

研究領域「新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする次世代フォトニクスの基盤技術」事後評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

本研究領域では、従来の光科学技術を横断的かつ重層的に集積・発展させることにより、将来の社会・産業ニーズに応える新たなフォトンクス分野の「破壊的イノベーション(従来の価値を破壊し、全く異なる価値基準で技術を生み出すイノベーション)」を創造するとともに、新技術シーズの創出を支える基礎的な原理の解明にも併せて取り組みます。これにより、新たな光機能物質の人工生成や革新的な光制御技術による通信・ネットワーク技術の開発、微細構造の高時空間分解可視化、先端数理科学との融合による複合光基盤技術・システムの創出等を目指します。こうした新たな光機能や光物性の解明・制御・利活用を通じて、環境・エネルギー・ものづくり・情報通信・医療・セキュリティ等の広範な分野を更に横断的かつ有機的に支えていくことで、精度・感度・容量・消費電力・コスト等の様々な側面からの要請に応える高次な社会・産業インフラの形成につなげます。

本研究領域の推進にあたっては、単一分野の技術の深掘りに留まることなく、周辺の技術分野を俯瞰し、異なる分野を横断的に融合した新たなパラダイムを切り開く研究開発を進めます。

2. 事後評価の概要

2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

戦略的創造研究推進事業・CRESTにおける事後評価の目的、方法、評価項目及び基準に沿って実施した。

2-2. 評価対象研究代表者及び研究課題

2017年度採択研究課題（1年追加支援課題）

(1) 福田 大治（産業技術総合研究所物理計測標準研究部門 首席研究員）

単一光子スペクトル計測によるイメージング技術開発と細胞機能ヴィジュアルライザの創成

2-3. 事後評価会の実施時期

2024年3月 研究者からの研究報告書に基づく研究総括による事後評価（1年追加支援課題）

2-4. 評価者

研究総括

北山 研一 大阪大学 名誉教授

領域アドバイザー

該当なし

外部評価者

該当なし

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 単一光子スペクトル計測によるイメージング技術開発と細胞機能ヴィジュアライザの創成

2. 研究代表者名及び主たる共同研究者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

福田 大治（産業技術総合研究所物理計測標準研究部門 首席研究員）

主たる共同研究者

野村 暢彦（筑波大学生命環境系 教授）

山森 弘毅（産業技術総合研究所デバイス技術研究部門 研究部門付）

3. 事後評価結果

○評点（2022年度事後評価時）：

A 優れている

○総合評価コメント：

（以下、2022年度課題事後評価時のコメント）

単一光子分光素子(TEs)では世界最高のエネルギー分解能0.06eVを実証し、TEs素子を多重化し世界最高のサンプリング速度となる5 MS/sで40素子の同時読み出しに成功した。さらに、HeLa細胞による超低励起光照射下での長時間無退色イメージングより、ほぼ自然光レベルでのイメージングの低侵襲性を実証した。以上の成果をもって目標はほぼ達成したと評価できる。特に低侵襲イメージングは端緒にすぎたばかりであり、今後インパクトの大きい学術的な成果が大いに期待できる。

成果に対して原著論文14編、国内特許出願1件に止まっている点については十分とは言い難い。

CREST研究終了後に企業や大学と設立を計画しているコンソーシアムにおける自然光細胞診断オープンファシリティ計画に期待したい。これ以外にも、例えば通信波長帯での高精度な光子測定技術はむしろ量子通信や量子情報処理への応用に向いており、このデバイスの高いポテンシャルを引き出し、分野を超えたユーザーに対して幅広くユースケースを探索する戦略と地道な努力が求められる。

（2024年3月追記）

本課題は、期間を1年間延長し、本CREST研究で得られた成果を企業等へ橋渡しするため、その特許出願に必要な実施例・追加データの取得を実施した。その結果、RAW264.7細胞を対象とした計測では、励起波長488nmでの計測により850nm近傍の近赤外線(NIR)領域での自家蛍光シグナルが細胞周縁部に観測され、NIR領域での自家蛍光イメージングの成功により本システムの低侵襲性を実証した。さらに当初の想定を超えた成果として、中赤外域単一光子のスペクトル計測の実証、スクイズド状態からの光子数引き抜きによる非ガウス状態生成に成功した。

追加支援期間中には、本CRESTで得られた成果をより社会実装へ展開していく活動を進め、内閣府BRIDGE(研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム)「量子光センシングによる超低侵襲量子生命技術」(研究代表者 福田大治)及び内閣府SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「量子コンピュータ・センサーハードウェアコンポーネントテストベッドの構築」(研究代表者 金子晋久、参画者 福田大治)の採択に結びついた。