

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO
The Rigakubu News

理学部 ニュース

東京大学 09 月号 2025

理学のススめ
地球の囁きは
巨大地震について
何を語るのか

理学エッセイ
コーヒーの二つの役割

未来へのとびら
「世界に伍す」研究者へ

1+1から∞の理学
地球科学と生命化学の
意外な繋がり

理学のタマゴ
明日から本気だす系大学院生

理學の研究者図鑑
中村 哲

学部生に伝える研究最前線
くさい花に至る「進化の道」は狭かった

09 理学部 ニュース 月号 2025

宇宙マイクロ波背景放射観測用望遠鏡に搭載するミリ波帯域反射防止モスアイ構造作製のための超短パルスレーザー加工装置。最大直径500mmの大きさの範囲で構造作製が可能である。



表紙・裏表紙 Photo Forward Stroke Inc.

撮影協力:

相澤 耕佑(物理学専攻 博士課程1年生), 小西邦昭(フォトンサイエンス研究機構 准教授), 添田建太郎(フォトンサイエンス研究機構 特任研究員), 木村 航琉(物理学専攻 博士課程2年生), 刘帥成(物理学専攻 修士課程1年生)

(P.12 Photo 貝塚 純一)

最先端の研究には、大規模な装置や多くの研究者が関わるものもあれば、小規模ながら世界でそこにしかない「私の研究」に取り組む営みもあります。理学部ニュース9月号では、そうした研究に携わる人々の姿を数多く紹介しています。表紙には、フォトンサイエンス研究機構で活躍する自作装置の数々を掲載しました。「学部生に伝える研究最前線」では、花のにおいの進化にまつわるユニークな研究成果や、高速イメージングによる抗血小板薬の新しい評価法の開発について紹介しています。「理学エッセイ」では数学者の先生が日々考えていることや暮らしぶりを、「理学の卵」では物理学大学院生のこれまでの歩みと現在の様子を取り上げました。ぜひ今月号もお楽しみください。

川口 喬吾(知の物理学研究センター 准教授)

東京大学大学院理学系研究科・理学部ニュース

第57巻3号 ISSN 2187-3070

発行日: 2025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

川口 喬吾(知の物理学研究センター)

仏坂 健太(ビッグバン宇宙国際研究センター)

寺井 琢也(化学専攻)

平沢 達矢(地球惑星科学専攻)

國友 博文(生物科学専攻)

齊藤 瑞岐(総務チーム)

渡邊 茜(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。



目次

理学エッセイ 第78回

03 コーヒーの二つの役割

高津 飛鳥

学部生に伝える研究最前線

04 くさい花に至る「進化の道」は狭かった

奥山 雄大

抗血小板薬の効果を可視化

合田 圭介

次世代半導体のガラス基板にレーザー微細加工

田丸 博晴

理学のスズメ 第27回

07 地球の嘔きは巨大地震について何を語るのか

矢野 誠也

未来へのとびら 第15回

08 「世界に伍す」研究者へ

齊藤 健

1+1 から∞の理学 第29回

09 地球科学と生命化学の意外な繋がり

平田 岳史

理学のタマゴ 第9回

10 明日から本気だす系大学院生

星野 真宏

理學の研究者図鑑 第20回

12 金より貴重な奇妙な粒子を創る現代の錬金術師

中村 哲

トピックス

13 理学部オープンキャンパス2025「不思議の、その先へ」開催報告

権業 善範

「女子中高生の未来2025」開催報告

佐藤 薫

理学のひとに聞いてみた 第3回

14 2年目頑張ります!

吉田 七桜

理学の本棚 第71回

14 「20世紀科学論文集 現代宇宙論の誕生」

仏坂 健太

お知らせ

15 新任教員紹介

博士学位記取得者/人事異動報告

東大理学部基金

Essay

コーヒーの二つの役割



高津 飛鳥

(数理科学研究科 / 数学科兼任 教授)

「どんな定理を作ってるの?」「大学での仕事って何?」「どんな格好で仕事に行くの?」「普段、何食べてるの? 趣味は何?」久しぶりに会う友人や初めて会う人に、大学で数学者をしていると言うとよく尋ねられる質問である。

どんな定理を作っているか。まず、個人的な感覚では定理を作ったことはない。アルフレッド・レーニ (Alfréd Rényi) の言葉「a mathematician is a machine for turning coffee into theorems」の真意はわからないが、定理はまったくの無から作られるのではなく、すでにそこに在って我々はそれを見つけただけだと私は考えている。よく「今さら新しい定理があるの?」と訊かれるが、科学が発展して深海に潜ったりブラックホールを観測できたりと可能性が広がったように、数学も進化して未開の地で新しい景色が見えるようになっている。そして新発見の一方で、先達が築いた数学の基礎土台—たとえば紀元前に確立されたユークリッド原論は、改修や増補工事を経て今もなお現役である。

大学での仕事は何か。説明しやすいものは講義やゼミである。講義に対するあるある質問は1クラスの受講者数で、私が担当したなかで最小は1 (専門科目)、最大は100越え (教養科目) である。同じくよく訊かれる講義の数や内容は所属により異なり、とくに内容は中身が同じであっても展開の仕方が色々あるので、教員同士でも話題にあがる。また、数学のゼミは板書で少人数制の輪講形式 (発表者が専門書や論文などを説明する形式) が多い。他の仕事には研究や組織運営などがあり、運営については「それって大学教員の仕事?」と驚かれることもある。ふふふふ。

服装について規定はないが分野ごとのカラーがあり、数学はいたって自由である。私は授業も講演も普段着で行うが、一般的に講演はスーツだと思われるようである。実際、学生時代に研究集会前に実家に立ち寄ったら、母と姉が私に今からスーツを買いに行かせるか、時間がないので姉のスーツで誤魔化すかの議論を始めた。そして私が普段着で行くと言ったら激しく責められたが、懇々と説明した結果、普段着でも問題ないと納得してくれた。しかしなぜか赤い靴だけは駄目だと言われ、姉の白いスニーカーを借りて講演した。そんな私は今日も今日とて赤い靴で講演をする。

そしてもちろん数学者ならではの食べ物ではなく、食に凝る人からまったく興味がない人まで千差万別である。私は食べることは好きだが料理は苦手で、普段はグラノーラばかり食べ、そして豆乳入りのコーヒーばかり飲んでいる (最近は海外出張にコーヒーミルと携帯電気ポットを持参する程度には、コーヒーばかり飲んでいる)。私にとってコーヒーは集中力を高めて数学の原料になるのみならず、行き詰まり凝り固まった頭を解きほぐすための箸休めにもなる。食事と同様に、趣味や休日の過ごし方も人それぞれである。私は大好きなバンドが3年前に活動再開したので、最近はライブに行ったりもする。本エッセイの題目もこのバンドの曲名からお借りした。どのバンドかわかった方はぜひ、お声がけ下さい。



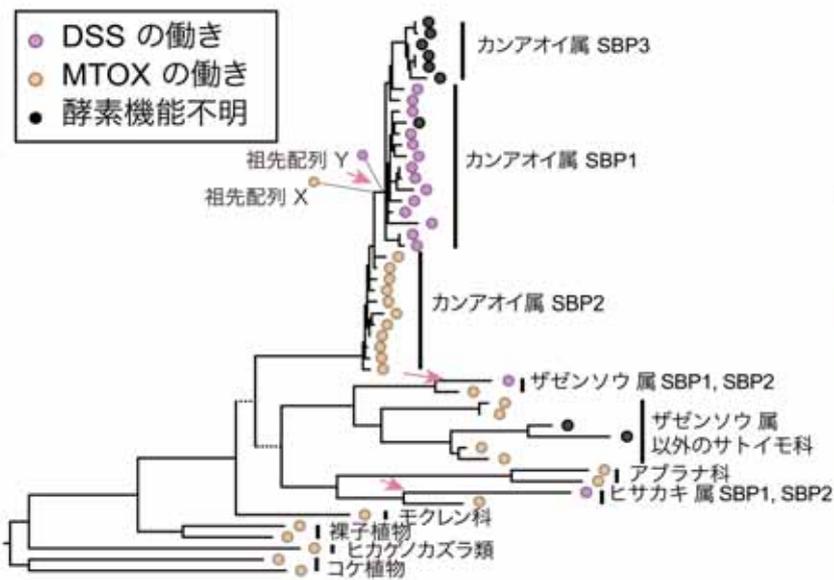
講演後、高確率で白くなってしまう私のジーンズ (と端に映る赤い靴)

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

「くさい花に至る進化の道」は狭かった

生物の中には、他の多くの生物が持たない能力を獲得したことで新しい生態的地位(ニッチ)を開拓し、繁栄を遂げているものがある。新規能力の獲得がどのようなメカニズムによって実現したかを理解することは、古くから進化生物学における重大な関心事であり、腐った肉のようににおいを出してハエをだまし花粉を運ばせる奇妙な花はその好例である。私たちは最近、いかにして複数の植物の系統がこのくさいにおいを出す能力を獲得したかを解明することに成功し、この特殊な進化が予想に反し比較的簡単なステップで起こりうることを示した。



私たちは、陸上生態系の根幹をなす多様な被子植物が、昆虫をはじめとするさまざまな花粉媒介者(送粉者)とどのように関係して進化してきたかに関心を持って研究を行っている。カンアオイの仲間(ウマノスズクサ科)は種ごとにそれぞれ花の香りが著しく異なり、異なる種のハエの仲間を花に誘引し、蜜などの報酬を与えることなく送粉者として利用している。その花の香りの多様性の重要な構成要素の一つとして、腐った肉や肉食動物の糞などのおいの主成分であるジメチルジスルフィド(DMDS)があった。カンアオイの仲間にはごく近縁な種間でこの成分を出すものと出さないものがあることから、これらを比較することでこれまで誰も知り得なかった「花がDMDSを生成する仕組み」を明らかにできるのではないかと着想した。

そこでカンアオイの仲間の種間のDMDS量の違いを発現量からよく説明できる遺伝子を絞り込み、最終的に2つの遺伝子MGLとSBPを特定した。これらの遺伝子産物である酵素の働きを調べたところ、硫黄を含むアミノ酸の一つであるメチオニンを基質として、この2つの酵素の働きによってDMDSが生合成されることを突き止めた。特にSBPがコードする酵素による2段階目の反応はこれまで知られていないものであり、「くさ

いにおい」を出す能力の根幹に関わるものであったため、この酵素を新たにジスルフィドシンターゼ(DSS)と名付けた。

DSSは明らかにカンアオイの仲間でも新たに獲得された酵素であるはずだったが、さらなる調査の結果、驚いたことにカンアオイと全く異なる系統のヒサカキ、ザゼンソウにも同じ働きを持つ酵素が存在することが判明した。詳しく調べた結果、カンアオイ、ヒサカキ、ザゼンソウのDSSは被子植物が共通して持っている遺伝子SBPにゲノム中でコピーが生じ(遺伝子重複)、その後酵素の働きを変える共通のアミノ酸の変化が起きて生じたものであり、この同じプロセスはそれぞれの植物の系統で独自に起きていたことが明らかになった。これは、異なる生物の系統が共通した自然選択によって同一の性質を進化させるプロセスが分子レベルで起きた現象(分子収斂進化)であり、くさい花は驚くべき生物進化のメカニズムを私たちに垣間見せてくれたのだ。

本研究成果は、Y. Okuyama *et al.*, *Science*, 388, 656 (2025) に掲載された。

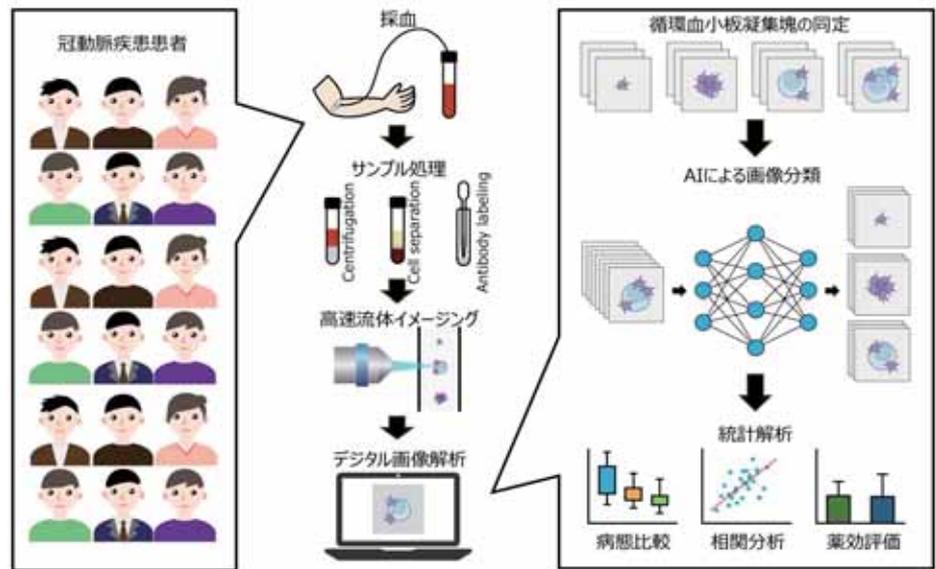
(2025年5月9日プレスリリース)

陸上植物のSBP遺伝子の分子系統樹。SBPは本来メタンチオールオキシダーゼ(MTOX)の働きを持つ酵素をコードしているが、カンアオイ属、ザゼンソウ属、ヒサカキ属の系統で独立に遺伝子重複が起こり、DSSの機能を獲得していることがわかる(矢印)

CASE 2

抗血小板薬の効果を可視化

抗血小板薬は心筋梗塞や狭心症などの治療に不可欠であるが、これまでその効果を個々の患者ごとに正確に可視化・定量評価する方法は存在しなかった。本研究では、高速イメージングとAI画像解析を融合させることで、血液中を循環する血小板凝集塊をリアルタイムに可視化し、抗血小板薬の効果を個別に評価する技術を確立した。



本研究の概念図

抗血小板薬は、血小板の働きを抑えることで血栓の形成を防ぎ、心筋梗塞や狭心症などの冠動脈疾患に対する治療および予防において不可欠な薬剤である。しかし、これらの薬剤が個々の患者に対して生体内でどの程度有効に作用しているかを、直接かつ定量的に評価する方法は、これまで存在しなかった。本研究では、マイクロ流体チップと高速イメージング、さらにAI画像解析を融合することにより、血液中を循環する血小板凝集塊を定量的に可視化することに成功した。この技術により、抗血小板薬の効果を個別に評価できる可能性が拓かれた。

研究チームは、冠動脈疾患の患者207名および健常対照者から採取した全血を用い、マイクロ流体チップに通液しながら、1血液検体あたり2万5千枚以上の高速顕微鏡画像を取得した。その後、AIベースの画像解析を通じて、血小板凝集塊の大きさや数を検体ごとに定量評価した。

解析の結果、健常者と比べて、冠動脈疾患患者では血小板凝集塊の頻度が有意に高く、特に急性冠症候群の患者で顕著に増加していた。また、抗血小板薬の服用数が増加するに従って、循環中の

血小板凝集塊の数が段階的に減少することが確認され、薬剤効果がリアルタイムで反映されていることが明らかとなった。これにより、患者ごとに異なる薬剤応答性を可視化・数値化する道が拓かれた。

さらに、動脈血と静脈血の双方において得られたデータに高い相関性が見られたことから、侵襲性の高い動脈採血に代わり、比較的低侵襲な静脈採血のみで、冠動脈疾患のリスク評価が高精度で行える可能性が示唆された。これにより、本手法は日常診療においても現実的な方法として活用される可能性が高い。今後は、得られた情報をもとにしたスクリーニング、個別化医療への応用、ならびに抗血小板薬の適正使用のための新しい指標としての実装が期待される。

本成果は、循環器疾患における診断・治療法の革新に大きく貢献するものである。さらに将来的には、血栓症全般や薬剤効果判定、あるいは個別化医療の発展にもつながる重要な技術基盤となり得る。

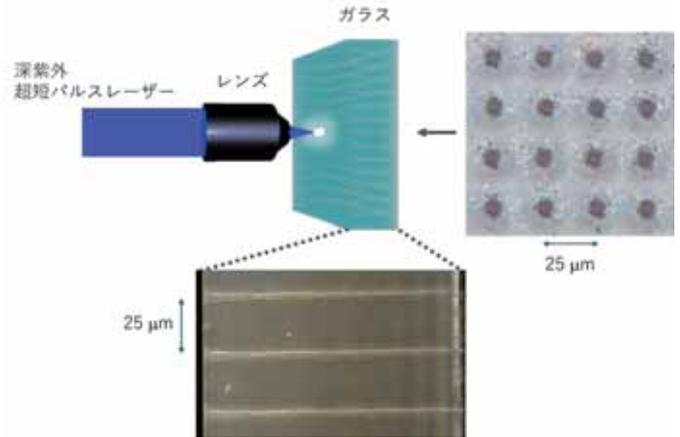
本研究成果は、K. Hirose *et al.*, *Nat. Commun.*, 16, 4386 (2025) に掲載された。

(2025年5月15日プレスリリース)

CASE 3

レーザー微細加工
次世代半導体のガラス基板に

近年のパソコンやスマホで使われる先端半導体チップは、樹脂で封止されたパッケージをばらすと、中に微細な配線用基板が入っていて、その上に複数の半導体（小さなチップとの意でチップレットと呼ばれる）が載っている。基板の材料は時代ごとに変遷しており、現在は、数年後のガラス基板の実用化を目指して研究開発が熱を帯びている。ガラスの微細穴加工にはいくつかの方法が提案されているが、本研究では、学内横断で産業界のキープレイヤーとの連携体制を構築し、レーザーのみを用いて、直径 $10\mu\text{m}$ 以下、直径の20倍程度の深さの穴加工に成功した。



半導体基板ガラスへのレーザー穴あけ。次世代半導体の基板に用いられると期待されているEN-A1ガラスに対して、 $25\mu\text{m}$ 間隔で直径 $10\mu\text{m}$ 以下の穴あけ加工を深紫外レーザーのみで実現した

旧来、半導体製造と言えば、あらかじめ用意した微細な回路パターンを、フォトリソグラフィと呼ばれる転写技術でシリコンの上に焼きつけてチップをつくる工程（前工程）を指していた。しかし、前工程で作られるチップの不良率は、回路の微細化と面積大型化にともなう大きくなるため、微細で大規模な半導体を、一つのチップとして製造するのは現実的ではなくなってしまった。そこで、近年ではチップレット構造とよばれる方式が採用されている。機能ごとに分けて、適切な大きさのシリコンのチップレットを製造し、良品を基板上で配線することで、極微細かつ大規模な回路を実現している。

この方式では、チップレット表面に形成された膨大な数の微細な端子に正確に配線する必要があるため、ここの組み上げ技術（パッケージング、後工程）にも、最先端の技術が必要とされるようになった。現在、配線の幅は、用途に応じて数 μm から数十 μm 程度が使われており、基板の表と裏を結ぶスルーホールには、数十 μm ～ $100\mu\text{m}$ 程度の穴が使われている。前工程では、転写解像度を上げるために、転写に使う光の波長を極端紫外線（波長 13.5nm 、EUV光と呼ばれる）まで短くしたフォトリソグラフィが本格的に採用されるようになり、また、AI需要などを満たすためには、さらに大面積（例えば $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ など）のチップが必要とされているが、基板の平坦度や熱膨張率の違いなど

による配線精度の限界が指摘されており、より平坦で、熱膨張率をシリコンに合わせることで、ガラスの基板が注目されている。次世代基板に要求される穴あけは、さらなる微細化が必要とされる一方、ガラスは難加工かつ割れやすいという特性を持つため、現在、さまざまな加工方法が試行されている。

本研究では、半導体基板として、AGCが開発し電氣的・熱的特性が優れている、EN-A1と呼ばれるガラスに対してレーザー加工のみで微細貫通穴加工を行った（図）。超短パルスの深紫外レーザーを用いることで、ガラスに直径 $10\mu\text{m}$ 以下の穴を貫通させることに成功した。穴の深さに対する直径の比である、アスペクト比にするとおよそ20程度である。これまで、酸を使うエッチングでは高アスペクト比を実現することが困難であったが、深紫外レーザーによる直接加工ではクラックがなく、高アスペクト比を実現できることを示した。本加工は化学処理を一切伴わないため廃液処理などの環境負荷も低減できる。これは次世代半導体製造の後工程において基板のコア材やインターポーザをガラスへと移行する際に貫通穴をあける技術として、重要なマイルストーンとなる。この技術は今後半導体のさらなる微細化や複雑化するチップレット技術において貢献することが期待される。

本研究成果は、2025年5月30日に米国ダラスで開催された国際会議ECTC (2025 IEEE 75th Electronic Components and Technology Conference) において発表された。

(2025年5月31日プレスリリース)

理学のスズメ

地球の囁きは 巨大地震について 何を語るのか



矢野 誠也
Seiya Yano

(地球惑星科学専攻 博士課程1年生)

Profile

出身地	埼玉県
出身高校	浦和実業学園高等学校
出身学部	東京理科大学理学部物理学科

地震——この言葉を聞くと、多くの人は、大きな揺れを伴う激しい現象を思い浮かべるかもしれない。あるいは、カタカタという小さな揺れ(P波)のあとに、ドンと大きな揺れ(S波)が来るというイメージかもしれない。甚大な被害をもたらす大地震も、日常生活ではほとんど意識されない微小地震も、多くの場合P波とS波から構成されている(図A)。しかし、つい二十年ほど前に、こうした典型的な地震とは異なる、新たな地震現象が発見された。それが「テクトニック微動」である。テクトニック微動の波形は、通常地震と明らかに異なる特徴を示す(図B)。多くの場合、明瞭なP波は確認できず、S波の揺れも、時間をかけて徐々に大きくなり、やがて緩やかに収束していく。

テクトニック微動は、プレート境界において、地下深くの岩盤がゆっくりと「すべる」ように破壊することで発生すると考えられている。その揺れはきわめて微弱であり、人が体感することはまず不可能である。それどころか、高感度の地震計をもってしても、ようやく観測できるか否かというレベルである。にもかかわらず、近年、この小さな揺れに大きな関心が寄せられている。その理由は、テクトニック微動が、巨大地震の発生メカニズムを理解し、発生タイミングを予測するための重要な手掛かりを秘めているかもしれないためである。

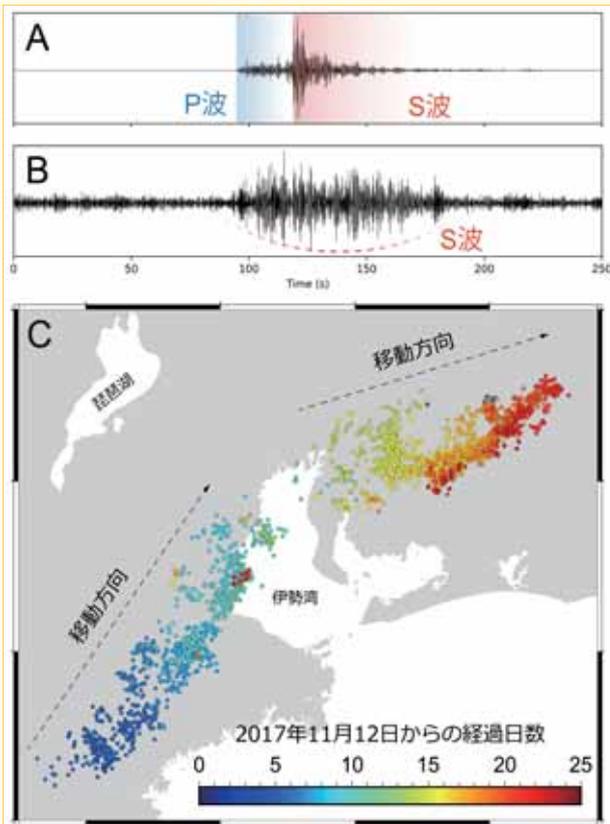
テクトニック微動は主に、巨大地震が繰り返し発生してきた地域の周辺で確認されている。その発生パターンは完全にランダムなわけではなく、

ある程度の周期性を示す。また、プレート境界に沿って震源が移動するケースもしばしばみられる(図C)。このような振る舞いは、プレート境界における「力のかかり方」の変化をリアルタイムに反映していると考えられる。とりわけ、テクトニック微動が普段とは異なる「異常な」挙動を示す場合、それはプレート境界の大規模な状態変化、ひいては巨大地震の準備過程を示唆しているかもしれない。

(A) 通常地震の波形。(B) テクトニック微動の波形。(C) 約一ヶ月かけて震源が南西から北東に移動する様子

私は現在、テクトニック微動を正確に検出し、その発生パターンの分析を通じて、プレート境界の状態変化を検知するための研究を行っている。近年、飛躍的に発展している人工知能(AI)の一分野である機械学習を活用し、従来の手法では見落とされていたテクトニック微動まで、網羅的に検出することを試みている。また、テクトニック微動の時間的・空間的な振る舞いを数学的にモデル化することで、テクトニック微動の「異常な」振る舞いを抽出する手法の開発も進めている。最終的には、テクトニック微動の観測を通じて、巨大地震の発生リスクをリアルタイムに評価するための手法を確立することが、究極的な目標である。

大きな発見は、一見すると地味で目立たないものの中に潜んでいることがある。テクトニック微動という、ほとんど誰にも気づかれない地球の囁きに耳を澄ませることで、私は目に見ることのできない地下深くの世界を少しずつ明らかにしようとしている。地震波という間接的な手がかりをもとに、地球の内部で何が起きているのかを探ることで、自然の本質に迫ろうとする営みこそが、私にとっての地震学、そして理学という学問の最大の醍醐味である。





「世界に伍す」研究者へ

理学系研究科では、黒田真也教授のもとでシグナル伝達ネットワークの数理モデリングに取り組んでいた。生物が持つ複雑でダイナミックな情報処理を数式で記述し、実験データと照合して理解するこの研究は、私にとって「理論と現象をつなぐ」科学の醍醐味を教えてくれるものであった。モデルの仮定



齊藤 健

Takeshi Saito

アステラス製薬 米国法人 Early Development & Translational Science 部門, Director of Translational Bioinformatics

新潟県出身。2008年東京大学理学部生物学科動物学コース卒業。2013年東京大学理学系研究科生物化学専攻博士課程修了, 博士(理学)。2013年アステラス製薬つくば研究所勤務。2017年Astellas Research Institute of America, 駐在派遣。2022年より現職。米国マサチューセッツ州在住



Immuno-Oncology 360° Conference (IO360, 免疫腫瘍学分野の国際会議)にて、Astellasにおけるトランスレーショナル研究の取り組みについて講演する様子

やデータの解釈に頭を悩ませながらも、生命現象の背後にある秩序を見出す喜びを感じていた日々は、今の仕事の原点である。

博士課程修了後、自らの研究を実用的な価値へとつなげたいという思いから、アステラス製薬つくば研究所に入社し、企業研究者としての道を選んだ。入社当初から「世界に伍する研究者になりたい」という強い想いをもち続け、8年前には米国サンディエゴに駐在員として赴任する機会を得た。現地では統合失調症を対象とした国際共同研究に参加し、Nature Neuroscience誌に掲載された成果において、解析と執筆の両面から貢献するなど、アカデミア色の強い研究活動を展開することができた。

とくに米国での研究は、専門的知見に基づく深い考察力が強く求められるものであった。限られた情報から仮説を導き、実証の方法を構築する力が重視される環境において、理学系研究科で“Why”を突き詰める訓練を積んできた経験は、異なる文化の中でも自らの研究者としての軸を支える揺るぎない基盤となった。

現在はアステラス製薬米国法人に籍を移し、Early Development & Translational Science 部門にて、創薬研究と臨床開発をつなぐトランスレーショナル研究に従事している。この分野では、科学的知見と臨床開発の双方にまたがる専門性が求められ、得られた知見を患者さんの価値へとつなげる非常にエキサイティングな役割を担っている。

具体的には、がん領域の初期臨床プロジェクトにおいて、薬効評

価のためのバイオマーカー取得計画や、治療抵抗性がんの作用機序 (Mechanism of Action, MoA) 解明を目的とした腫瘍由来 RNA/DNA シーケンス、ctDNA (血中循環腫瘍 DNA, 血液から腫瘍由来の遺伝子変化を検出する手法)、空間トランスクリプトミクス (組織内で遺伝子発現の位置情報を可視化する解析技術) などの研究を設計・実施している。今年4月には、私が担当する膀胱がんプロジェクトにおいて、標的タンパク質分解誘導薬 (Target Protein Degradator, TPD) による治療効果を臨床試験で確認し、Proof of Concept (POC) を達成することができた。現在は、その成果を踏まえ、より大規模な臨床試験の計画へと発展させている。

また、ハーバード大学系列のマサチューセッツ総合病院やブリガム・アンド・ウィメンズ病院と連携した共同研究を推進する機会にも恵まれ、世界各地の臨床研究者と直接議論を交わしながら、ボストンで最先端の科学を病氣と向き合う患者さんのために活かせる喜びを日々実感している。

理学を志す皆さんの中には、アカデミアに進むか企業に就職するかで悩む方も多いかもしれません。企業に進むことで基礎研究から離れてしまうのではと不安に思うかもしれませんが、実体験として、米国では企業とアカデミアの境界は想像以上に低く、密接に連携しています。理学で培った論理的思考と問いを追究する姿勢は、どこでも通用する「知の土壌」です。

第29回

平田 岳史

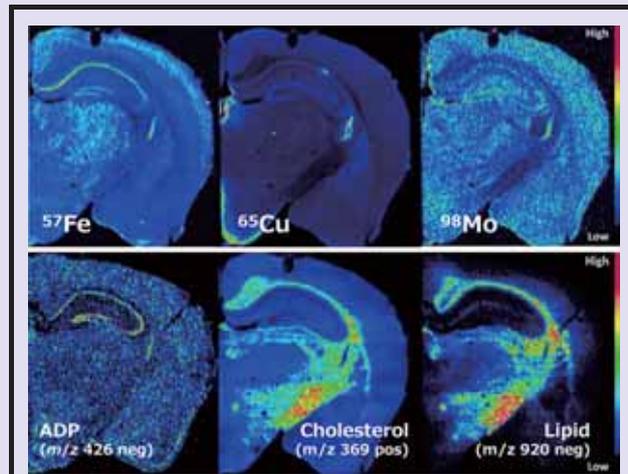
(地殻化学実験施設 教授)

地球科学と生命化学
の意外な繋がり

私の専門は分析化学(質量分析)で、分析感度・精度の向上に取り組みながら、これまでに10万個以上の岩石・鉱物の年代測定を行ってきた。地球科学の研究者からの分析要請は近年ますます厳しくなり、測定精度のさらなる向上にくわえ、年代測定レンジの拡大(古いものから新しいものまで)とビッグデータ化を見据えた年代分析の高速化が求められている。私はこうした分析支援を通じて地球進化の多様な横顔を垣間見ることができた。

年代測定では超微量の元素・同位体の検出が重要となる。最新の分析では、100億個に1個の割合の極僅かな同位体を正確に計測する必要がある。厳しい分析要請に応えることで飛躍的に進歩を遂げた質量分析技術は、別の研究分野でも開花した。それが生命化学研究である。

生体内にはさまざまな金属元素が存在し、それぞれが重要な生体機能を担っている。金属元素の生体内での役割を通じて、生体機能を明らかにしようとする研究はメタロミクス(metallomics)とよばれる。メタロミクス研究では、生体組織あるいは細胞中で、微量の金属元素がどのような存在形態なのか、さらには試料のどの部分に偏在するのかも重要となる。こうした背景から、われわれの研究グループでは金属元素と生体分子を同時にイメージング(可視化)する技術の開発に取り組んできた。私達の技術は、生体分子にくわえ、高い定量性を担保できる金属元素のイメージング情報を同時に取得できる点に特徴がある。このイメージング分析法の開発に際して、地球科学で培ってきた超高感度の分析技術が活用できた。



生体内に存在するさまざまな金属元素の機能を理解するには、金属元素と生体分子を同時に分析する必要がある。私達は年代分析を目的に開発した質量分析法を用いて、金属元素と生体分子の同時イメージング分析に成功した

生命化学におけるイメージング分析では、標的分子の「定量性」が鍵となる。従来の質量イメージング分析手法では、励起エネルギーの高いプローブ粒子を用いており、その結果、生体分子が破壊(分子結合の開裂)される。私達は、MALDI^{注1}で利用されるプロトン・金属付加反応^{注2}を、ポストイオン化方式^{注3}に応用することで、分子の破壊を低減するとともに感度と定量性の向上に成功した。図にマウス脳から得られた金属元素および生体分子のイメージング結果を示す。年代分析を目的に開発した分析手法を応用することで、従来の分析課題の一つが解決できた。これも専門外の研究者と共同研究することの重要性だといえる。

分析化学には研究のゴールはない。どこまでも分析性能を高めることができる。一方で共同研究は、分析化学研究において明確な到達目標・節目を明示するとともに、新たな開発動向を生み出すヒントも提示する。どんな専門分野であれ、特定の目標に突き進む先生方との共同研究は胸躍る楽しいものだ。分析化学を専門とする私にとって、共同研究はなくてはならない大切なものである。

「分析化学者は決して主役にはなれない。しかし名脇役として一生楽しむことができる。」

これは卒業研究のご指導をいただいた関根達也先生の言葉である。研究は答えを出すことが一つの目的ではあるが、一方で問題を提示することも理学研究の重要な役割である。提示された問題に対して他分野の研究者と自由な発想で議論しながら解決策を見つけるといふ「過程」も理学研究の醍醐味の一つではないだろうか。分析化学者は、研究の「過程」を間近で実感できる。その意味で現代の分析化学者は、もう脇役ではなく主役として楽しめる存在だと言える。

注1: matrix assisted laser desorption/ionization

注2: 田中耕一博士のノーベル化学賞対象技術

注3: サンプルと標的分子のイオン化を二段階に分けて行う手法。年代分析で培った技術

理学の

第9回



「明日から本気だす系大学院生」



物理学専攻 修士課程2年生

星野 真宏

Masahiro Hoshino

出身地：愛知県

出身高校：岡崎高校

出身学部：東京大学理学部物理学科

中学生のころ、どんなことに
興味を持っていましたか？



やっぱりサイエンス

理由 私は部活以外の課外活動はしていませんでしたが、ニュートンという科学雑誌をよく読んでいた記憶があります。あとは、顕微鏡で細胞を見たり電気回路で遊んだりする一般的な若者でした。

座右の銘は？



憧れは理解から最も遠い感情だよ

理由 私は負けず嫌いで、凄そうな人を見ると追いついてやろうとがんばることができます。それを表すのが漫画「BLEACH」の藍染のこのセリフです。

理学部に進学しようと思ったきっかけは？



物理学の沼にはまった

理由 1年生のとき力学と熱力学に感動し、夏休みに田崎晴明先生*の「熱力学—現代的な視点から」などの教科書を泣きながら読みました。当初は工学系に進もうと考えていましたが、そこで沼にはまってしまったようです。

*現・学習院大学教授

研究や学問のどこが楽しいですか？



いろんなアイデアを試せること

理由 勉強が進むと研究のアイデアがたくさん湧いてきます。多くは論文などの成果に結びつきませんが、試行錯誤する過程が楽しいのではないのでしょうか。その本質は幼少期の頃の遊びと同じなのかもしれません。

Aspiring Scientists

$$P = |X\rangle\langle X| \quad |X\rangle = \Theta S \text{ of CPT}$$

$$S_A = -\text{Tr}[P_A \ln P_A] \quad (P_A = \text{Tr}_B P)$$

$$= -\lim_{n \rightarrow 1} \frac{\partial}{\partial n} \text{Tr}[P_A^n] = \lim_{n \rightarrow 1} \frac{1}{1-n} \ln \text{Tr}[P_A^n]$$

as Abj. entropy

$$\text{Tr}[P_A^n] = \frac{Z(A)}{Z^n} = \left(\text{Tr}[P_A] \right)^n \leftarrow \text{independent of } A_i$$

最近の研究ノート：共形場理論を用いてエンタングルメントエントロピーを計算する際に描いた図形

今と違う研究をしたら、 どんな研究に興味がありますか？



お金になるような研究や開発

理由 最近、社会を支える産業を創ることに大きな意義を感じています。量子コンピュータをはじめとしたディープテック領域にも資金が集まりつつあるようです。基礎科学からも貢献したいですね。

趣味はなんですか？



レッサーパンダ

理由 レッサーパンダの動画や写真を見たり、動物園に行って会いに行ったりします。上野動物園の年パスを買くとキャンパスからいつでも散歩しに行けるのでおすすめです。

動物に生まれ変わるとしたら？



レッサーパンダ

理由 しっぽを枕にする、寝顔が幸せそう、竹ばかり食べるから臭くない、など羨ましい点がたくさんあります。兄弟がいれば遊んではしゃいだりするのも楽しそうです。物理はできなさそうですが。

将来の夢はなんですか？



社会的意義のある事業をする

理由 私の物理学の専門性と私の強さを活かすことを考えると、将来起業することも一つの選択肢だと思っています。適性があるかわからない上に具体的に組みたいことはまだ何も決まっていますが、夢はありそうです。

朝型ですか？夜型ですか？



夏は朝型、冬は夜型

理由 朝起きるときの気温が快適になるように調整しています。ただ、眠気のある夜に作業をしていると、ふと「明日から本気だせばいいか」と思い、早めに寝てしまうことも多いです。

日々の研究や勉強で、 息抜きには何をしていますか？



コーヒーを淹れる

理由 研究室と自宅の両方でコーヒーを淹れる環境を整えました。息抜きははずが、最近では水の成分の調整からしたいと悩みだすようになってしまっています。少し控えた方がいいかもしれません。

Message

貪欲に
知を求めて
勉強しよう！

金より 貴重な 奇妙な 粒子を創る 現代の錬金術師



中村 哲

Satoshi N. Nakamura



物理学専攻 教授

／クォーク・核物理研究機構長

1995～2000年、理化学研究所、ミュオン科学研究室/RAL 支所研究員。2000～2014年、東北大学大学院理学研究科物理学専攻 助教授を経て准教授。2014～2022年、東北大学大学院理学研究科物理学専攻 教授（2022年より委嘱教授、名誉教授）。2020～2022年、東北大学大学院理学研究科 副研究科長（兼任）。2022年～現在、東京大学理学系研究科物理学専攻教授。2024年7月～、東京大学理学系研究科附属クォーク・核物理研究機構長

メッセージ

楽しく研究することが成功の秘訣だと思います。

子供の頃好きだった教科は？

算数と理科

良く考えれば答えが論理的かつユニークに決まるのが好きでした。それがそのまま現在の仕事に繋がっています。国語とか社会は嫌いではなかったのですが、答えが一通りに決まらないのがすっきりしないと感じていました。でも文章を読んだり書いたりすることや、様々な場所を訪れてその文化や歴史について知ることは好きです。

座右の銘は？

「幸運は準備ができた者に微笑む」

「試練は、それを乗り越えられる人にしか訪れない」

前者は常に幸運が訪れるように万全の準備を整えておきたい、という努力目標です。しかし、実際の研究はなかなか思うようには進まないことが多いです。実験本番になってトラブルが続出して「これで実験ストップか？」と思うこともしばしばありますが、後者の言葉を胸に、できる限り楽観的にトラブルに対処するように努めています。

学生さんにおすすめする本や教科書は？

「ご冗談でしょう、
ファインマンさん」

QED（量子電磁力学）を朝永、シュヴィンガーと共に完成させノーベル賞を受賞した型破りでユーモアに満ち溢れたファインマンの回顧録です。とにかく面白い！

中高生の頃、
どんなことに興味を持っていましたか？

マイコン（今でいうパソコン）

今は違い当時は貴重だったマイクロコンピュータを自分で所有する（マイ・コンピュータ）ことにわくわくしていました。中学入学祝いを握りしめて秋葉原に向かったことを思い出します。自分でメモリを増設したりクロックアップしたり、半田ごて片手に「魔改造」する余地があったのが楽しかったです。そもそもなぜマイコンに興味を持ったかという、当時、小学校で流行っていたラジコンについて知りたいと思い、父親にラジコンの本をねだったら間違えてマイコンの本を買ってきてくれたのがきっかけです。マイコンの本を読んだらラジコンへの興味は吹き飛びました。

東大理学部の良いところはどこ？

優秀で変わった人が沢山いること

優秀でかつ変わった友人、先輩、先生がたくさんいる、という環境は非常に恵まれていると思います。周囲に変わった人がたくさんいると、自分が多少変でも、周りをもっと変なので問題になりません。単に変人ばかりだと組織として困りますが、皆さん、優秀なので大きな問題にはならないように振る舞うことができている（たぶん）。

インスピレーションの源は？

人とのディスカッション

人とディスカッションしていると自分の考えを整理する必要がある、また互いの意見の問題点を一生懸命考えるのでそれが新しいインスピレーションに繋がることが多いと思います。

趣味はなんですか？

旅行

普段とは違った場所で美味しいものを食べると幸せを感じます。研究者をしていると共同研究や国際会議で世界中の色々なところに行けるので、様々な場所で、異なった食事、文化を楽しむことができます。国内旅行だと温泉に入っていると幸せです。

自分は運がいいと思う？

思う

自分が面白いと思えることを一生の仕事にできたのだから、とても運が良かったと思います。

転生できる、または、タイムスリップできる、または動物に生まれ変わるとしたら？

タイムスリップ

今後の科学の発展を見るために未来に行きたいです。過去に行って、現在の知識を駆使して大発見の連続というもの面白いかもしれませんが、ちょっとずるいですよ。

宇宙人はいると思う？

いないと思う

我々とは全く別の形態の生命体はいても良いと思いますが、「人」とは似ても似つかないものである可能性が高く、我々は「宇宙人」と認識できないのではないかと思います。普通の人イメージするような「宇宙人」はいないと思います。



インタビュー記事 ▶

TOPICS

理学部オープンキャンパス2025「不思議の、その先へ」開催報告

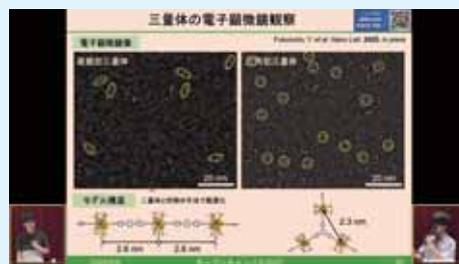
権業 善範(オープンキャンパス実行委員長/数理科学研究科/数学科兼任 教授)

「不思議の、その先へ」をキャッチコピーに、2025年8月5日(火)、6日(水)の2日間、オンラインで開催された今年の理学部オープンキャンパスは、大勢の参加者(視聴数4,749)に恵まれて成功裏に終了した。

理学部企画の講演会は小柴ホールからライブ配信した。理学部10学科の先生方の講演の素晴らしさは勿論のこと、数学科と化学科から選出された学生による講演も実に魅力的であった。8月5日は、数理科学研究科の佐藤ふたばさん(博士課程1年生)とファシリテータの村田 遼人さん(博士課程1年生)による「量子群から広がる数理」の講演があり、数学科の学生がどのような生活をしているのかわかってもらえたかと思う。続いての8月6日は、化学専攻の福本 優斗さん(博士課程1年生)とファシリテータの中島 瑤哉さん(博士課程1年生)による「化学が可能にする！

原子レベルの金細工」の講演があり、私にとって他学科の生活なので非常に興味深く聞かせてもらった。これらの学生講演を聞いた視聴者の中には、彼らに憧れて東大理学部へ入学を希望する高校生・中学生が多数出てくるのではないだろうか。

このほか、理学系研究科附属施設の紹介とバーチャルツアーおよびオンデマンド講演会や各学科の相談質問コーナー、男女共同参画委員会企画の女子中高生向け相談コーナー、さらに研究支援総括室の国際交流座談会が行われ、好評だった旨の報告を受けている。この場を借りて、理学部オープンキャンパスにご尽力くださった皆様に厚く御礼申し上げます。



上: 数学科 学生講演(左: 佐藤ふたばさん, 右: 村田遼人さん)
下: 化学科 学生講演(左: 福本優斗さん, 右: 中島瑤哉さん)

「女子中高生の未来2025」開催報告

佐藤 薫(男女共同参画委員長/地球惑星科学専攻 教授)

理学部への進学促進イベント「女子中高生の未来」を2025年8月23日(土)にオンライン開催した。参加者は女子中学生27名、女子高校生43名、保護者1名であった。男女共同参画委員長の筆者からの冒頭挨拶では、南極昭和基地の風景写真を紹介しながら、理学部では「ゼロ」から創造する力がつくこと、理系の仕事に必要なのは腕力ではないこと、理学の発展にはさまざまな発想が必要であり、女性への期待も大きいことなどを伝えた。物理学専攻の馬場彩准教授による簡潔でわかりやすい理学部の紹介に続き、花王株式会社研究開発部門の根岸栄由氏に、「『RNAって面白い!』から広がった世界」という題で講演いただいた。

根岸氏は生物科学専攻で小分子RNAの研究で修士課程を修了(理学系研究科研究奨励賞を受賞)後、同社に入社して研究開発を担当、皮脂RNA技術を用いた研究およびサービス開発で活躍されている。中学2年生の時に小分子RNAに出会って強い関心をい

だき、その後も興味を持ち続けて大学の研究室や進路の選択を行ったこと、また、大学と企業の仕事の内容や規模の違いについて紹介していただいた。

次に、数理科学研究科の松井千尋准教授より、「数式で描く私たちの世界-溶けたアイスクリームはなぜ元に戻らない?-」と題した講演をいただいた。小学5年生の時の担任の先生との出会いにより科学に目覚めたこと、数理物理学はどのような学問分野であるかということ、マクロとミクロ(アイスクリーム)の世界の違いを対称性と不可逆過程の視点から理解できること、対称性が高いと熱平衡化が起らず、新たな技術につながり得る性質が現れることなどを、わかりやすく解説していただいた。いずれの講演にも多くの質問があった。

後半は、理学部10学科から選出された学生や出身大学院生7名によるTA(ティーチングアシスタント)企画が行われた。TAの自己紹介に続き、3つのルームに分かれての研

究紹介や質問コーナーを設けた。アンケートを見ると、専門分野の研究や会社での仕事の話聞いてよかった、さまざまな学科があることを知った、進路選択は多種多様であり自分のペースでやりたいことを考えればよいのだとわかった、研究者が身近に感じられるようになった、学生の方々に大学受験や学生生活などの話を伺い、質問もできてよかったなどの意見があり、大変好評であった。

ご講演いただいた根岸様、松井先生、TAの皆様、入念に本イベントの準備・実行をしてくださった男女共同参画委員会ご担当の皆様、また総務・広報各チームの皆様・関係各位に感謝申し上げます。



Zoomによる松井千尋准教授の講演の様子



理学のひとに聞いてみた

「2年目頑張ります！」

どんな仕事をしていますか？

教務

授業や履修に関する問い合わせ対応が主な仕事です。学科・専攻内のイベント運営（ガイダンスや学位伝達式など）もしています。

中高生の頃、どんなことに興味を持っていましたか？

バンド

軽音楽部に入って友達からいろんな曲やバンドを教してもらいました。今でも自宅でギターをたまに触りますが、触らなすぎて指の腹がすぐ痛くなります。

キャンパスの中で好きな場所はどこですか？

近くのローソン

朝はつい寄っておやつになりそうなスイーツやジュースが無いか確認しちゃいます。運命的なスイーツに出会えた時は仕事もはかどります。

宇宙人はいると思う？

いる

SF作品が大好きなので宇宙にロマンを感じています。でも会ったらひどい目に合いそうな気がするので対面したくないです。画面越しが良い。

朝型ですか？夜型ですか？

かなり夜型です。

日曜日の夜は月曜日が憂鬱すぎて朝4時まで起きていたりします。今までの試験勉強は早起きがどうしてもできなかったので徹夜で仕上げました。



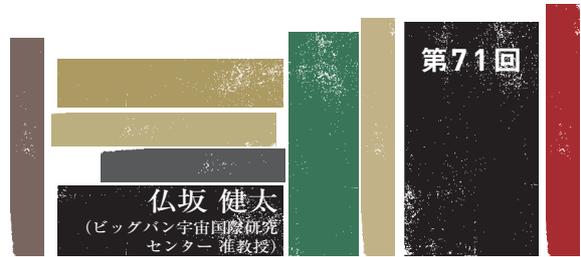
Profile
吉田 七桜
Nanao Yoshida

地球惑星科学専攻事務室
一般職員
出身地：神奈川県

ポメラニアンの子？（同時に何匹生まれたかわからない）を飼っています。お互いにちょっかいを出し合うのですぐ喧嘩になります

理学の本棚

「20世紀科学論文集 現代宇宙論の誕生」



今年のテーマは「宇宙」になりました！娘が通う保育園では、宇宙をテーマに工作したり、お話を聞いたりするそうだ。皆さんも、宇宙について想像を膨らませたことがあるのではないだろうか。宇宙は、壮大でありながら、とても身近な不思議な存在である。

宇宙への探究の歴史は長く、古来から神話を生み、哲学を深めてきた。そして現代では、宇宙は科学の対象となり、その年齢や構成要素が驚くほど正確に測定されている。この哲学から科学への大転換は20世紀に起こり、アインシュタインの一般相対論を皮切りに、膨張宇宙や宇宙背景放射の発見へとつながっていった。

宇宙論の入門書は数多くあり、ある程度の知識をお持ちの方も少なくないだろう。しかし、宇宙論の転換点を築いた原論文に触れたことはあるだろうか。本書では「一般相対論」、「宇宙定数の導入」、「膨張宇宙解」、「宇宙膨張の発見」、「ビッグバンモデル」、「宇宙マイクロ波背景放射の発見」

といった研究を取り上げ、それぞれの原論文を専門家の解説とともに日本語で読むことができる。難解に見える数式や概念、馴染みの薄い観測データが登場するが、理解を助ける注釈が添えられている。原論文と解説をセットで読むことで、発見当時の臨場感や、科学者たちの試行錯誤を感じ取れるだろう。本書を手に取り、現代宇宙論の原点を旅してみてもいいだろう。



須藤靖編
「20世紀科学論文集 現代宇宙論の誕生」
岩波文庫（2022年）
ISBN 978-4-0033-9511-0

新任教員紹介 |

新しく理学系研究科教授会構成員となった教員を紹介します。

クォン ジョンミ KWON Jungmi

役職 准教授
所属 天文学専攻
着任日 2025年8月1日
前任地 天文学専攻
キーワード
Exoplanet, Astrobiology

Message

光の偏りを一手段として、太陽系外惑星や星・惑星形成の観測的研究を行なっています。天文と生物の融合にも興味があります。よろしくお願いたします。



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
2025年7月22日付 (1名)			
課程	地惑	高野 雄紀	熱帯における季節以下時間スケールの大気海洋相互作用の評価手法作成と高解像度結合モデルへの適用研究 (※)
2025年7月31日付 (1名)			
課程	物理	山本 健介	MEG 実験を超える最高感度での $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 探索 (※)

人事異動報告 |

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2025.7.15	地惑	客員教授 (GSGC)	HSU HAN	退職	
2025.7.31	地惑	客員教授 (GSGC)	SAAL ALBERTO EDGARDO	退職	
2025.7.31	天文	特任助教	KWON JUNGMI	退職	同専攻・准教授へ
2025.7.31	学生支援室	特任助教	山崎 あゆみ	退職	同室・助教へ
2025.8.1	天文	准教授	KWON JUNGMI	採用	同専攻・特任助教から
2025.8.1	原子核	助教	LIM BONG-HWI	採用	
2025.8.1	学生支援室	助教	山崎 あゆみ	採用	同室・特任助教から
2025.8.31	化学	助教	増田 晋也	退職	東京科学大学・助教へ
2025.8.31	物理	特任助教	BOUAZIZ JUBA	退職	
2025.9.1	地惑 (GSSE)	教授	ASGARI TARGHI MAHBOUBEH	採用	
2025.9.1	物理	助教	中桐 洸太	昇任	宇宙線研究所・准教授へ
2025.9.1	物理	特任助教	安部 清尚	採用	
2025.9.1	生科	特任助教	佐野 俊春	採用	

東大理学部基金

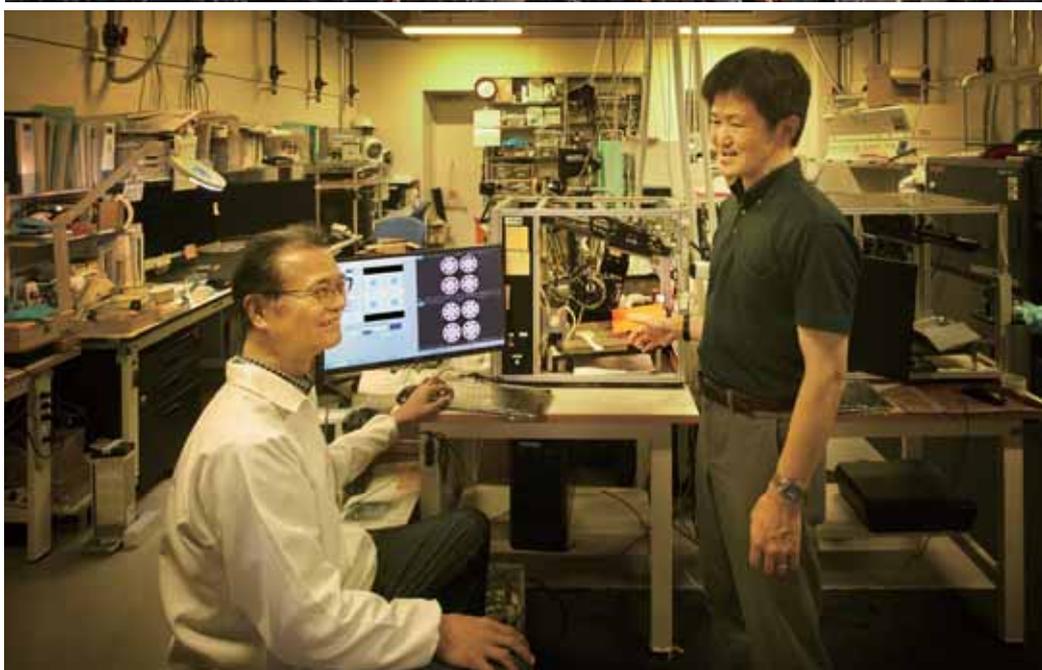
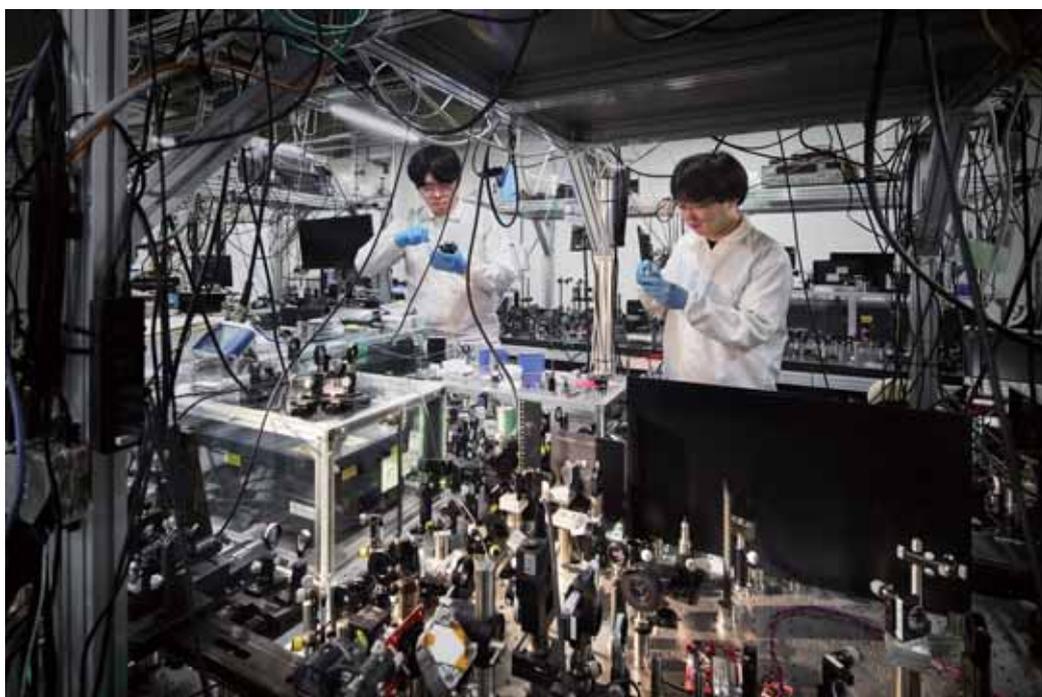
✚ 限界を突破し、科学を進め、社会に貢献する。
理学部の若手人材の育成にご支援ください。

ご支援への感謝としての特典
(1月から12月までの、1年間のご寄付の合計金額)
3,000円以上：理学部カレンダー・クリアファイルのご送付



東京大学大学院理学系研究科長・理学部長
大越 慎一

※税法上の優遇措置について：個人からのご寄附のうち2,000円を超える部分について、当該年所得の40%を限度に所得控除対象となります。



フotonサイエンス研究機構における自作の実験設備 (上) レーザー加工の学理解明に向けたレーザー分光実験室の様子。研究員や学生が、目的に応じて自ら光学系を構築し、実験を進めていく。(下) 本機構で開発を進めてきた、光硬化型樹脂を用いた3Dプリンティング装置 (RECILS) の実験室の様子。10 μ mオーダーの分解能でセンチメートル以上の大きさの構造の作製が可能であり、様々な応用の開拓を進めている。