

12-MD02

## 次世代ジオスペースシミュレーション拠点の構築

荻野 瀧樹 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

**概要** 太陽から地球に至るジオスペース環境において生起する様々なプラズマ・大気非線形現象を、東京大学の FX10、名古屋大学の FX1 と HX600 及び、九州大学の CX400 を用いた大規模シミュレーションにより解明することを目的とする。超高解像度の磁気圏グローバル MHD シミュレーションにより従来の解像度では再現できなかった境界層渦を様々な条件下で再現すると共に、大規模粒子シミュレーションにより KH 不安定性の渦構造や無衝突衝撃波の波面構造に対して電子スケールの不安定性が寄与していることとその特性を明らかにした。また、高速ネットワークを用いた Gfarm 広域分散ファイルシステムの整備を行い、大規模シミュレーションの 3 次元画像処理に適用すると共に磁気圏の内部構造を直視する新しい 3 次元画像解析法を開発した。

### 1. 研究の目的と意義

太陽から地球に至るジオスペース環境の変動を理解することは、人類の活動が宇宙へと拡大しつつある今日、極めて重要な課題である。本研究の大きな目的は、ジオスペースで生起するプラズマの非線形現象を解明し、宇宙環境変動の因果関係を理解すると共に、数値宇宙天気予報に適用することである。人類の活動に影響を与えるジオスペースの変動現象としては、突発的な磁気嵐やオーロラの爆発現象、放射線高エネルギー粒子生成、高エネルギー粒子線による人工衛星の誤作動などが挙げられる。これらの現象は、電磁気圏プラズマのグローバルな対流循環、メソスケールでの物質の突発的な異常輸送（例えば境界層で生起する渦乱流や磁場構造再形成）及び、電子・イオンが粒子として振舞うミクロスケール現象（粒子加速や加熱）が複雑に結びついており、マルチスケール結合過程である。これらの広範囲な時空間の非線形現象を解明するためには、図 1 に示すようにグローバル現象を扱う MHD/流体モデル、ミクロ現象を扱う運動論（粒子/ブラソフ）モデル及び、両者の中間（メソ）スケール現象を扱う流体+運動論のハイブリッドモデルそれぞれを独自に発展させるとともに、それらを連携統合した大規模マルチスケールシミュレーションに進化させることが必要である。

本研究は、ジオスペース研究分野の大規模シミュレーション研究者と計算機科学と情報関係研究者が連携して、これらのコードを最新のスーパーコンピュータの能力を最大限に活用できるように並列化・最適化するとともに、大規模シミュレーション環境の構築と利活用を意図した共同研究拠点を形成することを目的とする。特に、千個以上の CPU を用いた超並列計算において、どのアーキテクチャにおいても 10% 以上（できれば 20% 以上）の実効効率を達成した「次世代の」ジオスペースシミュレーション手法の構築を目標とする。そして、大規模シミュレーションからスペースプラズマの未解決の研究課題（異常輸送、粒子加速・加熱、領域間結合、スケール間結合など）の解明に繋げようとするものである。

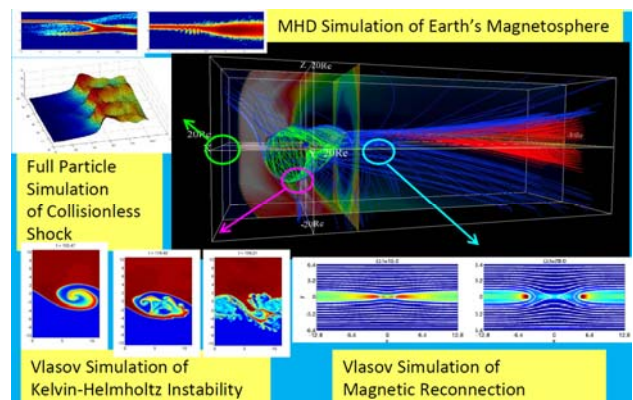


Fig.1 グローバル現象を扱う MHD/流体モデルとミクロ現象を扱う運動論（粒子/ブラソフ）モデルを用いた地球磁気圏のシミュレーション。

シミュレーション研究者と計算機科学と情報関係研究者が連携して、これらのコードを最新のスーパーコンピュータの能力を最大限に活用できるように並列化・最適化するとともに、大規模シミュレーション環境の構築と利活用を意図した共同研究拠点を形成することを目的とする。特に、千個以上の CPU を用いた超並列計算において、どのアーキテクチャにおいても 10% 以上（できれば 20% 以上）の実効効率を達成した「次世代の」ジオスペースシミュレーション手法の構築を目標とする。そして、大規模シミュレーションからスペースプラズマの未解決の研究課題（異常輸送、粒子加速・加熱、領域間結合、スケール間結合など）の解明に繋げようとするものである。

名古屋大学太陽地球環境研究所は、太陽から地

球に至るジオスペース環境の変動を研究する全国共同利用・共同研究拠点であり、ジオスペース環境変動の地上観測及びスーパーコンピュータによるジオスペース大気・プラズマ変動の計算機シミュレーションを、国内外の共同利用研究者とともに推進している。当研究所を中心機関として、国際協同研究プロジェクトである「第二期 宇宙天気・宇宙気候研究(通称:CAWSES-II)」(2009-2013)が実施されている。本研究の1つの意義は、宇宙天気・宇宙気候変動の物理を解明し、数値予測の基礎的技術を確立することにある。また、2014年打ち上げ予定の次世代太陽観測衛星 Solar-C、2015年打ち上げ予定の内部磁気圏観測小型衛星 ERG 及び、2020年以降打ち上げ予定の次世代磁気圏観測衛星 SCOPE において、本研究は中心的な役割を果たす。そのために、次世代スーパーコンピュータを含む超並列計算機において、MHD/流体・運動論(粒子/プラズマ)・ハイブリッドという全く異なる方程式系及び数値解法を持つシミュレーションコードで高い実効効率を達成するための超並列計算技術の確立及び、時空間スケールの異なる方程式系を結合させるマルチスケールシミュレーション技術の確立という2つの目標がある。

また、大規模シミュレーションデータを効率よく解析するためには、高速ネットワークと大容量広域分散ファイルシステム(Gfarm)の利用が必要不可欠なので、情報基盤センターと協力して引き続き Gfarm システムの整備と利活用を促進する。

## 2. 当拠点公募型共同研究として実施した意義

### (1) 共同研究を実施した大学名と研究体制

- 九州大学：超並列化(深沢)
- 名古屋大学：Gfarm システム構築(石井、永井)
- 東京大学：3次元可視化のサポート(中島)

### (2) 共同研究分野

- 超大規模数値計算系応用分野
- 超大容量ネットワーク技術分野
- 超大規模情報システム関連研究分野

### (3) 当公募型共同研究ならではの事項など

- 近年のスーパーコンピュータは、スカラー型 CPU

によるクラスター型超並列計算機が主流となっており、これまでのベクトル型 CPU による並列計算機のように高い実効性能を達成することが容易ではなく、また並列数が格段に上がったために高い並列効率を達成することが容易ではないという2つの問題が生じている。CPU アーキテクチャによりチューニングの手法が異なるため、これまで地球シミュレータなどのベクトル型 CPU において高い実効効率を誇っていたコードが、スカラー型 CPU においては実効性能が低い例は少なくない。また並列化に関しては、あらゆるシステムにおいて並列化のスケラビリティが保障されるコードの開発が必須となっている。様々な CPU (x86, SPARC, POWER) 環境において千コアを大きく超える並列度におけるベンチマークテストを行い、共通のチューニング手法・共通の並列化手法を組織的に見出すことが、様々なスーパーコンピュータシステムを利用できる学際大規模共同研究の大きな意義であり有利な点であると言える。

更に、大規模シミュレーションの効率的な遂行には先端的な IT 基盤の利用が今後益々重要になるので、それらの IT 基盤構築を推進している情報科学の研究者と共同研究を遂行するためには本学際大規模共同研究の役割が極めて重要である。

## 3. 研究成果の詳細と当初計画の達成状況

### (1) 研究成果の詳細について

①大規模磁気流体力学(MHD)シミュレーション  
本プロジェクトで利用している九州大学の計算機システム(CX400)に対して、先ず MHD コードの性能評価及びチューニングを行った。このシステムでは Intel Xeon E5 (Sandy Brdige8 コア 2.7GHz) を 144 個(1152 コア)が利用できた。性能評価では2次元、3次元領域分割を利用した MPI 並列と更にキャッシュチューニングとして配列の順序を入れ替えた計3つのコードを利用した。

更に東京大学の計算機システムが FX10 (4800 ノード、76800 コア)に更新されたのでその全ノード利用のテストを実施した。名古屋大学のスパコン FX1 と HX600 も含めて図 2 に評価結果をま

とめて示す。CX400 は今までの x86 系 CPU と同様にキャッシュヒットチューニングを加えないものの性能が良かった。これは AVX によるベクトル効果のためであるが、最内ループ長が長い 2 次元領域分割よりも、通信量が最も少ない 3 次元領域分割の方が明らかに良い性能という典型的なスカラ型+ベクトル型と言える結果になった。実際の数値としては最大で 1152 コア利用時に 3.6TFlops(実行効率 16%) を達成できた。実行効率は前システム (RX200S6) と比べて、半分以下に下がる結果になった。これは AVX により実行命令数が倍になったため理論ピーク性能はあがったが、AVX を最大限利用できていないため、効率が上がっていないと考えられる。

東京大学の新計算機システム FX10 は、最大スケールの 4800 ノード、76800 コアまでスケーラビリティが直線的に伸びているのが分かる。用いたコードは 3 次元領域分割でキャッシュヒットチューニングを加えたもので Flat MPI を利用している。コア数が約 5000 を超える時に、Hybrid 並列と Flat MPI のどちらが高効率であるかは大変興味のある問題であるが、Flat MPI でスケーラビリティが全く悪くならないこれらの結果は大規模シミュレーションの実行に大きな期待を持たせてくれる。

地球の固有磁場に傾き (角度 30 度) がある場合の太陽風と地球磁気圏相互作用の高精度 3 次元グローバル MHD シミュレーション (格子間隔は  $0.1R_e$ ) を実施して、間歇的で斑状に起る磁気リコネクションの振る舞いと磁気圏境界の速度シアに起因する Kelvin-Helmholtz 不安定から生成される磁気圏境界層の渦乱流形成を調べた。図 3 は IMF (惑星間磁場) が南向きの場合の電流強度と渦度をボリュームレンダリングで磁力線と共に示した。北半球が夏の時、昼側磁気圏境界の磁気赤道で波動構造の形成、即ち渦乱流が起っている。また、尾部のプラズマシートでも斑状で波状の乱流が形成される。その渦乱流は冬半球 (南側) の昼側磁気圏で強く発生し、磁気圏境界の脇腹に沿ってプラズマシートの方へ移動していくことが分かった。

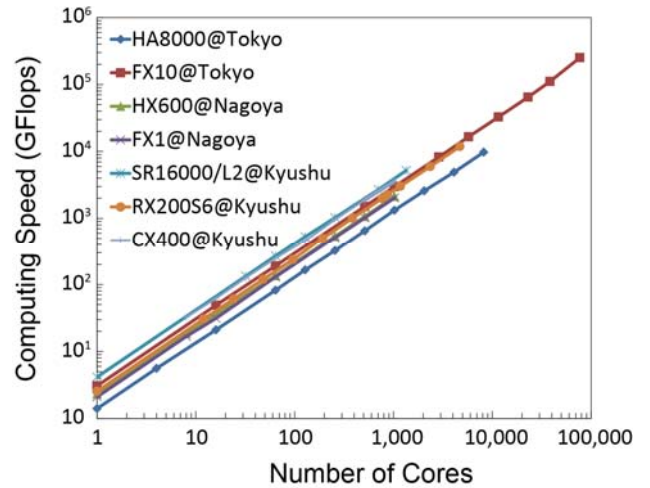


Fig. 2 九州大学 (CX400)、東京大学 (FX10) 及び名古屋大学のスパコンシステムにおける 3 次元 MHD コードを用いての性能評価。いずれもスケーラビリティが最大コアまでほとんど直線的に伸びている。

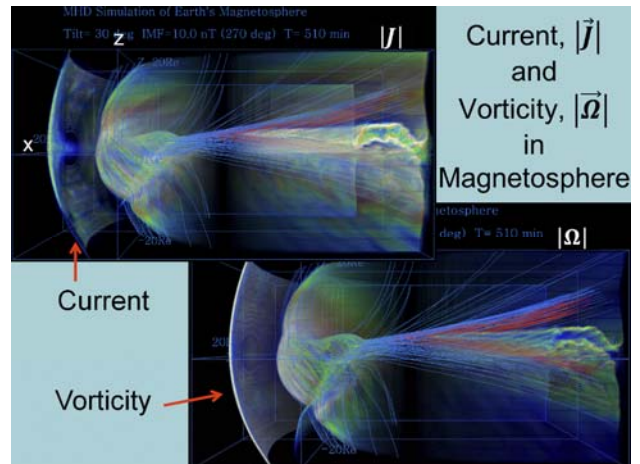


Fig. 3 地球のダイポール固有磁場に傾きがある場合の地球磁気圏の高精度 3 次元 MHD シミュレーション、MHD 量の空間微分量、渦度と電流で表示している。磁気圏境界層の構造、例えば渦列の形成を明瞭に見ることができる。

## ②大規模プラソフシミュレーション

東京大学及び九州大学の新システムに対する性能評価及び最適化を行った。図 4 に結果を示す。Intel SandyBridge CPU (CX400)の単体コア性能が非常に高く、実効効率で 20%を超えた。一方でネットワーク構成により、256 ノード以上の並列計算において性能が激しく劣化する現象が多々見られた。FX10 のネットワーク性能は非常に高く、全

ノードを用いた並列計算においても、実効並列効率率は 90% 以上であった。現行の SPARC64 IXfx チップが苦手な整数演算を減らしたチューニングにより、実効効率は 15% を達成した。

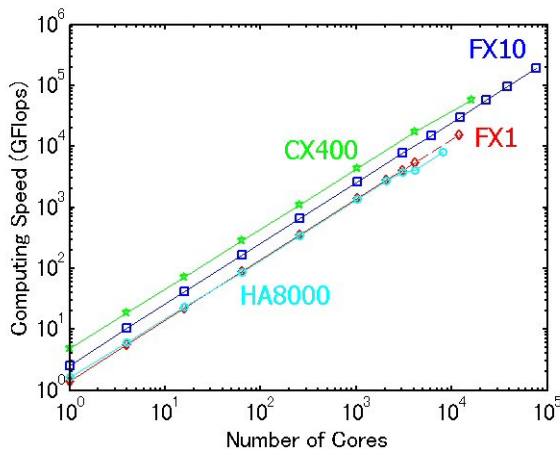


Fig. 4 ブラソフコードの弱いスケールリング (40x20x30x30x30/core)。

### ③IT 基盤の整備とポスト処理

近年、グリッドやクラウドコンピューティングの言葉がよく聞かれるようになった。その重要点は、利用者が意識することなくコンピュータと IT 資源を利用できる環境を提供することである。特に、最近では並列型スーパーコンピュータの性能が飛躍的に伸び、ネットワークの速度が 10 Gbps と高速化され、更に広域分散ファイル (Gfarm) の利用が始まって、その先端的な 3 つの基本要素が出揃ったと言える。即ち、それらは新しい先端的 IT 基盤を提供する 3 要素である (図 5 参照)。しかし、それを現実的に利用するとなるといくつかの重要な問題に遭遇する。一つは、それらを結合連携して有効に活用するためには、それらの Integration (結合連携の方法とツール) が必須なことである。もう一点は、セキュリティと利用者の利便性のバランス点を見出すことである。

これらの観点を調べる目的で、東京工業大学などが推進している RENKEI-PoP プロジェクトと NICT の村田氏が中心となって推進している JGN-X と OneSpaceNet プロジェクトに参加し、名古屋大学情報基盤センターの教員と協力してそれ

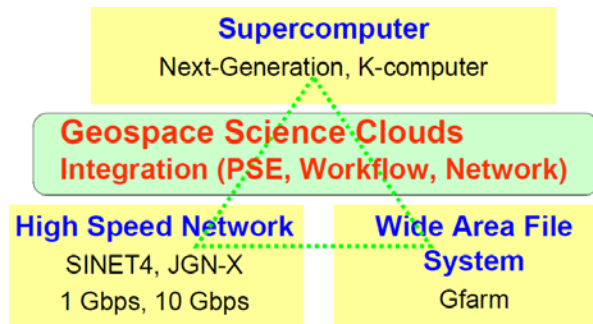


Fig.5 スーパーコンピュータと高速ネットワークと広域分散ファイル (Gfarm) の先端的 IT 基盤を連携したシステムの構築・整備及びそれらの有効活用は重要な研究課題である。特にシミュレーションのポスト処理の実証テストを目的とする。

らの構築・整備に関与するとともに実証実験を実施してきた。また、名大設置の OneSpaceNet システムは処理性能と安定性を向上させる目的で H24 年 5 月に新システムにすべて更新された。

RENKEI-PoP を利用するために整備したコンピュータ資源とネットワークトポロジーを図 6 に示す。これらは地球磁気圏の 3 次元 MHD シミュレーションの大規模データのポスト処理を目的としている。シミュレーションは名古屋大学情報基盤センター (ITC) のスーパーコンピュータ (Fujitsu FX1) で実行し、その結果を ITC の共用ファイルに保存する。従来のポスト処理方法はその保存データを名古屋大学太陽地球環境研究所のコンピュータシステムの共用ファイルに転送して行っていた。私達の処理の特徴は、画像処理を中心とするポスト処理の基本プログラムは全て自作であり、Fortran が動けばどの計算機でも実行できることである。その制限は、メモリ容量が絶対で、処理速度が二義的である。こうして、名大 ITC の共用ファイルから RENKEI-PoP の広域ファイル (Gfarm) に sftp でデータを転送し、RENKEI-PoP の Linux マシンを利用することにより、シミュレーションデータのポスト画像処理が可能になった。また、結果の画像ファイルは太陽地球環境研究所の Windows PC から WinSCP を利用して直接取り出すことができる。この整備したシステムは大規模シミュレーションデータのポスト処理には十分機能

することが確認された。同時に残された課題も明確になった。その一つはネットワーク速度が名大 ITC 共用ファイル-RENKEI-PoP の Gfarm 間で 1 Gbps と遅いことである。1 ファイル 8GB のデータを転送しているが 24-30 MB/s の速度であった。

もう一点は、元のシミュレーションデータは 1 ファイル 4 倍の 32GB であり、そのファイル数も

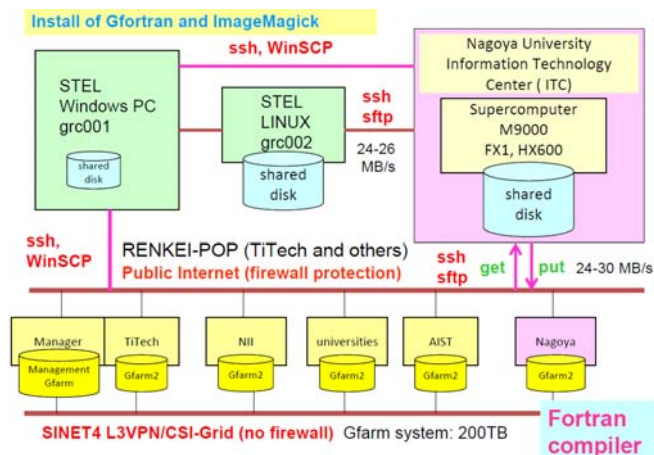


Fig.6 RENKEI-PoP プロジェクトで構築された広域分散ファイルシステム (Gfarm) を用いた地球磁気圏 3 次元 MHD シミュレーションのポスト処理。大容量シミュレーションデータの 3 次元画像処理の問題点と限界を調べる。

100-1000 個である。これらの問題を解決するには 10Gbps の高速ネットワークの導入と Gfarm ストレージの更なる大容量化が必要である。

次に、NICT の JGN-X と OneSpaceNet プロジェクトで整備したネットワークと IT 資源のトポロジーを図 7 に示す。JGN-X への接続は NII の SINET (1Gbps) 経由で接続した。JGN-X は通常の Internet とは独立のネットワークであるために、名大 ITC の共用ファイルと OneSpaceNet の広域分散ファイル Gfarm 間のデータ転送は、名大 ITC の共用ファイルの一部 (/backup-tmp/stel/) が OneSpaceNet の特定の LINUX (seg-gfarm-n41) からみえるように設定することで可能にしている。従って、その特定の LINUX から cp コマンドで OneSpaceNet の Gfarm へ転送する。その速度は 8-20MB/s であった。また、太陽地球環境研究所からの OneSpaceNet へ

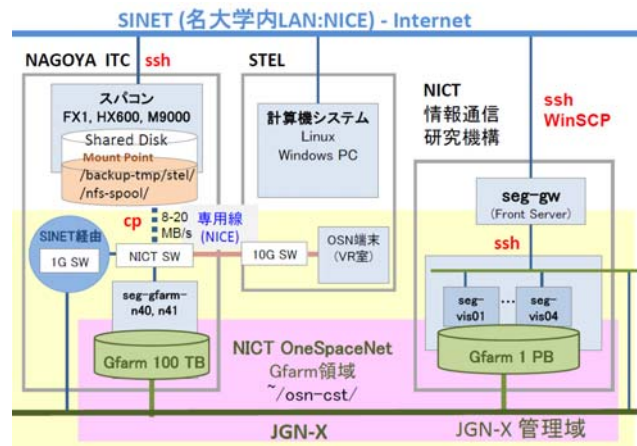


Fig.7 JGN-X で構築された広域分散ファイルシステム (Gfarm) と NICT OneSpaceNet を用いた地球磁気圏 3 次元 MHD シミュレーションの画像処理。平成 12 年 5 月にシステムを更新し、処理能力と安定性が格段に向上した。

のコンピュータアクセスは全て NICT のゲートウェイ (seg-gw) を経由して行う。こうして、OneSpaceNet でも地球磁気圏の 3 次元 MHD シミュレーションの大規模データのポスト処理が実行できるようになった。

更に、これらの IT 基盤上でシミュレーション結果のポスト処理、特にアニメーション動画作成と 3 次元可視化を実施する。後者は独自開発の VRML (Virtual Reality Modeling Language) を用いた画像解析を行う。VRML は国際標準言語なので VRML で作成したコンテンツは世界中どのコンピュータでも Cortona などの 3 次元ビューアを利用すれば誰でも自由に見られる大きなメリットがある。デメリットはファイルがアスキーなので大きくなることである。これまでパソコンは主に 32 ビットだったので大きなファイルを扱えなかったが、64 ビットパソコンと 64 ビット対応の VRML ビューアが利用できるようになったので、大規模な 3 次元可視化が可能になった。同時にすべての VRML ソフトウェアは独自開発なので、Fortran が動けばコンピュータ資源の限度内で自由に 3 次元画像ファイルを作成できる。

その例を地球磁気圏の大規模磁気嵐の 3 次元 MHD シミュレーションから得られた 3 種類のエネ

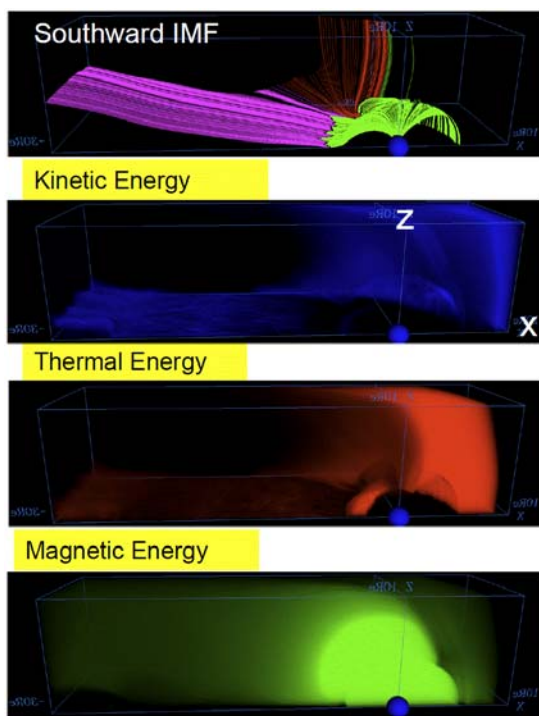


Fig.8 惑星間磁場が南向きの場合に、地球磁気圏の大規模磁気嵐の3次元 MHD シミュレーションから得られた3種類のエネルギー（運動、熱、磁場エネルギー）の3次元空間分布を VRML (Virtual Reality Modeling Language)を用いたボリュームレンダリング法で示す。

ルギー（運動、熱、磁場エネルギー）の3次元空間分布として図 8 に示す。この図は色の3原色で3種類のエネルギーを描いているのとピクセル2次元画像を多重に描くことでボリュームレンダリングを実現していることに特徴がある。これらの VRML を用いた大規模の3次元画像解析は最近のコンピュータ能力の進化と大容量のメモリと 64 ビット環境が整備されたことによって初めて実現できたと言える。VRML を利用した3次元可視化ツールは、磁気圏の全体像と境界層の渦乱流などのプラズマ不安定現状を同時に見るために継続して研究開発を進めている。

## (2) 当初計画の達成状況について

### ①大規模磁気流体力学 (MHD) シミュレーション

利用できる全ての環境において、実行効率 15% 以上を達成した。新しい九州大学のシステムに対する性能評価により最適な分割方法が明らかになり、実際に土星磁気圏シミュレーションに対して

適用して大規模計算を開始した。また、地球磁気圏の高精度 MHD シミュレーションは、磁気圏境界層で生じる渦乱流の生成に成功し、3次元可視化により渦乱流が磁気圏ダイナミクスへ与える影響の統合的な解明に迫りつつある。

### ②大規模ブラソフシミュレーション

利用できる全ての環境において、実行効率 13% 以上を達成した。また、並列化したコードを用いて、天体スケールのグローバルブラソフシミュレーションに世界に先駆けて成功した。しかし、5次元計算のために計算負荷が非常に高く、今後も継続してチューニングを進める必要がある。

### ③IT 基盤の整備とポスト処理

スーパーコンピュータを利用した大量のシミュレーションデータのポスト処理には、先端的な IT 基盤の有効利用は大きな威力を発揮することが期待されている。その本質的な構成要素には、並列型スーパーコンピュータの効率的な利用し易さと高速ネットワーク (10Gbps) と広域分散ファイルシステム (Gfarm) の3つがある。そして実際に利用するためには、それらの Integration (結合連携の方法とツール) が必要である。これらの先駆的利用、東京工業大学などが連携して推進している RENKEI-PoP プロジェクトと NICT が推進している JGN-X と OneSpaceNet プロジェクトに参加して、それらの整備に関与するとともに地球磁気圏の3次元 MHD シミュレーションのポスト処理に適用できることを実証してきた。同時に、解決すべき課題も明確になってきた。まず第一は、利用者がより使い易い環境の実現である。しかし、それはセキュリティとトレードオフの関係もあるのでそのバランスをどこに置くかを決める必要がある。次に、ネットワークの速度とストレージ容量である。今後ネットワークの高速化 (10Gbps) と Gfarm ストレージシステムの更なる大容量化が期待される。同時にそれらの先端的な IT 基盤を利用者がどうコントロールして有効に活用するかもこれから実証すべき重要な課題である。

## 4. 今後の展望

①大規模磁気流体力学 (MHD) シミュレーション

地球磁気圏 3 次元 MHD シミュレーションは極端な太陽風と IMF 条件下で生じる大規模磁気嵐の描像を再現すべく研究を進める。特に、スーパー磁気嵐の解明に焦点を当てる。土星磁気圏 3 次元 MHD シミュレーションは、カッシーニ探査機と HST 同時観測データを利用する。NASA から提供を受けた太陽風データを入力し、オーロラの変動を見るためにより高い時空間解像度でシミュレーションを行う必要があり、九大及び東大の更新されたスパコンシステムの利用が不可欠である。これらの磁気圏の大規模 3 次元 MHD シミュレーションを精力的に実行している。また、VRML を用いた 3 次元可視化では、磁気圏の力学を全体的にかつ統一的理解するための方法を開発することを目標にして研究を進めている。

②大規模ブラソフシミュレーション

現在、実空間グリッド 600x400、速度空間グリッド 100x100 を用いたケルビンヘルムホルツ不安定性の 2 次元(4 次元位相空間)ブラソフシミュレーションを行っている。これまでにイオンジャイロ運動の回転方向が渦の回転方向と同じ場合の計算がほぼ終了したため、イオンジャイロ運動の回転方向が渦の回転方向と逆の場合の計算を開始し、イオンの運動論効果が KH 渦形成に与える影響を調べる。

③IT 基盤の整備とポスト処理

IT 基盤の実用実験を継続し、セキュリティと利便性の両立性を目指す。シミュレーションのポスト処理では、高性能コンピュータと高速ネットワークと広域分散ファイル (Gfarm) の連携利用がどこまで実用的かを継続して検証する。特に、大規模シミュレーションデータの 3 次元画像解析がどこまで可能か、その限界はあるのか、あるとしたらそれは何なのかを RENKEI-PoP と OneSpaceNet とスパコン直接利用解析を比較することにより調べる。更にそれらの結果を、HPCI システムの効率的な利用に繋げることを目標としている。

5. 研究成果リスト

(1) 学術論文 (投稿中のものは「投稿中」と明記)

1. Fukazawa, K., and T. Umeda, Performance measurement of magnetohydrodynamic code for space plasma on the typical scalar type supercomputer systems with the large number of cores, *International Journal of High Performance Computing*, Vol.26, No.3, 310—318, 2012.
2. Umeda, T., K. Fukazawa, Y. Nariyuki, and T. Ogino, A scalable full electromagnetic Vlasov solver for cross-scale coupling in space plasma, *IEEE Transactions on Plasma Science*, Vol.40, No.5, 1421—1428, 2012.

(2) 国際会議プロシーディングス

1. Umeda, T., Simulation of collisionless plasma with the Vlasov method, *Proceedings of JSST 2012*, 258—261, 2012.
2. Umeda, T., and K. Fukazawa, Performance measurement of parallel Vlasov code for space plasma on various scalar-type supercomputer systems, *In: Algorithms and Architectures for Parallel Processing, Lecture Notes in Computer Science*, Vol.7439, edited by Y. Xiang, I. Stojmenovic, B. O. Apduhan, G. Wang, K. Nakano, and A. Zomaya, pp.233—240, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
3. Umeda, T., Y. Ito, and K. Fukazawa, Global Vlasov simulation on magnetospheres of astronomical objects, *Journal of Physics: Conference Series*, in press.

(3) 国際会議発表

1. Fukazawa, K., and T. Nanri, Performance of large scale MHD simulation of global planetary magnetosphere with massively parallel scalar type supercomputer including post processing, *14th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, Liverpool, UK, Jul. 2012.
2. Fukazawa, K., T. Ogino, and R. J. Walker, Comparative Global Dynamics of Planetary Magnetospheres, *Asia Oceania Geoscience Meeting (AOGS2012)*, Singapore, Aug. 2012.

3. Fukazawa, K., Trends and Future of Magnetospheric Global Simulations, *Asia Oceania Geoscience Meeting (AOGS2012)*, Singapore. Aug. 2012.
  4. Umeda, T., and K. Fukazawa, Performance Measurement of Parallel Vlasov Code for Space Plasma on Various Scalar-Type Supercomputer Systems, *12th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP)*, Fukuoka, Japan, Sep. 2012.
  5. Fukazawa, K., and T. Nanri, Effective Performance of Large-Scale MHD simulation for Planetary Magnetosphere with Massively Parallel Computer, *International Conference on Simulation Technology (JSST2012)*, Kobe, Japan, Sep. 2012.
  6. Umeda, T., Simulation of Collisionless Plasma with the Vlasov Method, *International Conference on Simulation Technology (JSST2012)*, Kobe, Japan, Sep. 2012.
  7. Umeda, T., T. Ito, and K. Fukazawa, Global Vlasov Simulation on Magnetospheres of Astronomical Objects, *Conference on Computational Physics (CCP) 2012*, Kobe, Japan, Oct. 2012.
  8. Fukazawa, K., T. Umeda, and T. Ogino, Massively Parallel Computing of Magneto-Hydro-Dynamic Simulation Toward Peta and Exa Scale Computers, *International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis 2012 (SC12)*, Salt Lake City, USA, Nov. 2012.
  9. Ogino, T., Global MHD Simulation of Earth's Magnetosphere —Super Magnetic Storms—, *International Symposium on Solar-Terrestrial Physics*, Pune, India, Nov. 2012.
  10. Ogino, T., Current Status and Future Plans of CAWSES-II in Japan, *International Symposium on Solar-Terrestrial Physics*, Pune, India, Nov. 2012.
- (4) 国内会議発表
1. 梅田 隆行, 深沢 圭一郎, 成行 泰裕, 荻野 竜樹, ブラソフコードによる様々なスーパーコンピュータの性能評価, *日本地球惑星科学連合 2012 年大会*, 幕張メッセ, 2012 年 5 月.
  2. Fukazawa, K., R. J. Walker, and S. Eriksson, 高時間分解能太陽風データを用いた土星磁気圏の MHD シミュレーション, *日本地球惑星科学連合 2012 年大会*, 幕張メッセ, 2012 年 5 月.
  3. 荻野 竜樹, 村浜 遼太, 地球磁気圏におけるエネルギー分配とダイナミクス, *日本地球惑星科学連合 2012 年大会*, 幕張メッセ, 2012 年 5 月.
  4. 深沢 圭一郎, 南里 豪志, 高見 利也, 異なるスカラアーキテクチャ (x86、SPARC64) の電磁流体コードによる性能評価, *第 136 回 HPC 研究会*, 沖縄産業振興センター, 2012 年 9 月.
  5. 梅田 隆行, 伊藤 陽介, 深沢 圭一郎, 超並列ブラソフコードによる宇宙プラズマの第一原理シミュレーション, *第 136 回 HPC 研究会*, 沖縄産業振興センター, 2012 年 9 月.
  6. 梅田 隆行, 深沢 圭一郎, ブラソフコードによる様々な超並列スーパーコンピュータの性能評価, *第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会*, 札幌コンベンションセンター, 2012 年 10 月.
  7. 深沢 圭一郎, 梅田 隆行, Performance Measurement of Magnetohydrodynamic Simulation Code for Planetary Magnetosphere on FX10, *第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会*, 札幌コンベンションセンター, 2012 年 10 月.
  8. 大野永貴, 村浜遼太, 荻野竜樹, 大規模磁気嵐の 3 次元グローバル MHD シミュレーション, *第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会*, 札幌コンベンションセンター, 2012 年 10 月.
  9. 荻野 竜樹, 地球磁気圏における境界層乱流とエネルギー輸送, *第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会*, 札幌コンベンションセンター, 2012 年 10 月.
- (5) その他 (特許, プレス発表, 著書等)  
該当なし