、理学部化学講堂にて



目 次

特集：小柴名誉教授のノーベル賞受賞

小柴昌俊先生のノーベル物理学賞受賞を祝う	佐藤 勝彦 (研究科長) ……………	3
心からお祝いを申し上げます	駒宮 幸男 (素粒子物理国際研究センター長) ……………	4
お祝いの言葉	上村 洸 (名誉教授) ……………	4
小柴先生のノーベル賞を祝して：小柴先生とカミオカンデ	梶田 隆章 (宇宙線研究所) ……………	5
となりの理論屋が見た超新星ニュートリノ検出の現場	佐藤 勝彦 (物理学専攻) ……………	6
超新星ニュートリノ検出の科学的意義	佐藤 勝彦 (物理学専攻) ……………	8

研究ニュース

クーロン斥力による超伝導	小形 正男 (物理学専攻) ……………	11
人工遺伝暗号	坂本 健作 (生物化学専攻) ……………	11
ショウジョウバエの肢はどの様に出来上がるのか？	小嶋 徹也 (生物化学専攻) ……………	12
ダストトレイルの地上観測に成功！	中田 好一 (天文学教育研究センター) ……………	13
日本の金星探査計画と金星大気のスーパー・ローテーション	松田 佳久 (地球惑星科学専攻) ……………	13

ニューフェイス

植物の形づくりはどのように制御されているのか？	澤 進一郎 (生物科学専攻) ……………	15
ご挨拶	東郷 建 (臨海実験所) ……………	15
“異文化交流”の勧め	田近 英一 (地球惑星科学専攻) ……………	16
着任のご挨拶 —原子核を偏極させる—	上坂 友洋 (原子核科学研究センター) ……………	17
海洋の長期変動に影響を及ぼす内部重力波	丹羽 淑博 (地球惑星科学専攻) ……………	18
転勤のご挨拶。	米田 好文 (生物科学専攻) ……………	19

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	……………	20
人事異動報告	……………	25

トピックス

三国間合同有機化学セミナーの報告	奈良坂 紘一 (化学専攻) ……………	26
仙台第一高等学校の生徒の訪問	比屋根 肇 (地球惑星科学専攻) ……………	26
平成 14 年度理学系研究科技術シンポジウム実施される	大城 幸光 (原子核科学研究センター) ……………	27

掲示板

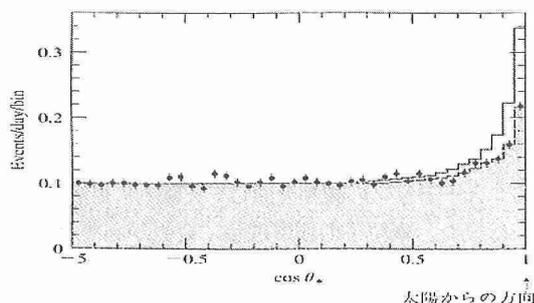
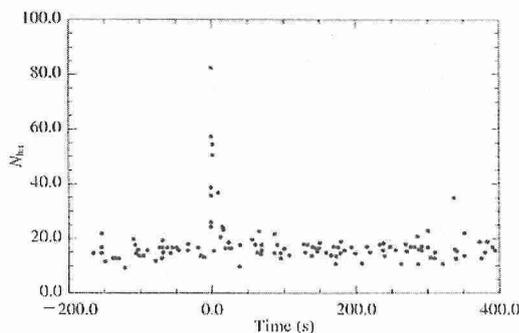
生物情報科学学部教育特別プログラムの紹介	南 康文 (生物情報科学学部教育特別プログラム) ……	28
理学部新 1 号館 2 期 (理学系総合研究棟) 工事について	松本 良 (企画委員会建物小委員会 委員長) ……………	28
全学科での学生による授業評価アンケート始まる	大塚 孝治 (教務委員長) ……………	29
あとがきに代えて	牧島 一夫 (物理学専攻) ……………	30
「等身大」の小柴先生	……………	32

2002年度ノーベル物理学賞は、本学理学部名誉教授の小柴昌俊先生、アメリカのR. デービス博士、およびアメリカのR. ジャコーニ博士の3名に贈られることが決まりました。ジャコーニ博士は、それまで光・赤外線と電波という2つの窓のみから宇宙を眺めてきた人類に、新たにX線という窓を開く上で主導的な役割を果たしました。そして小柴・デービス両博士は、そうした電磁波の窓さえも超えた宇宙観測の窓として、ニュートリノを用いた新しい天文学の手段を開いたものです。小柴先生の受賞は日本のノーベル賞の中で、ビッグサイエンスに贈られた第1号でもあります。

小柴先生は本理学部（物理学教室）に所属するとともに、理学部附置の高エネルギー実験施設（素粒子物理国際研究センターの前身）を創設、それらをベースに、加速器実験と非加速器実験の両面から、素粒子物理学の研究を精力的に推進しました。とくに陽子崩壊の実験のため岐阜県神岡町の地下に建設した水チェレンコフ装置「カミオカンデ」（神岡 Nucleon Decay Experiment の略）を用い、1987年2月23日世界時7:35過ぎ、大マゼラン星雲に発生した超新星SN1987Aから、爆発に伴う約11個のニュートリノを検出することに成功し、ニュートリノ天文学の幕を開けました。

小柴先生の略歴

1926年愛知県生まれ。1951年東京大学理学部物理学科卒業、1955年ロチェスター大学大学院修了。1970年東京大学理学部教授、1987年定年退官、東京大学名誉教授となる。その後1997年まで、東海大学理学部教授。素粒子物理学における長年の業績により、1985年のドイツ連邦共和国功労勲章大功労十字章受章をはじめ、仁科記念賞、朝日賞、文化功労賞、日本学士院賞、藤原賞、文化勲章、Wolf賞など、数多くの賞を受賞している。



小柴昌俊先生のノーベル物理学賞受賞を祝う

理学系研究科長 佐藤勝彦

2002年度のノーベル物理学賞を理学系研究科名誉教授の小柴昌俊先生が受賞されました。理学系研究科を代表し心から小柴先生にお祝い申し上げます。

この度の受賞は、1987年2月に起こった超新星からのニュートリノを神岡鉱山に設置したカミオカンデによって検出したことにより、ニュートリノ天文学という新たな研究分野を開拓した業績が高く評価されたことによります。カミオカンデは小柴先生をセンター長として理学部に設置されていた素粒子国際研究センターが建設運用していたもので、この成果は同時に理学部・理学系研究科の成果であるといえます。この成果がノーベル賞に値するものであることは、超新星ニュートリノの検出直後から、広く認識されていたことであり、今年まで15年間待ち続けていた受賞であったといえましょう。

この成果の後、小柴先生の後継者は当初の目的の一つである太陽ニュートリノの観測を続けその量は理論値の半分程度しかないことを明確に示し、標準理論と観測にははっきりと矛盾があることを明らかにしました。さらに小柴先生の後継者たちはカミオカンデを発展させたスーパーカミオカンデを建設し、太陽ニュートリノの観測と大気ニュートリノの精密な観測によりニュートリノが質量をもち、異なったタイプのニュートリノと入れ替わりながら振動することを明確に示しました。このように小柴先生の研究は大きく発展し、さらにノーベル賞の対象となる研究成果があがっております。

理学系研究科は2002年4月に理学系研究科憲章を定め、「自然界の構造や進化を明らかにし自然界に働く法則や基本原理を探求し、人類社会を支える技術の基礎を築くと共に文化としての科学を創造する」ことを謳っております。小柴先生の受賞は、すぐ実利につながる応用的研究を重視し基礎研究を軽視する傾向が強い世情において、理学系研究科の教職員、学生のみならず、基礎科学を研究、また学ぶものにとって、この上もない励ましとなりました。小柴先生は基礎科学の重要性についてしばしば発言されておりますが、今後とも基礎科学分野のリーダーとして広く社会に発信していただきますようお願い申し上げます。

最後に、先生のますますのご健勝を祈念いたします。

左の図：(上) カミオカンデが捉えた、超新星SN1987Aからのニュートリノの津波。横軸は時間、縦軸はニュートリノのエネルギーで、1つの点が1つの事象を表わす。(下) 太陽を基準に表わした、低エネルギーニュートリノの到来方向の分布。小柴昌俊著、「KAMIOKANDEのこと」(日本物理学会誌1996年5月号)より、許可を得て転載。

心からお祝いを申し上げます

物理学専攻、素粒子物理国際研究センター長（併）
駒宮 幸男

小柴先生、受賞に対し心からのお祝いを申し上げます。先生が「ニュートリノ天文学」という新しい学問分野を創成された事に対する当然の評価であると考えます。ニュートリノは弱い相互作用しかしないので受賞が遅れたというのが研究者の間でのもっぱらのうわさです。

1987年2月、16万光年のかなたにある大マゼラン星雲の超新星1987Aの大爆発が生じ、そこからのニュートリノを、先生が考案されたKamiokande測定器が捉えました。それは小柴先生が東大を退官されるわずか1ヶ月前のことであり、先生がこのような「幸運」を呼び込まれたことは我々には大変な驚きでした。あたかも、宇宙が先生の直観力に屈して、16万年後の退官にまにあうように時空を超えて爆発のタイミングを微調整したかの如くに見えました。

その後、神岡での実験はSuper Kamiokandeへと発展し、大気ニュートリノと太陽ニュートリノの観測によりニュートリノが質量を持つことを発見するなど、さらに多くの成果を生み出しました。

一方で先生は、1960年代の終わりから、当時は海のものとも山のものともわからなかった高エネルギーの電子・陽電子衝突実験の重要性を直観的に見抜き、その道の大家であったブトケル教授をロシアのノボシビルスクに訪ねられました。

1974年には海外において国際協力で電子・陽電子衝突実験を行なうため、素粒子物理国際研究センター（全学附置）の前身である高エネルギー実験施設を新設されました。これが、先生や故折戸周治教授の努力によりドイツの電子シンクロトロン研究所（DESY）におけるDASP、JADEの国際協力実験、さらにCERNにおけるOPAL実験へと発展しました。これらエネルギーフロンティアにおける一連の実験では、グルーオンの発見、素粒子の世代数の決定など多くの成果をもたらしました。先生が開拓されたこの道は、現在CERNで建設中の加速器LHCを用いたATLAS実験、そして我国での建設を目指している国際プロジェクト電子・陽電子リニアコライダーJLCへとさらに大きく発展しております。

先生は学生や若い研究者に対して、「将来大きく育つかも知れないアイデアのタマゴをいくつもかかえてあたたためておけ。そして、タマゴを時々取り出して、機が熟したかどうか気をつけていなさい」という事をよく言っておられました。先生のかかえられていたタマゴはいくつも孵化して、大きな学問へと成長しました。

これからもお元気で、御指導くださります様お願い申し上げます。

お祝いの言葉

東京大学名誉教授（1991年3月東京大学退官）
東京理科大学理学部教授 上村 洸

小柴昌俊先生、2002年ノーベル物理学賞受賞、誠におめでとうございます。

1987年2月に、カミオカンデで大マゼラン星雲の超新星爆発によるニュートリノを観測されたビッグニュースに物理学教室が喜びの興奮に包まれたとき、私は、「太陽以外の天体からのニュートリノを初めて観測した」世紀の大発見に巡り会えた教室主任として、嬉しさ一杯で興奮したのを良く覚えております。そして、1988年のノーベル物理学賞を先生に受賞して頂きたいという願望が物理教室に漲って参りました。残念ながらその年は私どもの願望は実現しませんでした。しかし、先生はその後折に触れて、ニュートリノ天文学への夢を科学的好奇心に溢れた口調で語り続けてこられ、その夢が最近のスーパーカミオカンデにおけるニュートリノ振動の観測へと発展して、再びカミオカンデが世界の物理学者の話題に上ることが多くなりました。この度これらの業績が高く評価されてノーベル物理学賞を受賞され、陰ながら応援してきた応援団の一員として、こんなに嬉しいことはありません。

先生には、これからもご自愛の上、若い人たちの物理学への夢を育てていただきますようご指導を賜りたいと願っております。

ニュートリノとは

物質を構成する素粒子の1グループで、電子型、ミューオン型、タウ型、およびそれぞれの反粒子の、合計6種類がある。ニュートリノの存在は1930年、パウリにより理論的に予言されたが、電氣的に中性できわめて反応しにくいいため、原子炉で発生するニュートリノが直接に検出されたのは、ようやく1955年になってからである。

太陽内部の原子核反応に伴って発生するニュートリノは、今回のノーベル賞受賞者の1人であるデービスが1970年代に初めて捉えたが、その数が理論予測の約1/3しかないこと（太陽ニュートリノ問題）が指摘された。これはカミオカンデおよび後継のスーパーカミオカンデ（宇宙線研究所）により、さらに高い精度で検証された。

太陽ニュートリノ問題は、ニュートリノが種類ごとに異なる微小な質量をもち、その結果ニュートリノの種類が時間とともに入れ替わるという、「ニュートリノ振動」が原因と考えられるようになった。この考えは1998年、スーパーカミオカンデにより、大気中で発生するニュートリノの観測を通じて実験的に検証された。これはまた、素粒子の標準理論に変更が必要なことを意味している。

小柴先生のノーベル賞を祝して： 小柴先生とカミオカンデ

宇宙線研究所 梶田 隆章

小柴先生、ノーベル物理学賞受賞おめでとうございます。

今回の受賞理由の一つである超新星爆発時のニュートリノ観測のエピソードについては佐藤先生が詳しく書かれていますし、私はちょうどその現場には居合わせなかったということもあるので、カミオカンデ実験開始当時学生として実験に参加できるという幸運に恵まれた者として、ここでは少し別な観点から小柴先生とカミオカンデやニュートリノのことを書きたいと思います。

今回の受賞理由となった超新星ニュートリノ観測、太陽ニュートリノ観測を成し遂げたカミオカンデ実験は、1983年に観測を開始しました。カミオカンデが建設された当初の目的は「陽子崩壊の探索」でした。小柴先生は、「陽子崩壊を発見することは大切だが、更に一歩進めて、物理学が進歩するためにはどのような大統一理論のモデルが正しいかを調べることが必要となる。そのためには、ある特定の崩壊モードだけでなく、様々な崩壊モードを調べ、どの崩壊モードにどれだけの割合で崩壊するかまで測定できなければならない。それを行うためには、エネルギーの決定精度が良く、また粒子の種類がわかるような測定器でなければならない。」と考えて、当時常識的には考えられないような直径50cmの巨大な光電子増倍管を浜松テレビ（当時、現在の浜松ホトニクス）との共同で開発されました。陽子崩壊は残念ながら見つかりませんでした。上で述べた、先生の研究に対する基本的な考えがその後の研究の発展に不可欠でした。

カミオカンデでは、当初、高いエネルギーの現象（30MeV以上）のみしか観測を行っていませんでした。小柴先生は、カミオカンデの観測が開始されるとすぐに、宇宙線ミュオンが測定器内で止まり、崩壊して生成された電子のスペクトルが10MeV以下まできれいに見えていることから、もっとエネルギーの低い現象も観測できるに違いないということを見抜きました。これは陽子の崩壊モード決定のためにと開発した巨大な光電子増倍管の威力です。このため、1984年から太陽ニュートリノ観測を目指して装置の改良が行われました。ただ装置の改良を行いましたと書くとそれだけですが、我々にとっては未知の低エネルギーと低バックグラウンドのフロンティアであり、数々の驚きに満ちた経験と失敗の繰り返しで、ある意味楽しい毎日でした。その改良が最終段階に達した1987年2月23日に大マゼラン星雲で起きた超新星爆発からのニュートリノを世界で初めて捕らえました。小柴先生の東京大学定年退官の1ヶ月前ということで、「運がいい」とよく言われていますが、先生が「運は、よく準備されている実験装置に訪れるものだよ」とおっしゃっていたことを付け加えます。太陽ニュートリノを捕らえようとする努力をしていなかったら超新星爆発ニュートリノは捕らえられな

かったでしょう。

目的の太陽ニュートリノは、約2年分のデータを集めて1989年に観測結果が発表されました。先生は、「方向性が測れなければ、天文学ではない」とおっしゃっていました。今年のノーベル物理学賞を同時受賞されたデービス博士は、塩素と太陽ニュートリノが反応し、発生するアルゴン原子の数を数えるという方法により世界で初めて太陽ニュートリノ観測を行いました。それに対して、小柴先生がカミオカンデにおいて考えられた方法は、太陽ニュートリノと電子との散乱を捕らえるということであり、ニュートリノの到来方向を捕らえることができました。それにより、観測されている現象が確かに太陽からきているということを示したのです。さらに、デービスが言ってきた「観測されたニュートリノ強度が標準太陽モデルに予想値に比べて有意に小さい」（太陽ニュートリノ問題）ということを確認しました。

小柴先生はこれらの観測をカミオカンデで成功させましたが、それと共にカミオカンデ装置の大きさからくる限界にも早くから気づかれていました。本格的にニュートリノ天文学の観測を行い、また陽子崩壊探索の感度も向上させるための装置として、すでに1983年暮れころにはカミオカンデの約30倍の有効体積を持つスーパーカミオカンデ装置を提唱されました。スーパーカミオカンデは1996年に完成し、1998年には「大気ニュートリノ観測によるニュートリノ振動の発見」という大きな成果をあげ、また、2001年にはカナダのSNO実験とスーパーカミオカンデの太陽ニュートリノデータを比較することにより、積年の太陽ニュートリノ問題の解はニュートリノ振動であることを解明しました。このように小柴先生が開拓してきた「ニュートリノ天文学」は今まさに花開き、日本が世界をリードしている形ですが、これも小柴先生の先見の明の功績によるものと言って過言ではないでしょう。

我々カミオカンデやスーパーカミオカンデに参加したものは、小柴先生のおかげで今まで何度も「物理を楽しむ」ことができました。これからも新たな発見を目指して、がんばっていききたいと思います。これからもお元気で、御指導くださりますようお願いいたします。

ノーベル賞受賞記者会見の動画や、フルカラー版の解説記事などが、

<http://www.s.u-tokyou.a.c.jp/koshiba/>

にてご覧になれます。

となりの理論屋が見た 超新星ニュートリノ検出の現場

物理学専攻 佐藤 勝彦

今でも我々の伴星雲である大マゼラン雲に、超新星が現れたというニュースを聞いたときの、緊張感と興奮を忘れることはない。私の大学院学生の頃からの大きな研究テーマが、超新星ニュートリノだったからである。超新星が我々の天の川銀河の中心で爆発すれば、カミオカンデで200～300発のニュートリノが見つかるはずだということは常に考えていたので、5倍ほど遠い大マゼラン雲なら、10発程度のニュートリノが受かるだろうと、すぐ予想はたった。この後の1～2週間で、それまでやってきた理論的な超新星ニュートリノの研究が支持されるのか、潰されるのかわかる。もっとも大マゼラン雲に超新星が現れるとは、私も含めて予想した人はこの業界には、ほとんど居なかったであろう。マゼラン雲は、伴星雲なので近いが、親である天の川銀河に比べれば何桁も星の数が少ないので、超新星の起こる確率は低いはずだとして、考えたこともなかった。

私が超新星1987Aの出現を知ったのは、2月24日(火)、天文コミュニティの口コミからである。超新星の出現が、IAUサーキュラー4316号で報じられたが、これをチェックしているのは小惑星、彗星、新星探しをしている人くらいで、その分野の方が教えてくれたのである。私は早速、戸塚さんに電話した。彼はすでにアメリカの共同研究者からの連絡で、超新星が現れたことは知っていた。私は戸塚さんに、まあ10発くらい見つかるのではないのでしょうかと話し、彼も同じような推定をしていたが、超新星からのニュートリノが受かるなど半信半疑で、ともかく神岡から磁気テープを取り寄せて調べることにしましたとのことだった。私は当然、神岡にいる大学院生が磁気テープを抱えて空港に向かっていくものだと信じていた。しかし後で実はテープは宅急便で送ったと聞いて仰天した。ニュートリノが検出できる装置は、カミオカンデほど大規模なものはアメリカのIMBしかないが、イタリアのモンブランやソ連のバクサンにもあり、彼らは世界中で一番乗りを目指して解析しているはずである。モンブランは90トンの液体シンチレータ、バクサンは200トンの同じく液体シンチレータで、カミオカンデには及ばないものの、先に見つける可能性はある。それなのにカミオカンデはなんと悠長なことか。

この週の27日(金)は、小柴先生の物理教室での最終講義の日である。物理の大講義室、1220号室はほぼ満席で、小柴先生のユーモアある講義を拝聴した。小柴先生の今もしばしばおっしゃる言葉、「税金を使って夢を見させて頂いているのだ。業者の言いなりで買う馬鹿がいるか」、「実験家は、

常に時期が来れば孵すことのできる卵を抱えておけ」などの名言はこの頃からおっしゃっている言葉である。小柴先生は、米国から帰国、原子核研究所の助教授から、本郷物理教室に研究室を構えてからの研究の歴史を詳しく話された。小さな研究室から、次第に予算を獲得し、現在の素粒子物理学国際研究センターの前身である施設の立ち上げ、発展、ソ連、ドイツ、CERNでの研究、カミオカンデの建設にいたる苦勞話など話された。この講義が終わりに近づくと、感極まって男泣きに泣きながらの講義となった。先生がいかに東大物理教室を愛しておられたのか、私にも強く感じられた。しかし、超新星1987Aの話は残念ながら小柴先生の最終講義には出てこなかった。

実際磁気テープは、この日に到着したのだった。最終講義の後には、恒例にしたがって物理の会議室、1320号室でのパーティーである。なくなられた折戸先生が小柴先生のお弟子さんを代表し、挨拶された。パーティーに参加していた院生の中畑雅行さんや平田慶子さんに、いまテープの解析を始めたところだと、ビールを飲みながらその場で聞いた。とにかく泊まり込みで徹夜の覚悟でやるとのことだった。頑張ってくださいと、お願いした。

翌日、ひょっとしてもう見つかっているのではないかと考え、お昼ごろ戸塚さんに電話した。まだ解析中ですという返事だったが、すごく機嫌の良い明るい声だった。戸塚さんはいつも歯切れの良い、明るい声で話す方なので、素直にその返事を信じ、まだ見つけていないと言うのならどの時刻あたりを見ているのか聞いた。超新星爆発はコアの重力崩壊でニュートリノが放出されるが、そこで発生した衝撃波が表面まで達するのに、赤色巨星なら1日かかる。つまり可視光で見えだした時刻の一日前から解析しなければならない。私は老婆心で、見つからないならそこまで遡ってみなければならぬとコメントしたのである。後で知ったことであるが、戸塚さんはすでに中畑さんや平田さんからその朝に報告を受け、私が電話をしたときには、確かにカミオカンデが超新星からのニュートリノを検出していたことを知っていたのである。にやにや笑いながらの電話対応だったのである。そして小柴先生により、この検出は、きちんとした解析が終わり論文を投稿するまでグループ外には絶対漏らすなという箝口令が出されたのである。

そんなことを知らない私は、まったくイライラする毎日だった。ただでさえ解析の開始が他のグループより遅れているのに、いったい何をモタモタしているのだろうと。

じっさい、次の週になると、予想されたとはいえ大ニュースが入ってきた。3月2日の月曜日、なんとモンブランのイタリアグループが超新星からのニュートリノを5発検出したというニュースが入ってきたのだ。発表日は前週の28日であった。私はこのニュースを、あわてて平田慶子さんに伝えた。すると半時もたたないうちに、小柴先生から電話がかかっ

てきた。ニュースはIAUサーキュラーからのものだったと記憶しているが、小柴先生はその検出の時刻などを聞いてなんだかホッとしたような気持ちになっているような雰囲気を感じた。今では広く知られているように、モンブランが検出したという時刻は、日本時間で23日の2時52分で、カミオカンデの検出した時刻より4時間半前ということになる。モンブランの結果は今では信用する人はほとんどいないが、モンブランの研究者や一部のヨーロッパの理論家は今もって、これも本当に検出したのだと言い続けている。爆発は2回起こったというのである。一度は通常の超新星爆発、2回目は作られた中性子星がクオーク星になったときであるというもっともらしい理屈もつけてである。しかしカミオカンデのその時刻には何も検出されていない。私もカミオカンデのメンバーの動きや、私への対応などから、うすうすカミオカンデは超新星ニュートリノを検出したに違いないと感じるようになった。また小柴先生や戸塚さんのイタリアグループの結果をまったく無視する言動などから、その時間にはカミオカンデは何もシグナルはないのだと考えざるを得なくなった。

私は当時、大学院生だった鈴木英之君（現在、理科大）と、超新星の中でのニュートリノの伝搬の研究を進めていた。その12年前、ポストドク時代に、私はCERNのガルガメールによって発見された弱い相互作用の中性流相互作用によって、電子型ニュートリノは超新星のコアにトラップされるという理論を出していた。もし中性流相互作用が存在するとニュートリノは原子核とコヒーレントな散乱を起こすため、その散乱断面積が100倍も大きくなり、単にコアが不透明になるだけではなくニュートリノの拡散時間が長くなり、ニュートリノは超新星のコアにわずか10秒程度であるが、閉じこめられる、つまりトラップされることを示したのである。実際、超新星コアの中でニュートリノはトラップされ、そのフェルミエネルギーは150MeVを越えることも示していた。鈴木君はコンピュータシミュレーションでこの拡散を計算し、実際このようにニュートリノが逃げ出すのは長い時間がかかることを示していたのである。

それでは、実際カミオカンデが捕らえたニュートリノバーストはどのくらいの時間持続しているのだろうか？ともかく早くニュートリノデータをいただき理論家の立場から解析したかった。そこで、2人で準備を始めることにした。どうせ10個前後の数のニュートリノが何MeVかのエネルギーで検出されたというデータが出るのはわかっているので、その数値をたたき込めば結果が出るようしておけばよい。3月2日からの週は、鈴木君と泊まり込み体制になった。眠くて頭がもうろうとしてどうしようもなくなったときは、毛布にくるまってソファで眠った。6日ころ、カミオカンデのグループの論文が完成し投稿するあたりで小柴先生からデータをいただいた。直ちに我々はプログラムに入力し、全放出エネル

ギー、平均エネルギーを計算し、その少し前に受け取っていた、ローレンスリバモアグループのコンピュータシミュレーションとも比較した。ニュートリノの質量の上限も、ニュートリノバーストの幅から制限を付けた。

小柴先生から、次の週の月曜日、3月9日に文部省で開催される記者会見に同席するように言われた。出席するつもりでいたが、論文の作成に手間取って、完成し投稿したのは9日の朝となった。国際ビジネスメールでPhysical Review Lettersに投稿したときには、記者会見の時間になってしまっていた。翌日の新聞の1面はもちろん、カミオカンデのニュートリノ検出の発表で飾られた。小柴先生が立って図を指し説明している写真がどの新聞にも載っていた。記者会見はすっぽかし、小柴先生にはたいへん申し分けないことをしたけれど、我々の論文は、超新星ニュートリノの解析論文としては、1、2番の速さだった。

その後、カミオカンデの検出時刻のあたりを調べることで、IMBグループが8発を見つけ、またバクサンも5発を見つけた。カミオカンデの検出は独立な2つのグループによって確認された。しかしモンブランのデータはどうしても矛盾する。それどころか、さらに驚くべきことに、ローマ郊外にある重力波検出装置が、まさにモンブランの検出時刻に重力波を検出したと発表したのである。常識的には、この感度の悪い装置で大マゼラン雲からの超新星重力波が観測されるためには、星の全質量を重力波に変えても及ばないほどの強い重力波が放出されなければならない。

鈴木君とはこのニュートリノバーストの解析の論文を2つほど書いた。超新星1987Aからはその後、これまた打ち上げ直後の日本のX線天文衛星「ぎんが」によってX線が検出されるなど、次から次へと新しいことがわかってきた。近代的な光電技術を持つようになって初めて現れた超新星として、歴史に残る発見が数多くあったが、ニュートリノの検出とは比べようもない。

1987年の10月以来、15年の間、毎年ノーベル賞発表の頃になると必ず、新聞社から電話や訪問取材を受けた。ある新聞社からは、発表前に受賞お祝いの原稿を書くように求められ書いたこともある。そしてこの10月8日、今年のノーベル賞の発表となった。スーパーカミオカンデやSNO検出器の活躍で、今や後押しも強い。今年こそ間違いない。理学系研究科長として本部と協議の上で記者会見もセットし、受賞のパーティーも発表の翌日の9日夕方に開くことを決めた。小柴先生にも、前もってこのスケジュールを進めることをお願いした。そして、その日がまさに来た。小柴先生、おめでとうございます。

超新星ニュートリノ検出の科学的意義

物理学専攻教授 佐藤勝彦

はじめに

1987年2月23日、日本時間午後4時35分、およそ10兆個を越えるニュートリノが私たちの体を貫き再び宇宙に飛び去っていった。このニュートリノは我々の住んでいる天の川銀河の伴星雲であるマゼラン雲（写真1）から飛来したものである。

15万年の昔、この星雲の中にあった1つの青い超巨星、タランチエラ星団のとなりにあるSK-69・202がその一生を終え大爆発をおこした。この超新星爆発によって放出されたニュートリノが15万年の旅を終えて地球に降りそそいだのである。この超新星SN1987A（写真2）はケプラー以来383年ぶりの肉眼で観測することのできる超新星として可視光や、X線、電波などあらゆる波長の電磁波によって今日も精力的に観測が続けられている。



写真1

我々の天の川銀河の伴星雲である大マゼラン雲。
(MACHO project)



写真2

大マゼラン、タランチエラ星団の横に現れた超新星1987A
(photographed by D.F.Malin, Anglo-Australian Telescope Board, 1987)

星の進化と超新星

よく知られているように、太陽のように自ら輝くことのできる星、恒星は天然の核融合炉であり、核反応によって解放されたエネルギーによって輝いている。星はその一生のほとんどは水素を燃やして輝いているが、やがてその燃えかすであるヘリウムがたまり中心にヘリウムのコアが形成される。ヘリウムコアは自分の重みで収縮をおこし、中心の温度や密度が上昇する。その結果、中心でヘリウムの核燃焼が始まる。このように、星は重力収縮によって中心の温度や密度を上昇させることにより、前の段階での核燃焼の灰を新たな燃料としながら進化するのである（図1）。しかし核燃焼の最後の燃えかすである鉄のコアが中心に形成された時、もはや収縮によって新たなエネルギー源を得ることはできない。それでは星は以後どのような進化をたどるのだろうか？中心温度が100億度を越えると鉄の原子核が熱によって分解されるようになる。分解が起こるとき大量のエネルギーを吸うことになる。もはや収縮によって圧縮されても十分圧力が高くないので、星はさらに収縮を続けることになる。また物質密度が1立方センチメートルあたり30トンより高くなると原子核の電子捕獲反応がはじまる。電子はフェルミ粒子と呼ばれる種類の素粒子で、このような高密度に圧縮されると、例えば温度がゼロ度でも高いエネルギーを持つのである。このような密度の高い星が自らの重みで崩壊しないように支えていたのは電子の縮退圧と呼ばれる圧力である。しかし電子捕獲反応で電子の数が減少すると星が収縮しても十分高くないのでさらに収縮を続けることになる。このようにして星の中心の鉄のコアはカタストロフィックに急激に収縮を続けることになるのである。

鉄のコアの質量が太陽の質量の2倍程度までなら、この収縮は密度が原子核の密度の2、3倍程度になったところで止まり、中心には中性子星と呼ばれる星が残される。原子核の密度を超えると陽子や中性子の間に働く核力が強い斥力となるため、収縮が止まるのである。中性子星が形成される様子を計算機シミュレーションによって示したものが図2である。星をタマネギの皮のように分割し、一般相対論に基づいて収縮、バウンスを計算したものである。この図の時刻ゼロで星のコアはバウンスし、衝撃波が作られる。もしこの衝撃波が十分強ければ、外層を宇宙空間にはじき飛ばすことができる。もしそれに失敗すると上からどんどん上の層が落下し、中性子星は結局ブラックホールになってしまう。ここで重要な役割を果たすのがニュートリノである。鉄のコアが中性子星まで収縮したとき解放される重力のエネルギーはおおよそ10の53乗エルグであるが、このエネルギーの99%はニュートリノとして宇宙空間に放出される。衝撃波として外層に運ばれ、可視光などで見えるエネルギーはその1%程度なのである。このシミュレーションでは、衝撃波が発生した初期段階では弱く、このままでは落下してくる外層のために消えてしまうような状況にあったが、コアから漏れだしてくるニュートリノが後押しをすることで衝撃波は生き残り、爆発に成功している。しかし星全体の質量が太陽の30倍を超

えるような星では、衝撃波は弱く結局落下してくる外層も含めて星はブラックホールになってしまう。それでは爆発した場合どのようにニュートリノは放出されるのだろうか？ 図2に示すようにニュートリノの種類によって時間的変化は異なるが、およそ10秒にわたってニュートリノは放出される。このニュートリノバーストの持続時間はニュートリノがコアの中で拡散しながら出てくる時間に相当する。

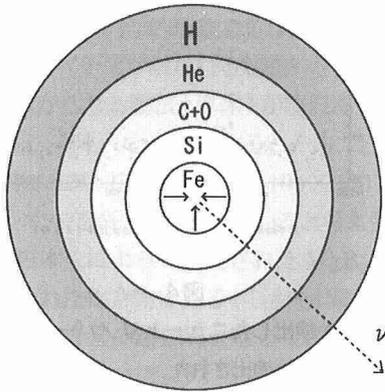


図1
超新星爆発をおこす寸前の星の構造

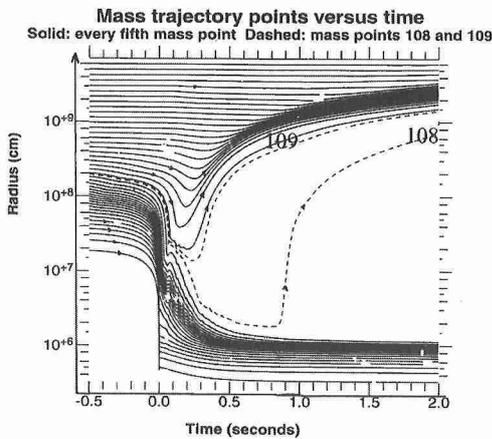


図2
星のコアの重力崩壊と超新星爆発のシミュレーション。
主系列で太陽の15倍の質量を持った星の場合。
(Totani, Sato, Dalhed, Wilson, 1998)

ニュートリノバーストの観測

小柴先生をリーダーとするグループは1983年、本研究課題に係る3000トン水チェレンコフ装置「カミオカンデ」を神岡鉱山の地下1000メートルに建設した。同型の8000トン水チェレンコフ装置が前年の1982年にアメリカでIMBグループによって設置され既に稼働していたが、カミオカンデはチェレンコフ光の集光率等で圧倒的な性能を誇る。同装置の当初の目的は、素粒子物理学の最大の問題の一つである力の統一理論、大統一理論を実験的に検証するため、この理論が予言する陽子崩壊を探索することであった。しかし、2年余の探索によっても陽子崩壊は観測されず、陽子は

崩壊するとしてもその寿命は当初の大統一理論の予言よりはるかに長くなければならないことが明らかになった。小柴先生のグループはさらに、太陽からのニュートリノを観測するために、この装置の改良を1985年から2年間かけて行った。水チェレンコフ装置で10MeV程度の低エネルギーニュートリノを観測した例はそれ迄なく、多くの研究者がその成功を危ぶんでいた。しかし環境ノイズを落とす大幅な装置改造は1986年末に成功裏に終了し、1987年初頭から太陽ニュートリノの観測を開始することができた。観測を開始して2カ月後に、大マゼラン星雲に超新星が出現し、ここからのニュートリノ検出に成功したのである。そして米国のIMBグループは小柴先生から知らされた検出時刻あたりのデータを調べることで、8個のニュートリノが検出されていることを確認したのである。

まず細かな点は考慮せずバーストの全体的性質を見てみよう。まず始めに、神岡やIMBの装置で検出されたニュートリノは総て反電子型ニュートリノだと見なそう。図3で示した超新星爆発の数値実験によれば全ての種類のニュートリノはほぼどれも同じ様に放出される。しかし水チェレンコフカウンターの中でもっとも検出され易いのはこの反電子型ニュートリノだからである。水の水素原子核である陽子と反応すると陽電子が放出される。この陽電子は光の速さに近い速さで運動するのでチェレンコフ光という光を放出する。これを観測することによってニュートリノのエネルギーがわかるのである。

もっとも基本的な性質の1つはバーストの持続時間である。神岡のデータでは13秒、IMBでは6秒である。現在常識となっているニュートリノが超新星コアに一時的に閉じこめられるというニュートリノトラッピング理論では超新星コアからのニュートリノの拡散時間はおよそ10秒であり、またそれに基づいた計算機シミュレーション(例えば、図3)もそのような結果となっている。したがって持続時間はどちらのデータも理論と良く一致している。第2の基本的性質はニュートリノの平均エネルギーである。神岡、IMBでそれぞれ検出されたニュートリノのエネルギーから、その装置の特性を補正してニュートリノの平均温度を求めると神岡2.8MeV、IMB 4.6MeVとなる。IMBのデータがやや高い温度をあたえるのはその検出のしきいエネルギーが高いためである。いずれにせよこの値は数値計算の予言とほぼ一致している。第3の、そしてもっとも重要なバーストの性質はその全放出エネルギーである。いま求めたニュートリノの温度と、神岡、IMBそれぞれ11個、8個のニュートリノが検出されたことから $2.9(+0.6, -0.4) \times 10^{53}$ エルグ(神岡)、 $1.5(+1.2, -0.6) \times 10^{53}$ エルグ(IMB)と推定できる。重力崩壊によって放出されるエネルギーと良く一致している。

このように、小柴先生をリーダーとするカミオカンデの超新星ニュートリノ検出は、これまで理論的にしか語ることでできなかった、星の最後の大往生である超新星爆発の理論を観測的に実証したのである。ニュートリノで宇宙を観測し、天体の進化、宇宙の進化を明らかにするニュートリノ天文学を

創始したと言えるのである。

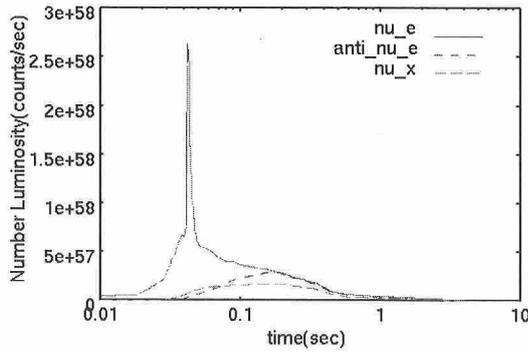


図3

図2に示されたシミュレーションで計算された超新星からのニュートリノの輝度の時間変化。十数秒にわたってニュートリノは放出される。

(Totani, Sato, Dalhed, Wilson, 1998)

ニュートリノ天文学の進展

超新星からのニュートリノが検出されてから、もうすぐ16年となるが、世界には多くのニュートリノを検出することができる装置が稼働している。その代表が、カミオカンデの後継装置であるスーパーカミオカンデと、カナダのSNO (Sudbury Neutrino Observatory) である。スーパーカミオカンデは太陽からのニュートリノと宇宙線が大気の上空で作る大気ニュートリノを観測することにより、ニュートリノが質量を持ち、異なった種のニュートリノが互いに入れ替わるとい現象、ニュートリノ振動も明確に示した。言うまでもなくこれまたノーベル賞の対象となる大きな業績である。SNOは重水を用いたチェレンコフカウンターである。SNOは太陽ニュートリノ観測を進め、中性流相互作用を通じての事象も捕まえ、さらに明確にニュートリノ振動を確認した。

ニュートリノが振動することになると、超新星からのニュートリノもまた振動を起こす。超新星のコアから放出されたニュートリノはまず超新星の外層で、共鳴現象を起こし他の種類のニュートリノに転換する。さらに超新星ニュートリノが地球の中を通過して検出器に達する場合は、地球の中でも振動を起こすため、ニュートリノのエネルギースペクトルは大きく変形されることも起こる。もし超新星爆発が我々の天の川銀河の中心で起こったとすると、スーパーカミオカンデはおよそ1万個のニュートリノを、またSNOは300個余りを検出することができる。これらの超新星からのニュートリノデータを用いて爆発のメカニズムも解明することができるが、その場合はこの共鳴や、振動を考慮して解析しなければならない。また、超新星ニュートリノのデータ、特にエネルギースペクトルなどを解析することで、ニュートリノの質量差やニュートリノ間の混合角に関するデータも得られる。クエーサーと呼ばれる天体など活動的な銀河核には巨大ブラックホールがその中心に鎮座し落下する周りのガスからガンマ線が放出されている。かならず同時にエネルギーの高いニュートリノも放出されているはずである。これらを検出す

る装置も稼働している。新たな検出装置の計画も進んでいる。数年以内にはこのような天体からのニュートリノも必ず検出されるはずである。

小柴先生によって創始されたニュートリノ天文学は今大きく進みつつある。

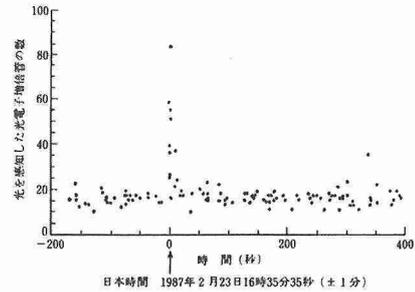


図4

カミオカンデが検出したニュートリノバースト。13秒の間に11個のニュートリノが検出された。

(戸塚、1991)

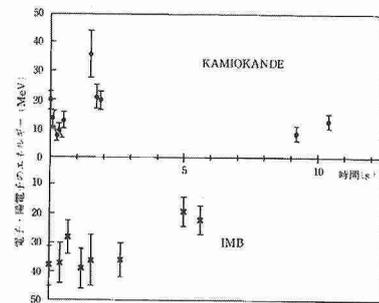


図5

カミオカンデとIMBグループの検出の比較。IMBグループは小柴先生より知らされた検出時刻あたりのデータを調べ、8個を検出している。神岡のデータでは2-9秒間にはニュートリノは検出されていないが、IMBのデータがその間をうめている。

(戸塚、1991)

参考文献

1. 戸塚洋二、超新星からのニュートリノを捕まえた！「現代の宇宙像」、日本物理学会編、倍風館、1991年
2. T. Totani, K. Sato, H. E. Dalhed, J. Wilson, *Astrophys. J.* 496, 216 (1998).
3. S.Fukuda et al., SuperKamiokande Collaboration, *Phys. Rev. Lett.* 86, 5656 (2001).
4. Y. Fukuda et al., SuperKamiokande Collaboration, *Phys. Rev. Lett.* 82, 2644 (1999).
5. Q.R. Ahmad et al., SNO Collaboration, *Phys. Rev. Lett.* 89, 011301 (2002).
6. K. Takahashi, M. Watanabe, K. Sato and T. Totani, *Phys. Rev. D* 64, 093004 (2001).

クーロン斥力による超伝導

小形 正男 (物理学専攻)

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

去年新聞紙上を賑わしたのは、新しい超伝導体 MgB_2 の発見であった。超伝導とは、低温で物質の電気抵抗が完全にゼロになるという量子力学的現象であり、固体物理学における様々な新しいアイデアが試される魅惑的な分野である。

一種類の元素からなる物質(単体)が超伝導体になるかどうかについては、詳しくわかっている。一方、2種類の元素からなる化合物については、組合せは 100×100 通りくらいあるとはいえ、すべて調べ尽くされていると考えられていた。

しかし去年日本人によって発見された MgB_2 という化合物は、よく知られた化合物である(しかも市販されている)にもかかわらず、今まで超伝導となることが知られていなかった。しかも超伝導に相転移する温度は非常に高く、高温超伝導の発見以前ならば一大センセーションとなったはずの発見なのである。

今後も、このような新しい超伝導体の発見は続くと思われる。実際 MgB_2 に限らず、ここ2-3年の間、新しい超伝導体が続々と発見されており、中には新しい概念の発展に結び付くような物質があると考えられ、現在活発に研究がされている。

その1つとして、 Sr_2RuO_4 という3元素化合物がある。我々の研究室では、その超伝導発生のミクロな理論について研究している。電子はフェルミ粒子の1つであり、量子力学的なスピン量子数を持つ。通常の超伝導体では、上向きスピンと下向きスピンの2つの電子がクーパー対という束縛状態を形成して超伝導状態となる。2つのフェルミ粒子が集まることにより、ボース粒子と同じ性質を持つようになり、その結果ボース・アインシュタイン凝縮という巨視的な量子力学的状態が実現すると考えられている。

これに対して、新しい Sr_2RuO_4 という超伝導体では、同じ向きのスピンを持つ2つの電子(厳密にいうと正しくはないが)がクーパー対を形成しているという珍しい超伝導体である。これは液体ヘリウム3の超流動状態に非常に近い。同じ向きのスピンを持つ電子は、同種粒子に対するパウリの排他律のために、同じ場所に存在することができない。それでもなおクーパー対という束縛状態を作るということを理解するためには、新しい理論が必要となってくる。我々は今までの超伝導理論での常識を打ち破るようなアイデアによって、この新しい超伝導状態が理解できるのではないかと考え、日夜計算に励んでいる。

固体内の電子の振るまい、とくに磁性・超伝導などを記述するためには、電子の運動エネルギーとともに、電子間の相互作用(主にクーロン斥力)を考慮の対象としなければならない。物質の磁性や超伝導を担う d 電子は、原子に強く束縛されつつも原子から原子へと結晶内を遍歴する性質を持つ。

その上で、電子間の相互作用によって磁性や超伝導が生じると考えられている。

我々は、この物理的描像を最も単純化して表現するモデルを用いて超伝導現象を調べている。モデルは単純化されたものであっても、相互作用の強さ、電子の密度、結晶格子の形、空間次元などに依存して、さまざまな状態を記述できると考えられている。とくに Sr_2RuO_4 に関しては、電子の持つスピンによる磁性的な相互作用が働いて超伝導を引き起こす可能性を調べている。いろいろな場合について調べた結果、電子間のクーロン斥力によっても結晶の形や電子密度によっては超伝導が出現することを見出した。我々は Sr_2RuO_4 という特殊な物質に限らず、一般的な超伝導発現の原因の1つを探り当てたと考えている。

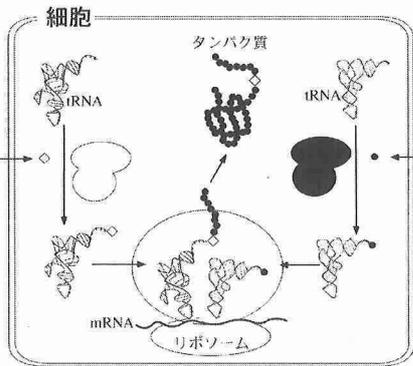
人工遺伝暗号

坂本 健作 (生物化学専攻)

E-mail:sakamoto@biochem.s.u-tokyo.ac.jp

分子生物学の最も基本的な要素は3つあります。DNAの二重らせん構造、セントラル・ドグマ(DNAからタンパク質へと遺伝情報が一方通行的に流れること)、そして普遍遺伝暗号です。遺伝暗号表は、遺伝情報を読み解く鍵になるもので、全ての生物で共通だと考えられていた時代があります(だから、“普遍”なのですが)。しかし、あまり大きなものではないけど、遺伝暗号表にもバリエーションがあることがわかって来ています。このことから、生命の基本要素である遺伝暗号表も変えることができると考えられました。生物の体を作っているアミノ酸の基本的なレパートリーは20種類ですが、これ以外の非天然型アミノ酸も遺伝暗号表に取り入れる研究が1989年以来行われています。最初は、細胞抽出液を使った実験でしたが、21世紀になって大腸菌や培養細胞を使った実験が成功しています。図にあるように、通常の生き物は20種類のアミノ酸を体外から取り込むと、アミノアシル tRNA 合成酵素の働きでアミノ酸を転移リボ核酸(tRNAと呼ぶ)に結合させます。tRNAはアミノ酸をリボソームに運んでいきます。リボソームはタンパク質の工場ですから、ここでアミノ酸はタンパク質に取り込まれます。まったく同じ仕組みを非天然型アミノ酸についても作ってやるだけで、生物はこのアミノ酸をタンパク質に取り込むことができるようになります。このとき tRNA や酵素の性質(基質特異性)を改変することが必要ですが、遺伝暗号表の変化の難しさはおもに tRNA や酵素の性質を変えることの難しさと一致することがわかってきました。遺伝暗号表にはどんな変化が可能なのか、反対に、どんな変化は無理なのかはこれからの研究でわかってくると思います。ところで、非天然型アミノ酸を取り込むようになったからといって、新しい生物が

できたと誤解しないで下さい。少し変わった遺伝暗号表を持つ生物も普通の生物と変わらないように、人工遺伝暗号表を持つ大腸菌も非天然型アミノ酸を利用できるという以外に変わった点はありません。むしろ、生物界における遺伝暗号のバリエーションを成立させている要因を理解し、できれば遺伝暗号表の成立、つまり、生命の起源の問題にアプローチしたいと願っています。



● 通常のアミノ酸 ● 通常のアミノ酸用のアミノアシルtRNA合成酵素
◇ 非天然型アミノ酸 ◇ 非天然型アミノ酸用のアミノアシルtRNA合成酵素

ショウジョウバエの肢はどの様に出来上がるのか？

小嶋 徹也 (生物化学専攻)

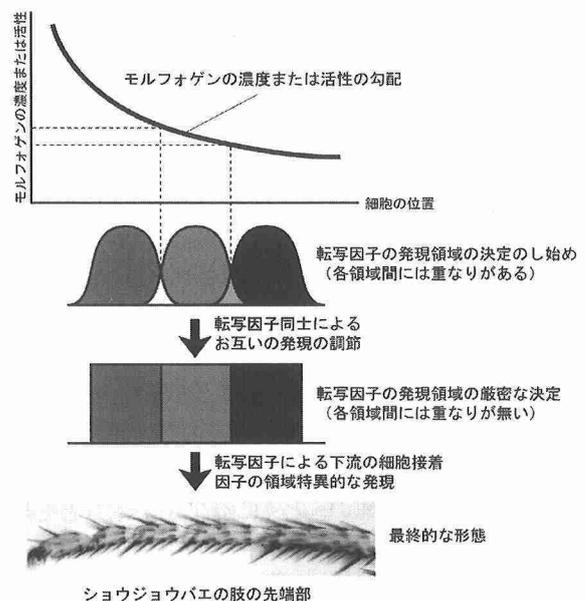
E-mail:skojima@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

高等多細胞生物の個体の発生過程において最も重要なプロセスの1つは、均一な細胞集団がそれぞれ性質の異なるいくつかの細胞集団に分割されていくことであり、この繰り返しにより、1つの受精卵が分裂して細胞数を増やしていく過程で、様々な組織や器官、そして各組織や器官内の細かい部分が形成されていきます。古くから、これはモルフォゲンと呼ばれる因子によって作られる位置情報を各細胞が読み取って、各細胞の位置に則して分化することによって考えられてきました。近年の分子生物学的な解析によって、モルフォゲンとして働く分泌性のタンパク質が同定され、このタンパク質の濃度勾配やそのタンパク質による細胞間情報伝達系の活性化の度合いの勾配に従って均一な細胞集団中に領域特異的な様々な転写因子（他の遺伝子の発現を調節するタンパク質でそれぞれの転写因子毎に制御する下流遺伝子が違う）の発現が誘導され、その下流遺伝子の発現制御を通して各細胞集団の性質が決定されていくという事が分かって来ました。しかし、具体的にどの様にモルフォゲンの形成する位置情報により特定の領域に正確に転写因子が発現するのか、その転写因子の発現によってどの様にして各領域の性質が決定されるのか、最終的な形態形成がどの様に起こるのか、といった問

題はまだほとんど解かれておらず、生物の個体（もしくはある組織や器官）がどの様に出来るのかといった事を遺伝子のレベルで完全に説明することは出来ていません。

私達は、ショウジョウバエの成虫肢の形成過程をモデルシステムとして、これらの問題にアプローチしていこうとしています。現在までに、モルフォゲンによって各転写因子の発現領域が決められる時には大体の場所しか決められておらず（各領域には始め重なりがある）、その後、各領域で発現する転写因子同士が自分自身およびお互いの発現を調節し合う事によって、各転写因子の発現領域が厳密に決定される事、この転写因子間の調節機構によってそれぞれの転写因子の発現が安定化されて、領域が決定された後は、その発現はモルフォゲンに依存しなくなる事（モルフォゲンの活性が変化しても転写因子の発現領域が変化しなくなる事）などが分かってきました。また、領域特異的に発現する転写因子によって発現が制御される遺伝子としては、いくつかの細胞接着因子（細胞間の接着性を調節するタンパク質）をコードする遺伝子が見つかってきており、それらの領域特異的な発現により領域特異的な細胞の形や細胞間の接着性の違い（一般に領域が違ったり性質が違ったりする細胞同士はそれらが同一の細胞同士よりも接着性が弱い）が制御されている事も分かってきています。

私達はこの様な研究を続ける事により、ショウジョウバエの成虫肢がいったいどの様に出来てくるのかを具体的に遺伝子のレベルで完全に説明できる様になることを目指しています。もしそれが出来れば、他の全ての生物種の様々な器官・組織の形成過程に対しても遺伝子レベルでの完全な説明が出来ようになるための、さらには生物がどの様に進化してきたのか、何が違うことで様々な生物の形態の多様性が存在するのかといった問題に対しても基礎を与えてくれるものになると信じています。



ダストトレイルの地上観測に成功！

中田 好一（天文学教育研究センター）

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

理学系研究科付属天文学研究センター木曾観測所は長野県木曾の山の上にあり、口径 105 cm のシュミット望遠鏡を使って天体観測を行っています。そして、全国の大学や研究所から大勢の天文学者たちがこの望遠鏡を使いに来て、色々な研究テーマで観測をしています。今回は、それらの内から太陽系分野での新発見のお話をします。

昨年の秋のしし座流星群は近年にない見事なものでした。流星は、彗星から放出された塵が地球大気と衝突して摩擦熱のため高温となり光り輝く現象です。塵の多くは彗星の軌道に沿って分布（ダストトレイルと呼ばれます）するため、地球がその軌道をたまたま横切ると多数の塵が地球大気に飛び込みます。これが流星群と呼ばれる現象です。たとえばしし座流星群はテンペル・タトル彗星のダストトレイルが原因で生じます。

この塵はもとをたどれば彗星のかけらです。彗星は 50 億年前に地球や太陽系が作られた時の原始惑星雲から形成され、その時の記憶をそのまま留めている原始的な天体です。従って彗星のかけら、すなわち軌道上の塵には太陽系の形成を研究する上でとても貴重な情報が含まれています。この塵を直接観測することはできないでしょうか？

20 年前に打ち上げられた赤外天文衛星は、ダストトレイルが赤外線でも光っている事を発見しました。これは軌道上の塵が太陽の光で温められ赤外線を放出しているからです。しかし、地上からの観測にはもっと短い波長を使用します。太陽の光は軌道上の塵に散乱されるので、我々の目に感じる可視光では、ダストトレイルが太陽に照らされた飛行機雲のように見えるはずですが。

太陽光の散乱で光って見えるといってもとても薄い光ですから大変難しい観測です。ハワイの山頂は世界最高の観測条件を備えている地点の一つですが、ハワイでの観測もダストトレイルの検出には失敗しました。しかし、シュミット望遠鏡は薄い天体の観測には最適な装置です。宇宙科学研究所の石黒さんは木曾のシュミット望遠鏡なら成功するかも知れないと考えました。今年の 2 月、国立天文台渡部氏のカイパーベルト天体（太陽系の縁にある特異小惑星）の観測に参加した石黒さんは、観測の空き時間を利用してコプフ彗星の軌道位置にシュミット望遠鏡を向けて見ました。ありました！石黒さんの予想は見事に当たり、世界で初めてダストトレイルの可視光観測に成功したのです。図の中央から右上にかすかな筋が伸びているのが見えるでしょうか？これが世界で初めて捉えられたダストトレイルの可視光写真です。

石黒さんを中心に、宇宙科学研究所、東京大学木曾観測所、国立天文台の研究チームはその後にもボン・ウィンネッケ彗星、ガン彗星のダストトレイル撮影に成功しました。その結果、

塵のサイズ、反射率、彗星からの塵放出率などが判明しつつあります。今後ますます多くのダストトレイルの観測が実施され、太陽系科学にあらたな分野が開けると期待しています。



日本の金星探査計画と金星大気のスーパー・ローテーション

松田 佳久（地球惑星科学専攻）

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

日本で金星探査衛星を打ち上げ、金星大気のスーパー・ローテーション（超回転）という現象を中心に、金星の気象を詳しく観測しようという計画が進行している。ここでは、金星大気の特徴を説明し、なぜ金星探査計画が持ち上がったのか、説明したい。

金星と地球は質量や半径がほぼ等しいことなどから、双子星と言われてきた。しかし、ロシアやアメリカの探査衛星の観測などから、大気や地表面の様子が分かってくると、地球と金星の大気の違いが浮き彫りにされてきた。

金星大気の特徴の第 1 の特徴は、地表面での気圧が約 92 気圧もあることである。そのほとんどが二酸化炭素からなっている。勿論、地球の表面気圧は 1 気圧であり、大気は主として窒素と酸素からなっており、最近問題となっている二酸化炭素はむしろ微量成分に属している。それに対して、金星には膨大な量の二酸化炭素があるわけである。

第 2 に、金星は地表面温度が約 730K もある。金星は地球よりも太陽に近く、地球よりも多くの太陽エネルギーを浴びているが、それを反射する率が大きいので、実際に吸収する太陽エネルギーは地球よりも小さくなっている。従って、特別なことがなければ、金星の方が地球よりも地表面の温度が低くてもよいはずである。最近、大気中の二酸化炭素の増大に関連して、地球でも温室効果の重要性が議論されているが、金星の地表面温度が非常に高いのは、膨大な量の二酸化炭素によるこの温室効果が極端な形で現れたものと考えられている。二酸化炭素が、地表面の放射する赤外線を吸収して、宇宙空間に赤外線によって熱が逃げないように、地表面の高温を保っている。つまり、二酸化炭素が体をつつむ毛布のよう

な役割をしているのである。

第3に、金星の大気には、高さ45kmから70kmあたりに濃硫酸からなる雲が存在している。散在している地球の雲と異なって、金星の雲は全天をおおっている。そのために、外から金星の雲の中や雲の下が見えなくなっている。

最後に、風の吹き方が、金星と地球では全く異なっている。地球で我々が経験する風は様々である。台風に伴って強風が吹いたり、冬に大陸から寒気が吹き出したりしてくる。しかし、地球を人工衛星で外部から見ると、中高緯度で西風が吹いているのが、もっとも目立つ。熱帯の地表面付近では東風が吹いている。これらの風の平均速度は、せいぜい30m/s程度である。地球の固体部分は1日に1回転しており、緯度45度で絶対系に対して330m/sの速さで回転している。それから比べると、風速は1割程度である。つまり、1割程度のずれに目をつぶると、地球の大気はほぼ固体部分と共に回転していると言ってよい。

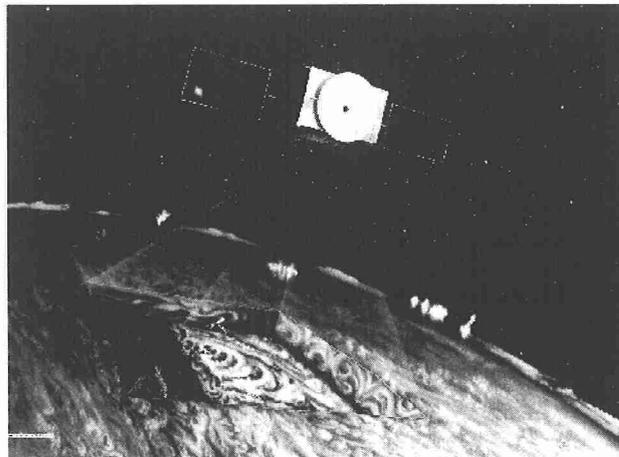
それに対して、金星の固体部分が1回転するには、243(地球)日かかる。つまり、赤道でも、絶対系に対して約1.5m/sの速さで回転しているのに過ぎない。それでは、その金星ではどのような風が吹いているのだろうか？今までの探査衛星による断片的な観測を寄せ集めてみると、どの緯度でもどの経度でも固体部分の回転と同じ方向に、それよりも速く回転していることが分かった。しかも、風速は地表から上に行くに従い、段々速くなり、高さ70kmでは約100m/s、つまり、固体部分の回転の約60倍で回転している。この回転は大気の超回転とかスーパー・ローテーションとか呼ばれており、惑星気象学の大きな謎である。なぜ、大気がかってに固体部分の60倍の速さで回転し、それが維持されているのか、筆者を含めた多くの人の研究にもかかわらず、現在でも分かっていない。

スーパー・ローテーションの原因究明の最大の障害は、金星大気の観測が困難なことである。原因を考える上には、風

速の詳しい分布を知る必要があるが、上に述べたように、金星大気は厚い雲で覆われていて、周回衛星の観測から分かっているのは、雲頂高度(70km位)の風速分布のみである。ところが、近年、近赤外線いくつかの特別な波長で見ると、雲の中や雲の下が見えることが分かってきた。そこで、そのような近赤外線カメラをいくつか衛星に搭載して、金星の周りを周回して、観測しようという計画が宇宙科学研究所の小山教授を中心に持ち上がった。宇宙開発委員会で高い評価を得て、現在、概算要求の段階である。

さらに、この探査衛星は、金星に雷があるのか、活火山があるのか、といった面白い問題を調べる測器も搭載する予定である。

2008年に打ち上げ、2009年に金星に到達する予定である。到達後は、金星との距離が約300kmから約6万kmの楕円軌道で周回飛行を行い、図に示されているように、観測を行う予定である。大気の運動という気象現象を観測の中心にすえた惑星探査は世界でも初めてであり、成功が期待される所である。



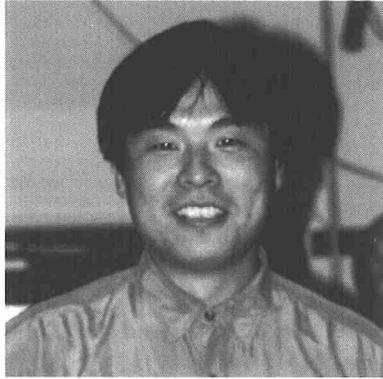
研究ニュースを求めています！

理学系研究科のみなさん、何か面白い研究成果が生まれたとき、是非「研究ニュース」を書いてください。

特に、大学に入ったばかりの学生や、意欲のある高校生にもわかるような内容を歓迎します。いただいた原稿は、すぐに理学系研究科のホームページ(<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/index-ja.html>)にて紹介され、その後、本ニュースに掲載されます。ホームページ上ではカラーの図表も歓迎します。また、詳細な研究内容が紹介されている、他のページへのリンクなども可能です。

号末の広報誌担当委員、各専攻の広報委員もしくは、理学系研究科・理学部ホームページ担当者(webstaff@adm.s.u-tokyo.ac.jp)にコンタクトを取ってください。

植物の形づくりはどのように制御されているのか？



澤 進一郎 (生物科学専攻)
E-mail: sawa@biol.s.u-tokyo.ac.jp

私は、名古屋大学理学部を卒業後、修士は、岡崎共同機構基礎生物学研究所ですごし、京都大学にて博士課程を終了しました。都立大で助手を経験した後、5月1日付で理学研究科生物科学専攻助手に着任しました。所属を点々としていますが、“植物の形作りにおける分子機構の解明”に関する研究を一貫して行ってきています。

植物の“体”は動物の“体”に比べて比較的単純ですが、植物種によってはユニークな器官を形成したり、様々な他生物と様々な形でコミュニケーションも行っています。「種の多様性」は生物学者にとって大きな魅力のある研究テーマの一つだと考えられます。その起源を進化的にとらえることも可能になるだろうし、形態学的、生理科学的に自然のファインアートのタッチを探ることもできます。この大きなテーマに対して、私は細胞レベルの分化に着目しました。細胞レベルでの理解はひいては個体レベルでの形作りの理解にも必要だと考えているからです。

植物は、器官を切除して培養することや、分化全能性をひきだすことが容易であることから、いかにも各器官、組織、細胞が自律分散的に生きているように見えます。しかし、中枢神経系を持つ動物のような中央管理型の生命形態ではないにもかかわらず、各器官の間では確実に情報のやりとりを行っていて、個体としての統一性を保っています。それでは、どのようにして各器官（細胞）の間で情報のやりとりを行っているのでしょうか。また、各細胞は、細胞自身の位置情報や、環境、発生プログラムをどのように認識して自分自身を分化させ“個体”を形作っているのでしょうか。

維管束は栄養分の通路としての役割を担うのみならず、エネルギーや情報のネットワークとしても働き、植物の形作りに重要な役割を担っていると考えられます。維管束は全ての器官に存在し、それぞれ秩序正しくつながって、血管や神経のように個体全体のネットワークを形成しています。そこで、私は、この維管束に注目し、維管束細胞の形成（分化）を解

析することで、細胞（組織）の分化における分子メカニズムの解析を行いたいと考えています。また、それと同時に、維管束をターゲットとすることで、空間的にどのように維管束を配置するかといった細胞間コミュニケーションを用いた空間認識に関する分子メカニズムの解析も可能になると考えています。現在の所、モデル植物としてすっかり定着したシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) を主な材料として、突然変異体を利用する分子遺伝学的手法を用いて研究を進めています。

このような材料と手法を用いて、植物の形づくりがどのような遺伝的メカニズムによって制御されているかという問題に取り組むことで、種の多様性の全体的な理解に少しでも近づきたいと考えています。

ご挨拶



東郷 建 (臨海実験所)
E-mail: togot@mmbs.s.u-tokyo.ac.jp

2001年5月に助手に着任しました。博士課程でも三崎に在籍していたので、赴任した、あるいは新任教官であるという意識はなく、ただ「戻ってきた」というのが正確な表現であったように思います。変わったことといえば、私が住んでいた実験所近くの木造屋敷が廃墟になっていたことくらいで（当時からオバケ屋敷とは言われていましたが）、海も空も学生当時と同じく全くの青でした。着任してより1年以上がたちましたが、この度、新任教官からとして何か一文をというものでありました。教官であるので、研究テーマに触れつつ、雑感を記すこととしたいと思います。

私は東北大の浅虫臨海実験所で3年過ごした後三崎臨海実験所で博士課程を修了、カリフォルニア大学（バークレー）で4年間ポスドクとして在籍しました。アメリカでの4年間を除けば、ずっと海のすぐ横で研究生活を送ったこととなります。目の前の海から実験材料を採って実験をし、時には海で遊ぶという、学生当時の幸せな時間が戻ってきたことに感謝しています。

現在の研究テーマの一つは、海産二枚貝の受精に関して、

とくに精子の先体反応のメカニズムについてです。学部生の時の臨海実習の印象が、宴会の思い出と共に強烈に残っていて、その頃からずっと受精という現象に興味を持ち、研究を続けてきました。海産動物を使った受精の実験は、結局繁殖期以外は基本的にできなくなるという限界があり、繁殖期の終わりが近づくといつも焦ってしまうわけですが、そのぶんメリハリの利いた仕事ができきたように思います。逆に言うと、私にとっては年中出来る実験だけであれば、だらけてしまっただけで仕事が進まなかったかもしれません。そうは言っても、それだけではオフシーズンになればすることが無くなるわけで、そこで年間を通じてできる研究を併せて行っていこうとしているところです。

その研究テーマは、細胞膜に起こった損傷を細胞がいかに修復するかということに関してです。自然環境では外部要因によって細胞膜にはひっきりなしに穴が開き、また細胞は運動するだけで自らの細胞膜に傷を負っていることも最近分かってきました。しかし細胞は、損傷を受けたDNAや蛋白質が修復されるのと同様に、細胞膜に開いた穴を修復し、死から逃れることが明らかとなってきています。

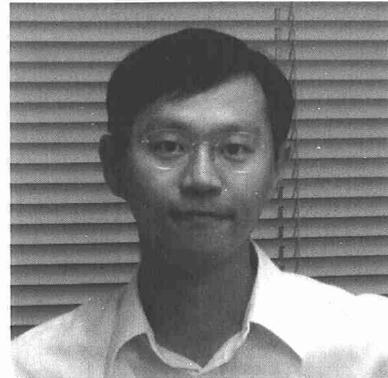
脂質二重膜に開いた穴が塞がるのは、一面においては物理化学の言葉のみで説明がつく現象であるために、この細胞の膜修復という現象は、誰も省みてこなかったテーマの一つであるように思われます。細胞が積極的に修復をしていることに殆ど誰も思いを致さなかったし、私もその話を聞くまではその一人でした。

このテーマを私に与えたパークレーの教授は、昔から一風変わった男だと聞いていた人で、実際に会ってみると、孤高の人とも言えるような寄り付きがたい雰囲気と、シャイな性格を表裏一体に併せ持った人でした。彼がどのようにしてそのアイデアに到達したのか、いつも不思議に思っていました。その着眼点の鋭さや、物事を見抜く能力、研究を進める彼の態度には学ぶところが多くありました。また、学生一人一人に真剣に向き合う態度や授業の準備をする彼の姿を目の当たりにして、教官はかくあるべし、ということをも身をもって教えられたような気がしています。

三崎には、のんびりと言えば語弊があるかもしれませんが、そういった時間が流れていて、研究に専念できる環境があります。パークレーの教授は、研究者には頭の回転の速さは必要ではない、たとえ遅くとも一つのことをずっと考え続けられることの方が大事だと、慰めともつかないようなことを私に言ったことがあります。これからはそれぞれのテーマについて、じっくりと考えながら三崎の環境を生かした研究を進めていきたいと思っています。

今後ともどうぞよろしくお願いたします。

“異文化交流”の勧め



田近 英一（地球惑星科学専攻）

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

私は、生命が存在する惑星・地球の環境の長期的な安定性・変動性・進化について研究しています。このような研究においては、地表を取り巻く大気だけではなく、海洋や生物圏、さらには地殻やマントルなど、地球全体をひとつのシステムとして捉え、サブシステム間の熱的・物質的相互作用を理解することが重要となります。また、地球環境の特殊性を理解するためには、火星や金星、ひいては惑星環境一般の形成・維持機構について理解することも重要であると考えます。このような立場を、比較惑星学、あるいは地球惑星システム科学と称しています。

私は、大学院時代は理学系研究科(旧)地球物理学専攻の地球及び惑星内部物理学講座というところに所属して、惑星形成、地球内部構造、地震、火山などを専門とする人々とともに研究生活を送りました。その後、ポスドク時代は、当時設立されたばかりの気候システム研究センターに所属し、気象学や海洋物理学の研究者に囲まれて研究を行いました。同じ地球物理学でも、両者は「固体系」・「流体系」と呼んで区別され、研究対象も研究手法も大きく異なっています。分野が異なれば、そこにはカルチャーの違いが存在します。カルチャーの違いは、分野間に“垣根”が存在することの裏返しとも言えますが、それぞれの分野の発展の歴史や集団を構成している研究者の個性、そして研究対象や研究手法の違いに起因した研究者の意識のあり方を強く反映しているようにも思われ、大変興味深く感じました。

私はその後、理学系研究科(旧)地質学専攻に所属しました。地球物理学と地質学は、同じ地球を対象とする分野でありながら、それまで疎遠な関係にありました。これは歴史的背景を抜きには語れませんが、やはり研究手法や研究哲学の違いに起因した、さらに大きなカルチャーギャップの存在がその背景にあるように思われました。私は、それまで理論や数値計算による研究を主体とする環境にいました。しかし、地質学では、フィールドにおいて“自然”を緻密に観察し、そこから最大限の情報を抽出します。その観察技術はさすがにプ

ロフェッショナルというべきもので、素人(普通の地球物理学者を含む)にはそれこそただの“石”としか見えないものから、多くの情報を読みとることができます。初めてそれを目の当たりにした時の驚きは鮮明に覚えています。私は、とりわけ地球史や過去の地球環境変動の研究においては、研究室にこもって計算機に向かうだけでは見えてこない問題が多く、自然現象が記録されている“現場”の理解が不可欠ではないか、とだんだん感じるようになりました。そして、メキシコ、キューバ、アルゼンチン、アメリカ、カナダ、イタリア、南アフリカなど多くのフィールド調査に参加し、自然に対する認識をずいぶん深めることができました。

ただし、得られた地質学的情報は、最終的には、物理的に解釈される必要があるように思われます。そのような努力は、地質学分野ではもちろん、地球物理学分野でもなされています。しかし、両分野間のコミュニケーション及び相互理解は、いまなおきわめて不十分であるように思われます。カルチャーギャップの存在は高いポテンシャルバリアを形成することが、その原因でしょう。同じ地球惑星科学の中においてさえそうなのですから、理学系の他分野、さらには工学系等との真のコミュニケーション及び相互理解には多大な努力が必要であろうことは容易に想像できます。しかし、“異文化”を本気で理解するのは大変なことではあるとはいえ、それは非常に刺激的で、かつ新しい何かを生み出す原動力になるように思われます。

東京大学では、地球惑星物理学、地質学、鉱物学、地理学の4専攻が合同し、地球惑星科学専攻が発足しました。私にとっても、大変感慨深い出来事でした。しかし、それが単なる組織上の再編に終わってはあまりにもったいないと思います。それぞれの分野は、歴史や手法が異なってはいても、同じ地球を対象とした学問です。分野間のギャップは大きいかも知れませんが、その中から分野の融合や境界領域の展開があってこそ、サイエンスの真の発展につながるはずです。そして、そのためには“異文化交流”は不可欠です。もちろん、それは地球惑星科学に限定される必然性はなく、広く他分野との間においても促進されるべきだと思っています。

最後になりましたが、私は、研究・教育両面においてこれまでの貴重な経験を生かし、理学系研究科の発展に少しでも貢献できるよう努力したいと思っています。どうぞよろしくお願い致します。

着任のご挨拶 --- 原子核を偏極させる ---



上坂 友洋 (原子核科学研究センター)

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

今年の5月に原子核科学研究センターに着任したばかり、と思っておりましたがあっという間に5ヶ月も経ってしまいました。専門は原子核におけるスピン現象の研究で、多様な原子核の世界をスピン偏極したプローブを駆使して明らかにして行きたいと考えています。普段は原子核科学研究センターの和光分室で、スピン偏極した原子核標的の開発に勤めています。今回は、理学部ニュースということで物理分野以外の方にも読んでいただけるよう、多分に学際研究的側面のある原子核の偏極方法の話をもって自己紹介にかえさせていただきます。

原子核は磁気モーメントが電子より3桁小さいため、外界との相互作用(磁気モーメントに比例する)が同様に小さく、電子のように容易くスピン偏極させるわけにはいきません。ほとんどの場合、原子(分子)中の電子を偏極させて、電子・原子核間の超微細相互作用を利用して電子偏極を原子核偏極に移行するという手法を取ります。この辺は全くの学際領域というに相応しく、物理的には原子分子物理、物性物理、低温物理等が顔を出して来ますし、技術的にもレーザー技術、マイクロ波技術、低温技術など、多くの方が“原子核物理学”という言葉から想像するものとはかけ離れた世界があります。

私自身が手掛けている二つの偏極標的のうち、ヘリウムの同位体であるヘリウム3原子核の偏極技術は、1960年代前半に生まれ、ここ10年間でレーザー技術の発展とともに非常に進歩しました。現在用いられている二つのヘリウム3原子核偏極手法のうち、我々が採用している“スピン交換法”と呼ばれる手法、これはレーザー・ポンピングで得られたアルカリ原子の電子偏極をヘリウム3原子核に移行する方法ですが、を使えばなんと数十リットル、数にすれば10の21乗個の原子核を数十%偏極させることができます。こうして得られた偏極ヘリウム3ガスは、素粒子原子核実験の標的としてのみならず、最近医療にも応用されは

じめていて、原子核スピン偏極させたヘリウム3ガスを肺に吸入して得られるMRI(核磁気共鳴映像)によって、肺の ventilation disease が検査できるようになっています。(従来のMRIでは、水分をほとんど含まない肺は調べられませんでした)喫煙者の方は、是非お試しあれ。国内ではまだ実用化されていないのが残念ですが。

我々のグループが開発しているもう一つの偏極標的は、固体偏極陽子標的の一種で、樟脳(ナフタレン)を用います。化学の人はともかく、物理分野の人が樟脳と聞くと、防虫剤を思い起こして変な気持ちになるかもしれません。通常の偏極固体陽子標的では、低温高磁場($kT \ll \mu_B$, k はボルツマン定数、 μ は陽子の磁気モーメント)での電子の熱偏極を陽子に移行するので、電子の高い熱偏極を維持するために1ケルビン以下の低温と数テスラの高磁場を準備する必要があります。一方、樟脳を用いる方法では、樟脳中に微量に混合した混ぜ物(ペンタセン分子)に波長500nmから600nmの光を照射するだけで、電子が70%以上偏極するのです。これは樟脳特有の結晶構造のおかげで、電子偏極度もほとんど温度・磁場に依存しないため、高温(~100ケルビン)、低磁場(<0.3テスラ)で陽子を偏極させることができます。こちらはヘリウム3と違って極めて新しい技術なので、今後どのような発展をみせるか甚だ楽しみです。

色々と言いましたが、原子核偏極の技術というのは、原子分子・物性物理分野で生まれて、原子核物理分野で育ち、そしてそれ以外の分野に派生していく可能性に満ちているように感じます。今後は、理学系研究科という巨大な研究組織に在籍する利点を活用して多くの方にご教授いただき、原子核偏極の“科学”を発展させて行きたいと考えています。皆様どうぞよろしくお願ひ致します。

最後は、上で述べた話と必ずしも関係あるわけではないですが、私が研究する時にしばしば立ち返る言葉で締め括らせていただきます。

「しかれば、石、物いふといふとも、夫より己が物いふを怪しむべし。枯木に花咲たりといふとも、先、生木に花さく故をたづぬべし。」

(三浦梅園『多賀墨卿君にこたふる書』より)

海洋の長期変動に影響を及ぼす内部重力波



丹羽 淑博 (地球惑星科学専攻)

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

今年の4月に地球惑星科学専攻の助手に就任しました。専門は海洋物理学です。

一口で海洋物理学と言っても対象とする物理現象は、海洋大循環から風波や乱流のようなものまで、非常に広い時空間スケール範囲に渡っています。その中で、私は内部重力波と呼ばれる海洋の内部に存在する波動を研究しています。内部重力波は密度成層流体中の浮力を復元力とする波動で、身近な例として水と油の境界面の波が挙げられます。海洋中の内部重力波は主に大気擾乱や海底地形上の潮流によって励起され、海洋の連続的な密度成層中を水平・鉛直方向に伝播していきます。静かに見える海洋の内部ですが、実際はこの様な内部重力波が表層から深層までの至る所を占めているのです。しかし、海洋内部重力波は波長がO(100km)~O(1m)と空間スケールが小さい上にスペクトルレンジも広いいため、直接観測によってその構造を捉えるのは容易ではありません。また、内部重力波は最も高分解能な海洋大循環モデルにおいてもグリッドの網の目をすり抜けてしまう運動、すなわちサブグリッドスケールの運動に相当します。このような事情により、現在でも海洋内部重力波の実態はよく把握できていません。

もちろん海洋物理学の最重要課題は海洋大循環の物理機構を解明し、海洋の長期変動については気候変動の予測を行うことにあります。それに比べれば、内部重力波は些末なゆらぎに過ぎないと思われるかもしれませんが、ところが、時空間スケールの圧倒的に小さな内部重力波の存在が、海洋大循環や気候変動にまで大きな影響を与えてしまうのです。

海洋深層には熱塩循環と呼ばれる緯度による海水の密度差によって生じる地球規模の大循環が存在します。気候変動はこの熱塩循環と密接に関係しているため、熱塩循環の正確な数値シミュレーションが要求されています。しかしながら、実際に海洋大循環モデルを使って熱塩循環を再現してみると、循環のパターンや強さが鉛直拡散係数というモデルパラ

メータに鋭敏に依存して変わってしまうのです。鉛直拡散係数はサブグリッドスケールの海水の鉛直方向の混合の強さを表します。したがって、この結果は熱塩循環がサブグリッドスケールの鉛直混合に大きくコントロールされることを意味します。鉛直混合によって深層の海水は表層へと汲み上げられますが、これが深層の熱塩循環の駆動源となっているのです。そして、このサブグリッドスケールの鉛直混合を引き起こす主要な原因が、まさしく内部重力波なのです。具体的には、波長 $O(1m)$ の内部重力波が不安定になり崩れる、つまり砕波するのに伴って海水の鉛直混合が発生します。一般に海洋では安定な密度成層により鉛直方向の混合が抑制されるのに対して、内部重力波は積極的に鉛直混合を推進することができるのです。

このことから、サブグリッドスケールの内部重力波による鉛直混合の発生機構を調べ、鉛直拡散係数の全球的な時空間分布を得ることが、高精度で信頼性の高い海洋大循環モデルの構築に必要不可欠となります。これを鉛直拡散係数のパラメタリゼーションといいます。私はこの研究テーマを主に数値実験の手法を用いて追求してきました。海洋中の鉛直混合は、大気擾乱や潮流によって供給された内部重力波のエネルギーが内部重力波間の非線形相互作用を通じてスモールスケールにカスケードダウンすることによって維持されています。そこで、このエネルギーカスケード過程を数値実験を行って調べたところ、内部重力波のエネルギーは鉛直スケール $O(10m)$ ・水平スケール $O(1km)$ の波長帯に効率的にカスケードダウンし、それに伴って流速場には局所的に鉛直スケールの小さな層状のシアー流があらわれ、これが海洋中の鉛直混合をコントロールしていることが分かりました。現在は、エネルギー供給過程を明らかにするために、現実的な大気擾乱や海底地形と潮汐流を組み入れた高解像度の3次元数値シミュレーションを行って、ラージスケールの内部重力波の全球的な時空間分布を調べています。近い将来、これらの数値実験の結果を統合することにより、海洋大循環モデルに組み入れるサブグリッドスケールの鉛直拡散係数の全球的分布を得ることができると考えています。

もちろん、こうして得られる鉛直拡散係数の分布を現実の海洋で検証する作業が必要不可欠です。私の属する研究室では、XCP よばれる水平流速の鉛直プロファイルを捉える投棄型流速計を用いた直接観測も行っています。具体的には、前述のサブグリッドスケールの鉛直混合をコントロールする鉛直スケールの小さいシアー流を、XCP の簡便性を生かして太平洋・大西洋の広い海域を多くの測点でカバーして観測します。既に現在までに約 100 点の観測を実施し、鉛直拡散係数の分布が、内部重力波の励起源である海底地形の分布を反映するだけでなく、緯度に対する依存性を持つ可能性を示唆するなど、興味深い結果が得られています。

海洋物理学の困難さと同時に面白さは、ここで述べた熱塩循環と内部重力波の関係のように、海洋中では全く異なる時空間スケールを持つ物理現象が互いに影響を及ぼしながら絶妙なバランスの下で共存していることにあります。この文章

がその一端でも伝え、皆さんが海洋物理学に興味を持っていただけるようになると幸いです。

転勤のご挨拶。



米田 好文 (生物科学専攻)

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

本年の6月1日付けで、北海道大学から転勤して、植物科学大講座の一員に迎えていただきました。1994年まで遺伝子実験施設に勤務しており、8年ぶりに本学に戻ったとも言えます。

小生は1968年理科一類入学で、院は(歴史上唯一)入試のなかった学年です。いわゆる戦後の「団塊の世代」の最後として誕生したもので、自分たちの成長は日本の高度成長期とともにありました。すなわち、時間軸に対し右肩上がりか当然として成長してきたのです。そのような我々にとり、国立大学の「法人化」すなわち国家が「最高学府である大学を国が責任を持って運営・維持できなくなったこと」への落胆はとても大きいです。国としての基本的な骨格と思う、まず国有鉄道が消え、国立大学が消え、そして国営郵便事業が消えるわけでしょう。それと同列にある昨今の日本の政治経済情勢の暗雲、とくに北海道に暮らしていたものですから将来への不安は大きく、学生へいろいろな意味で「明るい未来」を語る事ができないでいました。今後は、何とかして「循環型社会」などと言われる「定常状態の維持」と言う視点が必要な気がします。今回はその答えを見つけだすための場所換え、転勤でもありました。心機一転、本学の優秀な諸君とともにさらに研鑽を積んで、これからの時代こそ「基礎科学」の発展が必ずや日本の未来を切り開くとの信念で研究・教育に励みたいと願っております。

Plant Molecular and Developmental Biology の研究・教育を、目指しています。具体的には、アブラナ科の実験植物であるシロイヌナズナを用いて、植物の茎を作る過程を遺伝子の言葉で記述することを目標としています。この植物は、普通は茎が見えず花をつけるとともに茎が伸びます。この伸び方の足りないものや伸びた後の茎の先端の形に関連する遺

伝子をいくつか単離してきました。用いる手法は分子遺伝学・分子生物学で、まず「伸長が欠損した」突然変異体を収集して、その関与する遺伝子 (= 変異すると伸長欠損だから野生型は伸長を促進するはず) を単離 (= クローン化と呼ぶ) その遺伝子の塩基配列を明らかにし、その機能を調べるわけです。多数の遺伝子を解明して、その相互作用や、働き方の順序を明らかにしたいと思っています。今後は更に、動物学分野で確立している発生学といわれる分野の手法まで踏み込んだ研究、すなわち遺伝子を改変して茎の発生分化様式を変換したり、時間軸に沿った発生様式の解明、をすることを将来的な目標としています。また、ヒトなどとともにもゲノムの塩基配列の既にわかったシロイヌナズナですから、今後は遺伝子の機能やその相互作用の理解が肝心です。すなわち、ゲノミクスが終わってプロテオミクスとかメタボロミクスの時代と言われますが、小生は、さらに多様かつ多重な突然変異を用いて遺伝子の機能を可視化することに研究の主眼を置

きたいと思っています。

高等植物の研究は、そのライフサイクルに相応して、(大学院時代などに行っていた) 細菌等の研究に比較してとてもおもしろいと思います。8年以上前遺伝子実験施設で遺伝子単離を始めた変異のうち未だにクローン化の達成されていない遺伝子がまだまだ残っている有様です(笑)。それらを何とかして片づけたいものです。

北大では茎の形づくりそのものの研究を目指していましたが、東大では少し前のステップ「そもそもどのように(why-when-how)して・・・花+茎は作られ始めるのか」にも広げて研究してみたいと希望を持っています。

植物の分子生物学、分子レベルでの発生学は、動物学分野に比較してまだまだの感があります。本学の若い頭脳を巻き込んで、この若い分野を何とかして、発展させたいものです。

どうぞよろしくお願ひいたします。

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(2001年2月～3月、2002年9月)

手違いにより、前号の博士学位取得者一覧において2001年2月～3月に学位を取得した方が掲載されていませんでした。お詫びして今号に掲載させていただきます。

*は論文博士を表します

2001年2月19日付学位授与者(3名)

地惑* 山城 徹 トカラ海峡周辺における黒潮流軸・流速の変動特性
 情報 細谷 晴夫 XMLのための正規表現型
 生化 瀧澤 一永 ショウジョウバエ中枢神経系におけるグリア細胞の分化とその神経回路形成における機能

2001年3月12日付学位授与者(7名)

物理* 長尾 道弘 三元系マイクロエマルジョンにおける圧力誘起構造相転移
 天文* 亀野 誠二 自由-自由吸収でさぐる若い電波源の環境
 地惑* 瀬古 弘 中緯度のメソβスケール線状降水系の形態と維持機構に関する研究
 物理 村松 憲仁 $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ 稀崩壊現象の実験的研究
 生化 浅野由香子 タンパク質ホスファターゼ阻害剤 calyculin-A によってウニ未受精卵に誘導される表層収縮現象の解析
 生科 白石 清乃 ティラピアの胚と仔魚における卵黄嚢上皮塩類細胞の機能的分化
 生科 松田 憲之 高等植物における小胞輸送機構解明に向けた遺伝生化学的研究—リングフィンガー型ユビキチンリガーゼの発見と解析—

2001年3月29日付学位授与者(162名)

情報 大山 恵弘 スケーラブルでないモジュールを含む並列プログラムにおける高性能の達成
 情報 片桐 孝洋 分散メモリ型並列計算機における大規模固有値ソルバの研究

情報	竹内史比古	3角形分割の組合せ論
情報	土井晃一郎	部分文字列の性質に基づく計算機援用大規模生物実験 設計
情報	二宮 崇	単一化に基づく文法枠組における並列構文解析と頑健 処理
物理	石井 裕司	メゾスコピック強磁性・超伝導接合の輸送現象
物理	篠原 紀幸	気体中のオルソポジトロニウムの2光子消滅過程の研究
物理	孫 珍 永	金属間化合物遍歴磁性体の光電子分光
物理	藤崎 弘士	分子内非断熱過程の多モード性に関する理論的研究
物理	阿部 哲郎	HERA における高エネルギー電子・陽子衝突による J/ψ 粒子生成の測定
物理	陣内 修	束縛系量子電磁力学の研究：オルソポジトロニウム崩壊率の精密測定
物理	姫田 章宏	2次元 t - J モデルにおける反強磁性と d 波超伝導
物理	宮崎 利行	高エネルギー分解能 X 線マイクロカロリメータのための新しい読み出し方法
物理	村本 成洋	4体相互作用を持つ拡張 XXZ 模型
物理	山元 一広	非一様な散逸による熱雑音の研究
物理	我妻 竜三	計算機シミュレーションによる DNA ゲル電気泳動法の研究
物理	安藤 正人	不均一磁場環境における2次元電子系
物理	池田 正史	オリオン巨大分子雲における炭素原子の広域分布
物理	岩崎 弘典	非弾性散乱を用いた ^{12}Be のガンマ核分光
物理	内田 元	極限的薄壁近似が成り立たない場合の重力入り偽真空崩壊
物理	遠藤 貴雄	X 線連星パルサーを用いた星周物質の探査
物理	太田 直美	X 線による遠方銀河団の構造と進化の研究
物理	大和田謙二	高圧下における NaV_2O_5 の構造物性
物理	落合友四郎	コンツェビッチ積分に対する組み合わせ論的計算公式
物理	小野田繁樹	高温超伝導体における反強磁性と超伝導の相互影響
物理	金澤 敏幸	超重重力理論でのダブル・インフレーションとその観測的示唆
物理	加納 英明	超高速分光法によるポルフィリン J 会合体中フレンケル励起子の動力学
物理	上岡 隼人	コヒーレント励起によるフェムト秒領域での素励起緩和過程の研究
物理	川村 稔	GaAs/AlGaAs 半導体超格子における量子ホール効果
物理	久保田あや	ブラックホール周りの光学的に厚い降着円盤の X 線を用いた研究
物理	国分 紀秀	硬 X 線を用いた銀河系パルジの研究
物理	櫻井 信之	スーパーカミオカンデによる 1117 日の太陽ニュートリノ昼・夜スペクトルの観測結果から得られたニュートリノ振動パラメータの決定
物理	澤田 正博	スピン分解光電子分光によるコバルト薄膜の磁気異方性の研究
物理	澁佐雄一郎	11 次元超重力背景場の中での M(membrane) 理論
物理	清水 則孝	モンテカルロ殻模型における四重極集団運動状態
物理	高橋 一輝	X 線観測によるセイファート銀河 NGC4151 の中心核周辺物質の研究
物理	高橋 泰城	ステロイドホルモンが海馬神経細胞に与える急性作用の解析
物理	竹田 晃人	1次元ランダムマスフェルミオンモデルにおけるアンダーソン転移
物理	田村 文彦	リニア・コライダーのパルス圧縮系のための大電力マイクロ波半導体スイッチの開発
物理	鶴丸 豊広	Skyrme-Faddeev 模型におけるトポロジカルな配位について
物理	寺嶋 容明	ブラウン・エノーの中心電荷の経路積分による導出
物理	都丸 隆行	重力波レーザー干渉計における熱レンズ効果の研究
物理	富本 慎一	擬次元ハロゲン架橋白金錯体における励起子の超高速緩和過程
物理	豊田 晃久	オルソパラ状態をコントロールした固体重水素におけるミュオン触媒核融合の研究
物理	中澤 知洋	「あすか」により検出された銀河群からの硬 X 線放射
物理	成田 哲博	細いフィラメント上でのトロポニンとトロポミオシンのカルシウムによるスイッチング

物理	野村 大輔	超対称標準模型におけるレプトンフレーバーの破れ
物理	幡山 五郎	アフィンリー環の結晶基底を用いたソリトンセルオートマトン
物理	羽根 慎吾	フラストレーションを持つ近藤反強磁性体 CePdAl の高圧下における量子臨界現象
物理	藤山 茂樹	ホールをドープした擬 1 次元銅酸化物におけるスピンと電荷のダイナミクスの NMR による研究
物理	前澤 裕之	サブミリ波 CI 輝線観測による牡牛座分子雲の構造と進化の研究
物理	槇尾 匡	シャペロン GroEL による標的認識の分子機構
物理	松野 丈夫	電荷密度の変調を示す遷移金属化合物の光電子分光
物理	松原 雅彦	遷移金属化合物における共鳴 X 線発光スペクトルの理論
物理	松村 啓	ナノチューブ系のトポロジーと輸送現象
物理	宮原 慎	SrCu ₂ (BO ₃) ₂ に対する直交ダイマー・ハイゼンベルグスピン系の理論
物理	武藤 覚	2次元ウィグナー固体の数値的研究
物理	山岡 和貴	X 線観測による、銀河系内超光速天体における降着流の研究
物理	山崎 (井上) 玲	代数的手法による離散可積分系とソリトンセルオートマトンの構成
物理	山瀬 博之	<i>t</i> - <i>J</i> 模型に基づく、La 系銅酸化物高温超伝導体におけるフェルミ面の擬一次元描像
天文	今枝 佑輔	シアー流解析のための新しい SPH 法の開発とその天体物理への応用
天文	鎌崎 剛	野辺山ミリ波干渉計によるへびつかい座星形成領域の観測的研究星形成前期段階にある高密度コアの構造と進化
天文	中村 理	近傍フィールド楕円銀河の星の種族構成の解明
天文	生田ちさと	局所銀河群矮小銀河の星形成史
天文	大朝由美子	星形成領域における超低質量天体探査とその光度関数
天文	岡本 美子	すばる望遠鏡用中間赤外分光撮像装置の開発および超コンパクト HII 領域の中間赤外線観測
天文	小山 洋	星間物質の物理過程と分子雲の形成理論
天文	藤井 高宏	漸近巨星分枝段階以降における恒星の観測的研究
天文	松浦美香子	赤外線観測に基づく晩期型巨星の水蒸気バンドの研究
天文	水谷 昌彦	Carina 領域の星間物質の研究
地惑	榎本 剛	小笠原高気圧に伴う等価順圧構造の形成メカニズム
地惑	遠藤 貴洋	日本南岸沖での黒潮大蛇行の形成に至る過渡的応答の数値シミュレーション
地惑	小河 勉	地殻岩石の圧電性によるコサイスマミックな電磁場変動に関する研究
地惑	片桐秀一郎	赤外射出法を用いた上層雲の長期衛星モニタリングに関する研究
地惑	勝又 勝郎	海峡における潮汐と海底地形の効果及びオホーツク海と北太平洋の海水交換過程への適用
地惑	切刀 卓	気圧・海洋荷重に対するサブサイスマミック帯域における地殻ひずみ応答特性 —長周期水平地震動の高精度観測に向けて—
地惑	野田 寛大	衛星搭載 E/q 型イオン検出器による星間起源ピックアップ He ⁺ の観測
地惑	畠山 唯達	過去 5 百万年間の平均地球磁場および古地磁気永年変化モデル
地惑	バイヨミ・ハサン・モハマド	エジプトにおける後期白亜紀の堆積性磷酸塩鉱床の起源
地惑	山崎 敦	極端紫外光観測による惑星間空間および惑星周辺空間に関する研究
地惑	青木 陽介	伊豆半島東方沖群発地震に伴うダイク貫入プロセスとその発生機構
地惑	青山 裕	1998 年飛騨山脈群発地震の進展メカニズムについて
地惑	氏家由利香	北西太平洋・黒潮形成域における第四紀古海洋環境変動
地惑	笠間 丈史	鉄鉱物形成と有害元素分配への微生物の影響
地惑	金田謙太郎	ユークライト的組織を持つ含 Fe-Ni metal 隕石 EET92023: メソシデライトと HED 隕石母天体の関連性について
地惑	下司 信夫	大峠火山岩体の岩脈群の構造および組成発達過程から推測する火山マグマ供給系の発達過程
地惑	塩見 慶	「のぞみ」による月の極端紫外光観測についての研究
地惑	永島 達也	中層大気に於けるオゾン減少の役割

地惑	西田 究	常時地球自由振動
地惑	橋本 千尋	地震発生サイクルの三次元物理モデリングと断層構成関係の発展
地惑	橋本 善孝	過去の付加体みる流体移動と温度・圧力履歴
地惑	林 能成	群発地震を伴うダイク成長過程—伊豆東方沖群発地震の震源時空間分布からの推定—
地惑	波利井佐紀	保育型造礁サンゴ幼生の分散・加入過程
地惑	堀 和明	更新世末期から完新世の海水準変動にともなう長江沿岸河口域の堆積システムの発達
地惑	宗包 浩志	MT 法におけるガルバニックディストーションの補正法の開発及び南九州探査データへの適用
地惑	山口 成能	18S リボゾーム DNA 配列から推定される貝形虫類の系統史と形態進化
地惑	山本 順司	シベリアマントル捕獲岩の希ガス同位体, 岩石学及び分光学的研究に基づいた大陸マントルの研究
地惑	吉原 新	太古代における地球磁場強度の研究
地惑	羅 京 佳	太平洋の長期気候変動の研究
化学	青木 寛	レセプター自己集合単分子膜での分子認識により制御された電子移動反応に基づく化学センサー
化学	赤星 大介	$\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\chi}$ ($0.00 \leq \chi \leq 0.52$) の酸素不定比性と構造・物性
化学	飯泉 謙一	電子エネルギー損失分光を用いたフラーレン単層膜の電子状態に関する研究
化学	泉川 美穂	ポリエーテル化合物の生合成経路及び生合成遺伝子の解析
化学	小野あやこ	オキシム誘導体の一電子還元による含窒素環状化合物の合成法
化学	齊藤 結花	偏光分解 CARS 測定法の開発と液体、溶液中の分子構造の研究
化学	鈴木 次郎	ブロック共重合体の平衡凝集構造と界面の性質
化学	谷本 浩志	GC/NICI-MS 法を用いた東アジアにおける大気中 PAN の季節変化観測
化学	濱口 香苗	有機分子/Si(100) ハイブリッド系の構築を目指した反応
化学	松田 巖	シリコン表面銀吸着層の表面電子構造と量子井戸状態
化学	松本 淳	LIF 法を用いた大気中 NO_2 の高感度測定装置の開発と海洋大気境界層における NO_x の光化学平衡過程の観測研究
化学	山口 有朋	エネルギー分散型時間分解 XAFS 法による触媒調製中のゼオライト内 Cu 及び Mo 種の構造変化に関する研究
化学	山中 正浩	有機銅(III) 活性種の反応性に関する理論的研究
生化	崔 秉 日	コンディショナルターゲットングによるケモカインレセプター CXCR4 の機能解析
生化	石井 智浩	嗅覚受容体遺伝子の mono-allelic な発現と嗅細胞の軸索投射
生化	芹澤 尚	マウス嗅覚受容体遺伝子の相互排他的発現
生化	船越 陽子	ショウジョウバエ翅パターン形成における新規遺伝子 <i>master of thickveins</i> の機能解析
生化	伊藤 太二	SWI/SNF 複合体の構成成分、BAF60a は、Fos/Jun ダイマーによる転写活性化能を決定する因子である
生化	伊藤 拓宏	ヒト U2AF ⁶⁵ タンパク質の RNA 結合ドメインに関する構造生物学的研究
生化	笠原 和起	ニワトリ松果体細胞における光情報伝達経路の解析
生化	久保田浩行	ストレス応答性翻訳制御における新規 GI ドメインの役割
生化	佐藤 淳	ショウジョウバエにおける新規 Wg/Wnt 受容体遺伝子 <i>Dfrizzled-3</i> の単離と機能解析
生化	嶋田 睦	高度好熱菌アルギニル tRNA 合成酵素の X 線結晶構造解析および変異体解析によるアルギニン tRNA の主要アイデンティティ決定因子 A20 の認識機構の研究
生化	鈴木 亨	細胞増殖抑制活性を持つ Tob 蛋白質を介した細胞周期の制御
生化	中山 恒	オンコスタチン M により誘導される遺伝子の同定およびそれらの造血系における機能解析
生化	橋本 修一	B 細胞特異的な新規 Ets ファミリー転写因子、Prf の B 細胞分化および機能における役割
生化	花田 克浩	非相同的組換えの制御機構
生化	廣田 耕志	分裂酵母の接合因子受容体 Map3p の C 末端細胞質領域の機能解析
生化	広津 崇亮	線虫の嗅覚応答における Ras-MAPK 経路の機能に関する研究
生化	古川 浩康	ムスカリン受容体に結合したリガンドの構造

生化	森田 明典	放射線誘導細胞死における細胞死指標タンパク質 p41 の生成機構
生化	和田 恭高	ハト外側中隔における光情報伝達経路の解析
生科	相原 瑞樹	ウニ幼生における成体原基形成の左右性を決定する組織間相互作用
生科	坂上 和弘	四肢長管骨における骨形態特徴の相互関連性に関する分析
生科	日笠 弘基	シュペーマンオーガナイザーにおける LIM ホメオドメイン蛋白質 Xlim-1 の下流遺伝子の検索と機能解析
生科	野本 泰寛	琵琶湖産カワニナ類 <i>Biwamelania</i> 属の種分化に関する研究
生科	福田 秀樹	海洋生態系における付着性鞭毛虫類の機能—粒子の凝集過程におけるその役割—
生科	藤木 友紀	植物の糖飢餓への応答機構：分岐鎖アミノ酸代謝酵素の発現調節の解析
生科	井原 泰雄	配偶戦略の進化に関する理論的研究
生科	岩本 和也	哺乳類 Brn-2 蛋白質の機能進化に関する研究
生科	遠藤 暁詩	植物のプログラム細胞死に伴う死細胞限定化機構—管状要素により分泌される TED4 タンパク質の機能解析—
生科	甲斐 理武	アフリカツメガエル初期胚にセットされたアポトーシス・プログラム
生科	北沢 千里	ウニ幼生の左右非対称性確立機構に関する研究
生科	重信 秀治	細胞内共生細菌 <i>Buchnera</i> のゲノム解析
生科	柴田 幹士	アフリカツメガエル胚における頭部オーガナイザー遺伝子群の網羅的解析
生科	高原 学	分裂から見たオルガネラの起源—オルガネラ分裂に関わる <i>ftsZ</i> 遺伝子の解析—
生科	筒井 秀和	硬骨魚類糸球体核における神経回路及び構成細胞の生理学的研究
生科	刀根 佳子	出芽酵母 26S プロテアソームの機能の解析
生科	西村 芳樹	細胞質遺伝の機構—1細胞から解析された母性遺伝—
生科	野村 守	ユウレイボヤ精子運動活性化に関与する細胞内情報伝達機構に関する研究
生科	深澤壽太郎	bZIP 型転写因子 RSG の標的遺伝子の探索及びその制御機構の解析
生科	升井 伸治	細胞内共生細菌 <i>Wolbachia</i> に関する分子ならびに進化生物学的研究
生科	松岡 朋子	カイコ無翅突然変異体 <i>flügello</i> における翅形成の分子機構
生科	三角 修己	葉緑体核の分散と分配に関わる <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> 変異株 <i>moc</i> の分子細胞学的解析
生科	宮沢 豊	<i>In vitro</i> アミロプラスト分化誘導モデル系を用いたデンプン貯蔵細胞分化の分子細胞生理学的解析
生科	望月 俊昭	中胚葉のパターン形成における LIM ホメオドメイン蛋白質 Xlim-1 と他の転写因子との相互作用
生科	本瀬 宏康	ヒヤクニチソウ管状要素分化に関与する局所的な細胞間相互作用の解析
生科	矢原 夏子	小胞輸送における酵母 <i>ARF1</i> の多面的機能の解析—複数の輸送系への関与とその制御機構—
生科	山口 雅利	イネ CDK 活性化キナーゼの機能解析
生科	山本 亮	管状要素分化に伴うブラシノステロイド合成の研究
生科	吉田 聡子	緑葉の老化に関与するシロイヌナズナ変異体の解析
生科	吉村 英尚	ラン藻 <i>Synechocystis</i> sp. PCC6803 における cAMP 受容タンパク質 SYCRP1 の機能解析
生科	若林 憲一	クラミドモナス鞭毛ダイニン外腕結合複合体の構造と機能に関する研究

2002年9月17日付学位授与者（6名）

地感*	飯塚 聡	インド洋における大気海洋相互作用の数値研究
化学*	上野 祐子	分光学によるナノ多孔質材料の機能および吸着分子構造の解析
化学*	岩永 寛規	ゲストーホスト方式液晶表示素子に用いる二色性色素の分子構造と物性に関する研究
物理	後藤 秀徳	強磁性金属における超伝導近接効果の核磁気共鳴による研究
物理	亀田 純	スーパーカミオカンデにおける 100MeV から 1000GeV にわたるエネルギー範囲での大気ニュートリノをもちいたニュートリノ振動の詳細研究
生科	岡野 浩行	出芽酵母の接合過程におけるカルモデュリンの機能

2002年9月30日付学位授与者（11名）

物理	王海鳴	ハロー核 ${}^7\text{Li}$ の荷電半径測定に向けてのリチウム同位体の高分解能レーザー分光
地惑	佐藤尚毅	盛夏期の日本の天候の年々変動に関連する大規模場の力学過程
地惑	高島淳矢	Al-P-O 系ゼオライト関連物質の合成と結晶構造
地惑	松多信尚	糸魚川・静岡構造線活断層帯の構造と第四紀の変位様式：斜めすべり断層帯上でのすべりの分配
地惑	森本真紀	サンゴ骨格酸素同位体比の高時間分解能キャリブレーションと中期完新世北西太平洋の気候復元
地惑	アフニマル	屈折法・重力データ同時インバージョンによる三次元盆地構造の研究
地惑	ワヒュー・スリグトモ	TDEM 法による雲仙火山の比抵抗構造とそれによって推定されるマグマ揮発性成分と地下水の相互作用
地惑	シアク・ジャン	日本中部における河川水中の浮流物質濃度の時空間的多様性
生科	篠原直貴	ファージディスプレイサブトラクション法により単離した抗細胞壁抗体を用いた木部細胞分化過程の解析
生科	潘玲	酵母の Bax 誘導性細胞死を阻害する植物遺伝子の解析
生科	ガルシア・アルカラス・フリオ	東アジアと中南米におけるテングシロアリ属の数種に関する集団遺伝学的研究

人事異動報告

(2002年8月～10月)

(講師以上)

所属	官職	氏名	発令年月日	異動内容	備考
化学	講師	小澤岳昌	H14. 8. 16	昇任	助手から
物理	教授	内田慎一	H14. 10. 1	配置換	新領域創成科学研究科から
化学	助教授	米澤徹	"	転任	名古屋大学大学院工学研究科助教授から
地惑	講師	横山祐典	"	採用	

(助手)

所属	官職	氏名	発令年月日	異動内容	備考
生化	助手	田中加代子	H14. 8. 16	採用	
物理	"	長瀧重博	H14. 9. 1	"	
化学	"	上野啓司	H14. 10. 1	昇任	埼玉大学理学部助教授へ
生科	"	堀川一樹	"	採用	
原子核	"	涌井崇志	"	"	
"	"	川畑貴裕	"	"	
物理	"	最上要	H14. 10. 31	辞職	

(職員)

所属	官職	氏名	発令年月日	異動内容	備考
生科	事務官	好村智子	H14. 10. 1	転任	文部科学省スポーツ・青少年局企画・体育課から
事務部	"	藤田有子	H14. 10. 16	配置換	用度掛へ

東京大学大学院理学系研究科化学専攻主催東京大学 / ソウル国立大学 / 台湾国立大学 三国間合同有機化学セミナーの報告

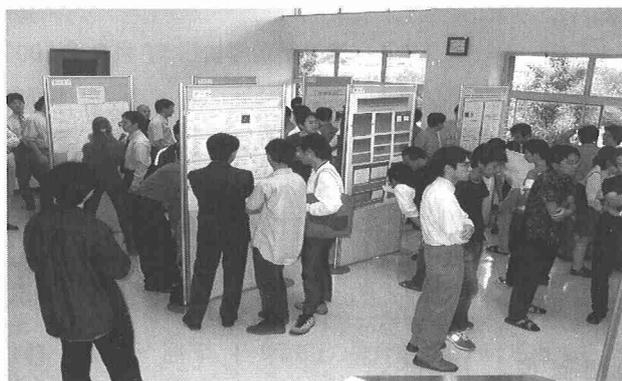
奈良坂 紘一 (化学専攻)

本学 (UT) とソウル国立大学 (SNU) との学科間協定に基づき、1992 年より本学理学部化学科とソウル国立大学化学科との間で、毎年合同セミナーを開催してきた。化学研究分野で、大学院生を含めた両大学間での国際交流を図り、化学教育と研究活動における情報交換と相互刺激の場を設けることを目的に、物理化学、無機分析化学、有機化学の化学3分野で交代しながら、ソウルと東京とを交互に会場として行っている。今年度はその一環として、有機化学をテーマに本専攻がホストとなり、合同セミナーを開催した。また今年度から、新たに台湾国立大学 (NTU) 化学科が加わった。本事業は、理学系研究科の間接経費による国際交流計画のひとつとして行われ、本研究科からの資金援助により国外から参加した教官および大学院生に援助を行うことができた。

開催日 平成 14 年 9 月 14 日 (土)
 開催場所 東京大学大学院理学系研究科
 化学本館 4 階 1404 号室 他
 組織委員 奈良坂紘一 (組織委員長)、中村栄一、川島隆幸、橘 和夫、市川淳士 (事務局)



講演会場



ポスター会場

発表者として、ソウル国立大学より教官 4 名と大学院生 4 名、台湾国立大学より教官 2 名と大学院生 2 名が来日し、これに本学側の発表者 (教官 2 名と大学院生 8 名) を加え、講演 8 件、ポスター発表 14 件が行われた。参加者は百人余りに登り、講演会場では立ち見もできるほどの盛況であった。既にこれまでの開催で実績が挙がっているように、相互の研究についての詳細な情報・意見交換による相互刺激に加え、各大学の若手研究者に「国際会議」での発表の機会を与え、次代を担う研究者の育成にも貢献できた。また、発表者以外の本学大学院生にも、「国際会議」への出席経験を与える絶好の機会となった。特に、ポスター会場では熱気に溢れる意見交換がなされ、さらにセミナー終了後も夜遅くまで議論が交わされた。

化学研究分野では、欧米にアジアを加えた三極構造を形成しつつある。従来、我国がアジアをリードしてきたが、近年韓国・台湾の成長も著しい。今年度から台湾の参加を得て日韓台の連携が実現し、アジアを化学研究における世界の一大拠点とするために大きな役割を果たすことができた。こうした観点から、理学系研究科の国際交流事業は高く評価され、次年度以降もその継続が強く望まれる。

仙台第一高等学校の生徒の訪問

比屋根 肇 (地球惑星科学専攻)

7 月の暑い日、仙台第一高校の山内先生とその生徒さんたちが私どもの実験室 (二次イオン質量分析計室) を訪問されました。訪問の経緯については必ずしも詳細に存じませんでしたが、高校生という、これから将来に大きな可能性を持っている人たちの訪問を受けることは喜びでもあり、すぐにお引き受けすることにしました。

高校生には内容がちょっと難しかったかも知れませんが、装置の説明をしたり、同位体の説明をしたり、また隕石中の鉱物粒子ごとの同位体組成の分析や年代測定を 10 ミクロンのスケールでおこなっていること、それにより太陽系形成時の出来事を理解しようとしていることなどを説明しました。私自身、このような訪問を受けた経験があまりなかったので、訪問してくれた高校生の期待に充分こたえることができたかどうか、少し心配です。また、時間的には比較的ゆとりがあったので、隕石の薄片試料を顕微鏡で見てもらおうとか、他にも興味を持ってもらえそうなことがあったように思います。事前に相手の高校生の興味関心などを聞いておくなど、もう少しコミュニケーションをとっておくとよかったかもしれないと思いました。

その後、7 月後半にオープンキャンパスで多数の高校生の訪問を受けました。そのときにはもう少しきちんと準備をしたつもりでしたが、こんどは時間が限られていた (移動時間を除くと我々の専攻では一研究室あたり 7-8 分しかなかった) ため、消化不良だった印象がありました。今後、高校生

などの訪問を受ける機会はあるに違いありませんが、そのときには、できれば事前のコミュニケーションと、ある程度ゆとりをもった計画が必要だと感じました。

引率の先生から頂いたメール

東京大学理学部 浦辺先生、和達研究室、横山研究室、比屋根研究室、庶務掛室の皆様

先週7月3日にお邪魔した、仙台第一高等学校の山内です。皆様方には、大変親切に、また丁寧にご案内いただき感謝申し上げます。

今回の研修は今年が初めての試みであり、私どもの準備も行き届かず、事前に十分生徒を指導しきれないままの実施となりました。生徒たちの中には、先生方の説明に難しさを感じて、正直退屈そうにしていた者もいたかと思えます。ご期待に添えられなかった点も多いかと思えます。申し訳ありませんが、準備不足という点に免じて、どうぞお許し下さい。中には、日本の最先端の知識、設備等に触れることができ、物理、生物、地球科学への興味を呼び起こされた者もいると思えます。生徒たちの感想がまとまったら、ぜひお知らせします。

今回の訪問を彼らの未来へ生かせるよう、期待しながら、私も日々の指導にあたりたいと思えます。(私は数学の教員なのです。)

なお、坂本先生にはさっそく訪問時に撮っていただいた写真をメールで送っていただきました。ご親切、本当にありがとうございます。生徒たちにプリントして渡します。

また、庶務掛の先生には、最寄の地下鉄の駅まで案内していただき、誠にありがとうございました。あつかましいお願いに快く応えてくださり、恐縮しています。お陰様で、次の訪問先へ間にあうことができました。よろしくお伝え下さいませ。

最後に浦辺先生、今回の訪問に際して、いろいろお世話いただきありがとうございました。気づかれたこと等ありましたら、遠慮なくアンケートのほうへお書き下さい。私どもも、今回の訪問の反省事項を整理して、次年度へ生かしたいと思えます。

東京から帰ってきて、校内の雑務に追われ、御礼を申し上げるのが大変遅れてしまいました。梅雨の季節で過ごしにくい毎日ですが、皆様方のご健康をお祈りします。

宮城県仙台第一高等学校 山内 佳子

平成14年度理学系研究科技術シンポジウム実施される

大城幸光 (原子核科学研究センター)

9月6日午後1時より、理学部旧1号館150号室において、「第19回理学系研究科技術シンポジウム」が開催された。このシンポジウムは、理学系研究科に所属する技術職員が日頃の業務や研究の中で得られた成果を発表する場で、毎年開催されており、今年で19回を迎えた。

はじめに、研究科長の佐藤先生の挨拶があり、引き続き各技術職員の発表に移った。今回は招待講演として原子力研究総合センターの江口星雄技術官に「メダカの微小重力実験」と題して講演をして頂いた。

スペースシャトル内での「メダカの産卵行動」の観察で、微重力でのメダカの挙動を撮影したビデオ映像には全員目が釘付けとなり、盛会であった。

また、天文学教育研究センターの土居守助教授による特別講演「天体観測用広視野カメラ」では、モザイクカメラやすばる望遠鏡等の解説、空の広い範囲の撮像による最も遠方の銀河の分布や超新星の発見等スケールの大きい、貴重な講演に深く聞き入った。

当日のプログラムは次の通りである。

発表

1. ネットワーク時代の事務処理
櫻村圭造 (物理学専攻)
2. 木曾 105 cm シュミット望遠鏡 2 KCCD カメラのフィルター交換機について
樽沢賢一 (天文学教育研究センター木曾観測所)
3. 絶滅危惧植物の保全 ～カワラノギクの自生地復元に関する考察～
根本正一 (附属植物園日光分園)
4. 博物館地理部門の最近の活動 2
栗栖晋二 (地球惑星科学専攻)
5. SF サイクロトン施設に於ける放射化した装置と遮蔽物の処理
大城幸光 (原子核科学研究センター)

招待講演

メダカの微小重力実験
江口星雄 (原子力研究総合センター)

特別講演

天体観測用広視野カメラ
土居 守 助教授 (天文学教育研究センター)

シンポジウム終了後、懇親会が行われた。近藤教授による乾杯の挨拶のあと、土居助教授、江口技術官を交え、和やかに歓談し、技術職員の親睦を深め盛會に終わった

生物情報科学学部教育特別プログラムの紹介

南 康文（生物情報科学学部教育特別プログラム）

生物情報科学学部教育特別プログラムは、佐藤勝彦理学系研究科長・理学部長を代表として、文部科学省科学技術振興調整費（新興分野人材養成）により設置されたものです。いわば、国による寄付講座のような格好です。その設置は、この2、3年、各方面から強く叫ばれるようになったバイオインフォマティクスの人材養成を求める声に応えるものです。昨年10月に誕生しましたので早1年になりますが、プログラムのメンバーが揃ったのは今年の春です。5月22日に弥生講堂において開催された設立記念式典・シンポジウムがその本格的始動を宣言したものでした。序でながら、8月6日には本プログラムの看板が理学部1号館別館に上掲されました。

我々は、上記科学技術振興調整費により雇用された専任の教官及び研究員、約20名と、理学系研究科生物化学専攻、情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻、そして医科学研究所ヒトゲノム解析センターに所属する本学教官、約10名から成る、バイオインフォマティクスの学部教育と研究を主眼とする組織です。正規の授業を圧迫しないように、夏季休業の8週間に授業に当てることにしました。これに先立ち夏学期の木曜日1限目に「生物情報科学概論」を開講しました。果たしてどれほどの学生が来てくれるだろうかという我々の心配と裏腹に、教室から溢れるほどの学生が参加しました。

講義科目は、生命科学、情報科学、そしてバイオインフォマティクスの3本立てです。今年度は3年相当科目である9科目の講義と2科目の実験（来年度から開講の4年相当科目は講義8科目）が、本プログラム教官に加え学内外の第一線でご活躍の講師をお迎えして開かれました。他学部生や大学院生からの出願もあり、履修願者数は各科目とも軒並み100名を超えました。実験科目については、受け入れ可能な人数に押さえるために所属学科の科目により代替して貰いました。実際の参加者数は、夏休み当初には7、80名程でしたが、流石に終わりの頃には疲れたのか約40名になりました。とは言え、連日、朝8時半から午後2時半まで（実験は更に夕方あるいは夜遅くまで）夏休みを潰してまで講義や実験に参加した学生たちの姿勢は、我々教官には大いに励みになりましたし、本プログラムの存在理由を実証してくれたものと喜んでます。これも理学部の各学科並びに各部署の方々にお力添え頂いた結果であり、誌面をお借りしてお礼を申し上げます。尚、本プログラムのホームページは、<http://www.bi.s.u-tokyo.ac.jp> ですのでご覧下さい。

理学部新1号館2期（理学系総合研究棟）工事について

松本 良（企画委員会建物小委員会 委員長）

経緯

互いに遠く分散した状態にある理学部・理学系研究科の建物を集中化し、同時に狭隘化の解消を目指す「理学部中央化計画」は1980年代末から検討されていましたが、93年、その第一段階として理学部1号館を建て替える事が認められました。本部一理学部で検討され提案された新1号館は、11階、10階、8階の3つの棟が東西に配置され、棟と棟はアトリウムと連絡通路が繋げるといふ複合構造です。1994年に旧1号館の西半分が取り壊され、1994年に1期11階棟の本体工事が始まり1997年に竣工しました。残りの2棟の建設が待望されていましたが、平成13年度末に概算要求が認められ、平成13年、14年の予算で中央部分の10階棟が建設されることになりました。ロータリーに面した8階棟は今回は含まれません。

2期工事棟

3月以降、建物小委員会で精力的に部屋割り、仕様などの検討作業を進め、10月までに基本設計を終え、現在、建物、設備設計の最終確認をしております。詳細については各専攻、施設、センターの建物委員にお聞き下さい。2期棟は1期棟とほぼ同じプランを持ちますが、1期棟のピロティから続く1階部分はガラス扉等で仕切られ、新1号館全体へのエントランスホールと位置付けられます。理学部事務は一階に入る予定です。2階の中央部分には230席の大会議室およびホワイエが設けられ、教育、研究交流のコア、一般への情報発信の基地となります。2期棟には、物理学専攻（2～4階）、地球惑星科学専攻（3階、5階～8階）、天文学専攻（9階、10階）、素粒子物理国際研究センター（9階、10階）が入ることになっています。地下1階、2階は実験室と機械室、屋上には望遠鏡のドームが設置され、理学部・理学系研究科らしい外観となります。

工事中の避難先

旧1号館は東翼を残して他は全て取り壊されます。取り壊される部分に入っている研究室等の一時避難先が大きな問題でしたが、本部施設部やキャンパス委員会、理学部事務等の御努力により本部庁舎の一部や工学部前に新たに建てられたプレハブが確保されました。大所帯の新領域も医学部旧1号館に移転することができました。

解体工事工程

10月23日（水曜日）に旧1号館の西半分の取り壊し工事に関する説明会がありました。本部の説明によると、

11月1日

工事開始（仮囲と外部足場）

11月初旬～12月初旬	アスベスト含有建材の除去
11月中旬頃	1～2日間程度水道とガスを一時停止の予定
11月末～12月始め	1日間程度 停電の予定
12月初旬～1月初旬	外壁、内壁の取り壊しで騒音と振動大
2月初旬～中旬	解体工事終了

*解体工事とそれに続く本体工事により、本郷キャンパス内に工事車両が増え、交通規制がしかれますので御注意下さい。特に今後2～3年間は、本郷キャンパス内の10箇所で大規模な建設工事が同時平行に進みます。交通安全には十分御注意下さい。

本体工事

本体工事の工程はまだ不明確ですが、取り壊し工事説明会での本部施設部の話しによると、来年2月の解体工事終了後速やかに本体工事に入り、2期工事竣工は平成16年12月末と見込んでいます。2期工事に関する情報は随時、広報誌とホームページによりお知らせしますので、御覧下さい。2期工事全般についての質問や要望は各専攻の建物委員または理学部施設掛までお願いいたします。



完成予想図1 (南東より)



完成予想図2 (北東より)



完成予想図3 (大会議室)

全学科での学生による授業評価アンケート始まる

大塚 孝治 (教務委員長)

授業に対する学生による評価アンケートは幾つかの学科でこれまで実施され、特に物理学科では既に数年間に渡り継続的に行われてきた。アンケートによって授業内容や教育環境に対して様々な改善が行われ、その有効性が明らかになったので、この度、理学部全学科において、理学部教務委員会が中心になり、講義、演習、実験など全ての授業を対象に学生によるアンケートを開始した。

アンケートの基幹部分については、各学科共通の質問項目を設けているが、個々の学科による独自の質問もあり、きめの細かい聞き方も可能である。これにより、今後、個々の授業の問題点を明らかにして改善をはかるとともに、理学部全体としても教育プログラムや教育環境の充実に役立てたい。

現在、平成14年度夏学期分のアンケートの結果を回収し、その結果を集計・解析中である。数カ月中に理学部ホームページなどでその概要を発表する予定である。

あとかぎに代えて

「超新星からのニュートリノ」に関連して、それにまつわる基礎的な物理の話を、学生 (S) と教授 (P) のつもりになって自問自答してみました。

【ベータ崩壊】

S: ニュートリノと言えば、そもそも中性子 n が陽子 p に崩壊する「ベータ崩壊」で考案されたんですよね。

P: うん。それじゃ、ベータ崩壊の式を書いてごらん。

S: はい、



でしょう。

P: むむ、ちょっと違うぞ。両辺で、どんな量が保存する必要があるんだっけ？

S: ええと、まず電荷。左辺は中性子だから電荷は 0、右辺は陽子が 1 で電子が -1 だから、足して 0 で保存している。次に物質の質量の大部分を担う「重粒子 (バリオン)」の数も、左辺では n が 1 をもち、右辺では p が 1 で他が 0 だから、ちゃんと保存している。良いじゃないですか。ついでに、バリオン数っていうのは、陽子や中性子は 1、重水素なら 2、反陽子は -1、電子やニュートリノなら 0。

P: それは良いが、(1) 式でもう 1 つ保存量を忘れてるよ。

S: ああ、そうか、「強い相互作用」をしない電子やニュートリノなどの粒子、つまり「軽粒子 (レプトン)」の数が保存する必要がありました。電子はレプトン数が 1、その反粒子である陽電子なら -1、そして... ああ、 ν_e もレプトン数 1 をもつから、このままじゃレプトン数が左辺では 0、右辺では 2 となって、保存しなくなっちゃう。

P: 気がついたね。じゃあ、どう修正すれば良いかな？

S: (1) 式で電子ニュートリノではなくて、その反粒子である反電子ニュートリノ ($\bar{\nu}_e$) をもってきて、



とすれば良いわけでした。

【太陽からのニュートリノ】

P: じゃあ次に、どうして太陽からニュートリノが放射されるか知っているかい？

S: 太陽の中では水素が核融合でヘリウム 4 になるのだから、それには 4 つの陽子 (p) のうち 2 つが中性子 (n) に変わらなくちゃならない。それはベータ崩壊の逆過程だから、



となってニュートリノが出るんでしょう。これは (2) 式でまず左辺と右辺を入れ替えたあと、反電子ニュートリノを移項して電子ニュートリノに変えれば良いわけです。数式と同じで、移行したら粒子と反粒子が入れ替わるんですよ。

P: うん、移項の話はその通り。(3) 式も大筋はそうだね。ただこの反応は、さまざまな分岐を通して進み、そのう

ち Kamiokande で検出できるのは、途中でできたホウ素 8 が崩壊するという、わりに比率の小さい過程だけなんだ。これはホウ素 8 に含まれる 1 個の陽子が (3) 式によって中性子になるプロセスであって、結果としてベリリウム 8 ができ、そのさいエネルギー 12 MeV ぐらいまでの電子ニュートリノが放射される。それ以外の分岐から出て来るニュートリノは、エネルギーが低すぎて Kamiokande では検出できないんだ。

【ニュートリノの検出方法】

S: なるほど。じゃあ、そのホウ素 8 からの電子ニュートリノが来ると、Kamiokande の中で何が起きるんですか？

P: きわめて小さい確率ではあるが、ニュートリノは神岡の巨大な水槽の中で「弱い相互作用」によって、おもに



という弾性散乱を通して電子をはじき飛ばすのさ。

S: 弾性散乱っていうのは、運動エネルギーが初めと終わりで保存される反応のことですね。

P: うん。古典的な質点どうしの衝突だったら、跳ね返り係数が 1 の場合と思ってもよろしい。

S: で、はじき飛ばされた電子が検出されるんですか？

P: まあ待って待て。電子は水槽の水の中をすごい速さで走るけど、数センチメートルで止まってしまう。その間に「チェレンコフ光」という青白い光をだすんだ。それを、Kamiokande ご自慢の、巨大な光電子増倍管で受ける。どの位置のいくつの光電子増倍管に光が飛び込むかによって、電子の位置や運動方向が決められるのさ。

S: なるほど、電子はもとのニュートリノが来た方向に飛ばされるから、チェレンコフ光もその方向に放射され、3 ページの図にあるように、太陽ニュートリノの到来方向が測定できるわけですね。

P: その通り。塩素を用いたデービスの実験では、ニュートリノの到来方向が判別できなかったから、それにくらべ Kamiokande の結果はひじょうに確実性が高いわけだ。

【チェレンコフ光】

S: そのチェレンコフ光って、どういうものなんですか？

P: 超音速ジェット機が飛ぶと、大気中に衝撃波ができるんだ。それと同じく、荷電粒子が媒質中をそこの光速より速く走ると、電磁場の衝撃波として、かすかな光が出る。それがチェレンコフ光なんだよ。

S: ええっ、光速より速く走ったら、相対性原理に反してしまうじゃないですか。

P: いや、相対性原理で言うのは、「質量のある物体の速度は、真空中での光速を超えられない」ということだ。物質中の光速は、屈折率で割った分だけ遅くなるから、エネルギーがひじょうに高い粒子は、物質中の光速より速く走れることは可能なんだよ。

S: なるほど、水の屈折率は約 1.3 だから、真空中の光速 c に対し、水中での光速は $c/1.3$ になるわけか。

【超新星ニュートリノ】

S: 超新星 SN1987A から受けたという 11 個のニュートリノも、大マゼラン雲の方向から検出されたんですね？

P: いや、11 個のうち数個は確かに大マゼラン雲の方向から来たと確認できるけど、残りの方向はバラバラだよ。

S: ええっ、どうして太陽と超新星で違いが出るんですか？

P: 超新星の場合は、反電子ニュートリノ $\bar{\nu}_e$ もやって来て、それは水の中で、同じ「弱い相互作用」でも、(4) 式よりずっと確率の高い反応を起こすんだ。それは水 (H_2O) 分子を構成する水素原子核 (陽子) を相手に起こす、



という反応なんだよ。この場合は、陽電子が水中を走ってチェレンコフ光を出し、それが光電子増倍管で検出されることになる。

S: ああ、(5) もまた (3) 式でニュートリノや電子を移項して反粒子にした反応ですよ。でもこの反応だと、なぜ $\bar{\nu}_e$ の入射方向がわからないんですか？

P: (4) では電子は軽いけど、(5) では n や p が重たいだろ。だから 10 MeV 程度の $\bar{\nu}_e$ だと、そいつが運んできた運動量はほとんど n に喰われちゃって、(5) 式の陽電子は、だいたい等方的に放射されることになる。(4) だと全力疾走してきた幼稚園児が小学 1 年生にぶつかったぐらいだけれど、(5) だと横綱にぶつかったみたいなものだからね。

【超新星からのニュートリノと反ニュートリノ】

S: なるほど、そうですか。でも待って下さいよ、SN1987A は大質量の星が潰れて発生する超新星ですよ。そうした星の中心部分では、電子ガスの圧力が重力を支えていたのが、電子が陽子に取り込まれて中性子に変わる、つまり (3) の反応が急激に進むことで、支えを失うわけだ。とすれば、出るのは $\bar{\nu}_e$ では無く ν_e でしょう？

P: 鋭いねえ。確かに最初は ν_e が放出されるんだが、星の中心部が潰れてすさまじい高温になると、ほんの一瞬だけ遅れて、さまざまな素粒子反応があれもこれも生じるようになる。それに伴って、 ν_e と $\bar{\nu}_e$ が対生成されるんだよ。佐藤先生の「科学的意義」の図 3 を見てごらん。

S: 対生成って、エネルギーさえ注入すれば、何も無いところから、粒子 1 つと反粒子 1 つが生まれることですか？

P: その通り。電子ニュートリノと反電子ニュートリノだけでなく、電子と陽電子も対生成されるし、レプトンの一種で「重たい電子」と呼ばれるミューオン (ミュー粒子) も対生成される。 μ^- と μ^+ とが対になってね。P.4 の囲み記事にあるように、このミューオンにも影武者のように付き従う別種のニュートリノがあって、ミューオン型ニュートリノと呼ばれるんだが、それらも対生成される。その他の素粒子たちも、たくさん出たり消えたり...

S: ふうん、でも最後に、なぜたくさんの素粒子の中で、「やっぱり超新星はニュートリノに限る」んですかねえ。

P: そりゃ何と云って、そんな修羅場からまともに脱出できるのは、ニュートリノだけだからだよ。

はあ、お後がよろしいようで... (牧島一夫)。

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第 3 4 巻 2 号 2002 年 1 月 1 9 日発行

編集:

佐々木晶 (地球惑星科学専攻) sho@eps.s.u-tokyo.ac.jp
 牧島一夫 (物理学専攻) maxima@phys.s.u-tokyo.ac.jp
 武田洋幸 (生物科学専攻) htakeda@biol.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
 岸真千子 (庶務掛) kishi@adm.s.u-tokyo.ac.jp

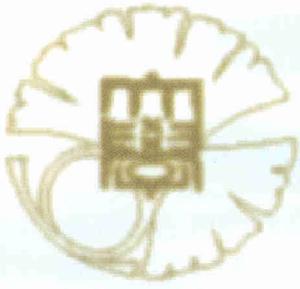
HP 担当:

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



「等身大」の小柴先生

◇小柴先生の等身大の姿を求めて、理学系研究科・理学部のいろいろな空間や、過去から現在までの時間の中を駆け回り、小柴先生に関する感想やコメントを集めました。以下、寄稿は敬称略で掲載します。

◇小柴先生は長らく物理学科で、学生実験Ⅰの「放射線」や学生実験Ⅱの「パルス技術」を担当しておられ、実験レポートは直接、小柴先生に提出して厳しい口頭試問を受けるのが伝統でした。「先にレポートを出した同級生は、酷評されて泣いて帰って来ることさえあったようです。そこで私はクライン・仁科の公式を勉強したり、検出器の分解能を考慮して実験データを定量的に理解しようと努力しました。おそるおそる試問を受けた後、小柴先生に『よく勉強したね』とほめられたときは本当にうれしく、その後の大きな励みになりました。私自身も『放射線』を担当する立場になりましたが、口頭試問の伝統はちゃんと受け継いでいます。」(物理学専攻、石川隆)

◇続いて、当時の小柴先生や小柴研の雰囲気伝えるコメントを2件ほど紹介します。

「私は当時、物理学科に所属し、4号館6階の秘書室で働いていました。小柴先生は離れた旧1号館の居室から、ほぼ毎日遊びに来られました。6階近辺の物性理論の先生方は、なぜか小柴先生が大好きで、小柴先生が現れると集まってお茶を飲みながら、仕事の話や世間話をなさっていました。1977年、久保亮五先生がボルツマン賞を受賞された内輪の祝賀パーティーが、久保・和田(靖)・鈴木(増)3研究室を中心に開かれ、小柴先生ご夫妻も出席されました。なごやかなパーティーの終盤、やおら小柴先生が『これから女声コーラスをやらせてもらおう。私が指揮する』とおっしゃって、10名ほどの合唱団が急ぎ結成され、何曲か歌わされました。曲目は忘れましたが、聞いている男性陣も歌っている私たちも笑いをこらえている中で、小柴先生お一人まじめな顔で指揮をされていて、余計おかしかったことを覚えています。」(化学専攻、山崎由子)

「学部4年生だった頃、特別実験で小柴研に配属されました。そのころ小柴研は研究費が乏しく、先生が講義中にも言われた『宇宙線は貧乏人の加速器』というかけ声で、宇宙線

の飛跡の写真を、数人のアルバイトの方が顕微鏡でのぞいていました。我々学生は、直接的な指導と言うことはなく、また余り実験的なことをしなかったように思います。しかし先輩方は研究室の野球などにも誘ってくれて、大変楽しい思いを致しました。そのころから比べると、その後の小柴研究室の実験設備の整備のすばらしさは、先生の実行力によるもので、本当に尊敬と驚嘆に値します。誠にありがとうございます。」(物理学専攻、小林孝嘉)

◇小柴先生は退官されて15年を経た今も、理学部1号館10階にある素粒子センターの「参与室」に通って来られます。そうした先生の姿は、大きな存在感をもっているようです。

「酷暑の夏も、極寒の冬も、只ひたすら研究者として真摯にご活躍なされています小柴先生の、崇高なお姿を拝しておりました。御受賞の報と共に『うれしい』とのお言葉に、感涙が頬を濡らしました。誠にありがとうございます。」(理学部事務、多賀志子)

「ノーベル賞の報道をテレビで見て、学バスで時折り乗り合わせるご老人が小柴先生だと初めて知りました。」「そういえば去年のニュートン祭(物理学科の忘年会)に来て下さったよね。」「俺もがんばってノーベル賞を取るぞ!」(いずれも物理学科の学部学生)



みんな嬉しい、理学部の祝賀会。10月9日、山上会館にて。
(文責：牧島一夫)

