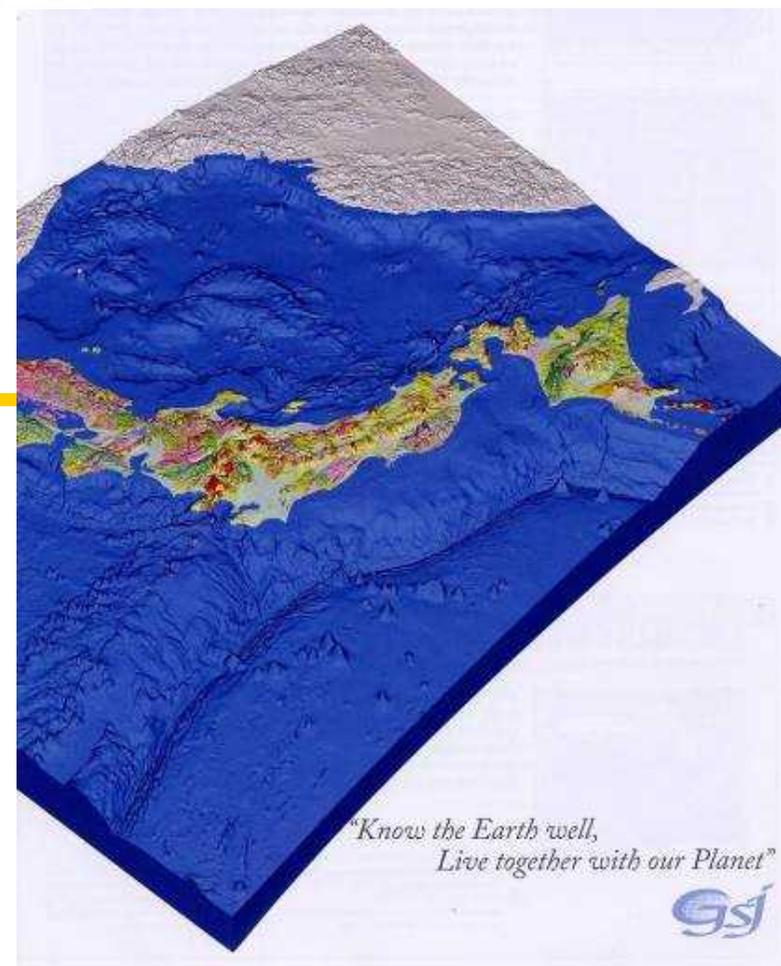


AIST The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan

地震本部次期総合基本施策に向けて

2018.10.24
地質調査総合センター



「地質の調査」は経済産業省の所掌で、産総研地質調査総合センター(GSJ)が担っています。



1. 地質の調査を通して、資源、環境、防災に関する国のリスク軽減に貢献する。
2. 資源のポテンシャル評価、環境・保全(福島対応含む)、地震・火山災害予測などの出口を明確にし、限られた人的資源のもと、強みをいかして、より重点化して地質情報の整備を進める。
3. 国の方針に対応し、地質に関するナショナルセンターとしての役割を担う。
4. 透明性、公平性を確保し、国民の信頼を担保する。

1. より精度の高い内陸・海溝型地震の長期評価, 活断層情報整備
-長期評価は道半ば
 - 1-1) 活断層の長期評価、地域評価
未整備情報、位置情報、バラツキの把握、地球物理情報(応力マップ)の活用
 - 1-2) 海溝型巨大地震, 沿岸海域の活断層の長期評価
古地震調査に関わる問題点の解決
2. 沿岸域, 都市域, 断層近傍の被害予測に資する地質地盤情報
知的基盤整備, 被害予測などとの連携
3. 南海トラフの地殻活動モニタリング観測
観測施設整備, 解析手法高度化
4. ユーザーニーズに対応した情報発信
データベース拡充・統合化
(GSJのDB群:地質図Navi, 活断層DB, 津波堆積物DB など)
講演会, 自治体, 活断層調査公開
5. 基礎研究
GSJとして継続的に取り組む課題

地震本部の活断層長期評価



1) 長期評価の高度化

- ・Xランクの断層(57断層)の評価
- ・主要活断層帯について, さらなる位置・履歴情報の蓄積(10~20断層帯)

熊本地震後の事例: 新たな調査で活動履歴情報の精度が上がった(少ない調査地点の情報に基づいた長期評価の弱点を改善)

- 詳細DEM等を用いた地形解析
→位置精度の高度化
- 年代測定手法の開発・適用
(宇宙線生成核種, C14連続測定)
→年代精度の高度化

- ・長大活断層の連動性評価手法の開発・適用
全国のSランク長大活断層(~8断層帯)に適用

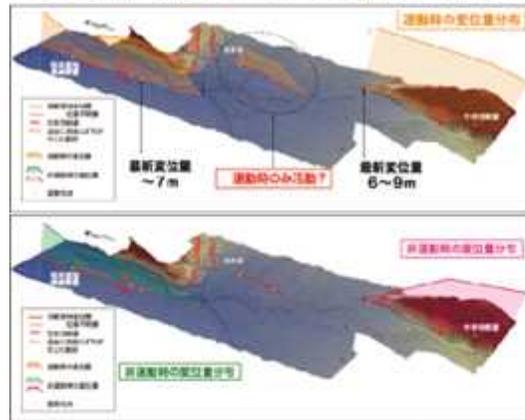
2) 地域評価の発展

- ・短い活断層(15km以下)
- ・見えにくい活断層の評価手法の開発
- ・X断層を含め, 活断層かどうか不明な断層
- 詳細位置を知る
- 地質調査, 古地震調査

3) 物理モデルの適用

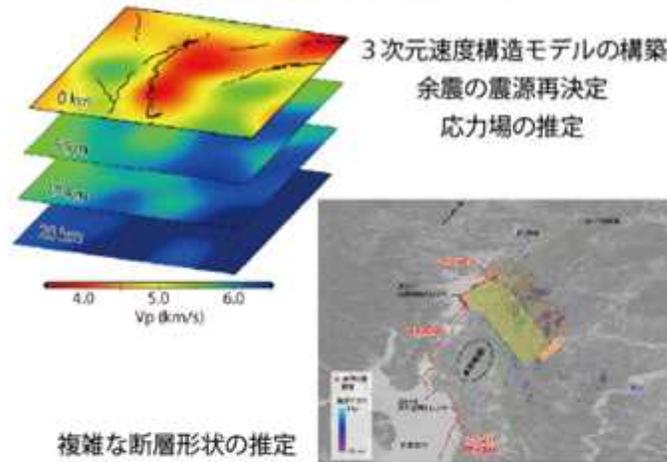
- ・応力マップ, 数値シミュレーション

1. 連動性評価のための変位履歴調査



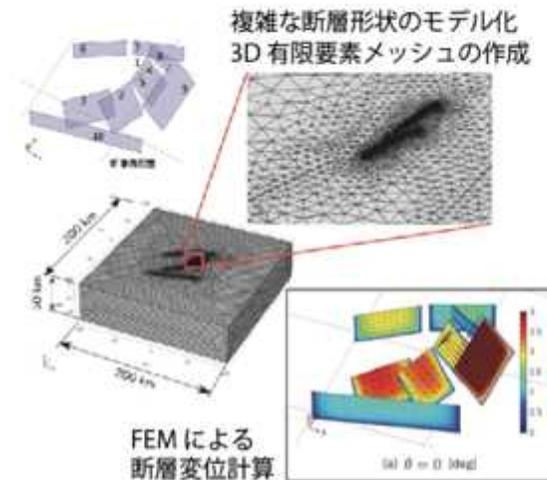
変位履歴による連動の判別，連動確率の算出

2. 構造不均質を考慮した震源再決定

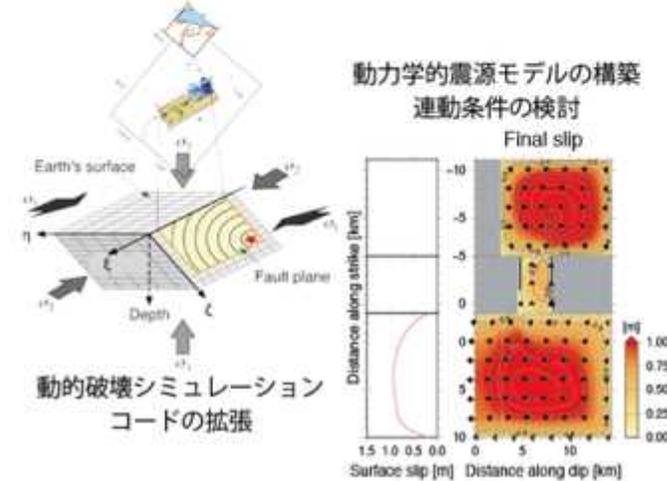


複雑な断層形状の推定

3. 3次元 FEM による断層モデル高度化



4. 動的破壊シミュレーションによる連動性評価



○文科省の活断層調査研究課題として，糸魚川-静岡構造線断層帯で実施・開発中の評価手法を確立する。

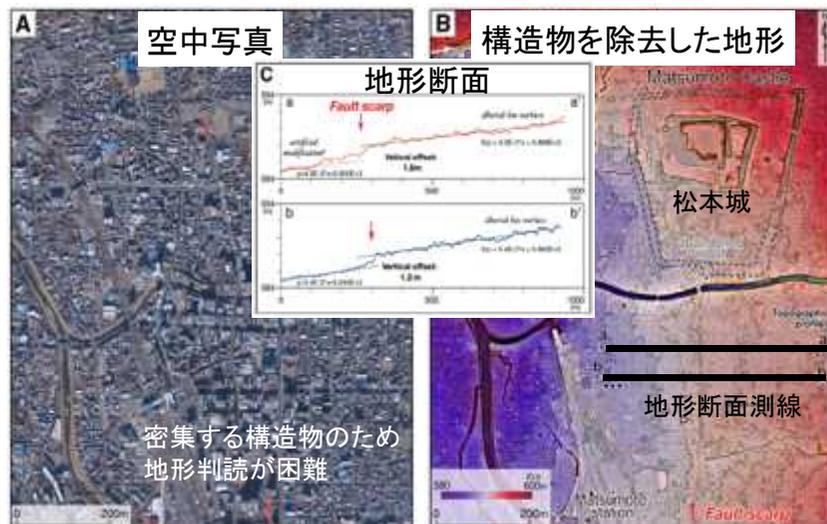
○全国の主要活断層帯のうち，発生確率がSランクの活動区間を含み，長さ60km以上の断層帯を対象として，連動性評価を展開する。

○複数の活動区間の連動確率や連動条件等の評価結果を全国地震動予測地図へ反映することを目指す。

○連動性評価実施への要望が強い地方公共団体等へ公表し，防災計画の立案等へ貢献する。

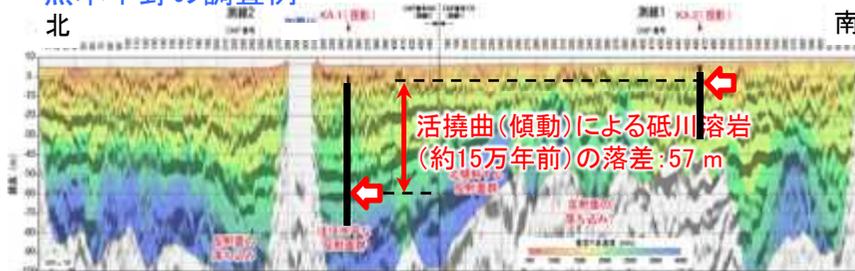
地形表現が不明瞭な活断層の評価手法

- ・詳細DEMを用いた地形解析
→従来見落としていた山地内や平野部で新たに活断層を検出
- ・全国を網羅的に再検討する必要性
松本盆地の解析例



Kondo et al. (2008)

- ・新たに検出された断層において、地質・地物調査
熊本平野の調査例

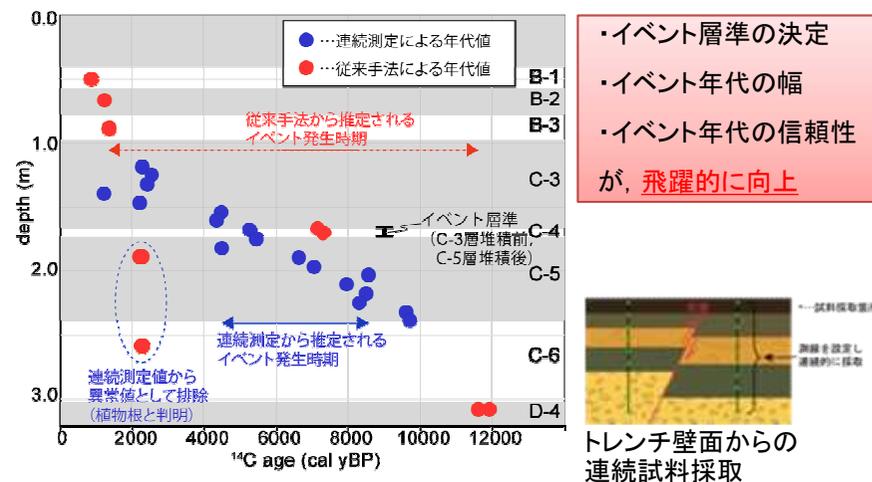


丸山ほか(2016)

新しい年代測定手法の開発

1. 高密度な放射性炭素年代分析

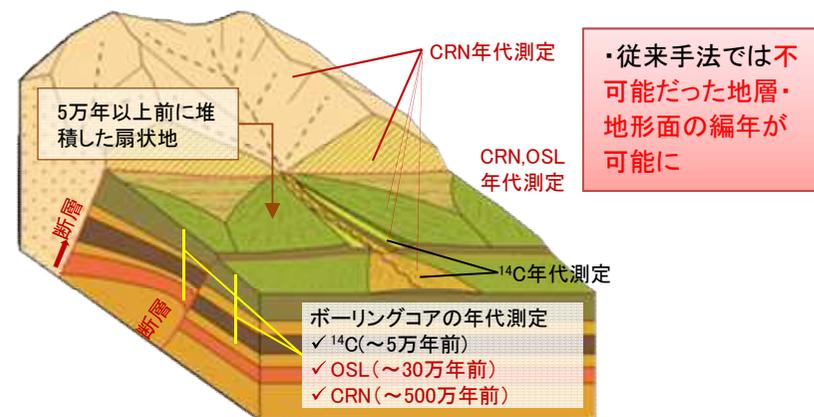
熊本県日奈久断層帯での解析例



トレンチ壁面からの連続試料採取

2. 新しい年代測定手法の開発・適用

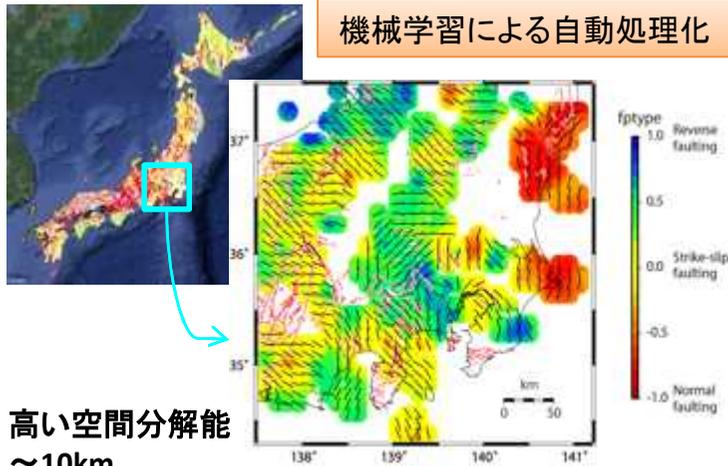
新しい年代測定技術の概要



応力場

応力マップの全国整備

機械学習による自動処理化



高い空間分解能
~10km

今西ほか(投稿中)

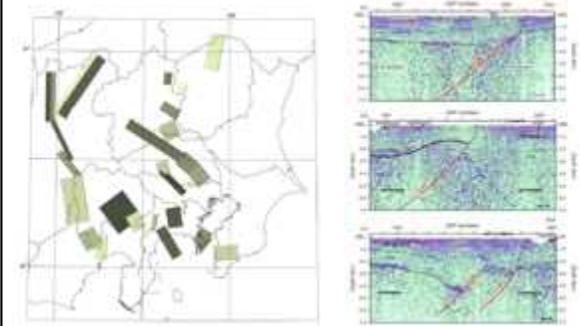
断層強度プロファイル・摩擦パラメータ

室内実験



フィールド調査

断層形状



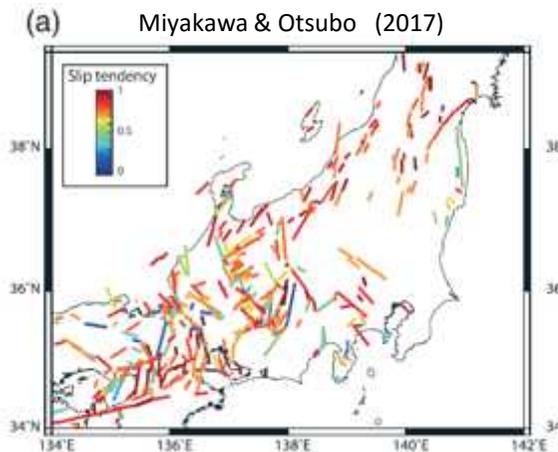
地震調査研究推進本部
(2015)

Ishiyama et al.
(2013)

活動性評価

slip-tendency解析

応力場+断層形状
+摩擦パラメータ

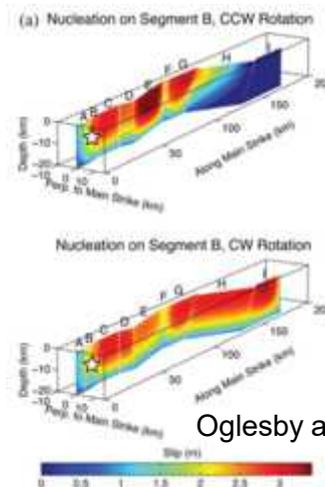


現在の応力場の
もとで動きやすい
断層がどこにある
のかを示す

先行研究の
精緻化

最大規模評価

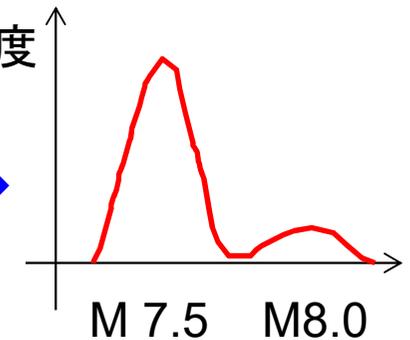
動的破壊シミュレーション



頻度

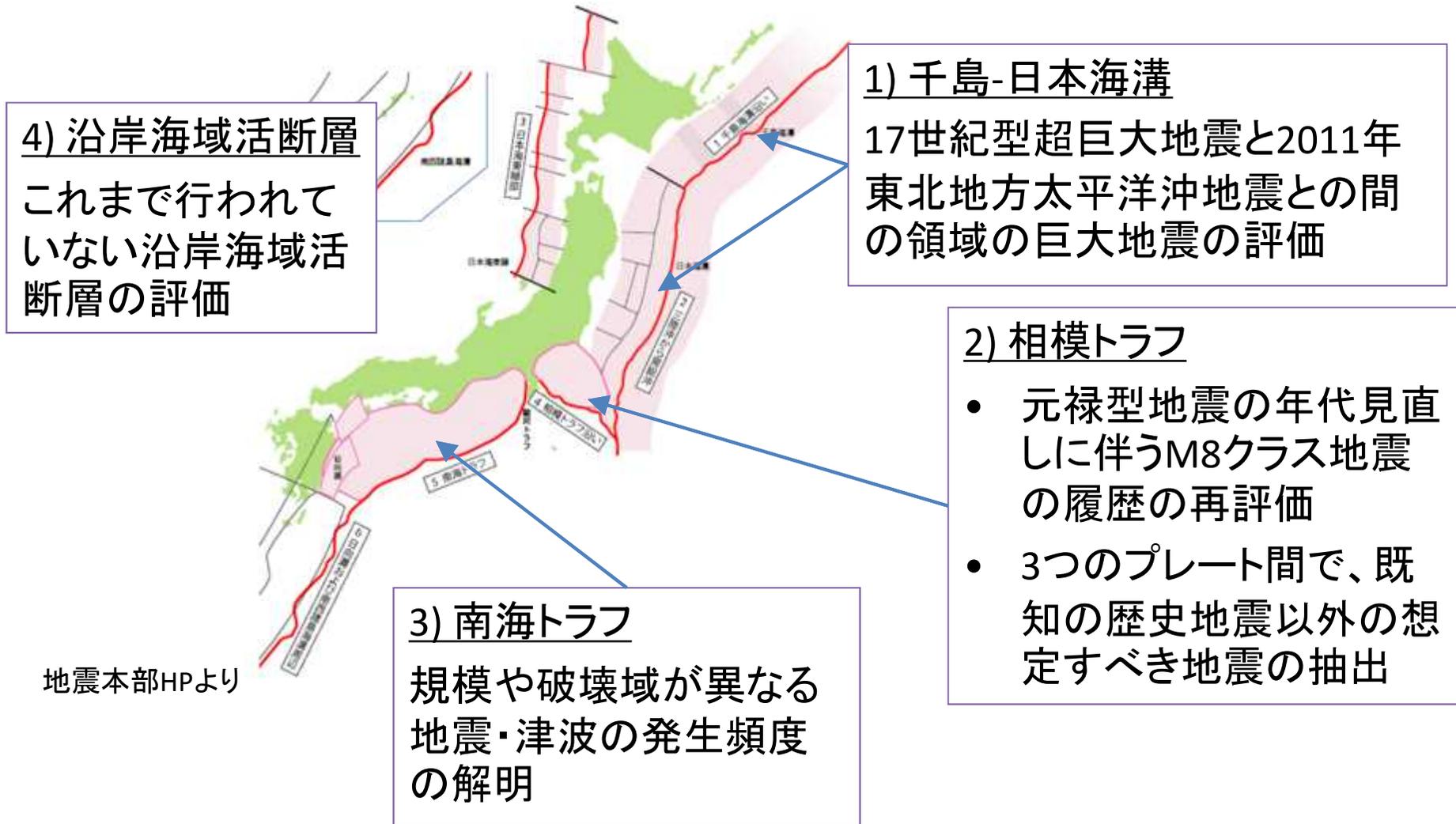
様々な想定
モデル

高速計算手法
(Ando, 2016)



Oglesby and Mai (2012)

古地震調査に関わる目標



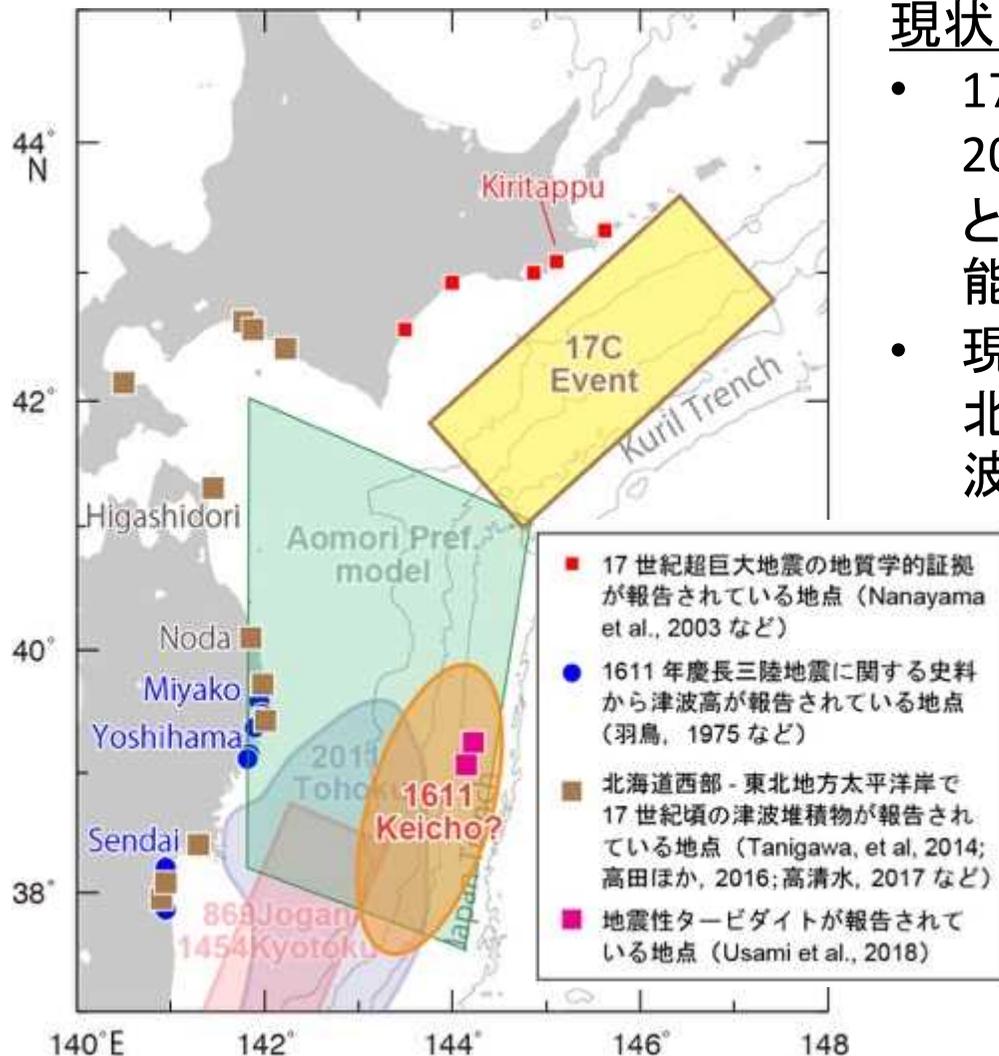


図1 千島-日本海溝沿いの様々な断層モデルと古地震・古津波調査地点

現状の課題

- 17世紀型超巨大地震の想定破壊域と2011年東北地方太平洋地震の破壊域との間の領域における超巨大地震の可能性が未評価
- 現在のところ北海道南部から東北地方北部の太平洋岸における古地震・古津波情報が不足

今後の展開

未調査地や既調査地も含めた信頼性の高い古地震・古津波データの取得と地域間対比に基づいた断層モデルの検討による各領域の超巨大地震の評価



図1 元禄型地震を示す段丘の年代の見直し
Komori et al. (2017)のプレスリリース資料より

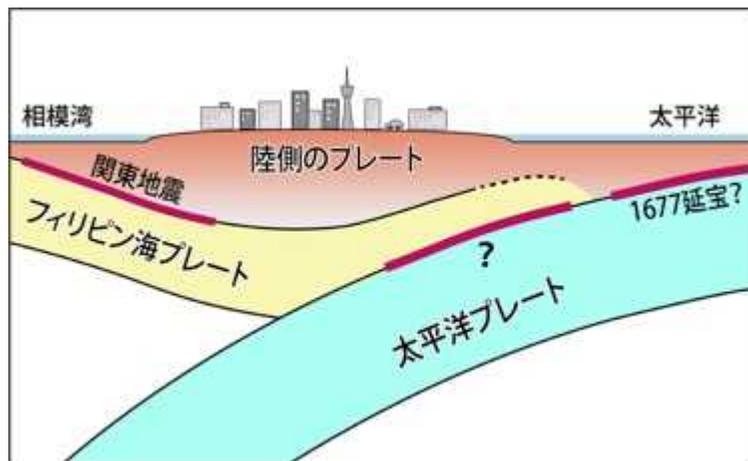


図2 首都圏における多様なプレート間地震

現状の課題

相模トラフM8クラス地震の長期評価の根拠となっていた房総半島南部の海岸段丘の年代について、近年新しいデータが提示され、履歴に関する見直しの必要性に迫られている(図1).

今後の展開

相模トラフや日本海溝沿いだけでなく従来ほとんど評価されていない首都直下にかかるフィリピン海プレートと太平洋プレートとの間の地震(図2)も含め、多様な古地震データ(図3)を取得し、首都圏に影響を与えるプレート間地震について評価する。



図3 古地震解明のための様々な手法

現状の課題

沿岸海域の活断層情報は著しく不足している。また、海岸近傍は海の調査が困難。

今後の展開

津波堆積物や海岸の隆起・沈降の痕跡など、オフフォールの古地震調査(図1はその一例)は、沿岸での海域活断層の位置や活動履歴を解明する上で重要な情報を提供。

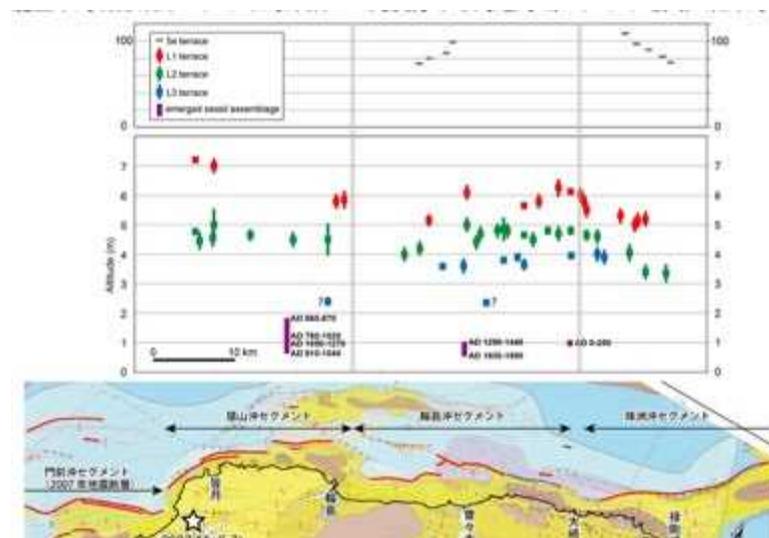
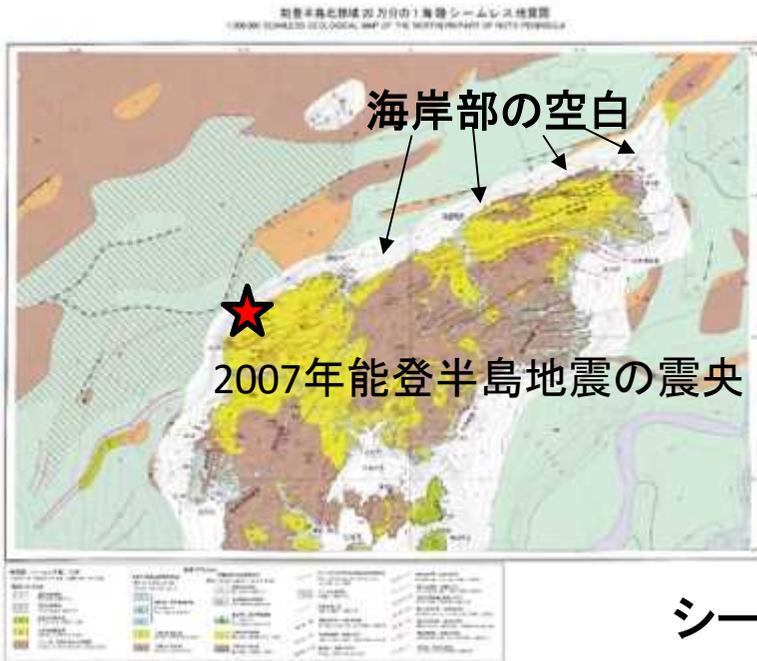
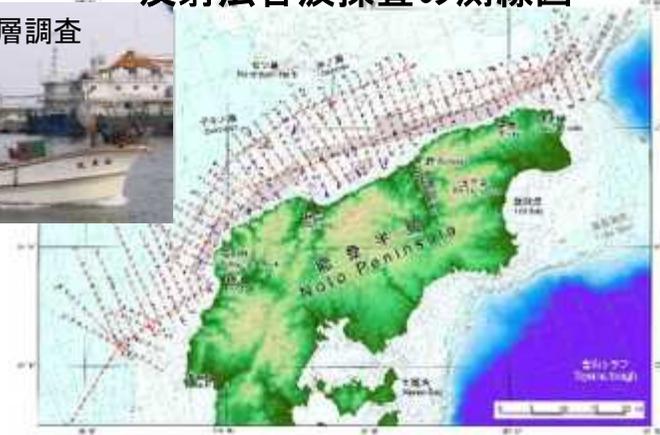


図1 能登半島沿岸の活断層と海岸段丘の高度分布
井上ほか(2007)に海岸段丘の情報を追加

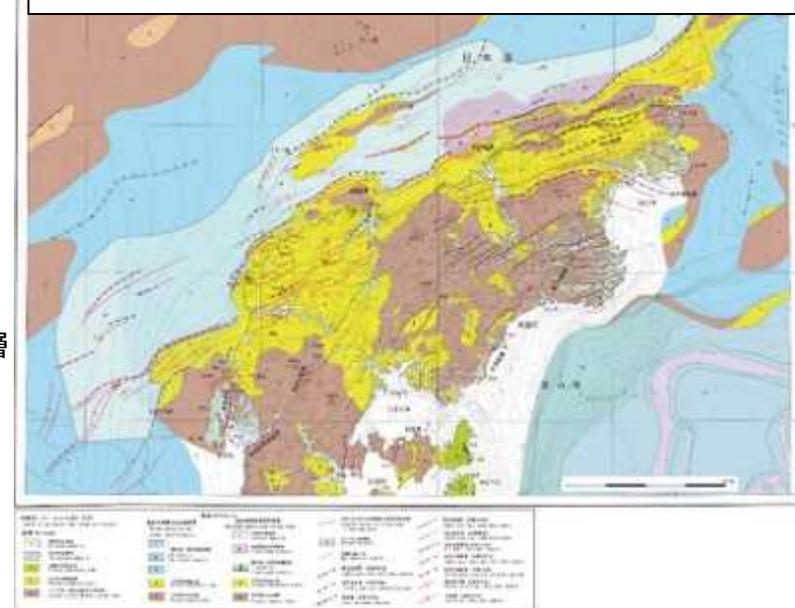
従来



反射法音波探査の測線図



能登半島北部域20万分の1
海陸シームレス地質図及び地質断面図(井上ほか、2010)

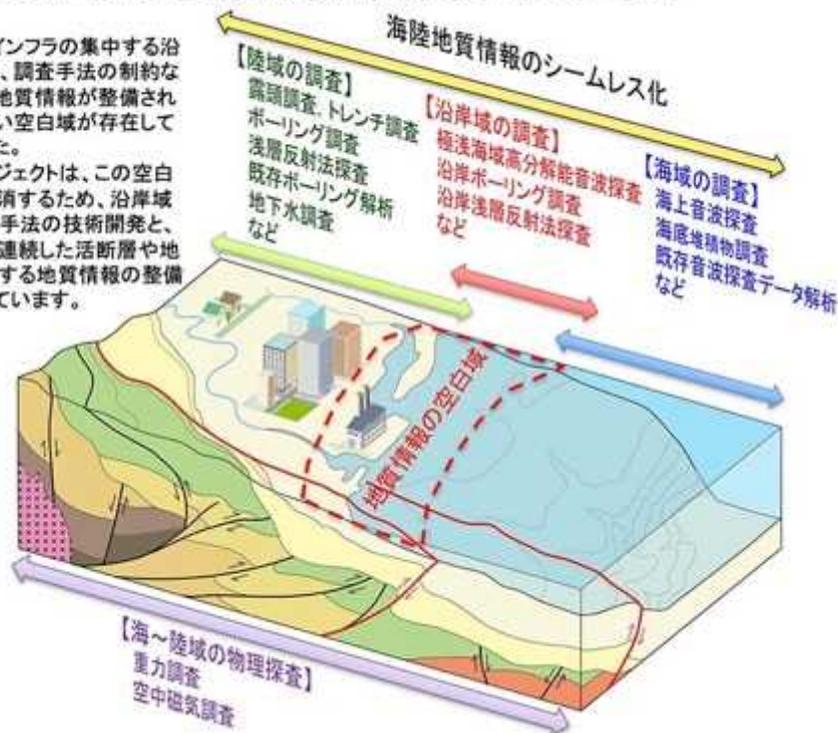


シームレス化

海陸にまたがる活断層
の位置・活動性を解明

沿岸域の地質・活断層調査プロジェクト

人口・インフラの集中する沿岸域は、調査手法の制約などから地質情報が整備されていない空白域が存在していました。本プロジェクトは、この空白域を解消するため、沿岸域の調査手法の技術開発と、海陸で連続した活断層や地盤に関する地質情報の整備を行っています。



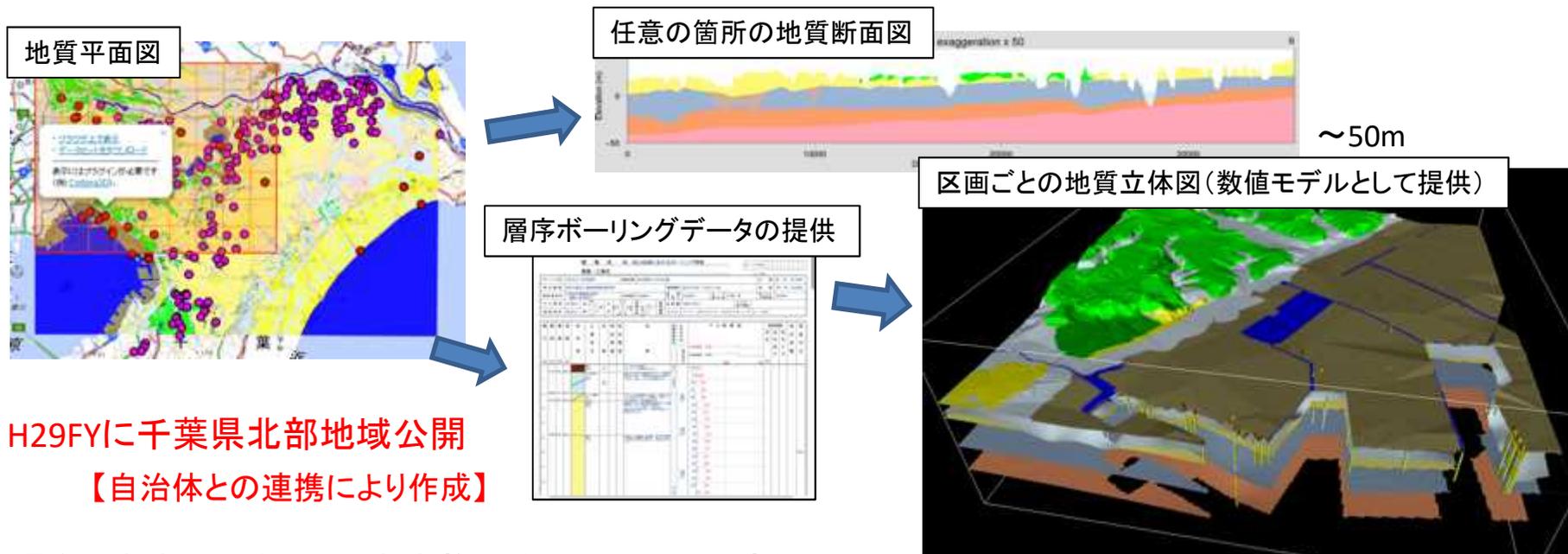
沿岸域の調査の年次展開

H40年度以降のエリアについては今後、検討。

年度	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39
調査地域	伊勢湾・三河湾沿岸域			紀伊水道・大阪湾沿岸域			瀬戸内海(播磨灘)沿岸域			瀬戸内海(燧灘)沿岸域	



—地盤リスク評価等に資する，地質層序に基づく3次元地下地質モデルの構築・提供—



現在，東京23区域の調査実施中(H32FY公開予定)
 その後は埼玉県東部・神奈川県東部に調査を拡げ，首都圏のシームレスな地質地盤情報の提供を目指す。
 さらに名古屋，大阪など，大都市圏に展開予定。



—地下の地質構成と地盤振動特性の対応関係を明らかにし、地盤の類型化を目指す—

地下地質層序の解明 (層序ボーリング調査)



層相・年代・化石・S波速度など
地層区分・対比の基準となる詳細データ取得



最新の地質層序研究成果を
基準データとして位置づけ

3D地質モデリング(独自の技術開発)

既存ボーリングデータの対比

地層境界面の推定

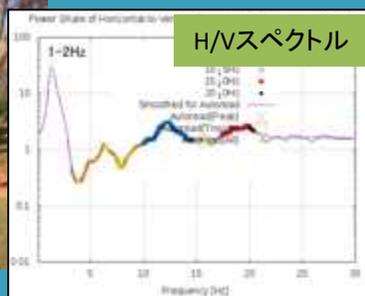


3Dモデリング



地層対比データを用いて
3D地質モデル作成

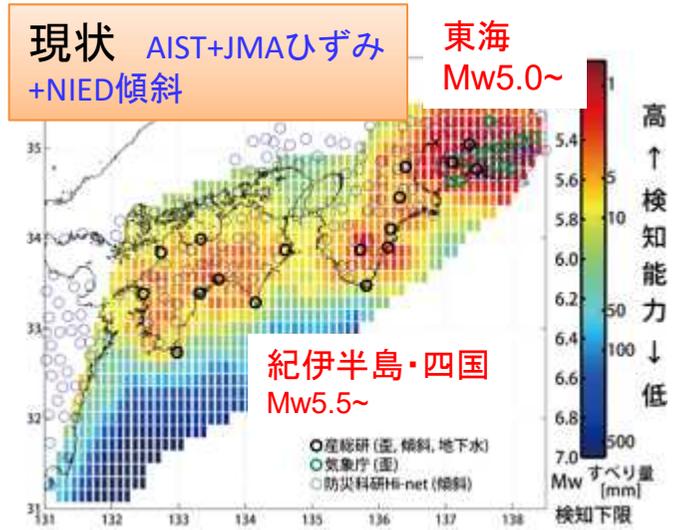
地盤振動特性の把握 (常時微動観測)



H/Vスペクトル

地質層序研究・3Dモデリングから明らかになった地下の地質構成と地盤振動特性(H/Vスペクトル)との対応関係を詳細に検討

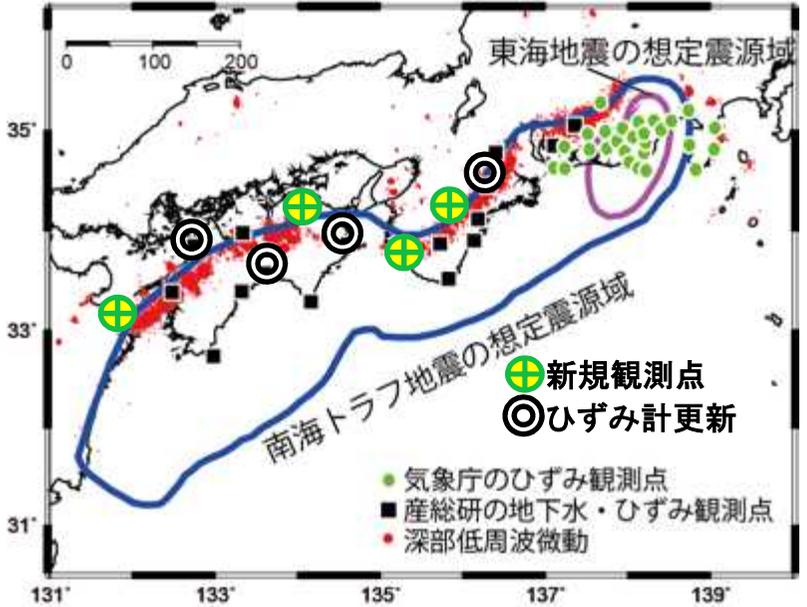
地震動評価等に資する
地盤の類型化



- ### 現状の課題
- ・ SSE検出感度が極端に低い場所がある (紀伊半島西部、紀伊水道、四国東部、豊後水道など)
 - ・ 海域の地殻変動のモニタリング能力の不足
 - ・ 観測点維持が困難
 - ・ 客観的な変動の検出方法がない



観測点を増加させ、地域全体で均質にモニタリング能力を持つことが必要



- ### 解決手段
- ① 観測点の整備・観測手法の開発
 - ・ 地下水等総合観測施設を計画通り整備 (現状16点 → 20点)
 - ・ 4点の既存ひずみ計の更新
 - ・ 安価かつ高精度な歪観測技術の開発と適用
 - ・ 既存の地下水井戸の改良・活用
 - ② 解析手法の開発・連携
 - ・ 深部すべりの客観的な検出手法の開発と実装
 - ・ 海域の地殻変動データとの統合解析

背景・問題点

ボアホール歪計

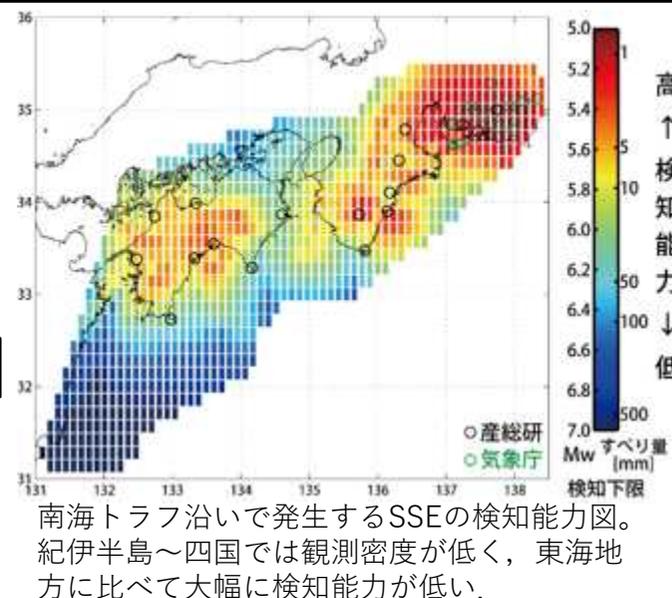
- ・測地学的観測手法の中では最も高感度
→スローリップイベント(SSE)モニタリングの切り札
- ・高コスト、長工期



紀伊半島より西の南海トラフ沿いSSEの詳細把握不十分



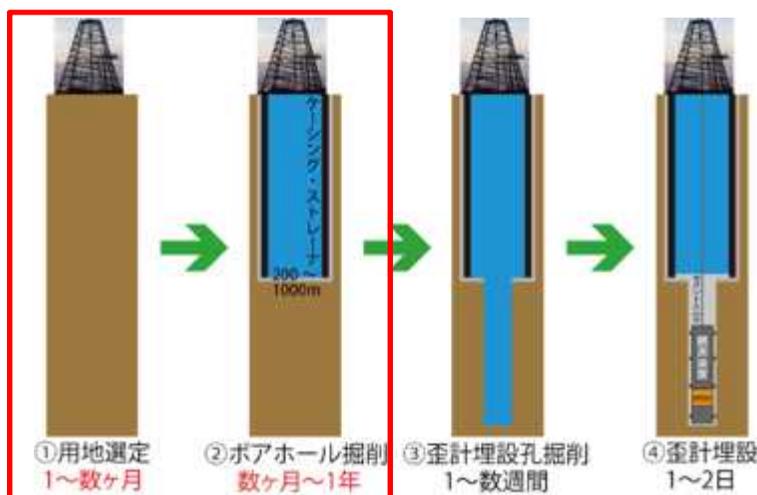
観測点を増設するために、ひずみ計設置のコストと工期の大幅縮減が求められている



ボアホール歪計

解決手段

従来の歪計の埋設手順: ①～④



未使用井戸の活用で省略

- ・既存未使用井戸を活用し、掘削費用の大幅な削減 → 未利用井戸利用の技術開発
- ・小口径の既存未利用井戸に設置可能な小型・低廉なひずみ計の開発
- ・実証観測を実施



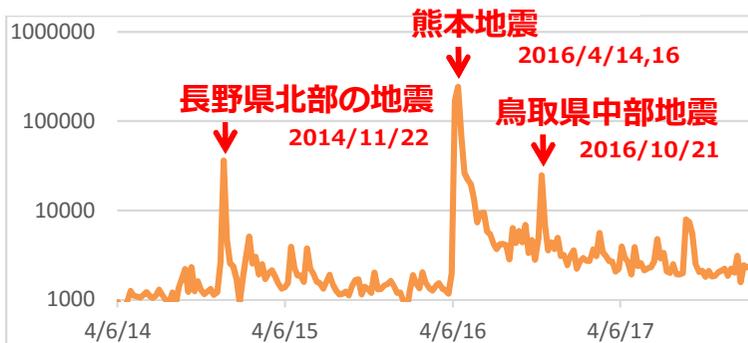
コスト、工期の大幅縮減(現状の1/10以下)

・活断層データベースの整備

- ❖ 最新の活断層調査・研究データの継続的収録
- ❖ 活断層情報検索・表示システムの強化と改良
- ❖ 地質情報や他機関へのリンクの充実

活断層データベースアクセス数

2016年熊本地震後：通常の50倍（月平均）



大地震直後にはアクセス数が急増するが、ベースとなるアクセス数も着実に増加している。

機能強化後の検索画面



活断層トレースの表示画面において、背景画像の選択肢を増やし、様々なニーズに対応できるようにした。

・自治体研修や活断層調査公開



写真2 研修風景（3日目・午前）

IEVGニュースレター2018年8月号より



写真3 房総半島で行われた野外巡検の様子（4日目・鹿山市見物海岸）



図4 山出トレンチでは、一般公開のほか、白旗小学校3～6年生が断層見学授業を行いました。

地震本部ニュース2017夏号より



日奈久断層帯 すれくっきり 調査現場公開



熊本日日新聞3月4日朝刊より

絶対応力マップの構築

地形や3次元密度不均質による応力擾乱

プレート運動に起因するテクトニック応力

比較

応力マップ

レオロジー構造の精緻化

Cho and Kuwahara (2013)

地震学

フィールド調査

室内実験

大規模サイクルシミュレーション手法の開発

高速化

粘弾性応答

粘弾性層セル数 N_s = 69,120 の逆み応答行列 (応力評価に用いるグリーン関数) を H 行列化した例

100 部の行列ベクトル演算にかかった時間

Memory [MB]

Time [s]

大谷・平原 (2017)

物理モデルに基づく列島規模サイクルシミュレーション

数百年～数千年といった長期間サイクル計算

プレート境界、内陸地震、SSEの相互作用

現実的な三次元粘弾性構造・絶対応力場

大規模計算

モデル見直し

歴史地震の複雑な発生履歴の再現

9世紀

最近50年間

869年貞観地震

2011年東北地方太平洋沖地震

887年仁和南海地震

相互作用？

寒川(2013)

海溝型巨大地震発生前後の内陸地震の長期評価

相互作用:
海溝型巨大地震(PAC) ⇔ 海溝型巨大地震(PHS)
海溝型巨大地震(PAC) ⇔ 内陸地震 ⇔ 海溝型巨大地震(PHS)

震源モデルの信頼性向上のための課題

断層形状、応力場、摩擦構成則、地盤構造モデルを、いかに現実的かつ詳細に設定できるか。

- ・断層の詳細な地表トレースと地下形状が必要
 - 活断層調査、構造調査の結果、地震活動の分布を活用
- ・断層面各地点にはたらく力の向きと大きさが必要
 - 大深度ボーリング、テクトニック・マップの活用
 - 断層の活動履歴から過去の活動による不均質を推定
- ・現実的な摩擦構成則が必要
 - 摩擦実験の結果を活用
- ・ケーススタディの対象となる構造調査の増加が必要
- ・様々な動力的破壊、地震動に計算に対応できる計算コードの開発

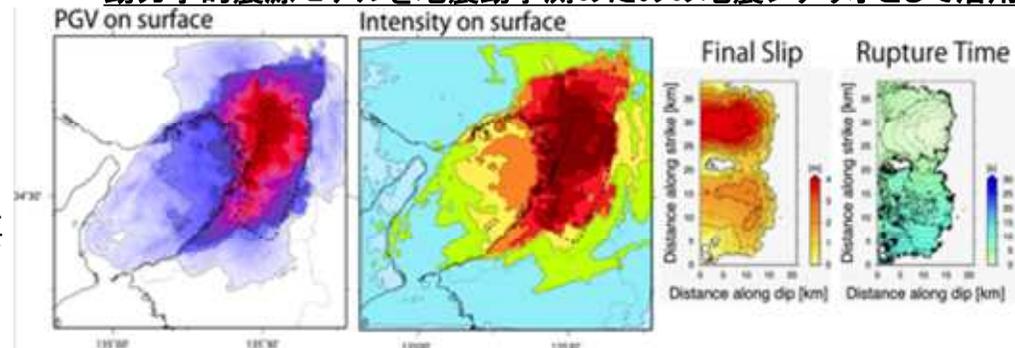
今後必要となる調査研究

- ・断層の活動履歴情報を活用した(過去に実際に起きたことを説明できる)動力的震源モデルの構築
- ・過去の活動を考慮した地震シナリオ作成
- ・地形・地質学的情報に基づいた地震シナリオのばらつきを提示(考えられる最悪、最も起こりうること、など)
- ・地震動(ありうる最大、もっともありうる値など)の予測

地形・地質学的情報に基づく動力的震源モデルの構築



動力的震源モデルを地震動予測のための地震シナリオとして活用



動力的震源モデルのパラメータを変えて、地震ハザード評価に活用

断層情報、地形・地質情報、数値シミュレーションにより社会基盤への地震断層のズレの影響を評価

解決すべき課題

1. パラメータの取得、設定について

- 断層形状や浅部の地層構造の把握手法の開発
特に、都市部での調査法が必要。

- 不均質な地層の物性を把握する手法が必要。特に、一般的な力学試験装置では十分なサンプルサイズを取り扱えない礫を多く含む地層への対応。

2. シミュレーション技術について

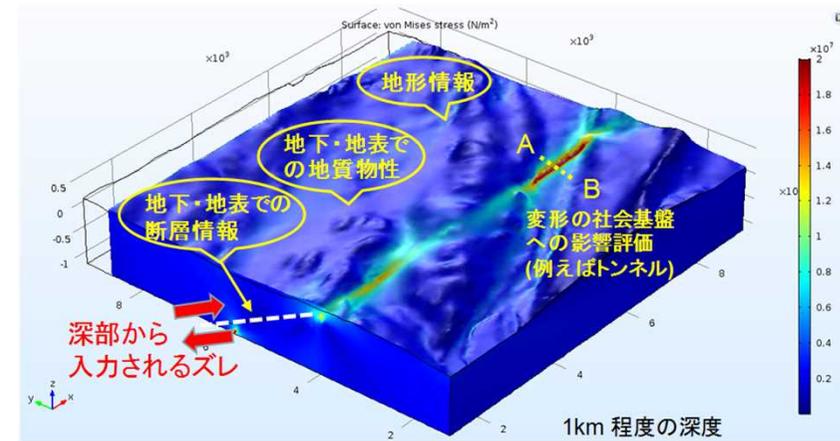
- 深部と浅部の連結の課題

- 土の挙動をより正確に模擬するための力学モデルの構築と導入が必要

- 極端な大変形問題を安定的に解く数値解析手法が必要

- 様々な構造物(地中構造物を含む)への断層変位の影響評価

- 他分野のシミュレーション研究技術者と連携



- ずれ影響を評価するには、対象とする構造物の位置、物性等の情報が必要。

