

これまでとこれから

宋 珠 愛

(東京都立大学大学院 理学研究科 博士後期課程三年)

博士前期課程二年次に研究奨励 B に採択していただいたことに引き続き、この度は研究奨励 A にも採択していただき、心より感謝いたします。

私の研究分野は数学ですが、具体的な研究の内容は論文を参照していただくこととして、ここでは私の院生時代を振り返りながら、気付きや思いを少し述べさせていただきます。少しでも、特に今後研究者になろうとしている後輩たちの参考になれば幸いです。

私はトポロジカル幾何という新しい分野を研究しています。これは代数幾何の中の一部に位置づけられますが、その源流には代数幾何のみならず情報数学やトポロジーなどがあり、さらに応用先には可積分系や工学系などがある、様々な分野の交流点でもあります。今でこそ今後の発展のポテンシャルが分かるようになりましたが、当初は指導教官からの「特別な才能がなくても勤勉なら修士論文が書けるよ」の一言で「とりあえず博士前期課程ではこれを研究するか」と研究分野に選定する程度の認識でした。実際に博士前期課程に入学すると、基礎の勉強を最初の二か月ほどでした後、指導教官から「じゃあ来週から研究ね」と言われ、大変困惑したのを覚えています。研究をする為に院生になったのに、研究とは何かを認識していなかったのです(それにしても早すぎると今でも思いますが)。「研究」については次の段落を参照のこと)。私がそれをはっきりと自覚したのは、私の「こういうことが成り立つと思うが、どこにも載っていない」という発言に、指導教官から「じゃあ自分で証明すればいいんじゃない?」と返されたときでした。今思うとこれが転機であり、この時を境に、自分で予想を立て、それを検証・証明し、論文にまとめていくという流れが出来上がりました。研究課題は、「他者が取りこぼしたものを掬いあげていく」という予てよりの自身の信条のもと、世界でもほとんど他に誰も研究していないものを選んでいきます。これには生き残り戦略としての意味もあります。若手研究者にとって、継続した研究環境を得ることは大きな課題であり、そのために継続して研究成果を上げるということは非常に大きな意味を持つからです。未開拓分野を開拓できればすべて新規の成果になります。論文の査読が相対的に遅い(と感じる)とか、研究内容について直接的に頼れる他者が少ないという点では難しさもありますが、今後もしばらくはこの路線で研究を継続していくつもりです。

院生時代の五年間の研究生活を通じて、研究とは新しく得た知見を他者がいつでも追検証を行える形に正確にまとめ、それが研究発表や論文を通じて広く認知されることであり、研究者とは研究を継続的に行う人を指すのだと考えるようになりました。私より数学が得意な人にも、私では到底思いつかないであろう主張を証明した人にも出会ってきましたが、その内で研究者になった人は少ないです。英語が苦手で論文を書くことに躓いてしまった人、論文が書いても雑誌の探し方や投稿の仕方が分からなく他人に協力を依頼することもできなかった人、その内に心が折れてしまった人、金銭的に困窮して研究をやめてしまった人、様々ですが、私はかなりの割合で、適切なサポートがあれば彼らは今でも研究の道にいてくれたのではないかと想像しています。彼らの才能を間近で見て、研究をやめてしまうのは多大なる損失であると感じましたし、なによりも寂しいものです。研究者になることを望む人の内、一人でも多くの方が実際に研究者になれるよう、特に現在非常に研究者の数が少ない同胞社会における数学分野で、一人でも多くの後輩が育ってくれるよう、自身の研究の邁進のみならず、適切なサポートを行える研究者になれるように励みます。

最後になりますが、様々な形でこれまで私をサポートしてくださった方々に、この場を借りて感謝を述べたいです。皆様の支えを次世代に繋いでいきます。

アオムシはなぜ青い

李 允 求

(学習院大学 理学部 嶋田研 助教)

この度は、研究奨励 A に採択していただき、ありがとうございます。

俗に、鱗翅目昆虫の幼虫のことを「アオムシ」と呼ぶことがあります。これは、多くの鱗翅目昆虫の幼虫が、青色から緑色の体色を有することに起因します。緑色の体色は、緑色の色素によって形成されるわけではなく、黄色色素と、青色色素が混合して形成されると考えられています。種によって、その混合の割合が違うからこそ、鱗翅目昆虫の幼虫は、多彩な体色を呈するわけです。色素自体はそれほど珍しい物質ではなく、黄色色素は植物由来のカロテノイド、青色色素はビリンであることが多いように思えます（無論、例外はあります）。このように、多くの昆虫学者・化学者の努力によって、体色を形成する色素の実体は明らかになって久しいのですが、色素がどのように合成され、そしてどのように蓄積するのか、といった、分子的なメカニズムについては殆ど知見がありません。その理由の一つが、モデル生物の欠如です。色素を同定するだけならば、（大変な労力ではありますが）野外から昆虫を大量に捕獲すれば事足ります。しかし、分子メカニズムの探究、となれば、変異体の存在が不可欠です。昆虫のモデル生物といえばキイロショウジョウバエを思い浮かべる方が殆どだと思いますが、歴史的に見れば、日本においては、動物における形質遺伝学は、カイコをモデルとして始まりました。カイコをはじめとするカイコガ科の昆虫は、鱗翅目昆虫としては珍しく、白色や茶色、黒色などの、どちらかといえば地味な体色を有する種が殆どです。カイコには、体色が緑色になるような変異体が存在せず、そのために体色形成の分子メカニズムに関する研究は進んでこなかったといえるでしょう（いうまでもなく、幼虫の体色に関わる研究ですから、キイロショウジョウバエがモデルとして利用できないことは明白です）。

そこで私が目をつけた昆虫が、エリサンです。日本においても、そしておそらく朝鮮半島においてもそれほど知名度がない昆虫ですが、起源地であるインドにおいては、カイコに次ぐ規模で飼育されている、歴とした「家蚕」です。このエリサン自体は、カイコと同様に白い体色を有しているのですが、都合の良いことに、エリサンには、青色の体色を有する系統が存在しています。白色エリサンと、青色エリサンを用いて順遺伝学的な解析をおこなうことで、青色体色形成の分子メカニズムを明らかにできるのではないかと考えたことが、研究の発端でした。詳細は省きますが、順遺伝学、そして逆遺伝学的な解析により、真皮細胞で発現する SLC46 トランスポーターが、Biliverdin IX γ （ビリンの 1 種）を血中から真皮細胞に輸送する働きをしていることが判明しました。すなわち、白色エリサンでは、このトランスポーターの機能が欠損しているために、真皮に Biliverdin IX γ が蓄積せず、体色を青くすることができない、ということが解りました。さらに、この遺伝子のオーソログは、少なくともサクサン、ナミアゲハにおいては機能が保存されていることも明らかになり、

かなり起源が古い遺伝子であることも明らかになってきました.

これからの展望としては, トランスポーターの機能解析系を構築しようと考えています. これまでに, 効率的な Biliverdin IX γ の抽出法, H P L C における測定条件などを策定してきました. あとは, アフリカツメガエルの卵母細胞や, 培養細胞にこの遺伝子を強制発現させ, 色素の輸送能力を定量的に評価したいと考えています.

まだまだ書きたいことが多いのですが, これくらいで筆を置こうと思います. 最後になりますが, 私の課題を採択していただき, 大変嬉しく思います.

정말 감사합니다.

未知の道を歩く勇気がある研究を

金 冨男

(東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 助教)

この度成和記念財団研究奨励Aに採択頂き、誠にありがとうございます。本研究のご審査頂いた財団関係者及び選考委員の皆様にもこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

私はソウル市立大学から東京工業大学、JAIST、名古屋大学を通じて今の東京理科大学まで多くの大学を移動しながら幅広い分野への研究を引き続き行っています。この過程の中、自分が人生をかけて研究する価値があるものは何か真剣に考えて来ました。幼いころから半導体材料に興味が高く今も、様々な半導体材料を中心に電子/エネルギーデバイスの開発に関する研究を行っています。近年注目されているグラフェンのような2次元材料は一層が1ナノ以下でナノテクノロジー時代に合わせた新たな半導体材料として注目され、世界的に爆発的な研究が進んでいます。私もこの流れに乗って行くことも考えられますが、その流れの次に達する道を開拓したいと思っていました。

その結果今回応募した“多層2次元材料を用いた物性評価及び新たなデバイスの提案”に辿り着きました。ナノテクノロジーの発達は現在原子一個の動くによる現象まで利用する段階まで来ています。多層2次元材料は原子が層間を自由に動くことが可能になり、今までなかった新たな現象の観察や提案が可能になると考えています。現在、多層2次元材料を用いた触媒、太陽電池、エネルギーハーベストデバイス等新たな機能性デバイスに関する研究が報告され始めています。しかし、単層2次元材に関する研究に対して比べにならないほどで、未知の道だと考えています。このような研究は世の中に認定されにくい面もあり、研究助成金の確報に当たって難しいことだと思いました。

成和記念財団のように潜在力を認め応援してくれるところがあることを確信し、進むことができるようになりました。本奨励を受け、多層2次元材料の基礎物性の評価に関する礎を作り、それを基盤とした新たなナノデバイスの開発に挑みたいと思います。本研究の対象になる MoS_2 は地殻中に豊富に存在する原子からなる化合物であり、化学的に安定であるため、次世代半導体材料として潜在力が高い物質です。また、面内方向の高い移動度や高い光吸収係数を有するため、エネルギーデバイスの材料として適切です。従って、多層2次元材料を有効活用するため、モリブデン(Mo)金属の硫化により成長させV-2次元 MoS_2 (V- MoS_2) 薄膜を成膜します。このM V- MoS_2 薄膜の成長メカニズムおよび結晶構造の制御に関して調べ、基礎物性について明らかに、新たな高性能の触媒、太陽電池、メモリデバイス等の開発に関する研究を行いたいと思います。

最後にこの度研究奨励Aに採用頂いてもう一度感謝を申し上げます。

魅力的かつ革新的な分子を求めて

辛 洸 徹

(名古屋大学大学院 理学研究科)

この度は、一般財団法人成和記念財団研究奨励 A に採択していただき、誠にありがとうございます。本研究内容について評価して頂きました評価員の皆様、論文掲載に至る過程でご協力いただきました財団関係者の皆様には、このような光栄な機会をいただけたこと厚くお礼申し上げます。

私は 2018 年 4 月から現在まで名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻植物生理学グループに所属しております。私は現所属の研究室にて約 4 年の間、植物の葉の表皮に多く存在する植物の葉の表皮に多く存在する気孔という通気孔がどのように開くか明らかにするために研究をしています。

気孔は一对の孔辺細胞という細胞に囲まれた孔であり、日中に開くときには光合成の基質として必要な二酸化炭素の取り込みや葉温が上昇を防止するために蒸散を促します。一方で、乾燥条件では気孔を閉鎖することによって、水分の損失を防止する役割を果たします。このように気孔の開閉反応は、固着生活を営む植物が劇的に変動する環境の中で生長・生存のために重要な環境応答の一つとして知られています。中でも気孔が開く際には主に太陽光に含まれる青色光に反応して開きます。そのメカニズムとして、青色光受容であるフォトトロピンが青色光を受容することによって、様々な細胞内シグナル伝達因子を介して気孔開口の駆動力を形成することが知られています。これまでの研究では遺伝学的な手法によって、青色光による気孔開口反応に重要なシグナル伝達因子が同定されてきましたが、その全容は未だ明らかになっていません。その理由の一つとして、冗長性のある因子や致死性の因子は解析が困難であるといった、遺伝学的な手法の問題点に起因している可能性が考えられます。そこで私は上記の問題を解消する手法として、ケミカルバイオロジーによるアプローチが有効だと考えました。ケミカルバイオロジーとは明らかにしたい生命現象に対して影響を及ぼす化合物を探索し、化合物の標的因子を同定し詳細なメカニズムを解析することによって、その全容を明らかにするアプローチです。私はこれまで上記のアプローチを応用することで、多種多様な化合物を含むライブラリーの中から光による気孔開口を阻害する化合物の単離に成功しました。さらに、青色光による気孔開口反応に作用する化合物を単離し、その作用機序について詳細に明らかにしつつあります。

今後、本研究で選抜された化合物について、標的タンパク質やその作用機序を明らかにすることで、青色光による気孔開口反応の詳細を明らかにしたいと考えております。また、本研究によって選抜・改良される気孔開口阻害剤の一部は、バラの葉の萎れ抑制効果が確認されていることから「乾燥耐性付与剤」としての応用展開の可能性が考えられます。具体的には、野外農場や切り花の輸送など植物への乾燥ストレスがかかる場面で乾燥耐性を促進することが期待されます。今後、化合物を改良することで遺伝子組み換え技術

に頼らない基盤技術の創製を試みます。

最後に、今回栄誉ある賞をいただけたことを励みにより一層研究活動に取り組み植物生理学における研究の発展だけでなく、環境・エネルギー関連の問題解決の鍵となる魅力的な分子の探索・開発に邁進していきたいと考えております。また、本研究遂行にあたりご指導、ご協力いただいた方や、支えていただいたご家族の方にこの場をお借りして御礼申し上げます。

今後とも研究に励んでいきたい

全 学 哲

(東京都立大学大学院 理学研究科)

この度は成和記念財団研究奨励 B に採択していただき誠にありがとうございます。また昨今の厳しい情勢の中で、研究活動を支援していただいたことに、心より感謝しております。私は 2021 年 3 月に朝鮮大学校理工学部を卒業後、2021 年 4 月から東京都立大学大学院理学研究科にて、大学院生として、細胞生化学の研究を行っています。短い期間ですが研究成果とこれからの展望を評価していただき大変光栄に思います。

私はタンパク質の分解のメカニズムとその意義の解明についての研究を行ってきました。ヒトの体の中には数多くのタンパク質が存在します。このタンパク質らはタンパク質ごとに特有の機能を担っています。タンパク質が正常に機能しない場合、病理的現象を引き起こすことが明らかになっています。近年、生体分子の輸送にかかわる因子として Rab と呼ばれる低分子量 G タンパク質が同定されました。Rab タンパク質は細胞内の膜小胞の輸送を制御することで、細胞の機能維持に重要な役割を担っているタンパク質です。ヒトゲノムは 60 以上の Rab タンパク質遺伝子をコードし、それぞれの Rab タンパク質に制御する経路に応じた機能を持っています。Rab タンパク質は GTP と結合する活性型と GDP と結合する不活性型をサイクルしており、GTP 結合型は小胞輸送を制御しています。一方、GDP 結合型は標的膜から解離し、出発オルガネラに向かって逆行します。従来の見解では Rab タンパク質は安定性が高く分解されにくいタンパク質として認識されてきたが、一部の Rab タンパク質の GDP 結合型が不安定であり速やかに分解されることが明らかになりました。しかし Rab タンパク質が速やかに分解される必要性は未だ解明されておりません。本研究では Rab タンパク質が速やかに分解されることが細胞にどのような影響をあたえているかに着目しました。

Rab3 サブファミリータンパク質は a, b, c, d の 4 つの型が存在し、その内 Rab3a と Rab3d は研究が進んでいます。私は Rab3a と Rab3d の 2 つを用いて研究を行っております。これら 2 つのタンパク質はアミノ酸配列が酷似しているが安定性に違いが生じています。そこで私はこれら 2 つのタンパク質のアミノ酸配列を比較検討し、配列が異なるアミノ酸残基を置換した安定性の高い Rab3d GDP 結合型変異体を作製していくことを目的に研究しております。

最後に、この度は審査していただいた方々、そして研究奨励賞という形で研究を評価してくださった成和記念財団へ重ねて御礼申し上げます。今後とも研究に励んでいきたいと思っております。