

RIKEN NEWS

No. 463 2020

1



松本 紘 × 松岡正剛

理化学研究所 理事長

編集工学研究所 所長

02 新春特別対談

「科学道」をゆく

06 研究最前線

医療の現場をAIで変える

10 FACE

115億光年かなたの「宇宙網」を発見した研究者

12 SPOT NEWS

- ・超精密な金属製中性子集束ミラーを開発
- ・ゲノム解析で日本人の身長の特徴を解明

14 私の「科学道100冊」

発明家エジソンに憧れて

15 TOPICS

- ・スーパーコンピュータ「富岳」の試作機がGreen500で世界1位獲得
- ・「富岳」を知る集い2019
- ・科学道100冊わくわく探検隊!!

16 原酒

原酒を訪ねて

「科学道」をゆく

松岡正剛 × 松本 紘

編集工学研究所 所長

理化学研究所 理事長

「科学道」は理研で生まれた言葉です。科学の道を邁進して、豊かで明るい社会を生み出すことこそ理研が目指すべき姿であるという理念が、この言葉には込められています。

「科学道」を広く知っていただくため、2017年、編集工学研究所と共同で「科学道100冊プロジェクト」を始動。書籍を通じて科学者の生き方や考え方、科学の面白さや素晴らしさを届けることを目指しました。そして2019年には、時代を超えた名著50冊とその年のテーマをもとに旬な50冊を選ぶ「科学道100冊2019」を発表しました。

その編集工学研究所の松岡正剛 所長と松本 紘 理事長が語り合う「科学道」。2020年という新たな年に向けたメッセージをお届けします。

■ 西洋の「理」と日本の「道」

松本：松岡さんとは、2017年の科学道100冊委員会でお会い

したのが最初でした。

松岡：はい。あのときも、ここ編集工学研究所の「本楼」でお会いしましたね。

松本：今日は、改めて「科学道」をテーマにお話を伺いたいと思います。ところで、突然ですが、四角いスイカやメロンが売られていることがありますよね。丸い果物を枠にはめて四角く育てたもので、見ている分には面白いのですが、ふと、人が生い立ちや環境、職業の枠にはめられてはつまらないなど、そんなことを感じる場合があります。

科学の歴史を振り返ると欧州では中世まで科学が宗教に抑え付けられる時代が続き、人々が自分の頭で自由に考え始めたのはルネサンス以降のこと。やがて科学は産業や軍事に役立つものと認識されるようになり、国が科学に投資するようになっていきます。「何か役立つこと」は科学の本質ではありませんが、一側面であることは間違いありません。19世紀のドイツでは、国が大学に出資するまでになりました。

松岡：言語学者でもあり政治家でもあったヴィルヘルム・フォン・フンボルトがつくったベルリン・フンボルト大学がそうですね。

松本：そのドイツをまねて各国で大学への投資が始まった。学問から得られるものを特化して、細分化していくうちに、元の自然哲学という広い意味での科学の精神は失われてしまったように思います。

私は、今日の科学者にも、そのような精神、広く人生や社会につながる「道」があっただけではないかと考えています。ただし、その「道」はこうでなければならない、という一本道ではなく、科学者一人一人が考えるべき多様なものです。

松岡：そうですね。科学者に限らず、いくつもの「科学道」があり得ると思います。科学そのものの道、科学者が歩む道、そして虫好きや星好きを含めて科学の恩恵に浴する道……。

松本：専門を究めて人間を磨く、自分の哲学を完成させていくという「道」もありますね。



松岡正剛

(まつおか・せいごう)

1944年生まれ。編集工学研究所所長。イシス編集学校校長。科学から芸術、日本文化から経済文化に及ぶ多様なジャンルでプロデュース・監修・演出を手掛ける。『知の編集工学』『千夜千冊エディション』シリーズなど著書多数。

松岡：西洋で「道」に相当するのは合理の「理」でしょう。明治期には日本にも西洋の合理科学が入ってきましたが、その日本で柔道や剣道など「道」の体系が整い始めたのも同じころです。西洋の合理や宗教に触れ、それに対して日本では「道」という概念が確立していったといえるかもしれません。新渡戸稲造がベルギーの法学者に、「日本人には宗教心がないと聞かすが、どうやって道徳を教えているのか」と問われ、「日本には武士道がある」と答えたという逸話もあります。

■ 枠を超えていく科学の道

松本：これもまた明治期のことですが、西洋からさまざまな学問を、化学や物理といったすでに分野や学科に分かれた形で導入しました。これが、今日の日本の大学で学部間の壁が高くなった原因ではないかと私は考えています。

松岡：欧州には分野を横断して学ぶリベラルアーツもあったのに、明治期にはそれを取り入れなかったのですね。

松本：四角いスイカに話を戻せば、科学者も四角くなってしまっているのかもしれない。学部生が研究室へ入ると、研究テーマを選択する自由はありますが、そこでも分野という枠の中で育ちます。すると、その枠に限られた研究成果しか生み出せなくなるんですね。少しは枠を広げるような研究はできますが、形まで変えたり、枠を超えたりすることは難しい。

真に自由な研究のためには、自分を制限している枠を打ち破る必要があります。まず今の自分を疑う、自分の身近な人たちの知識や方法を疑うことから始めないと、自由にはなれません。

松岡：大学と理研では、分野という枠の在り方も異なっているのではないですか。

松本：そうですね。理研では各研究室がフラットな関係で存在しています。そのため、物理学者は化学者と当たり前のよう交流し、生命科学の議論にも参加します。一つの研究室の中に、異なったバックグラウンドを持った研究者が集結し、一緒に研究を進めるケースも増えてきました。

そうはいっても若いうちは、研究室のリーダーの考え方、方針の枠の中で研究を進めていく側面は拭えませんが、その中であって、自分の研究が社会や人類の歴史にどれだけ貢献できるのか、それを時には考えてほしいと思っています。得てして目

の前のテーマに没頭してしまいがちで、それは科学者としての強みの一つにもなりますが、それだけではその先への広がり生まれません。自分の科学道を問い、世の中に貢献しようという気持ちを忘れないでいたいものです。

■ 統合へ向かう21世紀の科学

松岡：私は、21世紀の科学は、これまで分けて考えてきたものを、連続したものとして見直すところから始まると思います。

例えば、素粒子物理学では、今まで光と物質に分けていたものを、情報という視点で統合的に考え直しています。宇宙論によると、宇宙の始まりは瞬間であり、永遠でもあるという。時間の概念すら見直されようとしているんですね。理研が合成に成功した113番元素「ニホニウム」もそうです。理論的には存在が予言されていたものを、人の手で実際に創造する。それは人工物なのか天然物なのか？発見・生成・創発の区別がつかないところに科学は進んでいるのではないのでしょうか。さらに、そうして考えること自体が、AI（人工知能）の発展によって、計算することと分けられなくなっていくように感じています。

今まで分けて考えてきたものを、連続的なものとして捉え直



松本 紘
(まつもと・ひろし)

1942年生まれ。京都大学工学部卒業。工学博士。京都大学教授、同大学総長（2008年10月～2014年9月）などを経て、2015年4月より現職。専門は宇宙プラズマ物理学、宇宙電波科学、宇宙エネルギー工学。



すには、最初から学際的に考えなければ研究が進まない時代になりつつあるのかもしれませんがね。

松本：学際を超えて、統合ですね。もともと一つだったものを要素還元で分けて考えてきた時期が終わり、今、再び統合して捉え直すわけです。

分けて考えるということであれば、文系と理系を分けること自体がおかしいとは思いませんか。自分の研究の社会における価値を考えようとしても、法制度を知らない、文化が分からないでは、うまくいきません。だからこそ、子どものころに幅広い好奇心を持って、豊かな知識を身に付けてほしいと、強く思います。そのような知識が、長じて専門を選ぶときの判断基準のベースにもなります。そして、多くの知識を総合的に学ぶ習慣を身に付けることが、要素還元に分けられたものを統合していく上での力となるでしょう。

松岡：例えば、新元素ニホニウムを生み出した加速器は、まさにさまざまな科学を統合してつくられたものです。そのような統合を実感できる装置や施設に、子どもたちが接する機会を増やしてほしいですね。かつて子どもたちは、巨大な船や飛行機、漫画でいえば巨大ロボットに憧れや畏怖の念を持っていました。いわば科学に夢を持っていたのです。現代の子どもたちも、巨大な施設や精密な道具に接することで、科学への憧れをかき立てられるに違いありません。夢は想像や創造につながります。そうして113番元素があるのならば120番元素もあるはずだ、といった仮説を立てる力が養われるのです。そうした意味でも科

学を統合した施設・装置がそろっている理研に期待しています。

■ 実感できる研究領域へ科学を統合する

松本：現代の科学の発見や成果は、子どもや一般の人たちからするとあまりに遠く離れた世界になってしまって、分かりにくく、実感が湧きにくいのかもしれません。一方で、地球温暖化や世界的な高齢化の進行など、身近にある課題に科学者がもっと取り組むことが望まれているとも感じます。

松岡：一般の人たちが、その意義や成果をもっと実感できる科学の領域があるといいですね。

松本：戦前の理研では、科学成果を社会に還元するための多くの会社がつくられ、それらが理研産業団となって、数々の製品を生み出し社会のニーズに応えました。ある意味、生活に近いところに存在していたといえます。逆に現在の科学界は、最先端を競う方向に走り過ぎており、身近なニーズに応えるような研究をするのは難しいですね。

文系・理系を含めて学問全体を見渡し、社会のニーズを捉え、社会はどうあるべきか、そのために何をすべきかを考える集団が必要ではないか。そんな思いから、理研では、イノベーションデザインという活動を始めています。

松岡：その取り組みに大いに期待しています。実感できる研究領域に関連していえば、米国の文化人類学者のエドワード・ホールが、「プロクセミクス」という言葉で知覚距離について論じています。人間は自分の肘の距離より内側に人や物が来ると急激に危険やストレスを感じる。その範囲にあらゆる科学や技術が関わるテーマがある、と指摘しました。

そのような身近なところで発生する、想定外なこと、ストレスがたまること、何か状態が偏ってしまうようなこと、これらを科学が先回りして改修していけないか、と思うのです。

松本：なるほど。理研では、2019年からロボティクスプロジェクトをスタートさせました。例えば、ある人が困っていること、考えていることを察知して、陰ながら人を支援するロボットなどを目指しています。これは、身近な課題に関心を持つ研究者たちが組織横断で集まり議論し、学際的に研究を進めるシステム「エンジニアリング・ネットワーク」の取り組みの一つです。

加えて、研究成果を実用化し、社会にどんどん出していくこ

とで、誰もが科学技術を身近に感じていただけるようにしていきたい。そんな思いから2019年、理研が100%出資してイノベーション事業法人、株式会社理研^{ていぎけん}鼎業を設立しました。身近な科学と最先端の科学、両方のバランスを取りながら、世の中から信頼され、必要とされる理研であり続けるための、種をまいておきたいと考えているのです。

■ 科学者の人生・経験を広める「科学道100冊」

松岡：科学をより身近に感じるきっかけの一つが、人としての科学者を知ることだと思います。私は1970年代、南部陽一郎博士（2008年ノーベル物理学賞受賞）に夢中になって、科学者の生き方や考え方に興味を持ちました。しかし、周りのジャーナリストなどに「すごい人がいる」といくら話しても、興味を示してくれる人はほとんどいませんでした。

松本：古今東西、独創的な仮説を言いだした科学者に最初は冷たいものです。仮説が生き残り、しばらくするとその人に関心を持つ科学者やジャーナリストなどが少しずつ現れる。そして、仮説が正しそうだと分かれば、多くの人たちが一気に注目する、と段階があるのでしょうか。しかし、もう少し科学者が正当に評価され、尊敬されてよいのではないかと感じますね。

松岡：おっしゃるとおりです。私は以前、『日本の科学精神』という全5巻の選集を編んだことがあります。日本人の科学者がもっと一般社会で知られることを願って、明治以降、近年までの自然科学者たちによる論文やエッセーをまとめたものです。

私が直接お会いした人の中で最も影響を受けたのは、湯川秀樹博士（1949年ノーベル物理学賞受賞）です。あるとき、今読まれている本を尋ねると、科学史にも出てこないような中世の科学者の本を挙げて、「素粒子の世界を考えるには中世の物質観を知らないと駄目なんだ」とおっしゃる。湯川さんは東洋の思想も大切にされていて、その両方の思想をもとに、素粒子理論の研究を進められました。

ニュートンやデカルト、ラプラスなどの著作を読むときもきっと、合理的なところと、彼らが迷い悩んでいるところ、その双方を読み取ることが大切なんですね。

松本：非合理的なことも長い目で見れば“無駄”ではないんです。西洋から学問を導入した明治期は、富国強兵を急ぐため、



“無駄”を省いて合理的なところだけを効率的に学ぶことが求められたのかもしれませんが。それが戦後の高度経済成長期でも続き、結局そのつけが今、回ってきている気がします。

やはり、子どものころに、将来に必要なと思うようなことも含めて幅広く学ばせることが、やがて社会に貢献すべき立場になったときに、活動の枠を広げる素地になるでしょう。だからといって、単に幅広く勉強しなさい、というのとは違います。松岡さんは以前、科学者はそれぞれが歴史を持っている、と指摘されましたよね。だからこそ、一人一人の科学者がどういう経験を積み、今の考え方に至ったかを伝えることで、共感し、勇気づけられる子どもたちが必ずいるはずですよ。

松岡：まさに「科学道100冊」の取り組みですね。一つご提案ですが、科学や科学者のことを広く伝えるにはテレビのクイズ番組や漫画という方法もいいかもしれません。私は長年、古田織部という茶人を紹介する活動を地道に続けていたのですが、あるとき『へうげもの』（山田芳裕 著）という漫画が出た途端、一気に織部のことが知れ渡ったんです。漫画というメディアの力を実感しましたね。「科学道100冊2019」にも、『はじめアルゴリズム』（三原和人 著）という漫画が入っています。こういう本で数学の面白さを多くの方に知っていただきたいです。

松本：私たちが進めてきた「科学道100冊プロジェクト」が、子どもたちが何かに目覚めるきっかけになればうれしいですね。本日はありがとうございました。

（取材・構成：立山 晃／フォトクリエイイト、撮影：STUDIO CAC）

AI（人工知能）を画像診断などの医療に活用しようという動きが盛んになっている。
 革新知能統合研究センター（AIP）目的指向基盤技術研究グループ がん探索医療研究チームでは、
 超音波診断の際にAIを用いて胎児の心臓の異常をリアルタイムに自動検知する新たな技術を開発した。
 先天性心疾患の見落としを防いで早期治療につなげたり、
 検査者間の技術格差や地域間の医療格差を埋めることにも貢献すると期待されている。
 浜本隆二チームリーダー（TL）と小松正明 副TLにAIの医療応用の最前線を聞いた。

医療の現場をAIで変える

■ プレシジョンメディシンとAI

「目指しているのはプレシジョンメディシンの実現です」。浜本TLと小松副TLは同じ言葉を口にする。プレシジョンメディシン（Precision Medicine）とは、米国オバマ前大統領が2015年の一般教書演説で言及して注目された概念で、精密医療や最適化医療と訳されている。

浜本TLは、「患者さんのゲノム解析データや医療画像データ、臨床情報など膨大で多岐にわたるデータを統合的に解析することで、一人一人に最適な治療法を選択して提供する。そういう医療を実現したいのです。ビッグデータの解析にはAI技術が不可欠です。私たちは、がんをはじめ幅広いプレシジョンメディシンの実現を目標に、医療でAIを活用するためのさまざまな技術を開発しています」と語る。

浜本TLの専門は、がん研究である。2012年から3年間、米国シカゴ大学医学部で准教授として研究を行った。「オ

バマ前大統領の一般教書演説以降、医療の潮流が一気に変わりました。オバマさんもミシェル夫人もシカゴ大学に縁が深く、米国のAI戦略には同大学の研究者が多数関わっています。そういう環境にいた影響もあったのでしょうか」と振り返る浜本TLは、2016年の帰国後は国立がん研究センター研究所でプレシジョンメディシンの実現を目標に掲げ、がん研究へのAI導入にいち早く取り組んだ。その後も浜本TLは日本におけるAIの医療応用をけん引し、2017年4月に理研でがん探索医療研究チームを立ち上げたのだ。

「私も浜本先生と重なる時期にシカゴ大学に留学していました」と言う小松副TLは、婦人科がん研究が専門で、シカゴ大学では抗がん剤の効果・副作用の個人差に関する遺伝子解析研究を行っていた。「浜本先生が研究チームを立ち上げられると知り、ぜひ一緒にさせていたきたいと手を挙げたのです」

■ 拍動する1cmの胎児心臓の異常を見つける

小松副TLには、どうしても解決したいことがあった。「私は長年、広島で産婦人科医として働いてきました。専門は婦人科がんですが、地方の産婦人科は人手が不足しているため、臨床現場では、妊娠・出産などの周産期医療から、生殖・内分泌医学や女性ヘルスケアまで幅広く担当します。中でも難しいのが、胎児超音波スクリーニング検査です。超音波で胎児を詳細に観察して臓器などに異常がないかを調べるのですが、残念ながら医師や技師の力量によって得られる画像の質や画像から読み取れることが違うのです。私の妻も産婦人科医で、彼女は超音波専門医の資格を持つ胎児超音波診断のエキスパートです。私には見えない異常が彼女には見える。そのようなギャップを埋め、どの医師や技師が検査しても異常の見落としを防ぐことができる技術をつくりたかったのです」

胎児超音波スクリーニングは希望がある場合に通常の妊婦健診とは別に行う出生前診断の一つで、妊娠12週ごろ（初期）と妊娠20週ごろ（中期）に実施される。小松副TLは、一般産婦人科医も携わる妊娠20週ごろの検査において、心臓異常の見落としを防ぐことが重要だと考えていた。

生まれつき心臓の構造や血管のつながり方などに異常が認められる先天性

浜本隆二（はまもと・りゅうじ）

革新知能統合研究センター
 目的指向基盤技術研究グループ
 がん探索医療研究チーム
 チームリーダー

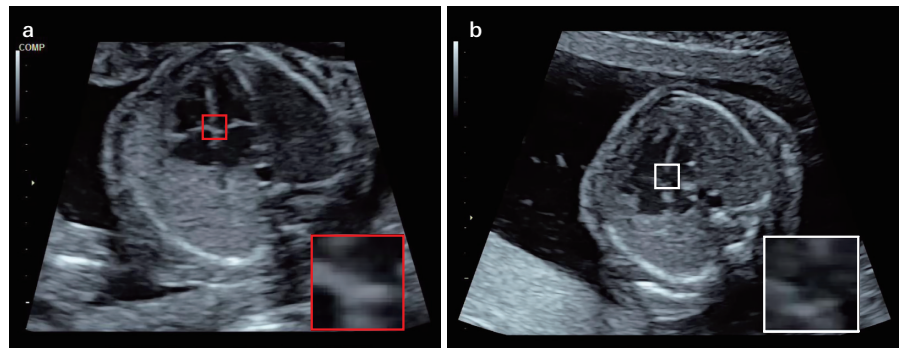
1970年、愛知県生まれ。東京大学医科学研究所助手、英国ケンブリッジ大学腫瘍学部Honorary Visiting fellow、東京大学医科学研究所助教、米国シカゴ大学医学部准教授などを経て、2016年より国立がん研究センター研究所がん分子修飾制御学分野分野長。2017年より現職。



撮影：STUDIO CAC

図1 物体検知技術を活用した胎児心臓の異常検知例

疾患のない胎児心臓 (a) において映っているべき心室中隔を提示し (赤枠)、教師データを用いて学習した物体検知技術を用いて、検査画像 (b) において実際に映っている心室中隔の部位を検知する (白枠)。両者に相違があることから、検査画像は異常があると判定する。(b) は心室中隔欠損である。



心疾患の発症頻度は出生児の約1%と全ての先天性疾患の中で最も高く、新生児死亡の約20%は重症先天性心疾患が占めるというデータがある。だが一方で、小児循環器内科や小児心臓血管外科の治療技術は目覚ましく進歩しており、出生直後から治療ができた場合の予後は年々良くなっている。「出生前から綿密な治療計画を立て、生まれたらすぐに治療を始めるには、早期診断が不可欠です。ところが、妊娠20週ごろの胎児の心臓は1cmほどしかありません。しかも構造が複雑で動きが速いため観察が難しく、技術や経験の違いで検査者によって診断に差が出やすいのです」

■ 物体検知で正常データと比較し異常を見つける

2018年4月、理研、富士通株式会社、昭和大学、国立がん研究センターの共同研究グループによって、AIを用いた胎児心臓超音波スクリーニングにおける画像診断支援技術の開発が始まった。

理研AIPと富士通は2017年4月に理研AIP-富士通連携センターを開設し、理研AIPに結集しているAI技術の知見と、富士通の幅広い情報通信技術や多数のシステム開発経験を融合し、少量のデータや不完全なデータであっても的確に未来を予測できる「想定外を想定するAI」の研究開発に取り組んでいる。

昭和大学の附属4病院の分娩件数は年間約3,500と日本有数で、今回のAI技術開発に使用した超音波画像は、昭和大学病院産婦人科での妊婦健診において、超音波専門医によって取得されたも

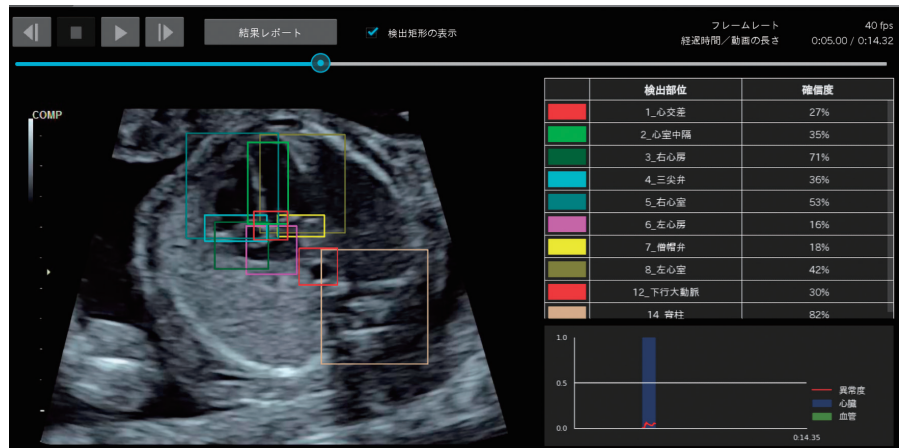


図2 胎児心臓超音波スクリーニングにおける画像診断支援

画面左の走査断面動画上には実際に検知された部位の位置・範囲を色付きの境界線で囲み、さらに、右上の表には算出された各部位の検出率を提示する。右下グラフには検出率を用いて算出された心臓の構造と血管についての異常度を示す。

のである。

画像解析はAIの得意分野といわれている。正常データと異常データをそれぞれ10万以上集めて学習させることで、入力した画像が正常か異常かを高い精度で判別できる。しかし小松副TLは、「胎児の心臓異常の判別には、この方法を用いることは難しい」と言う。先天性心疾患の発症頻度は約1%である。異常データとして学習させる超音波画像を10万枚以上も集めることは難しい。

そこで別の方法を探った。「心臓に疾患のない正常胎児の超音波画像は、普段の診療の中でたくさん取得することが

できます。また、正常胎児の心臓の構造には個体差が少なく、心臓の壁や弁、血管などの部位は同じ位置に存在しています。そこで、心臓の部位ごとに検査対象と正常データとを比較して、違いがあるかどうかを捉えることで異常を検知できるのではないかと考えました。超音波画像から心臓の各部位を検知するには、物体検知というAI技術を用います」

では、どの部位を観察すれば異常を検知できるのか。胎児心臓超音波スクリーニングでは、観察が推奨されている複数の水平断面がある。また超音波専

小松正明 (こまつ・まさあき)

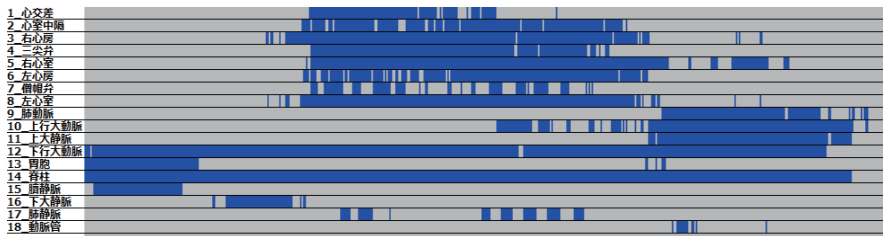
革新知能統合研究センター
目的指向基盤技術研究グループ
がん探索医療研究チーム
副チームリーダー

1974年、広島県生まれ。博士(医学)。広島大学大学院医学歯薬学総合研究科展開科学専攻博士課程修了。産婦人科専門医・指導医。米国シカゴ大学医学部血液学・腫瘍学博士研究員などを経て、2017年より理研AIPがん探索医療研究チーム研究員、国立がん研究センター研究所がん分子修飾制御学分野研究員。2019年より現職。

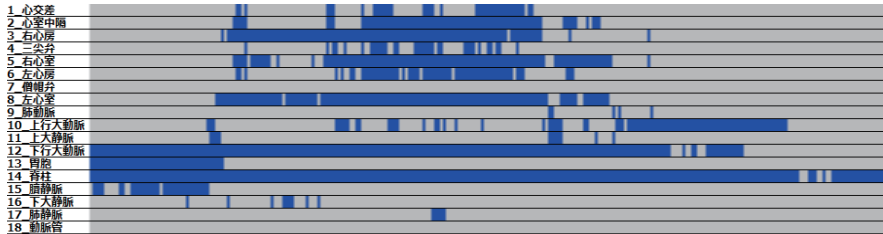


撮影：STUDIO CAC

心臓に疾患のない胎児



先天性心疾患(ファロー四徴症)の胎児



検査時間経過 →

図3 胎児心臓超音波スクリーニング検査結果の一覧表示

診断に必要な胎児心臓と周辺臓器の18部位について、検査開始から終了までの各部位を検知した確信度を一覧表示する。横軸は時間経過、青色は一定以上の確信度で該当部位が検知されていること、灰色は検知されていないことを示す。心臓に疾患のない胎児のデータ(上)と比較することで、どの部位が異常判定に影響したのかを簡単に把握できる。下は先天性心疾患の一つであるファロー四徴症の例。「9 肺動脈」と「18 動脈管」に正常胎児との明確な違いが見られ、ファロー四徴症の診断に有用である。

門医は、重篤な症例ごとに、どの水平断面のときに、どの部位がどの位置に映るか、あるいは映らないかを熟知しており、それらの部位を特に注意して観察している。そこで、超音波専門医が実際に観察している心臓と周辺臓器の18部位を選び、検査対象の超音波画像と正常データを比較することにした。

物体検知のためには、あらかじめ例題と正解がセットになった教師データをたくさん与えて学習させる必要がある。そこで、正常な胎児心臓の超音波検査画像に対して、18部位の名前や位置を注釈付けした教師データを用意し、学習を行った。教師データには、昭和大学病院産婦人科での妊婦健診において超音波専門医らによって取得された、診断精度の高い超音波検査画像8,182枚を使用している。こうした学習により、一般の医師や技師による超音波画像からでも18部位について超音波専門医に近い精度で異常を検知できるようになった。

■ 胎児の心臓異常を自動検知

AIを用いた胎児心臓超音波スクリーニングの流れはこうだ。まず、超音波のセンサー(プローブ)が当てられている位置を推定し、映っているべき部位が画

面上に提示される。次に、学習を行った物体検知技術を用いて、実際に映っている部位を検知する(図1)。そして、映っているべき部位と実際に映っていた部位を比較し、相違がある場合には、異常であるとリアルタイムに自動で検知する(図2)。

「検査結果を把握しやすいことも大切だと考え、各部位の確信度を用いた検査結果表示技術も開発しました」と小松副TL。確信度とは、実際に映っている部位を検知するとき、AI自身がどの程度確信を持っているかを示す値である。確信度は検査中にリアルタイムで画面に表示されるのに加え、検査終了後に18部位の確信度を一覧表示することができる(図3)。

「この一覧表示技術は画期的」と小松副TL。「正常データと比較すると、どの部位が検知されているのか、検知されていないのか、つまり異常と判定された理由が容易に分かるのです。それをもとに、どのような先天性心疾患であるかを推定できます。また、超音波検査で得られるのは動画なので、再生に時間を要します。それが、超音波専門医や小児循環器内科医などに相談したりする際、動画を再生しなくてもこの一覧表示だけで

説明が可能になり、時間を大幅に削減できるという利点もあります」

「物体検知を用いた異常判別プログラム」と「検査結果一覧表示による検査支援プログラム」の2件について特許を出願し、2018年9月にプレスリリースを行った。「研究開発を始めたのは4月ですから、予想以上の早さです」と小松副TLは顔をほころばせる。「AI研究者、産婦人科の超音波専門医、そして両者を深く理解してつなぐ医学研究者が、研究開発の最初の段階から緊密に連携を取りながら進めることで、共創によるブレークスルーが起きたからだと思います」

この成果は新聞・テレビなどでも取り上げられ、大きな反響を呼んだ。

AIによる画像診断は急速に進展しているが、超音波画像のAI解析は難しいといわれている。CTやX線検査の場合、撮影装置と被検査者は固定されているため、取得画像の質に検査者による差はほとんどない。一方、超音波画像はプローブを手で動かして撮影するため、検査者間で精度に大きな差が生じてしまうのだ。浜本TLは、「今回開発した画像診断支援技術によって、検査者間の差が解消され、超音波専門医と同等の判定ができるようになることへの期待も大きいのではないのでしょうか」と話す。

■ 超音波画像の影を自動検出

「超音波スクリーニングには、まだ解決しなければいけない課題がある」と小松副TLは指摘する。それは、影だ。

超音波が胎児の骨や母親の脂肪など

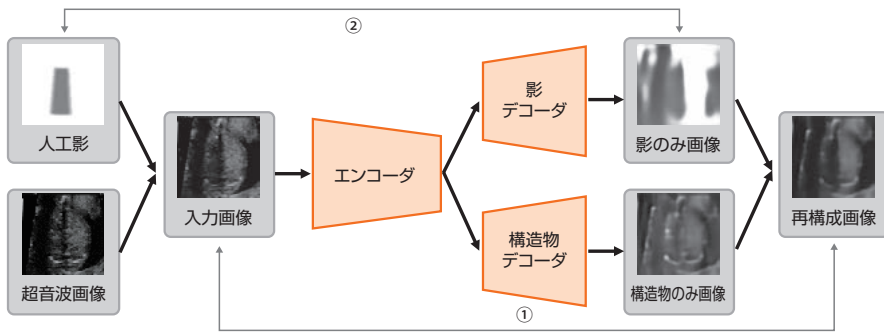


図4 超音波画像の影を学習するモデル

超音波画像と人工影を合成して入力画像を作成する。その入力画像を影のみ画像と影以外の構造物のみ画像に分離した後、それらを合成して入力画像を再構成する。入力画像と再構成画像①と人工影と影のみ画像②の差が同時に小さくなるように学習し、モデル(エンコーダと影デコーダ)を構築する。

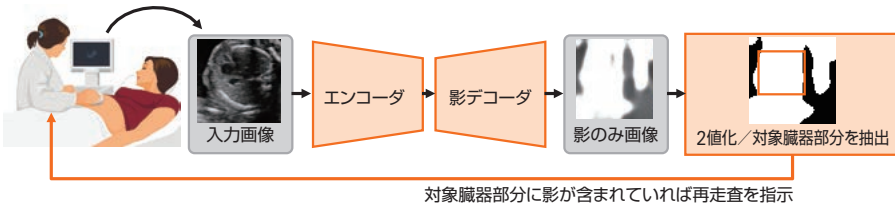


図5 超音波検査画像の処理可否を判定する方法

超音波検査画像を学習済みのモデル(エンコーダと影デコーダ)に入力して、影のみ画像を得る。得られた影のみ画像を白と黒の2階調に変換(2値化)し、検査対象の臓器部分に影が含まれるかどうか判定する。影が含まれていれば、再走査を指示する。

で反射してしまうと、奥にある臓器に超音波が届かず、その部分は影として映る。診断のために観察が必要な部位が影で隠されてしまうことも多い。すると検査ができなかったり、誤った診断結果を導いてしまったりするのだ。そこでAIを用いて超音波画像の影を自動で検出する技術を開発した。

影ありの画像と影なしの画像を用意して学習させる方法もある。しかし、影の入り方は多様なので、それをたくさん準備するのは労力がかかり過ぎる。そのため教師データを与えずに学習させる方法を採用した。

まず、超音波画像にランダムな人工の影を付けたものを入力する。その入力画像を、影の部分の画像と、影以外の部分の画像に分離する。その二つの画像を合成し、入力画像を再構成する。入力画像と再構成画像との誤差と、影のみ画像と人工影との誤差が、同時に小さくなるように学習を行う(図4)。

さまざまな人工影を用いて十分な学習を行ったモデルを使うことで、入力した超音波検査画像から影のみ画像を検出することができる(図5)。影のみ画像が出たら、灰色の明暗があるグレースケー

ルの画像を白と黒の2階調に変換し、診断に必要な部分に影が含まれているかどうかを判定する。影がある場合は、この画像は正確な診断には使えないと判断し、再走査を指示するという流れになっている。

「この影の自動検出技術を胎児心臓超音波スクリーニング画像診断支援技術と統合することで、異常を検知する性能がさらに向上します。また、取得した画像が不適切な場合は再走査の指示が出ることで、検査者にとっては質の良い画像を取得するための訓練にもなり、診断技術の向上につながります」と小松副TLは言う。

■ 社会実装し皆さんの健康に貢献する

浜本TLは、「今、第3次のAIブームだといわれています。第1次、第2次との違いは、AIを用いた技術が社会実装されている点です。私たちが開発した超音波画像診断支援技術や影の自動検出技術も、研究のための研究で終わらせず、臨床の現場で使われるようになり、皆さんの健康に貢献しなければなりません」と語る。

小松副TLは、「私自身が地方で産婦

関連情報

- 2019年7月26日プレスリリース
AIを用いた超音波検査における影の自動検出
- 2018年9月18日プレスリリース
AIを用いた胎児心臓超音波スクリーニング

人科医として働いてきたため分かるのですが、地方と都市部では受けられる医療の体制やレベルに大きな差があります。私たちが開発した技術を社会実装することで、その医療格差を埋め、崩壊寸前といわれる地方の周産期医療の一助となり、安心・安全な妊娠出産の実現に貢献したいと思っています」と話す。さらに、影の自動検出技術などは、腹部や乳がんなどさまざまな超音波検査にも適用できるため、幅広く普及していくことが期待されている。

浜本TLらは2018年、日本メディカルAI学会を立ち上げた。「資源に乏しく、食料自給率も低い日本は、科学技術の底上げが必要です。AIはこれからの重要な科学技術であり、この分野で立ち遅れたら科学技術立国日本の存在感は失われるでしょう」と指摘する。とはいえ、日本にはAIの医療応用がやりづらい側面もある。個人情報保護法によって医療情報の利用が厳しく制限されているからだ。浜本TLは、医療情報を正しく安全に管理・利用するガイドライン制定の必要性を訴えている。そうした問題解決のため、基礎医学、臨床医学、情報科学、システム工学などの専門家に加え、生命倫理の専門家や弁護士が参加していることも、日本メディカルAI学会の特徴だ。

「AIを単なるブームとして終わらせるのではなく、医療に活用することで、皆さんの健康、幸せに貢献したい。そういう思いで、これからも取り組んでいきます」。浜本TLは力強く語った。

(取材・執筆：鈴木志乃/フォトンクリエイト)

115億光年かなたの「宇宙網」を発見した研究者

宇宙は138億年前に生まれ、重力によって物質が次第に立体的な網の目状に集まり、
 その中で銀河や巨大ブラックホールが成長していった……。

それが理論に基づく初期宇宙のシナリオだ。

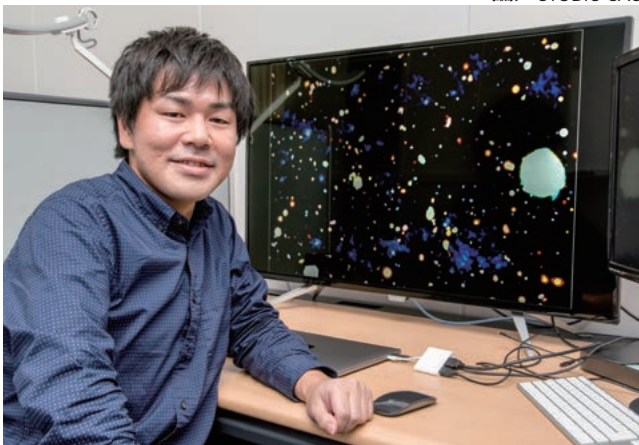
115億年前の初期宇宙において網の目状に水素ガスが分布した「宇宙網」を
 世界で初めて実際に観測した研究者が開拓研究本部にいる。

坂井星・惑星形成研究室の梅畑豪紀 基礎科学特別研究員（以下、研究員）だ。

「今回の発見で、宇宙網の中で銀河が形成され、進化していった歴史を探るとい
 う、新しい研究領域を開くことができました」

淡々と語る梅畑研究員の素顔に迫る。

撮影：STUDIO CAC



梅畑豪紀

うめはた・ひでき

開拓研究本部
 坂井星・惑星形成研究室
 基礎科学特別研究員

1986年、奈良県生まれ。博士（理学）。東京
 大学大学院理学系研究科天文学専攻博士課程
 修了。日本学術振興会 特別研究員 (PD)、ヨー
 ロッパ南天天文台 客員研究員、東京大学 特
 別研究員、放送大学 プロジェクト研究員を経
 て、2018年より現職。

サッカーから天文へ

奈良市で生まれ育った梅畑研究員は、「小・中学生時代は
 サッカー漬けの日々でした」と振り返る。中学3年生で部活動
 の引退とともにサッカーに区切りをつけ、「高校では新しいこと
 をやりたい」と、次に熱中できることを探した。

そのころは国語など文系科目の方が得意で、小学2年と中
 学3年のときには作文で表彰されたこともある。受賞はいずれ
 も「宇宙の日」を記念した全国の小・中学生対象の作文絵画コ
 ンテストだった。「親によく科学館などへ連れていってもらった
 影響で、宇宙にも興味を持っていました。中学3年のときに頂
 いた賞の副賞が天体望遠鏡だったこと、また、ちょうどその年
 にあったしし座流星群の大出現に遭遇したことが、天文にの
 めり込むきっかけだったと思います」

天体写真の撮影に熱中するとともに、国立天文台や東京大
 学の本曾観測所で開催された高校生向けの天文実習セミナー
 に参加。その研究成果を日本天文学会のジュニアセッションで

発表した。「そのような活動を続けているうちに、遠方の銀河
 を観測する天文学者を志すようになっていました」

アルマ望遠鏡のデータで博士論文を書いた第一世代

やがて梅畑研究員は東京大学大学院の天文学専攻修士課
 程へ。そのころ、国際協力で南米チリに建設が進められてい
 たアルマ望遠鏡の科学観測が始まった。ちりに覆われた遠方
 の銀河は、可視光ではほとんど見ることはできない。一方、銀
 河にあるちりは星の光で暖められてミリ波・サブミリ波の電磁
 波を出す。アルマ望遠鏡は、それを高感度・高解像度で捉え
 て、遠方銀河や巨大ブラックホールを観測することができる。

100億光年以上かなたの宇宙において、銀河が密集した領
 域が40カ所ほど発見されている。その一つが、みずがめ座方
 向、115億光年先の領域SSA22だ。「博士課程のとき、SSA22
 にある銀河をアルマ望遠鏡で観測した高解像度データを分析
 して博士論文を書き上げました。私は、幸運にもアルマ望遠
 鏡を使った研究で学位を受けた最初の世代なんです」

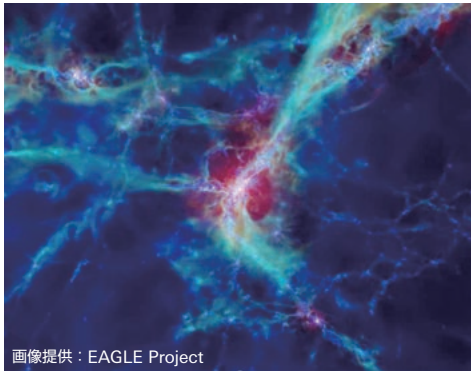
遠くの宇宙を見ることは、過去の宇宙を見ることに等しい。
 115億光年かなたは115億年前の宇宙だ。「初期宇宙には、私
 たちの住む天の川銀河の数百～数千倍の速さで星を生み出す
 銀河が存在し、その中心部では巨大ブラックホールが急成長
 しました。そのような活発な星形成銀河は、現在の宇宙にはほ
 とんどありませんが、115億～100億年前をピークにたくさん形
 成されたことが分かってきました。なぜこの時期に活発だった
 のか、それを探るためにも観測を進めていく必要があります」

発想の転換で宇宙網を発見！

梅畑研究員は2015年4月から1年間、ドイツにある欧州南天
 天文台（ESO）に客員研究員として赴任。活発な星形成銀河
 をアルマ望遠鏡で観測する第一人者Rob. J. Ivison教授のもと
 で研究する機会に恵まれた。「ESOは欧州の天文学を統括し
 ている研究機関なので、ミリ波・サブミリ波だけでなく、可視
 光などさまざまな波長で観測を進める第一線の研究者たちと

図1 宇宙網のシミュレーション

初期宇宙において、物質が重力で網の目状に集まった宇宙網（水色）の中で、活発な星形成銀河や巨大ブラックホール（赤色）ができると理論的に予測されている。



交流することができました」。ESOは、可視光から近赤外線までの波長を捉える超大型望遠鏡（VLT）をチリに建設し、観測を行っている。「VLTの4台ある望遠鏡の1台にはMUSEという観測機器が搭載されています。この装置に詳しい研究グループとも共同研究を進めていました。MUSEの主な観測目的の一つが宇宙網です」

理論に基づく数値シミュレーションにより、初期宇宙では物質が網の目状に集まった「宇宙網」の中で、活発な星形成銀河や巨大ブラックホールが成長すると予測されていた（図1）。しかし、実際の宇宙網の観測には誰も成功していなかった。「宇宙網を観測できるとしたら、そこに含まれる水素ガスからの光だろうと予測されていました。その波長は可視光として地球に届きますが、極めて暗いため、口径10mほどの主鏡を用いた現在の最大級の可視光望遠鏡でも集光力が大きな問題となります。MUSEはいわば巨大なカメラです。それで弱い光を確実に捉えることで、宇宙網を観測しようと考えたのです」

宇宙空間の水素ガスは、星やブラックホールからの紫外線を受けて光る。そのため、強い紫外線を放つ巨大ブラックホールの周辺などで宇宙網を探す観測が進められていた。しかし宇宙網の存在を示すような、銀河と銀河をつなぐ広範囲な水素ガス分布はなかなか発見されなかった。これに対して梅畑研究員らは、紫外線だけが強い場所ではなく、それに加えて水素ガスがたくさんあると予想される場所に目を向けた。「SSA22のように、星を活発に形成する銀河が集まっている領域は、星々からの紫外線が強いのはもちろん、星の材料である水素ガスがたくさんあるはずなので、明るく光っているに違いないと考えました」

帰国後、2018年からは理研で宇宙網を発見するための研究を続けた。「まずアルマ望遠鏡やNASA（米国航空宇宙局）のX線観測衛星のデータをもとに、SSA22の約400万光年四方の範囲に18個の活発な銀河や巨大ブラックホールが密集して分布することを明らかにしました。さらに、ハワイ島にある日本のすばる望遠鏡が10年以上前に観測したデータを再解析し

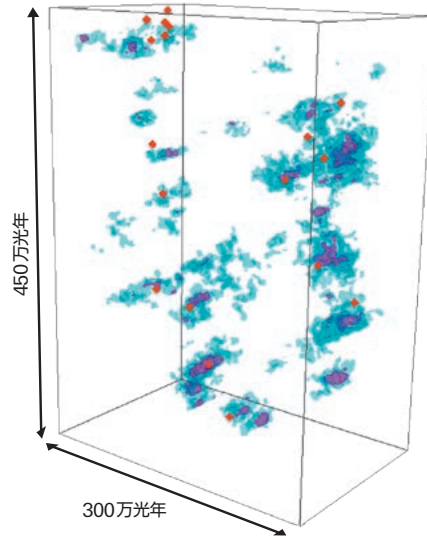


図2 宇宙網の3次元分布の様子

VLT望遠鏡で発見した宇宙網の水素ガスからの光のうち、紫は比較的明るい部分、水色は暗い部分に相当。赤色のひし形は、アルマ望遠鏡やX線で観測した活発な星形成銀河や巨大ブラックホール。

水素ガスの光（ライマンアルファ線）は本来、紫外線の波長（0.1216μm）だが、宇宙膨張の効果で遠い天体ほど波長が長くなり、115億年先の天体の場合、可視光（0.5μm付近）で観測される。波長の違いから3次元分布を求めた。

たところ、その範囲に宇宙網らしき構造がぼんやり見えてきました。その範囲をMUSEを搭載したVLTで観測し、ついに宇宙網を発見することができたのです（図2、10ページ写真のモニター画面）。115億～100億年前の宇宙では、宇宙網に沿って水素などのガスが大量に供給され、活発な星形成銀河や巨大ブラックホールがたくさん形成されたと考えられます。今回の発見は、それを初めて観測で裏付けたものです」

次世代の宇宙望遠鏡や巨大望遠鏡も駆使して

NASAは2021年、ハッブル宇宙望遠鏡の後継機としてジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）を打ち上げる予定だ。「今、欧米の研究者とチームを組みJWSTを使った観測提案を準備しています。JWSTは近赤外線の観測によって、質量が小さな銀河であっても、その中の星の分布を調べることができます。実は、渦巻銀河がいつごろから現れたのか分かっていないのですが、それも明らかにできるでしょう」。可視光の分野でも、口径30mを超える大型望遠鏡の計画が複数、進行している。「集光力が向上するので、さらに広範囲で宇宙網を確認し、ヘリウムや炭素などの分布も観測できるはずだ」

そう語る梅畑研究員は、宇宙のかなたに目を凝らしながら、日常生活にも好奇心を持ち続けている。現在の趣味はカーリングで、2013年に東京都大会で優勝したという実力の持ち主だ。「何かのスポーツでオリンピックに出てみたいと、大学に入ってからスキージャンプや自転車に挑戦しました。カーリングを始めたのは大学院からで、学生のチームを組んで4年目の優勝でした。現在も社会人チームに参加し、毎冬12～1月の週末は、たいてい軽井沢の氷上にいます」。何事も自然体で、しかしどこまでも究めていくのがスタイルのようだ。

（取材・執筆：立山 晃／フォトンクリエイト）

超精密な金属製 中性子集束ミラーを開発

2019年9月19日プレスリリース

中性子ビームは、透過性が高く、軽元素や同位体を高いコントラストで識別できるなど、電荷を持たない粒子線ならではの特徴を持っており、材料分析の分野で大きな注目を集めている。世界には大型加速器を用いた中性子源が数多く稼働しているが、理研では小型中性子源の開発が進められている。

材料分析に用いる低エネルギーの中性子ビームは、中性子源で生み出す高エネルギービームを減速してつくるのだが、その過程で指向性を失って広がってしまうため、発生源から離れた試料に到達させるのは難しい。この問題を解決するのが、中性子ビームを反射できる特殊な金属多層膜「中性子スーパーミラー」である。これを筒状にし、光ファイバーのように中性子ビームを輸送するガイド管が活用されている。その応用として期待されているのが、湾曲した中性子スーパーミラーでビームを試料に集める集束ミラーの開発だ。集束ミラーが普及すれば、発散し無駄になっていた中性子ビームを集めて有効活用できるようになり、測定的大幅な効率化につながるからだ。

しかしその実現には、表面が0.1nm（100億分の1m）級の滑らかさを持ち、かつ高い精度で成形された曲面状の基板に、多層膜を成膜する必要がある。このような基板は光学ガラスやシリコンなど硬くて割れやすい材料でしかつくれなかったため、大型化や複雑な形状にすることは困難だった。

光量子工学研究センター先端光学素子開発チームの細畠拓也 研究員ら共同研究グループ※は、金属に施す無電解ニッケル

リンメッキに着目。プラスチックレンズ金型のコーティングとして広く用いられているもので、固体中の原子が不規則に並ぶ非晶質という特徴を持つ。一般的な金属材料は微小な結晶粒が集まってできており、これらの粒がばらばらの方向を向いているため、方向によって硬さが異なる。それでは、加工時に粒と粒の間に段差ができて十分な滑らかさは得られない。他方、無電解ニッケルリンメッキには結晶粒がないため、加工しやすい金属であるにもかかわらず、中性子スーパーミラーの要求を満たす超平滑面を容易に得ることができるのだ。

共同研究グループは、アルミニウム合金に無電解ニッケルリンメッキの被膜を付け、その上に多層膜を成膜することで、さまざまな形状の中性子集束ミラーを製作する方法を確立した(図1)。その性能評価を行ったところ、4.3m離れた位置で0.13mmの幅の小さな領域にビームを集束させることに成功(図2)。これは世界最高レベルの性能だ。

この技術により実用における形状の可能性が広がり、今後、立体的で複雑な形状を持つ多様な高機能中性子集束ミラーの開発が加速されるだろう。金属基板は組み立てや接続も容易なため、複数の集束ミラーを接続して大面積化し、より多くの中性子ビームを集めることも可能だ。

現在、共同研究グループは、高精度の中性子集束ミラーを大強度陽子加速器施設「J-PARC」の中性子反射率測定ビームラインに常設し、一般のユーザーに公開する準備を進めている。

※共同研究グループ：光量子工学研究センター 先端光学素子開発チーム 細畠拓也 研究員、山形 豊チームリーダー、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 山田悟史 助教、京都大学 複合原子力科学研究所 日野正裕 准教授、ほか

●『Optics Express』(2019年9月16日)掲載

図1 金属製中性子集束ミラーの製造プロセス

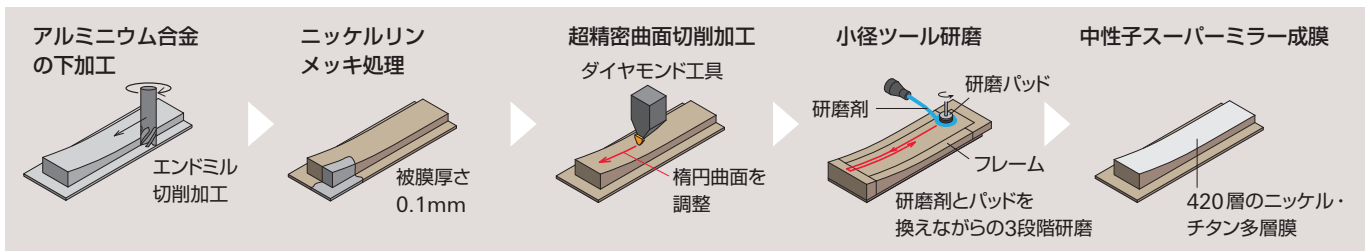
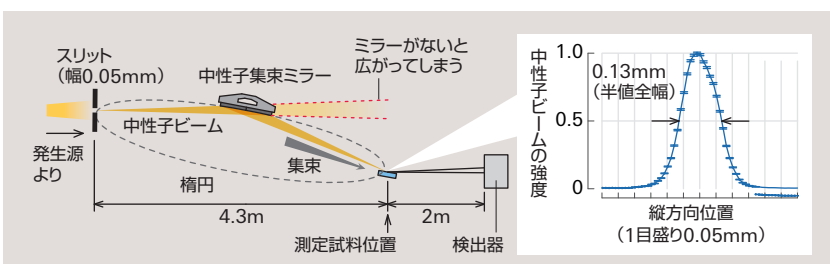


図2 金属製中性子集束ミラーの性能評価

開発した中性子集束ミラーを用い、0.05mm幅のスリットから広がった中性子ビームを、4.3m離れた位置で0.13mmの幅の領域に小さく集束させることに成功した。



精密組み立てと調整

一つの曲面に一致するように支柱を削る

ゲノム解析で日本人の身長 の遺伝的特徴を解明

2019年10月2日プレスリリース

生命医科学研究センター ゲノム解析応用研究チームの秋山雅人 客員研究員ら共同研究グループ*は、日本人約19万人のゲノム解析を行い、身長に関わる573の遺伝的変異を同定した。

遺伝的要因と環境的要因が相互に影響して個人差を生じる特徴を「多因子形質」といい、その因子の特定にはゲノム上の塩基配列の変異を網羅的にスクリーニングする「ゲノムワイド関連解析 (GWAS)」が活用されている。2002年に理研が世界に先駆けて開発して以来、GWASは日本人の肥満や臨床検査値、喫煙行動など、さまざまな多因子形質について実施されてきた。

ゲノム上のある箇所に、個人ごとに異なっている塩基配列がある場合、それが集団全体に占める割合をアレル頻度という。従来、日本人の遺伝的変異の研究は、アレル頻度の高いものに限られており、一方で大規模なサンプルでの検証を要し、精度を上げることが技術的に難しい低頻度の遺伝的変異については十分な検討がなされてこなかった。

そこで共同研究グループは、アレル頻度の低い遺伝的変異を精度よく評価する試みとして、多因子形質の中でも遺伝的な影響が強く、多くの情報が収集されている身長に着目してGWASを行った。これまで身長に関して行われた研究の対象は主に欧米人であり、日本人集団のみを対象とし10万人を超える大規模な研究は初めてのことだ。

解析に当たって共同研究グループは、実験で測定されていない遺伝的変異を推定する「全ゲノム予測」という遺伝統計学的手法を用いた。それによって、測定値だけでは数十万カ所しか調べられなかった遺伝的変異の数を、数千万カ所に増やすことができる。

全ゲノム予測の精度をより高めるため、共同研究グループは日本人の全ゲノム予測用の参照配列を新たに構築した。アジア最大規模の生体試料バンク「バイオバンク・ジャパン」(BBJ)で実施された日本人1,037人と、国際プロジェクト「1000ゲノムプロジェクト」(1000GP)により公開されている多様な人種・民族2,504人、双方の全ゲノムシーケンスデータを統合。検証のために別のサンプルを用いて既存の参照配列と比較したところ、狙いどおり、アレル頻度の低い遺伝的変異を推定する精度が特に著しく向上した(図1)。

この参照配列を用いて同定した573の遺伝的変異のうち、64の遺伝的変異はアレル頻度が5%未満であり、これまでの方法では検出が難しかったものだ(図2)。さらに、低頻度な遺伝

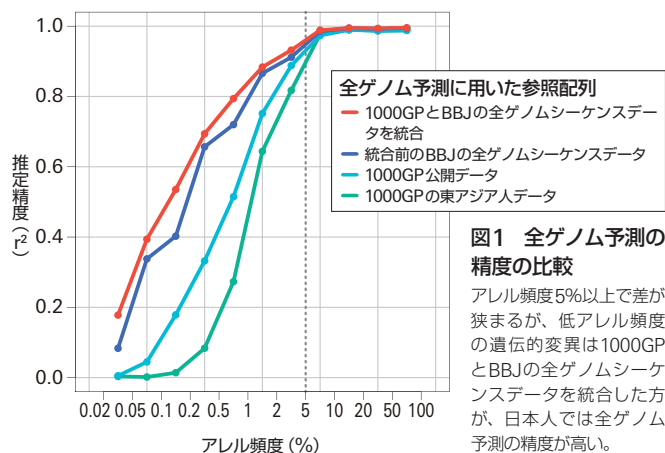
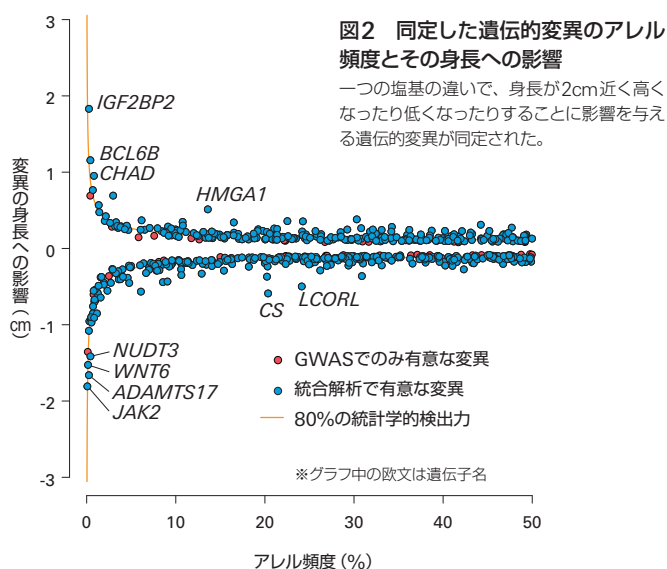


図1 全ゲノム予測の精度の比較

アレル頻度5%以上で差が狭まるが、低アレル頻度の遺伝的変異は1000GPとBBJの全ゲノムシーケンスデータを統合した方が、日本人では全ゲノム予測の精度が高い。



的変異を用いて、遺伝子単位の関連解析を実施したところ、身長に影響する二つの遺伝子を新たに特定した。

最後に、アレル頻度ごとに遺伝的変異が身長へ与える影響を調べたところ、低頻度の遺伝的変異は、全体として身長を高くする影響を持つことが分かった。この結果は、日本人集団では身長を高くする遺伝的変異が淘汰されていたことを示唆しており、欧米人で検証された結果とは逆に、高身長が日本人にとって何らかの不利な影響を及ぼしていた可能性を示す。

本研究成果は、日本人の身長の違いに関わる遺伝的・生物学的な特徴の理解に役立つと期待される。また、今回用いた手法は、糖尿病や高血圧、リウマチや悪性腫瘍など、さまざまな多因子疾患の研究に応用できる。

*共同研究グループ：生命医科学研究センター ゲノム解析応用研究チーム 鎌谷洋一郎 客員主管研究員 (東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授)、秋山雅人 客員研究員、久保充明 副センター長 (研究当時)、東京大学医科学研究所 癌・細胞増殖部門 人癌病遺伝子分野 村上善則 教授、ほか

●『Nature Communications』(2019年9月27日)掲載

理研では、書籍を通じて、
科学者の生き方・考え方や科学の面白さ・素晴らしさを届ける
「科学道100冊」プロジェクトを進めています。
理研の研究者たちは、どのような本に出会い、影響を受け、
科学者としての生き方や考え方へつなげてきたのでしょうか。

発明家エジソンに憧れて

小安重夫 こやす・しげお

理事

「幼稚園のころ、絵本のようなものだったと思いますが、トーマス・エジソンの伝記を読んで、発明家になりたいと思うようになりました。この話をすると、幼稚園児で!?!と驚かれるのですが、証拠もあるんですよ。幼稚園の卒園アルバムの“大きくなったら?”の欄に“発明家”と書いてあります」(写真右下)

小学生になると、発明家エジソンをまねて、いろいろな物をつくった。自作の装置をコンセントに差してヒューズを飛ばし、怒られたことも。「伝記に書かれているのは実在した人。だからこそ、こういう人になりたいな、とはっきり思えたのでしょ」

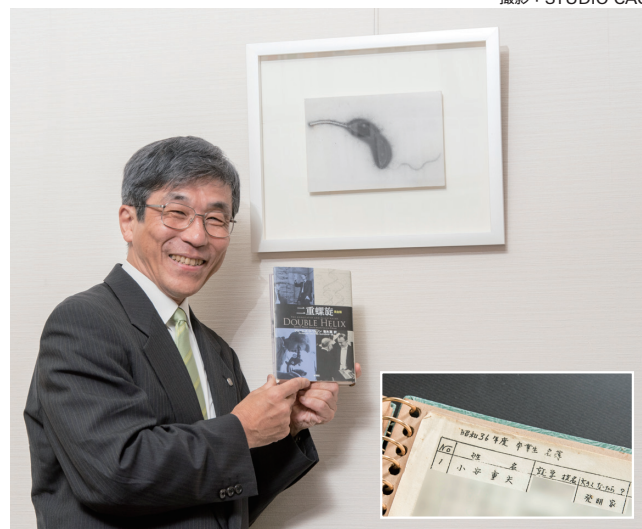
昆虫も好きだった。『ファーブル昆虫記』は、文章が写実的で、見たことのない虫たちが目の前にいるように見え、夢中になりましたね。特に興味を持ったのが、フンコロガシ。本物を見てみたいと、近所をあちこち探し回りました。結局、出会うことができず、とても残念に思ったことを覚えています」

中学時代の友人たちとは、違う高校に進んでもよく会っていた。「俺はあれを読んだ、俺はこれを読んだ、と競い合うように難しい本を読んでいた。1人で手に負えない本はみんなで輪読したものでしたが、特にロシアの物理学者レフ・ランダウの統計熱力学の本をよく覚えています。あまりにも難しく、まったく理解できなかったという意味で、ですよ。でも、分からないなりに考え方は面白いと思え、それがきっかけで物理学に興味を持ちました」

物理学を学ぼうと東京大学理科一類に進学。「同級生に物理学がものすごくできる人が何人もいたのです。自分には勝てない、と物理学科に進むのを諦めました。そのころに読んだのが、J. D.ワトソンの『二重らせん』です。振り返ると、この本が私の大きな転機になりました」

この一冊はワトソンがDNAの二重らせん構造を発見するまでの回顧録だ。「研究現場のきれいな部分ではない部分も書かれています。そういう話は教科書には載っていません。あの発見の裏には激しい競争があったことを知り、研究の世界というのはなんて面白いのだろうと思いました。そのころから、関心が少しずつ生物系に移っていきました」

また、米国への留学を機に、日本の歴史に関する本を読むようになった。「いろいろな国の人と会うようになり、みんなが自分のルーツをよく知っていることに驚きました。私は自分



撮影：STUDIO CAC

のルーツや日本の歴史を知らないことに気付き、日本の古代史から現代史まで片っ端から読みました。そのときに分かったことが、日本の歴史を知るには高校で習った古文や漢文が役立つということ。『日本書紀』は漢文で書かれていますから。高校時代に知っていればよかった」

移動中に読めるように、文庫本や新書を持ち歩いている。「今は、平安時代の院政についての新書を読んでいます。本というのは、気になることが出てきたら、自分のタイミングで前に戻って読み返すことができるのがいいですよ。テレビやラジオでは、そうはいきません」

小安理事の居室には、コーロバクターという細菌の電子顕微鏡写真が飾られている(写真)。「大学院生時代に撮影したもので、私の研究者としての原点です。細菌のペン毛は普通、1個のタンパク質でできているのですが、コーロバクターのペン毛は2個のタンパク質でできていることを、初めて示した写真です。このときに、プロの研究者になろうと決めました」

「私は何にでも興味がある」と笑う。「だから小説もノンフィクションも、いろいろなジャンルの本を読みます。研究者になってからも、試行錯誤を繰り返しながらいろいろなことをやってきました。そうして、一番やりたいこと、すなわち感染症免疫の研究にたどり着いたのです」

発明家になりたかった子どもが科学者になった。「コーロバクターの写真を撮ったとき、それまで誰も知らなかったことを自分が初めて見つけた、とうれしくなりました。これも一種の発明でしょう。発明家と科学者には共通するところがたくさんあります。子どものころになりたかったものになっている、と感じています」

(取材・執筆：鈴木志乃/フotonクリエイト)

スーパーコンピュータ「富岳」の試作機がGreen500で世界1位獲得

2021年ころの共用開始を目指す「富岳」の試作機が、スパコンの消費電力性能を示す世界的なランキングのGreen500において1位を獲得しました。本システムは、理研と共同開発を行っている富士通株式会社が世界で初めて開発したArm SVE (Scalable Vector Extension) 命令をサポートしたCPU「A64FX」を768個

搭載。性能測定では、連立一次方程式を解く計算速度で1.9995ペタフロップス（1秒間に1999.5兆回の計算）、消費電力1W当たりで16.876ギガフロップス（1秒間に168.76億回の計算）を達成。「富岳」が世界トップの消費電力性能を有することを実証しました。

「富岳」を知る集い2019

「スーパーコンピュータ『富岳』を知る集い」は、スパコンや計算機シミュレーションについて知っていただくことを目的とした一般向けの講演会です。2009年度に「『京』を知る集い」として始まり、29の都道府県で開催してきましたが、今年は1月に石

川県金沢市で、3月に高知県高知市で行います。「富岳」の開発状況や、スパコンを利用した研究とその成果、さらに「富岳」の特徴や、AIなどの新しい活躍分野について、最先端の研究開発に携わる方々にお話しいただきます。奮ってご参加ください。

「富岳」を知る集い in 金沢

日時	2020年1月25日(土) 13:30~16:00 (開場13:00)
場所	金沢歌劇座 大集会室 (石川県金沢市下本多町6-27)
アクセス	JR金沢駅東口から「東部車庫」「金沢学院大学」行きバスで「本多町」下車すぐ

「富岳」を知る集い in 高知

日時	2020年3月20日(金・祝) 13:30~16:00 (開場13:00)
場所	高知城ホール 多目的ホール (高知県高知市丸ノ内2-1-10)
アクセス	とさでん交通「高知城前」下車徒歩10分

主催 理研 計算科学研究センター

問い合わせ 電話078-940-5800もしくはメール shirutsudoi@riken.jp

参加 当日受け付け可・事前参加登録優先(定員に達し次第締め切り)

申し込み WEB参加登録フォーム (www.r-ccs.riken.jp/jp/outreach/shirutsudoi/) もしくはFAXに、氏名(ふりがな)、職業、FAX番号、連絡先(電話番号など)、年齢、講演会で質問したいことを記入の上、048-825-3274までお申し込みください。
※参加登録受け付け業務を(株)セレスポへ委託しています。



科学道100冊わくわく探検隊!!

「科学道100冊」を親子で楽しめるイベント「科学道100冊わくわく探検隊!!」が、理研の研究拠点がある広島県東広島市で開催されています。読書ワークショップなど計4回開催されるこのイベ

ントを理研は後援し、2月29日(土)13時30分からのサイエンスカフェでは、生命機能科学研究センター 細胞場構造研究ユニットの板橋岳志 研究員が電子顕微鏡を使った研究の話をしませ

来場者の方々も気軽に双方向コミュニケーションができるのがサイエンスカフェです。ぜひ参加して、いろいろ質問してみてください。

主催	東広島市産学金官連携推進協議会
場所	東広島イノベーションラボ「ミライノ+」(広島県東広島市西条岡町10-10)
アクセス	JR西条駅から徒歩10分。市営西条岡町駐車場を利用可能(無料)
問い合わせ	東広島市産業部産業振興課(電話 082-420-0921)
対象	主に小学校高学年から高校生まで
参加申し込み	「ミライノ+」のHP (https://www.mirainoplus.com/latest/) からお申し込みください。先着順40名程度。



「科学道100冊」の本を使った読書ワークショップ(2019年11月17日開催)の様子。

原酒を訪ねて

後藤俊男 ごとう・としお

創業・医療技術基盤プログラム プログラムディレクター

今回執筆を依頼された当欄「原酒」は、本誌創刊以来半世紀以上続く歴史あるコラムで、読者が研究者や研究所を身近に感じられるようなこだわりの趣味などを紹介するものと説明を受けました。私は、2009年に理研に着任するまで、大学や企業研究室で一貫して天然物からの創薬研究に従事してきました。在籍した東京大学微生物学研究室は坂口謹一郎先生の流れをくむ教室で、理研の副理事長も務められた坂口先生は「酒博士」としても知られ『愛酒楽酔』というエッセー集も残されています。

原酒の世界に魅せられたのはやはり大学時代で、大蔵省醸造試験所での鑑評会（新酒の審査）での金賞酒が教室に届けられます。初めて試飲したのは高知の「つかさほたん司牡丹」で、それまで飲んできた日本酒とはまったく異質な吟醸酒でした。

日本酒はできたお酒をろ過し、水を加えた上で火入れ（パスツール滅菌）をします。加水しないものが「原酒」です。お酒の風味を決めるのは水／酒造米／酵母といわれていますが、多くの日本酒醸造所には地域差や蔵独自の製造技術に興味深い特徴があるので、最近では秋田県、長野県や石川県の蔵を訪問探索しています。

秋田市にある「あらまさ新政」は蔵元が東大出身の佐藤祐輔さんで、協会6號酵母発祥の地での製法は全て伝統的な生酛づくり、蔵は研究熱心な若い蔵人でいっぱいです。遺伝

子解析で、日本の清酒酵母の多くは6號酵母変異体であることが実証されています。「新政」でも特に好きな銘柄は、6號酵母にちなんだ「No.6」です。一昨年夏には、やはり多くの蔵で使われている7號酵母の発祥の地、信州諏訪の「まじり真澄」の蔵も訪問しました。昨年初春には、「てとり手取川」で有名な吉田蔵と「てんくまい天狗舞」で有名な車多蔵を石川県に訪ねました。「手取川」は、私が米国国立研究所から帰国し、つくばで免疫抑制剤の研究をしていた時代に愛飲していた銘柄で、**写真1**は蔵元の吉田隆一さんに案内していただいたときのものです。石川県の清酒は、酒づくりの匠である能登杜氏がつくっています。生酛づくりの変法である山廃づくりで、食中酒として特に楽しめます。

ウイスキーシングルモルトは一つの蒸溜所の原酒のみから成り、特に一つの樽の原酒のみから成るのがシングルカスクです。「白州」が好みでしたが、日本発シングルモルトの評判が世界的に高まり、原酒が不足し一部商品の販売が休止されました。一昨年夏にワイフと南アルプスのサントリー白州蒸溜所を訪問し、貴重な「白州25年」を味わってきました。

企業の研究本部長時代には、英国エジンバラ研究所での研究運営会議の際にジョン・ケリー医学部教授とスコッチモルトウイスキー協会を訪ね、協会所蔵のシングルカスクをテイastingしました。それをきっかけに、スコッチの聖地アイラ島にある8蒸溜所全てのシングルモルトを収集しています。特にブナハーブや蒸溜所が閉鎖されてしまったポートエレンが好みです。

日本酒伝統蔵の原酒を訪ねる旅は続けますが、時間が許せば、モルトウイスキーの伝統蒸溜所をアイラ島に訪ね、もう一つの趣味であるゴルフの聖地セント・アンドリュース・ゴルフ・リンクスでプレーできることを楽しみにしています。

写真1・筆者近影



写真2・探訪した酒蔵の数々



秋田 新政蔵



白山 吉田蔵



白州蒸溜所



諏訪「真澄」の蔵



白山 車多蔵



「白州25年」

寄附ご支援のお願い

理研を支える研究者たちへの支援を通じて、日本の自然科学の発展にご参加ください。

問合せ先 ●理研 外部資金室 寄附金担当

Tel : 048-462-4955 Email : kifu-info@riken.jp (一部クレジットカード決済が可能です)

