

S001-35

A 会場 : 11/5 PM2 (15:45-18:15)

16:10~16:25

双極子磁場におけるフィードバック不安定性の線形安定性解析

#西村 征也¹⁾

¹⁾ 量子科学技術研究開発機構

Linear stability analysis of feedback instability in dipole magnetic field

#Seiya Nishimura¹⁾

¹⁾National Institutes for Quantum Science and Technology

The aurora observed in the ionosphere has curtain-like or vortex structures. The feedback instability in a magnetosphere-ionosphere coupling system is a theoretical model explaining such structure formation of the aurora. The feedback instability occurs when the fluctuation in the ionosphere resonates with the Alfvén wave in the magnetosphere via the geomagnetic field. From the satellite observations, it is shown that the Alfvén wave in the magnetosphere is categorized into the kinetic Alfvén wave, where effects such as the electron Landau damping, the electron inertia effect, and the finite ion Larmor radius effect are important. In our preceding study, a dispersion relation of the kinetic Alfvén wave derived from the gyrokinetic model in the magnetosphere approximated by a slab magnetic field is used to construct a Landau closure, and a gyrofluid model of the magnetosphere is introduced. It is desirable to extend the background magnetic field to a more realistic dipole magnetic field. However, with such an extension, it is not possible to derive the dispersion relation of the kinetic Alfvén wave from the gyrokinetic model due to the non-uniformity along the magnetic field, and the gyrofluid model cannot be introduced. Therefore, we need to directly deal with the gyrokinetic model. In this study, we revisit the linear stability analysis of the feedback instability using the reduced MHD model. We use a linear dipole magnetic field, i.e., a coordinate system with equal intervals along the magnetic field is introduced, where the curvature effect is neglected. The linear stability in the presence of the non-uniformity of the Alfvén velocity along the magnetic field line is investigated as an eigenvalue problem and an initial value problem. As a result, it is found that the linear growth rate is enhanced and the frequency becomes higher in comparison with a case with uniform Alfvén velocity. In the presentation, we will also discuss how to extend the magnetosphere model from the reduced MHD model to the gyrokinetic model.

電離圏において観測されるオーロラは、カーテン状や渦状の構造を持つ。このようなオーロラの構造形成を説明する理論の一つが、磁気圏-電離圏結合系におけるフィードバック不安定性である。フィードバック不安定性は、電離圏の揺らぎと電離圏のアルフベン波が地磁気を介して共鳴する場合に発生する。観測衛星によるデータからは、磁気圏のアルフベン波は、電子ランダウ減衰、電子慣性効果、有限イオンラマ半径効果などの効果が重要となる、運動論的アルフベン波であることが示されている。我々の先行研究においては、スラブ磁場であると近似された磁気圏において、ジャイロ運動論モデルから導出された運動論的アルフベン波の分散関係を用いてランダウクロージャを構成し、ジャイロ流体モデルを導入した。背景磁場をより現実的な双極子磁場へと拡張することが望ましい。しかし、このような拡張を行うと、磁力線に沿った非一様性のため、ジャイロ運動論モデルから運動論的アルフベン波の分散関係を導出することができなくなり、ジャイロ流体モデルを導入することができなくなる。従って、ジャイロ運動論モデルを直接取り扱う必要がある。本研究においては、簡約化 MHD モデルを用いたフィードバック不安定性の線形安定性解析を再訪問した。ただし、磁力線に沿った等間隔の座標系を導入して曲率の効果を無視する直線双極磁場を用いた。磁力線に沿ったアルフベン速度の非一様性が存在するときの線形安定性を、固有値問題および初期値問題として調べた。解析の結果、アルフベン速度が一様である場合に比べて、線形成長率が促進されること、および、周波数が高くなることを見出された。講演では、磁気圏モデルを簡約化 MHD モデルからジャイロ運動論モデルへ拡張する方法についても議論を行う。