

HPCI戦略プログラム分野3 「防災・減災に資する地球変動予測」

統括責任者

今脇 資郎

(海洋研究開発機構)

2013年12月4日(水)
中間評価委員会
13:00～18:10 文部科学省

背景



台風、集中豪雨、地震、津波による
複合的な大災害



迅速かつ効果的な対策が必要



大規模な自然災害の
野外実験による影響評価は不可能

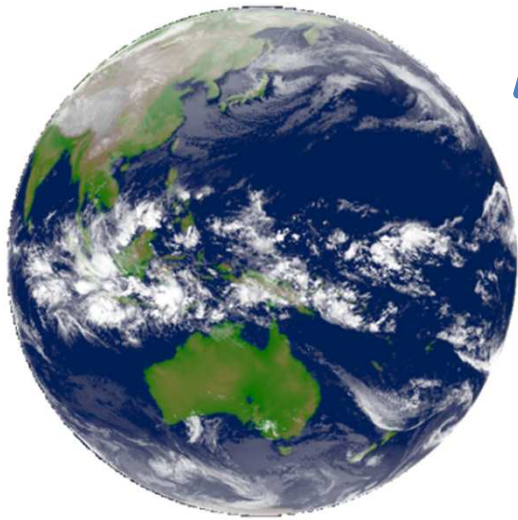


大規模シミュレーションによる地球変動予測が不可欠

戦略目標

研究開発課題(1)
防災・減災に資する
気象・気候・環境予測研究

- 地球温暖化時の**台風**の動向に関する全球的予測
- **集中豪雨**などの予測実証



研究開発課題(2)
地震・津波の予測精度の
高度化に関する研究

- 次世代型**地震**ハザードマップの基盤構築
- **津波**予測の高精度化
- **都市全域**の自然災害シミュレーション



計算科学技術推進体制の構築

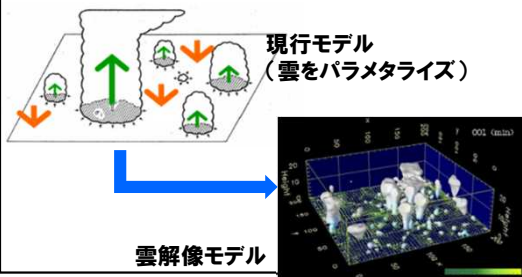
研究開発課題(1) 防災・減災に資する気象・気候・環境予測研究

地球温暖化時の台風の動向の
全球的予測

プロジェクト開始時

(雲を顕に表現できない) 解像度20kmの全球大気 モデルによる予測

- 予測の不確実性が大きく、1週間先の数値予報が限界
- 全球雲解像モデル(NICAM)を開発中、初期的に成果



5年後(プロジェクト終了時)

雲を顕に表現した全球雲解像モデル による世界初の予測実証

- 解像度7km—3.5km—1.8kmで実行、**温暖化による台風の変化**を予測
- 台風発生に寄与する熱帯季節内振動(MJO)を再現、2週間以上先の**延長予測**を実証
- シームレスな地球環境予測を実現



～10年後(プロジェクト開始から)

地球温暖化が台風に
及ぼす影響を定量的に評価

日本の1カ月先の
天候予測精度を向上

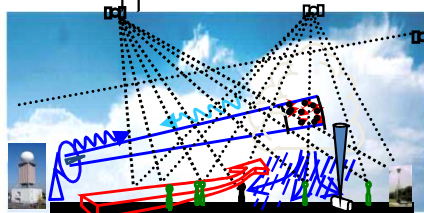
世界の国々で地球温暖化
対応・対策の基礎資料として
活用

集中豪雨などの予測実証

(積乱雲を顕に表現できない) 解像度5kmの メソモデルによる予測

- 弱雨予測の精度は年々向上しつつも強雨予測の精度は不十分
- 局地的強雨の空振り率は減少傾向であるが見逃し率は減っていない
- 僅かな初期値や計算条件の違いで予測結果が大きく異なる

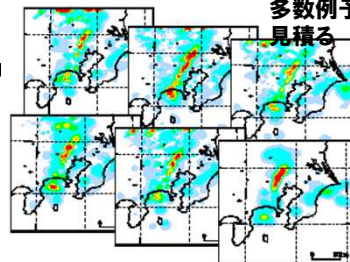
ドップラーレーダー・GPS等の
高解像度観測(データ利用が拡大)



従来は困難とされた、集中豪雨、 局地的大雨、竜巻などの予測を実証

- ドップラーレーダー・GPS等の高解像度観測データを雲解像モデルに同化、集中豪雨を**直前予測**
- 雲解像アンサンブル予測により時間・場所・強度を特定して集中豪雨を半日以上前に**確率的に予測**
- 雲解像モデルを改善

予測信頼度を、
多数例予測から
見積る



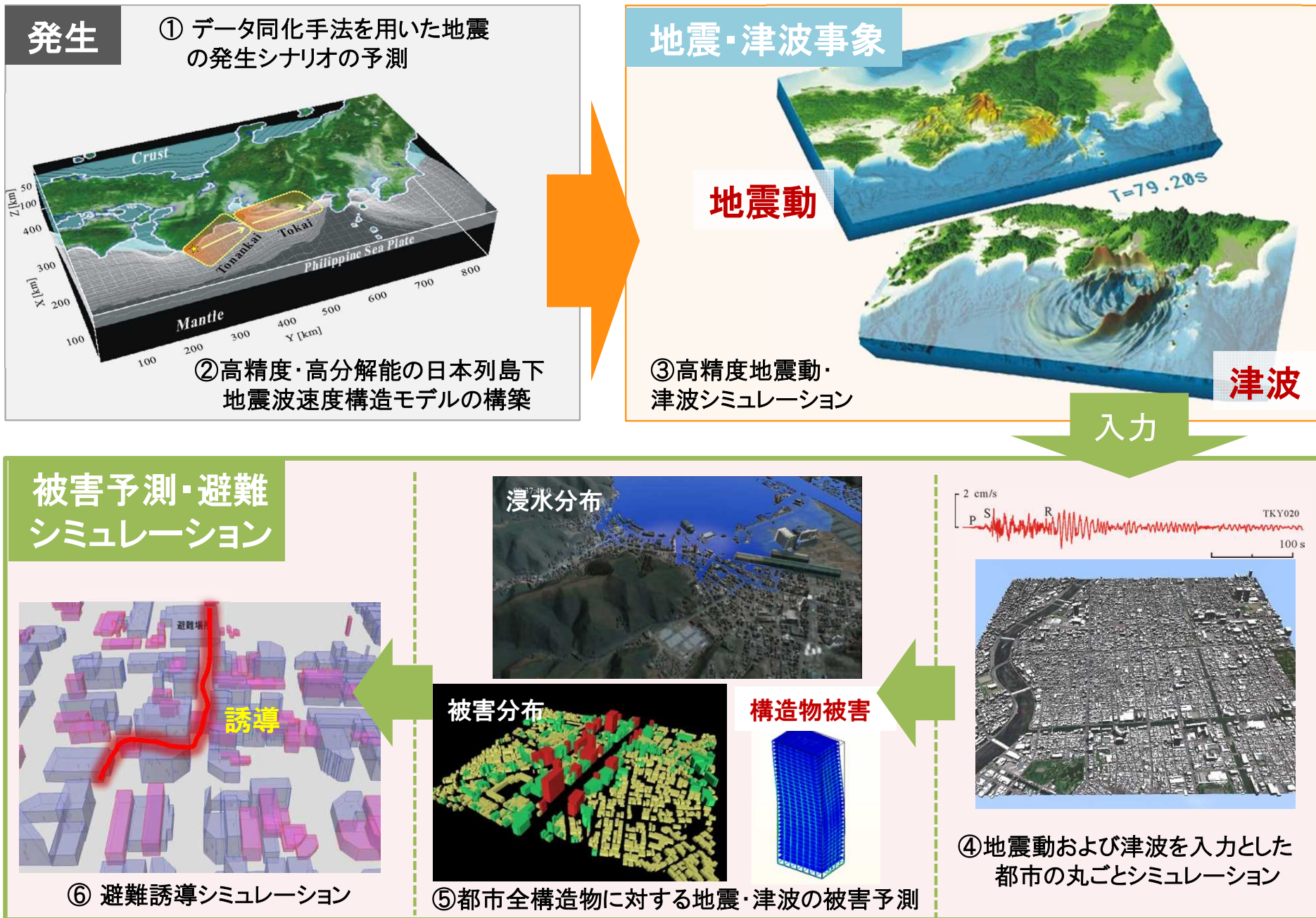
局地的大雨を
力学的に直前予測

信頼度情報に基づく
豪雨災害のリスクマネジメント

数値モデルの不確実性を
減らし、台風や集中豪雨など
の予測精度を向上

研究開発課題(2) 地震・津波の予測精度の高度化に関する研究

統合地震シミュレータの開発を目指して



分野全体の推進体制

統括責任者

実施責任者会合

統括責任者、研究開発課題責任者、
計算科学技術推進体制構築責任者、
課題責任者などから構成

分野3で行われる活動全体を横断的に
統括する

運営委員会

統括責任者、研究開発課題責任者、
計算科学技術推進体制構築責任者、
課題責任者、外部有識者などから構成

外部有識者の意見、助言を踏まえて
運営方針を決定する

研究開発課題(1)

防災・減災に資する気象・気候・環境予測研究

海洋研究開発機構 地球変動領域が中心となり、
東京大学 大気海洋研究所、気象庁 気象研究所などと連携して実
施

- 地球温暖化時の**台風**の動向に関する全球的予測
- **集中豪雨**などの予測実証

参加研究者: 130名

関連プロジェクト:

気候変動リスク情報創生プログラム 等

研究開発課題(2)

地震・津波の予測精度の高度化に関する研究

海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトが中心となり、
東京大学 大学院情報学環、地震研究所、東北大学などと連携し
て実施

- 次世代型**地震**ハザードマップの基盤構築
- **津波**予測の高精度化
- **都市全域**の自然災害シミュレーション

参加研究者: 80名

関係プロジェクト:

南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト
都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト 等

計算科学技術推進体制構築

＜計算機利用支援、成果普及、人材育成＞
海洋研究開発機構 地球シミュレータセンターが中心となり、
計算科学研究機構などの関係機関と連携して実施

技術者 & 担当者: 23名

実施計画・最終目標

前半 (H23～H25上)

後半 (H25下～H27)

最終目標

温暖化時の台風変化: NICAMバイアス調整

25年実験、解像度依存性

感度実験

延長予測: NICAM計算効率向上

冬期MJO実験

感度実験

地球変動予測アプリケーションパッケージの開発

全域雲解像データ同化システムの構築

「京」による豪雨事例の雲解像データ同化実験

アンサンブル予報システムの並列計算への対応

「京」による実証実験と検証

雲解像モデルの超並列計算への対応

「京」による高解像度再現実験

地震シミュレーションのモデル開発
入出力機構の整備
アプリケーションの最適化

南海トラフ地震発生モデル
日本列島地下構造モデル
南海トラフ巨大地震の地震動・被害予測

地震時の津波複合災害の予測

モデル地域への適用

地震発生、建物振動との
連成避難シミュレーション開発

モデル地域での減災計画
人的被害の予測と軽減対策(避難計画)

モデル構築(超高層ビル、RC橋脚)

プロダクトラン: 破壊過程、多数地震シナリオ

コンポーネント開発
(地震動、構造物地震応答、群集避難)

東日本大震災の再現
南海トラフ地震の被害予測

台風の発生、経路、梅雨前線に伴う豪雨ポテンシャル等の2週間以上の延長予測可能性についての検討を可能に

集中豪雨や局地的大雨、竜巻の親雲など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

地震動データベースの事前準備
災害予測シミュレーションとの結合
災害予測・被害軽減システムの構築

モデル地域での災害計画、避難計画も含めた人的被害の予測と軽減対策を実施

構造物-地盤相互作用を考慮した地震応答解析の有効性を実証
シミュレーション結果を関連自治体に公表し、有効利用を図る

<これまでの成果:独創性・優位性>

「京」を駆使しての世界最高解像度 (水平870 m)の全球大気シミュレーション

「京」の20,000ノードを3日間(約72時間)使用

1日分の結果

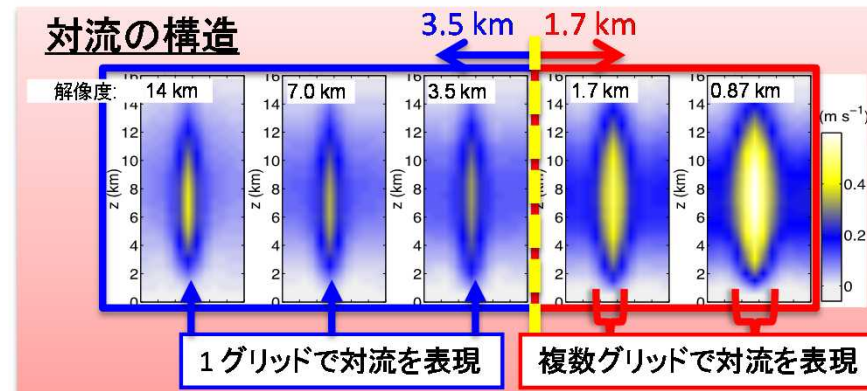
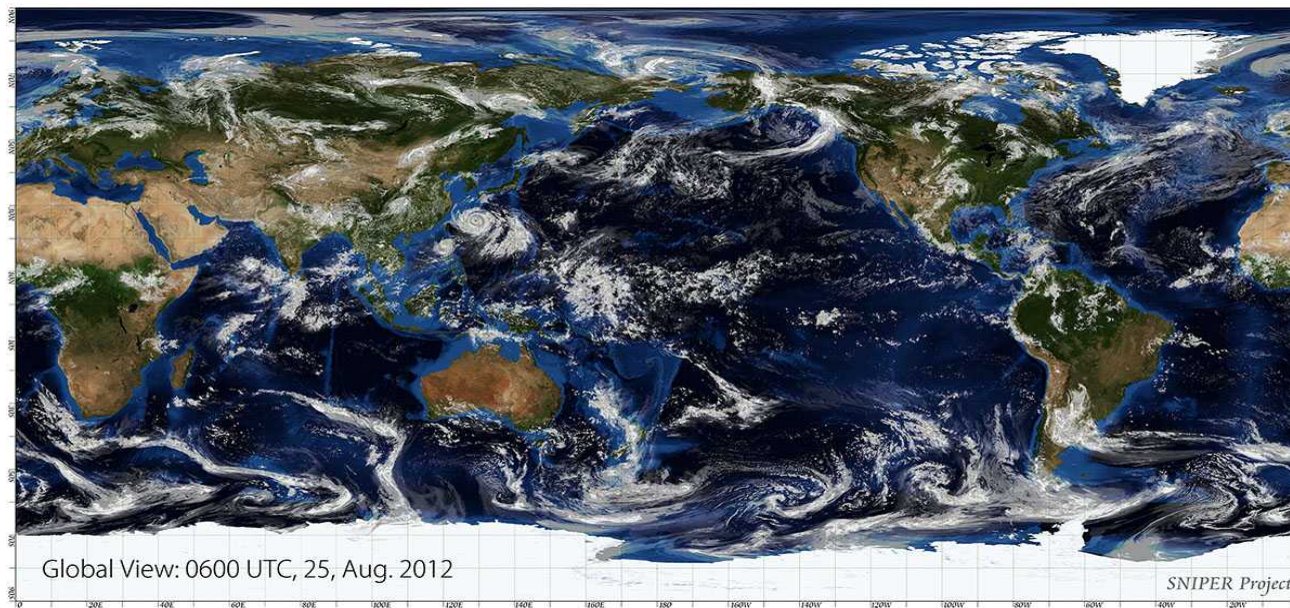
台風や温帯低気圧などの気象擾乱に加え、
個々の積雲対流の詳細な構造まで再現に成功

※積雲対流:

- 台風などの雲擾乱の最小構成要素
- 水平スケールは数キロメートル
- ⇒ 非常に重要なが、数キロメートルの解像度の計算は不可能であった

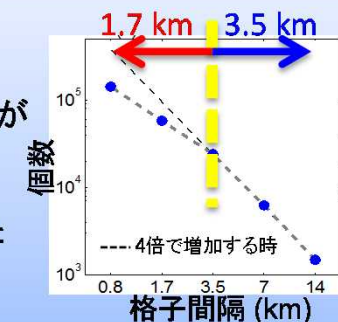
新たな発見

- 解像度1 kmを超える全球計算により:
対流の詳細構造まで再現
地球上での対流の統計的性質を解明
- 対流の性質(構造・強度)は:
解像度**3.5 km**と**1.7 km**の間で変化
(対流の構造まで計算するためには約3 km以上の解像度が必要)



対流の個数

解像度 > 3.5 km で増加率が減少
 ※解像度2倍=格子数4倍
 ∴単純に解像度が細かくなっただけならば4倍ずつ増加



<これまでの成果：I>

「京」による2012年7月九州北部豪雨の予測可能性

- ・熊本県、大分県、福岡県などに大きな災害を引き起こした2012年7月九州北部豪雨について、**発生の半日から1日前までに、高い確率で予測できる**可能性があることが分かった。
<50メンバーの局所アンサンブル変換カルマンフィルタ(LETKF)により評価>

事前の防災対策のための重要な情報源として期待される
将来的な集中豪雨の予測の改善にもつながる

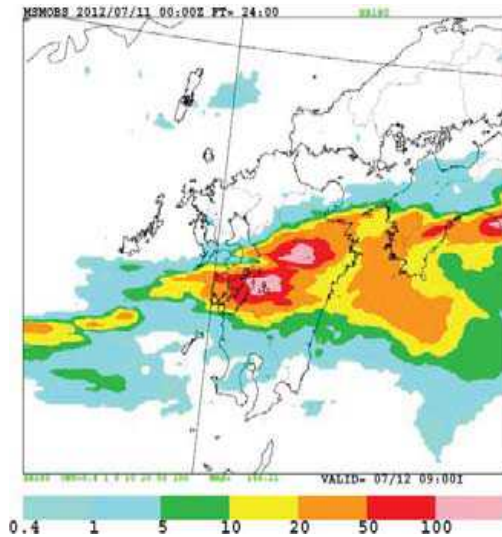


図1 観測雨量
(平成24年7月12日6-9時)

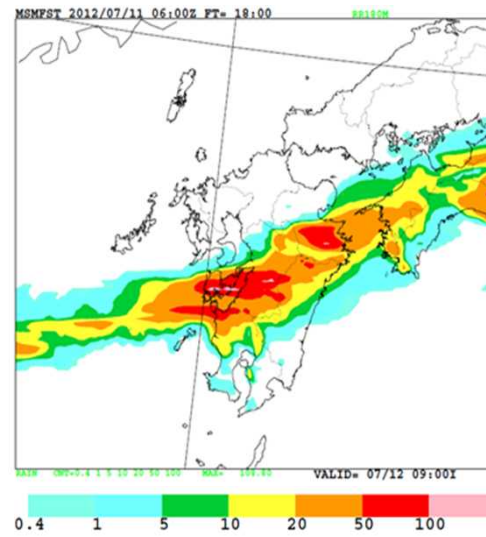


図2 大雨前日15時を初期値とした
「京」によるアンサンブル予測
(50ケースの平均)

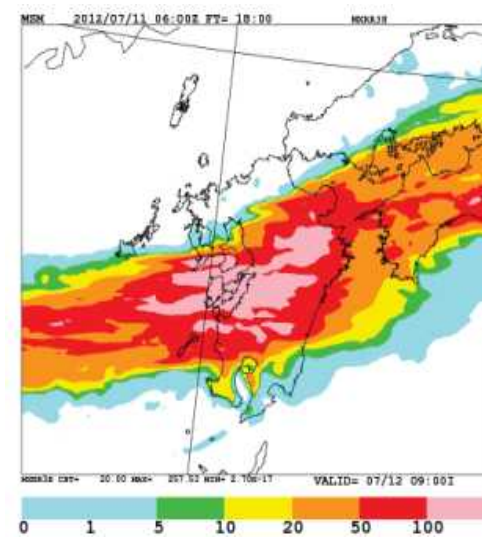


図3 50ケースの予測の中で
降水量が最大となった
ケース

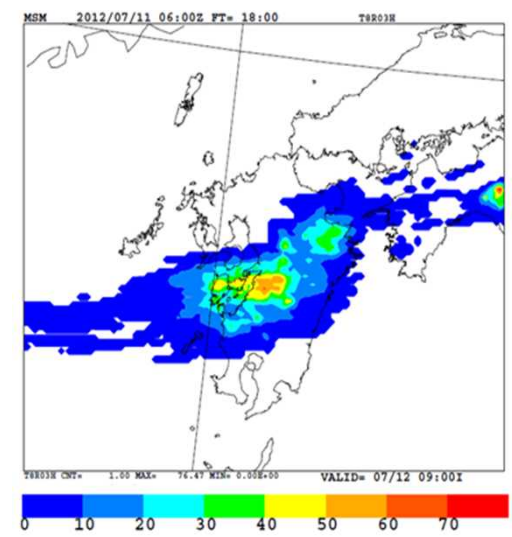


図4 アンサンブル予測において
50mm以上の降水が生じる
確率の分布

<これまでの成果: II >

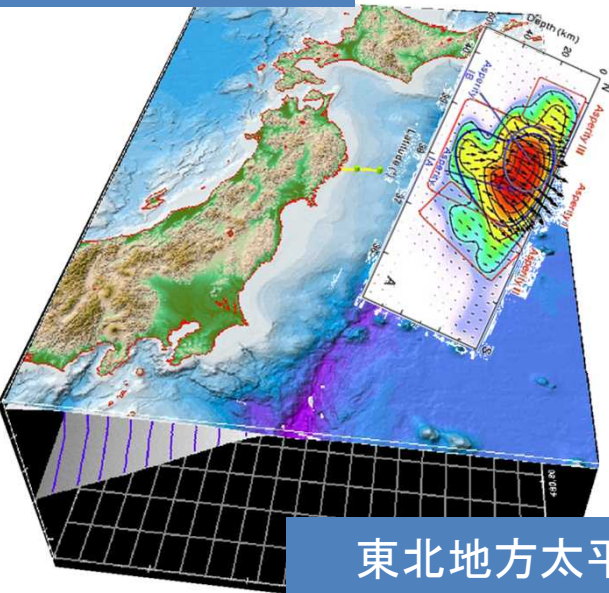
東北地方太平洋沖地震の揺れ・津波の再現

★東北地方太平洋沖地震モデル

- ・計算領域: 1,192x768x500 km³
- ・格子数: 2,304x1,536x2,000
- ・計算ノード数: 2,304
- ・計算時間: 4時間

Maeda *et al.* (2013) Bull. Seism. Soc. Am

東北日本 地下構造モデル

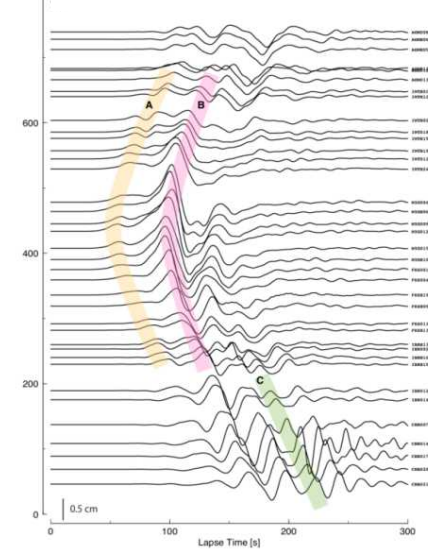


東北地方太平洋沖地震 震源モデル

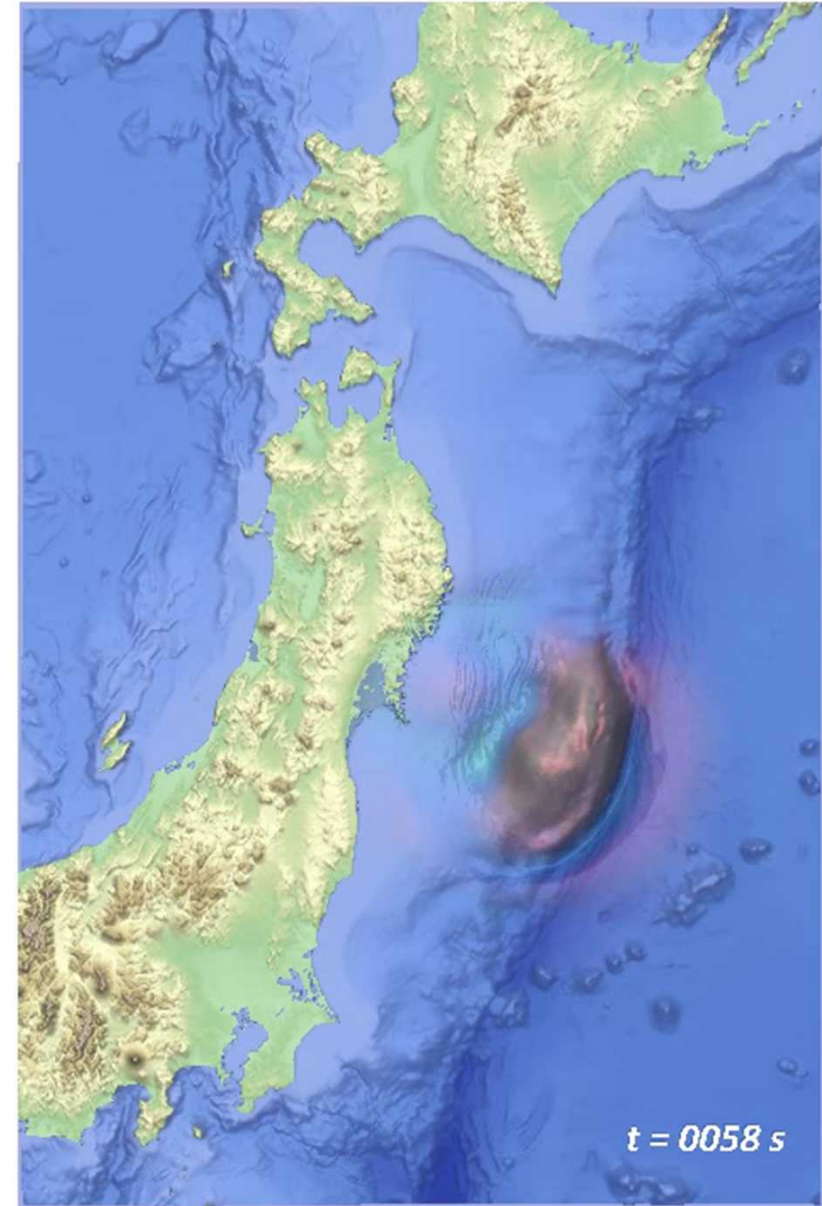
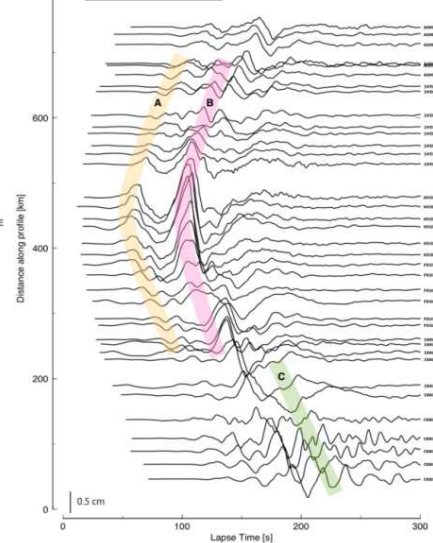
Station Map



3D FDM Simulation



Observed



t = 0058 s

<成果の利活用について>

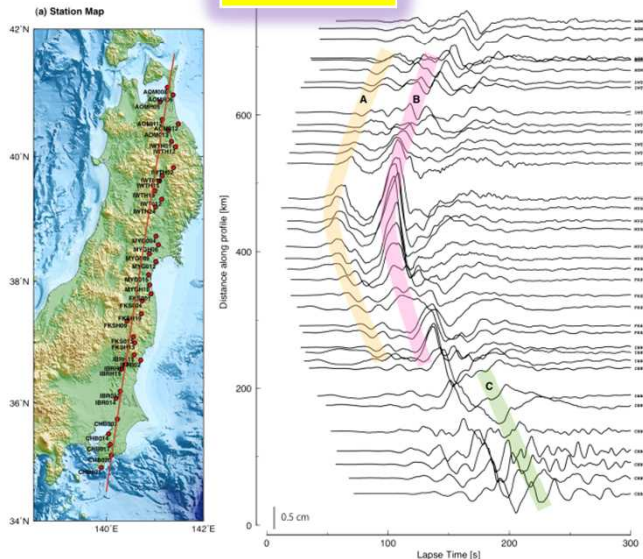
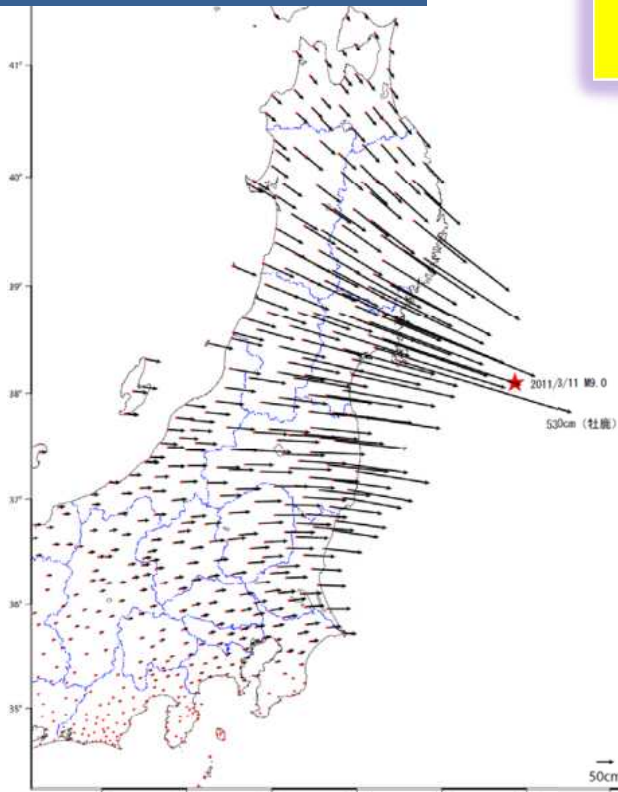
地震規模の即時推定

(共同研究) 東大地震研、**国土地理院**、東北大学
—巨大地震の地震規模・断層モデルの即時推定—
—陸域・海域観測点(仮想)での理論地震・
地殻変動データの提供

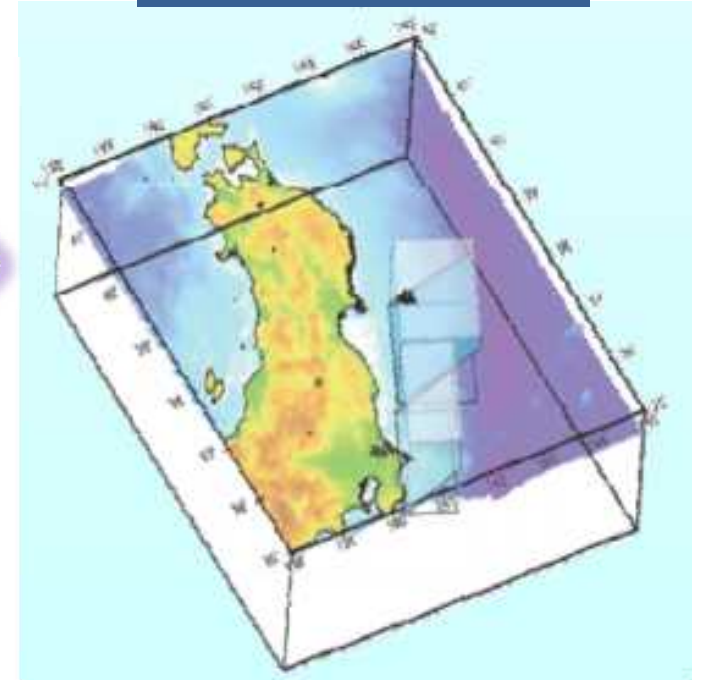
GPS地殻変動観測網
(GEONET)

震源域
即時推定

模擬
データ



地震断層モデル
(規模、範囲)



地震・津波関係 3課題の統合解析に向けた課題

地震課題

津波課題

都市課題

地下構造モデル構築

発生予測

強震動・津波

震動・破壊

避難・復旧

都市・建物規模

日本列島規模

地域規模

地震発生シナリオ
RSGDX
動的破壊

地震動伝播
Seism3D

地盤震動・液状化
MMA

建物振動・損傷
ADVENTURE_Solid

津波や漂流物で損壊
DEMIGLACE :SPH

マルチ
エージェント

様々な条件
での人や車の
動き・復旧
効率・被害
額算出など

津波発生・伝播
STOC-CADMAS

漂流
DEMIGLACE
SPH

地盤洗掘
DEMIGLACE

津波遡上・浸水
STOC-CADMAS

建物損壊状
況下での津
波襲来 SPH

- 統合を視野に入れてより正確な関係図に
- 統合対象の選定(優先度の基準?)