

令和 6 年度（2024） 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	本研究では、パルスレーザーを用いた水中のガドリニウムイオン（Gd^{3+}）発光分光に関する研究開発及び可搬型 Gd 濃度モニターの設計・製作を進めている。2024 年度の成果は下記のとおりである。 水中 Gd^{3+} イオンのレーザー誘起発光に係る基礎的な分光データとして、合成石英セルに試料溶液をためた状態で Gd^{3+} イオンの発光信号を取得した[1]。図 1 に測定セットアップを示す。レーザー光源として、Amplitude 社の小型 Nd:YAG ナノ秒パルスレーザー Minilite II を使用し、第 2 高調波の出力波長 532 nm に対して BBO 結晶を用いて第 4 高調波（波長 266 nm、4.5 mJ/pulse、繰り返し 10 Hz）を生成した。市販の硫酸 Gd 八水和物を超純水に溶かした水溶液試料（Gd 濃度 0.1%, 0.03%, 0.01%, 30 ppm, 10 ppm, 3 ppm, 1 ppm）及び超純水試料に波長 266 nm の励起光を平行照射し、波長 312 nm 近辺の Gd^{3+} イオン発光をバンドパスフィルターで散乱光バックグラウンドから分離して光電子増倍管（PMT）で検出した。図 2 に 30 ppm を除く 6 種類の Gd 含有試料に対して測定された発光信号のオシロスコープ波形を示す。Gd 濃度 0.1%, 0.03%, 0.01% の試料については励起光出力を 0.02 mJ/pulse に落として測定し、Gd 濃度 10 ppm, 3 ppm, 1 ppm の試料については励起光出力が最大状態で測定した。Gd 濃度 0.1%(1000 ppm)・1 ppm の範囲で Gd 濃度と規格化された発光強度（フィッティングで評価したレーザー照射時の PMT 電圧、励起光出力で規格化）に良好な直線性があり、検出限界はバックグラウンドレベルの 3σ で 60 ppb 程度と評価された。従って、本手法は SK 水循環（現状の Gd 濃度 0.03%）のみでなく、SK 排水の監視にも有効であると考えられる。

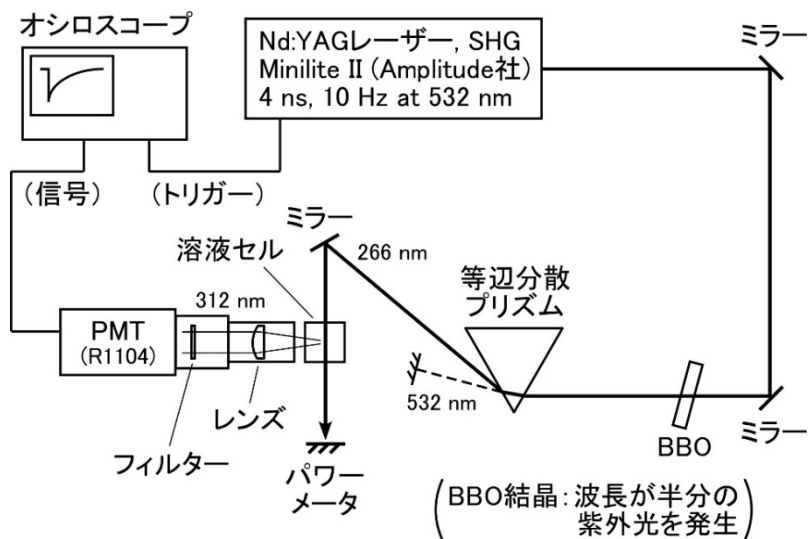


図1 水溶液試料を用いた Gd^{3+} イオンの発光測定セットアップ

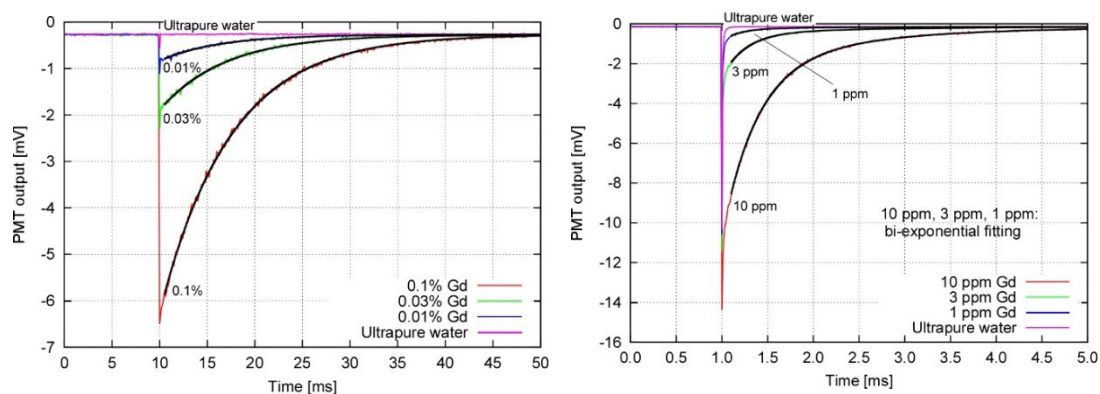


図2 Gd^{3+} イオン発光信号のオシロスコープ波形 (左: Gd 濃度 0.1%, 0.03%, 0.01% 及び超純水、右: Gd 濃度 10 ppm, 3 ppm, 1 ppm 及び超純水)

参考文献

[1] Y. Iwata et al., Appl. Phys. A **131** (2025) 165.