

研究領域「量子の状態制御と機能化」事後評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

量子現象をただ観るのではなく、制御して機能化するフロンティアを切り拓く独創的で意欲的な研究を本研究領域では推進します。様々な原子、分子、物質、ナノ構造、電磁波、生命体や、それらが相互作用する系に潜む量子現象の本質を紐解き、挑戦的な量子状態の操作・制御・測定をとおして新概念、新機軸、新技術の創成に大きく寄与します。これらがシーズとなり、将来的には革新的な情報処理技術、計測技術、標準化技術、通信ネットワーク技術、省エネ技術などに発展することを目指します。高度な洞察力と、理論展開・実験技術・計算技術などに支えられた実力を駆使して、量子科学とその応用の将来を世界レベルでリードする若手研究者の輩出を目指します。具体的には、量子が関わる物理学、情報科学、化学、工学や生物学のみならず、数理科学、物質科学、ナノ構造科学などの多岐に渡るテーマを推進し、これら異分野の連携・融合を促進するプラットフォームを構築します。

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(社会技術研究開発及び先端的低炭素化開発を除く)の実施に関する規則」における「第4章 事業の評価」の規定内容に沿って実施した。

2-2. 評価対象研究者及び研究課題

2018年度採択研究課題（ライフイベントでの1年延長課題）

(1) 不破 麻里亜 (学習院大学理学部 助教)

超伝導MEMSを用いた浮遊型機械子の量子制御

2-3. 事後評価会の実施時期

2023年1月25日(水曜日) 事後評価会開催

2-4. 評価者

研究総括

伊藤 公平 慶應義塾大学理工学部 教授／慶應義塾 塾長

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 超伝導 MEMS を用いた浮遊型機械子の量子制御

2. 個人研究者名

不破 麻里亜 (学習院大学理学部 助教)

3. 事後評価結果

ナノメートルレベルの小さな物体を絶対零度近くまで冷やすと、その揺れや、伸び縮みや、しなり等による機械的振動が量子力学によって記述されるようになり、その振動の計測や制御を光によって行う量子オプトメカニクスという新分野が注目されている。そこでの本質的な疑問は、この振動する物体の量子力学的な性質を保ちながらどこまで大きくできるのかというものである。質量がミリグラム以上、サイズがマイクロメートル以上の普通の顕微鏡で見える程度の、量子力学の世界から視ると巨視的な物体であっても、そのコヒーレントな振動が量子力学によって記述でき、その計測や制御が光によって実現できれば、量子現象と古典現象とのオーバーラップ領域の理解が進み、その応用に関する道も開ける。

そこで不破博士は軟磁性体のイットリウム・鉄・ガーネット (YIG) に着目し、マイクロメートルレベルの YIG 微粒子を真空中で磁気浮上させ、極低温に冷却し、その微粒子の振動を光によって計測・制御する実験を提案し、その実現に向けた研究に取り組んだ。大変に挑戦的な構想でありながらも、本さがけ研究期間内に直径 0.5 mm 程度の YIG 微粒子を磁気浮上させることに成功した。これは軟磁性体を磁気浮上させた世界最初の例となった。磁気浮上に用いる外部磁場を掃引するとトラップ周波数が比例して上昇することも確認し、例えば 30 mT では不安定であった浮遊状態も、100 mT まで上げることで垂直方向の捕獲を強め、水平方向の運動は大幅に抑制されることなどを確認した。次のステップは、この微粒子を極低温に冷却して振動を量子化することであり、そのためには微粒子の振動系の Q 値を 1 億程度まで上げる必要がある。ところが現状の Q 値は千程度であるため、今後は渦電流損失の激減などを含めた実験系の最適化が必要となる。

不破博士の特徴は魅力的なゴールを設定するダイナミクスさだが、その実現のためには、実験系の緻密な設計と改良が必要である。さがけ研究は個人型研究ということで不破博士が一人で取り組むという状況が続いてきたが、さがけ研究期間の終わりには大学で独立した研究環境を構えることができた。今後は学生たちを上手に指導し、不破博士のビジョンの実現を着実に支えながら実験を進めることができる学生たちとの建設的な共同作業を期待する。これにより不破博士の大きな夢が叶うのではと予感させる。