

## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆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
- ◆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)
- ◆研究開発予算 : 総額242百万円(平成26年度 43百万円)

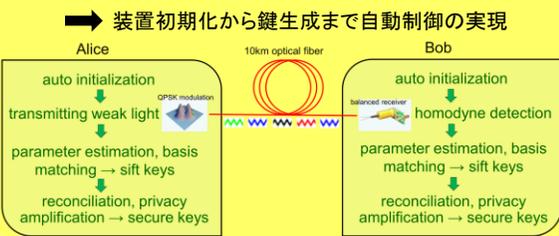
## 2. 研究開発の目標

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

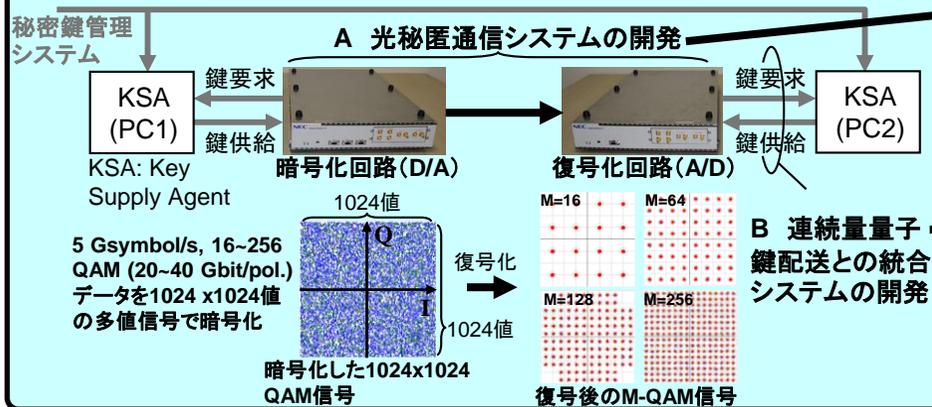
### ①連続量量子鍵配送技術

#### 光の直交振幅の量子ゆらぎを利用した暗号技術



- パルス光の繰り返し周波数10 MHzで動作する連続量量子鍵配送装置を試作し、10 kmの通信距離において、300 kbpsのシフト鍵生成レート、50 kbpsの暗号鍵の生成レートを実現した。
- 誤り訂正と秘匿性増強をPCで実行するソフトウェアを開発した。
- 40 kmの通信距離で非常に小さな過剰雑音を実現する連続量量子鍵配送装置を開発した。
- 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運転を中断、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。

### ②光秘匿通信技術



- 研究開発成果: 光秘匿通信システムの開発**
- 伝送速度20~60 Gbit/s、伝送距離320 kmのリアルタイム光秘匿伝送に成功した。また、送受信部をそれぞれ一台ずつの19インチラックへ収納した形で本伝送システムをNICTへ移設し、ラボツアーにおいて動態展示を実施した。
  - FPGA回路において、暗号化に用いるランダム信号の生成アルゴリズムを見直し、盗聴者に対する符号誤り率が增大するよう改良した。また、光伝送路内の自己変調効果による光位相回転に対する補償回路を新たに導入した。
- 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**
- QKDシステムで配信した秘密鍵を元に光秘匿通信システムを正常に駆動できることを確認し、提案した統合システムの原理実証に成功した。
  - 同一の光ファイバ伝送路(長さ10 km)を用いた秘密鍵とデータの同時配信試験を実施し、共通の光伝送路を用いても双方のシステムを正常に動作できることを実証した。

#### 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	2(1)	0(0)	20(5)	50(10)	3(0)	1(1)	0(0)

##### (1) 課題ウの内部及び他の課題との連携を推進

2015年9月に開催されたNICTにおけるラボツアーの際に課題ウ-1および課題ウ-2で開発した両システムの統合試験を実施し、その動作原理を実証した。さらに、2016年1月より東北大学にて統合試験を再開し、統合システムの性能向上に向け現在も継続して共同実験を実施している。連続量量子鍵配送装置から光秘匿通信システムへの暗号鍵の供給には、157エで開発された鍵管理システムの成果を活用した。

##### (2) 学会等での成果報告

本課題で開発した光秘匿通信システムを用いた20-60 Gbit/s暗号化データ信号の320 kmリアルタイム伝送に関する研究成果を、ヨーロッパ最大規模の光通信に関する国際会議(ECOC)、Asilomar国際会議および国内の電子情報通信学会にて報告した。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。

連続量量子鍵配送装置について日本物理学会等で成果を報告したほか、2016年3月に英国大使館で開催された日英量子技術ワークショップにて本課題の成果を報告し、連続量量子鍵配送の日英協力について検討を進めた。

#### 5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- ・企業との協業による連続量量子鍵配送技術の移転推進
- ・コヒーレント光通信技術との融合を進め、10 GHz級の動作を実現
- ・連続量量子鍵配送装置の更なる低コスト化、省スペース化の実現
- ・量子鍵配送用ポストプロセッシング用ソフトウェアの改善、多用途化
- ・WDM伝送技術を導入することにより“Tbit/s”大容量長距離秘匿通信を実現し、その実用性を高めていく(例: 40 Gbit/s x 25波長)。
- ・長期フィールド動作の実証、成果の外部発表による連続量量子鍵配送の認知度向上
- ・構内ネットワーク(NICT等)への組み込みによる実利用の実現
- ・対外発表に関しては、国際会議、国内学会等を通じて光秘匿通信技術の普及に向けた成果発表と広報活動を今後も積極的に行う。