

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF
The Rigakubu News

理学部 ニュース

東京大学 09 月号 2020

理学部見聞録

A Particularly Nice Blend Between
Traditional and Modern Lifestyles

英語で伝える科学 - *Sharing Science*

Using SNS to Enhance Your Research

理学の謎

高密度の果てにクォークはみつかるか?

学部生に伝える研究最前線

理学で挑む実用材料開発

トピックス

海のショーケースをもつ三崎臨海実験所教育棟

理学エッセイ

理学部オープンキャンパス

09 理学部 ニュース 月号 2020

化学専攻の長谷川研究室では、真空チャンバー内で原料に高強度のパルスレーザーを照射して気化し、基板上に一層ずつ堆積することでさまざまな機能性材料の薄膜を合成している。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)
撮影協力：廣瀬 靖（化学専攻 准教授）

9月号の理学部ニュースをお届けします。コロナ禍での自粛生活が続くと、普段は根っからの出不精で部屋にこもりがちな私も、「どこか遠くに行ってみよう」という気持ちに駆られることが多くなりました。トピックスで新棟落成が取り上げられている三崎臨海実験所についても、ホームページを見て思いを馳せるなどしてしまいました。理学系研究科にはこの他にも、小石川の植物園本園や日光分園など、自然豊かな附属施設があります。日光分園は数年前にその前を通ったものの、時間がなく入園しなかったことも思い出しました。（少し古いですが、これらの施設についての紹介記事「附属施設探訪」が過去の理学部ニュースに掲載されておりwebでご覧頂けます。<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/story/newsletter/institutions/>）予断を許さない大変な時期が続きますが、コロナ禍がいち早く終息し、どこか遠くにふらっと出かけられる日がまた訪れることを切に願います。

桂 法称（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52巻3号 ISSN 2187-3070

発行日：2020年09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

安東 正樹（物理学専攻）
桂 法称（物理学専攻）
岡林 潤（スペクトル化学研究センター）
矛根 創（地球惑星科学専攻）
鈴木 郁夫（生物科学専攻）
吉村 太志（総務チーム）
武田加奈子（広報室）
印刷：三鈴印刷株式会社

理学部ニュース発刊の
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48回

- 03 理学部オープンキャンパス
田中 培生

学部生に伝える研究最前線

- 04 理学で挑む実用材料開発
中尾 祥一郎／長谷川 哲也
小惑星リュウグウの表面に記録された太陽加熱の痕跡
諸田 智克
オンサーガーの残した傷跡
柴田 直幸／桂 法称

理学部見聞録 第9回

- 07 A Particularly Nice Blend Between
Traditional and Modern Lifestyles
Amitié Maximilien

英語で伝える科学 第3回

- 08 Sharing Science - Using SNS to Enhance Your Research
Caitlin Devor

理学の謎 第12回

- 10 高密度の果てにクォークはみつかるか？
福島 健二

トピックス

- 11 JSR・東京大学協創拠点 CURIE
常行 真司
海のショーケースをもつ三崎臨海実験所教育棟
岡 良隆
理学部イメージコンテスト2020「理学の美」
田中 培生

理学の本棚 第41回

- 14 「溶液における分子認識と自己集合の原理」
平岡 秀一

お知らせ

- 14 追悼記事：田丸謙二先生のご逝去を悼む
佃 達哉

2020年7月号（52巻2号）の表紙・裏表紙写真について
東京大学理学部オープンキャンパス2020開催のお知らせ
博士学位取得者一覧／人事異動報告

Essay

理学部オープンキャンパス



田中 培生
(天文学教育研究センター 准教授)

太陽が燦々と輝く8月初め、理学部1号館は高校生であふれていた。これがここ数年の私のオープンキャンパス実行委員長としての夏の風物詩だった。多くの高校生が「理学」に惹かれ、彼らの理学部で勉強したいという思いがひしひしと伝わってきた。思い返せば、私も半世紀近く前、限られた情報にもかかわらず（もちろん当時は、オープンキャンパスなど、どの大学でもなかった）、理学部で勉強したいという思いを持っていたことが、懐かしく思い出される。

理学部とはどういう学部か？と聞かれると、いろいろな答（こたえ）があるだろう。私は、高校生の頃から生物系は苦手で、大学から大学院、そして今まで、物理・天文系の道を進んできた。特に、天文学に携わってきたことは本当に良かったと思っはいるが、いっぽうで、近年、自分の興味が、自分の限られた専門から、自然科学全般にかなり幅広く発散していることに気がついている。天文学での究極のテーマの一つに宇宙論があり、138億年前、宇宙がインフレーションによってビッグバンで始まったということが、理論・観測両面から分かってきた。インフレーション宇宙論の提唱者である佐藤勝彦東京大学名誉教授の本を読んだり講演を聴くと、本当にわくわくする。そんな宇宙論の専門家達は、現在のもう一つの究極のテーマである宇宙における生命の存在についての探求にも手を広げている。例えば、天文教室の戸谷友則教授も、「 $0 \times \infty = \text{生命の起源!}$ 」（理学部ニュース2020年7月号52巻2号）で宇宙の創成と生命の発生の確率について書いている。私には、詳しくはよくわからないが、彼の一般書はたいへん興味深く読んだ。

宇宙はビッグバンの後、現在も膨張しながら、銀河・星を形成して、生命が誕生・進化してきた。私は、大質量星の進化に興味を持って研究してきたが、宇宙の中で、恒星が誕生して死んでいくことが私たち人間にとってどんな意

味を持っているのだろうか？と考え始めると、やはり、宇宙の創成から生命の誕生・進化までを一本の道で繋ぐような理解がしたいと思う。ここ10年あまり、駒場での全学自由ゼミナールや一般講演（理学部オープンキャンパスや国立天文台特別公開など）で、自分の専門をかなり逸脱した話をしてきたが、物理学・化学から、地球惑星科学・生物学までのすべての分野に関わる、これが理学なのかな、と自分で納得している。

このような広い視野で自然を見つめられる場としての理学部は、現在の複雑な社会情勢の中で、最も基本的で大切な場なのではないか。多くの高校生がたとえ今の興味はその中の一つの分野だったとしても、理学を選んでくれることを純粋に嬉しく思う。

2020年度は新型コロナウイルス感染症のせいで、オープンキャンパスがWEBでの開催となり^{注)}、日本の将来を担う多くの高校生の顔が見られないのは残念だけれど、数年にわたってこれに関われたことは、とても良かったと思う。実際には、多くの先生方・学生の皆さん・総務課や広報室などの事務の皆さんの尽力の賜なのだが、その中でも、準備から当日までのすべての細かなことに目を配ってくれた広報室の菅原栄子さんとの二人三脚での数ヶ月間は、とても強く記憶に残っており、「理学」を体感させてもらった貴重な場としてのオープンキャンパスであった。



小柴ホールでの講演風景

注)詳細はP15「東京大学理学部オープンキャンパス2020開催のお知らせ」をご覧ください。

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.s.u-tokyo.ac.jp まで。

CASE 1

理学で挑む
高性能の透明電極！

液晶ディスプレイや太陽電池のような光と電気の両方が関わるデバイスには透明電極が縁の下の方力持ちとして重要な役割を果たす。二酸化スズ (SnO_2) は透明電極として半世紀以上に渡って実用に供されている材料である。その長い歴史にも関わらず、材料本来のポテンシャルを完全に引き出せるかどうかは明らかではなかった。今回われわれは、高品質な試料を系統的に作製し、その性質を調べることから理論上限 (すなわち最高性能) の達成が可能なことを実証した。

この文章を PC やスマホで読まれている諸氏も少なくないだろう。その際には電気も必要だが、2019 年には太陽光発電は日本における総発電量の 7.4% に達した。今やわれわれの生活に必要な不可欠な液晶ディスプレイや太陽電池には透明電極 (透明導電体を用いた電極) が必要であり、その特性がデバイス自体のコストや性能を左右する。

透明導電体とは、透明なのに電気を流すことが出来る (一見) 不思議な材料である。その仕組みは、可視光を透過できる程度のバンドギャップを持つ半導体に透明性が維持できる程度の電子濃度 (典型的な金属より 1~2 桁程度少ない量) をドーピングにより付与し、電気伝導性を持たせることにある。

ここで、透明導電体を透明電極として用いる際には、形状に制限があることに注意する必要がある。すなわち、0.1~1 マイクロメートルの厚さの透明導電体の薄膜をガラスなどの基板の上に形

成し、その上に発電層や発光層などを積層した後、微細加工技術を駆使して最終的な製品とする。残念なことに、薄膜においては組成のズレや結晶の不完全性などの理由により材料本来の性能が発揮できない場合が多い。その理由を解明することが高性能な透明電極の実用化に繋がる。

透明電極の性能は移動度 (電場によって電子や正孔が固体中を移動するときの移動のしやすさを表す値) で議論することが多い。電気伝導率が移動度とドーピングで決まる電子濃度の積に比例するからである。移動度の理論上限は材料自身の格子振動による散乱と、ドーパントによる散乱で見積もられる。図に太陽電池電極の実用材料である二酸化スズの移動度の理論上限値と文献値を示す。実際の移動度の値は商用薄膜では理論上限の 1/3~1/10 程度、基礎研究の高品質薄膜でも 2/3 程度の値しか報告されていない。

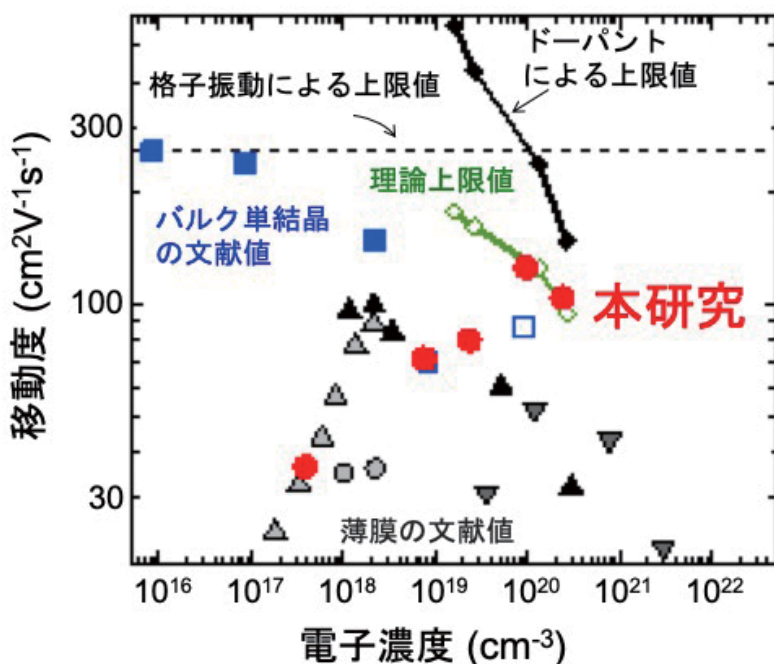
今回われわれは、タンタルのドーピングにより電子濃度の異なる二酸化スズ薄膜を系統的に作製し、その特性を調べた。驚くべきことに、ある条件において非常に高い移動度 $130 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ が得られ、その値は理論上限に一致した (図)。もちろん、二酸化スズ薄膜における過去最高の値である。詳細は割愛するが、面欠陥の生成とそれを抑制する成長方位の選択が鍵であった。

今回の発見は単なる値の向上に留まらない。現在、太陽電池の開発の一つの大きな流れは近赤外光の有効利用である。その際、透明電極にも赤外光に対しても透明性が要求される。赤外透明性は更なる低電子濃度化とそれを補う高移動度化によってのみ実現可能であり、今回の発見が近赤外光を利用する次世代太陽電池の変換効率向上に寄与することを期待している。

本研究成果は M. Fukumoto *et al.*, *Scientific Reports* 10, 6844 (2020) に掲載された。

(2020 年 4 月 22 日プレスリリース)

電子濃度に対する二酸化スズの移動度の比較。本研究で作製した薄膜 (赤シンボル) は最高値 $130 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を示し、移動度の理論上限 (緑実線) とよく一致する。



CASE 2

小惑星リュウグウの表面に
記録された太陽加熱の痕跡

炭素質小惑星は形成直後の地球に水と有機物を運んだ候補天体だと考えられている。

そのため、炭素質小惑星が小惑星帯から地球軌道近傍へどのように供給されるのか？

その過程で起こる炭素質物質のさまざまな変成過程は何か？を理解することは重要な問題である。

小惑星探査機「はやぶさ2」は炭素質小惑星リュウグウからの試料を採取するために2度の着陸を行った。

われわれはその際に得られた高解像度画像を用いたリュウグウ表面の地形と色の分布の解析から、

小惑星リュウグウの軌道と表面地質の歴史に関する新たなシナリオを提示した。

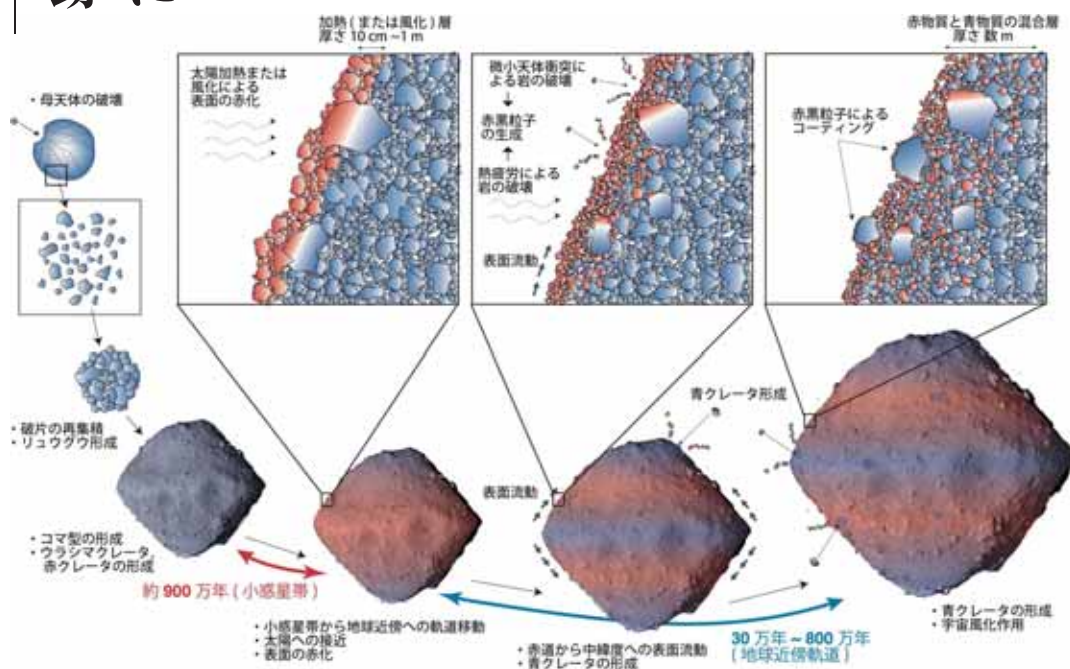
「はやぶさ2」はリュウグウの試料を採取するために、2019年2月22日に第一回目の着陸を行った。着陸の際に得られた高解像度画像から、試料採取のための弾丸発射と探査機上昇のためのガス噴射によって、リュウグウ表面から多くの岩石とともに大量の赤黒い微粒子が舞い上がったことが分かった。飛ばされた岩石の多くは白く変化したことから、もともと赤黒い微粒子は岩石の表面や内部の隙間に付着していたと考えられる。

につくられたものであり、内部が青いクレータは表面の赤化が起こった後につくられ、地下の新鮮な青い物質を露出させたものであると解釈できる。

リュウグウ表面を赤くした原因は何であろうか？赤く変化した領域が中低緯度帯であり、極域では変化が無いことから、太陽に起因した変質であると考えられる。また、赤いクレータと青いクレータが明瞭に二分されることから、表面赤化は短期間で起こったことを意味している。これらのことから、われわれは過去にリュウグウは一時的に太陽

に接近した軌道にあり、その際にリュウグウ表面が太陽に焼かれる、または風化を受けることで表面赤化が起こったと結論づけた。実際に軌道計算研究によると、地球や火星などの内惑星との接近によって地球近傍にある小惑星の軌道は頻繁に変化することが知られている。今回の成果は、小惑星表面に残された地質記録から、そのような軌道進化を実証的に示したものであると言えるだろう。

着陸で観測された赤黒微粒子は、この太陽接近



推定されたリュウグウの進化史

いっぽうでリュウグウの全球的な観測から、リュウグウ表面は中低緯度では赤黒く、両極では特に青白いことがわかっていった。さらに詳細に調べてみると、この赤黒—青白の分布は天体衝突によって作られたクレータ地形と関係があることがわかってきた。古い時代につくられたクレータの内部は赤い色を持つものに対して、若いクレータの内部は周囲よりも青くなっている。このことからわれわれは、リュウグウの表面が過去に赤く変化するイベントがあったと推測している(図)。その場合、内部が赤いクレータはリュウグウ表面の赤化が起きる前

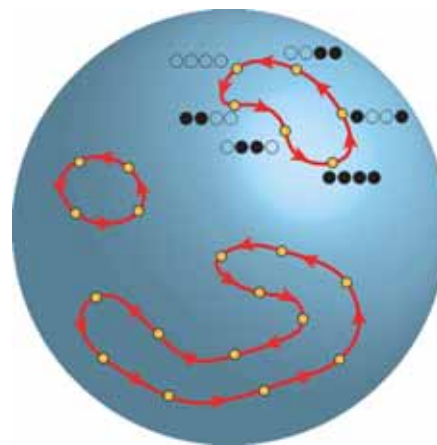
の際に変成を受けた物質が破碎されたものであると考えられる(図)。今回の着陸によって変成をうけていない物質と変成をうけた物質の両方の物質が採取されたと考えられており、持ち帰られるリュウグウ試料の物質科学分析から、上述したリュウグウの進化シナリオが検証されるとともに、地球軌道に供給される炭素質物質の太陽加熱・風化作用の物質科学的解明が期待される。

本研究成果は、T. Morota *et al.*, *Science* **368**, 654 (2020) に掲載された。

(2020年5月8日プレスリリース)

「熱平衡化しない残した傷跡」

温水の中に氷を入ると、やがて氷が解け一様な冷水へと落ち着いていく。温水中の水が解けたり凍ったりを繰り返すのを見たことがある人は一人もいないであろう。ところが、近年、それに類する現象が実際に実験で確認されたことを契機として、「量子多体傷跡状態」と呼ばれる不思議な状態についての理論的研究が活発に行われている。傷跡状態がどのような条件で生じるかについての完全な理解はいまだ得られていない。本記事では、その理解に迫ったわれわれの最近の研究成果について紹介したい。



量子多体傷跡状態のイメージ。水色の球の表面で表された状態空間の中で、熱平衡化しない傷跡状態(図のオレンジ色の小さい丸)は、他の熱的な状態から分離した部分空間上で周期的運動を繰り返す。

理科系の大学生の多くが1年次で習う「熱力学」では、「熱平衡化」という概念が出てくる。これは、「外界とエネルギーのやり取りがない孤立したマクロ系は、時間とともに然るべき状態へと落ち着いていく」という経験則のことであり、熱力学・統計力学を支える重要な事実である。では、これを現代物理の基本原則といえる量子力学から導くことはできるのだろうか。

結論を大雑把に言うと、「かなり一般的な量子系の設定で、ほとんどの状態は熱平衡化する」ということが現在までに分かっている。その背景にあるのが、理論的に量子系の熱平衡化を説明する「固有状態熱化仮説(Eigenstate Thermalization Hypothesis, ETH)」と呼ばれる機構である。ETHが特別な対称性をもたない一般的な系(非可積分系^{注1)})で成立することは、数値計算により多くの系で確認されている。また、並進対称性^{注2)}と呼ばれる性質をもつ均一な系では、弱いETHと呼ばれる条件を緩めたものの成立が証明されている。しかし、近年、熱平衡化が極めて遅い実験系が報告されたことを受けて、非可積分系にも関わらずETHを満たさない系に大きな注目が集まっている。このような系における熱平衡化しない、すなわち初期状態への再帰を示すような奇妙な状態を量子多体傷跡状態と呼ぶ。この例外的な状態を理解することは、熱平衡化の機構をより深く解明するために重要であるが、

どのような条件で傷跡状態が生じるかなどの全容はいまだ謎に包まれている。また、これまで提案されてきた傷跡状態が生じるモデルは並進対称性を仮定したものが主流であったが、それが傷跡状態の存在のために本質的に重要なのかも明らかではなかった。

われわれは、従来提案されてきたものとは異なる新しい機構で、量子多体傷跡状態をもつ量子スピンモデルを無限に構成できることを発見した。この構成の核となるのは、統計力学では非常に有名な2次元イジング(Ising)モデルの厳密解を得る過程で、ラルス・オンサーガー(Lars Onsager)が見出したオンサーガー代数と呼ばれる数理的構造である。具体的には、オンサーガー対称性と呼ばれる特殊な対称性をもつ量子スピンモデルに対して、その高い対称性は崩すが平衡化しない特殊な固有状態は残すような摂動を加えることで、熱平衡化せずに完璧な周期的振動を繰り返す傷跡状態を構成した。加える摂動は並進対称性をもたないものでもよく、そのような乱れに対しても安定な傷跡状態を陽に構成したのは本研究が初めてである。

本研究は今後の量子多体傷跡状態や熱平衡化に関する研究の新たな方向性を開拓し、それらの分野のさらなる発展を促すことが期待される。今後の方向性として、例えば、並進対称性のない状況下では証明されていない弱いETHとの関連性などを調べていきたい。

本研究成果はN. Shibata *et al.*, *Physical Review Letters* **124**, 180604 (2020) に掲載され、特に重要な成果として Editors' Suggestion に選ばれた。

(2020年5月8日プレスリリース)

注1) 非可積分系: 無限系であっても保存量が高々有限個しかないような系のこと。逆に、十分な数の保存量が存在することによって系の詳細が調べられる系を可積分系という。

注2) 並進対称性: 空間的な並進操作に対して系が不変であること、すなわち、空間的に均一であること。

理学部見聞録

What brought you to RIGAKUBU?

第9回

Amitié Maximilien

(地球惑星科学専攻 博士研究員)

Profile

2020- Postdoctoral researcher, Ikeda Lab, Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo
2019-2020 Academic researcher, University of Shizuoka
2013-2018 PhD in Earth Sciences, University of Lausanne
2010-2012 MSc ETH in Earth Sciences, Swiss Federal Institute of Technology in Zürich
2006-2009 BSc in Earth Science, University of Neuchâtel

A Particularly Nice Blend Between Traditional and Modern Lifestyles

My first trip to Japan was several years ago for a geological fieldtrip. During this fieldtrip, we did some sampling and visited the hinterlands, crossing the different main geological units constituting the Japanese archipelago. I remember having liked my time in Japan and, on the plane back to Switzerland, I was thinking to eventually come back to Japan to write my thesis. Unfortunately, this did not happen due to time constraints.

After completing my thesis, one of my colleagues who I worked with for several years asked me to come work in Japan. With getting settled after moving, the winter, and COVID-19, I have not been able to see a lot of Tokyo so far. However, on the way from my flat to the University of Tokyo, I was surprised to find that the atmosphere in areas of Tokyo that are far away from the main avenues still looks like the atmosphere of small villages with narrow charming streets and small

houses. Having lived in a traditional Japanese flat on the Shizuoka University campus, which was eccentric, I had never experienced such an atmosphere before.

Having spent several months in London in 2006 before starting undergraduate school, this is not the first time I lived in a big metropolis. Trying to compare life in Tokyo, London, or Zürich makes no sense for me, as each city has its own beauty. Overall, Japan is a convenient country with educated people. Even if you have to walk one hour to get the first train at 6 a.m. for fieldtrips, you will find convenience stores, called konbini, open 24/7 from which you could buy a coffee, breakfast, or any necessary daily product. Traditional and modern lifestyles are mixed together in Japan, giving it a particularly nice blend. One of the issues I had in Japan was that it can be quite hard to set up an internet connection at home, which is really useful for

researchers, but hopefully an internet connection is included with my new flat in Tokyo. Language can also sometimes be a barrier, even if Japanese people are very comprehensible, and it is sometimes easier to go to shops than buying something online if you do not know the



Triassic rock art, Inuyama, Japan

Japanese terms.

The University of Tokyo is well-equipped for geochemical research with instruments such as XRD, XRF, LA-ICP-MS, SEM and FE-EMPA. The preparation labs for thin sections have many diamond saws to cut rocks and grinding discs to cut and polish samples. If I could make one suggestion, perhaps some parts of thin section preparations could be automatized using the existing machines to process many hard and brittle samples together. However, this is a minor point in my opinion as the existing methods, although time-consuming, allow excellent results. When I need to consult literature, I can easily access numerous journals online thanks to the University of Tokyo Library System. I believe that the University of Tokyo provides good conditions for research and that if you are hesitating to come to Japan, you should just give it a try.



EMPA lab at the University of Tokyo

Born in Le Locle, a small watchmaking town of around 10,000 people in the French part of Switzerland. As this town is close to nature, I consider myself both a townsman and a countryman. Le Locle was designated a UNESCO World Heritage Site due to its rational architecture related to watchmakers. It may be due to this relation between precision watchmakers and my hometown that I ended up specializing in precision geochemical microanalysis. As I am curious by nature and like to learn and discover new things, my interests are very varied.



Sharing Science -

Using SNS to Enhance Your Research

PROFILE

Caitlin Devor is a science communicator originally from Pittsburgh, Pennsylvania, USA. She writes to excite non-expert audiences about new scientific discoveries and empowers researchers to find their own voices as communicators.



13_Phunkod/Shutterstock.com

In this science communication (scicom) series, members of the Division for Strategic Public Relations will share our recommendations for how UTokyo researchers can share their expertise beyond their professional circle. Today, let's think about social media, or SNS. SNS is a great scicom tool because it is free, flexible, and allows you to talk directly with your audience.

First, the golden rule: If you wouldn't say something in real life, don't say it on the Internet. Don't be racist (人種差別主義者), xenophobic (外国人嫌い), sexist, homophobic (同性愛嫌い), ableist (身障者を差別する人), or any other variety of rude. This way, you can be proud to use your real name and face on anything you post. However, not everyone online follows this rule and you may encounter Internet cruelty, especially against

women and non-binary people (性自認が男女二元論に当てはまらない人). Plan how you might deal with trolls (荒らし) and know your legal rights for responding to threats.

Where and How to Begin

Some experts prefer to have separate SNS accounts for private, personal use and public, professional use. After deciding how to manage your accounts, you should choose one platform to start using. When you choose an SNS platform, you also choose an audience. LINE, WeChat, Twitter, Instagram, Facebook — each platform is most popular with different types of people and favors different styles of content. Specialize your content (stickers [スタンプ], emoji, photos, videos, amount of text, vocabulary, humor) to the platform and audience. Stay accessible by adding speech captions to videos for

viewers who are hard of hearing and adding alt text to videos and images for viewers who have low vision. (You can normally add alt text to any image you upload online. Alt text is used by screen reader technology to describe an image to someone who cannot see it. For example, the alt text for the image in this article could say, "Photo of a person holding a smartphone, which is surrounded by bubbles of blue thumbs up and pink heart social media reaction symbols.") If you currently use no SNS, Twitter is easy to start — the text is short and many researchers already use Twitter to talk with the public, journalists, and other experts.

After deciding what account and platform you are most comfortable using, define your goals. Knowing what you want to achieve can help you decide how much time and energy you want to spend on SNS for scicom.

Do you want to connect with specific people? You can make fewer original posts of your own. Instead, spend most of your time reading posts or links shared by those people and having conversations with them in the comments area of their posts.

Do you want to have many followers? Create high-quality content so that people will want to “share” it. Their shares can attract more new followers for you. Post new content frequently and on a regular schedule (every day or every week) so that your audience stays interested in your SNS account.

Do you want to have high-quality engagement on your posts? Share new content on a regular schedule and then follow up by asking your audience questions to prompt them to stay interested or engaged in your content and not just scroll down to see what else is on their SNS feed. You should be quick to thank anyone for positive comments, respond to constructive negative comments (it is OK to ignore or block rude comments), and do your best to answer any questions from your audience.

If you don’t know where to begin, follow researchers or journalists whose work you admire to see how they use SNS. Comment on or re-share their posts. Follow #SciComm, #SciArt, #sciED (science education), or other hashtags relevant to your specialty. Rotating curator accounts are permanent SNS accounts that are used,

or “hosted,” by a new person every week. Rotating curator accounts are good places to find inspiration from different people. On Twitter, check @RealScientist, @BioTweeps, @AstroTweeps, or @IamSciComm. When you are comfortable, volunteer to contribute to a rotated curator account so new people can find you too.

Science on SNS

SNS content is always brief. You cannot share the same volume of detail on SNS as you include in your published research. Instead, share small portions of larger scientific stories. Post daily updates of your experiments (photos of equipment used or a small piece of data collected), share links to papers you’re currently reading, or comment on current events relevant to your expertise. Posts with “teaser questions” (What does this photo look like? Can AI solve this puzzle?) and high facilitation (acknowledging when others share your posts, answering questions, asking follow-up questions) attract larger audiences and enhance audiences’ excitement for science.

Remember that SNS platforms use computer algorithms to curate what content is shown in users’ feeds. Despite your best efforts, the algorithm may decide to hide some of your posts. Focus on your long-term goals for your professional SNS scicom efforts while making quality content you enjoy, rather than obsessing over the performance of each post.

Professional “Social” Networks

Separately, professional social networks, including LinkedIn, ResearchGate, and Academia.edu, can be important for researchers. These are digital CVs, not scicom tools. Employers, collaborators, or students might Google search your name after reading your publications or SNS posts — you want them to find you easily. On professional platforms, always use the same name that you use on academic publications and include a link to your lab website. The PEOPLE portion of the UTokyo website lists all current faculty members — faculty members can edit their pages anytime.

My office uses Twitter @UTokyo_News_En and Facebook @UTokyo_News.En. Follow #UTokyoResearch and let us know if you’d like to collaborate!

高密度の果てにクォークはみつかるか？

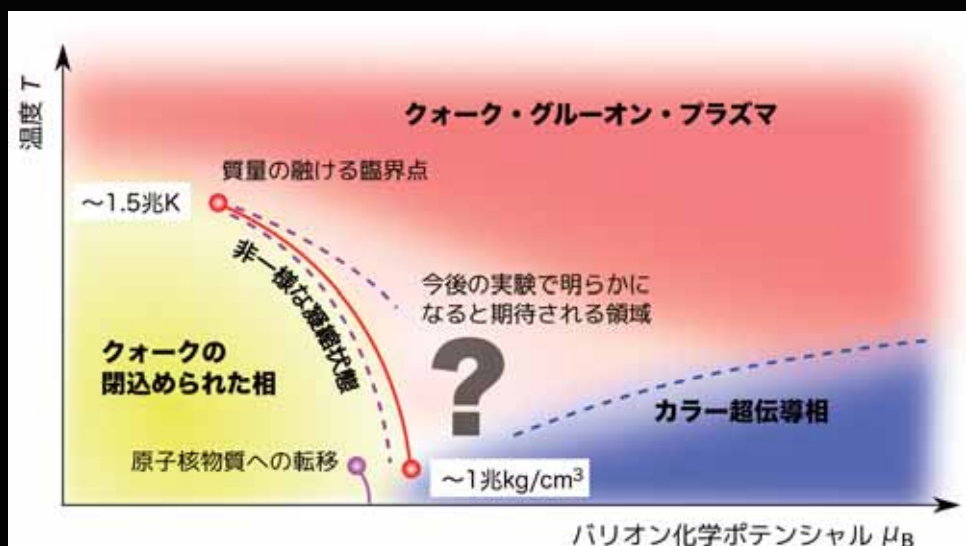
福島 健二
(物理学専攻 教授)

アメリカでポスドクをしていた頃、友人が「電球ジョーク」を教えてくださいました。電球をひとつ取替えるのに○ ○なら何人必要か？ — いろいろな○ ○に、ウィットに富んだ答えを工夫するのである。ある日彼が、理論物理学者なら何人必要か？ と言う。唸る私に彼が教えてくれた答えは — 1人あるいは無限大。なるほどね、と思わず膝を叩いた。理論物理学者は、極限的な状況を考えて物事を単純化することが大好きなのだ。

いわゆる素粒子のダークマター等を別にすれば、この世界の物質の質量はほとんど原子核が担っている。原子核は「強い相互作用」する素粒子であるクォークとグルーオンの束縛状態だから、質量の起源はこれら構成粒子にあると思うだろうが、面白いことにそうでない。ヒッグス粒子が与えるクォーク質量は陽子や中性子の質量の1パーセント未満だし、グルーオンは光子と同じく質量をもたない。普通に考えたら束縛状態というのは構成粒子の質量より束縛エネルギーぶんだけ軽くなるのに、質量がほとんどゼロの粒子がなぜか束縛状態を作り、その束縛状態がなぜか構成粒子の百倍以上の質量を獲得するわけである。この摩訶不思議な束縛状態や質量獲得のメカニズムを解明するにはどうしたらよいか？ ここで物理学者は極限的な状況を考えるのである。

典型的エネルギーを上げていくと、クォークとグルーオンの結合が弱くなっていくことが知られている。ということは高エネルギー（たとえば高温の）環境下では、束縛が融けたり質量がほぼゼロに戻ったりして、物事が単純になるのではないか？ このようなアイデアに導かれて80年代から相対論的重イオン衝突実験と呼ばれるプロジェクトが進められた。実験で確認された到達温度は実に4兆度であり、クォークとグルーオンがばらばらに融けた新しい物質形態の性質について多くの驚くべき知見がもたらされた。

高温のつぎは高密度極限といきたいところだが、これが全く容易でない。衝突実験で密度を上げるのは難しく、宇宙で最も密度の高い環境である中



性子星の観測データがほぼ唯一の手掛かりなのだが、現状で得られるデータは質量も限られている。また理論面の困難も大きい。高温極限では温度という典型的エネルギーによってすべての粒子が弱結合化して、クォークとグルーオンがばらばらに融ける。同様に高密度極限でもクォークが融けた状態、すなわちクォーク物質への転化が半世紀前から理論予想されているのだが、密度はクォークだけが担うから必ずしもグルーオンまで含めたすべての粒子が弱結合化するとは限らない。最近では、クォーク物質とは何なのか、という根本を見直す研究が脚光を浴び、半世紀を経て私たちは、クォーク物質についてあまりに何も知らなかったということを再認識するに至った。クォーク物質と中性子物質が双対関係で連続的につながっているという可能性も盛んに議論されており、もしそうであれば、そもそもクォーク物質を理論的に定義することさえ難しい。

重力波も含めた中性子星観測データが蓄積されることで、段々と中性子星の内部構造の解明が進むと期待されている。その高密度の果てに、クォーク物質が存在するのか？ 近い将来、きっと答えが与えられるはずである。そしてそのとき、新たな研究の地平線が開けるに違いない。

約1.5兆Kの高温でクォークとグルーオンの融けた状態に転移する。中性子星中心部の密度は原子核内部の密度の5倍以上に達し、そのとき質量密度は1cm³あたり1兆kgを超える。クォーク・グルーオン物質の相構造に関してさまざまな理論予想がなされているが、実験的検証は今後の挑戦的課題である。

JSR・東京大学協創拠点CURIE

常行 真司（物理学専攻長／物理学専攻 教授）

物理学専攻は、合成ゴム、熱可塑性エラストマー、液晶材料などで有名なJSR株式会社（以下、JSR）との包括連携に合意し、2020年4月1日より共同研究の基盤活動を開始した。この包括連携により、物理学専攻は社会に深く浸透したさまざまな材料の学理探究を通して普遍的真理と新たな学問領域を見出し、次世代の科学と応用の基盤となる成果を世界に発信する。いっぽうでJSRは、アカデミアと産業界の融合により、サイエンスに基づく新たな高機能材料の開発を推進する。これに合わせて、物理学専攻の博士課程学生を対象とした給付型フェローシップである「JSRフェローシップ」も創設した。本フェローシップは、物理学の研究や発想で学術界、産業界を発展させよう人材を支援することを目的としている。

2020年9月には、この包括連携のための協創

オフィス「JSR・東京大学協創拠点CURIE（キュリー）」が、理学部1号館中央棟3階にオープンする。名称の「CURIE」は、物理学賞、化学賞の2度のノーベル賞を受賞したMarie Curie（マリー・キュリー）氏の名にちなみ、物理と化学の融合による大きな研究開発成果の創出を願い命名した。研究開発で重要な「好奇心=CURiosity」、「知性=Intelligence」および「感性=Emotion」の意味も込めている。分野、目的、手法、さらには、ベースとなる考え方や考え方が大きく異なる組織間で、異文化・異分野連携を進めることにより、予想もできない飛躍的な成果が得られることを期待したい。

皆さまも、どうぞお気軽にCURIEにお立ち寄りください。



開室待つCURIE 協創オフィス。最新の活動を紹介する大型のデジタルサイネージを備える。廊下側の壁はプロジェクタ投影もできる電子スマートウィンドウである。



東京大学大学院理学系研究科物理学専攻-JSR包括連携の枠組みと取り組み

海のショーケースをもつ三崎臨海実験所教育棟

岡 良隆（臨海実験所長／生物科学専攻 教授）

研究科附属臨海実験所（通称：三崎実験所）は、1886年の創設以来国内外の海洋生物学の研究と教育を推進する目的で、これまで、数多くの最先端の研究から、大学・高校等の実習や共同研究を実践する場所・施設と、研究教育に用いる海洋生物や情報を提供する重要な役割を担ってきた。この中心として使われてきた旧本館（通称記念館）並びに旧水族館が、老朽化のため、2016年に危険建物と認定された。

そこで、これらの建物に取って代わる新棟の建設に向けて、理学部や大学本部の多大な協力を受け、2017年度の補正予算として、旧建物の取り壊しと教育棟新設のための予算を国から獲得した。2019年、実験所敷地内の高台部分に、1,100m²の鉄筋コンクリート造2階建の新棟建築が開始され、2020年5月下旬に完成し、8月7日(金)

に完成披露式典を実施するに至った。式典は、新型コロナウイルス感染予防に最大限の注意を払い、学内外からの限定的な招待者を含む30名余りが参加して実施された。海洋生物学の研究・教育の中心として、また、海洋生物学を社会一般にも広める目的で、東大基金への寄付金を基に、展示室の内装とコンテンツを充実させて「海のショーケース」と命名し、今後一般公開を予定している。研究・教育を目的とする国内外からの利用が可能であり、産学連携と地域連携の中心としても活用する。100名収容可能な大会議室を含む3つの会議室の利用も可能である。



上：三崎臨海実験所に新設された教育棟完成披露式典におけるテープカットの様子（展示室「海のショーケース」入口前）
下：教育棟内に完成した展示室「海のショーケース」の様子

理学部イメージコンテスト2020「理学の美」

オープンキャンパス実行委員長 田中 培生（天文学教育研究センター 准教授）

理学部オープンキャンパス恒例のイメージコンテストだが、2020年度はオープンキャンパスがWEBでの開催になったにもかかわらず、17件もの多くの方々から応募があった。どうもありがとうございました。今回は広報委員会関係者の投票の結果、1件の最優秀賞と2件の優秀賞に以下の方々の作品が選ばれた。

最優秀賞は、生物科学専攻修士課程2年の金井雄樹さんによる「Escher作『コロニー』」。大腸菌を直径1cmの円状に巻いて作った幾何学的な模様で、細かく見れば見

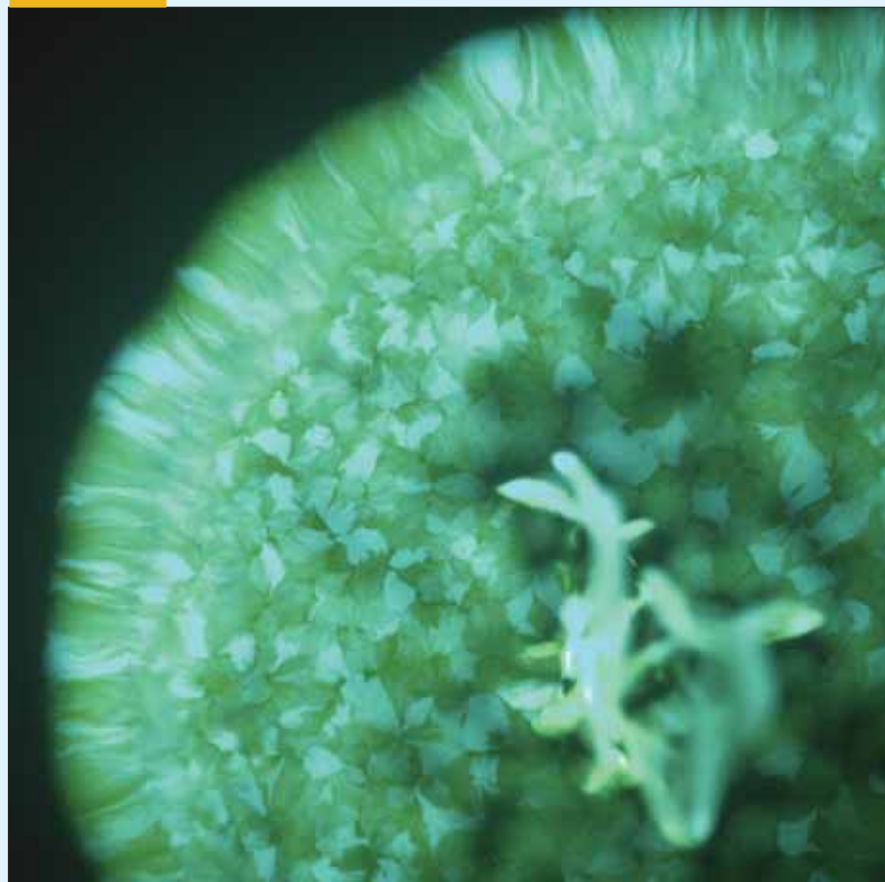
るほど様々な形が現れてくる、とても魅力的な画像。タイトルは、大腸菌の学名である*Escherichia coli*と幾何学的なグラフィックで有名な芸術家マウリッツ・エッシャー（Maurits C. Escher）にちなんでいる。

優秀賞は、附属植物園の塚谷裕一教授による「精子発見のソテツ」。ソテツからの精子発見は日本植物学の初期の成果であり、理学系研究科附属植物園に発見のきっかけになった株が栽培されている。植物の神秘的な姿が印象的に表されている。

もう一つの優秀賞は、地球惑星科学専攻博士課程1年の山岡健さんによる「それでも岩石は動いている」。地表の岩石が地下数十kmまで沈み込んだ後、再び地表に現れる変成岩の顕微鏡写真。鉱物の組成や変成作用の違いが美しい色で表現されている、とても美しい画像。

これら3作品を含めて、応募された作品はそれぞれ個性的で「理学の美」を感じさせてくれる作品であった。WEBでご覧になる皆さまも、これらの写真から「理学の美」を堪能されることと思う。

最優秀賞

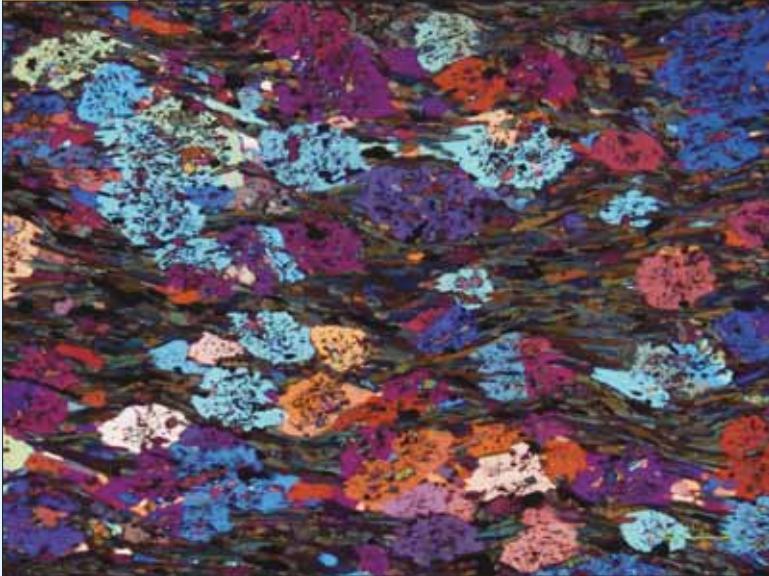


「Escher 作『コロニー』」

金井 雄樹（生物科学専攻 修士課程2年生）

少しずつ異なる蛍光を持った大腸菌を直径1cmの円状にまいたところ、増殖に伴い幾何学的な模様が現れました。タイトルは大腸菌の学名である*Escherichia coli*と幾何学的なグラフィックでも有名な芸術家Maurits C. Escherをかけて付けました。

優秀賞



「それでも岩石は動いている」

山岡 健（地球惑星科学専攻 博士課程1年生）

地表近くの岩石が地下数十kmまで沈み込み、変成岩として再び地表に現れることがあります。変成岩の示す鉱物の組成や組織は地下での変成作用や変形を反映し、しばしば顕微鏡下で美しくその詳細を伝えてくれます。

「精子発見のソテツ」

塚谷 裕一（植物園長／生物科学専攻 教授）

日本の植物学の最初の成果の一つとして、イチョウから精子を発見した業績は有名だが、続いてソテツからも精子を発見している。どちらも東京大学大学院理学系研究科附属植物園の園内に発見のきっかけになった株が栽培されている。



すべての応募作品は、理学部ホームページよりご覧いただけます。
https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/communication/contests/2020_result.html

優秀賞

理学の本棚

「溶液における分子認識と自己集合の原理」

自然界に存在するほとんどの分子は周りに存在する他の分子と相互作用しており、生命がもつ精巧かつ複雑な機能も元を辿れば多種多様な分子の間に働く相互作用に基づいている。そこで、生命分子、人工分子にかかわらず、これらの分子の間にどのような相互作用が働いているか？に関心が行くのは自然なことだ。本書は、さまざまな分子間相互作用を紹介し、これらに基づいて形成される複合体や分子自己集合体まで取り扱っている。

本書には二つの特徴がある。一つは、共有結合との比較から分子間相互作用を考える点である。原子間を繋ぐという意味では似た二つを比較することで、両者の理解を深める狙いがある。二つ目は、溶媒分子の効果である。溶液中では、着目している分子よりも数的に断然優勢な溶媒分子の振る舞いにも気を留めないと、真の理解ができない。特に水中における分子間相互作用は、水の特異的な性質の影響を受け、他の溶媒中とは異なる。また、生命現象は水中で



起こるので、水中における分子間相互作用の理解が重要になるため、本書では水中における現象の理解にやや重きを置いている。

本書は2Sセメスターの「超分子化学」という総合科目の教科書として利用している。毎年、講義の初めは、反応式の右辺にも左辺にも出てこない溶媒に気も留めてこなかった受講生が、講義が進むにつれて次第に、溶媒分子の「気持ち」まで考慮して現象を解釈しようとする姿を見ると嬉しくなる。



平岡秀一著

「溶液における分子認識と自己集合の原理」：分子間相互作用
サイエンス社（2017年出版）
ISBN 978-4-7819-1403-9

お知らせ

田丸謙二先生のご逝去を悼む

佃 達哉（化学専攻 教授）

田丸謙二名誉教授が、2020年7月22日にご逝去されました。享年96歳でした。

先生は1950年10月に本学で理学博士を取得後、横浜国立大学助教授（51年）、プリンストン大学（Princeton University）客員研究員（53～56年）、横浜国立大学教授（59年）を経て、63年から84年まで本学化学学科の教授として化学反応学研究室を主宰されました。この間、本学の教育・研究だけでなく、評議員、理学部長、総長特別補佐として運営面でも多大なご尽力をいただきました。ご定年後も、東京理科大学と山口東京理科大学で99年まで教育・研究に尽くしてこられました。また、国際触媒学会、日本触媒学会、日本化学会などの諸学会の会長をはじめ、国内外の学術・教育機関で要職を歴任されました。これまでのご業績に対して、日本化学会賞（74年）、紫綬褒章（85年）、勲二等瑞宝章（94年）、日本学士院賞（2000年）など多くの賞を受賞されています。

先生は、触媒化学の分野で先駆的・先導的なご業績を挙げておられます。従来、触媒とは、微量で化学反応を促進することができる魔法の粉として捉えられていました。先生は、実際に触媒反応が進行している最中にどのような化学種がどのような濃度で固体触媒表面に吸着し、ダイナミックな挙動を示すかを解明することの重要性を世界に先駆けて提唱され、赤外分光法や電子分光法などを駆使して様々な重要反応の機構を解明されました。この方法は「田丸の方法」と呼ばれ、いわゆるin-situ（その場）測定の原点となりました。門下から、多くの優れた人材を大学、研究所、企業に輩出されています。その門下生が鎌倉のご自宅に定期的に集う「サロンド田丸」や、化学教室の現役教授との会食などの際にいつもおっしゃっていた「東大の学生さんは皆さん素晴らしい頭脳をお持ちなので、よく考えるよう指導してください」とのお言葉が胸に残っています。化学教室の一員としてこれまでのご指導に心より感謝し、ご冥福をお祈りいたします。



故・田丸謙二先生

2020年7月号(52巻2号)の表紙・裏表紙写真について

広報誌編集委員会

理学系研究科・理学部では、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止に留意し、マスク着用・消毒・換気などの対策を施した上で日常の研究と教育活動を進めています。

本誌2020年7月号(52巻2号)の表紙・裏表紙の写真は、感染症対策を施しながら

準備を進め、撮影時の短時間のみ被写体がマスクを外した状態で撮影されたものです。これらの写真が安全性に懸念をもたれる表現であったことをお詫びいたします。今後、安全面へさらに配慮するとともに、表現手法についてもより丁寧に検討した編集を進めてまいります。

東京大学理学部オープンキャンパス 2020 開催のお知らせ

広報委員会

毎年8月に開催しておりました理学部オープンキャンパスは、2020年9月21日(祝・月)・22日(祝・火)の2日間にて、オンライン配信による開催をいたします。また、第二弾は2021年1月6日(水)～19日(火)を予定しています。皆さまに理学部の活動と魅力を知っていただく機会となれば幸いです。詳しくは、理学部ホームページをご覧ください。

東京大学理学部オープンキャンパス

検索



東京大学理学部オープンキャンパスポスター

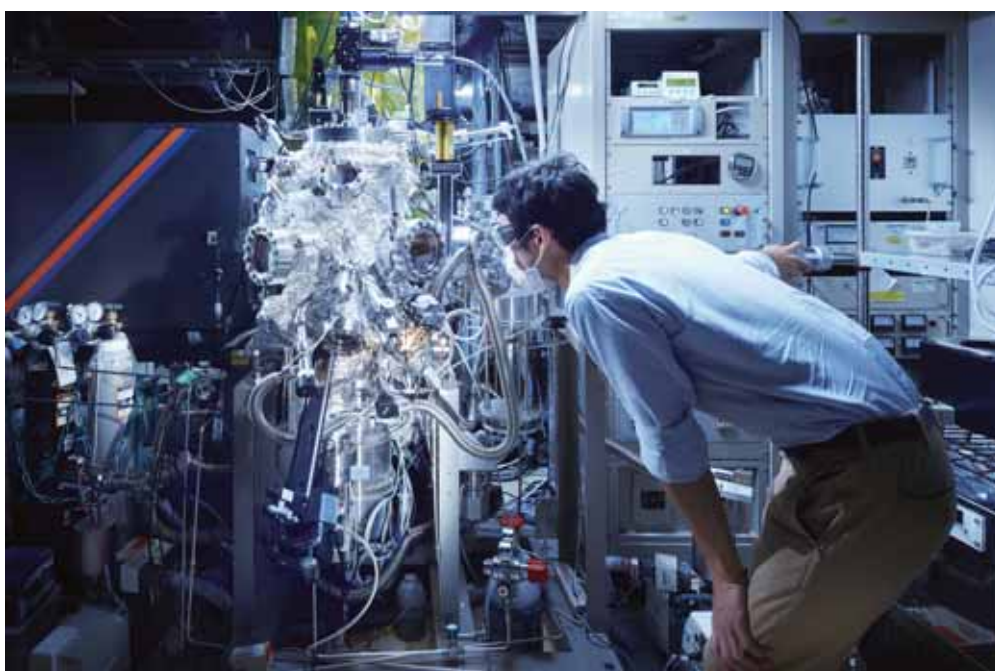
博士学位取得者一覧 |

(※) 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
2020年7月20日付(2名)			
課程	化学	OTERO RAMIREZ MANUEL EMILIO	Wnt3a 結合大環状ペプチドを用いた Wnt シグナル伝達制御(※)
課程	生科	松下 萌恵	新規レドックス・センサー分子による SAPK シグナル制御機構の解析(※)
2020年7月31日付(1名)			
課程	生科	COLEMAN DUNCAN PETER	ストレスによる細胞リプログラミング誘導機構の解析(※)

人事異動報告 |

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2020.6.15	化学	特任助教	XIAO TINGHUI	退職	同専攻助教へ
2020.6.16	化学	助教	XIAO TINGHUI	採用	同専攻・特任助教から
2020.6.16	化学	助教	谷藤 涼	採用	東京農工大学大学院工学研究院応用化学部門・助教から
2020.7.31	生物普遍性	助教	齋藤 稔	退職	自然科学研究機構・特任准教授へ
2020.8.1	生科	准教授	西増 弘志	昇任	先端科学技術研究センター・教授へ
2020.8.1	物理	助教	中桐 洸太	採用	



薄膜合成に用いるパルスレーザー堆積装置に基板を導入しているところ