

【寄稿文】

金萬有学術賞を頂いて思うこと

金 成 主 (慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 特任准教授)

この度、第41回成和記念財団・金萬有学術賞を頂き大変光栄に思います。財団には、過去にも研究奨励賞等を頂き、大変お世話になってきましたが、再び今回、委員会メンバーが小生を推薦して頂いたお陰で本賞を受賞することができました。改めて財団関係者の皆様に御礼を申し上げます。賞を取るために研究はしていないにしても、研究をこの様に評価して頂けることは大変嬉しいことです。特に最近、研究者環境が益々厳しくなっている中で、研究を続ける励みにもなりました。また、共同研究者の皆様にもこの場を借りて深く感謝申し上げます。共同研究者との度重なる議論と協力がなければ、本研究は日の目を見なかったでしょう。

受賞対象の研究は、「自然知能」に関するものです。昨今の人工知能 (AI) ブームの功罪について様々な議論がなされていますが、既にその研究成果は、市町村ごとの降雨予測、区画ごとの犯罪予測、農業生産の最適化など、我々の実生活にまで浸透して来ています。結婚相談所において「最適な相手」をみつけることにも利用されていて、今までの我々の常識や生き方にも影響が出てきています。新しい技術に対しては多角的に検討がなされるべきであると思います。

上述した AI はデジタルコンピュータ上のアルゴリズムという形態を取っていますが、私は、連続量、保存則、揺らぎを本質的に持っている物理現象をよりダイレクトに活用した、全く新しい計算原理に基づいた知能発現である「自然知能」の典型例を見つけました (S.-J. Kim et al., *New J. Phys.* 2015)。

例えば、スロットマシン2台 (A, B) を考えます。各スロットマシンからは決まった報酬確率 (PA , PB) でコイン一枚が出るとします。報酬確率を知らないプレイヤーはどのようにプレイすれば最大の報酬を獲得できるでしょうか？これは多本腕バンディット問題と呼ばれる「試行錯誤の効率化」と関係する普遍的な問題であります。私は「体積が保存する棒」の動きでこの問題を解くことができることを示し、この「棒」が、既存の AI アルゴリズムよりも多くのコインを獲得することができることを数学的に証明しました。

これは、我々生物が採用している計算原理を探求する過程で発見したものであり、我々生物とは似ても似つかないデジタルコンピュータが直面している「組合せ爆発」による計算困難性や、高エネルギー消費問題を解消する可能性を秘めています。実際に、共同研究を通して、量子ドット、単一光子、カオスレーザー、イオニックデバイスを活用した各々「自然知能」装置の作製にも成功しました。そこでは、モノ自体が運動を介して効率的な意思決定 (A か B か指定) をすることができます。今後も「自然知能」

の可能性を広げる応用研究は勿論のこと、特に「自然知能の計算原理の一般化」に集中し、理論化までやりきりたいと思っています。

今年47歳になります。今まで自分が純粋に面白いと思うことを馬鹿正直に研究テーマとしてきました。ある意味で道楽に近い研究者という道を歩んでいることに対して、最近、年齢のせいか、いろんな人たちに助けられ、影響を受け、支えられていることを強く自覚するようになりました。今後も周りへの感謝を忘れずに研究に邁進したいと思います。また、金萬有学術賞の名に恥じないように、より一層精進して参りたいと思います。ありがとうございました。

最先端の科学を学ぶ喜びかみしめ

李 勇 燦 （東京大学大学院理学系研究科 生物科学専攻）

この度は、一般財団法人成和記念財団研究奨励 A に採用していただき、誠にありがとうございます。修士課程の学生であった 3 年前、研究奨励 B を有難くも頂戴しましたが、今回、もう一度このような栄誉をいただけたことを大変嬉しく思います。

私はこれまでに、細胞が栄養を取り込んだり、他の細胞へと受け渡したりするしくみについて分子のレベルで研究してきました。このような細胞間の栄養の受け渡しを担う分子は輸送体と呼ばれており、細胞を覆う膜である細胞膜に存在します。輸送体といっても、その働きは門番のようであり、特定の化学物質を細胞の外側から内側へ、あるいはその逆方向に通す役割をします。輸送体には様々な種類があり、それぞれ運ぶことのできる化学物質や方向が異なります。これら輸送体が働く仕組みを原子レベルで明らかにするのが、私の研究内容です。

博士課程の間に取り組んだテーマは、植物の光合成に関わる輸送体に関する研究です。植物は、光合成によって CO_2 から有機分子を作り出します。光合成がおこる葉緑体内で最初に作られる有機分子は、トリオースリン酸と呼ばれる分子です。このトリオースリン酸は、葉緑体から細胞質へと運ばれますが、この運び屋の役割を果たすのが、トリオースリン酸輸送体です。トリオースリン酸輸送体は、光合成において重要な役割を果たしており、その機能を向上させることで農作物の収量増加がみられることが分かっています。そのため、トリオースリン酸輸送体は 40 年以上も前から研究されてきましたが、その仕組みは、分子レベルではよく分かっていませんでした。

私は、この輸送体の仕組みを調べるために、タンパク質結晶学という手法を用いました。輸送体はタンパク質からなりますが、私はこの輸送体タンパク質を非常に純粋な状態にまで精製し、その結晶を作りました。この結晶を、X 線回折という手法を用いて解析することで、輸送体の立体構造を原子レベルで明らかにしました。この構造から、トリオースリン酸輸送体はアルファヘリックスというらせんが 10 本集まった特徴的な構造をしており、トリオースリン酸を、特異的な相互作用によってとらえていることが分かりました。

この研究を達成するうえで最も骨の折れるステップが、タンパク質の結晶を作ることでした。トリオースリン酸輸送体の結晶を作るために 2 年以上もの歳月を費やしましたが、結晶が得られた時は大きな感動と達成感を覚えました。一方、ごく最近、クライオ電子顕微鏡法と呼ばれる新しい手法が登場しました。この手法もタンパク質の立体構造を知るための手法なのですが、結晶を作る必要がありません。そのため、結晶を作るのが難しかった多くのタンパク質の立体構造の解明に応用できると期待されており、昨年のノーベル化学賞の受賞対象となりました。私は、この手法に興味を持ち、それを学ぶ

ためドイツのマックスプランク生物物理学研究所へ来月から留学します。この度いただく副賞は、そのための渡航費などに充てさせていただきます。初めての海外留学で不安もありますが、最先端の科学を学び、それをもって人類の知の発展に貢献する喜びをかみしめながら、留学を楽しみたいと思います。

改めまして、本日は本当にありがとうございました。

研究に専念できる喜び

金 賢 一

(大阪市立大学大学院理学研究科 高エネルギー物理学研究室
特別研究員 (DC2) / 後期博士課程 3 年)

この度は研究奨励賞をいただきまして、誠にありがとうございます。私は修士課程 1 年からこれまでの 4 年間を通じて自身の研究に対する賞をいただく機会がありませんでしたので感激しています。受賞対象となりました私の研究は素粒子の 1 つであるニュートリノに関するものです。ニュートリノは電氣的に中性で他の粒子と滅多に反応せず観測が困難であるために「幽霊粒子」とも呼ばれており、性質について未知な部分が多く残されている粒子です。2015 年にノーベル物理学賞を受賞なさった梶田隆章氏の研究成果によりニュートリノは質量があり 3 種類の世代間で振動していることがようやく明らかになりました。現在でもニュートリノの質量決定やニュートリノ振動に関するパラメータの精密測定を目指して様々なニュートリノ実験が日本を含む世界各地で盛んにおこなわれています。その中で私が参加している T2K 実験では茨城県東海村 J-PARC よりニュートリノビームを射出し、295 km 離れた岐阜県神岡鉱山地下 1700 m に設置されたスーパーカミオカンデにおいてニュートリノ振動現象を観測しています。振動パラメータの精密測定を通じてレプトンセクターにおける CP 対称性の破れの発見を目指しています。CP 対称性の破れは物質優勢宇宙の謎を解く鍵であると考えられており、T2K では対称性の破れの兆候を既に掴んでいます。今後はさらに統計量を増やす他にも、解析に関わる系統誤差を抑制したより精密な測定が求められています。私の研究では新たな検出器を用いてニュートリノ反応に関する精密測定を行うことで、T2K 実験におけるニュートリノ反応断面積に関する系統誤差を抑制することを目指しています。2017 年 10 月より新検出器を用いた測定を開始しています。自らの手で造り上げた検出器を用いた解析を通じて物理結果を出せることに自分自身も期待しています。

素粒子実験は加速器を始めとした大型の実験施設で行われることが主であり、私の参加している実験では茨城県東海村にあります J-PARC におけるニュートリノビームを利用し、また検出器も J-PARC 構内の検出器ホールに設置しています。必然的に大阪-茨城間の移動が多くなり交通費や宿泊費といった旅費が嵩んでいきます。こうした旅費は研究機関より後日支給はされるのですが一時的に自身で賄う必要があります。研究に専念してアルバイトをする時間のない学生にとっては少々痛手となっています。こういった状況の中で本研究助成金を頂ける機会を頂けたことは、金銭的な負担が緩和されてより一層研究に専念できる環境を作る一助となっていると考えます。そのことに感謝し、これからも研究に精進してまいりたい所存です。

生活の質の向上に貢献できる研究者を目指して

趙 崇 貴

(奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 博士後期課程 1 年)

この度は一般財団法人成和記念財団研究奨励 A に採択いただき誠にありがとうございます。

現在、私は手の動作推定に関する研究を行なっています。手の動作は我々の生活と深い関わりを持つことが知られており、様々な分野への応用を目的とした手の動作推定の研究が盛んに行われています。手の動作推定の研究には画像、慣性・磁気センサや表面筋電位のような生体信号などの様々な入力信号が用いられるのですが、私はその中でも、筋肉や腱、骨などの手の動作に関与する様々な体組織の運動情報が含まれる前腕形状情報に着目した手の動作推定手法を提案しています。研究では、はじめに前腕形状情報をウェアラブルに計測可能なデバイスである距離センサアレイを開発しました。距離センサアレイには筋肉の隆起などによる形状変化を計測可能な距離センサユニットが 10 個搭載されています。また、距離センサアレイは前腕の 3 次元モデルに基づいて設計されているため前腕に適合した計測が可能となっています。開発した距離センサアレイを用いて手の動作認識実験を行なった結果、既存の手法では認識が困難な前腕の回内・回外を含む 7 種類の手の動作の認識を実現しました。また、現在は前腕形状情報を基に関節角度レベルで手の動作を推定する手法の開発も行なっています。こちらの手法では連続的な手の動作推定を実現しており、単一動作のみではなく、単一動作が組み合わさった複合動作の推定も実現しています。これらの研究結果から、提案手法が既存の手法に変わる新たな手の動作推定手法としての可能性を持つことが示されています。今後は、現在までの研究を基に、さらに細かく複雑な手の動作をロバストに推定可能なシステムを構築し、最終的には VR 環境や電動義手・外骨格アシストのようなロボットデバイスの操作インタフェース、スポーツ科学、医療・福祉分野での手の動作計測などの様々な分野に応用していきたいと考えています。

私は自らの研究成果を日常生活で実用可能な段階まで実装していける研究者になりたいと考えています。ロボティクス分野の研究目的の一つとして、人々の生活の質 (QOL, Quality of Life) の向上が挙げられます。最新の技術を研究段階で終わらせるのではなく、実際にユーザの意見を取り入れながら、実環境・実生活での使用に耐えうるシステムを構築し、人々の生活の質の向上に貢献していきたいと思っております。

最後に、博士前期課程の研究奨励 B に続き、この度の研究奨励 A にも採択いただいたことを、重ねてお礼申し上げます。まだまだ未熟な身ではありますが受賞者としての誇りと責任を胸に、今後も研究に励んでいきたいと思っております。

世界に羽ばたける医師を目指して

秋 禎 樹 (名古屋大学 脳神経外科)

この度は、成和記念財団研究奨励 A に採用して頂き誠にありがとうございます。財団の金理事長はじめ、たくさんの方々に祝福を頂き、感謝の念に堪えません。

私は、脳神経外科医という日常診療をこなしながら、その傍らで大学での研究事業を進めてまいりました。一言で脳神経外科医といっても、脳血管障害を扱い、それを研究する医師もいれば、脳腫瘍のための医師、脊髄、など様々な分野、サブスペシャリティーに分かれているのが現状です。私は、名古屋大学脳神経外科の間脳下垂体・神経内視鏡グループという、一般の方にはあまり聞き慣れない部門に所属しております。肺や消化管などの手術では以前より胸腔鏡、腹腔鏡という内視鏡を用いた手術が盛んです。内視鏡という細いカメラを用いることで手術での皮膚切開を極力少なくする、いわゆる「低侵襲な手術」です。脳外科の領域でも近年、この内視鏡技術は進歩し続けており、過去には深すぎて摘出することができなかった腫瘍を摘出することが可能となっています。また、頭の骨を大きく開かなくては摘出できないような腫瘍に対しても内視鏡を用いることで小さな傷で摘出できるようになっています。

私は、この内視鏡での手術を日々行いながら、脳腫瘍の可視化・それによる脳腫瘍の摘出、といったテーマで研究を進めてまいりました。脳腫瘍は元来、頭の骨を大きく開けて、顕微鏡を使いながら腫瘍を摘出するという方法が行われてきました。2000 年に米国から、手術中に 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) を用いることで脳腫瘍だけを赤く光らせる可視化技術というものが発表され、近年その技術は世界中に広まっていきました。私のグループは、この方法を内視鏡技術にも取り入れることができれば、内視鏡技術もより一層発展するであろうという思いから、研究を開始いたしました。5-ALA を用いた内視鏡的脳腫瘍生検は数例の報告がありましたが、脳腫瘍摘出術は過去に報告は無く、アメリカの脳神経外科の雑誌に原著論文としてアクセプトして頂きました。この時、研究の成果が世界で評価されたのだ、と確信いたしました。現在も私の研究は続いており、着々と症例数は増えていっており、今後なにか新しい発見が出てくるのではないかと期待いたしております。

また 2018 年 2 月には大学より海外留学の許可を頂きました。インドの大学病院、市立病院での 3 ヶ月間の留学に行つてまいりました。先進国ではなく、あえて発展途上のインドで、日本では味わえないようなたくさんの方々の手術を経験してまいりました。神経内視鏡の分野はまだ先進国ほどではありませんでしたが、医師としての姿勢、勤勉さ、熱意という意味では非常に勉強になりました。

今回は、栄誉ある成和記念財団の研究奨励 A に御採用いただき本当に有難うございました。これからも努力を惜しまず、世界に羽ばたける医師を目指してまいります。

研究者を目指して

金 穂 香 (京都大学大学院 修士1年)

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。私は、2017年3月に朝鮮大学校理工学部を卒業後、2017年4月から京都大学大学院理学研究科にて、修士課程の学生として研究に従事しています。本格的に研究を始めてまだ1年という短い期間ですが、その間、たくさんの方々の支えの中であげることのできた成果を評価していただき、大変光栄に思います。

タンパク質の多くは、外界から刺激を受けることにより、自身の構造を変化させたり、また別のタンパク質と相互作用することにより、生体内でシグナル伝達を行います。そのような背景からタンパク質の構造や反応についての研究は非常に重要であり、古くから行われています。その中でも、光を受容し、なんらかの機能発現に関わるとされる光センサータンパク質のシグナル伝達機構は、未だ解明されていない部分が多く、またそれらの研究は将来的に産業への応用も期待されることから、非常に重要であると考えられます。私は、**Photoactive Yellow Protein (PYP)**という、紅色細菌の負の走光性に関わるとされるタンパク質の反応について研究しています。PYPは、別のタンパク質と相互作用し、シグナル伝達を行うと言われてきましたが、相互作用の相手となる下流分子が長い間見つかっていなかったために、PYPを取り巻くシグナル伝達機構の研究は難航していました。しかし近年下流分子が同定され、PYPと下流分子との相互作用のメカニズムが注目されています。そこで私は、PYPと下流分子との相互作用における時間分解ダイナミクスについて研究を行いました。タンパク質の反応解析において、どれほどの時間スケールでどのような構造変化を起こすかを明らかにすること、また相互作用によって形成される分子サイズを明らかにすることが、この研究では必要不可欠になります。これまでにタンパク質反応の時間分解ダイナミクスの解析で主に用いられた手法としては、溶液状態での吸収スペクトル変化を時間分解で測定する手法が一般的ですが、これらの手法はタンパク質構造の中で発色団 (光を吸収する部分) 付近の反応しか反映できないという欠点を持ちます。そこで、私の属する研究室では過渡回折格子法 (TG法) という独自の測定手法を用いています。この手法は、光反応に伴うタンパク質溶液の屈折率変化を時間分解で測定することにより、拡散係数の時間変化を求めることができる手法です。拡散係数は、分子の半径や粘度などを反映したもので、拡散係数の値から分子サイズを見積もったり、二次構造変化の有無について調べたりすることができます。これまでに TG法が適用されて来た系は、一種のタンパク質の構造変化や二量化反応な

ど、比較的単純な形が多かったため相互作用反応の解析は非常に複雑ですが、濃度比や励起光強度の検討、解析モデルの検討を行いながら、着実に進めています。今後も、タンパク質の反応に関する研究を通して、生体内でのシグナル伝達機構の解明に貢献していきたいと思います。また、このような生体分子に対する物理化学的な測定手法は、未だ確立されていない部分が多く、さらなる発展が期待できるため、相互作用を伴う複雑な系への適用が可能な測定手法の開発も行っていきたいと思います。

最後に、今回を受賞を契機に今後も国際的に活躍できる研究者を目指して、ご期待に答えられるよう精進して参りたいと思います。本日はどうもありがとうございました。