

半導体量子ドットによる量子光発生源の研究 Semiconductor Quantum-Dot-Based Quantum Photon Sources

H27海自19

派遣先 量子科学シンポジウム2015 (QSS-2015)
(米国・マサチューセッツ州・ボストン)
期 間 平成27年9月19日～平成27年9月23日 (5日間)
申請者 北海道大学 電子科学研究所 准教授 熊 野 英 和

海外における研究活動状況

研究目的

現在の情報通信の重要な課題である秘匿性・安全性を抜本的に向上させるための基本要素技術である量子光源に関する研究開発を行うことを目的とした研究を進めている。現代社会を支える通信ネットワークは、情報漏洩やハッキングの報道を度々目にするように、その安全性に課題を残す。今後展開が期待されているモノのインターネット (IoT) において、全てのモノがネットワークと融合する時代にあつては、その秘匿性が先進的通信ネットワークの持続的発展の核となり、その重要性は今後益々増大していくものと考えられる。

そのためには、単一の光子の持つ量子性を陽に利用し、物理原理に基づいて絶対的に安全・安心な量子情報通信網の確立に向けた基盤要素技術である「真の」単一光子光源、およびその機能拡張に必要な量子もつれ光子対源の実現が重要である。量子ナノ構造の離散化エネルギー準位とパウリ排他原理を用いた量子光源の実現により「真の」単一光子光源を創出し、確率的に一度に複数の光子が生成する「擬似的な」単一光子源に基づくため盗聴リスクを完全には排除できない現行光源の安全性、機

能性の革新的向上に資する。今回採択いただいた研究者海外派遣では、2015年9月21-22日に米国、ボストンにて開催のQuantum Science Symposium-2015 (QSS-2015)に参加して上記の研究内容に関する招待講演を行うとともに、近隣分野の研究者と、講演内容をはじめ今後の研究展開に向けた意見交換、および情報収集を行うことを目的とする。

海外における研究活動報告

今回申請者が貴財団の援助を受け参加した量子科学シンポジウム2015 (QSS-2015) は、2011年より毎年開催されている国際会議であり、今回はボストンに拠点を持つハーバード大学、マサチューセッツ工科大学 (MIT) の世界的に著名な先生方を含む世界の研究者が集って量子科学に関連する30件の最新の研究成果報告が行われた。基調講演30分、通常講演も1件25分と十分な時間が確保されており、それぞれの講演について研究の社会的背景や基本的アイデアをしっかりと理解することができ、また質疑も活発に行われた。会議は (i) Quantum Systems & Entanglement, (ii) Semi & Super Conductors, (iii) Quantum Photonics, (iv) Quantum Systems, (v) Quantum Engineering, Quantum Devices & Quantum Technologiesの5

つのセッションから構成され、申請者は上記 (iii) の Quantum Photonics セッションにて講演を行った。

講演では、申請者が実施してきた量子ナノ構造内に形成される量子2準位系に基づく単一光子発生、単一光子光源としての高純度化・高輝度化、ファイバーへの高効率結合、量子ナノ構造内に形成される量子4準位系を利用した時系列遷移過程による偏光もつれ光子対発生、さらにベルの不等式を破る非局所光子対発生に関する先駆的な研究成果を報告した。単一光子光源としては、盗聴リスクの原因となる多光子発生の低減に向けての検討および試料作製、実証実験の報告、また、励起子分子-励起子時系列遷移過程に基づく世界最高の理想的状態に近い偏光もつれ光子対状態の生成の報告、さらに時間ゲートを適用して光子対状態の時間発展を議論し、物性と光子状態を接続する理論提案を行った。講演後の質疑においては、今後解決すべき諸課題にどう取り

組むか、また量子鍵配送システムへ実装する場合に、どのような問題が予測されているのか、といった前向きな質問が多く、「真の」単一光子光源や量子もつれ光源への期待感を強く感じるものであった。

最後に、本会議に参加するにあたって、村田学術振興財団より「研究者海外派遣」助成を賜る機会を得て情報発信や収集、また研究者ネットワークの構築ができました。貴財団には心より御礼申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

[講演題目]

Semiconductor quantum-dot-based quantum photon sources [Invited]

[論文]

H. Kumano, H. Nakajima, T. Kuroda, T. Mano, K. Sakoda, and I. Suemune: "Nonlocal biphoton generation in Werner state from a single semiconductor quantum dot", Phys. Rev. B 91, 205437-1-6 (2015).