

きらりと光る研究を

高 静 花 （大阪大学大学院医学系研究科 視覚先端医学）

この度は成和記念財団研究奨励 A に採択いただき、大変光栄に存じます。本研究を評価して頂いた財団関係者、選考委員の皆様にはこのような機会を賜りましたことを、厚く御礼申し上げます。

私は眼科医になって 20 年になりますが、眼表面（黒目や涙）の病気や見え方に興味をもっています。専門的に詳しくいえば、角膜、涙液、眼表面疾患およびその光学的特性、視機能に関して研修医の頃より興味を持ち、臨床および研究に取り組んできました。眼光学のメッカといわれる、ロチェスター大学（ニューヨーク州）へ研究留学もしました。現在、大阪大学眼科にて、角膜外来、そして特殊外来として円錐角膜外来、ドライアイ外来を担当しています。大阪大学眼科は角膜疾患、角膜移植、屈折矯正手術に関する本邦における代表的研究機関であり、長期にわたる多数の円錐角膜症例の診療および関連の研究について国内有数の実績があります。円錐角膜用の新たなソフトコンタクトレンズを国内企業と共同開発しました。また、国産初の波面センサーや光干渉断層系 (OCT) を用いた角膜形状解析が可能な装置を国内企業と共同開発し、円錐角膜をはじめさまざまな角膜、眼表面疾患において視機能および角膜形状評価を行ってきました。

円錐角膜は、思春期に発症する角膜の菲薄化、変形を主徴とする角膜形状異常疾患であり、進行性の視力障害をきたしますが、その原因が不明であるため根治的治療法が確立されていません。円錐角膜にはさまざまな重症度が存在しますが、その重症度に関して臨床に即した統一分類が現在存在しません。そのため進行経過の詳細な定量解析が難しいというのが現状です。

そこで、軽症例を早期に診断し、進行の有無を角膜形状解析およびその他の評価法に

より判断して、進行例は角膜コラーゲンクロスリンキングを施行し進行を抑制した上で、視機能向上のため高次収差を軽減でき装用感が良好なソフトコンタクトレンズを装用するという、円錐角膜の診断法と治療法を組み合わせた新規システム開発の必要性を認識し、「円錐角膜の早期診断および進行予測システムの開発」という本テーマに至りました。

現在の臨床に即した重症度分類が国際的にも強く求められています。円錐角膜は疫学的にも人種差が知られるため、施すべき治療や留意点が変わることを明確にしたガイドライン的要素をもった国際的な重症度分類案の提案を将来的にも視野にいたいと思います。これまで、国際会議参加や英文論文発表に積極的に取り組んできましたが、今後はより一層海外の研究者たちとも密に連絡をとりあってグローバルに活動の幅を広げて行きたいと思います。

今回の受賞を励みにして、この分野の臨床・研究の発展に少しでも貢献できるよう、また何より一人でも多くの円錐角膜患者さんのお役に立てるよう精進していきたいと思います。また、本研究を行うにあたりご指導、ご協力をいただきました多くの先生方にこの場をお借りして御礼を申し上げます。

未知なる物理を探求していきたい

李 煥 信（大阪市立大学大学院工学研究科）

この度は、一般財団法人成和記念財団研究奨励 A に採用していただき、誠にありがとうございます。

私が対象としている半導体ナノ粒子は、その名の通りサイズが数ナノメートル（10億分の1メートル）というスケールの半導体であり、人間が目視して認識できるバルク半導体結晶とは異なる性質を持ちます。このような半導体は、我々が社会生活を営む上で不可欠な電子デバイスに組み込まれている材料であり、LED 等の発光素子にも使われています。いま例に挙げた LED だと、自由自在に色を表現するために、光の三原色と呼ばれる青、緑、赤に光る材料をそれぞれ用意し、適切に組み合わせる必要があります。バルク半導体では GaAs や Si 等の物質ごとに、バンドギャップエネルギーという物質固有の物理量が定まっており、そのため光る色は物質ごとに決まっています。対して、半導体ナノ粒子では、狭い領域内に電子や正孔などのキャリアが強く閉じ込められることで、顕著な量子効果が発現します。これによりナノ粒子のサイズが変化するとともに、電子（正孔）が存在できる固有エネルギーが変化するため、それに対応してナノ粒子からの発光色が変化します。このようにユニークな性質が注目され、半導体ナノ粒子を用いた新しい光デバイスの開発が期待されると同時に、基礎研究の立場からその光学特性を解明するために、これまで多くの労力が注がれてきました。

このような土台のもと、近年では半導体ナノ粒子を人工原子と見立てて、それらの間に生じる相互作用について盛んに研究されています。現在の私の研究では、半導体ナノ粒子が近接し配列した、いわば人工結晶を作り、その光学特性を調べています。このような人工結晶では、原子が並んだバルク結晶のように、帯状の電子エネルギー状態であるミニバンドが形成されると考えられており、これを利用することで、従来の Si 太陽電池の2倍以上の変換効率が実現すると予想されています。しかしながら、実験によって明確にミニバンドの形成を確認したとする研究はほとんどない現状にありました。その背景には、電子状態の結合のために必須となるナノ粒子同士の近接が困難だったことが挙げられます。多くの半導体ナノ粒子は、溶液中での化学合成により作製されますが、その際、溶液中でのナノ粒子の分散性を保

持させるために、配位子と呼ばれる有機分子をナノ粒子表面に結合させる必要があります。この配位子は一般に長いものが使用されますが、そのために、ナノ粒子間の近接が阻まれてきました。

これに対して、私はナノ粒子作製の際に短い配位子を利用し、配位子間の化学結合を利用することでナノ粒子同士の近接と自己組織化的な周期配列構造の形成に取り組みました。このように作製した試料に対して、X線構造解析等の評価から、目的とする構造が形成されていることを実証しました。また、吸収スペクトルや発光励起スペクトル等の基礎的な光学特性の評価により、この試料において電子状態が結合したミニバンドが形成されたことを示す結果が観測されました。今後は、このような新規材料が示す発光特性に焦点を当て、その未知なる物理を探求していきたいと考えています。

最後に、この度研究奨励 A に採用していただいたことについて、重ねて御礼申し上げます。これを励みに、博士課程で残された 1 年を有意義に過ごしたいと思いません。

自身の発見をもとにしたユニークな研究

金 穂香（京都大学大学院 博士後期課程）

この度は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。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、大学院生として、生体関連物理化学という分野の研究を行っています。研究を始めてまだ 3 年という短い期間ですが、その間に積み重ねた研究成果、そしてこれからの研究における展望を評価していただき、大変光栄に思います。

私はこれまでに、人間の視覚に代表されるような、生物がもつ光感知のメカニズムを明らかにすることに興味を持ち、研究を行ってきました。光感知のメカニズムは生物種によって様々ですが、多くの場合、感知する光の波長によって異なる様々な仕組みが存在します。すなわち、様々なメカニズムを使い分けて光の色を区別し、感知しているということです。ここで大きな役割を担うのが、ある特定の波長の光を吸収する光受容タンパク質です。光受容タンパク質は、光刺激を受けることによって自身の構造を変化させたり、別のタンパク質と相互作用したりして、光情報を伝達します。そのため、光受容タンパク質の構造や反応を研究することは、生物がもつ様々な光感知システムの理解につながります。また近年は、そのような光受容タンパク質の性質を利用して、生物の様々な機能を光でコントロールする、光操作技術も目覚ましい発展を遂げています。

私は、Photoactive Yellow Protein (PYP) という光受容タンパク質の反応について研究しています。PYP は 1985 年に青色光受容タンパク質として細菌から発見され、その構造や光反応が盛んに研究されてきました。PYP は、下流分子とよばれる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は明らかにされていませんでした。しかし本研究では、共同研究を通して同定された下流分子を用いて、PYP と下流分子との相互作用をとらえることにはじめて成功しました。そして下流分子との相互作用について調べる過程に、PYP と下流分子が紫外光によって相互作用し、青色光によって解離するという興味深い反応を示すことがわかりました。つまり、PYP をとりまく情報伝達は、光の波長によって制御されているということを示します。このような結果を通して、青色光受容体として発見され、光強度を感知するセンサーであると言われてきた PYP が、光の色を区別する波長センサーであることを始めて明らかにしました。現在進行中のプロジェクトでは、細胞内環境における様々な条件でこ

の分子間相互作用が変化することを見出しつつあり、これらの知見が、PYP の光情報伝達機構の解明を大きく進歩させると確信しています。

近年、様々な生物のゲノムを調べ、それぞれの生物がどんなタンパク質をもっているかを調べる技術が急速に発展しているのもあり、PYP が様々な生物から続々と見つかっています。光合成細菌を中心に広く保存されていることがわかってきていますが、それぞれの生物がもつ PYP のアミノ酸配列は大きく異なっています。よって生物種ごとに、多様な光感知のメカニズムが存在すると予測されるため、今後は研究対象をさらに拡張し、その多様なメカニズムを網羅的に明らかにすることを目指していきたいと考えています。

最後になりますが、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。今後とも研究に励んでいきたいとおもいます。

受賞の感想と抱負

辛洸徹（名古屋大学理学研究科 博士後期課程1年）

この度、一般財団法人成和記念財団研究奨励 B という名誉ある賞を頂戴し、光栄に思います。私は研究活動の中で、受賞経験がなかったことから、大変感慨深いものであると同時に、これからの研究の励みになりました。また、昨今の厳しい情勢の中で、研究活動を支援いただいたことに、心より感謝しております。

受賞対象となりました私の研究は、気孔が開くメカニズムに関するものです。植物の葉の表皮に多く存在する気孔は一对の孔辺細胞からなる孔で、環境の変化に応じて開閉し、光合成に必要な二酸化炭素の取り込みと水損失のバランスを適切に保つよう機能し、植物体の生存に寄与しています。開口反応においては、青色光受容体フォトトロピンによって、太陽光の中でも青色光を受容することで、細胞膜 H^+ -ATPase がリン酸化によって活性化され、気孔開口のための駆動力が形成されます。しかし、細胞膜 H^+ -ATPase のリン酸化に至るシグナル伝達経路の全容は、未だ明らかになっていません。その理由の一つとして、機能が重複する複数の因子や、生存に必須な因子は遺伝学的な解析が困難であるといった問題点が考えられます。本研究では上記の問題点を回避するため、化学遺伝学的手法、ケミカルスクリーニングに着目しました。

ケミカルスクリーニングは、特定の生理活性を持つ化合物（ヒット化合物）を選抜し、標的因子を同定することによって、その作用メカニズムを明らかにする手法です。私は、ケミカルスクリーニングによって、青色光による細胞膜 H^+ -ATPase リン酸化に関わる未知の因子を同定し、その作用機序を解明することを目的として研究をしております。現在までに、当研究室によっていくつかの気孔開口を阻害する化合物が見つかったことから、今後、これらの化合物の標的タンパク質や作用機序は明らかにすることで、青色光による気孔開口のメカニズムを解明し、植物科学における新たな知見を得たいと考えています。

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下さった成和記念財団へ重ねて御礼申し上げます。支えていただいた多くの方々への感謝の気持ちを忘れずに、在日コリアンとして、研究者として社会に貢献できるよう、より一層研究活動に励みたいと考えています。