

**ジオスペースバーチャル研究所 /
オーガニゼーション構築**

ジオスペース(太陽から地球大気までの空間)を総合的に解析するための計算機資源、ソフトウェア/解析ツールおよびデータベースを超高速ネットワーク上で共有し、太陽地球系科学研究を推進するためのジオスペースバーチャル研究所/バーチャルオーガニゼーションの構築

名古屋大学太陽地球環境研究所
荻野瀧樹

Courtesy of NASA

3つの目標

1. グリッド可視化とバーチャルリアリティ(VR)

- ・コンピュータシミュレーションの大量データと分散したジオスペースデータをネットワーク経由で可視化・共有化するためのシステム開発・整備

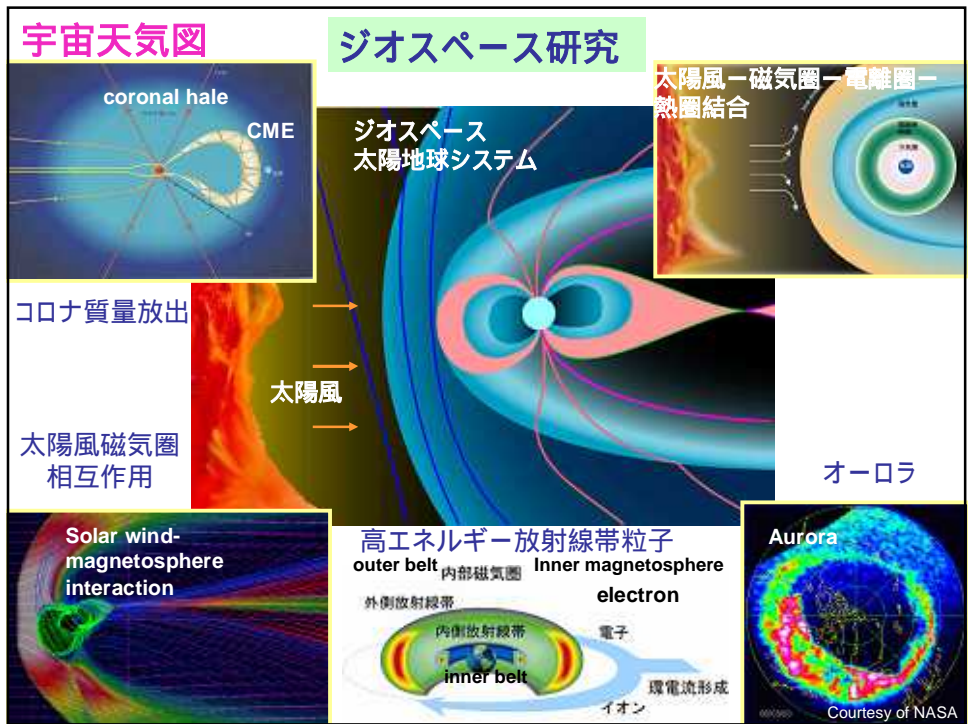
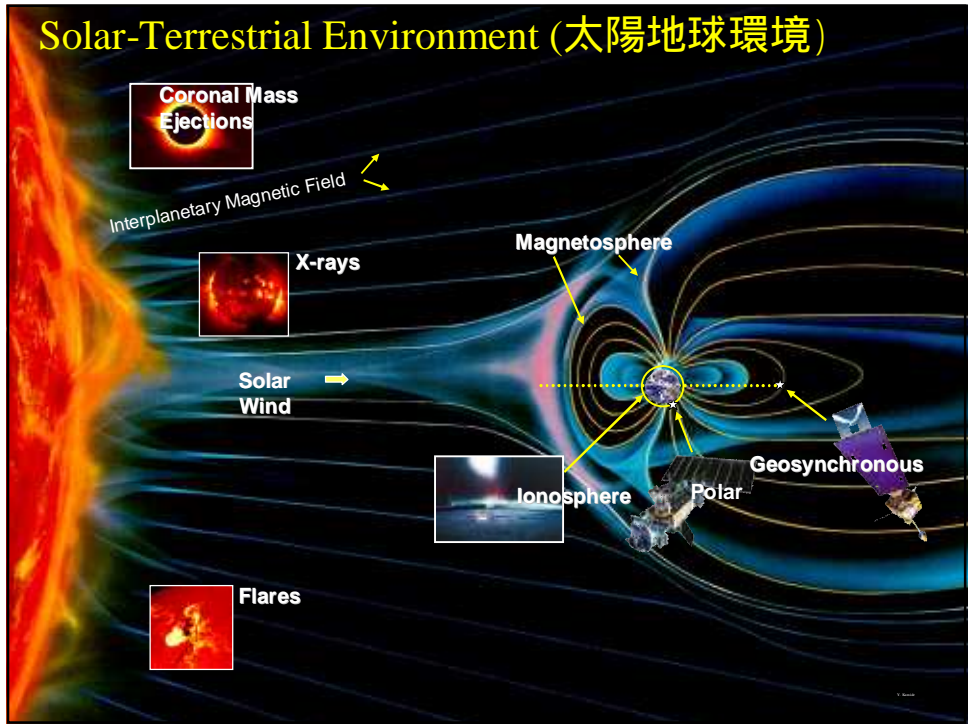
2. スーパーコンピューティングとジオスペースシミュレータ

- ・分散した計算機資源上で、効率よくジョブを実行するためのジョブマネージメントシステム(スケジューラー)の開発
- ・標準シミュレーションコードの並列化と通信量低減化・最小化

3. データグリッド

- ・ジオスペースデータベースの構築と公開のためのデータグリッドの利用

名古屋大学情報連携基盤センターNAREGI 版を使用

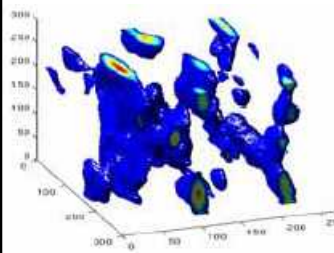


宇宙プラズマのコンピュータシミュレーション

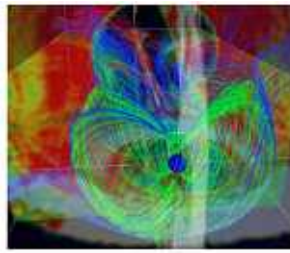
太陽・地球・惑星磁気圏のグローバルなダイナミクスからプラズマの微視的運動までを扱うマルチスケール・マルチフィジックスのコードを開発して宇宙プラズマのシミュレーションを実行



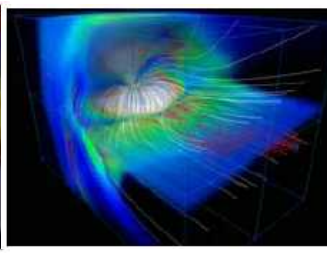
ベクトル並列とスカラー並列スーパーコンピュータで高効率の共通並列計算コードを開発



プラズマ中のマイクロポテンシャルの構造

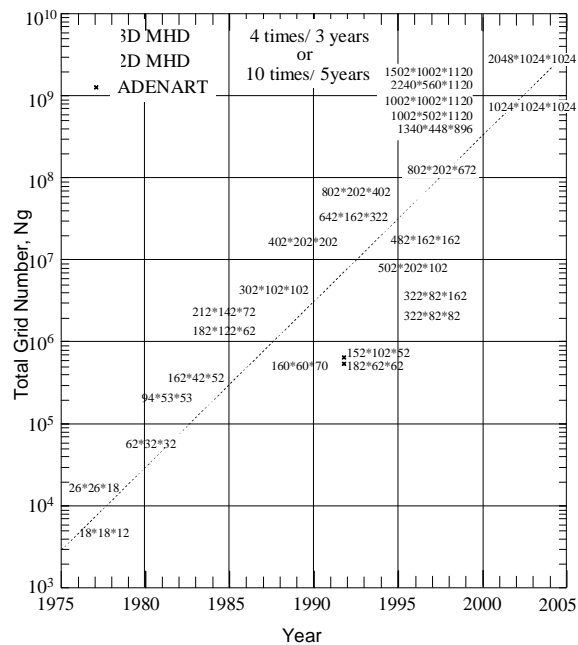


衝撃波到着後の地球磁気圏の構造



惑星間磁場による木星磁気圏の構造

2D and 3D MHD Simulation



領域分割法による並列計算効率の比較

1次元領域分割
2次元領域分割
3次元領域分割

計算時間

$$T_s = k_1 N^3 / P$$

$$T_s = k_1 N^3 / P$$

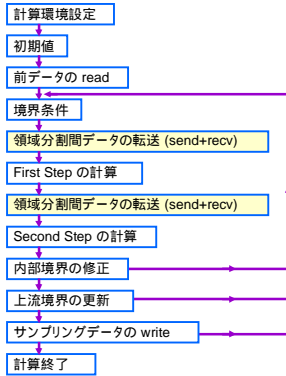
$$T_s = k_1 N^3 / P$$

通信時間

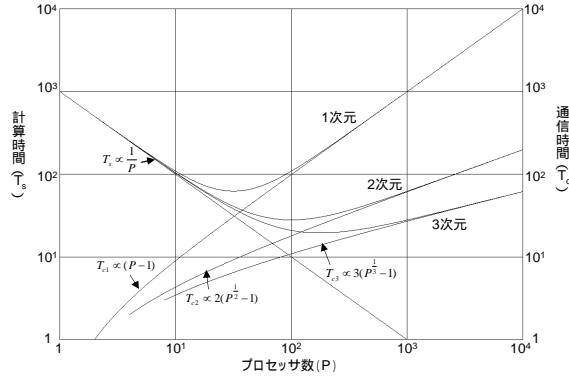
$$T_c = k_2 N^2 (P-1)$$

$$T_c = 2k_2 N^2 (P^{1/2} - 1)$$

$$T_c = 3k_2 N^2 (P^{1/3} - 1)$$

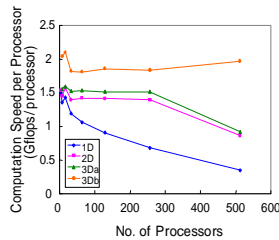
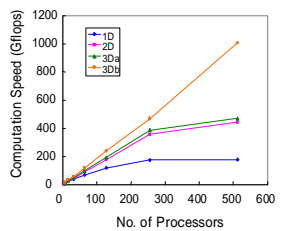


MPIを用いた3次元MHDコードの構造

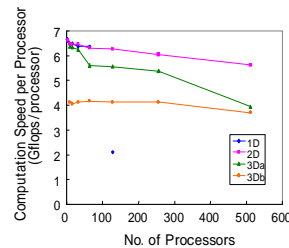
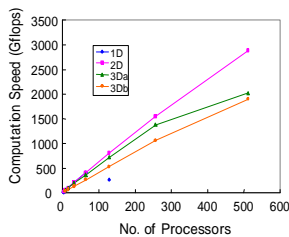


1、2、3次元領域分割法による並列計算効率、
並列計算時間は計算時間(Ts)と通信時間(Tc)の和

領域分割法による並列計算効率の測定



スカラー並列機PRIMEPOWER
HPC2500でCPU数を増やした
場合の4種類のMHDコードに
対する計算速度(Gflops)と
1CPU当たりの計算速度
(Gflops/cpu)



ベクトル並列機 (Earth
Simulator) でCPU数を増やし
た場合の4種類のMHDコード
に対する計算速度(Gflops)と
1CPU当たりの計算速度
(Gflops/cpu)

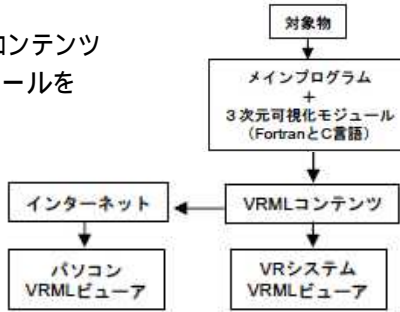
計算量に対する通信量を最小化した3次元MHDシミュレーションコードの開発・整備
コンピューティンググリッドの利用に有効性を発揮

バーチャルリアリティと3次元可視化

宇宙などの3次元シミュレーション結果を理解するためには、3次元可視化は不可欠である。その実現のために国際標準言語VRML (Virtual Reality Modeling Language)を用いた可視化ツールを開発整備して、その有効性を評価

あらゆるコンピュータで見られるVRMLコンテンツ
作成のために汎用的な3次元可視化ツールを
独自に開発

- Fortran やC言語により、複雑なVRMLコンテンツを容易に作成
- VRMLコンテンツをインターネットで発信・フリーソフトで閲覧



ネットワークを利用したグリッド可視化とバーチャルリアリティ (VR)の遠隔利用

3D Visualization System: SGI PRISM

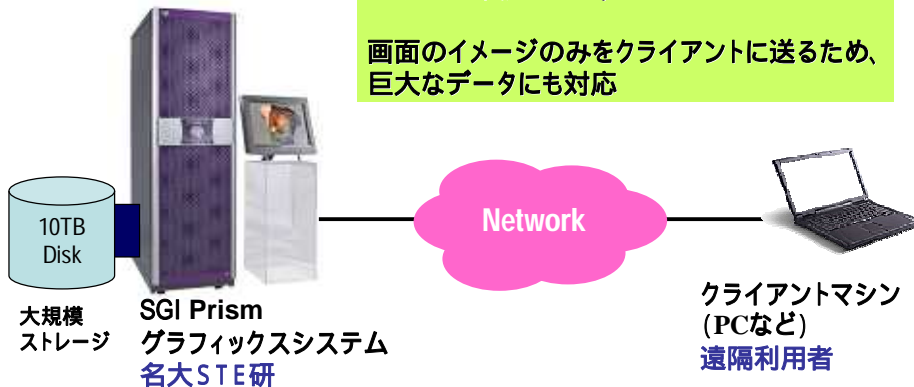
OpenGL Vizserver™とは

- SGI®のグラフィックス・システムを、ネットワーク経由でクライアントマシンから遠隔利用

VRML
3D 画像ファイル

従来のX Window Systemと異なり、データやコマンドを転送しない。

画面のイメージのみをクライアントに送るため、巨大なデータにも対応



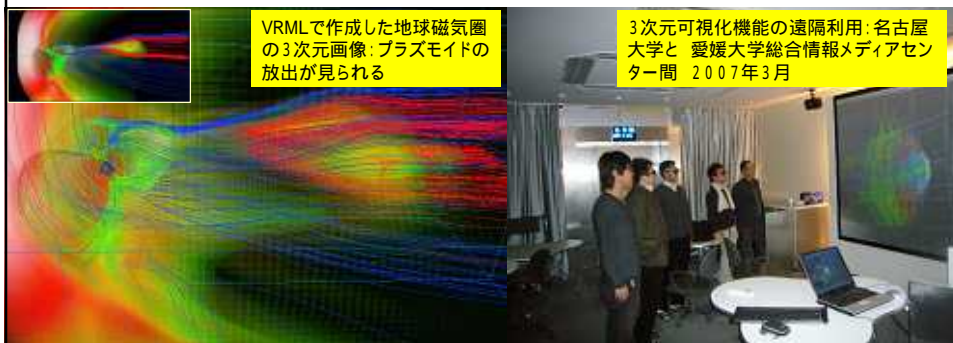
ネットワークを通して利用できる3次元動画作成

3次元動画を作る方法

1. AVS (Advanced Visualization System)を利用
3D AVS Player
3D動画を遠隔制御して共有化
村田(愛媛大)、KGT
2. VRML (Virtual Reality Modeling Language)を利用
国際標準規格のため誰でも無料で作成できる
多種類のビューアがあり、フリーに利用できる
インターネット上で動く

VRMLで3D動画を作成

- ステップ1
・磁気圏の3Dシミュレーションを実行
- ステップ2
・Fortran Main ProgramとSubroutine Module
を用いて個々のVRML 3D画像ファイルを作成
- ステップ3
・ファイルを編集して動画ファイルにまとめる



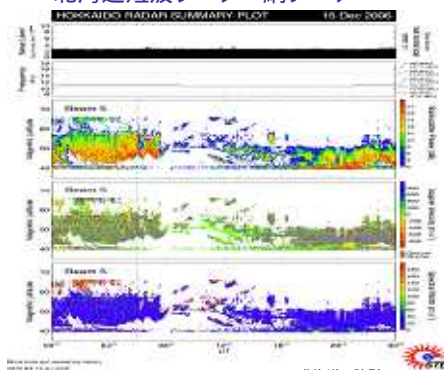
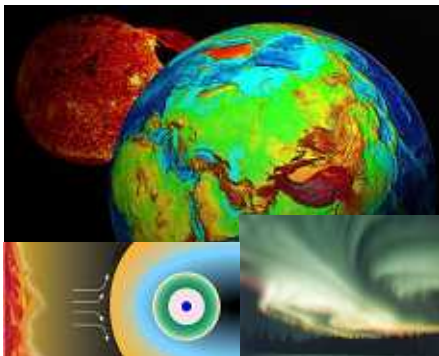
CAWSES宇宙天気国際協同研究データベース

国際学術連合会議-太陽地球系物理学・科学委員会(ICSU-SCOSTEP)が実施

21世紀最初の太陽地球システムの宇宙天気と宇宙気候を調べるCAWSES国際協同研究(Climate And Weather of the Sun-Earth System: 2004-2008)を推進するための全国共同研究の基盤となる日本発のデータベース

北海道短波レーダー網データ

CAWSES Space Weather Database in Japan (2007)



Hokkaido SuperDARN HF radar network data / 北海道 陸別 SuperDARN短波レーダー網データ Nozomu Nishitani (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)



CAWSES宇宙天気国際協同研究データベース一覧 (2007)

宇宙線

宇宙線ミュージオンデータベース: 信州大理
名古屋多方向宇宙線ミュージオン望遠鏡データ: 名大STE研

太陽

CAWSES 国立天文台・オンライン太陽可視光データ: 国立天文台
太陽電波マップ: 国立天文台
太陽電波強度: 国立天文台
宇宙線中性子観測データ: 名大STE研 / 茨城大理
太陽紅炎・フィラメント活動現象: 京大理・附属天文台

惑星間空間

IPS太陽風速度データベース: 名大STE研

磁気圏観測

あけぼのサイエンスデータベース: 宇宙開発機構
DARTS (Data ARchive and Transmission System): 宇宙開発機構

地上観測 (地磁気)

女川地磁気データベース: 東北大理
STEP 極域磁場データベース: 東大理
210度地磁気データベース: 九大宙空センター / 名大STE研
高時間分解能地磁気: 京大理・地磁気センター
地磁気変化磁場: 京大理・地磁気センター
柿岡磁気毎秒値: 地磁気観測所 / 京大理・地磁気センター
マグダス環太平洋地磁気ネットワークデータベース: 九大宙空センター

地上観測 (電波)

木星デカメータ電波観測データ: 東北大理
木星デカメータ電波ダイナミックスペクトルデータ: 東北大理
ELF波動データベース: 東北大理
ELF Network Data: 東北大理

地上観測 (電波つづき)

昭和基地SuperDARN短波レーダー網データ: 国立極地研
電離圏データベース: 情報通信機構
極域イメージングリオメータデータベース: 名大STE研
EISCATデータベース: 名大STE研 / 国立極地研
北海道一陸別SuperDARN短波レーダー網データ: 名大STE研
MUレーダー観測データベース: 京大生存圏研

地上観測 (光・粒子)

大気光イメージデータベース: 東北大理
成層圏オゾン: 東北大理
オーロラ: 東大理
放射能観測データ: 気象庁地球環境海洋部
極地研オーロラ世界資料センター管理データ: 国立極地研
超高層大気イメージングデータ: 名大STE研

シミュレーション / モデリング

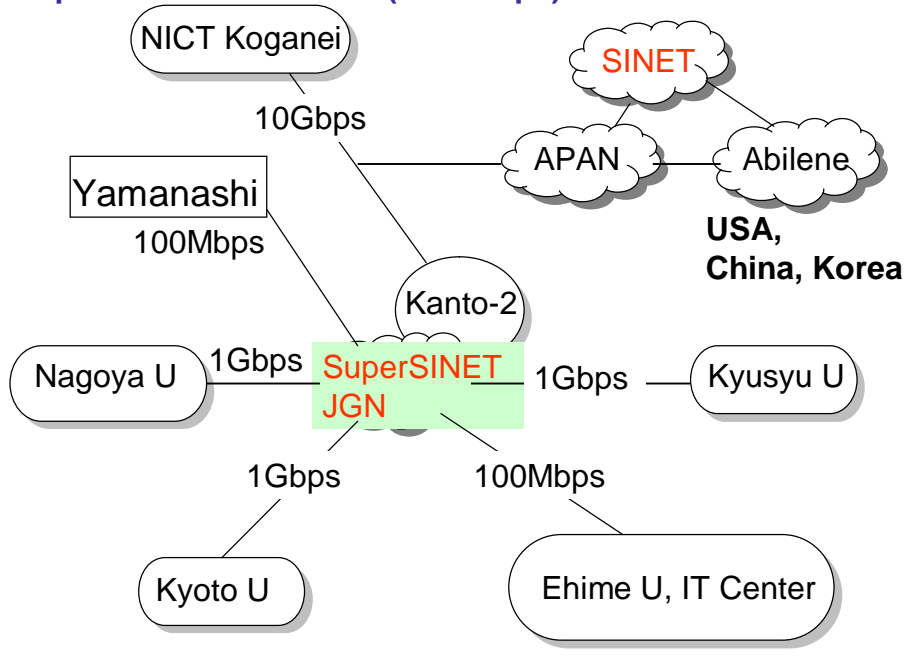
磁気嵐イベント: 名大STE研
磁気嵐の長回復相: 名大STE研
磁気圏シミュレーション: 名大STE研
VRMLを用いた3次元可視化: 名大STE研
プラズマ波動不安定性の粒子シミュレーション I: 京大生存圏研
プラズマ波動不安定性の粒子シミュレーション II: 京大生存圏研
宇宙プラズマ中のイオンビーム不安定性: 京大生存圏研

総合データベース

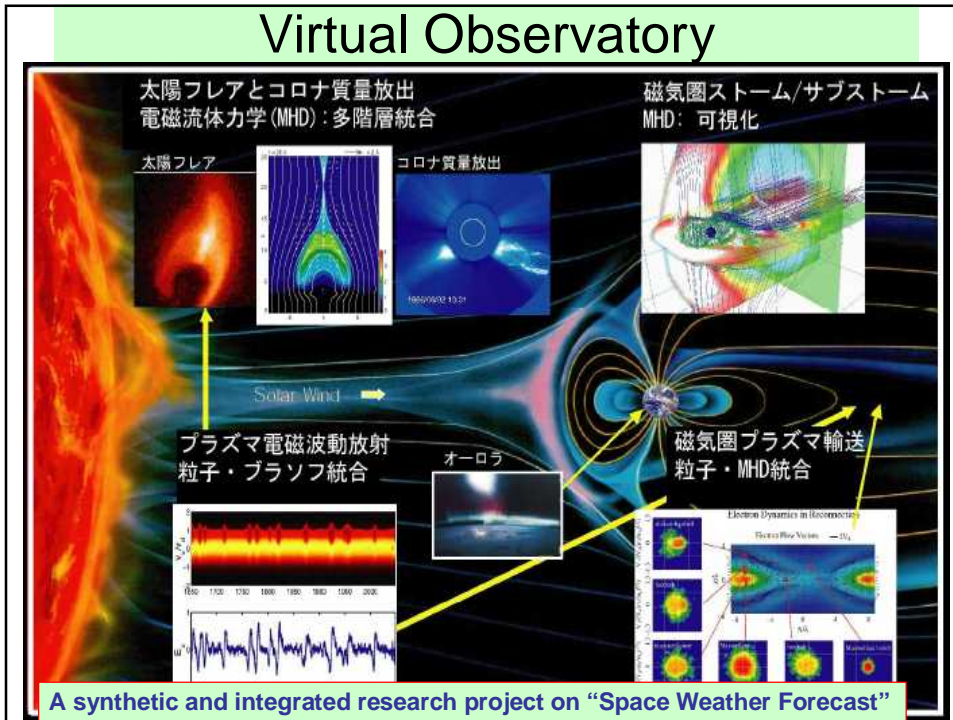
STE現象解析データ: 名大STE研 / 茨城大理

NAREGI ミドルウェアのデータグリッド機能を利用するデータグリッドPCサーバシステムを構築: ジオスペースデータベースの利用

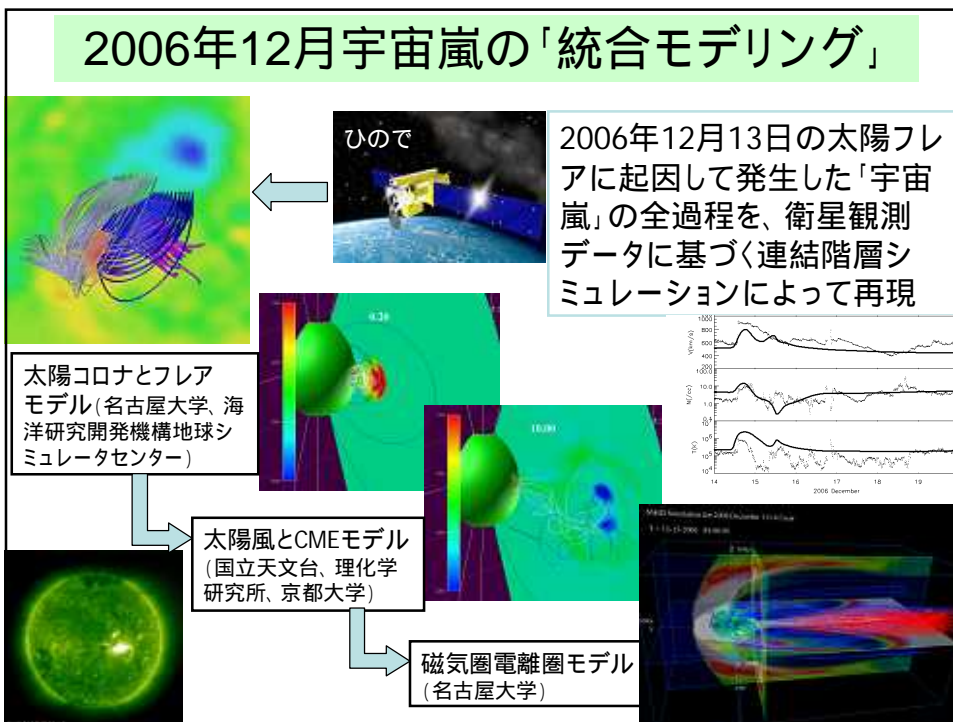
SuperSINET and JGN-2 (1-10 Gbps)

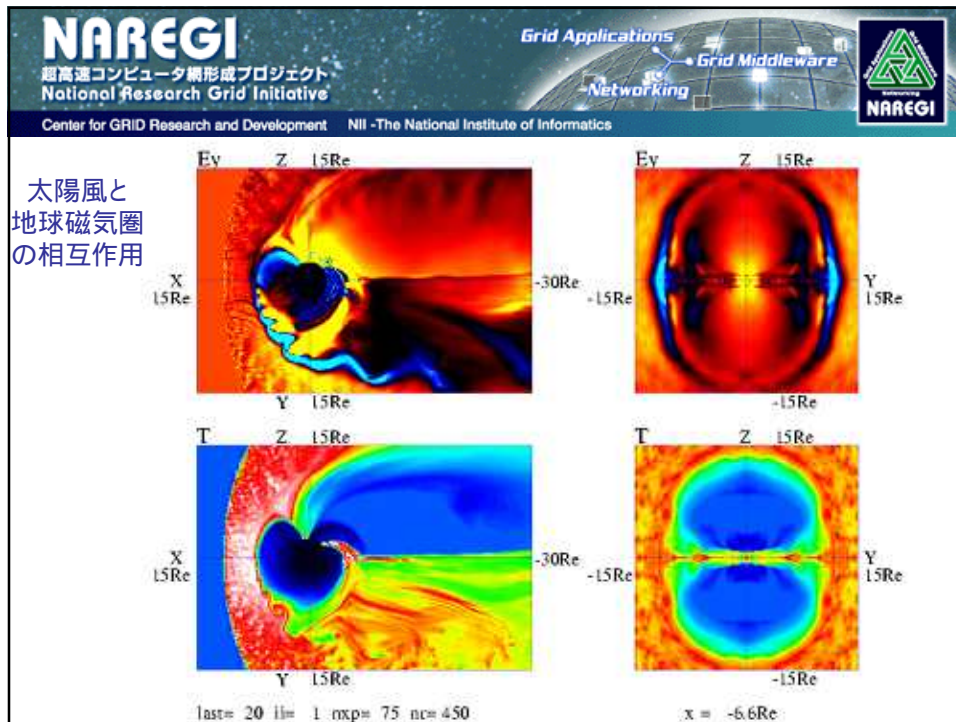


Virtual Observatory



2006年12月宇宙嵐の「統合モデリング」





NAREGI
超高速コンピュータ網形成プロジェクト
National Research Grid Initiative

Grid Applications
Grid Middleware
Networking

Center for GRID Research and Development NII -The National Institute of Informatics

NAREGI Grid Middleware Version Beta 1.0

計算ノード(名古屋大学太陽地球環境研究所) VO名: naregi-vo2
 Grid VM Server + 計算ノード(1台) shcpo1
 Grid VM Client (計算ノード)(4台) shcpo2~5

データグリッドノード(名古屋大学情報連携基盤センター)

名古屋大学 Naregi グリッドシステムの機能

- Information Service
- Grid PSE
- Grid Workflow Tool
- GVS (Grid Visualization System)
- Data Grid

VO (Virtual Organization)構成

- naregi-vo1 基盤連携基盤センター、石原研
- naregi-vo2 太陽地球環境研究所

研究開発状況と課題

1. グリッド可視化とグリッドバーチャルリアリティ(VR)

- ・国際標準規格のVRML(Virtual Reality Modeling Language)を用いた3次元可視化と3次元動画の開発
- ・SGI PrismのVizserverを用いた3次元可視化の遠隔制御
- ・名古屋大学情報連携基盤センターとの協力でAVSへの変換と3次元動画作成
- ・愛媛大学やNICTとの協力による3次元可視化とVR遠隔操作と共有化

2. グリッドスーパーコンピューティングとグリッドジオスペースシミュレータ

- ・NAREGI 版を使用したグリッドコンピューティングテスト用のPC計算サーバシステムの構築と実験
- ・並列化と通信量をできるだけ少量にした3次元電磁流体力学的(MHD)シミュレーションコード開発とグリッド機能を用いた実証実験

3. データグリッド

- ・ジオスペース関連のデータベース化と公開と相互利用のために、NAREGI ミドルウェアのデータグリッド機能を利用したデータグリッドPCサーバシステムの構築計画
- ・利用のためには認証システムなど、いくつかの解決すべき問題が存在
- ・全国の大学や研究機関と協力してCAWSES宇宙天気国際協同研究データベース作成を継続的に遂行して太陽地球系科学のデータベースを充実