



平成16年度地球シミュレータ利用報告

計算機科学分野

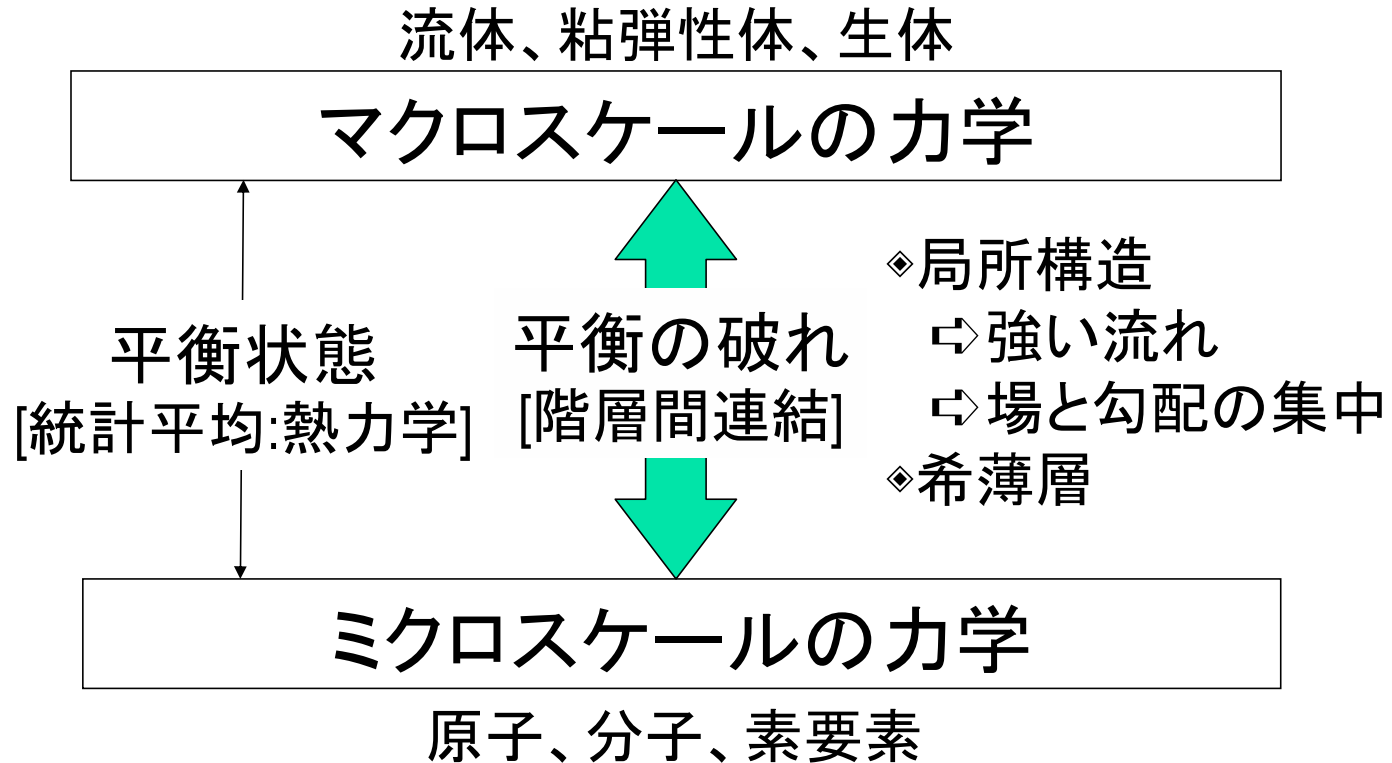
連結階層シミュレーション アルゴリズムの開発

地球シミュレータセンター
連結階層シミュレーション研究開発プログラム
草野完也

プロジェクト・メンバー

- 地球シミュレータセンター
 - 渡邊國彦(責任者)
 - 草野完也、杉山 徹
 - 陰山 聡、亀山真典
 - 高橋桂子
- 固体地球統合フロンティア研究システム
 - 金田義之、阪口秀、堀高峰、馬場敏孝
- 東京大学大学院
 - 伊藤伸康、湯川論

階層構造と非平衡ダイナミクス



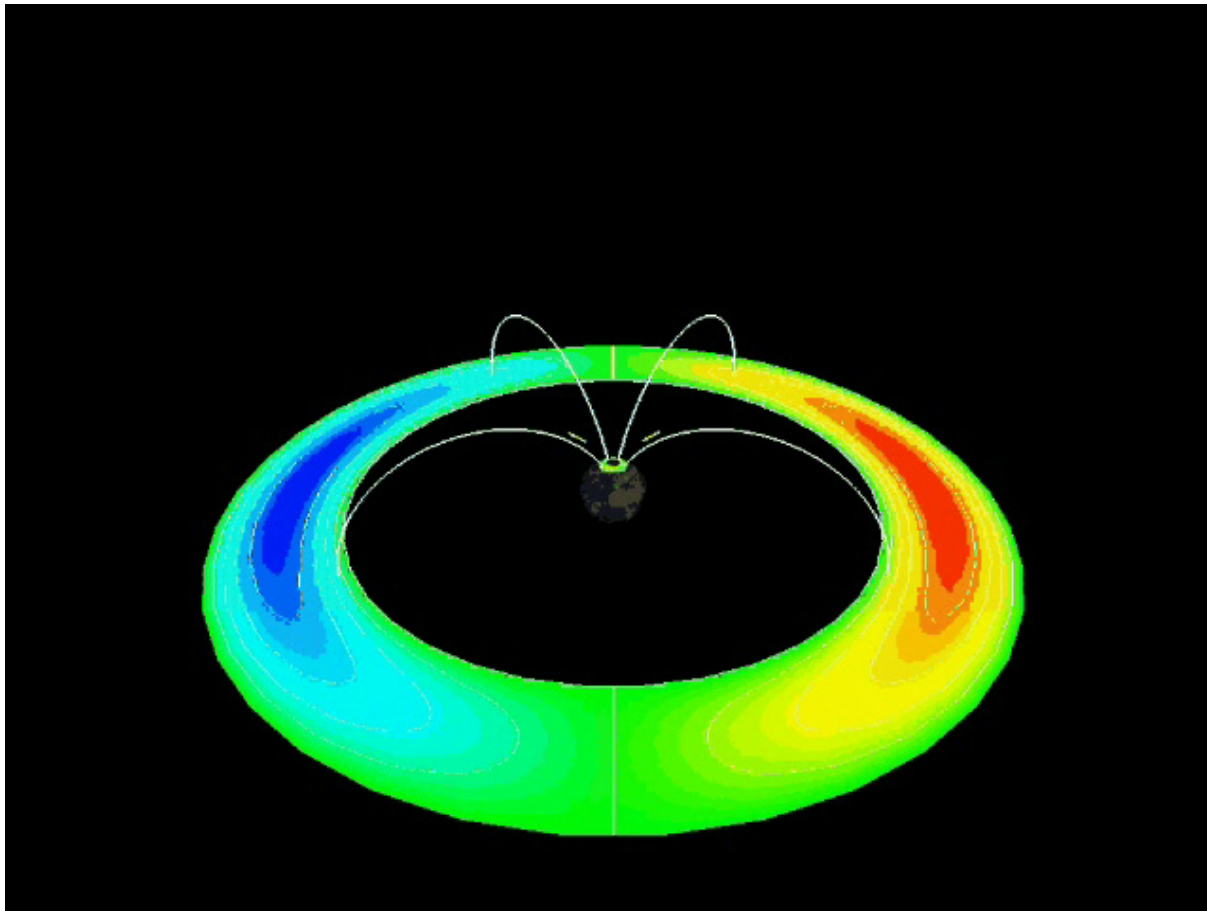
地球シミュレータ 40TF, 10TB ~ $10^{11} \sim 10^{12}$ 自由度

アボガドロ数 $\ll N_A \sim 6 \times 10^{23} / \text{mol}$

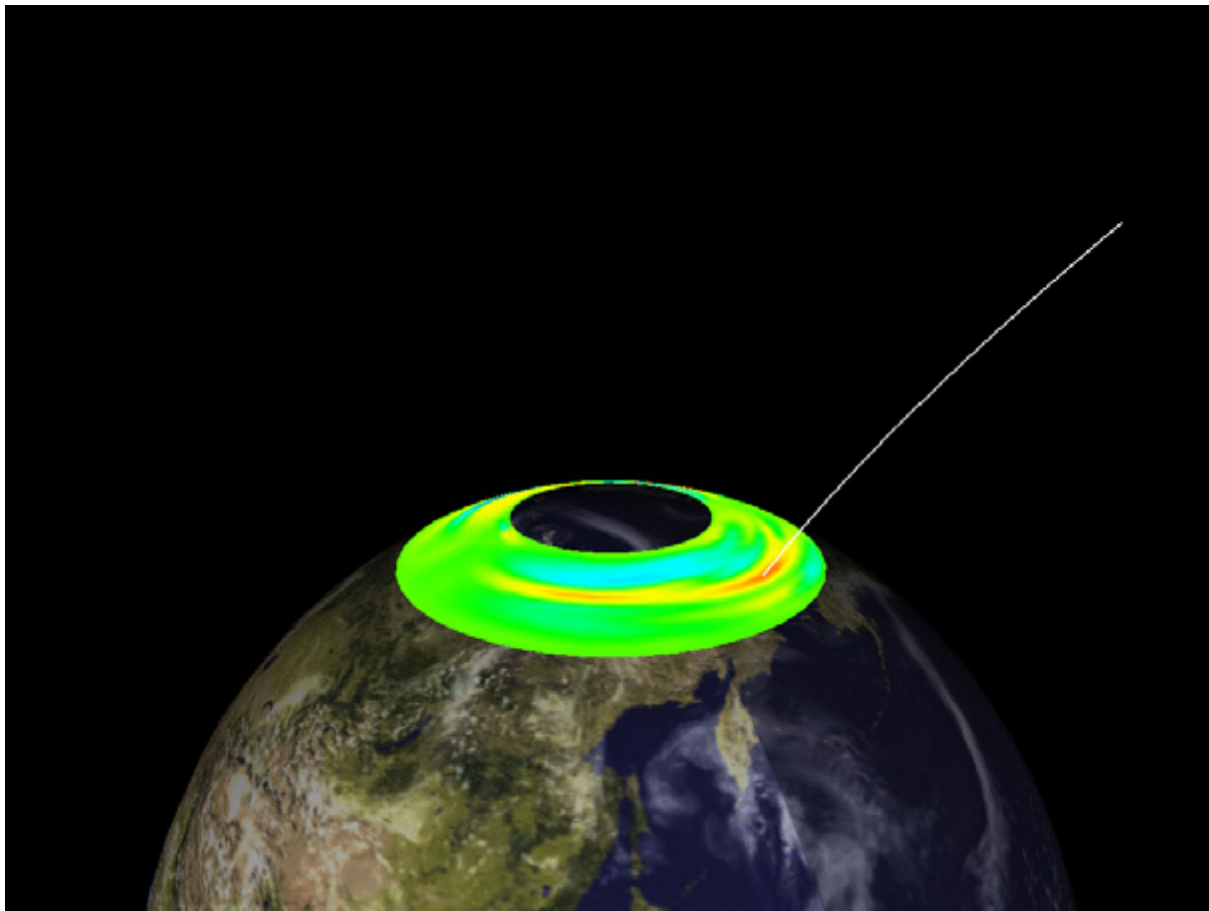
研究目的

- マクロプロセスとマイクロプロセスの連結によって、従来人為的に取り扱われてきた非平衡ダイナミクスを、より正確かつ合理的に取り扱うことができる連結階層シミュレーションアルゴリズムを開発する。
- 連結階層アルゴリズムの適用可能性を様々な現象に関して検証する。
 - 宇宙プラズマ現象
(オーロラアーク形成、太陽フレア爆発)
 - マルチスケール気象現象(集中豪雨、台風発生)
 - 固体破壊現象、固体地球階層間結合

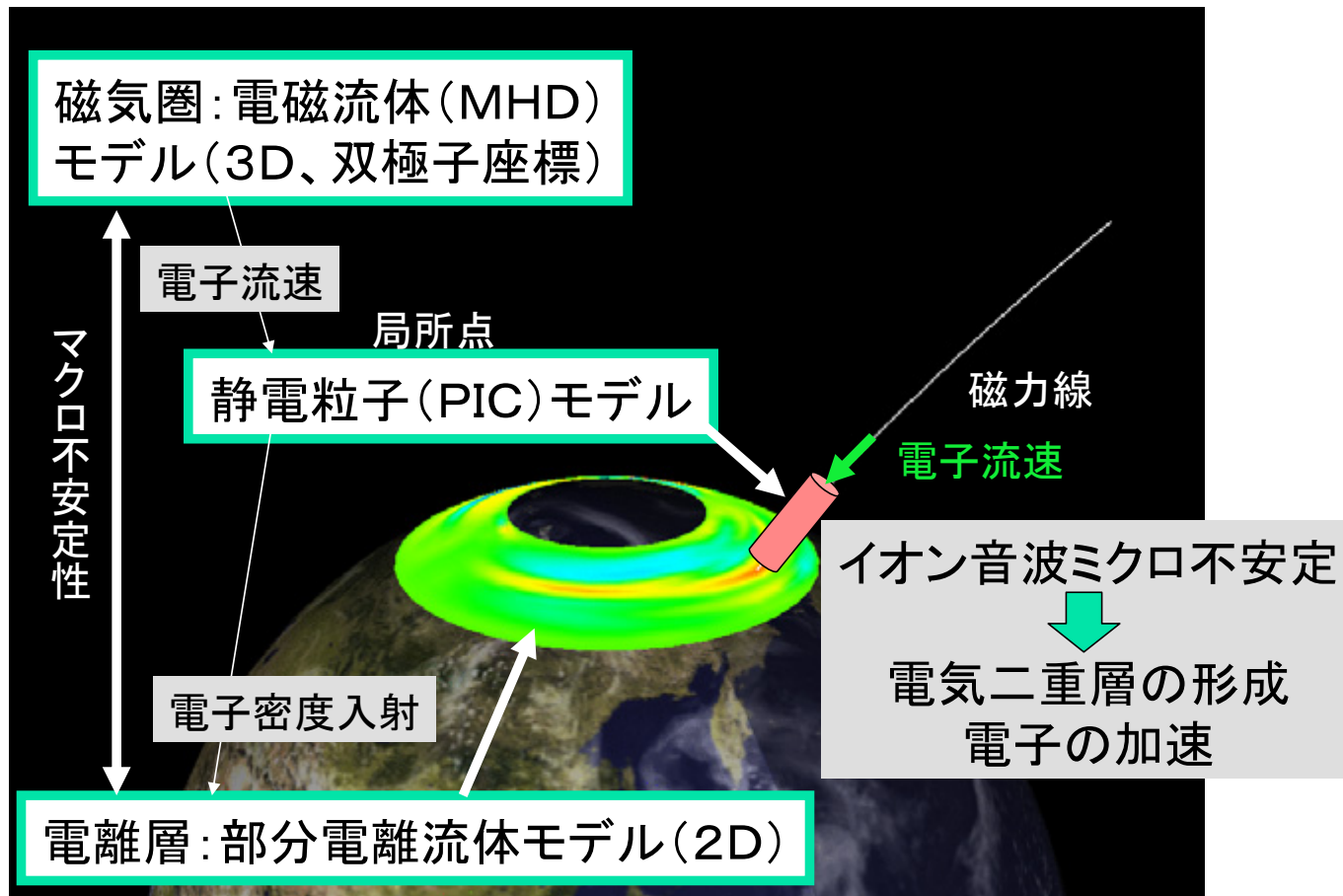
1. オーロラアークの連結階層モデル



1. オーロラアークの連結階層モデル

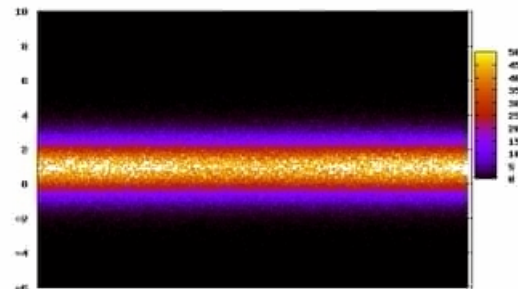
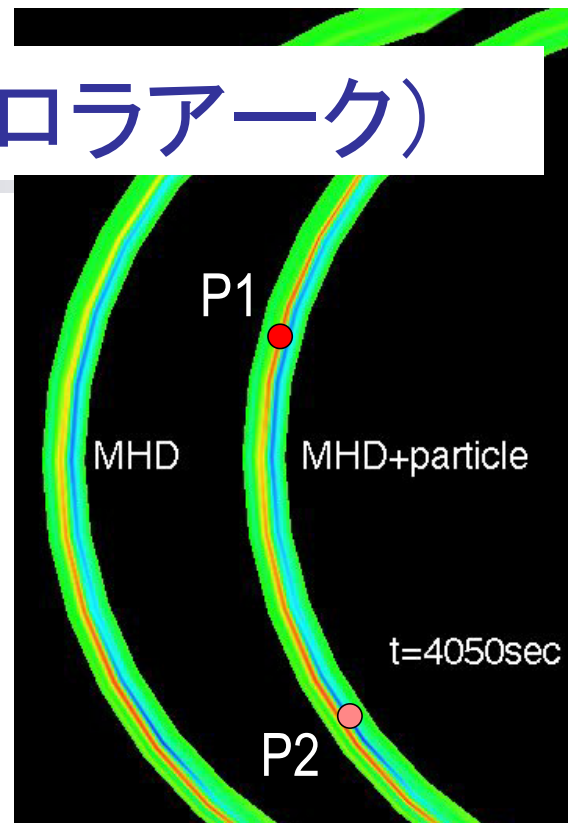
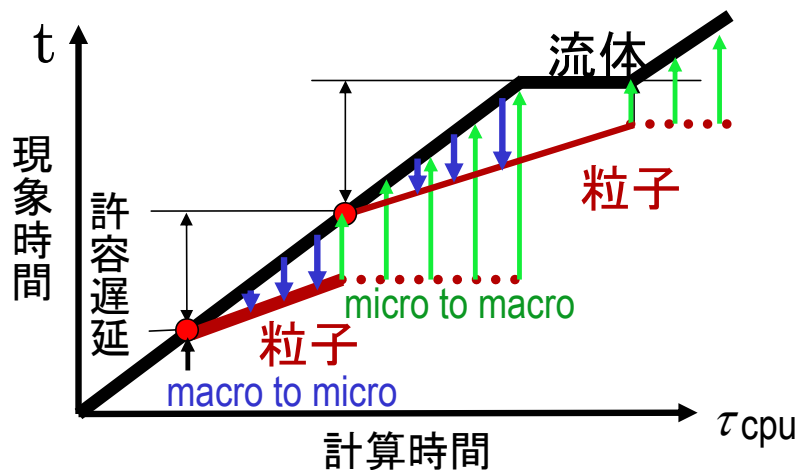
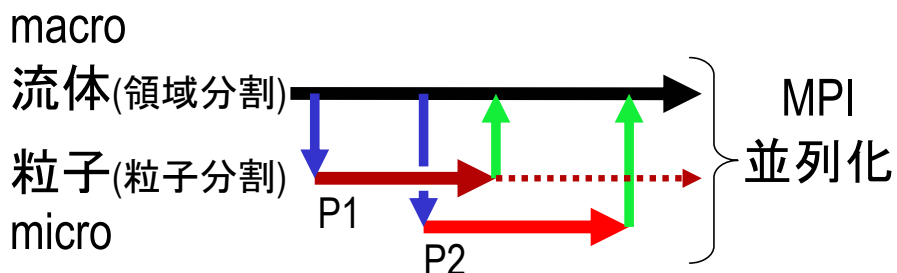


1. オーロラアークの連結階層モデル



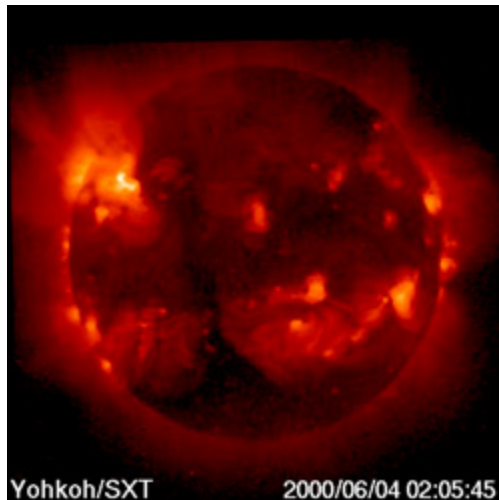
アルゴリズム(オーロラアーク)

- 局所構造の抽出
- プロセス同期性の保障

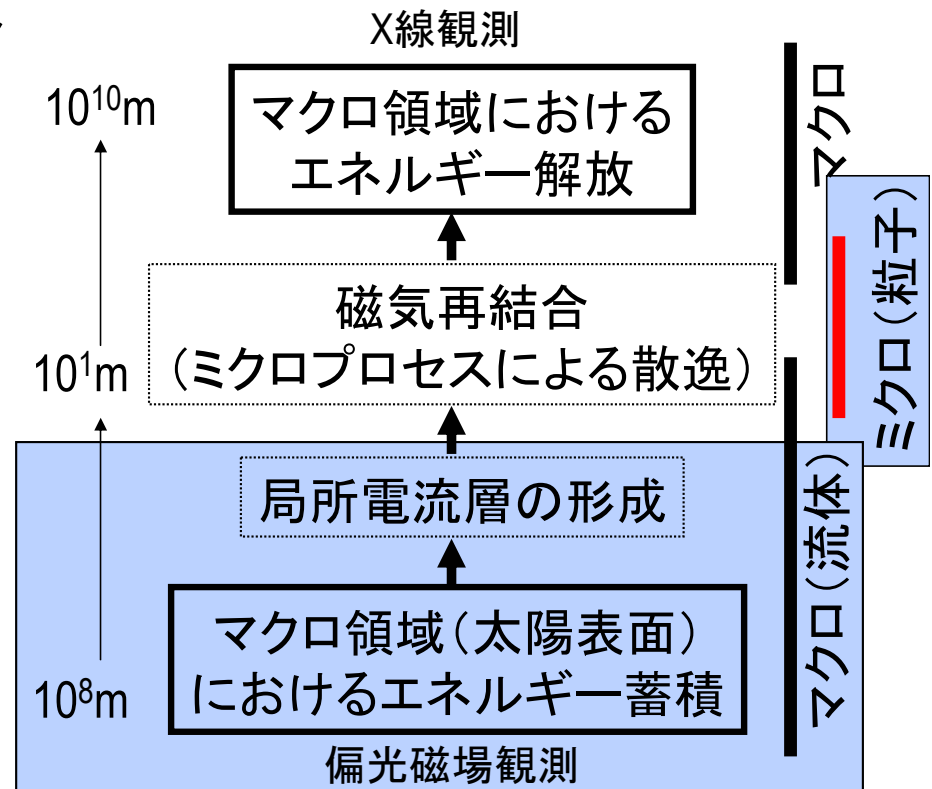


2. 太陽フレア爆発の連結階層モデル

- 太陽フレア爆発：磁気エネルギーの局所的爆発的解放



「ようこう」衛星が軟X線で観測した太陽フレアの発生過程



太陽フレア発現機構の解明

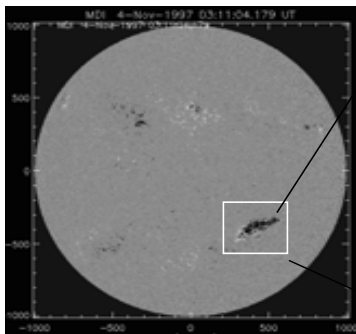
■ 磁気シア反転→相互駆動型磁気再結合



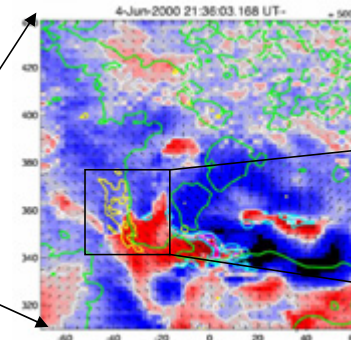
フレア望遠鏡
(国立天文台)

フレア領域に特徴的な磁場構造(観測)

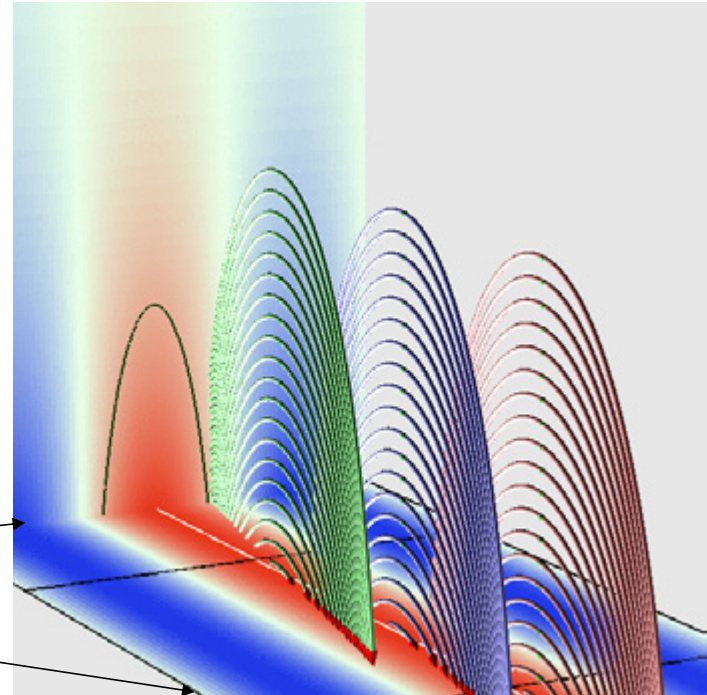
マルチスケールモデルによるフレア爆発の再現



マグネトグラム

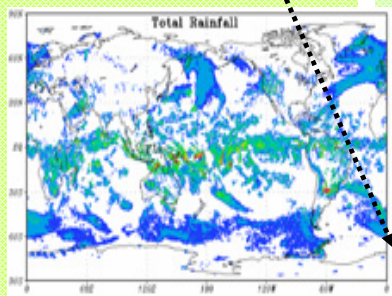
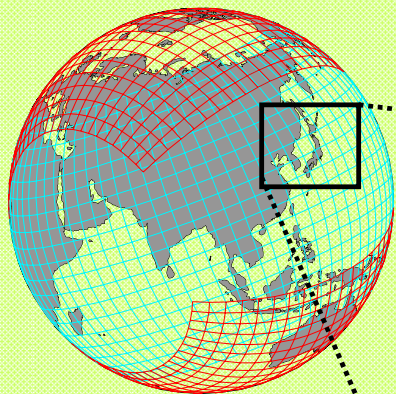


磁気シアの分布

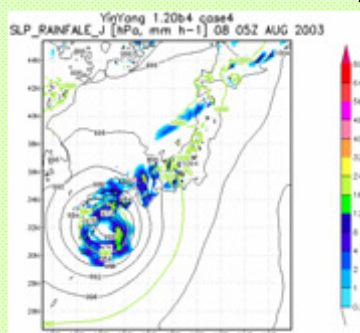
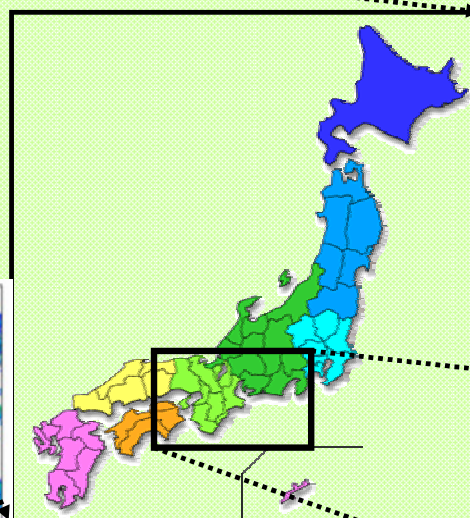


磁気シア反転過程のマルチスケール連結シミュレーション

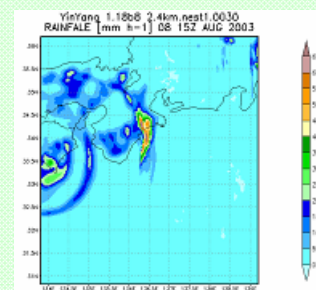
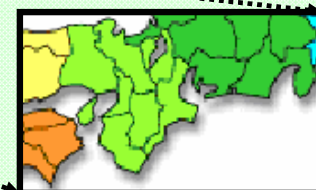
マルチスケール気象シミュレーション (非静力大気海洋モデル:高橋桂子)



全球スケール



領域スケール



局所的スケール¹

項目別成果と達成度[A-C]

- A+ 1. オーロラアーク形成過程シミュレーション
 - 階層連結プロトタイプモデルの完成
 - → 原子過程の導入、観測との比較
- A 2. フレア発現過程のシミュレーション
 - 観測に適合したマルチスケールモデルの開発とフレア爆発の再現
 - ミクロモデルの基礎研究
 - → マクロ-ミクロ連結モデルの開発
- A 3. 局所気象現象のマルチスケールシミュレーション
 - → 集中豪雨の予測への適用
- B 4. 固体の粒子系シミュレーション
 - → 固体破壊問題、固体地球階層連結モデルの試み