

マルチスケール 宇宙プラズマ連成 シミュレーションの研究

課題代表：三宅洋平*（神戸大学）

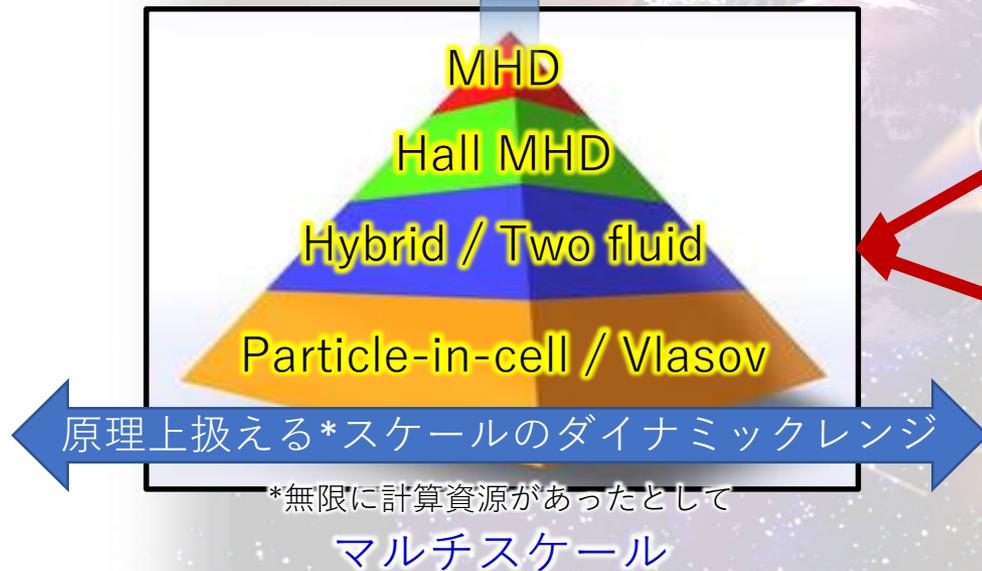
*y-miyake@eagle.kobe-u.ac.jp

共同研究拠点：九州大学、京都大学、北海道大学

研究の背景

- 宇宙プラズマの持つ時空間スケール階層性
- 惑星固有磁場・大気・固体表面との複合相互作用プロセス

➤ 宇宙プラズマ 近似度



➤ 中性気体プロセス

マルチフィジックス

➤ 固体表面プロセス

個別に開発されてきた複数のシミュレーションコード／プログラムを柔軟かつ省コストに連結し、連携動作させる方法論を探求

連成計算に向けたロードマップ

1. 連成の土台となる物理モデル構築

- ターゲットとなる複合現象の決定
- スケール間で交換されるべき物理パラメータの抽出
- 連結時の物理量変換・粗視化（および微視化？）

2. コード結合フレームワークの開発実装

- 連成計算のために必要なコード変更の手間を最小化するAPI群の整備

3. 要素コードの最適化・高並列化

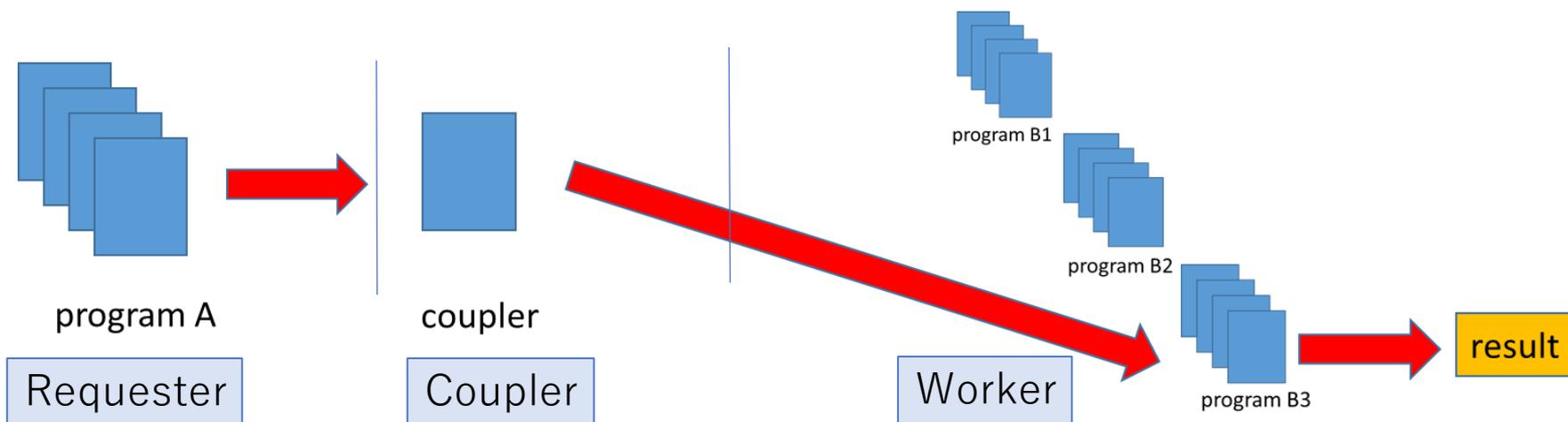
- 大規模並列環境への最適化

コード間結合フレームワーク CoToCoA

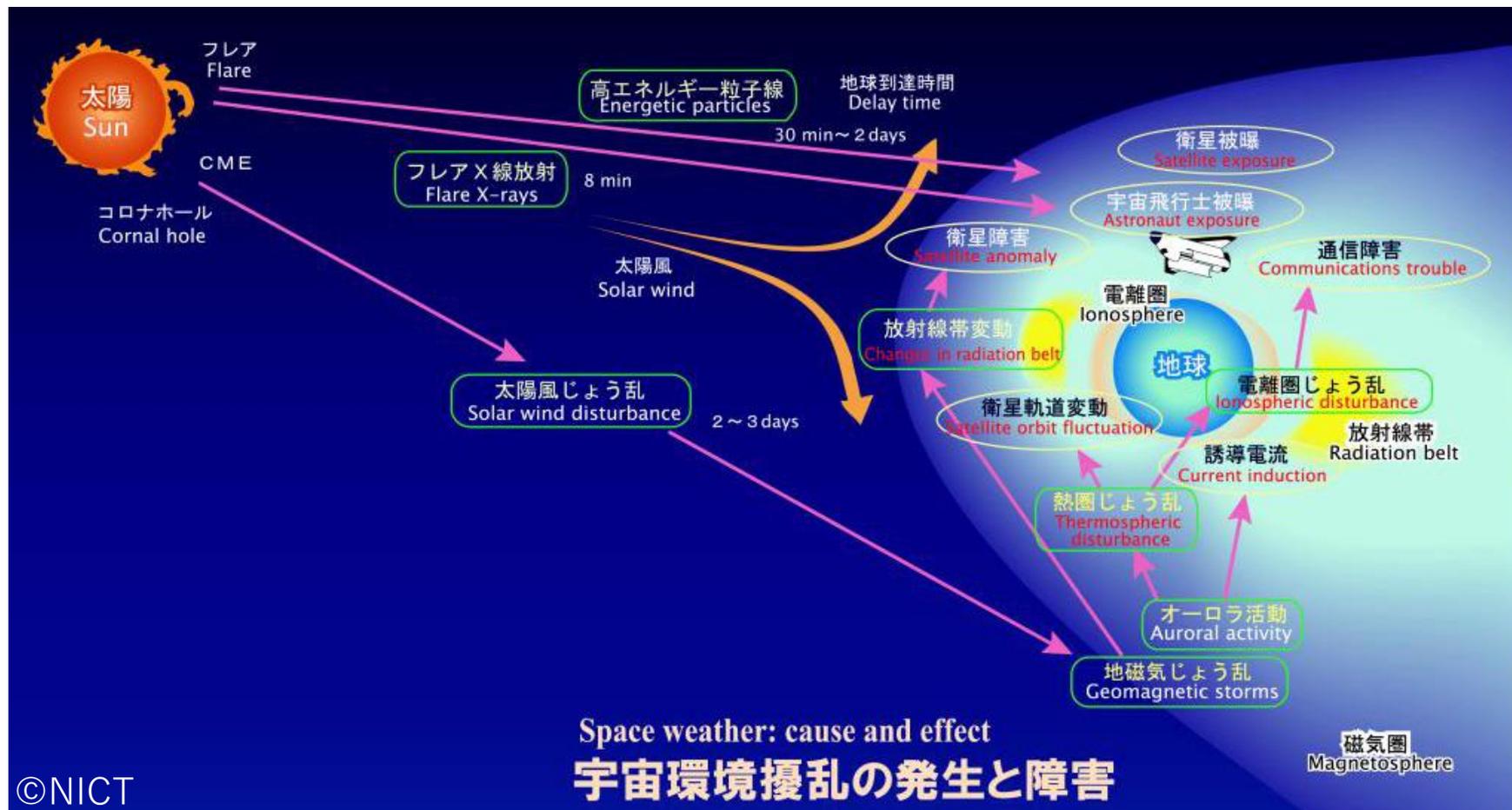
available at, <https://github.com/tnanri/cotocoa>

連成計算のための3種類のプログラム向けインタフェース

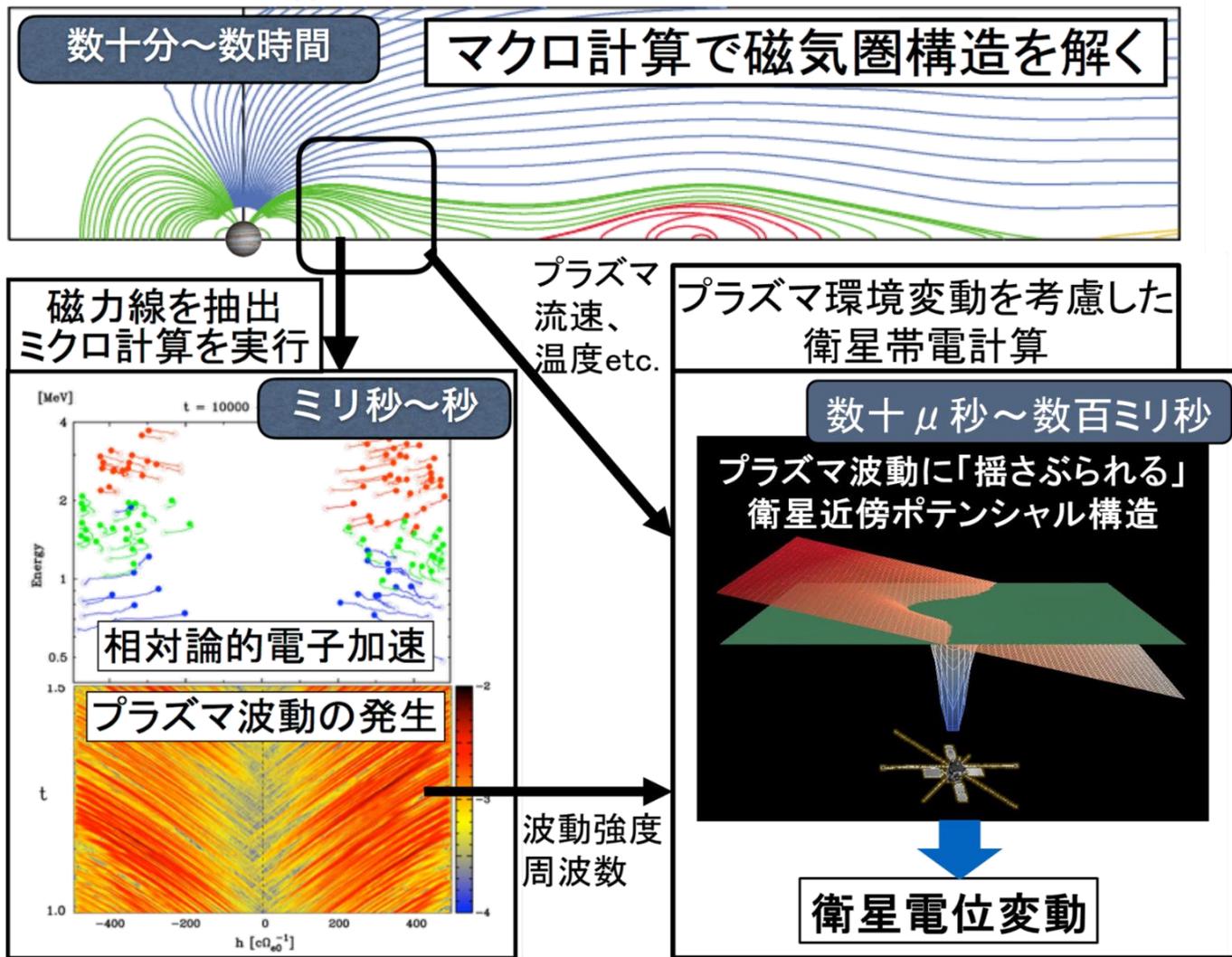
- Requester : Couplerに計算依頼 (request) を送信
- Coupler : Requesterからの requestに応じてプログラムを選択
空いているWorker担当プロセス群にrequestを転送
- Worker : Couplerからの requestに応じてプログラムを実行



「太陽・惑星間空間・地球・社会 インフラ」を包含する複合システム

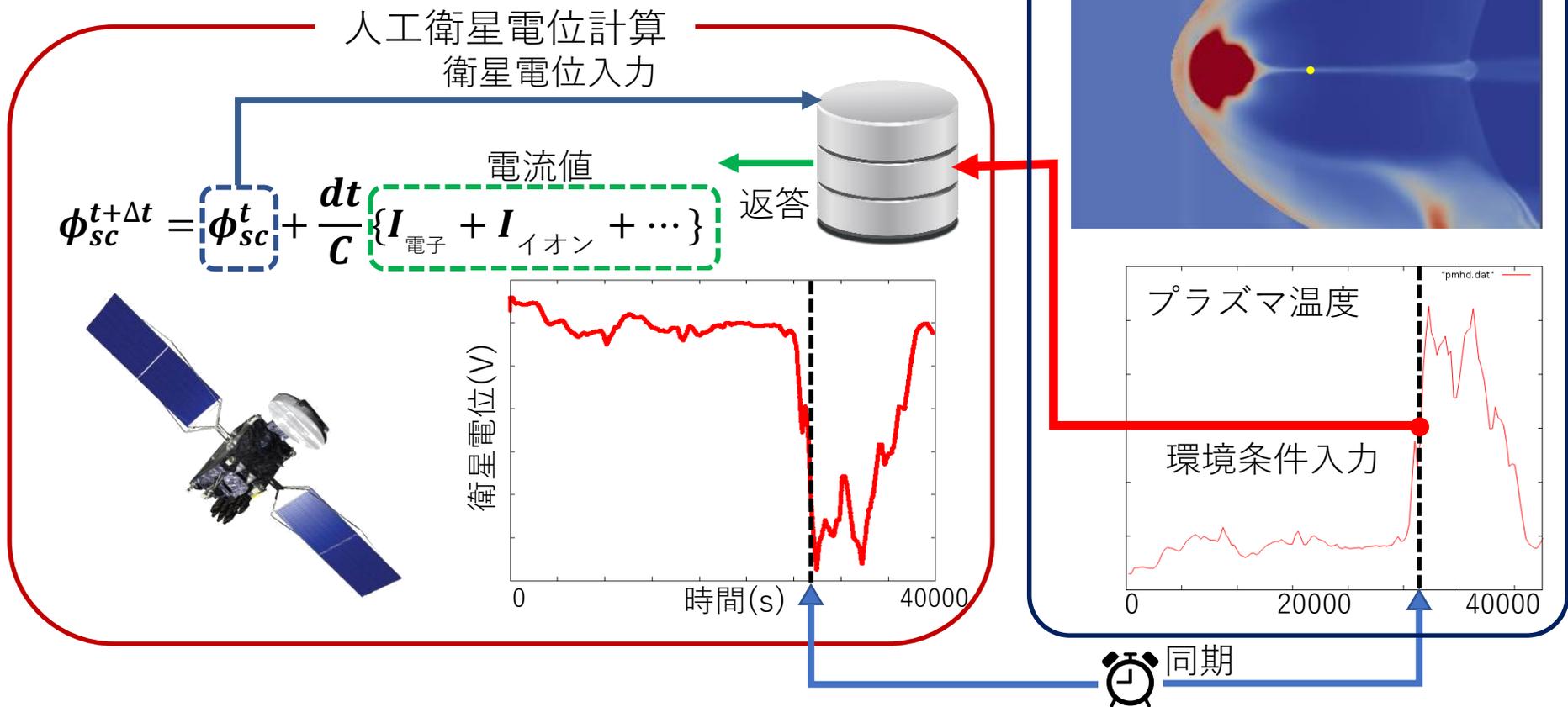


磁気圏 - 波動粒子相互作用 - 人工衛星 のスケール間結合



磁気圏－衛星帯電連成計算モデル

1. 太陽活動に依存し、時々刻々と変化する地球磁気圏
⇒ 約1日間の変動（時間刻み幅は～min）
2. 周辺プラズマ条件に依存する衛星帯電
⇒ 数100μs～数10minの帯電緩和時間



2021年度研究計画

1. コード間結合フレームワークCoToCoA

- 連成計算時のオーバーヘッド時間計測ルーチンの開発

2. 結合コード間の計算資源配分の最適化

- Worker計算をRequesterの計算時間内に隠ぺいすることを基本とする
- Requester – Worker通信の間隔を両コード側でそろえることにより、待ち時間を最小化

3. 地球磁気圏 – 衛星帯電連成計算

- ファイルを介したMHD – 粒子モデル連携による物理モデル検証は完了
- CoToCoAを用いた連成計算の実装と有効性検証