

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 共振器オプトフルイディックスの開発

2. 個人研究者名

山崎 歴舟（国際基督教大学教養学部 准教授）

3. 事後評価結果

本研究では常温液中におけるオプトメカニクスに着目し、液中フォノンモードおよび光モード共振器の高Q値化、ならびにそれらのモードを強く結合させた系、共振器オプトフルイディックスの開発を進めることで、液体相の量子操作、および量子エレクトロニクス技術の生体応用が可能な新たなプラットフォームの創出を目指した。

[どのような量子性をどのように扱ったのか]

- ・レーザー冷却およびフォノンレージングなどの量子操作
- ・光共振器中の光子（フォトン）と液中の音波（フォノン）間の相互作用に高性能光共振器を導入し、散乱条件を選択

[達成状況とインパクト]

山崎研究者は、3つの共振器オプトフルイディックスの実験系を立ち上げた。①液滴を用いた超高Q値の共振器の実験系は、シリコンオイルの液滴がWhispering Gallery Mode(WGM)と呼ばれる液滴の赤道を周回するような共振器モードを光・音波で共に有し、光・音波のブリラン散乱をWGMを用いて行う実験系であり、光WGM分光の結果からモード解析を進めている。②中空コアファイバーを用いた1次元光・音導波路の検討では、これまで液体のブリラン散乱では報告されていない、低次元系での分散関係変化に伴うブリラン散乱過程現象の検出を試みている。中空ファイバーに水と光の双方を通す実験系の構築を完了しており、中空ファイバーに水が導入されたときのフォトニック結晶ファイバーのシングルモード伝搬波長を850nm付近で確認するに至っている。今後、ブリラン散乱の測定も実施する予定である。③ファイバーとミラーの組み合わせによる微小モード体積共振器の開発では、ファイバー端面に形状加工とミラーコーティングされたファイバーミラーを用いて超微小共振器の作製を実施しており、共振器長100 μm 以下でのきれいな分光スペクトルを観測している。このように本研究は、常温液中における共振器オプトフルイディックスの研究として、共振器内のフォトンと液中のフォノンの相互作用を極限まで高め、レーザー冷却等の量子状態操作の実現に挑戦しており、それぞれについて技術的に進歩していることは評価できる。一方で、高Q値光共振器を用いた生物系における光センシング技術への応用は期待できるが、共振器を用いた高精度・高感度センシングとしての独創性・新規性には疑問が残る。また、本研究領域の目的である量子性を追求する観点では、それぞれの手法に解決すべき点・問題点が当初から指摘されていたが、目標到達までの道筋が見えない状態であることは残念である。各実験技術を精査して目標に向かうことを期待したい。

本技術がどのような生命活動・分子挙動への計測に応用できるかの方向性について、山崎研究者は、音波計測による生体活動モニター、液体のレーザー冷却技術による超高速生体反応の人工的遅延操作とモニタリングを挙げている。今後どのようなサイエンスやテクノロジーの実現を目指すのかをより明確にし、それに対してどのアプローチのどこに問題があるのかをよりクリアしていくことを期待したい。