

令和 3 年度 (2021) 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・研究員)
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。2021 年度の成果は下記のとおりである。</p> <p>①水中の Gd^{3+} 発光分光については、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 0.1% に調製した試料溶液を合成石英セルに入れて、Nd:YAG パルスレーザー第 4 高調波 (4-5 mJ/pulse at 266 nm、ナノ秒パルス、繰り返し 10 Hz) の入射による Gd^{3+} イオンの波長 312 nm 発光を分光器で波長分離し光電子増倍管で検出した。発光寿命はミリ秒オーダー (3-5 ms 程度) であり、硝酸イオン (NO_3^-) を添加すると図 1 のとおり強いクエンチングが観測された。今後は、パルスレーザーの波長をスキャンし、特に Gd^{3+} イオンの 6I_J (励起波長：275 nm 付近) 及び 6D_J (励起波長：250 nm 付近) 準位に共鳴励起させて発光量及び発光寿命を測定する予定である。</p> <p>②レーザー共鳴イオン化を用いた希ガス分析については、2020 年度に引き続き、飛行時間型質量分析計を用いて波長 212.6 nm パルスレーザー光による空气中クリプトン (Kr) の $2\gamma+\gamma$ 共鳴イオン化信号を観測した。主成分である窒素及び酸素の光電子イオン化バックグラウンドを抑制するため、イオンの引き出し電極孔をレーザー光路に合わせたスリット形状に改良し、イオン偏向用電極の印加電圧を最適化した結果、ほぼ Kr^+ イオンのみの TOF スペクトルが観測された (図 2 の紫)。今後は、試料ガスに濃度 ppb ~ ppt 以下の Kr を含むアルゴンガス又はキセノンガスを用いて、試料導入部分の改良</p>

及び Kr 濃縮手法について検討を進めていき、検出効率及びバックグラウンド抑制の両面から Kr 検出感度向上を目指す予定である。

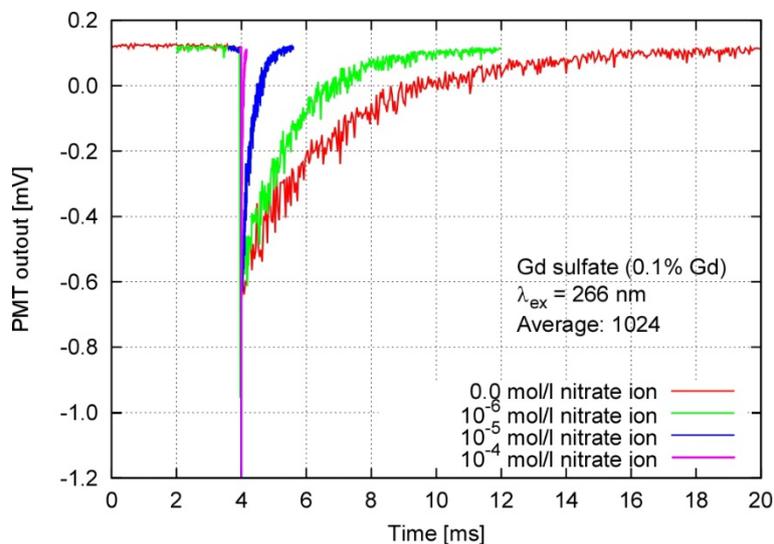


図1 NO₃⁻イオンによるクエンチング (試料: 硫酸 Gd 水溶液、Gd 濃度 0.1%)

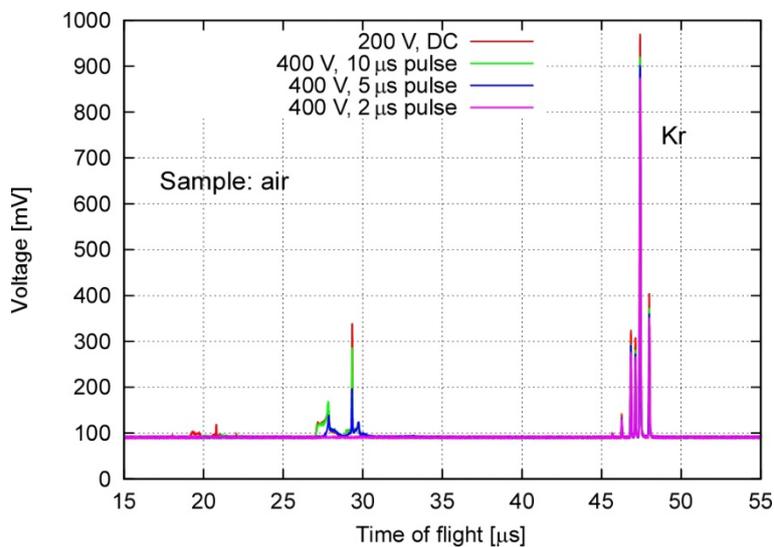


図2 イオン偏向用電極の電圧条件と TOF スペクトル (試料: 空気)