

研究課題名：変動惑星圏シミュレーション

¹ 寺田直樹、¹ 加藤雄人、² 藤原均、¹ 寺田香織、

³ 梅田隆行、⁴ 石井克哉、⁴ 永井享

¹ 東北大学大学院理学研究科、² 成蹊大学理工学部

³ 名古屋大学太陽地球環境研究所、⁴ 名古屋大学情報基盤センター

本研究は、惑星大気・プラズマ環境におけるマイクロ秒～数十億年スケールの時間変動、及びその蓄積によって生じる惑星圏システムの多様性を明らかにすべく、本研究グループが現有する(a) 惑星形成場、(b) 惑星圏長期変動 (数千万年～数十億年)、(c) 惑星圏中期変動 (数分～数十年)、(d) 惑星圏短期変動 (マイクロ秒～秒) の数値シミュレーションコードを適用・拡充発展させ、惑星大気・プラズマの変動と進化に係る統合的知見を得ることを目的とする。平成 25 年度は、(a)(b)(c)(d)の各課題において以下の成果を挙げた。(a) 惑星形成場シミュレーション：前年度に抵抗性磁気流体力学コードを用いて明らかにした、降着円盤中の磁気回転不安定性および磁気乱流応力の背景磁場配位に対する依存性についての研究成果を投稿論文として纏めた。(b) 惑星圏長期変動シミュレーション：惑星大気進化において電離大気の宇宙散逸が果たす役割を定量的に評価すべく、多成分プラズマの輸送・混合過程の記述に適した高精度の無振動セミディスクリート中心スキームを開発した。そして開発したスキームを用いて火星電離圏多流体モデルを開発し、CO₂⁺の鉛直輸送におけるイオン-イオン衝突の効果などを定量評価した。(c) 惑星圏中期変動シミュレーション：下層大気から伝搬する大気重力波などの大気波動が、火星上部熱圏に及ぼす影響を評価すべく、大気波動を含めた火星熱圏・外圏 DSMC 計算を実行した。下側境界から様々な大気重力波や音波を強制的に発生させ、大気波動が上部熱圏の組成混合に及ぼす影響を評価した。本結果は CO₂ (温室効果ガス) の宇宙散逸において、下層大気からの大気波動の影響が無視できないものであることを示唆した。(d) 惑星圏短期変動シミュレーション

シミュレーション：惑星電磁圏において生じる高周波のプラズマ波動による粒子加速・加熱過程の定量的理解を目的として、特にホイッスラーモード・コーラス放射と高エネルギー電子との相互作用に関する大規模計算機実験を行った。前年度に明らかとした、背景の磁気圏構造の空間スケールが、発生するコーラス放射の波動特性を決定するパラメータとなっている事を示す研究成果を、投稿論文として纏めた。また、新たに開発した空間二次元コードによる、コーラス放射の磁気圏内での伝搬に関する研究成果を、投稿論文として纏めた。

成果発表：

(1) Sai, K., Y. Katoh, N. Terada, and T. Ono, Effect of background magnetic field on turbulence driven by magnetorotational instability in accretion disks, *Astrophys. J.*, 767, 165, 2013.

(2) 齋和人, 加藤雄人, 寺田直樹, 小野高幸, 降着円盤中での磁気乱流生成過程に関する数値実験, 東北大学 SENAC, 46, pp.1-6, 2013.

(3) Matsuda, K., Y. Katoh, N. Terada, and H. Misawa, A simulation study of Io-related Jovian decametric radiation: Control factor of occurrence probability, *J. Geophys. Res.*, 118, pp.5082-5098, 2013.

(4) Katoh, Y. and Y. Omura, Effect of the background magnetic field inhomogeneity on generation processes of whistler-mode chorus and hiss-like emissions, *J. Geophys. Res.*, 118, pp.4189-4198, 2013.

(5) Katoh, Y., A simulation study of the propagation of whistler-mode chorus in the Earth's inner magnetosphere, *Earth Planets Space*, 66, 6, 2014.