

日本海地震・津波調査プロジェクト

- 事後評価 -

課題実施機関

東京大学地震研究所

海洋開発研究機構

京都大学防災研究所

東京大学大学院工学系研究科

東京大学大学院情報学環

附属総合防災情報研究センター

新潟大学災害・復興科学研究所

横浜国立大学大学院環境情報研究院

防災科学技術研究所

課題実施期間

平成25年度～令和2年度（8ヶ年）

サブテーマ

(1) 地域の防災リテラシー向上に向けた取組

(2) 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

(3) 津波および強震動の予測



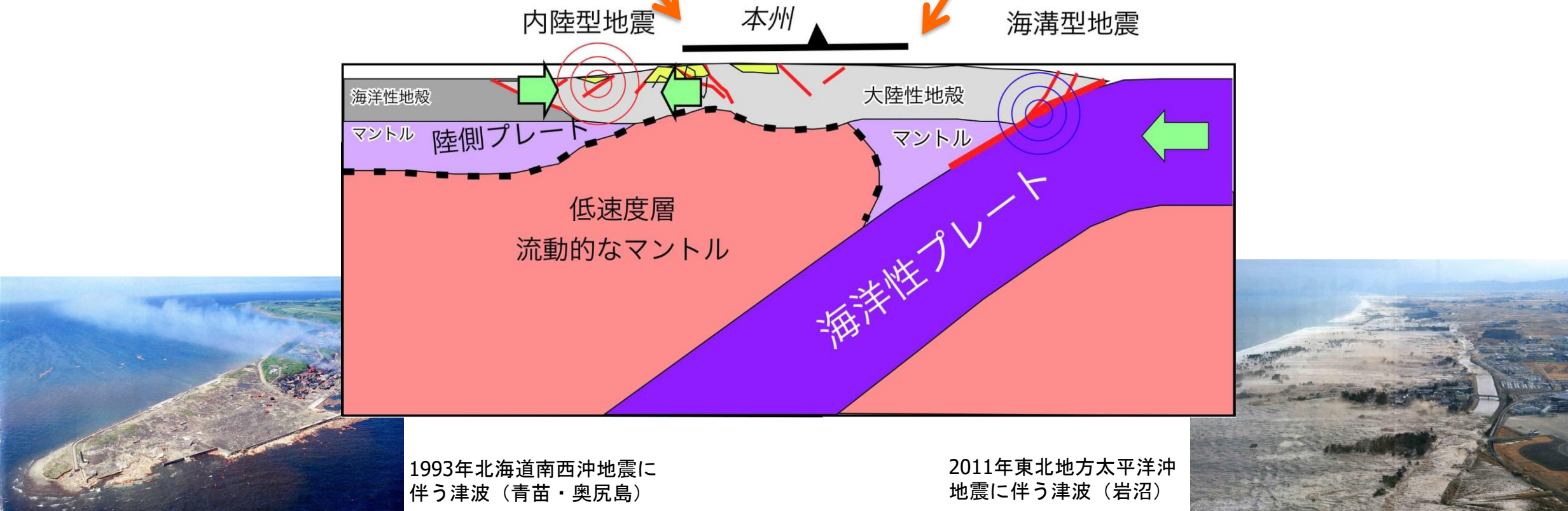
日本海側で発生する地震・津波の特徴

日本海側の津波

- プレート内の地震で発生
 - $M7 < M8$
 - 震源断層は多数
- 位置・断層形状など、調査が必要

太平洋側の津波

- プレート間の巨大地震で発生
 - $M8 \sim M9$
 - 断層形状はある程度既知
- 断層面上でのすべり分布を与えて、津波計算が可能



本プロジェクトの背景

2011年 東北沖地震による東日本大震災の発生

「津波対策の推進に関する法律」

- 津波想定とその被害予測は、地方自治体が行う
- 地方自治体による津波想定は、断層面の設定・計算方法が異なる

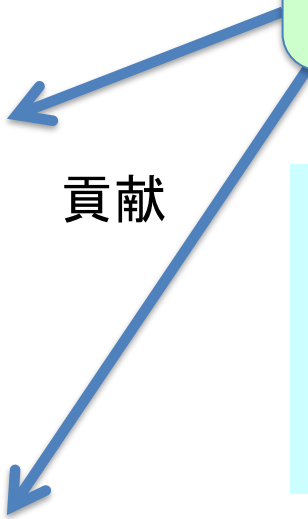
統一的な調査・観測に基づく調査観測が必要

日本海地震・津波調査プロジェクト

2014年日本海における大規模地震に関する調査検討会報告

- 共通の断層モデル・統一的な津波の計算方法と結果を提示
- 最大規模の津波の検討・長さ40 km以上の断層を対象とする

地震調査推進本部・日本海の海底活断層評価への貢献を想定

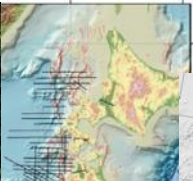


長さ40km以下の断層も評価
最大規模ではなく起こりやすい規模を考慮して評価

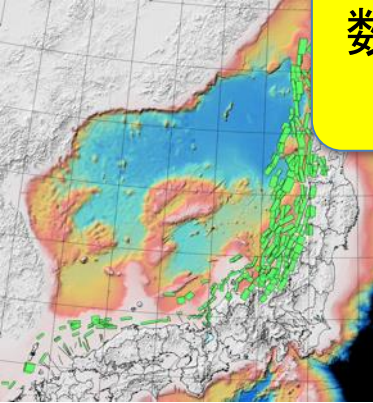
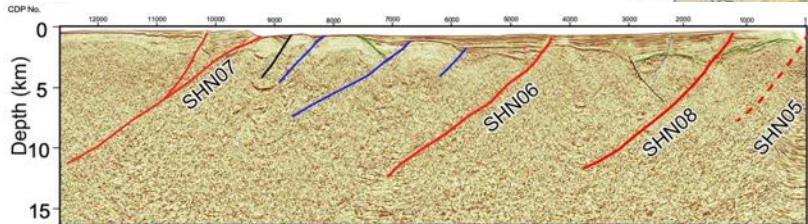
目的と実施項目

調査・観測
津波波源モデル・震源断層モデルの構築

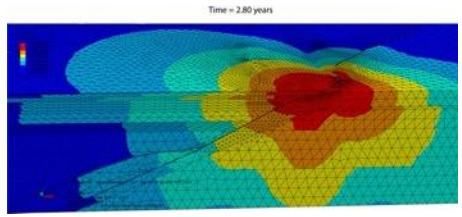
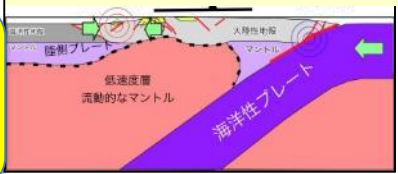
海溝型巨大地震と内陸被害
地震の関連性解明をめざし、
長期予測の高度化を図る。



構造調査



数値構造モデル
の構築



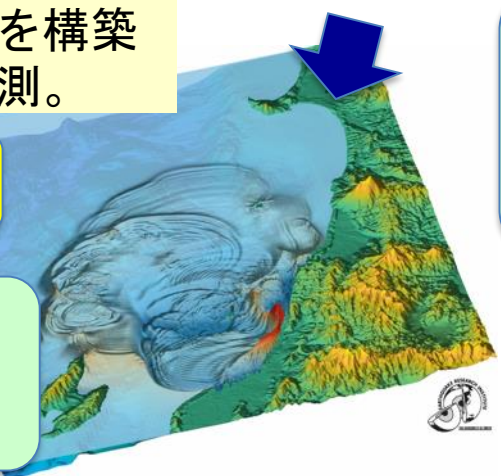
古地震・古津波調査

断層・波源モデルの構築

調査・観測に基づく「震源断層モデル」「津波波源モデル」を構築し、強震動や津波波高を予測。

数値シミュレーション

シミュレーション
津波及び強震動の予測



社会還元
地域の防災リテラシーの
向上に向けた取り組み

情報社会学・
工学研究



日本海側の地震・津波について、当該地域の防災リテラシーの向上を図る。

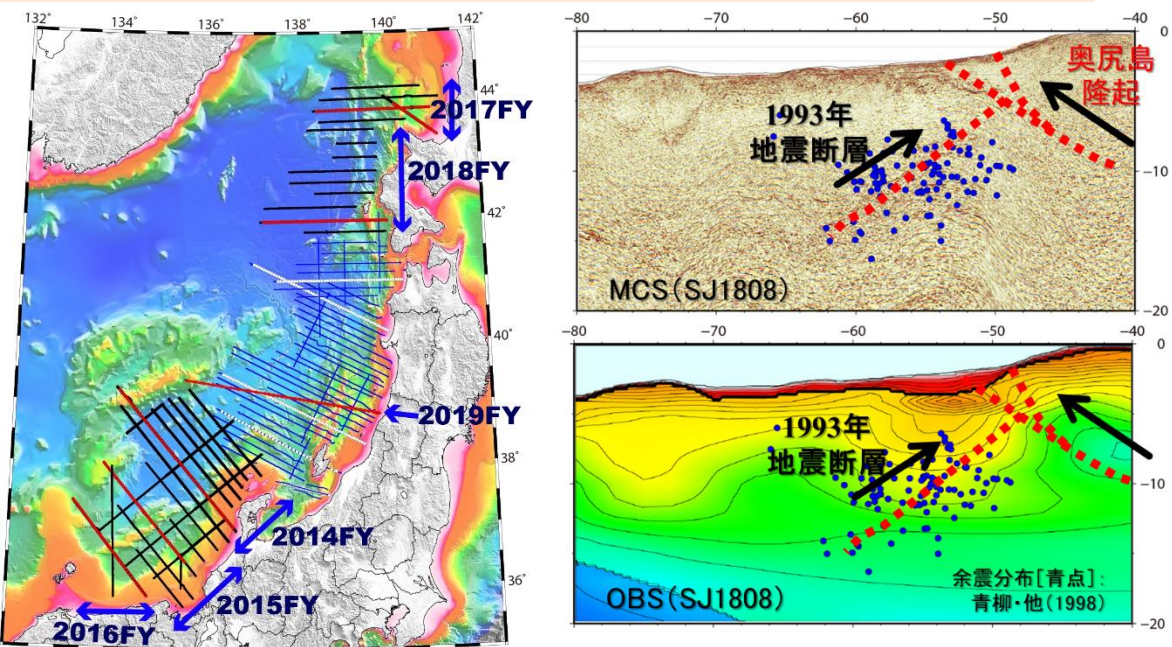
8年間の実施実績

	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2
(1). 防災リテラシーの向上								
1-1防災教育に対する知識構造的アプローチ	地域類型化	先進地域分析	地域類型毎の防災リテラシー向上手法の実践的開発				実践的共同体構築手法への転換と高度化	
1-2沿岸防災手法の工学的評価	海象特性と沿岸防災手法の調査	津波による海岸堤防の性能と限界の調査	沿岸低地における津波の氾濫予測				日本海沿岸に適した津波防災手法の提案	
1-3地域研究会・合同地域研究会の実施	地域研究会の立ち上げ							地域研究会・合同地域研究会の開催 → 継続的開催による持続的連携体制の構築
(2). 津波波源モデル・震源断層モデルの構築								
2-1-1歴史文書・地震記録の調査	新潟・北陸地域		山陰・九州		東北・北海道			総合解析
2-1-2津波堆積物の調査								
2-2-1沖合構造調査	既存データの検討		山陰・北陸沖海域		北海道沖海域		東北沖	総合解析
2-2-2海域プレート構造調査	大和海盆の構造調査(広帯域OBS)				日本海盆の構造調査(広帯域OBS)			総合解析
2-3沿岸海域・海陸統合構造調査	北陸沖沿岸調査		九州沖-山陰沿岸調査		北海道沖・北東北沿岸調査			総合解析
2-4陸域活構造調査	北陸地域		北陸・山陰沿岸地域		北海道		東北地域	総合解析
2-5-1断層モデルの構築	初期モデル	北陸地域	西日本沖		北海道東北北部			総合モデルの構築
2-5-2沿岸域の地震活動の把握	逐次更新							
2-5-3構成岩石モデルの構築	初期推定	モデルの逐次更新/天然資料と焼結体の高温・高圧弾性波測定と高温変形試験						
2-6関連メカニズムの評価準備	断層モデルを含む3D構造モデルの構築			過去の海溝型地震と内陸地震発生の数値実験			東北地方太平洋沖地震後の数値実験	
(3). 津波および強震動の予測								
3-1津波予測	津波波高・強震動計算							
3-2強震動予測	データの収集	北陸・山陰・九州				北海道・東北		総合解析

まとめ

2-2-1 沖合構造調査（JAMSTEC）

【目的】地震探査により、日本海の地殻構造・断層の位置と形状を明らかにする



本テーマで行った地震探査測線（黒線・赤線）。
1993年北海道南西沖地震の震源域南部を横切る探査の結果。

北海道北西沖～鳥取沖における新たな大深度地殻構造データの取得

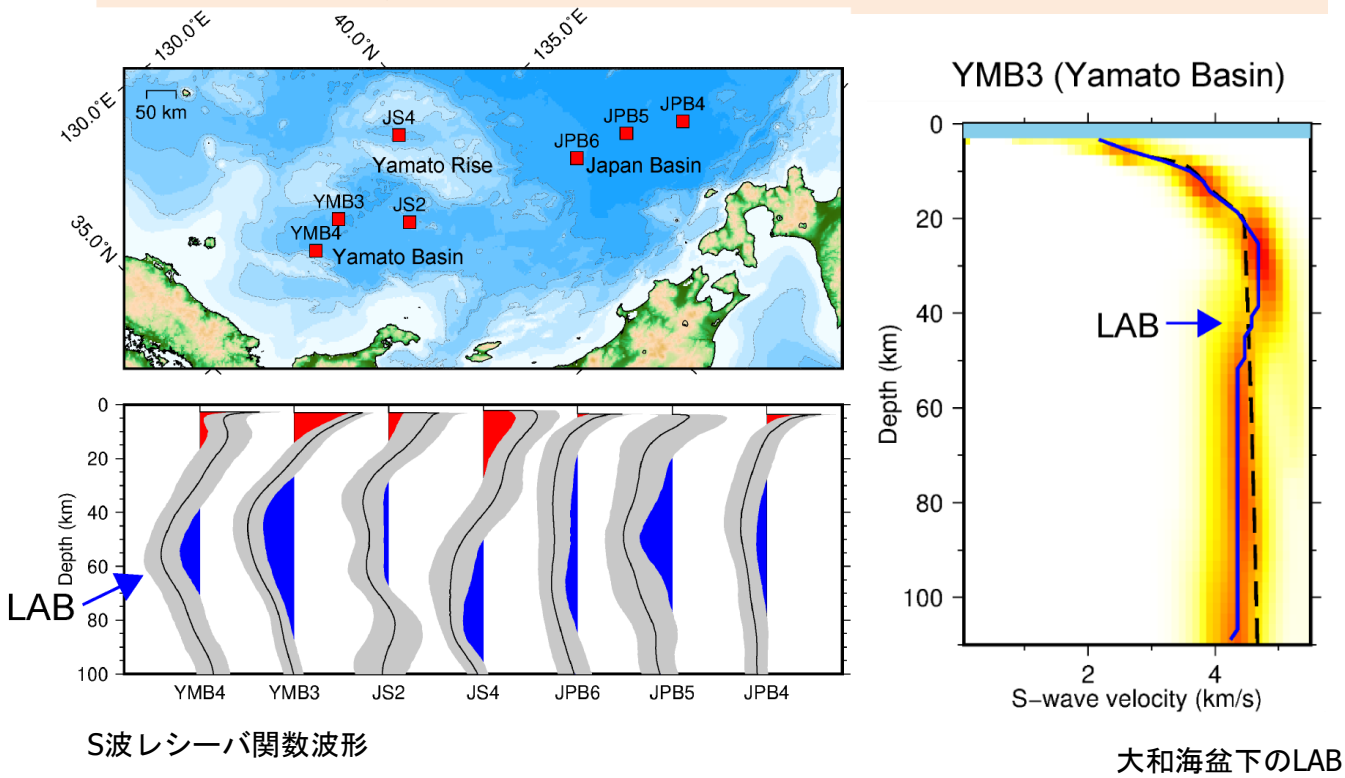
- 断層モデルの基礎資料

日本海における各海域での地殻構造の特徴を把握

- 上部マントルまでの速度構造把握

2-2-2 海域プレート構造調査（東京大学地震研究所）

【目的】海底地震観測により、プレート構造を明らかにする



大和海盆と日本海盆の下ではリソスフェア・アセノスフェア境界（LAB）がおよそ45 kmの深さに位置し、両海盆で、リソスフェアの厚さは同じであることがわかった。

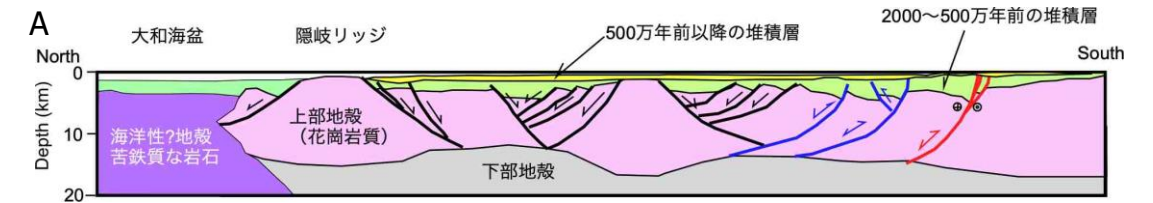
大和堆の下ではLABがおよそ70 kmの深さに求められた。

日本海地震・津波調査プロジェクト

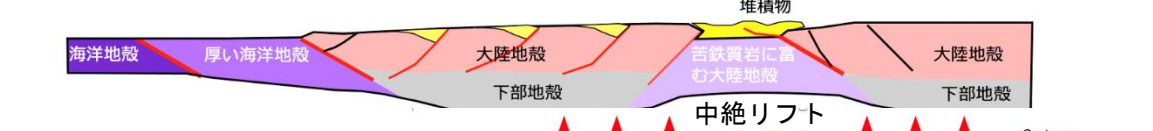
2-3 沿岸海域および海陸統合構造調査（東京大学地震研究所）

【目的】海陸統合構造調査により海陸接合部を含む基本的な地殻構造を明らかにする

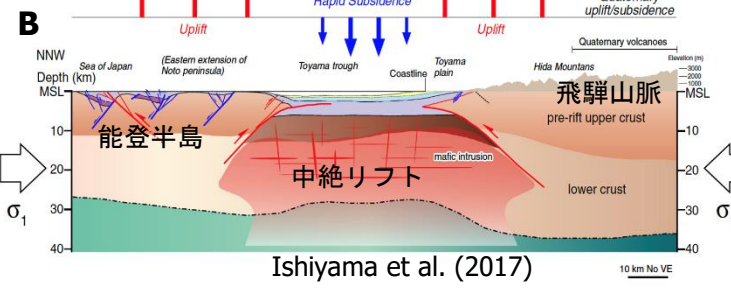
倉吉沖の反射法地震探査断面の地質学的解釈



日本海東縁部の構造概略図



富山トラフを横断する構造概略図

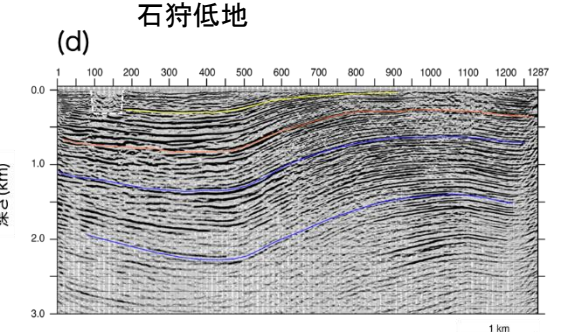
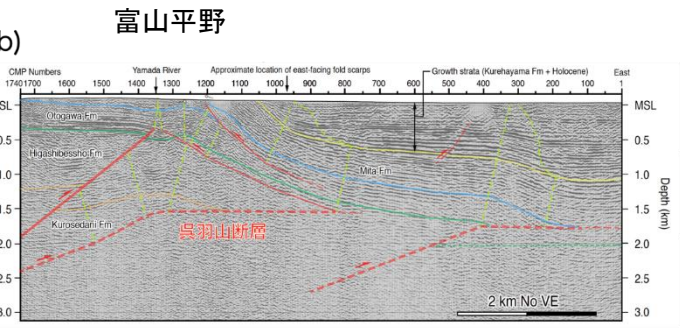
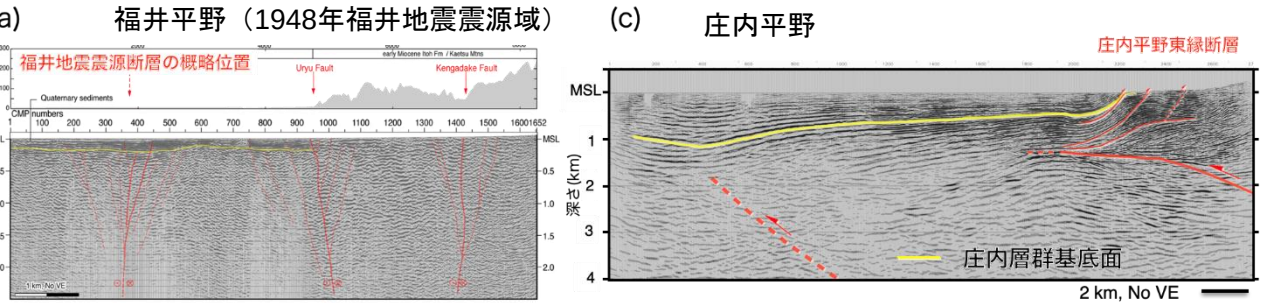


浅海～沿岸域の地殻構造探査を実施した。

地質情報が豊富な陸域と連続的な地下構造が明らかになり、地殻構造の形成史を考慮した断層形状の推定が可能になった。

2-4 陸域活構造調査（東京大学地震研究所）

【目的】堆積平野の変動地形学的調査と地下構造調査により、地下構造を明らかにする



S波レーバ関数波形

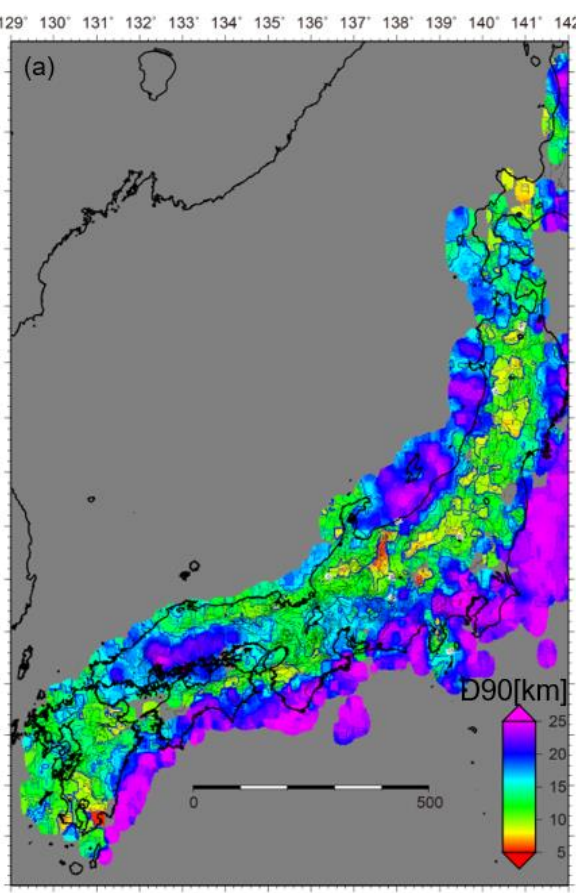
大和海盆下のLAB

浅層高分解能反射法地震探査を実施し、活構造の浅部地下構造を推定した

既知の堆積平野縁辺の活構造に加えて、堆積平野内に伏在する活構造を新たに見いだした

2-5-2 沿岸域の地震活動の把握（防災科学技術研究所）

【目的】詳細な震源分布を明らかにし、地震発生層の下限をもとに断層面の深さについて推定する



震発生層の下限（D90）の分布

地震発生層下端 (D90) に地域差が見られる。

北海道北部では深く 20 km 以深まで達する。

東北地方の脊梁部では10 km前後であり、日本海側は深さ20 kmまで達する。

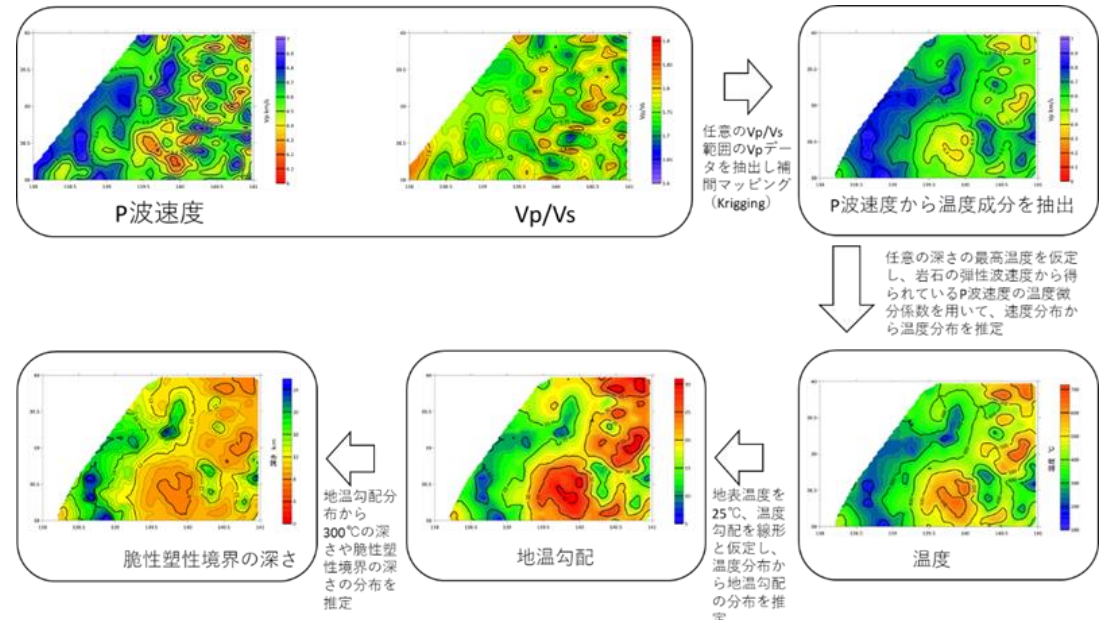
近畿地方は全体として12～16 kmである。

中国地方は日本海側では10～16 kmである

熊本地震の領域では12～14 km程度

2-2-5-3構成岩石モデルの構築（横浜国立大学）

【目的】岩石鉱物の弾性波速度の視点から地殻構成岩石、温度構造および脆性塑性境界深度を推定する



地震波速度から温度構造と脆性塑性境界を推定

奥羽脊梁山脈周辺などには高温域が分布し脆性塑性境界が浅い一方で、日本海沿岸には低温域が分布し脆性塑性境界が深いことが推定された。

地震発生層下限は主に温度構造に支配され、局所的には苦鉄質上部地殻によって深くなる。

2-5-2 断層モデルの構築(東京大学地震研究所)

【目的】津波及び強震動の予測に必要な断層の形状モデルを構築する

断層モデルの特徴

- ・長さ40 km 以下の断層も抽出
- ・海岸段丘高度やブーゲ異常も参考に作成
- ・大深度の構造探査データの取得・再解析に基づいて、断層形状を検討

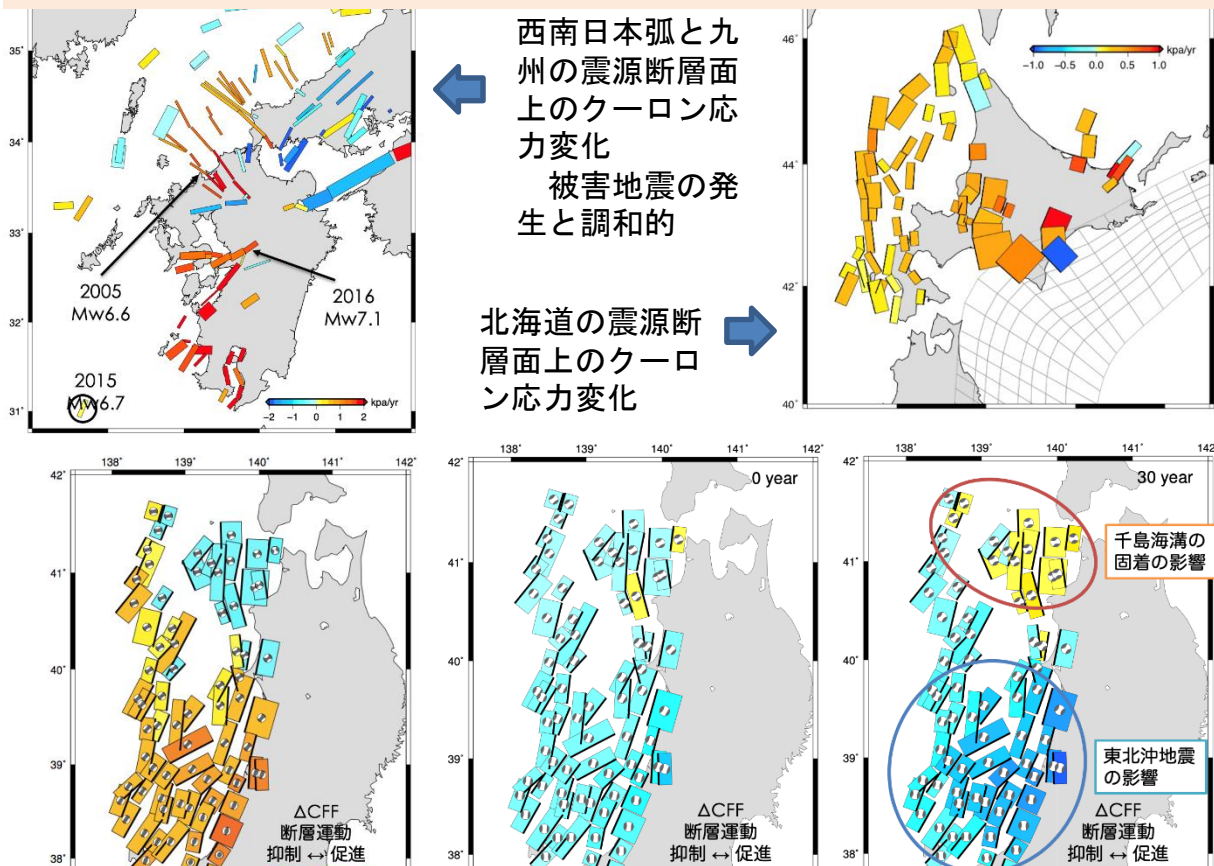
利用した地殻構造探査測線の位置

日本海と沿岸地域において、各サブテーマで取得した情報を統合的に活用して震源断層の矩形モデルを作成



2-6 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備(東京大学地震研究所)

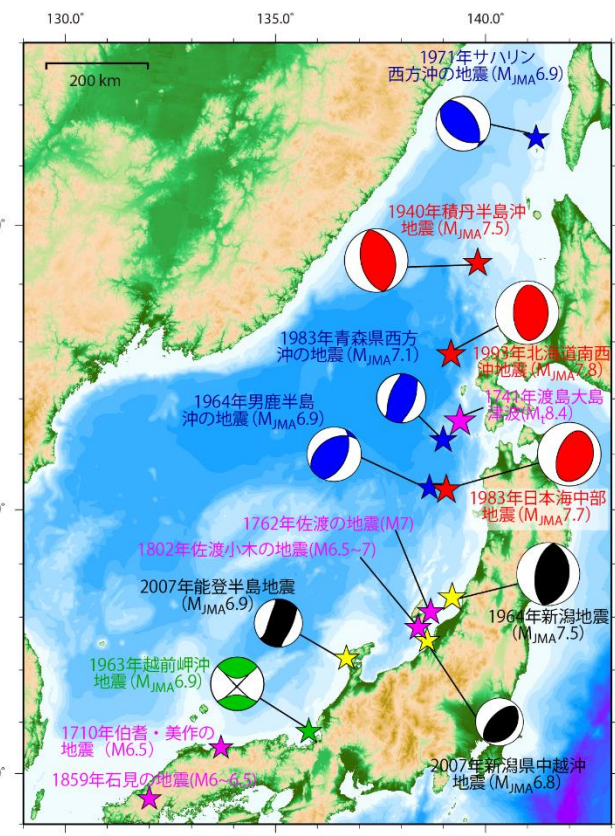
【目的】プレート境界での変位に伴う上盤プレート内の断層面上での応力変化を求め、海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備を行う



プレート境界を含む上盤プレートモデルを作成し、上盤プレート内の震源断層に作用する応力計算手法を開発

2-1-1 歴史文書・地震記録の調査（東京大学地震研究所）

【目的】過去の地震記録の再解析と歴史資料の解析



★：地震波形解析，★：地震波解析と津波数値計算，★：津波数値計算，★：歴史地震津波

過去の地震についても、本プロジェクトで得られた断層モデルにより説明が可能である

古い地震・津波については、歴史資料を用いて、震度分布や被害の状況推定した

将来の研究に向け収集した地震・津波に関する波形記録や写真の整理・デジタル化

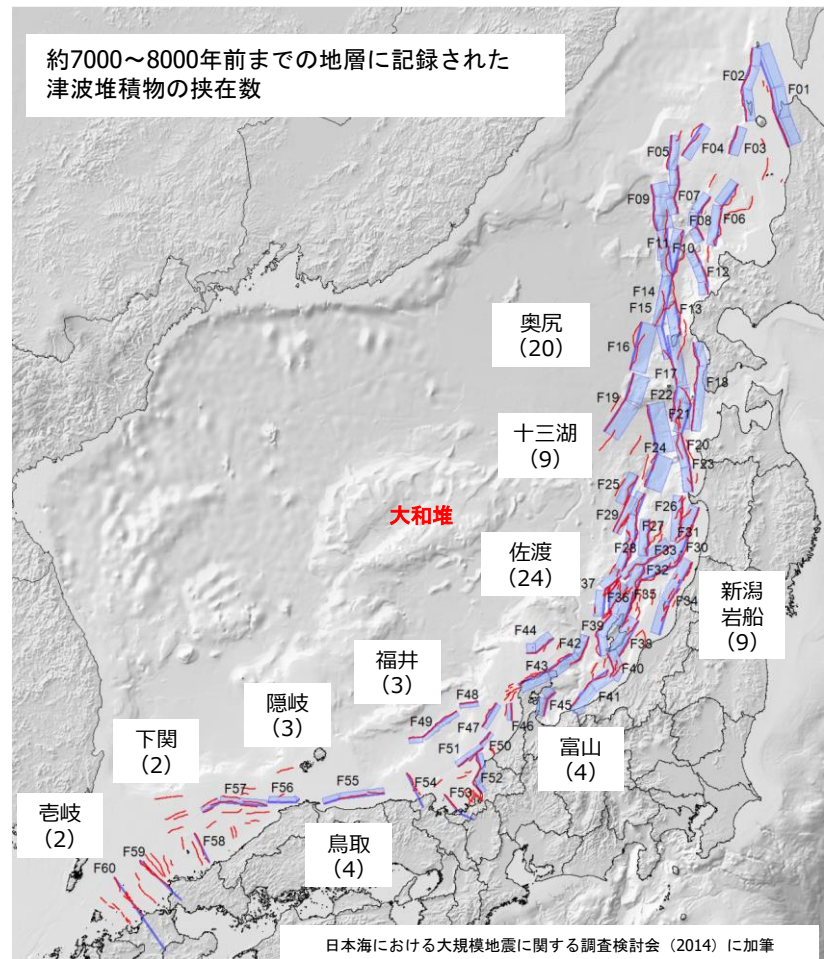
2-1-2. 津波堆積物の調査（新潟大学）

【目的】日本海沿岸域の津波履歴の解明

新潟県以北から北海道では、津波堆積物の記録数が多い

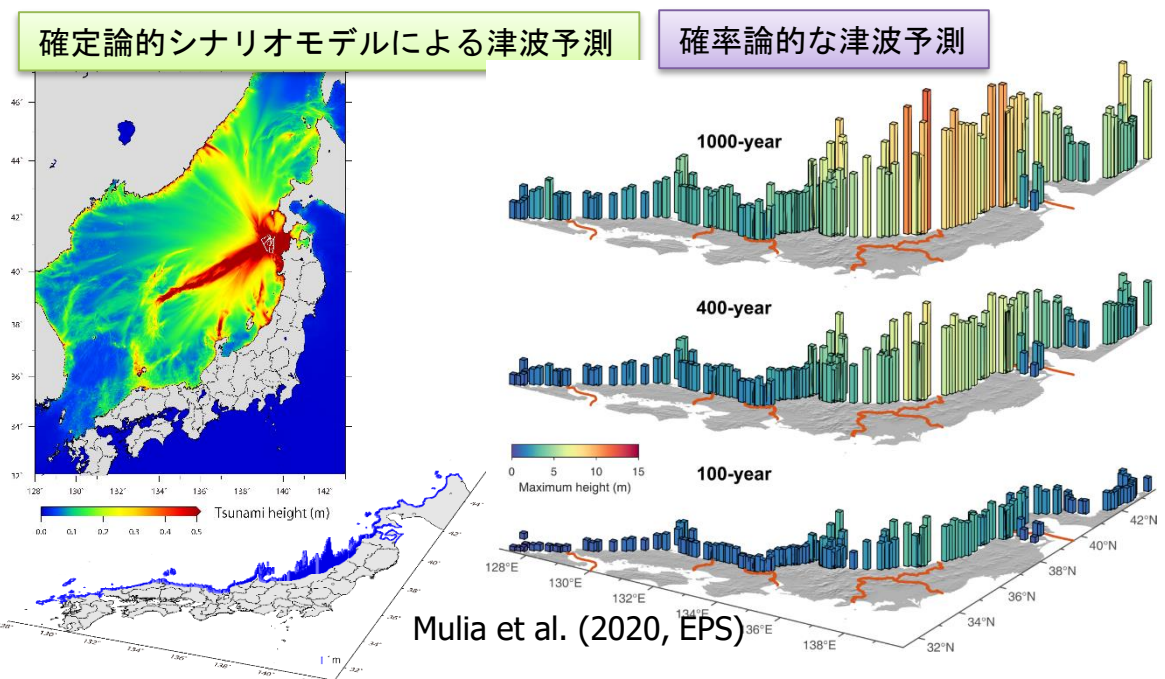
富山湾、山陰沖や九州沖では、日本海沿岸域で津波堆積物の記録数が少ない。

日本海沿岸域全体における堆積物による津波履歴の解明は、本プロジェクトがはじめて。



3-1 津波予測（東京大学地震研究所）

【目的】断層モデルから、日本海沿岸における津波シミュレーションにより、沿岸での津波波高を予測する



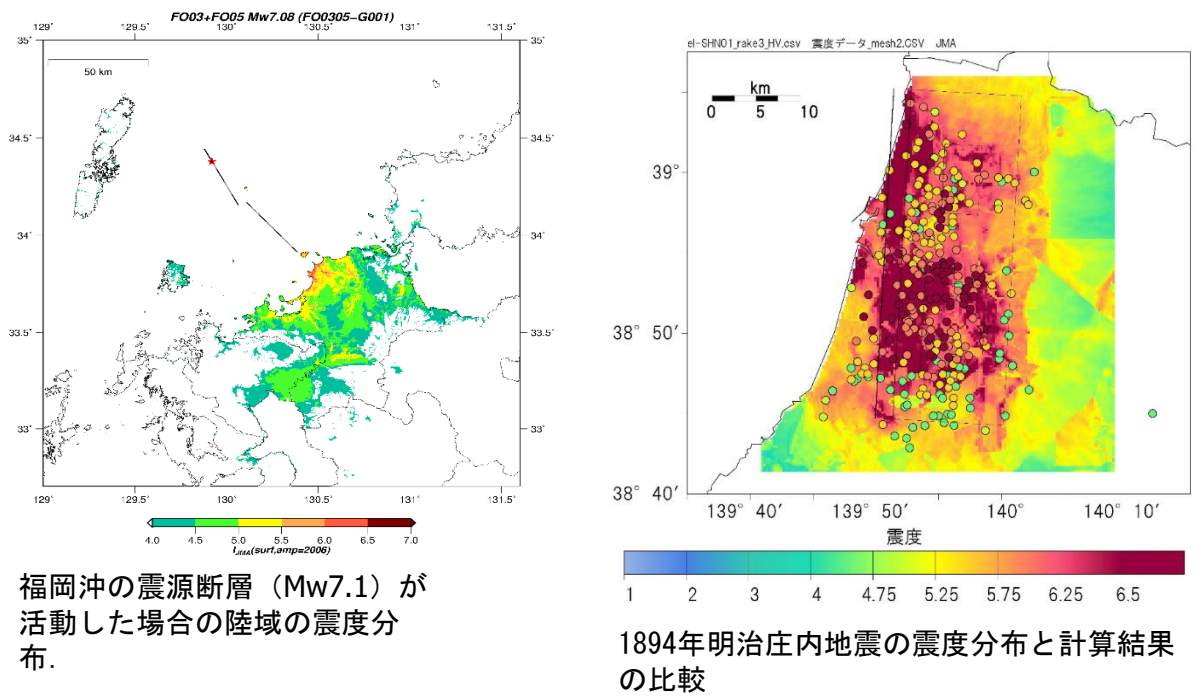
断層モデルから、日本海沿岸における津波シミュレーションを実施し、沿岸での津波高を予測。

すべり量の不確定性、横ずれ断層のすべり角の不確定性を考慮

シナリオを組み合わせた確率論的津波予測も実施

3-2 強震動予測（京都大学防災研究所）

【目的】震源断層モデルにより強震動予測を行うとともに、日本海側平野の地下速度構造モデルの高度化をすすめる

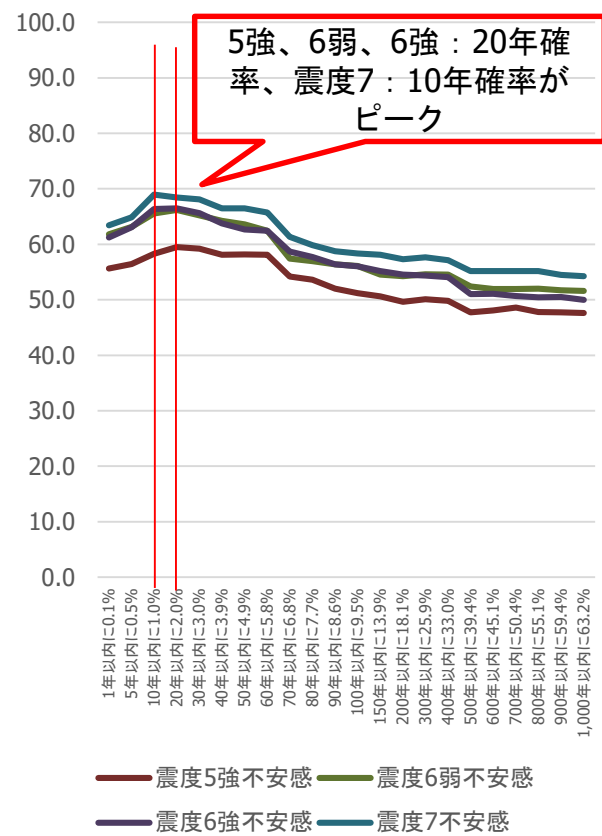


北海道沖、青森沖～佐渡沖、富山沖、福井沖～鳥取沖、島根沖～五島列島沖の震源断層モデルに対する強震動を計算

微動アレイ観測により、富山・津軽・函館平野では地盤構造モデルの高度化を実施

1-1 防災教育に対する知識構造的アプローチ（東京大学大学院情報学環）

【目的】防災リテラシー向上のための「住民の知識構造」の解明



「30年に3.0%」を軸とした場合の「不安感」

住民の知識構造の解明のため、アンケート調査を実施

リスク認知、自己規範、心理的コストの低さが避難に影響

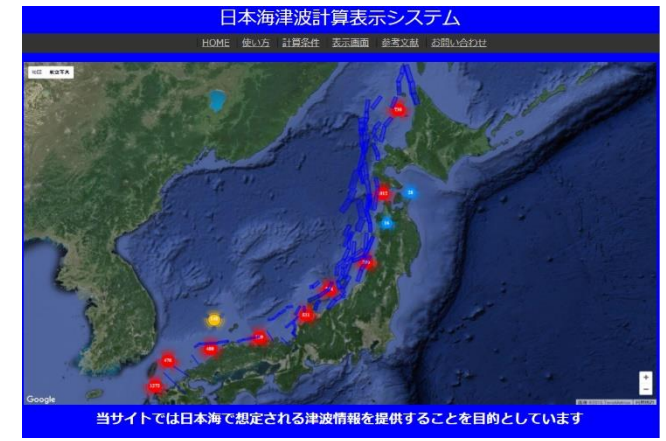
地震の確率評価は10～20年確率で意識が最大化する

1-2 沿岸防災手法の工学的評価（東京大学工学系研究科）

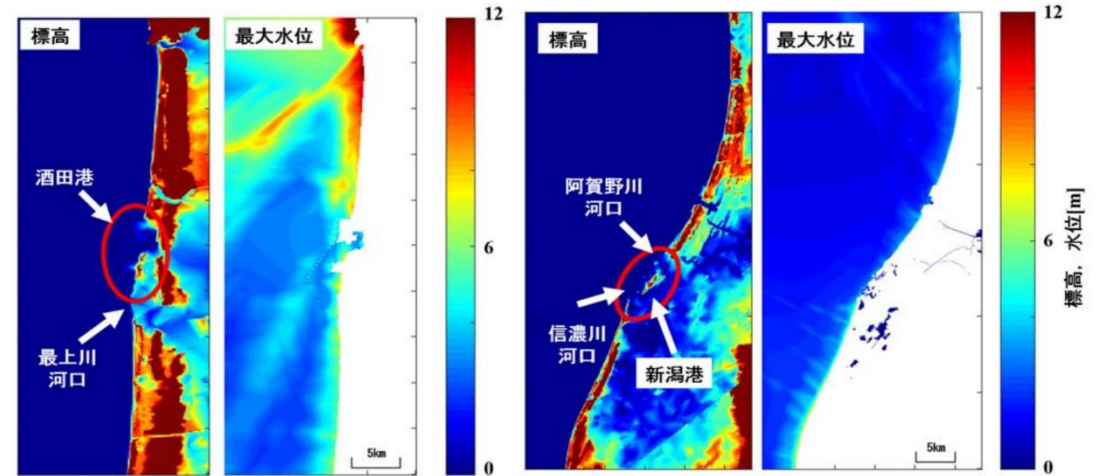
【目的】日本海側の海象・地形条件と地震・津波想定状況を踏まえ、津波に対する工学的な防災手法とその普及方法を検討

津波が海岸の砂丘を乗り越えて浸水する状況は少ない

小規模河川や水路などが脆弱域。対策として、水門などの整備が有効



Web上で実装した高速津波計算システム

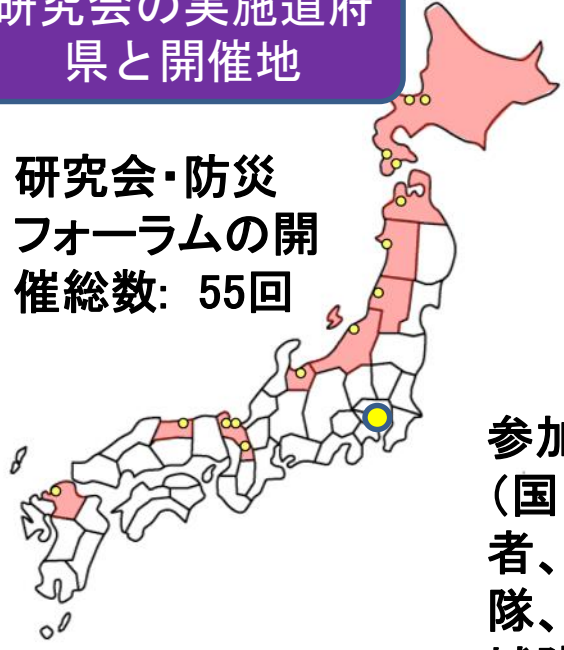


1-3 地域研究会・合同地域研究会の実施
(東京大学地震研究所)

【目的】防災関係者・ライフライン事業者・研究者から構成される研究会を地域ごとに開催し、防災リテラシーの向上とプロジェクト成果の地域還元に努める
地域の大学等の研究者・専門家の積極的参加を求め、地域の自治体等との持続的連携体制を構築

研究会の実施道府県と開催地

研究会・防災フォーラムの開催総数: 55回



地域の研究者の参加:
研究者延参加者数:
196 人

研究会・防災フォーラム等への延参加者総数:
3496人

参加者内訳: 防災関係者(国・道府県・市町村)、研究者、消防・警察・海保・自衛隊、ライフライン事業者、地域防災・一般など



研究会



住民も交えたワークショップ

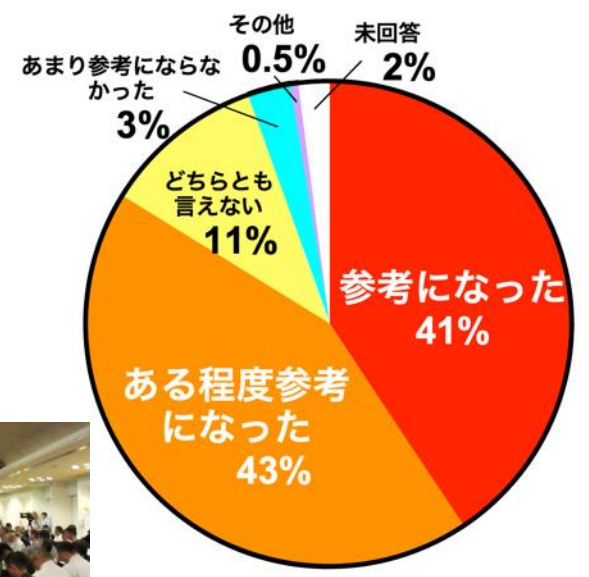


パネルディスカッション



一般への講演会

参加者の感想



回答率: 68%

地域の抱える地震・津波対策や疑問について丁寧に対応し、地域での防災関係者間の連携強化を推進
■ 研究会・防災フォーラムの実施に関して高い評価を受けた

防災リテラシーの向上と成果の地域還元について、大きく貢献。

今後、ほとんどの地域で、同様の研究会が継続される予定である。

まとめ

- 新たに得られた観測データと既存の観測データに基づいて、震源断層モデルを構築し、津波波高予測・強震動予測を行った。
- 日本列島の粘弾性数値モデルを構築し、海溝型巨大地震と内陸地震の関連性を定量的に明らかにした。このモデルは、地震発生の中期予測に繋がる基本的な方法を提供した。
- 得られた成果に工学的・情報社会的知見を加え、地域毎に防災関係者とともに研究会を開催し、高い評価を得た。
- 令和3年7月現在、地震調査研究推進本部では日本海南西部海域（おおむね中国地方沖～九州地方沖）の活断層の長期評価を行っており、日本海地震・津波調査プロジェクトを含む既存の調査観測・研究の成果を総合的に審議し、断層の位置や形状、発生し得る地震の規模、地震の発生する確率などを評価している。