

2020 (令和二) 年度 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（東京大学大学院工学系研究科・助教／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） 長谷川 秀一（東京大学大学院工学系研究科・教授）
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。2020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、まず市販の Nd:YAG パルスレーザー第 2 高調波（532 nm、ナノ秒パルス、繰り返し 10 Hz）を BBO 結晶に入射し、位相整合をとることで波長が半分の第 4 高調波（266 nm）を生成した。波長変換効率は入射光出力に依存し 10-20%程度であった。次に、Gd 標準液（和光純薬 070-02481）を入れた溶液セルに 266 nm パルスレーザー光を入射し、溶液セルでの散乱光を分光器で波長分離し光電子増倍管で検出するセットアップを構築した。入射光の散乱は検出されたが、波長 312 nm 付近の Gd^{3+} 発光は観測されなかった。この理由として、溶液セルからの散乱光を効率良く集光するレンズ系を設置していなかったこと、及び使用した Gd 標準液が硝酸ベースでありクエンチングの影響が大きかったことの 2 点が挙げられる。後者については、波長 266 nm パルスレーザー光が溶液セルを殆ど透過しなかった点と関連があると考えられ、SK-Gd プロジェクトで使用されている硫酸ガドリニウムの水溶液を用いて観測する必要があると思われる。</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、2019 年度に日本原子力研究開発機構大洗研究所から東京大学東海キャンパスに移設した Continuum 社 Nd:YAG パルスレーザー第 3 高調波（355 nm、ナノ秒パルス、繰り返し 10 Hz）及び Jordan TOF Products 社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</p>

気中のクリプトン共鳴イオン化 ($2\gamma + \gamma$ イオン化) 信号を観測した。図 1 に測定された TOF 質量スペクトル例を示す。シード光である外部共振器半導体レーザー (ECDL) の波長をスキャンすることで、光パラメトリック発生・光パラメトリック増幅・和周波発生の波長変換により生成される波長 212.6 nm 紫外パルスレーザー光の波長を微調整し、ECDL 波長 1072.8 nm でクリプトン信号量が最大となった。この時の 212.6 nm 波長がクリプトンの 2γ 共鳴波長に相当する。

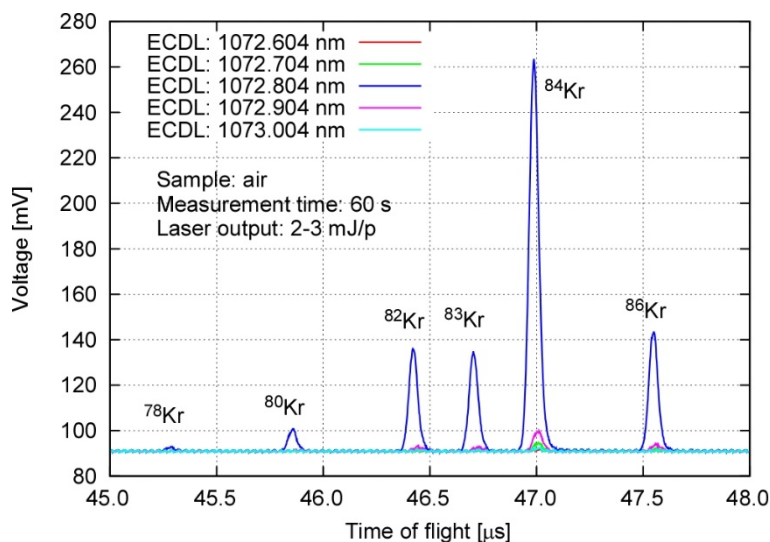


図 1 空気中のクリプトン共鳴イオン化信号

今後は、①水中の Gd^{3+} 発光分光について、レンズ系及び干渉フィルターを設置し硫酸ガドリニウム水溶液からの波長 312 nm 発光の観測を試みる。また、②レーザー共鳴イオン化を用いた希ガス分析について、クリプトンの分析感度向上を目的としたガス試料導入部分の改良及び濃縮手法の検討を進める予定である。