

# グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発

## Research and Development for Construction of a Global Quantum Cryptography Network

代表研究責任者 藤吉 靖浩 株式会社東芝

研究開発期間 令和2年度～令和6年度

### 【Abstract】

The recent acceleration in quantum computing research has raised concerns that data protected by modern cryptography could be completely decrypted. To ensure the secure exchange of highly confidential information on an intergovernmental scale in the quantum computing era, this project aims to establish fundamental technologies for realizing a network capable of quantum cryptographic communications on a global scale.

Through our integrated R&D efforts in the aspects of quantum communication link, trusted node, quantum relay, and wide-area quantum key distribution (QKD) network construction and operation, we have established key technologies to achieve this goal. These include a simulated large-scale QKD network with 100 nodes and 10,000 users and a high-speed QKD link of approximately 2.3 Mbps at a distance of 45 km in a laboratory environment. A part of the developed technologies have been demonstrated on installed fiber environments or on a testbed, Tokyo QKD Network. Furthermore, we have proposed the achieved technical specifications to the ITU-T, many of which have been accepted as its Recommendations.

## 1 研究開発体制

- 代表研究責任者 藤吉 靖浩 (株式会社東芝 研究開発センター)
- 研究分担者 谷澤 佳道 (株式会社東芝 研究開発センター)  
鯨岡 真美子 (株式会社東芝 研究開発センター)  
土井 一右 (株式会社東芝 研究開発センター)  
兪 鉦 (株式会社東芝 研究開発センター)  
河原 光貴 (日本電気株式会社 アドバンスネットワーク研究所)  
岡村 利彦 (日本電気株式会社 アドバンスネットワーク研究所)  
堀江 祥文 (日本電気株式会社 アドバンスネットワーク研究所)  
石井 直人 (日本電気株式会社 アドバンスネットワーク研究所)  
平野 琢也 (学習院大学 理学部)  
藤原 幹生 (国立研究開発法人情報通信研究機構  
量子 ICT 協創センター)  
佐々木 雅英 (国立研究開発法人情報通信研究機構  
オープンイノベーション推進本部)  
三木 茂人 (国立研究開発法人情報通信研究機構)

未来 ICT 研究所 神戸フロンティア研究センター)

富田 章久 (国立大学法人北海道大学 大学院情報科学研究院)

小芦 雅斗 (国立大学法人 東京大学 大学院工学系研究科)

岩本 敏 (国立大学法人 東京大学 生産技術研究所)

藁科 禎久 (浜松ホトニクス株式会社 固体事業部)

松井 充 (三菱電機株式会社 開発本部)

小坂 英男 (国立大学法人 横浜国立大学 大学院工学研究院)

加藤 宙光 (国立研究開発法人産業技術総合研究所

先進パワーエレクトロニクス研究センター)

寺地 徳之 (国立研究開発法人物質・材料研究機構

電子・光機能材料研究センター)

味村 裕 (古河電気工業株式会社

研究開発本部・サステナブルテクノロジー研究所)

○ **総合ビジネスプロデューサ**

佐藤 英昭 (株式会社東芝 研究開発センター)

○ **ビジネスプロデューサ**

佐藤 英昭 (株式会社東芝 研究開発センター)

上野 憲幸 (日本電気株式会社 アドバンスネットワーク研究所)

木俣 豊 (国立研究開発法人情報通信研究機構 経営企画部)

齋藤 尊正 (浜松ホトニクス株式会社 固体事業部)

座間 悟 (古河電気工業株式会社

研究開発本部・サステナブルテクノロジー研究所)

杉本 和夫 (三菱電機株式会社 情報技術総合研究所)

湯本 潤司 (国立大学法人東京大学

大学院理学系研究科 フォトンサイエンス研究機構)

岩本 敏 (国立大学法人東京大学 生産技術研究所)

山本 亮一 (国立大学法人横浜国立大学

研究推進機構 産学官連携推進部門)

阿部 弘 (国立大学法人北海道大学 URA ステーション)

稲畑 達雄 (グレートワークス株式会社/

一般社団法人ビジネスプロデューサー協会)

加藤 宙光 (国立研究開発法人産業技術総合研究所

先進パワーエレクトロニクス研究センター)

寺地 徳之 (国立研究開発法人物質・材料研究機構

電子・光機能材料研究センター)

○ **研究開発期間** 令和2年度～令和6年度

○ **研究開発予算** 総額 7,988 百万円

(内訳)

令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
-------	-------	-------	-------	-------

1,408	1,448	1,246	1,943 (令和4年度 補正予算)	1,943 (令和5年度 補正予算)
-------	-------	-------	--------------------------	--------------------------

## 2 研究開発課題の目的および意義

近年の量子コンピュータ研究の加速により、現代暗号で守られていたデータが全て解読されてしまう事態が懸念されている。従って、量子コンピュータ時代においても、国家間や国内重要機関間で機密情報を安全にやりとり可能とするため、広域的な量子暗号通信ネットワーク技術を確立し、極めて堅牢性の高いサイバー空間を実現する必要がある。高い可用性（盗聴攻撃や災害等への高い耐性）のもとで広域的な量子暗号通信を実現するためには、先行研究開発により確立されてきた量子暗号通信の基盤技術に留まらず、さらなる通信の長距離化、大規模ネットワークを構築するための管理制御技術等が求められる。

本研究開発では、前述の国家間や国内重要機関間、また医療・金融分野等での機密情報のやりとりをユースケースとし、実用性の高い量子暗号通信を実現するための要素技術として（1）量子通信・暗号リンク技術、（2）トラステッドノード技術、（3）量子中継技術、及び（4）広域ネットワーク構築・運用技術を確立することによって、グローバルな量子暗号通信ネットワークの実現に寄与する。また、開発成果の国際標準化や市場展開を推進し、我が国の量子暗号通信技術の国際的な競争力を強化する。

## 3 研究開発成果（アウトプット）

本研究開発では、グローバル規模の量子暗号通信ネットワークの構築を目指した研究開発を実施した。ネットワーク規模の観点では、ノード数 100、収容ユーザ数 10000、の環境を模擬的に構築して量子鍵配送ネットワークの鍵リレー基本機能の評価を実施した。量子鍵配送速度の観点では、45km の実験室環境において約 2.3Mbps の鍵配信を実現した。また、テストベッド環境を用いてネットワーク機能の実証を行ったほか、長距離化実証についても敷設ファイバーを用いた環境で実証を行った。さらに、一部衛星系ネットワークとの接続を想定した鍵リレーの実証を実施しその機能を確認した。

このように研究開発目標（アウトプット目標）として掲げた目標についてはすべて達成するとともに、（1）量子通信・暗号リンク技術、（2）トラステッドノード技術、（3）量子中継技術、（4）広域ネットワーク構築・運用技術、として掲げた課題に対して、産業界および学術界から多様な機関が参画し密接に連携しながら取り組み、基本素子、装置研究開発、理論、ネットワークシステム開発、テストベッド実証に渡る広範な研究開発を推進した。研究開発成果の多くは国際会議等で発表を行うとともに、数多くの関連国際標準化勧告も成立させた。これら広範な研究開発成果は、グローバル規模の量子暗号通信ネットワークの実現に大きく寄与する。

研究開発マネジメントの観点では、外部発注等も利用しながら、将来サービス提供する事業者候補、装置の評価・認証事業を担う機関候補を巻き込んで体制を構築、また多くのサブ課題においてリーダ機関が定例会等を実施し、強力なリーダーシップのもとで研究開発を推進した。さらに本研究開発とは別の補正予算事業により拡充されたテストベッド環境を活用して、本研究開発の成果をタイムリーにテストベッドに展開し、潜在ユーザ候補となる政府機関や民間企業との共同実証を前倒しで進めた。加えて、本研究開発の成果は、先行して国際標準化活動にも展開した。テストベッドでの実証結果や標準化の議論等を通じて得られた知見を研究開発にフィードバックするなどして費用対効果を高めた取り組みを行った（図 3-0-1）。



能、距離性能、運用性能)を高め、量子鍵配送技術の適用ユースケースを拡張し、グローバル規模での量子鍵配送網実現へと大きく貢献するものである。

以下、個別の取り組みについて説明する。

課題 I ア a)では高速 BB84 に関する研究開発に取り組んだ。3 式の BB84 型 QKD 装置を光波長多重化し、且つその制御機能を統合することにより、高速 QKD システムを実現した。3 式多重化高速 QKD システムに鍵管理サーバ、アプリケーション PC を連結させ、3 式の QKD 装置で生成した鍵を 1 式の鍵管理サーバで集約し、その QKD 鍵を用いた暗号アプリケーションの動作検証を実施した。実験室内の 45km ファイバー環境において、3 式多重化による鍵生成高速化の効果をアプリケーション動作を含めて検証した。結果、1 式で動作させた場合の速度は約 0.9Mbps のところ、3 式を多重化することで約 2.3Mbps の鍵配信速度を実現し、到達目標を上回る高速化を達成した。さらに、柔軟な波長多重化を実現するための波長可変 QKD システム開発にも取り組み、QKD 装置の古典・量子信号の波長を 1550nm 付近の ITU-T グリッド波長に対応して可変にできるよう構成するとともに、古典・量子信号を多重化した際の影響を推定するためのラマン散乱シミュレーションを開発した。これら成果は、国際会議にて発表済である [Optical Fiber Communication Conference (OFC) 2024]。

課題 I ア b)では、耐環境 BB84 に関する研究開発に取り組んだ。デコイ BB84 方式 QKD 装置の耐環境性能として従来装置 (1.25GHz 動作)で補償されるファイバー偏波変動に対する偏波無依存特性に関し、2.5GHz 動作でも確保しつつ鍵生成を実証した。開発した装置におけるキーコンポーネントとして、(1)本来相反する特性の隣接光パルスの相関性の遮断とパルス強度の安定性を両立させた短パルス光源、(2)偏波無依存特性をもつ平面導波回路型干渉計、(3)小型化と安定化を実現した高感度な単一光子検出器、を組み込み、ファイバー中の偏波状態やその変動を網羅的に模擬した環境にて、2.5GHz 動作で鍵生成 200kbps を達成した。

課題 I ア c)ではデジタルコヒーレント CV-QKD に関する研究開発に取り組んだ。光学部、制御部、信号処理部、鍵蒸留部の設計、開発を進めて原理実証が可能なオフライン系を構築し、古典光との共存環境での鍵生成の検証を実施した。量子光を DWDM で古典光と多重化する評価環境を構築して、共存環境において 20km で 200kbps の最終鍵レートが達成可能であることを実証した。成果は国際会議で発表済である。また、光学部筐体、制御部筐体と信号処理・鍵蒸留のサーバを統合して量子光の送信から最終鍵生成までを自動で実行する試作機を開発し、動作検証に成功した。

課題 I ア d)では、QKD の長距離化技術である Twin-field QKD (TF-QKD) のコンパクト化についての研究開発に取り組んだ。可搬性のある実用的な TF-QKD システムの開発として、極低温動作が不要な APD を光子検出器として用いた TF-QKD システムを世界で初めて開発した。このシステムをドイツの国家規模の通信インフラでフィールド実証し、実環境において稼働させることに成功した。本成果をまとめた論文は Nature に採録決定済である。また、このフィールド実証の成果を活用し、カスタムハードウェアやソフトウェアを備えたより小型で実用的な TF-QKD プロトタイプを開発した。さらなる小型化を実現するチップベースシステムの開発として、TF-QKD 向けの光学チップを開発し、世界で初めてチップベース TF-QKD システムの実証を実施した。この実証では、Ultra-low-loss fiber で 500km に相当する 80dB のチャネル損失において、暗号鍵生成が行えることを確認し到達目標通りの成果を達成した。

課題 I ア e1)では、BB84 プロトコルを用いる QKD 装置の実装安全性を実験的に評価する方法の開発を行った。同時に装置の安全性を高めることによって結果として最終鍵生成レートを向上する手法の提案と実証を行った。送信機に関して、利得スイッチ半導体パルスレーザの光子数分布評価法を実験的に検証した。提案されている 3 つの方法を実装し、いずれの方法でも送信光の光子数分布がポワソン分布と

見なしても矛盾がないことを確認した。また、ドライブ電圧の変化に強い状態生成・強度制御スキームを提案・開発した。この方法を市販のコヒーレント光通信用 DP-QPSK 変調器を用いて実装し、位相と強度の変調を 1 台のデバイスで実行できることを示した。さらに、今年度は 2 光子干渉の明瞭度により光パルスの同一性を評価する新しい方法を提案、実証した。これにより、全ての自由度に関する同一性を評価することが可能となった。

受信機では Time Shift Attack と Bright Illumination Attack の解析と対策提案を行い、今年度は特に Bright Illumination Attack について、受動基底選択型の受信機に対する解析と通信波長以外の攻撃可能性の実機検証を行った。また、QKD 装置の高速化の検討を行い、ボトルネックとなる光子検出器について、Passive quench APD 光子検出器のジッタ測定と高クロック化の可能性を実験的に検証した。

これらの研究成果は、実装安全性の向上と国際的な標準化の推進に大きく寄与するものである。

課題 I ア e2) では、量子鍵配送のセキュリティに関する理論的アプローチとして、位相誤りに基づく手法の拡充を行い、CV-QKD の適用範囲の拡大や、高速変調に伴う諸問題の解決に取り組んだ。その中でも、重要な成果として、まず、デュアルホモダイン測定のみで構成される 2 値 CV-QKD の有限長セキュリティ理論の構築に成功した。これにより、送受信機の光源の位相関係を事後に補償する CV-QKD のセキュリティ保証が初めて与えられた。また、雑音の影響を適切に評価することで CV-QKD の性能向上をもたらす trusted noise の理論を汎用化し、ガウス雑音について、事実上すべての CV-QKD 方式に適用可能とすることに成功した。

#### イ) 光子検出技術

##### a) 低雑音光子検出技術

量子暗号通信の長距離化を可能とするため、半導体素子検出器の高性能化等により、従来の 1/4 以下のタイムウィンドウ (100ps 程度) で光子検出可能な技術について、実用に適した検出技術の研究開発を行う。

##### b) 広帯域ホモダイン検出技術

量子雑音限界に近い信号/雑音特性での広帯域光ホモダイン検出 (帯域 2 GHz 以上、ショット雑音/回路雑音比 9 dB 以上) が可能な技術の研究開発を実施する。

課題 I イでは、量子暗号通信の高度化に必須な光子検出技術への取り組みとして、a) BB84 等の現在広く用いられている高性能な量子暗号プロトコルに用いられる APD 光子検出器の開発と性能向上、光子検出器の評価技術と駆動回路の高性能化、ならびに b) 安価に量子暗号通信を実現できる連続量量子暗号 (CV-QKD) プロトコルで用いられる広帯域ホモダイン検出技術についての研究開発をそれぞれ実施した。

APD 光子検出器については、量子暗号通信の長距離化及び高速化に向けた通信波長帯に感度を持つ単一光子検出器の開発を行なった。デバイス特性を左右する半導体エピタキシャル成長を社内で行ない、結晶品質の良いエピタキシャルウェハを作製できた。作製した InGaAs-SPAD の 1.25GHz の正弦波ゲート動作において、当初目標としていた光子検出効率 (PDE) 10% に対して、それを 2 倍上回る 20% を達成した。ダークカウントレート (DCR) 低減にも成功し、目標としていた海外のコンペチタと同等性能に到達した。世界的にもトップクラスの実現したといえる。冷却機構を組み込んだピグテイルモジュールも開発し、冷却温度 -50°C の目標を上回る -60°C の冷却を達成し、PDE は本プロジェクトの目標値 10% を達成した。今後の高性能化を見越した更なる高速化手法の検討として、新材料におけるプロセス面での問題点の抽出と改良を行ない、デバイスを作製した。デバイス構造の最適化を行ない接合容量の低減

も確認しており、さらなる特性改善が期待されるまた、光子検出器評価では基本的な評価項目である、量子効率、ダークカウント、アフターパルスについて測定方法を決定し、素子の最適な動作条件と性能を求める評価系を確立した。さらに、チップキャリア上の素子を $-80\sim-20^{\circ}\text{C}$ で評価するシステム構築を行い、モジュール組み立て前の素子評価により TAT の短縮が可能になる。駆動回路の高性能化については、APD のバイアス印加時における S パラメータ測定を行い、APD 等価回路の回路定数を見積もった。ダークカウントやアフターパルスが低減でき、信号対雑音比を向上できることが見込まれる光子検出器用トランスインピーダンスアンプを設計し、従来の 1/4 以下のタイムウィンドウ (100ps 程度) で感度が向上した、所望の特性に近いシミュレーション結果が得られた。以上の成果により、当初の目標を達成し、国産 APD 光子検出器の実現のめどを立てることができた。これは、現在他国に依存している基幹部品の国内生産を可能にし、サプライチェーンの確立に大きく貢献するものである。

b) の到達目標は、量子雑音限界に近い信号/雑音特性での広帯域光ホモダイナミック検出 (帯域 2GHz 以上、ショット雑音/回路雑音比 9dB 以上) が可能な技術の研究開発を行うことであったが、この到達目標を超え、帯域 8GHz でショット雑音/回路雑音 10dB という性能を有するホモダイナミック検出器を実現することができた。この性能は世界で最も優れた数値である。到達目標の帯域 2GHz に対して帯域 8GHz を実現したことは、CV-QKD を 4 倍高速化できることを意味しており、ショット雑音/回路雑音が大きいことは低雑音化により鍵生成率の向上が可能になることを意味する。このように本研究開発によって世界最高性能の CV-QKD を実現することが可能になり、低価格の QKD 装置における国際的な競争力をきわめて高めることができる。

### 3. 2 課題 II トラストドノード技術

#### ア) 鍵管理サーバ技術の高信頼化

鍵管理サーバへの具体的な攻撃としては、例えばサイドチャネル攻撃、フォールトベース攻撃、侵入型・非侵入型攻撃等が考えられる。また、災害等による局舎の機能不全化も想定される。これらを含めた想定される攻撃手法の分析を行った上で、攻撃の防止、検知、データ消去等の攻撃への反応、攻撃の痕跡を残す仕組み等、適切な対策を具備した高信頼鍵管理サーバ技術を確立し、ハードウェアモジュールを作製する。

課題 II アでは、高信頼且つセキュアなトラストドノードを実現するため、QKD システムの構成要素のモデル化及び想定攻撃手法からセキュリティ要件を導出し、それらセキュリティ対策の実装技術について模擬攻撃試験を含む実証を完了した。さらに、特に暗号鍵の保管・管理を担う鍵管理サーバについては、HSM(Hardware Security Module)を利用した高信頼な鍵管理ストレージシステム技術を実現し、同様に実証を行った。なお、本研究の成果であるトラストドノード技術について、セキュリティの基点を担う局舎及び鍵管理サーバの高信頼化を達成し、今後さらに多地点に展開することが想定される量子鍵配送網について高いセキュリティ水準を維持することに寄与する。

以下、個別の取り組みについて説明する。

課題 II ア a ではトラストドノードの構成要素・リソースからセキュリティ対策の要件定義を行い、高信頼鍵管理サーバの評価環境に対して、サイバーセキュリティ対策に加えて物理セキュリティ対策の機能実装を完了した。また、ラテラルムーブメント(水平展開)対策としてゼロトラストを目指し、構成機能・API 単位、及び運用保守体制を加味した QKD システムにおけるマイクロセグメンテーションによる厳格なセキュリティ管理を可能としている。さらに、それらセキュリティ対策機能を具備した評価環境を

構築し総合評価を行うことで、実装技術の有効性検証を完了し到達目標を達成した。

課題 II ア b では、鍵管理システムのセキュリティ強化を達成するため、HSM を利用した量子暗号通信用鍵管理システムを開発した。この開発では、鍵共有処理等を初めとする通常運用系の開発と、鍵管理システムを監視し、システムへの鍵窃取攻撃等の不正攻撃を検知する、総合監視系の開発を実施した。通常運用系の開発では、情報セキュリティを強化しつつ、約 10Mbps の高速度で鍵共有するシステムを開発し、総合実証を実施した。総合監視系の開発では、システムの監視を行いつつ、HSM への不正アクセス、鍵窃取攻撃等の不正攻撃を検知し、攻撃や異常を検知した場合、システム内の鍵の消去等の対策を実施する、総合監視システムを開発し、システムへの鍵窃取攻撃を検知する等の総合実証を実施した。以上の開発より、情報セキュリティを強化した、量子暗号通信用鍵管理システムを確立した。

#### イ) 高度分散化技術

サービス停止攻撃やネットワーク障害への可用性を高めるため、従来の単一経路リレー方式に対して、3 倍程度の経路・ノード冗長性を有する分散型リレー中継方式を開発し、情報処理機能としては 3 パーティ以上の秘匿計算を 1 Mbps 以上の速度で実行する技術を開発する。さらに、ネットワーク符号化技術等を導入した高スケーラビリティ・高効率化に関しては、基礎理論の構築とシミュレーション等による実証を行い、基本設計を確立する。

課題 II イ では、秘密分散やネットワーク符号化技術を QKD ネットワークへ導入し、高い攻撃耐性・障害耐性を有する高度分散化技術を開発するとともに、最大ネットワーク容量を達成する秘匿マルチキャスト技術も開発し、世界に先駆けてグローバルスケールでの有効性を実証した。以下、主要成果について説明する。

QKD ネットワーク (QKDN) 上に秘密分散とパスワード分散認証に基づく情報理論的に安全なデータ中継システムを実装し、4 倍の経路冗長性と 4 パーティの秘匿計算機能を 10Mbps 以上の速度で実行する技術を開発した (図 3-2-1) [IEEE Access, 12, 141167 (2024), IEEE Trans. Quantum Engineering 3, 4100111 (2021)]。

ネットワーク符号化に基づく分散化伝送の際に、公開通信路を使うことで、機密性、完全性が厳密に向上することの証明[IEEE Trans. Quantum Engineering 4, 4100517 (2023)]や、DPS-QKD 方式の厳密な鍵生成速度スケールリングの導出[Phys. Rev. Research 6, 043300 (2024)]など、高機能化に向けた理論を構築した。

また、サービスレイヤにおける鍵消費量の削減や障害耐性の向上を実現するために、『パケット属性に応じた送信要求最適化』と『ランダム線形ネットワーク符号化 (RLNC)』を組み合わせた秘匿コンテンツ配信技術を開発した。既存の IP マルチキャスト方式では、暗号鍵を過剰に消費してしまい、障害耐性も弱いという問題があったが、2 つのパケット要求方式『メッシュ型接続でのマルチパス要求方式』および『情報指向型リクエストチェーン方式』を開発し、関東圏 50 ノード級ネットワークモデルにおいて、既存方式への優位性を実証した。『メッシュ型接続でのマルチパス要求方式』では、リンク障害時に生じるダウンロード遅延を既存方式より 51%まで抑制できる。『情報指向型リクエストチェーン方式』では、本方式により、既存方式に対して 53%という大幅な鍵消費量削減に成功した (図 3-2-2)。

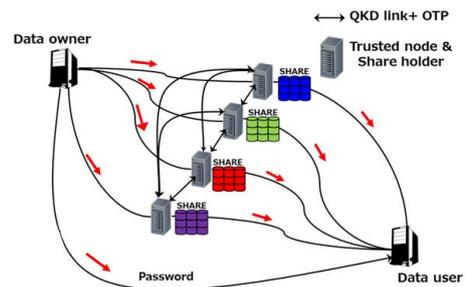


図 3-2-1 [3,4] 閾値秘密分散とパスワード分散認証に基づくデータ中継 (概念図)

以上により、到達目標を十分に達成した。

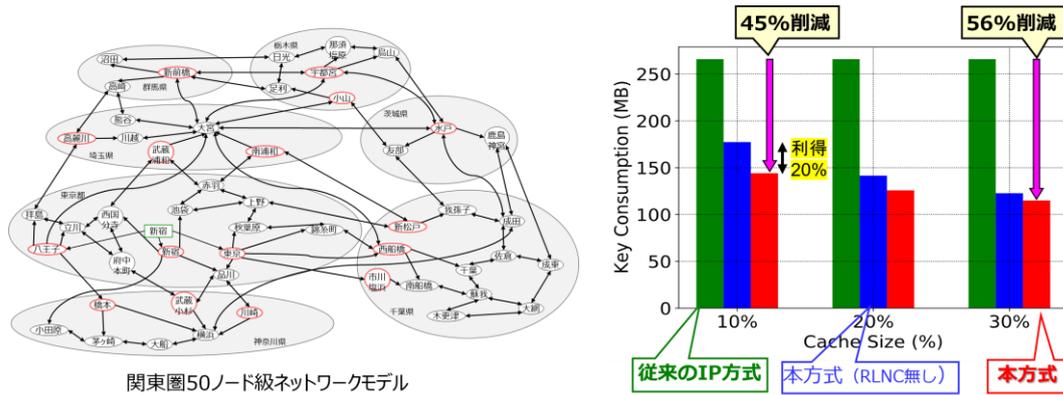


図 3-2-2 情報指向型リクエストチェーン方式による鍵消費量の削減効果。

さらに、将来の QKDN の大規模化に向けて、グローバルスケールで 1 対多のマルチキャストを安全かつ高信頼に行うためのセキュアマルチキャスト技術を開発した。具体的には、

- ① 送信ノードにおける秘匿化と誤り制御のための『最大ランク距離(MRD)符号化』
- ② 中間ノードにおける『ランダム線形ネットワーク符号化』
- ③ ネットワーク全体における『制約付きノードジョイント経路制御』

を組み合わせ QKDN の鍵管理レイヤやサービスレイヤにソフトウェア実装することで、一部のノードが危殆化しても情報理論的機密性を保持し、伝送過程で改竄や誤りがあっても効果的に訂正し、かつ最大ネットワーク容量を達成できる新方式を提案した[特願 2022-010959、特願 2022-023960、特願 2023-002540、特願 2023-048931、特願 2023-104656、特願 2025-056550]。

本方式、いわゆる Path-controlled universal-strongly-ramp secure network coding (PUSNEC) の理論体系を構築するとともに、ネットワークシミュレータ上に実装し、地上ファイバー網での 1 対 6 マルチキャスト (図 3-2-3a) や、衛星コンステレーションと地上局からなる全球規模での 1 対 13 マルチキャスト (図 3-2-3b) 等の大規模な数値実験を実施した。どちらの場合も、送信ノードで [5, 3]MRD 符号化により送信メッセージを 5 つのパケットに秘匿分散化し、これらを 5 本の分散経路を介して各受信者へ伝送する。1 回 1 回のマルチキャストごとに、ノード危殆化やパケット消失、改竄事象を確率的に発生させ、ネットワーク全体の漏洩情報量と受信ノードでのフレーム誤り率を評価した。

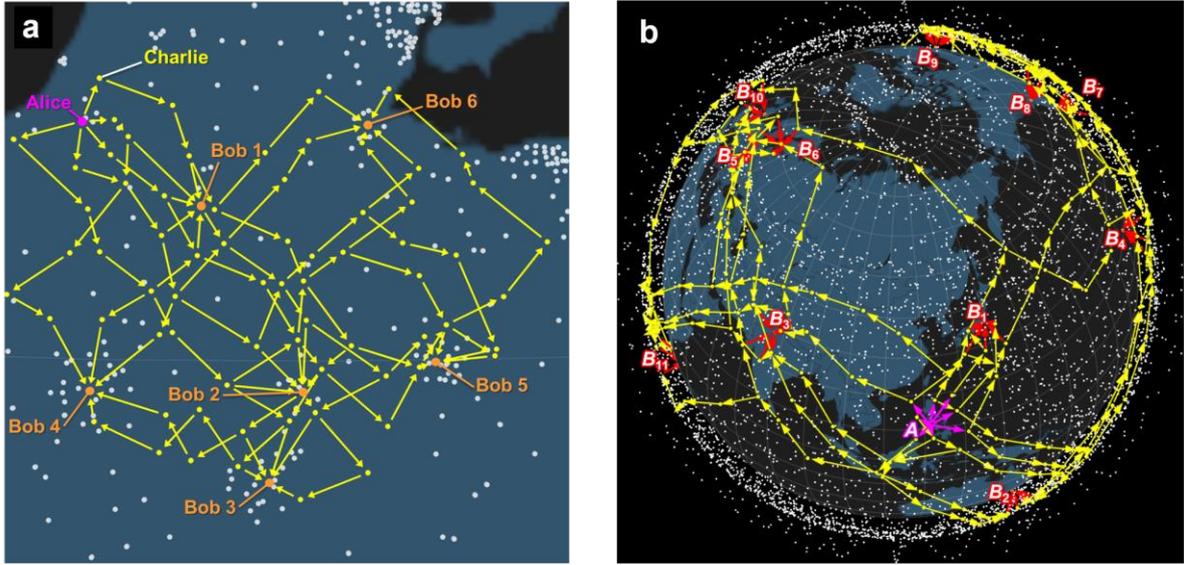


図 3-2-3 地上ファイバー網(a)および衛星コンステレーション(b)での1対6マルチキャスト

衛星コンステレーションでの1対13マルチキャストの数値実験結果を図3-2-4に示す。左図aは、漏洩情報量およびフレーム誤り率のメッセージレート依存性で、機密性と信頼性がトレードオフの関係にあることを定量化したものである。4本の漏洩情報量の曲線は、本方式 PUSNEC の強ランブ機密性をさらに精緻に定量化したもので、MRD 符号の仕様を調整することで伝送効率と強ランブ機密性のバランスをユーザーズに応じて調整できることを示している。右図bは、各受信ノードにおけるフレーム誤り率のリンク消失率依存性を、本方式 (MRD 符号) と従来技術 (Reed-Solomon 符号) について比較したものである。従来技術では、フレーム誤り率にエラーフロアが現れているが、この原因はランダム線形ネットワーク符号化を行う有限体のサイズ効果 (符号化係数が体サイズの逆数の確率でゼロになる) であり、Hamming 距離に基づく従来の符号では対処不可能である。一方、ランク距離に基づく MRD 符号では、この消失事象を訂正可能であり、信頼性を大幅に向上できる (論文投稿中)。

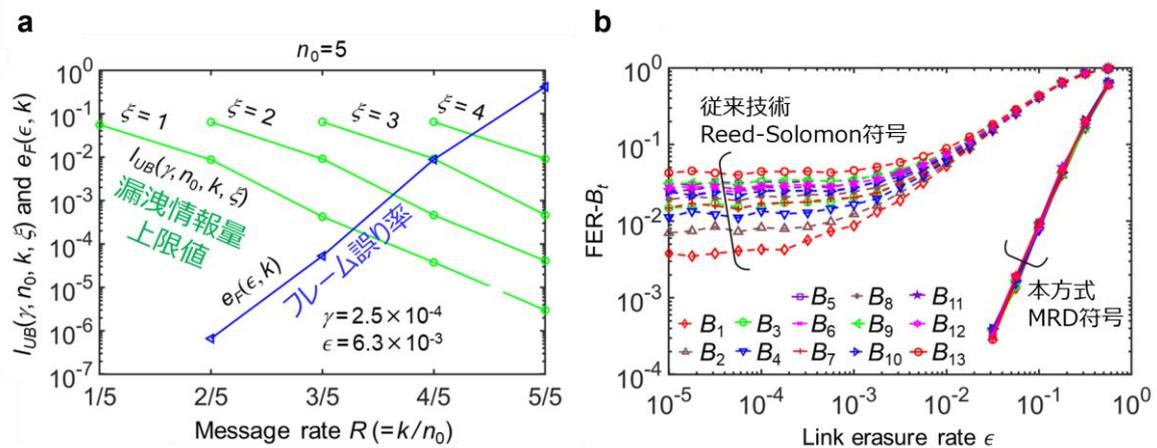


図 3-2-4 a 漏洩情報量およびフレーム誤り率のメッセージレート依存性。b 各受信ノードにおけるフレーム誤り率のリンク消失率依存性。

このように情報理論的安全性を有し、かつ最大ネットワーク容量を達成する秘匿マルチキャストのアーキテクチャを確立し、その高いスケール性と効率性を世界に先駆けて実証した。他国を圧倒的にリードする技術であり、目標を大幅に上回って達成した。

### 3. 3 課題 III 量子中継技術

#### ア) 量子メモリの光リンク技術

独立して動作する2個以上の量子メモリ間を 10km 以上の光ファイバーで接続し、量子ビットの中継（転送）操作を 1秒に 10 回以上の頻度で生成するための技術を確立する。

課題 III アでは量子メモリの光リンク技術に取り組み、極めて挑戦的な課題であるにも関わらず全項目で提案時の目標ならびに年次目標を達成した。当初目標とした、独立して動作する2個以上の量子メモリ間を 10km 以上の光ファイバーで接続し、量子ビットの中継（転送）操作を 1秒に 10 回以上の頻度で生成するための技術を確立したことに留まらず、その性能を 3 桁向上することが可能な量子メモリ内蔵ダイヤモンドフォトリック結晶共振器の作製に世界で初めて成功するなど、当初の到達目標を超えた先進的な成果を上げた。これらは、量子暗号通信の絶対安全性を確保した上での長距離化に不可欠な量子中継器の開発に向けた要素デバイスの開発という意義、従来の構造を 3 桁向上する効果を有する。

以下、個別の取り組みについて説明する。

ア)ーa) 量子メモリ量子中継技術の研究開発では、ダイヤモンド NV 中心を量子メモリに用いて、量子メモリの高速かつ高忠実な量子操作技術を確立し、量子メモリと光子との量子メディア変換、量子メモリ内での量子もつれ生成、量子メモリ間での量子もつれ測定などの量子メモリ量子中継に不可欠な要素技術の高速化や高忠実度化を行った。これらの技術と課題 IIIーアーb) で開発したダイヤモンドデバイスを組み合わせることで量子メモリの発光・受光効率を向上し、二台の独立した冷凍機に構築した量子メモリシステム間で、発光・吸収による量子メモリの光接続に成功した。さらに、課題 IIIーイーb) で開発した量子波長変換モジュールを導入して、量子メモリにアクティブな可視光光子を通信波長光子に変換することで、10 km ファイバーを伝送した光子と量子メモリの量子メディア変換に成功した。これらの技術を統合して、量子中継の基本動作となる中継ノードを介した量子状態の転送を、0.4 Hz の転送レートで実証した。また、課題 IIIーア)ーd) で開発したダイヤモンド微小共振器が、量子メモリの発光・受光効率を 25 倍以上に向上させる能力をもつことを示し、中継操作を 1秒に 10 回以上の頻度で生成するための技術を確立した。

ア)ーb) ダイヤモンド微細加工の研究開発では、量子メモリ性能向上に加えて量子メモリの発光効率や受光効率といった光リンク効率向上のための要素技術開発に取り組み、ダイヤモンド NV 中心フェルミ制御技術により電荷状態を安定化させ、励起スペクトル周波数分散を抑制する成膜プロセス技術を確立した。また、効率向上のためフォーカスイオンビームを用いた SIL (Solid Immersion Lenz) 構造やマイクロ波アンテナ回路などの微細加工プロセス技術を確立し、NV 中心に対する構造体・回路の合わせこみ精度 0.5 mm 以内を達成した。また、スループット向上および加工ダメージの抑制を目的に、リフロープロセスによる新たな SIL 構造作製法を開発した。

ア)ーc) ダイヤモンド高機能化の研究開発では、NV 中心および SiV 中心の単一光子源形成において、ブリンキングをなくし、波長の揺らぎを小さくすることを目指し、発光中心の形成手法を検討した。成長装置の改良と成長条件の見直しを行い、ダイヤモンド結晶の高純度化 ((001)、(111) の両方位にて窒素濃度は 10ppb 以下) を達成した。得られた NV 中心は、ブリンキングがなく良好な発光特性を示し、周波数のばらつきは 100 MHz 以下であった。また、ダイヤモンド(001)薄膜を厚膜成長することで、SiV 中心の発光波長のばらつき（周波数のばらつき）の抑制、ブリンキングの抑制に成功した。

ア)ーd) ダイヤモンド微小共振器の研究開発では、ダイヤモンド色中心の発光効率を高めることを可能にする微小光共振器技術の開発を目標に研究を進め、ダイヤモンドナノ加工技術に成功するとともに、同技術を用いてダイヤモンド-エアブリッジ型フォトニック結晶ナノビーム共振器の実現に成功した。絶縁性の高いダイヤモンド基板への安定した電子線描画技術、ダイヤモンドエッチングのマスク材料選択とそのエッチング条件、エアブリッジ化するための準等方エッチングの条件など、多くの技術的課題を克服し、最終的にはダイヤモンド微小共振器を安定的に作製することが可能となった。作製した構造について、室温顕微発光分光による評価を行ったところ、波長 650 nm 付近に共振器モードに起因する明瞭なピークが観測され、その Q 値は約 2,000 であった。さらに、横浜国立大学のグループと連携し、共振器による NV 中心発光の増強も確認した。共振器波長が NV 中心の発光波長と一致したところで、NV センターの発光が 10 倍近く増強された。

#### イ) 量子中継基盤技術

量子メモリ以外に重要となる量子波長変換、波長多重化、量子メモリと光のインターフェース等に関する基盤技術を確立する。また、全光量子中継方式や波長多重量子中継方式など、新しい量子中継の方式に関する研究開発を実施し、その基本動作を実証する。

課題 III イでは量子メモリ以外の方式として全光量子中継方式や波長多重量子中継方式という極めて挑戦的な課題に取り組み、全項目で提案時の目標ならびに年次目標を達成した。当初目標とした基本動作の実証に留まらず、通信波長帯でのマルチ量子もつれ状態の生成に世界で初めて成功、独自開発の超コンパクトかつ超安価なファイバーベースの波長多重量子もつれ光源を用いて 10 ノードの同時量子中継接続に世界で初めて成功するなど、当初の到達目標を超えた先進的な成果を上げた。全光量子中継方式や波長多重量子中継方式の実現は、量子暗号通信の絶対安全性を確保した上で量子中継器の並列化・多重化・高速化を可能とする意義、従来の方式を桁違いに向上する効果を有する。

以下、個別の取り組みについて説明する。

イ)ーa) 全光量子中継に関する研究開発では、高効率・広帯域を実現するフォトニック構造を探索し半導体量子光源へ実装することで光取り出し効率 30%、通信波長帯量子ドットのコヒーレントパルス励起を用いて量子ドットから連続して放出される二光子の干渉度 84%を達成した。また、通信波長帯量子ドット中に閉じ込められた電子スピン状態の制御実験を行い忠実度 95 以上%のスピン初期化、忠実度 81%のスピン回転操作、忠実度 80.07%のスピン-光子間のもつれ生成（通信波長帯において世界初）を達成した。さらに、スピン-光子もつれと繰り返し遷移を組み合わせて連続して放出される 2 光子を検出し、多光子もつれに十分な放出光子間のコヒーレンスを確認した。最終年度には、マルチ量子ビットもつれ生成の新スキームを開発し、古典閾値 50%を超える忠実度  $52.2 \pm 11.2\%$  で 3 量子ビットもつれ状態生成（通信波長帯で世界初）を確認した。以上より、最終目標である全光量子中継の基本原理である 2 量子もつれに対する 3 量子もつれの優位性を実証した。

イ)ーb) 波長多重量子中継の研究開発では、光通信波長帯の光ファイバー型波長多重量子もつれ光源を利用して多数ノード間を相互接続する波長多重量子中継技術の開発を行った。光通信帯の 10 組の波長多重の波長多重量子もつれ光源を開発し、その光源を用いてノード 10 箇所各ノード間で 1 秒に 100 回以上の頻度で計 45 リンク同時の相互量子中継接続を実証した。また、開発した波長多重量子光をサブ課題アで開発する量子メモリが動作する別の波長へ相互変換する量子波長変換モジュール技術を開発し、開発した波長多重量子光をサブ課題アで開発する量子中継システムへ組み込み、システムとして 10 秒に 1 回以上の頻度での中継接続操作を確認した。

イ)ーc) 量子メモリ光インターフェースの研究開発では、ダイヤモンド量子メモリ光インターフェースの単一モード光ファイバーへの高効率の光結合を可能とする光ファイバー実装モジュールを開発し、既存の量子メモリ制御システムの光学系を約 1/400 の体積である 180 cm<sup>3</sup> に小型化することに成功した。本モジュールと課題 III-ア)ーb) で開発したダイヤモンドデバイスを用いて、量子メモリ量子中継に必要な低温(5K)において、量子メモリとなる単一 NV 中心の発光を効率 10% で光ファイバーに結合することに成功した。さらに、課題 III-ア)ーb) と連携して試作したダイヤモンド表面上のマイクロ放物面鏡構造で 70% の反射率を実現し、さらなる結合効率向上の糸口を見出した。

イ)ーd) 超伝導単一光子検出器(SNSPD)技術に関する研究開発においては、誘電体多層膜の光学設計に基づいて誘電体多層膜付 SNSPD 素子を作製し、NV 中心の発光波長(720-820 nm)に対して70%以上の検出効率を得られる SNSPD を開発した。また、NV 中心と SNSPD を集積化する際に NV 中心への励起光への影響を抑制するため、励起光による影響を時間的に排除するゲートモードの SNSPD を開発した。検出感度と高速応答が両立する素子設計を行い、100%近い内部検出効率を達成しつつ目標とした10nsよりも遥かに早い2.5nsの応答速度を達成した。さらに、SNSPDチップ上に薄膜化(10μm)したダイヤモンドを実装し、SNSPDとNV中心との集積化を可能とする実装技術を開発した。

### 3. 4 課題 IV 広域ネットワーク構築・運用技術

#### ア) ネットワーク制御管理技術

ノード数が2桁以上で、万単位のユーザ端末の収容及び鍵供給を可能とする量子暗号通信ネットワークを構築するための要素技術を開発する。異なる QKD 方式の暗号装置及び異なるベンダ装置の相互接続を実現する。また、動的な経路設定や、鍵配送速度の動的設定、量子鍵配送用リソース割り当て等、ネットワーク内で3種類以上の方式の量子暗号装置の連携動作を可能とし、かつ複数方式のネットワークにまたがる安全な広域鍵管理の技術等を確立する。また、QKD ネットワークを効率的に運用するための新たな制御管理技術等を確立する。

課題 IV アでは、複数の自律 QKDN を相互接続し、広域・多地点の量子暗号通信網を構築して、最適な鍵供給サービスを提供するためのネットワーク制御・管理技術について、

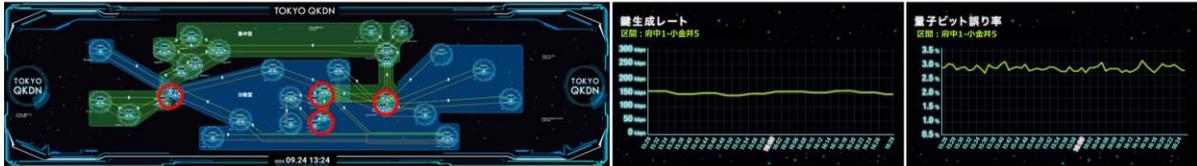
- a) 高度ネットワーク制御管理技術
- b) 多地点化に向けたスマート経路制御の実装技術
- c) 広域分散型ネットワーク制御技術

の3つの柱で課題を分担し、密接に連携しながら研究開発を推進した。

まず、課題 a)において、各リンクの鍵生成性能等を随時モニタし、正確なネットワークの状態管理に基づくセッション制御や経路制御を行うことで、暗号鍵の安全な運用管理を実現するための高度ネットワーク制御管理技術を開発した。開発した技術を、NICTが2010年から運用するテストベッド Tokyo QKD Network に逐次実装し、動作検証や信頼性試験を行うとともに、政府機関や民間企業などの潜在ユーザへのデモや試験サービス(ユーザ参加型トライアル)を多数実施した。図 3-4-1 に拡充された Tokyo QKD Network の概要を、図 3-4-2 にユーザ参加型トライアルの一例(マルチパーティ完全秘匿ウェブ会議)を示す。



Tokyo QKD Networkの心臓部となるNICT量子セキュリティ・協創棟、及びのオペレーションルーム



ネットワークの状態管理や様々な制御を行うための監視画面。○は集中管理型QKDと分散管理型QKDの接続部

図 3-4-1 拡充された Tokyo QKD Network のオペレーションルームとネットワーク監視画面。

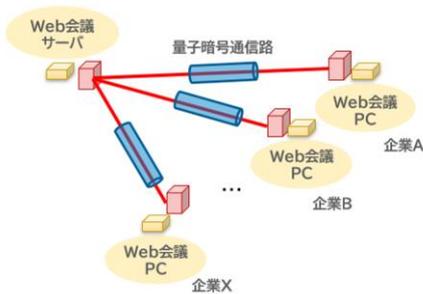


図 3-4-2 金融機関などの複数企業間でのマルチパーティ完全秘匿ウェブ会議のデモの様子。

ユーザ参加型トライアルを通じて得られたユーザの要望は、適宜、研究開発に反映した。例えば、政府機関から、「鍵残量を正確に把握し、暗号鍵を有効利用するための運用技術が重要」といった指摘を受け、課題 b)において、鍵蓄積量とアプリケーションによる鍵消費量の監視、およびユーザ自身がその情報の基づき暗号化モード（One-time pad モード、共通鍵暗号ハイブリッドモードなど）を適切に判断し選択できるユーザインタフェースを開発した（図 3-4-3）。



図 3-4-3 鍵蓄積量のモニタと暗号化モードの切り替えのためのユーザインタフェース画面

課題 c)においては、分散制御に基づく自律 QKD をベースとして大規模 QKD を構築・運用するための技術を開発した。各自律 QKD 内では、各ノードの分散型 QKD コントローラが Open Shortest Path First (OSPF)方式に基づいて動的経路制御を行い、自律 QKD 間では Border Gateway Protocol (BGP)に基づいて経路情報の交換を行うことで、広域にわたる大規模 QKD 上での効率的な鍵リレーが可能になる。1 都 3 県にまたがる 10000 ユーザ規模の QKD を想定し、25 ノードからなる自律 QKD を 4 つ接続した鍵管理ネットワークを仮想マシン環境に構築し、複数ユースケースを同時実行することで、ネットワークの処理負荷、鍵リレー経路制御、鍵の最適配分の動作検証と総合評価を完了した（図 3-4-4）。なお、各自律 QKD 内には、集中管理型 QKD マネージャが設けられ鍵の最適配分を実現して

いる。課題 c)においてはさらに、5G ネットワークをモチーフとした 3 種類のユースケースに QKD を適用する技術実証を実施して、いずれのユースケースでも要求性能を達成し、5G ネットワークに QKD が適用可能であることを実証した。

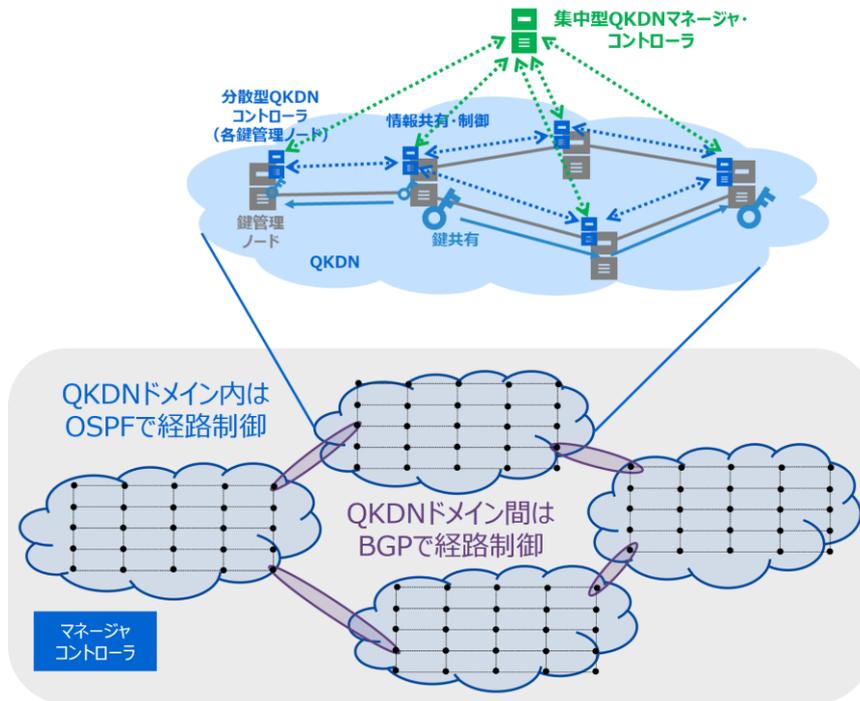


図 3-4-4 仮想マシン環境に構築した 4 つの自律 QKDN からなる 100 ノード規模の QKDN。

最後に、課題 a)において、上述の成果を統合し、集中型 QKDN、分散型 QKDN に、さらに衛星 QKD リンク・地上管制局を模擬したドメインを追加し、3 種の QKDN ドメイン間での相互接続機能（マルチベンダ間インターワーキング技術）を実証した（図 3-4-5）。さらに、実機環境におけるインターワーキング鍵リレーの処理遅延や誤り・改竄確率等に対する依存性を明らかにし、詳細な規格化に必要となるデータを蓄積した。鍵マネージャ間や QKDN コントローラとの連携も含めたインターワーキングインタフェース(Kxi、Cxi)の詳細仕様を策定し、国際標準化を主導した。

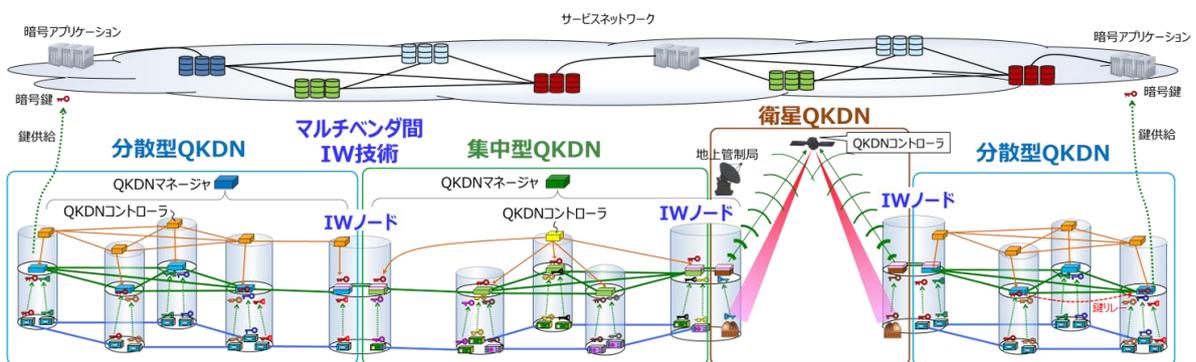


図 3-4-5 マルチベンダ間インターワーキング技術に基づく統合型 QKDN の構成図。

以上により、スケーラビリティに優れ、グローバル QKDN 構築のコア技術となるネットワーク制御・管理技術を開発し、標準化して、目標を達成した。

#### 4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組み計画を図 4-0-1 に示す。

	R2年度 (2020)	R3年度 (2021)	R4年度 (2022)	R5年度 (2023)	R6年度 (2024)	R7年度 (2025)	R8年度 (2026)	R9年度 (2027)	R10年度 (2028)	R11年度 (2029)
本研究開発プロジェクト	グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発 (全企画機関)					長距離QKDシステムの試験運用、都市間数百km圏のQKDネットワークを実現、量子中継技術の実用性向上				
	潜在顧客へのヒアリング、市場調査 (課題I, IV担当機関)					衛星量子暗号通信の実証、試験運用 (メーカー、国研法人、衛星オペレータ)				
	①潜在市場拡大に向けた活動 ②国際標準化活動					グローバル量子暗号通信網の構築 衛星量子暗号通信の実証   サービス化のための市場調査、採算性評価、役務約款策定   事業計画の具体化   適用分野で事業開始				
本研究開発プロジェクト	国際標準化活動（QKDモジュール、QKDネットワーク） (ITU-T, ISO/IEC, ETSI等での活動)					国際標準化活動（グローバル量子暗号通信網） (ITU-T, ISO/IEC, ETSI等での活動)				
	ガイドライン案・制度設計提案					ガイドライン・制度運用、評価・検定機関による認証サービス開始				
	情報発信、普及啓発、人材育成 (量子ICTフォーラムなどと連携)					教育体系の整備、人材の輩出				
QKDモジュールベンダ	市場展開に向けた量産化					次世代機の開発・製品化				
QKDサービス事業者	サービス用のシステム構築					サービス提供・エリア拡充				

図 4-0-1 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組み計画（提案時）

開発成果の市場展開の推進の観点では、研究開発成果の実証及び潜在市場開拓に向けた活動を実施した。具体的には、本研究開発とは別の補正予算事業により拡充されたテストベッド環境を活用して、ユーザ参加型トライアルとして、潜在顧客である政府系機関および民間企業に参加いただき、秘匿 Web 会議、衛星回線を含めた暗号通信デモ、高秘匿計算サービスなどを実施し、各潜在顧客からフィードバックをいただいた。また、NICT 量子セキュリティ・協創棟において、東京 QKDN テストベッドの機能開発内容や運用状況を可視化したデモを多数の潜在顧客の方々にご紹介し、QKD の利用イメージや運用管理イメージを広くご理解いただいた。

開発成果の国際標準化の観点では、ITU-T における QKD 関連標準化の推進、QKD 装置の評価認証制度の整備、通信キャリア連携に向けた提案活動、を行った。ITU-T における QKD 関連標準化については、本研究開発の成果を活用しながら、国際的なリーダーシップを取りつつ取り組みを行った。その結果日本提案の多くが世界標準となっている。これら標準は QKD ネットワークの基本仕様として活用され、通信事業者とのテストベッドの構築、アプリ開発の効率化に大きく寄与した。QKD の国際市場展開の重要な要件となる QKD 装置の評価・認証制度の整備については、国際規格コモンクライテリア(CC) (ISO/IEC15408)に基づく評価・認証制度の整備を推進した。具体的には、セキュリティ要求仕様書(プロテクションプロファイル:PP)を作成し認証機関(IPA)に認証申請を行った。通信キャリアによる展開が予想されるオール光ネットワークへの QKD 鍵配信機能の統合に向けた提案活動を IOWN Global Forum にて行ってきた。その結果、IOWN Open APN の中継リンクにて QKD 信号波長を挿入する ” One-span wavelength path service ” (中継 APN ノードの波長スイッチやアンプを通らずに QKD 信号伝送可能とする) を提案し、2025/6 に発行予定の Open APN Functional Architecture release 3 に採用されることとなった。

わが国の量子暗号通信技術の国際的な競争力強化の観点では、グローバル規模の量子暗号通信を実現の量子暗号通信網構築に向け、3章に記したように2地点間の量子通信・暗号リンク技術、中継としてのトラステッドノード技術、量子中継技術、及び多地点間通信のための広域ネットワーク構築・運用技術の研究開発を行うとともに、情報発信、普及啓発、人材育成等を行った。また上述の市場展開推進や開発成果の国際標準化に向けた取り組みも国際的な競争力強化に大きく寄与するものと考え。加えて、60件を超える査読付き論文発表・口頭発表や、280件を超える口頭発表、60件を超える特許出願、230を超える国際標準提案を、本研究プロジェクトにおいて実施してきた。これらの成果も、同様に我が国の国際競争力強化に大きく寄与する。

## 5 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画

本研究開発成果に基づき、量子鍵配送技術を発展させ社会実装していく今後の計画案を図 5-0-1 に示す。

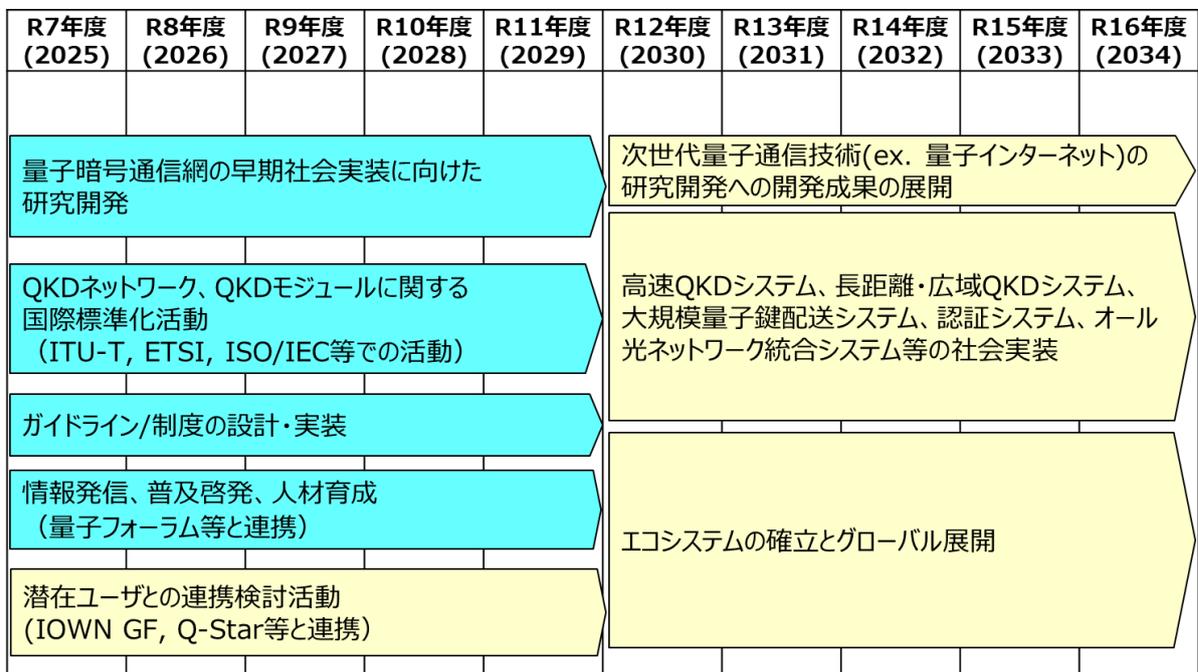


図 5-0-1 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画(終了時)

国際標準化の観点では、引き続き ITU-T, ETSI, ISO/IEC において進められる関連国際標準仕様の確立を進めてゆく。具体例としては、グローバル規模の量子鍵配送ネットワーク構築に重要となる、量子鍵配送ネットワーク間の相互接続に係る仕様であり、今後、ITU-T や ETSI で具体的な仕様が議論される想定であり、引き続き貢献してゆく。

QKD の国際市場展開の重要な要件となる QKD 装置の評価・認証制度の整備については、セキュリティ要求仕様書(プロテクションプロファイル:PP)に引き続き、その関連文書群として、評価手順、プロトコル要件・理論等、評価認証制度の運用の運用に必須となる文書群を整備し、認証制度の設計・実装を進めていく。

研究開発及び社会実装の観点では、本プロジェクトの量子暗号通信網の早期社会実装に向けた研究開発を推進する。具体的には、量子鍵配送技術の高度化、量子鍵配送網における鍵管理技術の高度化、量子暗号通信網の高機能化と統合実証、等に取り組む。

また、引き続き、社会実装や普及啓発、エコシステムの確立・進化等に向けて、情報発信、人材育成に繋がる取り組み、また、潜在ユーザーとの連携活動を、量子フォーラムやQ-STAR、IOWN Global Forum等の団体と連携の上進めてゆく。

これらの取り組みにより期待される波及効果としては、量子鍵配送網の普及促進・社会実装・市場拡大・サービス実現（製品化を含む）、量子技術の国際競争力強化、次世代通信インフラへの技術適用、等が挙げられる。

左  
余  
白

20  
m  
m  
⇔

右  
余  
白

20  
m  
m  
⇔

## 6 査読付き誌上発表論文リスト

- [1] A. Barbiero ほか、「High-Performance Single-Photon Sources at Telecom Wavelength Based on Broadband Hybrid Circular Bragg Gratings」、ACS Photonics 2022,9,9,pp3060-3066 (20220811)
- [2] A. Barbiero ほか、「Polarization-selective enhancement of telecom wavelength quantum dot transitions in an elliptical bullseye resonator」、Nano Letters (2024-02-29)
- [3] H. Du ほか、「Twin-Field Quantum Key Distribution with Optical Injection Locking and Phase Encoding On-Chip」、Optica (2024-07-01)
- [4] 川上哲生、「Demonstration of S-band CV-QKD Signal Coexistence with Fully Loaded 9.30-THz C+L-band DWDM Signals and Optimization of QKD Wavelength」、Entropy (令和 6 年 11 月 15 日) :
- [5] M. Fujiwara, R. Nojima, T. Tsurumaru, S. Moriai, M. Takeoka and M. Sasaki, "Long-Term Secure Distributed Storage Using Quantum Key Distribution Network With Third-Party Verification," in IEEE Transactions on Quantum Engineering, vol. 3, pp. 1-11, 2022, Art no. 4100111, doi: 10.1109/TQE.2021.3135077
- [6] G. Kato, M. Fujiwara and T. Tsurumaru, "Advantage of the Key Relay Protocol Over Secure Network Coding," in IEEE Transactions on Quantum Engineering, vol. 4, pp. 1-17, 2023, Art no. 4100517, doi: 10.1109/TQE.2023.3309590
- [7] M. Fujiwara, G. Kato and M. Sasaki, "Information Theoretically Secure Data Relay Using QKD Network," in IEEE Access, vol. 12, pp. 141167-141178, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3468442
- [8] Kazuhisa Ogawa, Takumi Okazaki, Hirokazu Kobayashi, Toshihiro Nakanishi, and Akihisa Tomita, "Direct measurement of ultrafast temporal wavefunctions," Opt. Express vol. 29, pp. 19403-19416 (2021/6/8)
- [9] Kazuhisa Ogawa, Natsuki Abe, Hirokazu Kobayashi, and Akihisa Tomita, "Complex counterpart of variance in quantum measurements for pre- and postselected systems," Phys. Rev. Research 3, 033077 (2021/7/21)
- [10] H. Ge, A. Tomita, A. Okamoto and K. Ogawa, "Analysis of the Effects of the Two-Photon Temporal Distinguishability on Measurement-Device-Independent Quantum Key Distribution," in IEEE Transactions on Quantum Engineering, vol. 4, pp. 1-8, 2023/3/24
- [11] H. Ge, A. Tomita, A. Okamoto and K. Ogawa, "Reduction of the two-photon temporal distinguishability for measurement-device-independent quantum key distribution ," Optics Letters 49(4) 822-822 2024 年 2 月 5 日
- [12] Takaya Matsuura, Shinichiro Yamano, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, "Refined finite-size analysis of binary-modulation continuous-variable quantum key distribution," Quantum, vol.7, 1095 (2023).
- [13] Shinichiro Yamano, Takaya Matsuura, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, "Finite-size security proof of binary-modulation continuous-variable quantum key distribution using only heterodyne measurement," Physica Scripta, vol.99, 025115 (2024).
- [14] Takaya Matsuura, Shinichiro Yamano, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, "Tight concentration inequalities for quantum adversarial setups exploiting permutation symmetry," Quantum, vol.8, 1540 (2024).

- [15] Yuhei Sekiguchi, Yuki Yasui, Kazuya Tsurumoto, Yuta Koga, Raustin Reyes, Hideo Kosaka, “Geometric entanglement of a photon and spin qubits in diamond”, *Communications Physics* 4, 264 (2021 年 12 月 15 日)
- [16] Takaya Nakazato, Raustin Reyes, Nobuaki Imai, Kazuyasu Matsuda, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, “Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field”, *Communications Physics* 5, 102 (2022 年 4 月 27 日)
- [17] Raustin Reyes, Takaya Nakazato, Nobuaki Imai, Kazuyasu Matsuda, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, “Complete Bell state measurement of diamond nuclear spins under a complete spatial symmetry at zero magnetic field”, *Appl. Phys. Lett.* 120, 194002 (2022 年 5 月 9 日)
- [18] Yuhei Sekiguchi, Kazuki Matsushita, Yoshiki Kawasaki, Hideo Kosaka, “Optically addressable universal holonomic quantum gates on diamond spins”, *Nature Photonics* 16, 662 (2022 年 7 月 28 日)
- [19] Hodaka Kurokawa, Moyuki Yamamoto, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, “Remote entanglement of superconducting qubits via solid-state spin quantum”, *Phys. Rev. Applied* 18, 064039 (2022 年 12 月 14 日)
- [20] Akira Kamimaki, Keidai Wakamats, Kosuke Mikata, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka “Deterministic Bell state measurement with a single quantum memory”, *npj Quantum Information*, 9, 101 (2023 年 10 月 16 日)
- [21] Moyuki Yamamoto, Hodaka Kurokawa, Satoshi Fujii, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Hideo Kosaka, “Low-temperature characteristics of an AlN/Diamond surface acoustic wave resonator”, *J. Appl. Phys.* 134, 215104 (2023 年 12 月 7 日)
- [22] Hodaka Kurokawa, Keidai Wakamatsu, Shintaro Nakazato, Toshiharu Makino, Hiromitsu Kato, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, “Coherent Electric-Field Control of Orbital state in a Neutral Nitrogen-Vacancy Center”, *Nature Communications* 15, 4039-1 (2024 年 5 月 13 日)
- [23] T. Teraji and C. Shinei, “Nitrogen-related point defects in homoepitaxial diamond (100) freestanding single crystals”, *J Appl Phys* 133 (16), 165101 (2023).
- [24] T. Teraji, C. Shinei, Y. Masuyama, M. Miyakawa and T. Taniguchi, “Diamond Growth for Quantum Sensing Applications”, *Philos Trans A Math Phys Eng Sci* 382 (2265), 20220322 (2024)
- [25] K. Kubota, Y. Hatano, Y. Kainuma, J. Shin, D. Nishitani, C. Shinei, T. Taniguchi, T. Teraji, S. Onoda, T. Ohshima, T. Iwasaki and M. Hatano, “Wide temperature operation of diamond quantum sensor for electric vehicle battery monitoring”, *Diam Relat Mater* 135, 109853 (2023).
- [26] K. Sasaki, Y. Nakamura, T. Teraji, T. Oka and K. Kobayashi, “Demonstration of geometric diabatic control of quantum states”, *Phys Rev A* 107 (5), 053113 (2023).
- [27] S. Ito, M. Tsukamoto, K. Ogawa, T. Teraji, K. Sasaki and K. Kobayashi, “Optical-power-dependent Splitting of Magnetic Resonance in Nitrogen-vacancy Centers in Diamond”, *J Phys Soc Jpn* 92 (8), 084701 (2023)
- [28] C. Shinei, H. Abe, T. Ohshima and T. Teraji, “Change in charge state of NV center caused by monovacancy formation”, *Diam Relat Mater* 140 (2023).

- [29] T. Kageura, Y. Sasama, T. Teraji, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Yamada, K. Kimura, S. Onoda, and Y. Takahide, "Spin-State Control of Shallow Single NV Centers in Hydrogen-Terminated Diamond", *ACS Applied Materials & Interfaces* 16 (10), 13212-13218 (2024)
- [30] JW Liu, T Teraji, B Da, Y Koide, "Electrical property improvement for boron-doped diamond metal-oxide-semiconductor field-effect transistors", *Appl. Phys. Lett.*, 124, 072103 1-5 (2024).
- [31] J Liu, T Teraji, B Da, Y Koide, "Suppression of High Threshold Voltage for Boron-Doped Diamond MOSFETs", *IEEE Transactions on Electron Devices*, 71, 1764-1768 (2024).
- [32] A. Chanuntranont, K. Otani, D. Saito, Y. Ueda, M. Tsugawa, S. Usui, Y. Miyake, T. Teraji, S. Onoda, T. Shinada, H. Kawarada and T. Tanii, "Enhancing photon collection from single shallow nitrogen-vacancy centers in diamond nanopillars for quantum heterodyne measurements", *Appl Phys Express* 16 (8) (2023).
- [33] T. Tsuji, C. Shinei, T. Iwasaki, M. Hatano and T. Teraji, "Evaluation of stress in (111) homoepitaxial CVD diamond films by Raman spectrum and nitrogen-vacancy centers", *Appl Phys Express* 17, 115502 1-5 (2024).
- [34] C. Shinei, Y. Masuyama, H. Abe, M. Miyakawa, T. Taniguchi, T. Ohshima and T. Teraji, "Homogeneous spin-dephasing time of NV-centre in millimetre-scale <sup>12</sup>C-enriched high-pressure high-temperature diamond crystals", *Communications Materials* 6 (1) (2025).

## 7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

- [1] M. Koezuka ほか、「Interoperable key relay between heterogeneous QKDNs」、.QCrypt 2023 (College Park, MD, USA) (2023-08-14)
- [2] A. Barbiero ほか、「Linearly polarized single photons in the telecom ‘O’ band from a quantum dot in an elliptical bullseye resonator」、SPIE Photonic West 2024 (San Francisco, CA, USA) (2024-01-30)
- [3] P. Laccotripes ほか、「Spin-photon entanglement from a solid-state system at telecom wavelengths」、SPIE Photonic West 2024 (San Francisco, CA, USA) (2024-01-30)
- [4] A. Barbiero ほか、「Polarisation-selective enhancement of telecom wavelength quantum dot transitions in an elliptical bullseye resonator」、QD 2024 (Munich, Germany) (2024-03-18)
- [5] R. I. Woodward ほか、「Wavelength-versatile quantum key distribution for reconfigurable classical-quantum networks」、Optical Fibre Communication Conference (OFC) 2024 (San Diego, CA, USA) (2024-03-24)
- [6] M. Pittaluga et al. , 「Coherent Quantum Key Distribution Across National Scale Telecommunication Infrastructure」、ECOC 2024 (Frankfurt, Germany) [2024-09-22]
- [7] H. Du et al., 「Twin-Field Quantum Key Distribution Using Devices on a Photonic Chip」、ECOC 2024 (Frankfurt, Germany) [2024-09-22]
- [8] A. Barbiero et al., 「Polarized quantum dot single-photon sources in the telecom O-band」、Single photon workshop (Edinburgh, UK) [2024-11-18]
- [9] M. S. Winnel et al., 「Twin field quantum key distribution across national scale telecommunication infrastructure」、The Australian Institute of Physics - AIP Congress (Melbourne, Australia) [2024-

12-02]

- [10] R. Takahashi et al., 「An Implementation of Proactive and Dynamic Key Routing Method for Large-scale QKD Networks」, Qcrypt 2024 (Sede Afundación Vigo, Spain) [2024-09-02]
- [11] A. Murakami et al., 「Multiplexed high rate QKD system」, Qcrypt 2024 (Sede Afundación Vigo, Spain) [2024-09-02]
- [12] T. Müller et al., 「Spin-photon entanglement with direct emission in the telecom C-Band」, Single photon workshop (Edinburgh, UK) [2024-11-18]
- [13] T. Müller et al., 「Spin-photon entanglement with direct emission in the telecom C-Band」, International Conference on the Physics of Semiconductors (Ottawa, Canada) [2024-07-28]
- [14] R. I. Woodward et al., 「Twin-field QKD over a deployed optical network enabled by long-range phase locking and semiconductor detectors」, SPIE Photonics West 2025 (San Francisco, CA, USA) [2025-01-25]
- [15] R. I. Woodward et al., 「Practical Twin Field Quantum Key Distribution in Telecom Networks」, Single photon workshop (Edinburgh, UK) [2024-11-18]
- [16] R. Takahashi et al., 「An Implementation of a Key Routing Method by Centralized and Distributed Management for Large-scale QKD Networks」, Quantum Innovation 2024 (ソラシティカンファレンスセンター) [2024-10-22]
- [17] A. Murakami et al., 「Multiplexed QKD system and its evaluation」, Quantum Innovation 2024 (ソラシティカンファレンスセンター) [2024-10-22]
- [18] A. Barbiero et al., 「HIGH-PERFORMANCE AND SCALABLE SEMICONDUCTOR SINGLE-PHOTON SOURCES FOR QUANTUM SECURE COMMUNICATION」, STEM FOR BRITAIN 2025 (London, UK) [2025-03-11]
- [19] 川上哲生, “Coexistence of a Digital Coherent CV-QKD System and Fully Loaded C+L-band DWDM Systems with a Total WDM Bandwidth of 9.23 THz over a 20 km G.654.E Fiber Link”, European Conference on Optical Communications ECOC 2024 (Frankfurt am Main, Germany) (令和 6 年 9 月 22 日)
- [20] W. Zhang, A. Tomita, K. Ogawa, and A. Okamoto, "A Quantum random number generator integrated into a transmitter of BB84 QKD systems," The 20th Asian Quantum Information Science Conference, Sydney, Australia, pp. 7-9, December 2020).
- [21] Akihisa Tomita, "Practical Methods for Security Certification of Quantum Key Distribution," (Invited) Quantum 2.0 Conference and Exhibition, QTu4C.7, June 14 (2022)
- [22] Akihisa Tomita, "Toward social deployment of Quantum Key Distribution -POC and standardization activities in Japan," The 22nd Asian Quantum Information Science Conference (AQIS), (online, invited) 2022/12/17
- [23] Haruki Emori, Masanao Ozawa, and Akihisa Tomita, "Disturbance Evaluation Circuit in Quantum Measurement," The 22nd Asian Quantum Information Science Conference (AQIS), (online) 2022/12/17
- [24] Takumi Sato, Akihisa Tomita, and Atsushi Okamoto, "The Effect of Optimized Parameters on the Efficiency of QKD Systems," The 22nd Asian Quantum Information Science Conference (AQIS),

(online) 2022/12/18

- [25] Akihisa Tomita, "Research and Development Activities for Quantum Secure Cloud in Japan," The 9th ETSI/IQC Quantum Safe Cryptography Event (online, invited) 2023/2/14
- [26] Haobo Ge, Akihisa Tomita, Atsushi Okamoto, and Kazuhisa Ogawa "Analysis of the effects of the two-photon temporal distinguishability on measurement-device-independent quantum key distribution," The 23rd Asian Quantum Information Science Conference (AQIS), (Seoul) 2023/8/29
- [27] Shohei Kiryu, Atsushi Okamoto and Akihisa Tomita, "Hybrid squeezed cat code with universal gate set for easy implementation by optics," The 24th Asian Quantum Information Science Conference (AQIS), (Sapporo) 2024/8/26
- [28] Haruki Emori, Masanao Ozawa and Akihisa Tomita, "Disturbance Evaluation Circuit in Quantum Measurement," The 24th Asian Quantum Information Science Conference (AQIS), (Sapporo) 2024/8/27
- [29] Haruki Emori, Masanao Ozawa and Akihisa Tomita, "Disturbance Evaluation Circuit in Quantum Measurement," Causal Worlds, (Waterloo, Canada) 2024/9/17
- [30] Toshitsugu Kato and Akihisa Tomita "An Effective Countermeasure Against Time-Shift Attack Using a Combination of Passive Quenched and Gated Detectors," 2024 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), (Charlotte, NC, USA) 2024/5/8
- [31] Toshitsugu Kato; Akihisa Tomita "A Simple and Effective Countermeasure against Time-Shift to Quantum Key Distribution Systems," QCrypt2024 , (Vigo, Spain) 2024/9/2
- [32] Go Kato; Mikio Fujiwara; Toyohiro Tsurumaru, "Information-theoretically secure equality-testing protocol with dispute resolution," 2023 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT), (25-30 June 2023).

## 8 その他の誌上発表リスト

- [1] 米良恵介、「東芝の量子暗号通信に関する研究開発と実証」、「ITU ジャーナル」2023 年度 6 月号「特集：Beyond 5 G 国際カンファレンス 2022」（2023-06-01）
- [2] Y. Yu、「Simulation System for Evaluation and Verification of Large-Scale Quantum Key Distribution Network」、TOSHIBA REVIEW Science and technology highlights 2023 (2023-08-31)
- [3] R. Woodward, 「既設通信インフラを用いた 250Km を超える長距離量子暗号通信の実証」、東芝レビュー Vol.80 No.2 [2025-03-01]
- [4] 平野琢也、「量子力学と光，通信，セキュリティ」、数理科学 2023 年 12 月号 (2023 年 11 月 20 日)
- [5] 平野琢也、「霜田光一先生と量子エレクトロニクス」、日本物理学会誌 2024 年第 79 巻第 7 号 (2024 年 7 月 5 日)
- [6] 書籍出版、佐々木雅英 他、"量子鍵配送 基礎と活用法" 2023 年 10 月 27 日 (近代出版社)
- [7] 富田章久 "量子が作る未来の情報社会 第 1 回 量子力学の誕生" 月刊先端教育 5 月号 86 (2022)
- [8] 富田章久 "量子が作る未来の情報社会 第 2 回 量子情報技術超入門" 月刊先端教育 6 月号 82 (2022)
- [9] 富田章久 "量子が作る未来の情報社会 第 3 回 量子暗号" 月刊先端教育 7 月号 (2022)

- [10] 富田章久 ”量子が作る未来の情報社会 第4回 量子コンピュータ” 月刊先端教育 8月号 90 (2022)
- [11] 富田章久 ”量子が作る未来の情報社会 第5回 量子情報技術の人材育成・専門教育” 月刊先端教育 9月号 82 (2022)
- [12] 富田章久 ”量子が作る未来の情報社会 第6回 量子情報科学のの人材育成” 月刊先端教育 10月号 84 (2022)
- [13] 富田章久 “量子暗号の基礎と最近の動向” 車載テクノロジー 8月号 (2023)
- [14] 協力：小坂英男、武田俊太郎、“第4章 もっと知りたい！量子論「量子テレポーテーション」、科学雑誌 Newton 別冊『量子論のすべて 改訂第2版』、pp.148-161 (2021年6月)
- [15] 執筆：小坂英男、“第2章 様々な量子技術の研究開発の現状と今後の動向 第7節 量子コンピュータネットワーク、量子中継、量子インターネット開発の現状と今後の展望”、『量子技術の実用化と研究開発業務への導入方法』（株）技術情報協会）、(2023年1月31日)
- [16] 分担執筆：小坂英男、“Part8 もっと知りたい！ 量子テレポーテーション・量子暗号”、科学雑誌 Newton 『量子論大図鑑』 pp.180-200 (2023年6月30日)
- [17] “Ushering in a new era in computing~ The key components needed for universal quantum computers are being developed in three major projects in Japan.~”、Nature (Volume 626 Issue 8001)、2024年2月29日
- [18] 監修：小坂英男、“Newton Special “量子時代”のかぎをにぎるもつれる量子”、科学雑誌 Newton 、 pp.14-43 (2024年8月26日)
- [19] 協力：小坂英男、“5.もつれる量子”、科学雑誌 Newton 別冊『量子力学100年』、pp.140-171 (2025年3月21日)
- [20] 市川 公善, 小泉 聡, 寺地徳之、「ダイヤモンドホモエピタキシャル成長における薄膜 / 基板界面での転位変換」,NEW DIAMOND. 39 (1) 34-36 (2023)
- [21] 真栄力、増山雄太、宮川仁、阿部浩之、石井秀弥、佐伯誠一、小野田忍、谷口尚、大島武、寺地徳之、「NV-センタどうしの磁気双極子双極子相互作用強度の決定」,NEW DIAMOND. 39 (3) 12-18 (2023)
- [22] 味村 裕、“量子中継のための光ファイバ型波長多重量子もつれ光子対発生と量子もつれ配信技術”、「光技術コンタクト」誌 2025年2月号 (Vol.63.No.2)

## 9 口頭発表リスト

- [1] Y.Tanizawa、「Recent QKD R&D activities in Japan」、Qcrypt 2020 (オンライン開催) (2020-8-12)
- [2] 谷澤佳道、「量子暗号通信技術の関連標準化動向」、電子情報通信学会 2020 年度総合大会企画セッション『量子情報処理の新展開』（オンライン開催）(2021-3-9)
- [3] 兪鈺ほか、「A Case Study of Quantum Key Distribution Operating in Private 5G Network System」、Qcrypt 2021 (2021-8-24)
- [4] 斉藤健、「5G/ローカル 5G に向けての東芝の取組み ~社会インフラ CPS(サイバー・フィジカル・システム 化のアプローチ~)、第12回 Japan IT Week 秋 専門セミナー(幕張メッセ) (2021-10-28)
- [5] 谷澤佳道、「社会インフラを支えるサイバーフィジカルシステム(CPS) 第四回「通信・ネットワーク ②」、東京大学情報学環教育部「情報技術論」講義 (オンライン) (2021-12-7)
- [6] 神田充、「東芝の IoT/CPS、量子技術における研究開発活動のご紹介」、東北大学 AIE 卓越大学院プロ

グラム「卓越リーダーセミナーII」講義（東北大学）（2021-12-20）

- [7] 谷澤佳道、「QKD R&D and field trials in Toshiba」、Quantum Innovation 2021（オンライン）（2021-12-9）
- [8] 谷澤佳道、「量子暗号通信システム技術の研究開発と実用化に向けた取り組み」、日本光学会 光エレクトロニクス産学連携専門委員会 第 328 回研究会（オンライン）（2022-3-8）
- [9] 村井信哉、「量子暗号通信実現に向けた東芝と産業界の取り組み」、マルチメディア推進フォーラム第 881 回定期会合（オンライン）（2022-3-31）
- [10] 谷澤佳道、「株式会社東芝における量子暗号標準化及び評価認証への取り組み」、量子 ICT フォーラム 量子鍵配送技術推進委員会（オンライン開催）（20220520）
- [11] A. Barbiero ほか、「Efficient generation of quantum light at telecom wavelength for long-distance secure communication and quantum network applications」、International Conference on Science and Technology of Quantum Matter 2022（Barcelona, Spain）（20220622）
- [12] T. Muller ほか、「Indistinguishability of coherent photons from telecom wavelength quantum dots」、International Conference on Science and Technology of Quantum Matter 2022（Barcelona, Spain）（20220623）
- [13] 谷澤佳道、「東芝における量子暗号通信の研究開発と実用化に向けた取り組み」、ISS スクエア水平ワークショップ（オンライン開催）（20220624）
- [14] 谷澤佳道、「量子時代の通信セキュリティ技術 量子暗号通信システム技術の研究開発」、慶応大学大学院 電気電子デバイス・システム特別講義（オンライン開催）（20220630）
- [15] T. Muller ほか、「Indistinguishability of Coherent Photons from Telecom-Wavelength Quantum Dots」、UK Semiconductors 2022（Sheffield, UK）（20220706）
- [16] A. Barbiero ほか、「Efficient semiconductor quantum light sources at telecom wavelength based on hybrid circular Bragg gratings」、SPIE Optics + Photonics 2022（San Diego, USA）（20220821）
- [17] Y. Yu ほか、「Development of Large-scale Quantum Key Distribution Network Simulation Modules」、QCrypt2022（Taipei, Taiwan）（20220829）
- [18] T. Muller ほか、「Quantum dot based devices for telecom wavelength quantum networks」、Berlin Quantum Technologies Symposium（Berlin, Germany）（20221005）
- [19] 高橋莉里香、「東芝における量子暗号通信技術の研究開発・実証の紹介」、量子セキュリティ合同シンポジウム 2022「量子が拓く未来の産業」（オンライン開催）（20221025）
- [20] 米良恵介、「東芝の量子暗号通信に関する研究開発と実証」、Beyond 5G 国際カンファレンス 2022（東京）（20221025）
- [21] 谷澤佳道、「量子時代の通信セキュリティ技術 量子暗号通信システム技術の研究開発」、慶応大学 情報工学特論 B 講義（オンライン開催）（20221028）
- [22] 谷澤佳道ほか、「Japan activities for QKD standardization and certification development」、ITU Workshop on quantum key distribution protocols, security and certification（Singapore）（20221108）
- [23] 鯨岡真美子、「Field trials and recent activities of QKD research in Toshiba corporation」、Quantum Innovation 2022（オンライン開催）（20221129）
- [24] 谷澤佳道、「Quantum Innovation 2022 Quantum Cryptography & Communication Track Panel discussion」、Quantum Innovation 2022（オンライン開催）（20221130）

- [25] 谷澤佳道、“社会インフラを支えるサイバーフィジカルシステム(CPS) 第九回【関連技術】通信・ネットワーク② 量子暗号通信”、東京大学 情報技術論講義 (オンライン開催) (20221206)
- [26] P. Laccotripes ほか、“Telecom wavelength quantum dots for quantum network applications”、Connected Electronic and Photonic Systems - Annual Industry Day (Cambridge, UK) (20221214)
- [27] A. Barbiero ほか、“High-performance quantum light sources at telecom wavelength based on hybrid circular Bragg gratings”、8th International Workshop on Engineering of Quantum Emitter Properties (Stuttgart, Germany) (20221215)
- [28] T. Muller ほか、“Coherent light scattering from telecom wavelength quantum dots”、8th International Workshop on Engineering of Quantum Emitter Properties (Stuttgart, Germany) (20221215)
- [29] 佐藤英昭、“Implementation and Use-case of QKD Network in Japan”、QKD Days Madrid 2022 (Madrid, Spain) (20221215)
- [30] 肥塚真由子、“未来の情報セキュリティを支える量子暗号通信技術”、電気通信大学 先端技術開発特論講義 (オンライン開催) (20221221)
- [31] Y. Katsube ほか、「How to leverage QKD over Open APN」、IOWN Global Forum 3rd Annual Member Meeting (大阪市) (2023-04-26)
- [32] Y. Tanizawa、「R&D activities on Quantum Key Distribution (QKD) in Japan」、Quantum Security Workshop (Sejong city, Korea) (2023-05-11)
- [33] A. Barbiero ほか、「Quantum dot-based devices for telecom wavelength quantum networks」、LasIonDef Applied Quantum Physics School Quantum Security Workshop (Cardiff, UK) (2023-06-15)
- [34] 谷澤佳道、「量子時代の通信セキュリティ技術 量子暗号通信システム技術の研究開発」、慶応義塾大学 大学科目 電気電子デバイスシステム特別講義 (横浜市) (2023-06-22)
- [35] 谷澤佳道、「量子時代の通信セキュリティ 量子暗号通信システム技術の研究開発」、大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアム 令和5年度第1回ナノ理工学情報交流会「情報処理・通信の未来」(豊中市) (2023-06-26)
- [36] 米良恵介、「東芝の量子暗号通信に関する研究開発と実証」、陸上自衛隊教育訓練研究本部向けご説明 (川崎市) (2023-07-21)
- [37] 肥塚真由子、「「未来の情報セキュリティを支える量子暗号通信技術」」、中央大学 産業キャリア教育プログラム 産業科学技術論講義 (オンライン開催) (2023-08-04)
- [38] 米良恵介、「東芝の量子暗号通信に関する研究開発と実証」、東大社会連携講座シンポジウム (東京) (2023-08-03)
- [39] 谷澤佳道、「QKD 装置の評価・認証に関する活動の紹介」、一般社団法人量子 ICT フォーラム 第26回量子鍵配送技術推進委員会 (オンライン開催) (2023-07-31)
- [40] Y. Katsube、「Proposed Work for QKD Services over Open APN」、IOWN Global Forum 6th Member Meeting (Munich, Germany) (2023-09-05)
- [41] M. Koezuka、「Interoperable key relay and management between heterogeneous QKD networks」、Quantum Innovation 2023 (東京) (2023-11-16)
- [42] 谷澤佳道、「量子コンピューティングと未来を支える技術②「量子暗号通信システム」」、横浜国立大学

大学院 理工学府 数物・電子情報系理工学専攻先端 IT エレクトロニクス技術が支える未来講座（横浜市）（2023-10-25）

- [43] 米良恵介、「Research and demonstration activities of Toshiba on QKD」、Quantum Innovation 2023（東京）（2023-11-16）
- [44] Y. Katsube、「Implementation Examples of “QKD services over Open APN” & Study Items for Further Consideration」、IOWN Global Forum Autumn Workshop 2023 (San Francisco, CA, USA)（2023-11-28）
- [45] 肥塚真由子、「「未来の情報セキュリティを支える量子暗号通信技術」、電気通信大学 先端技術開発特論講義（オンライン開催）（2023-12-13）
- [46] 米良恵介、「量子暗号通信と量子インターネット」、東京大学情報学環 情報技術論講義（オンライン開催）（2023-12-19）
- [47] 鯨岡真美子、「量子技術の実用化へ向けた研究開発」、国立研究開発法人情報通信研究機構 先端 ICT デバイスラボ・コラボレーションミーティング（小金井市）（2024-01-19）
- [48] 谷澤佳道、「量子暗号通信」、財務省若手勉強会（東京）（2024-03-05）
- [49] 谷澤佳道、「量子鍵配送技術/QKD 装置の認証制度確立に向けた取り組みについて」、経済産業省打ち合わせ（東京）（2024-02-21）
- [50] 谷澤佳道、「IPA 殿お打ち合わせ：QKD 装置の評価認証制度確立に向けたご相談」、IPA 殿お打ち合わせ（オンライン開催）[2024-09-12]
- [51] 勝部泰弘、「IOWN Global Forum 7th Member Meeting “Open APN release 3 draft for one-span PtP wavelength path service”」、IOWN Global Forum 7th Member Meeting（台北，台湾）[2024-10-08]
- [52] P. Laccotripesa et al., 「High-fidelity spin-photon entanglement using an InAs/InP quantum dot emitting in the telecom C-Band」, Quantum Dot Day 2024 (Bristol, UK) [2024-10-25]
- [53] P. Laccotripesa et al., 「Spin-photon entanglement using an InAs/InP quantum dot emitting in the telecom C-Band」, Optica British and Irish Conference on Optics and Photonics (BICOP) 2024 (London, UK) [2024-12-18]
- [54] T. K. Paraiso, et al., 「Twin-Field QKD using Photonic Integrated Circuits」, PIC Summit Europe2024 (Eindhoven, Netherland) [2024-10-16]
- [55] 谷澤佳道、「実証に関する説明会：東京 QKDN 実証内容ご説明」、実証に関する説明会（オンライン開催）[2024-11-01]
- [56] 谷澤佳道、「Activities for preparing QKD module certification in Quantum Forum/Japan」、量子フォーラム・TTC 共催オンラインセミナー『未来のセキュリティを切り拓く一量子鍵配送とその周辺技術の最新動向一』（オンライン開催）[2024-11-07]
- [57] 谷澤佳道、「量子コンピューティングと未来を支える技術②『量子暗号通信システム』」、慶応義塾大学 大学科目 情報工学特論 B（慶応義塾大学 矢上キャンパス）[2024-11-15]
- [58] 鯨岡真美子、「量子暗号通信：基本原理から実証システム最新動向まで」、第 51 回かわさき科学技術サロン（株式会社東芝 研究開発センター）[2024-11-27]
- [59] 土井 一右ほか、「量子暗号通信用鍵管理システムのセキュリティ強化検討」、情報処理学会 第 87 回全国大会（立命館大学 大阪いばらきキャンパス）[2025-03-13]
- [60] 谷澤佳道、「東芝におけるグローバル規模の量子暗号通信網構築に向けた研究開発」、（一社）量子フォ

- ーラム 量子暗号技術セミナー『～量子暗号の最前線、周辺技術との融合、暗号インフラ構築に向けて～』（オンライン開催）[2024-12-13]
- [61] 肥塚真由子, 「未来の情報セキュリティを支える量子暗号通信技術」, 電気通信大学 先端技術開発特論講義（オンライン開催）[2024-12-18]
- [62] 米良恵介, 「Principal Technologies on Quantum Key Distribution and Quantum Internet」, 東京科学大学 SSS 超スマート社会創造科目 A7-6（オンライン開催）[2025-01-15]
- [63] 勝部泰弘, 「IOWN Global Forum Member Workshop “Clarification on one span PtP wavelength path service s and its preliminary PoC plan”」, IOWN Global Forum Member Workshop（London, UK）[2025-01-14]
- [64] 高橋莉里香, 「量子暗号通信の研究開発と海外研究所との連携」, NICT 若手チャレンジラボ「ミニ研究会」（NICT イノベーションセンター）[2025-03-03]
- [65] 平下晋也, “Design guidelines of QKD system performance considering polarization dependence of planar lightwave circuit Mach-Zehnder Interferometer”、Opto-Electronics and Communications Conference (OECC2024) (Melbourne)（令和6年6月30日）
- [66] 平下晋也, “Performance design of phase encoding QKD system with PLC Mach Zehnder interferometer under channel polarization disturbance”、QCRYPT2024 (Spain)（令和6年9月2日）
- [67] 高橋成五, “BB84 量子暗号システム向け小型 2.5 GHz 光子検出器”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会（埼玉県）（令和6年9月10日）
- [68] 川上哲生, “NEC における離散量並びに連続量量子鍵配送の実験の紹介”、量子 ICT フォーラム 量子鍵配送技術推進委員会（Online）（令和6年7月17日）
- [69] 河原光貴, “Open APN release 3 draft for QKD signal transmission over Open QKD”、IOWN Global Forum 7th Member Meeting（台北）（令和6年10月8日）
- [70] 河原光貴, “NEC の量子暗号システムの装置および方式の開発”、量子フォーラム（Online）（令和6年12月13日）
- [71] 河原光貴, “量子暗号通信の標準化における NEC の取り組み”、PIF 標準化動向意見交換会（Online）（令和7年2月20日）
- [72] 清野桜子、仲美和、平野琢也, “動作帯域幅 7GHz の低雑音バランス検出器”、第49回量子情報技術研究会（QIT49）（沖縄科学技術大学院大学）（2023年12月17日(日)）
- [73] 平野琢也, “Integration of continuous-variable quantum key distribution and high-speed optical communications”、Czech-Japan workshop on quantum information、（東京大学山上会館）（2024年5月21日）
- [74] 平野琢也, “Integrating quantum key distribution with optical communication networks”、Quantum Innovation 2024、（御茶ノ水ソラシティカンファレンス）（2024年10月22日）
- [75] 仲美和、平井萌々子、平野琢也, “Wideband balanced detector for quantum applications”、Quantum Innovation 2024、（御茶ノ水ソラシティカンファレンス）（2024年10月22日）
- [76] 釧吉 薫, “量子暗号の標準化状況,” 電子情報通信学会関西支部 イブニングセミナー, 2022年1月21日
- [77] 佐々木雅英, 量子技術分野の動向と展望、情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会、2022

年 1 月 28 日

- [78] 鈮吉 薫, "量子暗号 (Quantum key distribution network)の標準化と社会実装の取り組み," 第 35 回 光通信システムシンポジウム, 2021 年 12 月 15 日
- [79] 鈮吉 薫, "量子暗号技術の標準化と実装," TTC・量子 ICT フォーラム合同オンラインセミナー, 2021 年 10 月 12 日
- [80] 鈮吉 薫, "量子暗号の標準化状況," 第 550 回 ITU-T 研究会, 2021 年 9 月 27 日
- [81] 藤原幹生, "量子暗号通信の現状と課題", ISS スクエア水平ワークショップ (オンライン) (2022 年 6 月 24 日)
- [82] 佐々木雅英, "量子鍵配送分野の動向と展望", 量子 ICT フォーラム (オンライン) (2022 年 7 月 25 日)
- [83] 三木茂人, 知名史博, 藪野正裕, 寺井 弘高, 超伝導ナノストリップ単一光子検出器の矩形波バイアスによるゲーテッドモード動作, 2022 年第 83 回応用物理学学会秋季学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日
- [84] 三木茂人, 知名史博, 藪野正裕, 寺井弘高, Gating operation of SNSPDs with rectangular wave biasing, 16th European Conference on Applied Superconductivity (イタリア, ボローニャ), 2023 年 9 月 5 日
- [85] 三木茂 他, "超伝導ナノストリップ単一光子検出器の矩形波バイアスによるゲーテッドモード動作", 第 84 回応用物理学学会秋季学術講演会 (熊本市) (2023 年 9 月 21 日)
- [86] 佐々木雅英, 藤原幹生 他, "Developing Evaluation Methodology Document for Prepare-and-Measure Quantum Key Distribution Modules", ICC2023 (Washington, D.C.) (2023 年 11 月 1 日)
- [87] 佐々木雅英, "量子暗号の最新動向と量子技術プラットフォーム構想について", 量子 ICT フォーラム, TTC 共催セミナー (オンライン) (2023 年 11 月 9 日)
- [88] 藤原幹生, "Quantum key distribution network and quantum internet toward next generation communication", Quantum Innovation 2023 (東京) (2023 年 11 月 17 日)
- [89] 藤原幹生, Proof of Concept of QKD Network and Quantum Secure Cloud in Japan, 10th ETSI/IQC Quantum Safe Cryptography Conference (シンガポール), 2024 年 5 月 15 日
- [90] 小野真和, 藤原幹生, トラストッドノードによる QKD 装置へのサイドチャネル攻撃対策—QKD 関連機能及びデータ保護のための制御方式, 電子情報通信学会 QIT51 研究会, 2024 年 11 月 26 日
- [91] 藤原幹生, 量子暗号の最新動向や NICT の研究開発, 社会実装に向けた取り組みについて紹介, 量子フォーラム量子暗号技術セミナー 「～量子暗号の最前線, 周辺技術との融合, 暗号インフラ構築に向けて～」, 2024 年 12 月 13 日
- [92] 小川和久, 岡崎巧実, 小林弘和, 中西俊博, 富田章久, "時間領域における光子の超短波動関数の直接測定" 第 43 回量子情報技術研究会 (オンライン) 2020/12/10-11
- [93] 阿部夏来, 小川和久, 小林弘和, 富田章久, "事前・事後選択系における物理量の複素揺らぎの定式化と実験的検証" 第 43 回量子情報技術研究会 (オンライン) 2020/12/10-11
- [94] 富田章久 "量子暗号の基礎と最近の動向" 第 63 回 ISS スクエア水平ワークショップ (オンライン, 招待講演) (2021/5/21)
- [95] 富田章久 "量子鍵配送の高速化に向けた光検出器の研究開発" 第 82 回応用物理学学会秋季学術講演会 シンポジウム グローバル量子暗号通信の展開 (オンライン, 招待講演) [10p-S101-5] 2021/9/10

- [96] 富田章久 “光量子情報技術の最新動向” 電子情報通信学会ソサエティ大会シンポジウム 光量子技術の情報通信・処理への応用に向けた研究最新動向 BCI-1-1 (オンライン, 招待講演) 2021/9/15
- [97] 富田章久 ”量子暗号通信の最前線” 第12回 光・電波フォーラム (オンライン) 2021/11/16
- [98] 高橋雅也,小川和久,富田章久 ”ダイアグラム表現を用いた密度行列, プロセス行列, 測定行列の行列要素の直接測定” 量子情報技術研究会 QIT45-9, (オンライン) 2021/12/1
- [99] 江守 陽規, 岡本 淳, 富田 章久 "量子コンピュータを用いた測定誤差の定量的評価とゲートベンチマーキング" 令和3年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム 3R-1-1 (2022/2/24-3/2)
- [100] 松本 遼司, 松浦 巧, 富田 章久, 岡本 淳 "自己相関関数を用いた光子数分布の測定" 令和3年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム 3R-1-2 (2022/2/24-3/2)
- [101] 江守陽規, 岡本 淳, 富田章久 "量子誤り抑制を基にした NISQ デバイスのベンチマーキング" 第46回量子情報技術研究会 QIT46-9 オンライン(2022/5/31)
- [102] 富田章久 「量子情報理論の基本を学ぶ」 電子情報通信学会 光通信システム研究会 OCS サマースクール オンライン (2022/7/22)
- [103] 菅原悠生, 富田章久, 岡本淳 "DPQPSK 用変調器を用いた高速 QKD の量子状態生成" 第47回量子情報技術研究会 QIT47-48 (慶大矢上, 横浜市) 2022/12/8
- [104] 江守陽規, 小澤正直, 富田章久 “量子測定における擾乱評価回路” 第47回量子情報技術研究会 QIT47-54 (慶應大, 横浜市) 2022/12/8
- [105] 松本 遼司, 富田 章久, 岡本 淳 "量子鍵配送に向けた自己相関関数を用いた光子数分布評価" 第70回応用物理学学会春季学術講演会[15p-PB02-1] (上智大, 東京) 2023/3/15
- [106] 松浦 巧, 岡本 淳, 富田 章久 "Type-II PPKTP 結晶を用いた非縮退量子もつれ光源の開発" 第84回応用物理学学会秋季学術講演会 [21p-P18-2] (熊本市) 2023/9/21
- [107] 加藤 寿嗣, 富田 章久, 岡本 淳, 金澤 昌俊 “パッシブクエンチ型光子検出器による高速 QKD の検討” 第84回応用物理学学会秋季学術講演会 [22a-C402-4] (熊本市) 2023/9/22
- [108] Haobo Ge, Akihisa Tomita "A scheme of reducing the effects of the two-photon temporal distinguishability on measurement-device-independent quantum key distribution," Quantum Innovation 2023, PO-CC-04, (Tokyo) 2023/11/16
- [109] Haruki Emori, "Error and disturbance as irreversibility," Quantum Innovation 2023, PO-CC-08, (Tokyo) 2023/11/16
- [110] 桐生翔平・岡本淳・富田章久, "スクイーズドキャットコードを使用したハイブリッド量子情報処理" 第49回量子情報技術研究会 QIT49-11 (沖縄科学技術大学院大学, 恩納村) 2023/12/17
- [111] 松本遼司・岡本淳・富田章久, “量子鍵配送の安全性保証に向けた光子数分布評価” 第49回量子情報技術研究会 QIT49-37 (沖縄科学技術大学院大学, 恩納村) 2023/12/19
- [112] 加藤寿嗣・岡本淳・富田章久, ” Time-shift attack を無効化するスキームの提案及び有限鍵長デコイ量子鍵配送の解析” 第49回量子情報技術研究会 QIT49-63 (沖縄科学技術大学院大学, 恩納村) 2023/12/17
- [113] 田島俊也・岡本淳・富田章久, ” 量子鍵配送における量子状態の識別可能性に関する検証” 第49回量子情報技術研究会 QIT49-91(沖縄科学技術大学院大学, 恩納村) 2023/12/17
- [114] 小松川修・富田章久・岡本淳, ” Heisenberg XXZ スピン鎖による量子カオス系を活用した量子リザーブコンピューティング” 第49回量子情報技術研究会 QIT49-96(沖縄科学技術大学院大学, 恩納

村) 2023/12/17

- [115] 江守陽規・富田章久, "擬確率としての特性関数と感受率" 第 49 回量子情報技術研究会 QIT49-97(沖縄科学技術大学院大学, 恩納村) 2023/12/17
- [116] Nishino, Hitoshi, Sasaki, Takashi, Tomita, Akihisa, Ono, Takahito, "A design method using transformation matrix to obtain the trace of the light through the optical components controlled by high-precision actuators," APS March Meeting, Q12.00011 (Minneapolis, USA) 2024/3/6
- [117] Murakami, Yusuke, Tomita, Akihisa, Okamoto, Atsushi, "Implementation of the RRDPS QKD protocol using time-domain Fourier transform via space-time duality," APS March Meeting, Q53.00011 (Minneapolis, USA) 2024/3/6
- [118] 富田章久 「量子情報技術の基本」 電子情報通信学会 ソサイエティ大会(招待) BI-4-02 日本工業大学 (2024/9/11)
- [119] 加藤 寿嗣, 富田 章久, 岡本 淳, "光子検出器の特性平均化による BB84 の盗聴対策" 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会 [19p-A32-12] (新潟市) 2024/9/19
- [120] 加藤寿嗣・富田章久, "受動的かつ非対称な基底選択の BB84 における Bright illumination attack の影響と解析" 第 51 回量子情報技術研究会 (高松) 2024/11/26
- [121] 小島颯太・岡本淳・富田章久, "量子動的計画法の数値シミュレーションと NISQ デバイス上でのノイズ評価" 第 51 回量子情報技術研究会 (高松) 2024/11/26
- [122] 桐生翔平・岡本淳・富田章久, "ハイブリッドスクイーズドキャットコードによる光量子計算" 第 51 回量子情報技術研究会 (高松) 2024/11/28
- [123] Toshiutsugu Kato, Akihisa Tomita "Bright Illumination Attack on BB84 with Passive and Asymmetric Basis Selection," Quantum Innovation 2024, PO-CC-30, (Tokyo) 2024/10/22
- [124] Masato Koashi, "Security of quantum key distribution: approach from complementarity," Qcrypt 2020 (オンライン) (招待), 2020/8/12.
- [125] 佐々木寿彦, "量子鍵配送の現状と理論的課題について," 第 3 回量子ソフトウェア研究発表会, オンライン (招待), 2021/7/1.
- [126] Masato Koashi, "Finite-key security of continuous-variable quantum key distribution," Quantum Innovation 2021 (オンライン) (招待), 2021/12/8.
- [127] 佐々木寿彦, "量子暗号通信の安全性," 日本銀行金融研究所 情報技術研究センター 情報セキュリティ・セミナー, オンライン (招待), 2022/2/22.
- [128] 佐々木寿彦, "量子鍵配送技術の現状と未来," DBJ 設研現代問題セミナー, オンライン (招待), 2022/11/17.
- [129] 山野新一郎, 松浦孝弥, 倉持結, 佐々木寿彦, 小芦雅斗, "ヘテロダイン測定のみを用いた 2 値変調連続量量子鍵配送プロトコルの有限長安全性証明", 第 47 回量子情報技術研究会 (QIT47) (横浜), 2022/12/9.
- [130] 松浦孝弥, 山野新一郎, 倉持結, 佐々木寿彦, 小芦雅斗, "二値変調型連続量量子鍵配送方式の安全性証明の改善", 第 47 回量子情報技術研究会 (QIT47) (横浜), 2022/12/9.
- [131] Masato Koashi, "Proving the security of continuous-variable quantum key distribution via phase-error approach," UTokyo-ANU Workshop on Quantum Control and Electronic Materials and Devices (Univ. of Tokyo) (招待), 2023/4/13.

- [132] 山野新一郎、松浦孝弥、倉持結、佐々木寿彦、小芦雅斗、“連続量量子鍵配送における信頼できる雑音の汎用的な処理手法”、第 48 回量子情報技術研究会 (QIT48) (京都大学桂キャンパス)、2023/5/30.
- [133] Takaya Matsuura, Shinichiro Yamano, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, “Refine finite-size analysis of continuous-variable quantum key distribution,” CQC2T Annual Workshop (Newcastle), 2023/05/30.
- [134] Takaya Matsuura, Shinichiro Yamano, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, “Tight large deviation bounds for quantum adversarial setting with applications to quantum information,” 2023 ANZCOP-AIP Summer Meeting (Canberra), 2023/12/4.
- [135] Masato Koashi, “Recent progress in proof techniques for security of quantum key distribution,” Czech-Japan workshop on quantum information (Univ. of Tokyo) (招待)、2024/5/21.
- [136] Takaya Matsuura, Shinichiro Yamano, Yui Kuramochi, Toshihiko Sasaki, Masato Koashi, “Tight concentration inequalities for quantum adversarial setups exploiting permutation symmetry,” QCrypt 2024, (Vigo, Spain), 2024/9/2.
- [137] Masato Koashi, “Decoy-state security proof using phase-error correction approach,” QKD Security Proof workshop (Waterloo Univ., Canada) (招待)、2024/10/1.
- [138] 小芦雅斗、“量子情報技術の魅力と現状,” 防衛装備庁技術シンポジウム 2024, グランドヒル市ヶ谷 (招待), 2024/11/13.
- [139] 加藤豪、藤原幹生、鶴丸豊広、「鍵リレーの秘密ネットワーク符号に対する優位性」、QIT45 研究会、オンライン、2021 年 11 月 30 日
- [140] 加藤豪、藤原幹生、鶴丸豊広、「Advantage of the key relay protocol over secure network coding」、暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2022)、オンライン、2022 年 1 月 19 日
- [141] 加藤豪、藤原幹生、鶴丸豊広、「情報理論的完全性つき遠隔データ対一致判定プロトコル」、暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2023)、オンライン、2023 年 1 月 25 日
- [142] 中里隆也、レイエスラウスティン、今池伸晃、松田一泰、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心における炭素核スピン量子メモリの完全ベル測定”、応用物理学会第 81 回秋季学術講演会 (オンライン) (2020 年 9 月 10 日)
- [143] 若松恵大、三賢洸介、川崎愛大、関口雄平、小坂英男、“最小数の量子メモリを用いた量子中継に向けた幾何学量子ビットの完全ベル測定”、応用物理学会第 81 回秋季学術講演会 (オンライン) (2020 年 9 月 10 日)
- [144] 松下和生、川崎愛大、加納浩輝、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心における光シフトによる選択的ホロミック量子ゲート”、日本物理学会 2020 年秋季大会 (オンライン) (2020 年 9 月 11 日)
- [145] レイエスラウスティン、川崎愛大、松田一泰、関口雄平、加藤宙光、牧野俊晴、小坂英男、“ダイヤモンド NV スピンの高忠実度ホロミック量子ゲート”、日本物理学会 2020 年秋季大会 (オンライン) (2020 年 9 月 11 日)
- [146] 三賢洸介、若松恵大、川崎愛大、関口雄平、小坂英男、“一方向量子中継に向けた幾何学量子ビットの完全ベル測定”、日本物理学会 2020 年秋季大会 (オンライン) (2020 年 9 月 11 日)
- [147] 奥村皐月、三賢洸介、関口雄平、小坂英男、“発光吸収型量子中継器プロトコルのビットレート向上に向けた検討”、日本物理学会 2020 年秋季大会 (オンライン) (2020 年 9 月 11 日)

- [148] 小坂英男、“量子通信とフォトニクス”、応用物理学会フォトニクス分科会ミニセミナー（オンライン）（2020年12月11日）
- [149] 小坂英男、“「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」、NICT Quantum Camp(NQC)（オンライン）（2020年12月12日）
- [150] 小坂英男、“量子通信、量子計算、量子コンピュータネットワークへ向けて Quantum communication and quantum computation toward quantum computer network”、ソニーミニセミナー（東京）（2021年1月19日）
- [151] 小坂英男、“量子インターネットへ向けた量子中継ネットワーク”、電子情報通信学会 通信方式(CS)研究会 “量子情報処理の新展開”（オンライン）（2021年3月10日）
- [152] 中里隆也、倉下滉平、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心における光子から炭素核スピンへの伝令付き量子テレポーテーション転写”、日本物理学会第 76 回年次大会（オンライン）（2021年3月13日）
- [153] レイエスラウスティン、中里隆也、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心における核スピン量子メモリの量子誤り訂正 II”、日本物理学会第 76 回年次大会（オンライン）（2021年3月13日）
- [154] 小坂英男、“量子インターネットへ向けた量子メモリを用いた量子中継技術の現状と展望”、応用物理学微小光学研究会（オンライン）（2021年3月23日）
- [155] 小坂英男、“量子コンピュータネットワークへ向けた挑戦”、弾性波素子技術コンソーシアム研究会（オンライン）（2021年6月10日）
- [156] 小坂英男、“Development of Quantum Interfaces for Building Quantum Computer Networks”、日米量子ラウンドテーブル（オンライン）（2021年7月1日）
- [157] 小坂英男、“量子メモリを用いた量子中継技術”、第 82 回応用物理学会秋季学術講演会（オンライン）（2021年9月10日）
- [158] 黒川穂高、山本萌生、申秀成、佐々木遼、関口雄平、野村政宏、小坂英男、“量子インターフェースの実現に向けたピエゾ-音共振器の電場—歪み場シミュレーション”、第 82 回応用物理学会秋季学術講演会（オンライン）（2021年9月12日）
- [159] レイエスラウスティン、川崎愛大、松田一泰、関口雄平、加藤宙光、牧野俊晴、小坂英男、“ダイヤモンド NV スピンの高忠実度ホロミック量子ゲート”、2021 年度量子情報関東・関西合同 Student Chapter（オンライン）（2021年9月17日）
- [160] 山本萌生、申秀成、佐々木遼、黒川穂高、関口雄平、野村政宏、小坂英男、“量子インターフェースのためのピエゾ-音共振器のシミュレーション”、2021 年度量子情報関東・関西合同 Student Chapter（オンライン）（2021年9月17日）
- [161] 中里慎太郎、松木愛美、中里隆也、レイエスラウスティン、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心におけるゼロ磁場下での電子と炭素の排他的もつれ操作”、日本物理学会 2021 年秋季大会（オンライン）（2021年9月21日）
- [162] 山本萌生、申秀成、佐々木遼、黒川穂高、関口雄平、野村政宏、小坂英男、“量子インターフェースのためのピエゾ-音共振器のシミュレーション”、日本物理学会 2021 年秋季大会（オンライン）（2021年9月21日）
- [163] 小坂英男、“「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」、NICT Quantum Camp（オンライン）（2021年11月13日）

- [164] 黒川穂高、山本萌生、関口雄平、小坂英男、“Remote entanglement of superconducting systems using solid-state spin quantum memory”、APS March Meeting 2022 (オンライン) (2022年3月14日)
- [165] 関口雄平、関口雄平、松下和生、川崎愛大、小坂英男、“Spatially selective universal quantum operation of a nitrogen-vacancy center in diamond”、APS March Meeting 2022 (オンライン) (2022年3月14日)
- [166] 渡辺幹成、中里隆也、江川直也、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心におけるゼロ磁場下での電子と炭素の動的デカップリングもつれ操作による量子テレポーテーション”、日本物理学会第77回年次大会(2022年) (オンライン) (2022年3月17日)
- [167] 江川直也、中里隆也、渡辺幹成、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心におけるゼロ磁場下でのホロミックな電子・炭素間操作の理論”、日本物理学会第77回年次大会 (オンライン) (2022年3月17日)
- [168] 渡辺幹成、中里隆也、江川直也、関口雄平、小坂英男、“量子メモリ増加に向けた動的デカップリング核子量子ゲート操作”、第31回量子情報関東 Student Chapter (オンライン) (2022年3月29日)
- [169] 関口雄平、“ダイヤモンド NV 中心を用いた光スピン量子インターフェイス”、電子情報学会 システムナノ技術に関する特別研究専門委員会(SNT) 第4回研究会「量子コンピュータの大規模集積化技術」 (オンライン) (2022年6月28日)
- [170] 毛利駿介、レイエスラウスティン、若松恵大、加藤宙光、牧野俊晴、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心を用いた単一光子干渉による不可分性の実証”、日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学) (2022年9月13日)
- [171] レイエスラウスティン、毛利駿介、若松恵大、加藤宙光、牧野俊晴、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド量子中継の構築に向けた NV 中心単一光子の干渉”、第83回 応用物理学会秋季学術講演会 (東北大学川内北キャンパス+オンライン) (2022年9月20日)
- [172] 渡辺幹成、中里隆也、江川直也、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 電子のゼロ磁場動的デカップリング”、第83回 応用物理学会秋季学術講演会 (東北大学川内北キャンパス+オンライン) (2022年9月20日)
- [173] 関口雄平、“ダイヤモンドにおける幾何学的スピン制御と量子中継への応用”、第83回 応用物理学会秋季学術講演会 (東北大学川内北キャンパス+オンライン) (2022年9月22日)
- [174] 関口雄平、“実験講座 5 量子ネットワーク”、QEd サマースクール 2022 (沖縄科学技術大学院大学) (2022年9月29日)
- [175] 黒川穂高、“大規模量子コンピュータ実現に向けた量子インターフェースの開発”、第32回関東量子情報 Student Chapter (横浜国立大学) (2022年10月21日)
- [176] 渡辺幹成、“ダイヤモンド NV 電子スピンのゼロ磁場動的デカップリング”、第32回関東量子情報 Student Chapter (横浜国立大学) (2022年10月21日)
- [177] 小坂英男、“From Quantum Repeater Networks to the Quantum Internet”、Quantum Innovation 2022 (オンライン) (2022年11月29日)
- [178] 小坂英男、“超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦”、メタマテリアル第187委員会 2022 年度第2回研究会 (機械振興会館+オンライン) (2022年12月20日)

- [179] 江川直也、田宮志郎、渡辺幹成、小坂英男、“ゼロ磁場ダイヤモンド NV 中心における弱結合核スピン検出・操作手法の研究”、第 18 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2023 年 3 月 7 日)
- [180] 中里慎太郎、市川 公善、寺地 徳之、関口 雄平、小坂 英男、小坂英男、“ダイヤモンド NV スピンの忠実な万能量子操作に関する研究”、第 18 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2023 年 3 月 7 日)
- [181] 松木愛美、上牧瑛、小野田忍、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“超短パルスレーザーによるダイヤモンド色中心生成に関する研究”、第 18 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2023 年 3 月 7 日)
- [182] 毛利駿介、レイエスラウスティン、加藤宙光、牧野俊晴、“ダイヤモンド NV 中心から発光する単一光子による量子干渉の研究”、第 18 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2023 年 3 月 7 日)
- [183] 渡辺幹成、江川 直也、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV スピンのゼロ磁場動的デカップリングに関する研究”、第 18 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2023 年 3 月 7 日)
- [184] 山本萌生、黒川穂高、藤井知、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“超伝導光量子インターフェースに向けたダイヤモンド NV 中心を用いた音波光波変換”、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (上智大学 四谷キャンパス + オンライン) (2023 年 3 月 16 日)
- [185] 渡辺幹成、市川 公善、寺地 徳之、関口雄平、小坂英男、“同位体制御によるダイヤモンド NV 電子スピンコヒーレンスの向上”、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (上智大学 四谷キャンパス + オンライン) (2023 年 3 月 16 日)
- [186] 小坂英男、“超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦”、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (上智大学 四谷キャンパス + オンライン) (2023 年 3 月 17 日)
- [187] 三賢洗介、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心における軌道励起状態操作を用いた高忠実度もつれ生成”、日本物理学会 2023 年春季大会、(オンライン) (2023 年 3 月 24 日)
- [188] 若松恵大、黒川穂高、中里慎太郎、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド単一中性電荷 NV 中心のコヒーレントな軌道操作”、応用物理学会第 81 回秋季学術講演会 (オンライン) (2023 年 3 月 24 日)
- [189] 黒川穂高、山本 萌生、関口雄平、小坂英男、“Remote Entanglement of Superconducting Qubits via Solid-State Spin Quantum Memories”、The 13th International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures (PECS-XIII) (オンライン) (2023 年 3 月 29 日-31 日)
- [190] 小坂英男、“National projects for quantum repeater and quantum computer networks in Japan”、QR.X-Statusseminar II (Physikzentrum Bad Honnef) (神田明神ホール) (2023 年 6 月 16 日)
- [191] 小坂英男、“Development of Quantum Interfaces for Building Quantum Computer Networks”、ムーンショット目標 6 国際シンポジウム (赤坂インターシティコンファレンス) (2023 年 7 月 19 日)
- [192] 小坂 英 男 、 “ 量 子 計 算 と 量 子 通 信 の 統 合 /Integration of Quantum Computing and Quantum Communications”、日本物理学会第 78 回年次大会 (東北大学) シンポジウム「量子コンピュータネットワークの科学」、(2023 年 9 月 16 日)
- [193] 松木愛美、小野田忍、牧野俊晴、加藤宙光、上牧瑛、関口雄平、小坂英男、“超短パルスレーザー照射を用いたダイヤモンド色中心の生成”、日本物理学会第 78 回年次大会、(東北大学) (2023 年 9 月)

19日)

- [194] 伊藤大輔、杉原健吾、黒川穂高、関口雄平、小坂英男、“可変形状ミラーによるダイヤモンド NV 中心光子のファイバー結合効率の向上”、日本物理学会第 78 回年次大会、(東北大学) (2023 年 9 月 19 日)
- [195] 黒川穂高、若松恵大、中里慎太郎、山本萌生、牧野俊晴、加藤宙光、藤井知、寺井弘高、関口雄平、小坂英男、“量子インターフェースの実現に向けたダイヤモンド色中心の研究”、第 84 回応用物理学会 秋季学術講演会 (熊本城ホールと周辺 4 会場+オンライン) (2023 年 9 月 21 日)
- [196] 杉原健吾、松木愛美、小野田忍、牧野俊晴、加藤宙光、上牧瑛、関口雄平、小坂英男、“レーザーアニールによる狭線幅なダイヤモンド窒素-空孔中心の生成”、第 84 回応用物理学会 秋季学術講演会 (熊本城ホールと周辺 4 会場+オンライン) (2023 年 9 月 21 日)
- [197] 小坂英男、“Towards Quantum Computing and Quantum Cryptography with diamonds”、Okinawa School in Physics: Coherent Quantum Dynamics (沖縄科学技術大学院大学 (OIST)) (2023 年 9 月 26 日)
- [198] レイエスラウスティン、毛利駿介、小林歩夢、上牧瑛、関口雄平、牧野俊晴、知名史博、加藤宙光、三木茂人、味村 裕、小坂英男、“Quantum frequency conversion of entangled photons from NV center in diamond towards constructing long distances quantum repeater network”、1st International Workshop on Quantum Information Engineering (QIE2023)、(沖縄科学技術大学院大学 (OIST)) (2023 年 10 月 11 日)
- [199] 山本萌生、黒川穂高、藤井知、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“Research on diamond mechanical wave resonators for quantum interfaces”、1st International Workshop on Quantum Information Engineering (QIE2023)、(沖縄科学技術大学院大学 (OIST)) (2023 年 10 月 13 日)
- [200] 小坂英男、“「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」”、NICT Quantum Camp(NQC)、(オンライン) (2023 年 10 月 21 日)
- [201] 上牧瑛、“Quantum manipulation and creation of a single nitrogen-vacancy center for high-fidelity quantum repeaters”、2nd International Workshop of Spin/Quantum Materials and Devices (IWSQMD2023)、(東北大学) (2023 年 11 月 16 日)
- [202] 小坂英男、“量子メモリを用いた量子インターフェース・量子中継器技術”、量子技術研究会、(ベルサール飯田橋) (2023 年 12 月 14 日)
- [203] 小坂英男、“量子コンピュータと量子通信を融合した量子情報通信ネットワークへの挑戦”、ICT-ISAC 先端技術研究会 (ICT-ISAC 事務局会議室+オンライン) (2024 年 3 月 1 日)
- [204] 黒川穂高、若松恵大、中里慎太郎、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“Coherent Electric Field Control of Orbital State of a Neutral Nitrogen-Vacancy Center”、APS March Meeting 2024 (ネアポリスコンベンションセンター) (2024 年 3 月 5 日)
- [205] 小林歩夢、牧野俊晴、加藤宙光、藤原太朔、松木愛美、上牧瑛、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心による量子通信に向けた高発光収集効率デバイスの作製”、第 19 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2024 年 3 月 5 日)
- [206] 伊藤大輔、藤原太朔、佐藤清貴、毛利駿介、渡辺幹成、レイエスラウスティン、牧野俊晴、加藤宙光、味村裕、関口雄平、小坂英男、“長距離量子もつれ生成に向けた通信波長光子からダイヤモンド NV 中心への誤り耐性型量子テレポーテーション転写”、第 19 回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大

学) (2024年3月5日)

- [207] 本田雄真、毛利駿介、伊藤大輔、レイエス・ラウスティン、関口雄平、味村裕、三木茂人、知名史博、牧野俊晴、加藤宙光、小坂英男、“長距離量子もつれ生成に向けた量子波長変換の高効率化に関する研究”、第19回ナノテク交流シンポジウム(横浜国立大学)(2024年3月5日)
- [208] 小林拓海、関口雄平、藤原太朔、レイエス・ラウスティン、伊藤大輔、佐藤清貴、加藤宙光、牧野俊晴、小坂英男、“ダイヤモンドNV中心の縮退二準位系を用いたクラスター状態光子生成に関する研究”、第19回ナノテクシンポジウム(横浜国立大学)(2024年3月5日)
- [209] 杉原健吾、松木愛美、小野田忍、加藤宙光、牧野俊晴、上牧瑛、関口雄平、小坂英男、“量子中継のためのレーザーアニールによるダイヤモンドNV中心の局所生成”、第19回ナノテク交流シンポジウム(横浜国立大学)(2024年3月5日)
- [210] 佐藤清貴、レイエス・ラウスティン、毛利駿介、本田雄真、関口雄平、牧野俊晴、加藤宙光、三木茂人、知名史博、味村裕、小坂英男、“ダイヤモンドNV中心と通信波長光子の長距離もつれ伝送に関する研究”、第19回ナノテク交流シンポジウム(横浜国立大学)(2024年3月5日)
- [211] 中里慎太郎、黒川穂高、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男“量子インターフェースに向けたダイヤモンド中性電荷NV中心の軌道緩和時間の伸長”、日本物理学会2024年春季大会(オンライン)(2024年3月18日)
- [212] 毛利駿介、レイエスラウスティン、小林歩夢、上牧瑛、関口雄平、加藤宙光、牧野俊晴、知名史博、三木茂人、味村裕、小坂英男、“量子中継ネットワークに向けたダイヤモンドNV中心もつれ光子の量子周波数変換による長距離伝送”、日本物理学会2024年春季大会(オンライン)(2024年3月18日)
- [213] 藤原太朔、伊藤大輔、佐藤清貴、毛利駿介、レイエスラウスティン、加藤宙光、牧野俊晴、味村裕、関口雄平、小坂英男、“通信波長光子からダイヤモンドNV中心への量子テレポーテーション転写”、日本物理学会2024年春季大会(オンライン)(2024年3月18日)
- [214] 後藤京介、森優悟、永山歩、望月大樹、渡邊春輝、黒川穂高、島津佳弘、小坂英男、“遠隔超伝導量子ビット間通信に向けた量子インターフェースの要求性能評価ならびに超伝導量子ビットの実験的評価”、日本物理学会2024年春季大会(オンライン)(2024年3月18日)
- [215] 伊藤大輔、藤原太朔、佐藤清貴、毛利駿介、渡辺幹成、レイエスラウスティン、牧野俊晴、加藤宙光、味村裕、関口雄平、小坂英男、“光子吸収によるダイヤモンド量子メモリへの誤り耐性型量子状態転写”、第71回応用物理学会春季学術講演会(東京都市大学 世田谷キャンパス+オンライン)(2024年3月22日)
- [216] 渡辺幹成、伊藤大輔、藤原太朔、佐藤清貴、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンドNV中心における無磁場下での窒素核スピンと結合した電子スピンのコヒーレンスの改善”、第71回応用物理学会春季学術講演会(東京都市大学 世田谷キャンパス+オンライン)(2024年3月22日)
- [217] 小坂英男、“量子計算網構築のための量子インターフェース開発”、ムーンショット 公開シンポジウム2024、(ベルサール秋葉原およびオンライン)(2024年3月27日)
- [218] 後藤京介、黒川穂高、小坂英男、“遠隔量子ビット間通信に向けた量子インターフェースの要求性能評価”、第35回量子情報関東 Student Chapter 研究会(東京大学本郷キャンパス)(2024年3月29日)
- [219] 渡辺幹成、伊藤大輔、藤原太朔、佐藤清貴、牧野俊晴、加藤宙光、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモ

- ンド NV 中心の無磁場下における電子スピンと窒素核スピンもつれ状態の長コヒーレンス時間保護”、第 35 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2024 年 3 月 29 日）
- [220] 小坂英男、“量子鍵配送の長距離化・高速化に向けた量子中継の最新動向”、第 30 回量子鍵配送技術推進委員会（オンライン）（2024 年 5 月 24 日）
- [221] 小坂英男、“Diamond Spin Qubits for Quantum C&C”、Swiss-Japanese Quantum Symposium 2024（東京大学）（2024 年 6 月 7 日）
- [222] Raustin Reyes, Yuhei Sekiguchi, Daisuke Ito, Taichi Fujiwara, Kansei Watanabe, Hiromitsu Kato, Toshiharu Makino, Yu Mimura, Hideo Kosaka, “Transfer and teleportation of the photon-polarization states towards the emission-absorption type quantum repeater”、Swiss-Japanese Quantum Symposium 2024（東京大学）（2024 年 6 月 7 日）
- [223] 小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心を用いた量子コンピュータ、量子通信”、ハイブリッド量子：その後の展開、（国立情報学研究所）（2024 年 6 月 14 日）
- [224] 小坂英男、“Diamond-Interfaced Quantum Computing Networks”、The 7th QST International Symposium (G メッセ群馬)（2024 年 7 月 24 日）
- [225] 小坂英男、“Diamond Spin Qubits for Quantum Communication and Computing”、International Conference on the Physics of Semiconductors 2024（Shaw Centre, Ottawa, Canada）（2024 年 7 月 30 日）
- [226] 小坂英男、“「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」”、NICT Quantum Camp(NQC)(NICT イノベーションセンター)（2024 年 9 月 14 日）
- [227] 佐藤清貴、黒川穂高、石田悟己、松清秀次、西岡政雄、飯島航大、池尙玟、大槻秀夫、関口雄平、小野田忍、寺地徳之、岩本敏、小坂英男、“フォトニック結晶中のダイヤモンド窒素空孔中心の光学特性評価”、日本物理学会第 79 回年次大会(北海道大学札幌キャンパス)（2024 年 9 月 16 日）
- [228] 廣津留蓮斗、黒川穂高、関口雄平、寺井弘高、高木佳寿代、小坂英男、“長量子インターフェースに向けたナノワイヤ超伝導マイクロ波共振器の光学応答に関する研究”、日本物理学会第 79 回年次大会（北海道大学札幌キャンパス）（2024 年 9 月 16 日）
- [229] 伊藤大輔、藤原太朔、本田雄真、レイエスラウスティン、関口雄平、上牧瑛、牧野俊晴、加藤宙光、三木茂人、小林歩夢、味村裕、小坂英男、“長距離量子通信に向けたダイヤモンド NV 中心間の光接続”、日本物理学会第 79 回年次大会(北海道大学札幌キャンパス)（2024 年 9 月 17 日）
- [230] レイエスラウスティン、関口雄平、伊藤大輔、藤原太朔、渡辺幹成、加藤宙光、牧野俊晴、味村裕、小坂英男、“発光吸収型ダイヤモンド量子中継器の実現に向けた中継動作の実証”、第 85 回応用物理学会秋季講演会（朱鷺メッセ+オンライン）（2024 年 9 月 18 日）
- [231] 山本萌生、佐藤清貴、黒川穂高、石田悟己、松清秀次、飯嶋航大、池尙玟、大槻秀夫、西岡政雄、関口雄平、小野田忍、岩本敏、小坂英男、“量子インターフェースの実現に向けたダイヤモンドオプトメカニカル結晶の評価”、第 85 回応用物理学会秋季講演会（朱鷺メッセ+オンライン）（2024 年 9 月 18 日）
- [232] K. Sato, H. Kurokawa, S. Ishida, H. Matsukiyo, M. Nishioka, K. Iijima, S. Ji, H. Otsuki, Y. Sekiguchi, S. Onoda, T. Teraji, S. Iwamoto, H. Kosaka, “Optical evaluation of diamond photonic crystals with embedded ensemble NV centers”、Quantum Innovation 2024（御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター）（2024 年 10 月 22 日）

- [233] 関口雄平、“Optically controlled degenerate spin qubits in diamond”、MNC2024 (Kyoto Brighton Hotel, Kyoto) (2024年11月14日)
- [234] 関口雄平、“量子欠陥を用いた量子ネットワークノードに関する研究”、QST 高崎サイエンスフェスタ (高崎シティギャラリー) (2024年12月11日)
- [235] 上牧瑛、“GP-Spin に参加したお陰で得た予定不調和な研究キャリア”、GP-Spin 10周年記念シンポジウム (東北大学) (2025年2月5日)
- [236] 小坂英男、“量子計算網構築のための量子インターフェース開発”、ムーンショット 公開シンポジウム 2025 (ベルサール秋葉原およびオンライン) (2025年3月4日)
- [237] 後藤京介、黒川穂高、小坂英男、“電気光学効果を用いた量子インターフェースに関する研究”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [238] 伊藤大輔、関口雄平、牧野俊晴、加藤宙光、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心を用いた2ノード間量子もつれ生成に向けた研究”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [239] 小林拓海、黒川 穂高、後藤 京介、橋本 宗助、 廣津留 蓮斗、 山本 萌生、 佐藤 清貴、 小坂 英男、“超伝導量子ビットの評価及び量子操作に関する研究”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [240] 佐藤清貴、黒川穂高、石田悟己、松清秀次、西岡政雄、飯島航大、池尙玟、大槻秀夫、関口雄平、小野田忍、寺地徳之、岩本敏、小坂英男、“フォトニック結晶中のダイヤモンド窒素空孔中心の光学特性評価”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [241] 山本萌生、“量子インタフェースに向けたダイヤモンド機械振動共振器のモード体積微小化”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [242] 青山慶太郎、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド量子ナノフォトニックデバイスの高効率光ファイバー結合に関する研究”、第20回ナノテク交流シンポジウム (横浜国立大学) (2025年3月7日)
- [243] レイエスラウスティン、藤原太朔、関口雄平、加藤宙光、牧野俊晴、小坂英男、“ダイヤモンド量子メモリによる量子中継レートの向上”、第72回応用物理学会春季講演会 (東京理科大学野田キャンパス&オンライン) (2025年3月14日)
- [244] 黒川穂高、“量子光電融合を担うマイクロ波—光量子インターフェース”、第72回応用物理学会春季講演会シンポジウム【誤り耐性量子コンピュータへの新技術】(東京理科大学野田キャンパス&オンライン) (2025年3月14日)
- [245] 杉原健吾、石田悟己、松清秀次、飯島航大、池尙玟、大槻秀夫、西岡政雄、小野田忍、加藤宙光、牧野俊晴、上牧瑛、関口雄平、岩本敏、小坂英男、“レーザーアニールによるダイヤモンドナノビーム光導波路中への窒素空孔中心生成”、第72回応用物理学会春季講演会 (東京理科大学野田キャンパス&オンライン) (2025年3月17日)
- [246] 山本萌生、黒川穂高、牧野俊晴、加藤宙光、藤井知、関口雄平、瀬戸浦真衣、寺井弘高、小野田忍、小坂英男、“量子インタフェースに向けたダイヤモンド機械振動共振器のモード体積微小化”、日本物理学会 2025年春季大会 (オンライン) (2025年3月21日)
- [247] 藤原太朔、レイエスラウスティン、加藤宙光、牧野俊晴、関口雄平、小坂英男、“ダイヤモンド NV 中心を介した吸収光子から発光光子への量子中継デモンストレーション”、日本物理学会 2025年春季大会 (オンライン) (2025年3月21日)

- [248] 味村裕、上野若菜、高橋朋来、三木茂人、小坂英男、“波長多重偏波量子もつれ光を用いた 10 ノード間量子もつれ配信”、電子情報通信学会 総合大会（東京都市大学世田谷キャンパス）（2025 年 3 月 25 日）
- [249] 後藤京介、黒川穂高、小坂英男、“電気光学効果を用いた量子インターフェースの検討 Characterization of Microwave and Optical Resonators for Electro-Optic Quantum Interface”、第 37 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2025 年 3 月 31 日）
- [250] 小林拓海、黒川穂高、後藤京介、橋本宗助、廣津留蓮斗、山本萌生、佐藤清貴、小坂英男、“超伝導量子ビットの評価及び量子操作に関する研究”、第 37 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2025 年 3 月 31 日）
- [251] レイエスラウスティン、“光子の発光と吸収を介したダイヤモンド量子中継器の実証”、第 37 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2025 年 3 月 31 日）
- [252] 山本萌生、“量子インターフェースに向けたダイヤモンド機械振動共振器のモード体積微小化”、第 37 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2025 年 3 月 31 日）
- [253] 渡辺幹成、市川公善、寺地徳之、関口雄平、小坂英男、“同位体制御した高純度ダイヤモンドによる低スペクトル拡散と長時間スピンコヒーレンスを両立した光接続固体量子ビットの実現”、第 37 回量子情報関東 Student Chapter 研究会（東京大学本郷キャンパス）（2025 年 3 月 31 日）
- [254] 石田悟己、松清秀次、楊燁亭、周潔钰、大槻秀夫、池尙玟、牧野俊晴、加藤宙光、岩本敏、エアブリッジ型ダイヤモンドフォトリック結晶ナノビーム共振器構造の作製、第 70 回応用物理学会春季学術講演会、15p-A501-2、東京、2023 年 03 月 15 日
- [255] 加藤宙光(招待講演)、ダイヤモンド量子技術応用へ向けた CVD 成長・デバイス化技術の現状と展望、第 51 回薄膜・表面物理セミナー「ダイヤモンド研究の最前線」、金沢商工会議所 ホール、2023/08/07
- [256] 石田悟己、松清秀次、池尙玟、大槻秀夫、西岡政雄、牧野俊晴、加藤宙光、岩本敏、エアブリッジ型ダイヤモンドフォトリック結晶ナノビーム共振器構造の作製（2）、第 84 回応用物理学会秋季学術講演会、21p-A308-5、熊本、2023 年 09 月 21 日
- [257] 加藤宙光(招待講演)、ダイヤモンド量子技術に向けた結晶成長・デバイス化研究の最前線、第 1 回 ARIM 量子・電子マテリアル領域セミナー、産総研、2023/11/13
- [258] 加藤宙光(招待講演)、Plasma CVD engineering of diamond nitrogen-vacancy centers for quantum sensing、Quantum Innovation 2023、東京、2023/11/16
- [259] 加藤有香子、牧野俊晴、小倉政彦、加藤宙光、春山盛善、Stress Imaging of Ensemble NV Diamond Layer、Quantum Innovation 2023、東京 Tokyo Convention Hall、2023/11/16
- [260] 加藤宙光（招待講演）、マイクロ波プラズマ CVD 法を用いたダイヤモンド半導体への不純物ドーピング、第 43 回電子材料シンポジウム、2024/10/4
- [261] Moriyoshi Haruyama, Yukako Kato, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Toshiharu Makino、spectrum simulations for improving magnetic sensitivity、Quantum Innovation 2024 (OI2024)、2024/10/22
- [262] Moriyoshi Haruyama, Yukako Kato, Hiromitsu Kato, Masahiko Ogura, Toshiharu Makino、Stress evaluation around dislocations and simulation on dislocation density dependence of ODMR properties of NV center、Hasselt Diamond Workshop 2025、2025/3/20

- [263] 寺地徳之, “量子デバイス応用を目指したダイヤモンド成長技術開発”, 俯瞰ワークショップシリーズ 量子マテリアル研究の最前線(TKP 市ヶ谷カンファレンスセンター, 2023.3.19)
- [264] 寺地徳之, “量子デバイス応用を中心としたダイヤモンド薄膜の化学気相成長”, パワー半導体の最新動向 ~シリコンパワー半導体、および次世代材料、量子マテリアル研究の最前線(オンライン, 2023.2.27)
- [265] T. Teraji and C. Shinei, “Nitrogen concentration control in diamond crystal growth for quantum sensing applications”, DCM2023 (2023)
- [266] T. Teraji and C. Shinei, “<sup>15</sup>N-doped homoepitaxial diamond (100) free-standing crystal growth for characterizing nitrogen-related point defects”, NDNC2023 (2023)
- [267] C. Shinei, Y. Masuyama, M. Miyakawa, H. Abe, S. Ishii, S. Saiki, S. Onoda, T. Taniguchi, T. Ohshima and T. Teraji, “Dipole-dipole interaction between ensemble of NV- centers in diamond”, DCM2023 (2023.9.13)
- [268] 寺地徳之, 真栄 力, “Quantum point defects formed in CVD diamond”, 電子材料シンポジウム (EMS-42) (2023.10.13)
- [269] C. Shinei, Y. Masuyama, M. Miyakawa, H. Abe, S. Ishii, S. Saiki, S. Onoda, T. Taniguchi, T. Ohshima and T. Teraji, “Dipole-dipole interaction between NV- center and nitrogen related defects”, 6th IFQMS (2023.11.16)
- [270] 真栄 力, 阿部浩之, 大島武, 寺地徳之, “単空孔形成による NV センタの荷電状態変化”, 第 3 7 回ダイヤモンドシンポジウム(東海大学湘南キャンパス, 2023.11.14)
- [271] 寺地徳之, 真栄 力, “ダイヤモンド結晶の化学気相成長における窒素ドーピングの制御性”, 先進パワー半導体分科会 第 10 回講演会(ANA クラウンプラザホテル金沢, 2023.11.30)
- [272] Tokuyuki Teraji, Chikara Shinei, Yuta Masuyama “Hydrogen incorporation in nitrogen-doped CVD diamond” HASSELT DIAMOND WORKSHOP –SBDD XXVIII (Cultural Centre, Hasselt, Belgium, 2024.2.29).
- [273] 寺地 徳之, 真栄 力, “窒素ドーブ CVD ダイヤモンド (001)自立結晶の成長” 第 71 回応用物理学会春季学術講演会(東京都市大学, 世田谷, 2024.3.24).
- [274] T. Teraji (Invited), "N-doped <sup>12</sup>C-enriched CVD diamond {111} freestanding crystals" NDNC2024 (University of Technology Sydney, Sydney, Australia, 2024.5.30).
- [275] Tokuyuki Teraji, Chikara Shinei and Yuta Masuyama, “CVD diamond {111} freestanding crystals” French-Japanese workshop on Diamond Electronic Devices (Pierre & Vacances Village Cap Esterel, Agay, France, 2024.6.11).
- [276] T. Teraji (Invited), "Diamond Growth by Chemical Vapor Deposition for Quantum Device Applications" The 11th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS 2024) (Hanwha Resort Haeundae, Busan, Korea, 2024.10.16).
- [277] Y. Yang, F. Tian and S. Iwamoto, "Design of a diamond photonic crystal cavity integrated on a SiN waveguide", 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-N321-2, オンライン(2021.9.13)
- [278] 石田 悟己, 松清 秀次, 楊 燁亭, 牧野 俊晴, 加藤 宙光, 岩本 敏, 「ダイヤモンドフォトニック結晶共振器構造の作製」、第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 24a-E301-4, 青山学院大学相模原キャンパス+オンライン(2022.3)

- [279] J. Zhou, S. Ji and S. Iwamoto, "Investigation of diamond-based air-suspended bull' s eye optical cavity", 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, 21a-A101-8, 東北大学川内北キャンパス+オンライン (2022.9)
- [280] 池尙玟, 石田悟己, 松清秀次, 西岡政雄, 飯嶋航大, 岩本敏 「SiN エッチングマスクを用いたエアブリッジ型ダイヤモンドフォトニック結晶共振器の作製及び光学評価」、18a-A32-8,第 85 回応用物理学会秋季学術講演会, 朱鷺メッセ, 新潟 (2024.09)
- [281] 味村 裕、高橋 朋来、関口 雄平、小坂 英男、“量子暗号通信ネットワーク実現のための量子中継技術開発”、応用物理学会秋季学術講演会 (オンライン) (令和 3 年 9 月 10 日)
- [282] 味村 裕、“量子暗号通信網構築のための量子中継技術”、「人とくるまのテクノロジー展 2023 」展示会 (横浜展示会 (展示) : 令和 5 年 5 月 24 日~26 日 横浜展示会 (オンライン) : 令和 5 年 5 月 17 日~6 月 7 日、名古屋展示会 (展示) : 令和 5 年 7 月 5 日~7 日、名古屋展示会 (オンライン) : 令和 5 年 6 月 28 日~7 月 19 日)
- [283] 上野 若菜、高橋 朋来、三木 茂人、小坂 英男、味村 裕、“光ファイバによる高性能な波長多重偏波量子もつれ光発生”、第 85 回 応用物理学会 秋季学術講演会 (新潟市) (令和 6 年 9 月 16 日)

## 10 出願特許リスト

- [1] 発明者 (田中康之、山浦隆博、谷澤佳道) "転送装置、鍵管理サーバ装置、通信システム、転送方法およびプログラム"、日本、2020/11/6、特願 2020-186158
- [2] 発明者 (土井 一右、谷澤 佳道、中嶋 俊貴、松本 麻里)、発明の名称 (量子暗号通信システム、鍵管理検査装置、鍵管理検査方法及びプログラム)、出願国(日本、米国、欧州(EPO\_英国・独国を指定))、2021/6/4 出願、特願 2021-094118
- [3] 発明者 (土井 一右、中嶋 俊貴、松本 麻里、谷澤 佳道)、発明の名称 (鍵管理装置及び鍵管理方法)、出願国 (日本、仮米国、仮欧州(EPO\_英国・独国を指定))、2022/03/15 出願、特願 P2022-040457
- [4] 発明者(兪 鈺、谷澤 佳道、高橋 莉里香)、発明の名称 (量子暗号通信システム及びプログラム)、出願国 (日本、仮米国、仮欧州(EPO\_英国・独国を指定))、2022/03/17 出願、特願 P2022-042882
- [5] 発明者(兪 鈺、勝部 泰弘、谷澤 佳道、高橋 莉里香、藤吉 靖浩)、発明の名称 (量子暗号通信システム及びプログラム)、出願国 (日本、仮米国、仮欧州(EPO\_英国・独国を指定))、2022/03/17 出願、特願 P2022-042596
- [6] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (QKDシステム、監視装置、多重化装置及びプログラム)、申請国 (日本)、申請年月日 (2022/07/22 出願)
- [7] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (多重化装置、QKDシステム、QKD装置、多重化方法及び調整方法)、申請国 (日本)、申請年月日 (2022/12/15 出願)
- [8] 発明者 (HanDU、Taofiq Paraiso、Mirko Pittaluga、Andrew James Shields)、発明の名称 (A phase stabilization PIC chip An integrated optical device)、申請国 (英国)、申請年月日 (2022/10/19 出願)
- [9] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (制御装置、量子暗号通信システム、情報処理装置、鍵管理装置、制御方法、情報処理方法、鍵管理方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日 (2023/3/17 出願)
- [10] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称 (鍵管理装置、QKDN制御装置、量子暗号通信システム、情報処理装置、鍵管理方法、QKDN制御方法、情報処理方法及びプログラム)、申請国 (日本)、申

請年月日 (2023/3/20 出願)

- [11] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称 (鍵管理装置、量子暗号通信システム、QKDN制御装置、情報処理装置、鍵管理方法、QKDN制御方法、情報処理方法及びプログラム)、申請国 (日本)、申請年月日 (2023/3/17 出願)
- [12] 発明者 (土井 一右、中嶋 俊貴、松本 麻里、谷澤 佳道)、発明の名称 (量子暗号通信システム、鍵管理装置及び鍵管理方法)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2022/8/31 出願)
- [13] 発明者 (土井 一右、中嶋 俊貴、松本 麻里、谷澤 佳道)、発明の名称 (量子暗号通信システム、鍵管理装置及び鍵管理方法)、申請国 (米国)、申請年月日 (2022/8/30 出願)
- [14] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道、高橋 莉里香)、発明の名称 (鍵管理装置、量子暗号通信システム及びプログラム)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2022/8/17 出願)
- [15] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道、高橋 莉里香)、発明の名称 (鍵管理装置、量子暗号通信システム及びプログラム)、申請国 (米国)、申請年月日 (2022/8/23 出願)
- [16] 発明者 (兪 ユ、勝部 泰弘、谷澤 佳道、高橋 莉里香、藤吉 靖浩)、発明の名称 (鍵管理装置、量子暗号通信システム及びプログラム)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2022/8/25 出願)
- [17] 発明者 (兪 ユ、勝部 泰弘、谷澤 佳道、高橋 莉里香、藤吉 靖浩)、発明の名称 (鍵管理装置、量子暗号通信システム及びプログラム)、申請国 (米国)、申請年月日 (2022/8/30 出願)
- [18] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (QKDシステム、監視装置、多重化装置及びプログラム)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2023/2/27 出願)
- [19] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (QKDシステム、監視装置、多重化装置及びプログラム)、申請国 (米国)、申請年月日 (2023/2/27 出願)
- [20] 発明者 (谷澤 佳道、勝部 泰弘、高橋 莉里香、兪 ユ)、発明の名称 (情報処理装置、QKDネットワークシステム、情報処理方法及びプログラム)、申請国 (日本)、申請年月日 (2023/09/19)
- [21] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (MULTIPLEXING DEVICE, QKD SYSTEM, QKD DEVICE, MULTIPLEXING METHOD, AND ADJUSTMENT METHOD)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2023/8/30)
- [22] 発明者 (村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称 (MULTIPLEXING DEVICE, QKD SYSTEM, QKD DEVICE, MULTIPLEXING METHOD, AND ADJUSTMENT METHOD)、申請国 (米国)、申請年月日 (2023/8/27)
- [23] 発明者 (HanDU、Taofiq Paraiso、Mirko Pittaluga、Andrew James Shields)、発明の名称 (フォトニック集積回路)、申請国 (日本)、申請年月日 (2023/8/29)
- [24] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称 (KEY MANAGER, QKDN CONTROL DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, KEY MANAGEMENT METHOD, QKDN CONTROL METHOD, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM)、申請国 (欧州)、申請年月日 (2023/12/8)
- [25] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称 (KEY MANAGER, QKDN CONTROL DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, KEY MANAGEMENT METHOD, QKDN CONTROL METHOD, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM PRODUCT)、申請国 (米国)、申請年月日 (2023/12/6)
- [26] 発明者 (兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称 (KEY MANAGER, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC

- COMMUNICATION SYSTEM, QKDN CONTROL DEVICE, INFORMATION PROCESSING DEVICE, KEY MANAGEMENT METHOD, QKDN CONTROL METHOD, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM)、申請国(欧州)、申請年月日(2023/12/20)
- [27] 発明者(兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称(KEY MANAGER, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, QKDN CONTROL DEVICE, INFORMATION PROCESSING DEVICE, KEY MANAGEMENT METHOD, QKDN CONTROL METHOD, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM PRODUCT)、申請国(米国)、申請年月日(2023/12/8)
- [28] 発明者(村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称(CONTROL DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL METHOD, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM)、申請国(欧州)、申請年月日(2023/8/30)
- [29] 発明者(村上 明、谷澤 佳道)、発明の名称(CONTROL DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL METHOD, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT)、申請国(米国)、申請年月日(2023/8/29)
- [30] 発明者(谷澤 佳道、高橋 莉里香、土井 一右)、発明の名称(情報処理装置、量子暗号通信システム、情報処理方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日(2024/03/11)
- [31] 発明者(兪 ユ、谷澤 佳道)、発明の名称(情報処理装置、量子暗号通信システム、情報処理方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日(2024/2/22)
- [32] 発明者(谷澤 佳道;高橋 莉里香;土井 一右)、発明の名称(INFORMATION PROCESSING DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT)、申請国(米国)、申請年月日(2025/2/25)
- [33] 発明者(谷澤 佳道;高橋 莉里香;土井 一右)、発明の名称(INFORMATION PROCESSING DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM)、申請国(欧州)、申請年月日(2025/2/26)
- [34] 発明者(兪 ユ;谷澤 佳道)、発明の名称(鍵管理装置、量子暗号通信システム、情報処理装置、鍵管理方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日(2024/8/5)
- [35] 発明者(兪 ユ;谷澤 佳道)、発明の名称(QKDN制御装置、量子暗号通信システム、情報処理装置、QKDN制御方法、情報処理方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日(2024/9/17)
- [36] 発明者(兪 ユ;谷澤 佳道)、発明の名称(INFORMATION PROCESSING DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM)、申請国(欧州)、申請年月日(2025/2/20)
- [37] 発明者(土井 一右;戒能 和久;松本 麻里;櫻井 真由子;谷澤 佳道)、発明の名称(監視装置、量子暗号通信システム、監視方法及びプログラム)、申請国(日本)、申請年月日(2024/9/18)
- [38] 発明者(Andrea BARBIERO;Tina Muller;Richard Mark Stevenson)、発明の名称(A polarization-selective photon source)、申請国(英国)、申請年月日(2025/03/20)
- [39] 岡村利彦、情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム、日本、令和6年10月23日
- [40] 高橋成五、レーザダイオード駆動回路及びレーザダイオード駆動方法、日本、令和6年11月28日
- [41] 高橋成五、光子検出器、量子暗号システム及び回路、日本、令和7年2月7日

- [42] 岡村利彦、情報処理装置、情報処理方法、プログラム、及び量子鍵配送システム、日本、令和 7 年 3 月 14 日
- [43] 佐々木雅英、ネットワーク符号化に基づく秘匿通信システム及び方法、日本、2022 年 1 月 27 日
- [44] 佐々木雅英 他、ネットワーク制御装置、日本、2022 年 4 月 27 日
- [45] 佐々木 雅英、ネットワーク符号化に基づく秘匿通信システム及び方法、PCT 出願、2022 年 12 月 28 日
- [46] 佐々木 雅英、ネットワーク符号化に基づく秘匿通信システム及び方法、PCT 出願（米国国内移行）、2022 年 12 月 28 日
- [47] 佐々木雅英 他、通信ネットワークの制御装置、日本、2023 年 3 月 24 日
- [48] 佐々木雅英 他、ネットワーク制御装置、PCT 出願、2023 年 4 月 24 日
- [49] 佐々木雅英 他、マルチキャストコンテンツ配信システム、マルチキャストコンテンツ配信方法および中継サーバ、日本、2023 年 6 月 27 日
- [50] 藤原幹生 他、認証システム、PCT 出願、2023 年 9 月 11 日
- [51] 藤原幹生 他、量子鍵配送ネットワーク、鍵リレーのリンク設定方法、データ中継システムおよびデータ中継方法、日本、2023 年 10 月 4 日
- [52] 佐々木雅英 他、通信ネットワークの制御装置、PCT 出願、2023 年 11 月 15 日
- [53] 佐々木雅英 他、通信ネットワークの制御装置、日本、2024 年 1 月 11 日
- [54] 藤原幹生、加藤豪、報酬受取方法、報酬支払方法、もつれ合い発生装置、ユーザ装置、もつれ合い量子鍵配送システム、もつれ合い発生方法、及び秘密鍵生成方法、日本、2024 年 4 月 26 日
- [55] 佐々木 雅英、ネットワーク符号化に基づく秘匿通信システム及び方法、PCT 出願（米国国内移行）、2024 年 7 月 25 日
- [56] 藤原幹生 他、量子鍵配送ネットワーク、鍵リレーのリンク設定方法、データ中継システムおよびデータ中継方法、PCT 出願、2024 年 10 月 1 日
- [57] 佐々木雅英 他、経路探索装置、日本、2025 年 3 月 28 日
- [58] 藤原幹生、加藤豪、佐々木雅英、鶴丸豊広、「認証システム」、日本、令和 4 年 10 月 28 日、PCT/JP2023/032938
- [59] 鶴丸豊広、藤原幹生、加藤豪、佐々木雅英、「通信システム、通信端末及び通信方法」、日本、令和 5 年 3 月 17 日、特願 2023-43567
- [60] 上野 若菜、味村 裕、高橋 朋来、量子もつれ光子対発生装置および量子もつれ光子対発生方法、日本、令和 6 年 8 月 9 日
- [61] 上野 若菜、味村 裕、高橋 朋来、量子もつれ光子対配信器、量子もつれ光子対配信装置および量子もつれ光子対配信システム、日本、令和 7 年 1 月 8 日

## 1 1 取得特許リスト

- [1] 発明者（田中 康之、山浦 隆博、谷澤 佳道）、発明の名称（転送装置、鍵管理サーバ装置、通信システム、転送方法及びプログラム）、申請国（日本）、申請年月日（2020/11/06）、登録年月日（2023/12/01）、登録番号（7395455）
- [2] 発明者（土井 一右、谷澤 佳道、中嶋 俊貴、松本 麻里）、発明の名称（量子暗号通信システム、鍵管理検査装置、鍵管理検査方法及びプログラム）、申請国（日本）、申請年月日（2021/06/04）、登録

年月日 (2024/01/26)、登録番号 (7427631)

- [3] 発明者 (土井 一右、谷澤 佳道、中嶋 俊貴、松本 麻里)、発明の名称 (QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, KEY MANAGEMENT INSPECTION DEVICE, KEY MANAGEMENT INSPECTION METHOD, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT)、申請国(欧州)、申請年月日 (2022/02/09)、登録年月日 (2024/03/27)、登録番号 (4099610)
- [4] 発明者 (土井 一右;谷澤 佳道;中嶋 俊貴;松本 麻里)、発明の名称 (QUANTUM CRYPTOGRAPHIC COMMUNICATION SYSTEM, KEY MANAGEMENT INSPECTION DEVICE, KEY MANAGEMENT INSPECTION METHOD, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT)、申請国 (米国)、申請年月日 (2022/2/15)、登録年月日 (2024/6/4)、登録番号 (12003624)
- [5] 発明者 (兪 ユ;勝部 泰弘;谷澤 佳道;高橋 莉里香;藤吉 靖浩)、発明の名称 (KEY MANAGEMENT DEVICE, QUANTUM CRYPTOGRAPHY COMMUNICATION SYSTEM, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT)、申請国 (米国)、申請年月日 (2022/8/30)、登録年月日 (2025/2/18)、登録番号 (12231553)
- [6] 発明者 (HanDU;Taofiq Paraiso;Mirko Pittaluga;Andrew James Shields)、発明の名称 (フォトニック集積回路)、申請国 (日本)、申請年月日 (2023/8/29)、登録年月日 (2025/1/7)、登録番号 (7615252)

## 1 2 国際標準提案・獲得リスト

### (1) 提案国際標準

- [1] ETSI ISG QKD#35、"Discussion on ETSI GS QKD 014" (2023/12/4)
- [2] ETSI ISG QKD#35、"Discussion on ETSI GS QKD 020" (2023/12/4)
- [3] ETSI ISG QKD#37、"Proposed revised text for ETSI Draft GS QKD 020" (2024/12/2)
- [4] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_Arch "Functional architecture of the quantum key distribution network" Apr. 6 (2020)
- [5] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, Apr. 17 (2020)
- [6] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_Arch "Functional architecture of the quantum key distribution network" Apr. 27 (2020)
- [7] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, May 7 (2020)
- [8] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_Arch "Functional architecture of the quantum key distribution network" May. 18-22 (2020)
- [9] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, May 28 (2020)
- [10] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_KM "Key management for quantum key distribution network", Jun. 8 (2020)
- [11] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Discussions on the clause 10 of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_CM: "Control and Management for Quantum Key Distribution Networks, Jun. 8 (2020)
- [12] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the clause 9 of the draft

Recommendation ITU-T Y.QKDN\_CM: “Control and Management for Quantum Key Distribution Networks” Jun. 8 (2020)

- [13] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_CM: “Control and Management for Quantum Key Distribution Networks” Jun. 8 (2020)
- [14] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft X.sec\_QKDN\_km: Security requirements for QKD networks - key management, Jun. 19 (2020)
- [15] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, Proposed modifications for draft Recommendation X.cf\_QKDN: ‘Key combination and confidential key supply for quantum key distribution networks, Jun. 19 (2020)
- [16] ITU-T SG17 Q4/17 rapporteur meeting, Proposed modifications for X.sec\_QKDN\_ov: Security framework for quantum key distribution networks, Jun. 19 (2020)
- [17] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft new Recommendation ITU-T Y.QKDN\_Arch “Functional architecture of quantum key distribution networks”, Jun. 29 (2020)
- [18] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_KM “Key management for quantum key distribution Networks” Jun. 29 (2020)
- [19] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_CM: “Control and Management for Quantum Key Distribution Networks”, Jun. 29 (2020)
- [20] ITU-T SG13 meeting, e-meeting, Proposed new work item on ITU T Y.QKDN\_ovint « overview of integrating QKDN with conventional and emerging secure network infrastructures », Jul. 20-31 (2020)
- [21] ITU-T SG13 meeting, e-meeting, Support consent of the draft Recommendations Y.QKDN\_Arch, Y.QKDN\_KM and Y.QKDN\_CM, Jul. 20-31 (2020)
- [22] ITU-T SG17 meeting, e-meeting, Support consent of the draft X.sec\_QKDN\_ov: Security requirements for quantum key distribution networks – overview, Aug. 24- Sep. 3 (2020)
- [23] ITU-T SG17 meeting, e-meeting, Support consent of the draft X.cf\_QKDN: Key combination and confidential key supply for quantum key distribution networks, Aug. 24- Sep. 3 (2020)
- [24] ITU-T SG17 meeting, e-meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_km: Security requirements and designs for QKD networks - key management, Aug. 24- Sep. 3 (2020)
- [25] ITU-T SG17 meeting, e-meeting, Proposal for new work item X.sec\_QKDN\_intrq: Security requirements for integration of QKDN and secure network infrastructures, Aug. 24- Sep. 3 (2020)
- [26] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint “Framework for integration of QKDN and secure network infrastructures”, Sep. 28 (2020)
- [27] ITU-T SG17 meeting, e-meeting, Revised baseline text for the draft X.1712: Security requirements and designs for QKD networks - key management, Nov. 26-27 (2020)
- [28] ITU-T SG17 meeting, Proposed the first revision of the draft X.sec\_QKDN\_intrq: Security

- requirements for integration of QKDN and secure network infrastructures, Nov. 26-27 (2020)
- [29] ITU-T SG13 Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint “Framework for integration of QKDN and secure network infrastructures, Dec. 7-17 (2020)
- [30] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting, Proposed revisions of clause 1 to 8 of for the draft X.1712: Security requirements and measures for quantum key distribution networks – key management, Feb. 1-2 (2021)
- [31] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting, Proposed revisions of clause 9 and 10 of the draft X.1712: Security requirements and measures for quantum key distribution networks – key management, Feb. 1-2 (2021)
- [32] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting, Proposed the first revision of the draft X.sec\_QKDN\_intrq: Security requirements for integration of QKDN and secure network infrastructures, Feb. 1-2 (2021)
- [33] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint “Framework for integration of QKDN and secure network infrastructures”, Mar.1-12 (2021)
- [34] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed corrigendum to ITU-T Y.3802: “Functional architecture of quantum key distribution”, Mar.1-12 (2021)
- [35] ITU- CG-SG17-meeting, Proposed templates for meetings of SG17, Mar15(2022)
- [36] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed update of structure of the draft Recommendation TU-T.QKDN\_iwfr “ Quantum key distribution networks – interworking, Mar16(2022)
- [37] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3, "23837-1-comments-for-ISOJanMtg-20211224," Jan. 17 - Jan. 19 (2022).
- [38] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3, "ISO-IECJTC1-SC27-WG3\_N2156\_Draft\_DoC\_for\_CD\_23837 (part2)," Oct. 25 - Oct. 28 (2021).
- [39] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG Z, "ISO-IECJTC1-SC27-WG3\_N2156\_Draft\_DoC\_for\_CD\_23837 (part1)," Oct. 25 - Oct. 28 (2021).
- [40] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 63rd, NICT's comments on ISO/IEC 23837 part-II (II), Oct. 25 - Oct. 28 (2021).
- [41] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3, "ISO-IECJTC1-SC27-WG3\_N2030\_Draft\_DoC\_for\_CD\_23837\_v8 (part2)," Apr. 12 - Apr. 15 (2021).
- [42] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3, "ISO-IECJTC1-SC27-WG3\_N2030\_Draft\_DoC\_for\_CD\_23837\_v8 (part1)," Apr. 12 - Apr. 15 (2021).
- [43] ETSI ISG QKD-Confcall#31d, "A new work item proposal to create PP Supporting Document (III)," Mar. 1 (2022).
- [44] ETSI ISG QKD-Confcall#31c, "A new work item proposal to create PP Supporting Document (II)," Feb. 1 (2022).
- [45] ETSI ISG QKD-Confcall#31c, Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol (v 0.0.3), Feb. 1 (2022).

- [46] ETSI ISG QKD-Confcall#31b, "A new work item proposal to create PP Supporting Document (I)," Jan. 11 (2022).
- [47] ETSI ISG QKD #31, "NICT want to submit a new work item proposal to develop Group Specifications that define the evaluation procedures of the QKD protocol of "decoy BB84" [revised]," Dec. 6 - Dec. 8 (2021).
- [48] ETSI ISG QKD #31, "NICT want to submit a new work item proposal to develop Group Specifications that define the evaluation procedures of the QKD protocol of "decoy BB84"," Dec. 6 - Dec. 8 (2021).
- [49] ETSI ISG QKD #31, "Comments on SFRs in PP (20211202\_PP\_FCSRNG\_NICT(02))," Dec. 6 - Dec. 8 (2021).
- [50] ETSI ISG QKD #31, "NICT's comments on PP v0.6.1: A 8.3 RNG according to NIST SP 800 90," Dec. 6 - Dec. 8 (2021).
- [51] ETSI ISG QKD #30f, "Four following-up comments on PP v0.5.3 [#30f]," Nov. 2 (2021).
- [52] ETSI ISG QKD #30f, "Questions and comments on SFRs in ETSI PP -5 [#30f]," Nov. 2 (2021).
- [53] ETSI ISG QKD #30e, "Questions and comments on SFRs in ETSI PP -4 [#30e]," Oct. 5 (2021).
- [54] ETSI ISG QKD-Confcall#30e, "NICT's following-up comments on FCS\_RNG.1/ES in PP v0.5.3," Oct. 5 (2021).
- [55] ETSI ISG QKD #30ac, "Questions and comments on SFRs in ETSI PP -2 [#30ac]," Sep. 20 (2021).
- [56] ETSI ISG QKD-AH#30ac, "NICT's further comments on PP v0.5.2 and SFR compatibility study between ETSI-PP and ISO/IEC 23837," Sep. 20 (2021).
- [57] ETSI ISG QKD #30d, "Questions and comments on SFRs in ETSI PP -3 [#30d]," Sep. 7 (2021).
- [58] ETSI ISG QKD #30d, NICT's comments on PP v0.5.1 and further comments on ISO/IEC 23837, Sep. 7 (2021)
- [59] ETSI ISG QKD-Confcall#30d, "How NICT's past comments are incorporated in PP v0.5.2 and further comments on ISO/IEC 23837," Sep. 7 (2021).
- [60] ETSI ISG QKD #30ab, "Questions and comments on SFR in ETSI PP [#30ab]," Aug. 24 (2021).
- [61] ETSI ISG QKD #31e, A new work item proposal to create PP Evaluation Methodology Document (V), (2022/4/5)
- [62] ETSI ISG ISG, QKD-AH#30ab, "Comments on ISO/IEC 23837-1 and -2 from NICT," Aug. 24 (2021).
- [63] ETSI ISG ISG, QKD#30c, "Annex A (informative): Roles, TOE users and TSFs [#30c]," Aug. 3 (2021).
- [64] ETSI ISG ISG, QKD-Confcall#30c, "NICT's further proposal to PP(v0.4.2)," Aug. 3 (2021).
- [65] ETSI ISG ISG, QKD #30aa, "Our proposal of an amendment to the SFRs in ETSI PP v0.4.2 [#30aa]," Jul. 20 (2021).
- [66] ETSI ISG ISG, QKD #30aa, "Annex A (informative) [#30aa]," Jul. 20 (2021).
- [67] ETSI ISG ISG, QKD-AH#30aa, "Comments on PP v0.4.2," Jul. 20 (2021).
- [68] ETSI ISG ISG, QKD #30b, "Appendix: For better understanding what the TOE user roles are [#30b]," Jul. 6 (2021).
- [69] ETSI ISG ISG, QKD-Confcall#30b, "New comments on Draft ETSI GS QKD 016 v0.3.1," Jul. 6

(2021).

- [70] ETSI ISG ISG, QKD#30, "Suggestions on ETSI PP from Japan investigation," Jun. 7 - Jun. 9 (2021).
- [71] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposed update of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_iwfr, "Quantum key distribution networks - interworking framework"," Mar. 16 - Mar. 18 (2022).
- [72] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint "Framework for integration of QKDN and secure network infrastructures"(2021/5/10)
- [73] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed modifications of the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_intrq," Jan, 20 - Jan. 21 (2022).
- [74] ITU-T CG-SG17-meeting, "Issue paper for efficient meeting management in SG17," Dec. 15 (2021).
- [75] ITU-T CG-SG17-meeting, "Proposed templete for a report of a rapporteur meeting," Jan. 19 (2022).
- [76] ITU-T CG SG17-meeting, Proposed templates for meetings of SG17, (2022/2/16)
- [77] ITU-T CG SG17-meeting, Proposed templates for meetings of SG17, (2022/3/15)
- [78] ITU-T SG17 meeting, "Proposed corrigendum to ITU-T X.1712: Security requirements and measures for QKD networks - key management," Jan. 7 (2022).
- [79] ITU-T SG11 meeting, "Proposal for a new Work Item on Kx protocol of QKDN, Q.QKDN\_Kx: "Protocols for Kx interface for QKDN"," Dec. 1 - Dec. 10 (2021).
- [80] ITU-T SG11 meeting, "Proposal for a new Work Item on Ck protocol of QKDN, Q.QKDN\_Ck: "Protocols for Ck interface for QKDN"," Dec. 1 - Dec. 10 (2021).
- [81] ITU-T SG11 meeting, "Proposal for a new Work Item on Ak protocol of QKDN, Q.QKDN\_Ak: "Protocols for Ak interface for QKDN"," Dec. 1 - Dec. 10 (2021).
- [82] ITU-T SG11 meeting, "Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_profr "QKDN - Protocol framework"," Dec. 1 - Dec. 10 (2021).
- [83] ITU-T SG13 meeting, "Supporting of consent on the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint "Framework for integration of QKDN and secure storage network," Nov. 29 - Dec. 10 (2021).
- [84] ITU-T SG13 meeting, "Proposed update of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_iwfr "Quantum key distribution networks - interworking framework"," Nov. 29 N- Dec. 10 (2021).
- [85] ITU-T Q13/16 rapporteur meeting, "Proposed update of the structure of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_iwfr "Quantum key distribution networks - interworking framework"," Oct. 20 (2021).
- [86] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, "Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_profr "QKDN - Protocol framework"," Sep. 27 (2021).
- [87] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, "Proposal for appending interface grouping to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_profr "QKDN - Protocol framework," Sep. 27 (2021).
- [88] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint "Framework for integration of QKDN and secure storage network"," Sep. 14 (2021).
- [89] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposed revisions for the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN-iwfr: "Quantum key distribution networks - interworking framework"," Sep. 14 (2021).

- [90] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed revisions to the draft X.sec\_QKDN\_intrq: Security requirements and measures for integration of QKDN and secure storage network," Aug. 24 - Sep. 3 (2021).
- [91] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed revisions to the draft X.sec\_QKDN\_A&A: Authentication and authorization in QKDN using quantum safe cryptography," Aug. 24 - Sep. 3 (2021).
- [92] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Support consent of the draft X.1712 (ex X.sec\_QKDN\_km): Security requirements and measures for QKD networks - key management," Aug. 24 - Sep. 3 (2021).
- [93] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposal for initiate a new work item Y.QKDN\_iwh "Interworking architecture for heterogeneous QKDNs"," Jul. 5- Jul. 16 (2021).
- [94] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_SDNC "Software Defined Networking Control for Quantum Key Distribution Networks"," Jul. 5- Jul. 16 (2021).
- [95] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, "Proposed modifications to the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_frint "Framework for integration of QKDN and secure storage network"," Jul. 5- Jul. 16 (2021).
- [96] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed revisions to the draft X.1712 (ex X.sec\_QKDN\_km): Security requirements and measures for QKD networks - key management (for consent)," Jun. 17 - Jun. 18 (2021).
- [97] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, "Proposed new work item on ITU-T Q.QKDN\_sig: Signalling requirements and protocols for QKDN" Jul. 7 (2021).
- [98] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting, "Proposed revisions to the draft X.sec\_QKDN\_intrq: Security requirements for integration of QKDN and secure network infrastructures", May 10 (2021).
- [99] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting, "Revised baseline text for X.1712 (ex X.sec\_QKDN\_km): Security requirements and measures for QKD networks - key management (for consent)" Apr. 20 (2021).
- [100] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed new work item on ITU T X.sec\_QKDN\_AN&AZ: Authentication and authorization in QKDN" Apr. 20 - Apr. 30 (2021).
- [101] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed new work item on ITU T X.sec\_QKDN\_C&M: Security requirements and measures for QKD networks - Control and management," Apr. 20 - Apr. 30 (2021).
- [102] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, "Proposed revisions to the draft X.sec\_QKDN\_intrq: Security requirements for integration of QKDN and secure network infrastructures," Apr. 20 - Apr. 30 (2021).
- [103] The 33rd APT Standardization Program Forum (ASTAP-33), PROPOSED MODIFICATIONS TO THE DRAFT REPORT ON VOLTE INTEROPERABILITY(Jun.14,2021)
- [104] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 78th,"Comments\_on\_DIS\_23837-2\_JP\_20220906",Oct. 3 – Oct.6 (2022).
- [105] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 78th,"Comments\_on\_DIS\_23837-1\_JP\_20220906",Oct. 3 – Oct.6 (2022)

- [106] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 63rd, NICT's comments on ISO/IEC 23837 part-1 (II), Oct.25-28 (2022)
- [107] ETSI ISG QKD-#33,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.20-e)",Dec.5-7 (2022).
- [108] ETSI ISG QKD-AH#32ab,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.16-e)",Oct.4(2022)
- [109] ETSI ISG QKD#32d,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.15-e)", Sep.6(2022).
- [110] ETSI ISG QKD#32c,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.14-e)",Aug.2(2022).
- [111] ETSI ISG QKD#32b,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.12-e)",Jul.5 (2022)
- [112] ETSI ISG QKD#32," Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.11-e)",Jun.20-21 (2022).
- [113] ETSI ISG QKD-Confcall#31f,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.10)",Jun.7 (2022)
- [114] ETSI ISG QKD-Confcall#31f,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.08-e)",May 3(2022)
- [115] ETSI ISG QKD-Confcall#31e,"Evaluation Mandatory Document: Evaluation Activities for Quantum Key Distribution Protocol Implementation (v 0.0.65-e)" ,Apr.5(2022)
- [116] ETSI ISG QKD-Confcall#31e,"Working towards proposing a W/I to develop PP Evaluation Methodology Document (EMD) [5]" ,Apr.5(2022)
- [117] ITU-T SG13 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Profr "QKDN Protocol framework"", Nov.14-25(2022)
- [118] ITU-T SG13 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kq-1 "Protocols for Kq-1 interface for QKDN"", Nov.14-25 (2022)
- [119] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ak "Protocols for Ak interface for QKDN"", Nov.28-Dec.2(2022)
- [120] ITU-T SG13 meeting,"Proposed new work item on ITU-T Y.QKDN\_SSNarch "Functional architecture for secure storage network"", Nov.14-25 (2022)
- [121] ITU-T SG13 meeting,"Proposed new work item on ITU-T Y.QKDN\_SSNreq "Functional requirements for secure storage network"", Nov.14-25 (2022)
- [122] ITU-T SG13 meeting, Proposed update of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_SSNreq "Functional requirements for integration of quantum key distribution network and secure storage network" (2023/3/13)
- [123] ITU-T SG13 meeting, Proposed update of the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN\_SSNarch "Functional architecture for integration of quantum key distribution network and secure storage network" (2023/3/13)
- [124] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,"Proposal for revised text of X.sec\_QKDN\_AA: Authentication

and authorization in QKDN using quantum safe cryptography", Nov.9-10(2022)

- [125] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,"Proposed change of text for the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node", Nov.9-10(2022)
- [126] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node,(2022/8/23)
- [127] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN using quantum safe cryptography (2022/8/23)
- [128] ITU-T SG17 meeting,"Proposal for revised text of X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN using quantum safe cryptography", Aug.28-Sep.2(2022)
- [129] ITU-T SG17 meeting,"Proposed change of text for the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node", Aug.28-Sep.2(2022)
- [130] ITU-T SG17 meeting,"X.sec\_QKDN\_tn: Proposed addition of new clause on security measures", May 10(2022)
- [131] ITU-T SG17 meeting,"Proposal for consenting draft Recommendation X\_sec\_QKDN\_intrq with editorial corrections", May 10(2022)
- [132] ITU-T SG17 meeting,"Proposed revisions to the draft X.sec\_QKDN\_A&A: Authentication and authorization in QKDN using quantum safe cryptography", May 10(2022)
- [133] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN (2023/2/21)
- [134] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_CM: Security requirements and measures for quantum key distribution networks – control and management(2023/2/21)
- [135] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node (2023/2/21)
- [136] ITU-T SG17 meeting, Proposal for new work item on QKD protocols (Considerations on standardization of QKD protocols)(2023/2/21)
- [137] ITU-T CG-SG17 meeting,"Proposed templates for meetings of SG17", Apr.6(2022)
- [138] ITU-T SG11 meeting,"Supporting of consent on the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN-iwfr “Quantum key distribution network interworking (QKDNi) - framework”",Jul.6-15(2022)
- [139] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Profr “QKDN Protocol framework” ",Jul.6-15(2022)
- [140] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kq-1 “Protocols for Kq-1 interface for QKDN”",Jul.6-15(2022)
- [141] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kx “Protocols for Kx interface for QKDN”",Jul.6-15(2022)
- [142] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ck “Protocols for Ck interface for QKDN”",Jul.6-15(2022)
- [143] ITU-T SG11 meeting,"Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ak

- “Protocols for Ak interface for QKDN””,Jul.6-15(2022)
- [144] ITU-T SG11 meeting,Proposed modifications for the draft Recommendation ITU T Y.QKDN\_Ak “Protocols for Ak interface for QKDN”, Nov.28 2022
- [145] ITU-T SG11 meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation ITU T Y.QKDN\_Kq-1“Protocols for Kq-1 interface for QKDN”, Nov.28 2022
- [146] ITU-T Q16/13 meeting,"Proposed revisions of draft Recommendation ITU-T Y.QKDN-iwfr “Quantum key distribution networks - interworking framework””,Jun.7(2022)
- [147] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Discussions on integration of QKDN and SSN, (2023/1/11)
- [148] ITU-T Q16/17 rapporteur meeting, Supporting of consent on the draft Recommendation ITU-T Y.QKDN-iwfr “Quantum key distribution network interworking (QKDNi) - framework” (2022/7/4)
- [149] ICC2022, "Developing an EAL2 protection profile and an evaluation methodology document for Prepare and Measure Quantum Key Distribution Modules,", Nov.16(2022)
- [150] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting、 Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNarch “Functional architecture for integration of quantum key distribution network and secure storage network” (2023/12/11)
- [151] ITU-T Q15/17 Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNreq: “Functional requirements for integration of quantum key distribution network and secure storage network”(2023/12/11)
- [152] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting、 Proposed modifications for the draft ITU-T X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN. (2023/11/22)
- [153] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting、 Proposed modifications for the draft ITU-T X.sec\_QKDN\_CM: Security requirements and measures for quantum key distribution networks - control and management.(2023/11/22)
- [154] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting、 Proposed modifications to the draft for X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node for consent(2023/11/22)
- [155] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting、 Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network(2023/11/22)
- [156] ITU-T SG13 meeting、 Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNreq: “Functional requirements for integration of quantum key distribution network and secure storage network” (2023/10/23)
- [157] ITU-T SG13 meeting、 Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNarch “Functional architecture for integration of quantum key distribution network and secure storage network” (2023/10/23)
- [158] ITU-T SG13 meeting、 Proposed a new work item on revisions of ITU-T Y.3808: “Framework for integration of quantum key distribution network and secure storage (2024/3/4)
- [159] ITU-T SG11 meeting、 Proposal of finalized draft of Q.QKDN\_profr “Quantum key distribution networks - Protocol framework” for consent. (2023/10/10)
- [160] ITU-T SG11 meeting、 Proposal of finalized draft of Q.QKDN\_Ak “Protocols for Ak interface for

- QKDN” for consent(2023/10/10)
- [161] ITU-T SG11 meeting, Proposal of finalized draft of Q.QKDN\_Kq-1 “Protocols for Kq-1 interface for QKDN” for consent(2023/10/10)
- [162] ITU-T SG11 meeting, Proposal of finalized draft of Q.QKDN\_Kx “Protocols for Kx interface for QKDN” for consent(2023/10/10)
- [163] ITU-T SG11 meeting, Proposal of finalized draft of Q.QKDN\_Ck “Protocols for Ck interface for QKDN” for consent(2023/10/10)
- [164] ITU-T SG11 meeting, Revised text for Q.QKDN\_Mk, ” Protocols for Mk interface for QKDN” , by adding the consideration on references on a QKDN manager(2023/10/10)
- [165] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.QKDNi\_profr, ” Quantum key distribution networks Interworking - Protocol framework” (2023/10/10)
- [166] ITU-T SG11 meeting, Proposed a new work item on ITU-T Q.QKDNi\_kxi: Quantum key distribution networks Interworking - Protocols for Kxi and Kxi’ interfaces for QKDNi (2023/10/10)
- [167] ITU-T SG17 meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network (2023/8/29)
- [168] ITU-T SG17 meeting, Proposed modifications for the draft ITU-T X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN.(2023/8/29)
- [169] ITU-T SG17 meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_CM: Security requirements and measures for quantum key distribution networks - control and management(2023/8/29)
- [170] ITU-T SG17 meeting, Proposed comments resolutions to the TSB edits version of draft for X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node for consent(2023/8/29)
- [171] ITU-T SG17 meeting, Proposed amendments to ITU-T X.1715 “Security requirements and measures for integration of quantum key distribution network and secure storage network” distribution node for consent(2023/8/29)
- [172] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network (2024/2/20)
- [173] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for ITU-T X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN (2024/2/20)
- [174] ITU-T SG17 meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_CM: Security requirements and measures for quantum key distribution networks - control and management (2024/2/20)
- [175] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNreq: “Functional requirements for integration of quantum key distribution network and secure storage network” (2023/8/22)
- [176] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_SSNarch: “Functional architecture for integration of quantum key distribution network and secure storage network” (2023/8/22)
- [177] ITU Workshop on "Future technology trends towards 2030", Tokyo QKD Network and beyond -

How to leverage QKD over Open APN - (2023/7/25)

- [178] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3802: “Functional architecture of quantum key distribution” (2023/7/17)
- [179] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3804: Quantum key distribution networks - Control and management(2023/7/17)
- [180] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3803: “Quantum key distribution networks - Key management” (2023/7/17)
- [181] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3805: “Quantum key distribution networks - Software-defined networking control” (2023/7/17)
- [182] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3811: “Quantum key distribution networks - Functional architecture for quality of service assurance” (2023/7/17)
- [183] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3814: “Quantum key distribution networks - Functional requirements and architecture for machine learning enablement” (2023/7/17)
- [184] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_iwac: “Quantum key distribution networks interworking - architecture” (2023/7/17)
- [185] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ak “Protocols for Ak interface for QKDN” (2023/7/4)
- [186] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ck “Protocols for Ck interface for QKDN” (2023/7/4)
- [187] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kq-1 “Protocols for Kq-1 interface for QKDN” (2023/7/4)
- [188] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kx “Protocols for Kx interface for QKDN” (2023/7/4)
- [189] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_profr “Quantum key distribution networks - Protocol framework” (2023/7/4)
- [190] ITU-T Q2/11 Rapporteur meeting, Proposed revised text for Q.QKDNi\_profr, ” Quantum key distribution networks Interworking - Protocol framework” (2024/1/29)
- [191] ITU-T Q2/11 Rapporteur meeting, Proposed revised text for Q.QKDNi\_KM “Protocols for interfaces between key managers for quantum key distribution (2024/1/29)
- [192] ITU-T Q2/11 Rapporteur meeting, Proposed revised text for Q.QKDN\_Mk "Protocols for interfaces on quantum key distribution network manager" (2024/1/29)
- [193] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposed Amendment to ITU-T Y.3802: “Functional architecture of quantum key distribution” (2023/6/7)
- [194] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposal for revision of ITU-T Y.QKDN-iwac “Quantum key distribution networks interworking - architectures” (2023/6/7)
- [195] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN (2023/5/30)
- [196] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, Revised baseline text for X.sec\_QKDN\_CM: Security

- requirements and measures for quantum key distribution networks - control and management (2023/5/30)
- [197] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKDN\_tn: Security requirements and designs for the protection of quantum key distribution node (2023/5/30)
- [198] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network (2023/5/30)
- [199] ITU-T SG11 meeting, Proposed new work item on ITU-T Q.QKDN\_Mk: Protocols for Mk interface for QKDN (2023/5/10)
- [200] ITU-T SG11 meeting, Proposed new work item on ITU-T Q.QKDNi\_profr: Quantum key distribution networks Interworking - Protocol framework (2023/5/10)
- [201] ITU-T SG11 meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Ak "Protocols for Ak interface for QKDN" (2023/5/10)
- [202] ITU-T SG11 meeting, Proposed modifications to draft Recommendation ITU-T Q.QKDN\_Kq-1 "Protocols for Kq-1 interface for QKDN" (2023/5/10)
- [203] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting, Proposal for revised texts of ITU-T Y.QKDN\_iwac: "Quantum key distribution networks interworking - architecture" (2023/7/17)
- [204] ITU-T TSAG, Proposals on the draft revised Recommendation ITU-T A.1 Clause 1.4.7.1 (2024/1/22)
- [205] ITU-T SG11 meeting, Proposed a corrigendum to ITU-T Q.4164 "Protocols for Ck interfaces for quantum key distribution networks" (2024/5/1)
- [206] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for QKDNi\_profr: Quantum key distribution network interworking - Protocol framework" (2024/5/1)
- [207] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.QKDNi\_KM: Protocols for interfaces between key managers for quantum key distribution network interworking (2024/5/1)
- [208] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.QKDN\_Mk "Protocols for interfaces on quantum key distribution network manager" (2024/5/1)
- [209] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed revisions of ITU-T Y.3808: "Framework for integration of quantum key distribution network and secure storage network" (2024/5/13)
- [210] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation Y.QKDN-nq-rf, "Requirements and framework for integrated QKDN and non-quantum user network services" (2024/5/13)
- [211] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed definitions for key relay, interworking node and gateway node (2024/5/13)
- [212] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed modifications to draft Recommendation Y.QKDN-nq-rf, "Requirements and framework for integrated QKDN and non-quantum user network services" (2024/6/11)
- [213] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed definitions for key relay, interworking node and gateway

node (2024/6/11)

- [214] ITU-T SG13 meeting, Proposed definitions for key relay, interworking node and gateway node (2024/7/15)
- [215] ITU-T SG13 meeting, Proposed a new work item on revisions of ITU-T Y.3810: Quantum key distribution network interworking - Framework (2024/7/15)
- [216] ITU-T SG13 meeting, Proposed a new work item on revisions of ITU-T Y.3813: Quantum key distribution network interworking - Functional requirements (2024/7/15)
- [217] ITU-T SG13 meeting, Proposed a new work item on revisions of Y.3817: Quantum key distribution network interworking - Requirements for quality of service assurance (2024/7/15)
- [218] ITU-T SG13 meeting, Proposed a new work item on revisions of Y.3818: Quantum key distribution network interworking - Architecture (2024/7/15)
- [219] ITU-T SG13 meeting, Proposed a new work item on revisions of Y.3820: Quantum key distribution network Interworking - Software defined networking control (2024/7/15)
- [220] ITU-T SG13 meeting, Support consent on the revision of ITU-T Y.3808: "Framework for integration of quantum key distribution network and secure storage network" (2024/7/15)
- [221] ITU-T SG13 meeting, Proposed modifications to draft Recommendation Y.QKDN-nq-rf, "Requirements and framework for integrated QKDN and non-quantum user network services", (2024/7/15)
- [222] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft revised ITU-T Y.3804: "Quantum key distribution networks - Control and management" (2024/8/26)
- [223] ITU-T SG17 meeting, Support consent on the draft ITU-T X.sec\_QKDN\_AA: Authentication and authorization in QKDN (2024/9/2)
- [224] ITU-T SG17 meeting, Support consent on the draft ITU-T X.sec\_QKDN\_CM: Security requirements and measures for quantum key distribution networks - control and management (2024/9/2)
- [225] ITU-T SG17 meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network (2024/9/2)
- [226] Q16/13 Rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft revised ITU-T Y.3804: "Quantum key distribution networks - Control and management" (2025/1/21)
- [227] Q15/17 Rapporteur meeting, Proposed modifications for the draft Recommendation X.sec\_QKD\_profr: Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network (2025/2/4)
- [228] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.4164: "Protocols for Ck interfaces for quantum key distribution networks" (for consent) (2025/2/19)
- [229] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for QKDNi\_profr: Quantum key distribution network interworking - Protocol framework" (2025/2/19)
- [230] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.QKDNi\_KM "Protocols for interfaces between key managers for quantum key distribution network interworking" (2025/2/19)
- [231] ITU-T SG11 meeting, Proposed revised text for Q.QKDN\_Mk "Protocols for interfaces on

quantum key distribution network manager" (2025/2/19)

- [232] ITU-T SG13 meeting、Support consent on the draft revised ITU-T Y.3804: “Quantum key distribution networks - Control and management” (2025/3/3)

(2) 獲得国際標準

- [1] ITU-T Y.3802: Quantum key distribution networks – Functional architecture (2020-12-07)
- [2] ITU-T Y.3803: Quantum key distribution networks – Key management (2020-12-07)
- [3] ITU-T Y.3804: Quantum key distribution networks – Control and management (2020-09-29)
- [4] ITU-T Y.3808: Integration of quantum key distribution network and secure storage network (2022-02-13)
- [5] ITU-T Y.3810: Quantum key distribution network interworking – Framework (2024-09-13)
- [6] ITU-T Y.3813: Quantum key distribution network interworking - Functional requirements (2024-09-13)
- [7] ITU-T Y.3818: Quantum key distribution network interworking – Architecture (2024-09-13)
- [8] ITU-T Y.3820: Quantum key distribution network interworking – Software-defined networking control (2024-09-13)
- [9] ITU-T X.1710: Security framework for quantum key distribution networks (2020-10-29)
- [10] ITU-T X.1712: Security requirements and measures for quantum key distribution networks – key management (2021-10-29)
- [11] ITU-T X.1713: Security requirements for the protection of quantum key distribution nodes (2024-04-29)
- [12] ITU-T X.1714: Key combination and confidential key supply for quantum key distribution networks (2020-10-29)
- [13] ITU-T X.1715: Security requirements and measures for integration of quantum key distribution network and secure storage network (2022-07-14)
- [14] ITU-T X.1716: Authentication and authorization in quantum key distribution network (2024-10-29)
- [15] ITU-T X.1717: Security requirements and measures for quantum key distribution network – Control and management (2024-10-29)
- [16] ITU-T Q.4160: Quantum key distribution networks – Protocol framework (2023-12-14)
- [17] ITU-T Q.4161: Protocols for Ak interfaces for quantum key distribution networks (2023-12-14)
- [18] ITU-T Q.4162: Protocols for Kq-1 interfaces for quantum key distribution networks (2023-12-14)
- [19] ITU-T Q.4163: Protocols for Kx interfaces for quantum key distribution networks (2023-12-14)
- [20] ITU-T Q.4164: Protocols for Ck interfaces for quantum key distribution networks (2023-12-14)

### 1 3 参加国際標準会議リスト

- [1] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 78th (オンライン) (2022.10.3-6)
- [2] ETSI ISG QKD-AH#33ae (オンライン) (2023.3.21)
- [3] ETSI ISG QKD-#33d (オンライン) (2023.3.7)

- [4] ETSI ISG QKD-AH#33ad (オンライン) (2023.2.21)
- [5] ETSI ISG QKD-#33c (オンライン) (2023.2.7)
- [6] ETSI ISG QKD-AH#33ac (オンライン) (2023.1.31)
- [7] ETSI ISG QKD-AH#33ab (オンライン) (2023.1.24)
- [8] ETSI ISG QKD-AH#33aa (オンライン) (2023.1.17)
- [9] ETSI ISG QKD-#33b (オンライン) (2023.1.10)
- [10] ETSI ISG QKD-33e, online, 2023/04/04
- [11] ETSI ISG QKD-AH#33af, online, 2023/04/25
- [12] ETSI ISG QKD-33f, online, 2023/05/02
- [13] ETSI ISG QKD-AH#33ag, online, 2023/05/23
- [14] ETSI ISG QKD#34, Ispra, Italy, 2023/06/05-06
- [15] ETSI ISG QKD-AH#34aa, online, 2023/06/27
- [16] ETSI ISG QKD-34b, online, 2023/07/04
- [17] ETSI ISG QKD-RG#34ra, online, 2023/07/11
- [18] ETSI ISG QKD-AH#34ab, online, 2023/07/18
- [19] ETSI ISG QKD-34c, online, 2023/08/01
- [20] ETSI ISG QKD-34d, online, 2023/09/05
- [21] ETSI ISG QKD-AH#34ac, online, 2023/09/26
- [22] ETSI ISG QKD-34e, online, 2023/10/03
- [23] ETSI ISG QKD-34f, online, 2023/11/07
- [24] ETSI ISG QKD#35, Madrid, Spain, 2023/12/04-05
- [25] ETSI ISG QKD-35b, (e-meeting), 2024-01-09
- [26] ETSI ISG QKD-RG#35ra, (e-meeting), 2024-01-16
- [27] ETSI ISG QKD-35c, (e-meeting), 2024-02-06
- [28] ETSI ISG QKD-35d, (e-meeting), 2024-03-05
- [29] ETSI ISG QKD-35e, (e-meeting), 2024-4-2
- [30] ETSI ISG QKD-AH#35aa, (e-meeting), 2024-4-23
- [31] ETSI ISG QKD-35f, (e-meeting), 2024-5-7
- [32] ETSI ISG QKD#36, (London, UK), 2024-6-3~5
- [33] ETSI ISG QKD-36c, (e-meeting), 2024-8-6
- [34] ETSI ISG QKD-36d, (e-meeting), 2024-9-9
- [35] ETSI ISG QKD-36e, (e-meeting), 2024-10-1
- [36] ETSI ISG QKD-AH#36ab, (e-meeting), 2024-10-29
- [37] ETSI ISG QKD-36f, (e-meeting), 2024-11-5
- [38] ETSI ISG QKD#37, (Malta, Malta), 2024-12-2~4
- [39] ETSI ISG QKD-37b, (e-meeting), 2025-1-7
- [40] ETSI ISG QKD-AH#37a, (e-meeting), 2025-1-28
- [41] ETSI ISG QKD-37c, (e-meeting), 2025-2-4
- [42] ETSI ISG QKD-RG#37ra, (e-meeting), 2025-2-18

- [43] ETSI ISG QKD-37d, (e-meeting), 2025-3-4
- [44] ETSI ISG QKD-#AH37ab, (e-meeting), 2025-3-18
- [45] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Apr. 6 (2020)
- [46] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), Apr. 17 (2020)
- [47] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Apr. 27 (2020)
- [48] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), May 7 (2020)
- [49] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), May. 18-22 (2020)
- [50] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), May 28 (2020)
- [51] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Jun. 8 (2020)
- [52] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), Jun. 19 (2020)
- [53] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Jun. 29 (2020)
- [54] ITU-T SG13 meeting,(online), Jul. 20-31 (2020)
- [55] ITU-T SG17 meeting,(online), Aug. 24- Sep. 3 (2020)
- [56] ITU-T Q16-13 meeting,(online), Sep. 28 (2020)
- [57] ITU-T SG17 meeting,(online), Nov. 26-27 (2020)
- [58] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Dec. 7-17 (2020)
- [59] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), Feb. 1-2 (2021)
- [60] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Mar. 1-12 (2021)
- [61] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3,(online), Jan.17-19 (2022)
- [62] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3,(online), Oct. 25-28 (2021)
- [63] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3,(online), Apr. 12-15 (2021)
- [64] ETSI ISG QKD-Confcall#31d,(online), Mar. 1 (2022)
- [65] ETSI ISG QKD-Confcall#31c,(online), Feb. 1 (2022)
- [66] ETSI ISG QKD-Confcall#31b,(online), Jan. 11 (2022)
- [67] ETSI ISG QKD#31,(online), Dec. 06-08 (2021)
- [68] ETSI ISG QKD-Confcall#30f,(online), Nov. 2 (2021)
- [69] ETSI ISG QKD-Confcall#30e,(online), Oct. 5 (2021)
- [70] ETSI ISG QKD-AH#30ac,(online), Sep. 20 (2021)
- [71] ETSI ISG QKD-Confcall#30d,(online), Sep. 7 (2021)
- [72] ETSI ISG QKD-AH#30ab,(online), Aug. 24 (2021)
- [73] ETSI ISG QKD-Confcall#30c,(online), Aug. 3 (2021)
- [74] ETSI ISG QKD-AH#30aa,(online), Jul. 20 (2021)
- [75] ETSI ISG QKD-Confcall#30b,(online), Jul. 6 (2021)
- [76] ETSI ISG QKD#30,(online), Jun. 7-9 (2021)
- [77] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Mar. 16-18 (2022)
- [78] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), May. 10-14 (2021)
- [79] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(online), Jan. 20-21 (2022)
- [80] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Jan. 19 (2022)
- [81] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Feb.1 (2022)

- [82] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Feb.16 (2022)
- [83] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Mar.15 (2022)
- [84] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Dec. 15 (2021)
- [85] ITU-T SG17 meeting,(online), Jan. 7 (2022)
- [86] ITU-T SG11 meeting,(online), Dec. 1-10 (2021)
- [87] ITU-T SG13 meeting,(online), Nov. 29-Dec. 10 (2021)
- [88] ITU-T Q13/16 rapporteur meeting,(online), Oct. 20 (2021)
- [89] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting,(online), Sep. 27-28 (2021)
- [90] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Sep. 14-15 (2021)
- [91] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(online), Aug. 24-Sep. 3 (2021)
- [92] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Jul. 5-16 (2021)
- [93] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(online), Jun. 17-18 (2021)
- [94] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting,(online), Jun. 7-16 (2021)
- [95] ITU-T Q4/17 rapporteur meeting,(online), May. 10-14 (2021)
- [96] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(online), Apr. 20-30 (2021)
- [97] The 33rd APT Standardization Program Forum (ASTAP-33),(online), Jun. 7-11 (2021)
- [98] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 78th,(online), Oct.3-6 (2022)
- [99] ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3 63rd,(online), Oct.25-28 (2022)
- [100] ETSI ISG QKD-#33,(online), Dec.5-7 (2022)
- [101] ETSI ISG QKD-Confcall#32e,(online), Oct.11 (2022)
- [102] ETSI ISG QKD-AH#32ab,(online), Oct.4 (2022)
- [103] ETSI ISG QKD-Confcall#32d,(online), Sep.6(2022)
- [104] ETSI ISG QKD-Confcall#32c,(online), Aug.2(2022)
- [105] ETSI ISG QKD-Confcall#32b,(online), Jul.5(2022)
- [106] ETSI ISG QKD#32,(online), Jun.20-21(2022)
- [107] ETSI ISG QKD-Confcall#31g,(online), Jun.7(2022)
- [108] ETSI ISG QKD-Confcall#31f,(online), May 3(2022)
- [109] ETSI ISG QKD-Confcall#31e,(online), Apr.5(2022)
- [110] ITU-T SG13 meeting,(Swiss), Nov.14-25 (2022)
- [111] ITU-T SG13 meeting,(online), Mar.13-24(2023)
- [112] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(Singapore), Nov.9-10 (2022)
- [113] ITU-T SG17 meeting,(online), May 10-20(2022)
- [114] ITU-T SG17 meeting,(Swiss), Aug.23-Sep.2(2022)
- [115] ITU-T SG17 meeting,(Geneva, Swiss), Feb.21-Mar.3(2023)
- [116] ITU-T SG11 meeting,(Swiss), Jul.6-15 (2022)
- [117] ITU-T SG11 meeting,(online), Nov.28-Dec.7 (2022)
- [118] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(online), Jun.7-9(2022)
- [119] ITU-T Q16/17 rapporteur meeting,(Geneva, Swiss), Jul.4-15 (2022)
- [120] ITU-T CG-SG17 meeting,(online), Apr.6(2022)

- [121] ICC2022,(Spain), Nov.15-17(2022)
- [122] ITU-T Q16/13 Rapporteur meeting,(online), 2023/1/11～16
- [123] ITU-T Q16/13 Rapporteur meeting,(Liverpool, UK), 2023/12/11～15
- [124] ITU-T Q15/17 Rapporteur meeting,(Tokyo), 2023/11/22～24
- [125] ITU-T SG13 meeting,(Geneva, Swiss), 2023/10/23～11/3
- [126] ITU-T SG11 meeting,(Geneva, Swiss), 2023/10/10～20
- [127] ITU-T SG17 meeting,(Goyang Korea), 2023/8/29～9/8
- [128] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(Tokyo), 2023/8/22～25
- [129] ITU Workshop on "Future technology trends towards 2030",(Geneva, Swiss), 2023/7/24～25
- [130] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(Geneva, Swiss), 2023/7/7～21
- [131] ITU-T Q2/11 rapporteur meeting,(e-meeting), 2023/7/4～6
- [132] ITU-T Q16/13 rapporteur meeting,(Seoul Korea), 2023/6/7～6/12
- [133] ITU-T Q15/17 rapporteur meeting,(Singapore), 2023/5/30～6/1
- [134] ITU-T SG11 meeting,(Geneva), 2023/5/10～19
- [135] ITU-T TSAG,(Geneva, Swiss), 2024/1/22～26
- [136] ITU-T Q2/11 Rapporteur meeting,(Virtual), 2024/1/29～2/6
- [137] ITU-T SG17 meeting,(Geneva, Swiss), 2024/2/20～3/1
- [138] ITU-T SG13 meeting,(Geneva, Swiss), 2024/3/4～15
- [139] ITU-T SG11 meeting,(Geneva, Swiss), 2024/5/1～10
- [140] Q16/13 Rapporteur meeting,(online), 2024/5/13～15
- [141] Q16/13 Rapporteur meeting,(online), 2024/6/11～14
- [142] ITU-T SG13 meeting,(Geneva, Swiss), 2024/7/15～26
- [143] Q16/13 Rapporteur meeting,(Seoul, Korea), 2024/8/26～29
- [144] ITU-T SG17 meeting,(Geneva, Swiss), 2024/9/2～6
- [145] Q16/13 Rapporteur meeting,(Tokyo), 2025/1/21～24
- [146] Q15/17 Rapporteur meeting,(Tokyo), 2025/2/4～5
- [147] ITU-T SG11 meeting,(Tokyo), 2025/2/19～28
- [148] ITU-T SG13 meeting,(Tokyo), 2025/3/3～14

## 1 4 受賞リスト

- [1] 量子鍵配送ネットワーク標準化チーム（情報通信研究機構、日本電気、東芝）、日本 ITU 協会賞奨励賞、2020年10月6日
- [2] 佐々木雅英, 令和3年度「情報通信月間」情報通信月間推進協議会会長表彰「志田林三郎賞」, 情報通信月間推進協議会, 6月1日(2021).
- [3] 江守陽規 第46回量子情報技術研究会 学生発表賞 “量子誤り抑制を基にしたNISQデバイスのベンチマーキング” 2022年12月8日
- [4] 松本遼司 第49回量子情報技術研究会 学生発表賞 “量子鍵配送の安全性保証に向けた光子数分布評価” 2024年5月28日(火)
- [5] Toshitsugu Kato, Quantum Innovation 2024 Poster Presentation Awards for Young Researchers,

"Bright illumination attack on BB84 with passive and asymmetric basis selection", 8 November 2024

- [6] 山野新一郎、第 47 回量子情報技術研究会学生発表賞、“ヘテロダイン測定のみを用いた 2 値変調連続量子鍵配送プロトコルの有限長安全性証明”、2022/12/21
- [7] 小坂英男、横浜国立大学 ベストティーチャー賞、2021 年 7 月 19 日
- [8] レイエス・ラウスティン、横浜国立大学 論文表彰、2022 年 3 月 24 日
- [9] レイエス・ラウスティン、横浜国立大学 理工学府学業優秀者表彰、2022 年 3 月 24 日
- [10] レイエス・ラウスティン、横浜物理工学会優秀賞、2022 年 3 月 24 日
- [11] 中里隆也、横浜国立大学 論文表彰、2022 年 3 月 24 日
- [12] 中里隆也、横浜物理工学会優秀賞、2022 年 3 月 24 日
- [13] 中里慎太郎、第 18 回ナノテク交流シンポジウム最優秀講演賞、2023 年 3 月 7 日
- [14] 松木愛美、第 18 回ナノテク交流シンポジウム最優秀講演賞、2023 年 3 月 7 日
- [15] 伊藤大輔、横浜国立大学 理工学部 学業優秀者表彰（令和 4 年度秋学期）、2023 年 5 月 10 日
- [16] 後藤京介、横浜国立大学 理工学部 学業優秀者表彰（令和 4 年度秋学期）、2023 年 5 月 10 日
- [17] 後藤京介、横浜国立大学 理工学部 学業優秀者表彰（令和 5 年度春学期）、2023 年 11 月 15 日
- [18] 小坂英男、横浜国立大学 外部資金獲得研究者表彰、2023 年 12 月 11 日
- [19] 三賢洸介、横浜国立大学 YNU CREATES 論文賞受賞、2024 年 3 月 25 日
- [20] 若松恵大、横浜国立大学 YNU CREATES 論文賞受賞、2024 年 3 月 25 日
- [21] 伊藤大輔、横浜国立大学 理工学部 学業優秀者表彰、2024 年 3 月 25 日
- [22] 伊藤大輔、横浜国立大学 理工学部 数物・電子情報系学科物理工学教育プログラム優秀賞、2024 年 3 月 25 日
- [23] 小坂英男、横浜国立大学 外部資金獲得研究者表彰、2024 年 9 月 12 日
- [24] 伊藤大輔、第 20 回ナノテク交流シンポジウム優秀講演賞、2025 年 3 月 5 日
- [25] レイエス・ラウスティン、横浜国立大学 理工学府学生表彰、2025 年 3 月 25 日
- [26] 中里慎太郎、横浜国立大学 YNU CREATES 論文賞受賞、2025 年 3 月 25 日
- [27] 後藤京介、横浜国立大学 理工学部 学業優秀者表彰（令和 6 年度秋学期）、2025 年 3 月 25 日
- [28] 後藤京介、量子情報関東 Student Chapter 優秀賞、2025 年 3 月 31 日
- [29] K. Kimura, S. Onoda, S. Daimon, W. Kada, T. Teraji, J. Isoya, T. Baba, M. Goto, O. Hanaizumi, and T. Ohshima, Poster Presentation Award for Young Researcher, “Quantum state tomography with NV-NV pair for quantum sensing application”, The 6th Quantum International Forum on Metrology and Sensing (Tokyo Convention Hall, 2023.11.16)

## 15 報道発表リスト

### (1) 報道発表実績

- [1] "グローバル規模の量子暗号通信網構築を進める総務省研究開発委託事業を開始 —世界に先駆けて広域・大規模な量子暗号通信網の実用化・普及を目指す—", 2020-7-29
- [2] 「グローバル規模の量子暗号通信ネットワーク構築に向けた『大規模量子鍵配送ネットワーク制御技術』と『鍵配送高速化技術』を開発～量子暗号通信によるセキュアな通信サービスの適用範囲拡大と大規模化を実現～」, 報道発表（オンライン開催）[2024-09-02]

- [3] オンラインプレスリリース “Quantinum and Mitsui deliver unforgeable quantum tokens over fibre network in first ever trial (邦題未定)”, 令和 6 年 11 月 8 日
- [4] “凸版印刷と NICT、世界初、米国政府機関選定の耐量子計算機-暗号を IC カードシステムに実装する技術を開発”、2022 年 10 月 24 日
- [5] 複数の企業間を結ぶ量子暗号ネットワークテストベッドの運用試験を開始 2023 年 12 月 18 日
- [6] “世界初、ダイヤ中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功～ノイズ耐性のある量子インターネットへの道を拓く”、横浜国立大学・科学技術振興機構共同プレスリリース、2021 年 12 月 15 日
- [7] “世界初、ダイヤ中の量子メモリーによる量子誤り訂正に成功～誤り耐性のある量子コンピューターへの道を開く～”、横浜国立大学・科学技術振興機構共同プレスリリース、2022 年 4 月 27 日
- [8] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功～大規模集積量子メモリーやダイヤモンド量子コンピューターの実現に道～”、横浜国立大学・科学技術振興機構共同プレスリリース、2022 年 7 月 29 日
- [9] “横浜国立大学と量子科学技術研究開発機構が連携し、量子技術による未来の安全な通信社会実現のための研究を加速”、横浜国立大学プレスリリース、2023 年 11 月 29 日
- [10] “先端科学高等研究院と理化学研究所 量子コンピュータ研究センターが連携”、横浜国立大学プレスリリース、2024 年 7 月 1 日
- [11] “先端科学高等研究院と理化学研究所 量子コンピュータ研究センターが連携”、理化学研究所プレスリリース、2024 年 7 月 1 日
- [12] “先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE) 日本-ドイツ共同研究「量子技術」領域 令和 6 年度新規課題の決定について”、科学技術振興機構プレスリリース、2025 年 2 月 26 日
- [13] “先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE) 日本-ドイツ共同研究「量子技術」領域 JST 先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE) 日本-ドイツ共同研究「量子技術」領域採択のお知らせ、横浜国立大学プレスリリース、2025 年 3 月 13 日
- [14] 古河電工ニュースリリース “量子暗号通信に関する総務省の研究開発委託事業への提案が採択 ～古河電工の光学技術を活用し、極めて堅牢性の高い安全なサイバー空間の実現に貢献～”、令和 2 年 6 月 22 日

## (2) 報道掲載実績

- [1] “量子ネット、事業化へ号砲 東芝は暗号通信で先頭走る”、NIKKEI Tech Foresight、2023-11-29
- [2] 「異なる量子鍵配送 ネット間接続を実証」、日刊工業新聞朝刊、2024-7-15
- [3] 「東芝など、暗号鍵を量子力学で守りながら伝送 量子鍵配送」、日刊工業新聞デジタル版、2024-7-26
- [4] 共通基盤としての課題を抽出 NICT など 企業間を結ぶ暗号 NW テストベッド運用試験 保管データを安心して流通・共有・利活用 電波タイムズ (1 面) 2023 年 12 月 22 日
- [5] “最大の難所は量子中継 有力候補は“ダイヤモンド””、日経エレクトロニクス、2021 年 5 月 20 日
- [6] “量子インターネット最大の難所は中継、“ダイヤモンド”が救世主”、日経クロステック、2021 年 6 月 1 日
- [7] “世界初、ダイヤ中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功 ～ノイズ耐性のある量子イン

ターネットへの道を拓く〜 ”、 EurekaAlert!、2021年12月15日

- [8] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、 EurekaAlert!(English)、2021年12月15日
- [9] “横浜国大、ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、日本経済新聞、2021年12月16日
- [10] “横浜国大、ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、マイナビニュース TECH+、2021年12月16日
- [11] “横浜国大、ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、goo ニュース、2021年12月16日
- [12] “世界初、ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、Tii 技術情報、2021年12月16日
- [13] “ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、OplusE、2021年12月17日
- [14] “ダイヤモンド中の電子と光子の幾何学的な量子もつれの生成に成功”、Laser Focus World JAPAN、2021年12月17日
- [15] “Flawed Diamonds May Provide Perfect Interface for Quantum Computers - Faster and More Secure”、SciTechDaily、2021年12月15日
- [16] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、news wise、2021年12月15日
- [17] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、PHYS ORG、2021年12月15日
- [18] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、nano werk、2021年12月15日
- [19] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、TECH AND SCIENCE POST、2021年12月16日
- [20] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、Bioengineer.org、2021年12月15日
- [21] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、researchnews.cc、2021年12月16日
- [22] “Flawed diamonds may provide perfect interface for quantum computers”、5g newsroom、2021年12月16日
- [23] “世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功〜誤り耐性のある量子コンピュータへの道を拓く”、EurekaAlert!、2022年4月27日
- [24] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、EurekaAlert!(English)、2022年4月27日
- [25] “世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功”、日本の研究.com、2022年4月27日
- [26] “世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功”、BtoBプラットフォーム、2022年4月27日
- [27] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、news wise、2022年4月27日”
- [28] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、PHYS ORG、2022年4月27日”

- [29] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、THE QUANTUM THEORY、2022 年 4 月 27 日
- [30] “Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field”、NEWSBREAK、2022 年 4 月 27 日
- [31] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、ENGGtalks、2022 年 4 月 27 日
- [32] “Japanese researchers demo quantum supercomputer memory resilient against errors”、SUPER COMPUTING ONLINE NEWS、2022 年 4 月 27 日
- [33] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、sciencenewsnet.in、2022 年 4 月 27 日
- [34] “横国大、ダイヤモンド中の量子メモリで量子誤りを訂正”、OPTRONICS online、2022 年 4 月 28 日
- [35] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、SPACE 、2022 年 4 月 28 日
- [36] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、iinnovation report、2022 年 4 月 28 日
- [37] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、vnexplorer、2022 年 4 月 28 日
- [38] “Fault-tolerant quantum computer memory in diamond”、timesofnews、2022 年 4 月 28 日
- [39] “世界初、ダイヤモンド中の量子メモリーによる量子誤り訂正に成功”、Jpubb、2022 年 4 月 28 日
- [40] “横浜国大、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功、日本経済新聞、2022 年 4 月 28 日
- [41] “Yokohama National University Researchers Investigate Fault-tolerant Quantum Computer Memory in a Diamond”、THE QUANTUM INSIDER、2022 年 4 月 29 日
- [42] “ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功”、マイナビニュース TECH+、2022 年 5 月 3 日”
- [43] “ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功”、BIGLOBE ニュース、2022 年 5 月 3 日
- [44] “ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功”、goo ニュース、2022 年 5 月 3 日
- [45] “ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功”、mapion ニュース、2022 年 5 月 3 日
- [46] “Quantum error correction makes its zero-magnetic field debut”、Physics World、2022 年 5 月 10 日
- [47] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、scienmag、2022 年 7 月 28 日
- [48] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功”、EurekAlert!、2022 年 7 月 28 日
- [49] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、EurekAlert!(English)、2022 年 7 月 28 日
- [50] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、phys.org、2022 年 7 月 28 日
- [51] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Bioengineer.org、2022 年 7 月 28 日
- [52] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、newsexplorer、2022 年 7 月 28 日
- [53] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、semiconductor-digest、

2022年7月28日

- [54] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、samachar central、2022年7月28日
- [55] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、TechCodex、2022年7月28日
- [56] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、True Viral News、2022年7月28日
- [57] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Tech and Science Post、2022年7月28日
- [58] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Vecho Technology、2022年7月29日
- [59] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Juste Bio、2022年7月29日
- [60] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、My Droll、2022年7月29日
- [61] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Verve Times、2022年7月29日
- [62] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Levi Science、2022年7月29日
- [63] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功～大規模集積量子メモリーやダイヤモンド量子コンピューターの実現に道～”、B to B プラットフォーム、2022年7月29日
- [64] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功 ～大規模集積量子メモリーやダイヤモンド量子コンピューターの実現に道～”、Tii 技術情報、2022年7月29日
- [65] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Sunpacfl.com、2022年7月30日
- [66] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Mtech News、2022年7月30日
- [67] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、zdioy、2022年7月30日
- [68] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、long-tweets.com、2022年7月30日
- [69] “New method of controlling qubits could advance quantum computers”、Aumag、2022年7月31日
- [70] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功”、Laser Focus World JAPAN、2022年8月1日
- [71] “横国大、「光ランダムアクセス量子メモリ」の原理実証に成功”、BIGLOBE ニュース、2022年8月1日
- [72] “光ランダムアクセス量子メモリーの実証に初成功＝横浜国大”、MIT Technology Review、2022年8月2日

- [73] “ダイヤモンドの量子ビット、レーザー光で個別操作 横浜国大が技術”、日刊工業新聞、2022年8月2日
- [74] “世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功～大規模集積量子メモリやダイヤモンド量子コンピューターの実現に道～”、O plus E、2022年8月2日
- [75] “Quantum gates activated with laser precision”、Nature Photonics、2022年8月26日
- [76] “Site-resolved microwave control of diamond qubits achieved using focussed light”、physicsworld、2022年9月16日
- [77] “駐日フランス大使館科学技術部(SST)が本学を訪問し、意見交換や研究室視察を行いました。”、横浜国立大学 headline、2022年9月27日
- [78] “「量子インターネット実現に挑む！」横浜国立大 小坂英男教授語る”、科学新聞、2023年2月17日
- [79] “横浜国立大学小坂英男教授談基于量子中继技术的长距离通信”、客観日本、2023年3月13日
- [80] “Professor Hideo Kosaka of Yokohama National University speaks about trying to realize the quantum internetBreakthrough in quantum error correction could lead to large-scale quantum computers”、Science Japan、2023年3月14日
- [81] “Breakthrough in quantum error correction could lead to large-scale quantum computersBreakthrough in quantum error correction could lead to large-scale quantum computers”、physicsworld、2023年3月20日
- [82] “第13回 目標6小坂プロジェクト、目標8筆保プロジェクト(横浜国立大学)”、内閣府、2023年6月12日
- [83] “誤り耐性量子ネット、日本の活路は中継技術 30年目標 量子インターネットへの道(上)”日経テックフォーサイト、2023年11月28日
- [84] “横浜国立大学と量子科学技術研究開発機構が連携し、量子技術による未来の安全な通信社会実現のための研究を加速”、量子科学技術研究開発機構、2023年11月29日
- [85] “誤り耐性「量子ネット」実現へ研究開発加速、日本は中継技術で巻き返し”、日経クロステック、2023年12月5日
- [86] “量子情報基盤技術研究で協力 横浜国大とQSTが連携協定”、科学新聞、2023年12月8日
- [87] “量子インターネットへの道(上) 日本の活路は中継技術”、日経産業新聞、2024年1月15日
- [88] “横国大とQST、量子情報技術基盤に関する研究協力を締結”、OPTRONICS、2024年1月17日
- [89] “Ushering in a new era in computing~ The key components needed for universal quantum computers are being developed in three major projects in Japan.”、Nature (Volume 626 Issue 8001)、2024年2月29日
- [90] “超伝導光デバイス開発に挑戦 電子デバイスへ3次元実装が肝”、電子デバイス産業新聞、2024年4月4日
- [91] “「もつれる量子 離れていても、絡みあう」 Newton×朝日新聞”、朝日新聞 DIGITAL、2024年8月25日
- [92] “ノーベル賞でも注目の量子コンピューター 日本の研究者も貢献”、朝日新聞 DIGITAL、2024年10月8日

- [93] “量子コンピューター、どう使う？ 超伝導・光・シリコン…5方式の開発進む、朝日新聞（紙面、および、DIGITAL）”、2024年12月3日
- [94] “誤り耐性「量子ネット」実現へ研究開発加速、日本は中継技術で巻き返し”、日経クロステック、2024年12月5日
- [95] “量子情報基盤技術研究で協力 横浜国大とQSTが連携協定”、科学新聞、2024年12月8日
- [96] 量子情報研究センターの挑戦・最先端の研究が求める”ものづくりへの回帰”、文部科学教育通信 No.596、2025年1月27日
- [97] 古河電工参画のプロジェクト／総務省の委託事業に採択／量子暗号通信の研究開発”、日刊鉄鋼新聞、令和2年6月24日

## 16 ホームページによる情報提供

- [1] <https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution/articles/tsoul/tech/t0203.html>、東芝デジタルソリューションズ株式会社『連載：デジタル社会の未来を守る「量子暗号通信」 量子鍵配送ネットワークと標準化』
- [2] <https://qurep.ynu.ac.jp/>、本プロジェクト課題 III 量子中継技術のホームページ

## 研究開発による成果数

	令和2年度	令和3年度	令和4年度
査読付き誌上発表論文数	0件(0件)	3件(3件)	6件(6件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	1件(1件)	0件(0件)	5件(5件)
その他の誌上発表数	0件(0件)	1件(0件)	7件(0件)
口頭発表数	18件(2件)	41件(6件)	56件(14件)
特許出願数	1件(0件)	5件(4件)	20件(10件)
特許取得数	0件(0件)	0件(0件)	0件(0件)
国際標準提案数	31件(31件)	68件(68件)	47件(47件)
国際標準獲得数	5件(5件)	2件(2件)	1件(1件)
受賞数	1件(0件)	7件(0件)	4件(0件)
報道発表数	2件(0件)	1件(0件)	3件(0件)
報道掲載数	1件(0件)	18件(9件)	59件(39件)

	令和5年度	令和6年度	合計
査読付き誌上発表論文数	14件(14件)	11件(11件)	34件(34件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	7件(7件)	19件(19件)	32件(32件)
その他の誌上発表数	9件(0件)	5件(0件)	22件(0件)
口頭発表数	86件(25件)	82件(28件)	283件(75件)
特許出願数	18件(11件)	17件(6件)	61件(31件)
特許取得数	4件(2件)	2件(1件)	6件(3件)
国際標準提案数	57件(57件)	29件(29件)	232件(232件)
国際標準獲得数	5件(5件)	7件(7件)	20件(20件)
受賞数	9件(1件)	8件(1件)	29件(2件)
報道発表数	2件(0件)	6件(0件)	14件(0件)
報道掲載数	10件(0件)	9件(0件)	97件(48件)

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読(peer-review(論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの))のある出版物に掲載された論文等(Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む)を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しないこと。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しないこと。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。