

## 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う複合構造です。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期棟とは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 箇所で大きな建設工事が同時平行で進みます。交通安全には十分御注意下さい。

### 本体工事

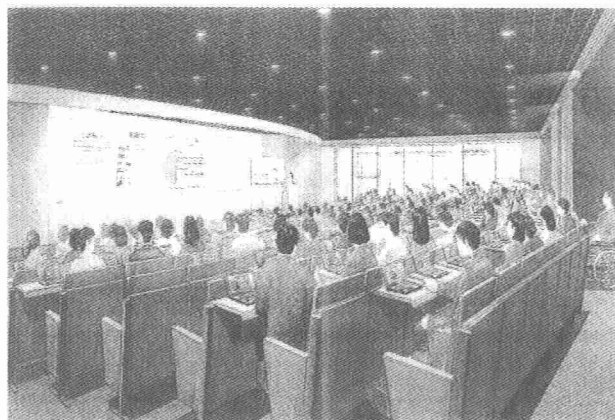
本体工事の工程はまだ不明確ですが、取り壊し工事説明会での本部施設部の話しによると、来年 2 月の解体工事終了後速やかに本体工事に入り、2 期工事竣工は平成 16 年 12 月末と見込んでいます。2 期工事に関する情報は随時、広報誌とホームページによりお知らせしますので、御覧下さい。2 期工事全般についての質問や要望は各専攻の建物委員または理学部施設掛までお願いいたします。



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。

## あとかきに代えて

「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、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、

$$n \rightarrow p + e^- (\text{電子}) + \nu_e (\text{電子ニュートリノ}) \quad (1)$$

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、 $\nu_e$  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、

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e \quad (2)$$

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、

$$p + e^- \rightarrow n + \nu_e \quad (3)$$

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

$$\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^- \quad (4)$$

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だろ。それと同じく、荷電粒子が媒質中をそこで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  $\nu_e$  でしょう？

P: 鋭いねえ。確かに最初は  $\nu_e$  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ばこれも生じるようになる。それに伴って、 $\nu_e$  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ね？

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。 $\mu^-$  と  $\mu^+$  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: そりゃ何といったって、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 34 巻 2 号 2002 年 11 月 19 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。おそろおそろ試問を受けた後、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を伝えるコメントを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ってもらおう。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)

