

R006-08

Zoom meeting B : 11/1 AM2 (10:45-12:30)

11:30~11:45

「すざく」と XMM-Newton 衛星による地球周辺電荷交換 X 線の多点同時観測

#伊師 大貴¹⁾, 石川 久美¹⁾, 江副 祐一郎¹⁾, 三好 由純²⁾, 寺田 直樹³⁾

(¹⁾ 東京都立大, (²⁾ 名古屋大 ISEE, (³⁾ 東北大・理・地物

Simultaneous Suzaku and XMM-Newton observations of solar-wind charge-exchange X-ray emission from the Earth's magnetosphere

#Daiki Ishi¹⁾, Kumi Ishikawa¹⁾, Yuichiro Ezoe¹⁾, Yoshizumi Miyoshi²⁾, Naoki Terada³⁾

(¹⁾ Tokyo Metropolitan Univ., (²⁾ ISEE, Nagoya Univ., (³⁾ Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

Geocoronal solar wind charge exchange (SWCX) occurs when highly charged solar wind ions like O^{7+} and N^{5+} strip electrons from exospheric hydrogen atoms. This provides not only time-variable background signals for all the X-ray astronomical observations but also useful information such as the exospheric neutral density and the Earth's bow shock and magnetopause positions (e.g., Ezoe 2018 The astronomical herald). However, its prediction and dependence on several observational conditions such as line of sight directions and/or solar wind parameters are not clear.

We previously analyzed all the archival Suzaku data and detected about 90 events among 3055 data sets covering from 2005 August to 2015 May (Ishikawa 2013 Ph. D. thesis, Ishi et al. 2017 Proc. XRU). To investigate an overall picture of geocoronal SWCX, we additionally analyzed about 100 data obtained from XMM-Newton. These data sets are overlapped with our Suzaku detections. As a result, we found about 20 events simultaneously affected by geocoronal SWCX. A correlation of geocoronal SWCX emissivities between the Suzaku and XMM-Newton observations seems to depend on their line of sight directions. Each emissivity deduced from a spherical exospheric density profile and empirical bow shock and magnetopause positions tends to be underestimated by a factor of 5-10. In this talk, we report on these results and discuss future prospects such as XRISM and GEO-X.

近年、「すざく」や XMM-Newton 衛星などの高感度 X 線観測により、地球周辺の電荷交換反応 (Charge eXchange; CX) が確立してきた (Snowden et al. 2004 ApJ, Fujimoto et al. 2007 PASJ, Ezoe et al. 2010 PASJ)。太陽風に含まれる重イオン (主に O^{7+} , N^{5+} など) が 10 地球半径以上に広がる希薄な超高層大気から電子を奪い、その電子がイオン中で脱励起する際に軟 X 線を放出する。地球周辺 CX は太陽風の変動に伴って数時間スケールで強度変動しているため (Snowden et al. 1994 ApJ)、全ての地球周回衛星による天体観測の前景雑音として重要である。一方で、太陽風観測衛星のプラズマフラックスを用いれば、発光強度から希薄で観測が困難な中性大気の密度分布を推定でき、さらには発光場所から磁気圏の衝撃波や境界面を可視化できると期待されている (江副 2018 天文月報)。特に太陽風プラズマまたは中性大気の密度が高くなるシースやカスプ付近が明るくなると予想されているが、その正確な時空間構造は未だ不明である。

我々は地球周辺 CX に対して感度が高い「すざく」衛星の全公開データの系統解析を進めてきた (Ezoe et al. 2011 PASJ, Ishikawa et al. 2013, Ishi et al. 2019 PASJ)。天体以外の領域の軟 X 線の有意な時間変動および太陽風変動との有意な時間相関を評価することで、全 3055 データ (2005 年 8 月-2015 年 5 月) から約 90 例の発光イベントを検出している (石川 2013 博士論文, Ishi et al. 2017 Proc. XRU)。カスプを含む様々な方向からの地球周辺 CX を捉えることに成功したが、一つの衛星データだけでは、観測可能な領域が限られているため、その全体像を把握するのは容易ではない。

そこで我々は新たに XMM-Newton 衛星データの系統解析に着手した。「すざく」衛星は近地球軌道、XMM-Newton 衛星は長楕円軌道を周回しているため、両衛星の位置または観測時の視線方向の違いを利用すれば、3 次元的な発光分布を推定できる。「すざく」衛星で検出した約 90 例と観測時期が重なる XMM-Newton 衛星の約 100 データを解析した結果、両衛星で同時に発光が受かっているイベントを約 20 例見つけた。太陽風プロトンフラックスで規格化した発光強度を同時発光イベント毎に比較すると、昼側の磁気圏境界面を指向している衛星データの方が発光効率が高い傾向が見られた。これはシースやカスプ付近が明るくなるという従来の描像を示唆する。一方で、経験的な磁気圏モデルや既存の外圏密度モデルを用いて発光効率を計算したところ、観測に比べてモデル発光効率が 5-10 倍過小評価していることが分かった。本講演では、「すざく」と XMM-Newton 衛星を用いた系統解析の結果を報告するとともに、XRISM や GEO-X 衛星などによる将来観測の展望も議論する。