

青葉理学 振興会報告

Aoba Society for the Promotion of Science



TOHOKU
UNIVERSITY

第20号 令和4年3月発行

青葉理学振興会とは?

青葉理学振興会は、理学の教育・研究における有益な諸事業に助成を行い、理学の振興に寄与することを目的として、1998年に発足しました。

事務所を東北大学大学院理学研究科内に置き、以下の事業を行っています。

主な事業

- 理学部・理学研究科及び生命科学研究科に在籍する学生(以下「学生」という。)への学修・研究に対する支援事業
- 学生の顕彰事業
- 学生の保護者との交流事業
- 理学の教育・研究を通して得られた成果の社会への還元及び情報発信事業

CONTENTS

■ 巻頭言

「宇宙生命科学フロンティアの開拓を目指して
～理・工・生命科学連携の国際科学研究プロジェクト～」
生命科学研究科分子化学生物学専攻 准教授 日出間 純

■ 事業報告

青葉理学振興会よりの賞の贈呈

- ◇ 青葉理学振興会賞
- ◇ 黒田チ力賞
- ◇ 青葉理学振興会奨励賞

青葉理学振興会賞受賞とその後の研究

株式会社豊田中央研究所 研究員 吉川 信明 氏

■ 最近の学界の話

「2021年ノーベル物理学賞と気候研究」

理学研究科地球物理学専攻 教授 須賀 利雄

「2021年ノーベル化学賞:不斉有機触媒 ～有機分子を触媒として用いることで鏡像異性体を作り分ける～」

理学研究科化学専攻 教授 寺田 眞浩

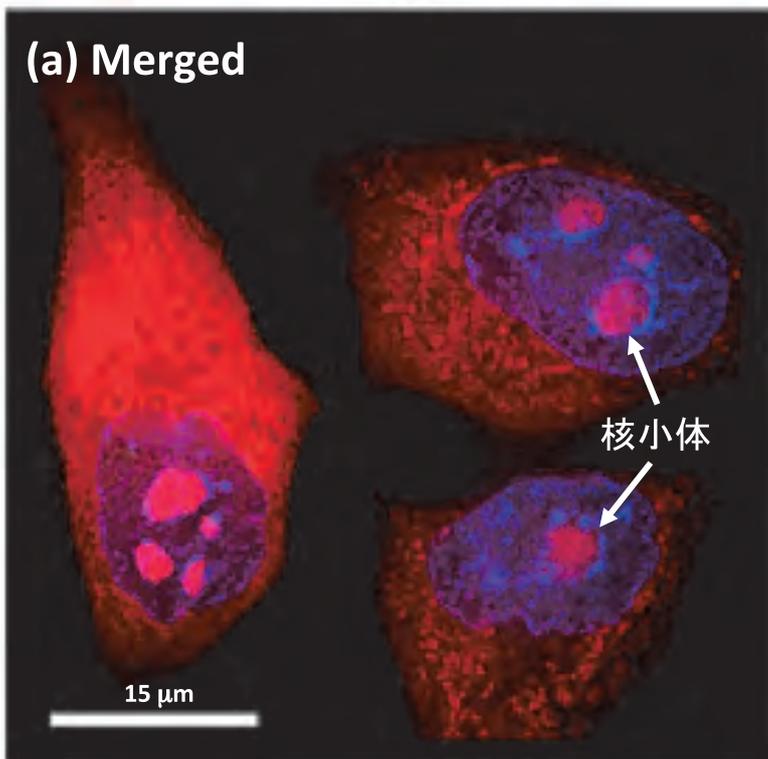
■ コラム

「理学部・理学研究科の授業の現状と課題」

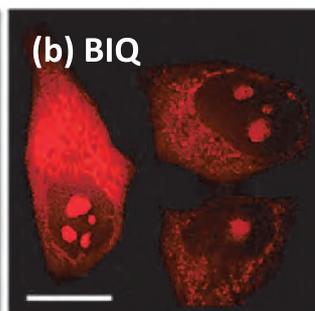
理学研究科教務委員長 都築 暢夫

■ 会計報告

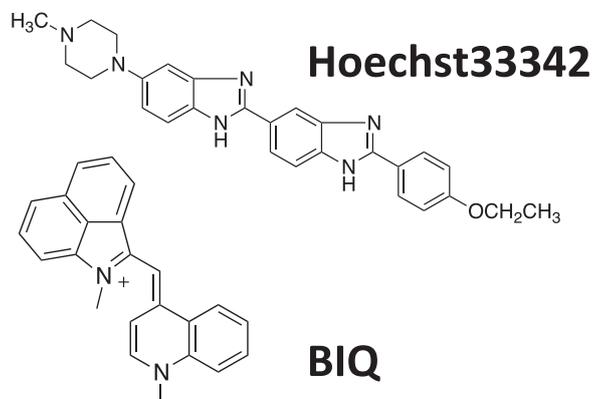
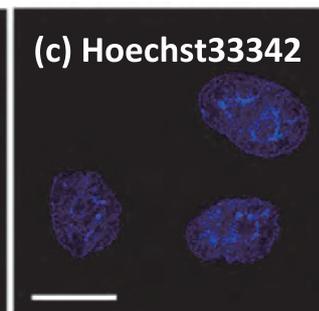
(a) Merged



(b) BIQ



(c) Hoechst33342



リボ核酸 (RNA) 染色赤色色素 BIQ とデオキシリボ核酸 (DNA) 染色青色色素 Hoechst33342 によるヒト乳がん細胞の蛍光二重染色イメージング(図a): 細胞核(青色)の中で、赤く染まっている部分がタンパク質の合成場であるリボソームRNAを含む核小体(化学専攻西澤研究室: *Anal. Chem.* 2019, 91, 14254-14260より許可を得て転載)。DNAとRNAは生物の遺伝情報の保持・伝達を担う大きな分子で、一般にRNAはヌクレオチドを単位とする鎖状高分子1本からなり、DNAはポリヌクレオチド鎖2本の「二重らせん構造」をとる。BIQはRNAやミトコンドリアと、

Hoechst33342はDNAと選択的に結合し、光を照射するとそれぞれ赤色(b)と青色(c)の蛍光を放つ。両者を重ね合わせると、細胞核と核小体を明瞭に画像化した染色図(a)が得られる。がん化した細胞では、核小体が肥大化することが知られており、がんの診断や悪性度の指標として利用されている。また、近年ではウイルス感染やオートファジー、細胞老化との関連も注目されており、様々な生命現象に関与する核小体の機能を分子レベルで解明する試みが進んでいる。巻頭言では、「宇宙での生命維持機構の解明」に向けた本学の取り組みを紹介する。

巻頭言

宇宙生命科学フロンティアの開拓を目指して ～理・工・生命科学連携の学際科学研究プロジェクト～

生命科学科分子化学生物学専攻 准教授 日出間 純

東北大学は、「宇宙」を現場とする研究を専門とし、数々の成果を挙げってきた様々な分野(理・工・生命科学・医・農・教育等)の研究者が揃う国内屈指の教育研究機関です。2018年には、学内に「宇宙航空研究連携拠点」が形成され、本拠点では、宇宙惑星居住科学の国際研究・教育拠点の形成を目指し、新興・異分野融合という新しい枠組みの中でそれぞれの得意分野を活かすことで、研究目標の達成と新研究領域の開拓に挑戦しています。

現在、この拠点から提案された「宇宙での生命維持機構の解明に向けた、超小型衛星 Tohoku Univ. Biosatellite Cube (TU BioCube)の開発」が、東北大学で創設された新研究フロンティア開拓プログラム「新領域創成のための挑戦研究デュオ」の1つに採択され、東北大学の支援の下、世界初となるTU BioCubeの開発が行われています。TU BioCubeとは、近年国際標準となってきた超小型CubeSat衛星規格に基づいた汎用Unit(1U)をベースとした、生命維持装置を備えた宇宙環境曝露実験ユニット衛星で、生きた生物試料に対する微小重力、高放射線・太陽光といった宇宙環境の生物影響を的確に評価できる装置です。

TU BioCubeの開発の背景には、宇宙生命科学の宇宙における実験場の確保があります。これまで宇宙生命科学の実験は、国際宇宙ステーション(ISS)で実施されてきましたが、ISSの老朽化に伴い、2030年での運用終了が決定し、新たな活動の舞台、実験場の開発が世界的に強く求められています。特に、長期活動となる国際探査を含む人類・生命活動の宇宙展開を目指すためにも、BioCubeの開発による宇宙生命科学の継続的発展が必要不可欠となります。しかし、BioCubeの開発は宇宙生命科学コミュニティ

単体では解決できず、超小型衛星開発、衛星探査機・搭載機器開発等の知識・実績の蓄積を擁する工学・理学の研究者らとの強い連携による横断的学際コミュニティによる推進が必要不可欠です。

本プロジェクトは、人類の長期宇宙滞在に必要な酸素・食料を供給する植物(コケ植物)の宇宙環境影響を評価することを目的に、生物影響解析班(日出間純・愿山郁・生命科学)、構造設計班(兼原聡文:工学)、電気制御系設計班(笠羽康正:理学)、熱構造解析班(永井大樹:流体研)の4つの専門班で構成され、各担当教員に加え、本プロジェクトに興味をいただいていた学部学生・大学院生が参画・主体となり、通常は班ごとに活動し、週に1回定例ミー

ティング(Web)で、各メンバー(現在学生含め15名程度)が進捗報告を行い、情報を共有し、ディスカッションを行いながら、学部・研究科の枠を超えて開発を進めています。本プロジェクトは、2019年度にスタートし、現在TU BioCubeのエンジニアリングモデルを作製中で、2023年度末までにはフライトモデルを完成させ、2024年度以降には宇宙環境でのBioCubeの性能実証試験を

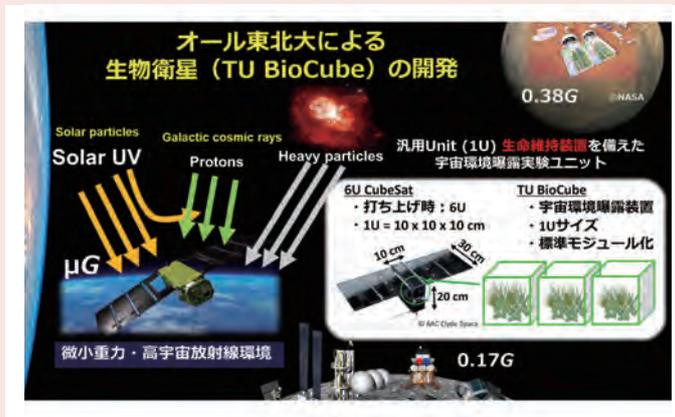


図 オール東北大による生物衛星(TU BioCube)プロジェクトの概要

目指しています。BioCubeの開発は、我々の最終的な研究目標である、「宇宙での生命維持機構の解明」に向けた第一段階の実験設備の開発に過ぎませんが、本装置の開発は、容易に超小型衛星への搭載用ペイロードとすることが可能で、実証・実験機会が飛躍的に増加し、宇宙生命科学分野のみならず、宇宙産業界を含め、宇宙進出に向け重要な実験設備・施設になると大いに期待されています。本プロジェクトに興味を抱き、一緒に開発に挑戦したいと思う学生さん、大歓迎です。一緒に東北大学から、宇宙を拓きましょう。

青葉理学会よりの賞の贈呈

青葉理学会では、学生への顕彰事業として、大学院学生を対象とした青葉理学会賞会賞ならびに黒田チカ賞、学部学生を対象とした青葉理学会奨励賞を授与しており、令和2年度は次の18名に贈られました。



◆ 青葉理学会賞

三宅 庸仁 吉崎 昂
高根 大地 佐藤 大気
志賀 大亮 小口 舞
小林 良

◆ 黒田チカ賞

二宮 小牧

◆ 青葉理学会奨励賞

石川 想眞 穂満 理生 小林 昌樹
足立 賢都 佐藤晋之祐 藤橋さやか
柳沢 幸紀 神谷 直紀
長塚 正人 千葉 湧太

2021年ノーベル物理学賞と気候研究

理学研究科
地球物理学専攻 教授

須賀 利雄

2021年のノーベル物理学賞が真鍋淑郎氏に授与された。受賞理由は、「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績」であり、気候研究の基礎を築いたことが評価された。おそらく、このニュースにもっとも驚いたのは世界中の気候研究者たちだった。私もその一人だ。なぜ驚いたか？気候の研究がノーベル物理学賞の対象になるとは思っていなかったからだ。文字通り、嬉しい驚きだった。

真鍋さんは、1960年代に、太陽からの放射と地球が放出する赤外放射のバランスや、空気の対流とそれによる熱・水蒸気の輸送の効果などを表現する数値モデルを開発し、大気中の二酸化炭素が増えると地表の温度が上がることを示した(図1)。気候という複雑系の問題に、当時の(今の何十万倍も遅かった)コンピュータで挑み、重要な成果を挙げたのは、本質を見抜いてモデルを単純化できた、自然現象への深い洞察力の賜物といえるだろう。一方、温暖化問題が注目されていなかった当時、二酸化炭素の効果を示したのは、役に立つかどうかを度外視した、純粋な好奇心のなせる業といえる。ご本人も好奇心を原動力とする研究の重要性に常々言及されている。

気候の理解には海のはたらきを考慮することが不可欠である。この洞察に基づき、真鍋さんは、大気と海洋のモデルをできるだけ単純化して組み合わせた気候モデルの開発にも1960年代から取り組んでいた。現実的な海の再現を求める人には、玩具に見えるようなモデルだった。実際に、そういう批判も

あったと想像される。そのモデルが現在の温暖化予測モデルに繋がったことを思うと、科学研究のあるべき姿を考えずにはられない。

数年前、プリンストン大学訪問の際、真鍋さんには、私のセミナー後2時間の議論では足りず、夕食までご馳走になって激励いただいた。温暖化による海の成層の変化にも話は及んだが、関係する研究成果が第19号の表紙で紹介されている。ご覧いただければ幸いです。

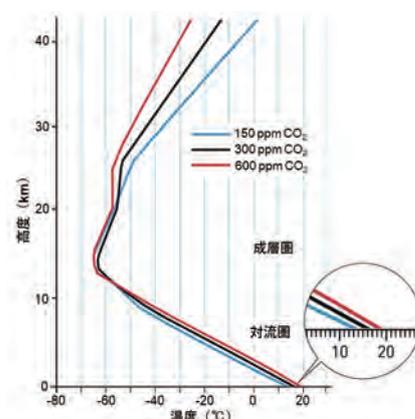


図1 大気中の二酸化炭素濃度を150、300、600 ppmと変えたときの気温鉛直分布(Manabe and Wetherald, 1967)。当時の濃度(300 ppm)を2倍にすると高度0での地表気温は2.36℃上昇した(赤線と黒線の差)。同時に示された成層圏の冷却は後に実証された。ノーベル財団プレスリリース(2021年10月5日) <https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/popular-physicsprize2021.pdf> より。

2021年ノーベル化学賞 「不斉有機触媒」

～有機分子を触媒として用いることで鏡像異性体を作り分ける～

理学研究科
化学専攻 教授

寺田 眞浩

2021年のノーベル化学賞は、鏡像異性体の関係にある有機化合物の一方を優先的に得る不斉合成を、金属錯体触媒を使わずに有機分子を触媒として用いて実現する「不斉有機触媒」が受賞対象となった。受賞者の独マックスプランク石炭研究所・Benjamin List教授と米プリンストン大学・David MacMillan教授は2000年にそれぞれ独立に発表した論文で「不斉合成には金属錯体触媒が必要」という固定観念を覆し、「不斉有機触媒」という新たな概念を創出したことで、その後のこの分野の急速な発展に貢献した。

右手と左手に比喻されるように鏡像異性体は互いに重なり合わず、それぞれ生体における機能が異なることが多いことから、これらを作り分ける不斉合成は医薬品の製造や化学工業には不可欠となっている。20世紀までは、不斉合成は主に2つの方法で行われていた。生体内触媒である酵素を利用するか、金属錯体触媒を用いるかである。酵素は酒の醸造などで古くから用いられてきたが、不斉合成法として活用するには反応基質特異性が高く、汎用性にやや欠けるなどの問題がある。一方、金属錯体触媒を用いた不斉合成法は2001年に「触媒による不斉合成」で名古屋大学名誉教授・野依良治氏を含む3氏がノーベル化学賞を受賞したように、触媒設計が容易で汎用性が高く成熟した方法論として実用化されている例も多い。しかし、わずかとはいえず生成物に毒性のある金属が残留することがあるため、医薬品としての安全面から残留量が厳しく規制されている。希少の貴金属を用いることも多く、特に資源小国である日本にとっては製造におけるリスクも問題となる。こうした問題を回避する第3の触媒として脚光を浴びたのが不斉有機触媒である。

触媒研究はもともと日本が強い分野で、同時期から日本の研究者も次々と新たな不斉有機触媒を設計開発し、触媒にその名を残している。理学研究科にも名を冠した触媒を開発した研究者が在職しており、本分野の発展

に大きく貢献している。2004年には学習院大学・秋山隆彦教授と小職が独立に、汎用性の極めて高いプレンステッド酸触媒に不斉合成の機能を付与した「秋山・寺田触媒(背景図左)」を開発している。現在、世界で最も盛んに適用例が開発研究されている不斉有機触媒であり、今回の受賞者List教授も主たる研究対象としている(図1)。翌年には本研究科・化学専攻・林雄二郎教授ならびにデンマークのJørgensen教授によって独立に設計開発された「林・Jørgensen触媒(背景図右)」が報告されている。特に、林教授らによる本触媒を用いたインフルエンザ治療薬タミフルの超効率的な不斉合成は、不斉有機触媒の高いポテンシャルを十分に示した特筆される例である。

日本の研究者が今回のノーベル化学賞の選に漏れたことは残念との声もあるが、「新たな触媒の開発よりも、不斉有機触媒という概念の提示にあった。」とみるべきなのかもしれない。実用化の観点からは未だに開拓の余地を多く残した分野であり、今回の授賞を機にこの分野が一層活発になることを期待したい。

日本の研究者が今回のノーベル化学賞の選に漏れたことは残念との声もあるが、「新たな触媒の開発よりも、不斉有機触媒という概念の提示にあった。」とみるべきなのかもしれない。実用化の観点からは未だに開拓の余地を多く残した分野であり、今回の授賞を機にこの分野が一層活発になることを期待したい。



図1 2013年5月に天津で国際会議を主催した際の懇親会にて(左から寺田、List教授、Antilla教授、秋山教授)

背景図左 (秋山・寺田触媒)
背景図右 (林・Jørgensen触媒)

青葉理学会賞受賞とその後の研究

株式会社豊田中央研究所 研究員 吉川 信明

東北大学理学部化学専攻に入学後、理系分野を中心に他学部の講義も受講し、学部で200単位近く、修士で50単位近くを取得しました。研究室選びは理論も計算も物理も化学もやりたいと思いつつ計算化学の道に進みました。そのまま研究科に進学し、入社後も一貫してこの道を中心に研究に従事しています。

修士・博士課程では水と油の界面をイオンが移動する現象を分子動力学(MD)計算で詳細に解析しました。特殊な反応座標を用いた二次元の自由エネルギー曲面上でイオンの動きを捉えることで、実験と計算の間にあった移動速度のずれの解釈に成功しました。計算プログラムを一から作り、大規模並列計算も実施したことでソフトウェア構築の技術も習得できました。

博士課程終了後は株式会社豊田中央研究所に入社しました。入社後はMD計算のほか機械学習やVR技術など研究分野が広がりました。近年は燃料電池材料のMD計算や実験データの処理技術の研究に取り組んだほか、VR上でMD計算を行うツールを試作し、新聞にも取り上げられました。

青葉理学会賞に選定いただいたことは大変自信になりました。狭い分野でも深く追求することで評価されると実感でき、新しく研究を始める際の支えになっています。入社後受賞の経歴を書く機会が無かったですが、執筆に際し社内で話題になり良かったです。今後も受賞に恥じない研究活動を続けていきたいと思っています。

理学部・理学研究科の授業の現状と課題

コロナ禍により大学の授業風景は一変し、オンラインを利用した授業が普通のものとなりました。理学部・理学研究科では、本学の行動指針のもと、健康面に不安を抱える学生や来日できない留学生がいることを考慮し、ハイブリッド方式などオンラインを併用して対面授業を実施しています。対面が不可欠な実験や実習では、時期の変更や準備段階での動画の活用などで対応しています。対面・オンラインの学生による評価は様々ですが、オンラインを活用した授業では授業動画や資料等を自分のペースで見直すことができる利点を上げる学生が多いです。学び、研究し、さらに課外活動などを通して人間性を高める場として、大学においては対面が基本です。一方、期せずして始まったオンライン授業によりその有用性が認識されました。オンラインの長所を活用して対面授業に併用することで、学生にとり満足度が高い教育を実施していくことが今後の課題です。

理学研究科教務委員長 都築 暢夫

COLUMN

コラム

会計報告

本会は、東北大学理学部同窓会からの寄付金を原資として、平成10年5月7日に設立されました。令和2年度の収支および令和3年3月末の財産状況は次のようになっています。(金額は単位:円)

●令和2年度収支

I 収入の部	
寄附金収入	11,215,000
雑収入	1,186
収入合計	11,216,186
II 支出の部	
事業費	1,499,253
管理費	27,335
当期支出合計	1,526,588
当期収支差額	9,689,598
前期繰越収支差額	4,455,125
次期繰越収支差額	14,144,723

●財産(令和3年3月31日現在)

I 資産の部	
流動資産	
現金預金	13,144,723
固定資産	
投資有価証券	1,000,000
資産合計	14,144,723
II 負債の部	
負債合計	0
正味財産	14,144,723

カレンダー企画

青葉理学会と東北大学理学部・理学研究科の共同事業として特製カレンダー(2022年1月~2023年3月までの15か月カレンダー)を製作いたしました。ご希望される方に数量限定にてお配りいたします!

ご興味のある方は青葉理学会ホームページ(ページ下部のリンクまたはQRコード)よりお申し込みください。

青葉理学会へのご寄附のお願い

ご寄附はいつでも受け付けております。本会事務局へご連絡いただくか、あるいは直接右記の口座へお振込いただくようお願いいたします。(詳しくは青葉理学会ホームページ(右下QRコード)の「寄附のお願い」をご覧ください)
連絡先: 022-795-5590(理学部総務課)

郵便振替

口座番号: 02280-5-98946

口座名称: 青葉理学会



青葉理学会
Aoba Society for the Promotion of Science

東北大学大学院理学研究科・理学部内
〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3
HP <http://www.sci.tohoku.ac.jp/aoba-society/>

