



東京大学

理学系研究科・理学部ニュース

2012年9月号 44巻3号

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



南極昭和基地で対流圏と成層圏の本格観測を開始した PANSY レーダーのアンテナ群
～研究ニュース「南極最大の大型大気レーダーが本格観測開始」より～

本号の記事から

トピックス

世界に羽ばたく理学博士

研究ニュース

理学のキーワード

保護者と教員をつなぐ架け橋：父母アンケート結果 ほか

南洋理工大学での研究と教育,そして大学運営

未知との遭遇

ヒッグス粒子(と思われる)新粒子発見 ほか

「特異点」「クラウドソーシング」「相関エレクトロニクス」

「火山ガス」「人工DNA」「Tajima's D」

トピックス

オープンキャンパス 2012：参加者数の最高記録を更新	三河内 岳 (地球惑星科学専攻 准教授) ……………	3
高校生のための夏休み講座 2012	横山 広美 (科学コミュニケーション 准教授) ……………	4
理学部女子学生の第 1 回懇談会が開催される	佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授) ……………	5
「グリーン化学」に取り組む社会連携講座	小林 修 (化学専攻 教授) ……………	5
理学系研究科・理学部キャリア支援室の開設	佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授) ……………	6
理学部イメージコンテスト 2012 優秀作品	三河内 岳 (地球惑星科学専攻 准教授) ……………	6
保護者と教員をつなぐ架け橋：父母アンケート結果	久保 健雄 (生物科学専攻 教授) ……………	7

世界に羽ばたく理学博士 第 5 回

南洋理工大学での研究と教育、そして大学運営 未知との遭遇	千葉 俊介 (南洋理工大学理学院化学生物化学科 准教授) ……………	8
	山崎 雅人 (プリンストン大学 博士研究員) ……………	9

理学エッセイ 第 3 回

ナウマンと三四郎池	木村 学 (地球惑星科学専攻 教授) ……………	10
-----------	--------------------------	----

研究ニュース

メダカの脳の神経回路を丸ごと解析	岡 良隆 (生物科学専攻 教授) ……………	11
南極最大の大型大気レーダーが本格観測開始	佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授)	
	堤 雅基 (国立極地研究所 准教授)	
	佐藤 亨 (京都大学情報学研究所 教授) ……………	12
超新星爆発の瞬間の検出へ向けて	諸隈 智貴 (天文学専攻 助教) ……………	13
ヒッグス粒子 (と思われる) 新粒子発見	浅井 祥仁 (物理学専攻 准教授) ……………	14

連載：理学のキーワード 第 38 回

「特異点」	石井志保子 (数理学系研究科 教授) ……………	15
「クラウドソーシング」	坂本 大介 (情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 助教) ……………	15
「関連エレクトロニクス」	高木 英典 (物理学専攻 教授) ……………	16
「火山ガス」	森 俊哉 (地殻化学実験施設 准教授) ……………	16
「人工 DNA」	竹澤 悠典 (化学専攻 助教) ……………	17
「Tajima's D」	田嶋 文生 (生物科学専攻 教授) ……………	17

お知らせ

飯田修一先生のご逝去を悼む	藤森 淳 (物理学専攻 教授) ……………	18
東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	……………	18
人事異動報告	……………	18
東京大学ホームカミングデイ 今年 10 月 20 日に開催予定	……………	
	広報委員会 ……………	19
第 22 回東京大学理学部公開講演会のお知らせ	広報委員会 ……………	19

■表紙 南極昭和基地で対流圏と成層圏の本格観測を開始した PANSY レーダーのアンテナ群。輻射器 (ループ状の素子) の真下まで雪がついても大丈夫のように設計されている。南極は基本的にモノクロの世界である。したがって、朝焼けや夕焼けはことのほか美しく、晴れて青空が広がる日は幸せな気分になれる。国立極地研究所提供。

オープンキャンパス 2012：参加者数の最高記録を更新

理学部オープンキャンパス実行委員長 三河内 岳（地球惑星科学専攻 准教授）

「ようこそ、理学のワンダーランドへ！」このキャッチコピーのもとで実施された今年の理学部オープンキャンパスだが、高校生たちの熱気の中で過ぎた熱い1日であった（図1）。

昨年は東日本大震災の影響で12月に開催されたが、今年は例年通り盛夏の8月7日に実施され、理学部にはこれまでの最高記録を更新する4100人超の参加者が訪れた。全学の登録者数が約7200人だったので、この数字がいかに傑出しているかわかりいただけるだろう。オープンキャンパスに参加し、アンケートを書いた人たちに冊子「リガクル」をプレゼントすることにしていたが、用意していた200部はあっという間になくなってしまった。

例年通り、オープンキャンパスの中身は充実したものであった。各学科・専攻の工夫を凝らした展示やラボツアーには多くの高校生のきらめきをもった眼差しが注がれた（図2）。普段入ることのできない理学部の建物をあちこち移動できたのも高校生らには刺激的な経験だったようである。小柴ホールでは、生物化学専攻とコンピュータ科学専攻の学生らによる研究紹介が行われた。2つの全く異なった話題は、学問分野の広い理学部ならではの、講演者とファシリテータの掛け合いで分かりやすく話は展開し、高校生らに大いに好評であった（図3）。その後は、恒例企画「学科・学部はどうやって選ぶ？理学部にしかできないこと」というテーマで2名の教員がそれぞれの経験と研究に

ついて講演したが、理学部の魅力が高校生らへ十二分に伝わる内容であった。これら以外にも各学科・専攻主催の講演が14件あり、いずれも教室は満席となった（図4）。また、「リガクル♡ミラクル」として、女子中高生を対象とした相談コーナーでは熱心な質疑応答が交わされ、一日中賑わいを見せていた（図5）。

そもそもオープンキャンパスとは、私たちの研究を対外的にオープンにするイベントである。しかし、高校生らと会話をすると、彼らの素朴な質問によって私たちが研究している本質的な理由にあらためて気づかされることがある。私たちの目も逆にオープンさせられたことを感じる1日であった。

このように今年の理学部オープンキャンパスも熱気に満ちたものであったが、大きな事故もなく無事に終了して幸いであった。これはひとえに、事前準備から当日の運営に携わってくださった多くの方々のおかげである。とくに、献身的な努力をしてくださった広報室の横山広美准教授、武田加奈子さん、小野寺正明さん、釣谷厚子さんにこの場を借りて深く感謝申し上げたい。また、大西淳彦事務部長を中心とした理学部事務と情報システムチームのサポート、各学科・専攻の実行委員の先生方と学生らの多大なご協力にも感謝の次第である。ただ、このままの勢いで参加者数が増加していくと、現状のシステムではさばき切れない人数に達する感があり、うれしい悲鳴であるが、今後は実施方式について再考していく必要があるかもしれない。



図1：案内図を見ながら、どこを回ろうかと考える高校生たち



図2：物理学科の展示の様子



■ 図3：小柴ホールに入れない人たちはホワイエでモニターを見つめた



■ 図4：生物学科での講演会の様子



■ 図5：「リガクル♡ミラクル」女子中高生のための相談コーナー

高校生のための夏休み講座 2012

■ 広報室副室長 横山 広美
(科学コミュニケーション 准教授)

教室をのぞいた教員が「あれ、小学生も？」と驚いた。3月に開催した1回目につき、2回目となる高校生講座は7月30日、31日の2日間にわたって開催された。「高校生のための」と銘打っているが中学生の参加も可、としていて、熱心な中学生の参加も多く見受けられた。なかには小学生のように見える中学1年生も目立った。

会場は前回に続き、理学部1号館2階の物理の教室で、150人ほど収容できる教室いっぱいに熱心な生徒たちが集まった。相原博昭理学部長の挨拶に始まり、1日目は化学専攻の菅裕明教授、天

文学専攻の土居守教授、そして2日目は物理学専攻の常行真司教授、生物化学専攻の飯野雄一教授による60分講義と20分質疑応答が行われた。

この講座では、「世界の一線をいく研究者と直に対話をする」ことを重視している。そのため、質問時間は20分と長い。今回は、特定の熱心な生徒からの質問のほか、「みんなの前で聞くのは恥ずかしい」という生徒たちが、休み時間に教員の前に長蛇の行列をつくって質問をした講義があった。また、教員が講義中に教室内を歩き回って生徒に質問をした講義では、教員と生徒との距離が狭まり、質疑も活発に行われた。

この講座では幅広い学年を対象にしているため、講演の丁寧な準備が必要になる。それにもかかわらず、講演者の教員から「これだけ熱心に聞いてくれるなら、やりがいがある」という声



■ 高校生のための夏休み講座2012 ポスター

が挙がった。高校生のための夏休み講座は、次世代の科学者のために継続的に運営していきたいイベントになりつつある。

理学部女子学生の第1回懇談会が開催される

男女共同参画室長

佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授)

男女共同参画委員会活動の新しい試みとして、理学部女子学生懇談会の第1回が2012年7月25日(水)に開催された。少数派(約10%)の女子学生が学科を超えて知り合いとなり、より過ごしやすい環境をつくって個性と能力を十分に発揮してほしいという願いのもと企画されたものである。参加者は全女子学生67名のうち4年生1名、3年生5名の計6名(3学科)であったが、少人数ながら和気あいあいとした楽しい会となった。

まず、相原研究科長から「たとえば大学本部の会議に出ると女性はとても少ない。しかし国際学会に出るとリーダー格も含め女性研究者はひじょうに多い。日

本でもっと女性が活躍してよいはず。皆さんも頑張してほしい」と激励の言葉があった。続く自己紹介では①女子で良かったこと、②女子で困ったこと、③自分が理系と思う時、④次の女子懇談会を成功させる方法について述べるようになった。①および②については、トイレなどインフラの問題のほか、宿泊を伴う観測などで同性の学生が少ないと淋しいという意見もでた。③については、理屈っぽいことや観察が好きなこと(レストランで貝が出てくると心臓はどこかしらと探してしまうなど)を挙げた人が多かった。④については、帰省した人も多かったため、より参加しやすい日程を考えてはどうか、男女共同参画という名前が堅苦しいので開催を学生主体としてはどうかという意見がでた。

次回の懇談会は2012年9月28日(金)。多くの参加者を期待したい。



委員手作りのポスター

「グリーン化学」に取り組む社会連携講座

小林 修 (化学専攻 教授)

地球規模での環境・エネルギー問題への取り組みの重要性が強く認識される昨今、環境にやさしい化学、すなわちグリーン・サステイナブル・ケミストリー(GSC)分野の研究が先進国を中心に世界的な広がりを見せている。とくに医薬品や化成品など、人類の発展に不可欠な化学品を環境に負荷をかけずに合成する方法については、持続的社会的実現のために活発に研究開発が行われている。しかしながら、このような化学合成プロセスの実用化のためには、革新的な触媒の開発、リサイクルシステムの確立、環

境にやさしい原料や製品の開発、コストの問題など解決すべき課題は多く、実用化は容易ではないのが現状である。このため、基礎化学から化学産業までを広くカバーした研究体制において、環境問題の解決に向けた強力なアプローチを行うことが求められている。さらに、将来的な地球規模での持続的社会的実現に向けて、GSCの発展に意欲をもつ国際的な人材の育成が必要不可欠である。グリーン・サステイナブル・ケミストリー(GSC)社会連携講座はこのような社会的要求に応えるべく、2012年4月に理学系研究科内に設置された。

本社会連携講座の研究開発の中心は、産学連携による革新的かつ実用的なグリーン化学合成プロセスの開発である。最先端のGSC技術を活用し、反応原料

の選択から反応後の分離操作やリサイクルも含めた、総合的に環境にやさしいプロセス開発を行う。理学系研究科では、水を溶媒とする有機合成反応技術や、リサイクル可能な実用的固定化触媒技術など、環境負荷の少ない化学合成のための研究成果を豊富に有しており、各企業との連携でこれらを発展させることにより実用化を目指す。GSC研究は、有機化学を始めとして、無機化学、分析化学、物理化学なども含む重層的な学際領域に位置する分野であり、本講座では個別の研究では見通すことの困難な新しい原理・技術を抽出することで、世界的なGSC分野の発展に大きく貢献することを目指す。

理学系研究科・理学部 キャリア支援室の開設

キャリア支援室長

佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授)

このたび、理学系研究科・理学部では、学生およびポスドクの就職ならびにキャリア形成に関する支援を目的として「キャリア支援室」(工学部2号館208号室)を開設した。

就職活動が多様化しており、学生が本来の勉学や研究を行いつつ、自ら情報を集め、自分の適性に合った就職先を見つけることが困難になっている。本支援室では、工学系研究科・工学部のキャリア支援オフィスと連携して情報を集約し、就職を希望する学生に対して、一人ひとりに適応したきめ細かい支援を行う体制を整え、活動を開始した。今後、企業と連携しながら、就職活動や採用後の人

材活用について改善を図ることも目指している。

くわえて、博士課程の学生やポスドクに対しては、理学研究を通じて培った高度な能力を社会で存分に発揮できるように、キャリア形成支援を進めていきたいと考えている。そして、海外への進学、留学生、そして家庭の事情などで休学後復学された方への就職支援など多様なニーズにも対応できるよう、体制を順次

整えていく予定である。

キャリア支援室には、経験豊富な4人のキャリアアドバイザーが勤務しており、理工連携で学生を強力にサポートしている。2012年4月の開設以来、約4か月間で、学部から大学院博士課程に至る16名の学生の利用があり、延べ48件の相談を受けてきた。進学・就職について悩んでいる時には、予約不要なので気軽に相談に来ていただきたい。



■ 学生の相談に応じるキャリアアドバイザー

理学部イメージコンテスト 2012 優秀作品

理学部オープンキャンパス実行委員長
三河内 岳 (地球惑星科学専攻 准教授)

オープンキャンパスに合わせた恒例イベントになっている理学部イメージコンテストが今年も開催された。「研究データ部門」と「研究生活部門」の両部門に寄せられた作品は、当日、理学部1号館中央棟1階のサイエンスギャラリーに展示された。いずれの作品も、撮影者の研究への愛着が感じられる秀作であり、来場者の投票により以下に示す上位3作品が優秀作品に選ばれた。これらの作品は小柴ホールホワイエに2012年11月末まで展示される。応募作品は東大理学部イメージバンク (<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/imagebank/>) にも掲載されているので、ご覧になっていただきたい。

今どきは、多くの携帯電話にカメラが内蔵されているため、普段からたくさんの写真を撮っている方もいるだろう。研究データの写真を携帯電話で撮影するこ

とはあまりないだろうが、コンテストの「研究生活部門」への応募にふさわしい写真なら、多くの方がお持ちではないだろうか。来年は、あなたもコンテストにぜひチャレンジしてもらえればと思う。

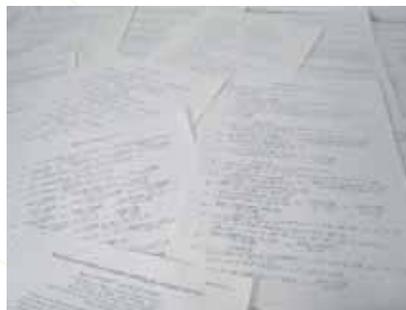
最優秀賞 研究データ部門

峰崎岳夫 (天文学教育研究センター 助教)
「オアシスの星空」

(図と応募者コメントは裏表紙を参照)

優秀賞 研究データ部門

本橋隼人・須山輝明 (物理学専攻 博士課程3年・日本学術振興会特別研究員)
「紙と鉛筆で奏でるブラックホールのしらべ」



■ 紙と鉛筆で奏でるブラックホールのしらべ

応募者コメント：ブラックホールは何でも吸い込む宇宙の蟻地獄です。スイカを叩いたときの音から中身が分かるように、私たちは紙と鉛筆を使って、ブラックホールを震わせたときの波の伝わり方を調べました。

優秀賞 研究データ部門

三河内岳 (地球惑星科学専攻 准教授)
「火星から飛んできた隕石」

応募者コメント：岩石も0.03ミリもの薄さにすると光が透過します。ただし、これは地球の岩石ではなく、火星からやって来た隕石です。偏光顕微鏡で観察すると、輝石という鉱物のきれいな干渉色を見ることができます。



■ 火星から飛んできた隕石

保護者と教員をつなぐ架け橋：父母アンケート結果

教務委員長 久保 健雄（生物科学専攻 教授）

理学系研究科・理学部教務委員会では、年度末の3月に卒業する学部生と修士課程を修了する大学院生の保護者の方に対して、平成19年度（2007年度）以降アンケートを実施している。保護者の方がご息やご子女の成長に十分満足されたか伺うことで、その結果を今後の学部・大学院の研究・教育の改善に役立てようというのがアンケートの目的である。ご多用中、アンケートにお答えいただき、貴重なご意見をお寄せいただいた保護者の皆様には、この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

アンケートはおもに、『入学前もしくは進学前に抱いておられた「期待」と現在のお気持ちの比較』に関する質問で構成されている。たとえば学部卒業生の保護者の方に対しては、「ご子息・ご子女が十分な専門教育を受けたと思われますか?」「ご子息・ご子女の進路に満足されていますか?」などの質問項目、また修士修了者の場合も「理学系研究科に在籍していた間、ご子息・ご子女が十分な研究ができ、教育を受けたと思われますか?」、「ご子息・ご子女の進路に満足されていますか?」といったものである。このほかに自由記述欄もあり、保護者の方々からの貴重なご意見をいただいている。

今年度の学部卒業生と修士課程修了生に関するアンケートの回収率はそれぞれ約40%と25%であった。また、それぞれについて約50件のご意見をいただいた。回答結果は、集計の上、個人情報that特定できる部分を除いて、理学系研究科・理学部教授会メンバー全員（教授、准教授、講師）に配布している。学

科・専攻によって回答数が2、3だったり100以上であったりと、集計数に偏りが見られるが、上述した学部卒業生に関する質問ではほぼ7割以上の満足度、修士課程修了生に関する質問ではほぼ8割以上の満足度と高い評価をいただいている。自由回答欄にも、誠に幸いなことに感謝の言葉を多数いただいている。そのいっぽうで、少数ではあるが、就職状況（就職支援）や教育方法、もしくは研究室でのコミュニケーションなどについて厳しいご意見もいただいております。教員が丸となっていっそう真摯にこれらの課題に取り組む必要性を痛感している。就職支援に関しては、今年4月から理工連携で「キャリア支援室」を設置し、学部学生・大学院生の就職についてのさまざまなご要望に応えるようにしている。

アンケートを通じて、多くの保護者の方が理学部ニュースを楽しみにしてくださっていることがわかった。オープンキャンパスなどの研究室見学についての案内が欲しいというご希望もお寄せいただいております。理学部ニュースなどを活用してお知らせすることを検討したい。なお、理学系研究科・理学部のホームページには在学生、学部卒業生、そして修士・博士課程修了生に対するアンケート結果を随時、掲載している。保護者の方々からの貴重なご意見を含めたこれらのアンケート結果を有効に活用して、理学系研究科・理学部の教育・研究環境をいっそう魅力的かつ効果的なものにしていきたい。



棒グラフで表示したアンケート結果



南洋理工大学での研究と教育，そして大学運営

千葉 俊介（南洋理工大学理学院化学生物化学科 准教授）

2005年4月に化学専攻の博士課程を中退し、指導教官であった奈良坂紘一先生（現在、南洋理工大学教授）のもとで助手として採用していただいたのが、アカデミックの世界に入ったきっかけである。奈良坂先生が、2007年3月の定年退職後にシンガポールの南洋理工大学へ異動されるにあたり、私も同大学のテニュアトラック助教（Assistant Professor）に応募し、研究発表と面接試験を経て採用していただいた。2007年4月よりシンガポールに研究の場を移し、独立した研究室を構えることになった。

学部の卒業研究以来、一貫して有機合成化学を基盤とする研究に従事してきた。有機合成化学とは、標的とする有機物質を入手するために、それらの合成法（反応）を探索し、新しく開拓する研究分野である。優れた合成方法論の開発は、新しい機能をもつ物質創製に直結する。それと同時に、新しい化学種の発見や予想もしなかった化学現象に出会う機会も多い。こうした視点から、私の研究室では、従来に無い、効率的かつ実用性に富む有機合成反応の開発を目指している。

現在、博士研究員2名、博士課程大学院生8名、卒業研究生4名のグループで研究を行っている（本学に修士課程はない）。シンガポールの大学とはいえ、本学大学院にはさまざまな国籍を

もつ外国人学生の割合が全体の60%を占めている。博士研究員は、100%外国人である。私の研究室にも、シンガポール人の大学院生は2名しかおらず、4名の中国人、そのほかマレーシア、インドネシア、フランスから来た大学院生および博士研究員が集まっている（卒研究生4名は、皆シンガポール人）。さまざまなバックグラウンドをもつ人

間が集まった研究環境で、英語を共通語として、日々議論を交わしている。ところが、ここまでメンバーの国籍が多様化すると、日本にいた頃のように研究室生活を統一的にコントロールすることは不可能であり、最初は苦勞することが多かった。たとえば、習慣、宗教もそれぞれ学生によって異なるため、研究室で食事会（忘年会や新年会など）を催すことはなかなか難しい（“飲み会”は論外）。また、本学大学院生、博士研究員には、1年に22日間の休暇を大学から与えられている。指導教官の許可に基づき、それぞれ研究の進行具合、家族事情などに合わせて休暇を取るの、日本のように夏休みや正月休みなどを皆一斉にとり、休み明けに皆そろって顔合わせをするというようなセンスは皆無である。

博士課程の大学院生のほぼ全員が、指導教官の研究費、あるいは大学から奨学金のサポート（4年間）を受けており、研究、生活環境は申し分ない。その分、指導教官と学生の間にある一定の緊張感を保ったシビアな関係を常に保つことができる。つまり、学生のパフォーマンスが悪



■ オフィスにて

PROFILE

千葉 俊介（ちばしゅんすけ）

2001年 早稲田大学理工学部応用化学科卒業

2003年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻修士課程修了

2005年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程中退

2005年 東京大学大学院理学系研究科化学専攻 COE 特任助手

2006年 博士（理学）取得

2007年 南洋理工大学理学院化学生物化学科助教

2012年 南洋理工大学理学院化学生物化学科准教授

ければ、研究を始めて18か月の時点で受ける中間審査で、奨学金の支給を止めることができるからだ。

このような環境の中、学生達のたゆまぬ努力や、同僚達の協力、支援もあり、徐々にではあるが研究室を軌道に乗せることができた。そのおかげで本年3月、研究面、教育面での評価に基づき、無事テニュア（終身雇用資格）を獲得し、准教授（Associate Professor）に昇進することができた。それとほぼ同時に、学科主任の重責を担うことになった。現在、不慣れな大学運営に右往左往しながら、少ない空き時間と夜を利用して、研究室の学生達との議論に努めている。



■ 研究室のメンバーと（左端が筆者）

未知との遭遇

山崎 雅人 (プリンストン大学 博士研究員)

今これを読んでいる学生、とくに大学院生の皆さん、海外で研究してみたいと思ったことはないだろうか。もしそうならば、今すぐ行動を起こすべきだ。

東大のような素晴らしい環境にいる学生にとっては、在学中あるいは卒業後に海外で研究するための方法やルートはいくつもある。一昔前の学生が海外に行くのはたいへんだっただけから、今時の学生がいかに恵まれているかを感謝しなければいけない。

学生にとってひとつ心配なのは渡航費用や生活費だろう。しかしながら、所属研究室の科研費、学術振興会の特別研究員の給料や研究費、リーディング大学院や私立財団の援助、もしくは滞在先からの補助などさまざまな可能性があり、インターネットで調べてもたくさん出てくる。私自身、大学院時代にカリフォルニア工科大学に1年間滞在したが、その準備の過程で大学院生にはさまざまな制度が用意されていることを知った。

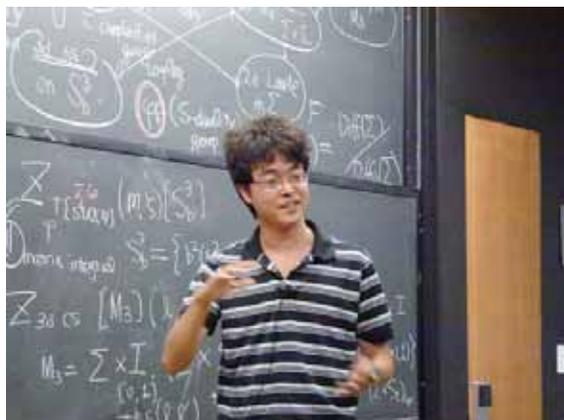
そもそもなぜ海外に行くのか?時は21世紀、欧米の文物を学びに明治の若者たちが送り込まれた時代とは違い、現在の日本の科学は高い水準にある。東大での研究と世界での研究に必ずしも大き

な差があるとは限らないし、海外で研究したからといって成功する保証もない。

それでも世界が私を魅了してやまないのはなぜか。そのひとつの答えは、異なるパラダイムとの邂逅、そして衝突にあるのではない。私が大学院生以来3年にわたって滞

在しているアメリカとは、まさにそれを体現した国であるといえよう。研究の目指すものはあくまで独創であり、それには他者との対話の中で自らの座標軸を不断に見直すことが不可欠である。研究の進め方は人それぞれ千差万別であるし、そもそも何が良い研究であるか、そして何を旨とするかは個々の研究者の価値観に深く依存しておりその答えはひとつではない。

私の研究分野(素粒子理論)では、インターネットのプレプリントサーバーから論文をダウンロードして読むのが標準となっており、競争が激しいいっぽうで共同研究も盛んである。日頃の議論、そして共同研究が在外研究



国際会議で講演する筆者

PROFILE

山崎 雅人 (やまざきまさひと)

2006年 東京大学理学部物理学科卒業

2008年 東京大学理学系研究科物理学専攻修士課程修了

2008-2009年

カリフォルニア工科大学訪問学生研究員

2010年 東京大学理学系研究科物理学専攻博士課程修了 博士(理学)

2010年 東京大学数物連携宇宙研究機構博士研究員

2010年 プリンストン大学博士研究員

い。自分の専門分野を飛び出て隣接分野の研究者と語り合うこともまた別の「世界」であり、その意味で「世界」に飛び出るための扉はどこにでも転がっているといえよう。しかし、海外で研究することによってそのための強い動機づけが与えられるのもまた確かであり、私自身が身をもって体験してきた。世界を知ることとは己を知ること、そんな貴重な体験の前に足踏みは無用である。



国際会議にて(最上段が筆者)

の醍醐味であって、他人と意見が異なることを恐れない友人たちに刺激されて切磋琢磨されていく、その経験こそが未来の自分を支えてくれるのではない。

こうして考えてみると、ここで述べた「世界」とは、もはや海外を意味するとは限らな

ナウマンと三四郎池

木村 学 (地球惑星科学専攻 教授)

ナウマンとは明治八年（1875年）、理学部の地質学教室に雇われて来日したドイツ人の初代教授である。来日した時には弱冠二十歳であった。彼の名前は、かつて日本列島に広く生息したが絶滅した象、ナウマンゾウの名として残されている。

ナウマンは十年という短い滞在の中に、日本列島にどのような岩石が分布するかを表す地質図を作り、日本列島に眠る資源探査のための地質調査所創設にも関わった。

彼は帰国後、日本について講演をして歩いた。が、「百年経っても文明化しない野蛮な国」とナウマンが評したのを、留学中の森鷗外が聞いていて多に憤慨した。そしてドイツの新聞上で論争になったこともまた、ナウマンの有名な逸話である。

その彼が、十年間という短い期間に日本列島の地質図を作ることができた方法の秘密が三四郎池にある。

三四郎池は、夏目漱石の小説「三四郎」で、主人公の小川三四郎が東大に入学した日、池の端から丘の上に立つ団扇をもった女性を眺めた風情、キャンパスの真ん中であって思考する遊歩道の存在から呼ばれるようになった通称である。元々は江戸時代の加賀百万石前田藩の江戸屋敷の庭、「育徳園心字池」であることもよく知られたことである。

池の中央に島があり、沿道に石橋があり、そして水の落ちる人工滝もありと、手入れが行き届いていた時代には風流に満ちた日本庭園であったに違いない。更にその風情を増幅させる上

で欠かせないのが配置されている庭石である。

全国の藩の江戸屋敷には必ず庭があり、庭には必ずそれぞれの国元から取り寄せた銘石が置いてあった。そして専属の庭師がいつも手入れしていたのである。明治となり江戸改め東京となったが、そのような庭が江戸時代の藩の数だけ東京にあることを、ナウマンは三四郎池から知ったに違いない。ナウマンは、各藩の江戸屋敷跡に残る庭石を片端から鑑定をしたという。そして、すでに完成していた伊能忠敬作成の日本地図の上に、その石の産地を次々とプロットしたという伝説が旧地質学教室には残されている。

庭石の中で風化し、奇岩となった青緑色の結晶片岩や赤色のチャート、白濁色の石灰岩などは特に珍重されたに違いない。それらの産地を地図に落とすだけで、日本列島に带状に分布する「三波川帯」と後に呼ばれるようになる地質図ができる。そしてその北側を画する「中央構造線」という大断層が浮上する。ナウマンは三四郎池から日本を学んだのである。

百年以上も前に鷗外、漱石が大いに悩み抜いた西欧文明の一方的浸透と伝統的文化の矛盾の歴史が三四郎池にも刻まれている。グローバルキャンパスをめざす東京大学が、歴史の中で一時期荒れるに任せていたこの池をどう生かすのかは楽しみである。



■ ナウマン（写真提供：フォッサマグナミュージアム）と現在の三四郎池

メダカの脳の神経回路を丸ごと解析

岡 良隆 (生物科学専攻 教授)

脊椎動物の脳内には生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) を産生するニューロンが存在し、GnRH を脳下垂体に周期的に放出することにより排卵その他の生殖現象を動物固有の周期で制御すると考えられているが、その神経機構については未知であった。私たちはこの GnRH 産生ニューロンだけを GFP 蛍光タンパク質で光らせたトランスジェニックメダカ (遺伝子改変メダカ) を用いてこのニューロンからの電気活動記録を行い、排卵周期の基礎となる GnRH ニューロンの周期的な自発活動と脳下垂体ホルモン遺伝子転写活性の時間的関係を脊椎動物で初めて明らかにした。

自然界の多くの動物は、それぞれの生育環境に適した季節に繁殖を行う。日長や気温といった季節を告げる情報は、感覚系で受容されたあと脳内で処理されて、体の中の神経系や内分泌系に変化をもたらして生理状態を調節する。脳内の視床下部に存在する生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) を産生するニューロンは中枢神経系による生殖制御において重要な役割を担っていると考えられており、統合された外界の情報は何らかの形でこの GnRH ニューロンに入力すると考えられている。GnRH ニューロンから放出された GnRH が脳下垂体に作用し、脳下垂体から生殖腺刺激ホルモン (LH と FSH の 2 種類) を放出させて生殖腺の調節をおこなっている。動物の雌では、性成熟して生殖可能になった時期には、脳下垂体から LH が周期的かつ一過的に大量放出され (LH サージ)、それが引き金となって動物固有の周期で排卵が繰り返される。すなわち、生殖周期中に周期的なホルモン量の変動が起きている。しかし、自然の排卵周期に関連した GnRH ニューロンの電気活動や、それと脳下垂体ホルモン放出の周期性との関係を直接的に証明することは長い間不可能であった。

今回私たちは、GnRH 産生ニューロンだけを GFP 蛍光タンパク質 (下村博士のノーベル賞受賞で有名になった、オワンク

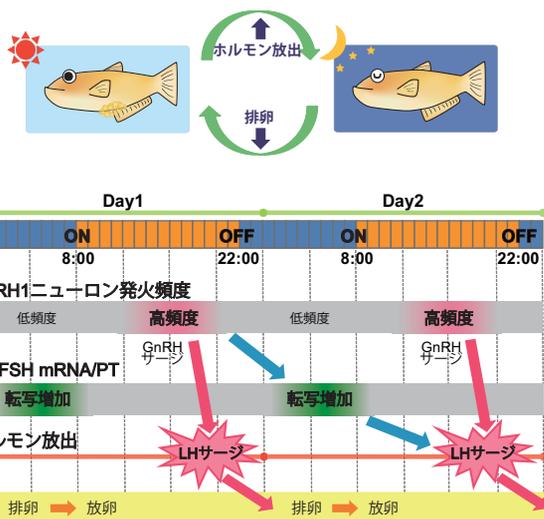
ラゲがもつ蛍光タンパク質。この遺伝子を特定の遺伝子の中に人工的に組み込むことにより、特定の遺伝子を発現する細胞だけに GFP を作らせて蛍光標識することができる) で光らせたトランスジェニックメダカを用いて研究をおこなった。メダカの脳はたいへん小さく透明度が高いため、神経回路を保ったまま丸ごと解析に用いることができる。また、生殖可能な時期のメダカは毎日産卵を繰り返し 1 日という短い生殖周期を示すため、生殖周期に応じた神経活動変化などの解析が容易である。

私たちは、メダカでは腹側の視索前野 (POA) に存在する GnRH ニューロンが脳下垂体の調節にとくに重要であることをまず見出し、このニューロン群に着目して実験をおこなった。メダカの GnRH ニューロンの発火活動は午前中に低く保たれており、夕方から夜にかけて発火頻度が上昇するという規則的な日内変動を示すことがわかった。次に脳下垂体の生殖腺刺激ホルモンの遺伝子発現を調べたところ、遺伝子発現量は GnRH ニューロンの電気活動のピークから一定の遅れをもって規則的な日内変動を示すことが明らかになった。

これらの結果より、図で示すような過程が想定された。メダカでは何らかの神経入力を受けて GnRH ニューロンの発火活動が 1 日の夕方の時間帯に高まり、これにより GnRH ニューロンから多量の GnRH が放出されて (GnRH サージ) 脳下垂体に作用し、LH サージを引き起こす。これが排卵の引き金となる。いっぽうで、GnRH は数時間後に LH の遺伝子発現を高め、翌日の LH サージに備えた脳下垂体細胞の LH 合成を促す、という 2 重の作用をもつことが強く示唆される。

これまでの生殖調節機構の解析には多くがげっ歯類を用いておこなわれてきた。しかし、メダカの脳はマウスなどに比べてたいへん小さく透明度が高く、GFP で標識した GnRH ニューロンを含む神経回路を保ったままディッシュに取りだして丸ごと解析に用いることができるという際だった特徴をもっており、今後、生殖の中枢制御メカニズムを探索する実験系として有効活用されることが期待できる。本研究は、生物科学専攻の苅郷友美 (博士課程 2 年) らによりおこなわれ、論文は T. Karigo *et al.*, *Endocrinology* 153, 3394 (2012) に掲載された。

(2012 年 5 月 25 日プレスリリース)



メダカにおける排卵調節の脳内メカニズムを示す模式図

南極最大の大型大気レーダーが本格観測開始

佐藤 薫 (地球惑星科学専攻 教授)
堤 雅基 (国立極地研究所 准教授), 佐藤 亨 (京都大学情報学研究所 教授)

南極昭和基地大型大気レーダー (PANSY レーダー) (PANSY : Program of the Antarctic Syowa MST/IS radar) は、2012年5月初めに、第53次南極地域観測隊によって、全体の1/4にあたるシステムの調整が終了し、デービス基地 (豪) の中型レーダーを超えて、南極最大の大型大気レーダーとしての本格観測を開始した。これによってブリザードをもたらす極域低気圧の物理的解明や、オゾンホールにも関係する対流圏界面の時間変動などの研究が可能となる。現在、きわめて良好なデータが得られており、ダイナミックな対流圏と成層圏の大気交換の様子がわかってきた。

PANSY レーダーは、第52次隊によって2011年2月に南極昭和基地に設置された世界初の南極大型大気レーダーである。同年3月に部分稼働による初期観測に成功したが、その後の記録的な大雪によってアンテナエリアにも被害が出たため、観測を中断していた。さらに、2011年11月末に出発した第53次隊では、南極観測船「しらせ」の接岸断念という18年ぶりの非常事態となり、輸送が大幅に制限された。PANSY 計画も、2012年に予定していた世界初の中間圏乱流観測を断念し、予定の1/2システム稼働から1/4システム稼働へと目標を変更せざるを得なくなった。

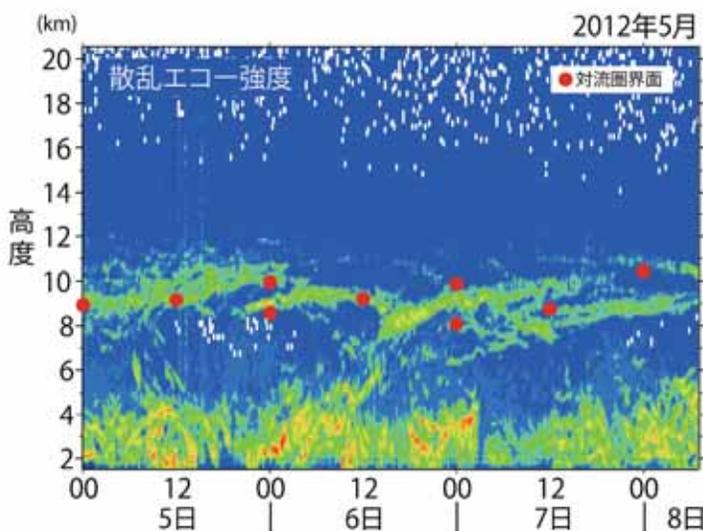
しかし、PANSY 計画は「越冬成立」(越冬に必要な燃料や食料、観測機材などの搬入が達成されること)に次ぐ優先順位とされていたこともあり、積雪の少ない場所へのアンテナ移設作業に必要な機材、また、第54次隊でのフルシステム稼働の目標につなげられる最低限の機器の搬入を達成できた。2012年1月には、除雪後、部分システムにより高度85 km付近の極中間圏雲とよばれる極域固有の雲に関連する強いエコーの観測にも成

功した。予測のつかない「しらせ」から基地への輸送の遅れをにらみながらの難しいオペレーションとなったが、2012年2月中旬までにアンテナ移設作業を完遂できた。そして、越冬隊員により4月末に1/4のシステム調整が終了し、対流圏・下部成層圏の本格観測を開始した。現在、数回のブリザードに見舞われているが、アンテナ移設先の積雪は少なく移設作戦は成功したと思われる。

図は5月初旬に、約1分間隔で観測された乱流散乱エコーの時間高度断面図である。気象庁の1日2回の気球観測による対流圏界面の高度も○で示している。対流圏界面付近で散乱エコーが強くなっており、それが時間的にダイナミックに変動している様子が見える。これは、オゾンや水蒸気の量が大きく異なる対流圏と成層圏の大気交換が盛んであることを示唆している。今後、大気レーダーでのみ可能な鉛直風の推定などを行い、物質交換の定量的解明を進めるとともに、ブリザードをもたらす極域低気圧や、オゾンホールに関連する極成層圏雲などの極域固有の現象の研究に取り組む予定である。

2012年11月出発予定の第54次隊では、海氷の状況などが平年どおりであれば、高さ500 kmまでの対流圏・成層圏・中間圏・熱圏/電離圏の同時観測が可能なPANSY レーダーのフルシステムを稼働させる予定である。これによって、環境が苛酷であるため他の緯度帯に比べて遅れがちであった南極大気の観測的研究に大きな進歩がもたらされると共に、地球気候における極域の位置づけもより明確になり、気候の将来予測の精度向上に結びついていくことになるだろう。

(2012年6月18日プレスリリース)



2012年5月5~8日に鉛直ビームにより観測された大気散乱エコー強度の時間高度断面図

超新星爆発の瞬間の検出へ向けて

諸隈 智貴 (天文学専攻 助教)

星の最期である超新星爆発には未解明な点が多く、爆発前の星の姿も謎のひとつである。これを明らかにするため私たちは、ショックブレイクアウト現象 — 超新星爆発の瞬間、衝撃波が星内部から現れる際の急激な増光 — に注目した。木曾シュミット望遠鏡新超広視野カメラ KWFC を用い、これを検出することに特化した世界初の観測プロジェクト KISS を開始、すでに3つの超新星を順調に発見した。今後3年の観測で、さらに計100個以上の超新星の発見、うち数個からはショックブレイクアウト現象が検出できると期待している。

超新星は、太陽の8倍を超える質量をもつ重い星や、連星系の一部が、その一生の最期に起こす大爆発である。宇宙に存在する、水素・ヘリウム以外の元素の多くがこの爆発の際に生成されることから、宇宙全体の進化を担ってきた重要な現象である。2011年ノーベル物理学賞受賞理由となった宇宙の加速膨張が (Ia型という種類の) 超新星の観測によって1990年代後半に示された。それ以降、大規模な観測が数多く行われ、理論研究も大きな進展を見せているが、爆発直前の星の姿や爆発の詳細なメカニズムは未解明のままである。この謎への観測的アプローチのひとつに、爆発の"瞬間"の光の検出があげられる。超新星爆発の際に星内部で発生した衝撃波が外部へ伝播し、元の爆発前の星の光球面を衝撃波が通過する。その際に、星が数千度から数十万度へ急激に温度を上げ、青く明るく輝くことが理論的に予言されてきた。この急激な増光 (ショックブレイ

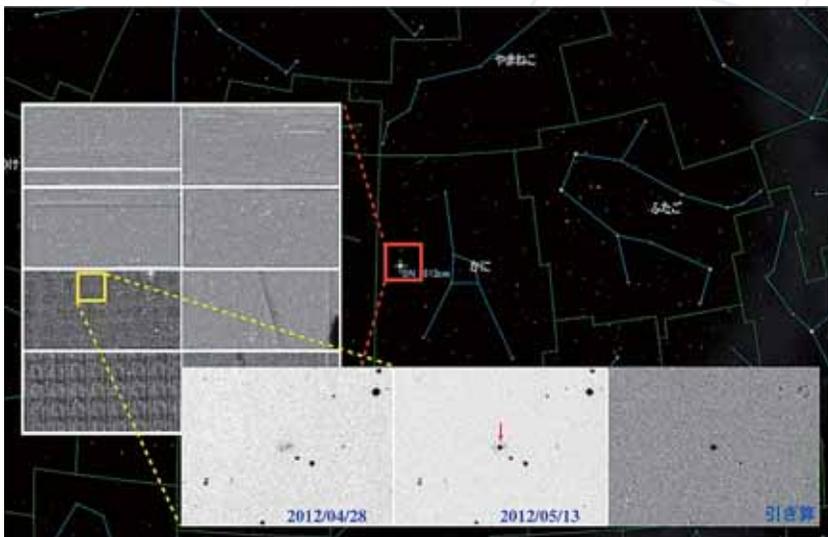
クアウト現象) を検出できれば、爆発前の星の大きさなどへの制限が容易となる。

しかし、典型的な銀河において約100年に1回と超新星自体が稀な現象である上に、ショックブレイクアウトの継続時間も数時間程度と短いため、これまでわずか3例の偶然の観測 (X線で1例、紫外線で2例) しか報告されていない。

そこで、私たちは、天文学教育研究センター木曾観測所の105 cm 木曾シュミット望遠鏡と、新しい超広視野 CCD カメラ Kiso Wide Field Camera (KWFC) を用いて、ショックブレイクアウト現象の検出に最適化した世界初の観測プロジェクト Kiso Supernova Survey (KISS) を開始した。KWFC は、800万画素の CCD を8枚用いて、2度角×2度角 (満月16個分) もの領域を一度に撮像でき、超新星のような稀な現象の発見観測には最適である。空の同じ領域を1時間おきという高い頻

度で観測することにより、爆発の瞬間をとらえようとしている。これまで、赤方偏移0.02 - 0.04 (距離3 - 5億光年) の3つの超新星爆発 (爆発後数日経過) を順調に発見し、国際天文学連合による SN 2012cm, SN 2012cq, SN 2012ct との命名を受けている。今後、年間100晩の観測を3年間続け、計100個以上の超新星を発見し、その中の数個に対して、爆発の瞬間をとらえることができる見通しである。上記3つの超新星発見の報告は、T. Morokuma *et al.*, *Central Bureau for Astronomical Telegrams*, 3126 (2012) などに掲載された。

(2012年6月21日プレスリリース)



最初に発見した超新星 SN 2012cm (挿入横並び中央パネルの赤矢印)。かに座の方向の探査領域において、2012年5月13日の画像に超新星が写っており、直前の2012年4月28日の取得画像には写っていないことが、画像の引き算により明らかになった (4月28日から5月13日の間は観測が行われなかった)。その後、広島大学東広島天文台かなた望遠鏡1露出型偏光撮像器 HOWPol による分光観測で最大光度前の Ia 型超新星であることが判明した。

ヒッグス粒子(と思われる)新粒子発見

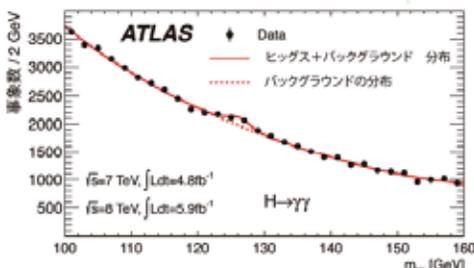
浅井 祥仁(物理学専攻 准教授)

「私が生きているうちに見つかるとは思わなかった」(ベーター・ヒッグス博士:2012年7月4日発見会見にて)。あの熱気に満ちた会見をご記憶の方も多と思われる。この言葉が物語るように素粒子研究者がこの40年以上の長きにわたって探していた「ヒッグス粒子」と思われる新粒子がLHC実験でついに発見された。ヒッグス粒子発見の意義は、単に17番目の素粒子発見にとどまらず、素粒子の「質量の起源」の解明や、われわれを取り囲んでいる「真空」が対称性の破れた特殊な状態にあることを示すものであり、素粒子研究の新しい幕開けを告げる。

ヒッグス場は真空にあまねく潜んでいて、その中を運動する素粒子と反応することにより、素粒子に質量を与えていると思われる(「理学のキーワード」2007年3月号)。この「あまねく」真空にいる奴を取り出すことがなかなか難しい。そこで世界中の研究者が協力し、ジュネーブ郊外の地下100mに円周27kmの巨大な加速器LHC(Large Hadron Collider)を建設した。この装置で陽子を高いエネルギーまで加速して正面衝突(重心系エネルギー8TeV)させ、高いエネルギー状態を一時的につくり出し、ヒッグス粒子を真空から取り出す。2012年6月までに陽子と陽子を約1100兆回衝突させた。

ヒッグス粒子はこの衝突の中でおよそ10万回生成したと考えられるが、ヒッグス粒子は素粒子とよく反応するため、生成されたとしても、すぐ(約 10^{-21} 秒)に二つの粒子対に崩壊する。壊れた先の素粒子を精密に観測し、ヒッグス粒子から来たか否かを判断する必要がある。しかし壊れた先の素粒子は別の反応過程でも大量に生成される(バックグラウンド)ので、いろいろな壊れ方のうち、 $\gamma\gamma$, Z^0Z^0 , W^+W^- , $\tau^+\tau^-$, bb ^{注1)}の5つの壊れ方が発見に適している。この順番に発見能力が高い。2011年のデータにヒッグスの痕跡と思われるものが観測されたが、バックグラウンドがふらついてこのように見える可能性も1%程度あり(理学部ニュース2012年3月号)、慎重にデータを積み重ねてきた。

図は、ヒッグスが $\gamma\gamma$ に崩壊した場合を探索した結果であり、二つの γ の計測から計算した崩壊前粒子の不変質量の分布を示す。バックグラウンド(点線)がつくる連続的な分布の上に



陽子衝突で発生した二つの γ 線の不変質量分布。黒丸が実験データ、赤点線がフィットで求めたバックグラウンド分布、赤実線はヒッグス粒子(126.5 GeV) + バックグラウンドでフィットした結果であり、よくデータを再現している。

126 GeV付近にきれいなピークが観測されている。統計的なふらつきで説明しようとする、 4σ 程度である。さらに Z^0Z^0 や W^+W^- などの崩壊データにも、同じ質量126 GeVに超過がそれぞれ 3σ 程度観測された。この3つを合わせると 6σ になる。(バックグラウンドがふらついてこんなことになる確率は 10^{-9} , もう起こりえないレベル)。これは私が参加しているATLAS検出器の結果であるが、CMS検出器も同じ領域に 5σ の超過が観測された。

この結果をうけて、CERNは「標準理論ヒッグスと思われる新粒子」の発見を宣言した。題名にも括弧つきで「と思われる」と歯切れの悪い表現をしているが、これは「もっとすごいモノ」の可能性があるから「標準理論ヒッグス」と断定していないのである。上に述べたように見えやすい5つの壊れ方のうち3番目まで綺麗にヒッグス粒子(と思われる)の信号が観測された。しかし4, 5番目の $\tau^+\tau^-$ と bb の超過はまだ有意に観測されていない。まだデータが不足して見えない可能性も十分あるが、超対称性^{注2)}があった場合のヒッグス粒子はこれらに壊れにくい可能性がある。データが増えてもこのまま有意な超過が観測されなかった場合、「超対称性」のしっぽをつかんだ可能性がある。このもっとすごい可能性がある、この一見歯切れの悪い表現なのである。CERNは、この可能性を検証するためLHCの実験を約3か月延長した。「標準理論ヒッグス」なのか、「超対称性の兆候なのか」結果が得られるであろう。

ヒッグス粒子の発見は、現在のわれわれの住んでいる世界の基底状態(真空)が相転移をして対称性が破れた状態にあることを示すものである。真空の相転移の研究を通して、宇宙がこのような多様な姿になった過程を探る時代が始まった。(これらの結果は7月31日に揃って*Phys. Lett. B*に投稿された。)

(2012年6月27日プレスリリース)

注1) W^+ , W^- , Z^0 は弱い相互作用を媒介する重い「弱ボゾン」, τ^+ と τ^- は、電子陽電子を第1世代、ミュー粒子を第2世代とする荷電軽粒子の第3世代粒子である。bはクォークの第3世代粒子である。

注2) 素粒子はスピンという性質で、ぐるっと一周 360° 回転すると元にもどる粒子と2周でもとに戻る粒子の二つに大別される。この区別をなくそうというのが超対称性である(「理学のキーワード」2012年1月号)。この超対称性が発見されると、これまで別とされていた3つの力「電磁気力」「弱い相互作用」「強い相互作用」がひとつの力だった(大統一)が証拠となったり、暗黒物質の同定ができると思われる。LHCのヒッグス粒子の次のターゲットである。



「特異点」

石井 志保子 (数理科学研究科 教授)

曲線や曲面上には滑らかな点もあれば、尖った点や交差した点もある。たとえば曲線上の点で接線がただひとつしかないような点を滑らかな点（非特異点）とよび、接線がいくつもあるような点を特異点とよぶ。こうして厳然として存在する特異点は永らく数学のお荷物であった。この特異点のため色々不都合なことが起こるのだ。

この不都合を解消するために、特異点解消理論が登場した。広中平祐氏による業績（1960年代）で、特異点のある操作で滑らかなものに変換する理論である。特異点は、接線が一点にたくさん集中しているようなものだから接線をバラバラにするような操作（ブローアップ）をすればどの点も滑らかになるだろうという発想が成功を取めた。たとえば8の字型の曲線の交差した点は特異点であるがこの点をブローアップすると、交差

した点は3次元空間の中で立体交差する滑らかな曲線になる。これにより特異点をもつ対象を調べるのに、特異点解消をした滑らかな対象を調べるという考え方で、特異点理論は発展してきた。

いっぽうで特異点には付随する弧空間という空間がある。特異点を通る弧（微小な曲線）をすべて集めた空間のことである。この弧空間が有限個のかたまりに分かれるのであるが、このかたまりと特異点解消に出てくる本質的な因子（特異点を爆発させたかけら）が1:1に対応するだろうという予想をジョン F. ナッシュ (John F. Nash) が提起した。弧空間という特異点そのものに付随するものと、特異点解消という人為的なもののが対応するだろうという予想は驚異的なものである。この予想は36年後の2003年に石井-J. コラー (J. Kollar) によって、トーリック特異点の場合は肯定的に、

一般の場合は4次元以上で否定的に解かれた。その後、2次元ではJ. F. ボバディラ (J. F. Bobadilla) により肯定的に、つい最近、3次元ではT. ドウフェルネ (T. De Fernex) により否定的に解かれ、一応の着着はついた。ではナッシュの予想が一般には正しくないとすれば弧空間のかたまりと対応する本質的な因子はどんなものであろうか、というのが次なる疑問である。そのような中でJ. コラー氏はナッシュ予想のあるべき姿を主張するコラー予想を提起した。弧空間のかたまりと対応している因子は本質的な因子よりも強い条件をもつ、「ベリーエッセンシャル」な因子であろうというものだ。今ナッシュ問題の研究者はこの予想を新たな目標としているところである。



「クラウドソーシング」坂本 大介 (情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 助教)

クラウドソーシング (Crowdsourcing) とは不特定多数の人々 (Crowd) に作業を依頼する (Sourcing) 業務委託や問題解決の新しい手段である。理学のキーワード第29回の平木敬教授による「クラウドコンピューティング」(Cloud Computing) と同様にインターネットを手段として利用するが、クラウドソーシングでは作業を委託・委譲先の他者が行うことになる。

よく知られた業務委託形態であるアウトソーシングでは、業務や作業を専門家に依頼する。一方、クラウドソーシングでは作業を不特定多数の群衆に依頼する。一般に、クラウドソーシングのためのウェブサービスを經由して群衆の中で受託者を募る。通常、作業を行った受託者は委託者から報酬が得られるが、その

報酬はアウトソーシングの場合より安価であることが多い。

このクラウドソーシングが、なぜ理学の道具として有用なのか。昨年、オンラインゲーム「Foldit」のプレイヤー達がタンパク質の正確なモデル作成を行った研究^{注)}が、ネイチャー誌に掲載されて大きな話題となった。ゲームのプレイヤーの多くは生物化学の専門家ではないにもかかわらず、長年未解決であった問題が短時間で解かれたため、問題解決の新しい手段としてのクラウドソーシングが大きく注目される一つのきっかけとなった。

このようにクラウドソーシングが扱う対象は、一般的な業務だけではなく、科学的問題の解決や、日常の諸問題の解決まで多岐に渡る。たとえば、ビデオシー

ンや画像の認識、ウェブの検索、そして講義の課題をクラウドソーシングするようなシステムも提案されてきている。

群衆に作業を依頼するためには、適切な形で作業を群衆に提示する必要がある。これはユーザインタフェースの問題であり、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) と呼ばれる研究分野において急速に注目を集め、数多くの研究が行われている。将来的には「Foldit」の例のように群衆が計算資源の一部となり、我々の研究活動を自然と助けてくれるようになることを期待している。

注) F. Khatib et al., *Nat. Struct. Mol. Biol.* **18**, 1175 (2011).



「相関エレクトロニクス」

高木 英典 (物理学専攻 教授)

固体中の絡み合う電子、すなわち相関電子の物理は、物性物理における研究の大きな潮流を形成している。これに基づき発現する革新的なデバイス機能が、「相関エレクトロニクス」である。

相関電子が活躍する典型的な舞台は、遷移金属酸化物である。そこでの電気伝導や磁性の担い手は、空間的な拡がりの小さいd軌道を占める電子である。二つの電子が同じ軌道に入ると強いクーロン斥力が働くので、それを避けるように互いに絡み合いながら動かざるを得ない。その結果、相互作用する原子や分子が物質の三態を形成するように、相関電子は固体中で、電子固体・液体・液晶とよばれる多彩な相を形成する。銅酸化物の高温超伝導現象(理学のキーワード2008年9月号)もその一例で、電子固体の融解や電子液晶相の形成が、超伝導発現の本質であるとされている。相関電

子の示す新奇な相を開拓し、相形成のメカニズムを探ることが、基礎科学として相関電子を研究する大きな目標である。

多彩な電子相は、互いに微妙なバランスで競合している。そこでは電荷、スピン、軌道と多くの自由度があるため、しばしばエントロピーが高い状態であり、突くと固まったり溶けたりするのと同様、電場や磁場に対して、劇的な相変化を示す。ここが相関電子という現象と、エレクトロニクスという実用を結ぶポイントである。たとえば電場で電子固体(絶縁体)と液体(金属)の間をスイッチする抵抗メモリ(ReRAM:酸化還元反応との協奏で不揮発メモリとして動作)、磁場で電子結晶を融解させる磁気センサーなどのデバイスが提唱され、一部は実用化に向けた研究も進んでいる。新タイプの熱電変換材料や、電子氷とよばれる蓄熱材料など、相関電子の高いエントロ

ピーを用いた熱機能にも注目が集まっている。

半導体デバイスの微細化が進み、ナノの世界に入ってくると、デバイス当たりの電子数が極端に小さくなり、原理的な困難に直面する。これに対して相関エレクトロニクス材料のベースは金属であり、電子の数が十分に大きい。このため、ナノデバイスの抱える原理的な困難を解決する新しいアプローチになっている。理学系研究科では現在、多彩な相関電子相の研究を、理論では物理学専攻の青木研究室や小形研究室、実験では物理学専攻の藤森研究室や高木研究室、化学専攻の長谷川研究室などが進めている。基礎的な興味の研究の中心ではあるが、強相関エレクトロニクスへの(意外な)展開が意識されている。



「火山ガス」

森 俊哉 (地殻化学実験施設 准教授)

火山ガスは、マグマの中に溶解していた揮発性成分が、マグマから脱ガスし、火山の火口や噴気孔から放出される気体成分のことを指す。その温度は、水の沸点以下の低温のものから1000℃をこえる高温なものまでである。低温な火山ガスは、その上昇過程で熱水系や地下水系などとの相互作用により、マグマ起源のガスだけでなく、熱水系や地下水系の成分を混在して含んでいる。一般に高温なガスほど、その影響は少ない。

火山ガスは、水蒸気、二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素、塩化水素、フッ化水素、水素など多種の成分を含んでいるが、そのほとんどを水蒸気が占め、島弧火山の場合90%以上を占めることが多い。高温の火山ガス成分に含まれる、二酸化硫黄、塩化水素などの酸性ガスは有

毒であり人体への影響が大きいほか、周辺の環境や植生にも多大な影響をもたらす。2000年9月から2005年2月までの約4年半もの長期にわたり、三宅島島民が全島避難を余儀なくされたのは、噴火以降続いた大量の火山ガス(とくに二酸化硫黄)放出によるところが大きい。また、噴火噴煙が成層圏へ到達するような場合、火山ガスが引き起こす地球環境への影響も無視することはできない。

火山からの噴出物は、火山の地下の状態や地下で起こっている現象を地上へと伝えてくれ、火山現象を理解するうえでの欠かすことのできない情報源である。その中で火山ガスは、噴火していない時でも唯一手に入れることができるマグマ物質であり、この意味で、火山ガスの情報は貴重である。火山ガスの化学組成

は、揮発成分の源であるマグマの種類や酸化状態を反映することはもちろんのこと、マグマからの脱ガス時の温度・圧力を反映して変化するので、その挙動のモニタリングは火山活動の推移をみるうえで重要である。近年の観測技術の高度化と観測機器の小型化により、噴火に先行する火山ガス組成変化やガス放出量変化がとらえられるようになり、火山活動の予測の面での貢献が期待されている。

本研究科附属地殻化学実験施設では、火山ガス組成・放出率の遠隔測定や火山ガス中の希ガス同位体比測定を機軸とし、火山ガス放出過程の理解を目指した研究を進めている。



「人工 DNA」

竹澤 悠典 (化学専攻 助教)

“DNA にヒ素を含む細菌が発見された”というニュースが世間を賑わせたのは記憶に新しい。その後、続々と反論も寄せられた。このヒ素 DNA 騒動はさておき、“私たちのもつ DNA と異なるタイプの DNA は存在するか”という疑問は、分野を問わず興味のそそられる話題である。ヒ素 DNA の話題は生物内から未知の DNA を探す試みによるが、天然 DNA に類似した「人工 DNA」分子を化学的に合成してその機能を調べる研究は非常にさかんである。

遺伝情報の担い手である DNA は、4 種類の核酸塩基 (A, T, G および C) で構成され、それらが水素結合を介して 2 種類の塩基対 (A-T および G-C) を形成することで、二重らせん構造をとって

いる。人工 DNA の研究の中でも、この 2 種類の天然塩基対に加えて「第三の塩基対」を作り出す研究は、遺伝情報を飛躍的に拡張できる可能性からも多くの研究者の関心を集めてきた。1989 年にベンナー (Steven A. Benner) らが報告したイソグアニン-イソシトシン塩基対を筆頭に、(1) 水素結合の配置を変えた塩基対や、(2) 水素結合を持たずに疎水性効果を利用した塩基対、(3) 分子形状の相補性によりペアをつくる塩基対などが合成されてきた。相補的な塩基配列の認識や DNA 二重鎖の安定化、そして酵素による複製反応など、DNA 塩基対としての機能が詳細に調べられている。さらに最近では、バイオテクノロジーへの応用や DNA を用いたバイオ材料の

開発へと、人工 DNA 研究は幅広い展開を見せている。

本研究科でも、生物化学専攻の横山茂之教授 (当時) らが、酵素による DNA 複製反応 (PCR) や RNA への転写反応において高効率で機能する人工塩基対を開発した。また、化学専攻の塩谷光彦教授の研究室では、金属錯体を用いた機能性分子の創製を目指し、水素結合の代わりに金属配位結合で塩基対を形成する金属錯体型人工 DNA を合成している。DNA らせん内部への金属イオンの配列化や、磁性や導電性といった物性の制御など、超分子化学や材料化学を視野に入れた人工 DNA の探求をおこなっている。



「Tajima's D」

田嶋 文生 (生物科学専攻 教授)

DNA レベルの種内変異 (DNA 多型) の量は、ふつう π または θ という統計量をもちいて推定される。 π は塩基多様度といわれ、DNA 配列間の平均塩基相違数に基づいている。いっぽう、 θ は DNA 配列中の多型的な塩基部位数に基づいている。理想集団 (集団の個体数が一定であり、各個体がランダムに交配している集団) においては、突然変異に自然選択がはたらいていない場合 (すなわち中立である場合)、 π と θ の期待値は等しい。この 2 つの変異量の差をもちいて自然選択の有無を検定するための統計量が D である。

D は、2 つの変異量の差 (Difference) に由来する。しかし、集団遺伝学では、D といえば連鎖不平衡係数 (Coefficient of Linkage Disequilibrium) や遺伝的距離 (Genetic Distance) を示す。これらの D から区別するため、のちに Tajima's D

とよばれるようになった。

この統計量は、 π と θ の差に基づいているので、自然選択がはたらいていないと $D = 0$ が期待される。したがって、D が 0 から有意に異なっていると自然選択がはたらいていると予想される。さらに、遺伝的変異を積極的に維持する自然選択 (平衡選択: 超優性選択や頻度依存選択) がはたらいていると $D > 0$ となり、有害突然変異を排除しようとする自然選択 (純化選択) がはたらいていると $D < 0$ となる。したがって、どのような自然選択がはたらいているか、予想できる。考え方がひじょうに簡単であり、また DNA 多型を調べるだけで、D が計算できるため、広く使われるようになった。

D は本来自然選択の有無を知るための統計量であったが、現在では集団の特性を調べるためにもちいられてもいる。理想集団の要件の 1 つは集団の個体数が一

定であることだが、実際のところ個体数は、環境などの影響により増減する。集団の個体数が増加すると $D < 0$ となり、減少すると $D > 0$ となる。すなわち、D から過去におきた個体数の増減を推測できる。理想集団のもう 1 つの要件は、ランダムな交配である。集団構造 (集団が複数の分集団に分かれており、分集団間の移住が制限されている状態) があると、(ある個体は同じ分集団に属する個体とは交配しやすいが、別の分集団に属する個体とは交配しにくいので) 集団全体ではランダムに交配しているとはいえない。したがって、D は集団構造の有無を調べるために利用できる。理学系研究科では、分集団化している集団において自然選択がはたらいているといった、D の値に影響を与える要因が同時に複数ある場合について研究がなされている。

飯田修一先生のご逝去を悼む

藤森 淳 (物理学専攻 教授)

本学名誉教授飯田修一先生は2012年8月15日、86歳にて逝去されました。先生は1947年に本学をご卒業後、大学院生、助手、助教授を経て1968年に教授に就任、1986年に本学を退官されるまで、理学部物理学科および大学院数物系研究科物理学課程での教育・研究にご尽力されました。

飯田先生は1950～60年代、永久磁石として工業化されていたにも関わらずその物性の起源が未解明であった酸化物磁性体フェライトに関して、組成を十分制御した試料を精密に測定することによって磁場中冷却効果の微視的機構を解明されました。その後、人類最古の永久磁石であり、我々の生活でも馴染み深いマグネタイトで長年の謎であった低温相

について、Iida model として知られる結晶構造モデルを提出されたほか、現代の強相関物質研究の先駆けとなる酸化物磁性体の研究を次々と手掛けられました。また、物理学の単位系に関する合理的な考え方を提唱されるなど深い洞察を示され、さらに、新体系物理学と銘打った独自の立場から議論を展開されるなど、晩年まで物理学への強い情熱を示されていました。

先生は学協会の運営や大学、研究機関の運営にも多大な貢献をされ、我が国の物性物理学の発展に尽くされました。特に、日本学術会議物研連の若手委員として、物性研究所の設立に尽力されたことは特筆すべきことです。

ご退官後10数年を経たある日ひょん



■ 故・飯田修一先生

なことから先生に研究室のセミナーにご参加いただいたとき、洞察と学識に富んだコメントをいただき感銘を受けたことをつい昨日のように思い出します。ここにご冥福をお祈りいたします。

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(※)は原著が英文(和訳した題名を掲載)

種別	専攻	申請者名	論文題目
2012年6月25日付学位授与者(1名)			
課程	物理	武多 昭道	テレスコープアレイ地表検出器による極限エネルギー宇宙線スペクトルの測定
2012年6月29日付学位授与者(1名)			
課程	物理	穀山 涉	回転式宇宙空間ねじれ型アンテナによる低周波重力波探査(※)
2012年7月23日付学位授与者(2名)			
課程	生化	千賀 一徳	胆管形成における Grainyhead family 転写因子 Grhl2 の機能解析
課程	生科	須藤 則広	cerberus と goosecoid 遺伝子のシス制御モジュールへの転写因子群のダイナミックな in vivo 結合によるシュベーマン-マンゴールド・オーガナイザーの段階的な形成の解析(※)
2012年7月31日付学位授与者(4名)			
課程	物理	小栗 秀悟	保障措置のためのプラスチックシンチレータを用いた原子炉ニュートリノモニタリング(※)
課程	地惑	飯田 佑輔	太陽静穏領域における磁束維持に関する研究(※)
課程	地惑	牛江 裕行	陸の風化と栄養塩動態の変動が炭素循環におよぼす影響の再評価(※)
課程	化学	吉中 藍	脂溶性天然物との複合体モデルに向けたチャネルタンパク質膜貫通断片再構成系のNMR研究(※)

人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2012.7.15	物理	助教	川口 由紀	辞職	
2012.7.26	ビッグバン	特任講師	何 陳雲	任期満了退職	
2012.8.1	物理	助教	新倉 潤	採用	
2012.8.1	生化	助教	石津 大嗣	採用	
2012.8.1	ビッグバン	助教	須山 輝明	採用	
2012.8.1	物理	特任助教	EPIFANOV DENIS	採用	特任研究員から
2012.8.16	化学	教授	合田 圭介	採用	
2012.8.16	物理	助教	古川 俊輔	採用	特任研究員から
2012.9.1	物理	助教	細川 隆史	採用	
2012.9.1	天文	助教	松永 典之	採用	天文研・特任研究員から
2012.9.1	化学	特任助教	草本 哲郎	採用	
2012.9.1	化学	学術支援専門職員	作田 千絵	採用	

東京大学ホームカミングデイ 今年も10月20日に開催予定

広報委員会

理学部では、2012年度より新たな取り組みとして、ホームカミングデイを「ファミリーデー」と位置付けし、卒業生の皆様をはじめ、卒業生のお子様やお孫さんを対象としたイベントを企画致しました。当日は小柴ホールにて講演会やクイズ大会、また小柴ホール前ホワイエにて実験コーナーを開設します。詳細につきましては、下記ホームページをご覧ください。皆様の参加をお待ちしております。 <http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/event/homecoming/2012.html>

日時 2012年10月20日(土) 13:00～17:00 **参加** 小柴ホール講演会は、事前参加申込みが必要となります。定員になり次第、メ切とさせていただきます。

会場 東京大学本郷キャンパス 理学部1号館 小柴ホール

主催 東京大学大学院理学系研究科・理学部

第22回東京大学理学部公開講演会のお知らせ

広報委員会

理学の魅力をお伝えし、その価値を皆さまと共有するため、理学部では春と秋の年2回、教員による公開講演会を行っています。第22回目となる今回は、「三者三様 理学が挑む」と題して次の3つの講演を行います。ぜひご来場下さい。

「海溝型巨大地震の新しい描像」 木村 学 (地球惑星科学専攻 教授)
 「ヒッグス粒子に迫る」 浅井 祥仁 (物理学専攻 准教授)
 「メダカから探る恋心の神経機構」 竹内 秀明 (生物科学専攻 助教)

日時 2012年11月4日(日) 14:00～16:40(開場 13:00) **定員** 700名(当日先着順)

会場 東京大学本郷キャンパス 安田講堂 **中継** インターネット配信を予定

入場 無料。事前申込不要。どなたでもご参加いただけます。 **主催** 東京大学大学院理学系研究科・理学部

あとがき

今年の4月から理学部ニュースの編集委員を担当することになりました。これまでではもっぱら原稿を執筆する立場でしたが、理学部ニュースの原稿の編集作業に携わることで、編集者としての立場が少し理解できるようになりました。理学部といっても、分野が異なると原稿の

内容がまったく理解できないこともしばしばあります。まだまだ未熟ですが、基礎研究が主となる理学部の皆様の研究成果や最近の理学部の様子が読者の方々にわかりやすく伝わるよう心がけていきたいと思っております。今年度から、「理学エッセイ」の連載が始まりました。研

究第一線の成果をお届けする研究ニュースとは趣を異にする秀逸なエッセイが続いております。編集委員が選ぶのに困るくらい、優れたエッセイの寄稿をお待ちしております。

福村 知昭 (化学専攻 准教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース 第44巻3号 ISSN 2187-3070

発行日: 2012年9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

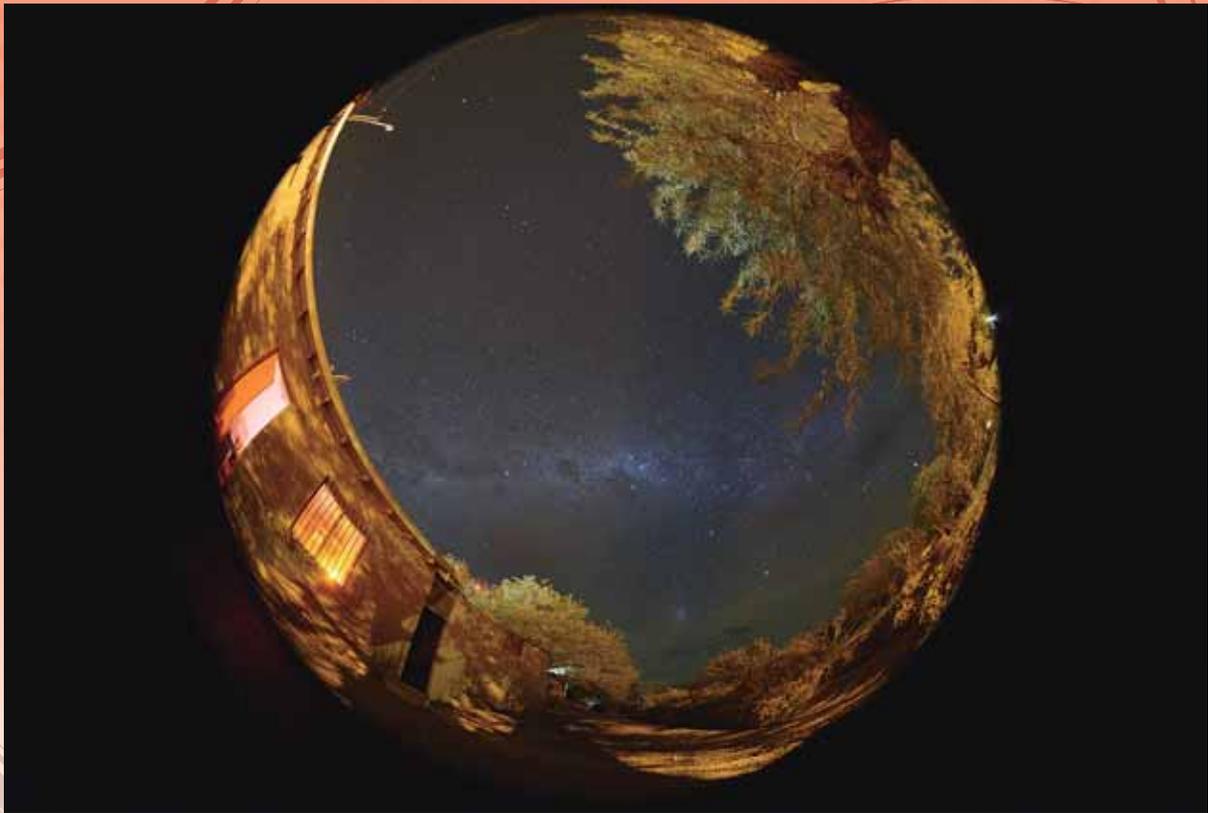
横山 央明 (地球惑星科学専攻, 編集委員長) 横山 広美 (広報室)
 石田 貴文 (生物科学専攻) 國定 聡子 (総務チーム)
 井出 哲 (地球惑星科学専攻) 宇根 真 (情報システムチーム)
 福村 知昭 (化学専攻) 小野寺正明 (広報室)
 牧島 一夫 (物理学専攻) 印刷: 三鈴印刷株式会社

本ニュースはインターネットでもご覧になれます。

東京大学 理学部ニュース

検索





「オアシスの星空」

東京大学アタカマ天文台（TAO：標高 5,640 m, チリ）の遠隔観測用全天カメラのテスト画像。砂漠のオアシスの街にある山麓施設にて撮影。街灯に照らされた建物と樹木の向こうに天の川が横たわり，南十字星と大マゼラン雲がその中と下に見える。

撮影：2012年4月23日 峰崎岳夫（天文学教育研究センター 助教）

東京大学 TAO プロジェクト提供