

ひさき衛星によって観測された 土星内部磁気圏中性酸素分布の特徴

Characteristics of neutral oxygen in the inner magnetosphere of Saturn observed by Hisaki

田所裕康^{1#}, 土屋史紀², 木村智樹³, 埴千尋⁴, 山崎敦³, 村上豪³, 吉岡和夫³, 吉川一朗⁵

¹ 東京工科大学

² 東北大学

³ ISAS/JAXA

⁴ Research Institute in Astrophysics and Planetology

⁵ 東京大学

#Corresponding Author: tadokoro@stf.teu.ac.jp

1 はじめに

土星磁気圏は Enceladus 衛星南極から大量に放出している H₂O (plume) を起源とした中性粒子密度がプラズマ密度の数十倍以上という中性粒子に支配された磁気圏である [e.g., Richardson, 1998, JGR; Porco et al., 2006, Science]. Cassini 探査機によるプラズマ(>keV エネルギー)観測結果は、この中性粒子による荷電粒子の消失を示唆している [e.g., Paranicas, et al., 2007, GRL Sittler et al., 2008, PSS]. そのため、中性粒子ダイナミクスの理解は土星磁気圏を理解する上で重要であると言える。中性粒子は Enceladus 衛星を起源とした H₂O のみならず、H₂O から解離した O, OH 等も磁気圏中に高密度で分布している [e.g., Melin, et al., 2009, PSS]. よって、これらの粒子種毎の中性粒子密度分布ダイナミクスの理解が中性粒子ダイナミクス全体の理解につながる。2013 年 9 月に JAXA より打ち上げられた地球低高度軌道を飛行している「ひさき衛星」は、極端紫外線分光撮像装置 EXCEED を搭載し、土星中性粒子分布の観測が可能である。そこで本研究は、土星磁気圏内の中性粒子ダイナミクスの理解を目標に、「ひさき衛星」によって観測された中性酸素原子の時空間変動を明らかにする事を目的とする。具体的には

A) 短期(1 日スケール)変動

B) dawn, dusk 分布の時間変動特性

C) Enceladus 位相角依存性

の 3 点を初めて明らかにする。今回はその初期解析結果を示す。

2 観測結果

中性酸素原子は、「ひさき衛星」搭載の EXCEED によって 130.4nm の共鳴散乱光として観測される。観測期間は 2014 年 5 月 23 日～6 月 16 日の 3 週間程度であった。60"スリットを用いて、図 1 のように Enceladus 中性トーラスの動径方向分布が観測可能となるように設定した。図 1 の横軸は波長[Å]、縦軸は空間方向[pix.]である。

図 1 上のスペクトル図は土星を観測していない

期間(積分時間 2316min.)であり、下図は土星観測期間(積分時間 6843min.)である。

図 1 上図の 130.4[nm]付近を見て明らかに、土星を観測していない時も地球大気を起因とした中性酸素原子スペクトルが観測されている。よって、土星観測スペクトルから、土星を観測していないスペクトルを差し引く事で中性酸素原子のスペクトルが得られる。

差し引く事によって得られた光子の空間分布の積分値(±10[Rs (Rs: 土星半径、60,268km)]以内)を 1 日毎に取得し発光強度とした。

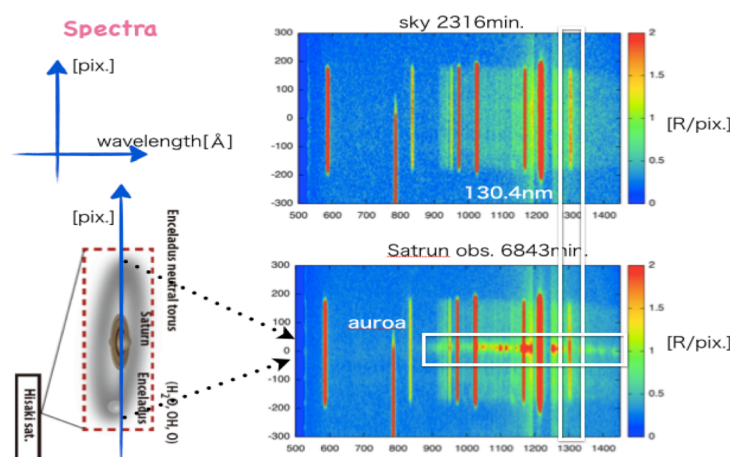


図 1. 観測スペクトル

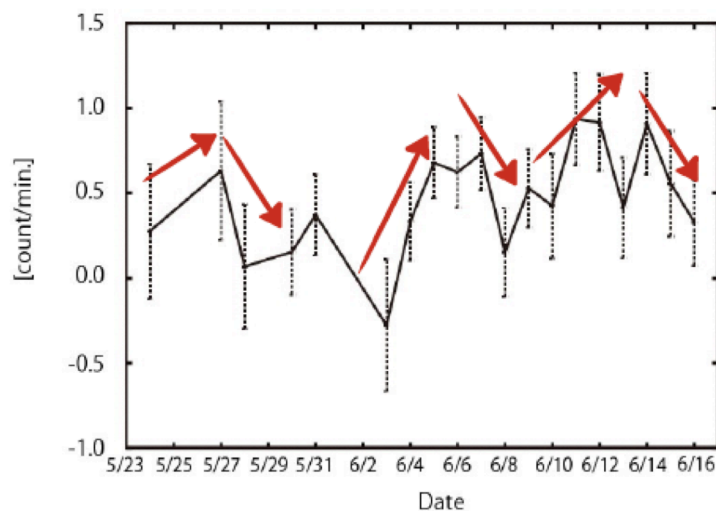


図2 観測された中性酸素原子の日変動

2.1 短期変動の初検出

130.4[nm] 中性酸素原子発光強度[count/min.]の時間変動を図2に示す。図より明らかなように1日スケールで時間変動している様子がわかる。過去のCassini探査機による130.4[nm] 中性酸素原子発光強度の時間変動は数日～数週間スケール[Melin, et al., 2009, PSS]であったが、今回初めて日変動の検出に成功した。日変化の要因としては、太陽風や中性酸素原子の起源となるplumeが変化した事等が考えられる。

2.2 空間分布毎の時間変動特性

図3(左)に土星の地方時(dawn, dusk)毎の時間変動を示す。観測期間に渡ってdusk側がdawn側よりやや発光強度が強く見えるが、多くの場合誤差の範囲内である。またEnceladus位相角依存性(図3右)も同様にはっきりとは見られなかった。位相角は地球-土星-Enceladus衛星と一直線にならぶ時を 0° と定義している。ON-Enceladus、OFF-Enceladusは位相角を2分割し、Enceladus衛星が位置している側と位置していない側に分けたものとして定義している。この事は、過去のモデル研究[e.g., Cassidy and Johnson, 2010, Icarus; Tadokoro et al., 2012, JGR]が地方時、Enceladus位相角依存性を言及していない点とも矛盾しない。観測期間中、太陽風は静穏であった[after Tao et al., 2005, JGR]。

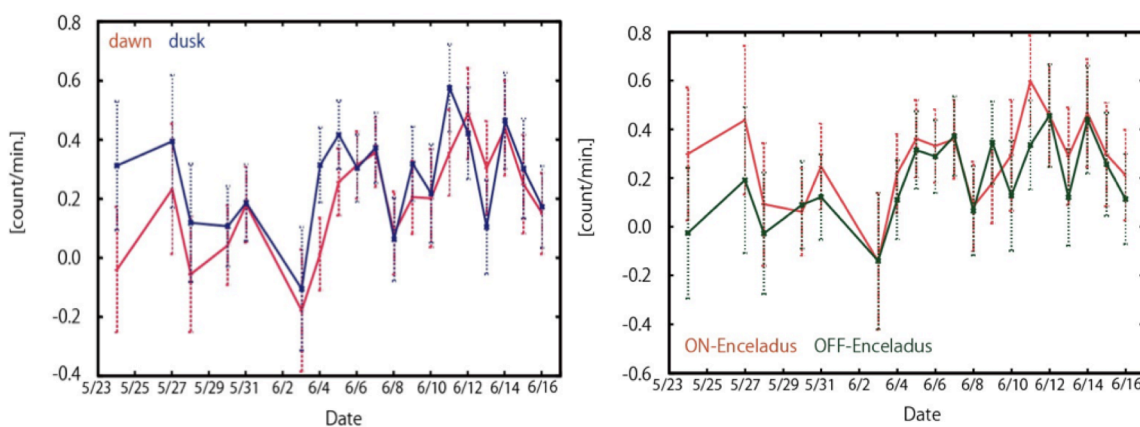


図3 観測された中性酸素原子のdawn,dusk(左)、Enceladus位相角(右)毎の時間変動

3 まとめ

本研究では「ひさき衛星」搭載のEXCEEDによって観測された土星磁気圏中の中性酸素原子(130.4[nm])の時空間変動特性を初めて明らかにした。特筆事項として、

A)短期(1日スケール)変動

B)dawn,dusk依存性はほとんど見られなかった

C)Enceladus位相角依存性はほとんど見られなかった

という事があげられる。また観測期間中、太陽風は静穏であった。日変化の変動要因として太陽風変動や磁気圏プラズマ変動、plume変動等が考えられる。太陽風応答による応答を切り分けるためには今後、1太陽自転周期にわたる連続観測を必要とする。