

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

The Rigakubu News

# 理学部 ニュース

東京大学 09 月号 2016

遠方見聞録

## シュトゥットガルト 滞在記&脱出記

### 理学エッセイ いつもの風景から

学部生に伝える研究最前線  
単結晶ハードフェライト棒磁石

1+1から∞の理学  
シャミセンガイゲノムと「カンブリア紀の爆発」

理学から羽ばたけ  
専門教育なる誤謬と東大理学部・理学系研究科

トピックス  
UTRIP2016

# 09 理学部 ニュース 月号 2016

本郷キャンパスにある「中央食堂」でのひとコマ。座席数は420席と最も大きく、栄養バランスの考えられたメニューで学生たちの空腹を満たしている。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)  
撮影協力：武田 紘樹 (物理学専攻 修士課程1年生)  
和田 祥太郎 (物理学専攻 修士課程1年生)  
清野 愛海 (物理学専攻 修士課程1年生)

本号も執筆者に恵まれ、充実した内容になっています。その中で個人的に特筆したいのは、「理学から羽ばたけ」の記事です。今年度から連載が再開されたコーナーですが、その際の編集部の方の意図は、「卒業生の多様なキャリアパスの可能性を知ってもらおう」というものでした。今回、仙石さんに寄稿頂いた記事では、大学での経験がどう生かされるのかということに加えて、大学の社会における役割ということにまで、外の世界を経験された方の視点から言及されています。編集部の(というか私の)期待を超えた新たな観点を提供して下さったと感激しています。それ以外の記事も、もちろんどれもおすすめです。新たな試みとして、UTRIPの報告では来日した学生さんにコメントを頂きました。季節の変わり目、ちょっとした気分転換に「理学部ニュース」をお楽しみください。

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48巻3号 ISSN 2187-3070

発行日：2016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)

對比地孝亘 (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。



東京大学 理学部ニュース

検索

## 目次

### 理学エッセイ 第24回

- 03 いつもの風景から  
鍵 裕之

### 学部生に伝える研究最前線

- 04 生命科学の未来を切り拓く「はさみ」  
山野 峻/西増 弘志/石谷 隆一郎/濡木 理  
ちょっとした工夫で細胞分裂の挙動を見る  
塚谷 裕一  
単結晶ハードフェライト棒磁石  
大越 慎一

### 遠方見聞録 第15回

- 07 シュトゥットガルト滞在記&脱出記  
山田 昌彦

### 1 + 1 から∞の理学 第2回

- 08 シャミセンガイゲノムと「カンブリア紀の爆発」  
遠藤 一佳

### 理学から羽ばたけ 第14回

- 09 専門教育なる誤謬と東大理学部・理学系研究科  
仙石 慎太郎

### トピックス

- 10 UTRIP2016  
作田 千絵

#### Summer in Japan

Chan Hong Pou

#### 理学部オープンキャンパス2016報告

志甫 淳

#### 理学部イメージコンテスト2016優秀作品

志甫 淳

### 理学の本棚 第18回

- 13 「数学の現在 i」「数学の現在  $\pi$ 」「数学の現在 e」  
河東 泰之

### お知らせ

- 13 佐佐木行美先生を悼ぶ  
新任教員紹介  
東京大学理学部ホームカミングデー開催のお知らせ  
梶田隆章東京大学特別荣誉教授ノーベル物理学賞2015受賞  
記念常設展示公開のお知らせ  
博士学位取得者一覧/人事異動報告



## Essay

## いつもの風景から

鍵 裕之 (地殻化学実験施設 教授)



私たちの研究室は理学部化学館の中にある。今回のエッセイでは化学館の周りをぐるっと1周歩いて思い出すことを気の向くままに書いてみたい。

化学館は今年でちょうど築100年の化学東館、講義室がある化学本館、私の研究室がある化学西館からなる。大病院側の東館正面玄関から時計回りに歩くとまず目につくのが化学科初代教授であったエドワード・ダイバース (Edward Divers) 教授の胸像である (図)。ダイバース先生の胸像はかつては化学館と理学部4号館、7号館に囲まれた中庭側にあり、ゴミ収集場と隣り合わせという位置関係でたいへんお気の毒であった。現在は人通りの多い東館の正面玄関のすぐそばに移られ、化学東館とのマッチングも素晴らしいと感じている。

化学本館の脇には背の高い銀杏の樹が立ち並ぶ。この銀杏をみると駒場から本郷に進学した春を思い出す。化学科に進学すると3つの班に分かれて研究室に2ヶ月間ほど厄介になって実験をさせてもらい、五月祭で成果を発表するのが今でも続く伝統である。私たちは身の回りの水に含まれ



エドワード・ダイバース教授の胸像

る酸素、水素同位体比を研究テーマに選んだ。講義を聴きながらの窓の外を眺めて、背の高い銀杏の葉から蒸散する水の同位体比は地上近くと高いところで違うのだろうか?とすることが気になり出した。2階、3階、4階のベランダから手を伸ばし、銀杏の葉にビニール袋をかぶせて蒸散水を集め、水素と酸素の同位体比を測定した。驚くなかれ、上に行くほど重い同位体の濃度が低いという結果になった。やはり重い同位体は高いところには運ばれにくいのだ!喜び勇んで五月祭で研究結果を発表した。酸素同位体比の測定でお世話になった海洋研の酒井均教授に五月祭で配付した実験レポートをお送りしたところ、すぐに真っ赤になって返って来た。降雨の同位体組成は降り始めと降り終わりでも変わるし、違う日に降った雨も同位体比は変わるので君たちの発表はあまりにも乱暴であるとお叱りを受けた。今から振り返ると科学者としての最初の洗礼を受けた出来事であった。予想通りの実験結果が出たとしても、正しい考察がないまま世の中にデータが出回れば科学の進歩はおろか、科学の混乱と後退をもたらすかもしれないと言う教訓を酒井先生のお手紙の行間から読み取った。

さて、時計回りにさらに歩いて1号館側の化学西館2階を見上げていただきたい。何とも奇妙なトンネルの残骸のようなものが見える (図)。これはかつて化学西館と理学部1号館が渡り廊下で結ばれていた時代の名残である。当時は地下にも化学西館と1号館を結ぶトンネルが存在して、二つの建物をいつでも自由に行き来することができた。今でも化学西館地下にはトンネルの跡が残っている。



化学西館に残る渡り廊下の名残

私たちが進めている研究は化学と地球惑星科学の境界領域で、研究室には両専攻の大学院生が机を並べて仕事をしています。昔と比べるとお隣の建物との移動はやや不便になったが、お隣の研究分野間の交流は昔以上に活発になっている。境界領域から研究のフロンティアを目指したい。

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。

## 生命科学の未来を切り拓く「はさみ」

近年、生命の設計図である遺伝情報(ゲノムDNAの塩基配列)を書き換える

「ゲノム編集」技術が注目されている。

微生物のもつCas9タンパク質(DNA切断酵素)の発見により

効率的なゲノム編集が可能になり、医学・生命科学研究に革命がもたらされた。

ゲノム編集技術は、品種改良や遺伝子治療などへの応用も期待されている。

2015年、Cas9とは異なる特徴をもつDNA切断酵素Cpf1が発見され、

新たなゲノム編集ツールとして注目を浴びている。

今回、我々はCpf1-ガイドRNA-標的DNAからなる複合体の結晶構造を決定し、

そのDNA切断機構の解明に成功した。

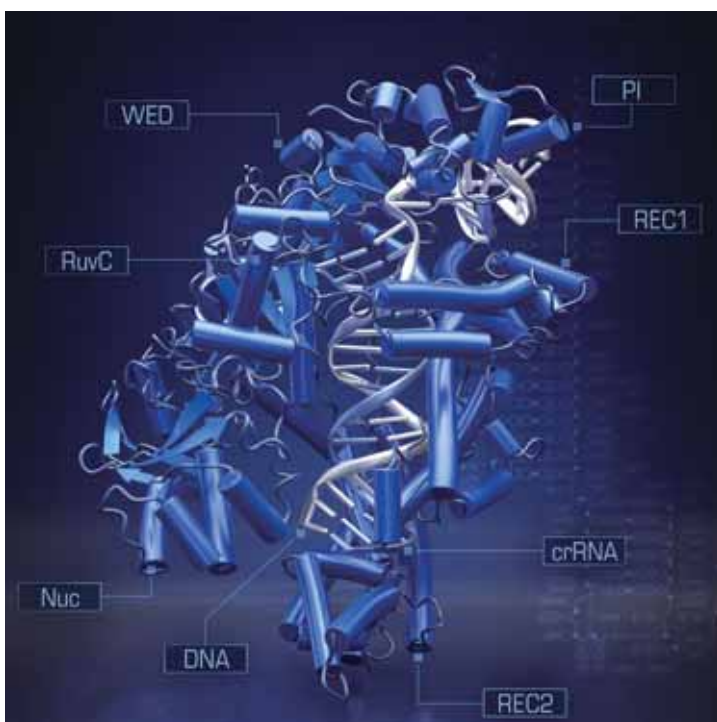
原核生物はCRISPR-Cas系とよばれる免疫機構をもち、ファージなどによる感染から自身を保護している。Cas9はII型のCRISPR-Cas系にかかわるタンパク質であり、ガイドRNAと複合体を形成し、ガイドRNAの一部(ガイド配列)と相補的な2本鎖DNAを特異的に切断する。したがって、ガイド配列(約20塩基)を変更することにより、ゲノムDNAの任意の標的配列を選択的に切断・改変することが可能である。2013年、Cas9を応用したゲノム編集の成功例が報告され、Cas9は効率的なゲノム編集ツールとして広く利用されている。生命科学研究の現場においてCas9を用いた遺伝子ノックアウト技術は欠かせない存在となっており、さらに、ゲノム編集によりマウスの筋ジストロフィーが回復したという遺伝子治療の成功例も報告されている。

2015年、V型のCRISPR-Cas系に関与する新規のDNA切断酵素Cpf1が発見された。Cpf1はCas9と異なる特徴をいくつかもつ。まず、Cas9は2種類のガイドRNAを必要とする一方、Cpf1は1種類のガイドRNAのみを必要とする。さらに、切断後のDNAの「切り口」も異なる。Cas9は両方のDNA鎖がそろった平滑末端を作るのに対し、Cpf1は片方のDNA鎖が突出した突出末端を作る。2014年にCas9の立体構造が解明されていたが<sup>5</sup>(Nishimasu *et al.*, Cell 2014; Anders *et al.*, Nature 2014), Cpf1の立体構造は不明であり、その作動機構は謎に包まれていた。

Cpf1によるDNA切断機構の解明を目指し、我々はCpf1のX線結晶構造解析に着手した。細菌*Acidaminococcus sp.*に由来するCpf1タンパク質とガイドRNAおよび標的DNAからなる複合体を精製、結晶化し、大型放射光施設SPring-8およびSwiss Light SourceにおいてX線回折データを測定し、複合体の結晶構造を決定した。その結果、Cpf1はCas9とは大きく異なる立体構造をもつことが明らかとなり、両者のあいだの機能的な違いを原子レベルで説明することができた。特に、標的DNAを切断する「はさみ」としてはたらく部分の構造と配置が大きく異なっていた。この違いはCpf1とCas9によるDNAの「切り口」の違いとよく一致していた。今回の研究成果は、Cpf1を改変した強力な新規の研究ツールの開発につながることも期待される。

本研究は、Yamano *et al.*, Cell 165 (2016)に掲載された。

(2016年4月22日プレスリリース)



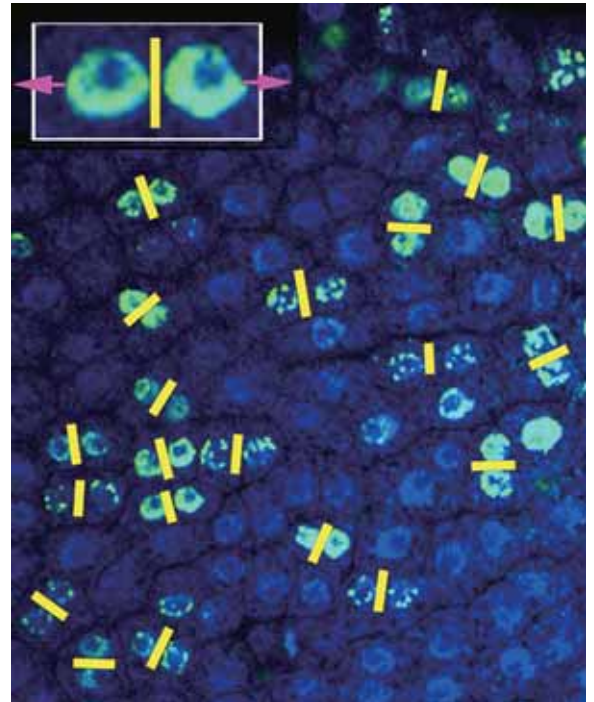
Cpf1-ガイドRNA-標的DNA複合体の結晶構造。原子座標に基づくコンピューターグラフィックを示した。ガイドRNA(crRNA)と標的DNAが形成する二重らせんがCpf1により認識されていることがわかる。



## CASE 2

細胞分裂の挙動を見る  
ちよつとした工夫で

細胞分裂がどの角度にどのようになされるのかは、多細胞生物の体作りの理解にとって、古くから重要なポイントとされてきたが、分子遺伝学の知見が豊富となった今でも、その様相はまだよく分かっていない。その難しさは、組織中での各細胞分裂のタイミングも、分裂の角度も予め予測できないところにある。今回私たちは、その細胞分裂の挙動を容易に短時間でモニターする方法を開発し、植物の葉で実際に使えることを示した。この方法は応用範囲が広く、今後、動植物を問わず利用されると期待される。



多細胞生物の体では、あちこちで細胞分裂がおきている。この細胞分裂は、でたらめではない。決まった形とサイズの器官、組織、そして体を作るためには、細胞分裂の角度と頻度は、ある決まった範囲に収まっている必要があるからだ。

しかしそうかといって、縦の次は横、横の次は斜め、のような決まった順番で細胞分裂がなされるのかといえば、これもそうではない。受精卵の卵割のようなごく初期段階での分裂や、特定の組織における分裂ではそういう事例も見られるが、たいがいの組織内の細胞分裂は、それほど決まり切った順番と角度でなされていないのである。

となると、その挙動やその仕組みを知りたくなるが、各細胞が一見ランダムに分裂しているため、その方向を一つ一つ確かめるのも大変な作業になる。しかも細胞ごとに分裂するタイミングがまちまちのため、全体のように知るのも一苦労だ。これまで、いろいろな研究者がいろいろなトリックを使って解析してきたが、その技法はいずれも時間がかかったり、遺伝子組み換えを必要としたりと、汎用性が乏しいものであった。

いっぽう、私たちは葉の形態形成の仕組みを知る目的で、少し以前から、生物が間違っただけでDNAに組み込んでしまう性質のある化合物EdU (5-ethynyl-2'-deoxyuridine) を使って、葉の発生途上での細胞分裂頻度を確かめてきた。チミジンのアナログであるEdUはDNAに取り込まれた後も安定であるため、その官能基を利用することで、EdUを保有する細胞核を蛍光標識することができ

る。しかし単純にこれを取り込ませるだけでは、組織が輝く細胞核で満天の星のようになってしまい、空間的な分裂活性の疎密は分かるものの、個々の細胞の挙動までは分からない。

そのうちにふと思いついたのが、EdUを短時間だけ与えれば(パルス投与と言う)、パルスの間にDNA合成した細胞だけが標識され、しかもそのあとEdUなしの状態でも適当時間待てば(チェイスと言う)、分裂して2つに割れた核の対が選択的に検出できるだろうというトリックである。やってみると、これは期待通りで、2つづつ並んだ核が、組織の中にきれいに検出されたのだ。これで、核の対から容易に細胞分裂の角度が分かるようになった。

その後、実験条件を検討して最適化した結果、シロイヌナズナの葉の発達中に、どの部分でどのように細胞分裂の角度が制御されているか明らかになった。この方法の応用範囲は広く、植物でも動物でも何にでも使える。簡便で時間も短時間で済むため、今後、利用実例が増えてくるものと期待している。本研究は、Yin and Tsukaya (2016) *New Phytologist*, 211, (4) に掲載された。

新手法で見たシロイヌナズナの葉の原基。2つ並んで緑に光っているのは、1つの細胞核から分裂してできた娘核のセット。核の間の短い補助線は、それぞれのセットの境界面を示す。この境界面を見ることで、分裂の方向が一目瞭然と分かる。背景で薄く青く染まっているのは、この間に分裂をしなかった細胞の核。左上の拡大図は、2つの娘核とその境界線(短い線)、そして分裂した方向(矢印)を示す。Yin and Tsukaya (2016) より改変。

(2016年5月16日プレスリリース)

## CASE 3

### 単結晶ハードフェライト棒磁石

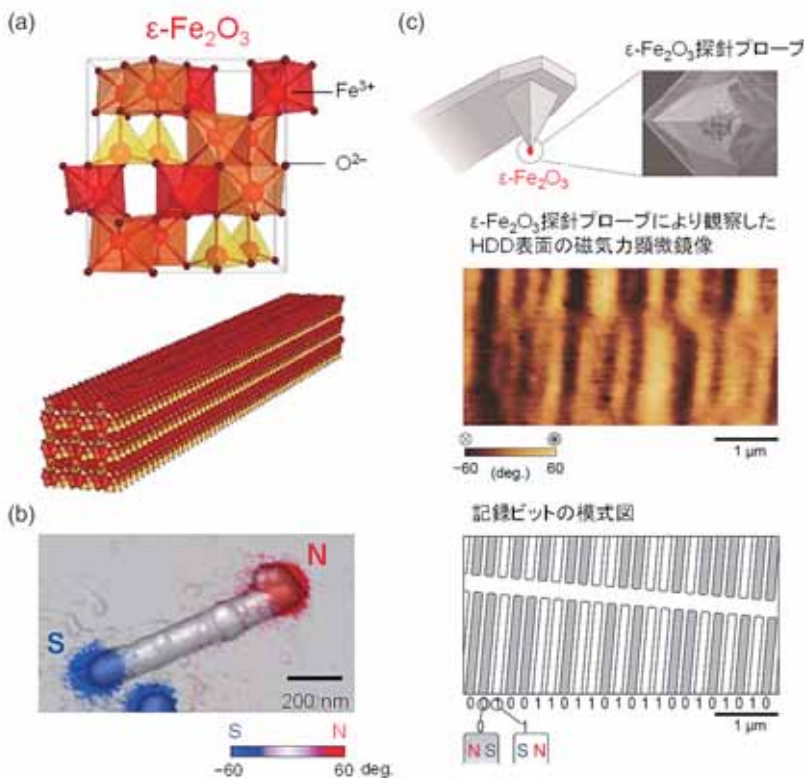
イプシロン型-酸化鉄( $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )ナノ磁性体を、  
 ミクロンサイズまで結晶成長させた単結晶フェライト棒磁石では、  
 一対のN極とS極からなる単磁区構造をとることが分かった。  
 このフェライト棒磁石は、大きな磁場をかけても磁気が失われず、  
 また絶縁体であり、  
 化学的にも耐久性が優れて錆びることのない、  
 単なる酸化鉄からできた棒磁石である。  
 このフェライト磁石は、  
 磁性材料の表面を観察できる磁気力顕微鏡の探針プローブや、  
 高速無線通信用の高周波ミリ波吸収材料としての応用が期待される。

酸化鉄からできたフェライト磁石は、古来より  
 広く用いられてきており、現在では、自動車用品  
 部品、モータ、磁性流体などの産業用途から、玩具、  
 工芸品などの日常生活にも使われている。一般  
 に知られている棒型形状をしたフェライト棒磁石  
 は、磁性粉を固めて加熱成形した後、磁場を印加  
 して製造するため、粒界や欠陥が多く、磁壁で囲  
 まれた磁区の磁極がいろいろな方向を向いた多磁  
 区構造をとっており、N極とS極が一對だけ存在  
 する単磁区構造を作れないという課題があった。

今回私たちは、大きな保磁力\*を有するイプシロ  
 ン型-酸化鉄( $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )と呼ばれる物質の単結晶  
 のフェライト棒磁石を合成することにより、単磁  
 区構造を有する、数百ナノメートルから1ミクロ  
 ン程度のサイズの単結晶フェライト棒磁石を開発  
 した。この $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ フェライト棒磁石は、外部か  
 ら強い磁場が印加されても磁極が反転しにくく、  
 その保磁力は、25キロエルンステッド(kOe)と市  
 販のフェライト永久磁石(3~5kOe)と比べて極  
 めて高い。また、絶縁体であるため電流も流れず、  
 化学的にも安定で錆びることがない。このような  
 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ フェライト棒磁石の特徴を活かして、磁  
 石表面を観察できる磁気力顕微鏡の探針プローブ  
 の開発を行い、市販のハードディスク表面の磁気  
 記録ビットを観察した。この $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ フェライト  
 磁気力顕微鏡は、これまで測定が困難であった強  
 力な磁石の表面や、強磁場下での観察が可能にな  
 ると期待されている。また、電磁波吸収測定を行っ  
 た結果、181ギガヘルツ(GHz)という極めて高い  
 周波数のミリ波を吸収することが明らかになり、  
 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ フェライトフィルムの開発も行った。  
 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ フェライトは、ビッグデータ時代に向け  
 た高密度磁気記録用部材として期待されているほ  
 か、超高速無線通信用の高周波ミリ波吸収部材と  
 して、IoT(Internet of Things)社会に貢献する新素材  
 としても脚光を浴びており、2016年7月より英国  
 立ロンドン科学博物館にて特別展示されている。

本研究は、S. Ohkoshi *et al.*, *Scientific Reports*, 6, 27212(2016)に掲載された。

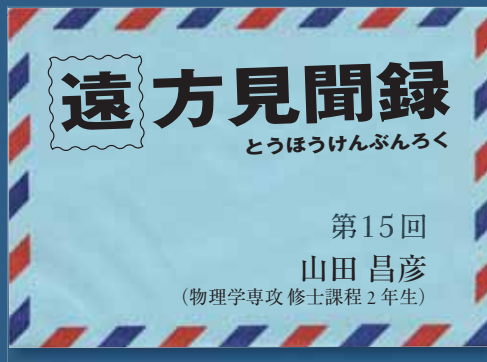
(2016年6月7日プレスリリース)



(a)  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の結晶構造。八面体は $\text{FeO}_6$ 、四面体は $\text{FeO}_4$ 。(下図)結晶のa軸方向に成長した $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 。(b)原子間力顕微鏡像(白黒)と磁気力顕微鏡像(赤青)を重ね合わせた像。(c)開発した $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 探針プローブの模式図と先端部の走査型電子顕微鏡像(上図)。 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 探針プローブを用いた市販のHDDのデモ観察では、磁気力顕微鏡像が得られ(中図)、磁気記録ビット(下図)が観測された。

\*保磁力とは、磁極を反転させるために必要な外部磁場の大きさである。私たちは2004年に $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ がフェライト磁石として最大の保磁力を示すことを初めて見出した。





Profile

2015年 東京大学理学部物理学科 卒業  
同年 3月 理学部学修奨励賞受賞  
2015年 東京大学大学院理学系研究科  
物理学専攻入学

## シュトゥットガルト滞在記&脱出記

飛行機でドイツ・シュトゥットガルトに到着したのが夕方であったために、電車とバスを乗り継いでマックスプランク固体物理学研究所 (Max-Planck-Institut für Festkörperforschung) に到着した時には真っ暗になっていた。とくに、珍しく研究所に雪が積もっていたため、足元もふらつき重たい荷物がより重たく感じられたが、なんとか守衛さんと話すことができた。初日はゲストハウスの鍵を受け取り部屋に入るだけなのだが、守衛さんは英語が話せないようにジェスチャーでコミュニケーションをとるのに苦労した。

どうしてはるばるドイツまで来ることになったかという、理学系研究科物理学専攻の高木英典研究室 (現高木・北川研究室) の特別実験の一環として、2015年の春休みにドイツの側の高木研究室で海外インターンシップに参加したからである。マックスプランクの高木研に滞在し、同研究所のジョージ・ジャッケリ (George Jackeli) 博士とともに一ヶ月半研究することになっていた。

翌日には、ジョージとショッピングモールに買い出しに行ったが、すでにどんな研究をするかという話まで踏み込むことができた。スーパーでは果物の安さと加工食品 (ソーセージとチーズがおいしい!) の充実度に驚いたが、ジョージは砂糖を指して「Powder or crystal? Not a single crystal, but poly」とジョークばかり言うので、人生で一番楽しい買い物となった。

研究はダブルペロブスカイト化合物におけるスピン軌道相互作用の効果の理論的研究

というマニアックな内容であった。おおよそ午前8時に起きて、研究所で朝食をとり、その後は居室で研究し、午後5時頃にはゲストハウスに帰るという毎日である。特に、高木研には午前10時と午後3時ごろコーヒータムがあるもので、その時他のメンバーとも交流することができた。研究の流れはおおよそ、ジョージが模型を作ってくれて、その模型を自分が解析・計算するというものであり、あくまで自分は彼の計算を手伝ったという要素が強い。しかし、ここでの経験が、のちに自分が量子スピン液体の実現アイデアを思いつくの役に立ち、今の自分の骨の部分となって



マックスプランク固体物理学研究所の前でジョージとの写真。ジョージ曰く「There is a Berry phase around the institute. Even if you go right, right and right around the Institute, you cannot get back to the same place.」  
左：筆者、右：ジョージ・ジャッケリ博士

いることを感じている。また、シュトゥットガルトは治安が良く、博物館もたくさんあり、オペラが見られるので、夕食後や土日の観光も非常に楽しむことができた。

帰国の前日、航空会社 (KLM オランダ航空) から飛行機欠航の知らせがあり、ルフトハンザの便に振り替えられた。しかし、その便も当日に欠航。中央駅から特急に乗ったらそれもマンハイムで運転を止めてしまい、反対側のホームの特急に乗り込んだ。フランクフルトまで陸路で行っても間に合わず、翌日の便でなんとか帰国した。飛行機運がないのでいつも帰国時は苦労してしまう。

最後に、ドイツでの短期海外インターンシップという貴重な機会を提供くださった物理学専攻の高木先生に感謝します。また、帰国を手伝ってくださった磯部正彦研究員にもこの場を借りてお礼を申し上げます。



シュトゥットガルトのオペラ座。シュトゥットガルトのオペラは世界的にも有名。

# 1+1 から 無限大 の理学

第2回

遠藤 一佳  
(地球惑星科学専攻教授)



奄美大島笠利湾のシャミセンガイ（腕足動物）。全長約10cm。シャミセンガイはダーウィン以来「生きている化石」としても有名である。

## シャミセンガイゲノムと「カンブリア紀の爆発」

恐竜でおなじみの古生物学が私の専門である。地層に含まれる化石を主な研究対象とするため、地球惑星科学（地質学）の一分野だが、古生物学=化学ではない。古生物学とは文字通り、古生物（過去の生物）に関する理論である。古生物の遺骸や痕跡が化石だ。過去と現在は一連であるので、古生物学は生物学と一連である。しかし、そのような本来的な結びつきとは裏腹に、地球惑星科学と生物学は別々の道を歩んできた。高校では地学と生物という別々の科目である。国からの研究費の審査区分も、地球惑星科学と生物学は、人文社会系と同じ大区別のレベルで区別され、その間の溝はますます広がっている。遺憾である。

もちろん、だからこそ、地球惑星科学と生物学をつなぐ境界領域に存在価値がある。境界領域で研究をする一つの効用は、物事を立体的に俯瞰できることだ。片方だけではどうしても一面的になってしまう。例えば、中生代の恐竜類についても、そもそもその化石がなかったならば、そのような生物が存在したことは想像すらできなかったはずだが、その化石の研究に加え、彼らの子孫である現世の鳥類や、その親戚であるワニ類、カメ類、トカゲ類などの生物学的な比較をすることで、中生代の恐竜の筋肉系や生活様式等を生き生きと復元できる。

化石が示す進化パターンで、古くはダーウィンを悩ませた謎がある。地層を時代的に遡っていくと、古生代の最初に三葉虫化石が産出するが、それ以前はさっぱり化石が産出しない。逆に言うと、中間型を経ずにいきなり三葉虫のような複雑な動物が化石記録に出現するのだ（「ダーウィンのジ

レンマ」）。古生代の最初の時代（カンブリア紀）に出現したのは三葉虫（節足動物）だけではない。脊索動物や軟体動物を始め、事実上ほぼすべての現生動物門がこの時にいっせいに進化した（「カンブリア紀の爆発」）。ダーウィンは、これを「化石記録の不完全性」で説明しようとした。しかし、その後カンブリア紀の直前のエディアカラ紀から世界中で大型真核生物の化石群が発見され、しかも、それらが動物の祖先であると断定できないため、現在でもジレンマは解消されていない。

生物は歴史を背負って生きており、その歴史は究極的にはDNAに刻まれる。私は、この謎を解く鍵は現世の海生無脊椎動物のゲノム解読にあると考えた。それは、動物のゲノム解読に10億円かかると言われていた頃からの夢だ。しかし、発展途上の境界分野の悲しさで、当然そんなお金はない。私は2009年に意を決して、それまで全く面識のなかった沖縄科学技術大学院大学の佐藤距行先生（のりさん）に共同研究を申し込みに行った。次世代シーケンサーが実用化され、ゲノム解読は桁違いに安価になっていたとは言え、私にとっては安くはない。私はダメもとで遠慮がちに申し上げた。「アコヤガイ（軟体動物）かシャミセンガイ（腕足動物）のどちらかのゲノムを読んでいただけませんか」。のりさんの返事は一生忘れることができない。「両方読みましょう」。

2012年のアコヤガイゲノムに続き、昨年にはシャミセンガイゲノムが解読された（参照：<http://marinegenomics.oist.jp/>）。「カンブリア爆発」を巡る古生物学と進化発生学(Evo-Devo)の境界領域の研究はようやく出発点に立ったと言えるだろう。



## 専門教育なる誤謬と 東大理学部・理学系研究科

仙石 慎太郎  
(東京工業大学 准教授)

PROFILE

1996年 東京大理学部 生物化学科 卒業  
2001年 東京大理学部 理学系研究科 生物化学専攻  
博士課程修了 博士 (理学)  
2001年～ マッキンゼー・アンド・カンパニー、  
㈱ファストトラック・イニシアティブ、  
京都大学を経て、2014年より現職。  
学部では、運動会ヨット部クルーザー  
部門に所属。

筆者は大学院理学系研究科博士後期課程（生物化学専攻）を2001年に修了し、コンサルティング・ファームやベンチャー・キャピタルに勤務した。業務の内容は、製薬・バイオ産業分野における、経営陣に対する助言や、投資・育成を通じた支援である。業種は異なるが、若手の活動範囲は研究開発職と大差ないだろうし、学位取得者には適した職業であると思う（事実、海外ではこのようなキャリアパスはユニークではないし、日本でもそうなってきた）。

2008年に国立大学の常勤職に就き、以降はイノベーション・技術経営分野の研究や教育に従事している。その間の研究活動には、社会科学としての基礎研究に加えて、例えば日本医療研究開発機構「再生医療の産業化に向けた細胞製造・加工システムの開発」や科学技術振興機構・革新的イノベーション創出プログラム「スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点」等の分担研究者等として、先端技術に基づくイノベーションを実現するための実践研究も含まれる。

大学教員職であるから、理学部・理学系研究科での学習の全てが現在の血肉になっている。ただ、いわゆる専門的知識は、ほぼ全く役に立っていない（せいぜい、生命科学分野の研究者との交流場面において、教科書レベルの基礎的な知識や、過酷な実験漬け生活の体験を共有できる程度である）。むしろ、生物学や物理学といった多様な専門分野に分かれつつも、自然科学研究という価値観を共有しそれを追求する姿勢こそが、理学部・理学系研究科で得た本質であるように思う。

そういえば在学時代、某教授は自身の研究内容を「全く役に立たないもの」と豪語されていた。正論と思う。元来、科学研究とは自然現象の解明という人間本来の知的欲求から出発し、新たな自然観や体系を獲得することが目的であり、技術的・産業的成果への転換は他者の役割である。



現在の理学部・理学系研究科のウェブサイトには、「理学の分野で活躍できる人材を養成するためには、実習や実験を通じて、最上の教師である自然に学生が自ら問いかけ、思索することの重要性を学ぶことが必須である」とある。本質と思う。理論・実験の別を問わず、確たる学術体系のもとで知を探求するに、理学部・理学系研究科は最適な分野に違いないからである。

この学びの姿勢は何も理学の分野に限る必要はないだろう。学士課程は基礎訓練、修士課程は職業訓練、そして博士後期課程は職業「人」訓練の場であるからである。ビジネス的に表現すれば、本質的な課題（コア・イシュー）を喝破する洞察力、これを具体的な研究計画に落とし込む戦略的思考力、日々の研究活動において発生した課題を克服する問題解決力、議論や発表を通じて研究内容を磨き上げるコミュニケーション能力、求められるアウトプットを期限内に提供するプロジェクト・マネジメント力等と表現できるだろうか。理学部・理学系研究科の常識を疑って多様なキャリアパスを拓く素地はもう整っている。

研究・技術計画学会（現研究・イノベーション学会）シンポジウムにてモデレータを務める筆者

# TOPICS

## UTRIP2016

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(The University of Tokyo Research Internship Program)が2016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9ヶ国の大学から21名の学生が採択され、それぞれ希望先の研究室で研究活動に参加するとともに、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、様々な体験を積んで帰国した。本プログラムの狙いの一つは、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持つ機会を提供することにある。実際、



日本文化体験講座  
(春花園BONSAI美術館にて)

昨年夏のUTRIP参加学生のうち3名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。

## Summer in Japan

Chan Hong Pou (The University of Edinburgh)

**T**his summer, I was fortunate enough to undertake a research project investigating MHD waves using computational simulations in the Yokoyama laboratory as part of the UTRIP program. Initially it was a little daunting. However, everyone in the group was really patient and supportive which truly made me feel welcome. I have gained an invaluable insight into how cutting edge research is conducted. UTRIP also brought people from all over the world and it was fantastic to interact with other talented students who are passionate about science. I really appreciated the opportunity to immerse myself in the vibrant and fascinating Japanese cultures, from traditional tea ceremonies to learning interesting Japanese phrases from my lab mates. The people I have met and the experience gained made this summer in Tokyo an unforgettable one.



At the Closing Ceremony and Farewell Party





UTRIP参加学生と本学学生の交流パーティー

## 理学部オープンキャンパス2016報告

オープンキャンパス実行委員長 志甫 淳 (数理科学研究科教授／数学科兼任)

**2**016年のオープンキャンパスは8月3日(水)、4日(木)に行われた。理学部では、3日は午後からのプレオープンとして主に講演会が行われ、4日はメイン開催日として講演会および各学科の展示・ラボツアーが行われた。オープンキャンパスの仕事ではいつも猛暑が記憶に残っている。今年もやはり暑い中の開催であったが、理学部1号館ピロティは大変多くの来場者の方々で賑わっていた。講演会の整理券を求めて廊下に長い列ができるという光景も見られた。今年の実来場者総数は7321人であった。これは昨年より2000人以上も多く、まさに驚異の数字である。

小柴ホール講演会では、大学院生による3講演および教員による3講演が行われた。どの講演も研究について楽しく、わかりやすく高校生に伝える素晴らしいものであった。

また、今年は理学部1号館のギャラリーに、小柴昌俊先生のものに加えて、梶田隆章先生のノーベル物理学賞記念展示が新たにお目見えし、来場者の人気を集めていた。来場者の中から将来ノーベル賞受賞者が現れることを期待したい。

オープンキャンパスの開催には、多くの方々の協力が不可欠である。菅原栄子さんを始めとする広報室の皆様、瀧田忠彦事務部長、末武伸往総務課長を始めとする理学部事務および情報システムチームの皆様、講演者の皆様、展示・ラボツアーの各研究室の皆様、実行委員の皆様そしてTAの学生の皆様に深く感謝を申し上げる。



オープンキャンパス当日の様子

## 理学部イメージコンテスト2016優秀作品

オープンキャンパス実行委員長 志甫 淳 (数理科学研究科 教授/数学科 兼任)

**オ**ープンキャンパスの開催に合わせ、今年も理学部イメージコンテストが2016年8月3日(水)、4日(木)に開催された。これは教員、学生の皆様から応募していただいた研究に関する美しい写真作品をオープンキャンパス開催期間中に理学部1号館ギャラリーに展示するというものである。来場者、スタッフ、関係者の皆様に投票していただき、それに基づいて最優秀賞・優秀賞が決定される。毎年、イメージコンテスト自体の周知が

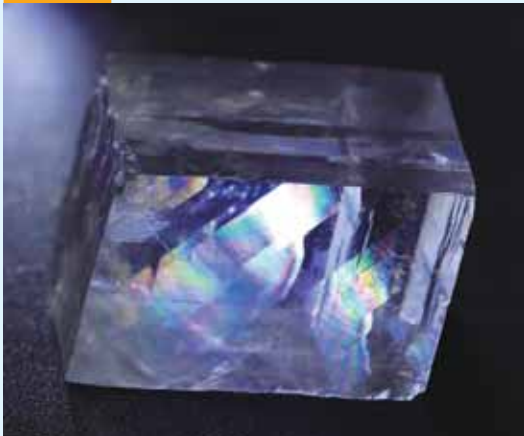
難しく、作品がなかなか集まらなくて苦労する企画である。しかしながら、今年是最終的に19作品もの応募があり、その中から3作品が最優秀賞・優秀賞に選ばれた。忙しい中応募してくれた教員、学生の皆様に深く感謝を申し上げる次第である。

様々な苦労を乗り越えた上で得られる研究成果の美しさは写真にはおさまりきらないものであるし、また、写真にすることによりその真の美しさが歪んで伝わることもあり得

ることである。しかしながら、写真の美しさは人々に直接的にアピールするものなので、研究活動、広報活動において大変重要なものではないだろうか。来年度はより積極的な応募を是非お願いしたいと思う。

また、過去の理学部イメージコンテストの応募作品にはイメージバンクサイト (<http://www.su-tokyo.ac.jp/imagebank/>) で見られるものも多くあるので、皆様もぜひ楽しんで見てほしいと思う。

### 優秀賞



「不完全の美」

竹之内 惇志 (地球惑星科学専攻 博士課程2年生)

方解石の劈開(割れ)によって見られる干渉縞。割れも不純物もない完全な単結晶は綺麗ですが、割れて乱れて現れる美しさというものがあります。僕は完全よりも不完全に良さを見出していくことが好きです。

### 最優秀賞



「4次元クライン群の極限集合」

河野 俊文 (数理科学研究科 教授)

4次元空間の点についてメビウス変換という操作を何度も施して得られる極限の集合を境界の3次元空間に描いた模型です。クリスタルガラスの中にレーザー光でプロットする方法で制作しました。

### 優秀賞



「研究室をデザインする」

望月 公紀 (化学専攻 特任研究員)  
中村 栄一 (東京大学名誉教授/特任教授)

昨年度竣工した「分子ライフイノベーション棟7階実験室(理学系研究科所属)」の化学実験室。物があっても整えられているように見える研究室を目指してデザインしています。化学研究を行っていた建築家と研究者との丁寧な対話から生まれる研究空間は、その美しさだけでなく安心安全で効率の良い研究室に生まれ変わります。(写真撮影: 太田拓実)

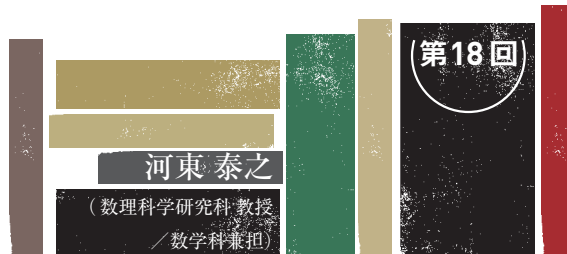


# 理学の本棚

「数学の現在 i」  
「数学の現在  $\pi$ 」  
「数学の現在 e」

東京大学理学部数学科の4年生では、数学講究XBという必修講義がある。これは各教員が自分の研究内容を学生向けに1時間ずつ紹介するものであり、今年度は36件の講義が行われた。「有限体上の代数解析とp進コホモロジー」といった抽象純粋数学の題名もあれば、「脳内の視覚情報処理の数理モデルと錯視、画像処理、アートへの応用」といった応用数理の題名もある。4年生が専門を決める参考となることも期待しており、20年以上前のカリキュラム改革によって導入された講義である。

この内容は数学のかなり広い範囲をカバーしているので、せつかくの毎年の講義の内容をそのままにしておかず、本として出版してはどうかという企画が東京大学出版会で持ち上がった。これを実現したのがこの3冊である。数学はしばしば、代数、幾何、解析、応用に分類される。この3冊も、内容的にはほぼiが代数系、 $\pi$ が幾何系、eが解析・応用系に対応しているのだが、このような分類は人工的なもので、分野横断的なテーマも少なくないこと、そのようなテーマこそ面白いともいえることから、あまり「代数の巻...」といった題名にはしたくなかった。また1巻、2巻...



斎藤 毅, 河東 泰之, 小林 俊行 編  
「数学の現在」シリーズ全3巻  
「数学の現在 i」 「数学の現在  $\pi$ 」 「数学の現在 e」  
東京大学出版会 (2016年)  
左から ISBN978-4-13-065311-4  
ISBN978-4-13-065312-1  
ISBN978-4-13-065313-8

といった番号付けもつまらないことから、各巻には、虚数単位  $i$ 、円周率  $\pi$ 、自然対数の底  $e$  を名前として付けることになった。表紙デザインともども、きれいな本になってよかったと思う。

## おしらせ |

### 佐佐木行美先生を悼ぶ

西原 寛 (化学専攻 教授)

**本** 学名誉教授、佐佐木行美先生 (化学科) が2016年6月25日にご逝去されました。享年87歳、直前まで電子メールで励まされていた門下生達には、衝撃的な訃報でした。

先生は1928年 (昭和3年) 6月26日東京府のお生まれで、1952年東京大学理学部化学科を卒業して大学院に進学され、1955年東京大学理学部助手に任ぜられました。1956年からスウェーデン王立工科大学に長らく留学され、研究助手を務められました。1961年に帰国して東京大学助手に再任官され、その後、東京理科大学理学部講師、助教授を経て、1963年には東京大学理学部助教授に任ぜられ、1967年教授に昇任、1989年に停年によりご退官されるまで無機合成化学講座を担当されました。

先生は戦後の復興期から40年間もの長きに

わたって、溶液化学、固体化学、合成化学にわたる無機化学の諸分野で常に先導的研究を展開されました。特にスウェーデン留学時からの代表的な研究対象であるポリ酸 (主に前周期遷移金属で構成され複雑な構造を持つ多核縮合酸素酸) について、新物質の合成と結晶構造、溶液化学の基礎研究で国際標準となる豊富な業績を挙げられ、配位多面体立体化学の領域を開拓されました。

佐佐木先生は広い見識と高邁なご人格で学生および後進を魅了し、独創性を育成する研究室運営で、国内外の最前線で活躍する多くの研究者を育てられました。ご停年後も本郷キャンパス近くのご自宅で佐佐木先生を囲み、科学から文学、芸術に至るまで先生の軽妙でウィットに富む素敵なお話を伺ったのが走馬灯のように思い出されず。心よりご冥福をお祈りいたします。



故・佐佐木行美先生

## 井手口 拓郎 IDEGUCHI, Takuro

役職 講師  
所属 物理学専攻  
着任日 2016年7月16日  
前任地 スペクトル化学研究センター  
キーワード  
光科学

### Message

先端レーザー光源を用いた実験光科学、特に、光周波数コムに代表される超短パルスレーザーを自在に操り、従来の光計測の限界を突破する研究を行っています。どうぞよろしくお願いたします。



## 酒見 泰寛 SAKEMI, Yasuhiro

役職 教授  
所属 原子核科学研究センター  
着任日 2016年8月1日  
前任地 東北大学  
キーワード  
原子核物理学、精密基礎物理

### Message

自然の中に発現している対称性と、その微かな破れの現象を、原子核を通して探索しています。加速器実験と精密量子計測の融合領域を開拓しています。今後とも、どうぞよろしくお願いたします。



## 天野 孝伸 AMANO, Takanobu

役職 准教授  
所属 地球惑星科学専攻  
着任日 2016年8月1日  
前任地 地球惑星科学専攻  
キーワード  
宇宙空間物理学・プラズマ宇宙物理学

### Message

宇宙空間を満たすプラズマについて、理論や数値シミュレーションを用いた研究を行っています。宇宙のことでありながら、実際に「手で触れ」ながら詳細を調べられるのが魅力です。どうぞよろしくお願いたします。



## 笠原 慧 KASAHARA, Satoshi

役職 准教授  
所属 地球惑星科学専攻  
着任日 2016年9月1日  
前任地 JAXA 宇宙科学研究所  
キーワード  
惑星科学、探査機搭載理学観測器の開発

### Message

異分野ひしめく大学で挑戦的な宇宙惑星探査を進めていく事に興奮しています。よろしくお願いたします。



# お知らせ

## 東京大学理学部ホームカミングデイ2016開催のお知らせ

### 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・中学生の皆様にご来訪いただき、理学の世界に触れて頂く機会になれば幸いです。皆様のご参加をお待ちしております。

【日 時】2016年10月15日(土) 13:30~14:30 (開場 13:00) ※事前登録が必要です。

【場 所】理学部1号館2階小柴ホール (本郷キャンパス)

東京大学 理学部ホームカミングデイ

検索



ホームカミングデイ2016ポスター



# 梶田隆章東京大学特別栄誉教授ノーベル物理学賞2015受賞記念 常設展示公開のお知らせ

広報委員会

**梶** 田隆章東京大学特別栄誉教授（宇宙線研究所長）のノーベル物理学賞2015受賞をたえ、宇宙線研究所と協力し、2016年8月3日（水）より理学部1号館サイエンスギャラリーにてノーベル物理学賞受賞常設展示を公開いたしました。

梶田隆章特別栄誉教授のノーベル賞受賞に関する研究成果パネルやメダルレプリカなどを展示しております。どなたでもご覧いただけますので、ぜひお立ち寄りください。



理学部1号館サイエンスギャラリー常設展示の様子

## 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
2016年6月20日付（1名）			
課程	地惑	服部 創紀	獣脚類（恐竜類・竜盤類）をはじめとする主竜類における足の筋骨格系の進化シークエンス（※）
2016年6月30日付（1名）			
課程	物理	高知尾 理	XMASS-I 検出器を用いた数 10 keV 質量領域の hidden-photon cold dark matter の探索（※）
2016年7月25日付（1名）			
課程	物理	金子 大輔	MEG 実験による $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 探索の最終結果（※）
2016年7月29日付（3名）			
課程	物理	増田 賢人	高精度測光観測によるトランジット系外惑星系の探求（※）
課程	地惑	喜岡 新	海底下物質循環からみた海底泥火山に関する研究（※）
課程	化学	市川 雄一	浮動ガウシアン電子-原子核波動関数を用いた水素分子の量子動力学（※）

## 人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2016.7.15	ビッグバン	助教	細川 隆史	辞職	京都大学大学院理学研究科 准教授へ
2016.7.16	フォトン	教授	酒井 広文	昇任	物理学専攻 准教授から
2016.7.16	物理	講師	井手口 拓郎	昇任	スペクトル化学研究センター 助教から
2016.8.1	原子核	教授	酒見 泰寛	採用	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターから
2016.8.1	地惑	准教授	天野 孝伸	昇任	助教から
2016.9.1	地惑	教授	小暮 敏博	昇任	准教授から
2016.9.1	地惑	准教授	笠原 慧	採用	宇宙航空研究開発機構 助教から
2016.9.1	物理	助教	榎 佐和子	採用	工学系研究科・応用化学専攻から
2016.9.1	物理	助教	永田 夏海	採用	
2016.9.1	スペクトル	助教	平松 光太郎	採用	理化学研究所から
2016.9.1	ビッグバン	助教	伊藤 洋介	採用	特任助教から



本郷中央食堂のサンプル前で