

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : セキュアフォトリックネットワーク技術の研究開発
 採択番号 : 157ウ01
 個別課題名 : 課題ウ 連続量量子鍵配送技術とその応用
 副題 : QAM 光伝送技術を用いた量子鍵配送と光秘匿通信技術の開発

(1) 研究開発の目的

都市圏で実用的な性能を有する連続量量子鍵配送技術と、基幹回線にも対応しうる長距離・大容量性に優れた光秘匿通信技術を開発するとともに、これらを統合する技術の研究開発を行う。連続量量子鍵配送技術においては、50km の伝送距離で 10kbps の安全鍵生成が可能な送受信装置を開発する。光秘匿通信技術の研究に関しては、直交振幅変調 (QAM: Quadrature Amplitude Modulation) 光伝送技術とストリーム暗号技術を組み合わせ、量子雑音を利用した安全性の高い 40 Gbps 級の光ファイバ伝送技術による 2 次元暗号伝送を世界に先駆けて開発する。また、これらの技術を統合し、連続量量子鍵配送と光秘匿通信の両方に対応したプロトタイプ伝送装置のフィールド実証実験を行う。

(2) 研究開発期間

平成 23 年度から平成 27 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

学校法人学習院大学 (実施責任者 教授 平野琢也)、国立大学法人東北大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 242 百万円 (平成 26 年度 45 百万円)
 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ウ-1 連続量量子鍵配送技術の研究開発
 課題ウ-1-1… 連続量量子鍵配送装置の開発 (学習院大学)
 課題ウ-1-2… 安全性評価技術の開発 (学習院大学)
 課題ウ-2 光秘匿通信技術の研究開発
 課題ウ-2-1… 2 次元暗号のコヒーレント光伝送技術の開発 (東北大学)
 課題ウ-2-2… 暗号化および復号化回路の開発 (東北大学)
 課題ウ-3 連続量量子鍵配送と光秘匿通信の統合技術の開発
 課題ウ-3-1… 統合光暗号装置の高速化 (東北大学)
 課題ウ-3-2… 統合光暗号装置の低雑音化 (学習院大学)
 課題ウ-3-3… 統合化技術の開発と評価 (学習院大学)

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	1	0

その他研究発表	39	10
プレスリリース・報道	3	2
展示会	0	0
標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

課題ウ-1 連続量量子鍵配送技術の研究開発

- ・ 連続量量子鍵配送装置の自動制御運転技術の開発については、受信側の光強度の測定と偏波制御をプログラムにより自動実行し、受信者のデータ取り込みのタイミング制御と可変減衰器の減衰率の適切に設定する自動実行技術を開発した。受信側の LO 光強度が、予め設定した値以下になった場合は、通信路が切断されたものとして QKD 動作を待機し、光強度が正常値に戻った後、秘密鍵の生成まで自動復帰できる機能を実装した。QKD 動作中の過剰雑音と信号光強度および LO 光との相対位相をモニターする機能を実現し、位相オフセットの調整をプログラムにより実行する技術を開発した。
- ・ 連続量量子鍵配送装置の性能向上については、ボトルネックとなっていた受信データの PC への転送速度を、10 倍以上高速化し、秘密鍵の生成レートを高速化した。光学系については、PBS の偏光消光比の改善、ファイバー融着による損失の低減と干渉計の安定性の向上を実現した。
- ・ 連続量量子鍵配送装置のフィールド動作については、低コスト省スペース型連続量量子鍵配送装置を NIC 内に設置し、鍵管理エージェントとも連携して、4 日間の連続運転を行った。

課題ウ-2 光秘匿通信技術の研究開発

- ・ 暗号化および復号化回路の高速化を図った。これまで 2.5 Gsymbol/s であったシンボルレートを 2 倍の 5 Gsymbol/s に高速化し、また偏波多重方式を採用して伝送容量を倍増するために 2 台目の復号化回路を作製した。さらに、これまで 16 値で固定であった QAM データの多値度を 64、128、256 値に任意に切り替えられるように信号生成アルゴリズムを改良した。これらの改良により 10 Gbit/s であった伝送速度を 40~80 Gbit/s まで高速化した。
- ・ H27 年度の動態展示に向け、これまで定盤の上に配置していたコヒーレント検波系を 1 つの筐体内部に収納し、可搬型の受信回路を実現した。

課題ウ-3 連続量量子鍵配送と光秘匿通信の統合技術の開発

- ・ 量子鍵配送システムにより配送した秘密鍵を暗号・復号化動作に利用できるように、課題ウ-2 で開発した暗号化・復号化回路を改良した。そして、PC にインストールした鍵供給プログラムを用いた模擬試験を実施し、外部より入力した秘密鍵を用いて暗号化回路と復号化回路を同期動作できることを確認した。
- ・ 連続量量子鍵配送と光秘匿通信を統合するセキュアネットワークを実施するために、WDM カブラの仕様検討を行い、部材を確保した。
- ・ 統合光暗号装置の低雑音化については、レーザー光源のパルス時間幅を調整することにより、干渉による雑音を低減し、実運用環境での量子雑音限界動作が可能になった。