

jh150004-NA03

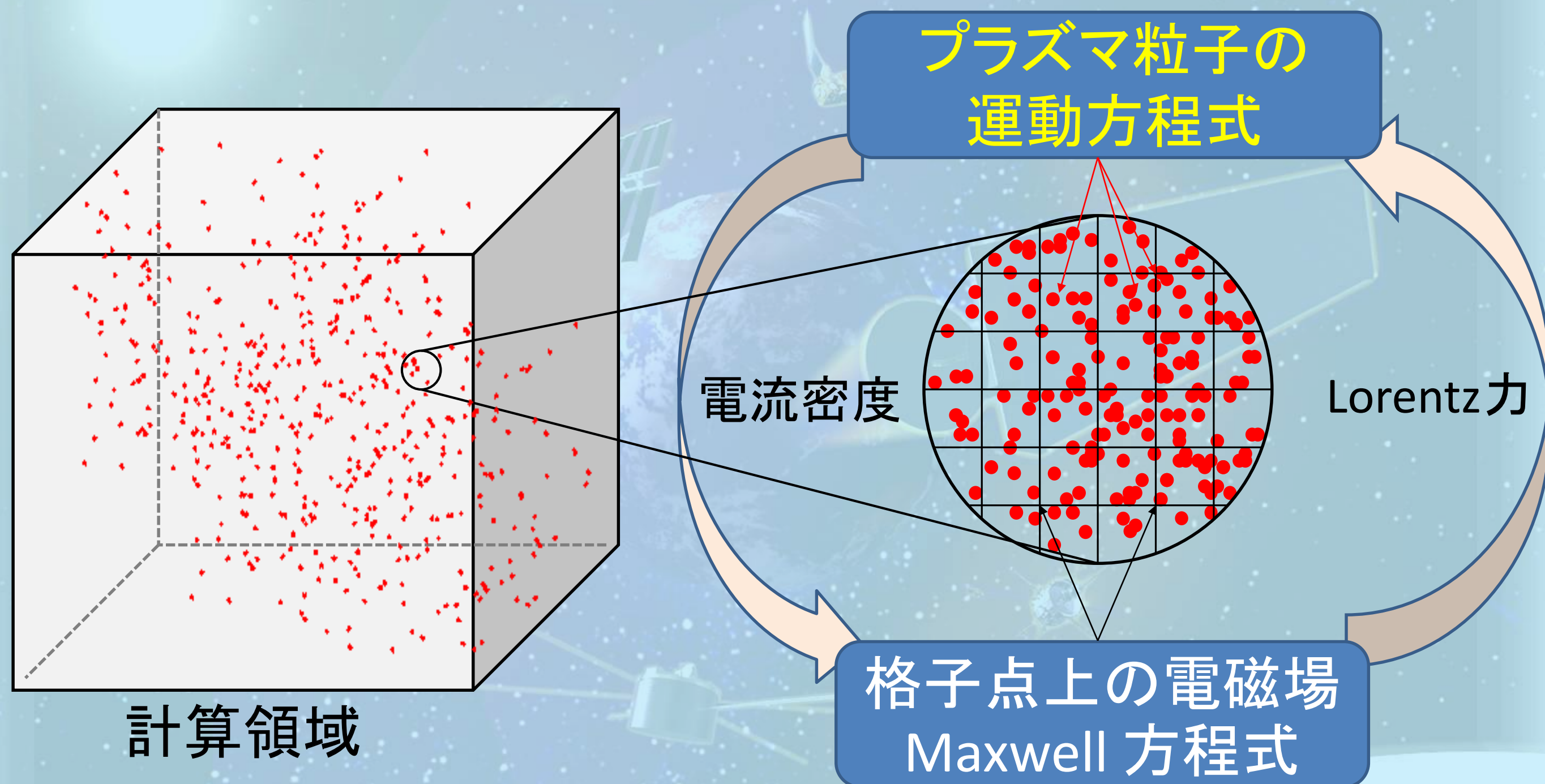
三宅洋平(課題代表者・神戸大学)、中島浩(京都大学)、加藤雄人(東北大学)、小路真史(名古屋大学)
 臼井英之(神戸大学)、大村善治(京都大学)、岩下武史(北海道大学)、深沢圭一郎(京都大学)
 木倉佳祐(神戸大学)

JHPCN

超並列宇宙プラズマ粒子シミュレーションの研究

宇宙プラズマ粒子シミュレーション

- ダイナミックに変動する宇宙プラズマ環境の真理解明
- 人類の宇宙利用に向けた衛星工学シミュレーション



“Particle-in-Cell 宇宙プラズマシミュレーション”

一辺1000 gridの3次元空間 + 10^{11} 個の荷電粒子

超並列(分散メモリ×メニーコア)環境への対応が不可欠

- ノード間並列** H26~24年度
均等領域分割+動的負荷分散OhHelp
最大 10^4 プロセスまでスケール
- ノード内並列** H25~26年度
 10^2 マルチスレッディングへ向けた検討
「粒子分割」vs「領域分割」
- SIMDベクトル処理** H27年度
プログラム構造の大幅な変更

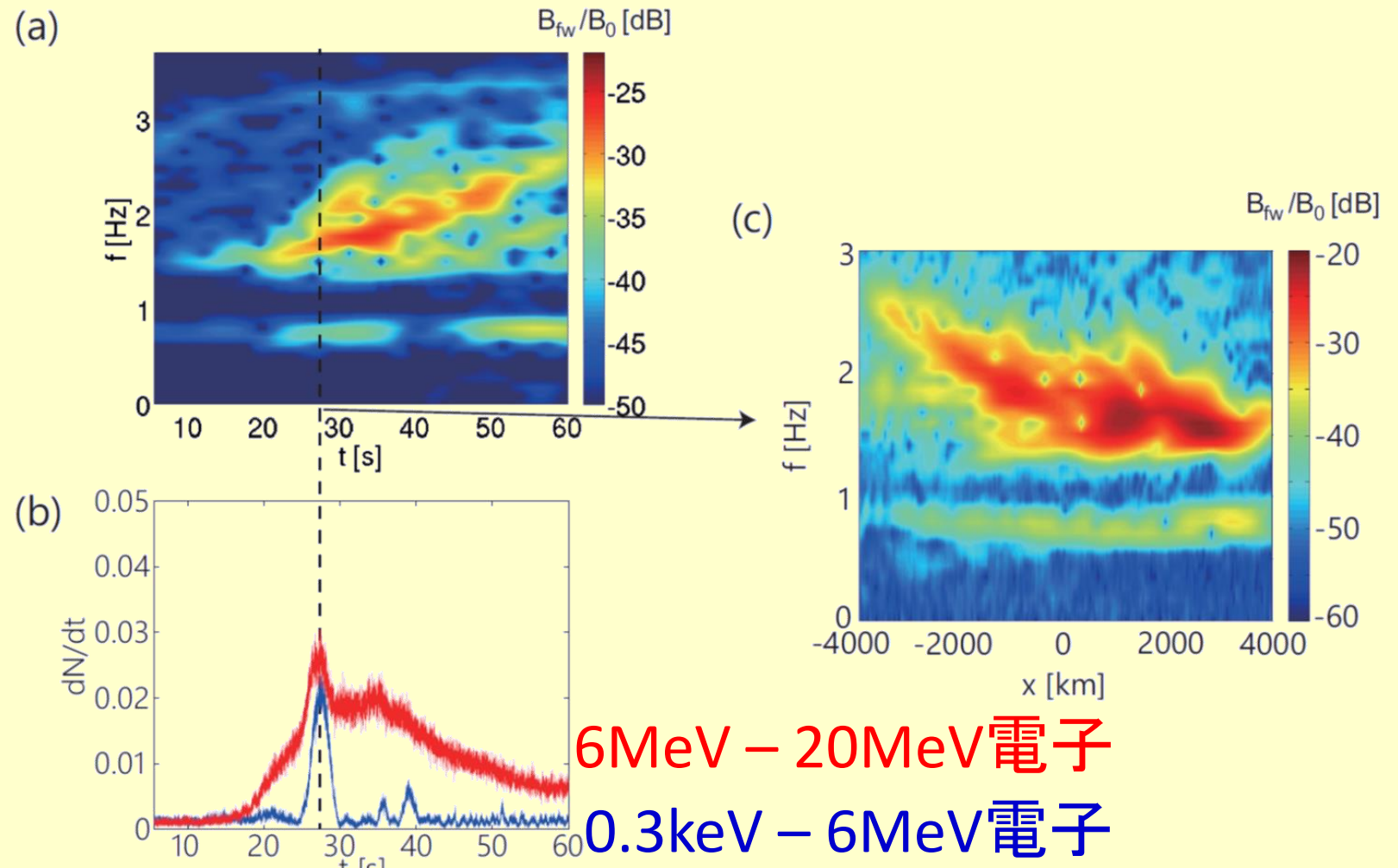
宇宙プラズマ理工学
の重要問題に適用、実用性を評価

イオン粒子・電子流体ハイブリッドシミュレーションによる非線形電磁イオンサイクロトロン波の研究

(小路真史、大村善治)

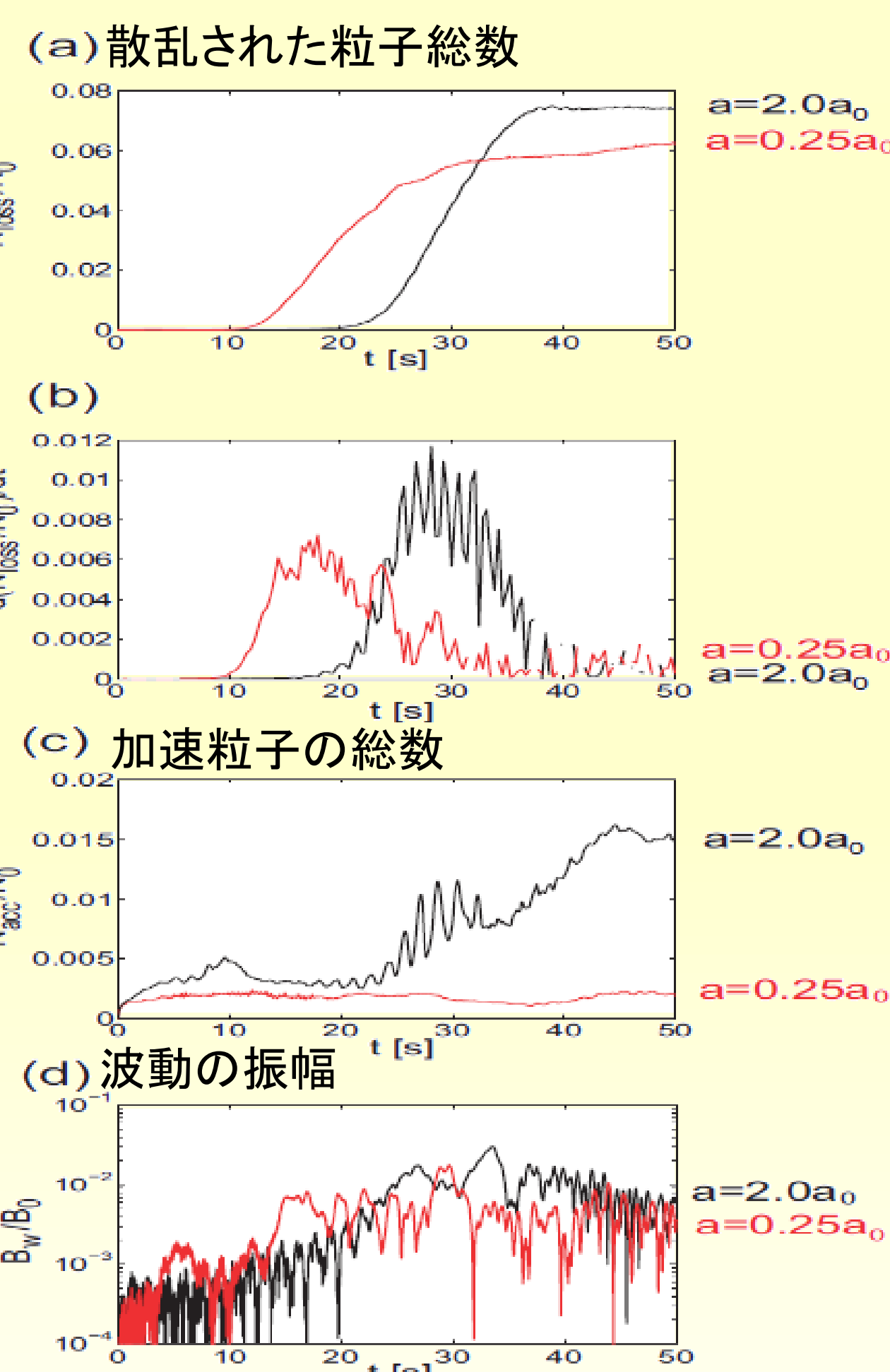
電磁イオンサイクロトロン(EMIC)トリガード放射による非線形相互作用をリアルスケールシミュレーションで解析する。

EMICスペクトル



周波数上昇を伴うEMIC波動のスペクトル特性による、高エネルギーイオンの加速・散乱の違いを明らかにした。また、非線形相互作用による幅広いエネルギー帯の相対論的電子の散乱過程を再現した。

非線形波動によるジオスペースプラズマ環境変動の定量的理解



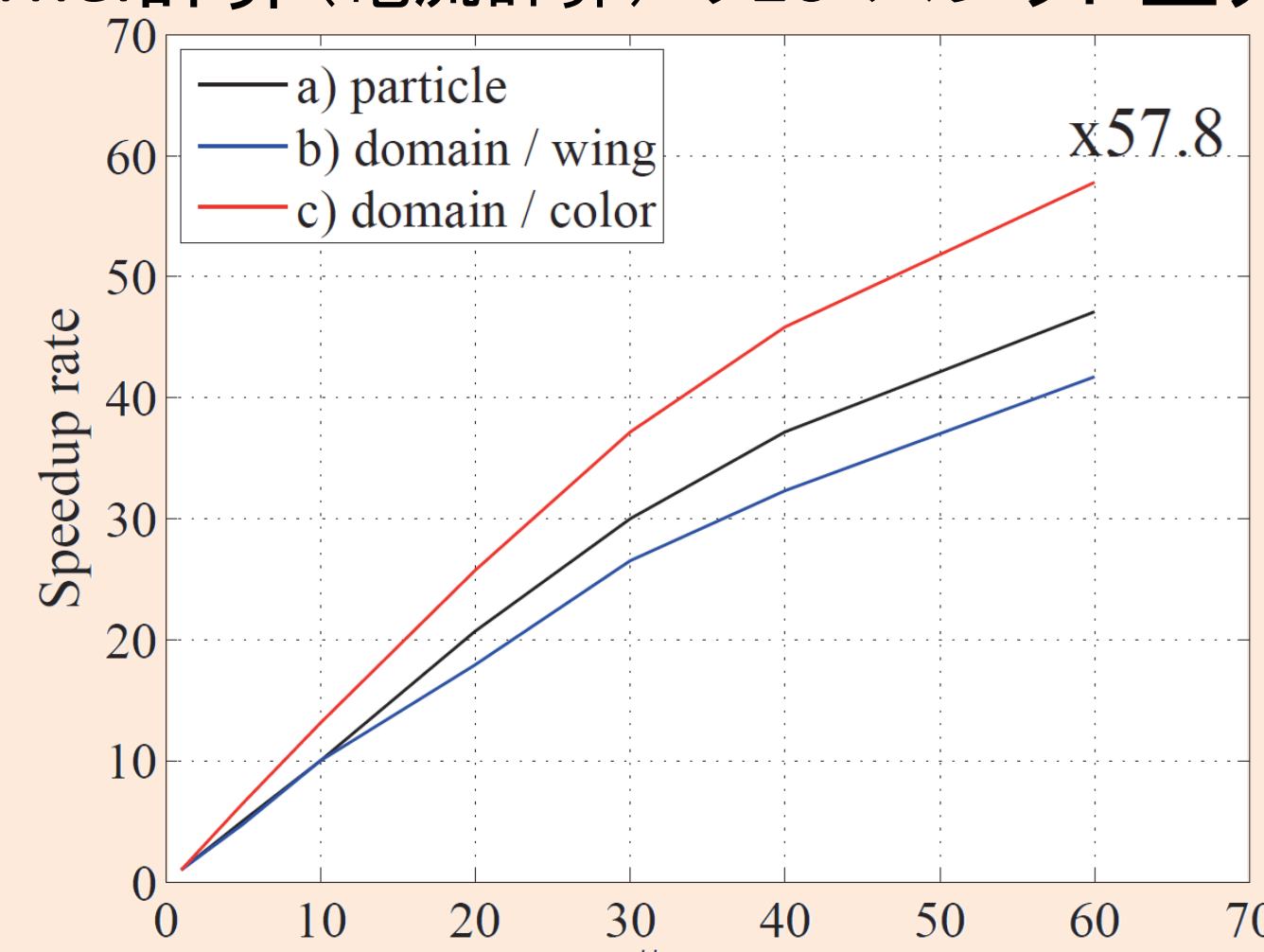
全粒子シミュレーションによる小型天体・宇宙プラズマ相互作用の大規模シミュレーション

(三宅洋平、中島浩)

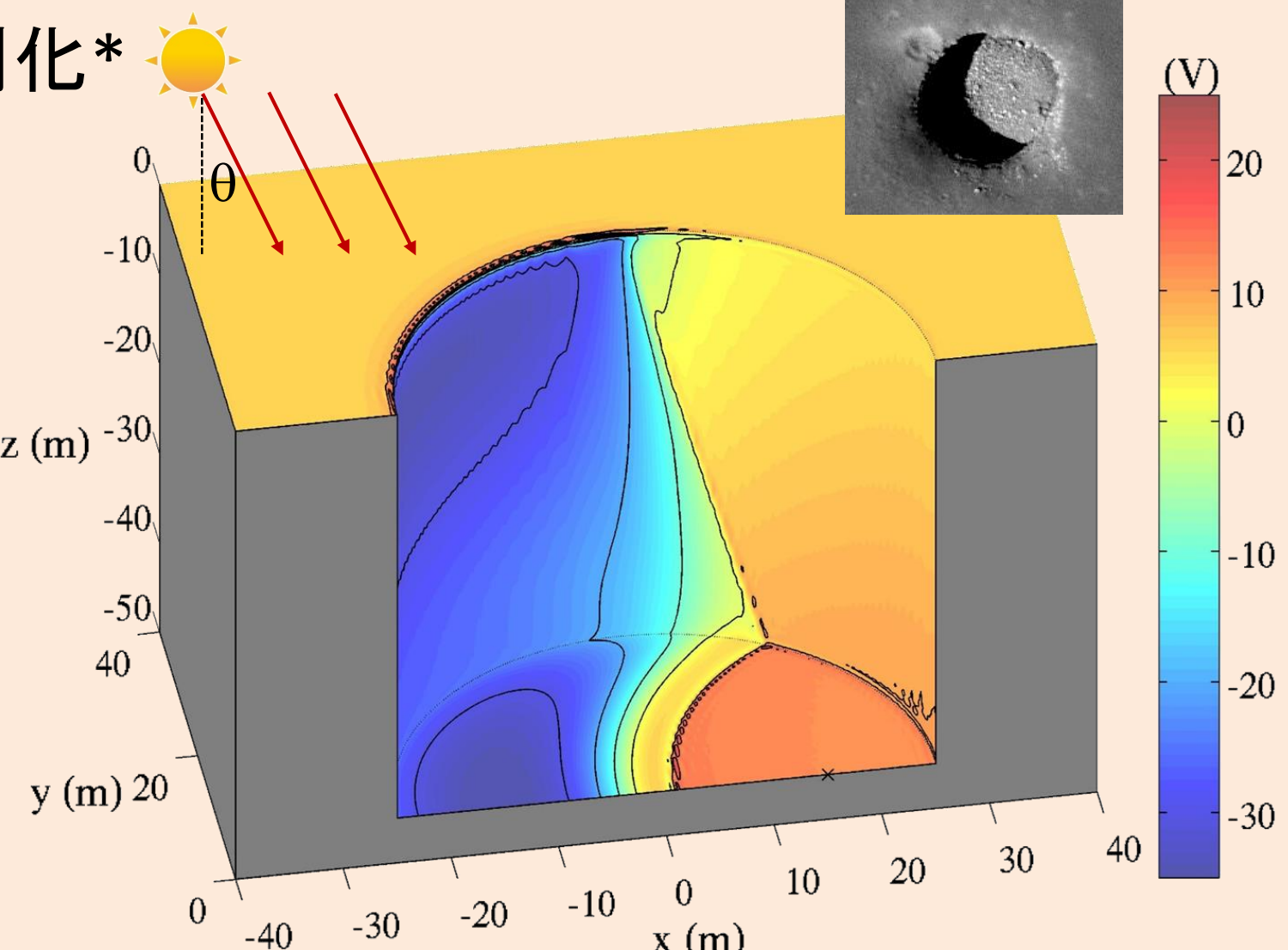
→専用シミュレータ(EMSES)の高度化および実問題への応用

- ✓OhHelpコードのHybrid並列実装
- ✓月縦孔プラズマ環境の研究

Kernel計算(電流計算)の 10^2 スレッド並列化*



*複数のマルチスレッディング実装法の比較



月縦孔表面の帯電特性
(3×10^{10} 粒子数, 4 TB)

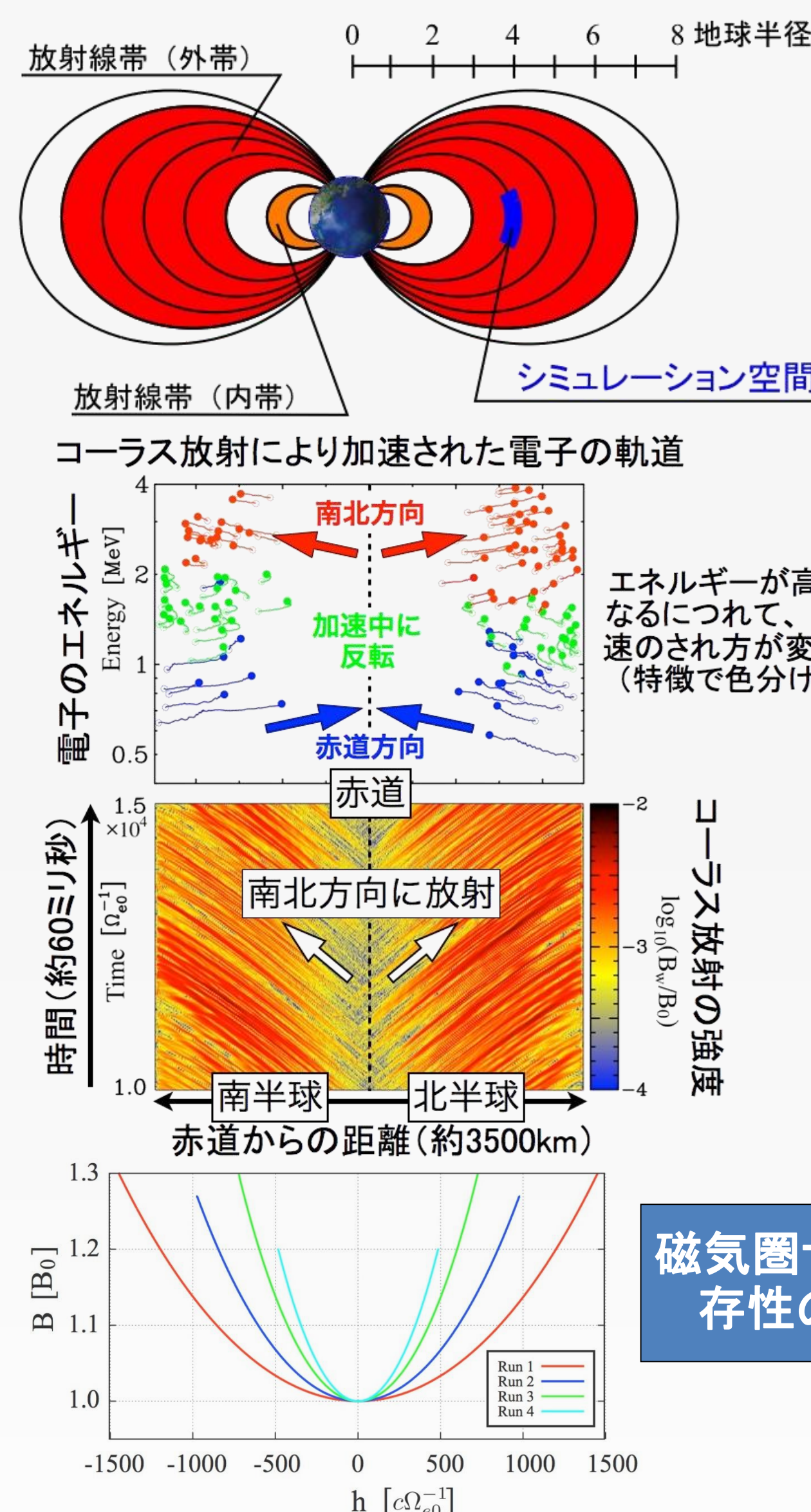
今年度の課題

- EMSESコードのメニーコア(MIC)アーキテクチャ向け高効率実装手法の探求(10^2 スレッド並列、SIMD活用)
- 小型天体-太陽風プラズマ相互作用の大規模シミュレーション解析
→月・火星表面付近のプラズマ環境帯電ダストダイナミクス
→最大で5 TByteの問題規模を想定

電子粒子・流体ハイブリッドシミュレーションによる放射線帯・相対論的高エネルギー電子加速過程の研究

(加藤雄人、大村善治)

地球磁気圏で自然発生するプラズマ波動・コーラス放射の励起過程ならびに相対論的電子の加速過程を再現



磁気圏サイズ依存性の評価

宇宙天気研究の最重要課題・放射線帯電子フラックス増加量と時間スケールの定量評価