

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO
The Rigakubu News

理学部ニュース

東京大学 09 月号 2017

理学の謎
謎の天体の魅力

理学エッセイ
1997年から2017年,そして2037年へ

学部生に伝える研究最前線
銅が磁石に, しかも垂直を向く新しい磁石に!

トピックス
UTRIP2017:Dreams Fulfilled in the Land of the Rising Sun

1+1から ∞ の理学
数学と有機化学により解き明かす筒状分子の構造化学

理学から羽ばたけ
石油の地質屋,マレーシアの片隅にて

09 理学部 ニュース 月号 2017

天文学図書室は、当該分野では大学規模で第一級の蔵書を誇り、1835年に出版された英国初代王室天文官フラムスティードの手稿、記事を編集した貴重書などを所蔵している。



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

撮影協力：天文学図書室の皆様

森 万由子 (天文学科 4 年生)

遠藤 いずみ (天文学科 4 年生)

鹿熊 亮太 (天文学科 4 年生)

新企画の「理学の謎」も 3 回目を迎えました。謎解きは、われわれ科学者が目指していることであり、またわれわれの仕事でもあります。謎が解けた時は、どのようなものでも、嬉しいものですが、謎解きは新たな謎の発見をもたらすことがあり、自然の奥深さを改めて認識させられることになります。われわれに求められていることは、謙虚に自然に対峙し、謎解きを続けることでしょう。「学部生に伝える研究最前線」でその過程をご覧いただけたと思います。今回は、嬉しいことに、編集委員の一人である岡林先生の登場です。他の記事を含め、謎の解明がさらに新たな謎を生み出す世界をわれわれと共に楽しんでいただければ幸いです。

名川 文清 (生物科学専攻 講師)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第 49 巻 3 号 ISSN 2187-3070

発行日：2017 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)

安東 正樹 (物理学専攻)

岡林 潤 (スペクトル化学研究センター)

茅根 創 (地球惑星科学専攻)

名川 文清 (生物科学専攻)

串部 典子 (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。



目次

理学エッセイ 第 30 回

- 03 1997年から2017年、そして2037年へ
村尾 美緒

学部生に伝える研究最前線

- 04 銅が磁石に、しかも垂直を向く新しい磁石に！
岡林 潤
巨大な関東地震は従来想定より頻繁に発生
安藤 亮輔
史上最も熱い惑星が見つかるまで
成田 憲保

1 + 1 から∞の理学 第 5 回

- 07 数学と有機化学により解き明かす筒状分子の構造化学
磯部 寛之

理学から羽ばたけ 第 20 回

- 08 石油の地質屋、マレーシアの片隅にて
安河内 貫

理学の謎 第 3 回

- 09 謎の天体の魅力
戸谷 友則

トピックス

- 10 UTRIP2017
作田 千絵
Dreams Fulfilled in the Land of the Rising Sun
Iulia-Madalina Streanga
理学部イメージコンテスト 2017「理学の美」
吉本 芳英
理学部オープンキャンパス開催報告
吉本 芳英

理学の本棚 第 23 回

- 12 「遺伝学－遺伝子から見た生物」
飯野 雄一

お知らせ

- 13 東京大学理学部ホームカミングデイ 2017
博士学位取得者一覧／人事異動報告

Essay

1997年から2017年，そして2037年へ

村尾 美緒 (物理学専攻 教授)



2017年7月中旬，英国ロンドンの王立協会（Royal Society）で開催された「量子光学から量子技術へ」という国際会議に参加した。この国際会議は，ピーターL.ナイト（Peter L. Knight）先生の70歳の誕生日を記念して開催されたものである。ナイト先生はインペリアルカレッジロンドン（Imperial College London）の副学長を経て，英国物理学会長や王立協会の要職に就かれた物理学者である。量子光学の発展への貢献により2005年に英国女王から騎士（Knight）の称号が与えられ，「KnightのKnight先生」となられた。

私は1996年7月から1999年の3月まで，インペリアルカレッジロンドンの物理学科においてナイト先生が率いる量子光学理論の研究室でポスドクとして働いていた。1997年の夏頃に，ナイト先生の50歳の誕生日をお祝した記憶が確かにある。当時私は29歳であり，量子情報の理論的研究に取り組み始めたところだった。20年後の今，私は49歳である。量子情報の研究を始めてからあつという間に20年の月日が経っていたことに驚かされるが，それ以上に，現在の自分があのかのときのナイト先生の年齢とほとんど変わらないことに気づき，愕然とした。

大学院で非平衡量子統計力学を研究していた私は，博士課程2年の夏に参加した国際会議で初めてナイト先生に出会い，光学系での量子効果を扱う量子光学の分野に興味をもった。そして学位取得後に，量子光学を研究するためにロンドンでポスドク生活を始めた。1995年ごろから量子的な状態で表される量子情報の理解と量子計算などへの応用を目指す新しい研究分野が黎明期を迎えており，ナイト先生の研究室でも若手を中心に研究が始まっていた。同僚から量子情報の話を聞き，すぐに古典情報的常識に反する「量子情報的な考え方」に魅了された私は，1997年の始め頃から量子情報の研究に着手したのだった。

この頃のナイト先生の研究室は，ドイツ人4名，ギリシャ人3名といった具合に，英国の大学であるにもかかわらず英国人がマイノリティとなるような多国籍の構成で，世界中から「量子の世界で何か面白いことをみつけてやろう」と参集した人材の熱気にあふれていた。オックスフォード大学のベドラル（Vlako Vedral）教授をはじめ，当時所属していた学生やポスドクの多くが，現在では世界各国で量子情報や量子光学の分野を率いるシニアな研究者となっている。

今回の国際会議には，ナイト先生の研究室で学生やポスドク時代を過ごした多くの研究者が結集した。ナイト先生の研究室に世界各地から集うことでチャンスを得て，研究室から世界各地へと飛び立った後も新たな研究を切り拓いてきた元同僚の現在の姿を見ると，ナイト先生の研究者としての力量だけでなく，次世代の研究者や新しい研究分野の育成への目覚ましい功績を実感した。20年前のナイト先生とほぼ同年となった私。20年後，次の世代が世界中のさまざまな分野で活躍している姿を想像し，彼ら・彼女らのチャンスをより広げるために貢献する責任を再認識したのだった。

2017年の国際会議のポスター会場でのナイト先生と私。王立協会のシャンデリアと鏡が豪華。背景にはシャンパンらしきものを飲む参加者の姿も。

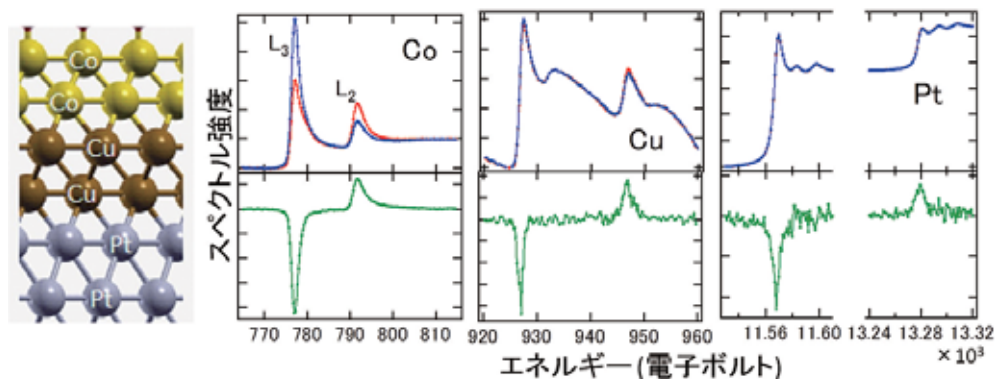


理学部ニュースではエッセイの原稿を募集しています。自薦他薦を問わず，ふるってご投稿ください。特に，学部生・大学院生の投稿を歓迎します。ただし，掲載の可否につきましては，広報誌編集委員会に一任させていただきます。ご投稿は rigaku-news@adm.su-tokyo.ac.jp まで。

CASE 1

銅が磁石に、しかも
垂直を向く新しい磁石に！

原子レベルで制御された薄膜の界面では、非磁性体である銅にも磁石としての性質が生じる。しかも、薄膜の面に垂直方向に磁化する性質を示すことが判った。それを調べるには、元素別に磁性を計測する必要がある、放射光を用いた磁気分光法により初めて明らかにできた。



べることに着目した。Co/Pt 界面は、Co の磁石(スピン)としての性質、Pt の重い元素としての性質(スピン軌道相互作用)が合わさった近接効果により、膜に垂直方向に磁化することが安定となる。この界面に非磁性体 Cu 層を原子レベルで人工的に挟み込むと、3 原子層の厚さまでは Cu にも垂直方向にスピンの誘起されることが判った。図の Cu の膜厚をさらに増やすと、Co と Pt の間の相互作用がなくなり、近接効果が及ばずに、垂直方向にスピンの揃わなくなることもスペクトルから明らかになった。また、界面での近接効果により Cu に磁石としての性質が発現することが、解析計算によっても再現された。これらにより、原子レベルで人工的に設計した構造において、磁気特性を操作できることを実証した。

原子レベルで制御された Co/Cu/Pt 多層構造の図(左)と各元素の X 線吸収スペクトル(右上段)と磁気円二色性スペクトル(右下段)。

強磁性体と非磁性体を交互に堆積した薄膜は、磁気メモリーなどの記録素子やハードディスク内の磁気センサーとして広く用いられている。とくに、薄膜の面に垂直方向に磁化の向きを揃えて磁気記録を行う技術は、高記録密度(ハードディスクの容量を増やす)を達成するために重要となっている。これらの素子を設計することは、磁化(スピン)を操作するスピントロニクスとよばれる研究分野におけるデバイス開発ではもっとも重要なことのひとつである。しかし、強磁性体と非磁性体が接合した界面(図左)にてスピンの垂直方向に誘起されるメカニズムについて、今まで明確ではなかった。磁石は本来、膜に平行方向にスピンの揃うことでエネルギーが低くなり安定となるが、膜に垂直方向に揃う方が安定することがある。これまでに、非磁性体である Cu において、膜面に平行な方向への磁化の誘起については研究が進んできたが、薄膜の面に垂直な方向の磁化観測とその設計に関する知見は得られていなかった。

理学系研究科附属スペクトル化学研究センターでは、高エネルギー加速器研究機構放射光施設(KEK-PF)の放射光ビームラインにて、元素別の内殻励起を用いた磁気分光(X線磁気円二色性)装置を立ち上げてきた。この装置を用いて、非磁性体に誘起される微弱な磁気シグナルをとらえることができる。今回、Co/Pt 界面に膜厚の異なる Cu を人工的に挟み込み、各元素の磁気特性を調

磁気記録素子やスピントロニクスの研究にて広く用いられている Cu を用いた材料設計、素子設計を行う上で、Cu に誘起される磁性について知ることがはきわめて重要な指針を与える。応用的には、垂直磁化を用いた高記録密度を可能にする素子設計に有用であり、基礎科学的には、近接効果がもたらす界面での誘起磁性に関する物性研究の進展につながる。「界面を制するものはデバイスを制す」とも言われる。原子レベルで制御された試料の精密分光による物性評価は、ナノテクノロジーの研究において今後益々必要となり、学生諸君のアイデアを活かせる研究分野であり、ぜひとも参入していただきたい。

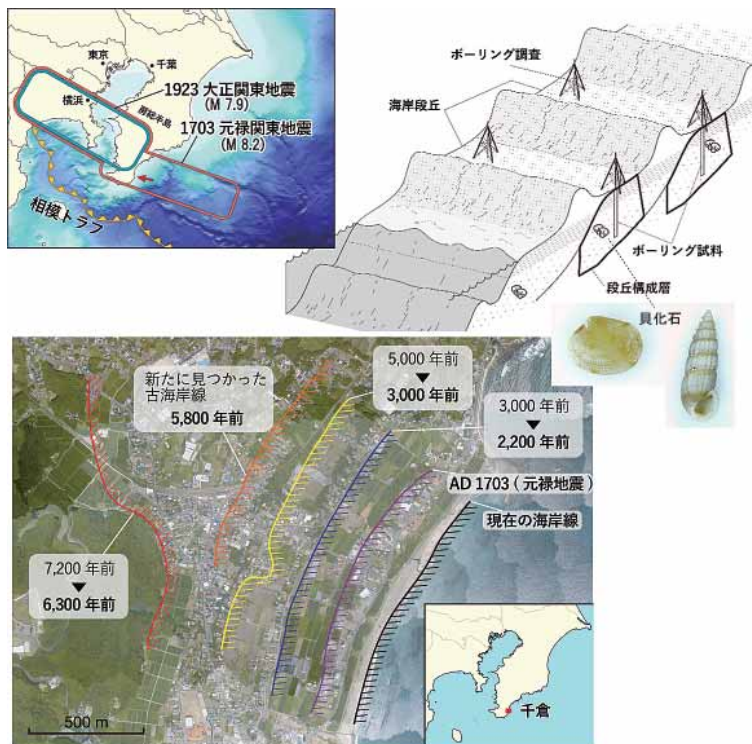
本研究成果は、J. Okabayashi *et al.*, *Sci. Rep.*, 7, 46132 (2017) に掲載された。

(2017 年 4 月 13 日プレスリリース)

CASE 2

巨大な関東地震は
従来想定より頻繁に発生

神奈川県から千葉県東方沖までの領域のプレート境界では、大正の地震と元禄の地震など規模の異なる巨大地震がくりかえし発生してきた。(左上)。断層がずれ動くときと地面が隆起し、波打ち際の地形は階段状の海岸段丘として、隆起時期は地層に残された干上がった貝の年代として記録される(右上)。調査地点では4段の海岸段丘の存在が知られていたが、今回われわれは新たな一段を発見(左下)し、それら段丘の形成年代が従来の推定値より約1000年以上新しいことを明らかにした。



将来の巨大地震発生を予測するためには、過去の地震の履歴を正確に復元することが必要である。

過去の地震の履歴は、地震に伴い大地が隆起したことで地層に残された、貝化石の年代から知ることができる。

今回われわれは、房総半島南部で、高密度で広範なボーリング調査を行い

大量の貝化石を採取することで、従来よりも格段に信頼性の高いデータを得ることに成功した。

その結果、江戸時代に東京などをおそったような巨大な関東地震(元禄型関東地震)が、

従来の推定である最短2000年間隔よりも、もっと頻繁に最短500年間隔で起こっていたことが明らかになった。

浅瀬が陸上に現れ、階段状の地形である海岸段丘が形成される。今回調査した房総半島の千倉地域には、1703年(江戸時代元禄年間)の巨大地震で形成された海岸段丘が存在している。元禄地震は、1923年(大正)の地震よりさらに大きかった。元禄地震による段丘面の上位には、過去と同規模の巨大地震(元禄型関東地震)に伴って形成された3段の段丘の存在が認定されている。これらの段丘の年代から、過去には2000年ほどの間隔で巨大地震が起こったと推定されていた。しかし、段丘の形成年代を決める試料は、十分ではなかった。

段丘の形成年代は、その場所の地層に埋まっている貝化石などの放射性炭素年代測定によって推定することができる。正確な年代を得るためには、できるだけ多数の貝化石を採集する必要がある。しかし従来の研究では、川の侵食によって地表に露出した地層で採取した少数の貝化石で年代が推定されていた。今回われわれは、ちゅう密に14本のボーリング(掘削)調査を行うことで多数の貝化石を採取して、より正確な段丘年代を推定することに成功した。さらに高解像度の航空レーザー測量・解析を行うことで、新たな段丘も発見した。得られた結果は、国の施策にも反映されていた従来の常識を覆すものであった。段丘の形成年代が、従来値より約1000年以上若返り、その年代の間隔は最短500年となり、ばらつきも大きくなる傾向となったのである。このことは、元禄型関東地震が従来想定されているよりも高頻度で発生しており、そのくりかえしパターンも従来考えられていたほど規則的ではない可能性があることを示している。

本研究の成果には、地球惑星環境学科4年生の卒業研究が重要な役割を果たした。今後、われわれは野外調査地域を広げてより広範なデータを得るとともに、現象を再現できる物理モデルの構築を目指している。

本研究は、J. Komori et al., *Earth and Planetary Science Letters*, 471, 74-84 (2017)に掲載された。

(2017年5月11日プレスリリース)

CASE 3

見つか
るまで
史上最
も熱い
惑星が

2017年6月、表面温度が4,600K(Kは絶対温度)にも達する巨大ガス惑星KELT-9b(ケルトナインビー)が発見された。この惑星はおよそ10,000Kの恒星KELT-9のまわりを、約1.5日という短周期で公転している。このような短周期の巨大ガス惑星は「ホットジュピター」とよばれているが、KELT-9bはこれまで知られている中で最も熱いホットジュピターであり、かつ最も熱い恒星のまわりのホットジュピターである。この常識はずれの惑星が、いったいどのようにして見つかったのかを紹介しよう。

KELT-9bは国際研究チームKELTが発見した9個目の惑星である。KELTは、口径4.2cmというひじょうに小さな広視野望遠鏡をアメリカ合衆国と南アフリカ共和国の2ヶ所に設置し、太陽系外惑星が主星の前を通り過ぎる際に少しでも主星が暗くなる「トランジット」という減光現象(いわゆる食)を探している。

トランジットによって惑星を見つけるには、ひとつの大きな関門がある。それは恒星同士が互いの前を通り過ぎる「食連星」も同じように暗くなる減光現象をおこすため、見つかったのが本物の惑星なのか、あるいは偽物の食連星なのかを改めて判別する必要があるという点である。ちなみにKELTの場合、見つかったトランジットの候補の実に98%程度が偽物であることがわかっている。

KELTにはトランジット観測経験のある世界各国の研究者やアマチュア天文学者が参加しており、トランジットの候補が本物の惑星か偽物の食連星かを判別する観測に取り組んでいる。その方法は減光現象を複数の色(波長)で観測して、その減光の深さがどの色でもほぼ同じかどうかを確認するというものである。この原理は、恒星は自

分自身で光っているのに対し、惑星は光っていないため、食による減光に大きな色の依存性があれば食連星、ほとんど色の依存性がなければ惑星であると判別できるというものである。

筆者らはこのような判別を効率よく行うため、岡山天体物理観測所にある188cm望遠鏡に3色同時撮像装置MuSCATを開発し、2014年12月から観測を行ってきた。今回発見されたKELT-9bはちょうど2014年に減光現象が発見され、筆者らは2015年8月にMuSCATで減光現象の観測を行い、その減光に波長依存性がほぼないことを確認した。その後、この惑星はKELTチームのメンバーによって軌道や質量、昼側の表面温度の測定などが行われ、2017年6月に英国の科学雑誌Natureで発見が発表された。

この惑星は昼側の表面温度が4,600Kという恒星の温度にも匹敵する温度となっている常識はずれの惑星である。このような高温の惑星大気はこれまでに観測された例がなく、今後の詳細な観測ターゲットとしてひじょうに面白い。

いっぽう、惑星形成という観点からすると、KELT-9bの発見は約10,000Kというこれまでで最も高温な恒星のまわりでもホットジュピターが形成されることを示した、惑星形成理論に対する重要な観測的知見でもある。KELT-9bが実在する最も熱い惑星になるのか、それともさらに高温の惑星の記録が塗り替えられるのかは、今後のトランジット惑星探しにかかっている。

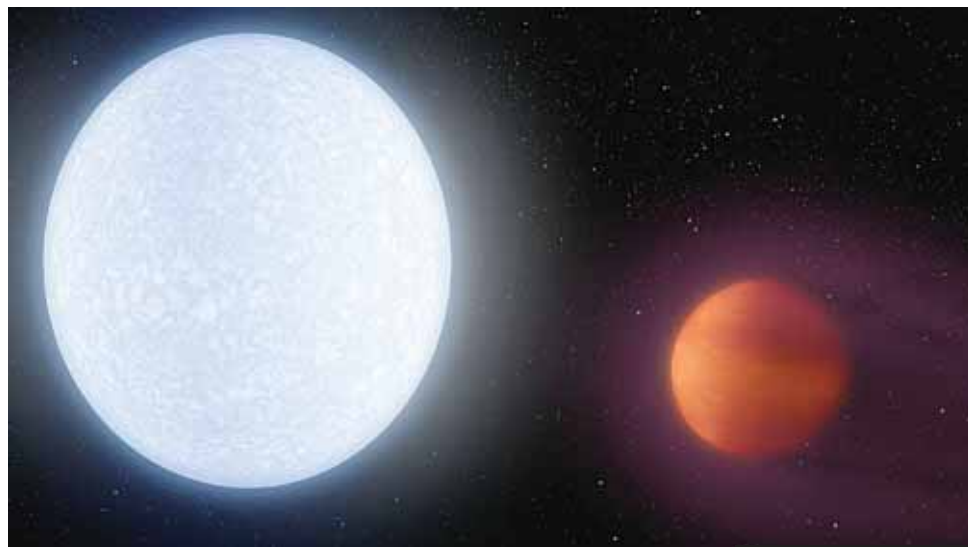
塗り替えられるのかは、今後のトランジット惑星探しにかかっている。

2018年3月には、ほぼ全天のトランジット惑星を探索するNASAの衛星TESSが打ち上げられる予定となっている。筆者らはMuSCATと、2017年にスペイン・カナリア諸島の1.52m望遠鏡用に新しく開発した4色同時撮像装置MuSCAT2を用いて、TESSの時代にさらなる面白い惑星たちを探していきたいと考えている。

本研究成果は、B. S. Gaudi *et al.*, *Nature*, 546, 514 (2017)に掲載された。

(2017年6月6日プレスリリース)

主星 KELT-9 (左の青白い恒星) と惑星 KELT-9b (右) の想像図。主星が高速で自転している(自転軸は図の水平方向)ためやや扁平になっていることや、惑星からの大気の流出が表現されている。(© NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (IPAC))

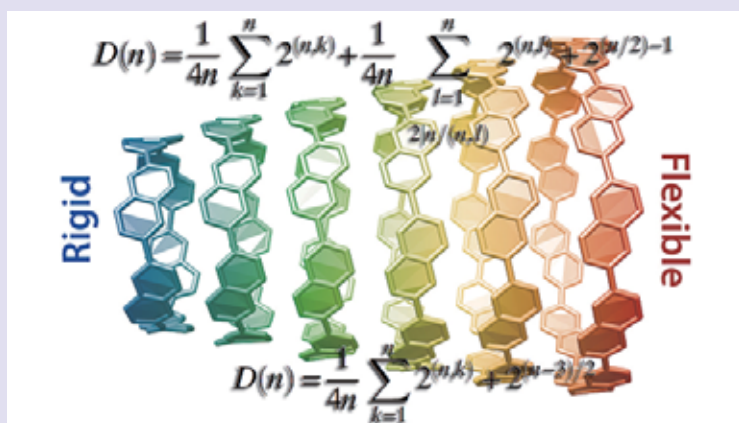


1+1 から 無限大 の理学

第5回

磯部 寛之
(化学専攻 教授)

数学と有機化学により解き明かす 筒状分子の構造化学



ナフタレンを連ねて筒状に。どこからが「堅い筒状分子」なのかという化学の問題を、「バーンサイドの定理」という数学の知識を活用して答えを出した。

「**数**学は、どうも苦手だ」。私が化学、とくに有機化学を専門にした遠因は、これだったように思う。「数学と縁遠い有機化学」をわざわざ選んだはずなのだが、最近、同業者に「君の最近の論文は数式が登場するから、ちょっと敬遠しがち」と言われてしまうような状況に陥っている。理由は簡単。良い共同研究者（数学者）に恵まれ、数式も使ってみると案外、有機化学の世界でも便利な道具だったから。この欄では、違う研究分野がどう混ざるかを紹介せよということなので、そんな「1 + 1 → ∞」な例のひとつとして、私たちの「化学 + 数学」の研究例を紹介する。

とり上げるのは、ベンゼン環2つがへりを接してつながったナフタレンを用いた「芳香環を繋げて堅い筒状の分子にする」という有機合成化学の研究である。カーボンナノチューブの部分構造を

化学的につくりだそうとした研究で、図にその「筒状」の分子構造が示してある。ところが実際に合成してみると、この一連の分子に含まれているナフタレンのパネルは、室温で、くるくると回っているものがあり「堅い筒状=カーボンナノチューブの部分構造」とは言い難いものが含まれていた。最終的な結果としては、6枚パネルのものが「堅い筒状分子」で、パネルの枚数が増えると「パネルがくるくると回っている柔らかい分子」だと結論づけられた。

この結論に必要なのが数学だった。筒状に連ねるとナフタレンのパネルには「表と裏」が生じるのだが、その表と裏の関係から「何種類の立体異性体が出現するのか」を知らなければ、実験結果を正しく理解できないという状況だった。最初は可能性のある構造を描いて数えていたのだが、パネルの数が多くなるにつれ「描いて数える」のは無理難題だということがはっきりした。たとえば、11枚のパネルからなる分子の場合、表裏の組み合わせから $2^{11} = 2048$ 個の可能な構造があり、その中から、立体異性体が126種、ジアステレオマーが63種、エナンチオマーの組が63種ということを見つけることになっていたのである。この「有機化学での数学の問題」に挑んだのは有機化学を専門とする孫哲助教だったが、解答に至ったのは数学者である小谷元子教授（東北大学）の御指南のおかげだった。化学者と数学者との共同研究での最大の難関「互いの言語を理解して、問題を明確にする」を乗り越えて、無事に結論が出たときには、数学のありがたさを噛みしめた。「最初に発表した関連論文で異性体の数を数え間違えていた」ということまでも明らかになってしまったのは多少恥ずかしいところではあったが、誤りを正せたことを了としたい。

私たちの研究にとって、数学者との共同研究は、基本的なことを理解するための手法を提供してくれるだけでなく、ときに遠い目標を垣間見る貴重な機会までも与えてくれている。異なる言語、異なる思考の研究者と交わる醍醐味ではないだろうか。

石油の地質屋, マレーシアの片隅にて

安河内 貫

(JX 石油開発株式会社 技術戦略部 地質技術グループ)

PROFILE

1978年 福岡県生まれ。東京大学理学部地学科卒業。
2008年 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学
専攻博士課程修了。博士(理学)
同年 ジャパンエナジー石油開発株式会社
(現 JX 石油開発株式会社)入社。その後、
マレーシア勤務等を経て、現在は、東京
本社技術戦略部に所属。

携帯のアラームが大きめに鳴り、浅い眠りをあきらめて狭いベッドから起き上がる。くたびれたオレンジのつなぎを着て、ボールペンをはさんだメモ帳をポケットに入れ、ヘルメットと透明のゴーグルをもってキャビンのドアを開ける。とたんにさまざまな機械のモーター音や金属がぶつかる高い音が容赦なく飛び込んでくる。朝の4時。晴れた夜空は少しだけ青白く、風は涼しいが湿っぽい。10階建てビルほどもある、ライトアップされた鉄塔のような櫓のほうを見上げると、その中心で長い鉄管がゆっくり回転しているので、ひとまず順調に掘進しているのだろうと思う。鉄管の先はすでに地下3000mを越えている。ここはマレーシア、ボルネオ島の広大な油ヤシ畑の真ん中の、新しい油田を探す掘削現場だ。

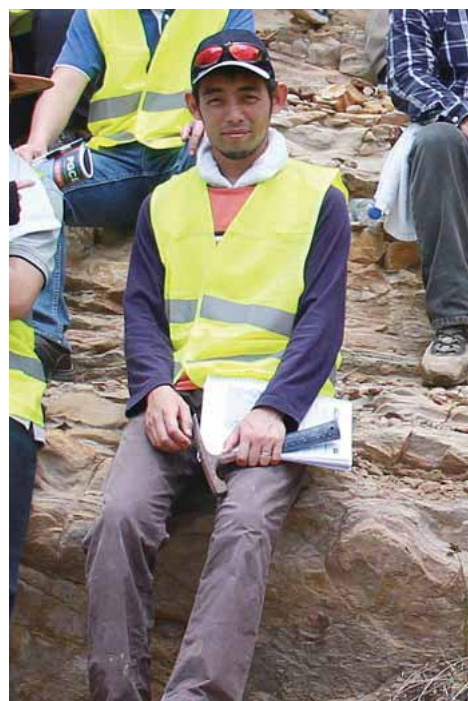
もともとはただの自然好きだ。地学科に進んだのは、登山に熱中していた駒場るとき、山を歩けば単位が取れる学科がある、と聞いたことによる。さすがにそれは誤解だったが確かに、卒論・修論では夕張の山奥で白亜紀の温暖地球の古環境について、博論では南太平洋マーシャル諸島の環礁で、それぞれフィールドワークに基づく研究をした。とくに博士論文研究では、現在海面上昇の脅威にさらされている島々の成り立ちについて、海岸工学や考古学の専門家チームとともに現地を調査した。

フィールドワークでは、調査の計画、準備や手配に加えて、同行する研究者や現地で協力してくれる人々との協働が欠かせない。これは石油掘削の現場でも同じだ。掘削現場にいる地質担当は、掘削中の地質情報を取得して報告するのが仕事だが、一人で行うことは少ない。約100人が働く現場において、会社の日本人社員は自分だけということも多い。その中で、関連会社のクルーや、掘削現場の監督といかに良好な協働関係を築くかが鍵になる。コミュニケーションと言ってしまえば平凡だが、大事なことは取得した情報をもつ客観的事実とその解釈・不確実性を正確に把握することと、それを分かりやすく説明すること。このためには、学部と大学院での研

究で得た、地層から解釈を導く技術に加えて、地質学の時間・空間スケールの話や、目の前の掘削エンジニアリングのスケールに落とし込む必要がある。このとき多分野の研究者と行った博論研究が役立っていると思う。

掘削作業がひと段落した夕方、2週間ぶりにいったんミリの自宅へ帰った。日中の日差しもこの時間にはすいぶん和らいでいるので、1歳の息子は棒切れで地面をたたいて音と感触を楽しみながら、家の前の歩道を妻と散歩中だ。ミリは遠浅で静かな南シナ海に面したこじんまりした町だ。中心部にはそれなりに立派なホテルやショッピングモールがあるものの、あちこちの路地裏には市場や、中華系・マレー系の食堂や商店がならぶ。自宅は中心部から海岸沿いに車で20分走ったところにある。息子が生まれた直後にミリに赴任した。初めての子育てがマレーシアというのはいへんそうだが、この国には子どもが多く、人々は赤ちゃんが大好きで、おかげで街なかはもちろん、南国の自然の中にもあちこち連れて行くことができた。妻は現地語をかなり覚えて市場のローカルの果物や食材を果敢に開拓した。

およそ2ヶ月、用地の準備も含めれば1年以上かけて掘削した井戸は、残念ながら油田の発見には至らなかった。探査技術や開発技術が進歩するいっぽう、簡単に発見／商業生産できる油ガス田は無くなっている。エネルギー供給の維持は社会の存続そのもので、化石燃料がその大部分を担っている現状では、地球科学に基づく石油・天然ガスの探鉱は重要だ。いっぽうで人類はいずれ、化石燃料から卒業しなければならぬだろう。その時も、人間社会まで含めた地球の科学が、重要な役割を果たすはずだ。



ボルネオ島コタキナバルでの地質見学会にて

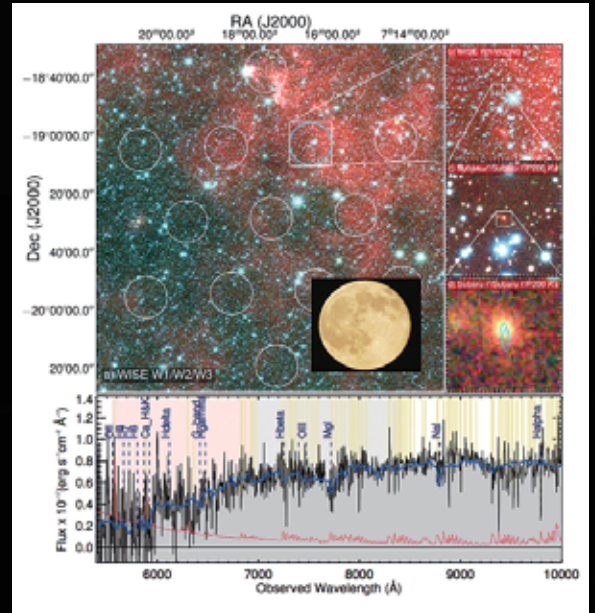
謎の天体の魅力

戸谷 友則
(天文学専攻 教授)

天文学の歴史は、謎の天体の正体を解明し、宇宙に対する人類の理解を深めてきた営みであるとも言える。私が大学院生であった1990年代、謎の天体といえば何と言ってもガンマ線バースト (gamma-ray burst, GRB) であった。わずか10秒程度の間に突然ガンマ線で輝く突発天体で、1970年ごろに発見されたものの、1990年代前半までは距離が全く不明で、太陽系の中の現象か、あるいは宇宙論的な遠方なのかすら、わからなかった。1997年にX線や可視光波長での残光が見つかるようになり、宇宙論的な遠距離にある、超新星をはるかにしのぐ巨大な爆発であることが判明した。2000年代に入るとさらに理解が進み、GRBは大質量星が特殊な超新星を引き起こす際に発生するものであることが判明した。

この20年ほどの爆発的な研究の進展で、今やGRBは昔のように「謎の天体」というほどではなくなった。私が大学院生時代にこの天体を研究テーマに選んだのは、距離すら全く分かっていないという正真正銘の「謎の天体」に心惹かれたからであった。それから十数年たったある日、私は学生と飲んでいる時にこんな発言をしたことがある。「僕が学生の頃はGRBのようなすごいレベルの謎の天体があった。君たちの時代にはそういう天体が見当たらないのが少々気の毒だなあ。」

だが、謎の天体がなくなってしまったと考えるのはどうやら人間の浅はかな驕りのようである。それから間もなく、2013年になって新たな謎の天体「高速電波バースト (fast radio burst, FRB)」が登場してきたのである。これはGRBよりさらに短時間で、わずか数ミリ秒の間だけ電波で輝く現象である。1990年代のGRB同様、距離の直接的な測定がなく、正真正銘の謎の天体である。ただ、電波がプラズマ状媒質を通過してくる際に低振動数の電波ほど到着が遅れる。これを用いると、いくつか仮定を含むが一応距離を推定することができ、それは銀河系を大きく超え、50～100億光年という宇宙論的な遠距離であることが示唆される。FRBの起源としては、超新星や中性子星などを中心にさまざまな仮説が提案されている。筆者は、連星中性子星の合体説を出している。



現在、世界中の天文学者が血眼になってこの天体の正体を明らかにすべく、熾烈な競争をしている。われわれのグループも、すばる望遠鏡を使ってあるFRBを追観測したところ、それが発生した母銀河と思われる銀河を50億光年かなたに発見した。ただし、高速電波バーストとは無関係の活動銀河という説もあり、論争が続いている。その後、さらに別のFRBまでの距離を20億光年と特定したという成果も出てきた。だが、このFRBはやや特殊で、他のFRBと違ってバーストをくりかえし起こしている。他のFRBとは異なる種族なのかもしれない。

今後10年で、この謎の天体の正体がどこまで明らかになるのか、ワクワクが止まらない。これを読んでいる学部生の皆さんの中にも、大学院に入りこの謎にチャレンジする人が出てくることを期待したい。あるいは、その頃にはFRBもまた大した謎ではなくなっているかもしれない。それでも心配する必要はない。きっとまた、人類の観測技術の進展に伴い、新たな謎の天体がわれわれの前に立ちはだかるだろう。それは歴史が証明している。

2015年4月に発生したFRBをすばる望遠鏡で観測した結果。左上パネルの白丸が電波天体のサーチ領域で、今回のFRBは水色の円内で発生。参考に満月の大きさも示してある。右上3パネルは、その中で見つかった母銀河候補天体。下パネルは、それを分光してスペクトルにしたもの。これから、この銀河が古い楕円銀河で、距離が約50億光年であることが判明した。

TOPICS

UTRIP 2017

作田 千絵 (国際化推進室 講師)

理 学系研究科の恒例行事となった UTRIP プログラム (University of Tokyo Research Internship Program) が 2017 年も無事に終了した。本プログラムは、海外の学部学生が理学系研究科 5 専攻の研究室に 6 週間滞在し、インターンシップを行う夏季短期プログラムである。2010 年のプログラム開始時から年々応募者が増え、今では毎年世界中から 500 名を超える応募が集まる人気プログラムとなっている。今年の UTRIP には 8 ヶ国の大学から 20 名の学生が参加し、それぞれの希望先の研究室で研究活動を行うとともに、UTRIP セミナーやパーティーなどの場で理学系研究科・理学部の学生と交流を深め、日本語や日本文化を学び、さまざまな体験を積んで帰国した。本プログラムの狙いのひとつは、海外の大学で勉学に励んでいる優秀な学生が、UTRIP を通じ、本学理学系研究科への入学に興味をもつ機会を提供することにある。今年も 1 名の元 UTRIP 参加学生が理学系研究科の修士課程に合格し、この秋から入学予定となっている。なお、本プログラムは大和証券グループ本社と東大友の会 (Friends of UTokyo, Inc.) のご支援を受けて実施されている。



UTRIPレセプション



1st Crewの参加学生にキャンパスを案内する過去のUTRIP修了生

Dreams Fulfilled in the Land of the Rising Sun

Iulia-Madalina Streanga (University of Edinburgh)

The UTRIP programme provided me with the chance of pursuing research for the first time at a leading institution in the geosciences field. My project was focused on the analysis of the Java upwelling system and its representation in a set of climate models. It was a unique opportunity of applying theoretical aspects learned at my home university and also of learning new concepts and practical methods. But my experience in Japan was unique from so many points of view – my first trip to Asia, the first time I had to properly use chopsticks, the first traditional

Japanese tea ceremony and kimono-wearing session – besides so many other small daily things that made my time here an invaluable journey of self-discovery and immersion into a culture and setting so different to the ones I have been used to. I feel gratitude towards the entire team who so warmly welcomed us in Japan and supported us throughout the programme, always ensuring that we were having a wonderful time. This summer I have laid strong foundations for my future career pathway, while also personally growing in a challenging environment.



Trying on a kimono at the Japanese Culture Workshop

理学部イメージコンテスト2017「理学の美」

オープンキャンパス実行委員長 吉本 芳英 (情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 准教授／情報科学科 兼任)

理学部オープンキャンパス恒例のイメージコンテストへは合計26件の応募をいただいた。ご応募くださいました皆様に、オープンキャンパス実行委員会を代表して厚くお礼申し上げます。来訪者の方々による投票の結果、1件の最優秀賞、および最優秀賞とは僅差ではあるが2件の優秀賞（得票数同一）が選ばれた。

最優秀賞は数学科の河野俊丈教授による「ヴィラルソーの円の紙模型」である。

トーラスの断面に現れる2つの円を表現したもので、幾何学に現れる形の美しさが表現されている。優秀賞は化学科の合田圭介教授、磯崎瑛宏特任研究員による「微小水滴ケージ内のミドリムシ」と、地殻化学実験施設の小松一生准教授、白石智子さんによる「氷のペンダント」である。「微小水滴ケージ内のミドリムシ」では、小さな水滴の一つひとつにミドリムシが1匹ずつ閉じ込められた様子が、緑の核をもった水晶

玉のように見える。水晶玉の向こうにミドリムシの個性がみえてくるのだろうか。もうひとつの優秀賞、「氷のペンダント」は幼稚園児向けの出前実験で作成された物とすることで、宝石のような美しさが夕焼け空で効果的に演出されている。応募いただいた作品を通して理学の世界に現れるさまざまな美しさが来訪者に伝わったことと思う。

ご投票くださいましたご来訪の皆様に厚くお礼申し上げます。

最優秀賞

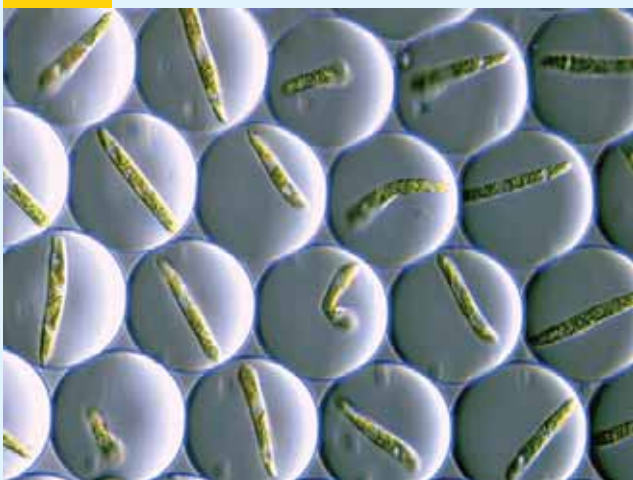


「ヴィラルソーの円の紙模型」

河野 俊丈 (数理工学研究科 教授)

トーラス（ドーナツ型の曲面）を斜めに切ると互いに交わる2つの円が現れ、これをヴィラルソーの円とよびます。トーラス上に多くのヴィラルソーの円を描いた様子を紙を組み合わせることによって表現しました。

優秀賞



「微小水滴ケージ内のミドリムシ」

磯崎 瑛宏 (化学専攻特任研究員)

髪の毛の断面と同程度の小さな水滴のケージに1匹1匹ミドリムシを閉じ込めた様子です。1秒間に数千個のミドリムシの入った水滴を生成できる技術を用いて水滴を集め、光学顕微鏡でミドリムシの個性を解析します。

優秀賞



「氷のペンダント」

小松 一生 (地殻化学実験施設 准教授)

白石 智子 (地球惑星科学専攻2015年度修士課程修了)

幼稚園での出前実験向けに園児へのプレゼントとして作った氷のペンダント。純水の板を銅製の型に挟むと、みるみるうちに氷が溶け、六花の形が出来上がる。「もういいかいやって」とせがむ子供達の輝く瞳の中に、科学の原点を想う。

理学部オープンキャンパス開催報告

オープンキャンパス実行委員長 吉本 芳英(情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 准教授/情報科学科 兼任)

2017年度は、涼しい曇り空ではあるものの雨は降らず、天候に恵まれたオープンキャンパスとなった。8月2日(水)・3日(木)の2日間に計6,956人と前年度とほぼ同数の来訪者があった。小柴ホールでの学生および教員による講演会をはじめ、各学科等による講演会に、多数の参加者があった。たいへん残念な事に、一部の講演会では会場に収まりきれない人が出てしまうほどであったが来年度は理学部1号館の3期工事が完成し、大規模教室が増設される予定であるので、より多くの方に聴講していただける体制が整うものと考ええる。

また講演会に加えて、各学科からの、様々な工夫された展示、相談・質問コーナー、実習教室などにも多数の来訪者があり、担当の教職員と学生による熱心な解説や質

疑を楽しんでいただけたと思う。これら展示の多くは、各研究室などによるものであったが、今年度は大学院生有志による講演会型の企画も一件あった。今後このような学生有志による企画が定着すれば、オープンキャンパスがより魅力的になると思い、今後に期待する。

各学科等で準備および当日の実施にご協力くださいました教職員の皆様、学生の皆様、また全体運営にご尽力くださいました広報室および理学部事務と情報システムチームの皆様に厚くお礼申し上げます。皆様のご協力により、今年度も理学の魅力をご来訪の皆様に伝えることができました。

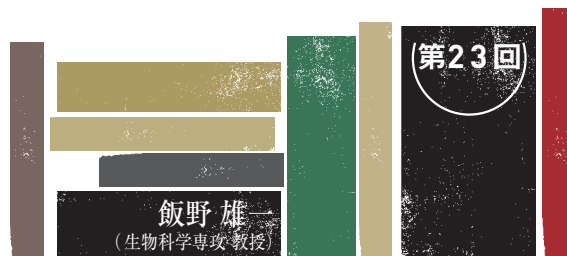


オープンキャンパス当日の様子

理学の本棚

「遺伝学－遺伝子から見た生物」

大学の教養課程から専門課程にかけては学問分野の幅広い知識を効率よく取得する必要がある良い教科書が存在が重要である。生物学の分野では、これまで生化学や分子生物学の教科書は多く出版されてきたが、不思議なことに遺伝学の日本語の教科書は少なかった。そのような中、本書は日本学術会議が提示した参照基準に従い、鷲谷いづみ氏監修、桂 勲氏編集により執筆されたものである。編集において両氏が心がけたのは、量が多すぎないコンパクトな教科書とし、爆発的に発展を続ける遺伝学の分野を俯瞰できる教科書とすることであった。カラフルな教科書を見慣れた身には本書の素朴な装丁は物足りない気もするが、これは過度の経済的負担を掛けずに多くの学生が購入できるようにとの編集チームの配慮である。本書の内容は、生物学と遺伝学の歴史の解説から始まり、情報を担う単位としての遺伝子の基本的な概念、DNA複製・修復や遺伝子発現の機構などの基本的な生命の仕組みと進む。遺伝子操作、ゲノム科学などの解析方法も紹介されるので、読み進むにつれて広範な基礎知識を得ることができる。引き続き、細胞



分裂の機構、エピジェネティクス、癌遺伝子、細胞分化、個体発生、学習記憶、個体集団の振るまい、人類遺伝などについて、遺伝学を駆使することによってどのように新たな知見がもたらされたが階層立てて楽しく学習できる。筆者はモデル生物を用いた発生や神経系の原理解明についての章を分担したが、しくみを解き明かす研究のやり方を分かってもらえるようにとの思いで執筆した。ともかく手軽に読めるところが利点なので、大学生のみならずさまざまな読者に勧めることのできる教科書である。



鷲谷いづみ 監修、桂 勲 編
「遺伝学－遺伝子から見た生物」
培風館（2017年）
ISBN 978-4-563-07822-5

東京大学理学部ホームカミングデイ2017

広報委員会

理 学部では、この日を「ファミリーデイ」とし、ご家族で参加いただけるイベントを行います。
本学をご卒業・修了された方はもちろん、ご卒業生・修了生のお子様や近隣地区の小学生・中学生の皆さんにご来訪いただき、理学の世界に触れていただく機会になれば幸いです。

- 【日時】 2017年10月21日(土) 13:30～15:00 (受付 13:00～)
- 【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 ※詳しくは理学部HPをご覧ください。
- 【参加】 事前申込制：参加費無料

東大理学部 ホームカミングデイ

検索



ホームカミングデイ2017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
2017年6月19日付 (4名)			
論文	地惑	後藤 孝介	現世熱水性鉄マンガン酸化物を対象としたモリブデン同位体研究：太古代・原生代前期における海洋酸化還元環境への示唆 (※)
課程	物理	宮崎 慈生	量子写像における正值性と完全正值性の差異 (※)
課程	化学	眞田 千馬	金属を中心骨格とする環状ギアシステムの構築と回転運動制御 (※)
課程	生科	澤藤 りかい	生物考古学における新たな分析手法の応用：古人骨プロテオミクス解析と歯石 DNA 分析 (※)
2017年7月24日付 (2名)			
論文	化学	廣井 卓思	親水性・疎水性相互作用に起因する高分子の凝集構造についての研究 (※)
課程	生科	三好 貞徳	筋萎縮性側索硬化症モデルマウスに対する <i>DOK7</i> 遺伝子治療の効果とその作用機序 (※)

人事異動報告 |

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2017.6.30	物理	客員准教授	BALLMER STEFAN WERNE	任期満了退職	
2017.6.30	生科	特任助教	大野 速雄	退職	
2017.6.30	臨海	特任助教	大森 紹仁	退職	
2017.7.1	物理	助教	松永 隆佑	転出	物性研究所准教授へ
2017.7.1	化学	特任助教	高野 慎二郎	採用	
2017.7.1	総務	総務チーム(旅費担当)係長	中村 浩子	配置換	医学部附属病院管理課施設管理チーム(管財担当)係長へ
2017.7.1	総務	総務系専攻チーム係長	丸山 正巳	転出	放送大学情報部図書情報課管理係長へ
2017.7.1	経理	研究支援・外部資金チーム(委託業務担当)係長	峯 貴志	配置換	工学系・情報理工学系等財務課外部資金チーム係長へ
2017.7.1	経理	研究支援・外部資金チーム(研究推進担当)係長	住吉 聡一	配置換	情報学環研究協力係長へ
2017.7.1	経理	経理系施設チーム係長	丸屋 久	配置換	医科学研究所病院課病院会計チーム係長へ
2017.7.1	経理	経理系施設チーム専門員	石野 博	配置換	医学部附属病院管理課施設チーム(管財担当)専門員から
2017.7.1	総務	総務系専攻チーム専門職員	畠山 良一	昇任	生産技術研究所附属千葉実験所係長から
2017.7.1	総務	総務チーム(旅費担当)係長	高松 宏	転入	日本学術振興会総務企画部会計課経理係係長から
2017.7.1	経理	研究支援・外部資金チーム(委託業務担当)係長	岩本 聖子	配置換	社会連携部渉外・基金課係長から
2017.7.1	経理	研究支援・外部資金チーム(研究推進担当)係長	水津 知成	配置換	地震研究所研究支援チーム係長から
2017.7.1	経理	経理系施設チーム係長	草開 泰之	配置換	経済学研究科等研究協力係長から
2017.7.1	総務	総務系専攻チーム係長	小倉 聡司	昇任	主任から
2017.7.1	学務	学務課学務系専攻チーム係長	藤枝 伸	配置換	総務課総務系専攻チーム係長から
2017.7.1	経理	経理課経理チーム(調達業務担当)係長	正津 玲奈	担当命免	経理系施設チーム係長から
2017.7.16	地惑	特任准教授	新名 良介	採用	



理学部1号館にある天文学図書室