

令和3年度リンダウ・ノーベル賞受賞者会議 参加報告書

参加会議： 第70回会議(3分野合同)

所属機関・部局・職名： チャン・ザッカーバーグ・バイオハブ

氏名： 小林 博文

1. ノーベル賞受賞者の講演を聴いて、どのような点が印象的だったか、どのような影響を受けたか、また自身の今後の研究活動にどのように生かしていきたいか。[全体的な印象と併せて、特に印象に残ったノーベル賞受賞者の具体的な氏名(3名程度)を挙げ、記載してください。]

今回のリンダウ会議はCOVID-19の影響により、結局現地開催は叶わず、全てオンラインでの開催となりました。会議は基本的に全て hopin.com というサードパーティのプラットフォーム上で行われ、各自このプラットフォームにユーザー登録し、ブラウザ上で会議“会場”に入室する形で参加します。今年のリンダウ会議は3分野合同開催ということで、化学、物理、生物医学と様々な分野の講演がありました。オンライン開催のためか、全体的にはオンライン学会に近い印象でした。ただ、交流を促すためのチャンスは普通の学会よりは多く設けられている印象でした。

2014年にノーベル化学賞を受賞した Stefan W. Hell の最新の研究成果を聞きました。自分の研究分野に近かった上に、衝撃的な成果だったのでとても印象に残りました。Stefan はそれまでの物理的に突破が不可能と思われていた光学的な空間解像度(200 nm 程度)より10倍も高い解像度を得る方法を発明したことでノーベル賞を受賞しましたが、今回の発表ではそれを更に10倍上回る(2 nm 程度)の解像度を達成していました。私はこれまでの20 nm 程度がもう限界だろうと思っていましたが、それを10倍も超えられることに驚きました。しかも、Stefan はまだまだ限界には達していないというので、今後の発展にも注目していきたいと思いました。

同じく2014年にノーベル化学賞を受賞した William E. Moerner の最新の研究成果を聞きました。バイオイメージングという意味では自分の研究とは近かっただけでなく、今の研究内容が応用できるかもしれないと思い、非常に印象に残りました。William は蛍光顕微鏡と電子顕微鏡を組み合わせ、電子顕微鏡の高い空間分解能を持ちながら、蛍光標識による分子特異性を得るといった革新的なあわせ技を紹介していました。電子顕微鏡では細胞内の様々なタンパクを高分解能で見られますが、どれがどのタンパクかはわかりません。そこで蛍光標識したサンプルの蛍光顕微鏡画像を電子顕微鏡画像と重ね合わせて、電子顕微鏡画像に色付けをしていくのですが、この作業は人の手によってなされているようです。この2種類の画像から重なる部分に色付けをするというのは、いかにも機械学習でできそうな課題であり、今後の研究活動に活かすという意味では、今後の研究テーマを考える上で最も直接的に貢献できると思いました。

2003年にノーベル物理賞を受賞した Anthony J. Leggett の「なぜ時間は戻らないのか」という講義を聞きました。タイトルもさることながら、面白いコンセプトを示していたので、とても印象に残りました。Anthony は理論物理学者ですので、最初は話が難しそうと思っていましたが、時間の流れを心理的な時間(記憶)、生物的時間(体の成長)、電気的時間(電球は発した光を吸収しない)などの日常生活に基づくアプローチで

説明してあり、とても親近感がわきました。また、現在では宇宙が膨張していると考えられていますが、宇宙がこのまま膨張し続けるとは限らなし、その後収縮するかもしれない。そうなった場合時間は逆方向に進むのかなどと、面白い考え方を提示していました。そして最後に、非常に小さい領域で見れば実は時間の進む方向は決まっていないことを示唆する研究を紹介していました。そうすると、時間は戻るかもしれないので、「なぜ時間は戻らないのか」という質問自体が成り立たなくなり、新しい質問を考えなければいけません。科学が発展すると、これまでの“質問”の意味なくなることはよくあり、正しい問題を問うことが研究では一番難しいことかもしれないと Anthony は指摘していました。これは今後自分が研究を進めていく上でも常に心に留めて置かなければいけないことだと思いました。

2. ノーベル賞受賞者とのディスカッションにおいて、どのような点が印象的だったか、どのような影響を受けたか、また自身の今後の研究活動にどのように生かしていきたいか。〔全体的な印象と併せて、特に印象に残ったノーベル賞受賞者の具体的な氏名(3名程度)を挙げ、記載してください。〕

今回のリンダウ会議は全てオンラインでの開催となったため、食事や観光の傍らノーベル賞受賞者とディスカッションする機会はありませんでした。ネットワーキングの時間はありましたが、そこでノーベル賞受賞者と出会うことは残念ながらありませんでした。(他の若手研究者とは楽しく交流させてもらえました。) Open Exchange というノーベル賞受賞者と若手研究者が交流する場がありましたが、私が見た限りではノーベル賞受賞者が研究内容を紹介し、その後質疑応答するタイプがほとんどでした。したがって全体的な印象としては、1対1のディスカッションはなく、ディスカッションの内容も研究内容に寄りがちでした。ただ、それでも深く影響を受けたことはありました。

最も影響を受けたのは、Steven Chu の Agora talk でした。Steven Chu はレーザー冷却に関してノーベル物理学賞を受賞された先生ですが、現在はすっかり生物学への応用を研究されているようです。その中で、私の研究分野とも近い、バイオイメージングの研究成果を話されていて、大変興味深かったです。Steven Chu の話を聞いて、大きく2つのことについて感銘を受けました。一つは、一見物理とは縁が遠そうな分野にも大変パワフルに研究を進めていること。もう一つは、一見物理とは縁が遠そうでも、実はしっかり新しい物理学が潜んでいて、とても驚きました。これは結構、研究者として目からうろここというか、大変勉強になりました。というのも、私自身含め、多くの研究者はそこまで飛躍した新しい応用領域に足を伸ばそうとしないか、あるいはその新領域に自分の強みをどのように活かすかをうまく見出せずに、軸がブレることがよくあるように思います。Steven Chu は私が聞いたことのある中で、最も軸がブレずに、かつ飛躍した新領域を推し進めている研究者ではないかと思いました。

次に影響を受けたのは、去年 CRISPR-Cas9 でノーベル化学賞を受賞された Emmanuelle Charpentier と 1995 年にノーベル生理学医学賞を受賞された Christiane Nüsslein-Volhard が参加された遺伝子編集に関するパネルディスカッションでした。このディスカッションには、WHO (世界保健機関) の職員も参加しており、多方面からの非常に面白いディスカッションでした。例えば、Christiane は、人々が CRISPR 技術に対して過剰に期待していることを憂えており、CRISPR の応用は必ず科学的な理解に基づくものでなければならない姿勢を貫いていました。一方、WHO の方は遺伝子編集技術のリスクを承知しながらも、社会はやはりこの技

術の応用をやがて受け入れていくことになるだろうという姿勢でした。彼女たちのやり取りを聞いて、科学者は今ある問題を如何に解決するか集中しがちですが、科学者以外の方からすると、今置かれた状況(例えば高度な遺伝子編集が可能になった社会)に如何に適応していかなければ行けないかを考えざるを得ないのだということを認識させられました。新たな技術を開発した科学者がその科学的なポテンシャルやリスクに最も詳しいはずなのに、その受け入れ方を科学者ではない人たちに任せている現状に、自分も科学者の一人として責任を感じました。これは科学者としての自分に欠けていた視点だと気づき、今後研究の方向性を考える時やアウトリーチの際に気をつけなければいけないなと思いました。

Emmanuelle は、また別の視点を提示していました。遺伝子が編集できるということは今に始まったことではなく、実は半世紀以上も前から分かっていたし、議論もされていました。それどころか、SF 映画や小説でも遺伝子組み換えされた人間は昔から何度も登場しています。それだけ人々は実は遺伝子組み換え人間というコンセプトには慣れ親しんでいるはずなの、今さらあたかも突然こんな物が出てきてどうしたらいいかわからない、と思うのは滑稽だと示唆されていました。これには私も心のなかで苦笑しながらも、たしかにその通りだと思いました。結局美味しいところは欲しいけど面倒くさいことは考えたくない、という人の性が背景にあったのかなと考えさせられました。今回のディスカッションでは、遺伝子は複雑なシステムの中で絡み合っており、遺伝型をこう変えれば確実にこういう発現型になる、ということは知り得ない、だから「もし遺伝子から発現まで確実にわかっていたら、それを治療に利用しますか？」という仮定考えるのは無駄である、というスタンスが見え隠れしていました。しかし、Emmanuelle の発言から、こう決めつけるのも一つの怠慢ではないかと考えるようになりました。例えば、人工知能や量子計算機など、遺伝子編集とは全く異なる分野での発展は続いていきます。遺伝子から発現までをかなり高精度に予測することが可能になる日は実はそう遠くないのではないかと個人的には思います。人間には50年も時間があつたのに、遺伝子編集のことを真面目に考えることを怠ってきたことをEmmanuelle は指摘しています。この過ちを繰り返さないために、今後の研究活動で自分は何をすべきかを考えさせられました。

3. 諸外国の参加者とのディスカッションにおいて、どのような点が印象的だったか、どのような影響を受けたか、また自身の今後の研究活動にどのように生かしていきたいか。

私は幸運にも Next Gen Science という若手研究者が自分の研究内容を発表する演者の一人に選ばれ、自分の研究について諸外国の参加者とディスカッションできました。最初は私の研究分野に近い人が質問に来るのかと思っていましたが、意外にも結構違う分野の人が、自分の研究でこういう問題があり、どうやって解決できると思うか、という相談のようなディスカッションが多かったことに驚きました。

これは私にとって非常に新鮮なことでした。というのも、普通なら少なくともある程度同じ学問のくくりの中で開催される学会でしか自分の研究成果を発表することがなく、相談があっても、ある程度想像できる範囲内のことでした。あるいは、アウトリーチ活動として完全に専門外の観衆に発表することはあっても、自分の研究をどうしたらよいか、という相談を受けることはありませんでした。しかし、今回受けた質問やディスカッションは、質問者の研究内容にまで深く入り込み、私の研究成果、あるいは私の知る限りのことで、どうしたら彼らの問題を解決できるのかということ深く考えることになりました。最初は「そんなこと聞かれても分からない

な」とひるんでいましたが、相手の真剣さに押されて頑張ってみると、色々と新しい視点に気付かされた気がしました。もちろんこれといった解決策をすぐに出せたわけではありませんが、自分の力の限り意見やアイデアを出しました。非常に良い脳トレーニングになりました。これはもしかしたら、リンダウ会議ならではの醍醐味の一つかもしれません。

今後の研究活動に活かすという意味では、今後は自ら研究分野の離れた人の課題を聞きに行き、どう解決できるかを真剣に考えることで、新たな視点やアイデアを構築するトレーニングにしたいと思います。

4. オンライン形式でのリンダウ会議において、特に良かったと思うプログラム(イベント)を3つ挙げ、その理由も記載してください。

Networking

今回のリンダウ会議では2種類のネットワーキング会場を用意しており、一つはweb上のオープンスペースにトピックごとのテーブルがあり、各テーブルの所に行って他の人と話すことができます。トピックは毎日変わります。このオープンスペースは24時間常に開かれていて、地球上のどの時間帯からでも参加できて便利です。

もう一つは、リンダウ会議が使用しているwebプラットフォームが自動的に1対1で話し相手をマッチングしてくれるものがあります。この方法ではランダムに人と1回4分間の会話をすることができ、何もなければ4分後に自動的に会話が切られますが、手動で時間を延長することもできます。これはオンライン形式ならではのネットワーキングスタイルで、とても気に入りました。時間带的にヨーロッパにいる人と繋がる回数が多かったのですが、他の大陸や日本にいる人と繋がることもあり、大変楽しかったです。毎回誰と繋がるんだろうとワクワクして会話に臨みました。

Panel Discussion, Artificial Intelligence: Promises and Threats

人工知能や機械学習は近年大変注目を集めている話題であり、機械学習以外の研究分野でも、機械学習を使った研究がますます増えてきています。今回のリンダウ会議は3分野合同の学際的な開催でしたが、人工知能をテーマにパネルディスカッションが組まれたのは、人工知能が科学研究界においても普遍的なテーマになってきた現れだだと思います。少し偏見かもしれませんが、ノーベル賞は伝統的な学問を重んじるイメージがありましたし、とりわけ機械学習を“人工知能”として従来の研究分野に応用することは、未だに議論の余地が残る部分もあります。しかし、それでも学問の中で起きる変化を積極的に捉えようとする姿勢は、自分も機械学習を研究内容としている一人として、とても嬉しかったです。

Next Gen Science

上の項目でも書きましたが、今回は幸運にも発表者の一人に選ばれて、自分の研究成果を他の参加者に発表できただけでなく、深いディスカッションをすることもできました。また、分野の全く異なる、他の若手研究者の発表も聞くことができとても有り難かったです。どれほどのノーベル賞受賞者が自分の発表を聞いていたかはわかりませんが、もし現地開催していたら、是非ノーベル賞受賞者とも自分の研究を聞いてもらってディスカッションしてみたかったです。

今回はオンライン開催となったことで、良かった部分と残念だった部分のどちらもありました。良かった部分は、質問をチャット欄に投稿すれば司会が質問してくれるので、質問をする敷居が低かったり、質問を投稿する前に練り直すことができたりしたことです。これは通常なら大勢の前で、それもノーベル賞受賞者に母国語でない言語で質問することに緊張してしまう方には、心の敷居が大分下がって質問しやすくなったと思います。残念なのは、現地参加ではないため、本来なら演者と一緒に食事したり、観光したりするなど、個人的に話す機会があり、そこで講演ではできなかったようなディスカッションができたのですが、オンラインではそういう機会がなかったことです。

5. その他に、リンダウ会議への参加を通して得られた研究活動におけるメリット〔具体的な研究交流の展望がもてた場合にはその予定等を記載してください。〕

今回得られた研究活動における最大のメリットは、これまで気が付かなかった考え方を多く得られたことでした。それは、直接的に研究テーマについての考え方もあれば、研究倫理的なものもありました。この他に、他分野の研究者と自分の研究成果をディスカッションすることができ、自分の研究についてもこれまでとは異なる視点で考えさせられました。また、分野の異なる他の研究者の研究成果を直接聞くこともでき、貴重な体験でした。例えば量子計算機に関する発表に参加しましたが、私は完全に専門外でしたので、彼に基礎から教えてもらえたことは大変有り難かったです。これらは、普段の学会参加では得られない経験でした。

具体的な研究交流の予定は今の所ありませんが、リンダウ会議では参加者の繋がりをとても大事にしているので、今後講演をお願いしたり、お願いされたりするチャンスは確実に増えるし、思いも寄らない共同研究が始まることも大いにあると思います。

6. リンダウ会議への参加を通して得られた上記の成果を今後どのように日本国内に還元できると思うか。

現代の科学研究は非常に学際的であり国際的でもあります。論文の著者の所属欄を見ると、一つの国だけからなる論文は、むしろ珍しいくらいになってきています。それは逆を返せば、一つの国だけで研究を完成させることはますます難しくなっていくことを意味しています。国際的そして学際的なつながりをリンダウ会議で持てたことで、自分が海外の研究者と共同研究するだけでなく、日本の研究者を海外に紹介したり、海外の研究者を日本へ紹介したりなど、交流や共同研究という観点から確実に日本国内への還元になると思います。

また、ここで得られた自分なりの新たな気づきを情報発信していくことで、日本国内の研究者や研究者でない方にも、新しい視点の一つを提供できればと考えています。

7. 今後、リンダウ会議に参加を希望する者へのアドバイスやメッセージ

次回はきっと現地で参加できますので、ノーベル賞受賞者のみならず、世界中の若手研究者と風光明媚なリンダウで過ごす時間は、何事にも代えがたい刺激と感動として思い出に残るでしょう。それは今後の研究

生活へのモチベーションにつながるだけでなく、研究以外のことでも、自信の糧になると思います。私もチャンスがあれば是非もう一度リンダウ会議に、今度はリンダウ現地で参加したい思います。

リンダウ会議に一度参加すると、リンダウ卒業生(Alumini)になり、その後もリンダウ会議に何らかの形で関わることができると思います。昨今は様々な場面で SNS を使うこと増えていますので、SNS 上で違う代のリンダウ卒業生とつながる事もできます。こうして参加した時だけでなく、参加した後もリンダウ会議の恩恵は続いていくので、是非積極的にこのチャンスを活用して頂きたいと思います。