

## 平成 28 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）  
 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・主任研究員）

### 研究成果概要

XMASS 実験等のキセノンを用いた暗黒物質探索実験において、主な希ガス不純物である Kr 及び Rn の低減が検出器感度の向上に向けた重要な課題である。本研究では、(1) 紫外パルスレーザー及び飛行時間型質量分析計を用いた共鳴イオン化質量分析法による Kr 濃度分析、(2) 真空紫外パルスレーザーを用いた共鳴イオン化及び電場ドリフトによる Rn 除去手法の検討の 2 点を行っている。また、Super-Kamiokande 実験で水チェレンコフ検出器に Gd を溶かす計画が進められており、新たに Gd<sup>3+</sup>イオンに関する分光データ取得の準備を進めている。

今年度は、XMASS 検出器の液相から 2016/4/6 に採取された Xe ガス中の Kr 濃度測定を行った。試料ガスは、封入圧 0.87 MPa で容積 115 cc の容器に封入された状態で神岡から大洗に運搬された。測定セットアップは昨年度と同様であるが、試料ガスを質量分析計に導入する際に流量制御用のマスフローコントローラ（MFC）にコンタミが確認されたため、

図 1 のとおりマスフローメータ（MFM）の値を見ながらダイヤフラムバルブ V4 により流量を調整した。試料ガスの測定で得られた TOF スペクトルを図 2 に示す。赤線がレーザー波長を Kr の共鳴波長に調整した時のスペクトルであり、青線で示した非共鳴波長時

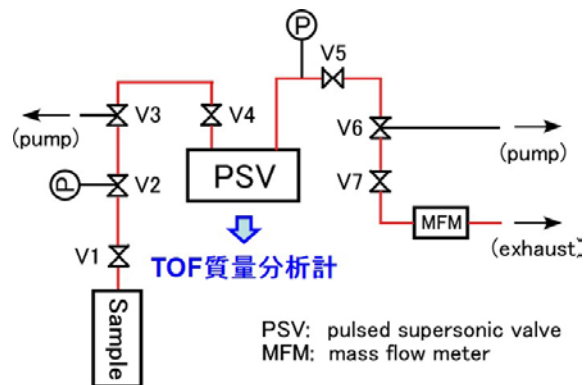


図 1 試料ガスの導入セットアップ

のスペクトルとの差分がKrの共鳴イオン化由来の信号である。今回の測定では、炭化水素系と思われる非共鳴イオン化バックグラウンドが観測されており、試料容器のコンタミの可能性が考えられる。試料ガス中のKr濃度は標準ガス測定との比較により、コンタミによる増加の可能性を考慮して60-70 ppt以下と評価した。昨年度に測定したXMASS検出器の気相中Kr濃度約100 pptより低いことは確認されたが、pptレベルのKr濃度を正確に把握するため、試料側及び測定側のさらなるコンタミ低減が必要不可欠である。測定側については、試料ガスをパルス状でTOF質量分析計に導入する超音速分子線バルブの電極シール用O-ring（ゴム製、図3）を新品に交換した。シール部分の改良策についても検討を進めている。

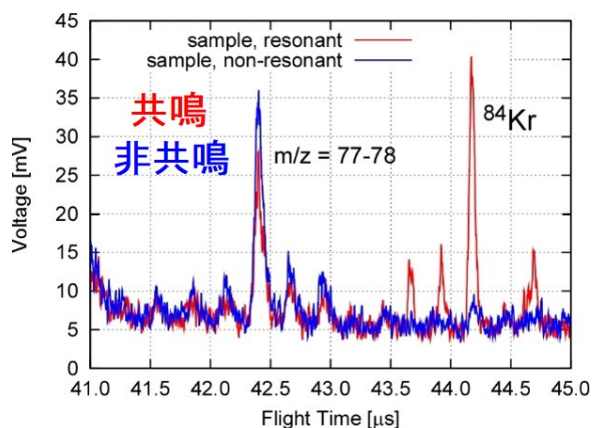


図2 試料ガスのTOFスペクトル

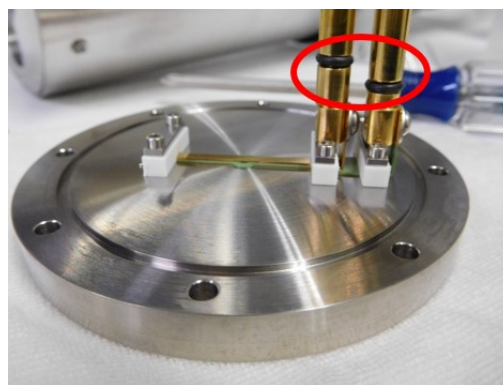


図3 超音速分子線バルブのO-ring

今後は、コンタミが十分に低減されたことを確認した上で、再度XMASS検出器の液相中Kr濃度の測定を予定している。また、

従来の共鳴イオン化質量分析法に代わる分析法として、グロー放電とキャビティリングダウン吸収分光を組み合わせた手法を検討している。希ガス原子の準安定準位からの励起スキームを利用するためレーザー吸収波長が800 nm近辺と長くなり、共鳴イオン化質量分析法では真空紫外領域となるために分析の難しいArの濃度測定にも適用できる可能性がある。