

国際宇宙ステーション搭載の可視近赤外分光撮像装置による 大気光観測データ解析

＊秋谷祐亮[1]、齊藤昭則[1]、坂野井健[2]、穂積裕太[1]、山崎敦[3]、大塚雄一[4]
[1]京都大・理、[2]東北大・PPARC、[3]宇宙研、[4]名古屋大・STE研

ISS-IMAPミッションは2012年8月と9月に初期観測を行い、2012年10月より定常観測を開始した。国際宇宙ステーションに搭載された可視近赤外分光撮像装置(VISI)は、進行方向前後2つの視野によって天底方向の大気光の観測を行っている。観測対象はO大気光（波長630nm）、OH(8-3)大気光、O₂大気光（波長762nm）であり、これらを3つの異なる観測モードで撮像している。第27回大気圏シンポジウムではCalibrationモードおよびPeakモードでの観測例を示し、これらの観測におけるデータの特性および補正の方法について発表した。

◇観測に用いる装置

国際宇宙ステーションから地球超高層大気の観測を行うISS-IMAPミッションは、2012年8月と9月に初期観測を行い、同年10月から定常観測を開始した。このミッションにおける大気光観測には図1に示す可視近赤外分光撮像装置(VISI)が用いられている。この装置は進行方向前後2つの視野で天底方向の大気光を分光撮像する。

撮像対象はO大気光（波長630nm）、OH大気光（波長730nm周辺）、O₂大気光（波長762nm）である。VISIには「Calibrationモード」、「Spectralモード」、「Peakモード」の3つの観測モードがある。CalibrationモードではCCD全体の撮像データを記録しているのに対してSpectralモードでは対象としている波長域周辺の分光撮像データを記録する。Peakモードでは対象とする波長域のピーク値と背景値を記録し、繰り返し撮像する。

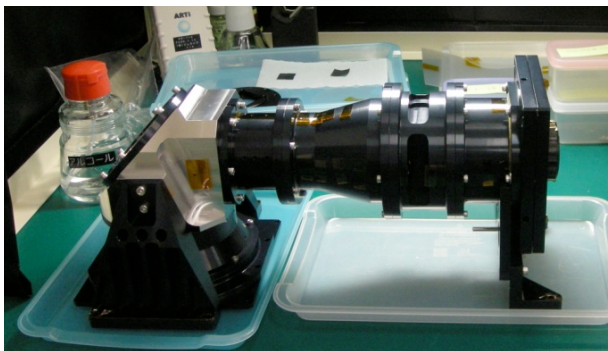


図1：可視近赤外分光撮像装置(VISI)

◇Calibrationモードでの撮像

図2に2012年8月13日3:25:08UTにアフリカ上空で撮像されたデータを示す。露出時間は6秒で、空間方向約600kmにわたる領域を分光撮像している。

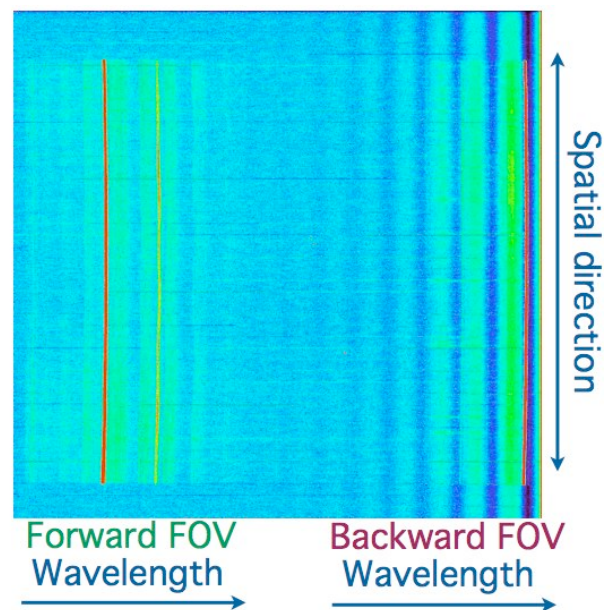


図2: Calibrationモードでの撮像例

図2の後視野域（右側）において見られる縞模様は、感光領域でない部分にも現れていることから自然光ではなくノイズである。このノイズのパターンおよび現れる場所は観測によって変化する事なく大きさも一定であるので除去可能である。ノイズの原因は光学系ではなく観測器周辺の電気系統にあるものと考えられる。

上述のノイズを除去したうえで2012年にCalibrationモードで観測されたデータから、観測された波長と発光強度の関係を求めたものを図3に示す。対象としている波長630nmのO大気光および波長762nmのO₂大気光は数十から数百Rの強度で観測されている。対象としている大気光以外にも片方の視野のみであるが波長557.7nmや波長844.6nmでのOの発光、波長589nmでのNa発光もとらえられていることがわかった。OHバンドの発光についても波長560nmから850nmにかけて多数のバンドの発光がとらえられている。なお波長600nm以下の領域では実際には感度が小さくなっていることから、図3のグラフにはその効果の補正をしてある。

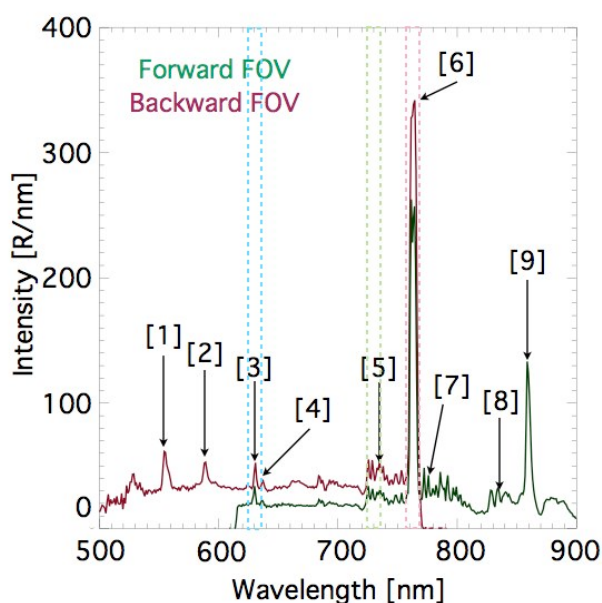


図3: 観測された発光強度と波長との関係。
[1]、[2]などは主な輝線を表している。

◇Peakモードでの撮像

図4に2013年2月3日07:11頃のPeakモードでの観測（波長762nm、前視野）を示す。この観測の露出サイクルは約1.8秒でハワイ島から太平洋を通り北アメリカ上空を連続的に繰り返し撮像したデータである。

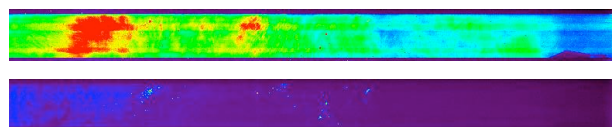


図4: Peakモードでの撮像例（前視野、波長762nm）。上：ピーク値、下：背景値の画像。
観測時刻は右から左に向かって進んでいる。

波長762nmの観測は高度約95kmのO₂大気光を観測していることから空間構造の大きさを推定すると図4では数百kmの大きな構造および数十kmの細かい構造が観測できていると考えられる。

図4の観測データ画像では、同じ空間位置に筋状の明るい構造が見られる。この構造はピーク値画像に特に顕著に見られ、入射する光の強度によって変化しているように見える。地上試験時のデータと比較すると、一様な光の入射の場合でも視野内の観測強度が一様でない事および光の入射がない場合にはこの非一様性は現れないことが明らかになった。非一様性が現れる座標もほぼ一致する事から、Peakモードで顕著に見られる空間方向の縞状の模様は光学系に起因するものであり、縞の濃さは入射光の強度に影響されると考えられる。すなわち、Calibrationモードのノイズとは異なり一定の手順では除去できず、各観測に応じた除去が必要である。図4の観測の場合に縞模様を除去した例を以下に示す。

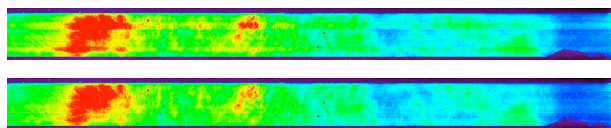


図5: 同じ場所に現れる非一様性を除去した例。
上：観測画像、下：修正後。
（観測時刻等は図4と同じ）