

# 計算科学技術推進体制構築

## I. 計算資源の効率的マネジメント

- ・計算科学研究機構内の共用サーバの設置、運用
- ・各研究拠点のサーバ管理
- ・研究拠点間のネットワーク管理

## II. 「京」およびHPCI利用に際しての研究支援

- ・アプリケーションの移植、最適化
- ・「京」利用に関する講習会の開催
- ・シミュレーション結果の可視化支援

## III. 人材育成

- ・若手研究者の雇用
- ・講習会の開催
- ・神戸大学との連携(講師の派遣等)
- ・人材育成WGの設置、運用

## IV. 人的ネットワークの形成

- ・研究会、ワークショップの開催
- ・合同研究交流会の開催
- ・広報責任者会議への参画

## V. 成果の普及

- 専門家への情報発信
  - ・ワークショップ開催
  - ・地域研究会の開催
- 一般の方々への情報発信
  - ・シンポジウムの開催
  - ・HPの運用、パンフレット制作、配布

## VI. 分野を超えた取組み

- ・HPCI関係機関との連携
- ・HPCIコンソーシアムへの加入
- ・連携推進会議等への出席

# 実施計画・最終目標(計算科学技術推進体制構築)

前半(H23～H25上)	後半(H25下～H27)	最終目標
<p><b>I. 計算資源の効率的マネジメント</b></p> <p>共用サーバの設置・運用 ネットワーク管理</p>	<p>サーバの増設、保守、運用</p>	<p>「京」の利用によって、研究開発課題の戦略目標を達成し、画期的な成果を生み出すことを目的に、「京」と、地球変動予測の中核的な計算機資源である「地球シミュレータ」との間で、効果的・効率的な運用ができる体制を構築する。</p>
<p><b>II. 「京」およびHPCI利用に際しての研究支援</b></p> <p>プログラム高度化支援、講習会の実施</p>	<p>シミュレーション結果の可視化支援</p>	
<p><b>III. 人材育成</b></p> <p>若手研究者の雇用、神戸大学との連携</p>	<p>講習会の実施、人材育成WGの運営</p>	
<p><b>IV. 人的ネットワークの形成</b></p> <p>研究会、WSの開催</p>		
<p><b>V. 成果の普及</b></p> <p>シンポジウムの開催、HPの運用、パンフレット配布、各種展示会への参加</p>		
<p><b>VI. 分野を超えた取組み</b></p> <p>関係機関との連携、関連会合への出席、HPCIコンソーシアムへの参加</p>		

# 計算科学技術推進体制構築 <これまでの成果>

## I. 計算資源の効率的マネジメント

- ・各拠点におけるファイルサーバ、大容量磁気ディスクの設置、管理
- ・計算科学研究機構の共有サーバスペース:各戦略分野に配分された6ラックに、サーバ、ディスクを設置、運用中  
→利用状況を考慮し、3ラック分の増設手続き中→**研究環境の基盤を構築**



AICS内の分野3研究室



スーパーコンピュータ「京」



地球シミュレータ

## II. 「京」およびHPCI利用に際しての研究支援

- ・アプリケーションの高度化・最適化の支援

計算科学研究機構と、JAMSTEC横浜研に技術者を配置し、最適化支援、可視化支援を実施  
外部委託しているアプリケーションの高度化・最適化支援の管理、取りまとめ

【2012年度:19本】→【2013年度:25本程度実施予定】

→アプリケーションの「京」への最適化により、実行効率が向上し、計算時間が短縮

## III. 人材育成

若手研究者向けの講習会を実施 1回/年度を目処に実施(総参加者:10名)

計算科学研究機構に常駐する技術者が蓄積した知見を活用し、研究者のステップアップをサポート

→「京」を初めて利用する研究者の負担を軽減

## IV. 人的ネットワークの形成

全国の大学、研究機関等の研究者や専門家を対象に研究会、セミナー等の実施、参加  
→**会合等を通じて、人的ネットワークの形成を促進**(以下に開催した会合等の一部を記す)

- ・高知マスメディア勉強会(講演) 2012年4月20日(高知新聞社)
- ・土佐市防災講演会 2012年12月17日(土佐市防災センター)
- ・超高精度メソスケール気象予測研究会 2013年3月21日(ニチイ学館)

## V. 成果の普及

各種展示協力(事業説明ポスターの掲示、パンフレット配布、ビデオ上映)  
(以下に、開催したイベント等の一部を記す)

- ・下水道展'12 招待講演 (2012年7月27日 神戸国際展示場)
- ・CCP2012 (2012年10月14~18日 ニチイ学館)
- ・理研神戸地区一般公開 (2012年10月20日 計算科学研究機構)
- ・SC'12 (2012年11月10~17日 アメリカ, ソルトレークシティ)
- ・兵庫県立図書館企画展示 (2013年1月18日~3月20日 兵庫県明石市)

## VI. 分野を超えた取組

計算科学研究機構や他の戦略分野と連携し、  
各分野の研究者および技術者も交えた研究会やミーティング等を実施

→**分野3の情報を公開し、他分野の研究者、関係者間で情報共有を深めた**

# 參考資料

# 分野3 防災・減災に資する地球変動予測

## 地球規模の気候・環境変動予測に関する研究(課題責任者:東京大学・木本昌秀)

### 研究概要

これまでの全球気候モデルでは、個々の雲が解像できないため、台風の発生や、熱帯の巨大雲塊に伴う天候変化の予測に大きな不確実性があった。本研究では、「京」の能力を生かし、全球雲解像モデルNICAMにより、地球温暖化に伴う台風の変化、熱帯の雲活動の2週間以上の延長予測の可能性について研究する。社会・経済的に重大な影響を持つ現象に関する予測性を向上させることで、温暖化に対する適応策の策定や、日本をはじめ世界各国での防災・減災に向けた取組みに貢献する。

### 研究体制

- I. 全球雲解像モデルによる温暖化時の台風の研究 (海洋研究開発機構:杉正人)
  - II. 全球雲解像モデルによる延長予測可能性の研究 (東京大学大気海洋研:佐藤正樹)
  - III. 地球変動予測アプリケーションパッケージの開発 (東京大学大気海洋研:羽角博康)
- 東大大気海洋研、海洋研究開発機構、理研計算科学研究機構、気象庁等で研究チームを構成する。  
モデルの開発・調整にあたっては、全国の研究コミュニティと連携

### 成果内容と科学的又は社会的意義

#### 「京」を用いた全球雲解像シミュレーションにより、熱帯域を中心とした数週間先までの延長天気予報の可能性を実証

- 全球雲解像モデル(NICAM)の高速化と物理過程の調整を行った。京の全81,920ノードでの実行を可能にし、20,480ノードにおいて実行効率7%強を達成した。同モデルを用いた熱帯季節内変動の延長予測実験において、約4週間の有効な予測を達成した(図1)。台風変化の予備の実験においては、温暖化時に全球の台風の数が減り、強い台風が増えるという結果を得た。
- 平成25年度前期に重点課題として採用されたことにより、世界初となる、計算格子870mまでの超高解像度シミュレーションを実施し、解像度2km以上で雲解像計算が収束することを見出した(図2)。
- 次世代気候モデルプラットフォームのプロトタイプ構築に成功し、京への移植準備を整えた。

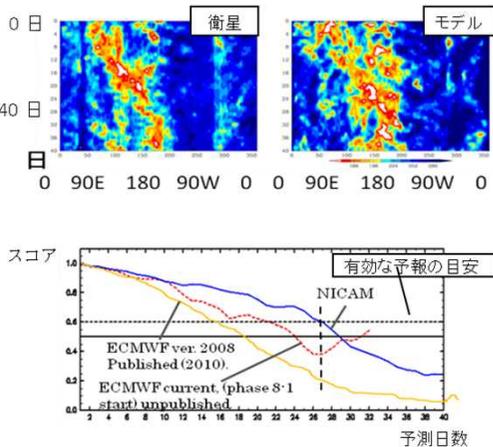


図1 (上)赤道における外向き長波放射(雲)の経度時間断面図。熱帯季節内振動に伴う対流域(暖色)が東進。(下)熱帯季節内振動の予測スコア、青が今回の実験、他は現業気象機関の実績。

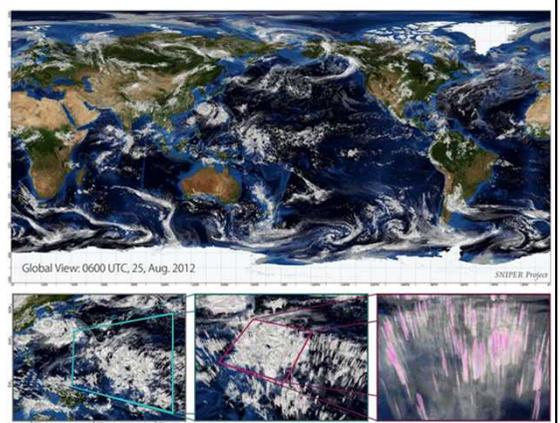


図2 世界で初めて1kmを切る計算格子でシミュレートされた全球の雲(上)とその拡大図(下)。

# 分野3 防災・減災に資する地球変動予測

## 超高精度メソスケール気象予測の実証(課題責任者:気象研究所・斉藤和雄)

### 研究概要

日本では毎年のように集中豪雨や局地的大雨が発生し、大きな被害を出している。これら顕著現象の予測は、防災・減災上きわめて重要である。本課題では、「京」を活用することにより、雲を解像するデータ同化技術を開発するとともにアンサンブル予報を雲解像モデルに適用した領域気象解析予測システムを構築して、集中豪雨や局地的大雨、竜巻の親雲などメソβスケール以下の顕著気象現象の力学的な直前予測と、リードタイムを持った市町村単位の定量的確率予測の可能性を実証する。また、LESやBIN法など詳細なモデルの開発とそれを用いた基礎研究を行い、雲解像モデルの物理過程の改善や台風・竜巻などの現象の機構解明につなげる。

### 研究体制

- I. 領域雲解像4次元データ同化技術の開発 (気象研究所: 露木義)
  - II. 領域雲解像アンサンブル解析予報システムの開発と検証 (気象研究所: 瀬古弘)
  - III. 高精度領域大気モデルの開発とそれを用いた基礎研究 (海洋開発研究機構: 木村富士男)
- 海洋研究開発機構、気象研究所、気象庁予報部、東京大学大気海洋研究所、東北大学、京都大学防災研究所、名古屋大学水循環研究センター、防災科学技術研究所、統計数理研究所、防衛大学校、神戸大学で研究チームを構成する。

### 成果内容と科学的又は社会的意義

#### 2012年5月のつくば竜巻や2012年7月九州北部豪雨のアンサンブル同化予報実験を実施し、良好な結果を得た

雲解像モデルに基づく局所アンサンブル変換カルマンフィルタ(LETKF)のネストシステムを開発し、2012年5月6日につくば市などに発生した竜巻の事例についての同化実験を行い、竜巻の親雲に相当するメソ対流系や観測された三つの竜巻に対応する強い鉛直渦度の出現をシミュレーションした。水平格子間隔50mの実験では、竜巻に対応する非常に強い渦も再現された(図1)。また2012年7月九州北部豪雨にLETKFを適用し、当時の解析に基づく予報に比べ大雨の予測を大きく改善する結果を得るとともに、アンサンブル手法に基づく確率予測の有用性を示した(図2)。将来的な竜巻や集中豪雨の予測の改善につながる大きな成果と言える。

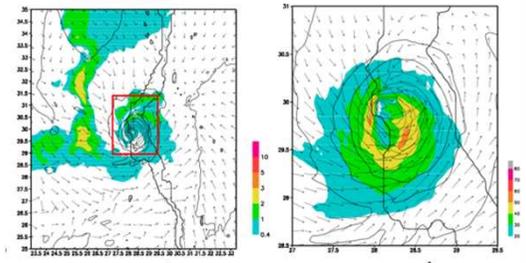
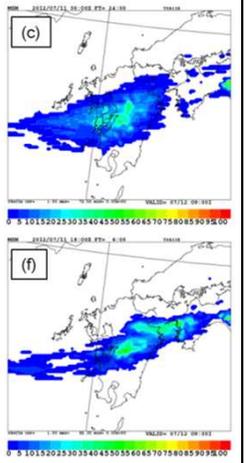


図1. 格子間隔50mの実験で得られた降水域と水平風分布(左)と水平風速(右)

図2. 2012年7月12日9-12時に50mmを超える雨が降る確率分布。24時間時間前(上)と6時間前(下)からの予測。



# 分野3 防災・減災に資する地球変動予測

## 地震の予測精度の高度化に関する研究(課題責任者:東京大学・古村孝志)

### 研究概要

地震・津波の予測精度高度化に向け、「京」を高度に活用した大規模並列地震動シミュレーションコードを開発する。本コードを用いて海溝型巨大地震、都市直下地震、及び火山性地震等を想定した地震動・災害予測シミュレーションを実施し、加えて大規模並列シミュレーションに用いる高解像度地下構造モデルや、計算結果の高精度可視化手法の整備を実施する。本研究により求められた確度の高い地震動シミュレーション結果は、本事業のサブテーマである、津波予測シミュレーション、構造物の応答シミュレーションの入力データとする。地震発生から建物被害までの研究連携により、地震・津波の防災・減災に資する高精度強震動シミュレーションを実現する。

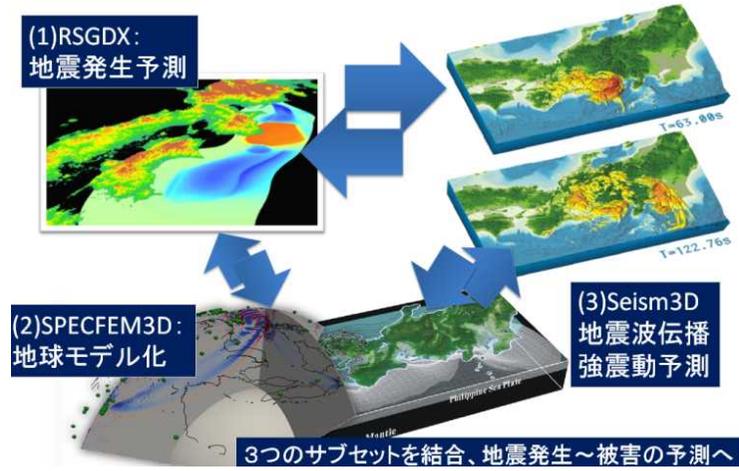
### 研究体制

- I. 地震予測シミュレーション
  - (1)地震発生サイクルシミュレーション (海洋研究開発機構:堀高峰・兵藤守、京大防災研究所:岩田知孝・浅野公之)
  - (2)地震動シミュレーション (東京大学大学院情報学環:古村孝志・等々力賢、東大地震研:前田拓人、防災科学技術研究所:青井真)
  - (3)地下構造モデルシミュレーション(海洋研究開発機構:坪井誠司、山口大学:竹中博士)
- II. 大規模シミュレーション開発
  - (1)VR可視化 (神戸大学:陰山聡、東大地震研:小屋口剛博・鈴木雄治郎)
  - (2)モデル高度化 (岡山大学:竹中博士)

### 成果内容と科学的又は社会的意義

## 大地震の再現・予測シミュレーションの高度化により、地震災害予測と軽減に向けた前進があった。

大地震の発生予測と、これによる強い揺れの生成を高い精度で予測して、地震の防災・減災に資するシミュレーションを「京」で実施するための、シミュレーションコードの高度化と「京」のフルノードを用いた超並列大規模計算を実現した。強い揺れ・津波の成因を明らかにするために、地震動と津波の発生伝播を一度に評価することのできる新しいシミュレーション法を開発し、これを用いて東北地方太平洋沖地震の強い揺れと地殻変動、および津波の生成過程を詳細に知ることができた。この知見を用いて、南海トラフ巨大地震の発生と連動性、および強い揺れの生成過程を詳細に検討し、それによる被害を評価する都市シミュレーションの前提条件とした。シミュレーションから得られた大地震発生と強い揺れの生成プロセスに関する重要な知見は、文科省地震本部や内閣府防災の委員会・検討会等を通じて、社会の地震災害予測・軽減のために利活用された。



## 分野3 防災・減災に資する地球変動予測

### 津波の予測精度の高度化に関する研究(課題責任者:東北大学・今村文彦)

#### 研究概要

津波の予測シミュレーションでは、高精度と時間短縮の両方を満足するシステムを構築するために、現行の(想定地震について予め計算された)津波データベースに基づく予測システムだけでなく、地震発生直後に海底水圧計や海底ケーブル地震計で記録された地震と津波のリアルタイムデータを用いた津波伝播解析システムを検討する。ここでは、地震学の進歩に伴う、震源過程の津波発生メカニズムへの導入も試みる。

これが実現すると、これまでよりも格段に高精度化した津波警報をリアルタイムで発信できるようになり、かつ、避難等に必要な浸水域などの高精度の情報を提供することが可能となり、津波被害を最小限に食い止められると期待される。また、地震だけでなく地滑り性津波など非地震性津波の予測手法も検討する。

#### 研究体制

- I. リアルタイム波源推定手法: 沖合津波波形の予測手法の改良・高精度化を実施する。(気象研究所)
- II. 「リアルタイム波源推定手法」と「津波ハザード予測手法」の統合: リアルタイムで津波伝播・遡上過程を高精度に予測する手法を構築する。(海洋研究開発機構、東北大学)
- III. 津波ハザード・複合被害の予測: 波力・漂流物衝突による影響評価手法と高精度土砂移動計算手法のモデル開発を実施し、津波複合ハザードの予測手法を高度化する。(防衛大学、東北大学)
- IV. 防災・減災システムの総合化: 構造・流体連成解析プログラムと避難シミュレーションを高度化する。(港湾空港研、関西大学、富士通)

#### 成果内容と科学的又は社会的意義

#### 津波統合シミュレーションにより、リアルタイムでのハザード情報提供の解決に資する構造物・流体錬成解析を開発している

リアルタイム波源推定に関しては、海域での津波観測値を用いた近地津波の波源に関するリアルタイム解析手法の開発を進めるとともに、並行して沖合津波波形の予測手法の改良・高精度化を進めている。津波ハザード予測に関しては、データベース作成を実施しながら、貞観地震津波、2011年東北沖地震津波を対象に仙台平野の詳細地形データを作成して津波浸水計算および土砂移動モデル計算を実施した。

津波遡上の高精度予測の高度化を進めた津波複合被害の予測に関しては、建物被害の予測モデルや漂流物の移動予測モデルの検討を実施するとともに、砂粒子単位での運動を考慮した土砂移動計算手法を検討した。防災・減災システムの総合化に関しては、構造・流体連成解析プログラムの構築を継続して実施している。

# 分野3 防災・減災に資する地球変動予測

## 都市全域の地震等自然災害シミュレーションに関する研究(課題責任者:東京大学・堀宗朗)

### 研究概要

- 背景:地震等自然災害に対する合理的な防災・減災のために、地震動等自然災害がもたらす重要構造物や都市の被害をより正しく評価することが望まれている。
- 内容:重要構造物や都市の地震被害や被害対応を評価できる一連のシミュレーション手法を開発する。大規模数値計算を用いることで、従来の手法とは桁違いの分解能を持つ手法とする。
- 最終目標:被害の再現・予測によって、開発されたシミュレーション手法の妥当性・有効性を実証する。同時に手法の全国展開を図る。

### 研究体制

- 重要構造物と都市を対象とした二つの地震応答シミュレーションを開発する研究体制**
- I. 構造物地震応答シミュレーション:外部協力者を交え、戦略分野4とも連携し、非線形動的有限要素法を基としたシミュレーション手法を開発する。超詳細解析モデルを用いて、従来の手法よりも桁違いの高分解能で変形・損傷・破壊過程を解析できる手法とする。
  - II. 都市地震応答シミュレーション:外部協力者を交え、地震動・構造物地震応答・群集避難の解析モジュールから構成されるシミュレーション手法を開発する。多数のコンポーネントを使うシステムコンピューティングとして、高い計算性能を出せる手法とする。

### 成果内容と科学的又は社会的意義

- 超高層ビル等の超詳細解析モデルを使った地震応答シミュレーションにより、重要構造物の耐震性評価に資する構造物の解析に成功**
- 地震工学の難問であった地盤-構造物連成問題に対し、近似・簡略化を用いることなく、大規模数値計算を行うことで、連成がもたらす地盤と構造物の相互作用を正確に解析できる手法を開発した。
  - 従来の解析モデルとは桁違いに大きい自由度を持つ超詳細解析モデルを用いて、構造物を構成する全ての部材に対し、地震動による変形・損傷・破壊過程を極めて高い分解能で解析できる手法を開発した。
- 都市モデルを使った統合シミュレーションにより、より合理的な地震被害評価に資する地震動・地震応答・群集避難の解析に成功**
- 都市の地盤モデルと構造部群モデルを解析する地震動・地震応答モジュールを開発し、大規模数値計算を使ったシミュレーションベースの次世代型地震ハザードマップの作成を可能とした。
  - 群集避難モジュールを開発し、地震被害等が避難に与える影響のシミュレーションを可能とした。

最終目標に向けて、過去に起こった構造物・都市の被害の再現と南海トラフ巨大地震の被害の予測を進めるとともに、他の研究プロジェクトとも連携し、開発された統合シミュレーション手法が全国展開できる体制の整備を進めている。