

グロー放電プラズマセルを利用したレーザー吸収分光分析の高感度化

Improvement of sensitivity of laser absorption spectroscopy on glow discharge plasma cell

*渡邊 悠介¹, 丸山 友輔¹, 山元 祐太¹, 岩田 圭弘¹, 長谷川 秀一¹

¹東大

東京電力福島第一原子力発電所の事故により発生した放射性廃棄物を分析するために、電圧印加によるグロー放電プラズマとレーザーを用いた分光分析システムの開発を行っている。今回は、レーザー吸収分光分析における、高感度化手法の開発の進展について報告する。

キーワード：放電プラズマ，吸収分光，キャビティリングダウン分光

我々は、3つの分光分析法が1つの実験系で機能する分光分析システムの開発を行っている^[1]。(1)グロー放電発光分光法 (2)レーザー吸収分光法 そして、レーザー吸収分光分析の高感度化を実現する(3)キャビティリングダウン分光法である。本装置では、試料の気相化法として、グロー放電原子蒸気源に注目している。高電圧印加によるグロー放電を利用して、放電中のイオン衝突によりスパッタリングを起こすことで固体試料を気相化する。本装置は、これまでに(1)と(2)の開発と原理実証を達成した。吸収分光においては、発光分光と比べると検出可能な試料濃度のダイナミックレンジが小さいものの、感度が高いことが示された。

本発表では、さらに感度を上げるため、相互作用長を伸ばすことが可能なキャビティリングダウン分光法の開発の進展について報告する。キャビティリングダウン分光法は^[2]、1対の高反射ミラーで構成されるキャビティ内でレーザー光を多重反射させ、セル内の吸収物質の濃度に応じて減衰時間が異なることを利用して、吸収物質の濃度を求める手法である。本手法の利点として、小型の装置で数 km 以上の光路長を実現し、飛躍的な高感度化を達成できること、時定数を計測することにより濃度が測定できることから、光源レーザーの強度ゆらぎの影響を受けにくいことなどが挙げられる。

構築した実験系を図1に示す。光源は波長可変(405-410 nm)である外部共振器型半導体レーザー(ECDL)を使用している。現在までに 405 nm 中心の 99 %高反射ミラーを用いてモードマッチングプログラムとフィードバックシステムが機能することが確認された。図2にレーザーを掃引したことによるキャビティのフリンジ信号を示す。FSR は約 115 MHz で、 $c/4L$ に対応する値として得られた。また、現在キャビティリングダウン分光法を達成するのに十分な高反射率ミラーを用いてキャビティの結合に取り組んでいる。詳細は当日報告する。

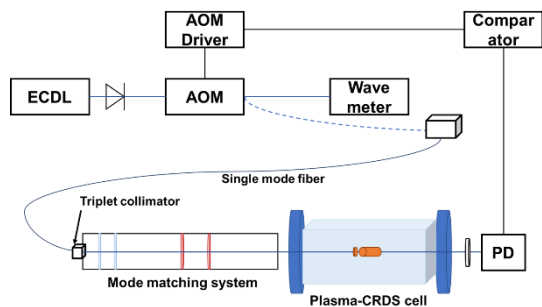


図1 キャビティリングダウン分光法実験系

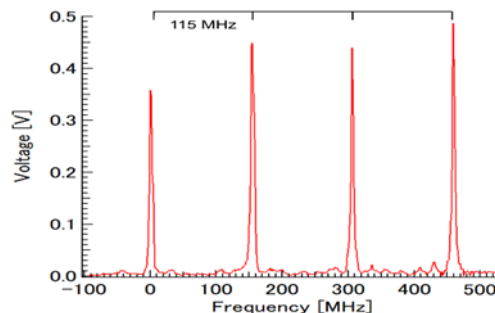


図2 キャビティのフリンジ信号

参考文献

- [1] D. Ishikawa and S. Hasegawa, J. Spectrom. 2019, 7491671 (2019).
- [2] A. O'Keefe and D. A. G. Deacon, Rev. Sci. Instrum. 59, 2544 (1988).

*Yusuke Watanabe¹, Yusuke Maruyama¹, Yuta Yamamoto¹, Yoshihiro Iwata¹, and Shuichi Hasegawa¹

¹Univ. of Tokyo