

平成24年度研究開発成果概要書
 量子もつれ中継技術の研究開発（158イ01）
 課題イ 遠隔ノード間での量子もつれ純粋化技術
 副題 ハイブリッド量子中継器へ向けた研究開発

(1) 研究開発の目的

広域量子通信ネットワークの中核となる量子中継システムの構成に必要な、遠隔ノード間での量子もつれの全量子的な純粋化を行うため、量子メディア変換の技術を核としてハイブリッド構成の量子中継システムを構築するための基盤技術を確立する。

(2) 研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

(3) 委託先

国立大学法人 東北大学<幹事>
 国立大学法人 大阪大学
 日本電信電話株式会社
 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

(4) 研究開発予算（百万円単位切上げ）

平成23年度	45（契約金額）
平成24年度	43（ 〃 ）
平成25年度	40（ 〃 ）
平成26年度	38（ 〃 ）
平成27年度	36（ 〃 ）

(5) 研究開発課題と担当

- 課題イ：遠隔ノード間での量子もつれ純粋化技術
1. ハイブリッド量子中継基幹技術の開発（東北大学）
 2. ハイブリッド量子中継純粋化技術の開発（大阪大学）
 3. ハイブリッドゲート操作設計（日本電信電話株式会社(NTT)）
 4. ハイブリッド光モジュール設計（国立情報学研究所(NII)）

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	8	6
	その他研究発表	60	36
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) 固体デバイス内の決定論的な相互作用を利用して量子もつれ純粋化を行うため、受光による光子から固体内量子メモリへの量子メディア変換の機構を開発している。これをダイヤモンド中の NV 中心を用いて実現すべく、光子から電子スピンを介した核スピンへの量子メディア変換の機構を考案し、これを実証するための磁気光学パルス二重共鳴の実験装置の立ち上げを行った。考案した量子メディア変換の機構は、忠実度の正確な評価に不可欠な量子トモグラフィの機構も合わせ持つ。また、課題イ-2-3とも協力し、量子メディア変換、量子ゲート、量子メモリを組み合わせたハイブリッド動作の問題点を克服する仕組みの提案を行った。
- (2) 量子中継器の動作のためには高速・高忠実度の量子ゲート操作技術と量子もつれ検出、及び長時間量子メモリが不可欠である。本年度、実験条件の探索・最適化により、昨年度よりも高速化することに成功し、電子スピンによる量子ゲート時間を 13 ns 以下にすることに成功。また、ベル測定をシングルショットで行うための装置の設計に基づき、部品を購入し、装置立ち上げを行った。
- (3) 高忠実度の ^{15}N 核スピンと電子スピンの間の基本操作が可能であることをシミュレーション計算によって明らかにした。 ^{13}C 核スピンの場合には忠実度の上限は 0.98 となり、 ^{15}N 核スピンが有利との方針を示す。光通信波長帯との結合を視野に Er^{3+} イオンの利用の有望性を示唆。また、コヒーレンス時間が短い量子メモリを利用しても機能すると期待される「時間反転量子中継方式」を考案した。
- (4) NV ダイヤモンドセンターを統合した光モジュールで、光からの情報受信、処理、保存など中継を行うために必要となるゲートについて解析した。電子スピンと ^{13}N と最近接 ^{13}C 核スピン間の系を中心に相互作用の解析から、光からの情報伝達、処理のための相互作用を解析した。光を用いた電子スピンの測定について必要とされる忠誠度達成のための条件と、測定による統合系への影響について解析した。

(7) 研究開発イメージ図
別添