安全保障技術研究推進制度　令和６年度終了課題　終了評価結果

1.　評価対象研究課題

（１）研究課題名：ワイアレスな量子鍵配送のためのポータブル固体量子光源の開発

（２）研究代表者：物質・材料研究機構　黒田　隆

（３）研究期間　：令和４年度～令和６年度

2.　終了評価の実施概要

日時　　：令和７年１０月２７日

場所　　：ＴＫＰ新橋カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所　理事長、上席研究員

東京大学　名誉教授

平澤　泠（委員長）

長岡技術科学大学　名誉教授、特任教授

井原　郁夫

東京科学大学　工学院　電気電子系　教授

梶川　浩太郎

慶應義塾大学　名誉教授

神成　文彦

大阪大学　大学院工学研究科　教授

近藤　正彦

東京農工大学　名誉教授

佐藤　勝昭

豊橋技術科学大学　シニア研究員、名誉教授

長岡技術科学大学　学長アドバイザ

中野　裕美

科学技術振興機構　研究開発戦略センター　戦略総括監

中山　智弘

量子科学技術研究開発機構　高崎量子技術基盤研究所　先端機能材料研究部長

八巻　徹也

情報通信研究機構　電磁波研究所　総括研究員

山本　真之

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

量子技術の実用化には単一の光子を効率よく発生する光源（単一光子源）の開発が必要である。これまで量子暗号鍵を配送するには、レーザーの出力を減光した擬似的な単一光子源が使われてきた。しかしこれら既存光源は、確率的にしか光子を発生できない。セキュアな通信を実現するには、確定的に光子を発生できる光源が必要であり、この要件を満たす光源として半導体の量子ドットを用いた単一光子源の開発に注目が集まっている。本研究では、従来の量子ドット光源が持つボトルネックを解決することにより、かつてなく小型で汎用性のある固体量子光源の創出を目指した。

成果の概要

独自の量子ドット作製技術である液滴エピタキシー法を高度化することにより、液体窒素温度でも安定に光る量子ドットの作製に成功した。また、新規に開発した高屈折フォトニクス素子を用いることにより、光子の取り出し効率を飛躍的に増大させることに成功した。この結果、大型冷凍機なしで動作可能な、ポータブルかつ高輝度な量子光源に求められる基盤技術を確立することに成功した。

4. 終了評価の評点

A　相応の研究成果をあげた。

5. 総合コメント

量子ドットの研究成果は高く評価するが、量子光源としての性能については目標値を達成しておらず評価は低い。

しかしながら、シリコンレンズの理論値に近づける工夫が見られる点、また、量子技術の発展に寄与している点は評価できる。

研究実施者が提案する量子光源は、量子もつれの発生において他の方式より優位性を有する点で大きく期待できる。今後のさらなる研究発展を期待する。

6. 主な個別コメント

- 急速に新規発展が展開されている分野であり期待できる一方、広い意見交換が必要である。
- 必ずしも全ての所期目標が達成されているわけではないが、一方で、有益な副次的成果も得られていることを踏まえると、相応の成果が挙げられていると評価できる。
- 一定の成果が挙がったと評価できるが、社会実装のためにはかなりの改善が必要である。
- 得られた成果の量子技術への将来展開において、十分な寄与・貢献ができるかという点に若干不安が残る。
- 光源の作製技術の高度化や輝度の向上など、基盤的な成果として一定の水準にある。