

さきがけ「量子技術を適用した生命科学基盤の創出」

研究領域事後評価報告書

1. 研究領域としての成果について

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

① ハイリスクなテーマに積極的に挑戦されたところが評価できる。現在でも生物学分野において量子計測はあまり進んでおらず、生物をターゲットにした量子技術は、今後進めるべき重要な課題の1つであると考えられる。2016年の時点でこのテーマを設定されたことは高く評価出来る。採択された研究課題は内容が多岐にわたり、量子センサー・光量子に関する研究にやや偏重気味ではあるものの、量子技術を応用した生命現象の解明、量子技術に基づく生体計測技術の開発、生命現象を量子科学的に理解の3つの柱にはほぼ均等にバランスが取れている。海外の大学に籍を置く研究者や外国籍の研究者も多く、国際性を取り入れた選考をしたことが窺え、戦略目標の達成に向けての研究課題の選考は適切であったと判断される。

② 領域アドバイザーは、当該領域を推進するために必要な多岐に渡る専門性を持つ研究者で構成されており、適切であったと判断される。特に、生命科学分野にこだわることなく量子技術の専門家を加えた点は、異分野融合の観点から評価できる。

③ 領域運営方針の策定、研究課題共通のマイルストーンである「さきがけ研究3.5年のマイルストーン」の設定、量子と生体の研究交流の促進等、きめ細やかで適切なマネジメントが行われたことがわかる。研究課題において「何の量子性を扱っているのか？」を常に確認しつつ、マイルストーンに対する研究課題進捗のモニタリングを実施し、適宜計画の修正、見直しの提言を行った点も評価できる。また、多数の研究会を開催したり、サイトビジットによりさきがけ研究者の上長との面談などを通じてスムーズな研究環境の構築に努めた点も大いに評価したい。なお、領域運営の途中から起こったコロナ禍にいち早く対応するために、Zoomや、SpatialChatを活用したことも評価できる。

④ 研究総括の4つの狙いの一つ「量子・生命のハイブリッド人材を育成」について、本研究領域発足以前は、生命科学の研究者の量子技術に対する苦手意識や抵抗感と、量子技術者の生命科学への応用に関する意識の希薄さなどの課題があった。本研究領域においても、さきがけ研究期間3.5年の間に一報の学術論文も発表していない研究者、あるいは限られた数の学術論文しか発表できていない研究者が散見されたが、ハイブリッド人材の育成を意識して挑戦的な研究課題を採択し、分野の飛躍的な発展を期待した結果と思われる。ハイブリッド人材が育つ環境の実現に関しては道半ばのように思われるため、今後「量子生命科学」分野において、本当に先駆けた研究者の育成ができたのかを再度精査され、本研究領域終了後もフォローアップ（研究者の支援）することを期待したい。また、生命現象を明らかにするための量子技術応用の具体例を今後も積み重ねていくことが重要であり、本研究領域を卒業したさきがけ研究者が、Quantum Nativeを

育成する新世代の指導者に成長していくことも期待したい。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

本研究領域は、戦略目標の達成目標として(1)量子センサー技術を用いて生命科学などの新たな潮流を生み出す、(2)光量子検出技術などでこれまで可視化されなかった状態を捉える、(3)量子ビーム・計測技術の高度化で分子間相互作用や機能を解明する、を掲げており、各々の目標で幾つかの評価に値する研究成果を創出している。具体的には、達成目標(1)の成果である、粒子径 5nm のナノ量子センサーによるタンパク質の 3 次元回転運動の計測や、ナノスケール NMR イメージングによるリン脂質の動きのラベルフリーでの計測、磁場応答プローブの開発などは生命科学研究に新たな潮流を生み出す優れた成果である。達成目標(2)の成果である、位相感度が高い赤外フォトサーマルラベルフリー定量位相顕微鏡によるバイオイメージングや、2 パルス pump-dump 顕微鏡による 1 タンパク質内で生じる励起エネルギー移動の解析、音響フォノン計測によるマルチモーダルイメージング装置の開発、光量子による放射線核種の分離・分析法の開発、クリプトクロムの時空間計測等はこれまでの光量子検出技術の限界を突破する技術開発に成功しており、目を見張るものがある。達成目標(3)の成果である、クライオ電顕でリアルタイムのデフォーカス変調や、光化学系 II の 3 つの中間体状態の高分解能解析、超核編極ナノ空間創造等は量子の世界へのツールとして今後発展が見込まれる。これらの独創性のある研究成果は、国際的にも高い水準であることが認められ、「量子生命科学」という全く新しい学問分野の創出に一定程度資することができたものとして、戦略目標の達成に貢献することができたと考えられる。

以上より、本研究領域は戦略目標の達成に資する成果の創出に十分に貢献をしたと評価できる。

以上