

JST 未来をひらく科学技術 news

特集
培養肉が拓く
新たな食の可能性

12
December 2021



理事長対談
「羽ばたく女性研究者賞」
新設に寄せて



Photo by Kike Calvo/AP Images for HHMI.

03

特集1

培養肉が拓く新たな食の可能性
「たんぱく質クライシス」に挑む



たけうち しょうじ
竹内 昌治

東京大学 大学院情報理工学系研究科・生産技術研究所 教授
2018年より未来社会創造事業研究代表者

08

特集2

理事長対談
「羽ばたく女性研究者賞」新設に寄せて
世界をリードする女性研究者からエール



12

ムーンショット特別インタビュー 2050年を描く 第4回

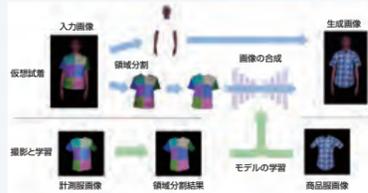
誤り耐性型量子コンピュータを開発
経済・産業・安全保障の飛躍的発展へ



14

NEWS & TOPICS

リアルタイムで高品質な仮想試着を実現
オンラインでの買い物や会議に対応可能 ほか



16

さきがける科学人

生命のはじまり「発生」に魅せられて

熊本大学 発生医学研究所 助教
畠山 淳



JSTは、シンクタンク機能、研究開発、産学連携、次世代人材育成、科学と社会との対話など、多岐にわたる事業を通じて、持続可能な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献していきます。



編集 長：安孫子満広
科学技術振興機構 (JST) 広報課
制 作：株式会社伝創社
印刷・製本：株式会社丸井工文社

特集1

培養肉が拓く新たな食の可能性
「たんぱく質クライシス」に挑む

途上国・新興国を中心とした人口増がこのまま続けば、畜産だけでは食肉によるたんぱく質供給が限界を迎えると懸念されている。この「たんぱく質クライシス」の解決に挑むのは、東京大学大学院情報理工学系研究科・生産技術研究所の竹内昌治教授だ。最先端の生命科学と工学を駆使し、ステーキサイズの肉を人工的に作り出すという。食料問題を初めとした持続可能な開発目標であるSDGsの解決に貢献するだけでなく、新たな食の可能性を拓くことが期待される「培養肉」研究の最前線に迫る。

人口増で食料増産が急務
フードテックから新市場も

世界人口77億人のうち、2020年には最大8億人以上が飢餓に直面したとされる。50年には人口が97億人になるとも試算されており、食料増産は急務といえる。しかし農耕地を新たに増やそうとすれば、森林伐採が必要となり、地球温暖化対策に逆行することは避けられない。また家畜を増やせば、飼料となる穀類や水は人との奪い合いになるだろう(次ページ図1)。こういった課題への解決策としてフードとテクノロジーを融合した「フードテック」が注目を集めている。

ク」が注目を集めている。

中でも食肉に代わる新たな食材として、市場を開拓しつつあるのが「代替肉」だ。大豆などの植物由来成分を原料とした代替肉はすでに市場に出回っているが、細胞培養技術を使い、肉の風味や食感を再現した「培養肉」の開発も加速している。培養肉の生産技術を世界で初めて示したのは、オランダ・マーストリヒト大学のマーク・ポスト教授だ。それまでは医療への応用が期待されていた細胞培養技術や組織工学を利用し、ウシなどの動物由来細胞を体外に取り出して培養することで、食肉の生産に

成功した(次ページ図2)。

13年には英国ロンドンで培養肉ハンバーガーの試食会も開催され、世界中で大きな反響を呼んだ。しかし、当初は研究費を含めるとハンバーガー1個の価格が3,500万円と高額だったこともあり、培養肉が食卓に登場することは夢物語だと思われていた。その後、研究の進展とともに、動物を殺す必要がないことや、生産にかかる環境負荷が低いといった利点から、地球規模課題の解決の切り札として、世界各国で研究開発が進んでいる。

東京大学大学院情報理工学系研究



図1 人口増加に伴い肉類や穀物の需要は増すが、穀物の収穫面積は今後もほぼ変わらないと予測されている。つまり単位面積当たりの収穫量を大幅に向上させることができれば、食用の穀類も飼料用の穀類も不足し、食料危機を迎えることになる。* 1. 穀物は、小麦、米、とうもろこし、大麦及びソルガムの合計である。2. 2010年値は、毎年の気象変化等によるデータの変動影響を避けるため、09年から11年の3カ年平均値としている。3. 2015年値は、米国農務省(USDA)の生産、供給、流通(PSD)における14年から16年の3カ年平均の実績値を基に算出した参考値である。(出典:総務省統計局「世界の統計2021」および農林水産省「2050年における世界の食料需給見通し—世界の超長期食料需給予測システムによる予測結果—」(2019)を基にJSTが加工・作成)

科・生産技術研究所の竹内昌治教授も、培養肉研究に取り組む1人だ。その構想は10年から約6年間行われたERATO竹内バイオ融合プロジェクトまでさかのぼる。細胞をつかったモノづくりの応用分野として培養肉にも注目していた。

現在は未来社会創造事業の「持続可能な社会の実現」領域で「3次元組織工学による次世代食肉生産技術の創出」の研究開発代表者を務め、培養肉を使った持続可能な資源循環型社会の構築に取り組んでいる(図3)。「全ての食肉を培養技術だけで生産できるわけではありません。しかし、食料危機はすでに大きな問題となっています。食肉の一部を培養肉で担うことができれば、より多くの人に安定して食料を届けることができるよう

になります」と意義を語る。

筋肉細胞のシートを積み重ね 世界初の「サイコロステーキ」

多くの企業が手がけている培養肉は、筋肉細胞を集めて凝集させたミンチ肉が主流だ。一方、竹内さんたちが目指すのは天然の肉と同じような筋肉の線維、血管、結合組織などを3次元構造で再現したステーキ状の肉だという。「技術的なハードルは高いですが、実現できれば歯ごたえや風味も本物の肉と全く変わらないおいしい肉になるだろうと考えています。おいしいから食べたい。そう思ってもらえるものを目指しています」。

実際に培養肉を作製するためには、まず増殖させるための種となる

細胞をウシから採取する。得られた種細胞は培養液の中で細胞分裂を繰り返し、数を増やしていく。一般的な細胞培養では、細胞は2次元平面上にバラバラの向きで成長するので3次元構造にはならないが、大量に増やした筋細胞を集めて成形するミンチ肉であれば、現状の技術を応用することで、安く大量に生産することも可能だ。

しかし本物の筋肉は、細長く一方方向にそろった筋線維を束ねた構造をしており、この構造が肉の食感や歯ごたえを生み出している(図4)。こうした本物の肉と同じ構造を再現するためには筋線維の向きをそろえて培養する技術や、細胞同士を融合させて筋組織特有のしま状の「サルコメア構造」を形成させる成熟化の技術も必

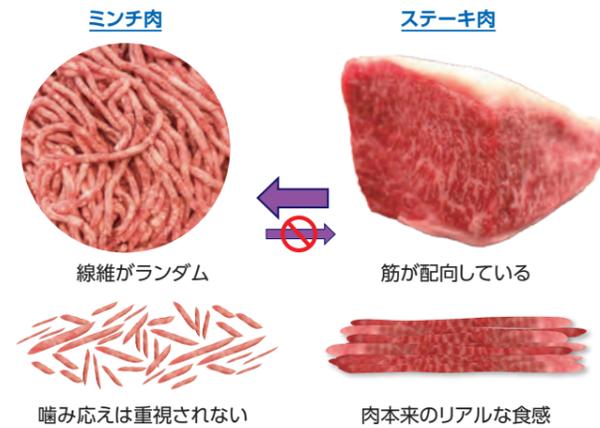


図4 開発の主流となっている線維が配向していないミンチ肉(左)と竹内さんが目指す筋が配向しているステーキ肉(右)

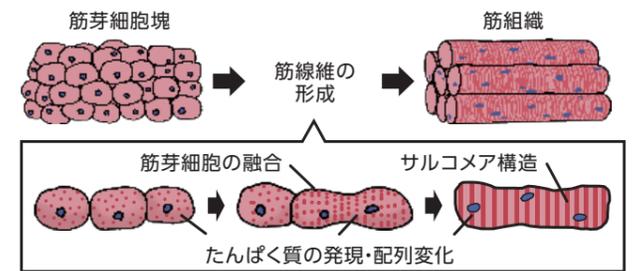


図5 筋細胞の成熟過程。筋芽細胞は細胞融合し、多核の筋線維に分化する。さらに分化が進むとたんぱく質がしま状に分布し、筋肉特有の構造であるサルコメア構造を形成する。

要になる(図5)。「既存の技術だけでは理想とする培養肉を作ることができないので、新たな細胞培養技術の開発に取り組むことにしました」と説明する。

竹内さんはビタミンCが成熟化を促すことも突き止めると、コラーゲンゲルで作った細長いスリットのある型にウシの筋芽細胞を入れて培養を試みた(図6)。すると、見事にサルコメア構造を作ることになった。「筋芽細胞は互いに融合して、伸びていきます。スリットを入れれば、長細い空間ができるので、長軸方向にしか伸びないのではないかと考えました。これが見事に的中しました」と笑顔を見せる。こうしてできた筋線維を並べることができるシート状のモジュールを作製し、それらを重ねることで世界初となる培養肉のサイコロステーキを作ることになった(次ページ図7)。

現在取り組んでいる課題の1つが培養液の調整だ。培養液には細胞を大きくするための栄養分と、細胞分裂などを促す成長因子を含む血清成分が含まれている。栄養分の方は比較的安価に入手できるが、血清成分はウシの胎児の血液から取り出すため非常に高価だ。「将来的には、動物を殺さないアニマルフリーな手法で持続的に培養肉を作れるよう、血清成分を代替する培養液を模索しています。実現できれば生産コストも下

げられます」と説明する。2つ目の課題は、筋細胞の増殖効率だ。培養した細胞が全て筋細胞に分化するわけではないため、効率よく増殖し、目的の筋細胞に分化を促す条件を模索している。「増殖しやすいのに筋細胞に分化しない細胞や、その逆の細胞など、振る舞いにも個性があります」と竹内さん。一定飛びに工場で大規模生産できる培養条件が見つかるわけではないが、プロジェクトの支援期間中に解決の糸口をつかもうとしている。

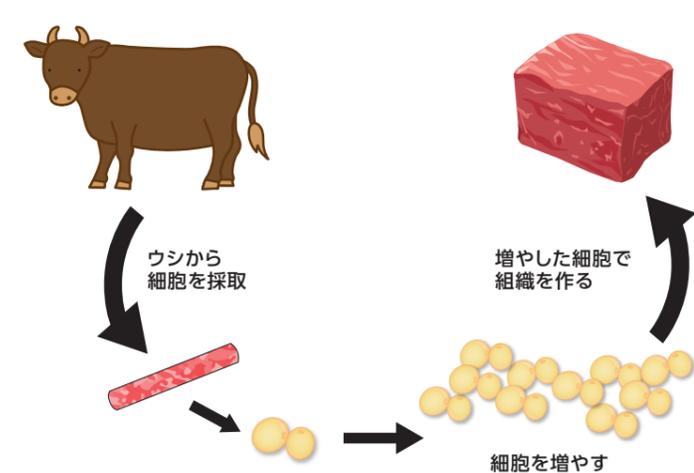


図2 培養肉は動物細胞を生体外で増殖させ、増やした細胞を組織培養することで生産する。

共同研究機関	
「低コスト・持続可能な培養液を用いたウシ筋細胞の大量培養技術の開発」(1)	東京女子医科大学 清水 達也
「低コスト・持続可能な培養液を用いたウシ筋細胞の大量培養技術の開発」(2)	早稲田大学 坂口 勝久
「ウシ筋細胞の大量培養技術の開発」	筑波大学 石川 博
「脂肪細胞の作製と脂肪組織の構築」	大阪大学 松崎 典弥
「培養肉の社会受容性の向上」	弘前大学 日比野 愛子
「ウシ筋組織の食品的特性評価」	日清食品ホールディングス

図3 未来社会創造事業・竹内プロジェクトの実施体制

安価でアニマルフリー 持続可能な製法を模索

およそ100グラムのステーキ肉を目指す竹内さんにとっては、この成果もあくまで通過点に過ぎない。「より本物の肉に近づけるためには、筋線維を太く大きくし、脂肪や血管などの組織も作り込んでいく必要があります。また持続可能な製法の確立に向けて、検討すべき課題はまだあります」と語る。

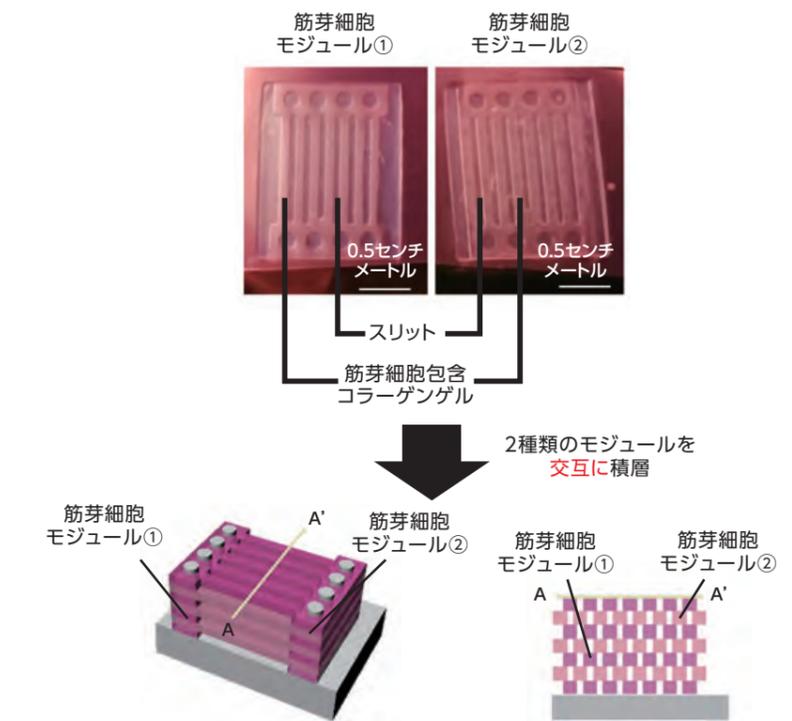


図6 スリットの入った型に入れた筋芽細胞のモジュールを作る。それらを交互に積層させることで、立体構造を作る。細胞はスリットによって区画化された細長い空間に沿って、それぞれが融合し向きのそろった筋線維を作る。



図7 世界初のサイコロステーキ状の培養肉(左、1.0センチメートル×0.8センチメートル×0.7センチメートル)。食紅で色を付け、実際の肉に近い風合いを持つ培養肉(右)

3つ目の課題は、立体構造の内部への栄養供給だ。これまで2次元で培養していた際には細胞が培養液に必ず漬かっており、どの細胞にも栄養が十分に行き渡っていた。しかし、立体的に大きくなると、培養液に接していない内部の細胞には栄養分が届かず、死んでしまう。「シートを積層することで立体構造を作れるようになりましたが、さらに大きな塊にするために、培養中に養分を供給できる血管のような構造を張り巡らそうとしています」と語る。竹内さんの専門でもある組織工学の知見が生かされることになるだろう。

4つ目の課題は成熟化だ。ビタミンCがウシ筋細胞の成熟を促すことはすでに確認していたが、他にも電気刺激を

筋線維に与えることで成熟化が進むことが知られている。しかし、生体の中で当たり前に行っていることを、実験室の中で再現することは簡単ではない。ビタミンCや電気刺激を与える際の最適なタイミングや量といった条件を、無限にある組み合わせから見つけださなければならないからだ。しかしこれらの課題が解決すれば、培養肉を効率よく作れるようになるだけでなく、再生医療や組織工学、生化学などにも有益な知見をもたらすと期待されている。

安全性の担保を検討 「おいしさ」評価も必要

シンガポールでは20年から培養肉を使ったチキンナゲットの市販が

始まっているが、竹内さん自身はいまだに自分が作った培養肉を食べられていないという。「私自身も口してみたいとずっと思っているのですが、まだ試していません」と残念そうに語る。研究室内で自ら作ったものであっても、実際に食べるとなれば人を使った実験になる。大学内の研究倫理委員会に申請し、承認を受ける必要があるという。「前例のない申請なので、自ら基準を設ける必要がありました。プロジェクトメンバーとの協議を重ね、ようやく申請にこぎ着ける段階に至りました。近いうちに研究者が試食できるようにしたいです」と意気込む。

大学内だけでなく、国内でも培養肉の安心・安全をどのように担保するかについては、慎重に検討されている。培養に利用される試薬は医療用としては認可されているが、食品としては流通していない。例えば培養液は、すでに食品として扱われているもの、もしくは国が定めた「食品添加物リスト」の範囲内で材料を選定する必要がある。

食肉生産を含む食料安全保障の強化という観点から、農林水産省は20年にフードテック官民協議会を立ち上げている。既存の畜産業にも配慮

しながら、培養肉が流通した場合の課題を洗い出し、法整備に向けた議論を重ねている。「食品ラベルの表示1つをとっても、どのような名称にすべきか検討されています。海外との競争もありますから、早く販売したいという意見もあるかもしれませんが。しかし新しい技術だからこそ、多くの関係者が集まって、多角的な視点から慎重に議論しています」と竹内さんは推移を冷静に見守っている。

消費者としては、安全性とともに気になるのが味だろう。一般的な「おいしさ」の評価として定着しているのは、人の感覚に基づいて好みや品質を評価する「官能評価」だ。しかし、評価は熟練した技能と繊細な感覚が必要となる特殊な業務だ。培養肉のためだけに、こうした評価者を養成するのは現実的ではないだろう。また牛肉ではA5などのランク付けもあるが、これは1頭から取れる肉の量と霜降りの度合いを表したもので、おいしさの評価した指標ではない。

本物の肉を作ることを目指して研究してきた竹内さんだが、肉のおいしさとは何か、という根源的な問いを改めて考えているという。専門家に学ぶ機会も設けているが、まだ明快な答えにはたどり着いていない。「おいしさの評価には複数の要素が絡んでいて難しいとは思いますが、やはり数値で表せるとわかりやすいですね。食べる時にも客観的な評価がある方が安心でしょう」と工学者らしい提案を語る。仮においしさセンサーが開発できれば、既存の食品にも応用できるだけに、センサー開発にも期待したいところだ。

情報提供で「否定」から受容へ 日本ブランドは世界に通用する

おいしく安全な培養肉を作ることができたとしても、それを消費者が選んで購入するとは限らない。新しい技術が登場した際に、一定の拒否反応が生じることは珍しくなく、特に遺伝子組み換え作物のように、食品ではか

なりシビアになることも想定される。しかし、冷凍食品のように生活に溶け込んでいった事例も多い。そこで竹内さんは、共同研究を行っている日清食品ホールディングスや弘前大学の日比野愛子准教授らとともに、培養肉に対する市民の意識調査を続けている。

サイコロステーキサイズの培養肉を作った19年に、2,000人規模のアンケート調査を行った(図8)。培養肉を食べてみたいという人が27パーセントだったのに対し、食べたいと思わない人は44パーセントに上った。その後、培養肉のメリットである、食料危機の解決につながる技術になる可能性があることや、動物愛護に貢献する技術になる可能性があることを説明し、改めて培養肉を食べたいと思うかを質問したところ、いずれも50パーセントの人が食べてみたいと回答したという。

このアンケートは、培養肉に否定的だった人でも、なぜこの技術が重要なのか、この技術があると何がかわるのかといったことを伝えることができれば、受容してもらえる可能性があることを示唆したといえる。「この結果を見て、改めて一般の方との対話の重要性を感じました。19年の時点では、大多数の方が培養肉に特別な興味があるとはいえない状況でした。そういった方にも届く情報発信ができれば、培養肉が受け入れられていくようになるのではないかと感じました」と竹内さんは手応えを語る。

この知見を生かして取り組んだのが、女子美術大学の佐藤暁子特任准教授との連携プロジェクトだ。女子大学生の感性を生かし、培養肉の情報を伝える作品を制作した(図9)。「わかりやすく培養肉を伝えるにはどうすれば良いか、皆で頭を悩ませながら作ってくれました。私もカルタの言葉を考えましたが、とても楽しかったです」と笑顔を見せる。また企業や関係団体との研究会やシンポジウムも開催されており、培養肉の認知度や注目度が確実に高まっていること

を実感していると竹内さんは語る。

再生医療分野や3次元組織工学は日本の得意分野でもある。また長年培われた和食文化やものづくりの文化もある。「日本ブランドの培養肉であれば、世界でも十分に通用すると思っています。日本のいいところを生かして新しい産業を生み出すきっかけにしたいですね」と培養肉の今後に期待をかける。プロジェクトはまだ走り始めたばかりだ。国民の理解と国の支援も欠かせない。「環境にも、動物にも、人間にも優しい培養肉を一緒に実現していきましょう」と竹内さんは力強く語った。



図9 女子美術大学との共同プロジェクトによる「培養肉」関連作品(上:PR動画 長舟麻里作、中央:かるた 伊藤璃朱作、下:リーフレット 関口宏美作)

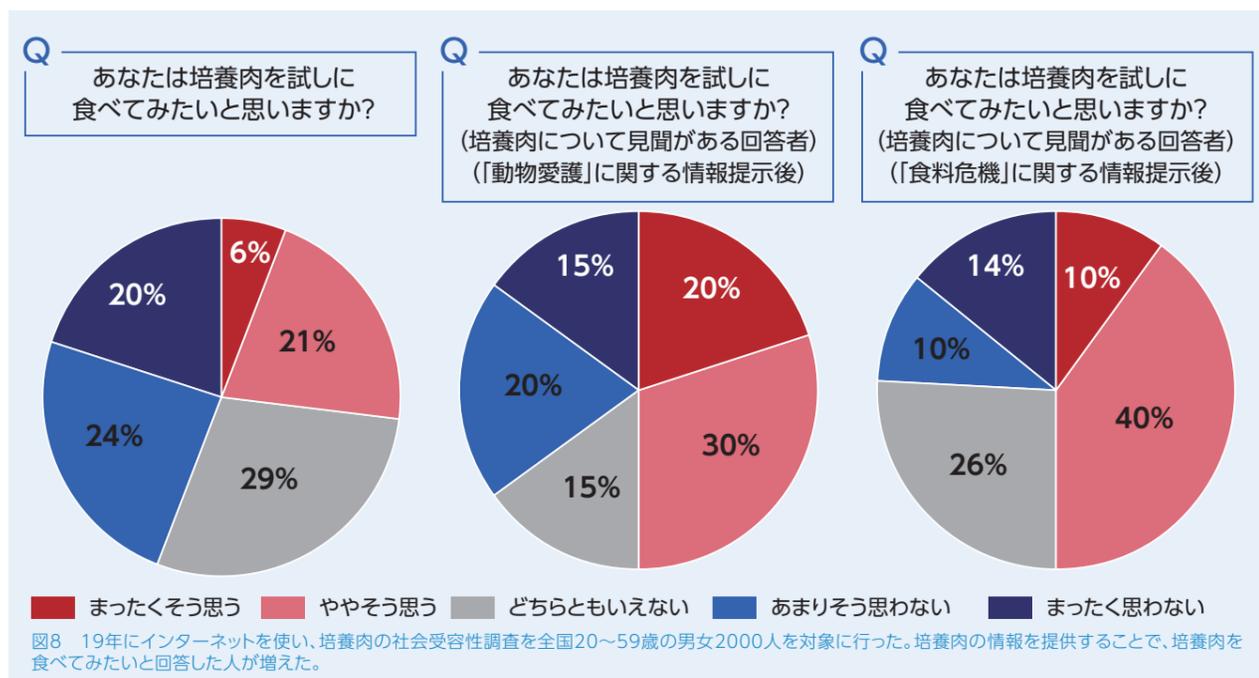


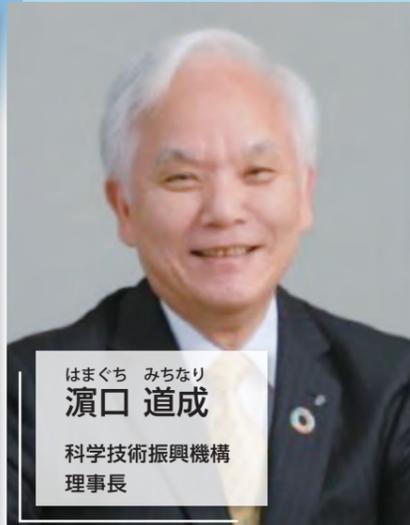
図8 19年にインターネットを使い、培養肉の社会受容性調査を全国20~59歳の男女2000人を対象に行った。培養肉の情報を提供することで、培養肉を食べてみたいと回答した人が増えた。

特集2

||| 理事長対談 |||

「羽ばたく女性研究者賞」新設に寄せて
世界をリードする女性研究者からエール

日本における女性研究者比率は16パーセント台と、欧米諸国の半分程度だ。出産や育児などでライフステージの岐路に直面することも多い若手女性研究者の活躍を推進するために、JSTは駐日ポーランド共和国大使館と連携し、「羽ばたく女性研究者賞(マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)」を創設した。選考委員長を務めるのは、免疫学の分野で世界をリードするイェール大学の岩崎明子教授だ。これまでのキャリアから新型コロナウイルスの研究動向まで、濱口道成理事長がその思いを聞いた。



はまくち みちなり
濱口 道成
科学技術振興機構
理事長

人生の岐路に立つ30代
研究を断念する女性も

濱口 JSTでは長らく女性研究者の支援に力を入れてきました。2019年度に創設した「輝く女性研究者賞(ジュンアシダ賞)」に続き、このたびポーランド共和国大使館と「羽ばたく女性研究者賞(マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)」

を設立することになりました。岩崎先生にはお忙しい中、選考委員長をお引き受けいただき、ありがとうございます。

岩崎 ありがとうございます。まさか私が選ばれるとは思っておりませんでした。

濱口 初めに賞設立の経緯などをご紹介してから、岩崎先生自身のご経験

羽ばたく女性研究者賞(マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)

JSTと駐日ポーランド共和国大使館は、日本の女性研究者のより一層の活躍推進に貢献することを目的に、国際的に活躍が期待される若手女性研究者を表彰する「羽ばたく女性研究者賞(マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)」を創設しました。第1回となる今回は、2021年10月1日から12月13日まで自薦および他薦にて応募を受け付け、選考委員会による書類審査および面接審査を経て決定します。受賞者の発表および表彰式は、2022年5月を予定しています。皆様のご応募をお待ちしています。詳細につきましては、下記のホームページを参照してください。

募集期間：2021年10月1日(金)～12月13日(月) 日本時間の正午まで

表彰内容：最優秀賞 1名

賞金：50万円

副賞：ポーランドの研究機関等訪問

奨励賞 2名

賞金：各25万円

主催：科学技術振興機構(JST)、駐日ポーランド共和国大使館

協賛：日本電子株式会社(JEOL)、ポーランド科学アカデミー(Polish Academy of Sciences)

URL：<https://www.jst.go.jp/diversity/researcher/mscaward/>



いわさき あきこ
岩崎 明子

イェール大学 Professor of Immunobiology,
Waldemar Von Zedtwitz 免疫学 冠教授/
ハワードヒューズ医学研究所正研究員

や現在手がけておられる新型コロナウイルスの研究についてお伺いしたいと思います。

岩崎 よろしく申し上げます。

濱口 OECDの調査では、日本の女性研究者比率は16パーセント台です(10ページ図1)。JSTの事業では女性研究者の採択比率はそれよりも低い結果でしたが、最近立ち上げた若手向

け事業の創発的研究支援事業では、2割程度まで向上しました(10ページ図2)。改めて女性研究者の状況を分析してみると、20代は活発に活動できていたのに、30代になるとさまざまな要因で研究から離れざるを得なかったり、出産や育児などで研究に打ち込める環境が整わずに思うような成果が挙げられなかったり、といった状況が見えてきました。そんな折に、ポーランド大使と話す機会があり、マリア・スクウォドフスカ=キュリー(以下、マリー・キュリー)の話題になりました。

岩崎 マリー・キュリーはポーランド出身の研究者で、女性で初めてのノーベル賞を受賞した方ですね。

濱口 31歳でポロニウムを、32歳でラジウムを発見しています。この年代で人生の岐路に立つ女性研究者を支援する賞を作りたいという話をしたところ、大使館からも彼女の業績やポーランドのことを広く知ってもらおうきっかけになればと、ご協力を快諾いただきました。

岩崎 世界で活躍が期待できる女性研究者を表彰するんですね。

濱口 博士号を取って5年以内の方、あるいは産業界などで博士号に相当する資格を持つ方も対象になります。またライフイベントでキャリアが空いている方も対象に含まれます。審査の観点には、これまでの業績だけでなく、将来性も加味したいと考えています。

そのためにも、世界の第一線で活躍している方に委員長として審査していただきたいということで、岩崎先生にお願いしました。

岩崎 私も若い女性を応援することは非常に大切だと思い、これまでいろいろ取り組んできました。この賞に少しでも貢献できれば嬉しいです。

北米でも難しい研究継続
ロールモデルの存在が重要

濱口 さて、改めて先生の経歴を拝見しますと、日本の高校を中退してカナダに行かれたそうですね。きっかけは何だったんでしょうか。

岩崎 漠然と大きな仕事をしたいと思っていました。その時に、このまま日本にいて目標が達成できるのかという疑問が生まれてきたんですね。悩んだ末に、駄目でもともとなんだから、1回アメリカかカナダに行って試してみようと、1年のつもりで留学しました。親元に帰りたいとくじけそうになったこともありましたが、「もう少し頑張ろう」という思いを繰り返していくうちに友達ができ、自信も付きました。結局、そのまま永住しています。

濱口 決断するときが一番背中を押してくれたのはどなたでしたか。

岩崎 未成年でしたから、両親の理解が最も大きかったですね。よく送り出してくれたと思います。親の立場に

なってみると、同じサポートを自分ではできないかもしれません。

濱口 カナダやアメリカと日本の社会の違いや、女性の視点から研究者の道を歩む上で、良かったこと、難しかったことはありますか。

岩崎 アメリカやカナダであっても、まだ完全な男女平等とはいえません。女性で研究者を続けていくのは北米でもなかなか大変です。私は日本で生活していないので昔経験した範囲の話になりますが、日本では社会的なサポートが北米以上に足りていないように思います。研究を続けた先に、例えば教授になるといったルールが見えずに立ち止まる瞬間がいくつもある。そうすると、研究者の道を選ばない人も多くなりそうです。

濱口 人文社会系では女性の教授も多くいるのですが、大型機器がいない、個人でマイペースに研究を続けられるという点が大きく影響しているように思います。しかし、理系はまだ非常に厳しい状況がそうです。高校生、大学生にもわかりやすいロールモデルとなる研究者の必要性をしみじみ感じます。

悩みにも的確な助言
成長を助けるメンター

岩崎 加えてメンターシップも重要です。特に若手のうちはいろいろな相談

輝く女性研究者賞(ジュン アシダ賞)

第3回(2021年度)「輝く女性研究者賞」の表彰式&トークセッションを11月3日に日本科学未来館にて開催しました。この賞は、女性研究者の活躍推進の一環として、持続的な社会と未来に貢献する優れた研究などを行っている女性研究者及びその活躍を推進している機関を表彰するもので、2019年度に創設された制度です。原則40歳未満の女性研究者を対象とした「輝く女性研究者賞」と、女性研究者の活躍推進に貢献する、他機関のモデルとなるような取り組みを行っている機関を対象とした「輝く女性研究者活躍推進賞」の2部門があります。第3回では、女性研究者賞にふさわしい応募者が他にもいたことから、「輝く女性研究者賞(科学技術振興機構理事長賞)」2名の受賞者も合わせて表彰されました。

第3回(2021年度)受賞者

輝く女性研究者賞(ジュン アシダ賞)

佐々田 禎子

東京大学 大学院数理科学研究科 准教授

輝く女性研究者賞(科学技術振興機構理事長賞)

飯間 麻美

京都大学 医学部附属病院 先端医療研究開発機構・放射線診断科 助教

輝く女性研究者活躍推進賞(ジュン アシダ賞)

東海国立大学機構 名古屋大学(総長 松尾 清一)

輝く女性研究者賞(科学技術振興機構理事長賞)

神谷 真子

東京大学 大学院医学系研究科 准教授



第3回輝く女性研究者賞(ジュン アシダ賞)表彰式&トークセッションの様子

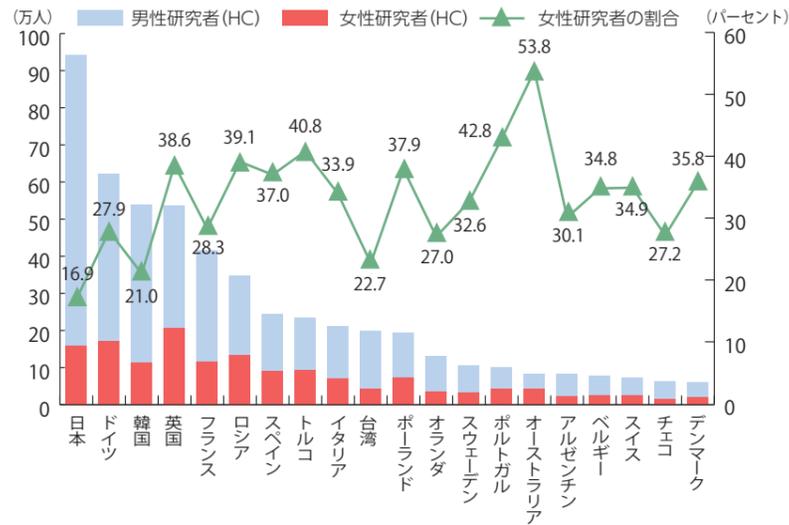


図1 男女別研究者数と女性研究者数の割合(出典:文部科学省 科学技術・学術政策研究所、「科学技術指標2021」を基に、JSTが加工・作成)

ができ、的確な助言をくれるメンターがいないと成長していくのも大変だと思います。メンターが果たす役割はとても大きいと感じます。

濱口 岩崎先生はそういう方をどうやって見つけられたのですか。

岩崎 自分から積極的にメンターを探しました。大学院のときも、免疫学の恩師以外で女性のメンターを2~3人見つけていろいろ相談したことで、助けられた経験があります。

濱口 積極的に相談することが大事だということですね。

岩崎 メンター自身も大変忙しいので、悩んでいることを自分から言わないと伝わりません。

濱口 日本ではなかなか引き受けてくれる方は少ないかもしれませんね。アメリカ、カナダのようにオープンな社会が必要そうですね。ご自身のライフイベントの時はいかがでしたか。

岩崎 私は出産時には終身の教授職に就いていましたが、子どもを産んで最初の2~3年は本当に毎日大変でした。子どもの病気などで「もう、辞めよう」と何度も思いました。ですから、もう少しサポート制度が拡充されると良いと思います。

濱口 子どもの病気は予想できませんから、大変ですね。

岩崎 そうなんです。でも続けることを諦めてしまって、子どもが「自分が原因なのでは」と感じてしまったら申し訳ないですし、そんな気持ちを引きずっ

たまの育児では、成長に悪影響を及ぼすかもしれません。そして、研究者としての自分をもっていなければ、良い母親にもなれないのではないかという気持ちもありました。結果として、何とか頑張ってその期間を乗り越えたという形です。

恩師と出会い免疫学へ命を救う大切な研究

濱口 北米で最も影響を受けた方は、メンター以外にはどんな方がいましたか。

岩崎 やはり恩師に一番影響を受けたと思います。大学4年生の免疫学の授業に強く魅せられました。そこで、一番面白い授業をしてくださった先生の研究室に頼み込んで入れていただきました。彼がいなかったら、私はここまで来られなかったのではないかと思います。

濱口 恩師の影響で人生が変わったわけですね。免疫学のどういう所に面白みを感じられたのでしょうか。

岩崎 ワクチンですね。大学院生の時に、さまざまな免疫細胞がどのようにしてウイルスやバクテリアを認識し、攻撃していくのかを調べていました。その中で研究の面白さと同時に、ワクチンが人の命を救う大切な研究だと思えたことが大きかったです。

濱口 免疫学からウイルス学へ、そして今は、特に新型コロナウイルスに注目して研究しているという流れがあったのです。私も40年ほど前にはウイ

ルス学者だったのですが、昔わからななかったことがいまだにずっと謎として残っているような気がします。

岩崎 私もいろいろなウイルスを手がけてきましたが、ウイルスごとに振る舞いやメカニズムが全く違うところが興味深いですね。

濱口 新型コロナウイルスは、他のパンデミック、例えばスペイン風邪などとは随分違うように思うのですが、専門家の目から見て、どんな特徴があると思いますか。

岩崎 病気の起こり方が人によって異なり、感染後無症状の方もいれば、Long COVIDとよばれる後遺症に長い間、悩まされている方もいます。こんなに幅広い症状を示すものは、あまり見たことがありません。

濱口 インフルエンザもパンデミックになりますが、だいたい感染したら2、3日で熱が出るのと並行して、ウイルスを排出します。コロナは症状が出ていなくても、ウイルスが出てきますね。

岩崎 感染が防ぎにくくなってしまっ、本当に厄介ですよ。

濱口 感染する臓器が肺以外にもかなりあるようで、驚きました。

岩崎 腸管や心臓など、いろいろなところにウイルスが感染しています。

濱口 全身感染ですね。このメカニズムはレセプターだけで説明がつかないのでしょうか。

岩崎 上皮細胞に付いていて、そこから増えていくので、上皮細胞がある臓

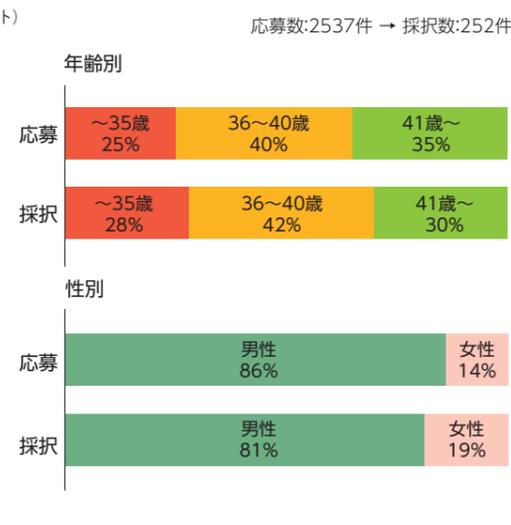


図2 2020年度創発的研究支援事業の採択状況

Overall, this study adds to growing evidence that vaccines can improve symptoms and lessen the disease impact in #longCOVID.

What is the evidence? An important patient survey from @LongCovidSOS showed impact of vaccines on long covid symptoms. (5/)

Figure 7: Change in symptom scores before and after vaccination

Brand	Improved	No change	Worse
AdV	56.01%	23.80%	20.19%
Moderna	64.29%	22.86%	12.86%
Pfizer	65.83%	26.07%	18.10%

図3 岩崎さんはTwitterなどで積極的に情報を発信している。図は21年10月2日にワクチンがLong Covidの発症を抑制していることを確かめた後発信した際のもの。

器に感染しやすいですね。

濱口 ワクチン接種が進む一方で、変異株も出てきています。先生は今後の流れをどのように予測していますか。

岩崎 1つの株だけの時は2021年に終息するのではないかと考えていたのですが、今はいろいろな変異株があるので、本当に終息時期はわからないですね。

濱口 感染者の数が多くなると変異株の出る頻度は増えますね。特にワクチンが届かない地域で感染が広がります。

岩崎 ワクチンが全く行き渡っていない地域で変異株が増えると、旅行などですぐに世界各地に広がってしまいます。

濱口 安価な阻害剤や治療薬が、開発される見込みはどののでしょうか。

岩崎 まだそういった薬は出ていませんので、ワクチンをいかに早く行き渡らせるかが重要です。

的確なコロナ情報を届ける終息は市民の協力が不可欠

濱口 このコロナウイルスの感染は国際政治の影響を受けているように感じます。ある種の民主主義の危機が起き始めているといいましようか。そういう意味では一般市民に的確な情報を届けることが必要だと思いますが、先

生はさまざまな情報を発信しておられますね(図3)。

岩崎 終息させるためには、私も一般市民の理解や協力が不可欠だと思います。ワクチンを打ったりマスクをつけたり、1人1人の行動が大切になってきます。その時にウイルスが何なのか、ワクチンがなぜ有効なのかといった基本的なところから理解した上で、自分で判断して行動するのが最善策だと思っています。

濱口 アメリカでもワクチンを打たない人が多いそうですね。

岩崎 多いですね。州によって違いますが、南の州ではその傾向が強いです。一方でデ

ルタ株は非常に感染力が強いので、80~90パーセントの人がワクチンを打たないと、集団免疫が成立しないのです。

濱口 日本でも医療体制が逼迫してきています。20~40代の感染者でも重症の方が出てきています。免疫学的にはウイルス感染症の症状の多様性や重症度の多様性はある程度わかってきているのでしょうか。

岩崎 すでにいろいろなところで発表されていますが、重症になる人は、多種多様なタイプの免疫が暴走しています。

濱口 サイトカインストームなどでしょうか。

岩崎 はい。他にも本来であれば寄生虫などに対する免疫反応が現れていて、まさに免疫系の暴走といえます。ステロイドなどを使って、なんとか重症度を下げようとしているという状況です。

濱口 いろいろな合併症を持っている方が重症化されているとも聞きますが、重症化しやすい人の特徴はわかっていますか。

岩崎 合併症に加えて、年齢ですね。高齢の方は重症化しやすいです。ワクチンを打っていれば重症化は防げますから、接種が重要となります。また、男性の方も重症化しやすい傾向にあります。

濱口 これはなぜなのでしょう。

岩崎 やはり免疫の違いだと私は思います。不思議なのですが、男性の免疫を調べると、T細胞の活性化ができていないのです。女性は90代でもかなり活性があるのですが、高齢の男性はほとんどT細胞の活性化がありません。

濱口 女性ホルモンと関係しているといったようなメカニズムはわかってきているのですか。

岩崎 まだこれといったメカニズムはわかっていませんが、ホルモンやX染色体が2本あることが関係しているかもしれません。

世界に羽ばたくリーダーにポーランドとの親交も期待

濱口 岩崎先生の今後の研究がどんな風に進むのか非常に楽しみです。それでは最後になりますが、この賞の対象になる若手女性研究者へ、メッセージをお願いします。

岩崎 羽ばたく女性研究者賞(マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)の創設にあたり、選考委員長に任命されたことをとても誇らしく嬉しく思っております。マリー・キュリーは女性で初めてノーベル賞を受賞し、これまでに唯一2つの異なる自然科学分野、「化学賞」と「物理学賞」を受賞した世界的科学者です。彼女のように将来的に世界レベルの科学者として羽ばたいて、未来のリーダーとして活躍が期待できるような女性の研究者を表彰することが目的です。さらにその後の活躍によって、科学技術イノベーションに関わる女性のロールモデルになってもらうことを願っております。

またこの賞は、日本とポーランドの間のさらなる親交を促進することも期待されております。日本の女性の皆様にも、より一層活躍していただくために貢献できれば、とても幸せだと思っております。多くの方のご応募をお待ちしています。それでは最初受賞者を祝うことを楽しみにしております(この対談は2021年7月28日に収録されたものです)。

ムーンショット 特別インタビュー 2050年を描く 第4回

誤り耐性型量子コンピュータを開発 経済・産業・安全保障の飛躍的发展へ

日本発の破壊的イノベーション創出を目指し、2020年からスタートしたムーンショット型研究開発事業を紹介する全4回のインタビュー企画。最終回は、目標6「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」を紹介する。量子コンピュータは従来の0と1の組み合わせではなく、物質を形作る量子の性質を利用することで、短時間で膨大な計算やより複雑な課題の解決を可能にする。本格的な実用化には、処理の途中で起こる誤りを自動で検知し修正しながら正確な計算を行う、誤り耐性の実装が鍵になるという。プログラムディレクターの大阪大学大学院基礎工学研究科の北川勝浩教授に、日本科学未来館科学コミュニケーターの本間英智が聞いた。



ほんま ひでとも
本間 英智
日本科学未来館 科学コミュニケーター

地球規模課題の解決に糸口も 量子コンピュータの可能性

本間 目標6では、量子コンピュータを使って、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させることを目指していますが、具体的にはどのようなことに利用できるのでしょうか。

北川 さまざまな用途がありますが、代表的なものは化学反応のメカニズムの解明です。例えば光合成やマメ科の植物に寄生する根粒菌が行う窒素固定など、生物はとても効率の良い仕組みを持っています。しかしこれらの反応には非常に複雑な量子状態が関わっているため、メカニズムはまだ完全には解明できていません。反応に関わる酵素や物質は大体わかっているので、量子コンピュータを使えば解決できるだろうと考えています。

本間 人工光合成などが実現できれば、さまざまな地球規模課題の解決につながりそうですね。

北川 私たちは量子コンピュータを使ってさまざまな課題を解決し、将来的

には人々の暮らしをより豊かにすること
に貢献していきたいと考えています。

本間 量子コンピュータはいつ頃から
研究が始まったのでしょうか。

北川 もともとは物質の状態を正確に
調べるための道具として考えられました。
それまでの古典力学とは異なり、
量子力学では物質の状態は1つに決ま
らず、いろいろな状態を同時に取り得
ると考えます。すると簡単な化学反応
であっても、それぞれの原子や電子ごと
に無数の状態が存在し、1つ1つを調べ
ていくと大変な計算量になります。そ
こで1982年に米国の物理学者リチャ
ード・ファインマンが、量子力学的に物質
を研究したいなら、計算機自体を量子
力学的にすれば良いと考えたんです。

本間 すごい発想の転換ですね。

北川 その後、1994年に物質とは関係
ない問題も、普通のコンピュータより
早く解けることがわかりました。これが
有名な「ショアのアルゴリズム」で、素
因数分解が早く解けるというもので
す。この発表後、量子コンピュータの注
目度は急速に高まりました。

本間 インターネット通信の暗号にも
素因数分解が使われていますね。それ
が量子コンピュータを使えば、簡単に

解けるようになるのでしょうか。

北川 その通りです。現在使っている
公開鍵暗号はいずれ量子コンピュータ
が解いてしまうことが明らかになった
ため、今世界中で量子コンピュータにも
解読できない新たな暗号技術の開発が
進んでいます。

新たな発想で世界をリード オールジャパン体制で挑む

本間 量子コンピュータが本格的に実用
化するまでにはまだ時間がかかりそう
ですが、どんな課題があるのでしょうか。

北川 量子コンピュータの最も大きな
課題は、エラーが生じた時にそれを検知
して直す「誤り訂正」技術を開発するこ
とです。この技術自体は以前からあり、
スーパーコンピュータなどでも使われて
います。一般的にコンピュータは外部か
らの影響で、さまざまなエラーが発生
してしまうものなのですが、例えエラーが
出たとしても訂正する機能が備わってい
れば、問題なく使うことができます。

本間 誤り訂正できないと、間違っ
たまま処理が進み、出てきた結果も大き
くずれてしまうということですね。

北川 量子コンピュータは、量子の状態

の重ね合わせで情報を保持しています
から、どこにどのようなエラーがあっ
たのかを検知する仕組みが従来のコン
ピュータとは異なります。さらにエラーを
修正して元に戻すのにも、新しいやり方
が必要になるのです。1995年に先ほど
のショアが量子コンピュータで誤りの訂
正を行えることを示し、2014年にある符
号で誤りを訂正し続けることができる性
能の超伝導量子回路が実現しました。

本間 複雑な計算を行うようになると、
何度も誤り訂正を行う必要がありそ
うですね。

北川 しかし、まだ常に誤りを訂正し
続けることはできておらず、20~30年
はかかるだろうと言われています。そ
こで目標6では誤り耐性汎用量子コン
ピュータを実現しようと考えました。

本間 研究体制はどのようになってい
るのでしょうか。

北川 ハードウェア、通信ネットワ
ーク、理論・ソフトウェアの3つの領域に
分けて、研究開発を進めようとしていま
す。量子ハードウェアは、4つの方式を
並行して研究しています。超伝導方式
は日本電気の山本剛主席研究員、イオ
ントラップ方式は沖縄科学技術大学院
大学の高橋優樹准教授、光量子方式は
東京大学の古澤明教授、半導体方式は
日立製作所の水野弘之主管研究長が
担当しています。

本間 どの方式が本当に有効なのか
がわからない中での研究なので、一極集



計画中の企画があれば
教えてください。

中ではなく、可能性の高い4つの方式全
てでレベルを上げていく必要があるの
ですね。

北川 超伝導量子ビットと通信用光子
をつなぐ量子メモリや量子インター
フェースの開発は横浜国立大学の小坂
英男教授が行っています。大阪大学の
山本俊教授は、複数の中小規模量子コ
ンピュータを接続したネットワーク型
量子コンピュータの構築を目指してい
ます。誤り耐性実現のための理論とソ
フトウェアは、東京大学の小芦雅斗教
授が担っています。

本間 まさにオールジャパン体制で研
究開発に挑んでいるんですね。

北川 こうした研究開発を一体的に行
うことにより、部分的な研究要素だけ
では生まれにくい新しい発想が得られ、
それも取り込みつつ誤り耐性量子コン
ピュータの開発を目指すことで、世界を
リードできると期待しています。

5~10年で先頭集団の一員に 次世代の参入にも大きな期待

本間 世界中で開発が行われています
が、今後の動向や日本の位置づけをど
のようにご覧になっていますか。

分野外の若手研究者も
参加できるサマースク
ールをやりたいですね。

北川 今の研究業界では、誤り耐性型
汎用量子コンピュータの実現が重要な
課題であることは共通認識です。日本も
30年後の国の目標として宣言しまし
たが、国としてここまで踏み込んだのは
日本が最初です。タイミング的にはギリ
ギリでしたが、このムーンショット事業が
始まって良かったと思います。研究の進
みは非常に速いですが、この5年から10年
で、少なくとも先頭集団に入らなければ
いけません。一度トップから離れてしま
うと、追いつくのは非常に難しくなり
ます。

本間 応用範囲が広いだけに、後れを取
らないようにすることが重要ですね。

北川 量子コンピュータの計算能力を
生かすことで、化学や物理学を始めと
する科学・工学全般が進歩します。その
成果が産業、ひいては経済に波及し社
会の役に立ちます。

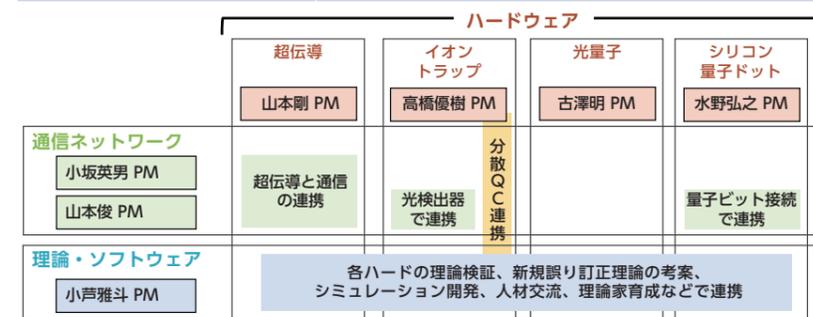
本間 若い世代の読者にもメッセージ
をお願いします。

北川 今高校生の人たちも、30年後に
は指導的な立場に立っていることでは
しょう。大学などで量子力学やコンピ
ュータサイエンスを勉強して、この分
野を担ってほしいですね。量子はなかな
かわかりにくい分野ですが、面白さや
すごさを積極的に発信し、若い人た
ちが興味を持って参入してくれるよ
うにするのが、私たちの務めだとも
思っています。

本間 研究者だけでなく、多くの人
たちに影響を与えそうですね。

北川 30年前には限られた人しか使
えなかった当時のスーパーコンピュータ
が、今ではタブレット型コンピュータに
なり、目の前にあります。同じように30
年後には量子コンピュータも誰もが使
えるようになります。ですからさまざ
まな課題を考えると、今は解けなく
ても量子コンピュータなら解けるかも
しれません。何を実現したいかがはっ
きりしていれば、あとは量子コンピ
ュータがやってくれる、そんな世界
がきっと訪れるでしょう。
(この項終わり)

プロジェクトマネージャー (PM)	研究開発プロジェクト
山本 剛 (日本電気)	超伝導量子回路の集積化技術の開発
高橋 優樹 (沖縄科学技術大学院大学)	イオントラップによる光接続型誤り耐性量子コンピュータ
古澤 明 (東京大学)	誤り耐性型大規模汎用量子コンピュータの研究開発
水野 弘之 (日立製作所)	大規模集積シリコン量子コンピュータの研究開発
小坂 英男 (横浜国立大学)	量子計算網構築のための量子インターフェース開発
山本 俊 (大阪大学)	ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース
小芦 雅斗 (東京大学)	誤り耐性型量子コンピュータにおける理論・ソフトウェアの研究開発



ムーンショット目標6の研究開発プロジェクト

戦略的創造研究推進事業CREST
研究領域「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」
研究課題「データ駆動型知的情報システムの理解・制御のためのインタラクション」

研究成果

リアルタイムで高品質な仮想試着を実現 オンラインでの買い物や会議に対応可能

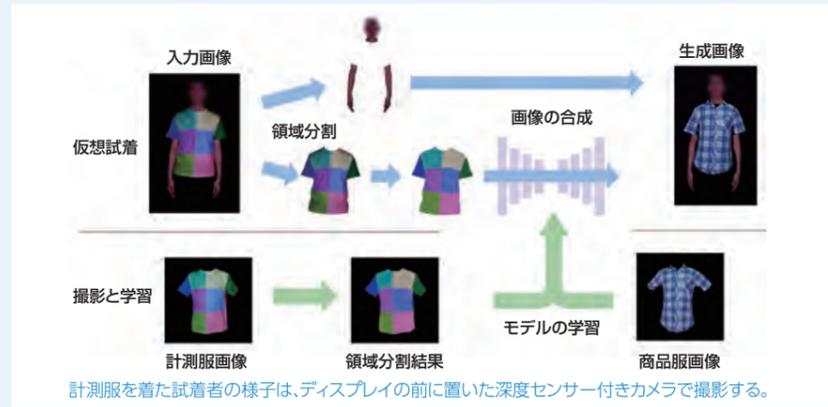
オンラインショッピングが普及し、実物を見ることなくさまざまな商品が手に入られるようになりましたが、衣服は商品画像だけでは自分に似合うのか判断が難しく、手軽に仮想試着できるシステムの開発が求められていました。しかし、既存の仮想試着システムは、汎用性が高いものの、リアルタイムで高品質な試着画像の生成は困難でした。

東京大学大学院情報理工学系研究科の五十嵐健夫教授らの研究グループは、体形や姿勢を自動制御できる訓練データ撮影専用のロボットマネキンを開発し、マネキンに計測服を着せてさまざまな体形、姿勢で撮影を行いました。計測服は体の部位ごとに大まかに色分けされており、色の情報から体の部位ごとにラベリングできます。このようにして得られた試着

服を着用した画像と計測服を着用した画像を大量に学習させることで、あらゆる姿勢や体形に対応できる深層学習モデルの構築に成功しました。

実際に試着画像を合成する際には、試着服を着用した姿を深度センサー付きカメラで撮影するだけで、姿勢や体形に合

わせて衣服がリアルタイムで変形し、より現実に近い試着体験を実現します。今後はマネキンの改良や計測服の最適化などを行い、オンラインショッピングやテレビ会議といった場面での仮想的な衣服の着せ替えサービスも想定し、実用化を目指します。



未来社会創造事業 大規模プロジェクト型
技術テーマ「エネルギー損失の革新的な低減につながる高温超電導線材接合技術」
研究課題「高温超電導線材接合技術の超高磁場NMRと鉄道き電線への社会実装」

研究成果

高温超電導材のNMR、永久電流を2年間保持 世界最高磁場1.3ギガヘルツの装置を開発へ

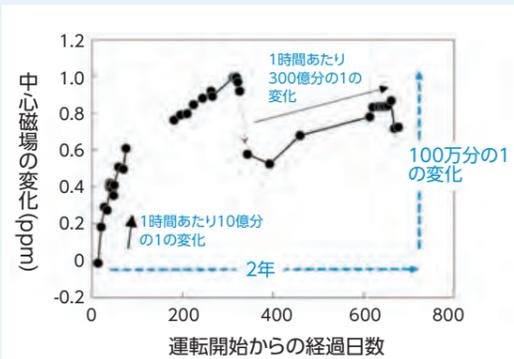
極めて低い温度に冷やされて電気抵抗がゼロになった超電導状態のコイルに、外部からの電流供給なしで電流が流れる現象を「永久電流」と呼びます。その際に発生する強力な磁場を利用したのが、物質の分子構造や物性の解析を行う核磁気共鳴(NMR)装置です。液体ヘリウム温度(マイナス269℃)で超電導状態になる「低温超電導」に対して、液体窒素温度(マイナス196℃)でも超電導状態になる「高温超電導」の広い実用化が求められています。高温超電導線材は、液体ヘリウム温度にまで冷やせば、低温超電導線材よりはるかに高い磁場を発生できるからです。

理化学研究所生命機能科学研究センターの柳澤吉紀ユニットリーダーらの共同研究グループは、2018年に高温超

電導線材を実装したNMR装置の開発に世界で初めて成功しました。今回その装置で約2年間絶え間なく400メガヘルツの磁場で永久電流運転して磁場の精密測定を続けた結果、長期間にわたって安定的な永久電流を保持できることを初めて実証しました。1時間あたりの磁場の変化率は、18年当時の10億分の1レベルから時間と共に小さくなり続け、2年目にはわずか300億分の1になりました。これは電流を供給しなくても300万年は磁場が発生し続けることを示します。

本研究結果をもとに共同研究グループは今後、現在の世界最高磁場1.2ギガヘル

ツを超える1.3ギガヘルツの超高磁場装置の開発を目指します。加えて、本研究結果をさらに発展させれば、将来的には希少で高価な液体ヘリウムを使用しない小型で汎用性の高いNMR装置の開発も可能になります。



年間の永久電流運転における磁場の変化。NMR信号のピークを記録することで磁場の値を精密に測定した。

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)
企業主導フェーズ NexTEP-Bタイプ
開発課題「自発的冷却促進機構を有する高性能車載用冷却器」

研究成果

パワー半導体の過熱問題を解決へ 効率的な「沸騰冷却」技術を実証

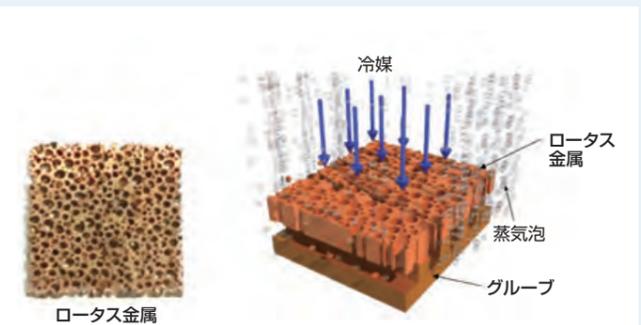
高電圧、大電流を扱えるパワー半導体は、ハイブリッド車向けのインバーターや大型サーバーのCPUなどへの利用が広がっています。現在、主流となっているシリコン(Si)に変わる次世代パワー半導体材料として、炭化ケイ素(SiC)が期待されていますが、小型化や高集積化により、素子の耐熱限界を超えるほどに発熱するため、効率的な冷却システムの開発が急務となっていました。冷媒の蒸発潜熱を利用する沸騰冷却方式は有力な手段の1つですが、核沸騰熱伝達の上限值に相当する限界熱流束(CHF)を超える熱が流入すると、冷却能力が急速に低下するという問題がありました。

この問題に対し、山陽小野田市立山口東京理科大学の結城和久教授らは、発熱体に接触する銅などの熱伝導体に、幅1

ミリメートルほどの溝を一定間隔で掘り込んだ「グループ」と、レンコン状に多数の細長い気孔が配列している「ロータス金属」を組み合わせることで、冷却能力の低下が防止できることを見いだしました。沸騰で発生した蒸気と冷媒の流れを分離し、蒸気を速やかに排出することで冷却能力を維持できます。

この成果を受け、ロータスサーマルソリューション(大阪府大阪市)は冷媒に応じた適切な溝の断

面積や気孔径を算出する手法を確立し、従来の技術をはるかに超えるCHFを達成しました。今後、パワー半導体の過熱問題を解決へと導く新技法として期待されます。



レンコンのような方向性の気孔を持つロータス金属(左)とグループ(溝構造を持つ熱伝導率の良い金属板)を組み合わせると、冷媒がロータス金属上部から吸い込まれ、蒸気がグループの溝から排出される(右)。

戦略的創造研究推進事業ACT-X
研究領域「環境とバイオテクノロジー」
研究課題「ケミカルバイオロジーを用いた光合成の活性制御機構の解明」

研究成果

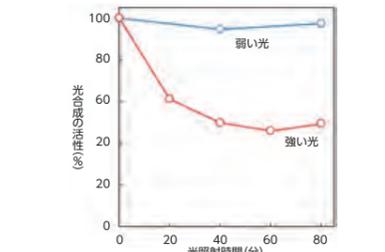
脂肪酸による光合成の阻害を解明 バイオ燃料の増産や農薬開発に道

世界的に脱炭素社会を目指す機運が高まり、近年、微細藻類からバイオ燃料の原料となる脂肪酸を生産する研究が盛んです。生物の細胞膜の主成分である脂質の合成にも使われる脂肪酸は、生体内で極めて重要な働きを担っています。しかし、脂肪酸に含まれる二重結合を2つ以上もつ多価不飽和脂肪酸が光合成を阻害するために増産が難しく、阻害作用の分子メカニズムも未解明でした。

東京大学大学院総合文化研究科の神保晴彦助教、中部大学応用生物学部の愛知真木子准教授らは過剰な光エネルギーを受けると光合成が失活する「光阻害」に着目し、強い光を当てた時に二重結合の数・位置・結合様式の異なる6種類の脂肪酸が光合成に与える影響を解析しました。その結果、多価不飽和脂肪酸が

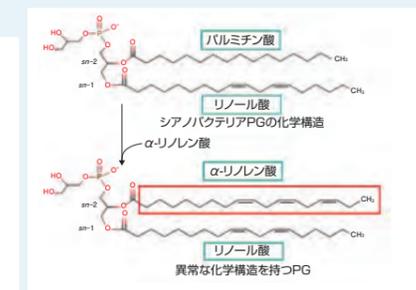
特定の膜脂質に取り込まれることで、光阻害が起こることを明らかにしました。さらに、多価不飽和脂肪酸の一種であるα-リノレン酸を使って解析すると、葉緑体に含まれているホスファチジルグリセロール(PG)というリン脂質に結合している飽和脂肪酸のパルミチン酸を特異的に置換することを確認しました。

研究グループは、現在、より効率的に光



弱い光の下では光照射時間が長くても光合成の活性は落ちないが、強い光の下では光照射時間が長くなるほど活性は失われ、光阻害が起きていることがわかる。

合成を制御できる新たな脂肪酸分子種の開発を進めています。これらの研究成果が実用化できれば、脂肪酸を生産する際には多価不飽和脂肪酸の生成やPGへの脂肪酸の取り込みを抑制することで、バイオ燃料の増産が見込めます。また、環境負荷の小さい農薬開発などへの寄与も期待されます。



α-リノレン酸はPGのsn-2位に結合したパルミチン酸を特異的に置換し、光合成複合体の不安定化と不活性化を引き起こす。

さがける 科学人

vol.110



Hatakeyama Jun

畠山 淳

熊本大学 発生医学研究所 助教

Profile

福岡県出身。2005年京都大学大学院医学研究科博士課程修了。医学博士。熊本大学発生医学研究センター日本学術振興会特別研究員を経て、09年より現職。21年より創発研究者。

生命のはじまり
「発生」に魅せられて

Q1.どんなことに興味がありましたか

A1. 受精卵が赤ちゃんになることが不思議でならなかった幼少期

子どもの頃、旺文社の「人間とからだ」という図鑑がお気に入り、特にお母さんのおなかの中にいる赤ちゃんがどうやってヒトになって産まれてくるのかに強く関心を持ちました。これが、私の「発生」への興味の原点です。「ヒトの発生を知りたい」という思いを持ち続け、大学でヒトらしさをつかさどる「脳」の発生に取り組む研究に出会い、現在に至ります。

霊長類の脳は大きく、脳表面には多数のシワがあります。この脳の大型化とシワの形成は、ヒトでは妊娠6カ月から生後2年くらいに起こります。しかし、この過程は、まだわかっていないことばかりです。なぜ大きくなったのか、なぜシワができるのか、なぜ脳が大きくシワがあると高度な知能を持つに至るのか、霊長類



ヒトらしさをつかさどる脳はどのように発生し、発達するのか…研究への興味は尽きない

特有の脳の形作りを明らかにすることで解き明かしたいと思っています。

Q2.発生の解明が生かされる分野は？

A2. 新生児医療への貢献を目指す

現在は、霊長類脳の大型化とシワの形成の仕組みの解明に取り組んでいます。近年は早産児や低出生体重児の出産が全体の約1割に上り、年々増加傾向にあります。医学の発達によって助かる命も増えましたが、早期に母胎から離されることが脳発達に影響を及ぼす場合があります。ヒトの脳ができあがるまでの発生過程を医学的に理解できれば、「よりよく生きる」ための新生児医療に貢献できると考えています。発生の解明が、これから始まる命のケアにつながれば大変嬉しいですね。

霊長類の脳発生研究は、これから解明されていく分野です。未開の分野の研究基盤を整え、脳発生をひもといていくのは、簡単ではありません。それでも、新たな発見と生命の神秘に感動を覚えつつ、明るい人類の未来に結びつく研究になることを願い取り組んでいます。また、将来の夢は、子どもの頃の私が影響を受けたように、自分たちがどのようにしておなかの中で育ってきたのか、その命の始まりの神秘を子どもたちに伝える本を作ることです。

Q3.最後に学生に向けたメッセージを

A3.「勉」を強いられるのが「勉強」自身の「問い」を学ぶのが「学問」

「高校までは教科書通りに学ぶ受け身の勉強。大学からは自らの問いを学ぶ学問」。これは、私が学生時代の恩師から頂いた言葉です。大学は多くを学べる場なので、常に自らの興味を持って、たくさんのお話を吸収してほしいですね。研究のモチベーションは研究対象への強い興味です。好きなことを見つけたら、目標や夢に向かって努力し、巡ってきたチャンスをつかんでほしいです。「ヒトの脳の発生を理解したい」という思いは長年の目標で、その研究に携われる現状をありがたく思います。生命を扱う研究のため、私たち研究者は常に倫理的な課題と向き合っています。実験の必要性や研究手法などを多角的に議論し、慎重に進めています。倫理面に配慮しながら、研究成果で人類の知的好奇心と社会貢献に役立てていきたいと思っています。



家族とのひと時。周囲のサポートのおかげで子育ても研究も楽しみながら両立できています。

リサイクル適性 (A)
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

R70
百回リサイクル率70%再生紙を使用

JSTnews
December 2021

発行日/令和3年12月1日
編集発行/国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 総務部広報課
〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3サイエンスプラザ
電話/03-5214-8404 FAX/03-5214-8432
E-mail/jstnews@jst.go.jp JSTnews/https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/



最新号・バックナンバー