

昼間及び夜間月明条件の熱圏中性風計測に向けた Li 共鳴散乱光 S/N 推定と実験手法の提案

システム工学群 山本研究室 1130180 山田 隼也

1. 背景と目的

地球超高層大気の風速測定を目的として国内では 1996 年及び 2002 年に SEEK キャンペーン、2007 年及び 2012 年に WIND キャンペーンが行われた。

2012 年 1 月 12 日の明け方に WIND-2 ロケット実験が行われ、地上光学観測からリチウム発光雲の移動を三次元解析し高度 70 km~130 km における熱圏中性大気風の測定に成功した (谷, 2012)。

2013 年に実験予定の月明かりと昼間条件のリチウム発光計測では今まで以上に S/N は悪化すると考えられる。本研究は満月条件下でのリチウム発光観測可能性の検証、及び WIND-2 明け方観測における薄明前の星野撮影画像を用いた背景星位置の推算による風速解析の高精度化の提案を目的とする。

2. 実験装置および撮影条件

2012 年 12 月 27 日に高知工科大学のキャンパスグリーンで背景光の調査を行った。観測装置として Canon EOS Kiss Digital N (12 nm バンドパスフィルタ用) と Canon EOS Kiss X4 (2 nm バンドパスフィルタ用) のデジタル一眼レフカメラの 2 台、12 nm, 2 nm バンドパスフィルタ付テレセントリックレンズ、それぞれのカメラと接続するノートパソコンとレリーズを使った。月をカメラの視野に入れる方向と月を背にした方向の 2 方向、計 4 台カメラを使用した。月の仰角は 2013 年 7 月に予定される実験の条件に合わせ約 40° になる時刻に観測した。観測日の月の輝度は時間とともにほとんど変化しないので、観測条件は予定される実験時のものに予め設定しておき観測を行った。

画像から得られる発光強度は輝度値、つまり相対値であり、撮影条件によって変わってしまう。そこでカメラの絶対発光強度を得ることで相対値を絶対値に変換することができる。絶対発光強度を得るために 2013 年 1 月 17 日に国立極地研究所の積分球 (図 1) を用いて実験を行った。実験装置として同積分球と分光光度計、リチウム観測用の一眼レフカメラ Canon EOS Kiss (Digital N と X4)、12 nm, 2 nm バンドパスフィルタ付テレセントリックレンズ、ノートパソコン、レリーズを使用した。撮影条件は高知工科大学で行った観測と同じ条件で実験を行った。



図 1 積分球 (国立極地研究所)

3. 観測結果

高知工科大学における背景光観測結果として 12 nm, 2 nm の両方のフィルタ付カメラで 80 枚撮影を行った。撮影終了まで晴天であり、昼間観測のために開発された帯域 2 nm バンドパスフィルタ付テレセントリックレンズでも風速解析に必要な星が十分な数写すことができた。

4. 発光強度解析

図 2 に示すように満月条件下における背景光の発光強度を得た。また、図 3 に示すように発光強度の月離角依存性を得た。

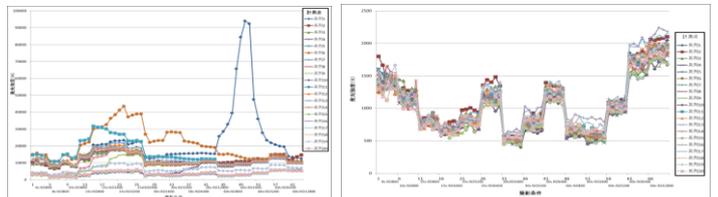


図 2 2 nm カメラによる背景光強度
(右: 月方向 左: 月背後方向)

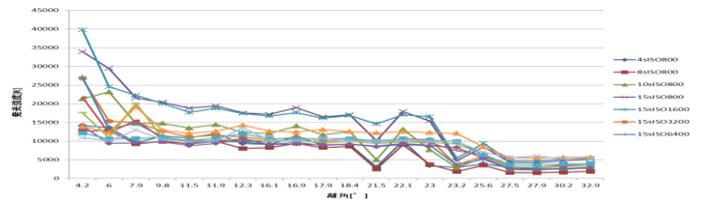


図 3 背景光強度の月離角依存性

5. 考察および結論

満月条件下で行われた発光強度解析は月が雲と被らない限りほぼ一定の発光強度になると考えていたが、グラフでは 12 nm カメラで約 10 kR、2 nm カメラで約 5 kR の差が出た。これは 12 nm, 2 nm ともに用いたデジタルカメラの内部処理が影響していると考えられる。リニアな感度特性が得られる領域でのみ正確な発光強度推定が可能と推定される。

図 3 から、月との離角が 27.5° 以上になると発光強度がほぼ一定になっている。このことから月離角が 27.5° 未満であれば直接月明の影響を受けるが、27.5° 以上になれば直接には月明の影響を受けないと考えられる。以上のことから月とリチウム発光雲の離角が 27.5° 以上離れた観測地点を選定する必要がある。

月明条件のリチウム発光強度の見積もりは幅があるが 200 R 程度と考えられるため、実験では観測用航空機が用いられる。上空で観測することにより背景光発光強度が 1 桁程度落ちるとされている。よって本実験の調査から上空における S/N が確保でき、リチウム発光雲の撮影が可能だと考えられる。

参考文献: 村上 睦彦, 日米共同ロケット実験による昼間熱圏下部リチウム共鳴散乱光の観測と絶対発光強度解析, 高知工科大学 大学院特別研究報告, 2012.