

理学部 ニュース

東京大学 01 月号 2018

遠方見聞録 Studying and Living Experiences in Tokyo

理学エッセイ

義家伝説を地質学的視点から見る

学部生に伝える研究最前線

遺伝子の使い回しは、遺伝子を制御する？

理学から羽ばたけ

電話会社で量子力学

理学の謎

神経回路の情報処理は謎だらけ

01 理学部 ニュース 月号 2018

旧地球惑星物理学科・地質学科・鉱物学科・地理学科の図書室が2004年4月に統合され、現在の姿になった。幅広い分野の書籍、図書類に加え、歴史的価値の高い資料も数多く所蔵している。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)
撮影協力：地球惑星科学専攻図書室の皆様
鈴木 七海 (地球惑星科学専攻 修士課程1年生)
本馬 佳賢 (地球惑星科学専攻 修士課程1年生)
原田 智代 (地球惑星科学専攻 修士課程1年生)
荻原 成騎 (地球惑星科学専攻 助教) Special thanks

理学部ニュースは、これまでおもに教員と、大学院学生、卒業生の原稿で作られてきました。しかしながら言うまでもなく、理学部の研究と教育は、教員と学生だけでなく、事務部、技術部などに所属する多くの構成員によって運営され、支えられています。2017年度毎月表紙写真に連載されている図書室は、司書の方々によって維持されています。営繕、清掃、警備など、構成員以外の方々の支援も、研究・教育を縁の下で支えて下さっています。そうした支援部門の中から、本号巻頭のエッセイを、地球惑星科学の試料などのさまざまな精密分析で研究・教育を支援されている、技術部の吉田英人さんに原稿をお願いしました。今後は、理学部ニュースに、支援部門の方々の原稿も掲載していけたらと思っております。

茅根 創 (地球惑星科学専攻 教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第49巻5号 ISSN 2187-3070

発行日：2018年1月20日

発行：東京大学大学院理学系研究科・理学部

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

編集：理学系研究科広報委員会所属 広報誌編集委員会
rigaku-news@adm.s.u-tokyo.ac.jp

横山 央明 (地球惑星科学専攻)
安東 正樹 (物理学専攻)
岡林 潤 (スペクトル化学研究センター)
茅根 創 (地球惑星科学専攻)
名川 文清 (生物科学専攻)
串部 典子 (総務チーム)
武田加奈子 (広報室)
印刷：三鈴印刷株式会社

理学部ニュース発行のお知らせ
メール配信中。くわしくは
理学部HPでご確認ください。



目次

理学エッセイ 第32回

- 03 義家伝説を地質学的視点から見る
吉田 英人

学部生に伝える研究最前線

- 04 遺伝子の使い回しは、進化を制限する？
入江 直樹
宇宙黎明期の「風」と巨大ブラックホール
吉田直紀／平野 信吾
河川水中の放射性セシウムの水への溶けやすさ：
チェルノブイリと福島の違い
高橋 嘉夫

遠方見聞録 第22回

- 07 Studying and Living Experiences in Tokyo
Zhang Jin

理学から羽ばたけ 第22回

- 08 電話会社で量子力学
高瀬 恵子

理学の謎 第4回

- 09 神経回路の情報処理は謎だらけ
飯野 雄一

トピックス

- 10 駒場1年生向け理学部ガイダンス報告
田近 英一

理学の本棚 第25回

- 10 「ラマン分光法(分光法シリーズ)」
平松 光太郎

お知らせ

- 11 追悼 遠藤万里先生
木村 賛
博士学位取得者一覧／人事異動報告

Essay

義家伝説を地質学的視点から見る

吉田 英人 (理学系研究科技術部 技術長)



先日、色とりどりの紅葉に染まった山里にひっそり佇む、龍澤寺という古刹を訪れた。福島県南端部に位置するこの寺には、20年8ヶ月の生涯を全うしたわが愛猫が眠っている。ここでは、寺の由来ともなっている源八幡太郎義家(みなもとのちちまんだろうよしいえ)伝説と、この地の地質との関係について、気づいたことを述べてみたいと思う。

1057年、義家は勅命を受けて阿部貞任らを征伐するためこの地に陣営を敷いた。当時この地には東西5km、南北10kmの大ききの湖があったとされる。そこに家来達と船を浮かべて休んでいると、突然の嵐に襲われ、一人の若侍が行方不明になった。湖に棲む龍姫の餌食になったと思った義家は、湖の西側の山を掘り切って湖水を抜いた。すると龍が現れたので、ただちに千本の矢を放って退治したという。ところが、若侍はまったく別の場所の泥の中から見つかったのである。

以上が、義家伝説の概要だが、義家は若侍と龍姫の菩提を弔うため、伏見院源八山龍澤寺を建立したという。今でも寺宝のひとつに龍の爪や骨とされるものが保管されている。また、龍の血が流れたところには赤岡、赤坂の地名がついている他、周辺にも伝説にちなんだ弓張堂山、千本、蛇頭(じゃがしら)の地名が残っている。

この伝説の地がすべて見て取れる地点から俯瞰すると、興味深いことが分かってくる。東側にはなだらかな阿武隈高原が広がっており、そこから西に向かって緩やかに標高が下がり、西側の山の近くでもっとも低く、南北に延びた盆地を形成している。西側の山は急傾斜であり、南南東から北北西に伸びている。その中で、一カ所だけが谷に刻まれている。この地形は義家伝説と確かに合致するではないか(矢の飛距離からすると壮大過ぎるが…)。

次に、地質学的視点から見ても理にかなっているところがある。この伝説に相当する地層は久保田層という堆積岩の地層であり、破碎帯である西側の山が大規模な断層運動を起こし、そのときに形成された堆積盆にたまったものである。この地層の最新の年代測定値は、下部で 10.7 ± 0.2 Ma (Maとは100万年前)、上部で 10.6 ± 0.3 Maと求められている。下部は泥質砂岩からなるが、行方不明の若侍が発見された地点も同じ地質で、伝説と符合する。この層準には二枚貝類をはじめとする海生貝化石が多く見つかると、現地性のカキも産出することから、内湾的な堆積環境であったと推定されている。

この化石群は、当時地質学教室に在籍しておられた鎮西清高先生の詳細な研究により、ある古生物動物群の模式地のひとつとされた。下部層から上部層にかけては、内湾的な環境から外洋の海流の影響を受ける海域へ変化しており、水深が100m程度まで深くなった後、再び浅くなっていく様子が、微化石の研究により明らかにされている。

つまり、伝説では「湖水を抜いた」とされるのが、地質学的には「海退の様子」として大地に記されているわけである。また、義家が掘り切った西の山にも地質学的な意味がある。西側は断層運動により、ももとの岩石が多結晶細粒化されたマイロナイトとよばれる岩石で構成されているので、今でも地すべりが起こりやすく、東側の阿武隈帯の堅固な花崗岩や変成岩にくらべて、より容易に掘り切ることができるのだ。

以上のように、歴史・伝説上の出来事も自然の成り立ちを考える立場から重層的に見ると、より奥深く味わうことができる。これは理学系に携わっている者の醍醐味であろう。愛猫の眠る久保田層に落ちる秋の陽だまりの中で、私の思いは伝説の大地を駆け巡った。



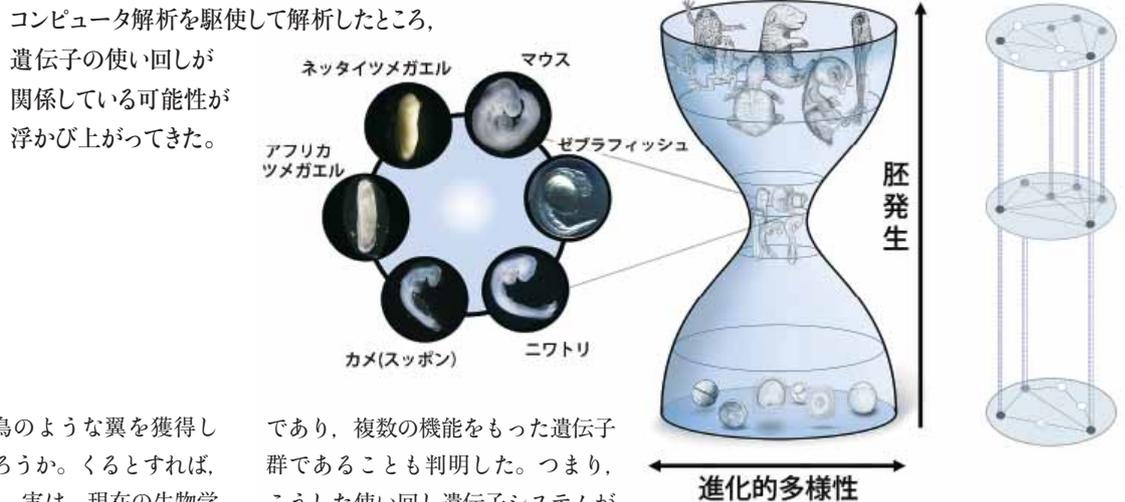
寺宝の龍の骨(長さ約20 cm)

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@admin.su-tokyo.ac.jpまで。

CASE 1

進化を制限する？ 遺伝子の使い回しは、

われわれを含む動物は、進化を通して姿かたちを変え、さまざまな環境に適応放散してきた。しかし、進化は無制限に自由ではない。たとえば動物では、5億年以上前のカンブリア期までに爆発的にいろいろな動物が出現して以降、全く新しい体の基本構造をもつ動物は登場していない。私たちは、動物の体の基本構造が進化を通して変化しなかった原因を探るべく、体づくりが行われる胎児期の遺伝子の働きを詳しく調べた。コンピュータ解析を駆使して解析したところ、遺伝子の使い回しが関係している可能性が浮かび上がってきた。



われわれ人間の末裔が鳥のような翼を獲得して、空を飛ぶ日は来るのだろうか。くるとすれば、どのくらいの確率だろうか。実は、現在の生物学ではこうした進化の予測はほとんどできない。確かに、蛙の子は蛙と言われるように、1世代でいきなり蛙からハエが生まれることはないが、数千万年、数億年後の進化を経た後、それぞれの生物がどのような姿になるかと問われると、予測に使える理論はほとんどないのが現状だ。いっぽうで観察事実としては、進化を通してなかなか変わりにくい特徴があることは知られていた。動物の体の基本構造はその一例である。5億4000万年前までに爆発的にいろいろな動物が出現し、その頃までには現存する30以上の動物の基本構造がすでに揃っていたことが分かっているのだ。言い換えれば、5億年以上、新しい体の基本構造を持った動物が出現していないことになる。

われわれは、動物の体の基本構造が変化しにくいのはなぜかという問いに対し、発生過程(受精卵から大人の体になるまでの時期)の遺伝子の使われ方に着目した。発生過程は体づくりが行われる時期で、とくに体の基本構造ができる時期(図の砂時計モデルのくびれ部分)は進化を通して遺伝子の使われ方が変化しなかった事が分かっているためだ。超並列シーケンサーやコンピュータ解析を駆使し、8種の脊索動物を対象に、発生過程で使われる遺伝子の働きを詳しく調べたところ、体の基本構造ができる発生期の遺伝子は、他の発生段階でもよく使われている遺伝子群であることがわかった。また、そうした使い回し遺伝子は、失われると致命的となる生存に重要な遺伝子

であり、複数の機能をもった遺伝子群であることも判明した。つまり、こうした使い回し遺伝子システムが突然変異などで変化してしまうと、その遺伝子群が働いているいろいろな組織や器官形成に問題が生じることを意味する。このために、使い回し遺伝子システムを重用している「体の基本構造」もなかなか進化を通して変化できなかったというシナリオが考えられるのだ。ただし、使い回し遺伝子が制約をもたらす仕組みは複数考えられる他、使い回し遺伝子群がなぜ器官形成期に集積したのかはまだ不明だ。いずれにしても、こうした遺伝子の使い回しは、体の基本構造だけでなくあらゆる生命現象でみられるもので、今後さらなる研究が進むことが期待される。

ところで、遺伝子の使い回しが今回とは逆の効果をもつことはこれまでの研究でよく知られていた。たとえば、カブトムシの角などは、脚で使われていた遺伝子を使い回すことで、角の進化を可能にしたことが判明しており、遺伝子の使い回しが新しい特徴を獲得することに貢献しているらしいのだ。今回の発見は、こうした使い回しが過ぎると、逆にその遺伝子システムは融通が効かなくなる可能性を示唆するものだ。遺伝子の使い回しは、進化にとって多様化を促進もすれば制限もする諸刃の剣なのかもしれない。今後、さらなる研究が進めば、進化の予測性に関しても、科学的に議論できる日がくるかもしれない。

本研究成果は、Hu *et al.*, *Nature Ecology & Evolution*, 1, 1722–1730 (2017) に掲載された。

(2017年9月26日プレスリリース)

胚発生と進化的な多様性の関係を示した発生砂時計モデル(中央)。下から上へ発生が進み、横幅は進化的な多様性を示す。解剖学的な体の基本構造がつくられる器官形成期(砂時計モデルのくびれ部分)では、異なる動物間での多様性が少ない(左)。今回の研究で、器官形成期は他の発生時期や組織でもはたらく使い回し遺伝子が多く、それが多様化を制約してきた可能性が明らかとなった(右の小さな丸印は、使われている遺伝子を示す。異なる発生期にも使われている同じ遺伝子は垂直の線で繋ぎ、グレーまたは黒で示す)。

CASE 2

宇宙黎明期の「風」と 巨大ブラックホール

天の川銀河をふくむ多くの銀河の中心には、太陽の10万から100億倍ほどの質量をもつブラックホールが普遍的に存在する。最近の観測によって、宇宙開闢から数億年という若い宇宙でも最大級のブラックホールが見つかった。これまで40例ほど報告されているこのモンスターブラックホールは、いつ、どのようにして誕生したのだろうか。私たちは、スーパーコンピュータ上に再現した初期宇宙を「実験室」として、モンスターブラックホールの新たな起源を発見した。謎を解く鍵は、ビッグバンから38万年後の宇宙に吹く「風」だった。

2015年2月、国際研究チームによる宇宙観測によって、ビッグバンからわずか9億年後の宇宙に存在した太陽120億個分の質量をもつ超大質量ブラックホール(SuperMassive Black Hole, 以下SMBH)が発見された。それまでに見つかった同時期のSMBHよりさらに4倍も大きく、その巨大な天体の誕生に関していくつもの説が提唱された。

SMBHはほとんどすべての銀河の中心にあり、周囲の物質や星を吸い込みながら成長してきたと考えられている。いっぽう、ブラックホールが物質を吸い込み成長する速さには物理的な限界があり、成長時間の限られる若い宇宙にSMBHが存在することは大きな謎とされてきた。

重いブラックホールほど重力は強くなり、その成長率の限界も増大する。観測された早期ブラックホールの存在を説明するには、できるだけ大きなブラックホールができるだけ早い時期に生まれなくてはならない。有力な説によれば、太陽の10万倍の質量をもつ種ブラックホールがビッグバン直後に誕生すれば、

観測されたようなSMBHへと成長できるという。しかし宇宙最初の星々はせいぜい太陽の100倍程度の質量しか持たないと考えられており、それよりもさらに1000倍も重い天体を生み出すことは困難である。

私たちの研究チームはスーパーコンピュータシミュレーションを用いて、SMBHの種となる巨大ブラックホールの

誕生過程を調べた。始めに、これまでの宇宙観測により判明した宇宙初期での物質分布を再現する。初期天体形成で主役となるのは、宇宙の質量の大半を占める暗黒物質(ダークマター)だ。自己重力によってダークマターが集積し、網の目の大規模構造をつくりだす。重力が最大となる網の「節」に水素とヘリウムから成る始原ガスが集まると、濃い分子ガス雲(星のゆりかご)が誕生する(図)。

ダークマターがガスを集めて初めて星は誕生するのだが、若い宇宙においては、ダークマターに対してガスはあちこちへと流れ出る「風」のように振る舞う。ビッグバン直後の灼熱の宇宙では、ガスは光と結びついて運動していたいっぽう、ダークマターは光とは無関係に運動していた。その差が原因となり、ダークマターに対して風が取り残される。風の速さは場所によって異なり、なかには超音速に達する「宇宙の暴風域」ともいえる領域も存在する。強い風はダークマターの重力(引力)に逆らうため、星の材料となるガスが容易には集まらないことになる。

しかし、コンピュータ上に再現した宇宙の「暴風域」の様子を詳しく観察したところ、太陽の200万倍もの質量をもつダークマターの塊が存在する場合には、強い重力が高速のガス流を捕捉できることが分かった。その中心で誕生した原始星(星の赤ちゃん)には、風となって吹き付ける膨大なガスが降り注ぎ、急激に成長して太陽の34000倍にもなる。この星が遺す巨大ブラックホールが数億年かけて成長すれば、太陽の数10億倍の質量をもつSMBHとなることができる。

従来考えられていたSMBHの起源に関する仮説では、難しい条件を満たす必要があったが、今回着目した「宇宙の暴風域」は一定の確率で実現することが現在宇宙論より導かれている。宇宙の始まりの頃に吹く「風」が、SMBHの種を生み出すようだ。

本研究は、Hirano et al., *Science*, 357, 1375-1378 (2017)に掲載された。

(2017年9月29日プレスリリース)

誕生直後の原始星を取り囲むガスの構造。図上を右方向に吹く風により、高密度ガスは大きく圧縮される。その中心で誕生する星には周囲のガスが勢いよく流れ込み、大質量星となり星の一生の最期に巨大ブラックホールを遺す。



CASE 3

チェルノブイリと福島の違い 河川水中の放射性セシウムの水への溶けやすさ

福島第一原発事故などで放出された放射性セシウムは、土壌浸食により土壌粒子と共に河川に流入し、海洋へと運搬される。河川中でセシウムは、微細な粒子からなる固相と水の間で分配され、その溶け易さは固相の性質に支配される。われわれは、この固相の性質を放射光を用いた分光分析により調べ、チェルノブイリにくらべて、福島においてセシウムが河川水中で水により溶けにくい理由を明らかにした。水への溶けやすさの理解は、河川によるセシウムの運搬のされやすさや生物への移行の程度と関連し、セシウムの環境挙動の予測に貢献する。

東日本大震災の結果生じた福島第一原発事故により、セシウム (Cs) などの放射性核種が環境中に放出され、依然として多くの方々が深刻な影響を受けている。また、今後人類がどのようにして持続可能なエネルギーを確保していくのかの道筋も不明確なままである。このような中で、福島第一原発事故の原因や放出された放射性核種の移行挙動を解明し、それを人類全体で共有することは、世界に対して日本が負った重要な使命ともいえる。

放射性 Cs は、雲母や粘土鉱物などの層状珪酸塩の層間で安定な錯体 (内圏錯体) を形成するため、大気から降下後は、土壌表面に強く吸着される。これらは、降雨などの浸食により河川に流入し、海洋に運搬される。そのさい、河川中で溶けやすいと海洋に放出されやすく、また生物への移行の程度も大きくなる。天然水中の微量元素の溶存濃度は、水中の微小な固体 (懸濁粒子) と水の間での溶解-吸着平衡で決まる場合が多く、放射性セシウムの場合には、層状珪酸塩が多ければ溶存濃度が低くなる。

福島の代表的河川である阿武隈川では溶存セシウムの割合は 30% 以下と低いが、チェルノブイリ

原発事故時に近傍のブリピャチ川で観測された溶存セシウムの割合は 70% 以上と高かった。この違いを明らかにするために、われわれはこの 2 つの河川を調査し、回収した懸濁粒子を放射光を用いた X 線吸収微細構造 (XAFS) 法や走査型透過軟 X 線顕微鏡 (STXM) で調べた。その結果、前者では Cs の吸着種として内圏錯体の割合が高いが、後者では水和イオンとして吸着される割合が高いこと、また後者では懸濁粒子中で粘土鉱物と有機物 (おもに腐植物質などの天然高分子有機酸) が複合体を形成している割合が高いこと、などが分かり、これらが 2 つの地域での Cs の溶けやすさの差を生んでいる。このうち腐植物質は、粘土表面に吸着し、セシウムの層間への吸着を妨げることで、結果的に溶存セシウムの割合の増加に寄与する。

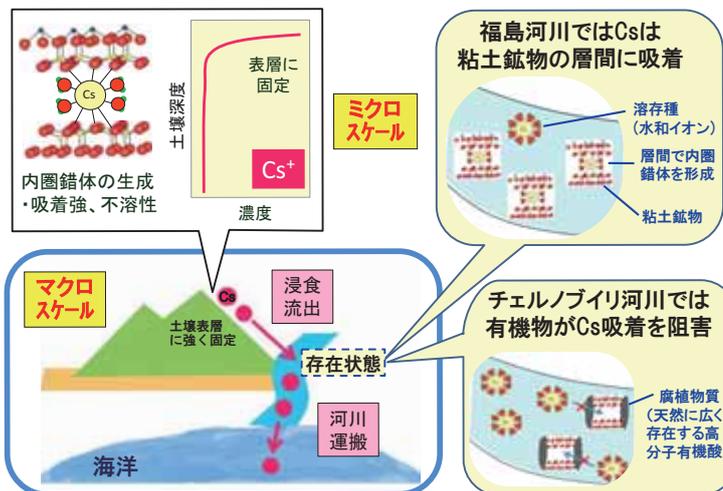
2 つの地域の違いは、周辺の地質・土質の違いに起因する。チェルノブイリ周辺の土壌は有機物含量が多い泥炭であり、地質はカルシウム (Ca) が多い炭酸塩岩に卓越する。そのため、河川中の溶存有機物濃度は福島の 10 倍以上である上、高い Ca イオン濃度は、粘土鉱物と有機物の複合体の生成を促進する。いっぽう、福島では風化花崗岩が主要な地質で、粘土鉱物が多く生成する。こ

れらの地質や土質などの周辺環境の違いが、河川中でのセシウムの吸着反応に影響を与え、最終的にはセシウムの挙動に違いを生み出す。福島で懸濁粒子への吸着種が安定であることは、セシウムの溶存濃度を下げ、生態系への移行や海への流出を低下させる方に働くと考えられる。また、このような環境中での物質移行の理解には、地質・土壌・化学・生態系などの総合的な知識を基にした考察が必要なおことも本研究から理解される。

本研究成果は、Y. Takahashi et al., *Scientific Reports*, 7, 21407 (2017) に掲載された。

(2017年9月29日プレスリリース)

大気から降下したセシウムの環境中での移行挙動とそれを支配する因子の模式図



学生・ポストクの
研究旅行記



Studying and Living Experiences in Tokyo

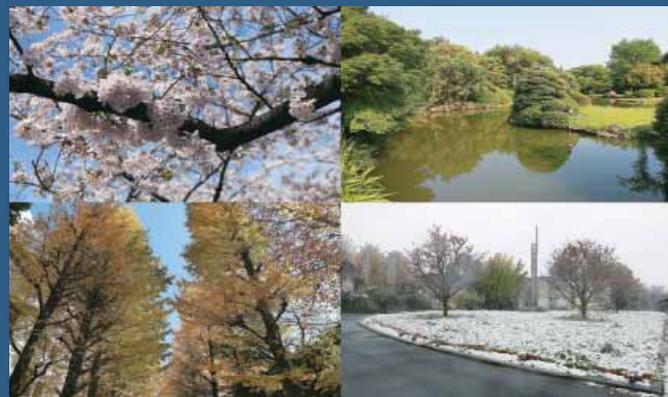
I came to Japan for the first time in 2015. I arrived at the airport on a Saturday and then directly went to the Mitaka International Hall of Residence, one of the dormitories of the University of Tokyo (UTokyo). Mitaka is far from Hongo Campus, but the railway system in Tokyo is very convenient. The commute was long, but I became used to it and used the time to read, sleep or listen to music. The rent for the dormitory was not high and while living there, I made many good friends with students from countries such as Japan, the USA and South Korea. I feel thankful and happy that I could live in the dormitory for two years.

UTokyo is the first modern university in Japan with a history of more than 140 years. The Department of Astrology, now the Department of Astronomy, was established at the same time as UTokyo. From 2015 to 2017, I was a Master's student in Prof. Onaka's lab in the Department of Astronomy where I analyzed infrared spectroscopic data obtained with the Japanese satellite AKARI. Now I am a Ph.D. student doing research

on astronomical instrumentation in Prof. Tamura's lab. In addition to the outstanding professors and the advanced instruments, our department also has intensive international exchanges. Many visiting professors come to teach students in classes. Seminars are also given regularly by researchers from Japan and abroad. In addition to attending classes and doing research on campus, I have given oral presentations at Japanese nationwide and international conferences, and have talked with many researchers from around the world.

In Tokyo, each season has its own color, and the UTokyo campuses are especially beautiful. I like viewing the pink cherry blossoms in spring and the yellow

ginkgo trees in autumn. The summer can be hot, but the winter is not cold. Overall, the weather is usually comfortable. Near the campuses, there are also many sightseeing places such as Ueno, Asakusa and Ginza.

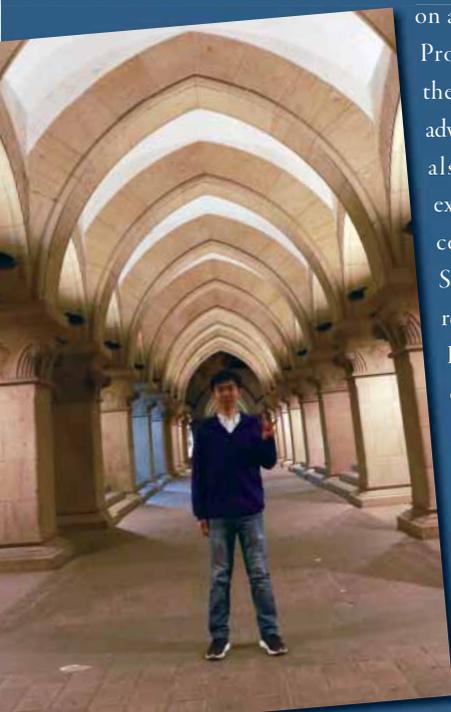


Cherry blossoms on Hongo Campus in spring, Koishikawa Botanical Garden in summer, ginkgo trees on Komaba Campus in autumn and Mitaka International Hall of Residence in winter.

I like the brilliant and splendid traditional Chinese culture very much, which is quite different from the culture in recent years in mainland China. The traditional culture in Japan is strongly influenced by Ancient China, especially the Tang Dynasty. It is well protected and treasured in Japan, which can be seen from many aspects such as traditional clothes, royal palaces, and traditional Chinese characters. There are also many historic sites on campus, including Akamon Gate and Sanshiro Pond, which can be accessed by students very easily.

There are many public holidays in Japan. Students also have long holidays in summer and winter. I went home during the winter holiday to visit my family and enjoy the Chinese New Year. In the summer of 2016, I climbed Mount Fuji with my friends, and I was very excited to see the sunrise from the top of the mountain.

In this article, I have written about my studying and living experiences in Tokyo as a foreign student to provide some information to students who want to study at UTokyo. I would like to express my deep thanks to Prof. Onaka and Prof. Tamura for helping me. I would also like to express my thanks to my family for supporting me.



The author of this article and the arches on Hongo Campus.

Profile

- 2013 Obtained a B.S. degree from the Department of Physics, Ocean University of China
- 2015 Enrolled in the Master's Program in the Department of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo
- 2017 Obtained an M.S. degree and enrolled in the Doctoral Program in the Department of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo
- Present Ph.D. Student and Recipient of The University of Tokyo Fellowship

電話会社で量子力学

高瀬 恵子

(NTT 物性科学基礎研究所 主任研究員)

PROFILE

- 2004年3月 東京大学理学部物理学科卒業
- 2009年3月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了博士(理学)
- 2009年4月 日本電信電話株式会社入社
NTT 物性科学基礎研究所 量子電子物性研究部
量子固体物性研究グループ 配属
- 2017年現在 同研究所 主任研究員

大学院を卒業して社会に出てから8年がたった。久しぶりに会う、研究とは全然縁のない友達に「今、なんの仕事しているの?」と聞かれ、「NTTの研究所で基礎研究している」と答えると、「えっ、電話の研究?学校では物理やっているって言ってなかったっけ?」と驚かれる。会社に入ってすいぶん月日がたったが、いわゆる電話の研究をしたことは一度もない。会社に来てオフィスに入りメールチェックをしたあと、実験室に急ぐ。ドアを開けると、ステンレスのタンクや冷凍機が並び、その中には -269°C 以下の世界が広がる。量子力学の世界へようこそ、と言わんばかりに低温を使って固体中の電子の不思議な性質を実験する。それが私の研究である。

私は大学院を卒業してすぐに日本電信電話株式会社 (NTT) に入社し、学術貢献をひとつの使命とする NTT 物性科学基礎研究所に所属し、物性研究を仕事にしている。物性という言葉は、物理の一分野でありながら大学までは一般にはなじみのない言葉で、知っているような知らないような曖昧模糊とした存在だ。物性研究は「物の性質を調べる」研究だが、すいぶん科学が発展した現在でも、日々新しい材料が作られ、魅力的な性質が調べられ、おもしろい物理概念が生まれている。とくに、もっとも身近な素粒子である電子がお互いに相互作用をすると、量子力学の世界でなにやらエキゾチックな現象を引き起こすようだ—そういう事実は私をとりこにした。

そんな理由で物性物理に興味をもったが、「素粒子や原子核も物理としておもしろい」という気持ちから理学部の物理学科に進学し、大学1、2年までとはひと味違う、きらめく才能をもつ多くの仲間と出会った。そしてやっぱり物性物理を自分で実験したくて大学院に入り、低温の世界や量子輸送測定技術、量子力学を使った最先端の顕微



最近所内で開かれた国際シンポジウムの看板とともに

鏡 (走査型トンネル顕微鏡) を学び、物理を研究してきた。会社に入り、大学院とは分野を変えたが引き続き電子の量子力学的性質を研究するのは変わらない。会社員としての日常生活や年間スケジュールも、研究アイデアを出し、実験し、解析し、計算し、研究成果を論文にまとめ、物理学会や国際会議で発表し交流を深める、という研究者のサイクルである。所内では海外から訪問した研究者によるセミナーが頻繁に開かれたり、国際シンポジウムが約隔年で開催されたりする。

会社での生活は、おそらく「理学から羽ばたけ」シリーズの中で、もっとも大学や独立行政法人の研究者の生活と近く、一般の民間企業の研究者のそれとは大きく異なるだろう。理学から羽ばたき社会に出たが、理学的マインドをもちつつ理学的研究に打ち込み続ける、—それを実社会で実現している人は少ないだろうが、それが偽らざる私の日常である。

神経回路の情報処理は謎だらけ

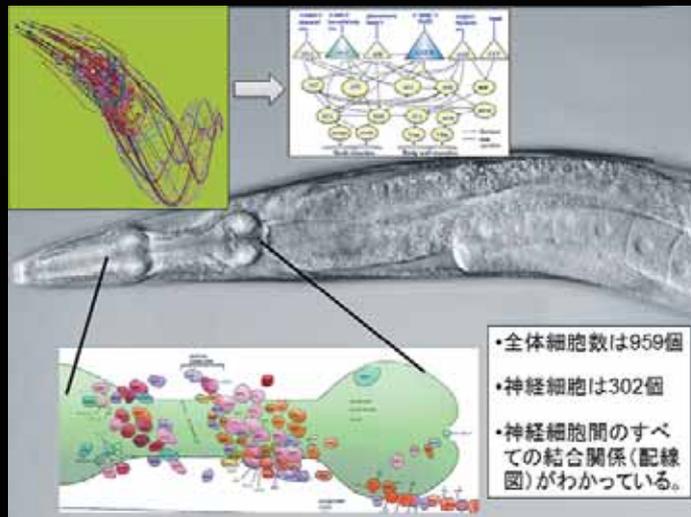
飯野 雄一

(生物科学専攻 教授)

あなたがいまこの文章を読んでいるときに、頭の中では何が起きているだろうか。文字の形が目の網膜に映り、それが大脳皮質の視覚野に投射され、そこで文字の識別、さらに文章の理解が行われる。そして文章を理解したあとは何が起ころうか。「ふむふむそれで？」と思うか、「変な出だしたが奇をてらってるんじゃないの？」と思うか、はたまた「どうせ中身がないだろうから読むのやめよう」と思うか、人によってさまざまだろう。

ご承知の通り、これらの営みは脳によってなされている（と思われている）。しかし驚くなかれ、文字の認識がどういう演算で行われているかといった基本的な問題にすら明確な解は得られていない。線を認識する神経細胞、簡単な形を認識する神経細胞などがあることは分っているので、だいたいこういう処理だろうという推測や数理解モデルは作られている。しかし、実際の神経細胞の情報処理を見た人はいない。その理由は現実の神経回路の構造が分からないからだ。脳は多数の神経細胞からできていて、それらがシナプスにより連絡を取り合っている。われわれの脳は、1個の神経細胞が平均数千のシナプスを持つというきわめて複雑な構造をしている。このような複雑な系がどう機能しうるかということ自体、われわれの心がどう作られるかを知る上でもきわめて魅力的な課題である。

では実際の神経回路がどう情報を処理しているかを知り得る可能性はあるだろうか。哺乳類の脳では今すぐにはできないので、われわれは簡単な生き物を使ってこれを達成すべく基盤的な研究を進めている。神経回路が完全に分っている生き物が1つだけある。それが線虫 *C.エレガンス* (*Caenorhabditis elegans*) だ。この長さ1mmの小さな生き物も、外からの刺激を分析してそれに適切に応答するし、嗜好性を示したり学習により行動を変化させたりする。私が学生のころに衝撃を受けたのは、この生き物ではそれを構成する全細胞に名前がつけられていて構造が完全に分っていること、したがって神経回路もぜんぶ分っていることだ。それ以来この生き物が頭から離れず、とう



とうこれを使った研究を本気でやることになった。嗜好性や学習能に異常を来した突然変異体を見つけてその行動に必要な遺伝子をつきとめ、その遺伝子が302個ある神経細胞のうちどこで働いているかを調べるいっぽうで、行動や神経活動を観測し、感覚入力から行動出力までを追ってひとつずつ観測してきた。

そして今、全神経の活動を同時に観測するというプロジェクトを進めている。神経は3次元的に分布しているので、顕微鏡の焦点面を動かしつつ高速に測定することが必要で、それが最近の技術の進歩により可能になった。現在、理学部内の光学研究者との共同研究でさらに高速化を目指している。得られた多数の神経の活動の時系列データから、神経回路上の情報の流れを再構成するための数理解析を行っている。さらに、さまざまな専門家との共同研究により、学際的なアプローチで情報処理機構を解きあかす作業を進めている。面白いのは、線虫の神経系も、外からの刺激がなくても広範な自発的活動を示すことである。神経活動のパターンに大きな個体差があることも分ってきた。冒頭に述べたような、自由な心の動きが「一寸の虫」にもあるかもしれない。今後の課題は、このような「心」（神経系の内部状態）を変化させるしくみを明らかにすることと、より高等な動物でもこのような解析を可能にしていくことである。

線虫の神経系。すべての神経に名前がつけられ、それがつくる神経回路の構造が分っている。挿入図には頭部の神経群と化学感覚神経周辺の神経回路を示す。

駒場1年生向け理学部ガイダンス報告

教務委員長 田近 英一 (地球惑星科学専攻 教授)

2 017年12月7日(木)18:45~21:00に、駒場キャンパス900番教室において、「理学部ガイダンス@駒場~なぜ私は理学を選んだか~」(駒場1年生向け進学ガイダンス)が開催された。約400名近くの参加者を得て大盛況だった。

広報室の菅原栄子さんの司会進行により、武田洋幸理学系研究科長のご挨拶の後、筆者から理学部の簡単な紹介を行った。その後、化学科4年生と生物化学専攻修士1年生による講演があり、自身の経験や、理学研究の楽しさなどについて、熱く語られた。講演に続き、各学科からの代表者10名が壇上に並び、会場の参加者との質疑応答が行われた。最近の学生はあまり質問をしないのでどうなるかと思っただけ、心配は無用だった。最後には「各学科の良いところと

悪いところをそれぞれ教えて欲しい」という質問がでた。アピールタイムをもらった10学科の学生が順番に回答したが、その多くが、自分の学科の良いところを楽しそうに述べた後、悪いところはあまり思いつかない、と答えていた。自ら選んだ学科を肯定的にとらえている感じが伝わって、よかったと思う。後半は、駒場生と各学科の教員および学生による懇談会が行われた。お菓子と飲み物が用意され、遅い時間まで熱心に懇談が続けられた。

今回のガイダンスによって、理学部の魅力が駒場生に伝わり、理学部を志望してくれる結果につながることをぜひ期待したい。



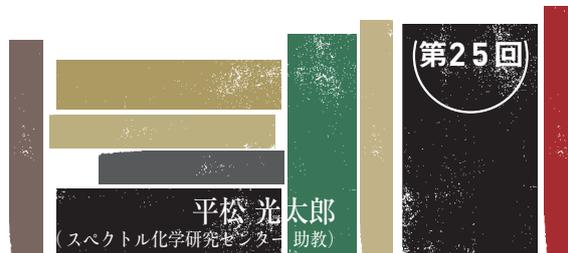
武田洋幸研究科長の挨拶と会場の様子

理学の本棚

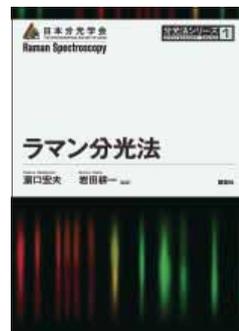
「ラマン分光法 (分光法シリーズ)」

科学において新しい測定手法の発明は、周辺分野の景色を一変させるほどのインパクトをもつことがある。1928年にサー・チャンドラシェーカル・ヴェンカタ・ラーマン (C.V. Raman)らが発見したラマン散乱はその好例である。発見からノーベル賞受賞まで僅か2年という期間の短さも驚異的だが、発見後90年が経とうとしている現在においても新たな測定手法やさまざまな応用が日々開拓されており、研究対象としての息の長さ、裾野の広さも、その重要性を物語っている。

本書は、理学部化学科で第一線の研究を続けてきた著者によって書かれたラマン分光法の包括的教科書である。電磁気学に基づくラマン散乱の基礎に始まり、分光計を開発し、測定を行う為の方法論、さらに測定したスペクトルからいかに分子科学的知見を得るかという解析法に至るまでが、網羅的に記述されている。本書を読み込んだ学生・研究者であれば実際にラマン分光計を用いて測定・解析ができるようになっているであろう。



また、本書では、水島三一郎らによる回転異性体の発見など、ラマン分光法によって実現したきわめて重要な化学的発見も詳細に述べられている。実際のスペクトルとともに、データのどの部分に着目することでこのような化学的知見を得られるかが解説されており、読者が発見を追体験できる構成になっている。幾多のラマンスペクトルを読み解いてきた著者ならではの記述であろう。本書を手にするだけで、新しい測定手法が科学の地平を拓いていく様子をぜひ味わってみて欲しい。



濱口 宏夫, 岩田 耕一 編著
「ラマン分光法 (分光法シリーズ)」
講談社 (2015年)
ISBN 978-4061569010

追悼 遠藤萬里名誉教授

木村 賛 (東京大学名誉教授)

遠 藤萬里名誉教授は2017年10月24日肺がんのため逝去された。享年83歳であった。1957年に東京大学理学部生物学科人類学課程を卒業し大学院へ進まれて以来、一貫して人類学の研究にいそまれた。1962年理学部人類学教室助手となられたのち、東京医科歯科大学を経て、総合研究資料館いまの総合研究博物館が創設されるとその初代教官として再び東京大学へ来られて博物館の礎を築かれた。その後、理学部人類学教室へ戻られて1995年に退官され名誉教授となられた。この間多くの学生を教育指導された。日本人類学会では1990年から4年間会長を務められた。また工学・生物学・医学の異分野融合を掲げるバイオメカニズム学会の設立に参画され、1992年からは会長を2年間務められた。

東京大学西アジア洪積世人類遺跡調査団を故・鈴木尚東京大学名誉教授のもと実質的事務局長として支えられ、発掘したネアンデルタール人であるアムッド人骨の報告は50年近くたった現在も引用され続けている。野外調査と並行して実験室内では工学的手法を取り入れた機能形態学を始められた。とくに複雑な頭骨形態を機能と進化の両面から実験的に追求し、眼窩上隆起の意義などを解き明かされた。またヒトの最大の特徴である直立二足歩行の解明のため、現代成人や幼児の歩行の動力学的解析を始められた。歩行や姿勢の力学を測る床反力計は何台も開発された。われわれ後輩はこのような数々の業績の恩恵に預かっている。



故・遠藤 萬里 先生

博士学位取得者一覧 |

(※) は原題が英語 (和訳した題名を掲載)

種別	専攻	取得者名	論文題名
2017年10月31日付 (1名)			
課程	地惑	澁谷 亮輔	高解像度観測と数値モデルを組み合わせた南極中間圏重力波の力学特性に関する研究 (※)

人事異動報告 |

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2017.10.31	化学	特任助教	LEE SANGWOOK	退職	
2017.11.1	生科	特任助教	衛藤 樹	採用	
2017.11.1	学務	学務系専攻チーム (地球惑星科学専攻事務室) 係長	西村 純子	昇任	
2017.11.14	化学	客員教授 (GSGC)	WILLIAMS ROBERT MICHAEL	採用	
2017.11.15	地惑	客員教授 (GSGC)	KISLER LYNN MARIE	任期満了退職	
2017.11.23	生科	客員准教授 (GSGC)	PARRISH JAY ZACHARY	任期満了退職	
2017.12.1	生科	学術支援専門職員	小倉 聡司	採用	



理学部1号館にある地球惑星科学専攻図書室