

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

The Rigakubu News

理学部ニュース

東京大学 11 月号 2021

理学のスズメ

計算機の中の「天の川銀河」

理学エッセイ

自分の論文と同じタイトルの発表を見たとき

1+1から∞の理学

強いレーザーの拓く世界

男女共同参画委員会よりみなさんへ
理学における多様性拡大のために

学部生に伝える研究最前線
受容体がシグナルを伝える様子をマイクロで見る

トピックス
理学部のワンダーランド in ホームカミングデイ2021

特別記事

ノーベル物理学賞2021受賞決定 真鍋淑郎 博士

11 理学部 ニュース 月号 2021

周囲に樹木が林立する武蔵野の緑豊かな地に佇み、中庭を取り囲むように建てられた独創的な形の天文学教育研究センター教育研究棟。建物の丸いかたちは銀河～宇宙のイメージを想起させる。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)
撮影協力：天文学教育研究センター

※写真は一部合成加工をしています。

理学部ニュース 11月号では、真鍋淑郎先生のノーベル物理学賞受賞に関する特別記事を紹介しています。真鍋先生は本学で学位を取得され、現在もプリンストン大学でご活躍されており、受賞はわれわれにとっても大変喜ばしく、励みにもなります。気候学分野としては異例のノーベル物理学賞の対象となった研究内容や当時のご様子、その後の発展などが、分かりやすく紹介されています。短い締切り期間にも関わらず、快く執筆を引き受けて下さった方々に感謝いたします。

本号のそれ以外の連載記事も、未来のノーベル賞の卵となりうるさまざまな分野の研究成果を掲載しています。一方、「理学エッセイ」では独自の研究にも関わらず、独立に世界同時多発的に展開された類似研究に遭遇してしまった実体験が紹介されています。2位ではダメなわれわれにとっては悪夢のような話ですが、その後の展開も興味深いです。どれもぜひご一読下さい。

池田 昌之 (地球惑星科学専攻 准教授)

東京大学大学院理学系研究科・理学部ニュース

第53巻4号 ISSN 2187-3070

発行日：2021年11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)
池田 昌之 (地球惑星科学専攻)
稲垣 宗一 (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。
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55回

- 03 自分論文と同じタイトルの発表を見たとき
： 諏訪 秀磨

特別記事

ノーベル物理学賞2021受賞決定 真鍋淑郎 博士

- 08 真鍋淑郎先生が2021年ノーベル物理学賞を受賞されることになりました
： 星野 真弘

真鍋淑郎先生のノーベル賞受賞決定を祝して

田近 英一

真鍋先生と気候の研究

升本 順夫

プリンストンの爽やかな風

山形 俊男

理学のススメ 第4回

- 07 計算機の中の「天の川銀河」
： 朝野 哲郎

学部生に伝える研究最前線

- 08 実験室からのぞくビッグバン元素合成
： 早川 勢也 / 山口 英斉

金星の夜の風を見る

福谷 貴一 / 今村 剛

受容体がシグナルを伝える様子をマイクロで視る

志甫谷 渉 / 濡木 理

1+1 から∞の理学 第18回

- 11 強いレーザーの拓く世界
： 岩崎 純史

男女共同参画委員会よりみなさんへ 第4回

- 12 理学における多様性拡大のために
： 河野 孝太郎

トピックス

- 13 第2回 School of Science Café Online 開催報告
： 飯野 雄一

理学のワンダーランド in ホームカミングデイ 2021

飯野 雄一

祝2021年秋季学位記授与式・卒業式

広報誌編集委員会

塚谷裕一教授が2021(令和3)年秋の紫綬褒章を受章
川北 篤

ノーベル物理学賞の真鍋淑郎博士が文化勲章を受章

日比谷 紀之

理学の本棚 第48回

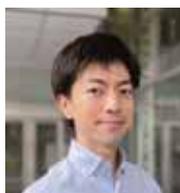
- 18 「人間の本质にせまる科学」
： 井原 泰雄

お知らせ

- 18 東大理学部 高校生のための冬休み講座 2021 Online 開催のお知らせ
： 博士学位取得者一覧 / 人事異動報告
東大理学部基金

Essay

自分の論文と同じタイトルの発表を見たとき



諏訪 秀磨
(物理学専攻 助教)

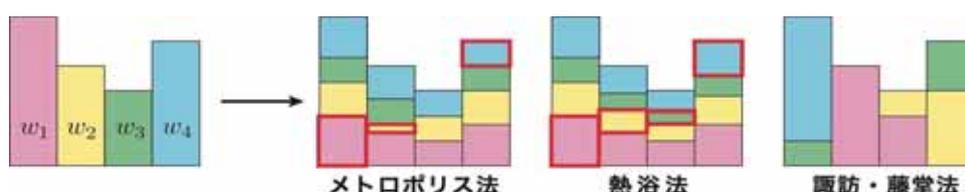
出版前の自分の論文と同じタイトルの研究発表を目の当たりにするのは、どの研究者にとっても悪夢だろう。まだ誰も研究していないだろうと思っていた内容ならなおさらだ。そんな衝撃を自分が初めて書いた論文で体験するなんて想像もしていなかった。それは博士課程の学生だったときの話だ。当時モンテカルロ法という確率を使ったコンピュータシミュレーションの研究をしていて、どうにか効率良く計算できないかといういろいろ試行錯誤していた。そんなとき1970年代に考案されたあるアルゴリズムを知り、似たようなアイデアで何かできないかと試していたところ、おもしろい発見をした。詳細は割愛するが、数式の代わりに図にあるような絵を使って確率を最適化できるということだった。まるでゲームのテトリスのように遊びながら最適化できてしまう。さらにおもしろいことに、モンテカルロ法で通常使われる「詳細つりあい」と呼ばれる条件を満たさなくてももうまく計算できるものだった。当時この条件をはずして計算する方法はほとんど知られていなかったのだから、これは良い発見をしたと思った。

そこからがまた大変だった。これは本当に新しい発見なのか——その疑問を解消するため様々な分野のモンテカルロ法の教科書や論文をあさった。ひじょうに広い分野で使われている手法であるため、教科書は文字通り山のように存在した。そのように膨大な先行研究を調べ、ようやく自信をもつことができた。自分がした発見は新しい研究の方向性で、まだほとんど誰も取り組んでいない研究テーマだ。これは良い論文が書けるに違いない。じっくり時間をかけて丁寧に論文を仕上げた^(注)。

そのちょうど同じ年、オーストラリアで統計力学分野の大きな国際学会が開かれた。新しい研究結果を発表しようと出版前の論文をたずさえ意気揚々と参加した。初めての論文に、初めての海外での学会発表。初めてづくしの経験に少し興奮気味に学会会場へ向かった。が、そこで待っていたのは、冒頭で述べた悪夢だった。なんと、今手にしている自分の論文とはほぼ同じタイトルの発表があるではないか。うそだろ？まだ誰も取り組んでいない研究だったはず……。こんなはずでは……。握り締めている自分の論文が突然何の価値もない紙切れであるかのように感じて、一瞬目の前が真っ暗になった。とりあえず、内容をちゃんと確認しなくては。気を取り直して発表内容を確認すると、研究の目指すゴールは自分の研究と全く同じだが、どうやらアプローチは違うようだった。内容が同じでないことがわかりほっと胸を撫で下ろしたのも束の間、まさか、同じ研究テーマで発表している人がもう一人いるではないか。何十年も取り組まれてこなかった研究テーマを突如として3グループが独立に始めていたのだ。この奇妙な偶然にはとても驚いた。

自分が取り組み始めた研究テーマに他の研究者も加わることは、実は良いことである。その後、この研究テーマは大きな広がりを見せ、数学・統計・物理・化学・情報等の様々な分野の研究者が取り組むようになった。今では国際的な研究会も頻繁に開かれている。悪夢に感じた体験から覚めた後は、以前より明るい空が広がっていた。

注) Hidemaro Suwa and Synge Todo, Markov Chain Monte Carlo Method without Detailed Balance, *Phys. Rev. Lett.* 105, 120603 (2010).



モンテカルロ法で使われるアルゴリズムの比較。それぞれの色の面積が確率を表しており、色の配置換えの仕方によって計算効率が決まる。筆者のアルゴリズム(右)ではすべての色が別の箱に配置され確率がうまく最適化される。

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@adms.u.tokyo.ac.jp まで。

ノーベル物理学賞2021受賞決定 真鍋淑郎 博士



Photo by Princeton University, Office of Communications, Denise Applewhite (2021)

真鍋 淑郎 (まなべ しゅくろう)

1953年東京大学理学部物理学科地球物理学課程*卒業、1958年理学博士取得(東京大学)。渡米し、1958年米国気象局、1963年米国海洋大気庁地球流体力学研究所を経て、1968年より米国プリンストン大学大気海洋研究プログラム教授待遇講師着任(～1997年)。その後も、東京大学理学部客員教授、地球フロンティア研究システム領域長などを経て、2005年より米国プリンストン大学上級気象研究者に着任(現在に至る)。2021年ノーベル物理学賞受賞決定。

真鍋淑郎先生が2021年ノーベル物理学賞を受賞されることになりました

星野 真弘 (理学系研究科長・理学部長/地球惑星科学専攻 教授)

真 鍋淑郎先生が2021年ノーベル物理学賞を受賞されることになりました。心よりお慶び申し上げます。真鍋先生は、1953年に東京大学理学部を卒業、1958年に同大学で理学博士を取得されました。その後すぐに米国に渡り、米国海洋大気庁・地球流体力学研究所で、計算機シミュレーションを駆使した気候研究を精力的に進められました。当時は計算機の黎明期で、数値シミュレーションで複雑な現象を扱うことが出来るようになりつつある時代でした。真鍋先生は、計算

機を駆使し、世界に先駆けて、大気大循環モデルと海洋大循環モデルを結合したモデルを開発することで、特に、大気中の二酸化炭素濃度の上昇が地球温暖化に与える影響を明らかにするなど、数多くの先駆的な研究をされてこられました。

今回のノーベル賞の受賞理由は「複雑系である地球気候システムのモデル化による地球温暖化予測」です。地球環境問題が人類社会の大きな課題になっている中、気候モデル開発の研究成果が高く評価されたこ

とには大きな意味があります。また、真鍋先生は、プリンストン大学の客員教授や、宇宙開発事業団(NASDA)と海洋科学技術センター(JAMSTEC)による共同事業である地球フロンティア研究システム・地球温暖化予測研究領域長を務めるなど、後進の指導も精力的に行われました。東京大学大学院理学系研究科の大先輩が受賞されたことを心よりお祝い申し上げます。

真鍋淑郎先生のノーベル賞受賞決定を祝して

田近 英一 (地球惑星科学専攻長/地球惑星科学専攻 教授)

こ のたび真鍋淑郎先生がノーベル物理学賞を受賞されることが決まりました。地球惑星科学専攻を代表してお祝い申し上げます。これまで地球惑星物理学分野がノーベル物理学賞の対象となったことは希であり、とりわけ気象学/気候学が対象となったことは初めてでしたので、想定外の大変うれしいニュースでした。

真鍋先生は、地球温暖化が問題とならずと以前の1960年代、世界に先駆けて大気二酸化炭素による温室効果の影響に関するご研究を始められるなど、まさに地球温暖化研究のパイオニア的な存在です。先生は、現在の地球惑星物理学及び地球惑星科学専攻の前身である旧物理学科地球物理学専攻及び旧数物系研究科地球物理専門課程を

経て、1958年に博士の学位を取得されました。本学科・本専攻出身者から初のノーベル賞受賞者が生まれたことを、関係者一同、大変喜ばしく、また誇りに感じております。今回の真鍋先生のノーベル賞受賞に、心からのお祝いを申し上げます。

真鍋先生と気候の研究

升本 順夫 (地球惑星科学専攻 教授)

好 奇心に満ち溢れた子供のよう。大先輩である真鍋先生に大変失礼ではありますが、長い間論文でしか存じ上げなかった先生に初めてお目にかかった私を持った印象であり、多くの方にご賛同いただけたと思います。しかし、地球の気候がどのように決まっているのか、どのように変わって行くのかを研究する上で、真鍋先生の論文を避けて進むことは不可能な、気候研究分野の巨人と言っても良いでしょう。その真鍋先生がノーベル物理学賞を受賞されるというニュースが世界を駆け巡りました。このたびのご受賞を、心よりお祝い申し上げます。

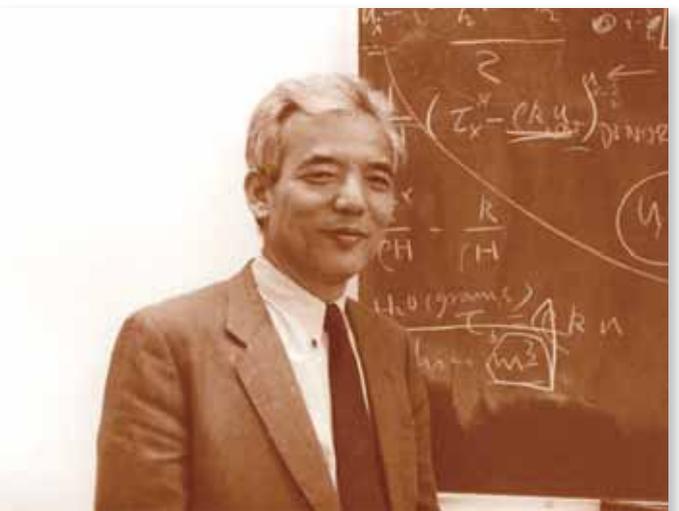
真鍋先生は、地球における気候を考える上で重要な放射対流平衡の物理モデルを考案し、さまざまな放射吸収気体が存在する地球大気に対する太陽放射エネルギーのインプットがどのような気温分布をもたらすか、それに対して放射吸収気体がどのような影響を与えているのかを、コンピュータを用いた数値モデルで明らかにしています。鉛直一次元の大気モデルから大気と海洋を結合させた三次元の気候モデルへと発展させ、気候の変動や変化を定量化するとともに、信頼性の高い地球温暖化予測の基盤を

構築してきました。これらのご研究を通じて複雑系の代表的な例とも考えられる気候の物理に関する我々の理解に多大な貢献をされてきたことが受賞理由となっています。

真鍋先生のこれまでのご研究を改めて見ると、複雑な現象の本質を残した形で可能な限りシンプルに考えてモデル化する、というスタイルを貫かれています。これはまさに物理学の目指すところと言えるでしょう。本質を見抜く鋭い眼を持ち続け、現在もお活発に研究されていることに驚きを隠せません。偶然か必然かは分かりませんが、興味の対象が超複雑系とも言える地球の大気や海洋、そしてそれらが織りなす気候であったことは、私たちにとって幸いだったのかもしれない。真鍋先生が研究を始められた1950年代後半から60年代にかけては、大気や海洋の数値モデルの構築と数値計算手法の大きな進展があった時代でもあり、この大きな時代のうねりと真鍋先生の好奇心や物理的なセンスがタイミング良く交差したとも言えます。気候の変化のメカニズムを見出すことの1つとして、地球の温暖化という将来を見据えた予測科学の先駆的研究をなされましたが、同時にその興味は過去にも向かい、地球の古気候

研究においても多くの成果をあげられています。同じ境界条件のもとでも、初期条件の違いで全球海洋の表層から深層まで到達する子午面循環が現実的な場合と極端に弱まる場合が現れ、地球全体の気候に大きな影響を与えていることを示した論文を読んだ時の衝撃を忘れることができません。

地球温暖化の問題は、私たちの生活を含めたさまざまな社会経済活動へ計り知れない影響を及ぼすため、出口側の視点から環境問題として扱われることも多いのですが、今回の受賞は、その理解と予測には物理学が基盤となっているという重要なメッセージと受け止められます。真鍋先生のご研究により、地球の気候が持つ複雑さに関する我々の理解度は深まっていますが、当の気候は依然複雑なまま、私たちのやることを泰然と受け流しているようです。地球の気候を取り巻く条件が変わって行く中で、大気や海洋のさまざまな現象がどのような影響を受け、それらが互いに関連しあっているのか、どのように気候を変えて行くのか、真鍋先生のご研究をベースとして、更なる理解が求められています。



お若い頃の真鍋先生。左は米国海洋大気庁地球流体力学研究所にてスマゴリンスキー所長（右側）、ブライアン博士（左側）と共に（1969年）。右の撮影年・場所は不詳。写真提供：地球流体力学研究所

プリンストンの爽やかな風

山形 俊男 (東京大学名誉教授)

真 鍋淑郎博士のノーベル物理学賞ご受賞は、理学部地球物理学科（現在の地球惑星物理学科）の後輩としてとても誇りに思います。真鍋博士は、1957年に正野重方教授の下で気象学の学位を取得後、すぐに米国気象局（現在の米国海洋大気庁）の地球流体力学研究所に移り、地球温暖化予測の研究で半世紀以上にわたり世界をリードしてきました。地球環境の劣化は人類社会の持続可能性を惑星スケールで脅かすまでになっていますから、未来の気候を科学の法則に基づいてシミュレーションできるようにした業績は素晴らしいものです。ノーベル賞選考委員会がこうした複雑系の科学に光を当てたのは画期的なことだと思います。人工知能の祖ともいべきジョン・フォン・ノイマン (John von Neumann) は、気候の変化が深刻なることを予見し、「気象や気候の問題は核の脅威やその他の戦争より、すべての国の関心の一つにするだろう」と述べていますが、まさにその時が来たのだと思います。

真鍋博士の所属する地球流体力学研究所の由来は、汎用型計算機の歴史と軌を一にしています。これは、フォン・ノイマンが汎用型計算機の最初の応用分野として天気予報を選んだことに関係しています。エイブラハム・フレクスナー (Abraham Flexner) が「役に立たない知識を自由に探究する場として」プリンストンに設けた高等研究所において、初めて計算機を用いた天気予報の実験が行われたのです。フォン・ノイマンはこの成功に自信を得て「究極の予報」、すなわち気候の予報をめざす研究所の設計を開始しました。背景には核の冬への備えがあったのかもしれませんが。こうして1955年にワシントンDCの米国気象局（当時）に地球流体力学研究所が設けられ、ジョセフ・スマゴリンスキー (Joseph Smagorinsky) が初代所長に任命されました。スマゴリンスキー所長は大気大循環モデルの開発を真鍋博士に、海洋大循環モデルの開発はカーク・ブライアン (Kirk Bryan) に任せました。二人は大気と海洋の

大循環モデルを結合し、フォン・ノイマンが夢見た地球気候の研究を始めたのです。1967年、スマゴリンスキー所長はフォン・ノイマンが気候研究の着想を得た地、プリンストンに研究所を移し、プリンストン大学との連携を強化して、アカデミックな雰囲気の中で学際的な気候研究を推進できるようにしました。これは英断だったと思います。その後の計算機の能力の急速な進展で地球気候をまるごと、そしてその季節性までも再現できるようになり、二酸化炭素濃度を人為的に倍増した場合の世界各地の気候への影響も調べることが可能になりました。こうして現在気候変動に関する政府間パネル (IPCC) で使われているモデルの基盤が整ったのです。

私が地球流体力学研究所に滞在した1980年代は、エルニーニョなどの気候の自然変動の解明が注目されるようになりました。スマゴリンスキー所長はこうした自然変動の研究は身近な社会活動に直接的に貢献するものとして理解し、応援してくれました。役に立たないと思われる知識は、好奇心と自由な発想に基づいて研究に没頭する科学者の天国で生まれると思います。一方で科学者



は応用への関心も持ち合わせている必要があるでしょう。社会への応用の意識は健全な科学の発展を促すことになるからです。スマゴリンスキー所長は、このような基礎科学と社会の関係性の豊かさについてもよく理解されていたように思います。真鍋博士を筆頭に、世界各地からプリンストンに参集した研究者群像が好奇心に基づいて伸び伸びと研究を展開し、さまざまな立場で連携して人類の未来社会の設計に貢献しているのは、スマゴリンスキー所長がプリンストンの地にもたらした自由で爽やかな風の効果が大きかったのではないかと思います。



上：地球流体力学研究所 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory：プリンストン大学フォレストラルキャンパス) 下：2017年10月31日に開催された特別講演会「地球温暖化と海洋」にて。左は真鍋博士、右は筆者 (主催：笹川平和財団海洋政策研究所、後援：東京大学大学院理学系研究科、海洋研究開発機構)

理学のスズメ

計算機の中の「天の川銀河」



朝野 哲郎
Tetsuro Asano

(天文学専攻 博士課程1年生)

大学院生からのメッセージ

夜空に輝く天の川は、われわれの住む天の川銀河（銀河系）を太陽系の視点で見たものであるが、銀河の外からは、どのような姿に見えるのだろうか。これまでのさまざまな観測から、天の川銀河は、棒状構造（バー）と渦状腕という構造をもつ円盤銀河（棒渦巻銀河）であると推定されている。しかし、われわれ観測者自身が銀河系内部に存在し観測可能な範囲も限られるため、詳細な全体像は明らかになっていない。私は、天の川銀河の力学的構造とその形成進化に興味をもち、とくにバーや渦状腕などが銀河を構成する星の運動に与える影響に着目して研究に取り組んできた。

星の軌道運動や銀河自体の構造の変化などを直接観測することは非常

に困難である。銀河の力学的なタイムスケールは、人類の歴史に比べて極めて長く、われわれは静止画的にしか銀河を観測することができない。この困難を乗り越える方法の一つは、数値シミュレーションを用いることである。私が用いているのは、N体シミュレーションと呼ばれる手法である。N体シミュレーションとは、銀河を多数の粒子の集合として表現し、粒子間に働く重力を評価しながら個々の粒子の軌道と銀河全体の力学的進化を計算する手法である。図は、天の川銀河を再現したN体シミュレーションの一例である。私のこれまでの研究では、シミュレーションデータを解析して星の運動を調べてきた。銀河円盤を構成する星たちの多くは、銀河中心の周り

をほぼ円運動しているが、中には共鳴軌道という特別な軌道をもつ星が存在している。これは、回転するバーの影響で作られるものである。共鳴軌道をもつ星たちは、一般的な円盤の星とは異なる運動をしているため、特殊な速度分布をもった星の集団を形成する。じつは、太陽系の近傍の星の観測でもこれに似たものが見られていて、速度空間サブ構造など

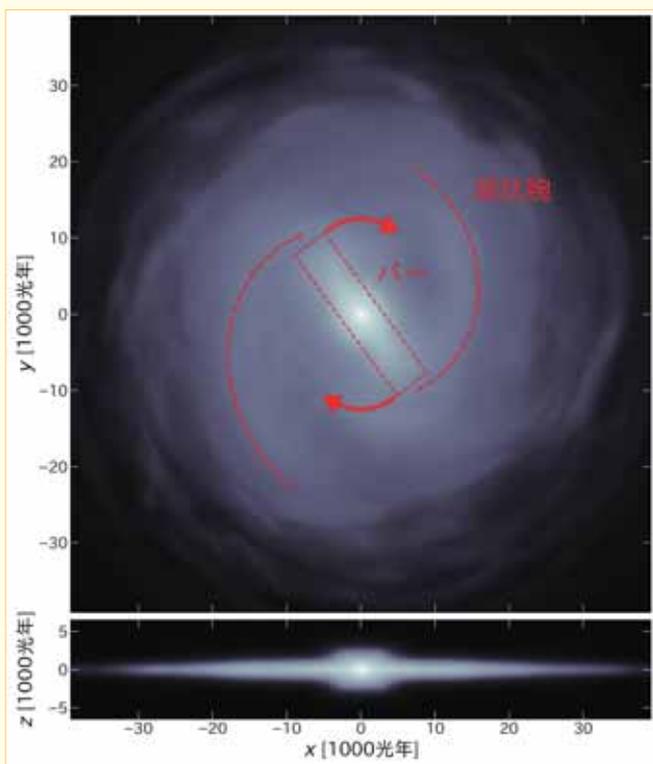
と呼ばれている。私は、シミュレーションとGaia（ガイア）衛星^注の観測データを比較することで、実際に観測されている速度空間サブ構造もバーの共鳴軌道で作られている可能性が高いことを示した。さらに、太陽系の近傍で共鳴軌道が見られるための条件を用いて、直接観測が難しいバーの回転速度を間接的に推定することができた。

このような研究分野は、銀河動力学と呼ばれ、天文学において比較的古い分野である。長年研究されてきた分野であっても、最新観測や大規模なシミュレーションによって、新発見がもたらされるというところに、私は研究の魅力を感じている。今後とも、シミュレーションを使ってGaiaの観測データを読み解いていくことで、天の川銀河の構造と形成進化の歴史について、より深い理解が得られていくだろう。

注) Gaiaは、欧州宇宙機関（ESA）が打ち上げた観測衛星で、天の川銀河の星の位置と速度を精密に測定することを目標にしている。

Profile

出身地 長崎県
出身高校 長崎県立佐世保北高校
出身大学 東北大学理学部



N体シミュレーションで作られた天の川銀河の姿。上：銀河を正面から見た姿。下：横から見た姿。筆者が解析を行った M S Fujii et al. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 482, 1983 (2019) のデータから作成

CASE 1

実験室からのぞくビッグバン元素合成

われわれの身の回りは、実に多様な元素で溢れている。

その大部分は宇宙 138 億年の歩みの中で、星の燃焼や寿命を迎えた星の爆発などの

天体現象にともなって元素合成が繰り返されてきた結果である。

では、宇宙の歴史上初めて元素が合成されたのはいつか？

それは最初の星が生まれるはるか前—ビッグバン開始後数分のことである。

ビッグバン元素合成は、現在に至るまでリチウムまでの軽い元素の主な起源の一つとなっている。

しかし、その生成量を巡っては、長年、天文学者、宇宙物理学者、原子核物理学者らの

頭を悩ます難問が投げかけられている。



今みなさんの手元にはスマートフォンがあるかもしれない。そのバッテリーに使われるリチウムの一部は、138 億年前のビッグバン開始直後数分ですでに合成されていた。陽子 (p) 中性子 (n) の混沌から始まるビッグバン元素合成は、水素やヘリウムが主生成物である。その同位体 (^1H , ^3H , ^4He) の生成量を計算すると、観測とひじょうに良く一致し、ビッグバン理論の成功を顕示している。一方で、ヘリウムからの副生成物とも言える ^7Li は、その理論推定量が観測のそれの 3 倍程度になってしまうという、「宇宙リチウム問題」が長年の未解決問題となっている。

古い世代の星の観測からの ^7Li 量推定に問題があるのか？ 標準的なビッグバン理論では記述しきれない物理現象があるのか？ そもそも、元素合成計算に必要な熱核反応率データが不十分な反応もあり、実験による検証が今なお原子核物理学者らによって続けられている。

ビッグバン元素合成では、 ^7Li は生成されたそばから大量に存在する陽子と容易に反応して、2 つの ^4He に分解してしまう。一方、 $^3\text{He} + ^4\text{He}$ から生成される ^7Be は、半減期 53 日で ^7Li に変換する「不安定核」だが、20 分ほどしか続かないビッグバン元素合成後まで生き残ることができる。つまり、 ^7Li 生成量を知るには、 ^7Be 量を増減する原子核反応の起こりやすさを調べなければならぬ。 ^7Be 量を増やす反応は比較的良好に

かっている一方で、 ^7Be 量を減らす $^7\text{Be} + n$ 反応が近年注目されている。おもな生成物は $p + ^7\text{Li}$ または $^4\text{He} + ^4\text{He}$ である。前者は一見 ^7Li 量を増やすようだが、前述のように、続く陽子との反応で ^7Li はやはり「減らされる」。

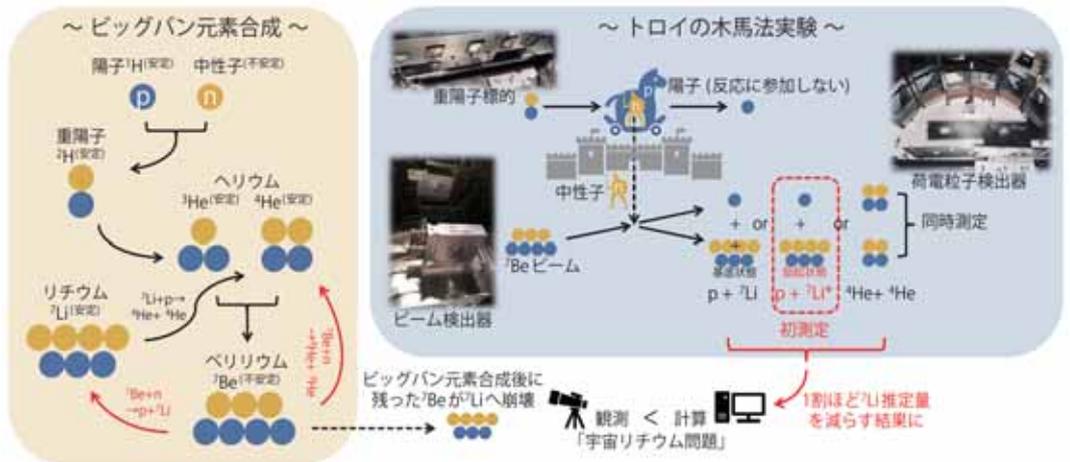
しかし、不安定核同士である ^7Be と中性子の反応をどう測定したらよいだろうか。われわれは、中性子と陽子が結合した重陽子を標的として用い、 ^7Be をビームとして入射する「トロイの木馬法」という間接手法を応用した。その命名は、木馬の中 (重陽子) に紛れて城壁の中 (目的の反応) へ兵士 (中性子) を送り込む、というギリシャ神話のトロイの木馬に因む。この実験によって、 $^7\text{Be} + n \rightarrow p + ^7\text{Li}$ 反応における ^7Li 第一励起状態の寄与が、基底状態のそれの 10-15% ほどあることを初めて明らかにした。つまり、ビッグバン中で ^7Be は思っていた以上に壊れることになる。新しい熱核反応率をビッグバン元素合成計算へ適用した結果、 ^7Li の推定生成量が 1 割ほど下方修正されることがわかった。

今回の研究で、宇宙リチウム問題の完全解決には至っていないが、少なくとも今まで見逃していた情報を、比較的小規模な原子核実験で拾い上げることができた。一つ不確実性が解消した今、問題解決には天文学、宇宙物理学、原子核物理学間のさらなる協力が必要である。

本研究は S. Hayakawa *et al.*, *The Astrophysical Journal Letters* 915, L13 (2021) に掲載された。

(2021 年 7 月 1 日プレスリリース)

図：ビッグバン元素合成とトロイの木馬法実験の概略。左図には本実験で測定した ^7Be の生成量を減らす働きのある原子核反応が、赤い矢印で示されている。右図にはトロイの木馬法実験の概念図と、対応する実際のセットアップの写真をいくつか載せてある。本実験の測定データを用いた計算で、ビッグバン元素合成後の ^7Li 量の観測推定量に一步近づくことができた。



CASE 2

金星の夜の風を見る

金星が灼熱の世界であることは知っている、そこにどのような風が吹いているのかを知っている人は少ないかもしれない。ましてやその風が、無数の惑星たちの気候を理解するための鍵になるかもしれない、などとは。この地球の隣人の風を正確に知ることは、とくに夜間の風を測ることはこれまで難しかった。日本の金星探査機によってそれがなすとげられた。

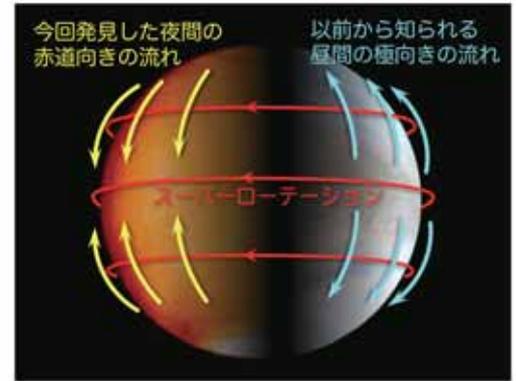
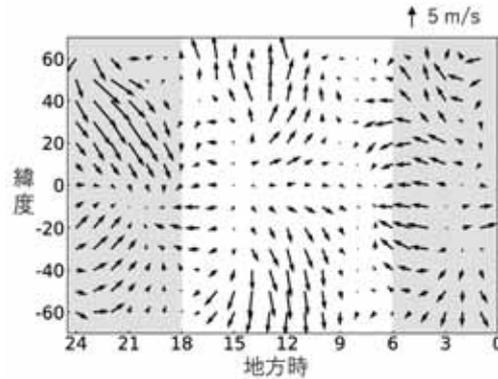


図: (左) 地方時と緯度についての風速の分布。超回転成分を差し引いてある。(右) 雲層付近の循環のイメージ。超回転に重なるように、昼側と夜側に反対方向の南北の流れがある。

金星は濃い二酸化炭素大気に包まれており、温室効果のために地表は460℃という灼熱の世界である。高度60 km付近には硫酸の雲が隙間なく浮かび、「超回転」と呼ばれる100 m/sに達する暴風が、ゆっくりとした自転の60倍の速さで金星全体で吹いている。地球とほぼ同じ大きさの金星がこれほど異様な環境を有することは、地球をはじめ惑星の環境はどのようなしくみで作られるのかという問いを投げかけている。惑星全体をおおう雲や大気の超回転は、金星の他にも、土星の衛星タイタンや、太陽系外の惑星にも存在することがわかってきた。地球のすぐ隣にあって詳しい調査が可能な金星は、共通する大気現象を有する惑星たちを理解するためのリファレンスとなっている。

金星大気の運動はこれまで、太陽光によって照らされた雲の動きからおもに推定されてきた。それでは当然、夜間の風はわからない。もちろん超回転は夜間にもあるが、知りたいのは、超回転する大気中で生起する大気現象である。たとえば昼間の雲頂には赤道から両極へと向かう10 m/s前後の流れがある。この極向きの流れは、約40年前の発見当初、赤道域で日射により暖められた大気が上昇して高緯度に向けて流れる「ハドレー循環」をとらえたものと解釈された。しかし近年は、日射加熱が励起する流体波動である「熱潮汐波」の一部分をとらえたものという解釈もあり、それぞれの寄与はわかっていなかった。ハドレー循環は昼夜全ての南北風を平均した流れであり、熱潮汐波は昼夜の風の違いをもたらす波である。前者

は熱と物質の循環を担い、後者は運動量を輸送して超回転の維持に働きうることから、金星気象学の主たる興味の対象であり続けてきた。これらの解明のためには風を昼夜の区別なく計測せねばならないが、これまで実現しなかった。

今回私たちは、雲が発する赤外線を探査機あかつきに搭載された赤外線カメラで撮影し、昼夜の区別なく雲の動きを可視化することに成功した。その結果、夜間には昼間とは逆に両極から赤道に向かう流れが生じ、昼夜を通して平均すると南北の循環はほぼゼロであることがわかった。このことは、ハドレー循環の極向きの流れは雲頂より高いところであり、赤道向きに戻ってくる流れは雲頂より低いところにあるために、その中間高度にあたる雲頂では南北の流れが弱いと解釈できる。また、時間帯による平均風速の違いから熱潮汐波の構造が判明し、超回転の維持に働いていることが確かめられた。

こうして40年来の謎である夜間の風が判明したことで、大気循環の2大プロセスと言えるハドレー循環と超回転の理解が大きく進んだ。今回明らかにしたような、雲層の日射加熱に対する大気の力学応答は、中心星の近くをまわる太陽系外の惑星において超回転を引き起こすなど重要な役割を担うことも予想されており、今後の重要な研究テーマである。

本研究は、K. Fukuya *et al.*, *Nature* 595, 511 (2021) に掲載された。

(2021年7月22日プレスリリース)

CASE 3

マイクロで見る 受容体がシグナルを伝える様子を

アドレナリンは、「闘争か逃走か」という人の本能をつかさどるホルモンであり、膜受容体である3つの β アドレナリン受容体を活性化することで交換神経を刺激する。

$\beta 3$ 受容体の活性化は膀胱の弛緩や脂肪燃焼を促すため、 $\beta 3$ 選択的の刺激薬が過活動膀胱の治療薬になっている。

わたしたちは、治療薬が $\beta 3$ 受容体に結合し、細胞にシグナルを伝えている状態の立体構造を決定した。立体構造から、治療薬が $\beta 3$ 受容体選択的に結合できるメカニズムが明らかになった。

アドレナリンは β 受容体を活性化することで交感神経を刺激し、心拍数や血圧を上昇させる。 β 受容体はGタンパク質共役受容体であり、細胞外に面したポケットでアドレナリンを受容することで構造変化をおこす。その結果、細胞内に存在するGタンパク質を活性化できるようになり、細胞膜を超えた情報伝達が可能になっている。

β 受容体には $\beta 1$ - 3 の3種類が存在しており、 $\beta 1$ や $\beta 2$ を標的とした薬剤は心臓病や喘息の代表的な薬になっている。一方、 $\beta 3$ 受容体は脂肪細胞に多く発現しており、熱産生や脂肪分解を担う。 $\beta 3$ 受容体の遺伝子の多型は基礎代謝を下げたりやすくするため、節約遺伝子として有名であり、日本人の3人に1人がこの変異をもつ。 $\beta 3$ 受容体は膀胱の平滑筋弛緩に関与しており、 $\beta 3$ 受容体選択的の刺激薬であるミラベグロン（製品名ベニダス）が過活動膀胱の治療薬になっている。 $\beta 1$ - 3 受容体はそれぞれ異なる生理作用を示すため、薬剤の各受容体への選択性が副作用の低減に重要である。これまで $\beta 1$ や $\beta 2$ 受容体の研究は進んでおり、原子レベルの構造も次々と解明され、薬の作用機序がわかっていた。しかしながら、 $\beta 3$ 受容体の立体構造だけは未解明であり、 β 受容体刺激薬の選択性への理解も限られたものだった。

そこで私たちはミラベグロンがなぜ $\beta 3$ 受容体選択的に活性化できるのか解明すべく、その立体構造を決定した。私たちは $\beta 3$ 受容体タンパク質を

大量に作り、ミラベグロンが結合した状態で高純度に精製した。さらに、三量体Gsタンパク質を混合し分離することで、Gタンパク質を活性化しているシグナル伝達複合体を調整した。複合体を薄い氷に閉じ込めたグリッドを作製し、低温電子顕微鏡によって撮影した。撮影した画像から40万粒子の画像を抽出し、単粒子解析と呼ばれる手法によってシグナル伝達複合体の構造決定に成功した（図右）。

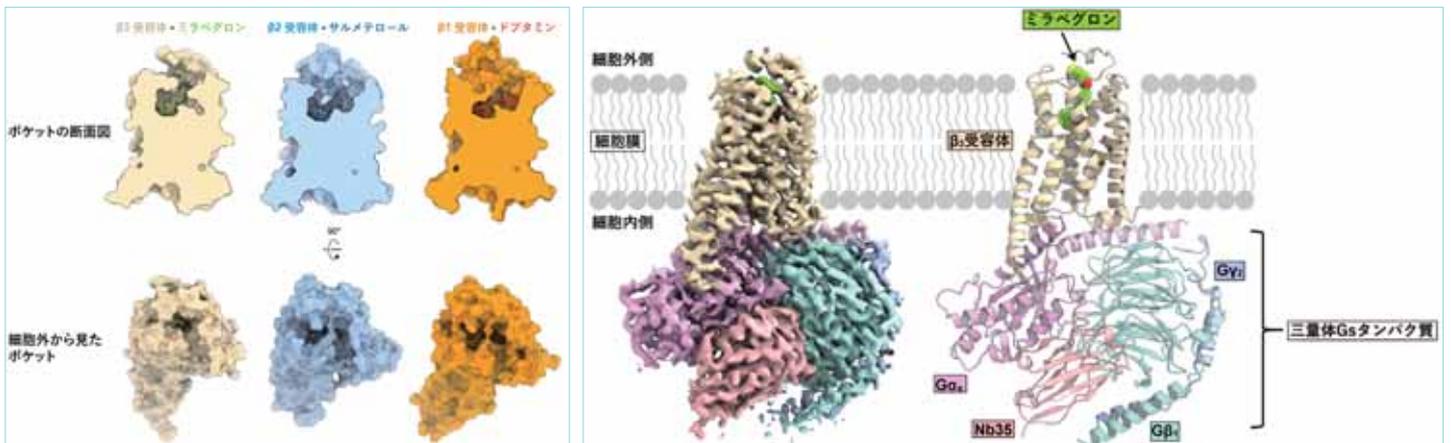
$\beta 3$ 受容体の薬剤結合ポケットは細胞膜に対して垂直に伸びており、細長い形状であるミラベグロンはポケットにうまくはまり込んでいた（図左）。 $\beta 3$ 受容体の薬剤結合ポケットの入口は $\beta 1$ や $\beta 2$ 受容体と比べてせまく、入り口を構成するアミノ酸残基の β 受容体間での保存性も低かった。ミラベグロンは $\beta 3$ 受容体の狭い薬剤結合ポケットにはまり込むことで高い親和性で結合でき、入口が開いている $\beta 1$ や $\beta 2$ 受容体には上手く結合できない。逆に、 $\beta 1$ や $\beta 2$ 選択的の刺激薬ではせまい $\beta 3$ 受容体の薬剤結合ポケットと立体障害をおこしてしまう。このポケットの形の違いが、ミラベグロンの $\beta 3$ 受容体選択性に重要であることが明らかになった。全ての β 受容体の立体構造が明らかになったことで、各受容体への選択性をより高めた、副作用の少ない β 受容体標的薬の創製が期待される。

本研究成果は、C. Nagiri *et al.* *Molecular Cell* 81, 3205 (2021) に掲載された。

(2021年7月27日プレスリリース)

図：(右) $\beta 3$ 受容体のシグナル伝達複合体の全体構造：左が単粒子解析によって得られた密度マップ。右が密度マップに基づいてモデリングしたシグナル伝達複合体の立体構造。

(左) β 受容体の構造比較： $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 受容体とそれぞれの受容体選択的な薬剤が結合した構造を比較している。



化学 物理
1+1
から
無限大
の理学

第18回

岩崎 純史

(超高速強光子場科学研究センター 教授)

強いレーザーの 拓く世界

最近、高強度超短パルスレーザー技術の発展にともない、100 アト秒 (1 アト秒 = 10^{-18} 秒) ~ 100 フェムト秒 (1 フェムト秒 = 10^{-15} 秒) の時間内で起こる物質中の電子の励起や、その後の電子エネルギーの分配、運動への変換といった超高速過程を実時間で計測できるようになった。ここで、高強度超短パルスレーザーを集光して発生した強度 10^{13} W cm⁻² を超えるひじょうに強い光電場を強光子場と呼ぶ。実際、これまでにさまざまな物質について、高強度超短パルスレーザー照射によって電子励起され、その後の振動運動や解離過程などが時間分解分光 (ポンプ・プローブ) 計測によって実時間計測されおり、物質の電子励起がその後起こるさまざまな過程を運命づけている様子が明らかになりつつある。

この研究で重要な役割を果たしているのがレーザーであるが、私がレーザーに興味を持ったのは、学部で配属された研究室にあった窒素レーザーと

色素レーザーを目の当たりにした時だった。色素レーザーから発振した単色で強い可視域レーザー光は、それまで見たこともない鮮やかな緑色や赤色をしており、スペckルによって文字通り輝いて見えた。そんなレーザー光を駆使して物質の性質や運動の様子を研究することは自分にとっての天職に思えた。大学院では近赤外波長可変レーザーの組立てをテーマとして与えられたが、化学科出身の私には何故可視光レーザーが近赤外波長に変換されるのか十分に理解できず、物理や工学分野のさまざまな文献を読み漁って苦勞して理解したことを覚えている。学位取得後、博士研究員としてカナダのラバール大学の物理学科で研究することとなり、高強度超短パルスレーザー用いたさまざまな研究テーマに出会った。化学出身ながらレーザーに関連するさまざまな分野を渡り歩いてきたが、自分自身の出身学科の垣根は感じたことはなかった。自分が物理学の分野と思っていたレーザー科学分野は、物理、化学、電気、機械工学の幅広い分野に跨っており、自分が学び、考えてきたことが、どこで研究するにしても役に立った。

最近では、われわれの研究グループでは、近赤外レーザー光を高次高調波発生によって波長変換した極端紫外光パルスを用いて、物質の加工を行っている。レーザー高次高調波光源ではパルス1つあたりのエネルギーが自由電子レーザーと比較して 10^{-3} 程度低く、物質の加工には難しいだろうと思っていたが、工学系研究科精密工学専攻の先生との共同開発によって極端紫外レーザー光を $0.5\mu\text{m}$ 以下に集光する技術を開発し、金属など高融点の材料でも加工できることがわかった。研究グループでは、極端紫外レーザーパルスを用いたさまざまな応用研究のほかに、高強度超短パルスレーザー開発やアト秒時間スケールでの物質の時間分解計測法の開発を行っている。これらの技術の融合によって、物質の新しい性質や物理・化学現象の本質を観察したいと思っている。



近赤外レーザー光の高調波発生装置と極端紫外光パルスを用いたレーザー加工の実験装置。

理学における多様性拡大のために



第4回

河野 孝太郎

(男女共同参画委員長/天文学専攻 教授)

東京大学は、キャンパスにおける多様性の拡大に向け強い決意を内外に示している。新たに着任された藤井総長も、先頃発表されたUTokyo Compass [1]の中で、さまざまな背景を有する多様な出自の構成員が相互の交流・対話によって視野を広げ、新たな価値の創出につなげることの重要性を明確に打ち出し、その実現のための諸計画の中で、学生における女性比率30%および教員における女性比率25%以上を目指すとしている。こうした状況も踏まえつつ、理学部・理学系研究科における多様性拡大、特に男女共同参画の取り組みについて、3回の小連載を組ませていただくことになった。第1回は男女共同参画室における活動を室長の河野が紹介する。第2回は横山広美先生（カブリ数物連携宇宙研究機構）に、また第3回は佐々田慎子先生（数理科学研究科）に、それぞれご寄稿いただき、理学と多様性について皆様と共に議論を深める機会にできればと考えている。

理学部男女共同参画室における主な活動は以下の4項目である。(1) 理学に興味を持ち、理学部に進む女子学生を増やしていくための進学促進活動。在校生・卒業生の声を届け、ロールモデルを提示する取り組みも含まれる。(2) 理学部・理学系研究科の女子学生や女性教員のつながりを支援する女子学生懇談会の開催。(3) 全構成員のための育児支援室および休養室の設置・運用。(4) 全構成員の意識調査および啓発のための活動。

(1)については、夏のオープンキャンパスに合わせて実施される女子中高生のための質問コーナー、および進学促進イベント「理学部で考える女子中高

男女共同参画委員会よりみなさんへ

生の未来」を継続的に実施している。いずれも参加者からは大変よい反応を得ており、一人でも多くの生徒さんが理学部を目指していただけるようにと願っている。今年度実施したイベントの様子については、理学部ニュース9月号の記事[2]に加え、東京大学男女共同参画室のページに掲載されている詳しい紹介記事[3]を、ぜひご覧いただきたい。(4)については、学部・大学院学生および教員に対して、4年に一度アンケート調査を実施している。その結果の一例を下図に示す。今年実施したアンケートでは回答率が1割程度であることを踏まえる必要はあるが、一定数の女子学生が何らかの形で居心地の悪さを感じていることは確かであろう。また、女子学生からは、「東大全体で女性が少ないことが当たり前になりすぎて、これが特殊な状況だということに気づかない人が多い」「優秀さに性別は関係ないはず、ではなぜ現状の女子学生比率になっているのか、理解している人が少ない」「キャリアを優先する働き方、家庭を大事にしながらゆっくりキャリアを積み上げる働き方、多様な活躍ができる社会であって欲しい」など、極めて重要かつ耳の痛い指摘をいただいている。

こうした状況の改善に向け、教授会構成員に対する働きかけも重要である。昨年度は、松木則夫大学執行役・副学長（当時）によるFDの中で、無意識バイアスがいかに入り込みやすいか、米国における大学（理学部）での事例（同じ内容で名前だけ変えた応募書類の評価比較[4]）なども挙げつつ、改めて強い注意喚起があった。また、全学の男女共同参画委員会で開催された管理者層向け意識啓発セミナーの資料や工学系研究科が作成された問題集[5]なども共有させていただいている。理学部諮問会では、より大胆な取り組みを促すご指摘[6]も頂いているが、こうした地道な努力も積み重ねつつ、改善の道を探りたい。

[1] https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/z0508_00110.html

[2] <https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/story/newsletter/page/7535/>

[3] https://www.u-tokyo.ac.jp/kyodo-sankaku/ja/campus-voice/2021_02.html

[4] C. A. Moss-Racusin et al. PNAS, 109, 16474-16479 (2012)

[5] https://www.u-tokyo.ac.jp/kyodo-sankaku/ja/resources/links/2021_pi.html

[6] <https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/story/newsletter/page/7348/>



質問「女性が少ないために、やりづらいつと感じることはありますか？」に対する女子学生からの回答結果。数値は回答数

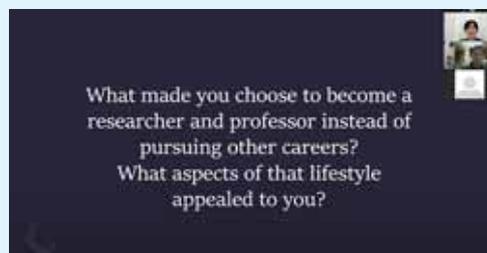
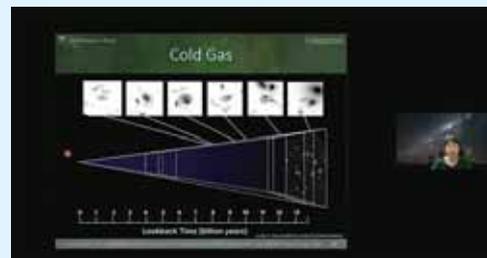
TOPICS

第2回 School of Science Café Online開催報告

飯野 雄一 (広報室長/生物科学専攻 教授)

好評であった第1回の“School of Science Café” (2021年2月7日) に引き続き、2021年9月11日 (土) に第2回のSchool of Science Café (オンライン) を開催した。このイベントは、理学系研究科の国際化の一環として高校生と大学学部生を対象とし、英語で理学の面白さを伝え議論を楽しむ企画として開催している。前回は10:00-12:00での開催としたが、世界のさまざまな地域からの参加を可能とするため、今回は土曜日の20:00-22:00という夜遅くの開催とし、44名の参加となった。うち半数以上が国内の生徒であった。他に、インド、コロンビア、オーストリア、スウェーデン、イギリス、スペイン、ブラジルからの参加があった。前回と異なり、今回はヨーロッパからの参加者が多く、開催時間を変えたことの効果が確認された。

プログラムは、まず天文学教育研究センターの廿日出文洋助教がアタカマALMA望遠鏡などを用いたサブミリ波による観測と、それにより見えてくる宇宙の姿について紹介した。次に、化学専攻の吉清まりえ特任助教が酸化鉄・酸化チタン磁性ナノ粒子の開発、光スイッチングや蓄熱特性の発見、それらの応用への展望について紹介した。その後、質疑応答、総合討論へと進み活発な意見交換がなされた。今回は研究内容に関する突っ込んだ質問が比較的多かった。アンケート結果からも、参加者が両話題に強く興味を誘起されたことがうかがえた。関係各位のご協力に感謝申し上げたい。



第2回 School of Science Café当日の様子。
上: 廿日出文洋助教, 下: 吉清まりえ特任助教

理学のワンダーランド in ホームカミングデイ2021

飯野 雄一 (広報室長/生物科学専攻 教授)

理学系研究科・理学部では、東京大学ホームカミングデイの機会に、卒業生にお子さんをお連れいただき、未来を担う子供たちに理学の面白さを味わってもらうことを目指した講演会「理学のワンダーランド」を開催している。今回は昨年に引き続き理学部YouTubeチャンネルでのリアルタイム配信で2021年10月16日 (土) に開催した。小柴ホールからの中継で、2名の講師からのオンライン講演に続き、オンラインツール「slido」を用い、補助の学生が視聴者からの質問を読み上げて講演者に伝える形で双方向の質疑応答を行った。

星野研究科長の挨拶のあと、物理学専攻の須藤靖教授より「宇宙人はいるのだろうか?」とのタイトルで、宇宙人がいるかを考える意義、ハビタブル惑星の数や生命存在の可能性、通信の試みなど、多岐な内容にわたる講演がなされた。視聴者からは想像力を掻き立てら

れたとみられるさまざまな種類の質問が寄せられた。次に化学専攻の小安喜一郎准教授より「目に見えないくらい小さい金属の微小クラスターの特異な物性についての講演」がなされた。真空中または溶液中で金属クラスターを作製する手法や、原子の数がひとつ違うだけで大きく性質が異なることなどが紹介された。これに対し、真空を使った生成の方法や原子の構造についての鋭い質問が多く寄せられた。

オンラインの参加者は、延べ400名ほどであった。アンケートによると、小学校低学年から高校生までまんべんなく参加があり、その保護者や一般の方も視聴され、楽しい時間を過ごせたと満足の声が多く寄せられていた。

参加された皆様、講師の先生方、開催の準備と当日開催をしていただいた皆様に深く感謝申し上げます。



須藤教授の講演のひとシーン

祝 2021年度秋季学位記授与式・卒業式

広報誌編集委員会

2 021年度の学位記授与式・卒業式が2021年9月24日（金）に安田講堂で実施された。理学系研究科・理学部からは星野真弘研究科長・学部長と、コロナ感染拡大防止の観点から、理学系研究科総代として（研究科から1名のみ）LAMBOLEZ

ALICE CLAIRE CHRISTINA（ランボレズ アリス クレル クリステイナ）さんが壇上に立った。

また、理学部1号館小柴ホールにて、コロナ感染拡大防止の観点から、博士課程のみの学位記授与式が行われた。

卒業・修了されたみなさんに心からお祝いを申し上げます。みなさんが今後、世界の学術研究の進展に一層貢献することを期待いたします。



上：総代のLAMBOLEZ ALICE CLAIRE CHRISTINAさん。下：卒業式の様子／写真撮影：尾関裕士



塚谷裕一教授が2021(令和3)年秋の紫綬褒章を受章

川北 篤 (植物園長/生物科学専攻 教授)

生物科学専攻の塚谷裕一教授が、学術・芸術・スポーツ分野で著しい業績を挙げた方に授与される紫綬褒章を受章されました。心よりお慶び申し上げます。塚谷教授は、長年にわたり葉の形態形成に関する研究で世界を牽引してこれ、葉の二次元成長の基本メカニズムの解明や、自然界に見られる多様な葉の進化過程の解明など、植物学における優れた業績を挙げてこれられました。

塚谷教授は、世界に先駆けてシロイヌナズナをモデル植物とした葉の形態形成の研究に着手し、葉の二次元成長が、縦横2方向のそれぞれで細胞数と細胞サイズを調節する4通りの制御を受けていることを示し、それぞれに関わる遺伝子とその機能をすべて解明しました。また、葉の平面成長をもたらすAN3と呼ばれるタンパク質が細胞間を拡散することで細胞増殖領域の空間配置

が決まることや、葉の細胞数が遺伝的異常などにより減少すると、それを補うかのように細胞サイズが異常増大する「補償作用」を発見し、その制御機構を解明しました。こうしたモデル植物における葉の形態形成の基本理解を背景に、塚谷教授は植物の古典形態学分野における謎とされる風変わりな葉に着目し、アスパラガスの仮葉枝、食虫植物サラセニアの捕虫葉、葉に裏側の性質しかない単面葉、一生を一枚の葉で過ごすモノフィレアなどの進化過程を解明しました。さらに、国内外のフィールド調査により1つの新属、30の新種を含む44の植物の新分類群を命名しており、多様性生物学においても顕著な業績があります。

これらの優れた業績に対し、日本学術振興会賞、松下幸之助記念花の万博奨励賞、日本植物形態学会平瀬賞、日本植物学会学術賞、日本植物形態学会賞が授与されています。



塚谷 裕一 教授

この度のご受章を心よりお祝い申し上げますとともに、今後の益々のご活躍を祈念いたします。

ノーベル物理学賞の真鍋淑郎博士が文化勲章を受章

日比谷 紀之 (地球惑星科学専攻 教授)

2021年ノーベル物理学賞の受賞が決定した真鍋淑郎先生が、2021(令和3)年度文化勲章を受章されました。

真鍋先生は、1953年に本学理学部をご卒業後、1958年に同大学院数物系研究科において「凝結現象の綜観的研究」で理学博士を取得されました。その後、渡米されて、米国海洋大気庁地球流体力学研究所首席研究官、プリンストン大学客員教授として気候研究を続けてこれられました。90歳になられた現在も同大学首席研究員として精力的に研究をされています。

真鍋先生は、1960年代初頭から高性能のコンピューターを駆使して先駆的な研究成果を挙げてこれられました。1964年には、現実の地球大気の大気鉛直構造を理論的に再現できる大気大循環モデル、いわゆる「放射対流平衡モデル」を開発され、1967年にはシミュレーション結果から、大気中の二酸化炭素濃度の

上昇が地上の気温に与える影響を世界で初めて定量化されました。1969年には、海洋物理学者のカーク・ブライアン博士と共同して大気循環と海洋循環とを組み合わせた「大気海洋結合モデル」を世界で初めて開発され、気候システムの基本構造を明らかにされるとともに、このモデルを基盤としたシミュレーション結果から、地球温暖化予測を世界に先駆けて実現されました。これらの成果は、1990年の気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第1次報告書の地球温暖化予測に関する理論的基礎となっています。

真鍋先生のこれらのご業績は国際的に極めて高く評価されており、代表的な賞として、2015年にはベンジャミン・フランクリン・メダル、2018年にはクラフォード賞が授与されています。そして2021年には「地球気候を物理的にモデル化し、変動を定量化して地球温暖化の高信頼予測を可能にした業



真鍋 淑郎 博士

績」により、独マックスプランク研究所(Max-Planck-Institute)のクラウス・ハッセルマン(Klaus Ferdinand Hasselmann)博士とともにノーベル物理学賞を受賞されることが決まりました。

この度のご受章を心よりお祝い申し上げますとともに、今後益々のご活躍を祈念いたします。

理学の本棚

「人間の本质にせまる科学」

現生人類であるホモ・サピエンスは、どのような進化の道筋を辿って来たのか。世界の人々の間に見られる多様性はいかにして生じたのか。なぜわれわれは、他の動物に見られない特殊性、例えば、文化、言語、自由意思をもつに至ったのか。人類進化にまつわるこのような疑問に科学的手法を用いて取り組む学問分野は、自然人類学（または生物人類学）と呼ばれている。

東京大学では、理学部生物学科を中心に、一・二年生向けの自然人類学の講義「人類科学：人間の本质にせまる科学」を開講している。本書は、この講義から生まれた大学生向けの自然人類学の教科書であり、最新の総説である。四部構成の第Ⅰ部では、アフリカ類人猿の一種として誕生した初期人類から、現生人類に至る進化の道筋が解説される。第Ⅱ部では、近年急速に発展したゲノム科学に基づく人類学研究を、第Ⅲ部では、ヒトの身体に見られる適応的デザインを扱う。第Ⅳ部では、言語進化、考古学、文化人類学に焦点を当てる。



生物学科に進学した三年生のうち、A系カリキュラムを選択した学生は、こうした自然人類学をより深く学ぶ。（もう一方のB系では主として基礎生物学を学ぶ。）本郷キャンパスの理学部二号館では、大学院理学系研究科生物科学専攻に所属する五つの研究室が、それぞれ形態人類学、ゲノム人類学、進化人類学、人類進化生体力学、ヒトゲノム多様性の研究を進めている。



井原泰雄，梅崎昌裕，米田稜 編
「人間の本质にせまる科学：自然人類学の挑戦」
東京大学出版会（2021年）
ISBN 978-4-13-062228-8

東大理学部 高校生のための冬休み講座 2021 Online開催のお知らせ

広報委員会

東 京大学理学部では、世界をリードするTop Scientistsによる高校生のための特別授業を公開します。今回はオンライン中継のため、一般の方もご視聴が可能です。ぜひご参加ください。

- 開催日程：2021年12月26日（日）、27（月）
- 開催時間：13：00～16：05 ※理学部1号館小柴ホールより中継
- 参加無料：※事前申し込みが必要です。一般の方のご参加も歓迎いたします。
- 対象：中学生、高校生向け講演です。
- 詳しくは、理学部HPをご覧ください：<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/event/7604>



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
2021年9月13日付 (1名)			
課程	化学	陳 俊銘	鉄および亜鉛ジチオレンの2次元錯体フレームワークとトランスマタル化により作製したヘテロ接合体の研究 (※)
2021年9月24日付 (17名)			
課程	物理	小林 良平	相互作用するフェルミオントポロジカル相に関する理論的研究 (※)
課程	物理	何 敏熙	ヒッグス $-R^2$ 混合インフレーションモデルにおけるビッグバンの起源 (※)
課程	物理	李 翔翀	すばるハイパースーパーリムカムサーベイ観測による重力レンズマップ生成 (※)
課程	物理	林 春	角度分解光電子分光による擬一次元遷移金属トリカルコゲナイド TaSe_3 およびテトラカルコゲナイド $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$ のトポロジカル電子状態の研究 (※)
課程	天文	羅 煜東	宇宙・恒星磁場が元素合成 (および関連する物理過程) に及ぼす影響 (※)
課程	地惑	長谷川 隆祥	太陽大気における極紫外水素ライマン線の特徴に関する研究 (※)
課程	地惑	張 大維	震源セントロイド同時精密決定法による震源ホットスポットの発見 (※)
課程	地惑	蕭 祥策	南シナ海冬季冷舌の経年変動のメカニズムと影響に関する研究 (※)
課程	地惑	王 宇晨	早期警報のための津波データ同化 (※)
課程	化学	木村 寛之	翻訳合成チオアミドからチアゾールへの化学酵素的変換および EF-Tu・アミノアシル tRNA 結合力が翻訳に与える影響の解析 (※)
課程	化学	張 琦琦	近赤外数サイクル強レーザー場におけるメタノール中の水素マイグレーションの搬送波包絡線位相依存性 (※)
課程	化学	曹 秀政	触媒的亜リン酸化反応による効率的亜リン酸・リン酸エステル合成 (※)
課程	化学	楊 希	窒素ドーパカーボンを担体に用いた不均一系触媒によるアンモ酸化と Friedel-Crafts アシル化反応の開発 (※)
課程	化学	王 駿豪	光学温度計およびプロトン伝導体としてのランタニド-ヘキサシアニドメタレート分子ナノ磁性体 (※)
課程	生科	KIM JESSICA	DDX6 の RNA 調節機構を介した遺伝子制御の研究: 細胞の多能性及び特異化制御 (※)
課程	生科	大塚 祐太	側方光照射に応答する葉の運動の研究 (※)
課程	生科	LAMBOLEZ ALICE CLAIRE CHRISTINA	シロイヌナズナの再生におけるエピジェネティック制御 (※)

人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2021/9/16	地惑	教授	BLUNDY JONATHAN DAVID	採用	
2021/9/30	物理	助教	中山 和則	辞職	東北大学・准教授へ
2021/9/30	化学	助教	近松 彰	辞職	お茶の水女子大学・准教授へ
2021/9/30	地惑	特任助教	桑山 靖弘	退職	
2021/9/30	天文研	特任助教	西村 淳	退職	国立天文台・特任准教授へ
2021/9/16	原子核	特任助教	横山 輪	採用	
2021/10/1	総務	総務系専攻チーム (化学) 上席係長	長谷川 智子	配置換	医学部附属病院医療運営課医療評価・安全チーム (医療安全・感染対策・医療訴訟担当) 上席係長へ
2021/10/1	総務	総務系専攻チーム (化学) 副課長	田平 慎也	配置換	医学部附属病院医療運営課診療運営チームから

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(非売品)・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

星野 真弘

理学系研究科・理学部の歴史は、東京大学創設の1877年(明治10年)までさかのぼり、昔も今も、自然の摂理を純粹に追及するプロフェッショナル集団として、日本のみならず、世界の理学研究・教育の中心として、多くの成果と人材を輩出しております。

理学の研究によって、われわれは自然の摂理をより深く理解し、またそこから科学技術へ応用できるシーズを得て人類社会を進展させてきました。近年、ノーベル賞を受賞した梶田隆章先生(2015年)、大隅良典先生(2016年)、真鍋淑郎博士(2021年受賞決定)の研究はいずれも人類の「知」の地平を拡大する画期的な成果となり、まさに理学の神髄というべきものでした。

一方、「自然」はもっと深淵で、手ごわく、時としてわれわれの慢心や驕りに強い警鐘を鳴らします。現在、人類社会は多くの地球規模の難問、たとえば資源の枯渇、自然災害、環境破壊、気候変動などに直面しています。これらの問題の解決策についても、多様な切り口を持ち、事象を深く理解する理学への期待がさらに高まっています。理学系研究科・理学部は、これからも最先端の「知」を創造し、その期待に応えていきます。

そのためには皆様の力が必要です。

理学系研究科・理学部は人類社会の持続的・平和的發展に向けて、皆様と一緒に、大いに貢献していきたいと切に願っております。皆様の力強いご支援を賜りたくお願い申し上げます。

✚ ご支援でできること

寄付の活用

新たな財源の獲得による多様化が求められるなか、東京大学では、教育研究の発展に寄与する以下の取り組みを充実させるため、安定的な寄付金の獲得を目指しています。

- ・経済的な理由による進学断念をなくす
- ・若手研究者を安定的に雇用し、研究に専念できる環境を整備する
- ・学生の海外体験を推奨し、これを支援する
- ・旧型の機器・装置を更新し、最先端の研究を進める環境を整える
- ・老朽化した施設の建て替え・補修を行う
- ・民間企業の研究者と本学の教員が共通の課題について共同研究を行う

共同研究

民間企業の研究者と本学の教員が共通の課題について共同して研究を行います。

社会連携

公共性の高い共通の課題について、企業出資のもと、講座を設置し、共同研究を行ういます。また、共同研究の一環として設置され、民間機関と連携し、教育研究の進展と充実を図り、人材育成をより活発化させ、学術の推進及び社会の発展に寄与いたします。

寄附講座

大学と企業等が協議して研究テーマを設定し、講座を立ち上げ、数年にわたり継続して講座を開設し、教育・研究を行います。

理学系研究科・理学部関連基金のご紹介



Life in Green Project

「小石川植物園」と「日光植物園」を世界に誇る植物多様性の研究施設として整備し、社会に開かれた植物園へと発展させるプロジェクトです。



マリン・フロンティア・サイエンス・プロジェクト

幅広い分野で活躍する研究者と、ビジネス・産業の専門家を三崎に結集させ、三崎の海にすむ生き物を用いた基礎研究の成果を宝石の原石として、そこから三崎ならではの革新的なビジネスと産業を創出し、「イノベーションを産む奇跡の海、世界のMISAKI」として、東大三崎臨海実験所から世界に情報発信することを目的としたプロジェクトです。



知の物理学研究センター支援基金

これまでの既存の物理学研究の枠を超えた新たな挑戦として、現在世界的に関心を集めている「説明可能なAI (Explainable AI = XAI)」を物理学の基礎原理に基づいて構築し、原因から結果に至る因果関係を演繹的にモデル化するなど、物理学とAIが融合する新しい学問領域の創出を目指します。



地球惑星の研究教育支援基金

地球・惑星・環境などを理学的に展開する基礎科学でありながら、太陽系や、生命の誕生と進化などの「夢」を追求し、環境・災害・資源などの「社会や人間の役に立つこと (貢献)」への研究をします。





優しい木漏れ日の射す、自然豊かな三鷹の森の中立つ教育研究棟。同敷地内に大型実験棟および学生実習用の口径30cmの光学望遠鏡がある。