

SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

The Rigakubu News

理学部ニュース

東京大学 01 月号 2019

特別記事

理学部ニュース発刊50周年を迎えて

専攻の魅力を語る
未来を拓く化学,未来に羽ばたく化学者

理学エッセイ
星の話

遠方見聞録

「短期」滞在を通じてパークレーを知る

理学の謎

光る植物はなぜ存在しないのか?

トピックス

物理学専攻の大小田結貴さんが、英BBC「ことしの女性100人」に選ばれました

学部生に伝える研究最前線

波が運ぶ宇宙プラズマのエネルギー



01 理学部 ニュース 月号 2019

化学本館2階の学生実験室にて、にこやかに実験を進める3年生。この部屋には、50人以上が一人一人専有の実験台で同時に演習を行える設備が整っている。



表紙・裏表紙 Photo Koji Okumura (Forward Stroke Inc)
撮影協力：亀山 理紗子 (化学科3年生)
駒形 俊樹 (化学科3年生)

1月号の表紙写真は化学科で行われている学生実験の一コマです。化学は他の自然科学分野と比較しても、自らの手を動かして実験をする機会の多い分野といえます。化学に関わる幅広い実験の基礎を身に付けるべく、月曜～木曜の午後に化学者の卵たちが腕を磨いています。ところで、本号は理学部ニュース創刊よりちょうど50周年にあたります。2018年度の理学部ニュースの表紙には、50周年を記念したロゴマークが描かれているのにお気づきでしたか？ロゴマークに配された10個の丸は、理学部を構成する10学科をそれぞれのイメージカラーで示しています。カラフルなロゴからイメージされるように理学部では各学科で多彩な教育・研究が行われています。理学部ニュースでは、今後も理学部のカラフルな活動を皆様にお届けできればと思います。次の50年もよろしくお祈りします！
後藤 佑樹 (化学専攻 准教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース

第50巻5号 ISSN 2187-3070

発行日：2019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

安東 正樹 (物理学専攻)
桂 法称 (物理学専攻)
後藤 佑樹 (化学専攻)
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。



東京大学 理学部ニュース

検索

目次

理学エッセイ 第38回

- 03 星の話
河野 孝太郎

学部生に伝える研究最前線

- 04 波が運ぶ宇宙プラズマのエネルギー
北村 成寿
星の終活：大質量星からのガス放出現象の詳細
水本 岬希
未来の科学を創る新規分光計測
井手口 拓郎

遠方見聞録 第28回

- 07 「短期」滞在を通じてパークレーを知る
濱崎 立資

専攻の魅力を語る 第5回

- 08 未来を拓く化学，未来に羽ばたく化学者
塩谷 光彦

理学の謎 第7回

- 12 光る植物はなぜ存在しないのか？
川北 篤

特別記事

理学部ニュース発刊50周年を迎えて

- 13 世界の先頭を走ろう！東大理学部
和田 昭允
理学部ニュースの50年と今後の50年
牧島 一夫
変えるもの変えないもの、大切なこと
横山 央明
歴史を刻み「新しい理学部をつくる」広報誌の意義
横山 広美

トピックス

- 18 物理学専攻 佐藤勝彦名誉教授が瑞宝重光章を受章
須藤 靖
物理学専攻の大小田結貴さんが、英BBC「ことしの女性100人」
に選ばれました
山本 智
物理学と人工知能を融合－知の物理学研究センター始動！
上田 正仁
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31回

- 20 「放射化学概論 第4版」
鳥居 寛之

お知らせ

- 20 向山光昭先生ご逝去に寄せて
小林 修
第30回理学系研究科・理学部技術部シンポジウムのお知らせ
技術部シンポジウム実行委員会
博士学位取得者一覧／人事異動報告

Essay

星の話

河野 孝太郎 (天文学教育研究センター教授)

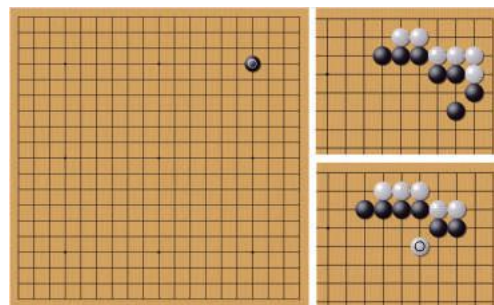


「星」といっても、自己重力と圧力勾配が釣り合った力学平衡状態にあって水素の核融合反応により高温状態を長時間にわたり維持して自ら輝く天体の話ではない。少々脱線して、今回は囲碁に登場する星の話からはじめてみたい。

碁盤には、九つの星が輝いている。その1箇所には黒石を打った状態を図(左)に示す。囲碁は、誤解を恐れずに単純化して言えば、黒と白とに別れた陣取り合戦であり、いかに効率よく、19路×19路の盤面上を占めていくかが問われる。星に打つことは、その方面における領有権を足早に主張するものであり、スピードを重視する現代的な布石法に欠かせない。いっぽう、星には、その内側に容易に潜り込まれ得るという弱点がある。その例を図(右上)に示す。この結果はどう判断されるであろうか。白は右上隅に幾ばくかの陣地を確保するいっぽう、黒は、(現時点で確定した陣地はなきに等しいが)外側に向かって豊かな発展性を得た。したがって、とくに序盤の段階で、星に対してすぐ内側に潜り込み、わずかな実利を確保して満足するような打ち方をしてはならない。・・・これが、私が囲碁を学んだ10年前、いや、ほんの数年前までの常識であった。囲碁AI、とくにアルファ碁の登場は、これを衝撃的な形で覆した。アルファ碁の実戦で登場した形を図(右下)に示す。星に対して白がただちに内側に入り、実利を占めたかと思えば、○で示される着手により、今度は外側の黒の一团に襲いかかるという、超攻撃的な打ちまわしが、序盤に登場するようになったのである。

こうした囲碁AI研究の驚くべき成果は2016年・2017年に相次いでNature誌に論文として発表されており(1)(2)、実際に目を通して見た方もいらっしゃるであろう(私は解説書(3)のお世話になったが)。画像認識でお馴染みの畳み込みニューラルネットワーク(CNN)が、碁石の配置の特徴検出に使われているが、アルファ碁では(最初の階層を除き)わずか3×3という狭い範囲のフィルターを用いた畳み込みを13回くりかえすことで、盤面を広く見渡した大局的な特徴検出・評価も行っている。局所から大局まで

図：(左)星に着手した例。(右上)従来の常識的な進行例。(右下)囲碁AIアルファ碁による新しい発想。



見渡す人間の視点に通じるところが感じられ、面白い。この畳み込みを行うレイヤーのフィルターの取り方などを、天文学において、銀河の形態分類を行うCNNの論文(たとえば(4))と比較してみると、そっくりと言ってよいレベルで似ていることにも驚かされる。いや、どちらも原理的には画像認識なので、似ているのは当然なのではあるが、こうした考え方が、片や盤上に煌めく星たち(碁石)に、片や遙か彼方に輝く星たち(銀河)に、それぞれ適用できるとは、なんと面白いことか。

アルファ碁の研究成果は、過去何世紀にもわたって数多くの天才たちが築き上げてきた「定石」を覆す新しい考え方をもち、常識の奥に、実はさらに広大な新世界が存在することを示してみせた。こうした革命が、天文学においても起こる可能性はあるのだろうか。深層学習の天文学への応用に関する論文数はここ数年で激増しており、そのテーマも、面輝度の低い銀河における潮汐構造の検出、電波画像の形態分類、測光赤方偏移の推定、変光星、超新星、重力レンズ探査、X線銀河団の質量、さらには宇宙再電離まで、急拡大の一途である。いっぽうで、これは単に私の不勉強かとも思うが、時間さえかければ人間がやっても同じ結果になる解析を、とにかく膨大なデータに対して効率的に行う、という内容のものが多いと感じている。アルファ碁の成果を多角的に享受しつつ、この新たな研究の潮流に、ALMA望遠鏡経由でどう殴り込もうか、こっそり思案していることはまだ内緒である。

参考文献

- (1) David, S. et al., Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, *Nature*, 529, 484 (2016)
- (2) David, S. et al., Mastering the Game of Go without Human Knowledge, *Nature*, 550, 354 (2017)
- (3) 大槻知史「最強囲碁AIアルファ碁解体新書・増補改訂版アルファ碁ゼロ対応」翔泳社(2018)
- (4) Dicleman, S. et al., Rotation-invariant convolutional neural networks for galaxy morphology prediction, *MNRAS*, 450, 1441 (2015)

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

波が運ぶ宇宙プラズマのエネルギー

広大な宇宙空間は希薄なプラズマ（イオンと電子）で満たされている。

その希薄さゆえにそれらの粒子は衝突することはほとんどない。

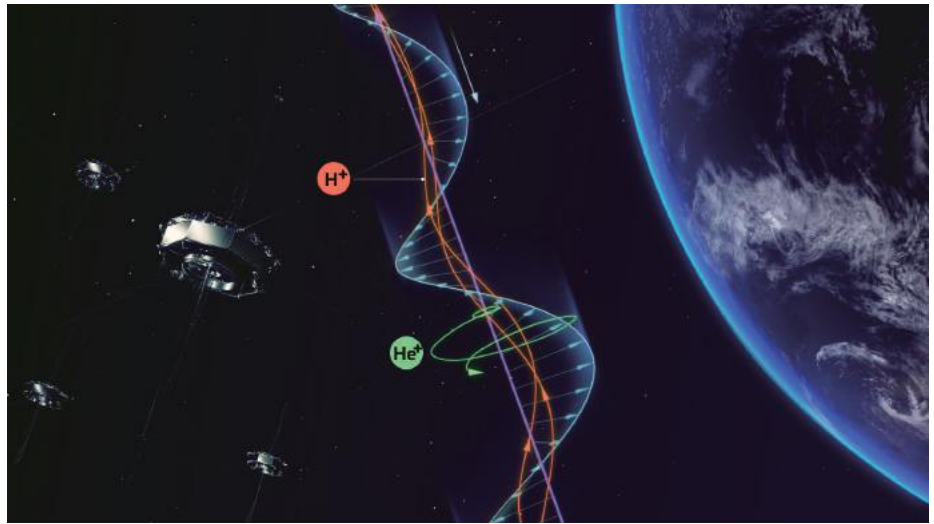
しかし、多くの粒子は集団としてふるまい、電磁場の波を生み出し、

その波がこんどは粒子の運動に影響を与える。粒子は触れ合うことなくエネルギーを伝え、

時にはひじょうに高いエネルギーをもつ粒子を生み出すこともある。

しかし、このような波を介した粒子間でのエネルギーの受け渡しは

理論的には50年以上研究されてきているが、直接観測はまだ実現されていなかった。



図：波（電磁イオンサイクロトロン波）とイオンの相互作用を計測するMMS衛星のイメージ

宇宙空間はプラズマで満たされているため、プラズマのふるまいを理解することが宇宙空間の理解の基礎となる。プラズマを構成する正の電荷をもったイオンは磁場の影響で旋回運動をし、旋回周期はイオンの質量が同じであれば磁場の強さで決まる。さまざまな種類のイオンは、通常は多数のイオンの粒子がバラバラの回転のタイミングで存在し、全体としては回転の軌道に沿ってほぼ均等になっている。しかし、これが不均一になり、電磁場の波を生成したり、波によって加速されたりと波とエネルギーをやり取りできる特徴的なふるまいをすることがある。これを観測で直接とらえてエネルギーの流れを証明することが、理論の正しさ、不十分さを理解するうえで次の重要なステップであった。しかし、そのためには波の周期（今回は約15秒）より十分短い時間で観測が行える粒子計測器が求められていた。2015年にNASAによって打ち上げられたMagnetospheric Multiscale (MMS) 衛星編隊にはこの条件を十分に満たせるデュアルイオンエネルギー分析器（0.15秒ごとに計測可能）が搭載された。この衛

星は国際協力のもとに実現されたもので、デュアルイオンエネルギー分析器は、日本で製作されたものだ。4衛星にそれぞれ4台ずつ、合計16台をフルに活用し、波動粒子相互作用解析手法^{注)}によって波と一緒に変動するイオンの不均一をはっきりととらえ、水素イオンが波に、その波からヘリウムイオンへとエネルギーが渡っているシグナルの観測に成功した。このような波を介した粒子同士のエネルギーのやりとりは理論的には予想されていたが、観測でそのエネルギー輸送量が計測できたのは世界で初めてだ。

波を介したエネルギー交換や粒子加速は、たとえば、人工衛星に影響を与えるような高エネルギー電子の生成や、大気の超高層部分を加熱して酸素などの重いイオンを惑星から流出させる際にも重要な役割を果たしていると考えられ、他のさまざまな種類の波動や粒子の組み合わせのエネルギー交換の観測や現象の理解に向け、応用が可能となるように発展させていきたい。

本研究は、N. Kitamura *et al.*, *Science*, 361, 1000 (2018) に掲載された。

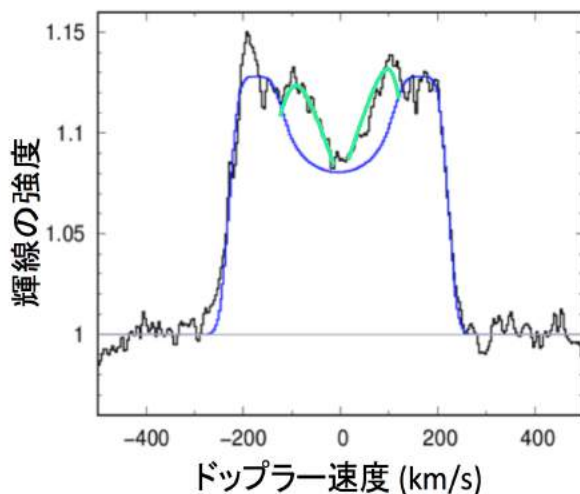
(2018年9月11日プレスリリース)

注) 荷電粒子と波の詳細比較をし、エネルギーのやりとりを定量的に解析する手法。日本のあらせ衛星での電子と波の相互作用の研究に向け、日本がリードして手法確立や実証を行ってきており、今回は、より低周波数で、MMS衛星で可能な範囲となったイオンと波との相互作用に適用した。

CASE 2

星の終活…大質量星からのガス放出現象の詳細

星はどのようにその一生を終えるのだろうか。
年老いた大質量星は、星内部の核融合反応による圧力によって、
ガスを宇宙空間にばらまきながら次第に痩せ細る。そして、最期は超新星爆発とともに華々しく散る。
今回われわれは、「終活」を始めたばかりの大質量星の様子を詳細に観測し、
ガス放出に伴う衝撃波の詳細を初めて解き明かすことに成功した。



読者の多くは、超新星爆発、あるいはブラックホールという言葉をご存知のことがあるだろう。簡単に言えば、太陽の数十倍の質量をもつような大質量星は、最終的に自らの重力を支えきれなくなって重力崩壊と超新星爆発を起こし、ブラックホールに姿を変え、その生涯を終える。だが、大質量星が安定した状態から超新星爆発を起こすようになる前までの経路、言うなれば星の「終活」、はこれほど単純ではなく、実にさまざまな段階を経る。そのうちのひとつ、大質量星が死ぬ準備を始めた時の姿が「高光度青色変光星」であり、本記事のメインピックである。

星の成長が進み星内部の核融合反応が強くなり始めると、まず星表面のガスがその圧力によって宇宙空間に放出されるようになり、星は痩せ細り始める。この段階の星を「高光度青色変光星」と呼び、星の表面からガスが大量に吹き飛んでいる様子が観測される。そのガス放出の程度は凄まじく、たった1万年で太陽の質量と同じだけの質量を失うほどである。なお、大質量星の典型的な寿命はおおよそ1000万年であり、これと比較すると1万年というのはまさにあっという間である。

今回われわれのグループは、地球からもっとも近くにある高光度青色変光星である「はくちょう座P星」の観測を行った。この天体は1600年に急激に明るくなったことで発見され、その後の詳細観測によってその時に大規模な爆発現象を起こしたことが、また現在に至るまでガス放出が続いていることが知られている。

この天体の0.91–1.36 μm (マイクロメートル)の近赤外線波長域の観測データを解析する中で、われわれは1.26 μm で観測される一回電離した鉄イオンの輝線に着目した。この輝線は、放出されるガスがつくる衝撃波によって生み出されていることが知られている。当初、この輝線は上述した1600年の爆発現象によって作られているのだろうと考えられていた。しかし、よく調べてみるとこの爆発現象だけでは観測されている鉄輝線の様子が全く説明つかないことが分かった。図は、鉄イオン輝線の速度プロファイルと言われるものである。横軸に輝線のドップラー速度、縦軸に輝線の強度を示している。光のドップラー効果によって、ガスが観測者から遠ざかるように動いていると発せられる光は赤くなり、反対に近づくように動いていると青くなる。よって、波長のずれを調べることでガスがどのような速度で動いているかが分かる。この速度プロファイルに、衝撃波から予想されるモデル線を重ねてみると、既知の爆発現象から放射される輝線は図中緑色で示したほんのわずかの要素しかなく、残りの大部分は別の場所から発せられていることがわかった。さらなる研究の結果、この残りの成分は星のごく近くから放射されていることが明らかになった。このような星のごく近くの衝撃波の存在は、これまで理論的には予測されていたが、今回の結果によって観測的に初めて存在が確認された。この結果によって、星の「終活」の様子がさらに詳しく調べられるようになった。

最後に、この研究にまつわる裏話をひとつ紹介したい。実はこの研究結果を記した論文は、学術誌に掲載を一度却下されている。この天体は天文学者で知らない人はいないほどの「超」有名天体であり、この星がどのようにガスを放出してどのような衝撃波をつくっているかなど、すでに知られ尽くしている、そんな天体で新たな衝撃波が見つかるはずなどないのだから解析が間違っているのだろう、という訳である。このような思い込みは往々にして人の目を曇らせる。掲載却下にめげずにさらなる証拠固めをした結果、無事に学術誌に掲載が認められたのであった。信念の勝利である。

本研究は、M. Mizumoto *et al.*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 431, 793 (2018) に掲載された。

(2018年9月12日プレスリリース)

図：鉄イオンの速度プロファイル。横軸はガスの運動速度で、観測者から遠ざかる方向を正の値としている。既知の爆発現象がつくる成分は緑色で示したごく一部分に過ぎず、青色で示した大部分の放射は、今回新たに見つかった星のごく近くの衝撃波によって作られている。

CASE 3

未来の科学を創る新規分光計測

新しい計測法はそれまで観測が困難であった現象の計測を可能とし、新しい科学に取り組む機会を私たちに与えてくれる。
新しい計測法が新しい科学を生み出してきたことは歴史が証明してきた事実であり、これは実験による実証に立脚する自然科学において本質的である。
物理学の知識と経験を駆使すれば、
未来の科学を支える新しい計測手法を開拓することができる。



私たちの身の回りは分子であふれている。たとえば、空気は窒素や酸素、二酸化炭素などの気体分子で構成されており、私たちの身体を構成する細胞の中にはさまざまな種類の生体分子がひしめき合っている。つまり、身の回りの自然を科学するにあたり、分子を計測することは本質的な重要性を持つ。光を分子に当てると分子の振動を誘発し、光が吸収される。各分子は固有の周期で振動するため、広い波長領域にわたる吸収スペクトル^{注)}を計測すればその種類を同定できる。分子がそれぞれ異なる分子振動スペクトルを持つことを人間の持つ指紋になぞらえて分子指紋ともよぶ。

光で分子振動スペクトルを計測する手法を分子分光法と呼び、標準的な手法としてフーリエ変換分光法が広く利用されている。この手法では計測試料に含まれる分子による吸収を受けた光を、干渉を用いた手法によって周波数分解（波長分解）してスペクトルを計測する。光の干渉を用いて周波数分解をするには、時間と周波数の間にあるフーリエ変換の関係を利用する。具体的には図左のような二つのアームを持つマイケルソン干渉計に光を導入し、いっぽうのアームの鏡を一定速度で平行移動させて得られる光の干渉時間波形をフーリエ変換することで周波数分解された光のスペクトルを得る。

広い分子振動スペクトルを簡便に得ることができるこの手法は過去50年にわたり使われ続けてきたが、その計測速度は鏡の機械的な移動速度で制限されており、1秒間にせいぜい10回計測するのが限界であった。物理学の先端技術の知見を利用して、この計測速度の限界を突破し高速化することはできるだろうか？

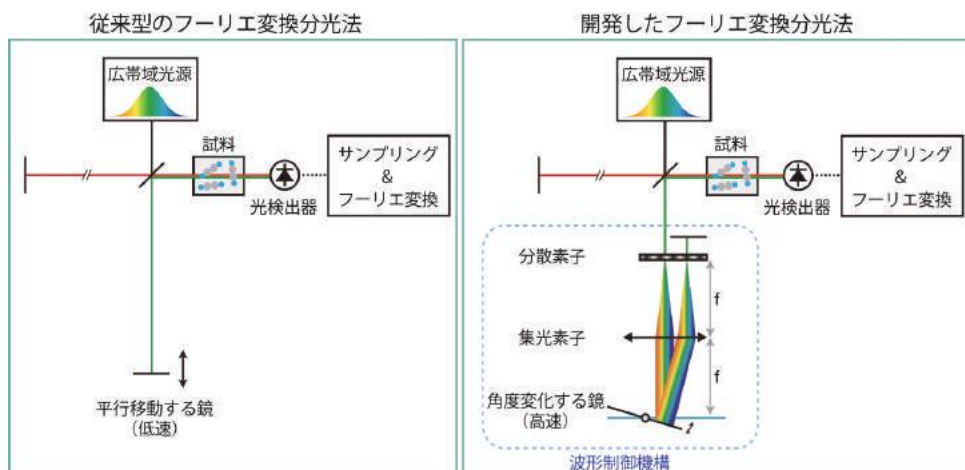
ここで視点を変えて、少し分野の異なる超短パルスレーザーを用いた先端光技術に目を向けてみよう。この分野で良く知られている技術として、光の波形を自在に制御するパルス波形制御とよばれる技術がある。われわれは、一見関係のなさそうに思えるこの波形制御技術とフーリエ変換分光法との間に親和性を見出し、上記の計測速度の限界を突破する新手法を開発した。具体的には、図右に示すように、鏡を平行移動する部分を波形制御の光学系に置き換え、そこに高速に角度変化する鏡を導入することで干渉波形の取得レートを高めることに成功した。このわずかな工夫により、計測速度は1000倍向上し、1秒間に1万回計測することが可能となった。

本研究のように最先端技術の知見をもって従来の計測法を再考すると、劇的な性能向上を達成できることがある。最先端技術と計測法の背景にあ

る物理を深く理解し、考えを巡らせることで洞察が生まれ、このような結果が得られる。こうして開発された高性能計測法はこれまでに観測されたことのない現象の計測を可能とし、新しい科学に挑戦するきっかけを与えてくれるであろう。

本研究は、K. Hashimoto *et al.*, *Nature Communications*, **9**, 4448 (2018) に掲載された。
(2018年10月25日プレスリリース)

図：(左) 従来型のフーリエ変換分光法 (右) 開発したフーリエ変換分光法



注) スペクトルとは光の波長分布のこと

Profile

2015年3月	東京大学理学部物理学科 卒業
2017年3月	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
2015年～	フォトンサイエンス・リーディング 大学院コース生
2017年～	日本学術振興会特別研究員 DC1

「短期」滞在を通じてバークレーを知る

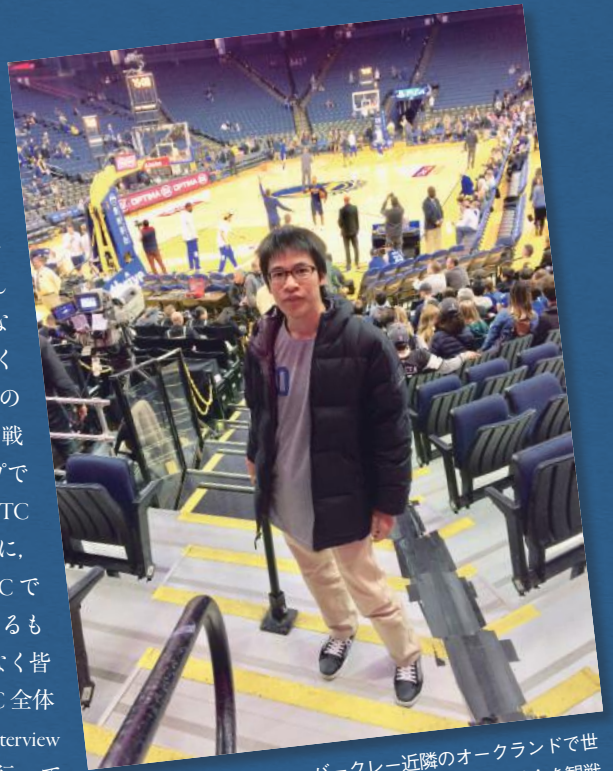
三ヶ月というのは不思議な期間だ。およそ一年前の2018年1月から3月まで、私はカリフォルニア大学バークレー校 (Univ. California, Berkeley: UCB) に滞在していた。リーディング大学院 ALPS の海外派遣プログラムによる、物性理論センター (Condensed Matter Theory Center: CMTC) のエフド・アルトマン (Ehud Altman) 教授との共同研究のためである。数ヶ月も海外に滞在するのは初めてのことだったが、いっばうで春を迎えるとすぐ帰国となってしまった。三ヶ月は長くもあり短くもあり、実際に準備の段階から現地での生活に至るまでそのことを意識せざるを得なかった。

まず、準備の時点では戸惑うことが多かった。たとえば今回の渡米は研究目的であったため、手続きの面倒な J1 ビザを取得する必要があった。仮に観光目的だったならば三ヶ月間までビザなしで渡航できるので、なんとなく損をした気分になったものだ。また、住居に関しても、ホテルを使い続けるには高額だし、通常の物件や大学の学生寮は半年以上の契約が多く、三ヶ月だけの滞在の適切な住居探しに苦労した。最終的には民泊仲介サービスを利用して宿

をとった。割高ではあったが、後述のように隣人に恵まれ快適に過ごせた。

次に、主目的である現地での研究については、アルトマン教授と数人のポスドクとともに、量子多体系の制御に関する研究に取り組んだ。三ヶ月で完成させるのはなかなか難しかったため、帰国後も議論が続くような土台をつくることを一つの目標として研究を進めた。この作戦はうまく軌道に乗り、今もスカイプで議論が続いている。いっばう、CMTC の雰囲気や研究スタイルを学ぶのに、三ヶ月は十分な長さだった。CMTC では (准) 教授ごとにグループはあるものの、実際にはほとんどその隔てなく皆が活発に議論しているなど、CMTC 全体での結束が強い。学会発表や job interview の練習も CMTC 全体で積極的に行っており、衝撃を受けた。

そして日々の生活、三ヶ月という限られた時間の使い方がもっとも変わってくるのはここにおいてであろう。私は比較的マイペースに過ごしてはいたものの、人との交流の機会は大切にしようと心がけた。隣の部屋に住んでいた日本人と仲良くなり、彼のおかげで多くの UCB 日本人関係者 (私のようなビジターから、ポスドク、企業関係者、学部生まで) と知り合った。各々が UCB にたどり着いた経緯などを聞くことができ、勉強になった。また、彼が帰国したあと入居した中国人家族には中華料理を振る舞ってもら



バークレー近隣のオークランドで世界一強いバスケットチームの試合を観戦



バークレーのシンボル、セイザータワー

い、お互いの文化を紹介しあった。ずっとハウスメイトながら最初はほとんど話さなかったフランス人ポスドクとも最終的にひじょうに仲良くなり、一緒にパイを作ったりチェスをしたりもした。こうした三ヶ月はとても楽しく、彼らのおかげで海外滞りへの抵抗もすっかりなくなったと思う。

三ヶ月という海外滞りの利点は、常に新鮮な心持ちで多くのことを経験できることだ。生活および研究の刺激を堪能するには十分な長さであり、このような有意義な機会をくださった ALPS 関係者の方々には感謝しきれない。いっばう、ようやく慣れてきたところで帰国したのはやはりさみしく、その期間の短さを痛感する。もうすでにバークレーを懐かしく、再訪したいと感じている。

未来を拓く化学, 未来に羽ばたく化学者

はじめに

メンデレーエフが考案した「元素周期表」は、物質の理解、ひいては世界を読み解く鍵となった。わが国の化学が発祥したのは、それと同じ頃であった。周期表の誕生は、新しい化合物や反応の発見や設計を可能にし、化学の発展を著しく加速させた。それから約150年経った現在、周期表は著しく進化し、化学のフロンティアは急速な広がりを見せている。このような中で化学教室は、分野にとらわれず、自然のしくみを分子レベルで解明する探究心や、新しい物質を創り出す力を養うことを重視し、国際的な場で活躍できる人材の育成に力を入れている。

化学教室の歴史と組織

日本で最初の化学の研究所は、徳川幕府が1861年(文久2年)に神田小川町に創設した「蕃書調所精練方」である。この研究所は改組と名称変更を経て、1877年には東京帝国大学理学部化学科となり、この創立の年に早くも卒業生3名を出した。以来、化学教室はわが国の化学発祥の地とし、学界、産業界、教育界を先導する人材と、世界に突出した研究成果を生み出し続けてきた。2011年には化学教室発祥150周年記念式典が開催され、化学の学問や社会への貢献が再認識され、化学の将来をともに考える良い機会となった。

1916年(大正5年)に完成した化学東館は、本郷キャンパスの最古の建物である。震災や戦災に耐え、いまなお当時の面影を残している。1983年3月には、化学西館は全館が研究室になっている。両者に挟まれた化学本館(1962年完成)には、講堂・講義室・実験室・学生控室・図書室などが完備されている。



図1. 化学東館

化学専攻の組織

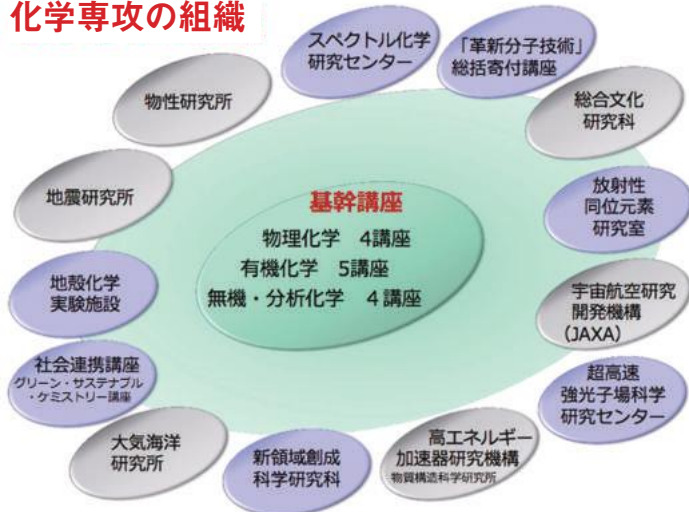


図2. 化学専攻の組織図と化学科・化学専攻の教員

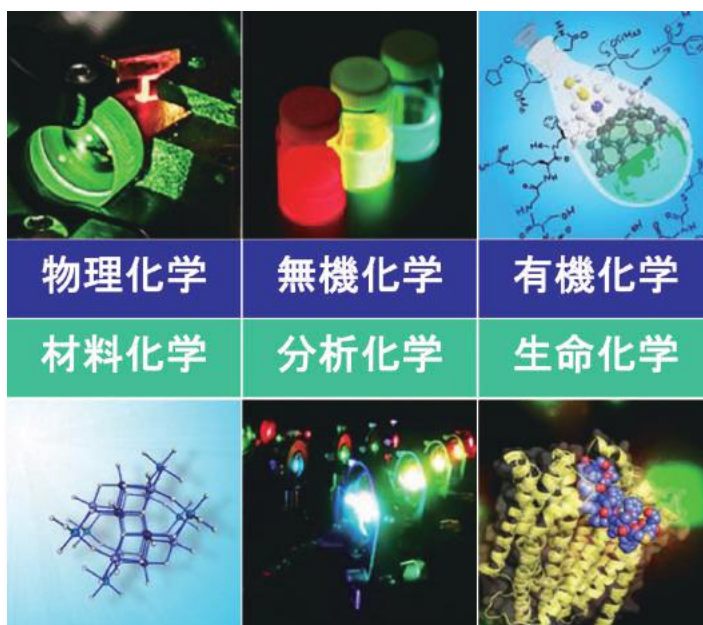
現在の化学科は、物理化学、有機化学、無機・分析化学の三つの基幹講座をもつ。化学科は、さまざまな専門分野の教員を擁し、理学部の広範な自然科学の研究・教育の一翼を担っている。また、大学院の教育・研究は、さらに他の研究科、研究所、施設の研究室との連携により強力に支えられ、学生には多くの進路が用意されている。

科学の未来を拓く基礎化学： 理論・実験・計測

現代の化学は、有用な新物質の創成を目指す合成化学、物質変換からエネルギーや地球規模の環境問題にまで取り組む触媒化学、分子の構造やダイナミクスを最先端の技術と解析方法で解明する物理化学や分析化学はもちろんのこと、異分野と融

合して、宇宙の遙か彼方に存在する分子を電波望遠鏡で観測する宇宙化学から、最新のレーザー光計測により生きた細胞を調べる生命化学まで広く拡大しつつある。化学が *Central Science* とよばれる所以である。

化学教室では、自然界のさまざまな現象を、分子の概念に基づいて、理論、実験、計測を駆使して理解し、多様な「知」を結集して新しい化学物質を創成することを目指している。以下に、現在の化学専攻で行われている研究の分野についてまとめる。



物理化学：

単分子の構造・ダイナミクスや、さまざまな原子・分子が集まることによって生まれる物性について、その発現のメカニズムを分子レベルで解明するのが物理化学である。化学専攻では、理論・実験・計測をもとにした幅広い研究により、未知の物性の発現に挑戦している。

材料化学：

化学技術に基づく材料開発は、次世代社会基盤を支えるイノベーションや新しいテクノロジーの創出につながる。原子・分子レベルから新化合物を設計・合成し、その電気物性、磁気物性、光学特性、触媒作用などを明らかにしている。原子・分子レベルで制御して組み上げた物質は、新たな「相」や「表面・界面」を形成することを見いだしている。

無機化学：

無機化学は、周期表の約8割を占める金属元素を研究対象とする。固体化学、錯体化学、有機金属化学、表面化学、生物無機化学、触媒化学、超分子化学、ポリマー化学、放射化学などが含まれる。化学専攻では、金属錯体を基にした自己組織化構造体の構築や、優れた電気・磁気特性をもつ酸化物・シアン化物・ハロゲン化物材料の創出、金属クラスターを用いた触媒反応の開発や反応機構解明などを通して、新たな機能性分子・固体・材料を創製している。

分析化学：

最先端の分析化学は、地球・惑星、細胞・生物から、天然物や化合物まで、あらゆるものを研究対象とする。化学専攻では、目的物の高速分離や時空間分子動態解析などの手法開発と応用を通じて、分析試料の特性を明らかにし、自然のしくみの理解や新たなテクノロジーの構築に挑戦している。

有機化学：

有機化学は、医薬品、材料、エネルギーなどのさまざまな科学と結びつき、人類社会の福祉に大きな影響を与えている。化学専攻では、有機化学を基盤とした、有機合成化学、有機金属化学、触媒化学、物理有機化学、分析有機化学、生物有機化学、医薬品開発、材料科学、有機太陽電池開発において、最先端かつ独創的な世界レベルの研究を展開している。

生命化学：

生物のシステムを理解する基礎研究から、医療を通して社会に還元する応用研究まで、従来の「化学」や「生物」の分野概念にとらわれない新しいアプローチが行われている。



化学専攻教員一覧はQRコードからご覧いただけます。

基礎講義／最先端講義と 学生支援プログラム

化学専攻は、世界最先端の化学研究拠点として、また社会と深く関わりをもつ教育研究機関として発展し続けている。学生に対しては、最先端研究を自ら拓き、その成果を国際的に発信する能力を身に付けさせる、という基本方針が貫かれている。

1. 修士課程から博士課程まで一貫した系統的講義

2002年より修士課程の講義を基礎講義とアラカルト講義に分離した。基礎講義である物理化学基礎、有機化学基礎、無機分析化学基礎の3教科の受講をすべての学生に強く推奨し、さらに学生が興味に応じて、より高度な専門知識と概念を学ぶことができるアラカルト講義を設けている。このカリキュラムにより、化学に関する幅広い基礎知識と特定分野に関する深い専門知識を習得できる。

2. 理学系研究科の他専攻および他研究科と連携した幅広い講義

理学系研究科の共通講義として、先端科学技術特論（産業界から非常勤講師が、先端科学技術の実践の場と理学との関わりを講義する）、および理学クラスター講義（既存の学問分野を超えた学際的なフロンティア創造のきっかけを提供する）を開講している。また、半導体、触媒、バイオテクノロジー、高分子科学などに関する共通講義を設け、異分野に触れ、化学技術の応用分野を俯瞰する機会を提供している。

3. 国際的な大学院教育プログラム

2011年より複数研究科で共同実施している博士課程教育リーディングプログラム、2015年より国際卓



越大学院パイロット事業として理学系研究科が運営している Global Science Graduate Course (GSGC) や、2018年より新たに開始した2件の国際卓越大学院プログラムでは、最優秀層の大学院学生に対して、幅広い基礎的な学力と深い専門性を涵養する特別カリキュラムを提供している。すでに、フォトンサイエンス・リーディング大学院 (ALPS) および統合物質科学リーダー養成プログラム (MERIT) のコース生 (2011～2018年度91名) は、産業界を含むさまざまなセクターの次世代リーダーを目指して研鑽を積んでいる。また、在籍中のGSGCコース生12名、および2018年秋に新たに開始したフォトンサイエンス国際卓越大学院プログラム (XPS) の第一期生として採択された修士課程学生9名も、博士課程に継続する研究活動を開始している。コース生は全員、異分野の副指導教員と定期的に面談し、直接指導を受けることができる。

第一線で活躍する研究者との 交流促進

化学教室は、学生や若手研究者が流研究者と交流する場を積極的に設けている。

1. 化学教室「雑誌会」

1890年(明治23年)、教職員と学生によって、主として外国雑誌に掲載された化学分野の論文の輪講や、その内容を紹介する会合として「雑誌会」がスタートした。われわれは、この「雑誌会」の良き伝統を堅持するとともに、化学教室の在学生・卒業生、教職員、名誉教授および在職経験者が連携し、国際的に活躍できる若手人材の育成事業を継続的に推進するために、「東京大学大学院理学系研究科・理学部化学教室雑誌会」を2007年3月15日に設立した。今日では、ノーベル賞受賞者から新進気鋭の若手研究者、企業の第一線研究者まで、国内外の一流研究者が絶えず化学専攻を訪問し、すでに1765回の雑誌会が開催されている。学生は、雑誌会レクチャーシップなどで来学する国内外の著名研究者とも、懇談会を通じて、直接議論する機会をもつことができる。

さらに、毎年12月に雑誌会主催で、学生とポスドクを対象にした「先端企業R&D説明会」が開催され、最先端企業の研究者と学生が懇談する機会が設けられている。

化学専攻



図3. 安田講堂で開催された2016年ノーベル化学賞講演会。講演者は、ジャンピエール ソバージュ (Jean-Pierre Sauvage) 教授 (上) とフレイザーストッドार्ट (J. Frazer Stoddart) 教授 (下)。それぞれ、2017年3月、2018年3月に講演。2019年3月には、同様に2016年に受賞したバーナードフェリンガ (Bernard L. Feringa) 教授の講演を予定している。

2. 英語による学生主催のシンポジウム

化学教室では、学生主催の ZESTY (= Zasshi-kai Exchange Seminar for Top Young Scientists for International Network in Chemistry) が年1回開催されている。異なる複数の研究室に属する外国人と日本人が英語で議論し、研究交流が行われている。

上記の施策により、化学専攻の学生は国内外の一流研究者による関連領域の最新の研究動向を容易に知ることができ、共同研究や人的交流の場が与えられている。また、異なる研究背景をもつ学生と交流できるため、化学研究を広く俯瞰し、異分野の研究者とのコミュニケーション能力を養うことができる。



講義の英語化のインパクト

化学専攻の大学院学生は、在学中も社会に出ても、海外の研究者と交流し、連携あるいは競合しながらグローバルに活動する機会はますます増えるであろう。実際、化学教室では、教授、助教、ポスドクまたは留学生の立場の外国人の数が年々増加しており、英語を使う機会が多い（留学生は3年間で約2倍の67名に増えた）。GSGCの開始に伴い、2014年度より雇用されているGSC専任の外国人教員のほかに、GSGC専任教授の制度が開始され、理学系研究科が年に8名程度招聘する著名な外国人教員が、セミナーや講義、学生指導を行っている。さらに、2018年7月からはカナダ出身の Robert Campbell 教授が生体分子化学研究室を主宰している。これらの取組みは、学生が外国人教員と接触できる機会をさらに増やしている。

化学専攻は、グローバルに活躍できる人材育成を見据えて、10数年前から講義の英語化の準備を進めてきた。2002年からは、博士課程1年生のために「Academic English for Chemistry」を、2008年には修士課程1年生のために「Basic Academic English for Chemistry」を開講し、ネイティブスピーカーの講師を招いて大学院生の英語能力の向上に努めてきた。

現在、本郷での学部および大学院講義は、ほぼすべて英語で行われている。これは、将来グローバルに活躍してほしい、という教員一同から学生への強い願いの表れである。幸い、化学には化学式という世界共通語があるので、重要なことは伝わりやすい。これも周期表のおかげである。

おわりに

元素の周期表は、化学をはじめとする幅広い自然科学の発展に大きな役割を果たしてきた。2019年は、国際周期表年 (IYPT2019 = International Year of the Periodic Table of Elements) である。メンデレーエフによる元素の周期律発見150周年を迎え、1月末のパリでの開会式を皮切りに、周期表の発見と自然科学の発展を称えるための各種イベントが行われる運びとなった。化学者が元素の周期表の美しさと魅力を世界に伝える絶好の機会ともいえる。化学教室もこの機会に、最先端の研究成果を示すことにより、未来を拓く化学の面白さと重要性を世界に強力に発信し、未来に羽ばたく化学者の後押しをしたい。

光る植物はなぜ存在しないのか？

川北 篤
(植物園教授)

生物による発光は、動物と菌類（キノコ）ではさまざまな分類群で知られているが、植物では見つかっていない。もし、植物が光る能力を備えていたら、夜の森にはきっと光る花が咲いたと思う。花は光ることで蜜の存在を知らせ、そのような花を訪れるスズメガに花粉が運ばれたかもしれない。なぜ、植物には光るものが存在しないのだろうか。私が考えるほど、植物には光るメリットがないのだろうか。あるいは植物には、光る仕組みをもつことができない特別な理由があるのだろうか。

クチナシやテッポウユリ、あるいはジャスミンのように、夜に咲き、ガに花粉が運ばれる花は、ほとんどが白い花をつける。これは月明かりのもとで白い花がよく目立つためだ。花に芳香があるのも、夜の森でガに花の位置を知らせる重要な役割がある。もしこれらの花が発光していれば、そのような花はより目立ち、より昆虫に見つけられやすくなる、と考えるのは不自然ではないだろう。また、オシロイバナなどいくつかの植物では、花弁が蛍光を発することが知られている。蛍光は、短波長の光（紫外光など）で励起された物質がもとの状態に戻る際に光を発するもので、暗闇でも生物自らが光る発光とは異なる。しかし、夕方や曇りの日に蛍光色の服が目立つように、夕闇に咲くオシロイバナの花は遠目からでも浮き上がるように際立って見える。蛍光と違い、発光にはエネルギーが必要なので、それに見合うだけのメリットがあるかを検証しなければならないが、目立つことを競うように咲く自然界の花を見ていると、「光れるものなら光りたい」という植物の声が聞こえそうな気がしてくる。

いっぽうで、植物には光る仕組みを発達させられない理由があるのだろうか。これには発光に関わる物質やタンパク質についての分子レベル、遺伝子レベルの研究が必要だろう。しかし、一部の魚やイカのように、自ら光る仕組みをもたなくても、発光バクテリアを共生させて光る動物は多い。植物が、窒素固定細菌や養分の吸収を担う菌類を根や葉に共生させているのは普通だから、発

光する細菌や菌類を共生させることも不可能ではなかっただろう。シイ林が発達する暖温帯の森で、夜に明かりを消して真っ暗闇に目を慣らすと、ところどころで落ち葉や枯れ枝が光っているのを見ることがある（図）。これは、植物を分解する腐朽菌の菌糸の発光によるものだが、これが生きた植物の中で起これば植物も光るのに、といつも考えてしまう。

私たちの研究室では、花の色や形や匂い、葉の形などの多様性に着目した研究を進めており、植物と昆虫の新しい共生や、葉の新しい防御機構などをこれまで見つけてきた。ありふれた植物の、目で見て分かるレベルの現象にも、見過ごされているものがまだまだたくさんあり、こうした未知の生態を解明していくことで、私たちが見ている植物の世界を広げていくことを目指している。光る植物を見つけるのは夢物語かもしれないが、植物が光っていてもおかしくないと思えば見つからない。まずは夜の森を、明かりを消して歩くことから始めたいと思う。

図：林床に落ちた枯れ枝が、発光する腐朽菌に分解されると、図のように光る。子実体（キノコ）以外の菌糸が発光する菌類としてはナラタケ属が代表的（本図の菌は未同定）。本州から沖縄にかけての暖温帯の森で、雨上がりなどに普通に見られるので、機会があればぜひ見て欲しい。微弱な光だが、目が慣れてくると林床が星空のように見えてくる。与那国島にて。高感度で30秒間露光。

50th

理学部ニュース発刊 50 周年を迎えて

今から 50 年前の 1969 年 1 月、東京大学理学部の広報誌は「理学部弘報」の名で創刊された。その後、「理学部広報」「廣報」と名を変え、2002 年 9 月号から、現在の名称である「理学部ニュース」として隔月に発刊されている。

ちょうど発刊 50 周年を迎える本号では、本誌にゆかりの深い 4 名の方々に寄稿いただくという特集記事を企画した。1 人目の和田昭允名誉教授は、1970 年 2 月号からの 20 刊以上、2 代目の編集委員長として黎明期を支えた。続いて、歴代編集委員長の中でもっとも在任期間が長かったお二人に寄稿いただいた。牧島一夫名誉教授は、2004 年 11 月号から 2012 年 3 月号までの 45 刊、その後を継いだ横山央明准教授は、2012 年 5 月号から 2017 年 3 月号までの 36 刊の編集委員長をそれぞれ務め、現在の形に「理学部ニュース」を発展させてきた。そして最後に、横山広美教授（国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構／学際情報学府）に寄稿いただいた。横山広美教授は、2007 年度から 10 年間、理学系研究科広報室副室長の立場から、内容・編集体制を整え、「理学部ニュース」をより本格的な広報誌へと充実させることに大きな貢献をされた。

1969 年の創刊から 50 年間の「理学部ニュース」はすべて電子化され、理学部 HP や東京大学学術機関リポジトリで公開されているほか、2012 年より ISSN2187-3070 を取得し国立国会図書館でも蔵書されている。ぜひ、ご覧いただきたい。

 The RIGAKUBU News
<https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/story/newsletter/>



世界の先頭を走ろう！ 東大理学部



図：理学部物理学教室の教授・助教授（1963年）
前列向かって左から植村泰忠、木原太郎、今井功、小穴純、小谷正雄、平田森三、宮本梧楼、野上耀三、西川哲治
後列向かって左から有馬朗人、飯田修一、森永晴彦、宮沢弘成、桑原五郎、小柴昌俊、平川浩正、和田昭允、後藤英一

本稿では、私が経験した「理学部ニュース」、計算機ネットワーク「タイスン (TISN, Todai International Science Network)」,そして生物物理分野、の3つそれぞれの立ち上げ期についてお話したい。1952年に理学部化学科(旧制)を卒業した私は米国ハーバード大学化学教室の研究員になり、生物物理学という新興学問の創成の場に飛び込んだ。そして1962年、講師として東大理学部物理学教室(写真)に「生物物理学研究室」を開いた。そのころ坪井忠二理学部長から「理学部の広報誌を出すことになったから、その編集を担当せよ」との命を受けた。私は東京大学を一般市民の皆さんに親しめるものにしようと、具体的には「学内とところどころ」欄を設け、本郷キャンパス内にある史跡を紹介するなどした。それを機に、それまで学内構成員向けの報告誌だったものに、一般向けの「広報誌」としての役割が加えられ、現在の「理学部ニュース」に至っている。

理学部評議員そして学部長としての東京大学国際理学ネットワーク「タイスン」の立ちあげはやり甲斐があった。1988年のある秋の日の夕方だった。当時理学部評議員だった私のところに天文学教室の吉村宏和助教授(当時)が訪ねてきた。ハワイ大学が国際的な研究用計算機ネットワークの日本への上陸先を捜しており、これを東大理学部が受けるべきだという。聞けば他の大学も動きはじめているらしい。俄然競争心が燃えて、計算機業界にパイプをもつ坂村健・情報科学科助教授(当時)を通して富士通株式会社に寄付のお願いを申しでた。山本卓真社長以下、この国際的企業の首脳部の反応はまことに迅速・的確だった。ただちに回線使用料

と周辺機器の支給をいただき、私が理学部長になった1989年4月の理学部教授会で「タイスン」が認められ、釜江常好教授(当時)がリーダーになって立派に発展させてくれた。これは現在のインターネットの先駆けともいえるものであった。

生物物理学は、私が国際ユニオンの8人の理事の一人になるなど、日本はトップ集団にいた。物理学教室の「生物物理学研究室」では「生命現象を物理学で解明しよう、これまでなかった新しい学問領域を開拓するのだ」との意気込みで、週に一度夕食後の2~3時間、だれでも参加できる「生物物理セミナー」を開いた。すると理学部だけでなくほかの学部や研究所からも元気で優秀な若手30人ばかりがきて、新着の論文を紹介しあって最先端の研究を勉強し、この新興学問のあるべき姿について議論を闘わせた。「生命の物理学的理解」というスローガンへの皆の共鳴が、ヒシヒシと伝わってきた想い出は懐かしい。ところがある教授が変なことをいい出した—「物理学で生物が分かるはずがない」と。そして自由な大学にあっては信じがたいことだが「生物物理はイカガワシイ学問だから、和田の生物物理セミナーに出るな」と若手教官や学生に禁足令をだした。でもさすが東大若手のレベルは高く、禁足された諸君が「うちの教授がこんなこといってますよ」と笑いながら参加してくるのだから愉快だった。

さて、この8年間に私は250編のサイエンスエッセイを書いた。新聞や雑誌に載ったそれらは全部、私が常任スーパーアドバイザーをしている横浜市立「横浜サイエンスフロンティア高等学校」のホームページにあるので、ご一瞥いただけたら幸である。

和田 昭允 (東京大学名誉教授) ※第2代目編集委員長

理学部ニュースの50年と今後の50年

50年前に創刊された「理学部弘報」第1号(1969年1月)は、久保亮五学部長の「この弘報は、昨年来の異常事態に対し学部内に風を通すべく始めるもので、やがて新しい理学部をつくる一つの力に育ってゆくことを望む」という趣旨の巻頭言で始まる。異常事態とは、前年6月の機動隊導入から1969年冬の入試中止や安田講堂「落城」への過程をさすが、当時の理学部執行部の真剣さは、最初の4号が半月間隔で発刊されたことから窺える。「弘報」は3月からは月刊に、5月から「広報」の表記になり、1972年度からは隔月発刊となった。1968年4月に駒場に入学した私は、この異常事態の波をまともに被ったが、本郷に進学後も「広報」に接した記憶は乏しい。

助手で採用された宇宙航空研究所で、私は初めて広報誌に関わることになった。同研究所が1981年度から文部省直轄の宇宙科学研究所(ISAS)に開組された際、故・平尾邦雄先生の卓見で広報誌「ISAS ニュース」が発刊され、その初代の編集委員の1人になったのである。ここでは、宇宙の解説でおなじみの川泰宣さんに編集作業の手ほどきを受け、後の財産となった。

1986年、母校の理学部に戻り「理学部広報」を意識したが、衛星の打上げなど華々しい記事に事欠かないISAS ニュースにくらべ、それは古色蒼然と「見えた」。新任教員の自己紹介、退職者の挨拶などの記事を、年度初めに理学部事務が各学科に機械的に割当て、学科の編集委員が執筆者を選んでいった。1985年度から季刊となり、やがて電子媒体が浸透し始めると紙媒体不要論が高まり、2001年度には1回のみ刊行だった。

私はそんな中、2000年に理学部ニュースの編集に参加し、当時の佐々木晶編集委員長らと協力し、「ISAS ニュース」を意識しつつ、広報誌の立て直しを図った。廃刊の危機を乗り越え、2003年度からは「理学系研究科・理学部ニュース」と改題し、部分的に色刷りを導入した。2004年11月から編集委員長を拝命すると、編集委員会を組織し、奇数月20日の刊行を厳守すること、即応性を高めること、教職員だけでなく学生・院生・学者にも魅力的な広報誌にすることになどに注力した。2005年度より全頁カラーになり、小柴先生のノーベル賞記念(2002年11月)や、東日本大震災での「放射線特集」(2011年5月)では、即応性を発揮できたと思う。2012年3月で委員長を横山央明さんにバトンタッチしたが、その後も様々な進化しつつあり喜ばしい。

この50年間を顧みると理学部は、大学院重点化(1992年)や国立大学法人化(2004年)という変革を経験した。内部的にも、数学科と情報科学科が研究科として独立し、地球物理・地学系の4専攻の統合、2生物科学専攻と生物化学専攻の統合、三期にわたる新一号館の建造(写真)など、変化を続けて来た。そこでいま単色刷りの「広報」を読み返すと、こうした流れを刻印しつつも、そこには基幹学問の教育と、基礎研究とに対する、揺るぎない信念が貫かれていたことが分かる。昨今、これらは大きく揺らぎつつあり、とくに私が宇宙の研究を通じて関わってきた二つの国立研究開発法人では、トップダウン経営と時流に対する忖度により、さまざまな懸念が急増している。自分が編集委員長だった折、こうした流れを十分に見通せなかった不明を反省しつつ、今後の50年は「理学部ニュース」が、基幹教育と基礎研究に対する堅固な礎の役目を果たすことを祈念する。これが50年前の故・久保亮五先生の巻頭言に対する、われわれの答であろう。

末筆ながら、編集の苦楽を共にした教職員の皆さんに、深く感謝したい。



図：竣工直後の理学部新1号館・西棟。「理学部ニュース」1998年3月号の表紙(白黒)のカラー原版で、化学専攻の編集委員(当時)だった井本英夫氏が撮影したものを拝受した。新1号館の竣工記念パンフレットにも使われている。

牧島 一夫 (東京大学名誉教授) ※元・編集委員長。右の数字は編集委員長在任期間(歴代最長)

2004

変えるもの、変えないもの、大切なこと

図：震災特集号（2011年5月号）の物理学のキーワード放射能関連の特集ページ（左）と、誌面刷新後の2015年5月号表紙（右）。

連載 物理学のキーワード 第31回（放射能関連の特集）

「原子核とその安定性」

下浦 享（原子核科学）

原子核は、陽子と中性子（核子と総称する）が結びついた微粒子で、自然界の物質質量の大部分を担うが、その大きさは原子の大きさの約1万分の1にすぎず、約1兆分の1 cmである。原子核を構成する陽子の個数は、中性原子に含まれる電子の個数に等しく、6個なら炭素（元素記号C）、26個なら鉄（Fe）、82個なら鉛（Pb）というように、元素を決定する。ところが同じ元素でも、炭素12（中性子6個、 ^{12}C とも書く）や炭素13（中性子7個、 ^{13}C ）のように、異なる個数の中性子をもつ原子核が存在することがあり、それらは同位元素（同位体）とよばれる。たとえば二酸化炭素

量数とよび、 A と書く。このように原子核の種類（核種）は、 Z と N 、あるいは Z と A の組み合わせで表わされる。

原子核がばらばらにならないのは、湯川秀樹博士が示したように、核力とよばれる引力が核子間に働き、互いを束縛するためである。このため、1個の原子核の質量は、それを構成する陽子と中性子の質量の総和よりわずかに小さく、その差を束縛エネルギーとよび、その絶対値が大きいほど安定である。束縛エネルギーはおもに、核子どうしを引きつける核力と、正電荷をもつ陽子に起因するクーロン反発力のせめぎ合いで決まる。軽い核ではクーロン反発力が小さいの

原子核は、陽子と中性子（核子と総称する）が結びついた微粒子で、自然界の物質質量の大部分を担うが、その大きさは原子の大きさの約1万分の1にすぎず、約1兆分の1 cmである。原子核を構成する陽子の個数は、中性原子に含まれる電子の個数に等しく、6個なら炭素（元素記号C）、26個なら鉄（Fe）、82個なら鉛（Pb）というように、元素を決定する。ところが同じ元素でも、炭素12（中性子6個、 ^{12}C とも書く）や炭素13（中性子7個、 ^{13}C ）のように、異なる個数の中性子をもつ原子核が存在することがあり、それらは同位元素（同位体）とよばれる。たとえば二酸化炭素

原子核は、陽子と中性子（核子と総称する）が結びついた微粒子で、自然界の物質質量の大部分を担うが、その大きさは原子の大きさの約1万分の1にすぎず、約1兆分の1 cmである。原子核を構成する陽子の個数は、中性原子に含まれる電子の個数に等しく、6個なら炭素（元素記号C）、26個なら鉄（Fe）、82個なら鉛（Pb）というように、元素を決定する。ところが同じ元素でも、炭素12（中性子6個、 ^{12}C とも書く）や炭素13（中性子7個、 ^{13}C ）のように、異なる個数の中性子をもつ原子核が存在することがあり、それらは同位元素（同位体）とよばれる。たとえば二酸化炭素



理学部ニュース発刊50年、おめでとうございます。このように長く続いているのは、現役編集委員や先輩委員の方々のお力あつてのことだと思います。

私は編集委員を、途中2年の中断をはきんで、2005年5月号から2018年3月号まで11年のあいだ務めさせていただきました。牧島一夫編集委員長や加藤千恵さん・小野寺正明さん・武田加奈子さんや横山広美さんたち広報室のスタッフ、それから編集委員のみなさんとの編集作業は、たいへんながらも理学部のさまざまな分野の研究や、専攻ごとの考え方の違いなどにふれられてたいへん勉強になったものです。

この期間で、もっとも大きなできごとは、2011年3月の東日本大震災と福島第一原発事故でした。海外長期出張直後の私は当時実は編集委員ではなかったのですが、急遽お手伝いとして震災特集号の編集会議に招集されたのです。その特集号では、連載「物理学のキーワード」欄で放射線関連の言葉を掲載することになり、「放射線と半減期」「放射線に関する単位」「生態系における濃縮」「体外被曝と体内被曝」「大気中での拡散」「海洋中での拡散」などが選ばれました。当時、事故放射線に対する考え方や、原発に対する姿勢で、研究とは違った側面から科学者がさまざまな評価されているような状況でした。記事執筆依頼のときの私のメールには「あくまでも『理学研究から責任をもって述べるができること』」に限定していただければ結構でその意味で一般的な記述になっ

てもかまいません。『可能な範囲で社会に情報提供する』というのが背景にある趣旨です」とあり、とても慎重に編集作業をすすめていたことが伺えます。いささか保守的な姿勢だったかもしれませんが、「責任をもって」という態度は広報においてはとても大切だと感じ、この考えはその後の私の広報や編集の姿勢を方向づけたと思います。

もうひとつ、内容的には内輪の話になってしまいましたが、私の編集委員長就任期間にあった、理学部ニュースにとってのいちばん大きなできごとは、2015年5月号での誌面デザインの刷新です。武田加奈子さんと横山広美さんが軸となつてすすめてくださり、質実剛健な理学部ニュースの雰囲気を残しつつも、よりプロフェッショナルなデザインとなりました。実はそのさいに、「理学部ニュース」という名前も変えよう、という提案もあり、編集委員会でさまざまな候補を挙げ、いよいよ最終決定というところまでいきました。けれど最後の最後に「やっぱり残そう」という大逆転がありました。2か月に1度しか発行しない冊子で「ニュース」という名前はいささか違和感があるかもしれませんが、定着した名前なので変えないほうがよい、という結論でした。編集委員長として実行した唯一の自慢できる決定です。

さて節目を迎えた理学部ニュースですが、ひいき目かもしれませんが、読み物として結構おもしろい。この勢いをうしなわず、60年、70年と続いていくことを、編集委員会のみなさんに引き続き期待いたします。

横山 央明（地球惑星科学専攻 准教授）※前・編集委員長。左の数字は編集委員長在任期間（歴代第2位）

歴史を刻み 「新しい理学部をつくる」広報誌の意義

理学部ニュース 50 年を心からお祝い申し上げます。長い間の弛みない発刊には、関係者の皆様の想像を超える甚大なる努力があり、心から敬意を表したい。僭越ながら本稿を承った私は、2007 年に広報室に着任して 10 年間、編集委員会に同席をさせていただいた。専攻の異なる教員、事務員が集う編集誌委員会の活動は楽しく、2014 年には編集委員の広報室・武田加奈子さんが担当された誌面の全面改訂を楽しくサポートさせていただいた。着任当時の編集長・牧島一夫先生のもと、初回からのすべての理学部ニュースを PDF 化する事業が行われ、現在はネットで読むことができるのはたいへんありがたい。横山史明編集長時代は新しい企画が次々と誕生し、とくに、昔の記事や資料を発掘した「温故知新」はとても面白かった。安東正樹編集長のいまは、冒頭のエッセイを毎号、楽しみにしている。

思えば在籍した 10 年の間にもいろいろなことがあった。喜ばしいこととしては卒業生である南部陽一郎先生（2008 年 11 月号）や梶田隆章先生（2015 年 11 月号）のノーベル賞受賞があり、かたや「『事業仕分け』による負の影響を懸念する」（2010 年 1 月号）、また東日本大震災関係記事特集（2011 年 5 月号）などがあった。時代の変化の波を受けながら、理学部ニュース編集委員会は肅々と、理学部の良心を形にし、共有しながら歴史を刻んできた。そのときどきの記事を読み返すと、執筆者である理学部の構成員が何を考え、悩み、喜び、どう行動したのかが分かり、その真摯な対応に頭が下がる思いである。理学部ニュースは「理学部弘報」として 1969 年に発刊している。本部広報課が発刊する「学内広報」も同年の刊行で、その理由は前年に世界的におきた革命で、東大も大きく揺れていたことによる。

理学部弘報の発刊理由を、久保亮五理学部長は以下のように述べている。

「知らないこと、知らされないことからくる不安は、次々に困難を拡大する要素となる。この弘報は、理学部の中に風を通すひとつの助けとして始めるものである。いまのところ、はなはだ無味乾燥な記事的なものにすぎないが、しかしそれでもこの仕事を引受けて下さる方々の労は小さいものではない。理学部の皆さんの協力によって、これがやがて新しい理学部をつくるひとつの力にまで育ってゆくことを望みたい。」

理学部弘報はつまり、内部向け情報共有誌として始まった。久保先生はその重要性を指摘するに留まらず、「やがて新しい理学部をつくるひとつの力」にまでなしてほしいと、指摘されている点に深い感銘を受ける。執筆者は構成員。編集委員会による企画・編集を通して、理学部ニュースは理学部の姿を形つくる。多くの組織で広報誌は外部向け広報のため作成されるが、その作業は意図せずとも内部の情報共有を促し、自らのあるべき姿を思索することにつながるのだ。

1969 年は科学史や大学論でも区切りの年でもある。それまでの単純な科学礼賛から、公害問題を経て、科学技術の社会における在り方が問われ始めた。それから 50 年、科学者には科学の質管理や製造責任に加えて、社会への応答責任が期待されている。今の時代の困難は、即効性のある経済的役立ちを求められることである。しかし好奇心を基にする基礎科学の価値は変わらない。この時代の風をどのように受けて、守るべきものを守り、変わるべきを変わるとするか。理学部ニュースが考える拠り所となり続き、常に新しい理学部をつくっていただきたいと心から願っている。



図：在籍中に編集された特別記事から「時代の移り変わり」を振り返って。(左) 震災特集号にて、地球惑星科学専攻の井出哲彦教授（当時）による「東北地方太平洋沖地震の概要」（2011 年 5 月号）、(中) 梶田隆章先生のノーベル物理学賞受賞特集記事（2015 年 11 月号）、(右) 「『事業仕分け』による負の影響を懸念する」（2010 年 1 月号）

横山 広美（国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構／学際情報学府教授）

物理学専攻 佐藤勝彦名誉教授が瑞宝重光章を受章

須藤 靖 (ビッグバン宇宙国際研究センター長／物理学専攻教授)

2 018年秋の叙勲において、本研究科名誉教授（物理学専攻）の佐藤勝彦先生が瑞宝重光章を授与されました。瑞宝重光章は「公務などに長年にわたり従事し成績を挙げた方」を授与対象とするものです。佐藤先生は、京都大学理学部物理学科、同大学院をご卒業後、同学科助手を経て1982年に本学理学部助教授に就任されました。その後、同教授、ビッグバン宇宙国際研究センター長、理学部長・大学院理学系研究科長として、本研究科に大きな貢献をされました。

佐藤先生は、宇宙物理学において宇宙の創生とその進化さらには天体現象を素粒子物理学によって研究する新たな分野を開拓し、宇宙構造の基本的な性質を説明するインフレーション宇宙論を提唱したことを始

めとして、世界的に知られた数多くの業績を挙げておられます。

それらに対して、1989年第五回井上學術賞、1990年第三十六回仁科記念賞、2002年紫綬褒章、2010年日本学士院賞を受賞され、2013年より学士院会員を務められ、さらに2014年には文化功労者に叙せられています。2009年3月に本研究科を定年退職されてからも、明星大学理工学部物理学科客員教授、大学共同利用機関法人自然科学研究機構長を経て、2016年4月からは独立行政法人日本学術振興会 学術システム研究センター所長として、日本の学術のさらなる発展に多大な貢献をされています。

先生の今回のご受章を心からお喜び申し上げますとともに、今後のますますのご健康とご活躍をお祈りいたします。



佐藤勝彦 東京大学名誉教授

物理学専攻の大小田結貴さんが、英BBC「ことしの女性100人」に選ばれました

山本 智 (物理学専攻教授)

本 本研究科の大学院生、大小田結貴さん（修士課程2年）が、BBCが選ぶ今年の女性100人のうちの1人に選ばれました。大小田さん、おめでとうございます！これは、世界の人々に影響を与えた、あるいは、活躍している女性を、いろいろな年齢層といろいろなジャンルから選ぶ企画で、日本人は大小田さんを含めて2名選ばれています。今回、大小田さんが選ばれたことは、科学を志す若い人たち、とくに若い女性たちにとって、とても勇気付けられることだと思います。私としてもたいへん嬉しく思っています。

大小田さんは、アルマ望遠鏡を用いた電波観測で、惑星系の成り立ちを調べていま

す。大学院入学直後から、大屋瑤子助教の指導のもとで研究に取り組み、惑星系のもととなる回転円盤が、生まれたばかりの原始星のまわりに、すでに形成されていることを初めて明らかにする成果を挙げました。それは2018年の9月にプレスリリースされ、国外でも報道されたと聞いています。この成果は、太陽系の起源の理解を一新する可能性を秘めたもので、内外で注目を集めつつあります。まだ修士課程在学中でありながら、そのような素晴らしい活躍を見せたことが、今回の選出につながったのではないかと思います。これからもち前のバイタリティーを発揮して、大きく羽ばたいてほしいと期待しています。



大小田結貴さん

物理学と人工知能を融合－知の物理学研究センター始動！

上田 正仁 (知の物理学研究センター長/物理学専攻教授)

知の物理学研究センターが2018年12月1日に理学系研究科附属センターとして発足しました。本センターの目的は、物理学と人工知能(AI)の融合を通じて新しい学問のフロンティアを開拓することにあります。自然現象は、物理法則が生み出す膨大な情報がモザイクのように複雑に絡み合っていて成立しています。この認識のモザイクを、物理学とAIの融合を通じて解きほぐすことで、究極的には、人間の知性が発現するメカニズムの解明に迫ることを目指します。

近年盛んに行われているAIの研究や利用では、おもにウェブ上の情報、自然言語、音声認識など、人間の脳が生み出すビッグデータが用いられています。これに対して、

本センターは、物理法則が生み出すビックデータに関する研究を行います。素粒子物理学は基本対称性がデータを生成し、物性物理学は対称性の破れがデータを創発します。今や実験や計算機シミュレーションが大規模化・精密化し、それらが生み出す膨大なデータは人間が認識できる限界をはるかに超えています。通常は、研究者が経験と勘に基づいて本質的な情報を抽出しますが、膨大なデータの全体をAIで系統的に分析することで、従来では認識できなかった自然現象を発見できる可能性が生まれています。さらに、練り込み群や情報統計力学などの物理的手法を一般化することで深層学習が有効に働く原理を解明するなど、AI研究へのフィードバックも狙います。

このように、物理学とAIの融合から生まれる「知の物理学」は、物理法則が生み出すデータ構造に潜む本質的な情報を抽出するというタスクを通じて、物理学に理論、実験、計算機シミュレーションに続く第四の研究のフロンティアを提供するものと期待されます。いっぽう、応用面での可能性もあります。人間の脳が生み出す情報は、複雑系の物理が生むといえます。「知の物理学」の研究を通じて、機械学習の原理がひとたび理解されると、原理に基づいたパラメータの最適化が可能になり、脳機能の解明やAIが人間の知性を超えるシンギュラリティがいつどのように起こるかを予測するなど広範なAI研究でのブレークスルーにつながるものと期待されます。

駒場1年生向け理学部ガイダンス報告

田近 英一 (教務委員長/地球惑星科学専攻教授)

2018年12月6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)を開催した。今回は、約470名もの学生が参加して大盛況だった。

広報室の菅原栄子さんの司会により、最初に武田洋幸理学部長から挨拶いただき、基礎研究の重要性のほか、理学部ではみな明るく楽しく研究を行っていることなどについてお話があった。次に、筆者から理学部の簡単な紹介、国際化の推進、学生への支援、進学率や就職率の状況、進学選択などについて説明した。その後、各学科を代表して10名の学部生・大学院生が、スライド1枚を使って3分間で、それぞれの学科についての紹介を行った。各学科から良

い学生が参加してくれただけであり、短いながらもたいへん印象的なプレゼンが行われ、会場の雰囲気もひじょうに良かった。続くパネルディスカッションでいくつか質問を受けた後、ガイダンス後半は駒場生と各学科の教員らによる懇談会が行われた。お菓子と飲み物が用意され、和やかな雰囲気のなか、21時まで熱心に懇談が続けられた。

今回は、工学部のガイダンスも立ち見が出るほどの大盛況だったと伺っている。いまの一年生は、進学選択に熱心な学年なのかも知れない。来年度もまた、大勢の優秀な駒場生が理学部を志望してくれることを期待したい。



パネルディスカッションの様子

理学の本棚

「放射化学概論第4版」

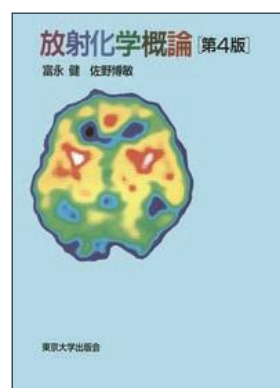
放射化学とは、放射性核種を対象とした、或いはそれを用いて分析などに利用する、化学の研究分野である。

理学部化学科名誉教授の富永先生が執筆された本書は、1983年の初版以来、放射化学の標準的な教科書として利用され続けてきた。応用分野や分析手段の発展、また原発事故を踏まえて改訂を重ね、最新の第4版では超重元素ニホニウムの解説も加わった。原子核や放射線の物理学とも関連する、化学としては特異な境界分野であるため、本書で扱われている内容は、原子核の安定性や壊変、核反応、メスbauer分光法、中間子化学、ホットアトム化学、放射線が物質に及ぼす相互作用や化学反応、放射線測定、放射化分析など同位体の化学、放射性同位体や放射線の理学・工学・医学における応用、原子炉、と極めて幅が広い。

理学系研究科では500名を超える教員・研究員・大学院生らが放射線取扱者として登録されていて、物理系では加速器や放射光施設の利用者が多いが、化学や生物系では非密封RI（放射性同位体）を使った研究も行われ、放射化学の学問が役立っているのである。



私が担当する関連授業として、理学部化学科では3年生の放射化学の講義と、アイソトープ総合センター（浅野キャンパス）での実験実習がある。また、駒場の教養課程では、主題科目学術フロンティア講義「放射線を科学的に理解する」を原発事故以来毎年開講していて、放射線に関わる物理・化学・生物・医学・農学・環境学の専門家による多角的な講義を展開している。こうした講義や本書を通して、皆さんに放射化学の幅広い世界を知ってもらえたら幸いである。



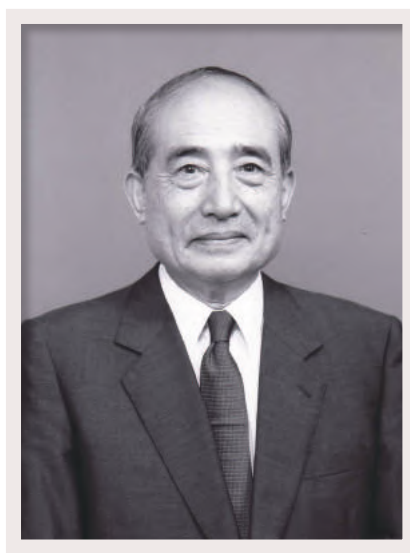
富永 健 (著), 佐野 博敏 (著)
「放射化学概論 第4版」
東京大学出版会 (2018年出版)
ISBN 978-4-13-062512-8

向山光昭先生ご逝去に寄せて

小林 修 (化学専攻 教授)

向山光昭本学名誉教授が2018年11月17日、満91歳でご逝去された。年明けに92歳になられる直前で、まだまだお元気と思っていた矢先であった。先生は学習院大、東工大を経て、73年に本学理学部化学科教授として赴任、当時の有機化学第二講座を主宰された。この頃は天然物化学が全盛であったが、先生は「有機合成化学における新手法の開拓」を研究課題に据えられ、70年代から急速な発展を遂げた有機合成化学のまさに中核として活躍された。先生の開発されたホウ素、ケイ素、スズを用いるアルドール反応は、「向山アルドール反応」として世界的に知られ、これらは有機合成反応として優れているだけでなく、キラルルイス酸、直裁的反応、水中反応など、そ

の後の有機化学、有機合成化学の発展に大きく寄与した。先生は、常に情熱をもって陣頭指揮で研究室を主宰されるいっぽう、学生の教育にも力を入られた。授業では、教科書にある内容だけでなく自らの経験も織り込んで研究を熱く語られた。また、当時の理学部長杯バレーボール大会やサッカー大会にも出場され、学生たちと交流された。東大退官後も、東京理科大、三井化学、北里大で現役として研究を続けられ、その間、いくつもの優れた業績を挙げられ、また、多くの門下生を育てられた。先生を師として慕い敬う者は国内に止まらない。先生の卒寿をお祝いする研究論文が世界中で発表され、ちょうどその編集を終えたところでの訃報となった。



故・向山 光昭先生

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。

伊藤 創祐 ITO, Sosuke

役職 講師
所属 生物普遍性研究機構
着任日 2018年12月1日
前地 北海道大学
キーワード
統計力学・情報熱力学

Message

確率をベースにして、生物と情報の境界領域で物理学をやっています。初見のボードゲームをやって、確率的に最適な戦略を考えて議論するのがわりと好きです。どうぞよろしくお祈りします。



第30回理学系研究科・理学部技術部シンポジウムのお知らせ

技術部シンポジウム実行委員会

理 学系研究科・理学部では、大学そのほか学術関連機関の皆さまを対象に当技術部の構成員による近年の活動状況および成果の発表を行います。今回は原子核科学研究センター（和光分室）での開催となります。皆さまのご来場をお待ちしております。

- 【日時】 2019年2月28日（木）10:00～17:15
- 【場所】 東京大学大学院理学系研究科附属原子核科学研究センター（和光分室）
- 【主催】 東京大学大学院理学系研究科・理学部技術部
- 【参加】 事前参加申し込みが必要となります。詳しくは技術部HPをご覧ください。
<https://www.s-tech.adm.s.u-tokyo.ac.jp/>



第30回技術部シンポジウムポスター

博士学位取得者一覧 |

(※) は原題が英語（和訳した題名を掲載）

種別	専攻	取得者名	論文題名
2018年12月31日付（2名）			
課程	物理	中野 雅之	大型重力波検出器 KAGRA における入射光学系の開発 (※)
課程	地惑	佐藤 大祐	現実的な断層モデリングに向けた、摩擦強度発展則の精密化と時空間境界積分方程式法の O(N) 法の開発 (※)

人事異動報告 |

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2018.11.15	化学	教授	LIU PENG	採用	客員教授 (GSGC)
2018.12.1	生物普遍	講師	伊藤 創祐	採用	北海道大学電子科学研究所助教より
2018.12.1	知の物理学	助教	HARTWIG TILMAN	採用	
2018.12.1	ビッグバン	特任助教	新納 悠	採用	



有機化学実験に取り組む化学科3年生