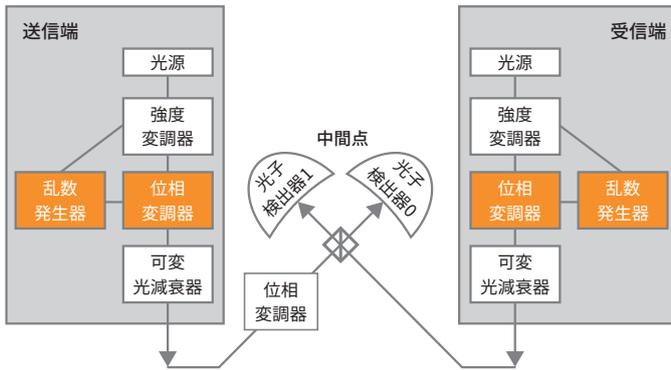
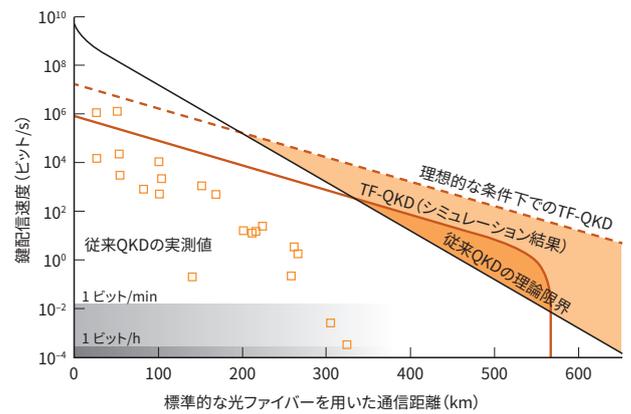


世界最長 500 km 以上の通信距離が可能な量子暗号通信方式



TF-QKDの構成
Setups for implementation of twin-field quantum key distribution (TF-QKD)



光ファイバーを用いたQKDの理論限界と実測値
Theoretical limits and experimental data of fiber-based quantum schemes

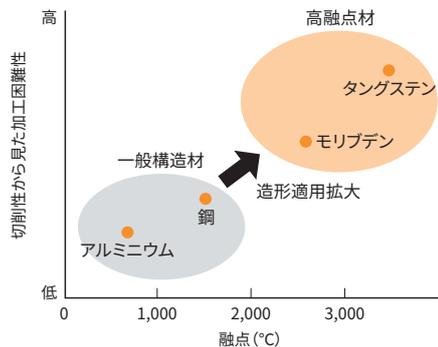
標準的な通信用光ファイバーを用いて、量子暗号通信の通信距離を世界最長^(注1)の500 km以上に拡大する、新方式“ツインフィールド量子鍵配信(TF-QKD: Twin-Field Quantum Key Distribution)”を開発した^(注2)。この方式により、例えば、ロンドンと、パリや、ブリュッセル、アムステルダム、ダブリンなどの都市との間を結ぶ光ファイバー網上で、秘匿性の高いデータを安全にやり取りすることが可能となる。

距離が長くなると、情報を伝達する光子が散乱などにより失われてしまうため、これまで光ファイバーを用いた量子暗号通信の距離は、200～300 kmに限られていた。今回、通信距離の長距離化と、鍵配信速度を高める手法を考案し、これまで限界と考えられていた距離を上回る500 km以上の量子暗号通信が、世界で初めて^(注3)可能になった。また、鍵配信速度も、従来の到達限界距離で、100 ビット/s以上と試算された。

従来の量子暗号通信では、単一光子がファイバーの一端からもう片方の端まで送られるが、TF-QKDでは、ファイバーの両端から中間点に向けて送られ、中間点で光子が検出される。その結果を利用して、両端で暗号鍵を共有する。シミュレーションにより、光パルスの送信器や光子検出器を従来の量子暗号通信と同じ原理で動作できること、及び安全性や鍵配信速度は従来と同様の性能を維持しつつ、通信距離を従来の最大2倍にできることを確認した。

(注1) 2018年2月現在、当社調べ。
 (注2) 2018年5月2日発行の学術論文誌 Nature に掲載。
 (注3) 2018年2月時点、当社調べ。

高熔点金属への適用拡大と世界最高速レベルの造形速度 510 cm³/h を実現する金属 3D プリンティング技術



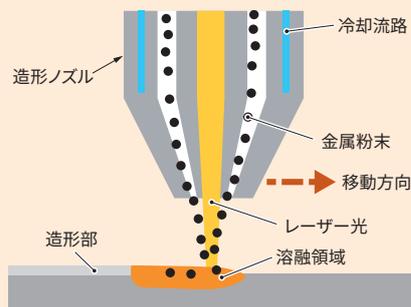
各金属材料の特性比較
Comparison of metal material characteristics



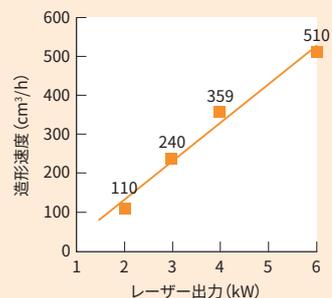
タングステン放熱用部品
Heat dissipation part made of tungsten before (left, showing as-built surface) and after being polished (right)



高速金属 3D プリンター 試作機
Prototype high-speed 3D metal printer



LMD方式 3D プリンターの造形ノズル
Powder nozzle of three-dimensional (3D) metal printer applying laser metal deposition (LMD)



レーザー出力と造形速度の関係
Relationship between building speed and laser power

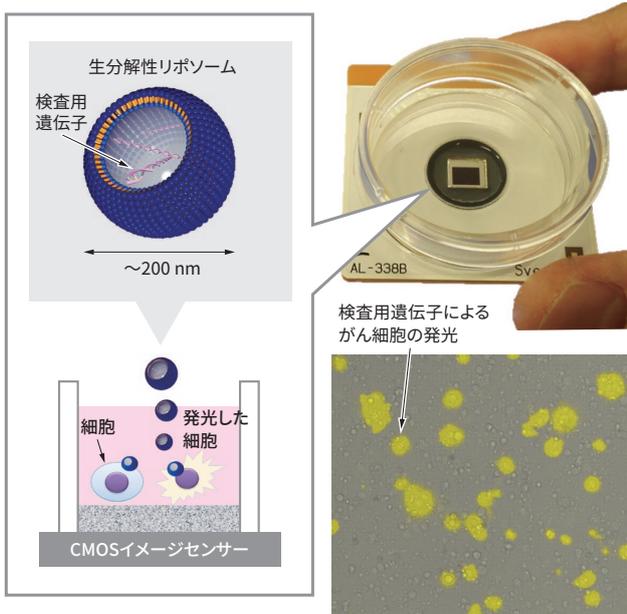
金属 3D (3次元) プリンティングは、3D 図面から直接、金属の造形物を作ることができる技術で、金型や機能部品など少量多品種の部品製造への適用が検討されている。一方、実用化を進めるにあたり、造形できる金属の種類拡大と造形速度の向上が課題となっている。

当社は独自に、パウダーベッド方式の 3D プリンターで各種材料の造形を可能にする技術を開発している。この度、耐熱部品に使用され、加工が難しいタングステンなどの高熔点金属について、粉末の溶解性と供給性の改善のために、粉末粒子の形状や大きさを適正化した材料を、東芝マテリアル(株)と共同開発した。このタングステン粉末を使用し、レーザー照射などのプロセス条件を適正化することで、高熔点金属の造形を可能にした。

また、当社は、TRAFAM (技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構) に参加し、LMD (レーザーメタルデポジション) 方式の高速金属 3D プリンターの装置開発を進めており、造形ノズルを開発した。加工点からの熱で造形ノズルに損傷が発生する問題があったが、造形ノズル先端を冷却する流路を造形ノズル内部に形成することで、耐熱性を向上させた。更に、熱の影響を低減するには加工点と造形ノズルの距離を長くする必要があったが、その結果、熔融領域から外れて無駄になる粉末が増えるという問題があった。流体シミュレーション技術により最適な粉末流路を設計することで粉末の収束性を向上させつつ、粉末の利用効率と造形速度を高めた。今回、レーザー出力 6 kW の造形について開発を進め、造形ノズルの移動速度やレーザー光の照射径などのプロセス条件を適正化することで、世界最高速レベル^(注)の造形速度 510 cm³/h を実現した。

(注) 2018 年 8 月現在、当社調べ。
関係論文：東芝レビュー、2018、73、1、p.6-10。

■ 生分解性リポソームを用いた生細胞活性可視化技術



生細胞活性可視化システムを用いた乳がん細胞の検出方法
Method for detection of breast cancer cells by means of live cell analyzing system using biodegradable liposomes

細胞を生きたまま観察し、細胞内の遺伝子の活性状態を可視化できる“生細胞活性可視化技術”を開発した。

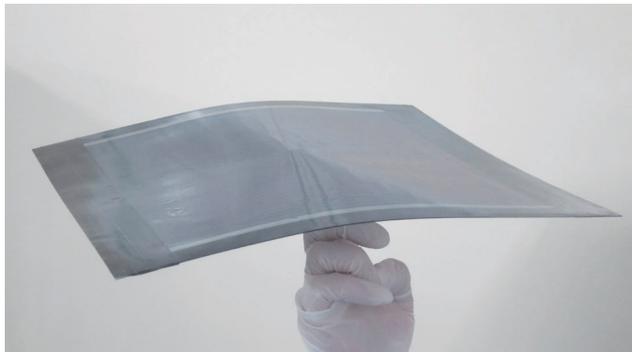
この技術は、従来手法による遺伝子の配列異常検出に加えて、遺伝子の機能異常を1細胞レベルで経時的に検出可能であり、従来手法では困難だった細胞数が極めて少ない病変の検出に応用できる。乳がんなどのがん診断で、がん細胞の増殖やゲノム構造の異常に関わる遺伝子活性の検出に適用することにより、診断精度の向上が期待できる。

この技術は、当社独自の生分解性リポソームとCMOS（相補型金属酸化膜半導体）イメージセンサーから構成される。生分解性リポソームは、内包した検査用遺伝子を細胞内へ安全に運搬するナノカプセルである。検査用遺伝子が導入された細胞を培養すると、細胞の遺伝子の活性状態に応じて発光する。この発光をCMOSイメージセンサーで撮像することにより、遺伝子の活性状態をリアルタイムに観察する。

この技術の臨床への適用に向けて、乳がん患者から採取した細胞を用いて、遺伝子の活性状態を経時的に観察できることを実証した。

研究開発センター

■ 世界最大面積のフィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュール



フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュール
Film-based perovskite photovoltaic (PV) module

ペロブスカイト太陽電池は、ペロブスカイト型結晶を光吸収層に用いた太陽電池であり、塗布・印刷技術により低コストな製造が可能で、かつ高効率化も期待されている。独自の塗布技術に加え新たなプロセス開発などにより、従来困難であった大面積化と高効率化の両立を実現し、世界最大^(注1)の面積703 cm² (受光部サイズ 24.15 × 29.10 cm) のフィルムモジュールで、エネルギー変換効率^(注2) 11.7%を確認した。このモジュールは、学術論文誌Progress in Photovoltaicsに掲載される世界の太陽電池トップデータ集であるSolar cell efficiency tables (version 52) のペロブスカイトサブモジュールのカテゴリーにおいて、認定機関で測定したモジュールの中で世界一のエネルギー変換効率として掲載された。

この研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」により実施したものである。

(注1) 2018年11月現在、当社調べ。

(注2) 太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する効率。

関係論文：東芝レビュー. 2018, 73, 3, p.13-17.

研究開発センター