

R006-16

Zoom meeting B : 11/1 PM2 (15:45-18:15)

15:45~16:00

磁気赤道周辺での kinetic Alfvén wave による電子加速過程に関するテスト粒子計算

#齋藤 幸碩¹⁾, 加藤 雄人¹⁾, 北原理弘²⁾, 川面 洋平^{1,4)}, 木村 智樹³⁾, 熊本 篤志¹⁾

(¹⁾ 東北大・理・地球物理, (²⁾ 名大 ISEE, (³⁾ 東京理科大, (⁴⁾ 東北大・学際科学フロンティア研究所)

Test particle simulation of the electron acceleration process by kinetic Alfvén waves around the magnetic equator

#Koseki Saito¹⁾, Yuto Katoh¹⁾, Masahiro Kitahara²⁾, Yohei Kawazura^{1,4)}, Tomoki Kimura³⁾, Atsushi Kumamoto¹⁾

(¹⁾ Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., (²⁾ ISEE, Nagoya Univ., (³⁾ Tokyo University of Science, (⁴⁾ Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku Univ.

Observation from the FAST satellite revealed the downward electrons in the energy range from tens eV to a few keV in the terrestrial high latitude region [Chaston et al., 2002], suggesting that “Alfvénic acceleration” process by dispersive Alfvén waves is responsible for the auroral electron precipitation. Alfvénic acceleration has also been studied around the magnetic equator [Artemyev et al., 2015] and in Jupiter [Mauk et al., 2017; Saur et al., 2018]. While these previous studies suggested the critical roles of Alfvénic acceleration in magnetized planets, physical processes controlling the characteristic energy and pitch angle distributions have been still unclear. In this study, to consider the contribution of electron acceleration by kinetic Alfvén waves, we develop a test particle code based on the method of Kitahara and Katoh (2019).

First, we perform simulations for ~500 eV electrons to reproduce the contribution of electron acceleration due to the parallel electric field of kinetic Alfvén waves in the terrestrial magnetosphere at L=9, considered by Artemyev et al. (2015). Artemyev et al. (2015) discussed the contribution of the electrostatic component of kinetic Alfvénic waves to electron acceleration and found that electrons of ~500 eV and equatorial pitch angle α_{eq} ~80 degrees are accelerated to a few keV. Based on the simulation results obtained in the same initial condition, we discuss the validity of the developed simulation code. Second, we perform simulations incorporating the electromagnetic components of kinetic Alfvén waves, neglected in Artemyev et al. (2015). In addition, we carry out simulations under the background condition of the magnetospheric plasma obtained by Plasma Distribution Solver (PDS) [Saito et al., P-EM09-P12, JpGU Meeting, 2021]. The PDS enables us to obtain plasma distribution precisely satisfying boundary conditions of the magnetosphere/ionosphere, which is essentially important in determining the properties of kinetic Alfvén waves along a field line. Based on the simulation results, we study the fundamental physics governing Alfvénic acceleration in the magnetosphere.

FAST 衛星の観測により、地球の高緯度領域にて数十 eV から数 keV に至る幅広いエネルギー帯におけるオーロラ電子降下が確認された [Chaston et al., 2002]。このオーロラ電子降下は分散性 Alfvén 波による「Alfvénic 加速」によるものと考えられている。Alfvénic 加速は磁気赤道周辺での現象にも適用され [Artemyev et al., 2015]、木星における電子加速機構としても注目されるなど [Mauk et al., 2017; Saur et al., 2018]、磁化惑星における電子加速過程での Alfvénic 加速の重要性は高まっている。一方で、被加速電子の特徴的なエネルギー分布やピッチ角分布を決定づける要因については未解明の問題が残されている。本研究では、kinetic Alfvén wave による電子加速過程への寄与を定量的に考察することを目的として、Kitahara and Katoh (2019) の手法を参考としたテスト粒子計算コードを開発して、シミュレーションを実施する。

本研究ではまず、Artemyev et al. (2015) で考えられている地球磁気圏 L=9 での kinetic Alfvén wave の磁力線平行方向の電場による電子加速の寄与について、~500 eV の電子を対象としてテスト粒子計算を行う。Artemyev et al. (2015) では、kinetic Alfvén wave の静電成分による電子加速の寄与について考察されており、磁気赤道でのピッチ角が 80° 付近で ~500 eV の電子が Kinetic Alfvén wave によって数 keV まで加速されることを明らかにしている。次に、Artemyev et al. (2015) では考慮されていない kinetic Alfvén wave の磁力線垂直方向の電場と磁場、更に磁力線平行方向の磁場成分を組み込んでテスト粒子計算を行い、波の電磁場各成分による電子加速の寄与について考察する。さらに本研究では、独自に開発した Plasma Distribution Solver [Saito et al., P-EM09-P12, JpGU Meeting, 2021] を用いて、磁気圏・電離圏側の境界条件を厳密に満たすプラズマ分布を求め、初期条件として設定したテスト粒子計算を実施する。電子加速過程の考察においては、背景の磁気圏プラズマの空間分布が、kinetic Alfvén wave の性質を決定づけるパラメータとして重要となる。シミュレーション結果に基づいて、Alfvénic 加速の物理素過程について究明する。