

将来(2010年前後を想定)の研究目標と スーパーコンピューティング環境について

平成16年12月

防災科学技術研究所

諸星 敏一

1. 現行のスーパーコンピュータシステム及び研究成果について

現行スーパーコンピュータシステム構築の背景

- ・スーパーコンピュータシステム略歴及び用途

システム概要

- ・スーパーコンピュータシステム構成
- ・主な使用ソフトウェア
- ・主なプロジェクト及びユーザ数
- ・スーパーコンピュータ利用状況及び推移 (H14 ~ H16)

現行スーパーコンピュータシステムを使用した研究成果について

- ・耐震分野、地震分野、火山分野、気象分野、リモートセンシング分野

2. 将来の研究目標について

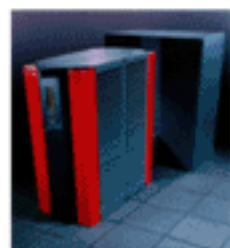
3. 将来(2010年前後)のスーパーコンピュータシステムについて

4. 外部の共同利用スーパーコンピュータセンターの活用について

1. 現行のスーパーコンピュータシステム及び研究成果について

スーパーコンピュータシステム略歴及び用途

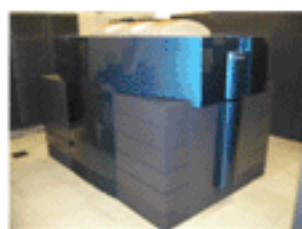
1992 - 1996



Cray YMP-2E/264

共有メモリ型ベクトル並列計算機
2CPU/512MB(64MW)
理論最大性能: 1GFLOPS

1997 - 2001



Cray T932

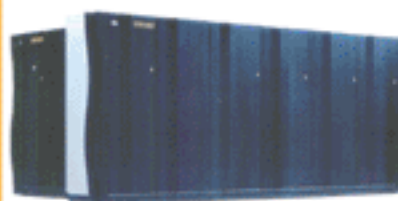
共有メモリ型ベクトル並列計算機
32CPU/8GB(1024MW)
理論最大性能: 56.3GFLOPS



Cray T3E

分散メモリ型スカラ並列計算機
128CPU/16GB
理論最大性能: 76.8GFLOPS

2002 - 2006



Fujitsu VPP5000

分散メモリ型ベクトル並列計算機
38Nodes/384GB
理論最大性能: 364.8GFLOPS



SGI Origin3800

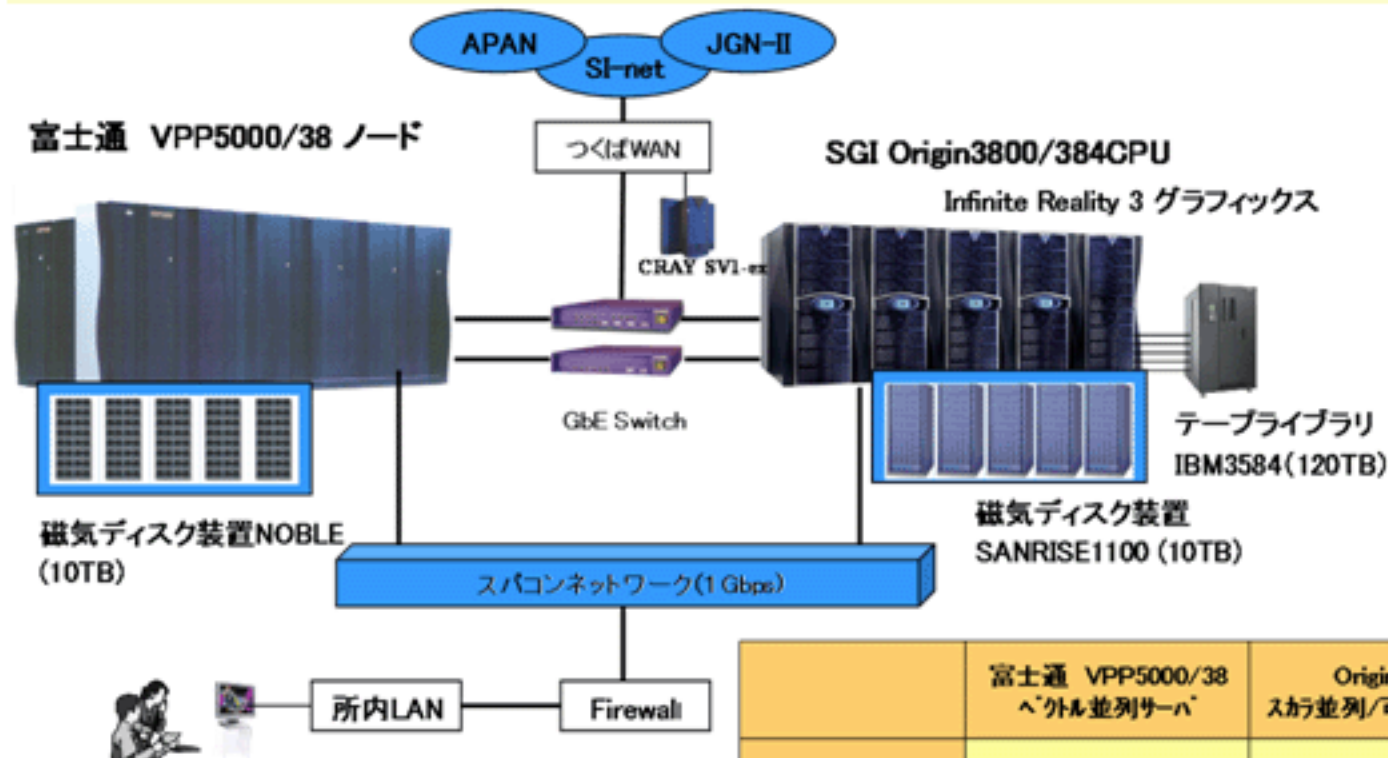
共有メモリ型スカラ並列計算機
384CPU/384GB
理論最大性能: 384GFLOPS

2007以降

より高度化した数値シミュレーションを目的
地方自治体レベルへ提供可能なハザードマップ
作成

- ・耐震分野
-数値震動台
- ・地震分野
-地震動予測地図
- ・火山分野
-火山シミュレータ
- ・気象分野
-台風災害シミュレータ
- ・リモートセンシング
-リアルタイム災害監視

○システム概要：スーパーコンピュータシステム構成



	富士通 VPP5000/38 ベ^\外並列サーバ	Origin3800 スカラー並列/可視化サーバ	CRAY SVI-ex ITBL/バックエンド計算機
CPU数	38CPU	384CPU	16CPU
総理論演算性能	364GFLOPS	384GFLOPS	32GFLOPS
メモリ容量	384GB	384GB	32GB
ディスク容量	10TB	10TB	1TB
グラフィックス	-	Infinite Reality 3	-
テープライブラリ容量	-	120TB	-

主な使用ソフトウェア

■ シミュレーションソフトウェア

- 耐震分野: 構造物倒壊解析シミュレーション : 独自開発
- 地震分野: GMS (Ground Motion Simulator): 独自開発
- 気象分野: 気象庁提供大気モデル(GMS8911)とGFDL提供海洋モデル(MOM2)
- 火山分野: 溶岩流シミュレーション (LAVA Flow モデル) : 独自開発
- リモートセンシング分野: 衛星SARデータ解析ソフト(VEXCEL 3D SAR)

■ 分野によってベクトル・スカラ型の使用用途が異なる傾向

- ベクトル型: 主に気象分野
- スカラ型: 主に固体地球(地震・火山)分野

主なプロジェクト及びユーザ数

プロジェクト名	ユーザ数	使用機種
気象変動に関わる気象・水災害予測に関する研究	11	VPP5000
東アジア域の大気・陸域・海洋水循環変動に伴う災害予測に関する研究 (広域水循環予測システムの高度化:地球シミュレータプロジェクト)	8	VPP5000/Origin3800
台風・梅雨の長期変動予測	2	Origin3800
梅雨前線の長期変動の解明に関する研究	2	Origin3800
気象変動に関わる気象・水災害予測に関する研究Ⅱ	2	VPP5000
災害をもたらす豪雨・強風の形成過程に関する基礎的研究	2	Origin3800
地震動予測地図作成手法の研究	15	VPP5000/Origin3800
火山噴火予知に関する研究	13	Origin3800
地震観測網の運用(Hi-net)	7	Origin3800
地震動予測地図作成手法の研究	2	VPP5000/Origin3800
地震発生基盤に関する研究(F-net)	2	Origin3800
つくばWANを利用したリモートセンシングの解析	11	VPP5000/Origin3800

スーパーコンピュータシステムの利用状況(15年度)

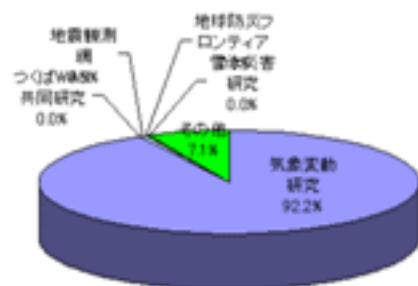
ベクトル並列サーバ

CPU数 38CPU
稼働時間 10.8万CPU時間/年
ジョブ件数 2.7万件

スカラー並列サーバ

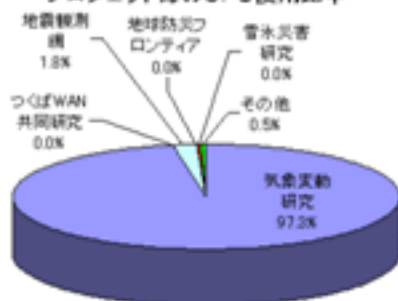
CPU数 384CPU
稼働時間 119.7万CPU時間/年
ジョブ件数 8.7千件

プロジェクト毎のジョブ件数比率



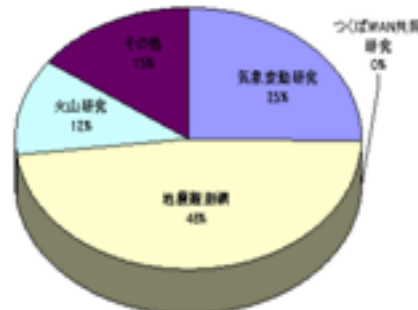
ジョブ件数比率

プロジェクト毎のCPU使用比率



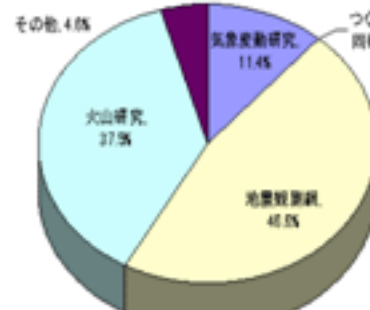
CPU使用時間比率

プロジェクト別ジョブ件数(平成15年度)



ジョブ件数比率

プロジェクト別CPU使用比率(平成15年度)



CPU使用時間比率

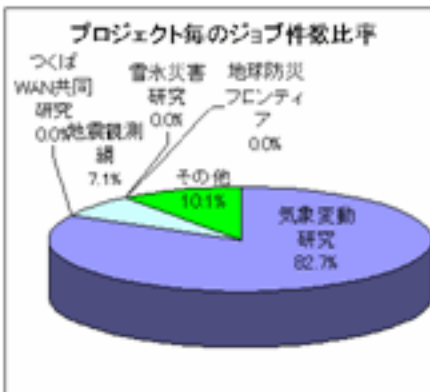
スーパーコンピュータシステムの利用状況(16年度上半期)

ベクトル並列サーバ

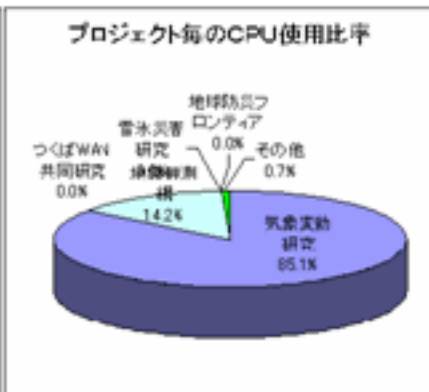
CPU数 38CPU
稼働時間 3.6万CPU時間/年
ジョブ件数 0.7万件

スカラー並列サーバ

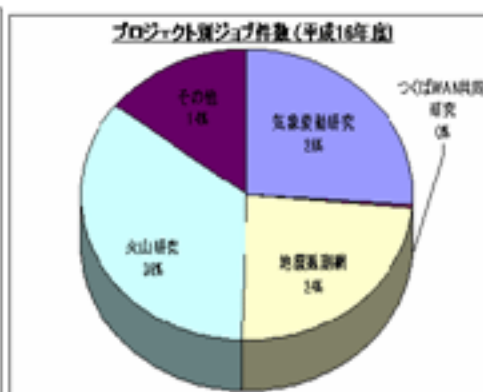
CPU数 384CPU
稼働時間 51.6万CPU時間/年
ジョブ件数 4.9千件



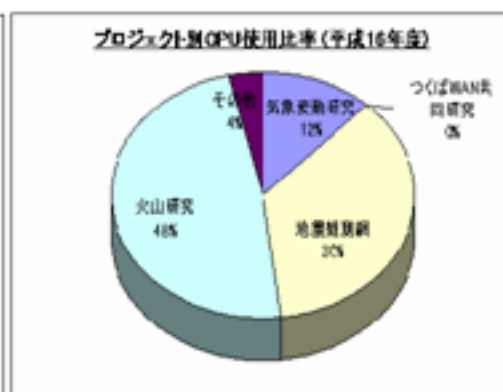
ジョブ件数比率



CPU使用時間比率



ジョブ件数比率

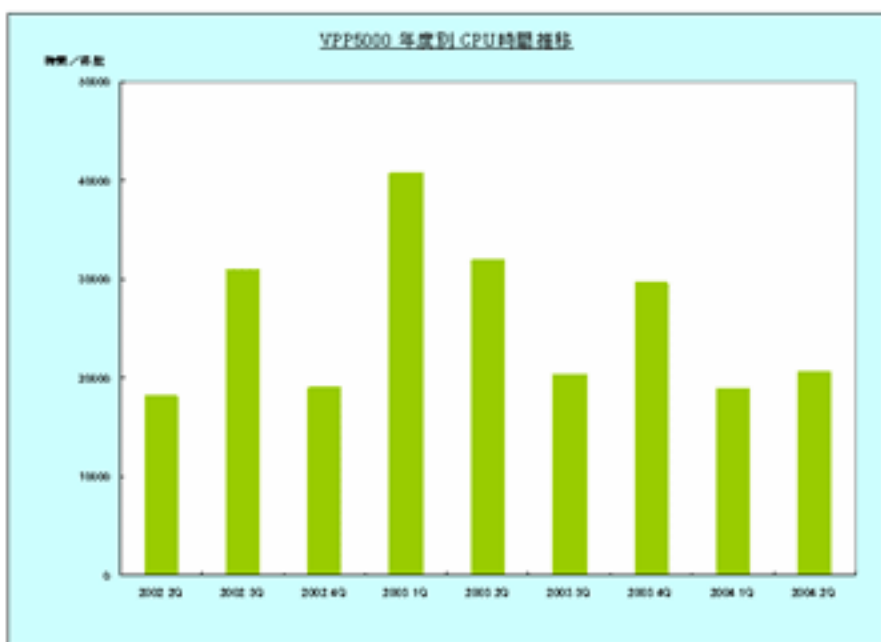


CPU使用時間比率

スーパーコンピュータシステムの利用状況推移(14年度から16年度上半期)

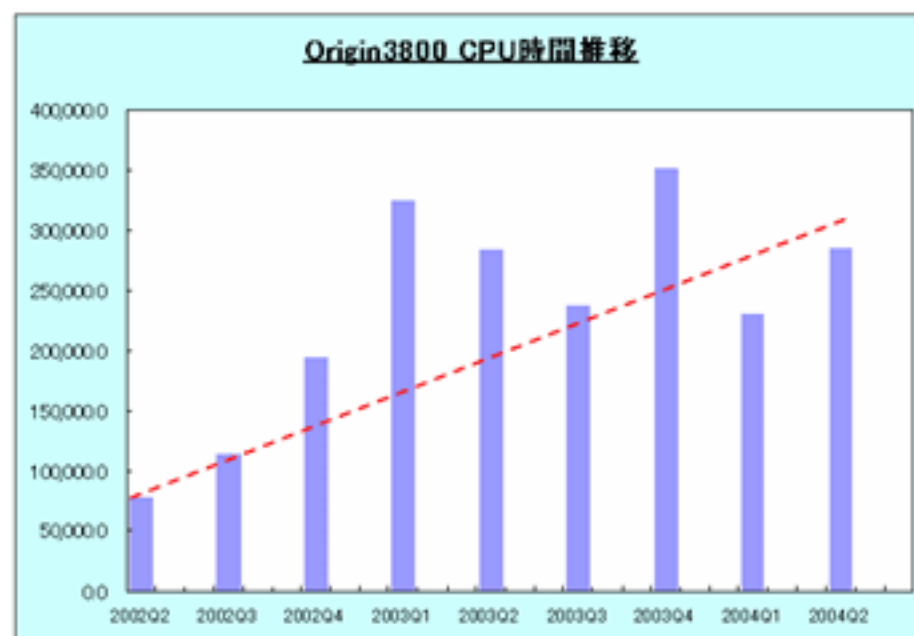
ベクトル並列サーバ

CPU使用時間推移



スカラ並列サーバ

CPU使用時間推移



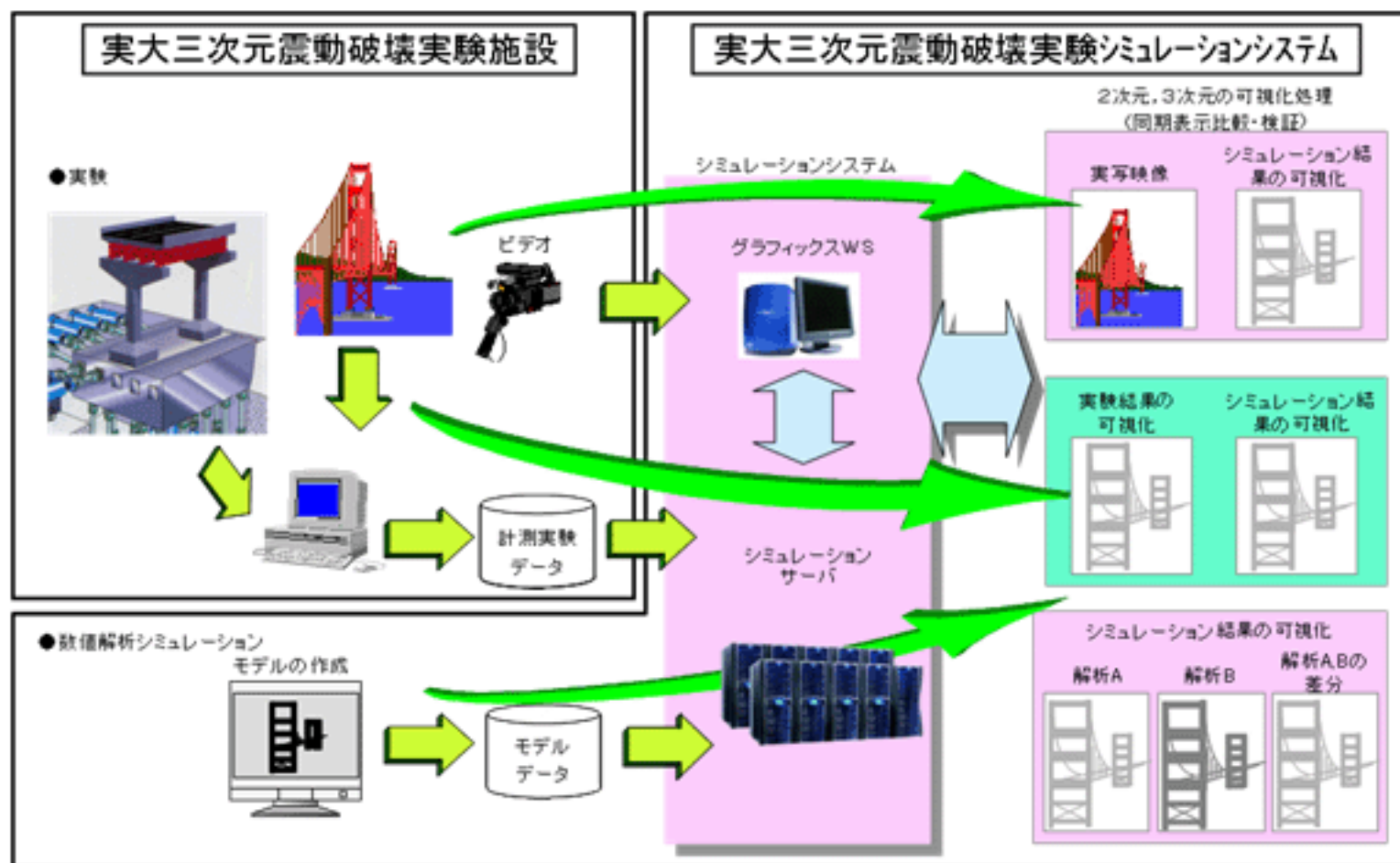
現行スーパーコンピュータシステムを使用した研究成果

- 耐震分野
- 地震分野
- 火山分野
- 気象分野
- リモートセンシング分野

耐震分野

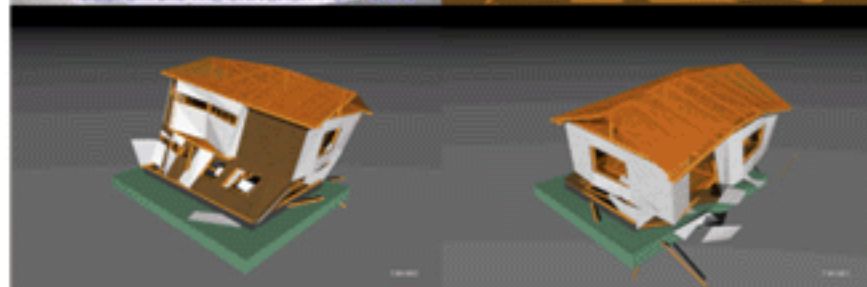
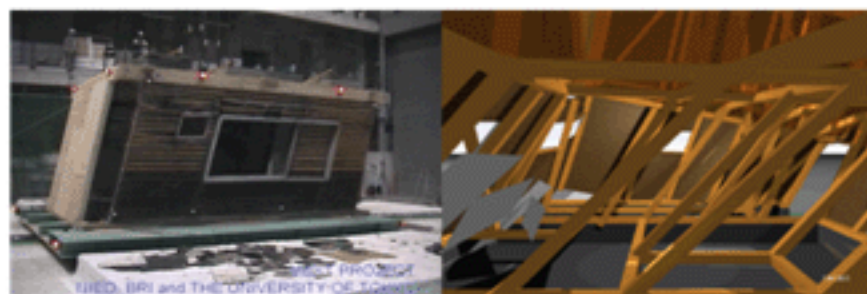
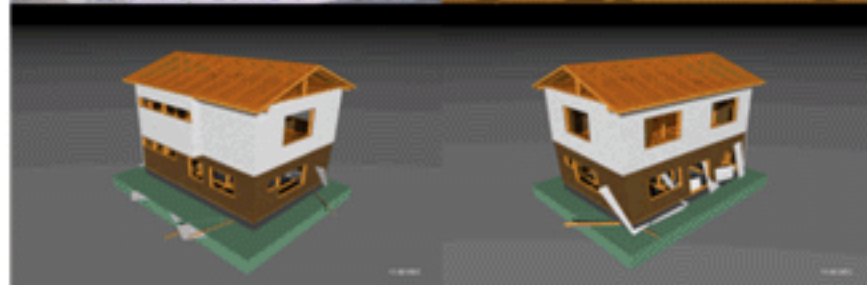
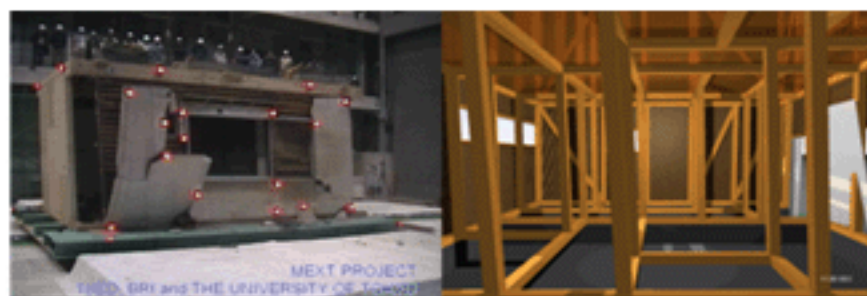
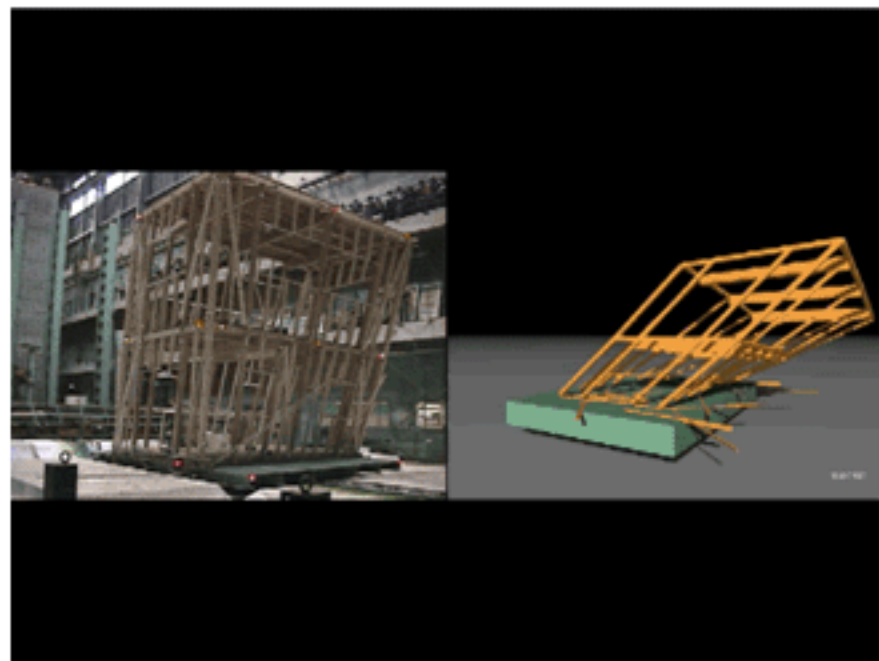
■ 震動台

- 大型耐震施設 (つくば本所)
- 実大3次元実験施設 (兵庫県三木市、2005年運用開始)



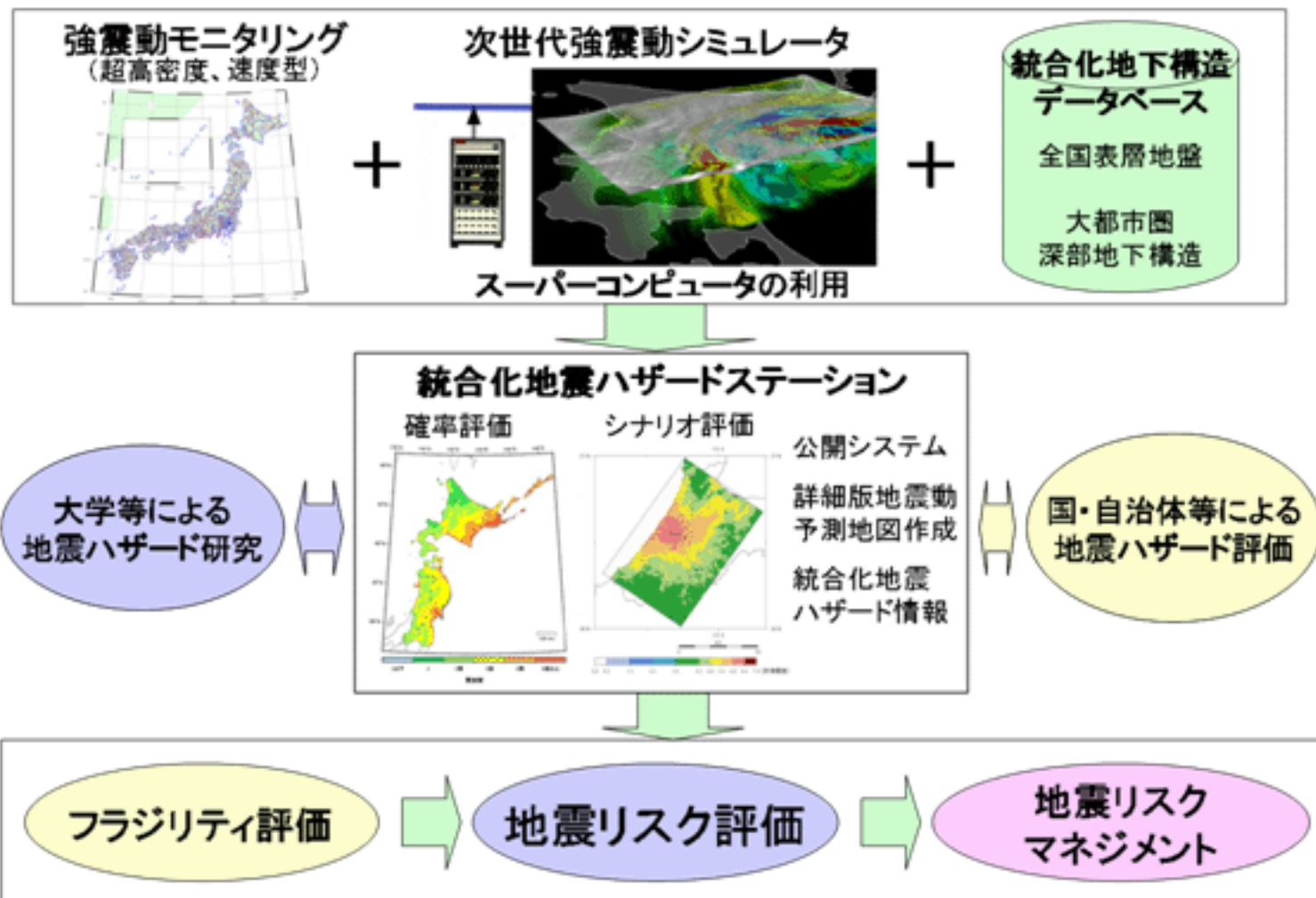
■ 研究成果

実写映像とシミュレーションの同期
(同一の加震を与える)



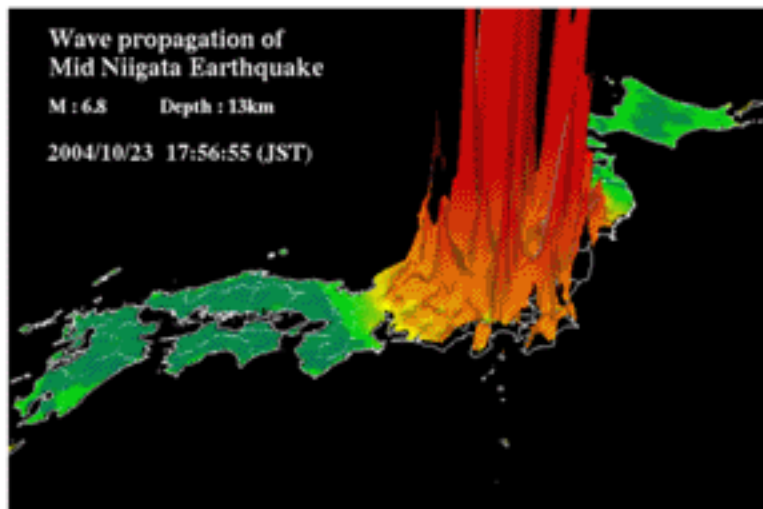
地震分野

■ 強震ハザードステーションの構築 (地震動予測地図)

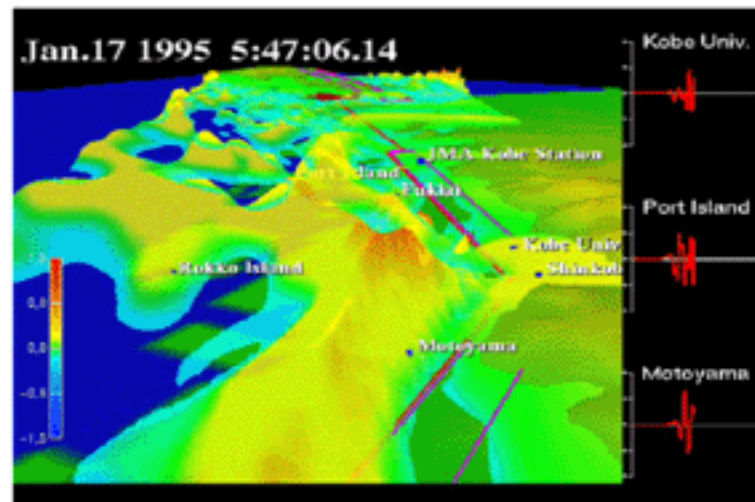


■ 研究成果

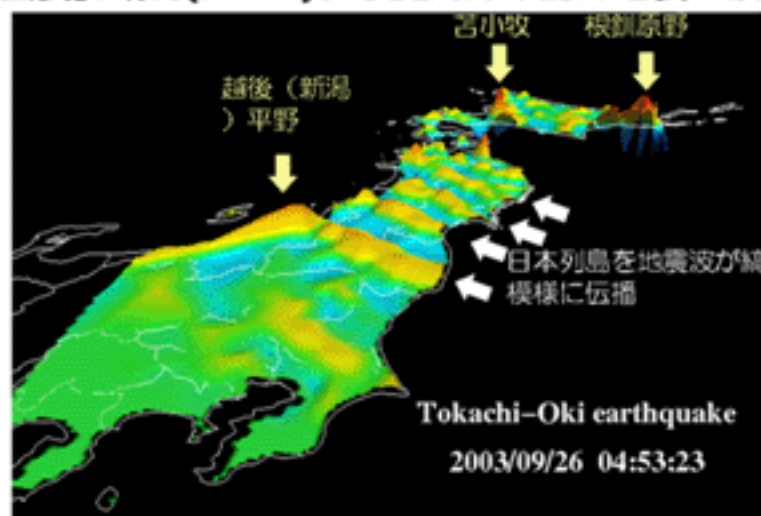
高感度地震計観測(Hinet)より捉えた
新潟中越地震の波動伝播



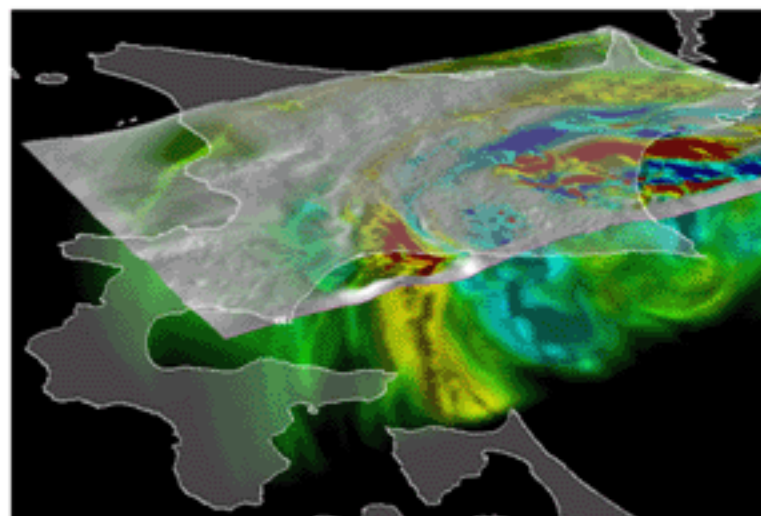
地震動予測地図による
兵庫県南部地震のシミュレーション



強震計観測(K-net)より捉えた十勝沖地震の波動伝播



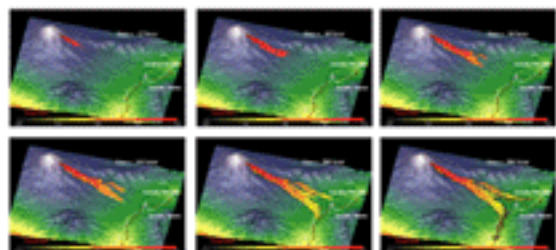
十勝沖地震のシミュレーション



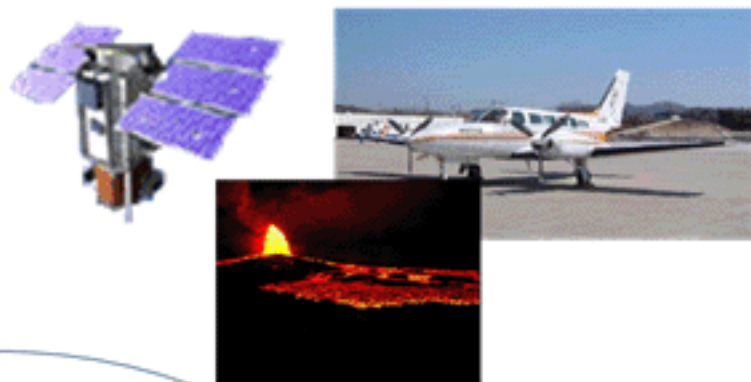
火山分野

■ 火山防災のためのシミュレーション技術開発

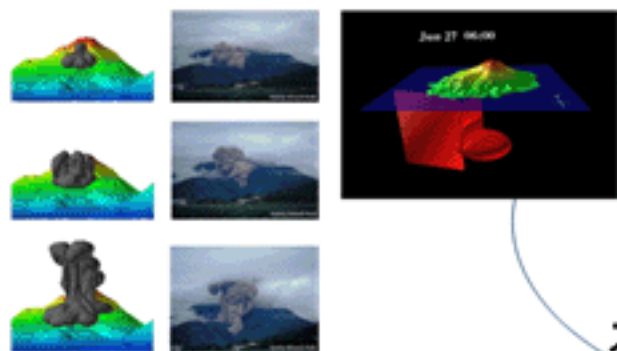
溶岩流シミュレーション



シミュレーションのための観測技術開発



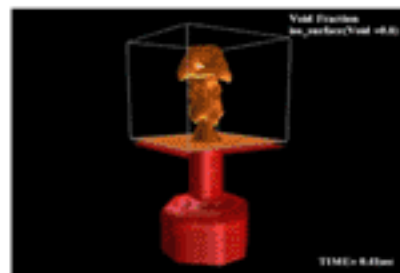
火砕流シミュレーション マグマ貫入シミュレーション



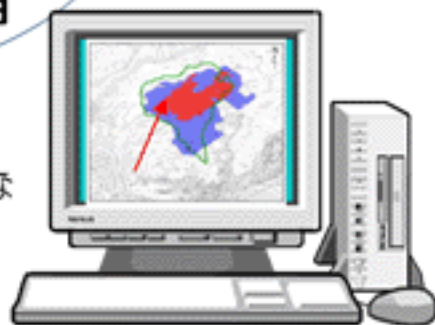
スーパーコンピュータの利用

高速ネットワークを使ったデータ収集：
インプットパラメータのオンライン化

噴火機構シミュレーション



自治体等ユーザー側で利用可能な
シミュレーションシステム構築

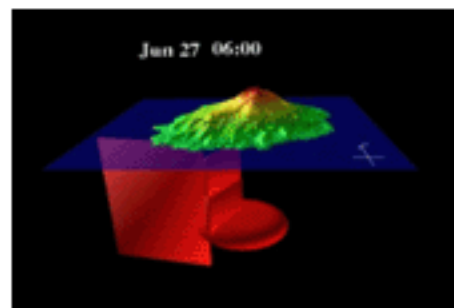


■ 研究成果

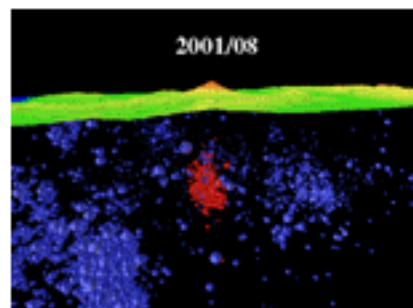
火山活動メカニズム解明

マグマ活動

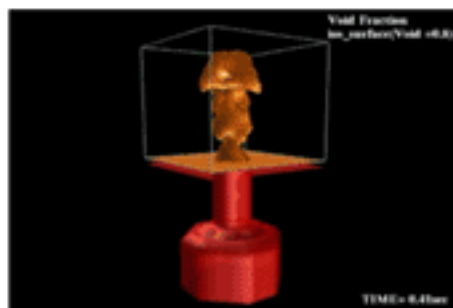
地表



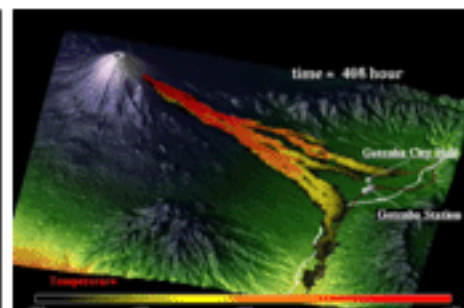
マグマ貫入
シミュレーション



火山性地震観測
(富士山震源分布)



噴火機構
シミュレーション



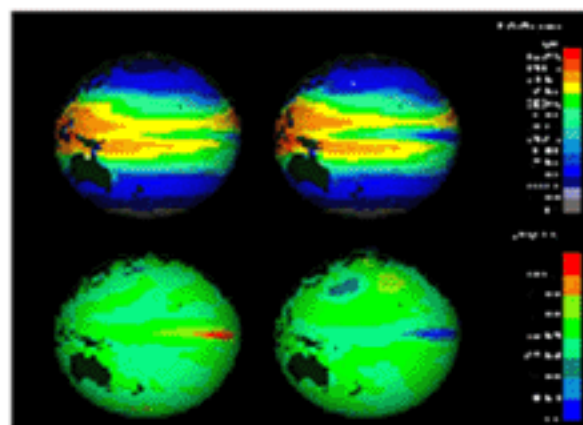
溶岩流
シミュレーション

気象分野

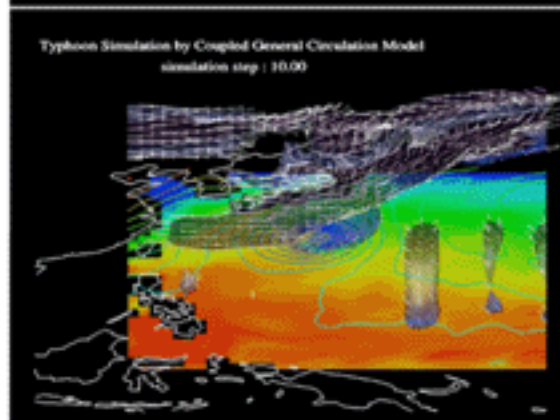
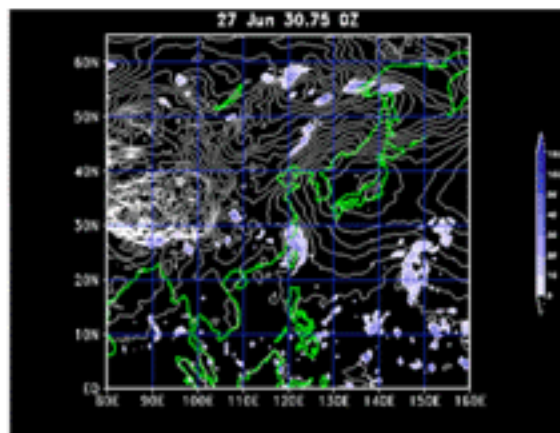
■ 台風災害シミュレータの開発



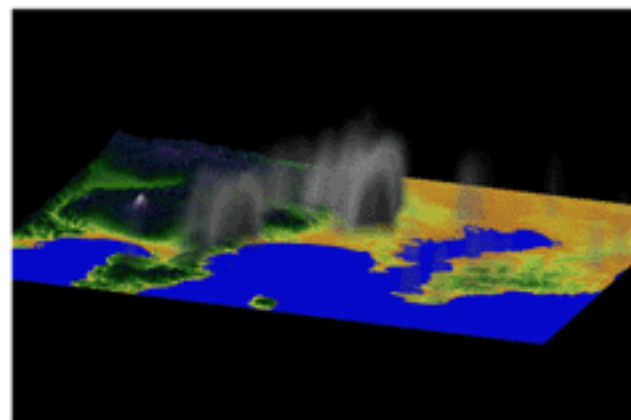
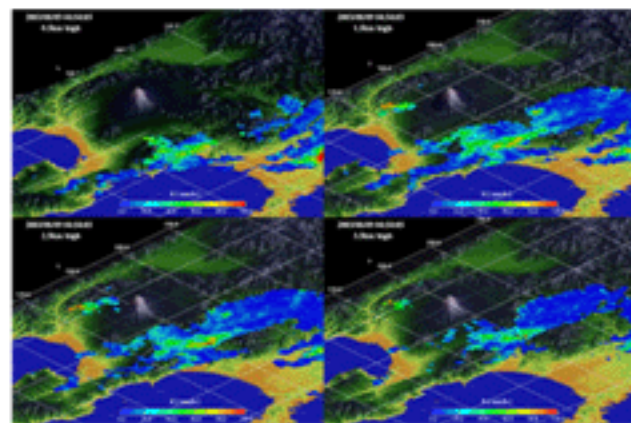
■ 研究成果



エルニーニョ現象
シミュレーション



台風発達シミュレーション



マルチパラレーダによる
台風観測

リモートセンシング分野

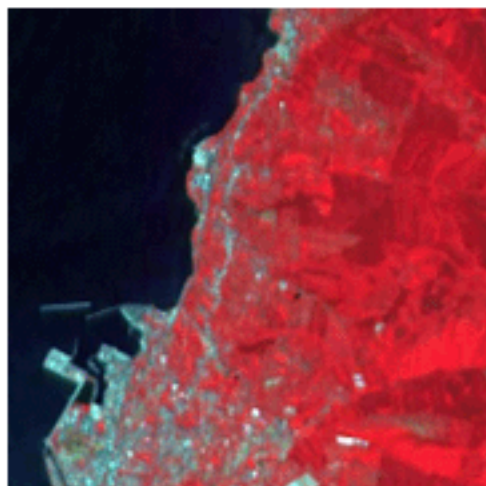
■ 衛星データによる災害監視システムの構築



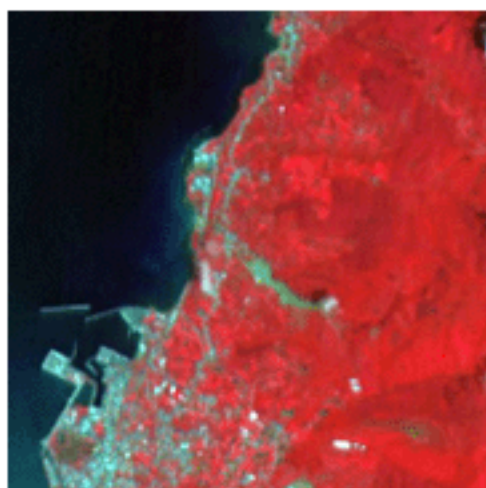
研究成果

地すべり (水俣)

地すべり前



地すべり後



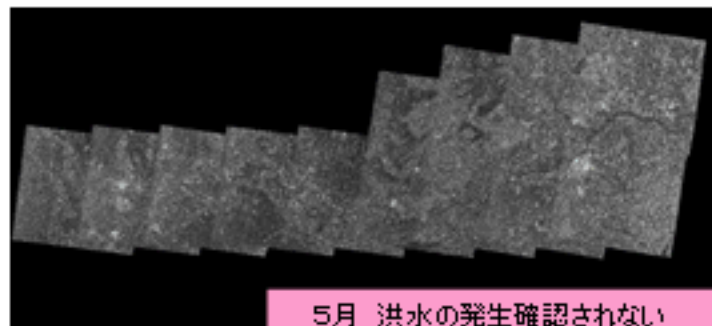
(C) CNES 1997/NASDA

洪水監視 (中国科学院と共同研究)

中国東北部ハルビン市付近

洪水前

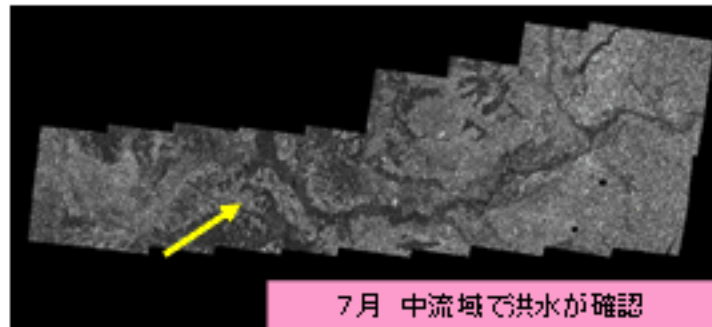
MITI/NASDA
Mosaic JERS-1 SAR
(1998.05.28-1998.06.05)



5月 洪水の発生確認されない

洪水初期

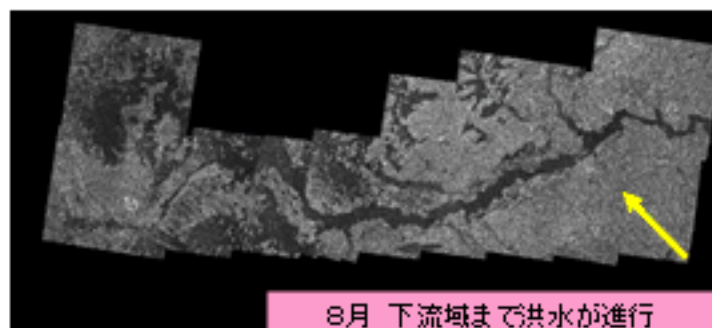
MITI/NASDA
Mosaic JERS-1 SAR
(1998.07.11-1998.07.19)



7月 中流域で洪水が確認

洪水中期

MITI/NASDA
Mosaic JERS-1 SAR
(1998.08.24-1998.09.01)



8月 下流域まで洪水が進行

2. 将来の研究目標について

研究分野	アプリケーション	概要	目的	期待されるブレークスルー	波及効果	必要な実行性能
耐震	数値震動台	実大3次元震動破壊実験の加震時、計測結果を元に材料、構造、耐久性を考慮したシミュレーションコード	より精確なシミュレーションパラメータの算出	実大3次元構造物の損傷・破壊過程の解明	実大3次元実験破壊施設に積載できないスケールの大規模構造物の損傷・破壊の評価	数百TFlops 100TB程度
耐震	構造物破壊シミュレーション	地盤を考慮した構造物の破壊解析コード	不整形地盤及び構造物の大規模一体解析	想定される最大規模の地震動による地盤を考慮した構造物の破壊現象の予測	震災時における人的・社会経済的損害の軽減への貢献	数百TFlops 100TB程度
地震	GMS (Ground Motion Simulator)	地下構造・断層モデルを考慮し、3次元差分法(FDM)による地震波伝播のシミュレーションコード	地震動予測地図の作成・高精度な強震動評価	詳細な地下構造を考慮に入れた地震波伝播による高精度地震ハザード評価	地震災害の軽減	数百TFlops 100TB程度
地震	トモグラフィー	精確な震源分布を求めるための3次元モデルの構築	過去の地震の震源再決定による震源分布の精度化	3次元速度構造を用いた高精度な震源解明	地震災害対応の初動判断、即時予測資料、各種システム緊急停止	数百TFlops 100TB程度
火山	溶岩流シミュレーション	温度を考慮した溶融凝固連成解析コード	溶岩流防災(到達範囲・時間予測・危険域選定)	迅速な溶岩流の災害範囲(危険域)推定	地表における溶岩流伝播に伴う住民避難路の確保	数百TFLOPS 100TB程度

研究分野	アプリケーション	概要	目的	期待されるブレークスルー	波及効果	必要な実行性能
火山	火砕流シミュレーション	固気混相圧縮性流体解析コード	火砕流防災(到達範囲・時間予測・危険域選定)	定量的なリアルタイムの火砕流の災害範囲(危険域)推定	火山活動における火砕流に伴う住民避難路の確保	数百TFLOPS 100TB程度
火山	マグマ貫入シミュレーション	地殻内における高温高圧マグマによる破砕コード	噴火予測(場所・規模・時間)	不均質構造を考慮した3次元的な破砕の解明	地表到達点の予測による避難誘導等	数百TFLOPS 100TB程度
火山	噴火機構シミュレーション	気液二相系の非定常流解析コード	噴火機構の解明	噴火時における衝撃波発生と圧力伝播機構の解明	噴火予測技術向上	数百TFLOPS 100TB程度
気象	全球気候モデル	温暖化を含む気候変動に伴う台風発生数などの変動機構を解明し、将来予測を行う	領域モデルへの入力データを算出するため	台風の長期予測が可能となる	台風災害に伴う経済的なリスクの軽減に貢献	数百TFLOPS 100TB程度
気象	領域大気モデル	全球モデルの結果を基に、台風に伴う降雨・風速を高分解能で算出する	波浪・流出モデルへの入力データを算出するため	温暖化時の台風に伴う豪雨発生頻度が地域レベルで見積もることが可能となる	自治体レベルでの今後の風水害対策やリスク評価に貢献	数百TFLOPS 100TB程度
気象	波浪モデル 流出モデル	領域モデルの結果等を基に、台風に伴う波浪や洪水流出量を推定し、災害発生頻度の長期変動予測を行う	温暖化等の気候変動に伴う台風災害発生頻度の変化を定量的に見積もる	温暖化時の台風災害発生頻度の変化が定量的に見積もることが可能となる	自治体レベルでの今後の風水害対策やリスク評価に貢献	数百TFLOPS 100TB程度
リモートセンシング	Disamon	定常的に全国の画像取得要求を発行し、Vexcel 3DSARを使用し災害範囲・箇所推定までを自動化	リアルタイム災害監視情報の提供	災害範囲推定後の迅速な詳細解析への連携	緊急災害対応の初動判断 人的・社会経済的損害の軽減への貢献	数百TFLOPS 100TB程度

3. 将来のスーパーコンピュータシステムについて

■ 防災科研のスーパーコンピュータ利用の特徴

- 基礎研究……プログラム開発、汎用機、仮想実験
- 防災業務……専用機、自動化(データ入手、解析、公表)、データベース整備

■ より高度化した数値シミュレーションを目的とする

- 耐震分野……数値震動台
- 地震分野……地震動予測値図
- 火山分野……火山シミュレータ
- 気象分野……台風災害シミュレータ
- リモートセンシング……リアルタイム災害監視

■ スーパーコンピューティングにサポート要員は不可欠

- 簡単な訓練、教育でサポート要員がオペレーション可能なシステム作りに重点を
- アプリケーションユーザにオペレータを専任させ、ペアで操作し、成果を出していく体制作り
 - 教育センター、交流センターの設立

■ 超高速ネットワークとの接続が不可欠

- つくばWAN、JGN- 、APAN、Super-Sinet等の超高速ネットワークを介しての利用

4. 外部の共同利用スーパーコンピュータセンターの活用について

- 地球シミュレータプロジェクトの共同研究者として、地球シミュレータを使用
 - 大気、海洋分野
 - 広域水循環予測システムの高度化
 - 固体地球分野
 - 3次元不均質場での波動伝播と強震動シミュレーション
- ネットワークによる利用を希望
 - 計算センターまでの移動時間
 - 計算待ち時間
 - ジョブ投入後、1日待ちでスタート無しの経験あり



NIED

National Research Institute for
Earth Science and Disaster Prevention