

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

2022 年度
年次報告書

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)

研究成果の概要

(1) ファイバレーザーベース任意制御コム光源の開発

(1-1) 高繰り返しファイバレーザーコム光源の開発

種光源として、206 MHz の高繰り返し全偏波保持 Figure-9 型超短パルスファイバレーザー、およびそれを用いた光周波数コム光源を開発し、高度な安定化に成功した。

(1-2) 液晶空間光変調器や分子ガスを用いたスペクトルピークの生成と制御

液晶空間光変調器を用いた任意制御スペクトルフィルタの高度化を進め、それを用いて各種光ファイバにおけるスペクトルピーク生成の特性を実験と数値解析の両面から解析した。その結果、増幅率最大 11 倍、信号対背景比(SBR)最大 30dB を実証し、高度なスペクトルピークの生成に成功した。また、CH₄, HCN の分子ガスセル、および大気中の H₂O の吸収スペクトルによるスペクトルピークの生成に成功した。

(1-3) ファイバ非線形効果を用いたスペクトルピークのペDESTAL抑圧技術の開発

高感度な分光計測を実現するために、①非線形偏光干渉ループミラー、および②非線形偏波回転を用いた2種のペDESTALの分離手法を考案し、実験と数値解析によりその原理実証を行い、更に諸特性・動作原理の解析を進めた。これまでに SBR 20dB のスペクトルピークの生成に成功した。

(2) 任意制御コム光源を用いた CRDS の開発と環境計測

(2-1) CRDS による微量水分の測定

CRDS 微量水分計を開発し、性能評価に用いる微量水分の一次標準を整備した。国際単位系にトレーサブルな実験に基づき、波長 1.4 μm 付近での水の吸収線強度を決定した。

(2-2) 非線形 CRDS の開発

非線形 CRDS のためのリング共振器を開発し、諸特性を評価した。また、放射線管理区域内実験室にて微量水分の前処理・試料導入系を開発し、2μm 帯 LD を用いた CRDS により有用性を確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) N. Nishizawa, S. Kitajima, and Y. Sakakibara, "Spectral peaking in ultrashort pulse fiber laser oscillator with molecular gas cell," Opt. Lett. Vol.47, No. 10, pp.2422-2425 (2022)
- 2) N. Nishizawa, S. Kobata, and S. Kitajima, "Controllable intense spectral peaking with a spectral fiber and optical fiber," Opt. Lett. Vol.47, No.23, pp.6165-6168 (2022)
- 3) K. Iwamoto, K. Saito, Y. Suzuki, R. Uemura, O. Abe, H. Abe, N. Nishizawa, and H. Tomita, "Development of cavity ring down spectrometer for tritiated/Heavy water samples," Proceedings of Advanced Photonics Congress 2022, JTu6A.7 (2022)
- 4) N. Nishizawa, S. Kitajima, Y. Sakakibara, H. Tomita, and H. Abe, "Spectral peak generation using ultrashort pulse fiber lasers," Proceedings of SPIE, Vol.12400-19 (2023) (Invited)
- 5) M. Amano, N. Nishizawa, H. Tomita, and H. Abe, "Development of primary measurement

standards for trace moisture in multiple gases,” NIST Special Publication 2100 NIST SP 2100-05
ITS10 Conference Digest (2023)