

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

理学部ニュース

東京大学 11 月号 2015

特別記事

ノーベル物理学賞2015受賞決定 宇宙線研究所長 梶田 隆章 教授

遠方見聞録

インドの地で感じた 物理オリンピックの裏側

理学エッセイ

「虚学の精神」の再訪

理学の現場

フィールドワークで植物の多様性を解明する
機能性磁石開発の素(もと)

学部生に伝える研究最前線

高圧の世界でアミノ酸が手を結ぶ

トピックス

東京大学理学部ホームカミングデー2015

11 理学部 ニュース 月号 2015

1934年に完成した理学部2号館は、内田祥三（東京帝国大学第14代総長）が設計した「内田ゴシック」デザインのひとつ。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)

理学部ニュース11月号をお届けします。目玉は、やはり梶田隆章先生のノーベル物理学賞受賞の特別記事です。受賞対象となった研究の内容やその後の発展、当時の様子などが、分かりやすく紹介されています。短い締切り期間にも関わらず快く執筆を引き受けて下さった皆様に感謝します。個人的にも、梶田先生の受賞は大変喜ばしいと同時に、励みにもなります。本号のそれ以外の連載記事も秀逸です。「理学エッセイ」では、「虚学」という言葉を中心に、社会における学問のあり方が論じられています。「遠方見聞録」では、いつもとは少し趣向を変え、国際物理オリンピックの裏側や物理教育の世界の一端が語られています。さらに「温故知新」では34年前に配布された貴重な資料が紹介されています。ちょっと新しい視点を皆さまに提供できると思います。是非ご一読を。

安東 正樹 (物理学専攻 准教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第47巻4号 ISSN 2187-3070

発行日：2015年11月20日

発行：東京大学大学院理学系研究科・理学部

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

編集：理学系研究科広報委員会所属 広報誌編集委員会
rigaku-news@adm.s.u-tokyo.ac.jp

横山 央明 (地球惑星科学専攻)

安東 正樹 (物理学専攻)

石田 貴文 (生物科学専攻)

狩野 直和 (化学専攻)

對比地孝亘 (地球惑星科学専攻)

横山 広美 (広報室)

國定 聡子 (総務チーム)

武田加奈子 (広報室)

印刷：三鈴印刷株式会社

理学部ニュース発行のお知らせ
メール配信中。くわしくは
理学部HPでご確認ください。



東京大学 理学部ニュース

検索

目次

理学エッセイ 第19回

- 03 「虚学の精神」再訪
池田 安隆

特別記事

ノーベル物理学賞2015受賞決定

宇宙線研究所長 梶田隆章 教授

- 04 祝 ノーベル物理学賞受賞
福田 裕穂

梶田隆章教授のノーベル賞受賞をお祝いして
佐野 雅巳

神岡の人たち
相原 博昭

素粒子物理学とニュートリノ
諸井 健夫

スーパーカミオカンデ検出器とニュートリノ研究の発展
横山 将志

学部生に伝える研究最前線

- 08 高压の世界でアミノ酸が手を結ぶ
鍵 裕之／藤本千賀子

遠方見聞録 第10回

- 09 インドの地で感じた物理オリンピックの裏側
東川 翔

理学の現場 第16回

- 10 フィールドワークで植物の多様性を解明する
邑田 仁
機能性磁石開発の素 (もと)
中林 耕二

トピックス

- 12 祝2015年度秋季学位記授与式・卒業式
広報誌編集委員会
東京大学理学部ホームカミングデイ2015
横山 広美

理学の本棚 第14回

- 13 「動物行動の分子生物学」
久保 健雄

温故知新 第11回

- 13 いつの時代も周知は難しい
石田 貴文

お知らせ

- 14 駒場1年生の皆さんへ「理学部ガイダンス」開催のお知らせ
第8回理学部・理学系研究科主催女子学生懇談会
高校生のための冬休み講座2015開催のお知らせ
博士学位取得者一覧
人事異動報告

Essay

「虚学の精神」再訪

池田 安隆 (地球惑星科学専攻 准教授)



東大に入学したばかりの頃読んだ表題のエッセイ^{注1}を最近読みなおしてみた。米国において公民権運動とベトナム反戦運動に端を発した学生運動は世界に波及し、日本では大学のシステムや学問のあり方を根底から問う全共闘運動へと変化していった。1969年には、安田講堂に立てこもった全共闘学生を排除すべく東大総長が機動隊出動を要請した。これは、学問の自由とそれを支える大学の自治という新制大学の理念を覆す象徴的な出来事であった。著者の堀米庸三氏は執筆当時(1969年)東大文学部長であり、学生との団体交渉の矢面に立っていた。こうした時代背景を鑑みれば、表記のエッセイの重い意味を理解できるであろう。しかし、学生時代の私は学問の自由ということの意味を真に理解できてはいなかった。

虚学とは、実学の対極に位置する学問群の総称(= pure science)であり、理学や哲学、歴史学、地理学、人類学、宗教学等を志す研究者が自らの学問に誇りと自負とほんの少しの韜晦とをこめて使った呼称である。1969年当時には説明無しで用いられていたこの言葉が、現在ではほとんど死語と化している。言葉が消えるということは、それに付随する概念が無くなることを意味する。過去20年間にめまぐるしい勢いで起こった「大学改革^{注2}」は、安田講堂事件に端を発したといえるであろう。この間に虚学という概念が世の中から消えていったらしい。

実学とは、現行の国家・社会の役に立つという目的(堀米氏に倣って古い哲学用語を使えば「当為」)を追求する学問である。実学の成果は、理想的には人類全体の福利向上のために使われるべきであるが、企業にとっては利潤追求が重要な目的となる。税金を使って行う実学研究は前者を目指すべきである；今日問題となっている研究不正は、研究成果が必要以上の過大な利益をもたらす仕組みに起因する様に思われる。こういう議論をすると決まって、利益を生まなければ研究開発が進まないという反論がある。しかし、大方の中高年(私を含む)がNHKの「プロジェクトX」を視て涙するのは、そこに損得を超えた実学的動機を感じるからであろう。

地球科学の分野でも実学化の勢いには抗しがたいものがある。私自身、地震予知・地震防災に関わる研究プロジェクトや原子炉の耐震安全性審査など、実学的仕事が過去20年間に急増した。しかし学生時代に刷りこまれた教育の影響は抜きがたく、多少の後ろめたさを感じながらも、芸は売っても魂は売らないという虚学者の矜持は守ってきた。学問の社会的意味を問われる今日の風潮も、虚学が何の役に立つかと問うこと自体一種の自己矛盾であると看過してきた。しかし、2011年3月11日に東北地方を襲った超巨大地震は、研究者としては文字通り千載一遇の血の騒ぐような地質現象であったが、一方で虚学としての地球科学の社会的意義を考えさせられるきっかけとなった。

巨大災害を起し得る火山噴火、地震、津波、洪水等の地質現象は数万年から数十年に一度の頻度で起こる。モンスーン・アジアには、こうした地質ハザードに加え高温・多湿の気候に起因するバイオハザードが満ちているにもかかわらず、世界の人口の過半数が集中している。地球上にはもっと安全な地域が広く存在するのに人類が敢えて危険な土地に住むのは何故だろう。良好な気候下で生物の一次生産を律速するのは土壤中の無機栄養塩類であり、それは岩石から供給される。モンスーン・アジアでは、上述の地質現象が土壌を更新することによって、高い一次生産とそれがもたらす豊かな食料生産が数千年以上にわたって持続的に支えられてきた。実学的災害研究は、人類の生命・財産を守るという当為に発する学問であるから、当為そのものの妥当性を検証することはない。一方、人類と自然災害との関わりは複雑であり、洪水は防げば良い、火山は避ければ良いと一概には言えないのである。虚学的自然災害研究の役割は、当為そのものの妥当性を検証し、防災とは如何にあるべきかという提言を社会に示すことであろう。

実学は現行の社会体制や価値観を前提に行う営為である。ところが、我々の社会は戦争や巨大災害によって数十年に一度ぐらゐの頻度でこの前提を覆すような大変革を経験してきた。こうした大変革の後に来るべき新たな社会体制や価値観を構築するための種となるのは虚学であり、それを醸しておく場は大学(しか無い)であろう。そのために虚学はあらゆる当為の束縛から自由である必要がある、これこそが虚学を志す者がかつて守ってきた学問の自由である、と思いついた。

注1：堀米庸三、1969、虚学の精神あるいは学問の没意味性について、季刊芸術、第3巻3号、特集：学問のすすめ、36-42頁。

注2：大崎仁、1999、大学改革1945-1999、有斐閣、350頁；大崎仁、2011、国立大学法人の形成、東信堂、230頁。

理学部ニュースではエッセイの原稿を募集しています。自薦他薦を問わず、ふるってご投稿ください。特に、学部生・大学院生の投稿を歓迎します。ただし、掲載の可否につきましては、広報誌編集委員会に一任させていただきます。ご投稿はrigaku-news@adm.su-tokyo.ac.jpまで。

ノーベル物理学賞2015受賞決定 宇宙線研究所長 梶田 隆章 教授



梶田 隆章 (かじた たかあき)

1986年、東京大学大学院博士課程修了(理学博士)。1999年、東京大学宇宙線研究所教授、同研究所附属宇宙ニュートリノ観測情報融合センター長、2008年4月より同宇宙線研究所長、2015年ノーベル物理学賞受賞。

※1992年から理学系研究科物理学専攻兼任

祝 ノーベル物理学賞受賞

福田 裕穂 (理学系研究科長・理学部長/生物科学専攻 教授)

梶 田隆章先生は東京大学物理学専攻博士課程修了後、小柴昌俊先生、故・戸塚洋二先生の下で、東京大学理学部の助手としてニュートリノ研究を始めました。1986年にニュートリノ振動の兆候を確認、その後、1996年に完成したスーパーカミオカン

デ(岐阜県神岡)での観測により、ニュートリノが質量を持つことを明らかにしました。この研究により、素粒子研究は新たな局面へと突入したのです。

これらの一連の研究は、小柴先生以来、理学系研究科で脈々と受け継がれてきた、

素粒子研究の1つの到達点であり、まさに東京大学の物理学研究の先端性を物語るものであります。私も先端的科学を志す一人として、また、理学系研究科を預かる者として、梶田先生のノーベル物理学賞受賞を心よりお慶び申し上げます。

梶田隆章教授のノーベル賞受賞をお祝いして

佐野 雅巳 (物理学専攻長/物理学専攻 教授)

こ のたびの梶田隆章先生のノーベル物理学賞受賞に際し、物理学専攻を代表して、心からお祝いを申し上げます。東京大学の物理学科または物理学専攻出身のノーベル物理学賞受賞者はこれで、江崎玲於奈氏、小柴昌俊氏、南部陽一郎氏に引き続き4人目となりました。中でも梶田先生は、現役の東大教授としては初めての受賞であり、かつ本学の実験施設による観測で成果をあげられたことは、東京大学の全ての構成員にとって大きな誇りであり、この

たびの受賞は、またとない嬉しい知らせとなりました。梶田先生は、世界で一つしか存在しない観測装置であるスーパーカミオカンデを用いて、大気ニュートリノの振動を始めて観測しました。大気から直接降り注ぐニュートリノと地球の裏側から到達するニュートリノの量が違うことに気がつき、綿密なデータの解析と集積によりこの発見を確実なものとし、ニュートリノに質量があることを明らかにしました。このことは、素粒子の標準理論を超える新しい物理へと

導く、まさに人類の知の先端を切り拓く成果であると思います。この成果により、今年の文化勲章も受章されました。梶田先生は現在、神岡の地下で新たに建設され立ち上げが進んでいるKAGRAの研究代表者として、重力波の初観測を目指しておられ、さらなる成果への期待も膨らみます。これらの輝かしい成果を手にも今後も、理学系研究科物理学専攻のメンバーとして、大学院生の教育に共にご尽力頂くことを期待しております。

神岡の人たち

相原 博昭 (副学長／物理学専攻 教授)

「神岡に2つ目！」2015年10月6日夕刻、宇宙線研究所梶田隆章所長にノーベル物理学賞の受賞が決まったというビッグニュースが飛び込んで来た。ニュートリノ振動現象の発見という素粒子物理学上の大発見にノーベル賞が授与されるのは、時間の問題とわかってはいたが、やはり感激する。梶田先生、そしてスーパーカミオカンデグループに改めておめでとうと言いたい。カミオカンデからスーパーカミオカンデに続く神岡グループの研究活動を横から眺めてきた同じ分野の研究者としては、小柴昌俊先生（2002年ノーベル物理学賞）が始めた大型水チェレンコフ検出器を使った地下実験の約40年にも及ぶ研究と研究者の歴史に畏敬の念すら覚える。

私が、神岡地下実験計画の存在を知ったのは、自らの博士号取得の前後に、当時素粒子物理国際センターに所属されていた、戸塚洋二先生にWaterball（水ボール）なる実験プロポーザルについて話を聞きにいった時だったと思う。小柴先生と戸塚先生は、カミオカンデをボールにしたような検出器を高エネルギー物理学研究所が建設中の（当時）世界最高エネルギー電子陽電子衝突型加速器トリスタンに持ち込んで、全エネルギー観測型の実験を提案していた。このプロポーザルは、あえなく却下されたが、小柴グループは、このようなタイプの実験

を始めようとしているのだと思った記憶がある。当時の小柴グループは、猛者の集まりである。須田英博先生、折戸周治先生、山田作衛先生、そして戸塚洋二先生という、いずれも泣く子もだまる怖い先生たちを、大親分の小柴先生が統率していた。特に、神岡で始めようとしている地下実験は、須田、戸塚という鬼軍曹が仕切っているという話を聞いて、当時は、とても恐ろしい所のように思っていた。しかし、この神岡実験が、その後、ニュートリノ研究を牽引するトップ科学者を輩出する場となった。梶田所長と中畑雅行現神岡宇宙素粒子施設長は、神岡実験で博士号を取得した第一世代の大学院生である。あの暗い山奥で、さぞかし大変な経験をされたのではないかと勝手に推測している。

神岡実験は、小柴先生と梶田先生だけでなく、数々のノーベル賞級の研究者を輩出している。スーパーカミオカンデのリーダーであり、国内外の多くの人に愛され尊敬された戸塚洋二先生、中畑先生とともに太陽ニュートリノの振動を発見した鈴木洋一郎元宇宙線研究所長、カミオカンデの跡地に新型検出器カムランドを建設し、原子炉から発生したニュートリノが振動することを世界で始めて明らかにした鈴木厚人前高エネルギー加速器研究機構長、加速器で生成したニュートリノをスーパーカミオカ

ンデに打ち込んで、ニュートリノ振動の存在を決定的にしたK2K実験とT2K実験を率いた西川公一郎元高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所所長と中村健蔵高エネルギー加速器研究機構名誉教授、そして、彼らの後に続き、現在最前線で活躍している多くの若手の研究者たちである。これらの神岡の人たちに共通しているのは、研究に妥協がないことである。実験装置の性能をとことん極め、データの徹底した解析を行う。この人たちは、そこにいっさいの妥協を認めず、鬼になりきることができる。ただし、この鬼は常に楽天的である。梶田先生のあの温和な笑顔の奥にも、やはり、その鬼が潜んでいると思う。

カミオカンデは、素粒子の大統一理論を証明するために、その予言である陽子崩壊発見を第一の目標として建設された。そのカミオカンデに超新星爆発からのニュートリノが届き、ニュートリノ天文学の幕が開いた。後継機スーパーカミオカンデは、ニュートリノ振動を発見し、素粒子物理学のパラダイムシフトをもたらした。しかし、陽子崩壊は依然として発見されていない。次世代機ハイパーカミオカンデの設計が進んでいる。神岡の人たちは、次に何を発見するのだろうか。神岡には、まだまだ沢山の鬼が住んでいる。



スーパーカミオカンデ建設時（1995年）の集合写真。最上段列右から4番目が梶田先生。写真提供：東京大学宇宙線研究所

素粒子物理学とニュートリノ

諸井 健夫 (物理学専攻教授)

スーパーカミオカンデ実験は世界で初めて、大気ニュートリノのフレーバー振動という、ニュートリノ質量の存在の可能性を強く示唆する現象を観測した。そしてその結果は1998年に梶田隆章先生により、岐阜県高山市で行われた国際会議において報告された。スーパーカミオカンデ実験の結果が報告されるまでニュートリノ質量が存在するかどうかは素粒子物理学の大問題であり、梶田先生の報告は大きなインパクトをもって受け止められることとなった。(個人的体験で恐縮だが、私もその国際会議に出席していた。梶田先生の講演に対してスタンディングオベーションが起こるのを目撃したことは、今でも忘れられない思い出である。)

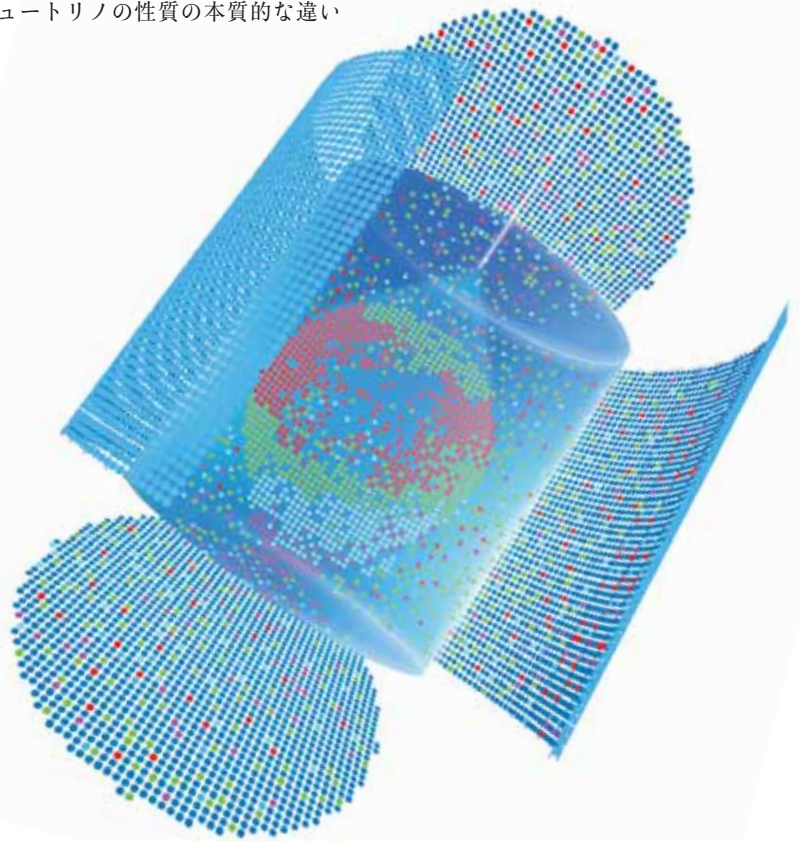
ニュートリノには電子型、ミュー型、タウ型という3種類(フレーバーと呼ばれる)が存在する。そして、ニュートリノの質量がゼロの場合、それぞれのニュートリノのフレーバーは変化しない(例えば電子型のニュートリノは時間が経っても電子型のままである)。一方、ニュートリノに質量がある場合、フレーバーの変化(いわゆるニュートリノ振動)が起こることは、1962年、牧二郎・中川昌美・坂田昌一により指摘されていた。

ニュートリノ振動は、量子力学的効果として理解される。ニュートリノが質量を持つ場合、それぞれの型のニュートリノは複数の質量固有状態の重ね合わせとなる。簡単のためミュー型、タウ型2種類のニュートリノのフレーバー振動が重要となる場合を考えると、エネルギーEを持つミュー型ニュートリノが距離Lを伝播した後タウ型になってしまう確率は、 $P(\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau) = \sin^2 2\theta \sin^2(\Delta m^2 L / 4E)$ となる。ここで Δm^2 はミュー型とタウ型ニュートリノを構成するふたつの質量固有状態の質量の2乗の差である。この式から、質量がゼロだと、ニュートリノ振動は起こらないことがわかる。

スーパーカミオカンデ実験によるニュートリノ振動の発見は、素粒子物理学分野における極めて重要な出来事であった。素粒子間の相互作用を記述する理論である「標準模型」では、ニュートリノ質量はゼロとなり、ニュートリノ振動は起こり得ない。ニュートリノ振動発見以前は、標準模型の予言に明らかに反する素粒子現象は知られておらず、標準模型は大きな成功を収めていた。それに対し、スーパーカミオカンデ実験は、標準模型では説明できない素粒子現象が存在することを明らかにしたのである。

ニュートリノ質量の存在が明らかとなった今でも、ニュートリノに関する謎は数多く残されている。なかでも、ニュートリノと反ニュートリノの性質の本質的な違い

(いわゆるニュートリノのCPの破れ)やニュートリノ質量の詳細な性質については、今後様々な実験により明らかとなることが期待されている。また、ニュートリノの質量が素粒子標準模型のどのような修正に起因しているかについても、理解が進むであろう。さらに宇宙の進化に目を向けると、ニュートリノ質量の存在が我々の宇宙において物質量が反物質量よりも圧倒的に多い理由と関連している可能性も指摘されている。高山での梶田先生の講演からかなりの年月が経ったが、ニュートリノの研究は、今でも素粒子物理学の最先端であり続けている。



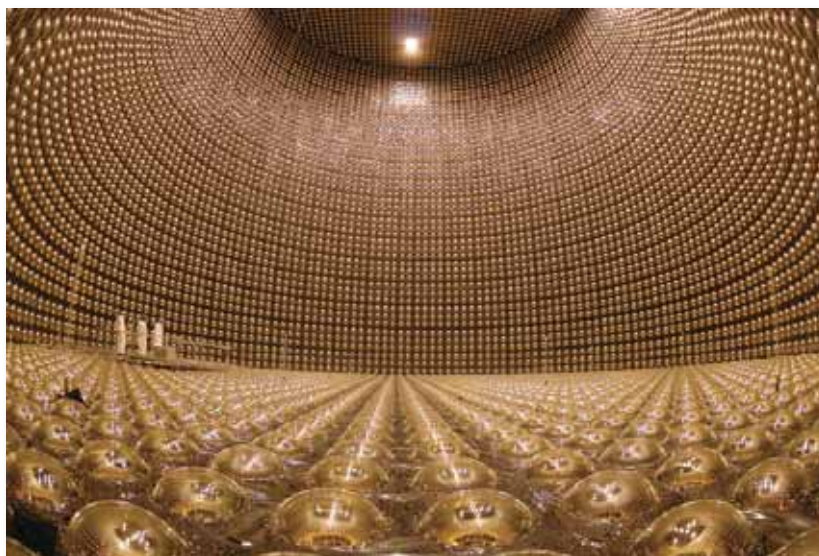
スーパーカミオカンデ展開図 (イラスト: マブチデザインオフィス)

スーパーカミオカンデ検出器とニュートリノ研究の発展

横山 将志 (物理学専攻 准教授)

ニュートリノ振動の発見に使われたスーパーカミオカンデは、岐阜県飛騨市の神岡鉱山の地下1,000mにある、直径39.3m、高さ41.4mの円筒形のタンクに5万トンの純水をたたえた装置である。壁一面に光電子増倍管の並ぶ、美しい検出器内部の写真(右図)を見たことのある方も多いのではないかと思う。実際に内部に入ると、あまりの大きさに距離の感覚を失って頭がくらくらする。(もっとも、常時観測を継続しているため、いまは内部を見られる機会はない。)ニュートリノは電荷を持たず粒子検出器で直接観測できないため、物質と反応させ、生成された粒子を観測することで、間接的に性質を調べることになる。地球すらも簡単に通り抜けてしまうほど反応率が非常に低いニュートリノの観測には、巨大な測定装置が必要となる。

スーパーカミオカンデでは、荷電粒子が水中で高速で運動するときにリング状に放出される「チェレンコフ光」と呼ばれる微弱な光を、壁一面に取り付けた高性能の光センサー、光電子増倍管で測定する。観測された光の強度や時間分布から、チェレンコフ光を放った粒子の発生源、方向、エネルギー、種類などの情報を得ることができる。梶田隆章先生らは、宇宙線が大気と衝突してできる大気ニュートリノの観測を行い、検出器内部でニュートリノが反応した事象の角度分布を調べた結果、地球の裏側からやってくるミュー型のニュートリノの数が減っていることを明確に示し、ニュートリノ振動の動かぬ証拠を世界で初めてとらえた。スーパーカミオカンデでは、ほかにも太陽からのニュートリノや超新星など天体からのニュートリノの観測なども行っている。また、小柴昌俊先生が超新星ニュートリノを観測した初代カミオカンデの当初の目的であった、素粒子の大統一理論で予言される「陽子崩壊」の探索も引き継いで



スーパーカミオカンデ検出器内部(注水前) 写真提供: 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

おり、陽子の寿命が 10^{34} 年以上であるという結果を得ている。ちなみに、検出器内部での反応で陽子崩壊の事象とよく似た粒子を生成することがある邪魔者として調べ始めたのが、今回のノーベル賞につながる大気ニュートリノ研究の始まりだった。

ニュートリノ振動は素粒子物理の標準模型を超えた現象であり、梶田先生らの成果をきっかけとして世界中で様々な研究が行われている。なかでも、日本のニュートリノ実験は世界をリードする成果をあげ続けている。たとえば現在行われている、茨城県東海村のJ-PARC加速器施設からのニュートリノビームを295km離れたスーパーカミオカンデで観測するT2K(東海-to-神岡)実験では(理学部ニュース2015年5月号参照)、ミューオン型から電子型への変化という、それまで見つかっていなかったタイプのニュートリノ振動の確認に成功した。今後は、反ニュートリノのビームを用いてニュートリノと反ニュートリノの性質の違い(CP対称性の破れ)の測定を行う計画である。

また、これまでの成果をさらに発展させるべく、東京大学などを中心にスーパーカミオカンデの後継として100万トン級の巨大検出器を新たに建設するハイパーカミオカンデ計画が提案されている。ハイパーカミオカンデでは、ニュートリノでのCP対称性の破れを詳細に研究し、宇宙から反物質が消えてしまった謎の解明に近づくことができる。さらに、現在より10倍以上の感度で陽子の崩壊を探索し、発見の可能性もあると期待されている。

梶田先生らによるニュートリノ振動の発見という成果は、新たな謎とその解明の研究へとつながっていた。その先に潜む新たな物理法則の姿を明らかにすべく、いまま研究は続いている。

CASE 1

アミノ酸の世界で
高圧の世界で
手が結び

我々が棲む常圧(10^5 Pa)の世界とは対照的に、高圧の世界($> 10^9$ Pa = 1 GPa)では物質の構造や性質が大きく変化する。たとえば、常温で液体である水は室温で1 GPaの圧力をかけると凍結する。ただし、室温高圧で得られる氷は、冷蔵庫でできる氷と違って、液体の水よりも密度が高いため水に沈む。さて、我々の体を作るタンパク質の構成単位であるアミノ酸を含む水溶液に圧力をかけると、何が起こるだろう？もしかすると、私たちの研究結果が生命の起源に新たな光をあてることになるかもしれない。



高圧実験に用いた大型プレス
(東大物性研物質設計評価施設にて)

物質に圧力をかけると原子間距離が縮まり、別の構造をもつ物質に変化する。高圧下で液体の水が氷(厳密に言えば氷の高圧相)に、グラファイトがダイヤモンドに変化するのは可逆的な物理変化である。一方、有機化合物(有機分子)に圧力をかけると、分子間の距離が縮まって分子どうしが手を結び、新たに結合が形成されることが知られている。これは圧力によって誘起される不可逆的な化学反応である。ベンゼン(C_6H_6)に室温で15 GPa以上の圧力をかけると、ベンゼン分子どうしが結合し、ピフェニル($C_{12}H_{10}$)、ナフタレン($C_{10}H_8$)、ターフェニル($C_{18}H_{14}$)などのより大きな分子が生成することを、我々の研究室は最近報告した。それではアミノ酸に圧力をかけてみよう、というのが今回の研究である。

アミノ酸はカルボキシル基($-COOH$)とアミノ基($-NH_2$)を官能基としてもつ有機化合物で、我々の体を作るタンパク質の構成ユニットである。アミノ酸のカルボキシル基とアミノ基が脱水縮合すると、ペプチド結合($-CO-NH-$)が形成されて、より大きな分子ができる。今回はアミノ酸の一種であるアラニン($CH_3CH(COOH)NH_2$)を研究対象に選んだ。アラニンの粉末をアラニンの飽和水溶液とともに大型プレスを用いた高圧発生装置に入れ、室温下で7 GPaから11 GPaまでの圧力領域まで加圧した後に、大気圧まで減圧して回収した試料を分析したところ、アラニンの二量体、三量体の生成が確認された。そして、11 GPaで加圧した

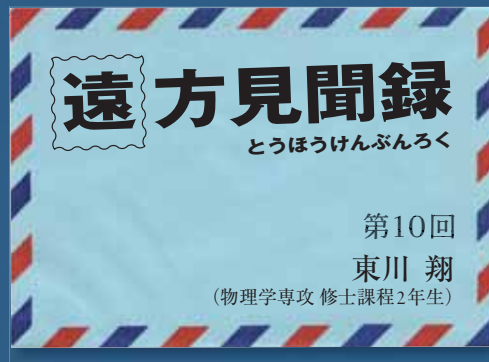
試料から最も多くの縮合体が検出された。だからどうした?と思われるかもしれない。アミノ酸の縮合反応は脱水反応であるので、水が共存する条件では反応が進みにくいと考えられてきたが、今回の実験で見いだされたペプチド化反応は大量の水が共存する条件で進んだ。また、冒頭で述べたとおり、今回の実験条件では水は液体として存在せず、氷の高圧相(氷Ⅶ相)として固化していたはずである。詳細な反応機構の解明はこれからの課題であるが、固体である氷の中でアミノ酸が脱水縮合したことになる。高圧下で安定な氷Ⅶ相は氷衛星や氷惑星などの氷天体の内部に存在すると考えられており、本研究の結果は地球から遠く離れた氷天体においても、生体関連物質であるアミノ酸のペプチドが生成しうることを暗示している。

生命の起源と進化は科学者の永遠の研究課題であるが、我々の実験結果は高圧力下で進む化学反応から一石を投じることになった。

本研究は Fujimoto *et al.* *Chemical Communications* 51, 13358 (2015) に掲載された。

(2015年8月11日プレスリリース)

学生・ポストクの
研究旅行記



Profile

2009年	第39回国際物理オリンピック メキシコ大会に出場
2014年	東京大学理学部物理学科 卒業
現在	東京大学理学系研究科物理学専攻 修士課程2年生

インドの地で感じた物理オリンピックの裏側

遠方見聞録というと学生が海外の大学で研究をした経験を語る箇所であるが、今回は一味違う。今回の遠方見聞録は、私が2015年7月に第46回国際物理オリンピックインド大会に引率役員として参加した時の記録である。普段大学院で研究をしている自分にとって、科学教育に携わる人々との交流は新鮮な体験だった。

国際物理オリンピックは、高校生向けの国際的な物理コンテストである。各国から選ばれた最大5名の選手が、理論5時間、実験5時間の試験問題を解いて点数を競う。2015年は82ヶ国から382人の選手が参加した。日本は2006年から参加しており、今回が10回目である。私は2009年の国際物理オリンピックに選手として参加したが、今回は日本代表の引率役員としてインド大会に参加することになった。



エクスカーションで行った石窟寺院群 Kanheri Caves。
中央の赤い服の方が筆者。

国際物理オリンピックは約10日間の日程から成る。試験が行われるのはそのうちたったの2日間であり、選手は残りの時間、他国の選手との交流や現地の物理関係施設の見学、最先端の研究者の講演を楽しむ。これは国際物理オリンピックは参加者間の競争を主たる目的とするものではなく、コンテストを通して高校生に物理の面白さと魅力を知ってほしいという意図があるからである。スポーツのオリンピックではメダルは上位3人にしか与えられないが、国際物理オリンピックでは上位8%が金メダルを、銅メダルまで含めると約半分の選手が何色かのメダルを手にする。今年も日本代表5人全員がメダルを獲得した。何ともおいしい話である。

勿論日本代表の選手と言えど、英語ができるわけではない。引率役員団の役目は現地での選手のサポート、及び問題の翻訳と採点、点数交渉である。問題の漏洩を防ぐため、選手と引率役員は別の宿泊施設に泊まる。宿泊施設のレベルは年によって違うが、今回は5つ星ホテルであり、非常に快適だった。

会議や翻訳作業の合間にはティーブレークとビュッフェ形式の食事があり、現地のスタッフや各国の引率役員との交流を楽しむ。会話の内容は自国の物理教育から、科学番組の監修、理科離れの問題まで様々である。今回引率役員として物理オリンピックに参加し有意義だったことは、普段話す機会のない物理教育の人々と交流できたことである。高校生の研究体験活動を自分の研究室で受け入れている大学教員や、高校の



IPhO2015 開会式。式典の間にはダンスが披露された。

教科書と物理オリンピックの教材両方の開発に取り組んでいる官僚、自国の教育のレベルを引き上げようと科学オリンピック活動に従事する私立学校教員や、物理オリンピックへの参加をきっかけとして教員を目指している大学院生など、一口に物理教育と言ってもさまざまな人がいた。恥ずかしながらこれまで自分には教育者=学校の先生程度の一面的な認識しかなかった。なので、今回の旅を通して物理教育という広い世界の一端を垣間見、様々な目的と立場から教育に携わる人々と交流したことは、普段の大学院生活ではできない新鮮な体験だった。同時に国際物理オリンピックは選手だけのものではなく、引率役員にとっても様々な国と立場から物理教育に関わる人と交流し、議論する非常に良い機会であるのだと感じた。

最後にこのような貴重な機会を与えてくださった物理オリンピック日本委員会に感謝したい。

フィールドワークで
植物の多様性を解明する

邑田仁

(植物園長／生物科学専攻 教授)

植物多様性の研究は、地球上にどのような植物があるかということ認識し、記録する、植物分類学の研究からはじまる。その分類学的な研究では、フィールドワークによって研究材料を発見し収集することが重要である。

しかし、現地に行ったからといって必要な資料が簡単に入手できるわけではない。たとえば熱帯の奥地に生育する高さ数十メートルの樹木であれば、現場に到達できたとしても、とうてい手が届かない高所にあるその葉を入手することだけでも大変である。まして花や実を採集するとすれば、その機会に出会うことも難しいし、実の時期には花がないということは普通である。もし雌雄別株の樹木ならば、雄株と雌株を両方見つけなければならない。それらしいものを見つけたとしても、雄株と雌株がたしかに同じ種であるという確認も必要になる。もし草本であれば、冬や乾期には地上部がないことが多いし、雨期には交通事情などがきわめて悪くて現地に到達できないなどの問題もある。

それでも我々分類学者は頻繁にフィールドワークを行い、生きた植物を観察してその特徴を調べ、研究価値の高そうな順に、特徴を保存し記録するための標本を採集する。最近では系統解析用のDNA抽出用資料もあわせて採取するようになった。状態のよい資料を見つけたときは、自分の研究のためだけでなく、将来他の研究者が必要とするであろう標本・資料を採集し、他の研究機関と交換することも行われている。特に興味深いものは現地から生株や種子を持ち帰り、栽培して調べることもある。附属植物園は植物標本とこれを活用するための文献、植物の栽培施設という3拍子そろった植物分類学の研究施設である。

東京大学の植物分類学関連のフィールドワークは1879年(明治12年)の小笠原諸島の調査が初期の姿であり、その後研究者が入れ替わっても、台湾、インドシナ、朝鮮、ヒマラヤ、中国など、各地域を対象として行われ、その成果と収集された植物標本はアジア地域の植物多様性研究に不可欠のものとなっている。私は共同研究者とともに、日本の植物の進化を視野に入れ、その近縁群が多



中国雲南省南部の山々。広大な石灰岩地が広がっており、赤い土壌が特徴的である。このような地域では、特殊な種分化が進み「好石灰岩植物」が形成されているのではないかと興味から、フィールドワークを長く続けることになった。

く分布する中国西南部と、標本資料がきわめて乏しいミャンマーでのフィールドワークに力を入れて来た。その結果にもとづき、学位論文以来ずっと取り組んでいるテンナンショウ属(サトイモ科)をはじめとするいくつかのグループの多様性と系統進化について明らかにするとともに、地域的な植物相の解明にも貢献してきた。採集し、蓄積して来た標本資料はこれからも自分たちの研究に役立つであろうし、他の研究者にも役立つと確信している。

フィールドワークには常に危険が伴うという一面がある。他人がなかなか行けないような場所での調査においてはなおさらである。食中毒や伝染病などの病気、毒蛇・ハチなどの危険な動物、天候の急変、落石や崩落など数え上げればきりが無い。しかしそれらをなんとか切り抜けて成果を上げるとはいつそう大きな喜びとなる。共同研究者と良い関係を保つことはもちろん、ガイドやポーターとして働く現地の人々の生活習慣を尊敬をもって理解し、仲良く過ごすことが、安全で効率のよい調査に必須である。これまですばらしい協力者に恵まれてきたことに感謝したい。

機能性磁石開発の素(もと)

中林 耕二
(化学専攻 助教)

磁石は身近な材料でありながら、その用途は電化製品から工業用途、医療用途まで広範囲におよぶ。これまでに多種多様な磁石が合成されているが、磁石としての性質を持ちながら、他の機能を有する機能性磁石はあまりご存じではないかもしれない。

大越研究室では、新規構造を有する金属錯体や金属酸化物を化学的に合成し、光、電気、湿度など外部刺激に応答する機能性磁石の開発を行っている。物質開発の基本的な流れは、物質設計・合成、組成分析、構造決定、磁気測定を含む各種物性測定となる。一般的な金属錯体を合成する場合は、望みの錯体を合成するのに必要な金属イオン、配位子を選択し、それらを溶媒中で混合することによって金属錯体の粉末または結晶として得る。

一方、金属酸化物は、各種金属塩等を無水ケイ酸等でくるみ、それを電気炉で焼成することによって合成するという違いがある。一見簡単に見えるが、新規化合物を定量的に純度高く合成するには、効率的にスクリーニングを行い、反応時間、温度、濃度、精製法など多岐にわたる合成条件を最適化することが必要となる。研究室では、このような合成過程を繰り返しながら、日々、新規化合物の探索がおこなわれている。

さて、得られた化合物は様々な装置を用いて分析され、その構造、物性などが明らかにされるが、磁気物性を評価するには磁化測定装置を用いる。写真にあるのは、磁化測定装置の一例である。この装置には、SQUID (Superconducting Quantum Interference Device : 超伝導量子干渉素子) が搭載されており、測定試料によるわずかな磁場の変化を電圧変化として検出することによって、高感度な磁化測定が可能となっている。磁化測定においては、試料の磁化だけでなく、試料を入れる容器等の磁化も合わさって検出される。そのため、試料量が少ない場合や、試料の磁化が小さい場合は、試料容器等の磁化の占める割合が大きくなるため、慎重にそれらの寄与を考慮する必要がある。まずは基本に忠実に、各測定点において生データ (SQUID によって検出された電圧変化) をよく眺め、測定中心のずれやバックグラウンドの寄与などの様々な因子を検証することが重要である。また、強磁性体の混入は、少量であっても大きな磁化を与えるので特に注意が必要である。試料調製の際に、磁性源を含む金属製の器具を使用していたために強磁性体が混入し、誤ったデータを与えることも少なくない。

このように、試料由来の磁化を正しく評価するのは思いのほか難しい。正確な磁気物性評価は機能性磁石の開発に必要不可欠であり、大越研究室で報告しているキラル構造を持った光に応答する磁石や、電磁波を吸収する磁石などの機能性磁石に関する研究も、上述のような磁気物性評価をもとに成されたものである。

SQUID 磁化測定装置



TOPICS

祝 2015年度秋季学位記授与式・卒業式

広報誌編集委員会

2 015年度の学位記授与式・卒業式が2015年9月25日(金)に安田講堂で実施された。理学系研究科・理学部からは福田裕穂研究科長・学部長と、理学系研究科総代として塚本翔大さん(化学専攻修士)。

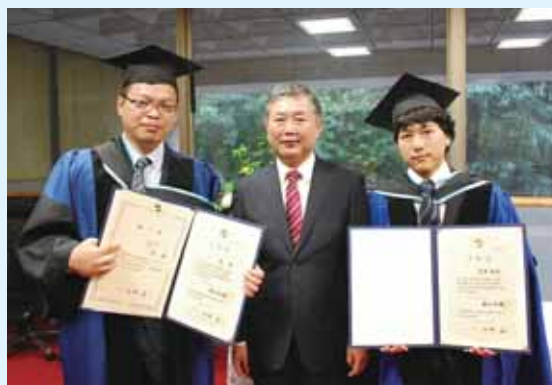
WEI Jie(ウェイジェイ)さん(化学専攻博士)が壇上に立った。

また、理学部1号館205会議室にて博士課程および修士課程の学位記授与式が行われた。

卒業・修了されたみなさんに心からお祝いを申し上げます。みなさんが今後、世界の学術研究の進展に一層貢献することを期待いたします。



安田講堂での式典の様子(写真:尾関裕士)



福田研究科長(中央)と総代のWEI Jieさん(左)と塚本翔大さん(右)

東大理学部ホームカミングデイ2015

横山 広美 (広報室副室長/科学コミュニケーション准教授)

2 015年10月17日(土)、理学部では東京大学ホームカミングデイに本学卒業生および小学生・保護者の方を対象としたイベント「理学のワンダーランド」を開催した。115名の方にご参加をいただいた。

福田研究科長の挨拶の後、生物科学専攻の上島励准教授による講演「カタツムリとナメクジから進化を考える」が行われた。参加者の小学生たちは「日本のカタツムリは何種類くらいいると思う?」という質問に元気よく「45種類くらい! (実際は800種)」と答えたり、「カタツムリは何の仲間か知っている人?」という質問に「巻貝」と正解したり、熱心に聞いて質疑も大変盛況だった。お話の中で、ナメクジはカタツムリの進化形で、殻の中にあつた内臓の位

置を変えながら、まるで自動車が飛行機になるようにフルモデルチェンジをして進化したんだ、という内容は多くの参加者が驚いていたようだった。

講演のあとは、クイズ大会が行われた。化学専攻の竹澤悠典助教はテンポ良く、化学にまつわる楽しいクイズを出してくださいました。クイズは3択で、全員が席から立ち、ゲー・チョキ・パーのいずれかを答え間違ったら座る、勝ち抜きで行った。時折、研究室クイズ、という化学の知識だけではなかなか答えることができないクイズも混ざって大いに盛り上がった。3回のクイズでそれぞれ15名ほどが最後まで勝ち残り、理学部特製ノートや理学部紹介冊子を手に入れて喜んでいただいた。今年も大変盛況のうち終了した。



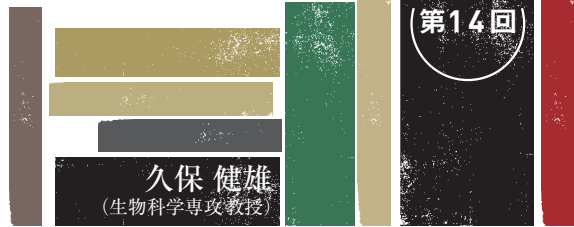
理学部ホームカミングデイ2015ポスター

理学の本棚

新・生命科学シリーズ 「動物行動の分子生物学」

臨海実験所長の赤坂甲治先生から2011年に「動物行動の分子生物学」に関する本を書いて貰えないか、との打診をいただいた。お引き受けして直ぐ、浅学な私一人では執筆は不可能と気付き、赤坂先生にお願いして、研究室卒業生である竹内秀明君(岡山大准教授)、上川内あづきさん(名古屋大教授)、奥山輝大君(MIT 利根川進教授のラボの研究員)と共著で書かせていただくことにした。

私はミツバチの社会性行動の分子・神経基盤を研究テーマの一つとしているが、竹内君と上川内さんはその最初期の大学院生であった。上川内さんは卒業後、分子細胞生物学研究所の伊藤啓先生らと2009年にNatureにショウジョウバエの聴覚に関する論文を書いた。奥山君は、竹内君が当研究室で始めた、メダカの社会性行動の分子遺伝学に携わった最初の大学院生で、2014年にScienceに「メダカの雌は見知った雄と積極的に交配する」という論文を書いた。奥山君には近年勃興したオプトジェネティクスに関する章を執筆してもらった。線虫・ショウジョウバエ・メダカ・マウスは遺伝学が利用できる「モデル生物」だが、ミツバ



チはまだ遺伝学が利用できない「非モデル生物」である。そのため本書のタイトルは「分子生物学」となり、「分子遺伝学」にはならなかった。次にこうした本を上梓する機会があれば、そのタイトルは「ミツバチの社会性行動の分子遺伝学」でなくてはならないと思っている。



久保健雄・奥山輝大・上川内あづき・竹内秀明共著
新・生命科学シリーズ「動物行動の分子生物学」
裳華房(2014年出版)
ISBN 978-4-7853-5858-7

温故知新 第11回

石田 貴文
(生物科学専攻 教授)

いつの時代も 周知は難しい

先日、転居後の片付けの最中、1枚の紙片を学生時代に読んでいた本の間に見つけた(図)。1981年(昭和56年)度大学院関係行事予定表、大学院学年限、諸手続に関する注意、理学系研究科委員会開催予定表と委員名簿が、表と裏に印刷されていた。三つ折りにすると、どんな手帳にも挟める大きさになる。締め切りはいつか、相談は誰にするかといった、情報満載の虎の巻が携帯できる形で全生に配布されていたことに驚きを感じた。だが、奨学金や授業料免除の書類を出しに行くと、往々にして締め切り後であった。それは院生(私)の不注意で、虎の巻が長年本の葉と化して



34年間本の葉となっていた大学院生向けの葉

いたためである。今は、教職員・学生への事務連絡にもメール配信が活用され、迅速かつ確実に情報が伝達されている、はずである。それなのに、締め切りを過ぎてから出される〇〇届の数は減らない。

時は流れ媒体は変貌しても、周知徹底は難しい。皆様、スパム設定は慎重に。

駒場1年生の皆さんへ「理学部ガイダンス」開催のお知らせ

教務委員会・広報委員会

駒 場キャンパス 講堂 900番教室で教養学部1年生向けの理学部ガイダンス・懇談会を行います。理学部生や大学院生のほか、輝く若手研究者まで、皆さんの先輩が理学を選んだ理由をお伝えします。1年生の皆さまのご参加をお待ちしております。



2015 理学部ガイダンス@駒場ポスター

【日時】 2015年12月4日（金）18：45～21：00
【場所】 東京大学駒場キャンパス 講堂 900番教室
【対象】 教養学部1年生

※詳しくは理学部HPをご覧ください。 <http://www.su-tokyo.ac.jp/ja/event/10547/>

第8回理学部・理学系研究科主催女子学生懇談会

男女共同参画委員会

理 学系女子懇談会は、毎回女子学生・教員を始めとした多くの皆様にご参加いただき、今回で第8回を迎えます。2015年5月に開催された第7回には、留学生や卒業生の方も参加され、盛況な会となりました。今回は本学の天文学科・天文学専攻のご出身であるICUの石丸友里准教授をお招きして講演をしていただきます。本懇談会が、様々な研究の分野・環境を越えて、女性ならではの視点や体験などを共有する貴重な機会となれば幸いです。皆様のご参加をお待ちしております。

※詳しくは理学部男女共同参画委員会HPをご覧ください。 <http://www.su-tokyo.ac.jp/ja/female-students/>

【日時】 2015年12月18日（金）17：30～20：30
【場所】 東京大学本郷キャンパス 理学部4号館1320号室
【参加】 事前申し込み不要
【対象】 理学部・理学系研究科の女子学生・女性研究者
お問い合わせは、理学系研究科総務 (shomu@adm.su-tokyo.ac.jp) まで



第8回女子学生懇談会ポスター

高校生のための冬休み講座2015開催のお知らせ

広報委員会

東 京大学理学部では世界をリードするトップサイエンティストによる高校生のための特別授業を公開します。受講された方全員に東京大学理学部シャープペンを差し上げます。ぜひ、ご参加ください。

※詳しくは理学部HPをご覧ください。

【日時】 2015年12月24日（木）・25日（金）各日13：00～16：00
【場所】 東京大学本郷キャンパス 理学部1号館2階小柴ホール
【参加】 事前申込制・先着順：定員150名（参加費無料）
申し込みはウェブで「高校生のための冬休み講座2015」で検索
または、 <http://www.su-tokyo.ac.jp/ja/event/9972/>
【対象】 高校生向け ※中学生の方もご参加いただけます。



高校生のための冬休み講座 2015ポスター

博士学位取得者一覧

(※) は原題が英語 (和訳した題名を掲載)

種別	専攻	取得者名	論文題名
2015年9月14日付 (3名)			
課程	物理	高橋 智則	J-PARC における1.92 GeV/c π 中間子ビームを用いた $\pi p \rightarrow KX$ 反応によるペンタクォーク Θ^+ 探索 (※)
課程	物理	KAHL David Miles	$^{30}\text{S} + \alpha$ 共鳴弾性散乱による $^{30}\text{S} (\alpha, p)$ 熱核反応率の考察 (※)
課程	物理	加藤 陽	セグメント化有機シンチレータを用いた山頂における雷雲放射線バーストの観測研究 (※)
2015年9月25日付 (5名)			
課程	物理	田島 昌征	超格子超グラフェンにおけるディラックコーン生成 (※)
課程	物理	村瀬 功一	相対論的流体揺らぎと高エネルギー原子核衝突反応への影響 (※)
課程	物理	RICHARD Euan Neil	スーパーカミオカンデ実験における大気ニュートリノフラックスのエネルギー、方位角と時間依存性の研究 (※)
課程	物理	STOLL Martin	ハドロンコライダーにおけるトップクォークの同定と再構成のための新しい手法 (※)
課程	化学	WEI Jie	ペロブスカイト型 Li イオン伝導体エピタキシャル薄膜の研究: 歪制御イオン伝導とヘテロ構造 (※)
2015年10月19日付 (1名)			
課程	生化	宮本 昌弥	大腸癌の腫瘍形成能に関わるノンコーディングRNAの探索及び機能解析

人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2015.9.16	物理	助教	太田 奈緒香	採用	
2015.9.16	広報室	特任専門職員	菅原 栄子	採用	
2015.9.30	生科	准教授	野口 航	退職	
2015.9.30	化学	助教	福沢 世傑	退職	
2015.9.30	生科	助教	西住 裕文	退職	
2015.10.1	生科	教授	角谷 徹仁	採用	国立遺伝学研究所・教授から
2015.10.1	地惑	助教	吉岡 和夫	採用	
2015.10.1	化学	助教	CHENG ZHENZHOU	採用	
2015.10.1	生科	助教	藤 泰子	採用	
2015.10.1	化学	特任助教	ZHU LEI	採用	特任研究員から
2015.10.1	情報	特任専門職員	田中 恵美	採用	
2015.10.16	地惑	教授	関 華奈子	採用	名古屋大学太陽地球環境研究所・准教授から
2015.11.1	物理	助教	赤城 裕	採用	



理学部2号館の螺旋階段