

数値計算プロジェクトの将来像と惑星電磁圏の理解の今後

寺田 直樹 [1]; 陣 英克 [2]; 松本 洋介 [3]; 梅田 隆行 [3]; 深沢 圭一郎 [4]; 三好 隆博 [5]; 加藤 雄人 [6]; 鈴木 朋憲 [7]; 三好 勉信 [8]; 藤原 均 [9]; 品川 裕之 [10]; 寺田 香織 [11]; 村田 健史 [12]; 吉川 顕正 [4]; 三好 由純 [3]; 中田 裕之 [13]
 [1] 東北大; [2] 情通研; [3] 名大 STE 研; [4] 九大・理・地球惑星; [5] 広大院・理・物理; [6] 東北大・理・地球物理; [7] 東北大・理・地球物理; [8] 九大 理 地球惑星; [9] 東北大・理・地球物理; [10] NICT; [11] 東北大・理・地球物理; [12] 情報通信研究機構; [13] 千葉大工

Future perspectives of numerical simulation projects on solar-planetary sciences

Naoki Terada[1]; Hidekatsu Jin[2]; Yosuke Matsumoto[3]; Takayuki Umeda[3]; Keiichiro Fukazawa[4]; Takahiro Miyoshi[5]; Yuto Katoh[6]; Tomonori Suzuki[7]; Yasunobu Miyoshi[8]; Hitoshi Fujiwara[9]; Hiroyuki Shinagawa[10]; Kaori Terada[11]; Ken T. Murata[12]; Akimasa Yoshikawa[4]; Yoshizumi Miyoshi[3]; Hiroyuki Nakata[13]
 [1] Tohoku Univ.; [2] NICT; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [5] Grad. Sch. Sci., Hiroshima Univ.; [6] Grad. Sch. Sci, Tohoku Univ.; [7] Dep. of Geophys, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [8] Earth and Planetary Sci, Kyushu Univ.; [9] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [10] NICT; [11] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [12] NICT; [13] Graduate School of Eng., Chiba Univ.

Beginning from 1960's, micro-scale simulations of space plasma processes such as wave-particle interaction, and from 1980's, macro-scale simulations of the solar wind-planetary interaction have been widely used to investigate plasma processes involved in these fields. They have been progressively developed owing to continuous progresses in both numerical techniques and computer resources, and we expect this trend will also continue in the near future.

In this presentation, current status and future perspectives of numerical simulations of the near-planetary environment will be discussed. The near-planetary environment is surrounded by the solar wind upside and the planetary neutral atmosphere (or solid surface in the case of a planet with tenuous atmosphere) downside. In such an environment, understanding the coupling processes between these neighboring regions are often of great importance to elucidate the spatiotemporal variation of the system, which requires simulation code(s) applicable to a wide range of parameters as well as to solve multi-physics processes involved in the compound system. In this presentation, we will first review the current status of "single-type" simulations of the near-planetary environment, then "coupled-type" simulations and their future perspectives. We will also show the current status of the development of the platform and software infrastructure, which promotes collaborative, multidisciplinary studies of the solar-planetary sciences.

惑星電磁圏科学における数値シミュレーション研究では、電磁圏の構造や力学などを探る巨視的流体シミュレーションと、波動粒子相互作用や粒子加速などのプラズマ素過程を探る微視的シミュレーションが、共に盛んに行われている。プラズマ素過程の微視的シミュレーションは1960年頃から、電磁圏の巨視的シミュレーションは1980年頃からそれぞれ手がけられ、当初は低分解能で、限られた現象の研究にしか適用できなかった数値実験も、今では幅広い現象や広範な領域の研究に適用されている。これらの発展はひとえに、計算手法と計算機能力の両者の絶え間ない発達に支えられている。例えば計算手法は高精度かつロバストな数値解法の開発が継続的に進められ、また計算機能力は10年間で1000倍という驚異的な(指数関数的な)伸びを継続し続けており、今後も暫くは同様の伸びが期待される。

本講演では、このような計算手法と計算機能力の発達が進む中、今後の惑星電磁圏シミュレーション研究がどのような研究スタイルを創成し、どのような方向に進み得るか、また、衛星・地上観測との連携による電磁圏現象の理解においてどのような寄与を成し得るかについて、その現状と将来展望を述べる。惑星電磁圏は、高高度側は太陽風に、低高度側は中性大気(希薄大気惑星の場合は固体表層)に隣接し、系の状態決定及び時間変動が隣接領域からの多大な影響を受ける。このような系においては、いかに隣接領域との相互作用を含めた幅広いパラメータレンジやマルチ物理過程の計算を実現するかが、現象解明の鍵となる。本講演では、まずは現状の電磁圏シミュレーションが「単独で」どこまで現象を再現できるようになったかを幾つかの例を交えて紹介し、次に「複数の」シミュレーションコードから成る結合型シミュレーションの成果とその将来展望を述べる。また、国内外の様々な研究者や研究グループによる開発や連携研究を促進するプラットフォームの構築とソフトウェアインフラの開発についても紹介する。