

理学部ニュース

東京大学 11 月号 2017



特別記事

2017年ノーベル物理学賞 「重力波初検出」～東大の貢献と今後の展望～



遠方見聞録

ボストンへの長いみちのりから～MIT渡航記～

理学エッセイ

科学者への道

学部生に伝える研究最前線
筋のタンパク質ミオシン分子達は綱引きチーム

トピックス

研究の integrity を守る：再現性、抑止力、科学する心

1+1から∞の理学

天文学と化学と惑星科学

理学から羽ばたけ

理学から羽ばたくための3つの力

11 理学部 ニュース 月号 2017

化学図書室は積層書架になっており、約2万冊の本が納められている。壁に掲げられた歴代名誉教授の先生方の肖像が閲覧席を見守っている。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)
撮影協力：化学図書室の皆様
ZHANG, Youyuan (化学専攻 修士課程1年生)
熊倉 洸太 (化学専攻 修士課程1年生)
城野 真帆 (化学専攻 修士課程1年生)

理学部1号館III期棟の工事が完了しつつあり、外見が表れてきました。20年前、私が学生の時に、I期棟(現西棟)に研究室の引っ越しをしたのを思い出します。その時には、将来は3棟並んで建つらしいよ、と話していました。これが遂に完成しました。3棟並んでいるのは圧巻で、理学部の一つの象徴となります。

さて、過去の理学部ニュースをwebで閲覧できるのをご存知ですか？理学部周辺の日々の情報は理学部ニュースに掲載されており、過去の記事を眺めてみると面白い発見もあり、見入ってしまうことが度々あります。理学部ニュースは、現在の情報を発信すると共に、将来に残るページでもあります。これからも理学部の皆さんで、今を伝えるページを作っていきましょう。

岡林 潤(スペクトル化学研究センター 准教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第49巻4号 ISSN 2187-3070

発行日：2017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

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31回

- 03 科学者の道
真行寺千佳子

学部生に伝える研究最前線

- 04 天の川銀河バルジに新しい星のグループを発見
松永典之
筋のタンパク質ミオシン分子達は綱引きチーム
茅元司

遠方見聞録 第21回

- 06 ポストンへの長いみちのり～MIT 渡航記～
小森健太郎

1 + 1 から∞の理学 第6回

- 07 天文学と化学と惑星科学
相川祐理

理学から羽ばたけ 第21回

- 08 理学から羽ばたくための3つの力
望月公紀

トピックス

- 09 祝 2017年度秋季学位記授与式・卒業式
広報誌編集委員会

研究の integrity を守る：再現性、抑止力、科学する心
塩見美喜子

特別記事：2017年ノーベル物理学賞 「重力波初検出」～東大の貢献と今後の展望～

- 10 2017年度ノーベル物理学賞が重力波初検出に
横山順一
重力波初検出の意義：新たな天文学の幕開け
安東正樹

お知らせ

- 12 新任教員紹介
博士学位取得者一覧／人事異動報告

理学の本棚 第24回

- 13 「研究者としてうまくやっていくには」
長谷川修司

Essay

科学者の道

真行寺 千佳子 (生物科学専攻 准教授)



本郷キャンパスの南西の角に懐徳門が造られたのは10年前のことである。この門ができるまで、若者だけでなく年配の紳士が、レンガ塀の上部の美しい鉄の飾りをひらりと越えて、キャンパス横の細い道に飛び降りるのを時折目撃した。そのたびに、今の駒場キャンパスにあった旧制第一高等学校の、正規の門以外は通らないという「正門主義」を思い起こした。懐徳門からキャンパスに入ると左手に理学部2号館が見える。レンガ造りの趣のある建築は内田祥三の設計によるもので、現在は生物学科と生物科学専攻の建物である。20年前までは、動物学、植物学、人類学の旧3専攻と旧地質学・鉱物学・地理学（現在、地球惑星科学科）の計6教室に使われていた。数年前、懐徳門から赤門までの道はモダンな敷石で整備された。83年を経てなお品格のある2号館は、白い敷石に生えて輝いて見える。

私が科学者を志したのは、小学校の2年生頃であったらしい。生理学のすばらしさを聞きかじり、「生理学者になりたい」と考えていたようだ。この将来の職業の夢はやがて現実となった。2号館で動物学を学び、1995年、大学院重点化に伴う改組で旧3専攻が生物科学専攻として統合された時に、助教授（独立研究者PI）となり、動物生理学者として独り立ちした。科学者は、一生科学者であり続けられるものと思っているが、実験科学の研究の場合、公的機関を離れて個人の方で継続することはかなり難しい。研究で得られた成果を後世に残すことは科学者の責務であるが、未完成のものを次の世代に引き継ぐ仕組みも必要であると痛切に感ずる。科学は凄まじい勢いで発展している。新しい分野をリードする挑戦的研究はひじょうに魅力的である。しかし、科学の発展を支えてきた基礎的研究を継承することの重要性も忘れてはならない。伝統のある大学として今後の教育・研究をどのように推進すべきか、情報爆発の中で取るべき独自の方策を今一度考えるべき時ではないか。



研究室メンバーとミーティング

理学部2号館の中央に3～4階を貫く講堂がある。私が生物学科に進学した時は、開かずの間として施錠され、ほぼ物置状態だった。生物系3専攻統合を機に、学生全員が講義を受けられる講義室の必要性が高まった。さまざまな努力の末に、本部の協力により講堂の改修が実現した。講堂に一歩入ってみると、天井と壁面はすべて焦げ茶色で、同色の長机に作り付けられた狭いダークレッドの座席が並ぶ、まさに儀式の間であった。天井の格子と壁面のしゃれた梁、これらを紫の混ざった濃いグレーに塗り替え、そのほかの壁面と天井は薄いピンクに仕上げる。彫刻を施された円形の木製装飾は磨き直す。こうして建モノズキの私の意見が全面的に取り入れられて2001年の大改修が進められ、講堂は変身を遂げた。その6年後、野中勝先生が専攻長の時に、机と椅子を新調した。理学系研究科には200名規模のホールが3つある。小柴ホール、化学講堂、そして2号館講堂である。この講堂で講義をする時、あるいは聴衆としてピンクのロッキングチェアに座る時、1世紀近い歴史の重みと自らの科学者としての在り方を考える。このような建物で43年も教育・研究に携わることができた幸せに感謝したい。



理学部2号館講堂

理学部ニュースではエッセイの原稿を募集しています。自薦他薦を問わず、ふるってご投稿ください。特に、学部生・大学院生の投稿を歓迎します。ただし、掲載の可否につきましては、広報誌編集委員会に一任させていただきます。ご投稿はrigaku-news@adm.su.tokyo.ac.jpまで。

CASE 1

天の川銀河バルジに
新しい星のグループを発見

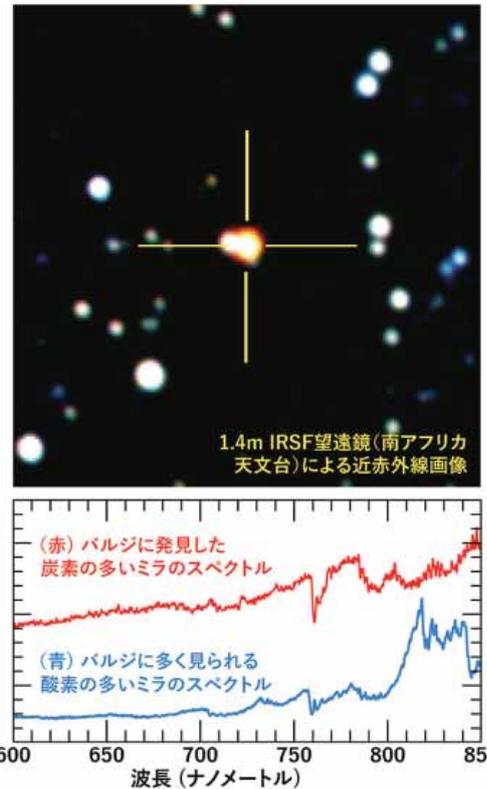
天の川銀河の中心部(半径約1万光年以内)には、数百億個の星が存在する「バルジ」とよばれる領域がある。私たちは、この領域に炭素すす(炭素を主成分とする固体微粒子)におおわれた星が存在することを世界で初めて発見した。そのような星は、太陽系の近くや銀河系の外側の領域ではこれまでも見つかったが、銀河の中心部に発見したのは世界で初めてのことである。これによって、ごくわずかしかな存在しないのであるが、バルジに新たな星のグループがあることを明らかにした。

ているが、これらすべてのスペクトルを得ることは困難である。いっぽう、ミラ型変光星は固体微粒子におおわれていることが多く、赤外線の色からその組成について(確定的ではない)ヒントが得られる。私たちは、あかり衛星と2MASSのカタログを組み合わせて、炭素すすにおおわれている可能性の高いミラ型変光星を選び出し、そのうちの36個を南アフリカ天文台の

188cm望遠鏡で分光観測した。その結果、8個の星では実際に炭素が多いことを確認できた。それらの星の距離について詳しい解析を行った結果、4個はバルジの中に位置することが確かめられた。炭素の多い星になるためには、太陽の数倍の質量をもつこと、太陽よりも重元素量が少ないことなど、いくつかの条件を満たす必要がある。それらの条件を満たす星のグループは、今回発見した星の個数から単純に計算すれば、バルジの中で0.1パーセントほど(6,500個中の4個)の珍しい存在である。とはいえ、バルジ全体の数百億個という星の個数を考えれば数千万個はあるはずのそのようなグループの存在が、これまで知られていなかったのである。天の川銀河の中心部で大きな質量をもつバルジで新たに見つかったそのグループの存在は、天の川銀河の性質と歴史について新たな情報を与えるものと期待される。

本研究結果は、N. Matsunaga *et al.*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **469**, 4949 (2017) に掲載された。

(2017年6月21日プレスリリース)



バルジに発見した炭素すすにおおわれたミラ型変光星とそのスペクトル

「星の数ほどある」という表現から、どれほど大きな数を思い浮かべるだろうか。具体的な数字をあまり気にせず使えるのがこの表現の便利どころかもしれないが、日頃から星の数のことを考えている天文学者にとっては、それが一万個なのか、一億個なのか、もっと多いのか気になるところである。たとえば、あかり衛星の中間赤外線全天カタログには、 $9\mu\text{m}$ 付近の波長で検出された85万個以上の天体が登録されている。いっぽう、もう少し波長の短い近赤外線で見える天体はさらに多く、2ミクロン全天探査カタログ(2MASS)では、5億個近い天体の色や明るさを知ることができる。これらは大きい数字には違いないが、天の川銀河には数千億個の星が存在するので、これまでに何らかの情報が得られたのはそのほんの一部である。詳しい性質を調べられる星はさらに少ない。たとえば、星の化学組成を調べるには分光観測が必要である。天体画像から一度に多数の星の明るさや色を計測するのとくらべて、分光観測でスペクトル(波長ごとの明るさ情報)を得るには多くの観測時間が必要となる。限られた装置性能や観測時間の中で、いかに面白い天体を探し出すかが天文学者の腕の見せどころであろう。

私たちが調査対象としたミラ型とよばれる種類の変光星は、バルジにこれまで約6500個見つかった

CASE 2

綱引きチーム 筋のタンパク質とミオシン分子達は

筋肉の収縮は、ミオシンというタンパク質が集合したフィラメントがアクチンフィラメントと相互作用することで達成される。筋肉は、最先端のロボットアクチュエーターよりも高性能なアクチュエーターである。その優れた運動の仕組みを紐解くため、1分子計測顕微鏡下においてミオシンフィラメントとアクチンの相互作用時の力を計測した。その結果、高負荷になるとより多くのミオシン分子間の力発生のタイミングが同調して効率的に力を出せる分子メカニズムが明らかとなった。

筋肉は走る、跳ぶといった爆発的な力と速さを必要とする運動から、指先の動きや顔の表情のような繊細な動きに至るまでさまざまな動きを実現する高性能アクチュエーターである。繊細な動きも爆発的な力もサルコメアとよばれる筋細胞内の基本構造とその機能に帰せられる。このサルコメアでは、骨格筋ミオシン約300分子が集合したフィラメントが中央に位置し、周りをアクチンフィラメントが囲う立体構造により、アクチン1本にはミオシン約80分子が相互作用できる。そこで、超高機能な筋肉の仕組みを紐解くため、ミオシン分子が集団になってアクチンと作用する際に初めて現れる機能をとらえ、その分子機構を明らかにする研究を行った。

分子機構の解明には、ミオシン分子集団中の個々の分子の運動をとらえる必要があるが、個々の分子の変位は小さくかつ速いため、高精度で高時間分解能の装置が要求された。開発した顕微鏡では微粒子の運動を10 μ sの時間分解能で0.3nmの精度で計測が可能となった。アクチンにビーズを結合させて光ピ

ンセットで捕捉し、ミオシンフィラメントとの相互作用時の力を計測した結果、アクチンが5nm前後の変位で時折 μ sの時間間隔でステップ状に変化する様子が観測できた。これらのデータ解析から、負荷の上昇に伴い力発生のタイミングを同調させる分子数が増えていく可能性が示唆された。言い換えれば、綱引きにおいて、相手が強ければ一緒に力を出してくれる仲間が増える協力的な綱引きチームになることを示している。

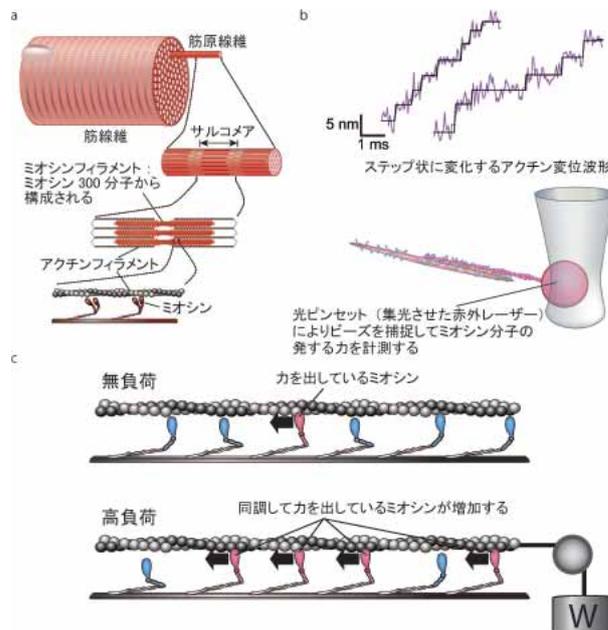
大きさが数十nmしかないタンパク質が、負荷に応じて分子数を増やしかつ同調して力を出すといった巧妙な仕組みを備えていることに驚きを覚えた。それでは、その仕組みは何か？この疑問に答えるため、シミュレーションモデルを構築した。その結果、ミオシン分子には負荷の大きさ・方向によって力発生を起す確率が変化する特性があり、この特性により負荷が増えると、より多くの分子間の力発生が同調してくる協同性が見えてきた。こうした分子機構は、心臓の収縮や細胞形態変化に関わる他のミオ

シンにおいても共通であるかもしれない。本研究では、ミオシン分子間の協同的な力発生機構を分子レベルで示すことに初めて成功し、筋肉が高性能アクチュエーターである仕組みが垣間見えてきた。1つの分子では想像できない機能が、分子が集合すると起きてくることは生命機能にとって本質的なものであろう。

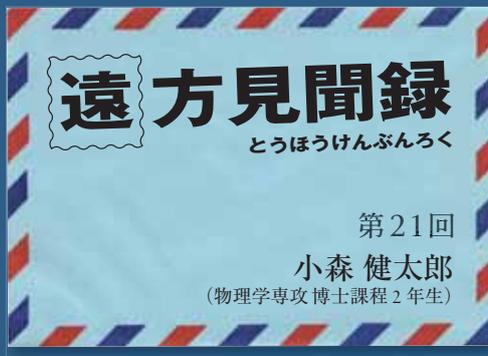
本研究では、物理学専攻修士2年生の実験結果が分子メカニズムを紐解く切っ掛けとなった。タンパク質1分子計測はきわめて難しい実験への挑戦であるが、若さと気力溢れる学生なら必ず新しい発見を見つけることのできる手法であり、挑戦したい学生にはぜひ、ご参加願いたい。

本研究成果は、M.Kaya *et al.*, *Nat. Commun.*, 8, 16036 (2017) に掲載された。

(2017年7月6日プレスリリース)



筋肉の構造：筋線維、筋原線維、サルコメアからミオシンとアクチンに至る階層構造 (左上段、図a)。光ピンセットを用いたミオシンフィラメントの力計測実験の概要および計測したビーズの変位波形。波形からアクチンはステップ状に変化していることが分かる (右上段、図b)。無負荷では、各分子が独立してランダムに力発生しているが、負荷が増加すると同調して力を出すミオシン分子 (赤色) の数が増えてくる。図の単純化のため、ミオシン頭部1つだけを表している (下段、図c)。



Profile

2014年	東京大学理学部物理学科 卒業
2016年	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士課程 修了
	現在同博士課程在籍
2014年～	フotonサイエンス・リーディング大学院コース生
2016年～	日本学術振興会特別研究員DC1

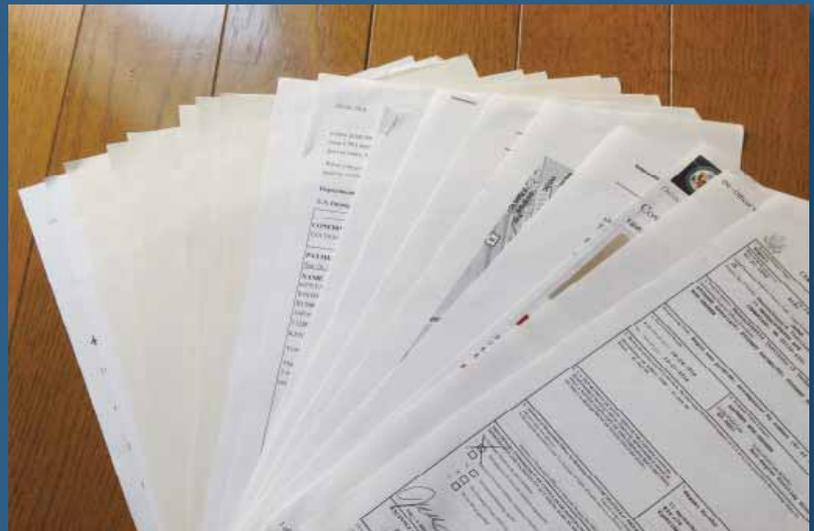
ボストンへの長いみちのり～MIT渡航記～

早朝、標高2500m。夜行バスから立山の登山拠点である室堂へと降り立った直後、ひじょうに焦っていたことをよく覚えている。マサチューセッツ工科大学（MIT）の事務の方から、渡航手続きをしなければならない期限がすでに過ぎていることを連絡されたからだ。快晴に恵まれた立山、剣岳の3000mからの展望によってその焦りは一時払拭されたが、これに代表される渡航関連の手続きにはたいへん苦しめられた。本シリーズでは、海外での研究留学体験が語られることが多いが、本稿では少し趣向を変えて、そこに至るまでの体験談を記してみようと思う。

私は2016年の10月下旬から12月下旬にかけての2ヶ月間、リーディング大学院ALPSの海外派遣プログラムを利用して、アメリカ、ボストンのMITで共同研究を行った。MITには、今年のノーベル物理学賞を受賞したアメリカの重力波検出器LIGOのホスト機関である研究室がある。渡航の話題がもち上がったのが6月下旬。比較的ギリギリでの決定ではあったが、話がトントン拍子に進んだので縁があるのだなと思い、ALPSの海外派遣はここにしようと思った。



ブルデューズビルからボストン市街地を望む



MIT 渡航にあたり必要となった書類群

アメリカの大学で研究を行うにあたって、必要となる書類は大きく2つであった。交流訪問者ビザという名前のついているJ1ビザ、および研究留学などの資格証明書であるDS2019という書類である。J1ビザの発行にはDS2019が必要であるため、先にこちらを手に入れなければならないが、まずこのDS2019を手に入れるまでが相当大変であった。MIT 入学金を含む、ある定められた金額以上のお金が確保できることを証明する書類など、膨大な数の書類が必要であった。

書類をそろえることに苦労はしたが、もっとも困惑したでき事は、冒頭でも述べた、渡航手続きの期限が過ぎていたということである。MIT には、DS2019 発効日の75日以降からのみ渡航許可を与えるという規則があった。すでに渡航予定日の75日前を過ぎてしまっているため、予定日からの渡航を許可するDS2019を発行できないというメールを受け取ったのが立山の室堂である。このときはひじょうに慌てたが、何度も渡航日を変更したくないという意思を示し続けた結果、事務の方およびMIT

の配慮により、予定日からの渡航を許可するDS2019を発行していただけた。

続いて、郵送されてきたDS2019をもとにJ1ビザの発行をする必要がある。こちらにも、アメリカ大使館のホームページ上にさまざまな書類をアップロードしたり、情報を登録したりといった作業が数多く待っていた。最後にアメリカ大使館に赴き、面接を行ってようやくJ1ビザが手に入る。これでひとまず書類は出揃い、出発日を待つのみとなった。

以上いくつか苦労話をしたが、小さなものを含めれば無数にできそうである。しかしこれらを経て訪問したボストンやMITの研究室での生活は本当に素晴らしいものであった。確かに準備には苦労させられたが、心から行って良かったと思えた。やはり海外での滞在というのは代えがたい経験である。これから比較的長期の留学などを考えている学生の方々が留学中少しでも気もちよくいられるよう、手続きはできるだけ早め早めに進められることを祈りつつ、結びの言葉とさせていただきます。

1+1 から 無限大 の理学

第6回

相川 祐理

(天文学専攻 教授)

天文学と化学と惑星科学

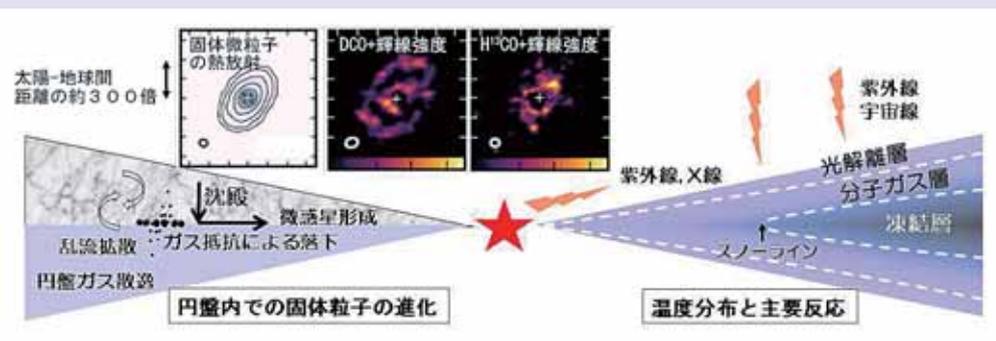
修士2年の春、地球惑星物理の学生でありながら、指導教官の転出により国立天文台に移った。星・惑星系形成の流体シミュレーションをしたくて選んだ研究室だったが、与えられた研究テーマは原始惑星系円盤の化学組成だった。原始惑星系円盤とは若い星の周りに存在する、惑星系形成の現場である。当時、野辺山電波観測所で円盤からのガス輝線が検出されたが、その輝線強度は予想外に弱かった。ガスは木星型惑星の形成をはじめ惑星系形成において重要な役割を果たす。観測でガスの量や分布を調べる必要があるが、主成分である水素分子は低温で輝線を出さない。代わりに一酸化炭素など微量に存在する分子を観測するので、円盤ガス量の推定にはその分子と水素の存在比、すなわち化学組成が必要なのだ。「高校時代から化学は苦手です」と拒否しかかったが「今後、観測技術が発達していく中で、化学組成の研究は重要だ。それに、実際に行うのは反応速度方程式という連立微分方程式の計算であって、化学ではないから大丈夫。」という観山正見教授の説得と、学部で習った隕石などの物質科学と惑星系形成理論、観測を結びつきたいという興味で勝って研究を始めた。

天文と化学という不思議な組み合わせと思われるかもしれないが、宇宙空間には希薄なガス(=

星間物質)が漂っていて、その一部が自己重力で収縮して星ができる。ガスの温度や電離度は星をはじめとした天体形成に大きく影響するため、原子や分子の電離や励起などの物理化学は天文学の基礎である。星間化学は、ガスの加熱冷却などを支配する比較的単純な分子や原子だけでなく、多原子分子や固体微粒子まで含めた星間物質の進化そのものを研究する。星間物質の進化は星・惑星系形成領域においては、惑星系の材料の解明に直結する。また、星間物質の組成は、温度、密度、紫外線強度などを反映する。星形成領域や円盤を複数の輝線で観測すると分子種によって光る場所が違うことがよくあるが、星間化学の知見を用いれば、そこから特定の物理状態や進化段階にある領域を見つけ出せるのである。現在 ALMA という大型干渉計の完成により、星・惑星系形成の観測は飛躍的な進展を遂げている。理論的に予想されていた、さらには予想もされていなかった結果が次々と得られている(詳しくは、天文月報2017年4月号の筆者執筆記事「ALMAによる原始惑星系円盤の観測」。ウェブにて公開あり)。このような未来を見越して星間化学の世界に送り込んでくれた観山教授にはたいへん感謝している。

いっぽう、「連立微分方程式の計算であって、化学ではない」というのは、天文学の広さを知らない無知な学生を説得するための方便であった。連立微分方程式の各項は素過程の反応速度であり、その正確な定量は不可欠である。これには現在、実験や量子化学計算の専門家と共同で挑ん

でいる。彼らの使う専門用語を理解し議論を進める上で、駒場の化学の講義で習った基礎知識は大いに役立った。高校時代に暗記するしかなかった反応生成物などが物理的に理解できるのは純粋に面白い。このようなマイクロプロセスが宇宙で観測される、非常にマクロな現象を解き明かす鍵になるというのは、星間化学の醍醐味である。



原始惑星系円盤の電波観測(上)と理論モデル(下)

理学から羽ばたくための3つの力

望月 公紀

(建築事務所代表 / 化学専攻 客員共同研究員 / 京都造形芸術大学 准教授)

PROFILE

2002年	東京大学大学院理学系研究科化学専攻修士課程 修了
2005年	東京藝術大学大学院美術研究科建築専攻 修了
同年	乾久美子建築設計事務所勤務 (2007年まで)
2008年	望月公紀建築設計事務所 (2010年まで)
2010年～	建築事務所を共同設立。2014年・2017年に実験研究室のリノベーションでグッドデザイン賞を受賞
2015年～	京都造形芸術大学環境デザイン学科准教授
2017年～	東京大学大学院理学系研究科化学専攻客員共同研究員

➤ のコーナーが「理学から羽ばたけ！」ということで
 ↳ ちょっと意外かもしれないが、その理学から羽ばたいて、自分はいま、建築家の道を歩んでいる。大学で化学研究に携わっていた経歴から、最近では実験研究室の設計を依頼されることが多くなり、かつての恩師や先輩方に声をかけてもらい、東大内でもいくつかの実験研究室を建て替えている。

普通、大学の実験研究室の空間といえば、窓が小さくて薄暗く、配管や配線が縦横無尽に駆け巡り、天井からはコード類が無造作にぶら下がっているような空間であり、衛生的で快適な研究環境は、ほとんど存在しない。

いざ、より良い環境の実験室の整備をしたいと思っても、研究者と実験の内容を共有・理解し、研究目的のために最適化された環境をデザインできる建築家がない。そのため、研究者自らが実験研究室を設計せざるをえない状況が研究者の間の常識になっており、スペースの狭い日本の実験研究室は快適な理想の作業空間とはほど遠いのが現状である。

近年手がけている実験室のリノベーションの取り組みは、元研究者であり建築家であるという、いわばクロスフィールド的思考をもつ建築家が、機能的で快適な空間を提供したという事例として徐々に知っていただく機会が増えてきた。

とはいえ、自分の経験してきたことを糧に社会に貢献することができるきっかけがあった今だからこそ理学で学んでよかったと思うが、本大学院を修了後、東京藝術大学大学院で建築デザインを学び始めた頃には、本学で学んだことを活かすためには、一体どんな方法があるのかと悩んだ時期もあった。

理学から羽ばたく人のすべてが研究者になるわけではないし、異分野で活躍しようと思う人も多いのではないと思う。そういう人の一助になればと、研究を通して学んだことが、どのようにして建築デザインに役立っているのか、理学でこそ培われる基本的な3つの力を通して伝えたい。

まずは、「制作する対象の学問的位置付けを知る力」。「デザインを志す」「芸術を志す」というと、科学に携わっている人からすれば、非常に感覚的な世界と思われがちだが、いったんデザインを学び始めると、デザインも芸術もひとつの学問であることに変わりはないのだ。実験をする前には必ず過去の文献を調べ、自分の実験の背景や方法論などを調べるように、建築デザインとは、どういう体系で積み重ねられ、現在進行形の問題とは何なのかを自分なりにアーカイブし、過去の事例を参照しながら現在の問題に活かしていく。こうし



た技術は物事を新たに始める時にとても役にたつ。

そして、次に重要なのが「観察と分析を言葉にする力」だ。絵を描く、ものをつくるといった基本的な制作活動は、観察と分析なしには成り立たない。自分は絵が下手だと思っている人も多いだろうが、自分が描きたい対象物を観察・分析し、それをどのようにアウトプットするのが、デッサンの基本だ。分析したことしか形にはできないのである。それは、分析した対象を言葉にすることから始まるのだ。なぜこのデザインが良いとされているのか、なぜこの絵が評価されているのかを分析すること。その分析が自分の制作に繋がっていくということを、研究の過程で身につけていたことが、デザインを学ぶ推進力となった。

そしてもっとも重要なのは、「わからないものをわからないまま進める力」だ。つまり、自分で仮説を立て、それを検証しながら実験を推し進める力である。その現象の背景に起こることを想像し、それがダメならまたその事象を分析して仮説を立て直し、検証する勇気と持続力でもある。たとえば実験室のリノベーションでは、解体する壁の向こうに何があるのか、既存の建物の設計思想もわからない。その中で自分が仮説を立てひとつひとつ根気良く検証していくことで、デザインの手がかりを得られるのだ。

目の前にある研究に邁進してさえすれば、きっとどの分野に行っても立ち向かえるはずである。だから自信をもって、「理学から羽ばたけ！」。

「東京大学ラボラトリー H₂」
 2017年グッドデザイン賞受賞作品
 写真：太田拓実

TOPICS

祝 2017年度秋季学位記授与式・卒業式

広報誌編集委員会

2 017年度の学位記授与式・卒業式が2017年9月15日(金)に安田講堂で実施された。理学系研究科・理学部からは武田洋幸研究科長・学部長と、理学系研究科総代として張進(チャンジン)さん(天文

学専攻修士), 大屋 瑤子さん(物理学専攻博士)が壇上に立った。

また, 小柴ホールにて博士課程および修士課程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。



武田研究科長(中央)と総代の張進さん(左)と大屋瑤子さん(右)



安田講堂での学位授与の様子。写真上は張進さん, 下は大屋瑤子さん, 手前後姿は五神真総長。(写真: 尾関裕士)

研究のintegrityを守る: 再現性, 抑止力, 科学する心

塩見 美喜子 (研究倫理推進室 理学系研究科委員/生物科学専攻教授)

毎年9月第1週に催される本学イベント「研究倫理ウィーク」の一環として, 理学部・理学系研究科では2017年9月20日(水)に「研究倫理セミナー」を開催した。分子細胞生物学研究所・白髭克彦所長にお越しいただき, 御講演いただいた(講演タイトル「倫理と科学する心」)。分子細胞生物学研究所では, この数年の間に二件の論文不正問題が起き, マスコミも大きく取り上げた。事態は深刻で, 同じ生命科学研究者としてきわめて遺憾に思う。研究所に課せられた喫緊の課題のひとつは, 「過ちを二度とくりかえさない」ことであろう。実際, 論文に用いた実験結果はすべて研究所のサーバーへのアップロード, 保管を義務付けるなど, 先導を切っささまざまな取り組みがなされている。不正をしない, 不正から程遠い研究者ほど, 当人にとって無益な(不正を防ぐための)取り組みに時間を費やさなくてはならないと

いう事実は皮肉としか言いようがない。負担がこれ以上増えないこと, そして今の取り組みが問題解消に十分生かされることを切に願う。白髭所長の「不正のある研究は再現性のない研究に含まれる。再現性に関して高いスタンダードが課せられるべき」という言葉には大いに賛同できた。また, 「罰(punishment)と噂話(gossip)が不正の抑止力になる」という, 人間味溢れる, 粉飾のない意見にもうなずけた。研究のintegrity*を守るため, 拝金主義, 拝NCS**主義に陥らない様, 各研究者が精神を戒めることの重要性を再認識する良い機会になった。

*integrity= 高潔な, 誠実な, そして不正のない完全な状態

**NCS主義=Nature, Cell, Scienceといった科学界のトップジャーナル。インパクトファクターがひじょうに高く, これらの雑誌に論文が掲載されると質の



分子細胞生物学研究所の白髭克彦所長による研究倫理セミナーの様子

高い・優秀な研究者として認められる傾向がある。大きな研究費の獲得につながる可能性も高い。よって, 多くの研究者がこれらの雑誌に論文が掲載されることを夢見るが, インパクトだけを狙ったあまり身のない論文や, 誇張しすぎた, ときには誤った見解を含む論文が掲載される, いわゆる「再現性の低い論文」が少なからずあるのも事実である。不正をしてまで論文を掲載させようとする研究者も出現するため, 社会的・倫理的問題となっている。

特別記事：2017年ノーベル物理学賞「重力波初検出」～東大の貢献と今後の展望～

ノーベル物理学賞 2017 は、LIGO (ライゴ) 検出器と世界初の重力波観測への貢献に対し、マサチューセッツ工科大学 (Massachusetts Institute of Technology) のレイナー・ワイス (Rainer Weiss) 名誉教授、カリフォルニア工科大学 (California Institute of Technology) のバリー・バリッシュ (Barry Clark Barish) 名誉教授とキップ・ソーン (Kip Stephen Thorne) 名誉教授の3名に授与されることが決まりました。この世界初の重力波検出には、東京大学の研究者の努力もまた、大きく貢献しています。本特集では、ノーベル物理学賞を受賞予定の「重力波初検出」の解説と、重力波とは何か、その背景や意義、そして東京大学大学院理学系研究科の今後の重力波研究の展望をご紹介します。(広報誌編集委員会)

2017年度ノーベル物理学賞が重力波初検出に

横山 順一 (ビッグバン宇宙国際研究センター 教授)

2015年9月14日9時50分45秒頃 (協定世界時) に、アメリカのレーザー干渉系型重力波検出器 (Laser Interferometer Gravitational wave Observatory, LIGO) が、太陽質量の約36倍と約29倍の2つのブラックホールが合体したことによる重力波を、人類史上初めて直接検出した。この重力波初検出を牽引した3人の研究者に2017年ノーベル物理学賞が授与されることになった。受賞者は、マサチューセッツ工科大学のレイナー・ワイス名誉教授、カリフォルニア工科大学のバリー・バリッシュ名誉教授と同じくキップ・ソーン名誉教授の3名であり、ワイス博士に二分の一、残りの半分がバリッシュ博士とソーン博士に共同で授与されることになった。受賞理由は、「LIGO 検出器と重力波観測に対する決定的な貢献」である。

一般相対性理論に重力波という光速で伝わる波動が存在することは、1916年にアインシュタイン自身によって示されているが、その初の直接検出は、アメリカ・ワシントン州ハンフォードと、ルイジアナ州リビングストンにある、2台のadvanced LIGO (改良型LIGO) 重力波検出器によってなされた。重力波はまず、リビングストンの検出器に到達、その約7ミリ秒後、3,000kmほど離れたハンフォードの検出器に到達した。その後の解析によって、この信号は13億光年ほどの距離にある太陽の約36倍の質量をもつブラックホールと、太陽の約29倍の質量をもつブラックホールが合体したことによるものであることがわかった。合体時には太陽の約3倍の質量に相当するエネルギーが重力波によって放射され、ピーク

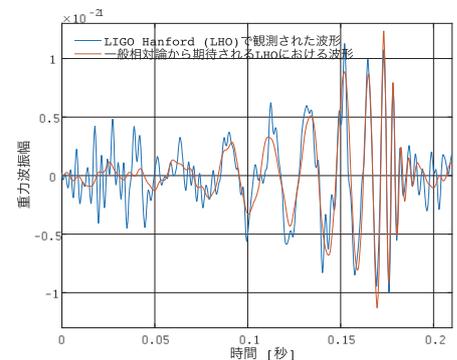
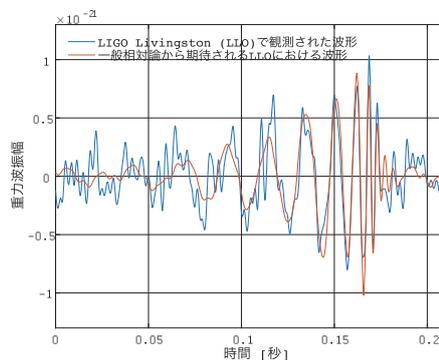
時には約 4×10^{49} ワットものエネルギーが重力波として放射されたことも判明した。0.2秒ほどの短い信号であるが、一般相対性理論から期待される波形とよく合致していた。7ミリ秒隔てて同じ形の信号が2つの検出器でキャッチされたことが、本物の重力波である何よりの証拠である。

本研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センターのキップ・カンノン (Kipp Cannon) 准教授はカナダLIGO研究チーム代表者 (当時) としてこの初検出に大きな寄与をおこない、彼が開発を主導した低遅延重力波探索ソフトウェアGstLALを用いることで、この信号と同様の信号がノイズによって発生する頻度は20万年に1回以下であることを明らかにした。同准教授は2015年に東京大学着任後、わが国の重力波検出器

KAGRAとLIGOの国際協力を推進している。また、国立天文台教授で東京大学大学院理学系研究科とフランスCNRS Virgo チームを兼担するラファエル・フラミニオ (Raffaele Flaminio) 教授はLIGO検出器の鏡の制作に大きな貢献をし、現在KAGRA、LIGO、Virgoの三者の協力を進めている。

この初検出以降、LIGOとVirgoは観測を重ねているが、アインシュタインが予言したとおり重力波が2つの偏光モードをもっていることを検証するためには、わが国のKAGRAの稼働が必須であり、その完成が待たれているところである。

なお、本稿作成に当たっては、カンノン研究室初代助教であり、2017年10月に大阪市立大学に栄転した伊藤洋介准教授の協力を得た。



リビングストン (左) とハンフォード (右) にある改良型 LIGO 検出器で観測された重力波信号 GW150914 の重力波波形 (青) と、一般相対性理論で期待される重力波波形 (赤)。2つのブラックホールが合体してひとつになる最後の 0.2 秒ほどの重力波信号を検出できたことを示している。

(<https://losc.ligo.org> より改変して転載)

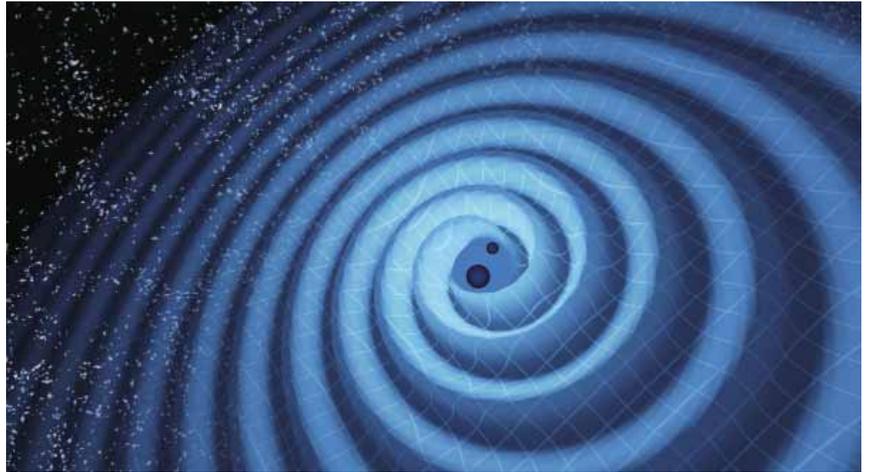
重力波初検出の意義:新たな天文学の幕開け

安東 正樹 (物理学専攻 准教授)

2 017年のノーベル物理学賞は、重力波の初検出を実現した米国の重力波望遠鏡LIGO (ライゴ) プロジェクトの初期を主導した3氏に与えられることが決まった。本稿では、今回の成果の科学的意義について説明する。

物理学者アルバート・アインシュタインは、1915年に一般相対性理論を構築した。これは、それまでの重力の概念を一変し、重力を「時空のゆがみ」として解釈したものだ。重力は、ニュートンの万有引力の考え方のような遠く離れた物体に瞬時に重力を及ぼす「遠隔力」ではなく、時空という存在を介して「近接力」として働くとして解釈したのである。その翌年、アインシュタインは「重力波」の存在を理論的に導く。物体が激しく運動すれば、周囲の時空のひずみが時間的に変動し、それは波として光の速度で伝搬する。これが重力波である。重力波は空間の2点間の距離を変化させる。ただし、その量は、典型的には 10^{-21} 程度のひずみ(無次元)よりも小さい。これは、地球と太陽との間の距離を水素原子1個分伸び縮みさせる程度のひじょうに小さな量であり、アインシュタイン自身もその検出は現実的ではないと考えていた。

今回の受賞者の1人のレイナー・ワイス氏は、1970年代にレーザー干渉計方式の重力波検出器の基本概念設計を取りまとめた。これを基礎として、今回の初検出を達成したLIGOプロジェクトが1994年に立ち上げられた。その際、キップ・ソーン氏は重力波を発生する天体現象の理論研究、バリー・バリッシュ氏は大規模プロジェクトの主導において大きく貢献した。初期のLIGOによる観測運転では重力波信号はみつからなかったが、2015年にその性能を向上させた改良型LIGO (アドバンスド・ライゴ) が本格的な観測運転を開始した直後



2つのブラックホールが互いに向かって落ち込んでいくときに放射される重力波を示したイメージ図。出典: LIGO / T. Pyle (<https://www.ligo.caltech.edu/images>)

に最初の重力波信号が検出された。アインシュタインが理論的に存在を予言して100年を経て、ようやく重力波初検出が成し遂げられたのである。その観測結果は、一般相対性理論の予測とよく一致するものだった。一般相対性理論は、これまで多くの検証実験・観測をすべてクリアしてきた。重力波の直接検出は残された大きな検証課題であり、今回の初検出は、それが成し遂げられたという意義がある。

さらに大きな意義は、人類が宇宙を観測する新たな手段を手に入れたということである。従来の宇宙観測はおもに電磁波・高エネルギー宇宙線・ニュートリノなどによって行われてきた。重力波はそれらとは全く異なった情報をもたらしてくれる。重力波には質量の激しい運動などによって放射され、物質に対してひじょうに高い透過力をもつ、という性質がある。したがって、電磁波などでは直接観測することができな

い、高エネルギー天体現象の中心部や初期宇宙の観測も期待できる。実際、LIGOの初観測によって、太陽の約30倍という質量の大きなブラックホールが存在すること、それらが連星系をなしていることなど、すでに新しい発見がもたらされている。またその後には、連星ブラックホール合体3例に加えて、連星中性子星合体1例からの重力波も観測されている。この連星中性子星合体の際には、電磁波対応天体が同定され、さまざまな波長の電磁波での追観測も実現されており、短ガンマ線バーストの起源や、宇宙における重元素の起源に対する知見が得られている。新たな「重力波天文学」はすでに幕を開けているのである。今後、東京大学が主導している国内の重力波望遠鏡KAGRAも含めた観測で、ブラックホール、高密度天体、銀河の成り立ち、さらには宇宙の成り立ちなどへのさらなる科学的知見を得ることが期待できる。

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。

板井 啓明 ITAI, Takaaki

役職 准教授
 所属 地球惑星科学専攻
 着任日 2017年9月1日
 前任地 環境省国立水保病総合研究センター
 キーワード
 環境地球化学(とくにヒ素・水銀など)

Message

奈良県出身です。地球表層の微量元素循環における化学過程の役割に関して、精緻な理論体系の構築に貢献できるよう基礎研究を進めていきたいと考えています。よろしくお願ひ申し上げます。

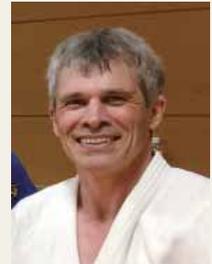


ウォリス サイモンリチャード WALLIS, Simon Richard

役職 教授
 所属 地球惑星科学専攻
 着任日 2017年10月1日
 前任地 名古屋大学
 キーワード
 地質学・収束プレート境界のテクトニクス

Message

山の下で何が起きているのか? 直接みることができない世界ですが、地表に上昇した岩石には様々なヒントが内在します。前回東京に居た時は金融機関に勤務していましたが、今回は地球科学を楽しみます!



橘 省吾 TACHIBANA, Shogo

役職 教授
 所属 宇宙惑星科学機構
 着任日 2017年10月1日
 前任地 北海道大学
 キーワード
 宇宙化学

Message

太陽系の惑星の多様性に惹かれ、太陽系の起源と進化に関する物質科学的研究をおこなっています。どうぞよろしくお願いいたします。



三尾 典克 MIO, Norikatsu

役職 教授
 所属 フォトンサイエンス研究機構
 着任日 2017年10月1日
 前任地 工学系研究科附属光量子科学研究センター
 キーワード
 レーザー応用研究, 重力波検出, レーザー加工

Message

20数年ぶりに理学系に戻りました。レーザーを利用した実験を中心に研究を進めてきました。基礎研究と応用研究、両方を大事にしていきたいと思っています。よろしくお願いいたします。



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
2017年9月4日付 (1名)			
論文	生科	井上 雄介	巨大な新規DNAトランスポゾン <i>Teratorn</i> の構造と転移活性 (※)
2017年9月15日付 (10名)			
論文	物理	大屋 瑤子	数 10 au スケールで見た若い低質量原始星天体の物理的・化学的構造 (※)
論文	物理	河智 史朗	マルチフェロイック物質 BiFeO ₃ の磁場誘起相の研究と電気磁気効果の応用
論文	物理	須田 祐介	スーパーカミオカンデにおける改良型事象再構成アルゴリズムを用いた陽子崩壊探索 (※)
論文	物理	陳 詩遠	LHC-ATLAS 実験における 1 レプトン終状態を用いたグルイーン探索 (※)
論文	物理	劉 若亞	時間分解光電子分光による WSe ₂ 表面のキャリアダイナミクス研究 (※)
論文	地惑	シェリフ 多田野サム	氷期氷床が大西洋子午面循環と気候に与える影響に関する研究 (※)
論文	化学	孫 欣森	界面を駆使した複数の配位性官能基を持つ機能性 π 共役ニッケル錯体ナノシートの構築 (※)
論文	化学	NGUYEN Vu Quang Thanh	有用有機化合物への二酸化炭素の取り込み (※)
論文	生科	新垣 陽子	緑藻ボルボックス系列を用いた多細胞化初期段階の進化生物学的研究 (※)
論文	生科	吉野 次郎	ショウジョウバエ幼虫における侵害受容感覚を担う神経回路の構造・機能的研究 (※)

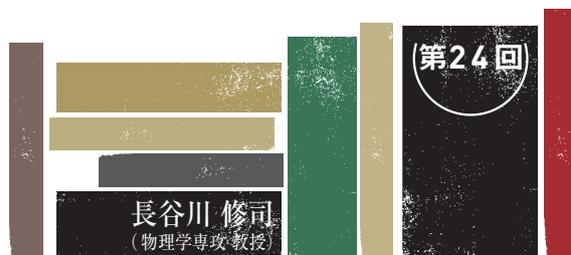
理学の本棚

「研究者として うまくやっていくには」

学部3年生ぐらいまでは勉強一筋なので、研究とはどんなものか正しくイメージできる学生が少ないのは当然かもしれない。難しい専門書や原書をたくさん読んで、難問の練習問題を解いて、専門知識をたくさん吸収することが大学院でやることだろうと考えている学生がいたとしても不思議ではない。

学部4年生の卒業研究あたりから研究に触れ、大学院で本格的な研究活動をするようになるが、研究と勉強の違いに戸惑いを感じる学生も少なくないようだ。

答えのわからない問題、答えがあるのかどうかさえわからない問題に挑むのが研究。なので、答えがあると最初から分かっている問題ばかりを解いてきた学生にとって、研究は不安との戦いになる。「この研究をやっていて本当に成果が出るのだろうか。そもそもこの研究に意味があるのだろうか。」壁にぶち当たると不安のどん底につき落とされることが多い。



拙著『研究者としてうまくやっていくには』では、学部学生、大学院生、博士研究員、助教、准教授、教授と、それぞれのライフステージで研究者としてもつべき心構えや処世訓を、自分の経験をもとに書き綴った。研究者としてうまくやっていくためには、出版社が勝手につけた大仰な副題だが、「組織の力を研究に活かす」がひとつの答えだと思う。指導教員、先輩、後輩、共同研究者、競争相手などとの議論やコミュニケーションが、研究には本質的に重要なのである。



長谷川修司著
「研究者としてうまくやっていくには」
講談社ブルーバックス (2015年)
ISBN 978-4-06-257951-3

人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2017.8.15	天文	客員准教授	PACKHAM CHRISTOPHER CHARLES	任期満了退職	
2017.8.24	生科	客員准教授	PARRISH JAY ZACHARY	採用	
2017.8.31	生科	特任助教	国田 勝行	退職	
2017.9.1	地惑	准教授	板井 啓明	採用	環境省国立水俣病総合研究センターから
2017.9.1	生科	特任助教	木股 直樹	採用	
2017.9.1	天文セ	特任助教	大澤 亮	採用	
2017.9.10	生科	特任助教	中根 崇智	退職	
2017.9.16	地惑	客員教授	KISLER LYNN MARIE	採用	
2017.9.16	物理	助教	木内 健司	採用	
2017.9.30	化学	助教	山添 誠司	退職	首都大学東京教授へ
2017.9.30	ビッグバン	助教	伊藤 洋介	退職	大阪市立大学准教授へ
2017.9.30	生科	特任助教	白崎 善隆	退職	
2017.9.30	生科	特任助教	星野 太佑	退職	
2017.9.30	原子核	特任助教	市川 隆敏	退職	
2017.10.1	地惑	教授	WALLIS SIMON RICHARD	採用	名古屋大学大学院環境学研究科教授から
2017.10.1	フォトン	教授	三尾 典克	採用	大学院工学系研究院特任教授から
2017.10.1	宇宙惑星	教授	橘 省吾	採用	北海道大学大学院理学研究科准教授から
2017.10.1	学生支援室	助教	藤原 祥子	配置換	学生相談所助教へ
2017.10.1	物理	助教	大屋 瑤子	採用	
2017.10.1	生科	特任助教	井上 雄介	採用	
2017.10.1	臨海	特任助教	岡西 政典	採用	
2017.10.1	ビッグバン	特任教授	関口 豊和	採用	



理学部化学本館にある化学図書室