

TOSHIBA



2020-01-14

株式会社 東芝

東北大学東北メディカル・メガバンク機構

## 量子暗号通信技術を用いた全ゲノム配列データの伝送を世界で初めて実証

～大容量データ伝送にも対応した量子暗号技術が  
ゲノム研究・ゲノム医療分野での実用レベルの活用を可能に～

株式会社東芝（以下、東芝）と東北大学東北メディカル・メガバンク機構（以下、ToMMo）は、数百ギガバイトを超えるデータ量の全ゲノム配列データを、量子暗号通信を用いて伝送することに世界で初めて成功しました。量子暗号通信技術による鍵配信速度は現時点で最大でも10Mbps程（注1）であり大規模なデータ伝送の活用には課題がありましたが、今回東芝とToMMoは、大規模データを逐次暗号化・逐次伝送するシステムを新たに開発し、全ゲノム配列データのリアルタイム伝送を実現しました。

これにより、量子暗号技術が大容量データの伝送に活用できること、またゲノム研究・ゲノム医療の分野において実用レベルで活用できることを実証しました。

本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」（管理法人：量子科学技術研究開発機構）によって実施されました。

### 【詳細】

ゲノムデータは個人の特徴と密接に結びついた情報で、一定の条件下において法律的にも個人を識別する個人情報として扱われます。また、ヒトのゲノム情報はおよそ32億塩基で構成されますが、現在の次世代シーケンサーを用いた高精度の解析では、32億塩基の30倍相当の900億塩基以上のデータを取得します。また複数人を同時に解析するため、次世代シーケンサーが一度に出力するデータは数百ギガバイトを超えます。このような、大規模かつ秘匿性の高いデータの保管と移送には非常に高いレベルのセキュリティが求められます。これまでのゲノム研究では、大規模なゲノム配列情報を移送するにはキーロック付きのハードディスクをセキュリティボックスに入れて物理的に運搬するなどの方法が採られており、コストや時間が課題となってきました。

量子暗号通信技術は、量子力学の原理に基づき、あらゆる盗聴や解読に対して安全な暗号通信を実現する技術です。そのため、機密データのバックアップや高い秘匿性が要求される医療データの暗号伝送等への導入が期待されています。一方で、量子暗号通信技術による鍵配信速度は現時点で最大でも10Mbps程（注1）であり、全ゲノム配列データのような大規模で秘匿性の高いデータ伝送の活用には課題がありました。

そこで、東芝とToMMoは、東芝および東芝欧州研究所傘下のケンブリッジ研究所が開発した高速量子暗号通信技術を用いて、大規模データの効率的な伝送を実現しました。大規模かつ秘匿性の高いゲノム解析データを伝送する際、大規模データを一度に伝送するのではなく、次世代シーケンサーのゲノム解析データ出力を量子暗号によって逐次暗号化して伝送する技術を開発しました。これは、次世代シーケンサーが出力するゲノム解析データと、量子暗号装置が出力する

暗号鍵を、暗号技術ワンタイムパッドによって逐次暗号化してリアルタイムに伝送を行う技術です。次世代シーケンサーの動作に合わせて、逐次データ伝送を行うことで、大規模な全ゲノム解析データの伝送処理における遅延を短縮することができます。

東芝と ToMMo は、本技術を活用し、東芝ライフサイエンス解析センター（仙台市青葉区南吉成）に設置した次世代シーケンサーを用いて、ToMMo（仙台市青葉区星陵町）までの約 7 km 間に敷設された光ファイバー専用回線を介したデータの伝送実証を行いました。ToMMo が保有する DNA 検体を対象とした、全ゲノム配列解析から出力される全ゲノム配列データを、量子暗号通信によって逐次暗号化・逐次伝送させ、解析処理完了から遅延なく、リアルタイム伝送することができました。これにより、量子暗号技術が、大規模かつ秘匿性の高いゲノム解析データの暗号伝送に十分に活用でき、実用レベルであることを確認しました。

### 【伝送実験の概要】

伝送拠点： 東芝ライフサイエンス解析センター（仙台市青葉区南吉成）  
東北大学星陵キャンパス東北メディカル・メガバンク棟（仙台市青葉区星陵町）

実験期間： 2019 年 7 月～2019 年 8 月

伝送情報： 約 2 兆 3000 億塩基のヒトゲノム情報  
（24 人分の解析に相当： 32 億塩基 x 深度 30）

伝送に要した時間：

（第 1 回目 12 検体分）： 全ゲノム解析所要時間…58.65 時間

解析完了から 1 分 52 秒後に全データの伝送完了

（第 2 回目 12 検体分）： 全ゲノム解析所要時間…58.93 時間

解析完了から 1 分 37 秒後に全データの伝送完了

※なお、本研究は、東芝および ToMMo の倫理委員会の承認を得て実施されています。

東芝は今後も、医療・金融・通信インフラ等の多様なアプリケーションでの量子暗号技術の実用化を目指した取り組みを進めていきます。

ToMMo は引き続き、ゲノム情報に基づいた未来型医療の実現に向け、安全・安心な ICT 技術の活用を推進していきます。

注 1：[https://www.toshiba.co.jp/about/press/2018\\_08/pr\\_j2701.htm](https://www.toshiba.co.jp/about/press/2018_08/pr_j2701.htm)

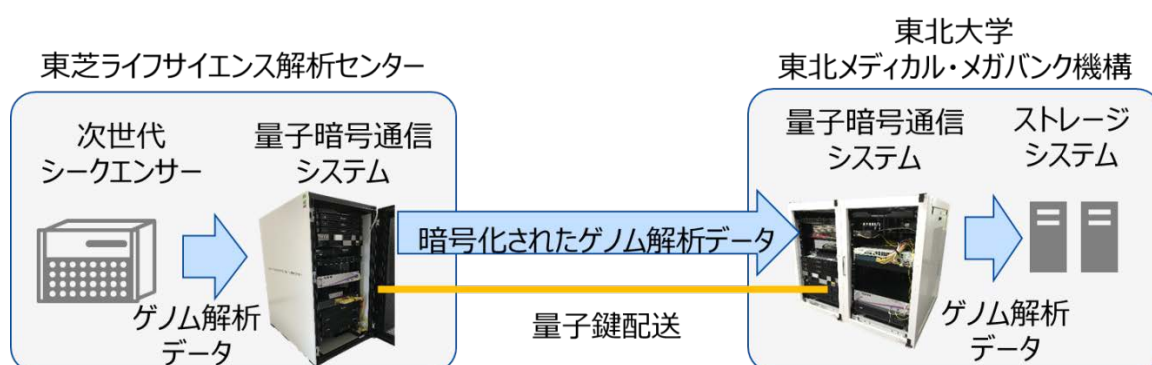


図 1 開発したゲノム解析データ伝送システムの概要



図 2 伝送拠点と伝送経路の概要