

# 卒業論文要旨

## 熱圏中性大気風計測に向けた Sr 共鳴散乱光の高精度スペクトル解析

山本真行研究室

齋藤耕

### 1. 序論

我々は JAXA 他と共同し、観測ロケットからのリチウム放出による熱圏希薄大気における風計測技術を有している。2014 年 11 月にノルウェーにて観測ロケットから放出されたバリウム(Br)とバリウムイオン(Br<sup>+</sup>)の共鳴散乱光を観測し、高度 150~400 km の熱圏中性風およびイオンドリフトの観測が行われた。

日本は将来的にストロンチウム(Sr)を用いて同様の計測を実施予定であり、その予備実験として 2014 年 9 月に群馬県内にて Sr 放出装置を用いた地上実験が行われた。この際に得た Sr 共鳴散乱光の画像からスペクトル解析を行い、Sr の放出確認および将来の宇宙実験に有用な基礎情報取得が本研究の目的である。

### 2. 解析手法

Sr 放出装置は、テルミット反応の熱を利用し固体 Sr を一気にガス化させる、実験では Sr 放出装置を観測窓を有する耐熱容器に入れ、観測窓から黒体放射を持つランプ光の入射により共鳴散乱を起こす状況を模擬した。観測方法として、分光カメラおよびファイバー入力型分光光度計を用いた。分光カメラによる動画撮影には、透過型回折格子を用い、Sr 共鳴散乱光の 1 次回折光が写る画像を IDL (Interactive Data Language) 言語を用いて作製した画像処理ソフトウェアを用いてスペクトル断面の輝度を読み取り画像上の各ピクセルにおける輝度値をグラフ化した。次に、放電装置を使用しアルゴン(Ar)放電管による Ar の放電を分光カメラで動画撮影した。撮影より得られた Ar のスペクトル画像から基準となる波長軸を複数取得し、グラフ化した Sr 共鳴散乱の輝度のグラフの横軸を波長に変換した。ファイバー入力型分光光度計では単位時間の空間積分スペクトル強度を得ることができ、Sr 発光時のデータを解析した。

### 3. 解析結果・考察

図 1 にビデオ分光カメラの観測より得られた分光画像のスペクトル解析結果を、図 2 にファイバー入力型分光光度計の解析結果を示す。輝度値(Y)は画像処理における換算式を用い RGB 値より算出した。図 1 の矢印で示すように 460 nm 付近で立ち上がりが確認でき、立ち上がりの頂点の値は 460.5 nm であった。図 2 に示す分光光度計の時空間積分スペクトルデータの解析結果からも 460 nm 付近で発光強度の立ち上がりを確認でき、立ち上がりの頂点の値は 460.2 nm であった。また、633 nm, 644 nm, 656~659 nm, 668~671 nm で発光強度の立ち上がりがある。

Sr 共鳴散乱の 460.7 nm の波長の光は微弱であり、分光画像の 1 か所のスペクトル断面からでは B 値の立ち上がりはあるが輝度値(Y)の立ち上がりを確認することができなかった。しかし、今回の解析では複数のスペクトル断面を

同一波長方向(スリット方向)に積分することにより輝度値の立ち上がりを明瞭にすることができた。また、非線形フィッティングなどを行うことによりさらに 460.7 nm に近づけることができると考えられる。分光光度計の解析結果より得られた 635 nm, 644 nm, 656~659 nm, 668~671 nm のスペクトルはテルミット反応による強烈的な反応で発生した鉄(Fe)の波長(635nm)と 668~671 nm のようにバンド状に存在するものは酸素の波長であると考えられる。

### 4. 結論

今回は Ar のスペクトル画像を用い波長校正したが、ビデオ画像の高時間分解能(1/30 秒)に対し、1 pixel 当たりの波長分解能が 1.74 nm というやや低い値のため正確に 460.7 nm であることは確認できなかったが、ファイバー入力型分光光度計で計測された時空間積分スペクトルデータと合わせ、460.7 nm 付近でピークを確認しており、波長が Sr 共鳴散乱光に該当することから Sr の放出および発光が確認された。

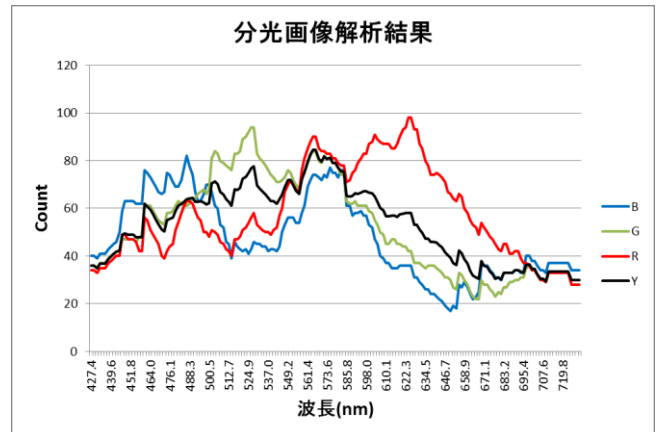


図 1 分光画像解析結果

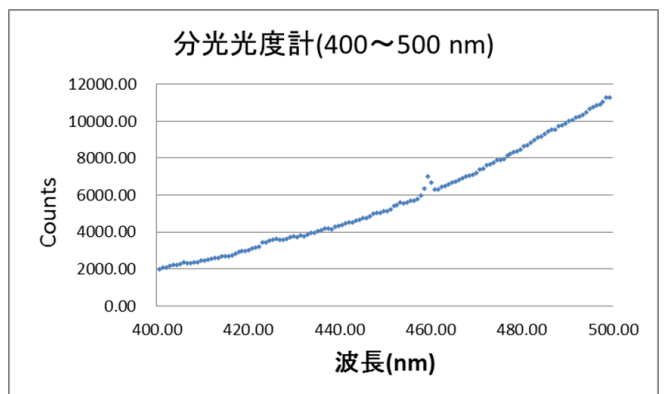


図 2 分光光度計解析結果