

# 太陽地球惑星系科学シミュレーション分科会

2011/05/24 18:45 ~ 19:35 幕張メッセ102室

## 内容

- HPCI関連情報と名大スパコン情報（名大STEL・荻野）18:45-18:55
- 名大STE研のスパコン情報（名大STEL・梅田）18:55-19:05
- 九州大学のスパコン情報（九州大学・深沢）19:05-19:15
- 次世代スパコンの状況報告（千葉大・松本）19:15-19:25
- NICT第3次中期計画のシミュレーション研究（NICT・村田）  
19:25-19:35
- その他、アナウンス(学会、研究会)など

# 太陽地球環境研究所のHPC関連プロジェクト

1. 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ  
(HPCI)

<http://hpcic.riken.jp/>

2. 名古屋大学HPC計算科学連携プロジェクト

<http://www2.itc.nagoya-u.ac.jp/center/nagoyahpc2001/>

3. 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点公募型  
共同研究

<http://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>

4. STE研: 計算機利用共同研究

# 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)

名古屋大学太陽地球環境研究所は革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)の構築を主導する準備段階におけるコンソーシアム構成機関(ユーザコミュニティ機関)に選定されました(H22年7月)

検討総会・検討委員会

HPCI Webページ:

<http://hpcic.riken.jp/>

# HPCI: ユーザコミュニティ機関(13機関)

独立行政法人 理化学研究所

計算物質科学イニシアティブ(代表機関: 国立大学法人 東京大学 物性研究所)

独立行政法人 海洋研究開発機構

国立大学法人 東京大学 生産技術研究所

計算基礎科学連携拠点(代表機関: 国立大学法人 筑波大学 計算科学研究センター)

スーパーコンピューティング技術産業応用協議会

財団法人 計算科学振興財団

特定非営利活動法人 バイオグリッドセンター関西

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

独立行政法人 日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所

国立大学法人 名古屋大学 太陽地球環境研究所

国立大学法人 神戸大学

## 計算資源提供機関(25機関)

情報基盤センターなどのスーパーコンピュータ設置機関

# HPCI: 検討総会

準備段階コンソーシアム代表幹事 藤井孝藏

## コンソーシアムが目指すもの

- ・我が国の計算科学技術振興の中心となり、世界最高水準の成果創出と成果の社会還元を推進
- ・上記の達成を将来にわたり支える基盤としてHPCIを整備
  - ・世界トップクラスの大規模スパコンとその他の主要計算資源をユーザが容易に利用できる環境を構築
  - ・我が国の科学の進展に大きな飛躍をもたらすために必要な機能を提供
  - ・我が国の産業競争力強化に資するために必要な機能を提供
  - ・研究コミュニティ、産業界の利用のみならず人材育成、裾野の拡大にも貢献

第1回 HPCI検討総会（HPCI準備段階コンソーシアム全体会合）

2010年10月8日、国立情報学研究所

第2回 HPCI検討総会、2011年3月30日、国立情報学研究所

第1回 HPCI意見交換会 2011年5月30日、霞山会館（東京）

# HPCIコンソーシアム準備段階の検討課題

- ・オールジャパンの計算科学技術体制構築
  - 次世代スパコン拠点、戦略機関、大学情報基盤センター、その他のコンソーシアム参画機関の役割
- ・HPCI運営に必要なガバナンス(体制とルール)
  - ユーザ意見の集約と反映のためのメカニズム
  - HPCI運営手法(共用計算資源の管理、課題選定と計算資源の配分、セキュリティ等運用ポリシーなど)
  - 参画機関のHPCI運営における役割と責任
  - 計算資源の提供に対し必要な予算的措置等
- ・HPCIの基本仕様と開発スケジュール
  - ストレージ、ネットワーク、ミドルウェア
  - 具体的な機能
  - 参画機関にどの程度の資源量の提供を求めるか
- ・HPCI利用手続き、ユーザ支援
  - 次世代スパコン拠点、戦略機関、大学情報基盤センター等の役割
  - 登録機関との関係
  - ユーザ支援内容(アプリ調整、可視化等)
  - ソフトウェアの整備・普及
- ・人材育成(アカデミアと産業界)
  - HPCI上の計算資源を利用した人材育成方策
  - HPC人材の裾野を拓げる取組等
  - 産業利用の促進方策
  - HPCIを通じて得られた成果の社会還元方策

# 名古屋大学HPC計算科学連携プロジェクト

名古屋大学情報基盤センター、地球水循環研究センター、太陽地球環境研究所の3部局が連携して名大情報基盤センターのスーパーコンピュータを利用するHPC計算科学共同研究プロジェクト

H22年度は公募を試行的に12月に実施

H23年度から公募を本格的に実施

H23年度(臨時)公募を本格的に実施

第2期中期計画期間(H22-H27)実施継続を希望

Web ページ:

<http://www2.itc.nagoya-u.ac.jp/center/nagoyahpc2011.html>

# 名古屋大学HPC計算科学連携プロジェクト公募

・流体・プラズマおよび計算科学における広い分野のHPC (High Performance Computing) の高度な利用技術および学術研究を推進することを目的として、スーパーコンピュータシステム(FX1とHX600)を一定期間利用するHPC計算科学連携共同研究プロジェクト。

・テーマは、並列型スーパーコンピュータの要素技術の開発・評価、いろいろな分野(流体, プラズマ, 気象, 環境, 数理科学, 計算科学等)への応用とアプリケーションの総合性能評価など, HPC計算科学全般にわたって広く募集。利用負担金は徴収しない。



# 名古屋大学HPC共同研究: 応募資格

- ・プロジェクトの研究代表者及び分担者は 名古屋大学情報基盤センター利用資格(以下「利用資格」)を有すること。ただし、研究代表者は利用資格1-3に該当する者であることを必要とする。
- ・名古屋大学情報基盤センター, 地球水循環研究センター, 太陽地球環境研究所が連携して推進するプロジェクトであるために、研究分担者にはこれら名古屋大学3部局の2部局以上に所属する研究者を含むことを条件とする。

# H22年度名古屋大学HPC採択10課題

後藤俊幸(名工大): 雲マイクロ物理解明のための大規模数値計算手法の開発

梅田隆行(名大STE研): 超並列ブラソフコードによるFX1とHX600の性能評価

深沢圭一郎(九大): 惑星磁気圏超並列高効率MHDシミュレーションの開発

島伸一郎(海洋機構): CRe-SS SDMのFX1向け計算性能チューニングの準備

木村芳文(名大多元数理): 地球流体乱流の数値解析

寺田直樹(東北大): 変動惑星圏シミュレーション

辻義之(名大工): 壁乱流における大規模組織構造と凍結乱流仮説の数値的研究

石原卓(名大工): 超多自由度複雑流動現象解明のための高効率な並列計算コード開発

前島康光(名大地球水循環): 雲解像モデル“CReSS”を用いた冬季メソスケール擾乱の定量的解析

藤本桂三(理研): 適合細分化格子を用いた超並列電磁粒子コードによる磁気リコネクションのシミュレーション

# H23年度名古屋大学HPC採択7課題

後藤俊幸(名工大):雲マイクロ物理解明のための大規模数値計算手法の基盤  
技術開発

梅田隆行(名大STE研):スカラー型超並列計算機に向けたプラズマ運動論コード  
の性能評価

深沢圭一郎(九大):惑星磁気圏超並列高効率MHDシミュレーションの開発

島伸一郎(兵庫県立大):CReSS-SDMのFX1向け計算性能チューニング

寺田直樹(東北大):変動惑星圏シミュレーション

石原卓(名大工):超多自由度複雑流動解析のための効率的な並列計算コード  
開発と検証

前島康光(名大地球水循環):雲解像モデル“CReSS”を用いた冬季メソスケール  
擾乱の高精度再現実験と発達プロセスの解析

# H22年度名古屋大学HPC計算科学連携研究 プロジェクト成果報告シンポジウム

主催：名古屋大学 情報基盤センター、地球水循環研究センター、太陽地球環境研究所、

日時：平成23年5月10日(火) 13:00-17:30

場所：名古屋大学高等研究院 1階 カンファレンスホール

13:00-13:10 開会の挨拶

座長 石井克哉、永井 亨

13:10-13:30 梅田隆行(名大STE研)「超並列ブラソフコードによるFX1とHX600の性能評価」

13:30-13:50 深沢圭一郎(九大)「惑星磁気圏超並列高効率MHDシミュレーションの開発」

13:50-14:10 島伸一郎(海洋機構)「CRe-SS SDMのFX1向け計算性能チューニングの準備」

14:10-14:30 後藤俊幸(名工大)「雲マイクロ物理解明のための大規模数値計算手法の開発」

14:30-15:00(休憩)

座長 坪木和久、大東忠保

15:00-15:20 藤本桂三(理研)「適合細分化格子を用いた超並列電磁粒子コードによる磁気リコネクションのシミュレーション」

15:20-15:40 寺田直樹(東北大)「変動惑星圏シミュレーション」

15:40-16:00 前島康光(名大地球水循環)「雲解像モデル“CReSS”を用いた冬季メソスケール擾乱の定量的解析」

16:00-16:20(休憩)

座長 草野完也、荻野竜樹

16:20-16:40 石原卓(名大工)「超多自由度複雑流動現象解明のための高効率な並列計算コード開発」

16:40-17:00 木村芳文(名大多元数理)「地球流体乱流の数値解析」

17:00-17:20 辻義之(名大工)「壁乱流における大規模組織構造と凍結乱流仮説の数値的研究」

17:20-17:30 全体討論

17:30 閉会の挨拶

# 平成23年度(臨時)名古屋大学HPC計算科学 連携研究プロジェクト公募

## 緊急：臨時公募要項

今回の東日本巨大地震による震災でスーパーコンピュータ利用の研究環境に重大な支障を生じて困っている大学や研究機関の研究者を受け入れるために、平成23年度(臨時)名古屋大学HPC計算科学連携研究プロジェクト公募を以下の様に新たに追加実施します。本臨時プロジェクト公募は下記に記載変更のある事項以外は通常の公募要項に準じます。

- ① 本臨時公募は4月28日まで受け付けます。
- ② 本臨時公募の審査は、通常の公募要項と同じです。
- ③ 審査結果については、審査後できるだけ速やかに、名大情報基盤センターから研究代表者あてに文書で通知します。
- ④ 研究期間は、採択時から平成 24 年3 月31 日までとします。

# H23年度臨時名古屋大学HPC採択4課題

若月泰孝(海洋機構):雲解像大気モデル(CReSS)を用いた局所的短時間豪雨のシミュレーション

辻義之(名大工):壁乱流における大規模組織構造と凍結乱流仮説の数値的研究(その2)

木村芳文(名大多元数理):地球流体乱流の数値解析

藤本桂三(理研):適合細分化格子を用いた磁気リコネクションの大規模粒子シミュレーション

# 太陽地球環境研究所

## 新スーパーコンピュータシステム

### Dell PowerEdge R815 (HPC Tech./Agro Graph.)

- CPU: Opteron 6174 ([6コア, 2.2GHz, L3:6MB]x2)  
4CPU/ノード (422GFlops/ノード) × 48ノード (20TFlops)
- メモリ: DDR3 1333 96GB/ノード
- QDR Infiniband x 2, 双方向10GB/s
- 42Uラック3台
- 専用ストレージ: 論理容量60TB × 4筐体
- スパコン全体で¥9000万未満 ⇒ <¥450万/TFlops
- Linpack性能: 15.7TFlops (実効効率: 78.5%)
- Green500: 314MFlops/W (2010/11 ランキングで45位相当)

2011/05より仮運用、利用希望者は梅田まで。

## ◆更新時期をずらして2種類のシステムを運用

### □スーパーコンピュータシステム

- 平成19年6月から運用。本年度リプレイス予定だった。  
→1年間小さめの計算機を導入し、来年の6月に正式リプレイス。
- PRIMEQUEST580(Itanium2)とPRIMERGY RX200S3(Xeon)のシステム。  
→合計31TFlopsの理論性能

### □高性能アプリケーションサーバシステム

- 平成21年から運用
- SR16000/L2(POWER6)1344コアのシステム  
→理論性能25TFlops





# 新スーパーコンピュータシステム

1

## ◆通称“新高性能演算サーバシステム”

### □来月から運用開始

- 来年6月までの短期間運用
- JHPCNや公募型プロジェクト、占有向けに使われる。

### □来年6月からは

- 2種類のシステムを導入予定(現在調達準備中)



# PRIMERGY RX200 S6は(1)

2

## ◆ 2011年5月に稼働した九州大学の計算機システム



富士通製PCクラスタ型計算機

HT (HyperThreading) 機能を持つ  
Nehalem以降のCPUであり、  
FSBがQPIになっている。

		PRIMERGY RX200 S6
CPU	型式	6 core Xeon X5670
	周波数	2.93 GHz (70.32GFlops)
	Cache	L1: 64KB/core L2: 256MB/core L3: 12MB/CPU
Memory	Band幅	32GB/s /CPU
B/F値	32/70.32	0.45
Node	Core数	12
	メモリ	48GB
System	Node数	392 (4704core)
	理論性能	55.13TFlops
	Node間通信	InfiniBand QDR(4GB/s)



## □利用計算機資源

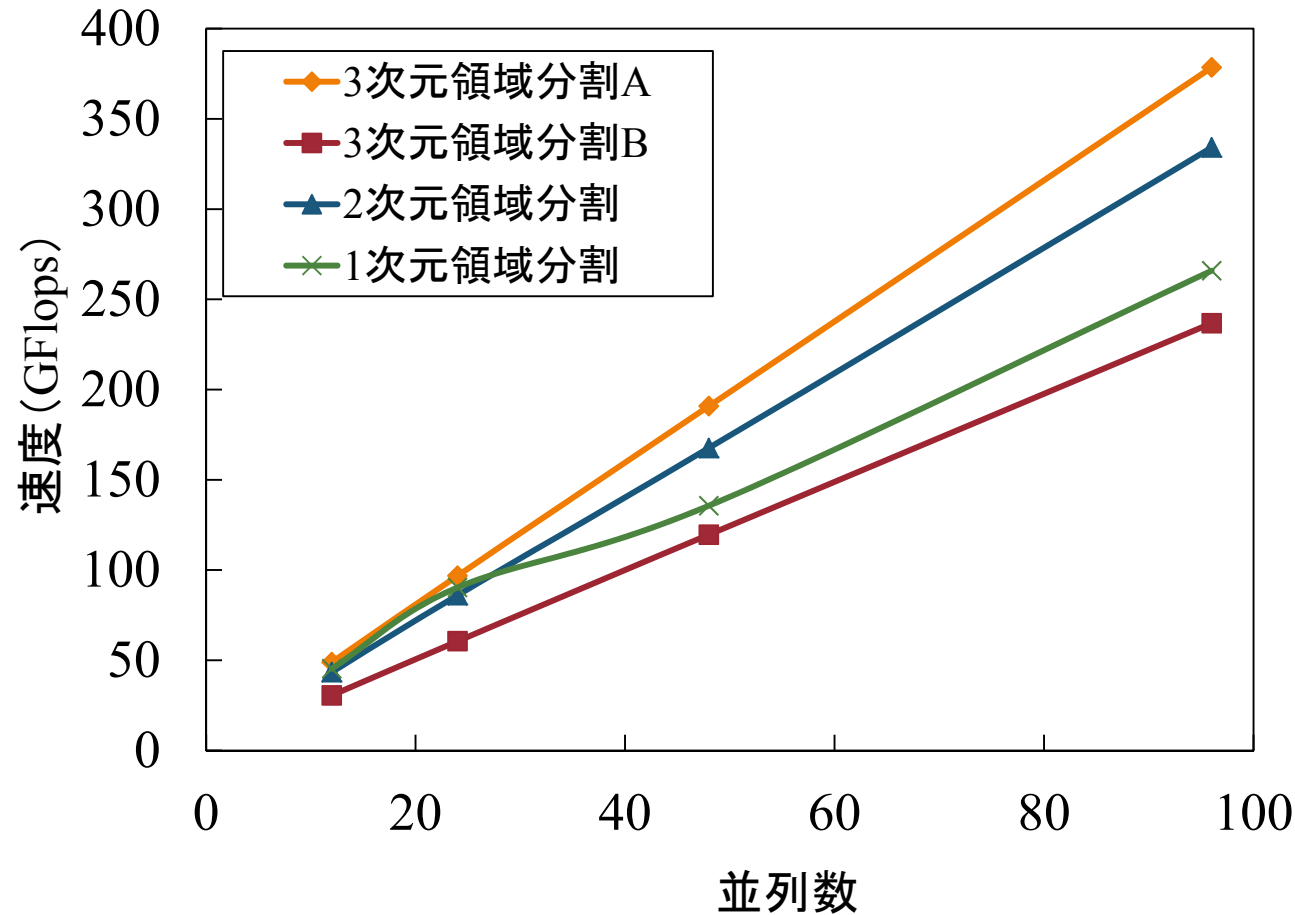
- 試用期間中に使えた96coreで1125GFlopsの理論性能。

## □コンパイラオプション

- 富士通製とインテル製のFortranコンパイラが使用可能
- 富士通製 (mpifrt):
  - Am -
  - Kfast, fsimple, fuse, prefetch\_indirect, prefetch\_sequential, SSE4, loop, nomfunc, noparallel, tiling
- Intel製 (ifort): MPIが使えるようになったが、未テスト



## ◆ 1次元vs2次元vs 3次元領域分割



3次元領域分割  
TypeAの性能が一番  
良い。

96coreで378GFlops、  
33%の実効効率

過去のX86系の傾向  
と同様

B/F値がS3とあまり変  
わらないが、実効効  
率は倍になっている

# 次世代スパコン関連情報

松本洋介

千葉大学・理学研究科

HPCI 戦略プログラム

# 次世代スパコン



- 64万プロセッサコア（Sparc VIIIfx 8万ノード、1ノード8コア）
- 16GB per node
- 要ハイブリッド（プロセス+スレッド）並列

# 現状

試験運用中。。。 (5% くらい)  
(運用スケジュールについては開示出来  
ませんでした)

# HPCI 戦略プログラム

▶分野 1 「予測する生命科学・医療及び創薬基盤

▶分野 2 「新物質・エネルギー創成」

▶分野 3 「防災・減災に資する地球変動予想

▶分野 4 「次世代ものづくり」

▶分野 5 「物質と宇宙の起源と構造」

- 「格子 QCD による物理点でのバリオン間相互作用の決定」
- 「大規模量子多体計算による核物性解明とその応用」
- 「超新星爆発およびブラックホール誕生過程の解明」
- 「ダークマターの密度ゆらぎから生まれる第 1 世代天体形成」
- ユーザー支援チーム



# ユーザー支援受付中

- これからつくろうとしているプログラムを将来の発展まで考えてどのような構造にすればよいか、またどのような手法を用いればよいか、
- シリアルプログラムの並列化、さらにその大規模化
- あくまで、アドバイス。コーディングをするわけではない

<http://www.jicfus.jp/field5/jp/>

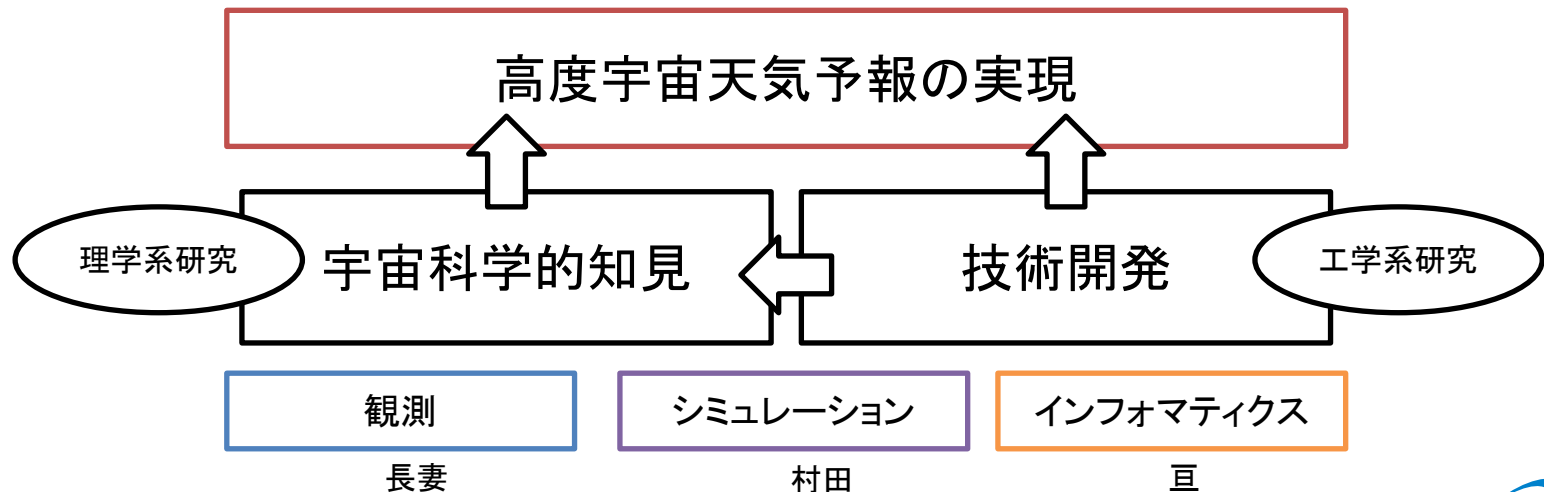
- ▶現在、3件チームに問い合わせあり。
- ▶1件は原子核、2件はプラズマ粒子、MHD

# シミュレーション分科会

## 20110524

村田健史

情報通信研究機構 電磁波計測研究所  
宇宙環境インフォマティクス研究室



観測・シミュレーションとインフォマティクスの融合による宇宙天気研究

静止軌道衛星環境予測

電離圏変動予測

成果の社会利用  
中期計画期間の展望および将来展望

国連宇宙空間平和利用委員会(宇宙活動長期的持続性)への提言とNICT役割の明確化

国連宇宙空間平和利用委員会(宇宙航法システム)への提言とNICT役割の明確化

宇宙天気情報提供体制の確立・JAXA/気象庁・民間衛星企業への情報提供スキームの確立

国交省・JAXA宇宙航法システム将来計画への電離圏データ提供スキームの確立

期待される成果と効果  
(国際競争中/世界初)

静止軌道上の高エネルギー粒子環境モデルおよび高精度Global MHDモデル確立⇒keV~MeV粒子による静止衛星軌道上の電磁環境数値予測の実現

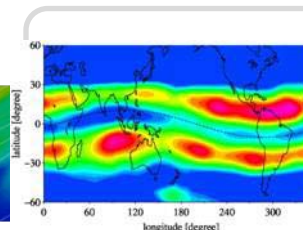
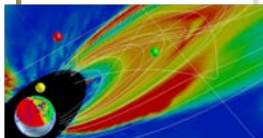
アジアオセアニア域での準リアルタイムプラズマバブル生成・伝搬モニタ確立および下層大気・磁気圏の影響を含む高精度電離圏モデル確立⇒1時間前の電離圏擾乱予報の実現

中期期間に開発する技術

観測

リージョナル観測網(観測網仮想化・データ自動収集・統合型データベース)

【②高精度磁気圏Global MHDモデル】静止軌道プラズマインジェクションモデル←1K<sup>3</sup>シミュレーションおよび1秒スケール可視化により実現。



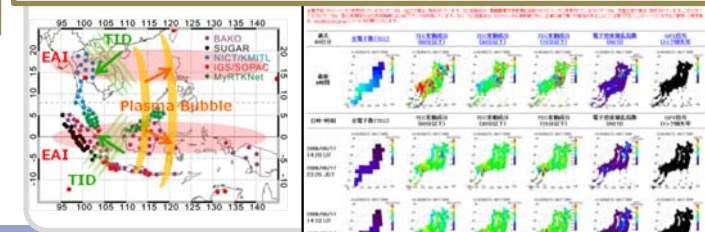
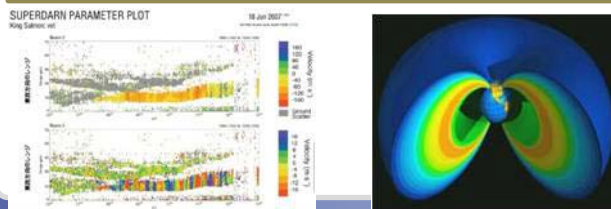
【②高精度電離圏シミュレーション】0.3度(緯度・経度)解像度電離圏モデル←大気モデル結合および1K<sup>3</sup>シミュレーションにより実現。

シミュレーション

1K<sup>3</sup>スケール数値計算  
長期間(10年<)・リアルタイムデータ伝送技術

【①内部磁気圏予測モデル】放射線帯変動予測モデル←地磁気脈動による放射線粒子加熱・消失モデルとGlobal MHDの融合により実現。

【①電離圏擾乱生成・伝搬システム】複合観測によるプラズマバブル到来予測システム開発。日本・アジア域・全球の2次元TECマップ作成。



インフォマティクス  
分散処理(1000コア超)  
技術、長時間・高時間分解能(10<sup>3</sup>)可視化技術

## 第3期中期計画研究テーマ

- 電離圏変動予測
  - ①電離圏擾乱生成・伝搬予報システム
  - ②高精度電離圏シミュレーション
- 静止軌道衛星環境予測
  - ①内部磁気圏(放射線帯)予測モデル
  - ②高精度磁気圏Global MHDモデル
- インフォマティクスの活用
- 宇宙天気サービス
  - 電離圏国内定常観測
  - 宇宙環境情報サービス

### 第2期中期計画

- 観測データ解析・シミュレーションの独立した研究

### 第3期中期計画(今中期)

- 観測とシミュレーションの融合
- 領域間結合(電離圏・磁気圏(・太陽/太陽風))の検討
- シミュレーションの大規模化・データの多様化

### 第4期中期計画

- 電離圏・磁気圏(・太陽)数値モデルへの相互作用の導入
- 観測網の高密度化・広域化

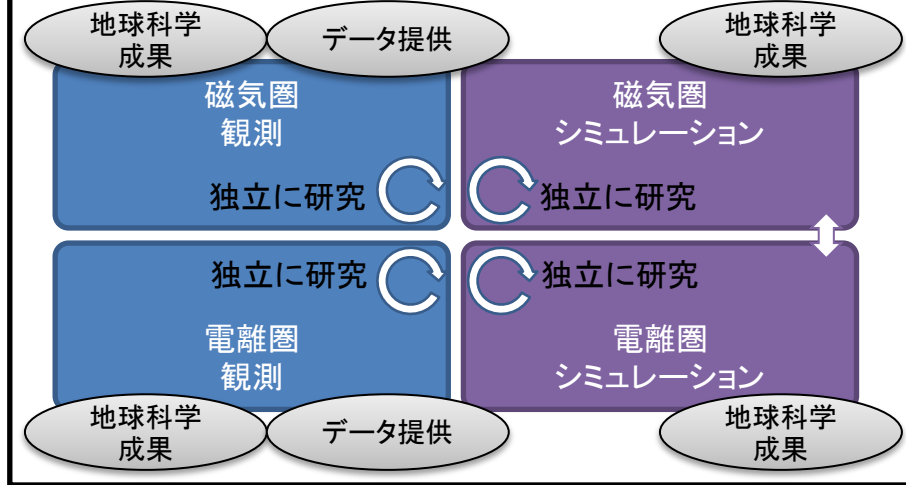
### 将来計画(10年後以降)

- 太陽予測に基づく磁気圏・電離圏数値予報モデル(4次元電離圏データ同化モデル)

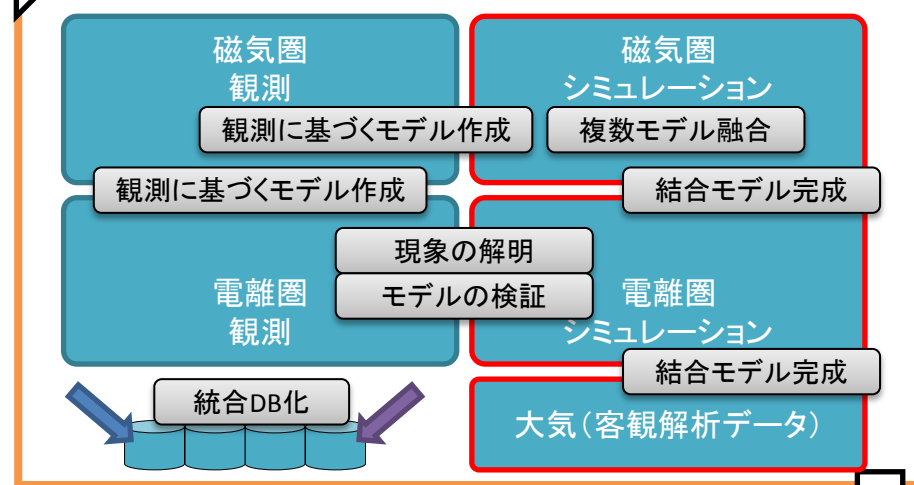
# 長期的視点での宇宙天気研究

地球科学  
成果予報情報  
提供

## 第2期中期計画



## 第3期中期計画(現中期)



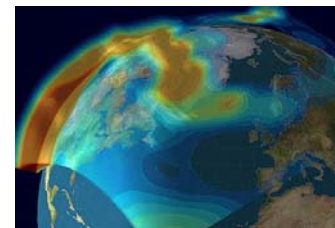
## 将来計画(10年後以降)

- 太陽/太陽風・磁気圏・電離圏相互作用モデル運用
- リアルタイム4次元電離圏データ同化システム運用
- 宇宙環境(衛星軌道)数値予測・予報システム運用
- 太陽・磁気圏・電離圏モデル長期データベース運用
- 全球地球環境観測システム

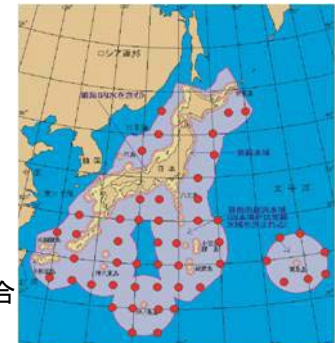


## 第4期中期計画

- 電離圏・磁気圏・太陽/太陽風相互作用モデル開発
- 4次元電離圏データ同化モデル開発
- AOSWAを中心としたアジア・オセアニアデータ交換システム構築・運用
- 海洋域を含む全球観測技術検討



4次元データ同化イメージ



日本の排他的  
経済水域内に  
50点の観測点  
を設置した場合  
の分布図

# 電離圏変動予測

電離圏擾乱生成・伝搬予報システム  
高精度電離圏シミュレーション

# 電離層変動予測研究計画

- ①電離圏擾乱生成・伝搬予測システム
- ②高精度電離圏シミュレーション

現状

## 現状（前中期の課題）

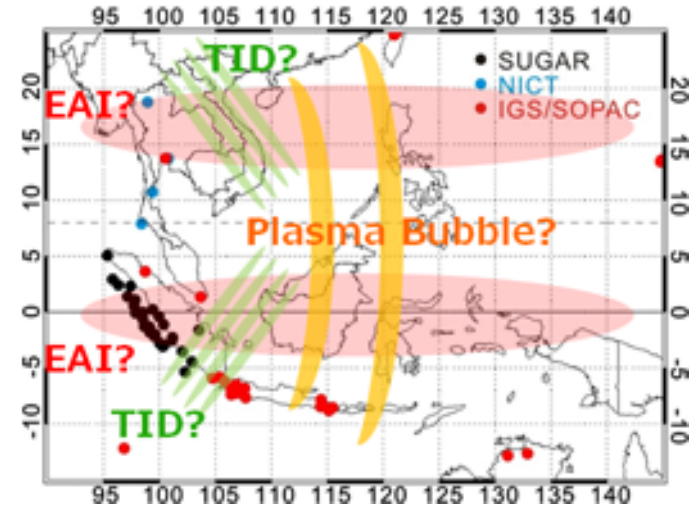
- GPS受信機の密度に応じた空間解像度で、2次元電離圏モニタリングが可能だが、観測点が少ない東南アジア域や海上等は空白領域となっている。
- 電離圏モデルによるシミュレーションは、空間解像度が低いこと、磁気圏・電離圏・大気圏の結合の難しさ等から、すべての電離圏擾乱を再現できていない。

## 計画

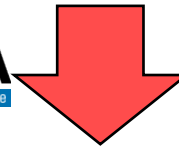
- 新たなGPS受信機網の調査・データ収集を行い、2次元GPS電離圏観測の観測領域拡大と空間解像度向上させる。
- 日本への影響が大きい赤道域でのプラズマバブルの発生・伝搬モニタリングを行い、情報提供する。
- 高精度（空間分解能10～100km）の電離圏シミュレーションコード開発（下層大気・磁気圏の影響）と、バブル発生環境予測。

## 将来性

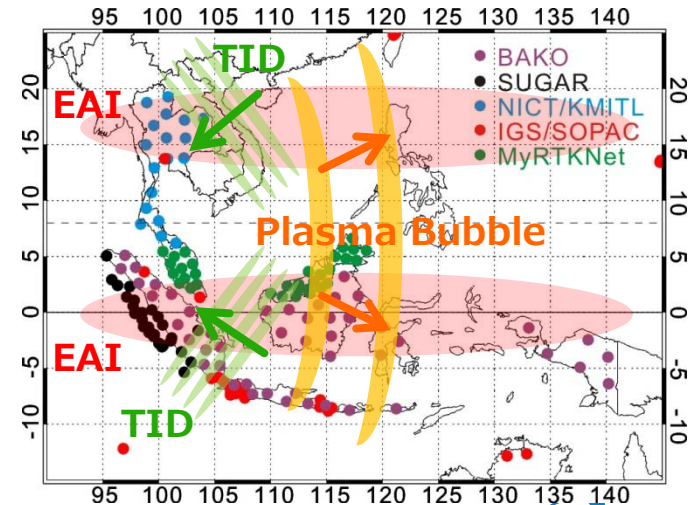
- 世界的にGPS受信機網は増加傾向であり、現状データ収集量はNICTが世界一。これから算出した電離圏全電子数のデータサービスにおいて、イニシアチブを狙う。（統合データシステム開発室と協力。）
- データ同化による四次元電離圏予測モデルへのインプットデータとしても重要。



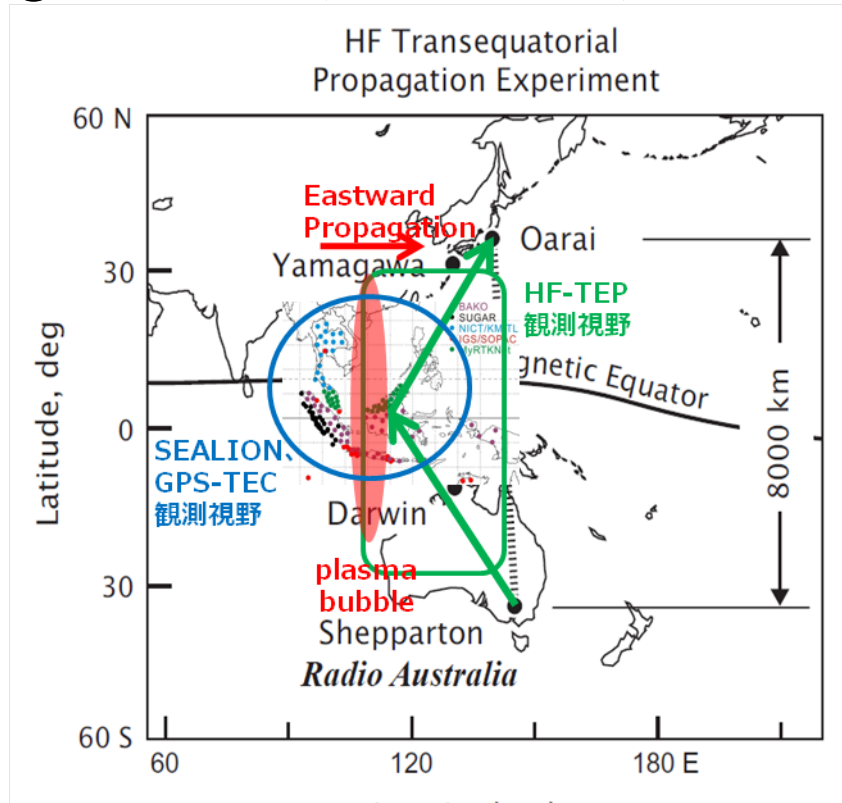
AOSWA  
Asia-Oceania Space Weather Alliance



今中期

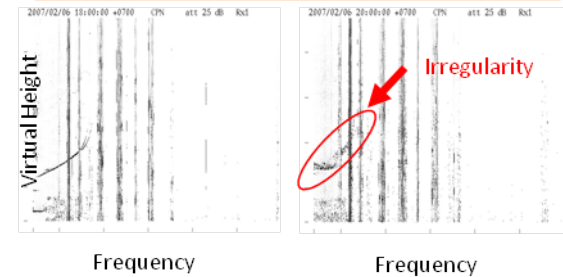


# ① SEALION、GPS-TEC、HF-TEPによるプラズマバブル情報提供

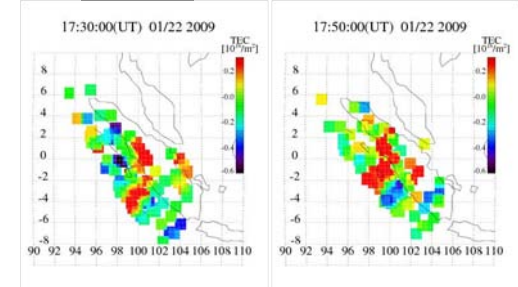


- SEALION : バブル生成条件となる背景電離圏の状態 (電離圏高度、赤道異常の強さ・南北非対称性)、バブル発生・伝播のモニタリング。
- GPS-TEC: バブルのトリガーとなる波動現象、背景電離圏 (赤道異常の強さ・南北非対称性) の状態、バブル発生・伝播のモニタリング。
- HF-TEP : 西太平洋域でのバブルの存在、伝搬速度のモニタリング。→ 日本の経度域におけるプラズマバブルの伝播予測

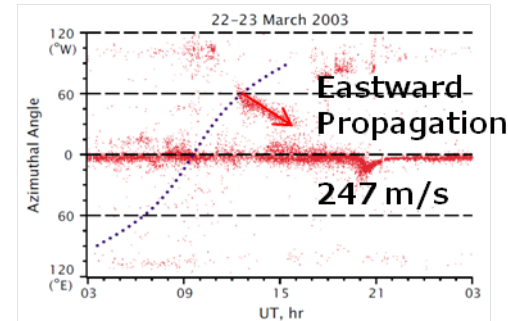
## 統合サービスとして提供



イオノゾンデによるプラズマバブル (イレギュラリティ) 情報の自動検出



GPS-TECによる日本・アジア・全球の2次元電離圏観測 (上図はスマトラ等GPSデータによるTEC観測の例)



HF-TEP(HF赤道横断伝播観測) による西太平洋域プラズマバブルの伝搬自動検出



## ②高精度全球電離圏モデル開発(全球)

磁気圏(極域)  
の影響

### 今中期の計画

- 気象再解析データを入力した長期シミュレーション(並列高速化も課題)と結果の数値DB化
- 電離圏変動と気象現象の因果関係、予測リードタイムをデータマイニングにより調査
- 高精度電離圏モデル開発(全球、 $1/3^\circ \times 1/3^\circ$ 、三角格子または磁力線座標)
- 気象再解析データ駆動型リアルタイムシミュレーションを開始

### 期待される効果

- 気象起源の電離圏日々変動をリアルタイム再現する。
- 日々のプラズマバブルの発生し易さ(不安定成長率)を推定。発生に関与する現象の再現(PRE、LSWS)。
- 再解析データの提供サービス

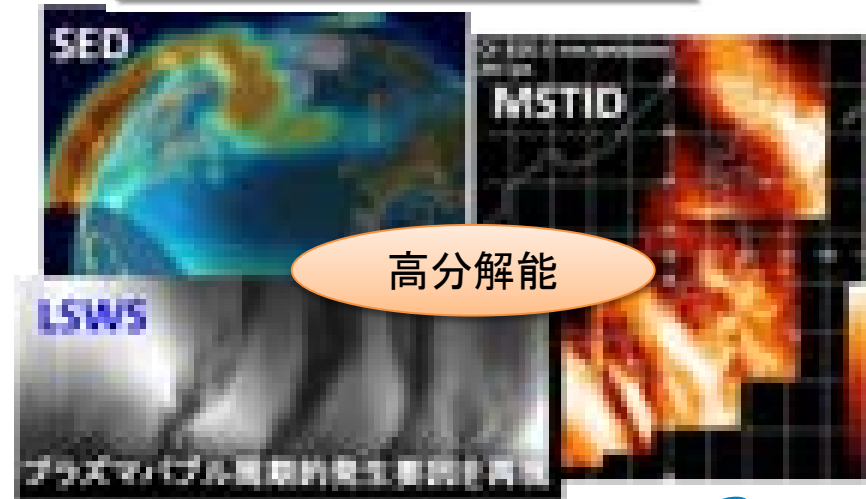
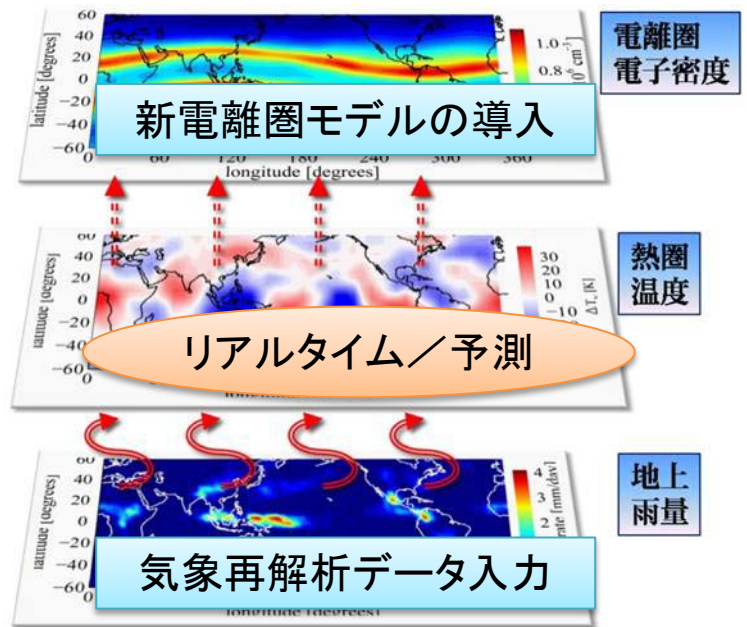
### NICTの利点(Only One/Number One)

- 分解能NO1: 100kmスケールの電離圏現象(SED、MSITD、LSWS)の再現。
- 現時点で大気圏電離圏モデルは世界をリード→さらにデータ駆動型かつリアルタイム化する。

### 研究開発項目

- 大気圏モデル対応(前中期から着手)
- 大規模ストレージ構築、長期シミュレーション支援、電離圏再解析データ公開サービス
- 観測データ(SEALION)と比較、研究利用
- リアルタイム再解析データ提供(気象庁)
- データマイニング

### 大気圏-電離圏結合モデル



# 静止軌道衛星環境予測

内部磁気圏(放射線帯)予測モデル  
高精度磁気圏Global MHDモデル

# 静止軌道衛星障害起因となる2つの衛星帯電現象

## ①深部帯電・②表面帯電

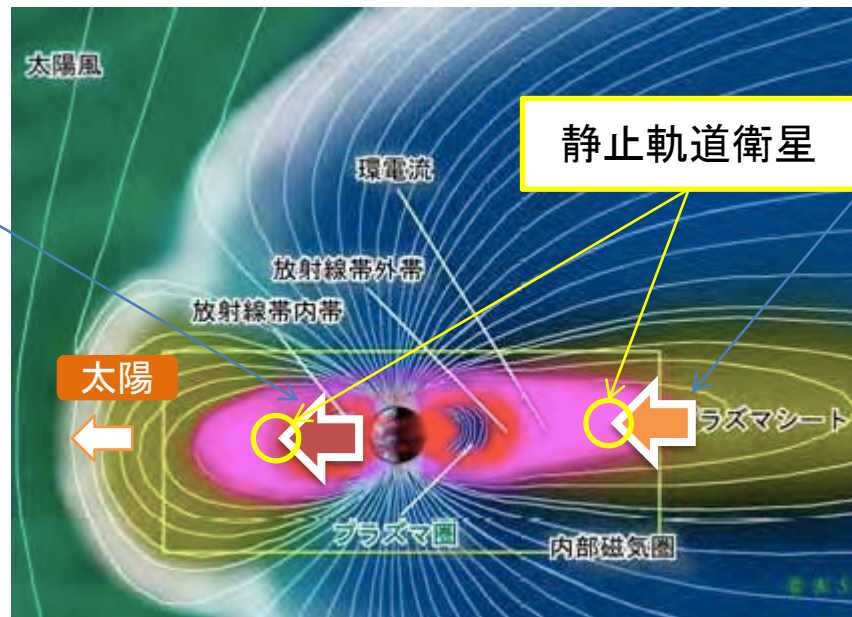
### ①深部帯電

放射線帯粒子加速  
経度によらず障害が発生する

今中期

今中期計画  
放射線帯粒子(加速・消失)モデルにより数値予測

1時間～数日前の予測が可能



### ②表面帯電

サブストームに伴う  
インジェクション  
おもに夜側(22時～2時ごろ)で  
障害が発生する

今中期

今中期計画  
Global MHDモデルによりインジェクション  
時刻を数値予測

30分～1時間前の予測が可能

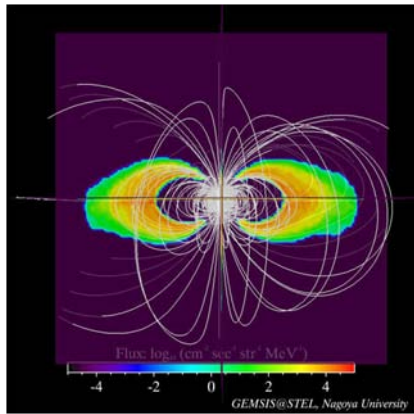
## 衛星運用組織のNICT宇宙天気情報利活用

- 過去の障害検証・調査のため、任意の日時・場所の観測データ(およびシミュレーションデータ)の取得を希望。
- 衛星技術改善により表面帯電数は減少。ただし、旧式の衛星(運用中)については表面帯電予測は重要。数値予測はNICTでしかできない。
- 深部帯電については、次期太陽活動減少期での障害の危険性がある。数値予測はNICTでしかできない。

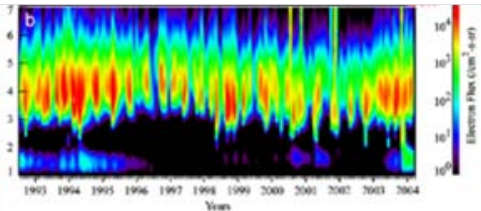
# 研究開発計画(①深部帯電)

## ①内部磁気圏(放射線帯)予測モデル

現状:放射線帯シミュレーション(NICT):2 MeV粒子のみ計算( $10^4$ 粒子)



今中期中:静止軌道上の放射線帯粒子予測モデル(プロトタイプ)の構築

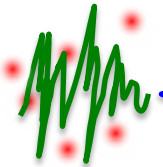


大気落下による消失(実装済み)

### Precipitation



今中期実装



Whistler  
EMIC...

NICT地磁気観測・HFレーダー観測からULF加速モデル作成

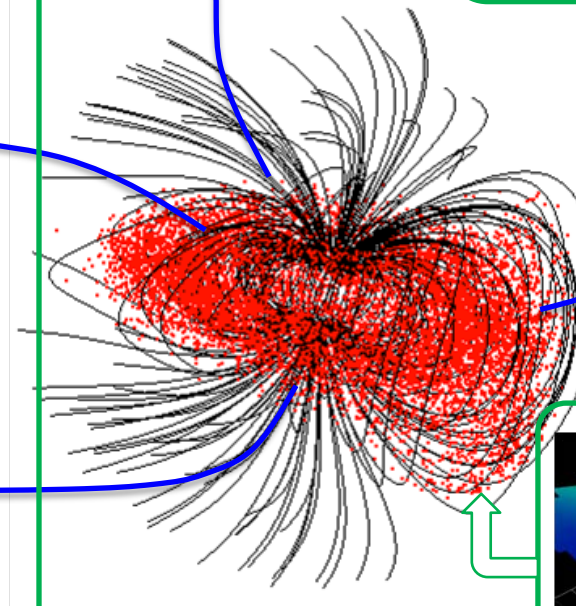
ULF



波動粒子相互作用による加速機構

今中期実装  
keV~MeV粒子の計算( $10^6 \sim 10^7$ 粒子のリアルタイム計算(1000コア) $\Rightarrow$ 大規模並列計算技術開発)

keV粒子  $\xrightarrow{\text{加速}}$  MeV粒子



MPS  
惑星間空間への消失(実装済み)

Global MHDからの非定常背景磁場導入

Global MHD

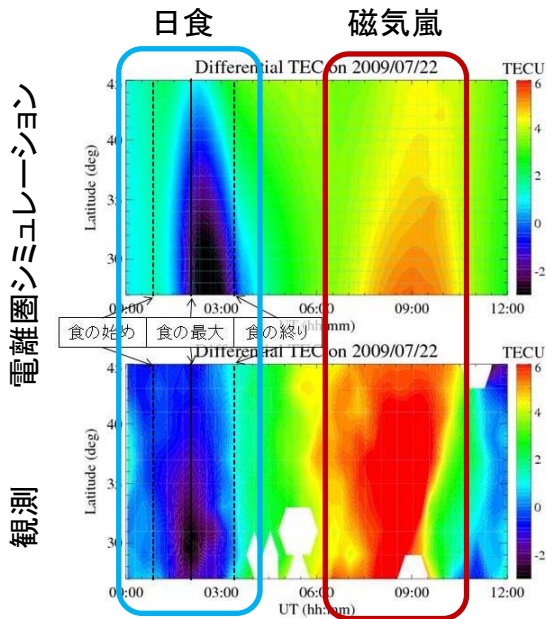
今中期実装

現在は定常磁場モデル

# 研究開発計画

## ②高精度磁気圏Global MHDモデル(インジェクション予測)

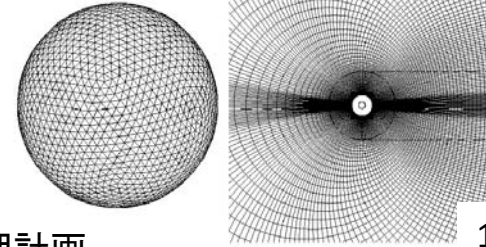
### 2009年日食シミュレーション



磁気嵐の影響が正しく解けていない  
⇒磁気圏モデルの高精度化が必要

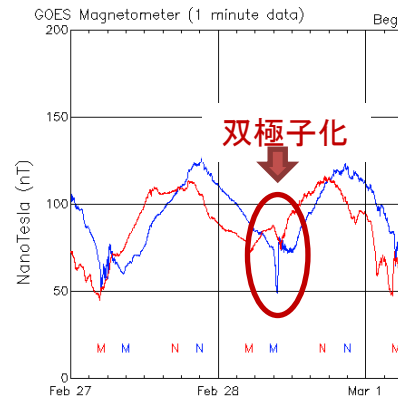
試作コードの  
検討

三角格子モデル → 磁気圏への適用

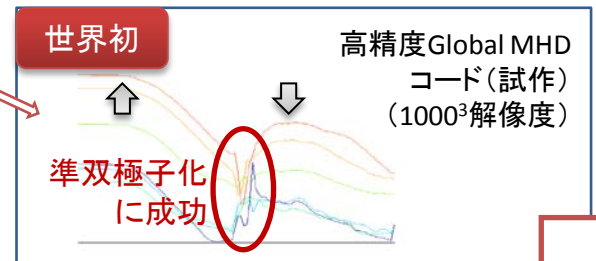
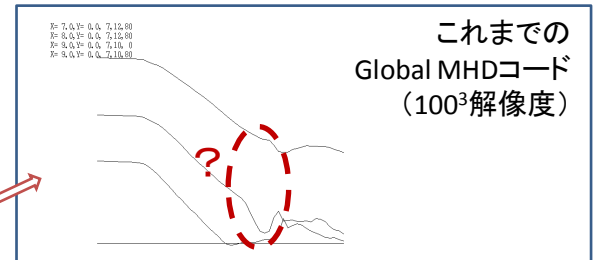


今中期計画

1000<sup>3</sup>解像度



サブストーム(インジェクション)観測



世界初

高精度Global MHD  
コード(試作)  
(1000<sup>3</sup>解像度)

準双極子化  
に成功

三角メッシュによる1000<sup>3</sup>解像度Global MHDシミュレーションの開発⇒(i)サブストームを正確に予測、  
(ii)電離圏シミュレーションへの正確な極域情報の入力

# インフォマティクスの活用

電離圏変動予測

静止軌道衛星環境予測

# インフォマティクスの活用

- 大規模ストレージ技術
- 並列分散処理技術・大規模数値計算技術(コード開発)
- 3次元時系列可視化技術
- 観測データネットワーク仮想化技術



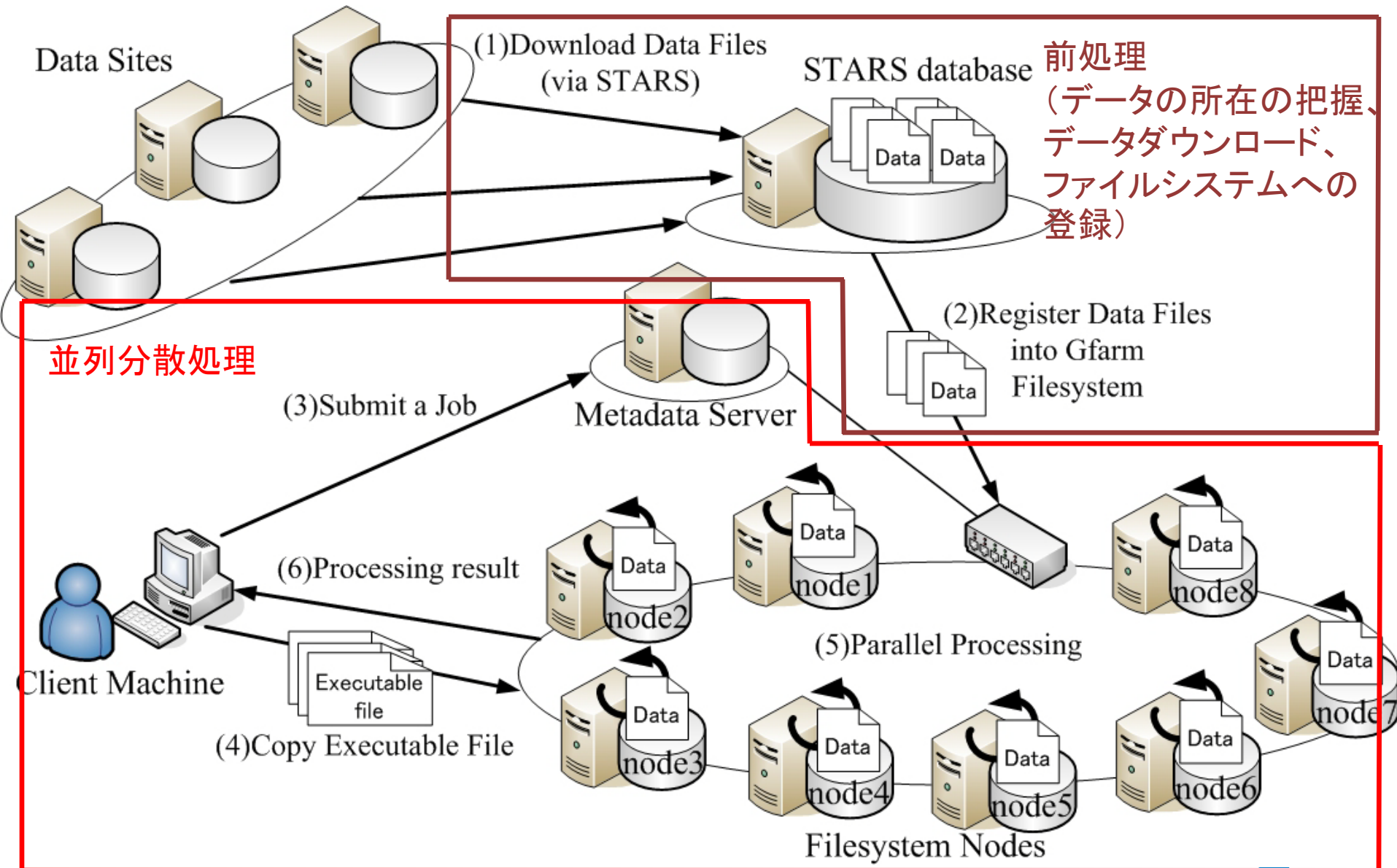
マッシュアップにより次世代型宇宙天気研究への寄与を目指す

## 他研究室との連携テーマ(予算要求外)

- 大規模データ(メタデータ)収集技術
  - 統合データシステム開発室において研究開発
- Web2.0技術(学術知)
  - 連携プロジェクト(けいはんな・統合データ室)で申請

# 分散データ型データインテンシブ処理の例(8コア)

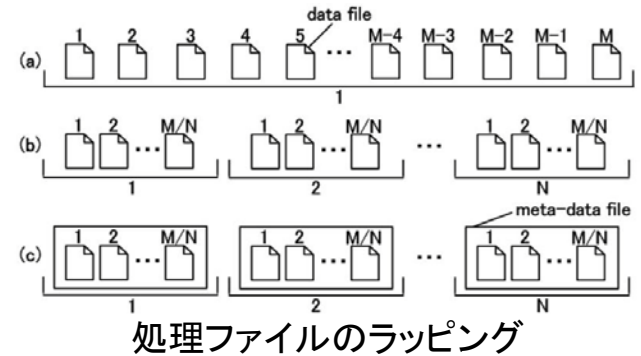
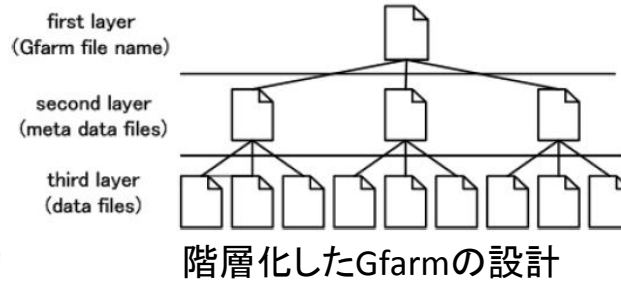
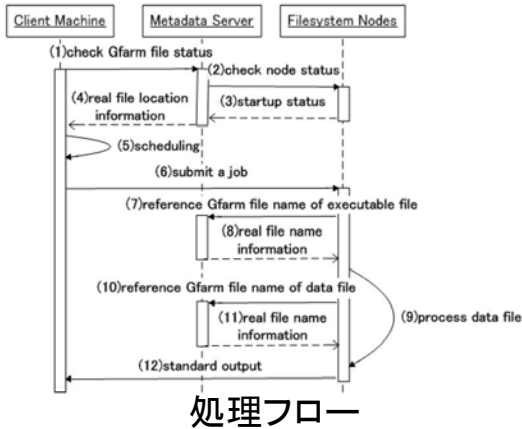
## 実験環境



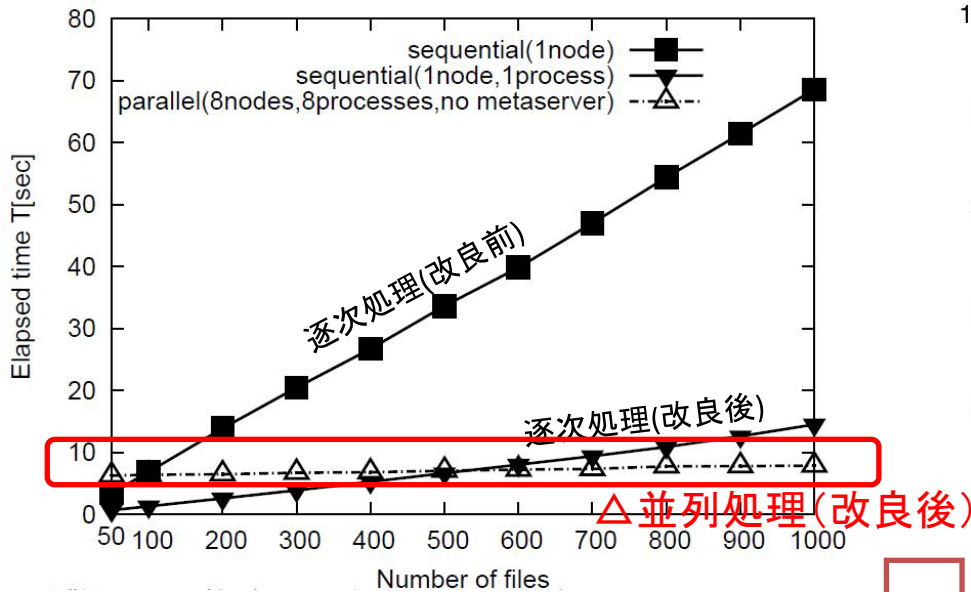


# 分散データ型データインテンシブ処理の例 (8コア)

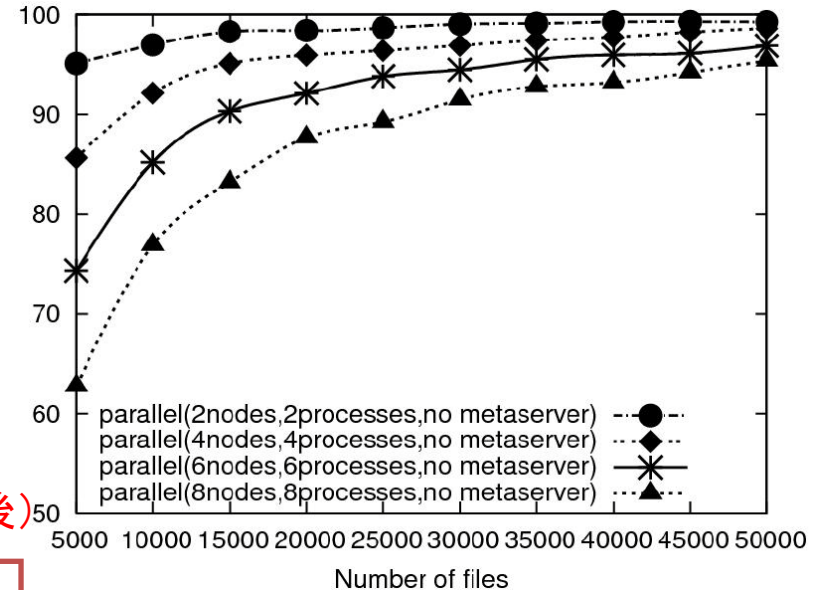
(ほぼ100%の並列化効率の達成)



階層化したGfarmファイル適用後の処理時間

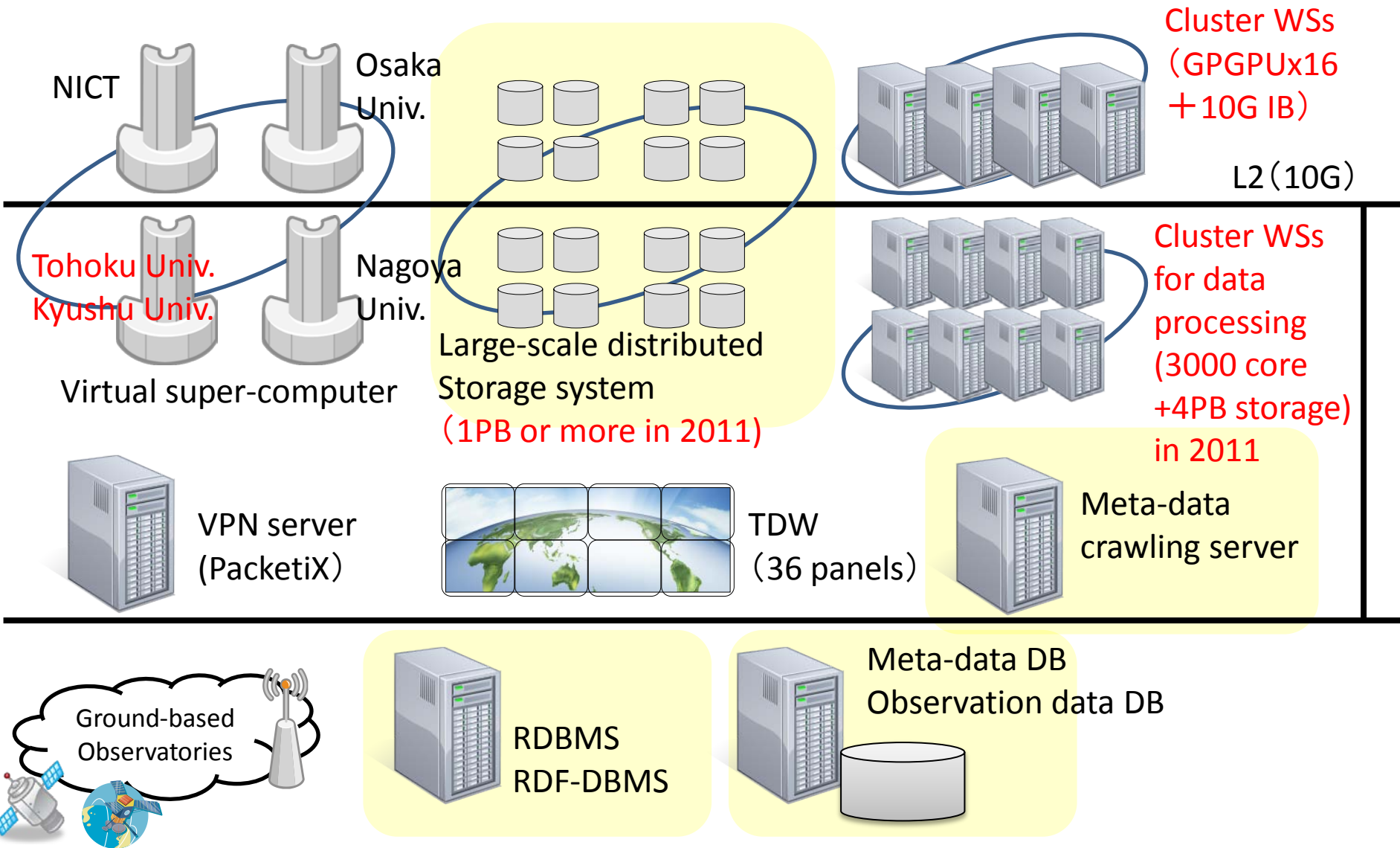


並列化効率



5000~50000程度のファイルをほぼ100%の並列化効率で処理する基盤技術開発は完了

# NICT science cloud system (so far and future plan)

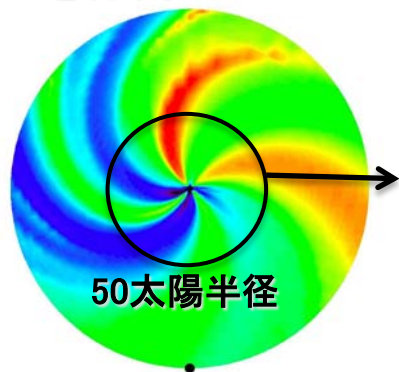


# 太陽風&CME&SEPモデルの開発

韓国Kyung Hee大学と共同で、定常太陽風モデルとCMEの伝搬過程を再現する数値計算コードを開発する。

## 【NICT】

50太陽半径を内部境界条件とした定常太陽風計算と太陽高エネルギー粒子のモデリングを行う。

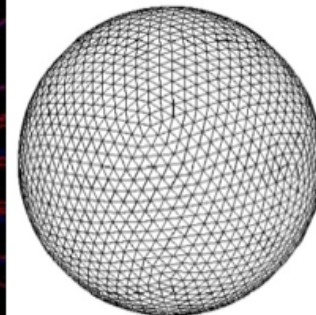
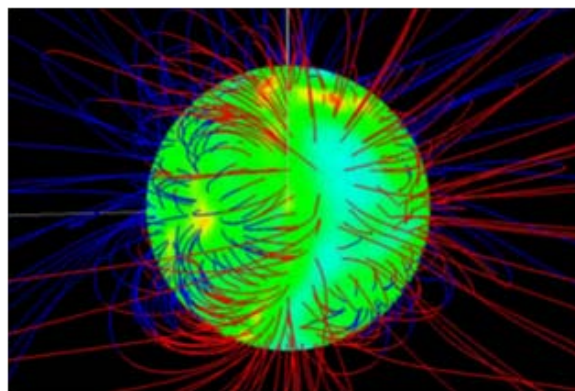


[新しい境界条件]

- ・ 磁場 ← potential field model
- ・ 速度、密度 ← IPS観測

## 【Kyung Hee U.】

太陽表面から定常太陽風の計算。CMEをも含めた計算を実施する。



- ・ 50太陽半径を内部境界条件とした計算。(精度向上化)
  - ・ Roe法からHLLD法への改良。(コードの高速化)
  - ・ 並列化
  - ・ 様々なエネルギースペクトルを持つ粒子の伝搬計算(データベース化)。
  - ・ 高精度太陽コロナ磁場計算
- 技術提供
- データ提供
- データ提供
- ・ 三角格子の並列化。
  - ・ 現コードでの加熱項の調整とイベント解析。(IPS観測を再現するように加熱項を調整。)
  - ・ 加熱項の与え方の検討。(コロナ磁場形状、光球面の温度分布等からIPS観測を再現するような加熱項の検討。)
  - ・ 定常太陽風計算。
  - ・ CMEを含めた計算。

# 可視化

- TDWを開発
  - 18000x4300解像度のディスプレイ
- 64ビット版GFAプレーヤー
  - 2GBを超えるサイズの時系列3Dデータをレンダリング可能
- 大規模並列可視化システム開発中
  - 1000<sup>3</sup>シミュレーションの(リアルタイム)高時間分解能可視化(九州大・深沢さん)
- 可視化ルーム
  - H.23年度中に公開予定
  - アウトリーチとシミュレーションデータ解析環境

# 次期スパコンについて(予定)

- 現在のスパコン(SX-8R)はH.24年2月まで
- 次期スパコンについては未定
  - NICTスパコンは共同利用スパコンではない
  - ジョブ投入は仮想化スパコン(阪大、名大...)を利用
  - NICTはリアルタイムシミュレータのみ
  - データ処理と可視化はクラウド環境を利用

## □ STPシミュレーション・モデリング技法勉強会

- 9月15日～16日@九州大学の予定  
(ちょうど玉尾カンファレンスも開かれています)
- 以下研究集会の内容抜粋  
今回はMHDから進んだ、Hall-MHDや2流体近似、電子の質量を無視する場合、しない場合を含めたハイブリッドシミュレーションに関して成果・進捗状況の報告と意見交換を行う。これにより次世代スーパーコンピュータペタ・エクサフリップス級スーパーコンピュータに向けた準備の契機とする。講演者には、該当コードに関する新しい手法の紹介に加えて現状・未解決問題や今後の展望についても言及していただき、今後共同でシミュレーション・モデリング技法を開発するための体制を整える。

# その他(アナウンス等)

- PLASMA2011の案内(神戸大・臼井)
  - 2011/11/22-25@石川県立音楽堂
- ICNSP 2011の案内(核融合研・渡邊)
  - 2011/09/7-9@Long Beach, PPPLが主催
- 3学会合同プラズマセッションの案内(JAMSTC・杉山)
  - 2012/03/19-22@京都, 天文学会が世話
- STEシミュレーション研究会の案内(広島大・三好)
- STPシミュレーション技法勉強会の案内(九州大・深沢)
- MLを更新しますので、所属が変わった方は  
世話人(spsim @ stelab.nagoya-u.ac.jp)までご連絡を！

# 懇親会について

- 時間： 2011/05/24 20:00-22:00
- 場所： リゾートダイニング As Domani  
aune幕張3F（TEL:043-274-8655）

