

(3) 津波及び強震動の予測

3-2 強震動予測

京都大学防災研究所

3-2 強震動予測

業務の目的

サブテーマ(2)で構築された沿岸地域の断層形状モデルにもとづいて、強震動予測のための震源断層モデルに必要なパラメータを検討し、震源モデルの特性化を行う。従来の速度構造モデルや必要な微動観測などを行って、対象地域の地下速度構造モデルの高度化をすすめる。これらの情報を組み合わせて、対象断層帯が活動した場合の強震動予測を行い、地震動分布の特徴を調べる。

研究グループ

業務参加者

岩田知孝・関口春子・浅野公之(京都大学防災研究所)

業務協力者

大堀道広(福井大学 附属国際原子力工学研究所)

香川敬生・野口竜也(鳥取大学 大学院工学研究科)

堀川晴央((国研)産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)

三宅弘恵(東京大学 地震研究所/大学院情報学環)

森川信之・藤原広行((国研)防災科学技術研究所)

山中浩明・地元孝輔(東京工業大学 環境・社会理工学院)

3-2 強震動予測

令和2年度の計画(第1回運営委員会JPN2-1-3-2に加筆)

(1)サブテーマ2-5で構築された震源断層モデルに基づいて、青森県西方沖～佐渡沖等の震源断層による**地震シナリオ想定と強震動予測**を行う。

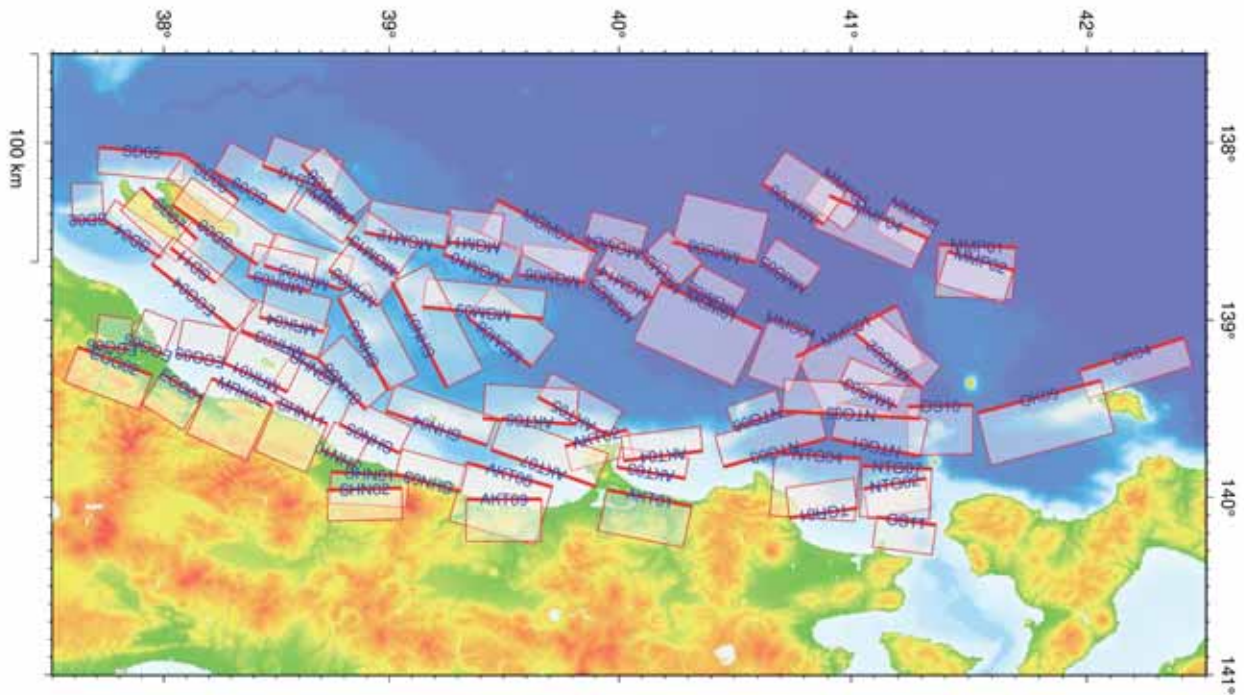
(2)これまで微動アレイ調査を実施した、**津軽平野と富山平野の深部地盤構造モデル**の改良を行う。

(3)サブテーマ2-5等で議論された、**1894年明治庄内地震断層モデル及び1766年明和津軽地震断層モデル**による**の地震動評価**を行う。

これまでの調査地域と今年度調査計画の概要

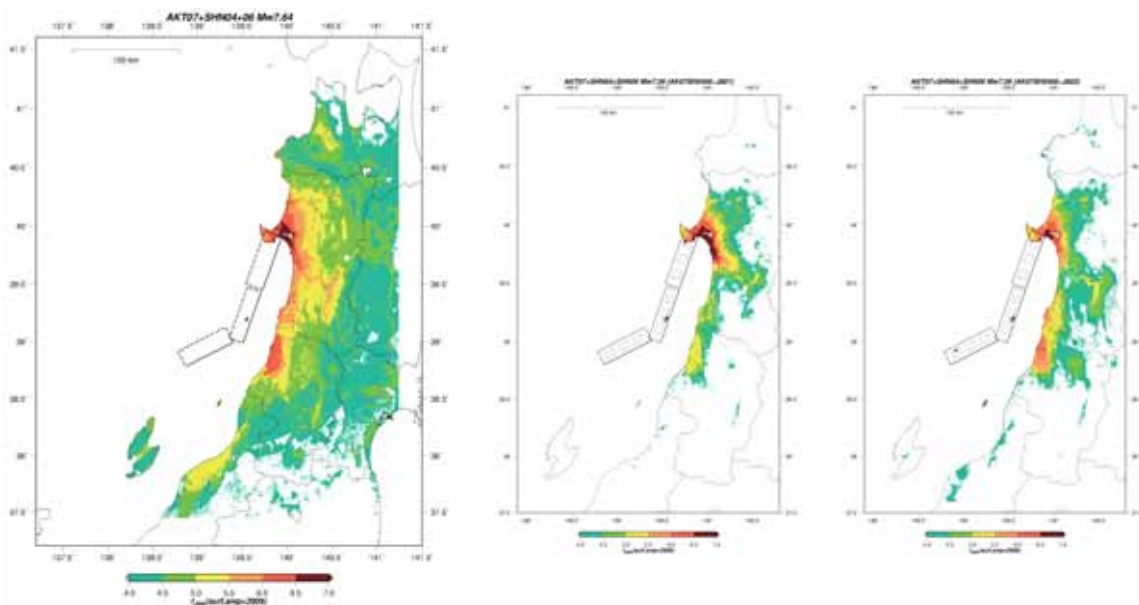
	堆積平野部の地下構造調査 ☆モデル改良	強震動予測
平成25年度	加賀平野南部・邑知潟 (アレイ4地点+単点)	強震動予測手法の検討・準備
平成26年度	富山・射水・砺波平野 (アレイ10地点)	強震動予測手法の検討・準備
平成27年度	富山・射水・砺波平野 (アレイ5地点)	富山湾・富山平野
平成28年度	山陰地方西部 (アレイ4地点+単点)	福井沖～鳥取沖
平成29年度	函館平野 (アレイ5地点)	島根沖～五島列島沖
平成30年度	津軽平野 (アレイ5地点)	函館平野西縁断層帯
令和元年度	津軽平野 (アレイ2地点+単点50点) ☆函館平野モデル改良	北海道利尻沖～渡島沖
令和2年度	☆富山・射水・砺波平野、津軽平野 の深部地下構造モデル改良	・青森県西方沖～佐渡沖 ・1894庄内地震・1766津軽地震(強震動 評価)

(1) 青森県西方沖～佐渡沖等、および津軽平野周辺の震源断層による**地震シナリオ想定と強震動予測**を行う。⇒この中から津波シナリオと対応する33モデルを選択して簡便法で震度計算。陸での震度の大きいものの3モデルを詳細法計算。



5

簡便法と詳細法の比較 (秋田沖 AKT07+SHN04+SHN06, Mw:7.64)



簡便法

詳細法 (北から破壊)

詳細法 (南から破壊)

6

(1) 選択3ケースの詳細法計測震度分布

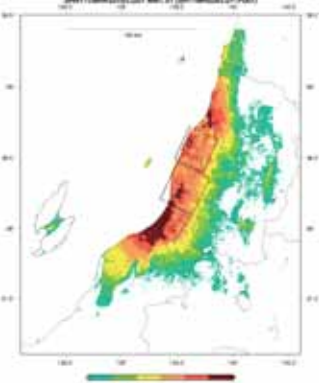
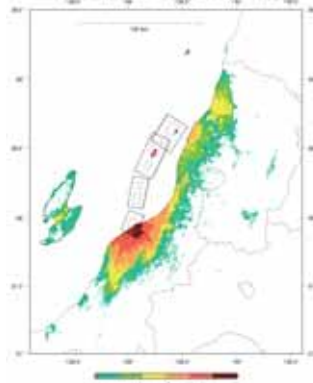
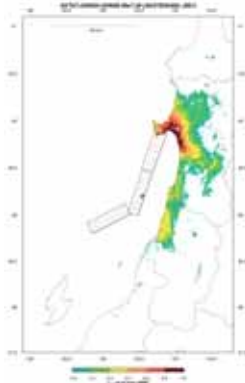
(震源モデル設定は「レシピ」に基づく. 深部地盤モデルはJ-SHISv2, 浅部増幅率は松岡・若松(2020)の微地形区分を利用)

AKT07+SHN04+SHN06
Mw:7.59

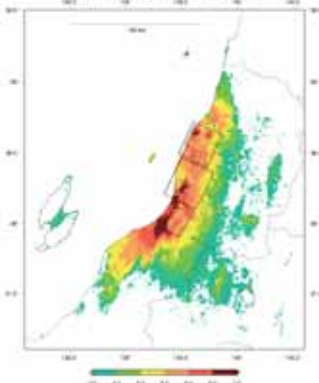
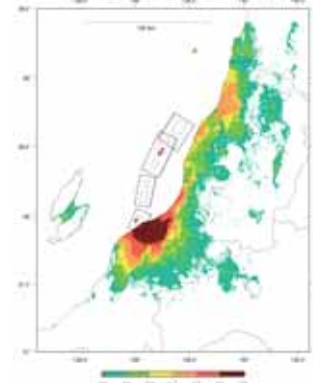
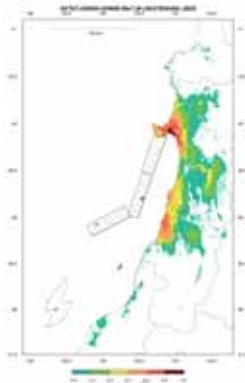
SHN09+MRK01+ECG03+ECG05
Mw:7.59

SHN11+MRK02+ECG01
Mw:7.51

北側から
破壊

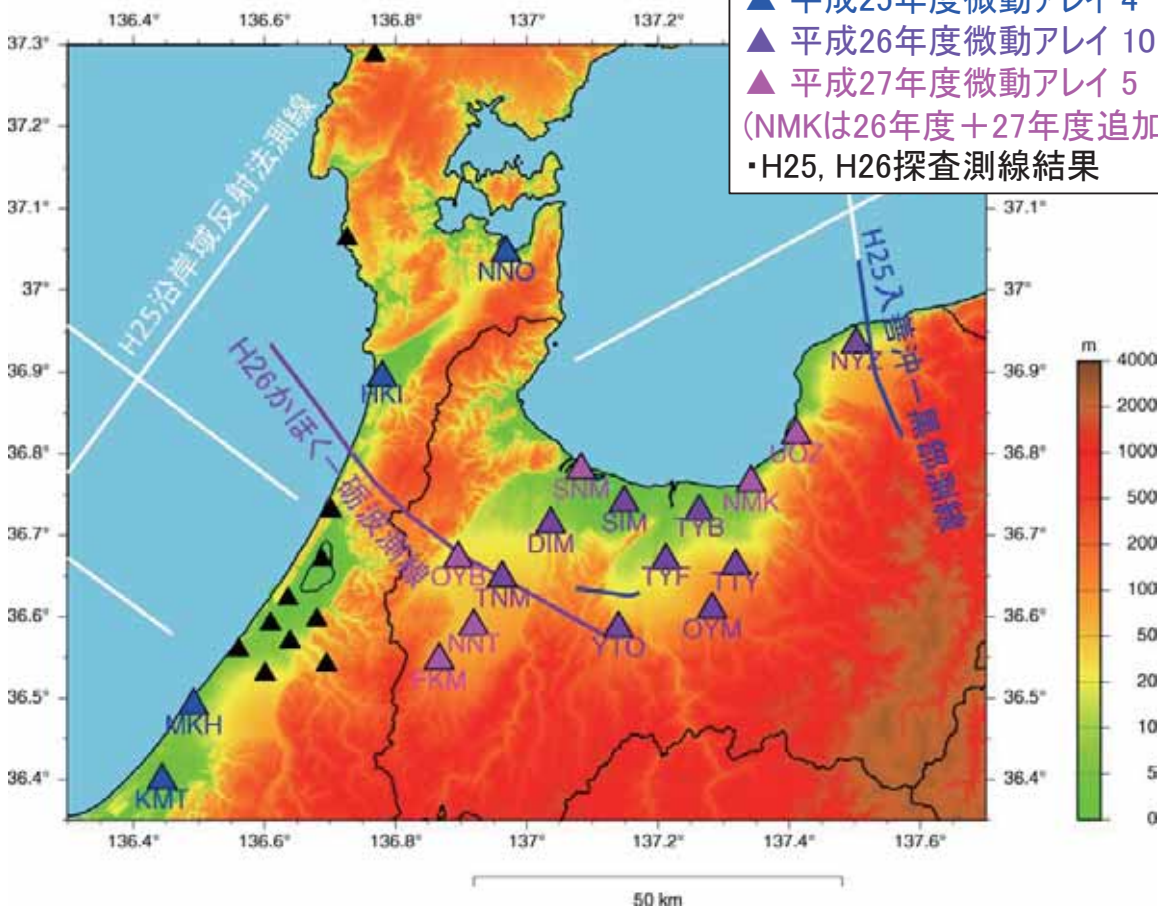


南側から
破壊

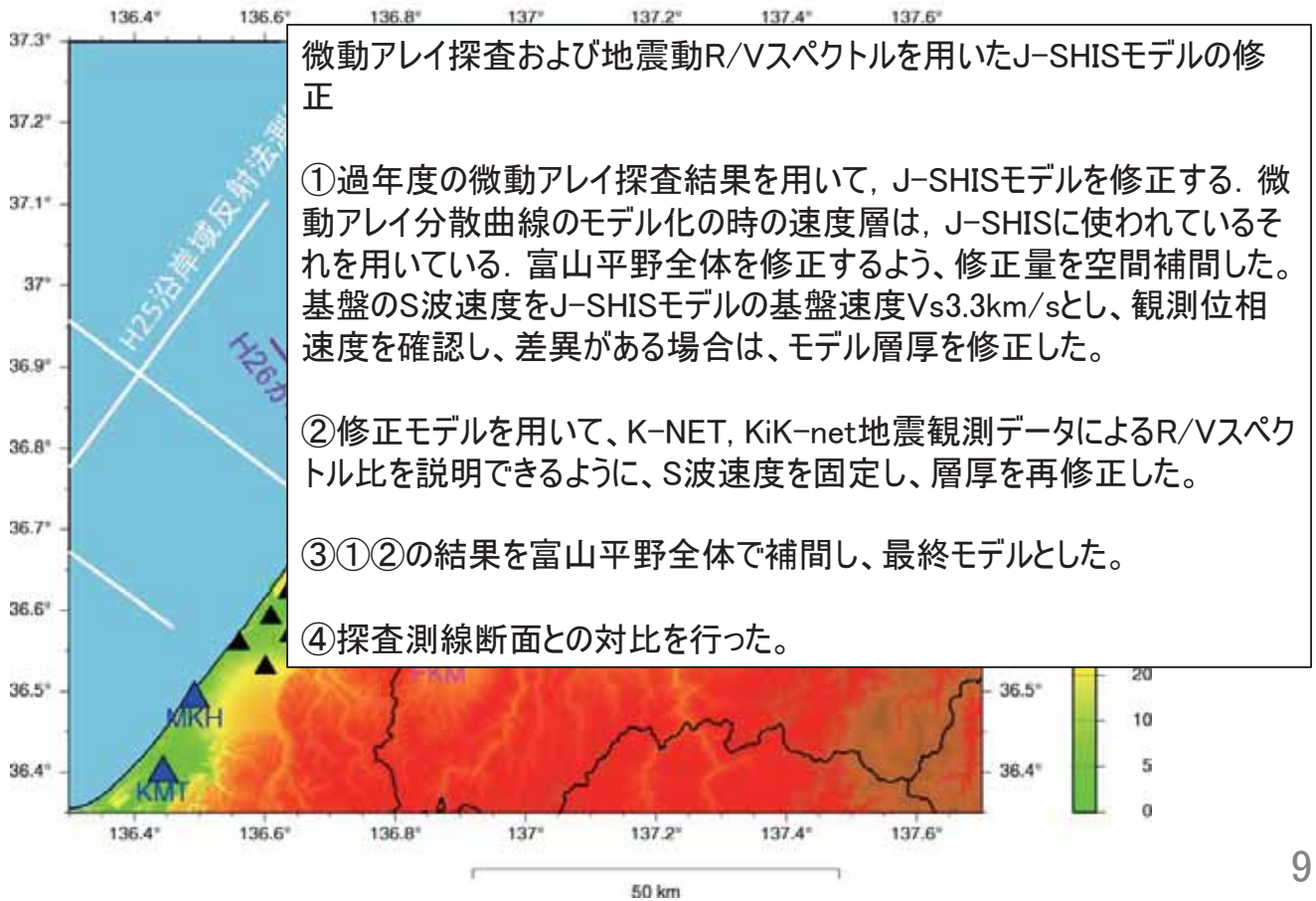


(2) 富山平野周辺

- ・微動アレイ探査
- ▲ 既往文献の微動アレイ
- ▲ 平成25年度微動アレイ 4
- ▲ 平成26年度微動アレイ 10
- ▲ 平成27年度微動アレイ 5
- (NMKは26年度+27年度追加調査)
- ・H25, H26探査測線結果

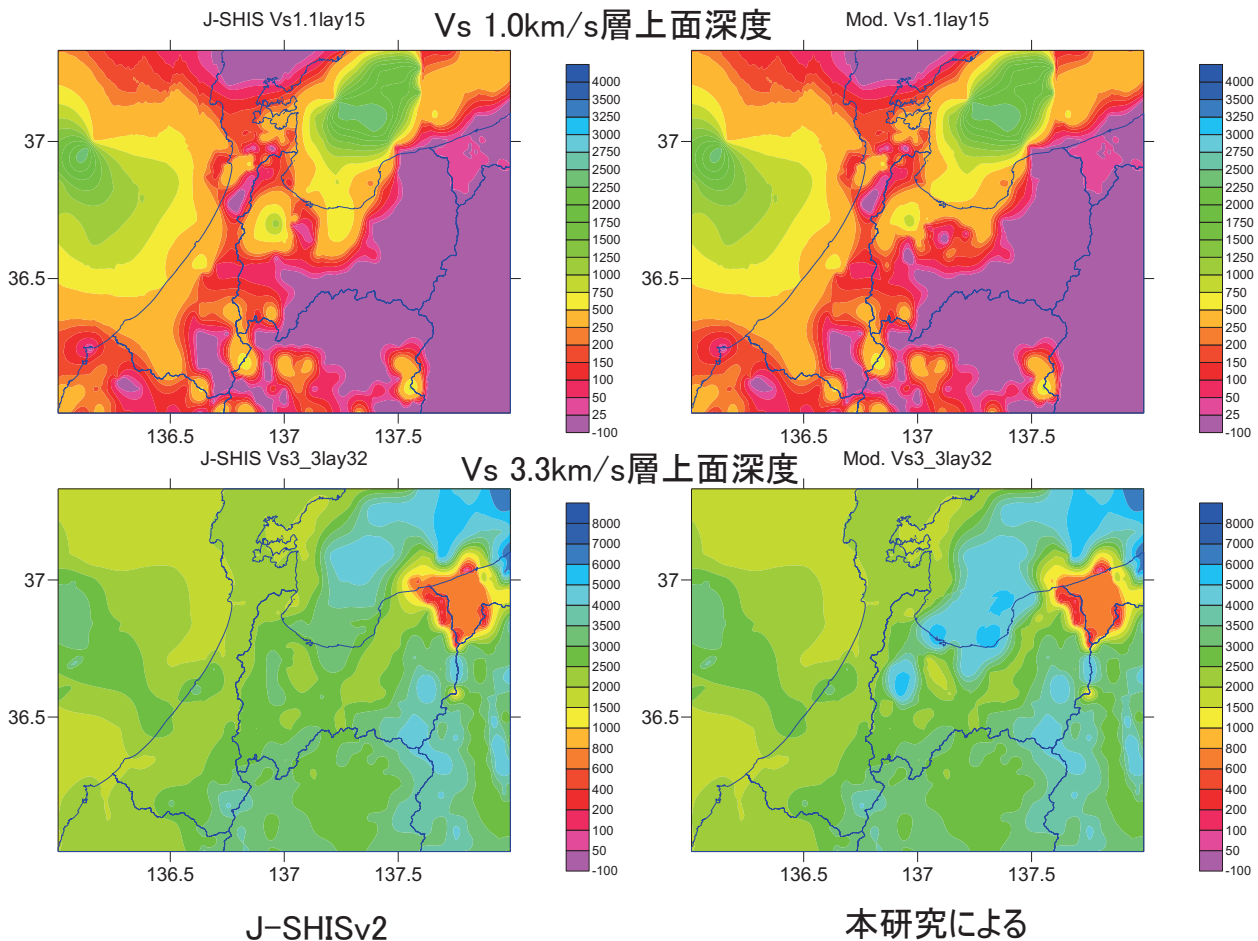


(2) 富山平野周辺



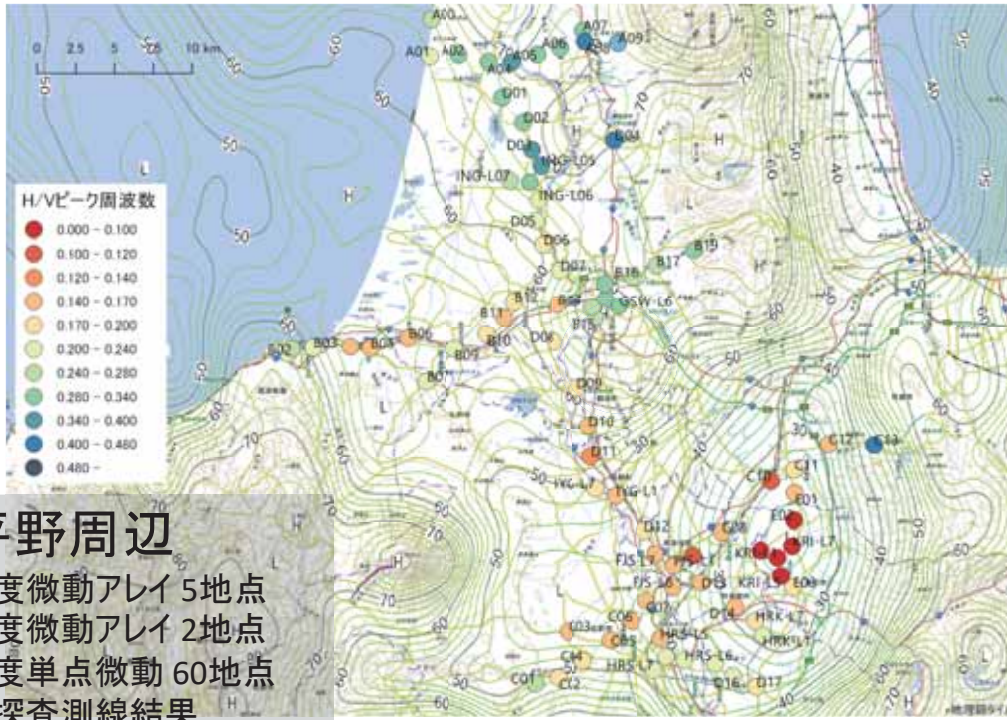
9

(2) 富山平野周辺



10

(2) 津軽平野: 微動アレイ, 単点微動HVスペクトル比のモデル化によりJ-SHIS深部地盤モデルの改訂

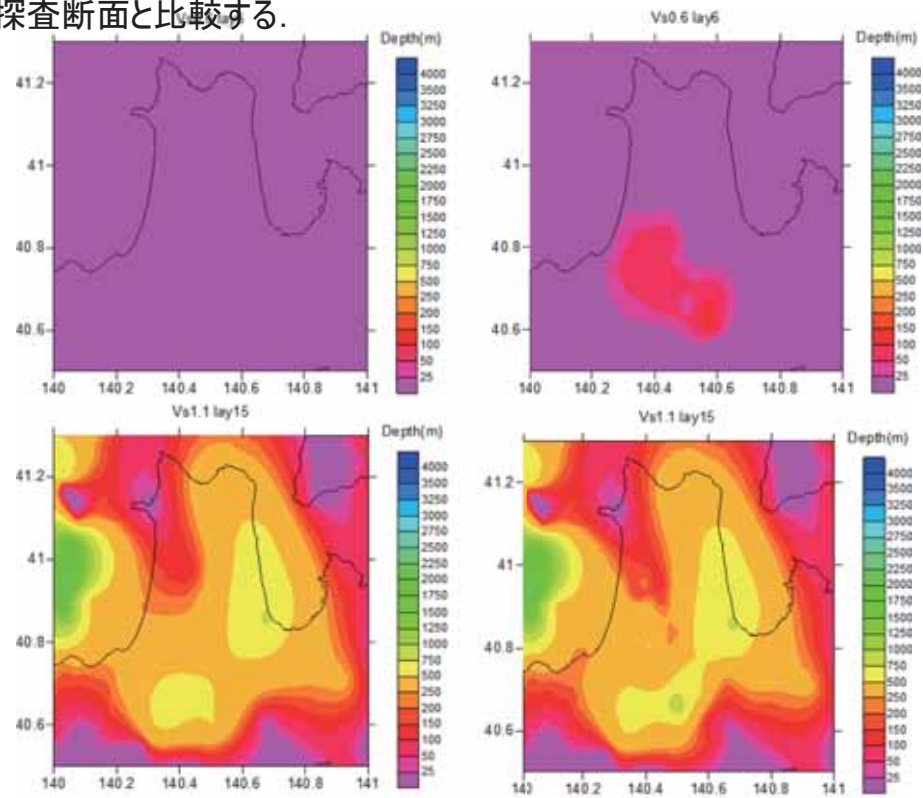


津軽平野周辺
 平成30年度微動アレイ5地点
 令和元年度微動アレイ2地点
 令和元年度単点微動60地点
 津軽平野探査測線結果

令和元年度に実施した津軽平野での単点微動の低周波数側(0.5Hz以下)でのHVピーク周波数分布

微動アレイ探査およびH/Vスペクトルを用いたJ-SHIS深部地盤モデルの修正

- ① 微動アレイ探査結果を用いて、J-SHISモデルを修正する。
- ② 修正モデルを用いて、H/Vスペクトルを説明できるように、S波速度を固定し、層厚を修正する。
- ③ ①②のJ-SHISモデルとの修正量を補間し、最終モデルとする。
- ④ 探査断面と比較する。

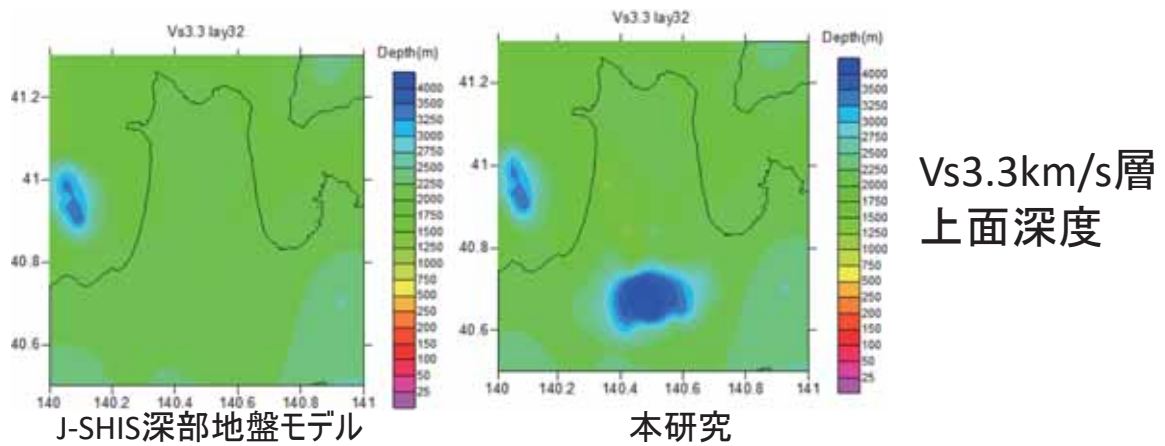


Vs0.6km/s層
上面深度

Vs1.1km/s層
上面深度

J-SHIS深部地盤モデル

本研究



- S波速度0.6km/sの上面深度から3.3km/sまでの層についてJ-SHISモデルを修正した。
- 津軽平野南部で各層の上面深度が深く修正された。津軽平野の海岸沿いについても深く修正された。

13

(3) 1894年庄内地震の被害を説明する震源断層

1894年庄内地震(M7.0)は庄内平野東縁断層帯が活動したと考えられているが(例えば池田・他, 1988, (独)産業技術総合研究所, 2007), トレンチ調査では新しい地層に明瞭な変位は残されておらず, 地表地震断層は現れなかったとされている。

本プロジェクトでは, 東京大学地震研究所が深部までの反射法地震波探査を実施し, 庄内平野西部にも活構造を見いだしている。

ここでは, 「地震被害分布の再現」という, 従来の研究とは異なるアプローチで, この地震の震源断層の推定を試みる。

松浦(2012)は, 史料から1894年庄内地震(M7.0)の被害分布を求めている。この被害分布を再現する地震動を出す震源断層モデルを検討した。

参考文献

松浦律子, 1894年庄内地震, 日本歴史災害事典, 北原・他, 吉川弘文館, 371-372, 2012.
池田安隆・他, 1987年庄内平野東縁・観音寺断層(北境地区)トレンチ調査, 活断層研究, 77-81, 1988.
(独)産業技術総合研究所, 庄内平野東縁断層帯の活動性及び活動履歴調査, 基盤の調査観測対象断層帯の追加・補完調査成果報告書, H18-6, 44p., 2007.

14

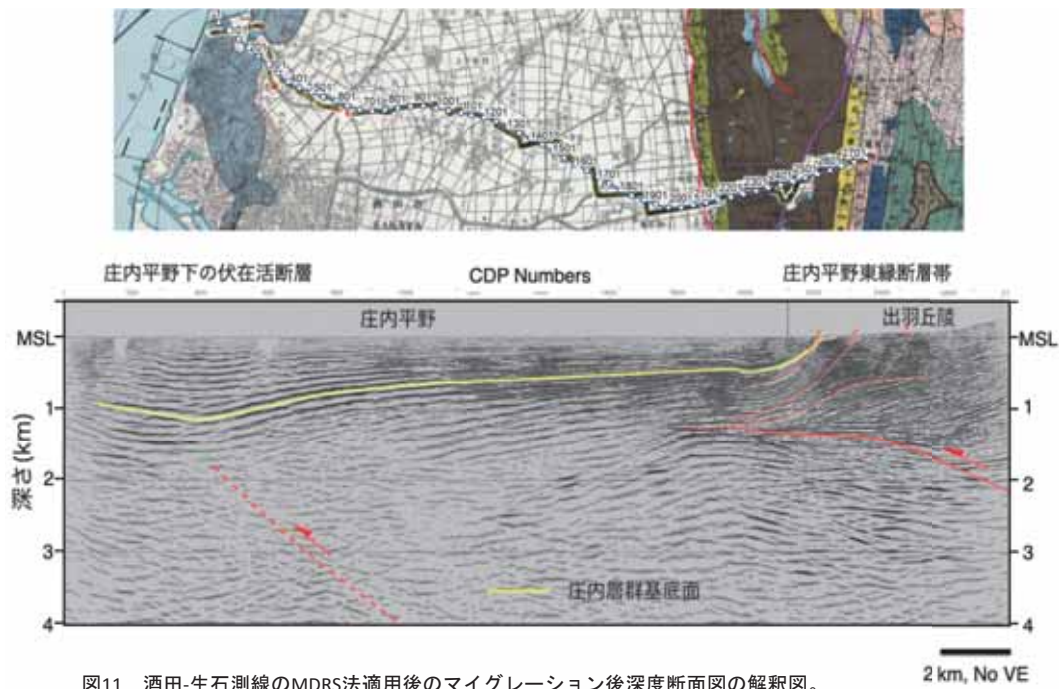


図11 酒田-生石測線のMDRS法適用後のマイグレーション後深度断面図の解釈図。

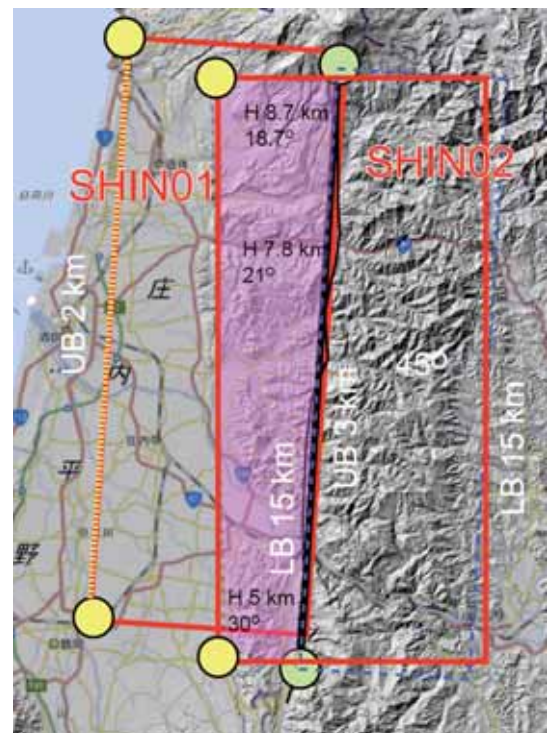
本プロジェクト・サブテーマ2-4のH31庄内平野～新庄盆地(酒田-生石測線)の、庄内平野部分の深度断面と解釈図

1894年庄内地震の被害を説明する震源断層(2)

震源断層モデル: 本プロジェクトによって推定された、震源断層モデル(庄内平野西部に位置するSHIN01, 及び庄内平野東縁断層帯SHIN02)を対象として、地震本部で実施されている、「震源断層を特定した地震動評価」の方法に準拠して震源断層モデルパラメータを設定した。

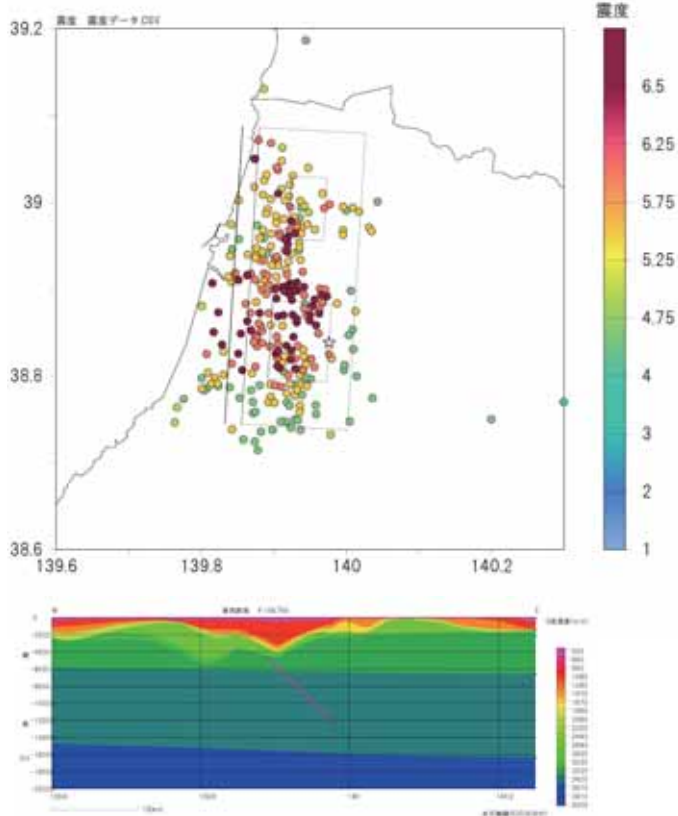
地下構造モデル: 庄内平野の深部地盤構造モデルは、(国研)防災科学技術研究所が提供している地震ハザードステーション(J-SHIS)の最新版と、本プロジェクトの反射法探査断面情報を照査したものを利用する。詳細な揺れの分布に密接に関わると考えられる、浅部地盤構造モデルは、地盤ボーリング情報に基づいて構築した。

強震動予測手法: 地震本部の全国地震動予測地図(震源断層を特定した地震動予測)で用いられている、ハイブリッド法によって実施。浅部地盤構造モデルによる増幅については、いくつかの方法を試した。



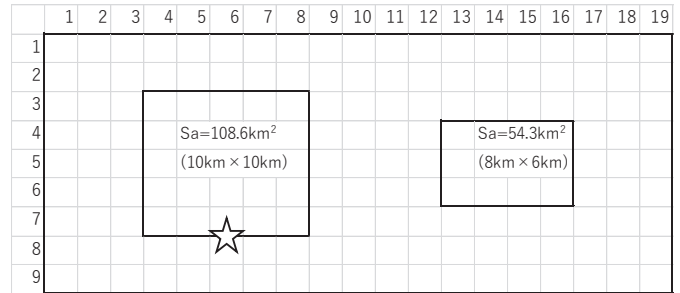
佐藤教授作成資料より

SHIN01震源断層モデル, 破壊開始点と松浦(2012)の震度分布



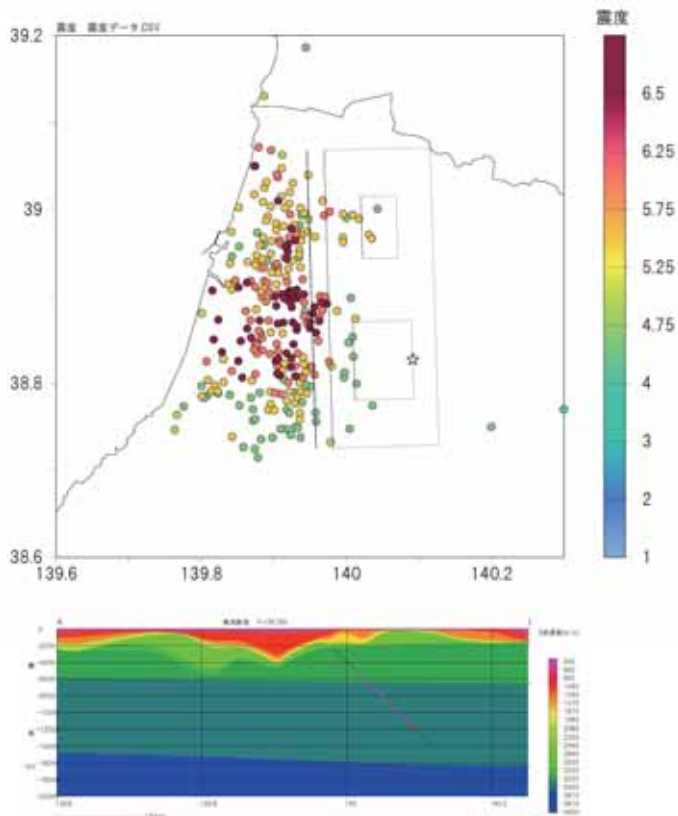
深い地盤モデルと震源断層の位置の関係(北緯38.8度断面図(縦横比=1:1))

Mw6.9 38km × 18km, 傾斜角45度東下がり
アスペリティ上端深さ 4.8km



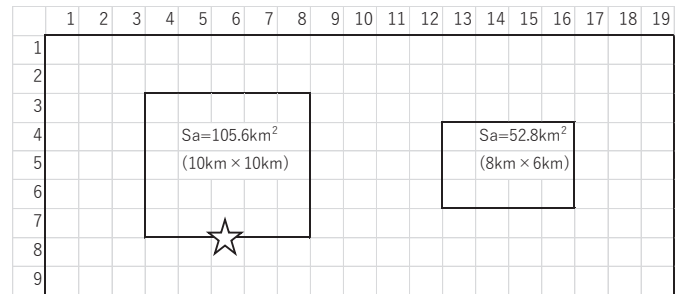
アスペリティ: 断層面上で強い揺れを出す場所

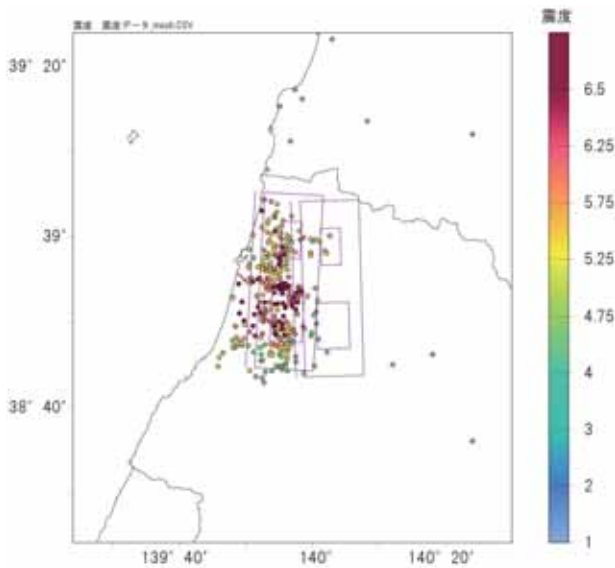
SHN02震源断層モデル, 破壊開始点と松浦(2012)の震度分布



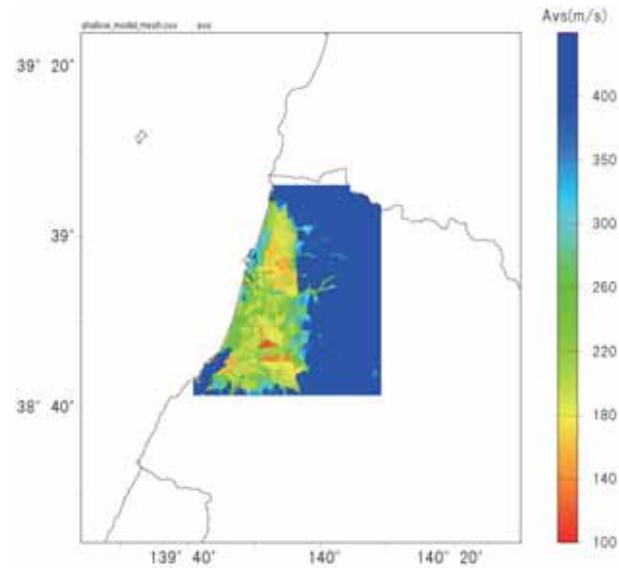
深い地盤モデルと震源断層の位置の関係(北緯38.8度断面図(縦横比=1:1))

Mw6.9 37 km × 18km, 傾斜角45度東下がり アスペリティ上端深さ 4.8km



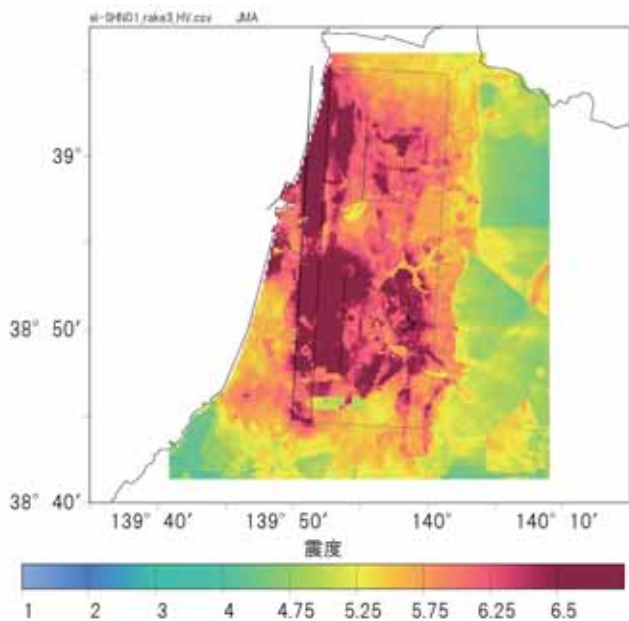


震度分布とSHIN01,
SHIN02断層の位置

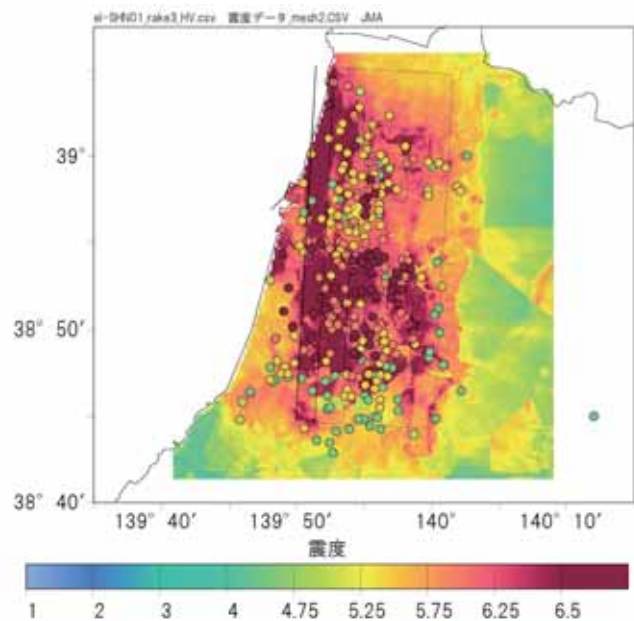


浅部地盤構造モデルによるAVS30(地表から深さ30mまでの平均S波速度)分布. この値が小さい(赤い)ほど, 揺れが大きくなる. 庄内平野内には最上川と赤川によって複雑な地層構成となっていて, 所々に揺れが大きくなりやすい場所が分布している

SHIN01震源断層モデルによる地表面震度と松浦(2012)の震度分布の比較

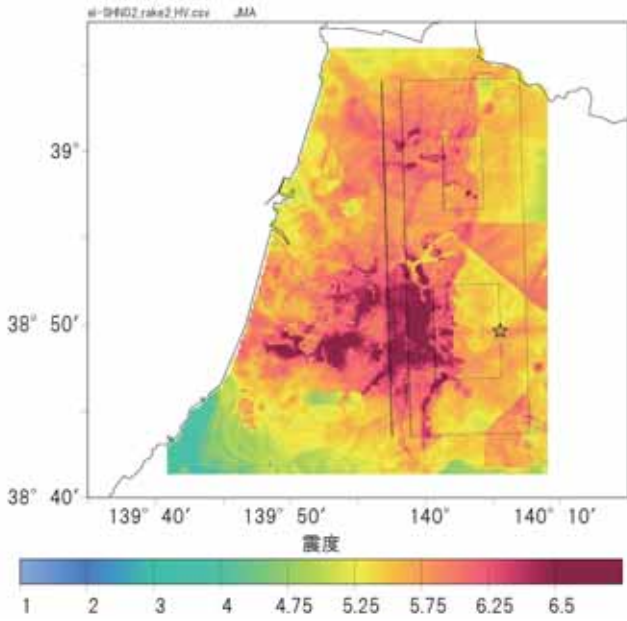


SHIN01による地表面震度分布

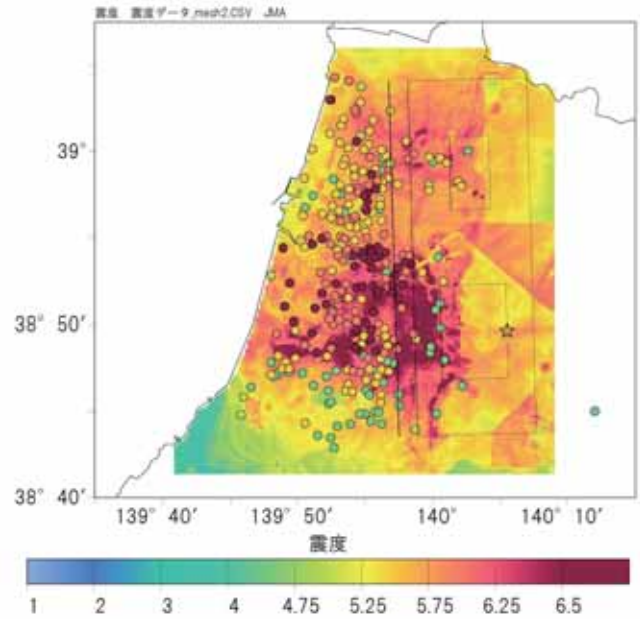


SHIN01による地表面震度分布
と観測震度分布の比較

SHIN02震源断層モデルによる地表面震度と松浦(2012)の震度分布の比較

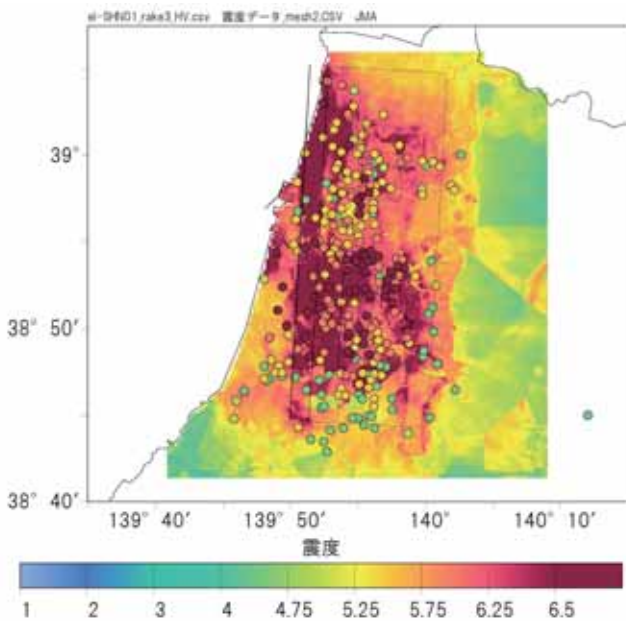


SHIN02による地表面震度分布

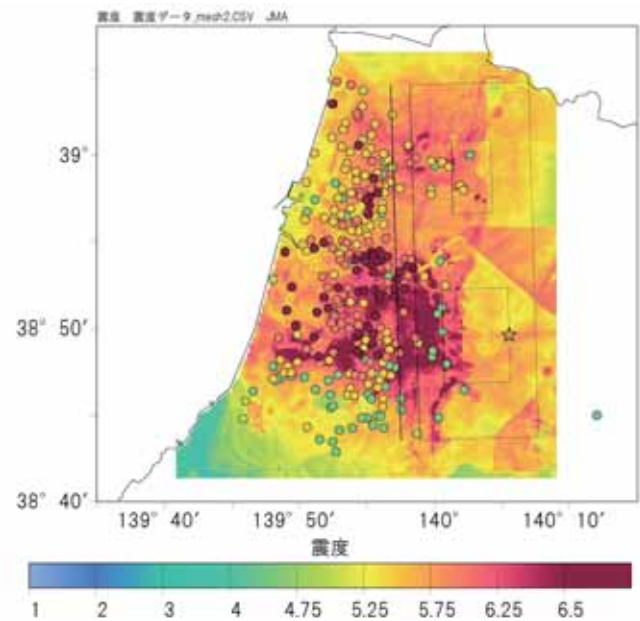


SHIN02による地表面震度分布と観測震度分布の比較

SHIN01震源断層モデル及びSHIN02震源断層モデルによる地表面震度と松浦(2012)の震度分布の比較



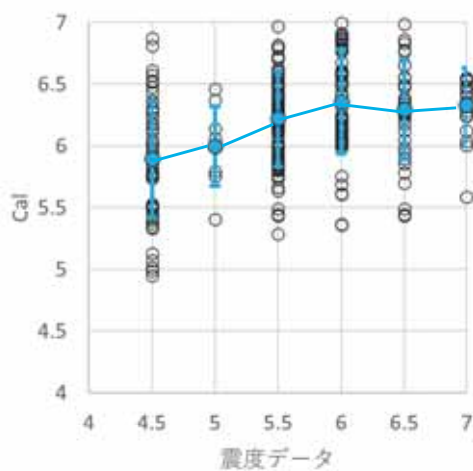
SHIN01による地表面震度分布と観測震度分布の比較



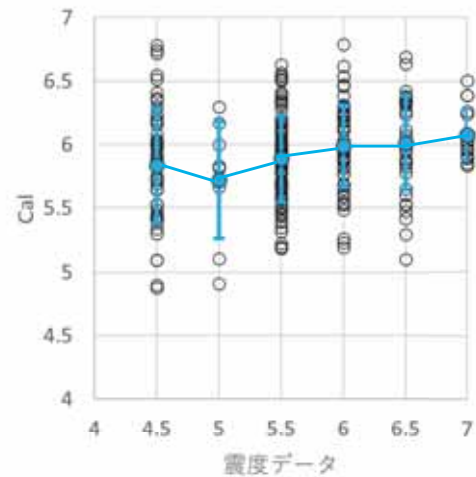
SHIN02による地表面震度分布と観測震度分布の比較

SHIN01の震度分布の方が、SHIN02のそれより観測震度分布との相関がよい。震度7と震度5が近在している被害分布を説明するのは困難

横軸(震度データ)と縦軸(計算震度)の比較



SHIN01震源断層モデル



SHIN02震源断層モデル

SHIN01の震度の方が、(十分ではないものの)SHIN02のそれより観測震度との相関がよい。

23

(3) 1894年庄内地震の被害を説明する震源断層

1894年庄内地震(M7.0)を、松浦(2012)の被害分布を再現するような震源断層モデルを検討した。

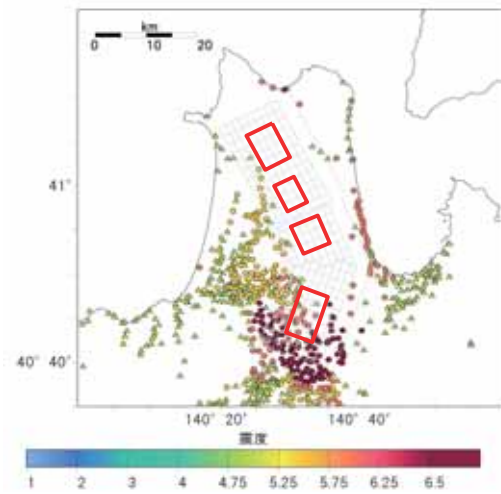
震源断層候補として、従来の研究で言われている庄内平野東縁断層帯と、本プロジェクトによって見いだされた庄内平野西部に位置する活構造に関する断層を震源断層として、地震本部の「震源断層を特定した地震動予測」の方法に従い、平均的な震源断層モデルを設定して震度計算を行った。

新たに見いだされた断層を震源断層とする震度分布の方が、当時の被害分布とより対応していることがわかった。

ここで設定した震源断層モデルは、標準的なパラメータである。にも拘わらず、被害分布の特徴を示していると考えている。

24

(3) 1766年明和津軽地震の被害分布を説明する震源断層モデル (試算中)



Mw7.1 (M=7.6)

あおり歴史トリア
<https://www.city.aomori.jp/toshokan/bunka-sports-kanko/rekishi/mailmagazine-rekishi-trivia/98.html> より

1766年明和津軽地震の松浦(2012)による被害分布と設定震源断層面