

MIT Technology Review

Published by KADOKAWA / ASCII

Vol.

71

2025.03

日本発・世界を変える U35イノベーター [2024年]

Interview

勝又秀一 (PQシールド)

News&Trends

マイクロソフト、新方式の量子チップ
ブタの細胞から人工歯の再生に成功

003

特集

日本発・世界を変える U35イノベーター [2024年]

- 004 AI/ロボット工学：浅井明里（ワシントン大学）／伊藤 洋（日立製作所／早稲田大学）
- 006 コンピューティング：アサバナント・フリット（東京大学／理化学研究所／OptQC）／吉岡信行（東京大学）／久保田しおん（ハーバード大学／マンチェスター大学）
- 009 輸送：塚本紘康（NASAジェット推進研究所／イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校）
- 010 エネルギー／持続可能性：孔 爽（理化学研究所）／キーリー・アレクサンダー竜太（九州大学／aiESG）
- 012 医学／生物工学：山岸健人（東京大学）／金井仁弘（マサチューセッツ総合病院）
- 014 グローバル版 U35イノベーター [2024年]
人工知能（AI）、ロボット工学／エネルギー、持続可能性、材料科学、医学／生物工学

038 U35 イノベーターの軌跡 #23

勝又秀一（PQシールド）

量子時代の安全を守る「耐量子計算機暗号」研究の開拓者

041

News&Trends

マイクロソフト、安定性に強み 初の「トポロジカル量子チップ」
数時間かかる調べ物、数十分で オープンAIが新エージェント
研究室で「育てる」新しい歯、ブタの細胞から人工歯の再生に成功

- 本PDFに収録した記事の情報は原則として、初出時の情報です。記事中の初出日をご確認ください。
- WebサイトのURLやソフトウェアのバージョン等は予告なく変更されている場合があります。
- 本PDFは情報の提供のみを目的としています。本PDFを運用した結果について、著者およびMIT Technology Review Japan/株式会社角川アスキー総合研究所は一切の責任を負いません。
- 本PDFに登場する会社名、商品名は該当する各社の商標または登録商標です。本PDFでは®マークおよびTMマークの表示を省略しています。

世界を変える

U35イノベーター「日本版」

MITテクノロジーレビューの「U35 (35歳未満) のイノベーター」は、向こう数十年間の未来を形作る独創的なイノベーターを発掘・紹介する年次企画だ。5年目となる2024年の日本版では、人工知能(AI)を使った効率的なロボット学習から、新方式の量子コンピューター、将来のパンデミックに備える研究まで、幅広い分野で活躍する10人のイノベーターを選出した。日本発・世界の重要課題解決に取り組む、若き才能たちの活動に注目してほしい。

●2024年度審査員

大関真之(東北大学大学院情報科学研究科情報基礎科学専攻教授/東京科学大学理学院物理学系教授/株式会社シグマアイ代表取締役)、浅川智恵子(日本科学未来館館長/IBMフェロー)、中島秀之(札幌市立大学学長)、谷口忠大(京都大学大学院情報学研究科教授)、松尾亜紀子(慶應義塾大学理工学部教授)、荒井朋子(千葉工業大学惑星探査研究センター所長)、江守正多(東京大学未来ビジョン研究センター教授)、田中加奈子(国立研究開発法人産業技術総合研究所(AIST)客員研究員)※敬称略

AI/ロボット工学

Akari Asai



浅井明里 (29)
所属: ワシントン大学

AI/ロボット工学

Hiroshi Ito



伊藤 洋 (34)
所属: 日立製作所/早稲田大学

コンピューティング

Warit Asavanant



アサバnant・ワリット (32)
所属: 東京大学/理化学研究所/
OptQC

コンピューティング

Nobuyuki Yoshioka



吉岡信行 (32)
所属: 東京大学

コンピューティング

Shion Kubota



久保田しおん (27)
所属: ハーバード大学/
マンチェスター大学

輸送

Hiroyasu Tsukamoto



塚本紘康 (29)
所属: NASAジェット推進研究所/
イリノイ大学アーバナ・シャンペ
ーン校

エネルギー/持続可能性

Shuang Kong



孔 爽 (34)
所属: 理化学研究所

エネルギー/持続可能性

Alexander Ryota Keeley



キーリー・アレクサンダー竜太 (34)
所属: 九州大学/aiESG

医学/生物工学

Kento Yamagishi



山岸健人 (33)
所属: 東京大学

医学/生物工学

Masahiro Kanai



金井仁弘 (30)
所属: マサチューセッツ総合病院

1

Japan

AI/ロボット工学

外部知識の活用で「幻覚」を抑制、
LLMの信頼性向上に挑む
検索拡張生成研究の先駆者。

オ

ープンAI (OpenAI) が2022年11月に公開したAIチャットボット「ChatGPT (チャットGPT)」により、人工知能 (AI) は急速に私たちの身近な存在となった。

しかし、これらのAIチャットボットの基盤となる大規模言語モデル (LLM) には課題がある。誤った情報を含む回答や、まったくの作り話を返す「幻覚 (ハルシネーション)」という問題だ。さらに、回答の根拠を示せないことや、学習後の新しい情報を反映できないといった制限もある。そのため、高い信頼性や最新の情報が求められる場面では、LLMの使用が難しい。

この問題を解決する手法として注

浅井明里 (29)

所属：ワシントン大学



Akari Asai

目されているのが、「検索拡張生成 (Retrieval-Augmented Generation : RAG、ラグと発音)」である。従来のLLMが主にネット上で収集した膨大なデータで事前に学習するのに対し、RAGはユーザーからの質問に応じて大規模データベースをリアルタイムで検索し、その結果を回答生成に活用する。これにより、LLMに追加学習をさせることなく、最新情報を取り入れた回答が可能になる。また、回答の根拠も示せるようになる。

ワシントン大学大学院の浅井明里 (29歳) は、2019年からRAGの研究に取り組んできた先駆者の1人だ。ChatGPTが注目を集める以前から、知識検索と大規模モデルの組み合わせに着目し、20本以上の査読付論文を発表してきた。特に、RAGが幻覚の削減に効果的であることを世界で初めて示した2023年の論文は大きな反響を呼んだ。この研究では、1万4000問の幅広い質問セットを用いて、10種類のモデルと4つの拡張手法の回答の正確性を比較。その

結果、モデルの規模を大きくするよりも、RAGなどの拡張手法の方が優れた性能を発揮することが明らかになった。

2024年には、RAGを進化させた「Self-RAG (セルフラグ)」も提案している。Self-RAGは、質問内容に応じて検索の必要性を判断し、不適切な回答の生成を抑制する新手法だ。機械学習分野の最難関国際会議ICLR2024で上位0.9%の評価を受け、LlamaIndex (ラマインデックス) やLangChain (ラングチェーン) などの主要なLLMライブラリーでも採用されるなど、多くの企業や研究者から注目されている。

浅井は、「専門家が信頼して、重要な仕事の自動化を任せられるLLM」の構築を目標に掲げる。医療や科学など、高い信頼性が求められる分野でのLLM活用を見据え、基礎研究と社会実装の両面から取り組みを続けている。

T

by 笹田 仁

人間の動きを効率的に学習する
「深層予測学習」を大幅に拡張。
人に寄り添うロボットの実現へ前進。

現

在、世界のロボット研究者が注目しているのは、人に寄り添い、人を支援してくれるロボットだ。しかし、人に寄り添うということは、人と共にさまざまな場所へ向かい、それぞれ周囲の環境が異なるところで、確実に作業を支援しなければならない。特に、後継者や労働者が不足している現場での作業支援や代替は、大きな課題となっている。

日立製作所研究開発グループの研究員であり、早稲田大学次世代ロボット研究機構の客員次席研究員でもある伊藤洋(34歳)は、この課題解決に向けて、深層学習アルゴリズムである「深層予測学習」を開発し、ロボットに応用した。この技術は、

伊藤 洋 (34)

所属：日立製作所/
早稲田大学



Hiroshi Ito

脳の情報処理メカニズムの1つである「予測符号化原理」を参考にしたもので、ロボットに目的の動作を習得させる際に大きな障壁であった膨大な試行錯誤と学習の大幅な軽減に成功した。

深層予測学習を応用したロボットは、人がロボットを遠隔操作して目的の動作を複数回(通常十数回程度)実演し、その後にコンピュータで数時間学習するだけで、複雑な動作や全身協調動作を習得できる。これにより、プログラミングの専門知識を持たないエンドユーザーでも、ロボットに所望の動作を簡単に教えられるようになった。特筆すべきは、この方法で熟練作業者の動きを学習させることで、従来のロボット技術では実現困難だった暗黙知やノウハウをロボットに表現させることが可能になった点だ。

伊藤が開発した深層予測学習をロボット開発に取り入れる企業も現れている。人工知能(AI)スタートアップが国内の宇宙開発機関と共同開発した宇宙空間で柔らかいファスナ

ーを開閉するロボットは、伊藤が共同執筆した論文を参考にして作られた。伊藤は、深層予測学習のアルゴリズムを実装したライブラリ「EIPL (Embodied Intelligence with Deep Predictive Learning)」をオープンソースで公開し、深層予測学習の世界的な普及を狙う。

さらに伊藤は、複雑な作業を簡単に教え込むことが可能な研究用ロボットも開発した。このロボットは、操縦者が二人羽織のような体勢で、さまざまな種類の複雑な動作を教え込むことができるように作られており、ロボットが操縦者と同じ視点で捉えた高品質な学習データを収集できる。こうして収集した高品質なデータを用いて、さまざまな深層予測学習モデルを学習させ、最終的には、教えていない動作でも自ら考えて実行するロボットの実用化を目指しているという。

T

by 笹田 仁

光量子コンピューターで
大規模な量子もつれを初実証、
スタートアップでの商用化を目指す。

半

導体技術の進化が減速し、従来のコンピューターの性能向上が頭打ちとなる中、量子コンピューターが次世代の計算機として注目を集めている。東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻で助教を務めるアサバナント・ワリット（32歳）は、光子を利用する光量子コンピューターの研究で世界をリードしている研究者だ。

ワリットは、光量子コンピューターで大規模な量子もつれを世界で初めて生成することに成功した。具体的には、「2次元クラスター状態」と呼ばれる複雑な構造を持つ量子もつれを実現し、その状態で量子操作が

アサバナント・
ワリット (32)

所属：東京大学/
理化学研究所/OptQC

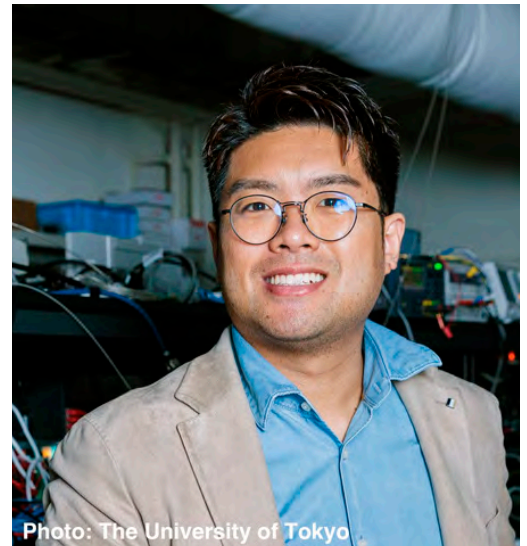


Photo: The University of Tokyo

Warit Asavanant

できることを実証した。さらに、世界初となる光の論理量子ビットの実証にも成功し、誤り耐性型量子コンピューターの実現を大きく前進させたのもワリットの成果である。

ワリットは最近、2つの技術開発に取り組んでいる。1つは、光通信の5G技術を応用した高速光量子計算の技術開発である。研究の結果、2024年には、量子もつれおよび論理量子ビット生成に必要な量子状態を高速に生成することに成功し、他の物理系では実現できない数十GHzのクロック周波数を持つ高速な光量子情報処理が可能となった。

もう1つは、光量子コンピューターの自動制御である。従来の研究段階の光量子コンピューターは人手による調整に依存する部分が大きかったが、ワリットの研究チームが開発した時間多重手法により、システムの大規模化を避けつつ、調整の自動化を進めている。これにより、メンテナンス・フリーな光量子コンピューターの実現を目指している。

こうした研究成果を社会実装する

ため、ワリットは2024年9月、商用規模の光量子コンピューター実機の開発と販売を目指すスタートアップ「OptQC（オプトキューシー）」を東京大学の古澤明教授らと創業した。ワリットは基礎研究を継続しつつ、応用探索と実用化のためのエンジニアリングを複合的に進める方針だ。

光量子コンピューターは、常温常圧で動作し、高い動作周波数を実現できるため、エネルギー消費を抑えつつ高い演算性能を発揮できる。さらに、既存の光通信インフラとの高い親和性を持ち、データセンターでの活用も期待されている。日本発の最先端技術による光量子コンピューターの実用化に期待がかかる。 **T**

by 笹田 仁

「量子優位性」の実用性を明らかにし、「現代の魔法」の社会実装に挑む挑戦者。

量

子コンピューターは、機械学習・流体シミュレーション・材料科学など、

広範な分野に革命的な進化をもたらすと期待されている。だがその一方で、現実的にはデバイスを設置した環境からのノイズや接続といった種々の物理的な制約のため、実際の運用において「量子優位性」を保てるかどうかはまだよく分かっていない。

東京大学で准教授を務める吉岡信行(32歳)はこの問題に対し、量子多体系・計算物理・情報科学の手法を駆使して、2030年に実現すると見込まれる規模の量子コンピューター

吉岡信行 (32)

所属：東京大学



Nobuyuki Yoshioka

ーにおいて、現代科学では未解決の量子物質シミュレーションが実行可能であることを示した。この成果は、量子コンピューターの開発意義そのものを示す重要な結果として評価されている。

さらに吉岡は、人工ニューラルネットワークを利用して相関を自動抽出する手法を提案し、世界最大級の規模で量子コンピューティングの基盤技術に関するシミュレーションと精度を達成した。具体的には、量子誤り訂正機能を持つトポロジカル量子ビットの実現に不可欠な、量子スピン液体状態の熱安定性解析において、従来の手法を大きく上回る精度を実現。また、量子相関を操作することで量子ビットの安定性を数十倍に高める手法も提案している。これらの成果により、熱ノイズや量子ビット寿命の影響を精査・抑制する手法を構築した。

吉岡は、量子技術の究極的な目標を「量子人工知能の創出」に据えている。すなわち、ありとあらゆる自然科学的な問いに、量子アルゴリズム

ムによって現実的な時間で正確に答えられるような汎用ソルバーの構築を最終的なゴールとしている。量子人工知能の開発は、ハードウェアからソフトウェアまでの技術を結集する必要があり、「科学技術の“総合格闘技”ともいべき人類最大の挑戦」であると吉岡は述べる。

すでに吉岡の研究は、量子ビットのノイズ解析・除去に代表される「情報×量子」や、量子優位性達成の要件定義による「物理学×量子」など、領域間の橋渡しを完成させ、現代の物理学を変革する道を明らかにした。さらなる研究により、機械学習・材料探索・最適化問題の常識も変えていくものと考えられる。吉岡は、これらの成果を「現代の魔法」として社会実装につなげ、量子技術の恩恵を広く社会に還元することを目指している。

T

by 中條将典

Insider Online限定

eムックはMITテクノロジーレビュー[日本版]の
有料会員限定サービスです。
有料会員はすべてのページ、バックナンバーを
ダウンロードできます。

ご購入はこちら



<https://www.technologyreview.jp/insider/pricing/>

No part of this issue may be produced by any mechanical, photographic or electronic process, or in the form of a phonographic recording, nor may it be stored in a retrieval system, transmitted or otherwise copied for public or private use without written permission of KADOKAWA ASCII Research Laboratories, Inc.

本書のいかなる部分も、法令または利用規約に定めのある場合あるいは株式会社角川アスキー総合研究所の書面による許可がある場合を除いて、電子的、光学的、機械的処理によって、あるいは口述記録の形態によっても、製品にしたり、公衆向けか個人用かに関わらず送信したり複製したりすることはできません。