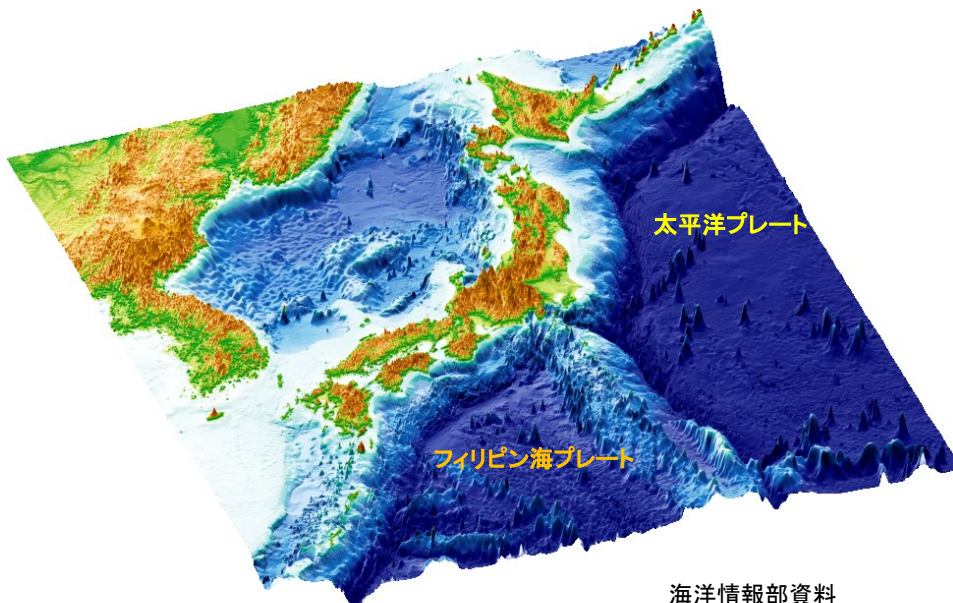


「西日本大震災への備え」

－ 危惧される南海トラフ巨大地震と内陸地震の
被害軽減に向けて－

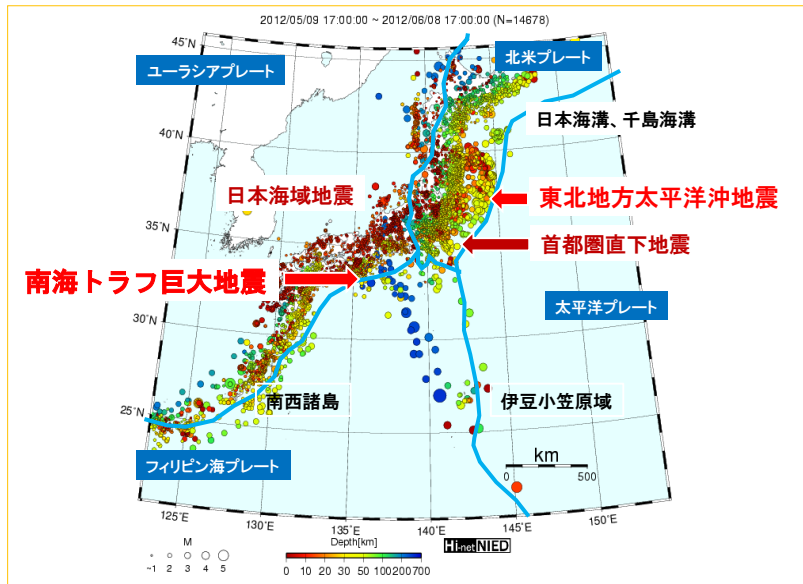
金田義行
香川大学 学長特別補佐

技術講演会 「近未来に迫る地震動と津波遡上」



海洋情報部資料

日本周辺の地震活動



2012年5月9日より30日間の震央分布図 Hi-net自動処理震源マップ（防災科学技術研究所）より

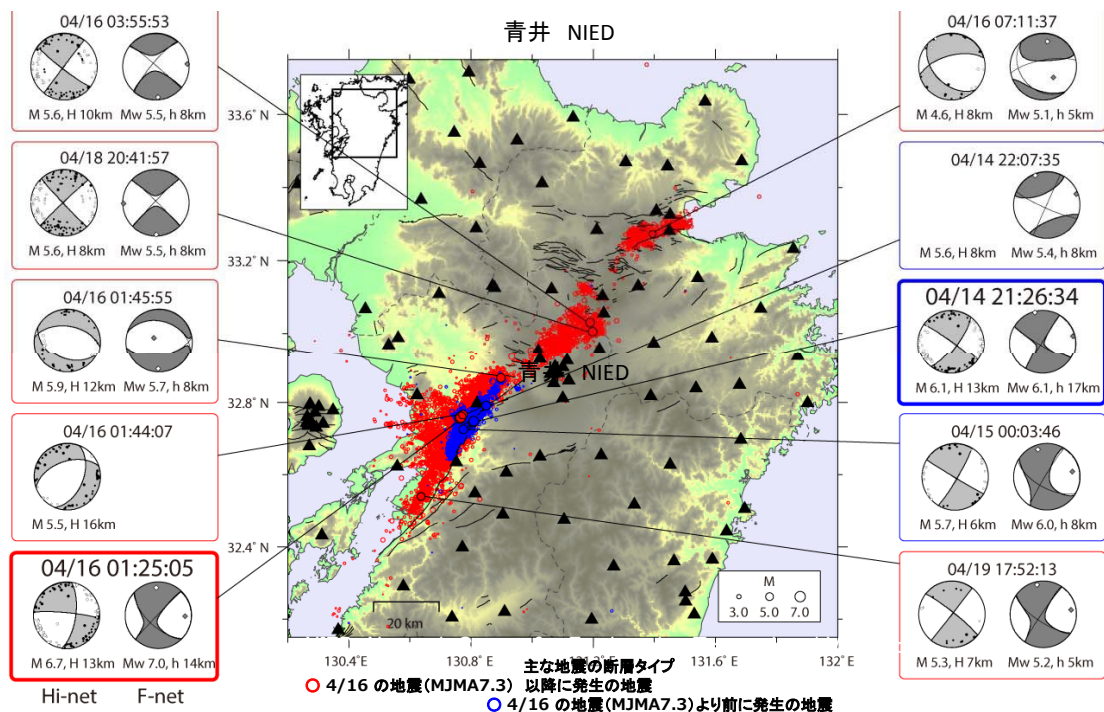
3

巨大地震は周囲に歪をもたらす

-869年の貞観地震の場合-



4



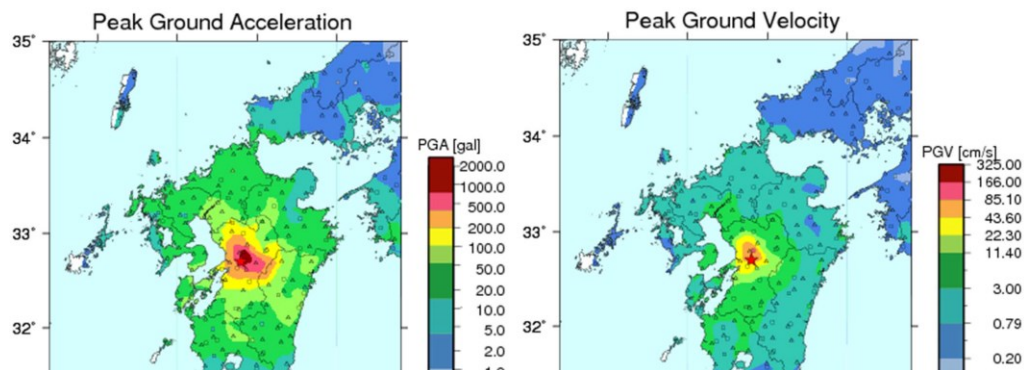
熊本地震前震による地震動

青井 NIED

2016年4月14日21時26分, 深さ11km, MJMA 6.5

地表最大加速度

地表最大速度

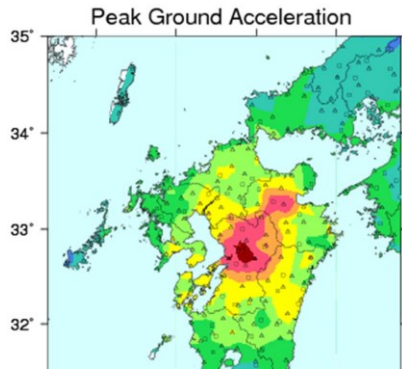


熊本地震本震による地震動

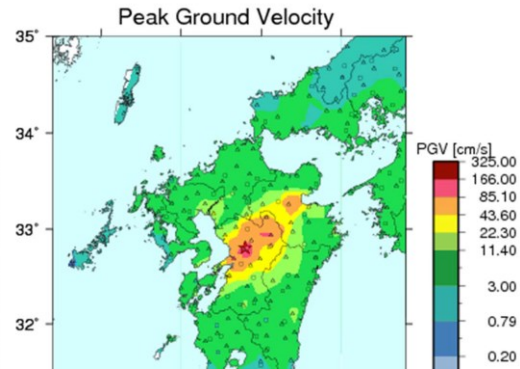
青井 NIED

2016年4月16日1時25分, 深さ12km, MJMA 7.3

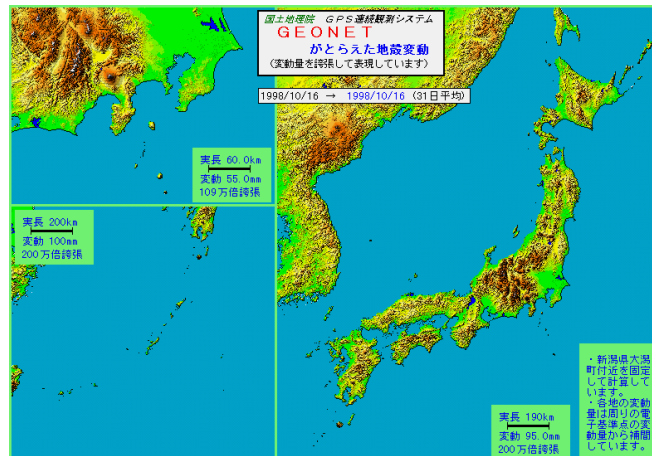
地表最大加速度



地表最大速度



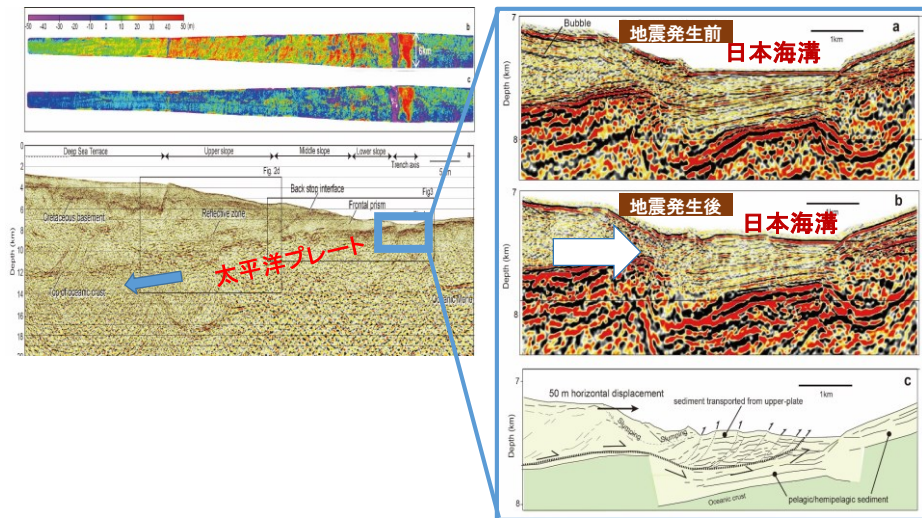
日本列島の変動



1998年10月～1999年10月の日本列島の変動

国土地理院: <http://mekira.gsi.go.jp/>

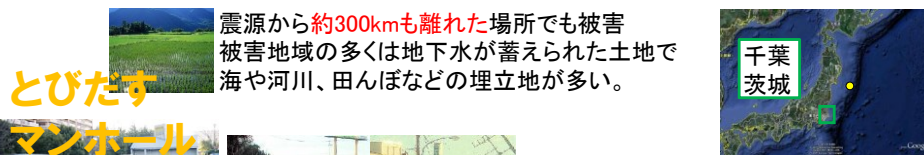
海底で起こった現象 [地殻変動]



JAMSTEC 東北対応緊急調査による

9

液状化被害 (千葉県 浦安、我孫子、潮来)



千葉県浦安市 HPより



千葉県我孫子市 HPより

かたむく電柱

千葉県潮来市



くずれた道路

10

南海トラフ巨大地震震源域



11

南海トラフ、首都直下、内陸地震の連動発生

- 1923年: 大正関東地震
- 1943年: 鳥取地震(内陸地震)
- 1944年: 東南海地震(南海トラフ)
- 1945年: 三河地震(内陸地震)
- 1946年: 南海地震(南海トラフ)
- 1948年: 福井地震(内陸地震)

- 1854年: 伊賀上野地震
- 1854年: 安政地震(南海トラフ)
- 1855年: 安政江戸地震(首都直下型)

- 1703年: 元禄江戸地震(関東地震タイプ)
- 1707年: 宝永地震(南海トラフ)
- 49日後 富士山噴火

南海トラフ巨大地震大津波の被害

- 強震動被害
- 長周期地震動被害
- 液状化被害
- 大津波被害
- 火災被害（地震火災、津波火災）
- 地滑り、海底地滑り、海底の改変
- がれき被害
- 塩害、土壌汚染等
- 火山活動による火山灰、溶岩流の影響

13

南海トラフ巨大地震大津波の被害2

- 農業、水産業への被害
- 製造業への被害
- 国際物流産業への被害
- グローバル経済産業への被害
- 地滑り、海底地滑り、海底の改変
- がれき被害
- 塩害、土壌汚染等
- 火山活動による火山灰、溶岩流の影響

14

中央構造線／内陸地震の被害

- ・強震動被害
- ・長周期地震動被害
- ・液状化被害
- ・火災被害(地震火災)
- ・地滑り、土砂災害
- ・がれき被害
- ・多くの被災者、避難所
- ・長期的な経済被害

15

岡山の被害想定



昭和南海地震被害 岡山气象台資料



亀裂の入った道路 (岡山市三幡付近)



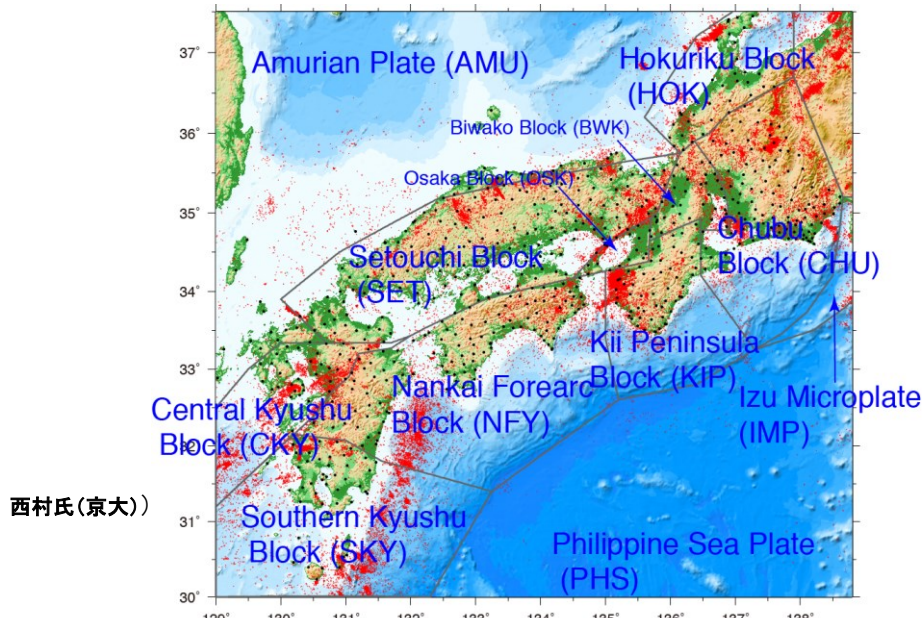
神田神社の鳥居 (岡山市神元)



全壊した家屋 (玉野市八浜付近)

— 15 —

ブロックモデル



○熊本地震の教訓

・救済拠点県の被災：香川県、岡山県？

- ・震度7の2回強動被害：香川県／四国、瀬戸内沿岸域でのリスクは？
- ・広域なライフラインの被害、構造物被害：道路・物流の健全性は？
- ・これまで命の道でありその安全性が高いと考えられていた高速道路が大規模斜面崩壊によって被災。
- ・河川、ため池等の護岸が液状化でダメージを受けている。
→ため池の健全性は？ 要点検
- ・2度の震度7を受けた耐震化構造物の被害、耐震化構造物の健全性評価。
- ・発生予測、余震の長期活動、終息時期の予測 → 科学としては難題ではあるが。
南海トラフ巨大地震、内陸地震の連動発生（数日～数年の時間差規模）
- ・震源域の拡大（熊本-大分、熊本西進、大分東進）→
中央構造線、南海トラフ巨大地震、内陸地震への影響？
- ・安否確認システムの必要性
- ・避難所運営の見直し→ 南海トラフ巨大地震の際はさらに深刻？

○今後の課題(西日本大震災＊への備え)

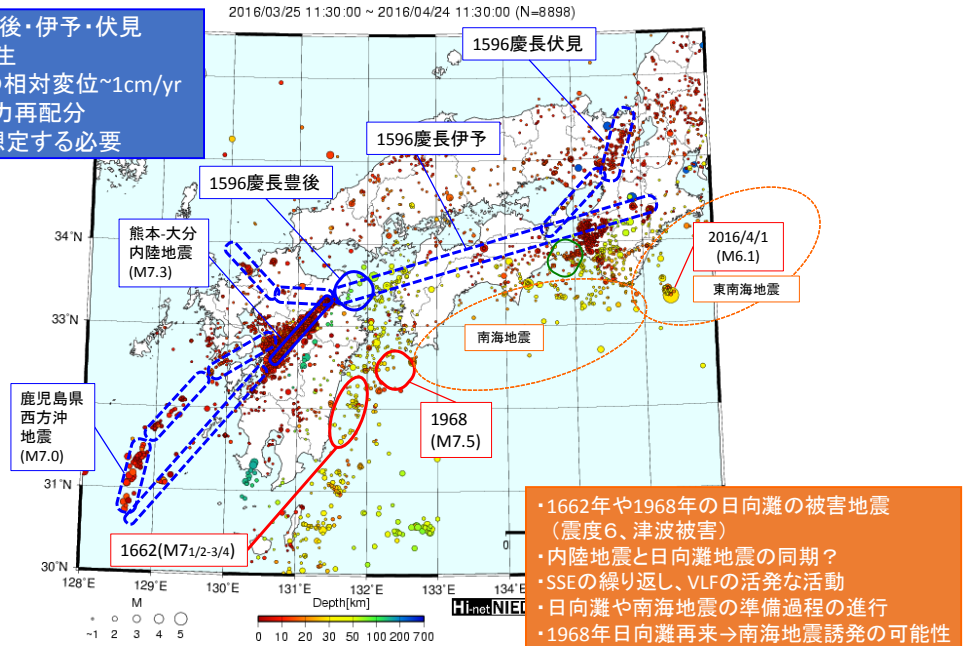
- ・南海トラフ巨大地震震源域の監視と減災対応の点検
- ・内陸地震対応の点検
（地盤・地震動、液状化、地滑り等、流通経路の健全性点検）
- ・四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構の役割強化
- ・四国連携のコンソーシアムの早期構築
- ・「京」コンピュータ等を用いた高度シミュレーション
- ・防災科研等との連携強化(コア拠点、ハブ拠点)

＊西日本大震災：防災科研 林理事長との会話で。

南海トラフ巨大地震大津波被害、内陸地震被害、火山噴火被害、
(地盤沈下、地表・海底環境改変、瓦礫被害等を含む)

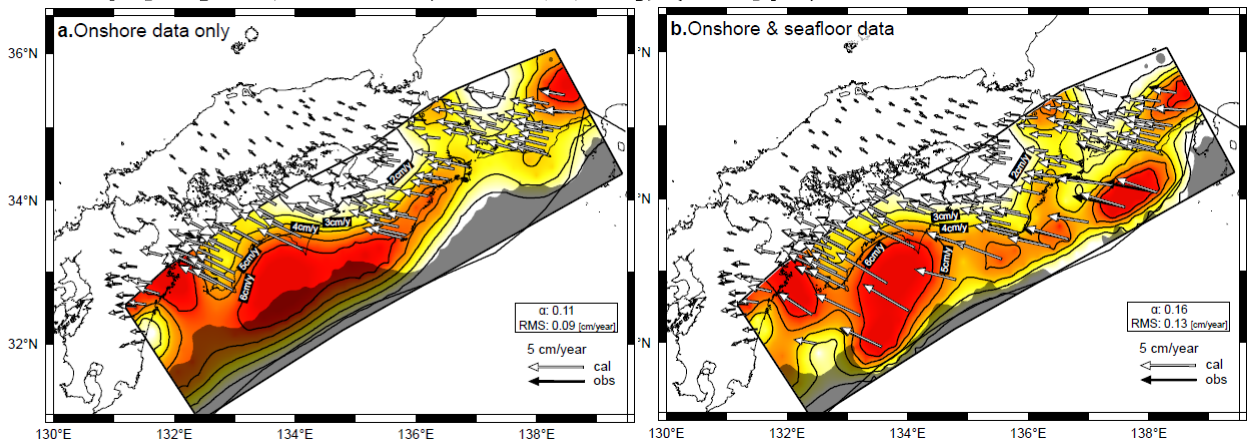
熊本地震周辺の過去の地震や現在の地殻活動

- ・内陸被害地震: 1596年豊後・伊予・伏見
- ・熊本-大分の内陸地震発生
- ・MTLなどブロック境界での相対変位~1cm/yr
- ・周辺ブロック境界での応力再配分
- ・過去の被害地震再来を想定する必要



(JCG Yokota et al., Nature in press)

南海トラフのすべり欠損の推定

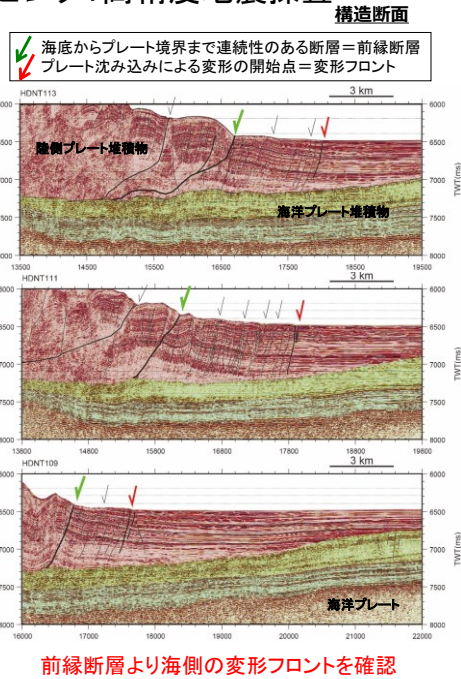
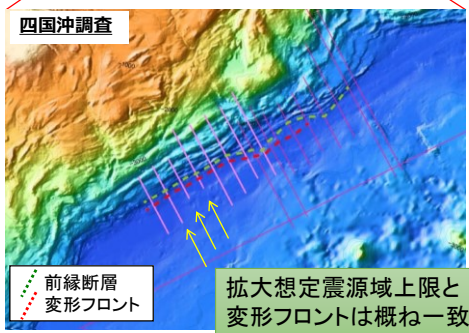


陸域データのための解析結果

海域観測データも加えた解析結果

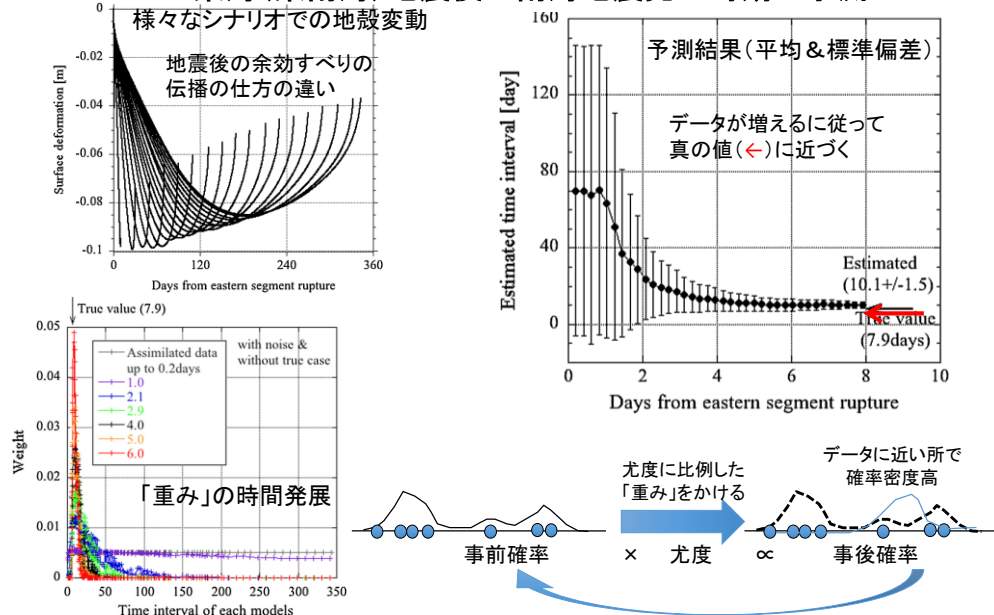
東海沖と足摺沖の固着が強く、紀伊半島沖が弱いのであれば、過去の紀伊半島沖からの破壊（固着が弱い地域）が説明しやすい

②拡大想定震源域上限のマッピング:高精度地震探査



逐次同化手法の有効性の数値実験による検証

東海(東南海)地震後の南海地震発生時期の予測



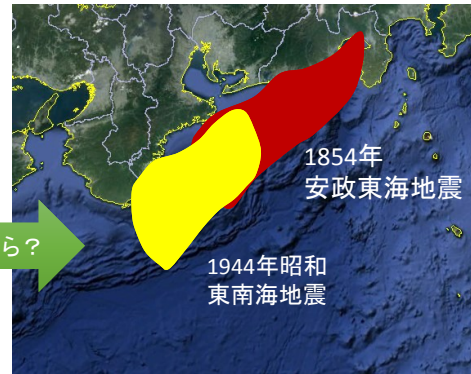
南海トラフ震源モデル構築・シナリオ研究：銭州海嶺近傍の調査研究等の必要性

東南海、東海地震の新たな地震像

(a) 昭和東南海地震の割れ残り
→ 想定東海地震？



(b) 安政東海地震の割れ残り
→ 昭和東南海地震？



発生間隔が90年と短くても東南海地震が発生
現在すでに70年以上が経過

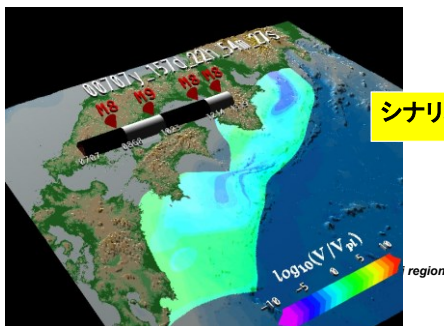
昭和の東南海地震は安政東海地震の壊れ残りが破壊
1854年から160年以上経過

25

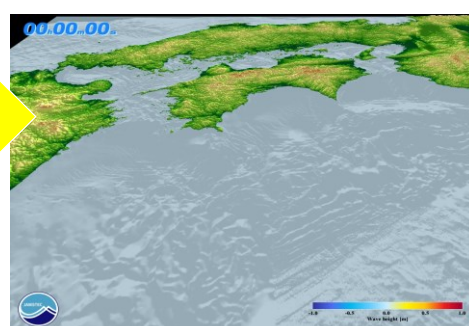
(海溝型地震シナリオ→津波＋内陸地震)

地震津波連成シミュレーションによる瀬戸内海津波被害評価

RSGDXによる地震サイクル計算(地震課題)

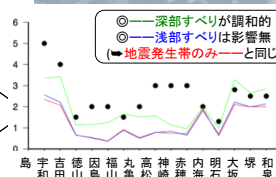
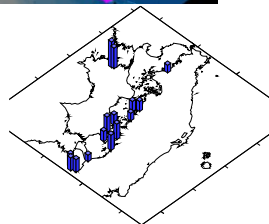


JAGURSによる長時間津波計算(津波課題)



シナリオ

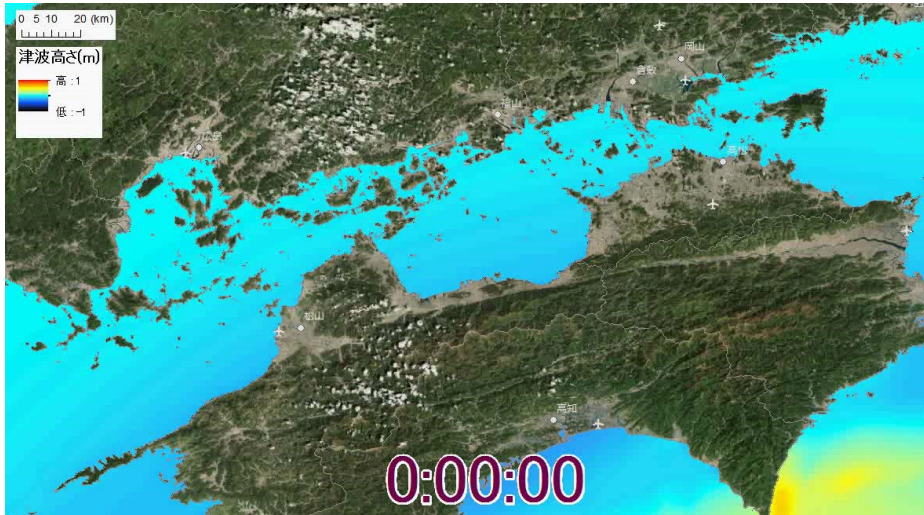
宝永地震の際の津波では、太平洋岸だけでなく、大阪や瀬戸内海でも津波による被害があった
それを説明するシナリオを地震・津波の連成で検討



瀬戸内海の津波を説明するには深部すべりによる沈降が必要

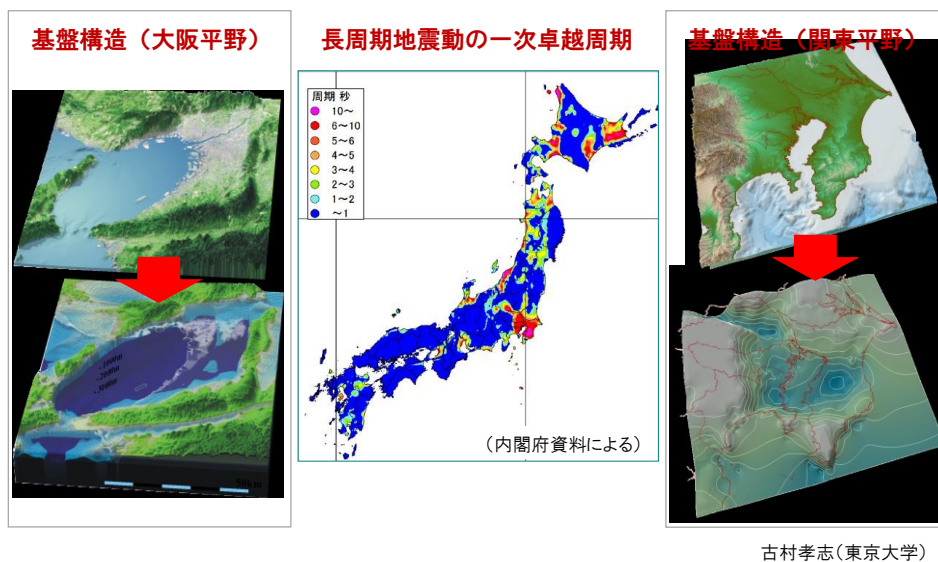
Hyodo et al. (2014, EPS)

瀬戸内海の津波シミュレーション



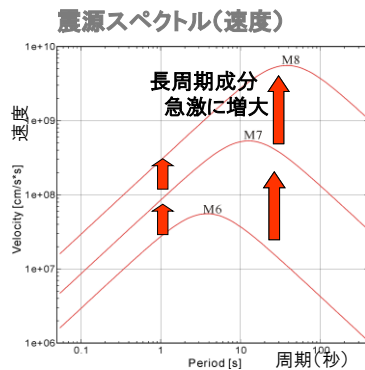
JAMSTEC

長周期地震動の生成条件(1) 堆積平野、厚い堆積層



長周期地震動の生成条件(2)

長周期地震動のメカニズム



【発生】

大地震の震源より、長周期成分が強く放射
浅い地震では表面波が強く生成

【伝播】

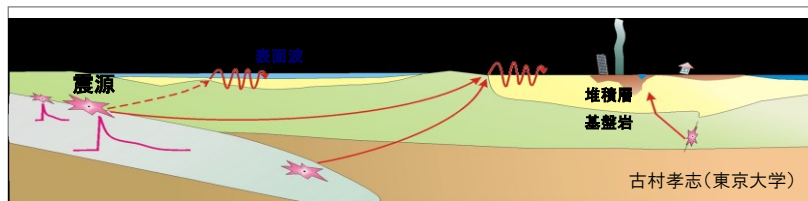
波長の長い長周期地震動(表面波)は遠距離伝わっても弱まらない

【增幅】

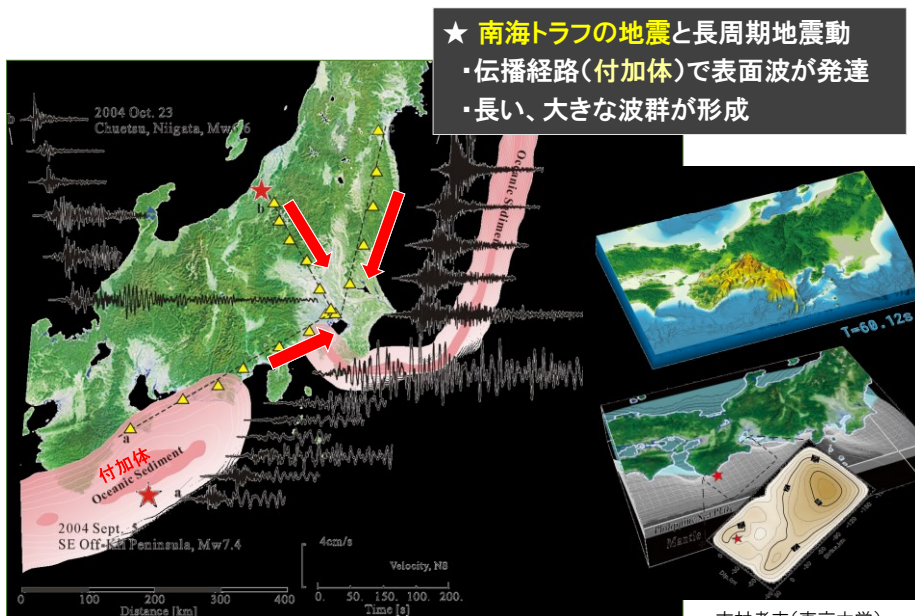
平野の**厚い堆積層に共鳴し、強く増幅**

【被害】

長大構造物が共振、被害



長周期地震動の生成条件(5) 伝播経路の影響



古村孝志(東京大学)

DONET 地震・津波観測監視システム
Dense Oceanfloor Network system for Earthquakes and Tsunamis

科学・技術の統合
地震発生現場での観測
早く伝える
リアルタイムデータの活用

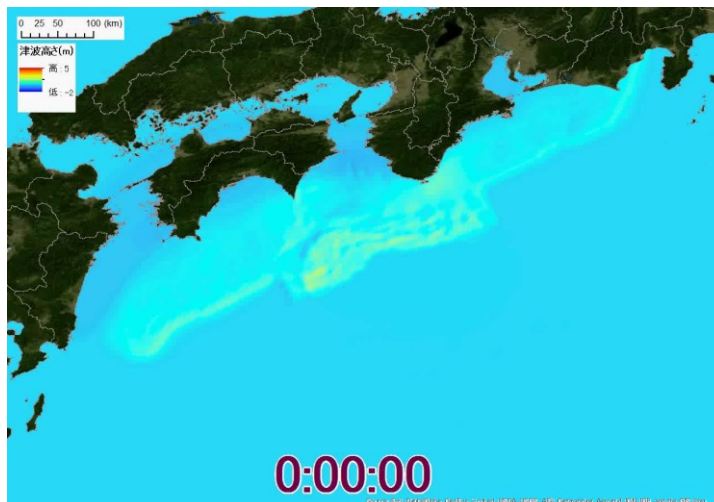
省から将来の地震発生シナリオが絞り込めない場合でも
備えるべきことは山積している。

水圧センサシステム
地動センサシステム
拡張用分岐機構（モード）
基幹ケーブル
分岐装置
延長ケーブル
長期孔内計測

31

津波シミュレーション 南海トラフ沿い広域図

地形分解能:450m格子



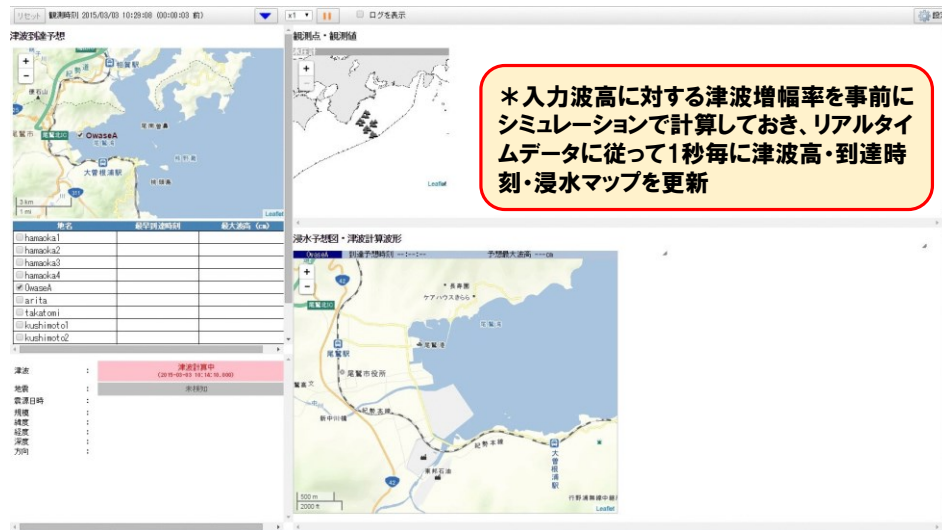
支配方程式:
非線形長波理論

数値解法:
平面2次元差分法

・地形データ:
国土地理院DL版(5m, 10m)
・動画長さ:6時間
・JAGURS-D_V0174使用

馬場俊孝(海洋研究開発機構)

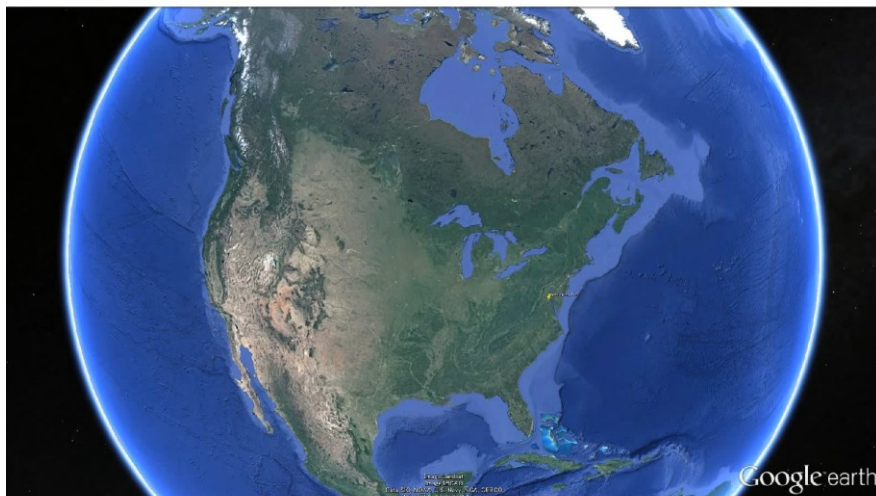
DONETの利活用 一尾鷲津波浸水予測一



和歌山県はこのシステムを導入

33

都市課題シミュレーション



堀宗朗(東京大学地震研究所)

34



35

東日本大震災(大津波) 熊本地震(強震動) の教訓を活かす

南海トラフ巨大地震は強震動、大津波の複合災害

- 1) 減災対策の再点検→災害連鎖、2度の強震、流通経路遮断等
- 2) 四国の道路・高速道、鉄道の健全性の点検、復旧避難所運営
- 3) 連動、誘発地震シナリオ対策の点検
- 4) 人材育成の必要性(災害前、災害時、災害後)

「幅を持った」社会システムの構築を

1. 冗長性、代替性を持った(redundancy)

- ◆どんな状況に至ろうとも対応手段が皆無にならないように、事前に対処方法や仕組みを二重化・三重化
- ◆バックアップオフィスの確保、東日本大震災時の「くしの歯作戦」など

2. 何が起きても致命的破壊に至らない(robustness)

- ◆一つ一つのシステムが完全に麻痺したり機能不全に陥ったりしない
- ◆地震による大きな揺れがあったとしても瞬間的には倒壊しない

3. 粘り強く復元可能な(resiliency ,tenacity)

- ◆一つ一つの要素が破壊されるプロセスに粘り強さを
- ◆被害の拡大が遅れて進行するように誘導、現象をしなやかに受け流す

4. 融通が利き順応性を持った(elasticity)

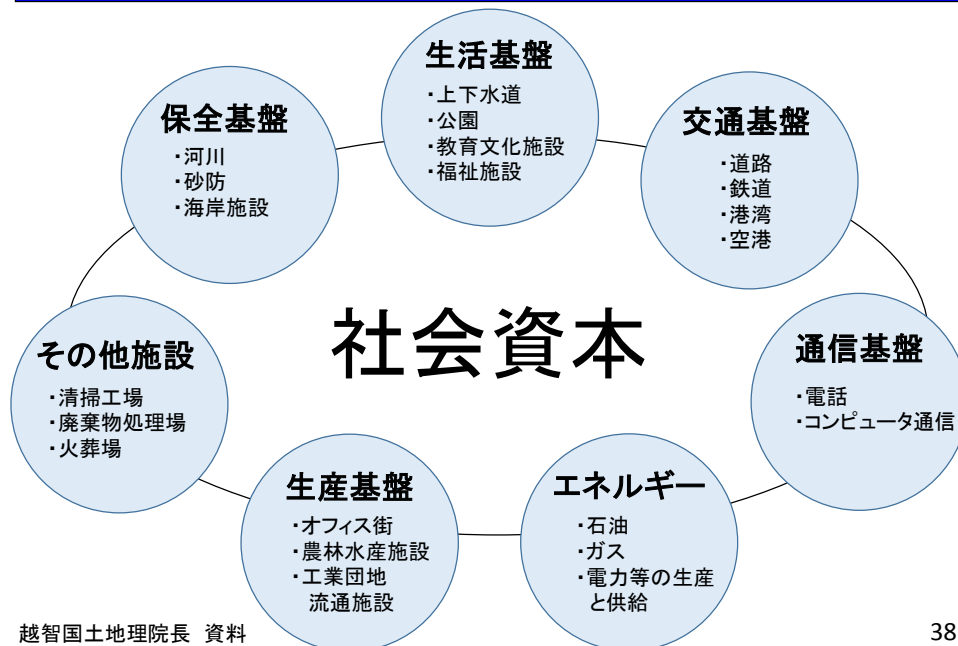
- ◆その時々事態に合わせて柔軟かつ臨機に最善の方法を選択
- ◆平常時からの防災教育等のソフト対策

5. 安全・安心を与えてくれる(securing safety)

→ 「幅を持った」社会システムの構築を

37

命を守り、便利で豊かな生活を支えている社会資本



越智国土地理院長 資料

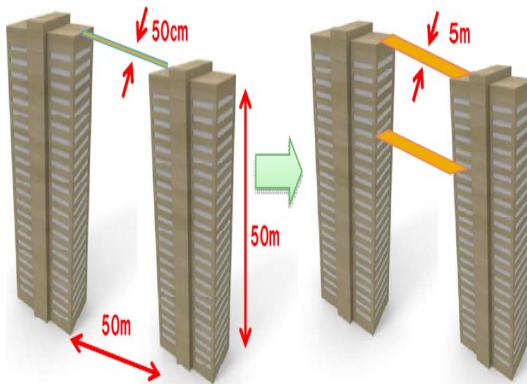
38

幅を持った社会システムの構築

【幅を持った社会システムの概念】

- システム全体としては、機能不全に陥らない柔軟・臨機応変・包括的に対応するため、個々の施設や取り組み同士が十分に連携しあうことによって、「幅」を持たすことが重要である。
- 個別最適と全体最適、全体最適の視点間の両立にあたっては、調整するための幅が必要である。

【機能不全に陥らないシステムのイメージ】



- ◆二つの独立したビル(社会資本)が、一本の通路(ハード整備)によって結合され、一体の構造物(一つのシステム)として機能。
- ◆しかしながら、50cmの板を誰が安全に安心して渡ることができるか。実質的にシステムとして機能をしていない。
- ◆5mの幅の板を渡すことにより、誰もが安全に安心して渡ることができるシステムとして成立する。
- ◆さらに、もう一本追加すると、その冗長性は向上する。

「幅を持った」システムが必要

出典：国土審議会 今後の水資源政策のあり方について 中間とりまとめ 参考資料

39

減災科学の概要



四国の課題、瀬戸内の課題2

- ・香川県は四国の減災拠点かつ被災県の認識も
(四国地整、四国内有力大学との連携強化)
- ・香川大は四国の減災シンクタンク拠点→新機構の貢献
(危機管理・強靱化・減災科学を推進する組織)
- ・海域のリアルタイム観測データの利活用

減災科学:

理工学、社会科学、社会学、経済学、医学、心理学等の減災科学による
人材育成・地域強靱化施策の推進

41

IECMS 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構

天災は忘れたる頃来る

寺田寅彦先生

日本は地震・津波・火山噴火多発国であり、
忘れなくてもこれらは必ず発生する。

過去にはこれらの自然災害が多発した時代も

被害軽減のためには、備えの減災科学の進展、
地域強靱化の推進が必要不可欠である。

42