

R006-22

A 会場 : 9/26 AM1 (9:00-10:30)

10:15~10:30

地球磁気圏に付随した電荷交換 X 線放射の変動予測モデリング

#伊師 大貴¹⁾, 石川 久美²⁾, 江副 祐一郎²⁾, 三好 由純³⁾, 寺田 直樹⁴⁾

(¹JAXA 宇宙研,² 都立大,³ 名大 ISEE,⁴ 東北大・理・地球物理)

Modeling of charge exchange X-ray emission associated with the Earth's magnetosphere

#Daiki Ishi¹⁾, Kumi Ishikawa²⁾, Yuichiro Ezoe²⁾, Yoshizumi Miyoshi³⁾, Naoki Terada⁴⁾

(¹Japan Aerospace Exploration Agency, Institute of Space and Astronautical Science, (²Tokyo Metropolitan University, (³Institute for Space-Earth Environment Research, Nagoya University, (⁴Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

We report on modeling of soft X-ray emission produced in the Earth's magnetosphere. Highly charged solar wind ions produce soft X-rays through charge exchange (CX) with neutral materials in the Earth's exosphere. The magnetosheath and cusps should be growing in soft X-rays due to dense populations of solar wind plasma and exospheric neutrals, which provides a means of X-raying the Earth's magnetosphere (e.g., Ezoe et al. 2018 JATIS). This emission is problematic for astronomical observations due to temporally variable foregrounds that often contaminate signals from astronomical objects (e.g., Ezoe et al. 2011 PASJ, Ishikawa et al. 2013 PASJ, Ishi et al. 2019 PASJ). However, it remains difficult to predict its contamination level.

We built an empirical CX model by combining an exospheric hydrogen distribution model, CX cross section values based on ground experiments and theoretical calculations, solar wind ion data taken with WIND and ACE satellites, and magnetic field models of the Earth's magnetosphere (Ishi et al. 2023 PASJ). We then compared model results with five Suzaku observations of bright CX events where the strongest oxygen emission lines can be seen. The modeled intensities of OVII emission lines were consistent with the observed ones except for an intense geomagnetic storm event, while those of OVIII emission lines were underestimated by a factor of 5-10. After scaling, our model reproduced OVII and OVIII light curves including short-term variations due to line-of-sight directions traversing cusp regions during an orbital motion. In this paper, we discuss these results as well as future prospects with XRISM and GEO-X.

本講演では、地球磁気圏に付随した電荷交換 X 線放射のモデル化と X 線天文衛星「すざく」で観測された発光例との比較について報告する。近年「すざく」衛星などの X 線観測において、地球磁気圏起因と考えられる X 線放射が発見されてきた (Ezoe et al. 2011 PASJ, Ishikawa et al. 2013 PASJ, Ishi et al. 2019 PASJ など)。太陽風に含まれる酸素や炭素などの多価イオンが地球周辺に薄く広がる外圏の主に水素原子から電子を奪う電荷交換反応 (Charge eXchange; CX) に伴う X 線である。太陽風密度が増す衝撃波後方の遷移領域、外圏密度が濃くなる地球近傍のカusp領域で強く放射されていると考えられており、X 線は昼側磁気圏構造を可視化する全く新しい手段となり得る (江副 2018 天文月報, Ezoe et al. 2018 JATIS など)。本放射は基本的に磁気圏内から行われる X 線観測において、常に前景放射として存在するものであり、発光分布や強度の正確な見積もりは重要である。

そこで我々は、太陽風変動、地球外圏分布、磁気圏形状を包括的に取り入れた予測モデルを構築した (伊師 2023 博士論文, Ishi et al. 2023 PASJ)。ACE および WIND 衛星の太陽風イオン測定値、地球外圏の水素密度の経験式、地上実験および理論計算にもとづく CX 断面積・遷移確率を視線方向に積分し、放射強度を見積もる。積分領域にあたる遷移領域やカusp形状はパウショック・磁気圏界面の経験モデルおよび Tsyganenko 地球磁場モデルで再現し、ショック下流の太陽風パラメータはランキン・ユゴニオを仮定した。「すざく」衛星の明るい発光 5 例において、予想発光強度を観測値と比較した結果、磁気嵐時かつ視線方向が夜側を向いていた 1 例を除き、OVII 発光強度はモデル誤差の範囲内で一致した。一方、OVIII 発光強度は全事象で 5-10 倍以上過少評価した。前者は磁気嵐時の内部磁気圏への太陽風流入、後者は太陽風 O8+ 測定値または断面積に原因があると考えられる。各輝線の時間変動についても比較すると、数時間程度の変動だけでなく、衛星が地球周回中、視線方向がカusp領域を横切る際に生じる 5-10 分程度の突発的な変動も再現できることが分かった。以上の結果を議論し、XRISM 衛星や GEO-X 衛星での展望を述べる。