

本件は、東芝インターナショナル米国社が 2025 年 6 月 3 日に発表したニュースリリースを抄訳したものです。

2025-6-3

東芝インターナショナル米国社

**パデュー大学・オークリッジ国立研究所・東芝が、
QKD を用いた原子炉遠隔制御の量子セキュア通信を実証**

米国パデュー大学、米国エネルギー省オークリッジ国立研究所および東芝インターナショナル米国社（以下 東芝）は、パデュー大学 原子核工学部の原子炉で、量子鍵配送（Quantum Key Distribution、以下 QKD）技術を利用した量子セキュア通信の実証実験に成功しました。この実証実験の成功は、原子力エネルギーシステムへ量子セキュリティを実装させていく上での重要な進歩です。

パデュー大学 原子核工学部 助教授のスティリアノス・チャツィダキス博士は次のように述べています。

「原子炉システムにおいて安全な通信の維持は、レジリエンスと安全性を確保するために重要です。特に遠隔地に展開される小型原子炉は、遠隔での監視、制御、安全な運用のために継続的なデータ交換が必要です。このようなシステムでのサイバーセキュリティの侵害は、機密情報や健全な運用までも損なう可能性があり、公共の安全やエネルギーの安全保障にリスクをもたらします。」

本プロジェクトは、米国エネルギー省の「原子力大学プログラム」の支援のもと 3 年間にわたり行われ、次世代の先進的な原子炉、特に遠隔地や孤立地域に設置された小型原子炉のデータの伝送を保護するために量子通信技術をどのように適用できるかを実証しました。小型原子炉は、従来のエネルギーインフラの整備が困難または信頼性に欠ける遠隔地や孤立地域において、安定的かつ豊富なエネルギーを供給する手段としてますます注目されています。これらの小型原子炉は、輸送可能で自律運転ができるように設計されており、オフグリッド型の地域コミュニティや軍事基地、研究施設、遠隔産業サイトへの電力供給に最適です。本プロジェクトの成果は、次世代の原子力エネルギーシステムのサイバーセキュリティの強化に貢献する成果となりました。

本プロジェクトで使用されたパデュー大学の原子炉「PUR-1」は、米国で初めて、運転・制御をすべてデジタル技術で行う原子炉です。従来のアナログ機器に代わり、コンピューター画面やキーボード、イーサネット接続を通じて操作されており、米国原子力規制委員会に認可された唯一のデジタル制御型原子炉です。計装・制御システムもすべてデジタル化されており、次世代の原子炉技術の実証に適した環境を備えています。

オークリッジ国立研究所 量子通信・ネットワーキンググループの上級研究開発員のフィル・エバンス氏は次のように述べています。

「PUR-1 は、米国初のデジタル制御型原子炉として、このようなサイバーセキュリティの課題に対応するユニークな位置にあります。最先端のデジタル化された計装・制御システムとデジタルツインを兼ね備えた PUR-1 は、原子炉の運用およびサイバーセキュリティに関する最先端技術を追求するための幅広い用途に対応する研究・教育プラットフォームとして役立てられています。」

東芝インターナショナル米国社事業開発・マーケティング担当バイスプレジデントのテリー・クロニン氏は次のように述べています。

「PUR-1 は、運転・制御のすべてをデジタル技術で行うアーキテクチャとなっており、実際の原

子力施設に量子技術を適用・評価するための理想的なテストベッドです。大規模あるいは遠隔の原子炉システムに適用を拡大していく前に、革新的な手法を実験的に検証していくことができます。今回の実証実験では、QKD を適用することで、現在および将来のコンピューティング技術による傍受や暗号解読に対して耐性があるセキュリティレベルで課題に対処しています。」

東芝の長距離 QKD 技術を活用した今回の実証では、原子炉からのデータ伝送が安全に行えることが確認できました。QKD は、量子力学の原理を利用して暗号鍵を生成するもので、傍受が不可能なため、機密性の高い通信ネットワークに比類のないセキュリティを提供します。従来の暗号化方法では、解くのが難しい数学的問題にもとづいているのに対し、QKD は量子力学の原理を利用して絶対的なセキュリティを確保します。QKD では、暗号鍵は光子を使用して量子ビット（キュービット）として送信されます。鍵を傍受しようとする、光子の量子状態が乱され、通信当事者に盗聴の試みがあったことを知らせます。この方法は、RSA や ECC などの従来の非対称暗号化アルゴリズムを破ると予想される量子コンピューターの脅威に対しても特別に耐性をもっています。QKD を適用することで、量子コンピューターが実用化され、従来の暗号技術が破られる可能性がある時代でも、原子炉のような重要なインフラを安全に保つことができます。

この実証実験の詳細な研究論文（英語）は、arXiv で公開されています。

<https://arxiv.org/abs/2505.17502>

■パデュー大学 原子核工学部（Purdue University School of Nuclear Engineering）について

1960 年に設立された Purdue Nuclear Engineering は、原子力工学の研究、教育、およびサービスのリーダーです。本校の教授陣は、原子力工学と科学の包括的な分野における世界クラスの研究施設で、先駆的な研究を行っています。私たちは、インディアナ州で最初で唯一の原子炉であるパデュー大学原子炉 1 号機（PUR-1）の本拠地であり、研究と教育の両方の目的で利用されています。また、教育における国内外のピア機関とのグローバルネットワークを育成し、革新的な教授法で学生が学習能力を拡大できるように支援し、ダイナミックなエンゲージメント活動を促進します。パデュー大学の原子力工学の学生は、数多くの権威ある国内外の賞を受賞しており、卒業生/AE は、米国内だけでなく世界中の原子力産業、政府、国立研究所、公益事業、教育機関のリーダーとして積極的に活動しています。

■オークリッジ国立研究所（Oak Ridge National Laboratory（ORNL））について

オークリッジ国立研究所は、米国の物理科学の基礎研究の最大の支援者であるエネルギー省科学局のもと UT-Battelle によって管理されています。エネルギー省科学局は、現代の最も差し迫った課題のいくつかに対処するために取り組んでいます。詳細については、

<http://www.energy.gov/science> をご覧ください。

■東芝インターナショナル米国社について

東芝インターナショナル米国社は、東芝アメリカ社の傘下会社で、株式会社東芝の 100% 子会社です。ソリューション製品、モータ&ドライブ、自動車、パワーエレクトロニクス、送配電の 5 つの部門で構成されています。テキサス州ヒューストンに本社があり、金融、通信、医療、一般産業、石油・ガス、公益事業、データセンター、再生可能エネルギー、HVAC、水・廃水、鉱業など、幅広い業界にソリューションを提供しています。 <https://www.toshiba.com/tic/>

東芝インターナショナル米国社のニュースリリース（英語）は、以下をご覧ください。

<https://news.toshiba.com/press-releases/press-release-details/2025/Demonstration-of-Quantum-Secure-Communications-in-a-Reactor-Using-Quantum-Key-Distribution/default.aspx>

以 上