

平成26年度「セキュアフォトリックネットワーク技術の研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆実施機関 学習院大学(代表研究者)、東北大学
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額242百万円(平成26年度 45百万円)

2. 研究開発の目標

- ・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。

3. 研究開発の成果

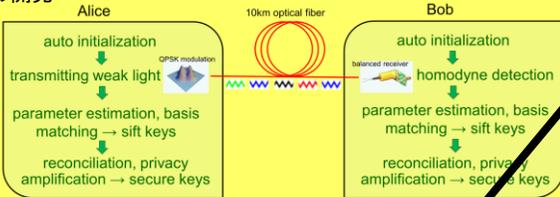
研究開発目標

研究開発成果

①連続量量子鍵配送技術

光の直交振幅の量子ゆらぎを利用した暗号技術

構内・アクセスネットワークで使用可能な
低コスト省スペース量子鍵配送装置の開発



- A 自動制御運転技術の開発
- B 連続量量子鍵配送装置の性能向上

研究開発成果: 自動制御運転技術の開発

- 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な設定の自動実行技術を開発。
- 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。
- 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。

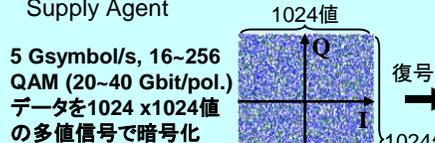
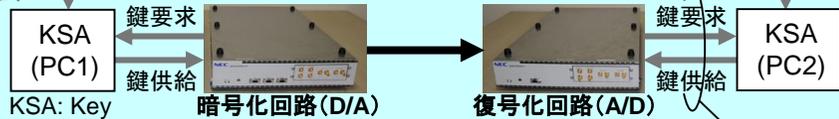
研究開発成果: 連続量量子鍵配送装置の性能向上

- 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大幅に改善。
- NICT内に設置し、鍵管理エージェントと連携した4日間の連続運転の実現。

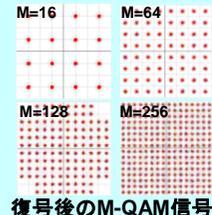
②光秘匿通信技術

秘密鍵管理システム

A 光秘匿通信システムの開発



暗号化した1024x1024 QAM信号



B 連続量量子鍵配送との統合システムの開発

研究開発成果: 光秘匿通信システムの開発

- FPGA暗号・復号化回路のシンボルレートを2.5から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。

研究開発成果: 連続量量子鍵配送との統合システムの開発

- 量子鍵配送システムにより配送された秘密鍵を暗号・復号化動作に利用できるようにFPGA暗号・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、外部より入力され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。

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
セキュアフォトニックネットワーク技術の研究開発	1(0)	0(0)	1(0)	39(10)	3(2)	0(0)	0(0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) 課題ウの内部及び他の課題との連携を推進

連続量量子鍵配送技術と光秘匿通信技術を統合する光通信システムについて、東北大学において集中的に議論したほか、電子メールや電話等により、緊密な連携を推進した。安全性など理論的な研究は、課題イの研究者と共同で実施した。更に、セキュアフォトニックネットワーク技術の研究開発参加者が連携して、動態展示およびパネル展示を、国内外の関係者や潜在ユーザーを対象に実施した。

(2) 学会等での成果報告

- 連続量量子鍵配送装置の動作特性等について、量子情報技術研究会と日本物理学会にて報告したほか、検出器の不完全性を考慮した安全性の解析について、QCrypt2014やYITP国際ワークショップ等で報告を行った。
- 本課題で開発した光秘匿通信システムを用いた10 Gbit/s暗号化データ信号の320 kmリアルタイム伝送ならびに40 Gbit/s暗号化データ信号の480 kmオフライン伝送に関する研究成果を、世界で最大規模の光ファイバ通信に関する国際会議(OFc)およびアジア最大級の通信とフォトニクスに関する国際会議(ACP)にて報告した。数10 Gbitの伝送速度で数100 kmの長距離伝送が可能な新しい秘匿通信システムとしてこれらの研究成果は大きな反響を得た。

5. 今後の研究開発計画

- 連続量量子鍵配送装置の自動制御運転技術を高度化し、装置の正常動作からの逸脱が発生しても、秘密鍵の生成まで自動復帰できる機能を実装する。また、装置の高速動作のボトルネックを解消し、鍵生成率を改善する。
- 本課題で開発した光秘匿通信システムの最終評価試験として、伝送速度が40 Gbit/s以上、伝送距離が300 km以上のリアルタイム光秘匿伝送実験を行なう。また、H26年度の受信部に引き続き、H27年度は送信部における光回路を1つの筐体に収納し、システム全体を可搬型に仕上げる。FPGA暗号・復号化回路の開発に関しては、基底情報の生成アルゴリズムを改良し、信号の安全性を向上させる。また、光伝送路内の非線形光学効果による波形歪みに対する補償回路を導入し、伝送特性の改善を図る。
- 連続量量子鍵配送と光秘匿通信装置との間で秘密鍵の受け渡しを行う、統合したセキュアネットワークとしての動作検証を行う。