



海外技術情報(2025 年 9 月 29 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
【ナノテクノロジー・材料分野】			
171-1	アメリカ合衆国・パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)	フェンタニル等の薬物の非接触検出システム (Chemists Develop Contactless System to Detect Fentanyl, Other Drugs) ・ PNNL 開発の質量分析技術(VaporID)の商業化に取り組む BaySpec 社(シリコンバレー拠点)が、空気中の微量のフェンタニルや爆発物等の有害物質を検知するポータブルな商用デバイスを開発。 ・ 昨年末、アリゾナ州ノガレスのメキシコ国境にある米国税関・国境警備局(CBP)の研究所で微量のフェンタニル、メタンフェタミン、MDMA、コカインやケタミンといった一般的な麻薬のスクリーニングと検出に成功し、今年 6 月にボルチモアで開催された米国質量分析学会(ASMS)にて発表した。 ・ フェンタニルの検出方法には、表面からの接触サンプリングや嗅覚訓練を受けた犬を使用した直接検出がある。また、摂取者の挙動等の要因から判断する国境警備員も重要な役割を果たしている。 ・ フェンタニルや爆発物等の物質は蒸発に時間がかかり、空気中に放出される分子の量が極めて少ないことから、香水や燃料等の化学物質の蒸気が充満する環境下での検出が難しい。 ・ PNNL の VaporID では、イオンを用いた分子の選別により、短距離から空気中の薬物や爆発物の微量蒸気を僅か 10ppq の濃度で検出するもので、小型冷蔵庫程度のサイズで重さが数百ポンド(約 45～90kg)。物質に応じて 2～8 フィート(約 60cm)の距離から物質を検出することができる。PNNL は国土安全保障省(DHS)との協力を継続し、貨物、手荷物、郵便物や人物の検査に活用できる VaporID 技術のさらなる開発を進めている。 ・ VaporID システムのサイズを縮小した新デバイスは、電子レンジサイズのポータブルな箱に収められた、40 ポンド(約 18kg)を下回る重さ。非接触検出と呼ばれる方法で大気を直接サンプリングし、分析対象の分子を収集する。今年後半に商用製品が開発される予定。 ・ ポータブルでありながら、フェンタニルの極微量な痕跡の検出に十分な、6ppt の濃度で検出できる。現行技術では検出に 5 分～30 分を要するのに対し、新デバイスでは数秒で完了し、フェンタニルの類似物質(酷似検出を逃れるために違法な研究所でわずかに改変された物質)も検出する。 ・ 本研究には、DHS Science and Technology Directorate が資金を提供した。 URL: https://www.pnnl.gov/news-media/chemists-develop-contactless-system-detect-fentanyl-other-drugs	2025/6/24
	関連情報	BaySpec 社 ウェブサイト BaySpec – High Performance Spectrometers Browse Products & Applications URL: https://www.bayspec.com/	

171-2	スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) (ローザンヌ工科大学)	2025/6/25 自律発光型バイオセンサーを初めて開発 (EPFL scientists build first self-illuminating biosensor) ・ EPFL を始めとする国際研究チームが、外部の光源を不要とする自律発光型ナノプラズモニックバイオセンサーを開発。 ・ 分子検出のプローブとして光波を用いる光バイオセンサーは、精密医療診断、個別化医療や環境モニタリングに不可欠。ナノフォトニック構造を用いて微細なチップの表面で光を「圧縮」し、光波をナノメートルスケールに集光できれば、性能の飛躍的な向上が期待できる。 ・ ただし、このようなナノフォトニックバイオセンサーの光生成と検出には大型で高価な装置を必要とするため、迅速な診断やポイントオブケアの現場での利用が著しく制限される。 ・ 本研究では、新たなナノフォトニック構造を設計し、非弾性トンネル効果と呼ばれる量子現象を利用することで、光生成と検出を単一チップ上に統合したセンサーを作製。ヘルスケアや環境モニタリングでの光バイオセンサーの利用における主要な障害を克服する。 ・ 新ナノフォトニック構造は、電子の波が「トンネリング」する極薄い絶縁障壁の一部を形成しながら、同時に発光確率を高めるもの。電子が上向きに通過して酸化アルミニウムの障壁を越え、「ナノアンテナ」として機能するメタ表面である金ナノワイヤのメッシュ層に到達するための最適な条件を提供する。 ・ この過程において、電子はエネルギーの一部をプラズモン(集団励起)に伝達して光子を放出する。この光の強度とスペクトルは生体分子との接触に応じて変化し、極めて高感度でリアルタイム、ラベルフリーの検出を実現。最先端のセンサーに匹敵するピコグラム濃度(1 兆分の 1 グラム)のアミノ酸やポリマーを検出することができる。 ・ コンパクト・高感度であることに加え、拡張性が高く、センサー製造方法との互換性も備える。センシングに必要なアクティブエリアは 1 mm²未満であるため、現行の卓上型とは対照的な、携帯型バイオセンサーの実現の可能性が期待できる。 ・ 本研究には、スイス国立科学財団(SNSF)、スイス連邦教育研究イノベーション庁(SERI)や、欧州連合(EU)の研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe が資金を提供した。 URL: https://actu.epfl.ch/news/epfl-scientists-build-first-self-illuminating-bios/
	関連情報	Nature Photonics 掲載論文(フルテキスト) Plasmonic biosensor enabled by resonant quantum tunnelling URL: https://www.nature.com/articles/s41566-025-01708-y

171-3	アメリカ合衆国・コロンビア大学	DNA で作る新しい 3D 材料 (Need a New 3D Material? Build It With DNA) ・ コロンビア大学が、DNA オリガミ技術を利用した、ナノ粒子の階層的な組織化による 3D ナノ構造作製プラットフォームを開発。 ・ 3D ナノスケール材料を設計通りに製造する機能は、光操作からニューロモルフィック・コンピューティング、触媒材料から生体分子のスキャフォールドやリアクターに至るまで、様々な新興のアプリケーションにとって極めて重要。 ・ マイクロエレクトロニクスの製造で主流のリソグラフィー技術では複雑な 3D 構造の作製が難しく、積層造形法ではナノスケールの微細構造の作製が不可能。両手法ともトップダウンの緩慢なプロセス。 ・ 本研究では、ナノスケールの DNA 構成要素とナノ粒子のセットから、目的の 3D 構造をボトムアップで迅速かつ環境に優しい方法で作成する逆構造設計手法を確立。同大学は、チップ上に DNA のスキャフォールドを成長させ、それを光感受性材料でコーティングしたセンサーのプロトタイプを 2 ヶ月前に作製している。 ・ DNA を構成する 4 つの核酸は特定の組み合わせでのみ対合するため、DNA は予測通りに折り畳まれる。そのため、数百万～数十億の断片から構成される構造の作製には、正しい開始配列を導き出す方法が必要。そこで、逆構造設計のアプローチでこの課題に対処した。 ・ 機械的に堅牢な八面体形状に折り畳まれる DNA 鎖を構成要素とし、「ボクセル」と命名。ボクセルの各コーナーには、他のボクセルを連結するコネクタが付着する。DNA エンコーディングを用いることで、多数のボクセルを連結して特定の反復的な 3D モチーフの形成を設計でき、また、これらの反復的なモチーフを任意の階層的な構造へと組み立てることもできる。 ・ ナノスケールの CAD ソフトウェアのような Mapping Of Structurally Encoded aSsembly(MOSES)と呼ばれるアルゴリズムを使用することで任意の 3D 階層構造の格子の作成に最適な DNA ボクセルを特定し、その中に様々な種類のナノの「カーゴ」を追加して最終構造に特定の特性を付与することができる。 ・ DNA スキャフォールドには、無機および生物由来ナノコンポーネントの両方を組み込むことが可能。また、スキャフォールドをシリカでコーティングし、加熱して DNA を分解することで、有機スキャフォールドを極めて堅牢な無機構造へと効果的に変換することもできる。 ・ 複雑な構造の設計と組み立てを可能にする設計原理の解明に継続して努め、人間の脳の複雑なつながりを模倣する 3D 回路等、さらに複雑な設計の実現を目指す。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局(SC)、米国国防総省(DoD)および米国陸軍研究局(ARO)が支援した。 URL: https://www.engineering.columbia.edu/about/news/need-new-3d-material-build-it-dna
	関連情報	Nature Materials 掲載論文(フルテキスト) Encoding hierarchical 3D architecture through inverse design of programmable bonds URL: https://www.nature.com/articles/s41563-025-02263-1
	関連情報	ACS Nano 掲載論文(フルテキスト) Arbitrary Design of DNA-Programmable 3D Crystals through Symmetry Mapping URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.4c17408

【電子・情報通信分野】		
171-4	スウェーデン王国・チャルマース工科大学	2025/6/25 未来の量子コンピューターの量子ビット数を増やすスマートな増幅器 (Smart amplifier enabler for more qubits in future quantum computers) ・ チャルマース工科大学が、トランジスタを使用した、低ノイズ・高効率なマイクロ波増幅器を開発。 ・ 量子コンピューターでは量子ビットを解釈可能な情報に変換する必要があるが、このプロセスでは量子ビットの微弱な信号を正確に検出・読み出すための極めて高感度のマイクロ波増幅器が不可欠。 ・ ただし、僅かな温度変化、ノイズや電磁干渉が量子ビットの状態を失わせ、情報が利用不可能となる場合がある。増幅器は熱の形態でアウトプットを生成し、デコヒーレンスも引き起こす。そのため、より効率的な量子ビット増幅器の開発が進められている。 ・ 新増幅器の消費電力は現在入手可能な最高クラスの増幅器の僅か 1/10 で、トランジスタを用いて構築できる最も高感度なもの。量子ビットのデコヒーレンスを低減し、量子ビット数の大幅な増加で性能の向上した、より強力な量子コンピューターの基盤を築く。 ・ 他の低ノイズ増幅器とは異なり、新増幅器は量子ビットの増幅に必要な時だけ作動するパルス駆動型。量子情報はパルスで伝送されるため、量子ビットの読み出しに対応する十分な速さでの増幅器の作動の確保が重要となるが、アルゴリズムを用いたスマート増幅器の設計によりこの課題に対処した。 ・ また、増幅器の雑音と増幅を測定する新たな技術も開発。遺伝的プログラミングを用いて増幅器のスマート制御を可能にし、入力される量子ビットパルスに対して僅か 35 ナノ秒での超高速応答を実現した。 ・ 本研究には、Chalmers Centre for Wireless Infrastructure Technology(WiTECH)と Vinnova programme Smarter electronic systems が資金を提供した。 URL: https://www.chalmers.se/en/current/news/mc2-smart-amplifier-enabler-for-more-qubits-in-future-quantum-computers/
	関連情報	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques.掲載論文(フルテキスト) Pulsed HEMT LNA Operation for Qubit Readout URL: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10969553
171-5	アメリカ合衆国・イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 (UIUC)	2025/7/11 レーザー技術を拡張する新研究 (New research expands laser technology) ・ UIUC が、誘電体材料を埋め込んだ、フォトニック結晶面発光レーザー(PCSEL)を開発。 ・ 同大学では、スマートフォン、レーザープリンターや自動車等で使用される垂直共振器面発光レーザー(VCSEL)の研究を数十年にわたり実施しているが、2020 年初頭に日本の研究者が開発した新しいタイプのレーザー技術である PCSEL に注目した。 ・ PCSEL は、フォトニック結晶層を用いて高輝度、狭小・円形のスポットサイズ等、優れた特性を有するレーザービームを生成する半導体レーザーの新分野。このタイプのレーザーは、戦場マッピング、ナビゲーションや標的追跡に使用されるリモートセンシング技術の LiDAR 等の防衛用途に役立つものだが、その成熟度は産業レベルに達していない。 ・ PCSEL は通常、半導体材料の再成長後、デバイス内に形成される空孔を用いて製造されるが、半導体の原子の再配列でこれらの空孔が埋められることで、フォトニック結晶構造の完全性と均一性が損なわれる。 ・ 本研究では、これらの空孔を固体誘電体材料に置き換え、再成長中のフォトニック結晶の変形を防ぐことでこの課題に対処。フォトニック結晶層の一部として半導体の再成長層内に二酸化ケイ素を埋め込み、誘電体材料を有する PCSEL の概念実証設計を初めて提示した。 ・ 今後 20 年で、機能の向上した新たなレーザーは自動運転車、レーザー切断、溶接やフリースペース通信で使用されると予想。今後は現在の設計の改良を続け、電源供給用の電気接点を備えたデバイスを作製する予定。 ・ 本研究には、米国空軍研究所(AFRL)が資金を提供した。 URL: https://hmntl.illinois.edu/news/new-research-expands-laser-technology
	関連情報	IEEE Photonics Journal 掲載論文(フルテキスト) Photopumped Buried Dielectric Photonic-Crystal Surface-Emitting Lasers URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/10965337

171-6	フィンランド・アールト大学	2025/7/8 量子の新記録:トランズモン量子ビットのコヒーレンス時間でミリ秒を達成 (New quantum record: Transmon qubit coherence reaches millisecond threshold) ・ アールト大学が、トランズモン量子ビットのコヒーレンス時間でミリ秒を達成。 ・ 量子ビットのコヒーレンス時間が長くなることにより、量子コンピューターによるエラーフリーの計算実行時間が延長され、より複雑な量子計算とより多くの量子論理演算が可能となる。また、量子エラーの訂正に必要なリソースも削減され、ノイズレス量子コンピューティングの実現にもつながる。 ・ 本研究では、再現性の高い方法で製造したトランズモン量子ビットのコヒーレンス時間で最大で 1 ミリ秒、中央値では現在記録を上回る 0.5 ミリ秒を測定。学術研究にも利用可能なクリーンルームで高品質の量子ビットを実現できたことは、量子科学技術におけるフィンランドの主導的な地位を証明している。 ・ 将来の量子コンピューターのスケールアップには、ノイズ低減、量子ビット数の増加、そして新たな観測の中心となる量子ビットのコヒーレンス時間の向上といった複数の領域にまたがる進展が不可欠となる。 ・ 本研究の成果は、アールト大学応用物理学科、フィンランドアカデミー量子技術卓越センター (QTF)、そしてフィンランド量子フラッグシップ (FQF) に所属する量子コンピューティング・デバイス (QCD) 研究グループによるもの。 ・ 本研究には、フィンランド研究評議会 (SRC) Centre of Excellence Quantum Technology 等が資金を提供した。 URL: https://www.aalto.fi/en/news/new-quantum-record-transmon-qubit-coherence-reaches-millisecond-threshold
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Methods to achieve near-millisecond energy relaxation and dephasing times for a superconducting transmon qubit URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-61126-0

【ロボット・AI 技術分野】		
		2025/7/2
171-7	アメリカ合衆国・ジョンズ・ホプキンス大学	急性心臓死の可能性を予測する AI (AI predicts patients likely to die of sudden cardiac arrest) ・ ジョンズ・ホプキンス大学が、深層学習(DL)アプローチを利用して心停止のリスクの高い患者を特定する、心室性不整脈リスク層別化に向けたマルチモーダル AI(MAARS)システムを開発。 ・ 新 AI システムは、長らく活用されていなかった心臓画像と広範囲の医療記録を分析することで、隠れていた心臓の健康状態に関する情報を明確化する。急性心臓死のリスクを極めて高精度で予測し、多くの人命を救うだけでなく、除細動器の移植等の不必要な医療介入を回避させる可能性が期待できる。 ・ 肥大型心筋症は最も一般的な遺伝性心疾患の一つで、世界では 200～500 人に 1 人が罹患しており、若者やアスリートにおける急性心臓死の主な原因となっている。患者の多くが通常の生活を送る一方で、一部の患者は急性心臓死のリスクが著しく高く、医師によるそれらの患者の特定はほぼ不可能。 ・ 米国と欧州の医師が致死性心臓発作のリスクの最も高い患者の特定に使用している現在の臨床ガイドラインでは、適切な患者を特定できる確率は約 50%。肥大型心筋症の患者では心臓全体に線維化(瘢痕化)が生じ、これが急性心臓死のリスクを高めている。MAARS システムでは、重要な瘢痕パターンを正確に特定することができる。 ・ 従来の臨床ガイドラインに沿って治療を受けた実際の患者を対象に試験を実施した結果、臨床ガイドラインの約 50%の精度に対し、MAARS システムでは全患者で 89%の精度を示し、特に肥大型心筋症患者の中で急性心臓死のリスクが最も高い 40～60 歳の患者においては 93%の精度を示した。 ・ また、患者の高リスクの原因を説明することができるため、医師は患者の個別のニーズに合わせて医療計画を調整できるようになる。今後はより多くの患者で試験し、心臓サルコイドーシスや不整脈原性右室心筋症等の他の種類の心疾患にも適用できるよう新アルゴリズムを拡張する予定。 ・ 本研究は米国国立衛生研究所(NIH)と Leducq Foundation が支援した。 URL: https://hub.jhu.edu/2025/07/02/ai-predicts-patients-likely-to-die-of-sudden-cardiac-arrest/
	関連情報	Nature Cardiovascular Research 掲載論文(フルテキスト) Multimodal AI to forecast arrhythmic death in hypertrophic cardiomyopathy URL: https://www.nature.com/articles/s44161-025-00679-1

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できます。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。