

REPPU シミュレーションを用いた オーロラ電流系の南北非対称性の研究

Study on north-south asymmetry of auroral current system using REPPU simulation

研究代表者：片岡龍峰 (国立極地研究所)
kataoka.ryuho@nipr.ac.jp

研究分担者：村瀬清華 (総合研究大学院大学)
murase.kiyoka@nipr.ac.jp

担当：シミュレーション結果のデータ解析

研究目的 (Research Objective):

サブストーム現象の成長相に現れる高エネルギー電子降下現象 (EEP) について、昭和基地の PANSY レーダーやイメージングリオメーターを用いて研究した結果、降下電子のエネルギーが爆発相や回復相と比べて高いため、サブストーム開始前にもかかわらず中間圏大気の電離源として重要な要素であることを明らかにした (Murase et al., 2022, Journal of Space Weather and Space Climate, 査読中)。しかし、EEP は経度方向に広がった領域で起こっており (Fig. 1)、その全体像を地上一点観測でとらえることは困難であった。そこで、本研究では、成長相 EEP のメカニズムであると考えられている磁気赤道面における磁場曲率の増大を、シミュレーションによって再現し、降下領域の推定を行うことを目的とする。(本研究計画の当初の研究目的であった南北非対称性の研究とは異なる研究成果が得られたことを、ここで報告する。)

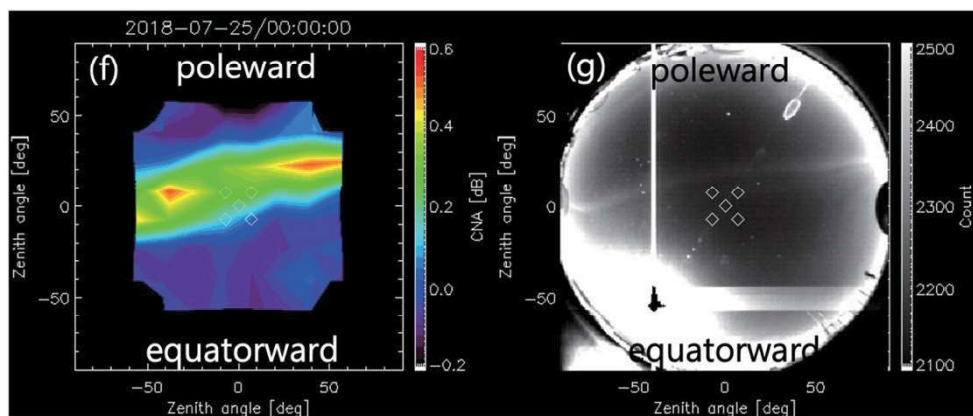


Fig.1 サブストーム成長相の EEP が観測された時の(左)銀河雑音吸収と(右)オーロラ発光 (Fig.3 from Murase et al.)

計算手法 (Computational Aspects):

グローバル磁気流体シミュレーション REPPU コードを用いて、サブストーム時の磁気圏のシミュレーションを行った。EEP を引き起こす磁力線曲率による電子散乱

の条件として、磁力線曲率半径と粒子のジャイロ半径比が 8 以下であることが先行研究で示唆されており(Sergeev et al., 1983)、シミュレーション結果から、サブストーム成長相時における曲率/ジャイロ半径比の分布を求めることで、EEP が起こっている領域を推定した。

研究成果 (Accomplishments) :

成長相 EEP イベントが起こった 2018 年 7 月 24–25 日に観測された太陽風パラメーター(Fig. 2 の黒線)を近似した理想的な太陽風(Fig. 2 の赤線)をインプットとして、level 6 で磁気圏シミュレーションを行った。

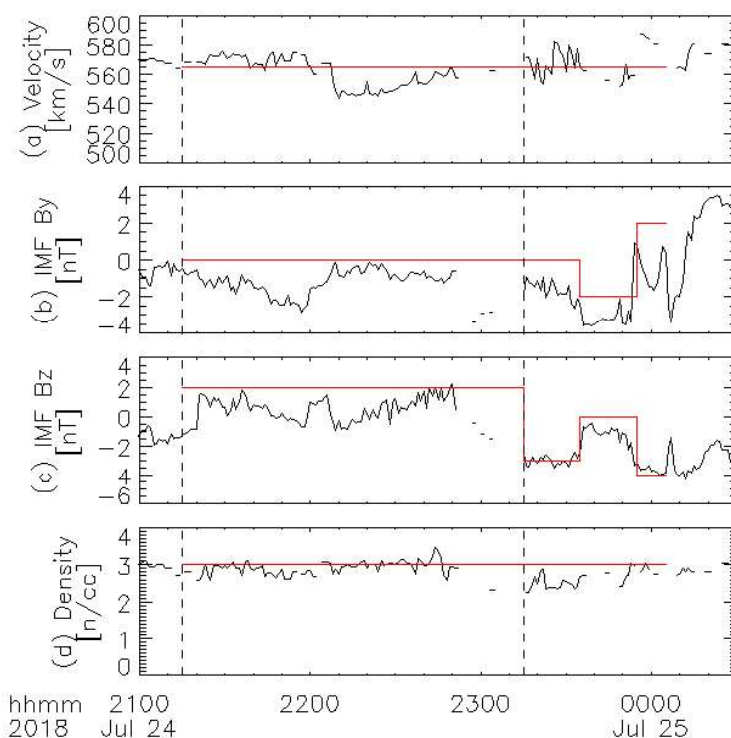


Fig. 2 イベント時の観測された太陽風(黒)とシミュレーションの入力とした太陽風(赤)。上から、速度、惑星間空間磁場の東西・南北成分、密度。

下に、サブストーム成長相時の、磁気赤道面における曲率/ジャイロ半径比の分布を示す。電子散乱が起こる条件が満たされている緑から青の領域は、最大で約 120° (MLT で 20 時から 4 時)の広がりを持っていた。このことは、0 時 MLT に位置していた昭和基地と 21 時 MLT を通過した POES 衛星で EEP が観測されたこと(Murase et al.)と整合的な結果となった。一方で、緯度広がり観点では、POES 衛星による観測からは 1.5° 程度の広がりが見られたが、推定された電子散乱領域を電離圏に投影した際の広がり約 0.5° と、観測より数倍小さい値となった。

今後、観測との定量的な整合性や、太陽風パラメータに対する降下領域の依存性について、調査・検討する。

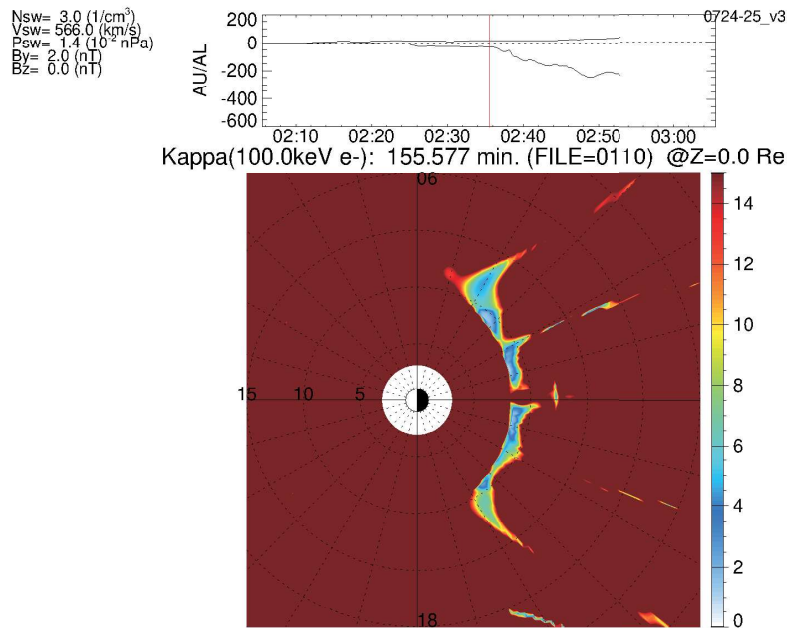


Fig.3 サブストームオンセット~2分前の、磁気赤道面における磁力線曲率半径/100 keV 電子のジャイロ半径比の分布

公表状況 (Publications) :

(論文)

Murase, K., R. Kataoka, T. Nishiyama, K. Nishimura, T. Hashimoto, Y. M. Tanaka, et al. (2022, under review). Mesospheric ionization during substorm growth phase. Journal of Space Weather and Space Climate.

(口頭)

Murase, K., R. Kataoka, T. Nishiyama, K. Nishimura, T. Hashimoto, Y. M. Tanaka, et al, Energetic electron precipitation events as identified in the mesosphere during substorms, JpGU 2021 (online), June 2021