

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 個別化医療にむけた光量子による放射性核種分離・分析法の開発

2. 個人研究者名

富田 英生（名古屋大学大学院工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本研究では、光共振器を用いた超高感度レーザー吸収分光に基づく放射性同位体分析法を高度化し、それと高速液体クロマトグラフィーを融合して、放射性同位体で標識した化合物の代謝物を分析可能な生体代謝分析手法の開発を目指した。また、放射性核種による革新的な治療・核医学診断のために、レーザー共鳴励起・イオン化に基づく放射性核種分離、および、レーザー核偏極法の開発を試みた。

[どのような量子性をどのように扱ったのか]

・レーザー光の量子エネルギーの精密制御とそれを用いた分光

[達成状況とインパクト]

富田研究者は、本研究における放射性核種 (RI) の生体トレーサー応用として、3つの観点から研究を進めた。超高感度赤外レーザー吸収分光 (Cavity Ring Down Spectroscopy (CRDS)) による ^3H 分析法の開発では、 $2\mu\text{mDFB}$ 半導体レーザーを用いた ^3H 用 CRDS 系および微量水分導入系を構築するなど、CRDS に基づく分光システムの開発に成功した。高速液体クロマトグラフィー-CRDS による代謝物分析法の開発では、量子カスケードレーザー光源の安定性を高め、天然同位体比以下の ^{14}C 分析を実現できる感度を達成している。その技術は HPLC-CRDS システムに適用し、 ^{14}C ジクロフェナクを用いた薬物動態プロファイルの測定ができることを実証するに至っている。放射性核種の分離のためのレーザー共鳴励起イオン化用レーザーの高度化とスキームの開発、および短半減期放射性核種の核偏極法の開発では、原子源から生成された5種類の原子に対し、2台の高繰り返し率 Ti:Sapphire レーザーを用いて共鳴イオン化を確認するなど、原子源の動作検証も進んだ。放射性核種の分離や光ポンピングによる核偏極、光ポンピングによる Cs の核偏極などの検討も進んでおり、今後の進展が楽しみである。特に、天然同位体比以下の ^{14}C 分析を可能にする感度を、量子カスケードレーザーを利用した CRDS を実現し、ラット胆汁代謝物の HPLC 分画試料などでその検証ができていることは高く評価出来る。当初の目的を高いレベルで達成できたと言えよう。 ^{14}C を連続測定できることは、さまざまな分野での応用が期待できる。多重置換同位体分子分析による炭素循環の解明や、有機資源のバイオマス度や由来の迅速評価手法としても有望であり、有用化合物ラベルのデザインをより豊富にしつつ、本成果の展開を続けていただきたい。

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、富田研究者は、個別化医療のための医薬品の有効性、副作用の発現の個人差を評価するための測定手法を挙げている。本技術は、化学的には同じ振る舞いをする同位体を分析する点で優位性があり、生体内は極微量にしか存在しない放射性同位体は、化合物の動態評価においてはバックグラウンドフリーある利点がある。それらの成果は計測装置メーカーと共同で実用化に向けた開発を進めており、今後生体トレーサー分析にむけた進展が期待できる。さらに富田研究者は、JST の CREST「独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成」に参画し、2021年には SCORE 大学推進型（拠点都市環境整備型）の研究代表者として採択されている。この CREST ではさきがけ研究の成果を活かし、世界最高の分光感度で、福島原子力発電所の廃炉作業における処理水中トリチウム分析を実施する計画であることも、特筆すべきトピックとして記しておく。