

# 超並列粒子コードを用いた ジオ・スペースプラズマ理工学シミュレーション

代表者氏名：小路 真史（宇宙空港研究開発機構・宇宙科学研究所）

共同研究者：三宅 洋平（神戸大学大学院・システム情報学研究科）

梅田 隆行（名古屋大学・ジオスペース研究センター）

石井克哉（名古屋大学・情報基盤センター）

本研究は、ジオ・スペースプラズマ環境に関する理工学問題について、超並列化された大規模シミュレーションによって取り組むことを目的とする。理学的な問題として、地球内部磁気圏において、イオンの温度異方性によって、イオンのサイクロトロン周波数・慣性長スケールの EMIC 波、特に CLUSTER 衛星観測によって明らかとなった EMIC トリガード放射と呼ばれる、周波数上昇を伴った非線形放射現象について取り扱う。本研究の目的の一つは、EMIC トリガード放射の発生メカニズムを大規模シミュレーションによって明らかにすることである。電磁イオンサイクロトロン(EMIC)トリガード放射と呼ばれる、周波数上昇を伴う自然波動放射現象について取り扱った。イオンスケールの運動論現象を取り扱えるハイブリッドコードによって、EMIC トリガード放射と高エネルギーイオンとの非線形波動粒子相互作用の解析を行った。内部磁気圏において、磁気嵐時に強く生じるイオンの温度異方性によって自発的に発生する EMIC トリガード放射を、磁気赤道付近の 1 次元リアルスケールシミュレーションによって再現したところ、衛星観測や地上観測で見られる、間欠的な波形を持った波動が磁気赤道周辺で励起された。波動励起に重要な、波動電場、磁場のそれぞれの方向の共鳴電流がシミュレーション中で交互に現れている様子を示し、それぞれが波動の非線形成長、周波数上昇を支えていることを明らかにした。

一方、工学的観点からは、CLUSTER 衛星に搭載されるプローブ型電場センサーに衛星周辺プラズマじょう乱が及ぼす影響を全粒子シミュレーションにより評価した。特に、磁気圏ローブ中において問題となる高密度光電子雲と衛星ウェイクが作る空間電位分布構造に着目し、それによって引き起こされる不要電場成分の特性について調べた。光電子放出により+数 10 V にまで帯電した衛星がイオン流を強く排斥し、数 100 m オーダーのウェイク構造が形成されることが分かった。またこのウェイクにより電場センサーに受信される波形は、背景の DC 電場と見分けがつきにくいいため、電場データの較正時に注意を要することが示唆された。