

令和 4 年度 (2022) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：レーザー分光分析手法を用いたバックグラウンド評価に関する研究 英文：Studies on the background evaluation using laser spectroscopy analysis
研究代表者	岩田 圭弘 (日本原子力研究開発機構・研究副主幹)
参加研究者	関谷 洋之 (東京大学宇宙線研究所・准教授) 伊藤 主税 (日本原子力研究開発機構・研究主幹)
研究成果概要	<p>本研究では、パルスレーザーを用いて①レーザー誘起発光分光による水中のガドリニウムイオン (Gd^{3+}) 発光分光、②レーザー共鳴イオン化によるキセノンガス中の極微量希ガス (クリプトン、ラドン) 分析に関する研究開発・検討を進めている。2022 年度は主に①を実施し、成果は下記のとおりである[1]。</p> <p>市販の硫酸 Gd 八水和物 (和光純薬 93-6407) を超純水に溶かして Gd 濃度を 0.1% に調製した試料溶液を合成石英セルに入れて、励起光源として Nd:YAG レーザー第 3 高調波で励起したパルス色素レーザーの第 2 高調波 (~ 0.5 mJ/pulse at 245-255 nm、ナノ秒パルス、繰り返し 10 Hz) を入射し、Gd^{3+} イオンの波長 312 nm 発光をバンドパスフィルタ及び分光器で波長分離して光電子増倍管で検出した。波長 245-255 nm (波数 40816-39216 cm^{-1}) の範囲における Gd^{3+} イオン発光量の励起スペクトルを図 1 に示す。励起波長 246.2 nm (波数 40617 cm^{-1}) 及び 252.3 nm (39635 cm^{-1}) で共鳴励起による発光量の増大が観測された。発光寿命は 3 ms 程度で励起波長に対する有意な依存性は観測されなかった。励起波長を 252.3 nm に固定し、試料溶液中の Gd 濃度が 0.1%, 0.03%, 0.01%, 0% (超純水) の 4 通りの場合について得られた Gd^{3+} イオン発光のオシロスコープ波形を図 2 に示す。黒太線は濃度 0.1%, 0.03%, 0.01% の波形データを exponential でフィッティングしたものであり、Gd 濃度と発光量に良好な直線性を確認した。</p> <p>SK-Gd 検出器のジオメトリを仮定した簡易的なシミュレーションにより Gd^{3+} イオン発光に起因するバックグラウンドレートを評価した。Gd 濃度 0.1% で 10^{-1} counts/μs 程度以下となり、SK-Gd 実験への影響は小さいと予想される。今後は、Gd^{3+} イオン発光</p>

量の励起スペクトル等の分光データを拡充し、SK-Gd 実験への影響を詳細に評価する。また、 Gd^{3+} イオン発光の測定手法を応用した可搬型の遠隔モニター開発にも取り組む予定である。

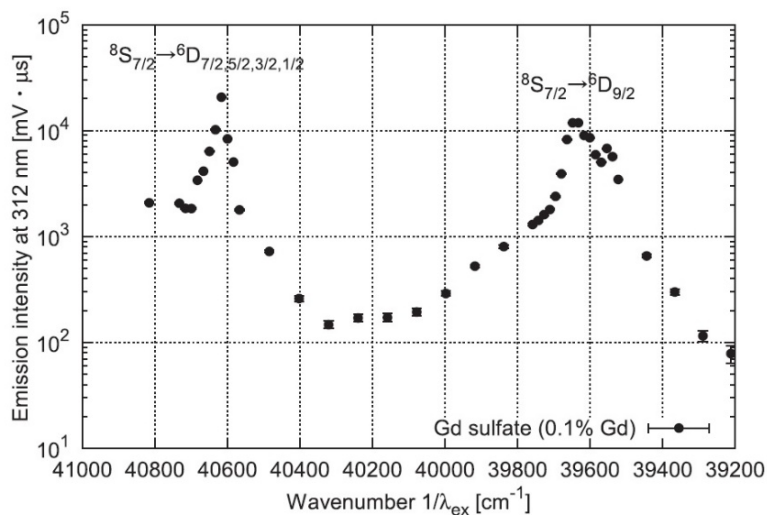


図 1 Gd^{3+} イオン発光量の励起スペクトル (励起波長 245-255 nm)

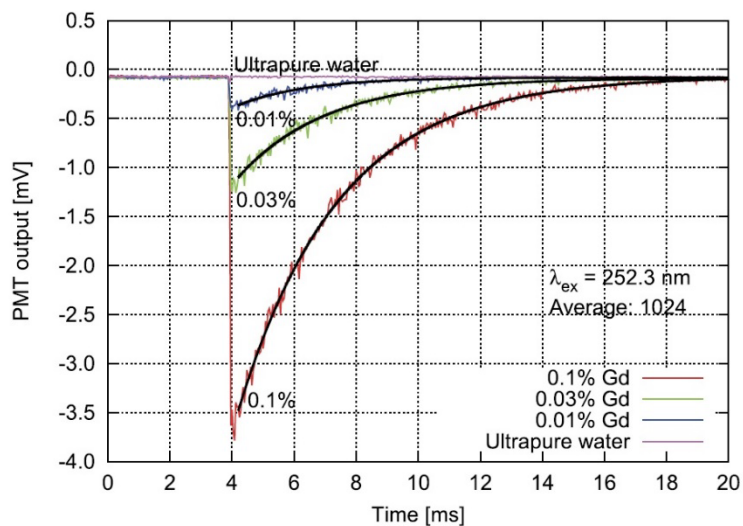


図 2 Gd^{3+} イオン発光のオシロスコープ波形 (Gd 濃度 0.1%, 0.03%, 0.01%, 0%)

参考文献

[1] Y. Iwata et al., Prog. Theor. Exp. Phys. **2022** (2022) 123H01.