Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P01 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

高エネルギー粒子ハイブリッドシミュレーションモデルの検討
Investigation of Energetic Particle Hybrid Simulation Model

天野 孝伸 [1*]
AMANO, Takanobu[1*]

[1] 東大
[1]University of Tokyo

宇宙空間には熱的なガスだけでなくエネルギーの大きく異なる高エネルギー成分が共存する系がしばしば見られる。高エネルギー成分の数密度は熱的成分に比べて無視出来るほど小さいが、そのエネルギー密度は無視できない量になっている。星間空間における熱的成分と銀河宇宙線、地球内部磁気圏における電離圏起源の低エネルギー成分と環電流粒子などはその典型例である。

このような系の一つの大きな特徴として、熱的成分と高エネルギー成分でジャイロ半径に代表される典型的な空間スケールが大きく異なる点が挙げられる。このため、熱的成分だけであれば流体的な扱いで十分な巨視的なスケールにおいても、一般には高エネルギー成分の運動論的効果の寄与が無視できない。実際に高エネルギー成分はエネルギーや運動量輸送、また種々のプラズマ不安定性へ影響を及ぼし、ひいては巨視的な動力学に対しても無視できない影響を及ぼす可能性が示唆されている。その一方で熱的イオンの運動論効果を考慮した古典的なハイブリッドモデルは、熱的成分の典型的空間スケールを分解する必要があり、2 成分間の大きな空間スケール差が計算コストを無用に増大させてしまう。

以上のような問題意識を踏まえて、本研究では低エネルギー成分を流体とし、高エネルギー成分のみを運動論的に扱う数値計算モデル (高エネルギー粒子ハイブリッドモデル) について議論する。過去の類似の研究においては、しばしばアドホックな手法によって高エネルギー成分の寄与を考慮する手法がとられていた。本研究ではこれに対して、これまで我々が独自に開発してきた準中性 2 流体コードの自然な拡張として高エネルギー成分を自己無撞着に組み込むことが出来ることを示す。また、いくつかの予備的な数値シミュレーション結果からモデルの妥当性について議論したい。

キーワード: 数値シミュレーション, プラズマ, 宇宙線
Keywords: numerical simulation, plasma, cosmic rays

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

コンパクト差分法とLAD法を用いたMHDシミュレーションコードの開発と磁気回転不安定性の非線形発展に関する計算機実験
Nonlinear evolution of MRI studied by an MHD code with the compact difference scheme and the LAD method

平井 研一郎 [1*] ; 加藤 雄人 [1] ; 寺田 直樹 [1] ; 河合 宗司 [2]
HIRAI, Kenichiro[1*] ; KATOH, Yuto[1] ; TERADA, Naoki[1] ; KAWAI, Soshi[2]

[1] 東北大学大学理学研究科 地球物理学専攻, [2] 東北大学大学院工学研究科 航空宇宙工学専攻
[1]Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, [2]Department of Aerospace Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University

The magnetorotational instability (MRI) is one of the most important phenomena in the accretion disk. Turbulence generated by MRI causes the turbulent viscosity in the disk and is a strong candidate of the driver of mass accretion. Recent study suggested that the turbulence induced by MRI also plays an important role in the planetesimal formation in the protoplanetary disk. In the planetesimal formation process, both the ionized gas and dusts coexist in the disk and the motion of dusts is strongly affected by the motion of gas through collisional and/or frictional effects. Kato et al. (2010;2012) showed the possibility that meter-sized dusts are gathered locally due to the modification of the disk gas distribution through the evolution of MRI and that situations favored for the planetesimal formation are created in the localized region. In addition to the effect pointed out by this simulation, we should take into account effects through the Kelvin-Helmholtz instability (Sekiya, 1998; Barranco, 2009) and the streaming instability (Youdin & Goodman, 2005) generated by the dust-gas interaction as well as the time evolution of the global disc structure (Suzuki et al., 2010). In order to carry out the MHD simulation considering these effects, we need to develop the scheme that can accurately resolve both short wavelength waves in turbulence and discontinuity appeared in the evolution of instabilities.

In the present study, we develop an MHD simulation code using an 8th-order compact difference scheme with the local artificial diffusivity (LAD) method (Kawai, 2013). The compact difference scheme proposed by Lele (1992) enables us to solve turbulent flow accurately up to the wavenumber range corresponding to a few grid points. The LAD method for MHD simulation proposed by Kawai (2013) enables us to reduce unphysical oscillations generated in central difference type scheme like the compact difference scheme. We have also applied parallelization by MPI using the pipeline algorithm to the code in order to increase the box size with keeping the high spatial resolution. By using the pipeline algorithm, we have applied the domain decomposition to the code with maintaining the accuracy of the compact difference scheme. We carry out a series of standard test problems for MHD simulations and clarify pros and cons of the developed MHD code for the study of MRI. By conducting spatially 2-dimensional test problems, we find that the maximum value of the numerical error appeared in the computation of the divergence of the magnetic field is the order of 10^{-12}, which is approximately consistent with the results of Kawai (2013).

We then carry out the 3-dimensional MHD simulation of MRI by the developed code. In order to realize the differential rotation, we use the shearing box boundary condition (Hawley et al., 1995) and the 9-wave method (Dedner et al, 2010) so as to suppress the divergence error caused by the interpolation in the shearing box boundary. We initially set the uniform vertical magnetic field and assume the perturbation in the three-components of the velocity vector whose amplitude is 1% of the sound speed. Our developed simulation code can solve the linear growth and nonlinear evolution of MRI. Our newly developed code enables us to solve the MRI driven turbulence accurately, which is important in solving not only a wide range of the evolution of the disk but also the fine structure of the saturation and nonlinear evolution mechanism of MRI. We show the characteristics of the developed code and study results of the 3-dimensional MHD simulation of the nonlinear evolution of MRI.

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

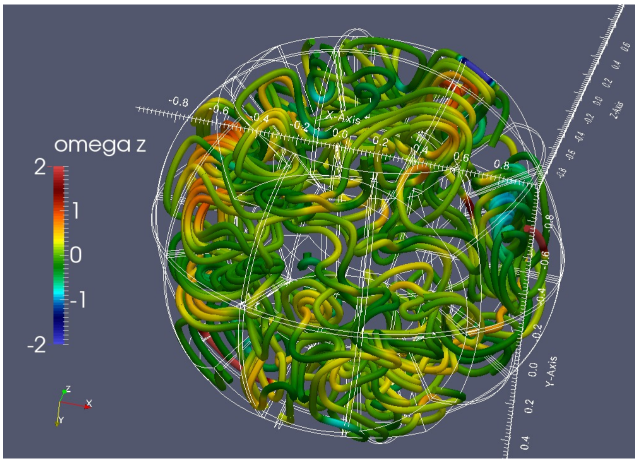
ParaView/Catalyst を用いた Yin-Yang ダイナモシミュレーションの in-situ 可視化
Yin-Yang Dynamo Simulation with in-situ visualization Using ParaView/Catalyst

菅 新[1*] ; 陰山 聡[1]
SUGA, Arata[1*] ; KAGEYAMA, Akira[1]

[1] 神戸大学大学院システム情報学研究科
[1]Graduate School of System Informatics, Kobe University

シミュレーション結果を解析するための可視化手法として、現在ではポストプロセス可視化が主流である。ポストプロセス可視化手法では、シミュレーション計算が終了した後に出力データを可視化用計算機に転送し、その数値データに対して可視化処理を施す。この方法であれば、データを解析するために使用する可視化手法や、(カメラの位置も含めた)可視化の各種パラメータを対話的に操作しながら可視化解析を進めることができる。しかしながらシミュレーション規模が大きくなると、ポストプロセス用の数値データのサイズが大きくなり、ディスクスペースの圧迫やデータ転送にかかる時間の増大などが深刻な問題となる。大規模シミュレーションの解析方法としてポストプロセス可視化は限界に近づきつつあると言える。この問題を解決するための方法として、我々は in-situ(その場)可視化手法に基づく新しい可視化方式を提案している。我々は最近、オープンソースの汎用可視化ソフトウェアである ParaView と、その in-situ 可視化用ライブラリである Catalyst を用いて、インヤン格子に基づく磁気流体ダイナモシミュレーションコードに「その場可視化」機能を実装することに成功した。

キーワード: 可視化, その場可視化, インヤン格子
Keywords: Visualization, in-situ visualization, Yin-Yang grid



Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P04 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

太陽探査衛星 Solar Probe Plus 周辺磁場変動に関する粒子シミュレーション
PIC simulations on magnetic perturbation around the Solar Probe Plus spacecraft

船木 裕司 [1*] ; 木倉 佳祐 [1] ; 三宅 洋平 [1] ; 臼井 英之 [1]
FUNAKI, Yuji[1*] ; KIKURA, Keisuke[1] ; MIYAKE, Yohei[1] ; USUI, Hideyuki[1]

[1] 神戸大学大学院システム情報学研究科
[1]Graduate School of System Informatics, Kobe University

将来の太陽探査ミッションに向け、人類未踏の太陽コロナプラズマ環境における衛星プラズマ相互作用を定量的に理解する必要がある。本発表では、そうした課題の一例として太陽探査衛星・プラズマ間相互作用に関する数値シミュレーション研究の取り組みを紹介する。太陽外部コロナ中など極太陽近傍環境では、高密度 (7000 /cc) 太陽風に起因する短デバイ長プラズマや、衛星表面からの大量の光電子・二次電子放出により、地球磁気圏近傍とは大きく異なるプラズマ環境が衛星周辺に形成される。これにより、光電子放出時にも関わらず衛星電位が負となるなど、衛星帯電に関する通常の理解と異なる現象が生起することが知られている。本課題では現在 NASA で計画されている Solar Probe Plus を想定したシミュレーション解析を Particle-in-cell 法に基づく大規模数値シミュレーションを用いて行う。発表では特に、衛星周辺の複雑なプラズマ電流構造によって励起する周辺磁場変動について最近の解析の進捗を紹介する。

キーワード: 科学衛星プラズマ環境, 太陽コロナプラズマ, 衛星帯電, 光電子放出, 磁場変動, 粒子シミュレーション
Keywords: spacecraft-plasma interaction, solar coronal plasma, spacecraft charging, photoelectron emission, magnetic perturbation, PIC simulation

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P05 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

イオン慣性長より分厚い電流層の圧縮における電子温度異方性
Electron temperature anisotropy during compression of current sheets thicker than the ion skin depth

清水 健矢 [1*] ; 藤本 正樹 [2] ; 篠原 育 [2]
SHIMIZU, Kenya[1*] ; FUJIMOTO, Masaki[2] ; SHINOHARA, Iku[2]

[1] 東大/理/地惑, [2] 宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究本部
[1]EPS, SOS, Univ. of Tokyo, [2]JAXA/ISAS

磁気リコネクションは、磁力線が繋ぎ変わることにより磁場のエネルギーを爆発的に解放しプラズマのエネルギーに変換する過程であり、地球磁気圏での磁場とプラズマの循環や太陽フレア等において重要な役割を担っている。地球磁気圏尾部での人工衛星観測から、イオン慣性長の 10 倍以上の厚みを持つ初期電流層が、磁気リコネクション励起時にはイオン慣性長と同程度にまで薄くなることが知られている。線形解析によれば、磁気リコネクションの励起に関連するティアリング不安定性の成長率は、電流層幅が厚くなると急激に低下する一方で、電流層内プラズマの温度非等方性が強くなると上昇する。電流層幅の変化には、太陽風起源の朝夕電場による電流層圧縮や、低域混成ドリフト不安定などの関与が指摘される。しかし、初期にイオン慣性長よりも分厚い電流層における磁気リコネクションの励起過程についての理解は不十分である。

本研究では、一次元 PIC コードを用いて、様々な初期パラメータにおけるハリス型の電流層を、朝夕電場でローブ領域の磁場強度を増加させることにより圧縮し、電流層圧縮後の電流層内のプラズマ温度非等方性の強度やその分布、電流層の圧縮率などのパラメータ依存性を調べた。その結果、（１）電流層内のプラズマ温度非等方性の分布が、初期電流層幅に応じて変化すること、（２）電流層中心におけるプラズマ温度非等方性は初期パラメータに因らず断熱過程で説明できること、（３）ローカルなイオン慣性長で規格化した電流層の圧縮率は、ローブ領域の磁場強度の増大率と比較してかなり低いことが分かった。この結果は、ティアリング不安定性や低域混成ドリフト不安定性を含む二次元電流層の圧縮過程の理解に役立つ。

キーワード: 磁気リコネクション
Keywords: magnetic reconnection

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P06 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

Validity of gyro-averaging method for oblique whistler-mode wave particle interaction
Validity of gyro-averaging method for oblique whistler-mode wave particle interaction

HSIEH, Yikai[1*] ; OMURA, Yoshiharu[1]
HSIEH, Yikai[1*] ; OMURA, Yoshiharu[1]

[1]Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan.
[1]Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan.

We perform test particle simulations of energetic electrons interacting with oblique whistler-mode waves in the Earth's magnetic field. We first solve exact equations of motion of test electrons under the electric and magnetic fields of obliquely propagating coherent wave with right-hand polarization. In this test, the energetic electrons undergo multiple cyclotron resonances. We also apply gyro-averaging method by treating electron motion as its guiding center motion to simplify the complicated cyclotron motion [1,2]. The result shows that the gyro-averaging motion is successfully consistent with the direct motion of the electron. Applying this result we can just use the guiding center motion of electrons to represent the completed motion of electrons. Therefore, these method can be utilized in the particle simulations of oblique propagation waves to reduce the relativistic equations of motion and minimize the computation resources, which makes simulations of multiple particles more feasible.

References
[1] Bell (1984), The nonlinear gyroresonance interaction between energetic electrons and coherent VLF waves propagating at an arbitrary angle with respect to the Earth's magnetic field. *J. geophys. Res.* 89, 905.
[2] Nunn and Omura, A computational and theoretical investigation of nonlinear wave particle interactions in oblique whistlers, Submitted to *J. Geophys. Res.*.

キーワード: whistler-mode wave, oblique propagattion
Keywords: whistler-mode wave, oblique propagattion

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P07 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

Effects of the alpha-proton drift velocity on alpha firehose instabilities in the solar wind
Effects of the alpha-proton drift velocity on alpha firehose instabilities in the solar wind

JUNGJOON, Seough[1*] ; NARIYUKI, Yasuhiro[2] ; YOON, Peter H.[3]
JUNGJOON, Seough[1*] ; NARIYUKI, Yasuhiro[2] ; YOON, Peter H.[3]

[1]Faculty of Human Development, University of Toyama / JSPS Postdoctor Fellow, [2]Faculty of Human Development, University of Toyama, [3]IPST, University of Maryland / School of Space Research, Kyung Hee University
[1]Faculty of Human Development, University of Toyama / JSPS Postdoctor Fellow, [2]Faculty of Human Development, University of Toyama, [3]IPST, University of Maryland / School of Space Research, Kyung Hee University

In situ measurements have shown that the less-abundant alpha particles are characterized by temperature anisotropy which could drive the anisotropy-driven kinetic instabilities in the solar wind. In the collisionless limit, the differential alpha-proton flow velocity usually has finite value of the order of the local Alfven velocity. The presence of such differential flow may affect the properties of dispersion relations for anisotropy-driven instabilities. By making use of linear Vlasov theory, the present study investigates the effects of the alpha-proton drift velocity on firehose instabilities driven by parallel temperature anisotropy of alpha particles. It is found that for parallel firehose mode the dispersion properties are asymmetric in that the maximum growth rate is larger for forward propagating mode than for backward propagating one in the proton rest frame. For both parallel (forward propagating mode) and oblique firehose instabilities overall growth rates increase as the alpha-proton drift velocity increases. Consequently, the firehose instability thresholds are distinctly influenced by the presence of the alpha-proton drift velocity.

キーワード: firehose instability, solar wind ions, the alpha-proton drift
Keywords: firehose instability, solar wind ions, the alpha-proton drift

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P08 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

レイリー・テイラー不安定性のブラソフシミュレーション
Vlasov simulation of the Rayleigh-Taylor instability

和田 泰尚 [1*] ; 梅田 隆行 [1] ; 上野 悟志 [1] ; 町田 忍 [1]
WADA, Yasutaka[1*] ; UMEDA, Takayuki[1] ; UENO, Satoshi[1] ; MACHIDA, Shinobu[1]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所
[1]Solar-Terrestrial Environment Laboratory

レイリー・テイラー (RT) 不安定性は密度の異なる二つの流体の界面で起こる流体的不安定であり、密度勾配とそこに働く力の方向が互いに逆向きのとき擾乱が発達する。理想 MHD シミュレーションによる先行研究では、RT 不安定性は水平方向対称に発達することが確認されている。しかしながら、ホール効果やイオンジャイロ運動効果をはじめとする非 MHD 効果により、RT 不安定性が非対称に発達することも報告されている。本研究では、RT 不安定性二次元ブラソフシミュレーションを行い、イオン慣性長やイオンジャイロ半径に対する密度勾配層の幅を変えることにより、非 MHD 効果が RT 不安定性の発達に与える影響について議論を行う。

キーワード: レイリー・テイラー不安定性, ブラソフシミュレーション, 宇宙プラズマ
Keywords: Rayleigh-Taylor instability, Vlasov simulation, space plasma

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P09 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

広帯域静電ノイズ低周波成分に関する 3 次元電磁粒子シミュレーション
3-dimentional electromagnetic particle simulations about the low frequency component of Broadband Electrostatic Noise

三宅 壮聡 [1*] ; 永安 翔 [1] ; 岡田 雅樹 [2] ; 大村 善治 [3] ; 小嶋 浩嗣 [3]
MIYAKE, Taketoshi[1*] ; NAGAYASU, Sho[1] ; OKADA, Masaki[2] ; OMURA, Yoshiharu[3] ; KOJIMA, Hirotsugu[3]

[1] 富山県立大学, [2] 国立極地研究所, [3] 京都大学生存圏研究所
[1]Toyama Prefectural University, [2]National Institute of Polar Research, [3]RISH, Kyoto University

地球磁気圏のプラズマシート境界層を始めとする様々な宇宙プラズマ領域中で広帯域静電ノイズ（BEN）が観測されている．BEN の波形は GEOTAIL 衛星の観測によって，静電孤立波（ESW）の孤立したパルス状の波形によって構成されていることが確認された．BEN の高周波成分は ESW として解明されているが，その低周波成分の波動モード，励起メカニズムに関しては未解明である．これまでにビーム不安定性を初期状態とする 2 次元静電粒子シミュレーションを行った結果，ビーム不安定性と BEN の低周波成分との明確な関係は確認出来なかった．本研究では BEN の低周波成分の励起メカニズムが電磁波に起因している可能性を考慮して 3 次元電磁粒子シミュレーションを行い，そのパラメータ依存性について検討した．
様々なパラメータでシミュレーションを実行した結果，背景イオンが低い場合と高い場合のどちらの環境も BEN の低周波波動と断定できる磁場に垂直方向の波動は励起しなかった．さらに衛星観測によって観測された地球周辺領域のデータに基づいてシミュレーションを実行した結果，磁場に垂直方向の広帯域な波動が励起し，この波動が BEN の低周波波動である可能性を確認した．

キーワード: 粒子シミュレーション, BEN 低周波成分, Geotail, EFD
Keywords: particle simulations, low frequecy component of BEN, Geotail, EFD

Japan Geoscience Union Meeting 2015
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)
©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P10 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

テスト粒子シミュレーションを用いた Enceladus 衛星起源の H2O 分子と電子の弾性衝突
Test-particle simulation of electron elastic collision with neutral H2O molecule originated from Enceladus

田所 裕康 [1*] ; 加藤 雄人 [2]
TADOKORO, Hiroyasu[1*] ; KATOH, Yuto[2]

[1] 東京工科大学, [2] 東北大学
[1]Tokyo University of Technology, [2]Tohoku University

Water group neutrals (H_2O, OH, and O) in Saturn's inner magnetosphere play the dominant role in loss of energetic electrons and ions because of abundance of the neutral particles [e.g., Paranicas et al., 2007; Sittler et al., 2008]. The observations of injected electrons and ions in the inner magnetosphere suggest that these particles do not survive very long time due to the neutral cloud originated from Enceladus [e.g., Paranicas et al., 2007; 2008]. Thus, the previous study suggested that the neutral cloud contributes to loss processes of plasma in the inner magnetosphere. However, little has been reported on a quantitative study of the electron loss process due to electron-neutral collisions.

In the present study, we examine the variation of energetic electron pitch angle distribution at the magnetic equator and loss rate of precipitated electrons into Saturn's atmosphere through pitch angle scattering due to elastic collisions with neutral H_2O along Saturn's dipole magnetic field line around Enceladus. We conduct one dimensional test-particle simulation for monoenergetic electrons along Saturn's dipole magnetic field line around Enceladus when the co-rotating electron flux tube passes the dense H_2O region in the vicinity of Enceladus (~6.4 minutes). The initial electron pitch angle distribution is assumed to be isotropic. In case of 1 keV electron, Tadokoro et al., [2014] showed that

1. the equatorial electron pitch angle distribution near the loss cone (<20 degrees and >160 degrees) decreases with time through pitch angle scattering due to elastic collisions and that the distribution around 90 degrees shows significant scattering due to the dense region of H_2O,

2. It is found that the electrons of ~19 % to the total number of equatorial electrons at the initial condition are lost in ~380 seconds.

3. The calculated loss time is fourth faster than the loss time under the strong diffusion.

We also show the loss rates through pitch angle scattering of electrons with not only 1 keV but also several hundreds eV ? several tens of keV.

キーワード: テスト粒子シミュレーション, 弾性衝突, エンケラドス衛星, 土星
Keywords: Test particle simulation, elastic collision, Enceladus, Saturn

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM26-P11 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 18:15-19:30

ケルビン・ヘルムホルツ不安定性におけるイオンジャイロ運動効果
Ion kinetic effects to nonlinear processes of the Kelvin-Helmholtz instability

梅田 隆行[1*] ; 上野 悟志[1] ; 中村 琢磨[2]
UMEDA, Takayuki[1*] ; UENO, Satoshi[1] ; NAKAMURA, Takuma[2]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [2] オーストリア科学アカデミー宇宙科学研究所
[1]-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, [2]Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

The nonlinear evolution of the Kelvin?Helmholtz (KH) instability at a transverse velocity shear layer in an inhomogeneous space plasma is investigated by means of a four-dimensional (two spatial and two velocity dimensions) electromagnetic Vlasov simulation. When the rotation direction of the primary KH vortex and the direction of ion gyro motion are the same (i.e. the inner product between the vorticity of the primary velocity shear and the magnetic field vector is negative) there exists a strong ion cyclotron damping. In this case, spatial inhomogeneity inside the primary KH vortex is smoothed and the secondary Rayleigh?Taylor/KH instabilities are suppressed. It is also found that another secondary instability on the electron inertial scale is simultaneously generated at secondary shear layers for both cases, but at different locations. The small-scale secondary instability takes place only when the inner product between the vorticity of the secondary shear layer and the magnetic field vector is positive, suggesting the damping of small-scale processes by ion gyro motion. These results indicate that secondary instabilities occurring in the nonlinear stage of the primary KHI show different evolutions depending on the sign of the inner product between the magnetic field and the vorticity of the velocity shear layer. The difference of the nonlinear evolution depending on the ion-to-electron mass ratio is also discussed.

キーワード: ケルビン・ヘルムホルツ不安定性, 計算機シミュレーション, ヴラソフ方程式, 非 MHD
Keywords: Kelvin-Helmholtz instability, computer simulation, Vlasov equation, non-MHD