

コーラス放射生成過程に関する計算機実験結果のWPIA計測手法を用いた解析

北原理弘 [1]; 加藤 雄人 [1]; 小野 高幸 [1]; 小嶋 浩嗣 [2]; 大村 善治 [2]; WPIA 検討グループ 加藤雄人 [3]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 京大・生存圏; [3] -

WPIA analysis of the simulation results reproducing the generation process of chorus emissions

Masahiro Kitahara[1]; Yuto Katoh[1]; Takayuki Ono[1]; Hirotsugu Kojima[2]; Yoshiharu Omura[2]; Yuto Katoh WPIA discussion group[3]
[1] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] -

Fukuhara et al. (Earth Planets Space, 2009) proposed a new type instrument called "Wave Particle Interaction Analyzer (WPIA)" observing interactions between plasma waves and energetic electrons directly and quantitatively in space plasmas. WPIA measurements have been realized by conducting various type of calculations performed within a characteristic time scale of wave-particle interactions (10 micro seconds for the case of interactions between whistler-mode waves and energetic electrons in the Earth's inner magnetosphere). In the WPIA, we use the wave vector and each velocity vector of plasma particles respectively measured by wave and particle instruments onboard a spacecraft. One of the methods of the WPIA measurement is the evaluation of $W=qE \cdot v$, corresponding to the gain of waves, where E , v and q are the electric field, the velocity and charge of plasma particles, respectively. The WPIA has a capability of the direct measurement of the phase relation between waves and particles which cannot be obtained in conventional particle measurements and data processing. The WPIA will be installed in the ERG satellite (Energization and Radiation in Geospace). In the ERG mission, one of the prime target is resonant interactions of energetic electrons and whistler-mode chorus emissions.

To evaluate the feasibility of WPIA in analyzing wave-particle interactions, we analyze dataset of the simulation results reproducing whistler-mode chorus generation using the method of WPIA. In the present study, based on the results of WPIA analysis of the simulations, we show the typical energy range contributing the chorus generation process quantitatively, required resolution and integration time, and the efficient method of WPIA analysis for the statistical significance of W values. Besides, in this presentation, we discuss theoretical interpretations of W -values and compare growth rates estimated from the WPIA analysis with those by the linear and nonlinear theories.

波動粒子相互作用解析装置 (Wave-Particle Interaction Analyzer; WPIA) は、宇宙プラズマ中の個々の粒子と波動の相互作用を直接的かつ定量的に計測する新しいタイプの観測装置である [Fukuhara et al., EPS 2009]。WPIA は衛星搭載のプラズマ波動ならびに粒子計測器をプラズマ波動の位相変化を検出可能な時間スケールで連携させることにより、観測された波動と粒子に関わるデータを演算処理し波動 粒子間のエネルギー交換を定量的に計測することを目的とする。具体的な計測手法の一つとして、 $W = qE \cdot v$ の計測が挙げられる。 W 値の積算値は粒子の運動エネルギーの損失分を表し、更には波動の利得と同義である。WPIA の大きな特徴は、従来の粒子観測では実現できなかった、個々の粒子の速度ベクトルの波動電磁場ベクトルに対する相対位相の情報を保持しているという点にある。これにより波動粒子相互作用の直接的かつ定量的な議論が可能となる。WPIA は 2014 年打ち上げ予定の ERG 衛星において世界で初めて搭載される予定であるが、具体的な計測対象の一つとしては放射線帯における電子とコーラスの相互作用が想定されている。

コーラス放射の生成過程は近年計算機実験により再現されている。我々は WPIA 解析手法の有用性を評価するために、1次元電子ハイブリッドコードによるホイッスラーモードコーラス放射の励起シミュレーション結果を用いた検討を行った。シミュレーション空間中の1点における波動電磁場ベクトルならびにその点を通る個々の電子の通過時間および速度ベクトルを用い、得られたデータセットに対して WPIA 手法を適用することで、WPIA 計測手法が波動-粒子間のエネルギー輸送の定量的な議論に有効であることを示した。本研究ではこの検討をさらに進め、WPIA 計測手法によって波動の励起を主に担っているエネルギー帯を定量的に示せること、統計的に有為であることを示すために必要な積分時間の評価、ならびに統計的に有為な W 値を得るために必要な解析手法についての検討を行った。本発表ではこれらの検討結果について報告する。さらに、疑似計測によって求めた W 値の解釈について考察し、また、線形理論及び非線形理論に基づいて求められる成長率と疑似計測結果との比較結果について議論する。