



海外技術情報(2025年12月8日号)

イノベーション戦略センター

Technology and Innovation Strategy Center (TSC)

《本誌の一層の充実のため、ご意見、ご要望など下記宛お寄せください。》

E-mail : q-nkr@ml.nedo.go.jp

NEDO は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

| 情報管理番号 | 国・機関 | 分野・タイトル・概要 | 公開日 |
|--------------------|---------------------|---|----------|
| 【電子・情報通信分野】 | | | |
| 173-1 | アメリカ合衆国・フロリダ大学 (UF) | <p>AI タスクの効率を 100 倍向上させる光ベースの新チップ (New light-based chip boosts power efficiency of AI tasks 100 fold)</p> <ul style="list-style-type: none">UF、UF のフロリダ半導体研究所 (FSI)、カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) およびジョージワシントン大学から成る研究チームが、「畳み込み」と呼ばれる特に電力消費量の多い機械学習 (ML) タスクを、電気の代わりに光を使って実行する新しいタイプのコンピューターチップを開発。画像認識や類似のパターン探索タスクに必要な電力を光を使うことで大幅に削減し、同様の計算を実行する既存のチップに比べ、10 倍、または 100 倍もの効率性を達成。電力網の負担となる膨大な電力需要を抑制し、より高性能な AI モデルやシステムの実現の可能性が期待できる。畳み込みの ML タスクでは、AI システムによる画像、動画や言語の処理が中核を成す。同タスクには膨大な計算リソースと時間が必要だが、新チップは、回路基板上に作製されたレーザーと微小レンズを用いることで、飛躍的に少ない電力でより高速に畳み込みの計算を実行する。新チップのプロトタイプでは、標準的な製造プロセスで作製した、人間の毛髪ほどの幅の 2 組の小型フレネルレンズを使用。画像や他のパターン認識タスクから得られる ML データは、チップ上でレーザー光に変換され、レンズを通過して再びデジタル信号に変換され、AI タスクを完了する。新チップの試験では、手書きの数字を約 98% の精度で分類することに成功し、従来のチップと同等の精度を達成した。今回初めてこの種の光コンピューティングをチップ上に実装し、AI ニューラルネットワークに適用。ML の計算をほぼゼロのエネルギーで実行できることは、将来の AI システムにとって飛躍的な進歩であり、今後数年間での AI の能力の継続的な向上に不可欠なもの。電気の代わりに光を使用するため、多様な色のレーザーを用いて複数のデータストリームを並列処理できるチップを設計。複数の波長、つまり複数の色の光を同時にレンズに通すことができることは、フォトニクスにおける重要な利点となる。NVIDIA 等のチップメーカーは、既に AI システムの他の部分に光学素子を組み込んでおり、畳み込みレンズをよりシームレスに追加することができる。チップベースのオプティクスは、近い将来には日常的に使用されるあらゆる AI チップの重要な部分となる。本研究は、米国海軍研究室 (ONR) が支援した。 <p>URL: https://news.ufl.edu/2025/09/optical-ai-chip/</p> | 2025/9/8 |
| | 関連情報 | <p>Advanced Photonics 掲載論文(フルテキスト) Near-energy-free photonic Fourier transformation for convolution operation acceleration</p> <p>https://www.spiedigitallibrary.org/journals/advanced-photonics/volume-7/issue-05/056007/Near-energy-free-photonic-Fourier-transformation-for-convolution-operation-acceleration/10.1117/1.AP.7.5.056007.full</p> | 1 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|--|
| | | 2025/9/25 |
| 173-2 | <p>オーストラリア連邦・ニューサウスウェールズ大学(UNSW)</p> | <p>製造の主要な課題を克服する量子コンピューターチップ (Quantum computer chips clear major manufacturing hurdle)</p> <ul style="list-style-type: none"> Diraq 社(シリコンベース量子コンピューティングのパイオニア)と IMEC が、従来の半導体チップ製造技術で生産したシリコン量子チップで、量子コンピューターの実用化に要する 99%の精度の実証に成功。 半導体チップ製造ラインから出荷されたシリコン量子チップで、UNSW の研究室の実験環境下と同様の確実な動作を確認。何十年も前から存在する製造プロセスとの完全な適合性を明示する。 Diraq 社が設計し、IMEC が製造した複数のデバイスで、2 量子ビットを扱う演算での 99%超の忠実度を達成。この成果は、Diraq 社の量子プロセッサの実用規模(量子コンピューターの商業的価値がその運用コストを上回る水準)の達成に向けた重要な一步となる。 この水準は、米国国防高等研究計画局(DARPA)によるプログラムの量子ベンチマーク・イニシアチブが設定する主要な指標。同プログラムは、Diraq 社と他の 17 社による同目標達成の評価に向けて実施されている。 本研究の成果は、Diraq 社と IMEC の協力により、成熟した半導体産業を活用したシリコンベースの量子コンピューターの構築が可能であることを示唆するもの。忠実度が最大限に高められた、数百万量子ビットを搭載する費用対効果の高いチップの実現の可能性を開く。 シリコンは、量子コンピューターに向けた材料の最有力候補。1 つのチップに数百万量子ビットを詰め込むことが可能で、今日の 1 兆ドル規模のマイクロチップ産業とシームレスに適合する。 本研究の成果は、他のどの量子ビットプラットフォームよりもコスト効率に優れた、完全な耐障害性を備えた機能的な量子コンピューターの開発への道を開くもの。 本研究は、オーストラリア研究会議(ARC)、米国陸軍研究局(ARO)、Sydney Quantum Academy(SQA)、バクスター・インターナショナル・財団および ARC Industrial Fellowship が支援した。 <p>URL: https://www.unsw.edu.au/newsroom/news/2025/09/quantum-computer-chips-clear-major-manufacturing-hurdle</p> |
| | 関連情報 | <p>Nature 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Industry-compatible silicon spin-qubit unit cells exceeding 99% fidelity</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-025-09531-9</p> |

| | | |
|-------|-------------------------------|--|
| | | 2025/10/7 |
| 173-3 | ノルウェー 科学技術 大学 (NTNU) | <p>一般的な GPS の精度を飛躍的に向上させる技術 (Making regular GPS ultra-precise)</p> <ul style="list-style-type: none"> NTNU が、ガラスやコンクリートの高層ビルと狭い道路から成る環境のアーバン・キャニオンでの GNSS(全球測位衛星システム)の課題に対処する測位エンジン「SmartNav」を開発。センチメートルレベルの精度を実証。 正確な GPS 位置情報は、運転手なしで走行するように設計された自動運転車にとって特に重要なものの。アーバン・キャニオンでは、衛星信号が反射して GPS レシーバへの到達に時間がかかることで衛星までの距離計算が不正確となるため、得られる位置情報が不正確となる。 GPS は地球を周回する多数の小型衛星で構成され、電波を使って衛星が信号を送信し、GPS レシーバが受信する。少なくとも 4 機の衛星からの信号をレシーバが受信して位置が計算される。 衛星からの信号は、衛星の位置と信号の正確な送信時刻を示すコードを含むメッセージで構成され、アーバン・キャニオンでの信号の反射でこのコードが不正確となる。 このようなコードの代わりに、極めて高い精度を提供する電波の搬送波位相が利用できるが、これには時間がかかり、計算中に数分間静止する必要があるため、動いているレシーバには有効ではない。 GPS 信号の補正方法は、他に高価なリアルタイム・キネマティック(RTK)や、高精度な補正值と衛星信号を組み合わせた PPP-RTK(高精度単独測位型リアルタイム・キネマティック)があり、欧州のガリレオシステムが補正值を無料で配信して後者の解析システムを支援している。 また、Google では世界約 4000 都市の建物の 3D モデルを提供しており、センサー、Wi-Fi、モバイルネットワークと 3D 建物モデルからのデータを組み合わせ、反射による誤差にも耐えうるスムーズな位置推定値を生成している。 これらの信号補正システムと NTNU が開発したアルゴリズムとを組み合わせ、トロンハイムの街中で試験した結果、90%の確率で 10cm 超という、都市部で信頼できる精度を達成した。 比較的入手し易い PPP-RTK は、ローカル基地局の密集したネットワークと高額なサブスクリプションの必要性を低減し、大量販売されているレシーバへの安価で大規模な実装を可能にしている。 本研究は Green 2050 が支援した。 <p>URL: https://norwegianscitechnews.com/2025/10/making-regular-gps-ultra-precise/</p> |
| | 関連情報 | <p>Journal of Spatial Science 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Phase-Only positioning in urban environments: assessing its potential for mass-market GNSS receivers</p> <p>URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14498596.2025.2536567</p> |

【ロボット・AI 技術分野】

2025/9/23

| | | |
|-------|----------------------------------|--|
| 173-4 | アメリカ合衆国・カリフォルニア大学サンタクルーズ校 (UCSC) | <p>AI とバイオエレクトロニクスで創傷の治癒を早めるスマートなデバイス (Smart device uses AI and bioelectronics to speed up wound healing process)</p> <ul style="list-style-type: none"> UCSC とカリフォルニア大学デービス校(UC Davis)が、創傷治癒プロセスの各段階(止血のための凝固、免疫系反応、かさぶた形成と瘢痕形成)を最適化する、携帯型ウェアラブルデバイスの「a-Heal」を開発。 小型カメラ、バイオエレクトロニクスと AI を組み合わせ、創傷の治癒の段階を診断し、薬剤または電界による迅速な治療を実施する。1 つのデバイスにこれらの要素を統合することで、「クローズドループシステム」を実現。創傷治癒におけるこの種のシステムとしては初めてのもの。 患者毎の治癒プロセスに対応し、個別化された治療の提供や、遠隔地や移動が制限されている患者にとって、創傷治療をよりアクセスし易いものにする可能性がある。 身体からのあらゆる信号を読み取り、外部からの介入と組み合わせることで治癒の進行を最適化する。オンボードカメラで 2 時間毎に撮影した創傷の画像を、近くのコンピューターで実行する「AI 医師」と呼ばれる強化学習(RL)モデルに入力する。 AI 医師はこれらの画像を用いて創傷の段階を診断し、最適な創傷治癒のタイムラインにおける、創傷のあるべき状態と比較する。画像の治癒状態に遅れが見られる場合、RL モデルはバイオエレクトロニクス技術を通じて薬剤を投与するか、創傷閉鎖のための細胞の移動を促進する電界を照射するかのいずれかの方法で治療を実施する。 局所的に投与される薬剤は、創傷でのセロトニン濃度を制御し、炎症を抑え、創傷組織の閉鎖を進めて治癒を促進する選択的セロトニン再取り込み阻害薬(SSRI)のフルオキセチン。治癒の最適化に適した量が、デバイスに搭載された生体電子アクチュエータによって投与される。 画像と治癒率等のデータが安全なウェブインターフェースに送信され、人間の医師が必要に応じて手動で介入し、治療を微調整する。新デバイスは市販の包帯に直接取り付けられるため、便利で安全に使用できる。前臨床創傷モデルでの新デバイスの試験では、標準治療よりも治癒過程が約 25%速いことを確認した。 今後は、同デバイスによる慢性創傷や感染創傷の治癒を改善する可能性を探求する。本研究は、米国防高等研究計画局(DARPA)と米国医療高等研究計画局(ARPA-H)が支援した。 <p>URL: https://news.ucsc.edu/2025/09/smart-device-ai-bioelectronics-speed-up-wound-healing/</p> |
| | 関連情報 | <p>npj Biomedical Innovations 掲載論文(フルテキスト) Towards adaptive bioelectronic wound therapy with integrated real-time diagnostics and machine learning-driven closed-loop control</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s44385-025-00038-6</p> |

| | | |
|-------|-----------------------|--|
| 173-5 | アメリカ合衆国・バージニア大学 (UVA) | <p style="text-align: right;">2025/9/25</p> <p>水面を歩くソフトロボットの新しい作製方法を開発 (UVA Engineering Team Develops New Way to Build Soft Robots That Can Walk on Water)</p> <ul style="list-style-type: none"> UVA が、水に浮かぶソフトなデバイスを水面で直接作製する技術の「HydroSpread」を開発。 成長の著しいソフトロボティクス分野に大きな影響を及ぼす可能性を秘めるこの新しい製造方法は、医療からエレクトロニクス、環境モニタリングに至るまで、多様な分野での活用が期待できる。 ソフトロボティクスに使用される薄く柔軟なフィルムは、ガラス等の硬い表面から分離して水に移すというプロセスで作製されるため、フィルムの破損が課題であった。 新製造方法では、液体 자체を滑らかな製造のプラットフォームとして利用することでこの課題に対処。液状ポリマーの液滴が、水面上で極薄く均一なシートを自然に形成する。レーザーを用いてこれらのシートに複雑なパターン(円、細長い片や UVA のロゴ等)を驚異的な精度で刻み込むことができる。 同技術により、ヒレのような動きで水面をパドルのように漕ぐ HydroFlexor と、屈曲した脚で前進する、アメンボに着想した HydroBuckler の 2 種類の昆虫のようなプロトタイプを作製。研究室でこれらのデバイスのフィルムを上方からの赤外線ヒーターで温めることで、層状構造が曲がったり、座屈したりし、パドルを漕いだり、歩いたりする挙動を創出した。 ヒーター加熱のオン/オフを繰り返すことで、これらのデバイスは速度を調整したり、さらには方向転換したりすることもできる。これは、制御された反復的な挙動が可能なことを提示する。将来的には、太陽光、磁場や内蔵された微小なヒーターに反応する設計により、自律的に移動・適応するソフトロボットの実現が期待できる。 繊細なフィルムを損傷することなく容易に形成できるため、ウェアラブルメディカルセンサー、フレキシブルエレクトロニクスや環境モニターといった、従来の硬質の材料では対応不可能な環境に向けた、薄く、柔らかく、耐久性が求められるツールの開発の新たな可能性が考えられる。 本研究には、米国立科学財団(NSF)、米国内務省(DOI)、米国立衛生研究所(NIH)およびバージニア州の発展のためのパートナーシップの 4-VA が資金を提供した。 <p>URL: https://engineering.virginia.edu/news-events/news/uva-engineering-team-develops-new-way-build-soft-robots-can-walk-water</p> |
| | 関連情報 | <p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Processing soft thin films on liquid surface for seamless creation of on-liquid walkable devices URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ady9840</p> |

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| 173-6 | アメリカ合衆国・マサチューセッツ大学アマースト校 | <p style="text-align: right;">2025/9/30</p> <p>生きた細胞と情報を直接交換できる人工ニューロンを初めて開発 (UMass Engineers Create First Artificial Neurons That Could Directly Communicate With Living Cells)</p> <ul style="list-style-type: none"> マサチューセッツ大学アマースト校が、生物のニューロンに極めて近い電気的機能を有する人工ニューロンを開発。 発電細菌の <i>Geobacter sulfurreducens</i> から合成したタンパク質ナノワイヤを用いたこれまでの画期的な研究をベースに、生細胞との直接的なインターフェースが可能な、生物原理に基づいて構築された極めて効率的なコンピューターの実現を示唆する。 人間の脳は、その身体全体に電気信号を送受信する特殊な細胞である数十億個のニューロンで構成され、ChatGPT のような大規模言語モデル(LLM)に比べて極めて少ない電力消費で膨大な量のデータを処理することができる。例えば、物語を書くために人間の脳が必要とする電力は僅か 20W 程度だが、LLM では同様のタスクに 1MW を超える電力を消費する。 より効率的なコンピューターの回路としての人工ニューロンの利用が注目されているが、その電圧をいかに低く抑えるかが常に問題となっている。これまでの人工ニューロンは、今回開発の人工ニューロンの 10 倍の電圧と 100 倍の電力を消費するため、生体のニューロンへの直接接続が不可能であった。 新人工ニューロンの電力消費量は、人間のニューロンとほぼ同様の僅か 0.1V を記録。生物に着想した、はるかに効率的な原理に基づくコンピューターの再設計から身体に直接作用できる電子機器まで、幅広いアプリケーションが期待できる。 現行のウェアラブル電子センサーシステムでは、コンピューターが分析できるように身体からの信号を電気的に增幅する必要がある。この中間段階が消費電力と回路の複雑さを増大させるが、低電圧の新人工ニューロンで構築されたセンサーでは増幅が一切不要となる。 本研究は、米国陸軍研究局(ARO)、米国立科学財団(NSF)、米国立衛生研究所(NIH)およびアルフレッド・P・スローン財団が支援した。 <p>URL: https://www.umass.edu/news/article/umass-engineers-create-first-artificial-neurons-could-directly-communicate-living</p> |
| | 関連情報 | <p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Constructing artificial neurons with functional parameters comprehensively matching biological values URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-63640-7</p> |

【バイオテクノロジー分野】

2025/9/15

| | | |
|-------|-------------------------------|--|
| 173-7 | アメリカ合衆国・ローレンスリバーモア国立研究所(LLNL) | <p>空気を堆肥に変換する河川のエコシステムが持続可能な窒素生産の鍵を握る <i>(River ecosystem that converts air to fertilizer could hold clues for sustainable nitrogen production)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> LLNL、カリフォルニア大学バークレー校(UCB)およびノーザンアリゾナ大学が、カリフォルニア州の河川生態系を調査し、原始細胞小器官のように機能する窒素固定細菌を特定。 大気中の窒素を自然に捕捉する、微生物による窒素固定プロセスの研究により、肥料生産の新しい持続可能な方法、エネルギーの節約や水質汚染の削減につながり、農業における窒素固定の利用に向けたロードマップを提供する可能性がある。 世界のエネルギー消費量の約 2%が窒素肥料の製造に使われている。自然の働きを模倣し、窒素固定細胞を作ることができれば、必要に応じた窒素の供給を実現する可能性が期待できる。 本研究では、(1) 春に川底の岩に現れ、夏までに水流に沿って移動する長い糸状の藻類(ストリーマー)を成長させる大型緑藻類(海藻に類似)、(2)ストリーマーの表面に定着する単細胞の黃金色の微細藻類である珪藻類、そして(3)原始細胞小器官(細胞内構造の前身)であるかのように珪藻類の内部に共生する窒素固定細菌について、水中のストリーマーのサンプルを採取し、研究室で炭素と窒素の重同位体を注入し、これらの生態系構成要素間の栄養交換を調査した。 ナノスケール二次イオン質量分析法(NanoSIMS)を用い、上述の 3 種類の生態系構成要素が新たに獲得した炭素と窒素の分布を可視化した結果、窒素固定細菌が新たな窒素を最も先に最も多く獲得していることを確認。また、同細菌では、新たに獲得した炭素の量が光合成の起こる藻類の葉緑体と並んで最も多く、大気中の窒素ガスを細胞の成長に必要な有機窒素に変換し、その炭素をそのプロセスのエネルギー源として利用しているようであった。 河川の流木に生息する大型藻類は、光合成によって大気中の二酸化炭素を吸収し、大型藻類の表面に生息する珪藻類も同様の働きをしている。ユニークな点は、珪藻類の体内に生息する共生細菌が窒素を固定し、珪藻類のニーズを支えていること。 これらの微小な細菌は、河川の食物網全体に窒素を供給している。共生関係のより詳細な研究により、窒素固定能力を他の細胞に移植し、バイオエネルギー、農業、バイオマテリアル等への応用が期待される。 本研究には、米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.llnl.gov/article/53466/river-ecosystem-converts-air-fertilizer-could-hold-clues-sustainable-nitrogen-production</p> |
| | 関連情報 | <p>PNAS(米国科学アカデミー紀要)掲載論文(フルテキスト) <i>Ecosystem consequences of a nitrogen-fixing proto-organelle</i> URL: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2503108122</p> |

おことわり

本「海外技術情報」は、NEDO としての公式見解を示すものではありません。

記載されている内容については情報の正確さについては万全を期しておりますが、内容に誤りのある可能性もあります。NEDO は利用者が本情報を用いて行う一切の行為について、何ら責任を負うものではありません。

本技術情報資料の内容の全部又は一部については、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことが出来ます。ただし、NEDO 以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。