

2024 年度年次報告書

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

2021 年度採択研究代表者

西澤 典彦

名古屋大学 大学院工学研究科
教授

任意制御光コムを用いた革新的環境分光計測技術の開発

主たる共同研究者：

阿部 恒（産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門 上級主任研究員）

富田 英生（名古屋大学 大学院工学研究科 教授）

研究成果の概要

(1) ファイバレーザベース任意制御コム光源の開発

(1-1) 1.4 μm 帯ファイバラマン増幅器の開発

適切な光増幅器が不在である波長 1.4 μm 帯 (H_2O の吸収帯) において、コア径の細い 1 km のファイバやラマンファイバレーザを用いたファイバラマン増幅器を開発し、スペクトルピークコムやパルスコムの低雑音且つコヒーレンスを維持した高度光増幅に成功した。

(1-2) 任意制御コム光源の開発

独自に開発した光周波数コムの任意波長における光増幅・抽出技術等の要素技術を用い、任意に制御したコム光源の開発を行った。

(1-3) 安定化中赤外コムの開発

繰り返し周波数を安定化した Yb 添加超短パルスファイバレーザを開発し、更にフォトニック結晶ファイバにおけるラマンシフトと2次の非線形結晶 PPLN を用いて、差周波混合による 4-5 μm 帯の中赤外コムの安定な生成に成功した。

(1-4) スペクトルピークを用いた高選択分光技術の開発

CH_4 ガスセルを内包した非線形ループミラーを用いてスペクトルピークを生成し、そのスペクトルに強度変調を掛けロックイン検出する手法を用いて、高感度且つ選択性の高い環境分光計測技術を開発した。更に実験的に選択性の高い高感度分光計測を実証した。

(2) 任意制御コム光源を用いたキャビティリングダウン分光法(通称 CRDS)の開発と環境計測

(2-1) 近赤外域において開発した任意制御コム光源を CRDS 計測に用いて、極微量な分子ガスの吸収分光測定装置の開発に取り組んだ。

(2-2) 放射性核種分析への応用に向けた線形・非線形 CRDS の開発

中赤外 4 μm 帯での線形・非線形 CRDS にむけて、低熱膨張率材を用いた安定な共振器(ガスセル)を構築した。また少量の重水・トリチウム水を用いた基礎実験を行い、トリチウム水の分光のため分光感度向上を進めた。また、任意制御コム光源を用いた CRDS における多チャンネルデータ取得を念頭に、Time over Threshold を用いたリングダウン信号計測法の開発を行った。

【代表的な原著論文情報】

- 1) S. Kitajima, S. Kobata, and N. Nishizawa, "Programmable spectral peak generation by a mode-locked Er-fiber laser with an intracavity LCOS-SLM filter," Opt. Lett. **49**, 6529-6532 (2024).
- 2) N. Nishizawa, Y. Ozawa, and S. Kitajima, "Coherence-preserved amplification of spectral peaked optical frequency comb using fiber Raman amplifier," Opt. Express, **33**, 6431 (2025)
- 3) N. Sakata, S. Kitajima, and N. Nishizawa, "Spectral peak filtering using nonlinear polarization interferometer based on polarization maintaining fiber," Opt. Fiber Technol. **89**, 104079 (2024).
- 4) N. Nishizawa, Y. Ozawa, S. Kitajima, M. Mukai, H. Tomita, K. Hashiguchi, and H. Abe, "Power Scaling of Optical Frequency Comb Sources at $\lambda = 1.4 \mu\text{m}$ Using Fiber Raman Amplifier," Laser Congress 2024, Technical Digest Series, JW2A.38 (2024).
- 5) M. Amano, N. Nishizawa, H. Tomita, and H. Abe, "Development of a Trace-Moisture Analyzer Based on Rapid-Scan Cavity Ring-Down Spectroscopy," AIP Conf. Proc. **3230**, 14005 (2024).