

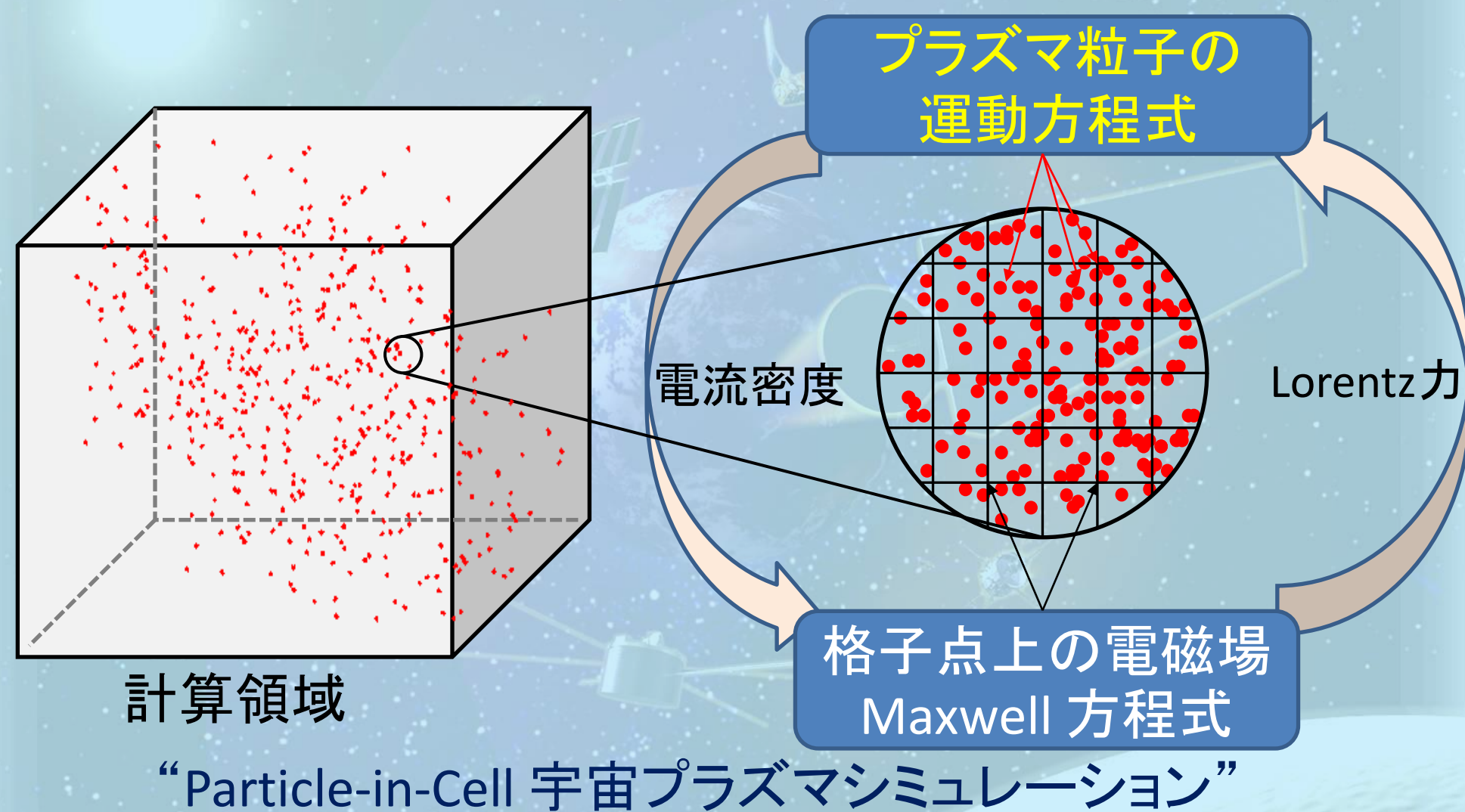
臼井英之(神戸大学・代表者)、中島浩(京都大学、副代表者)、
三宅洋平(神戸大学)、小路真史(宇宙航空研究開発機構)、加藤雄人(東北大学)、
大村善治(京都大学)、岩下武史(京都大学)、深沢圭一郎(九州大学)

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



一辺数100 gridの3次元空間 + 10^{10} 個の荷電粒子

超並列(分散メモリ型並列計算)環境への対応が不可欠

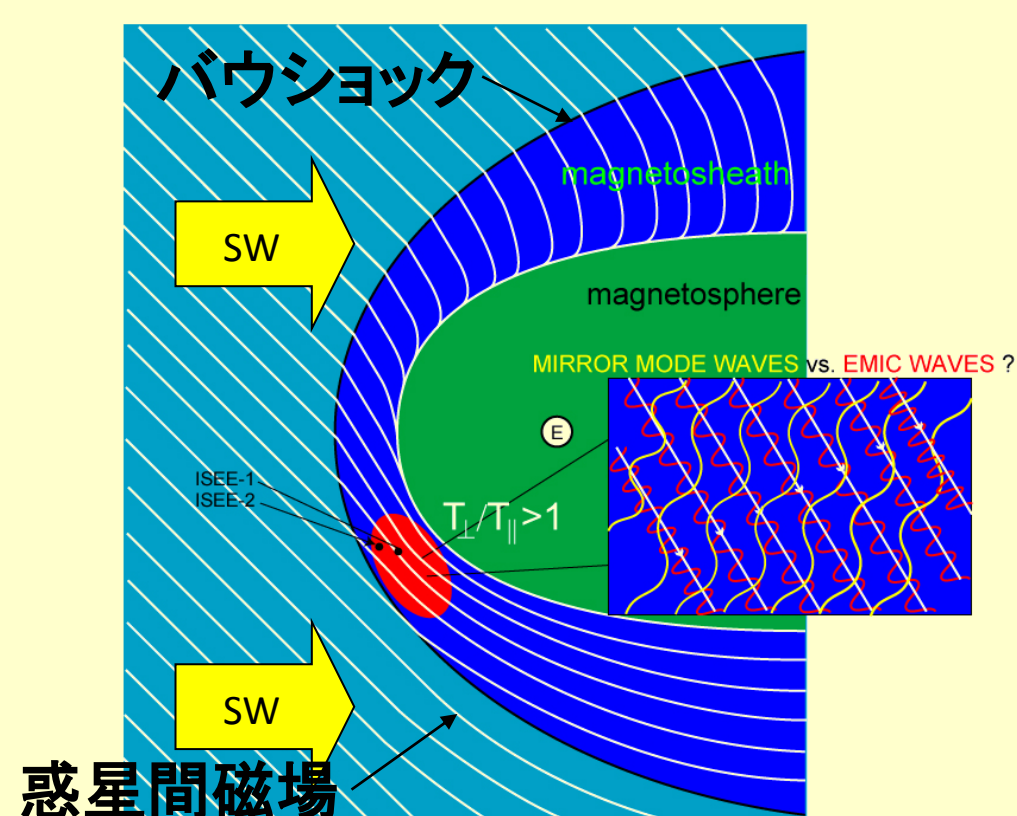
- 超並列化のための要件1. 粒子計算と格子(電磁場)計算、
双方の計算負荷を分散
超並列化のための要件2. 粒子の分布に依らず負荷を均衡化

新動的負荷分散アルゴリズムOhHelpを
代表的な粒子コードである全粒子・ハイブリッドコードに適用

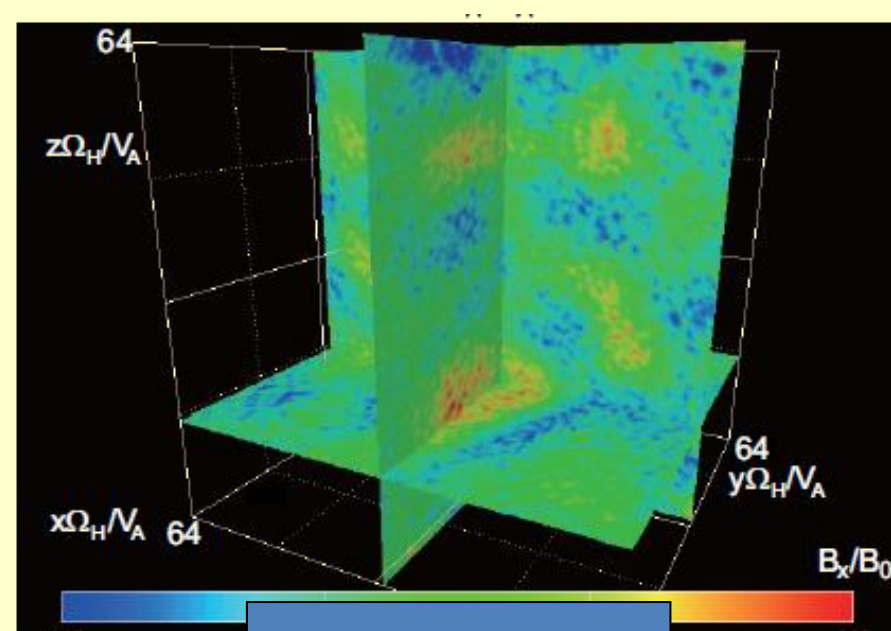
宇宙プラズマの理工学両方の問題に応用

粒子・流体ハイブリッドシミュレーションによる ミラー不安定性の非線形発展の研究 (小路真史、大村善治)

イオンスケールで起きる、大振幅の磁場構造(magnetic peaks, dips)の空間構造とミラー不安定性の関係を調べる



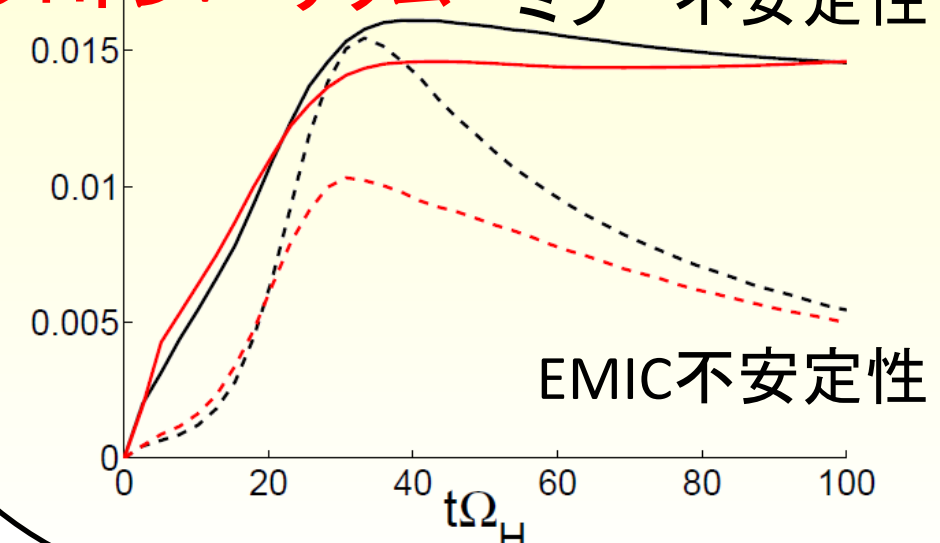
3次元一様モデルによる空間構造再現



グローバルモデルへの発展

複数のプラズマ波動モードの競合過程の定量解析

黒: プロトンのみ
赤: プロトン+ヘリウム



各方向512 grid, 粒子数86億個の大規模シミュレーション

OhHelpコードで
64ノード, 1.3TByte必要

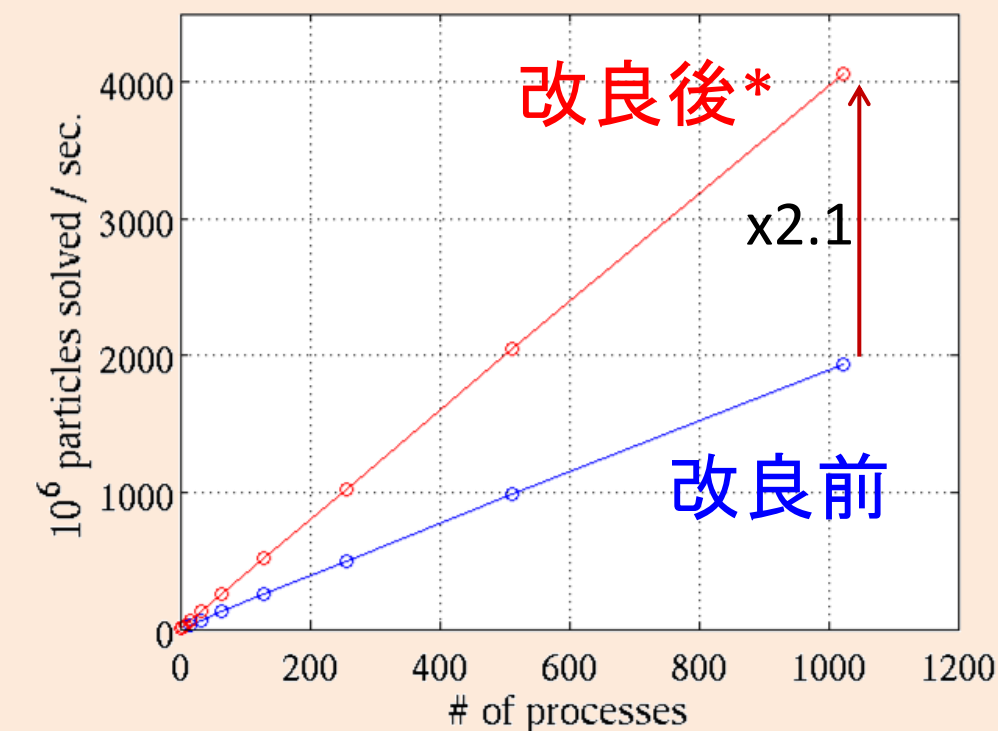
大規模磁場構造を介した
粒子の輸送過程の理解

全粒子シミュレーションによる衛星・宇宙プラズマ間 相互作用の大規模シミュレーション

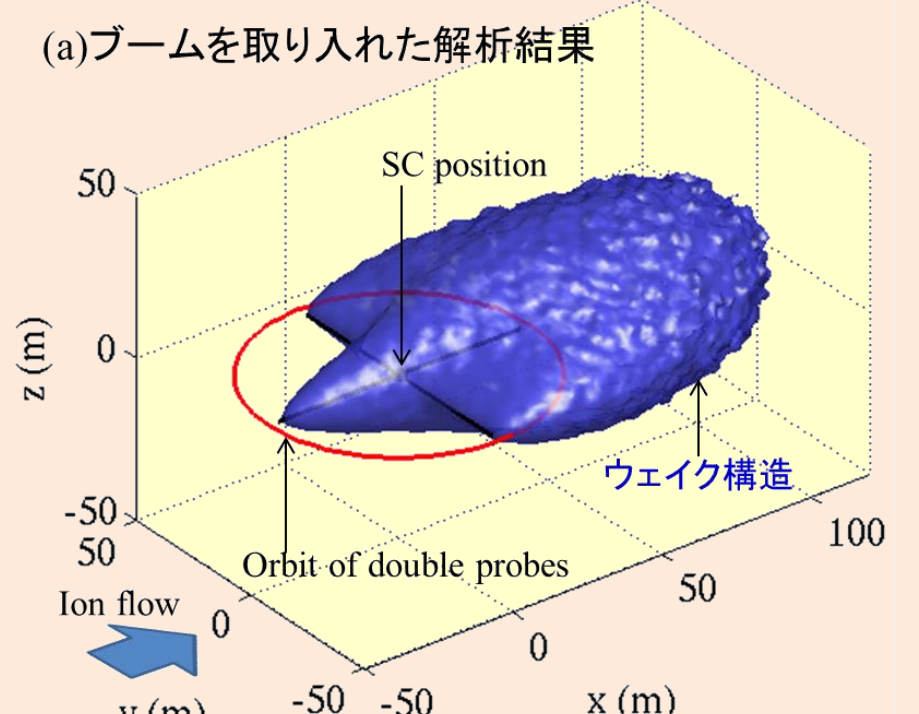
(三宅洋平、臼井英之、中島浩)

→専用シミュレータ(EMSES)のOhHelp化および実問題への応用

✓OhHelp化EMSESコードの高度化 ✓衛星周辺ウェイク構造の研究



*粒子ソートおよび粒子位相回数低減



問題サイズ600GByte

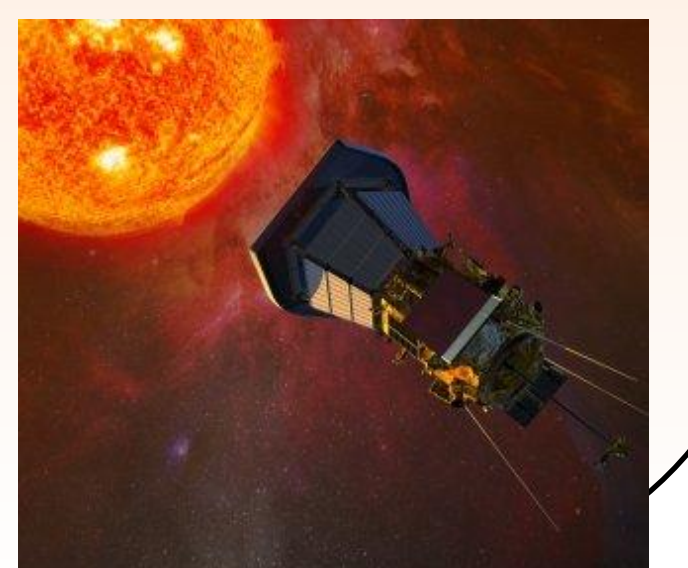
今年度の課題

• EMSESコードの高並列実行時実効効率(現在は約10%)の向上

• 衛星プラズマ環境擾乱の大規模シミュレーション解析

- プラズマウェイクによる衛星電場観測への影響の定量評価
- 太陽コロナなど極限宇宙環境下での衛星周辺プラズマ擾乱

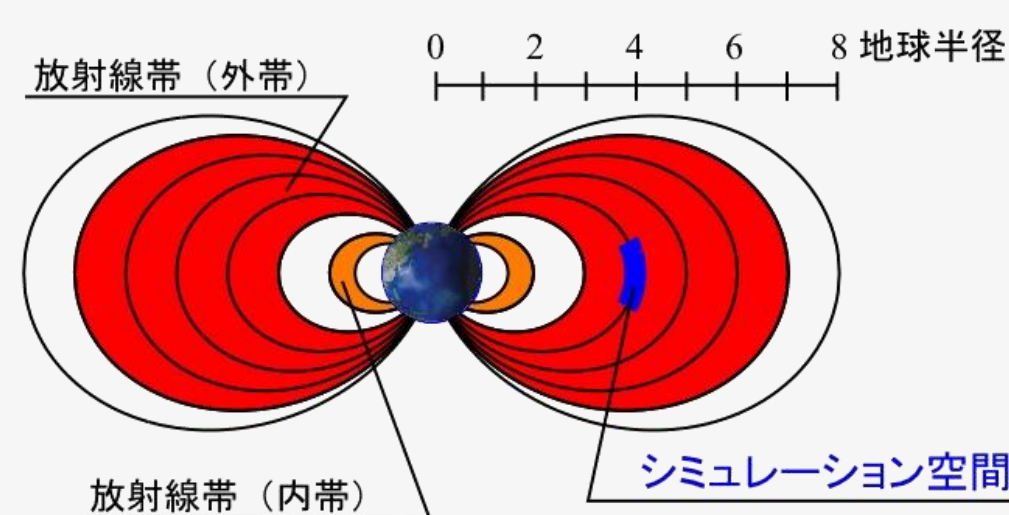
→最大で5TByteの問題規模を想定



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

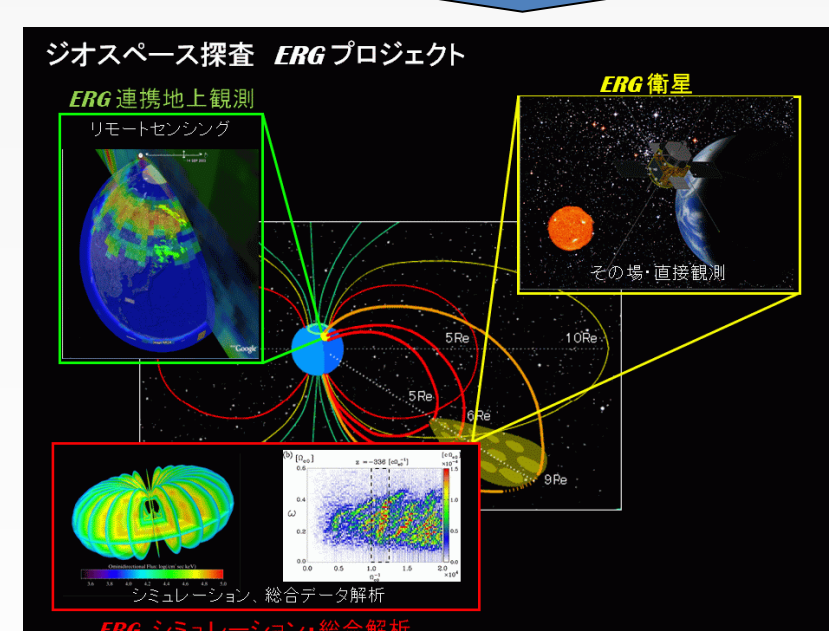
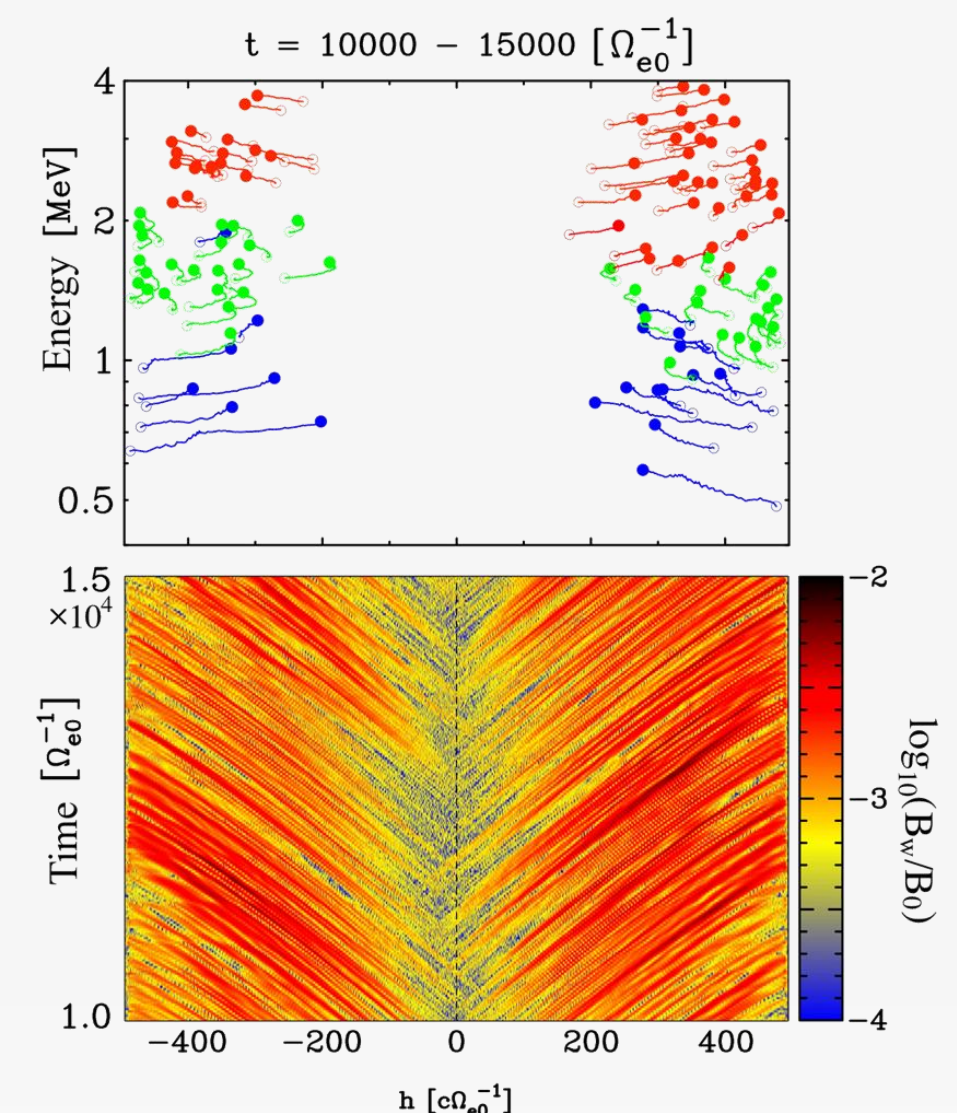
(加藤雄人、大村善治)

地球磁気圏赤道域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する



磁力線に沿った非一様磁場モデルによりコーラス放射の発生と電子加速過程の再現に成功

実環境モデルへの発展



科学衛星ミッションと連携、観測結果に基づく計算で直接比較を可能に

粒子数10億個のPIC・流体混成シミュレーション

OhHelpコードの開発
1TByteを想定

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