

# 日本海地震・津波調査

## 3. 津波および強震動の予測

### 3-1：津波予測

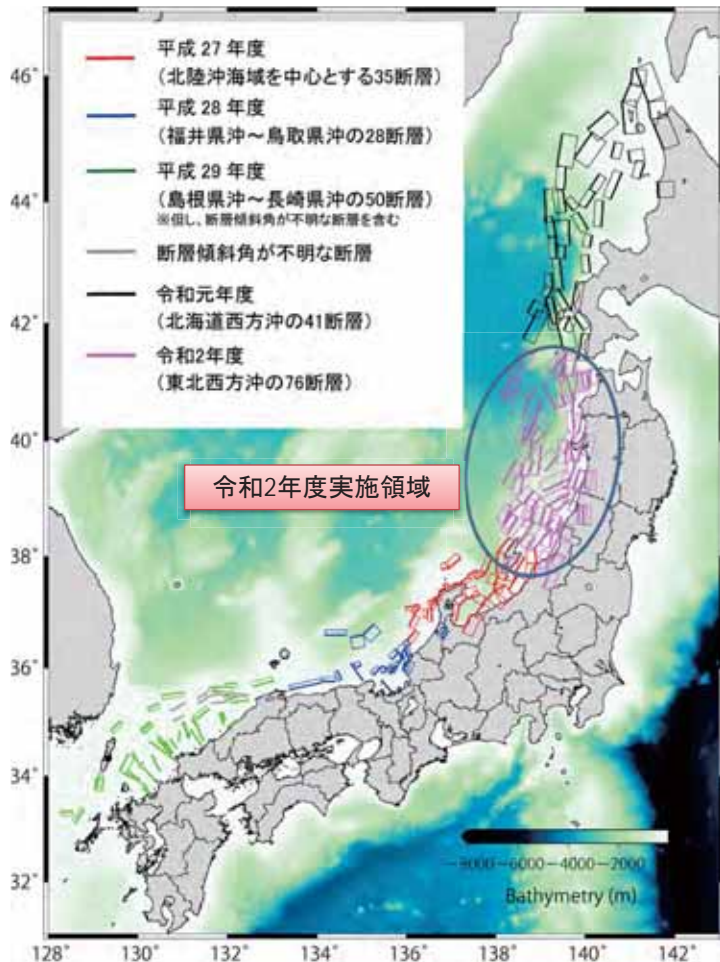
#### 東京大学地震研究所

<研究目的>

陸域・海域での構造調査や古地震・古津波・活構造調査などに基づいて得られた断層モデルから、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。個々の断層モデルに基づく確定論的シナリオモデルの他に、各地に影響を及ぼす可能性のある断層からのシナリオを組み合わせた確率論的な津波予測も行う。なお、本サブテーマでは日本海沿岸の全域について、沿岸での津波の高さを予測し、特定の港湾における浸水・遡上・構造物の影響については、波の分散性も考慮してサブテーマ(1)で実施する。

## 令和2年度実施計画

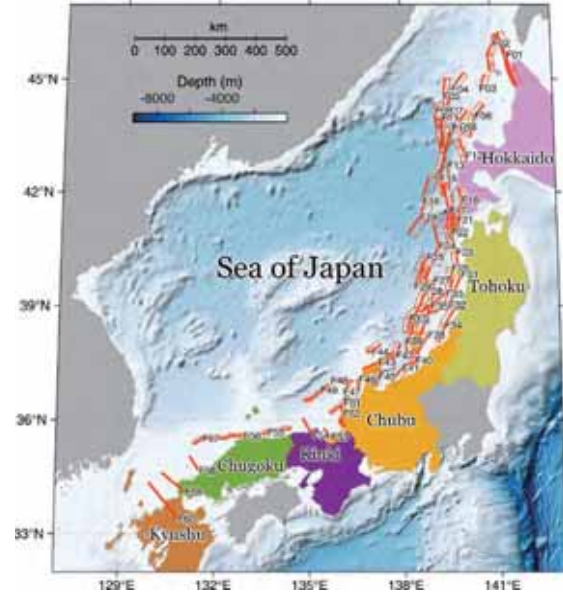
- ◆ 主に東北沖海域を中心とする海底活断層・沿岸伏在断層について、海域構造調査や海陸統合構造調査により得られた断層モデルに基づき、単独及び連動破壊のシナリオ型津波シミュレーションを実施する。
- ◆ サブサブテーマ2-5-1「断層モデルの構築」において、追加または変更された断層モデル、ならびに地震調査研究推進本部の「レシピ」における2ステージから3ステージへのスケーリング則の変更を受け、該当する断層モデルを対象として、過去年度に遡ってシナリオ型津波シミュレーションを実施する。
- ◆ 日本海沿岸における津波高の確率論的な評価を行う。



# 令和2年度前半の実施概要

## 日本海沿岸域における確率論的津波予測

- ✓ 日本海における大規模地震に関する調査検討会の60断層モデルを用い、日本海沿岸域(北海道、東北、中部、近畿、中国ならびに九州地方)の154自治体における確率論的津波予測を実施した。
- ✓ 成果がEarth Planets and Spaceに掲載された。

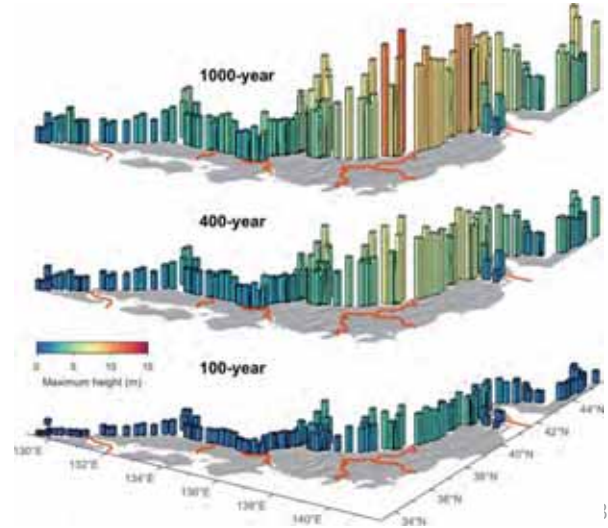


## Regional probabilistic tsunami hazard assessment associated with active faults along the eastern margin of the Sea of Japan

Ken I. Mura<sup>1</sup>, Takao Ichiba<sup>2</sup>, Kengo Sakai<sup>3</sup>, Aditya Rishi Gurnani<sup>4</sup> and Satoko Murayama<sup>5</sup>

**Abstract**  
 We analyze the regional tsunami hazard along the Sea of Japan coast associated with 60 active faults beneath the eastern margin of the Sea of Japan. We generate stochastic slip distribution using a Monte Carlo approach at each fault, and the total number of required earthquake samples is determined based on convergence analysis of maximum coastal tsunami heights. The earthquake recurrence interval on each fault is estimated from observed seismicity. The return period representing seismicity uncertainty for probabilistic tsunami hazard analysis is determined from comparison with the four historical tsunamis, and a logic tree is used for the choice of the values. Using nearshore tsunami heights at the 50-m isobath and an amplification factor by the Green's law, hazard curves are constructed at 154 locations for coastal municipalities along the Sea of Japan coast. The highest maximum coastal tsunamis are expected to be approximately 3.5, 7.5, and 11.5 m for the return periods of 100-, 400-, and 1000-year, respectively. The results indicate that the hazard level generally increases from southwest to northeast, which is consistent with the number and type of the identified fault systems. Furthermore, the disaggregation of hazard suggests that tsunamis in the northeast are predominated by local sources, while the southwest parts are likely affected by several regional sources.

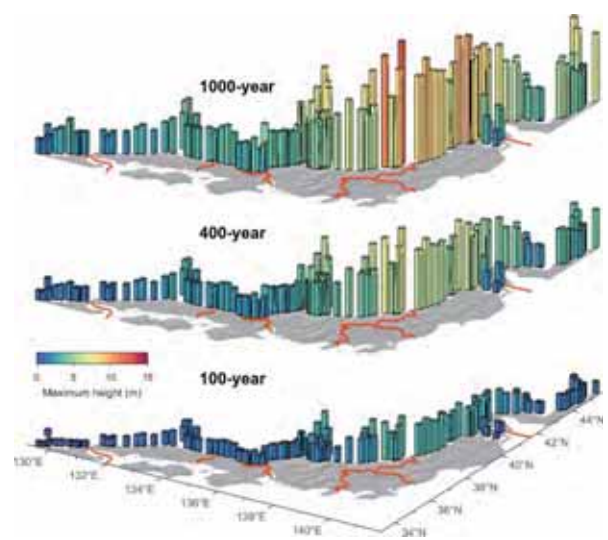
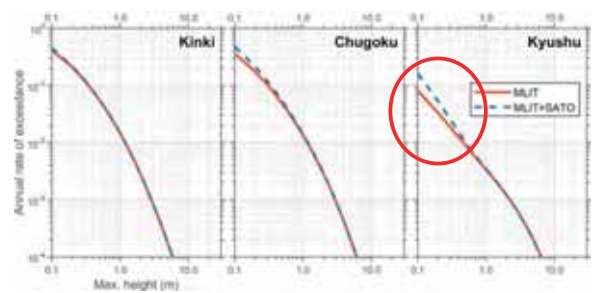
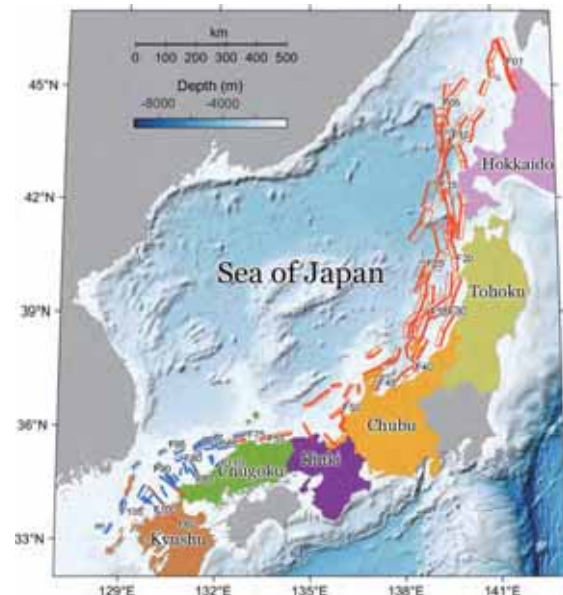
**Keywords:** Probabilistic Tsunami Hazard Assessment, Active faults, Sea of Japan



# 確率論的津波予測へ本プロジェクトの断層の追加

## 日本海沿岸域における確率論的津波予測

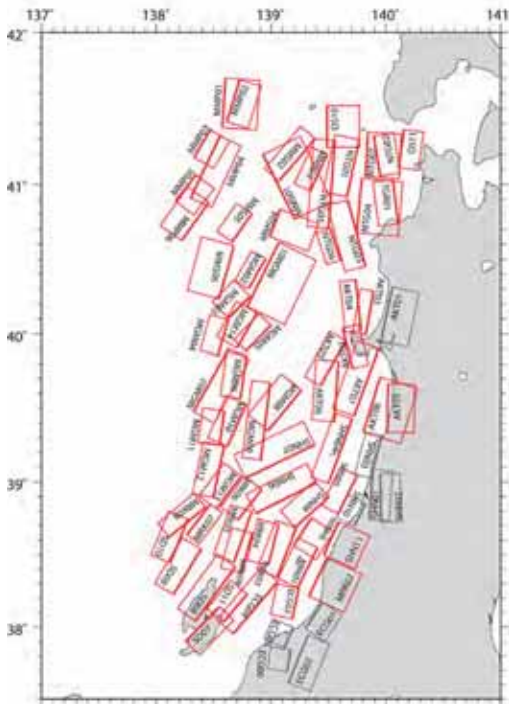
- ✓ 日本海における大規模地震に関する調査検討会の60断層モデルに、西日本の50断層を追加して、日本海沿岸域の154自治体における確率論的津波予測を実施
- ✓ 九州の沿岸でハザードが若干増加。



# シナリオ型津波伝播シミュレーション

①

サブサブテーマ2-5-1「断層モデルの構築」  
によって得られた東北沖の海底活断層・沿岸伏在断層



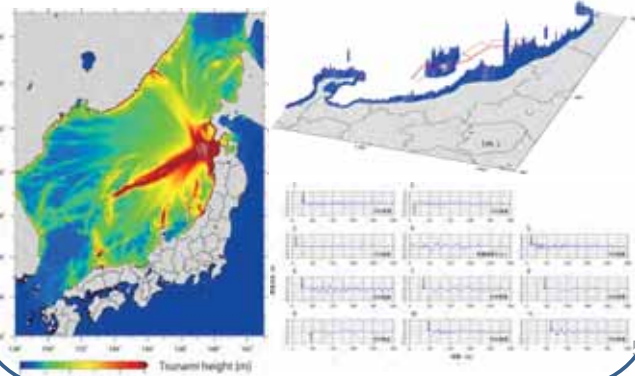
②

スケーリング則に基づくMw・断層すべり量の推定



③

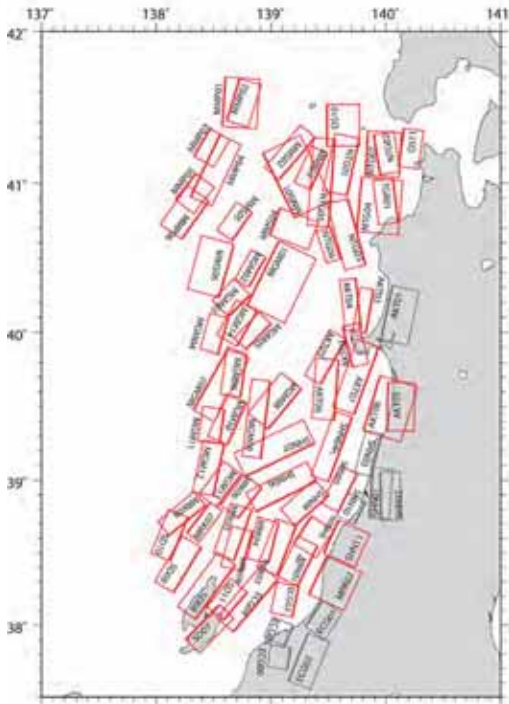
27秒・9秒メッシュを用いた最大津波高分布の推定  
スケーリング則による津波高依存性の検討



# シナリオ型津波伝播シミュレーション

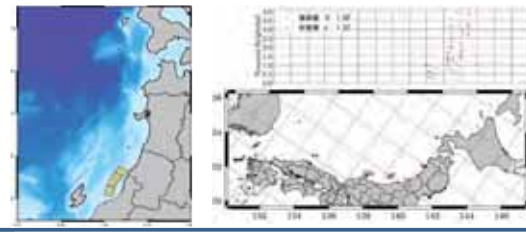
①

サブサブテーマ2-5-1「断層モデルの構築」  
によって得られた東北沖の海底活断層・沿岸伏在断層



④

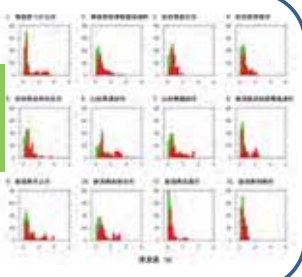
実測された津波遡上高と9秒メッシュを用いた  
シミュレーション結果との比較



⑤

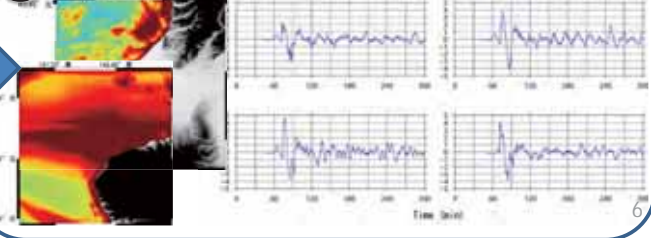
確率論的な津波予測

東北地方沿岸域の9秒メッシュ出力点において、190断層モデルによる津波高を整理



⑥

3秒メッシュを用いた詳細解析



# ① 波源断層モデル(東北)

日本海PIIによって得られた、東北沖海域に分布する海底活断層・沿岸伏在断層ならびに津波波形インバージョン等によって得られた1833年庄内沖、1964年新潟地震ならびに1983年日本海中部地震に対する断層モデルに対して、シナリオ型津波シミュレーションを実施

## 単独モデル

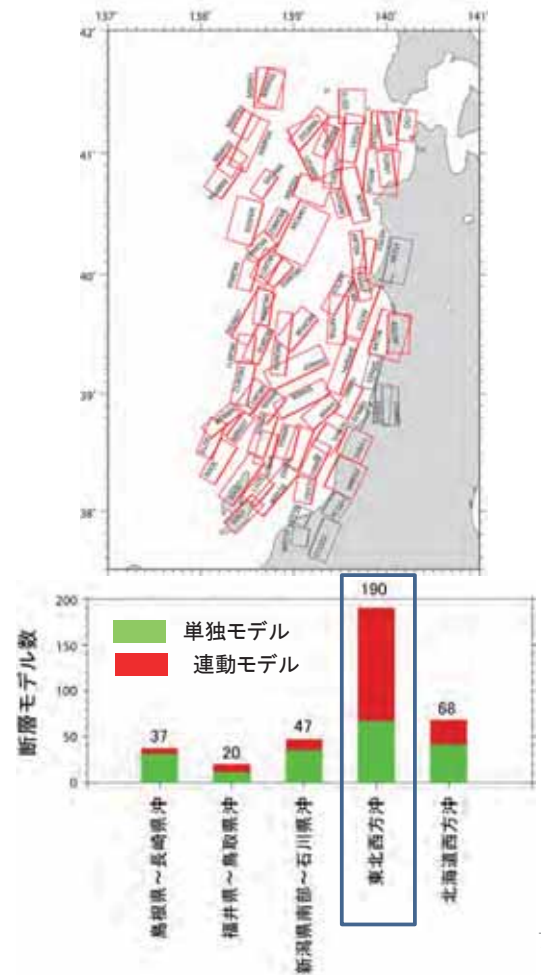
断層長が20 km以上かつ震源断層が海域にある断層が個別に活動するとして67断層モデル(e.g., SHN09)

## 連動モデル

日本海PIIによって得られた東北西方沖海域の海底活断層・沿岸伏在断層のうち、複数枚の断層から構成される123断層モデル(e.g., SHN09+MRK01+ECG03+ECG05)

1833年天保庄内沖地震に対する断層モデル  
(相田, 1989; 今井・他, 2015)  
1964年新潟地震に対する断層モデル  
(Abe, 1975; Satake and Abe, 1983)  
1983年日本海中部地震に対する断層モデル  
(相田, 1984; Satake, 1989)

※ 断層長が20 km未満あるいは震源断層が陸域の断層は対象外とした

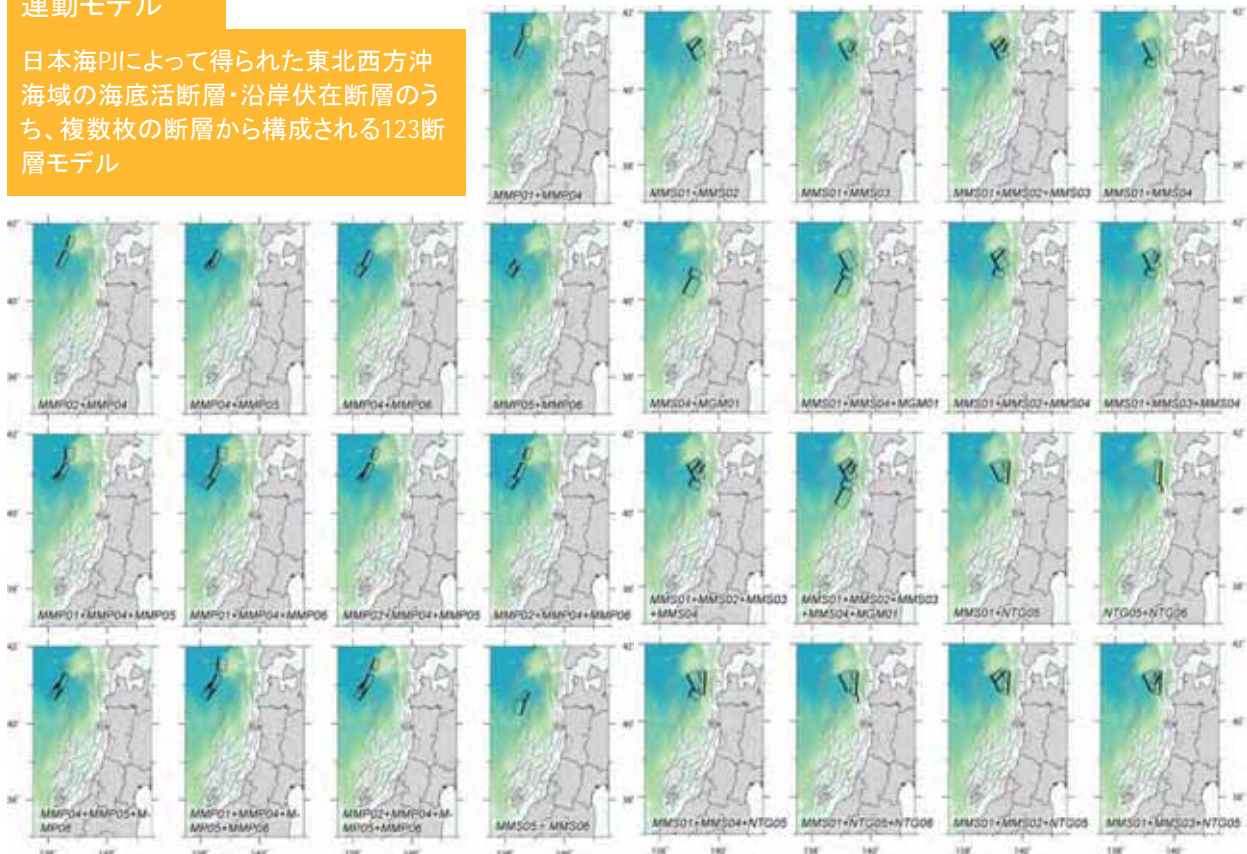


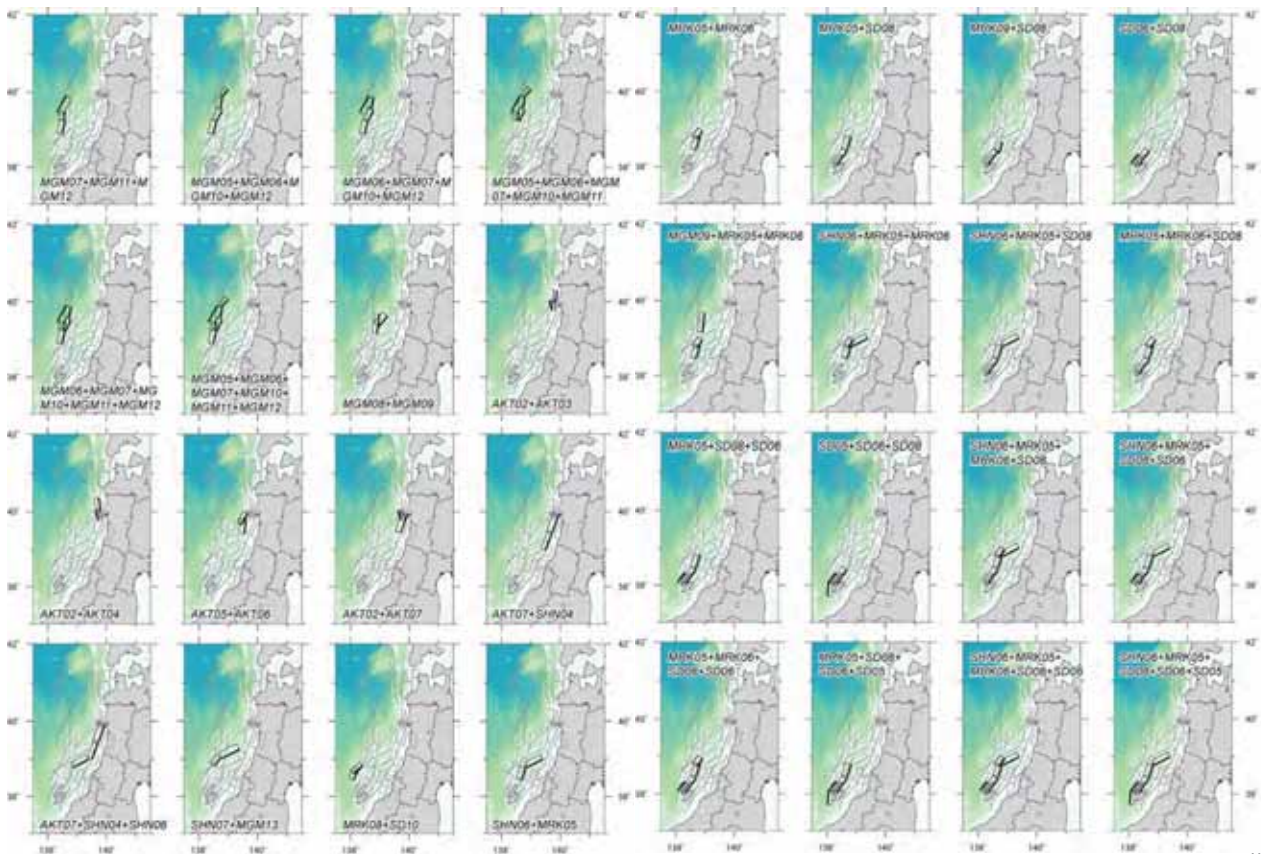
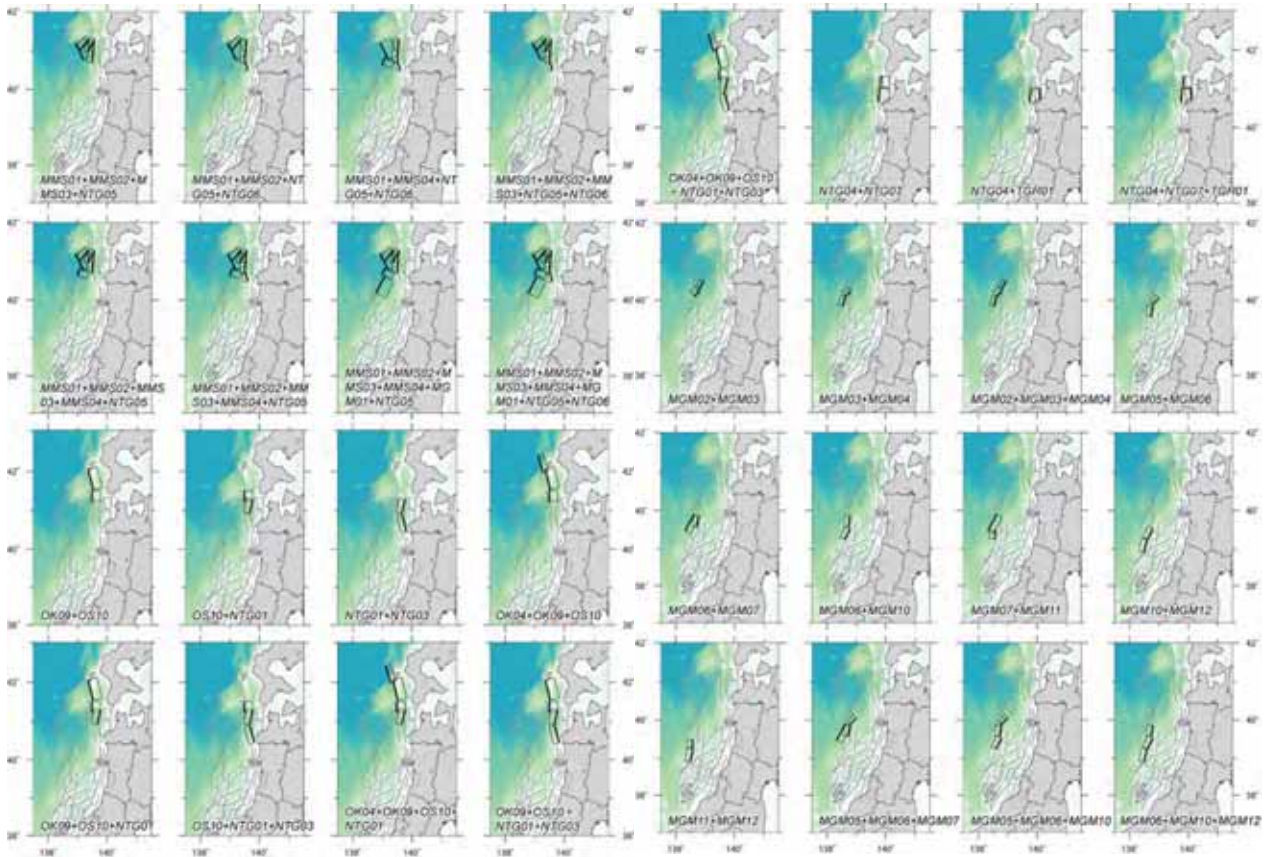
## 参考

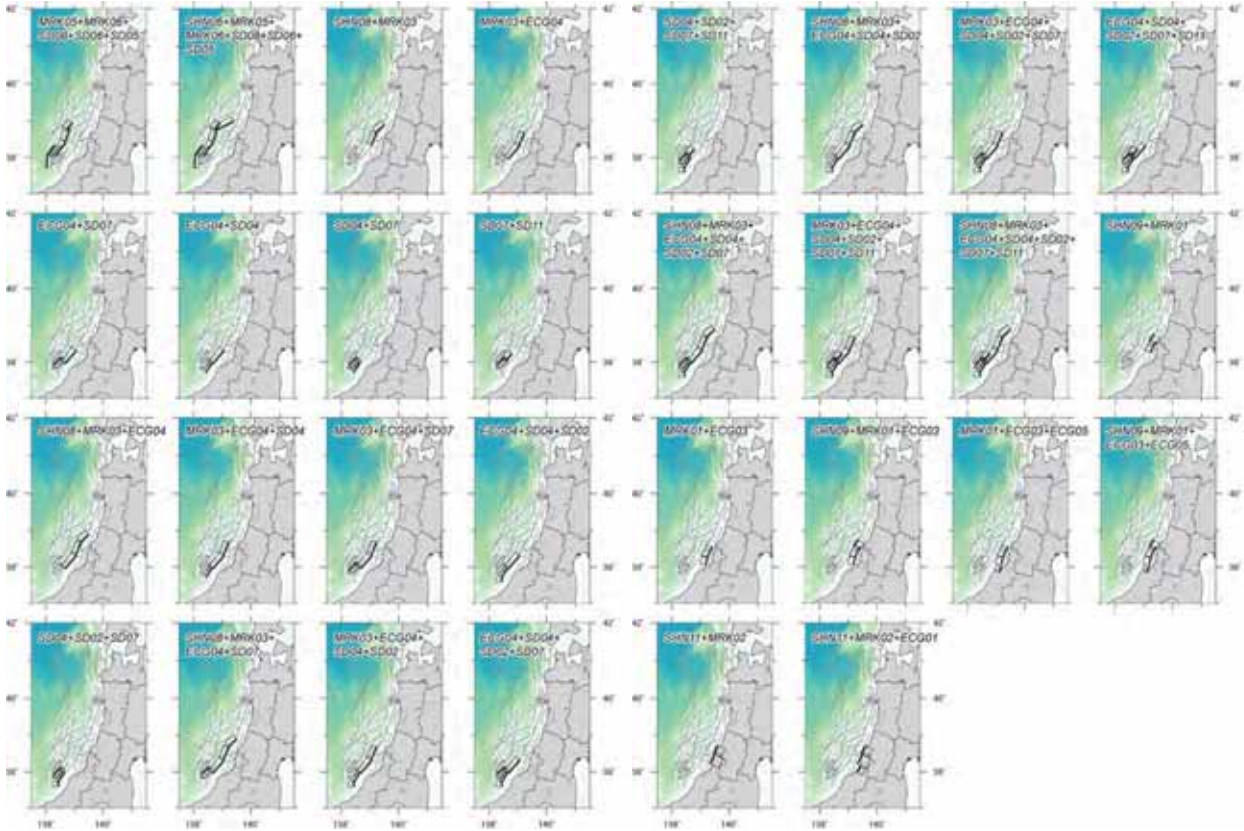
### 本年度に実施したシナリオ型津波シミュレーションの断層モデル(東北沖)

## 連動モデル

日本海PIIによって得られた東北西方沖海域の海底活断層・沿岸伏在断層のうち、複数枚の断層から構成される123断層モデル







## ② スケーリング則に基づくMw・断層すべり量の推定

平均すべり量の設定方法 (断層長20km以上に対して)

①地震本部レシピア) S-M<sub>0</sub> (※L, W既知)

震源断層面積  
S (km<sup>2</sup>) = L × W

入倉・三宅 (2001)

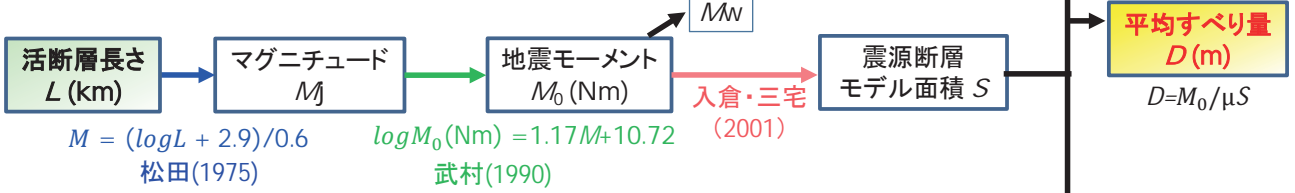
$$S = 4.24 \times 10^{-11} (M_0 \times 10^7)^{1/2} \text{ for } M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$$

$$S = 2.23 \times 10^{-15} (M_0 \times 10^7)^{2/3} \text{ for } M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$$

Murotani et al. (2015)

$$S = 1.00 \times 10^{-17} \times M_0 \text{ for } M_0 \geq 1.8 \times 10^{20} \text{ Nm}$$

②地震本部レシピイ) L-M & M-M<sub>0</sub> & M<sub>0</sub>-S (※L既知)



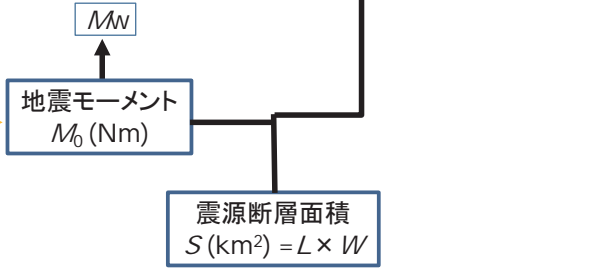
③武村(1998) L-M<sub>0</sub> (※L, W既知)

活断層長さ  
L (km)

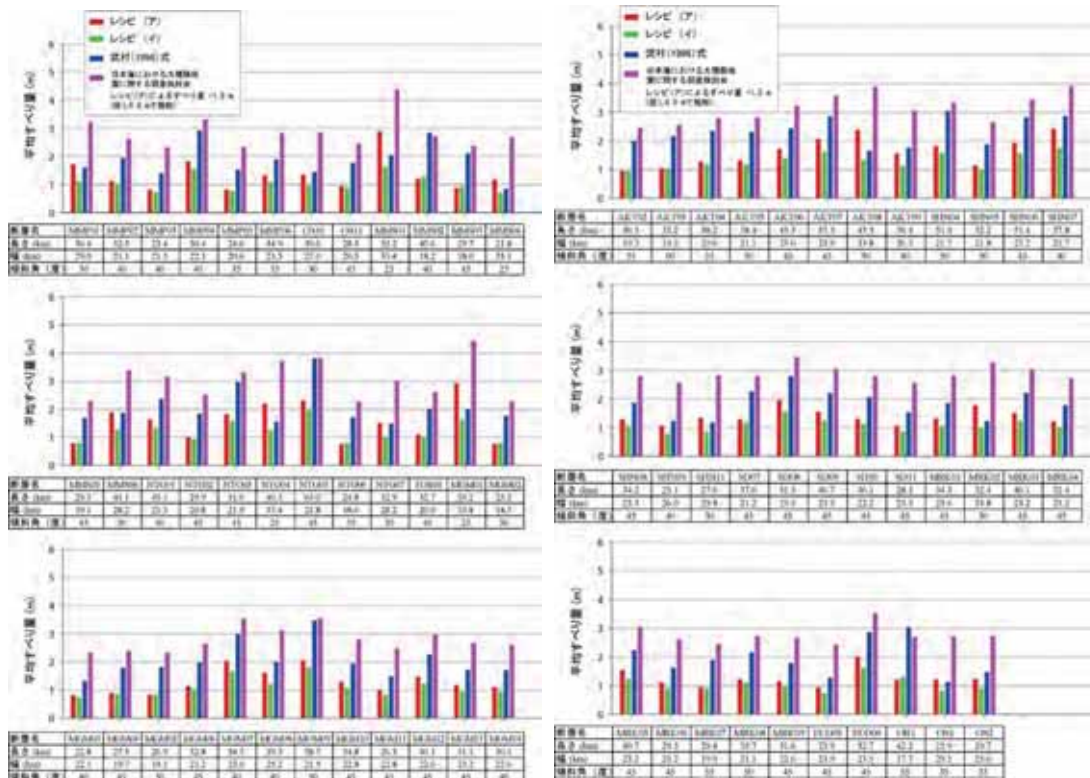
武村(1998)

$$M_0 = 4.365 \times 10^{16} \times L^2 \text{ for } M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$$

$$M_0 = 6.918 \times 10^{14} \times L^3 \text{ for } M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$$



参考 スケーリング則による断層すべり量の相違(東北沖単独)



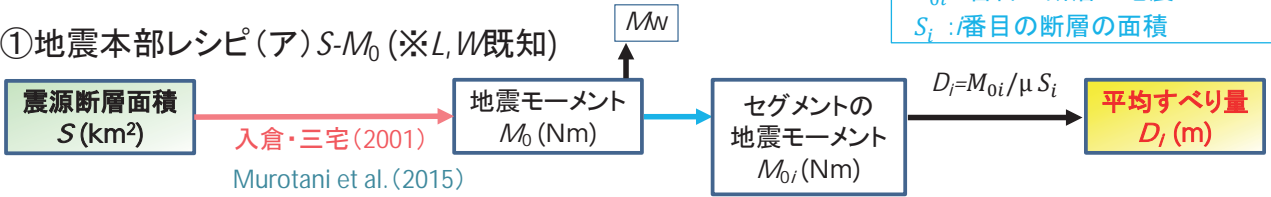
- レシピ(A)とレシピ(I)によるすべり量は同程度か、レシピ(A)の方が大きい
- $\sigma$ 式によるすべり量はレシピ(A)、レシピ(I)ならびに武村式に比べて総じて大きい。
- 断層の幾何形状(幅)によって、レシピ(A)と武村式によるすべり量の大小関係は異なる

平均すべり量の設定方法 (連動モデル)

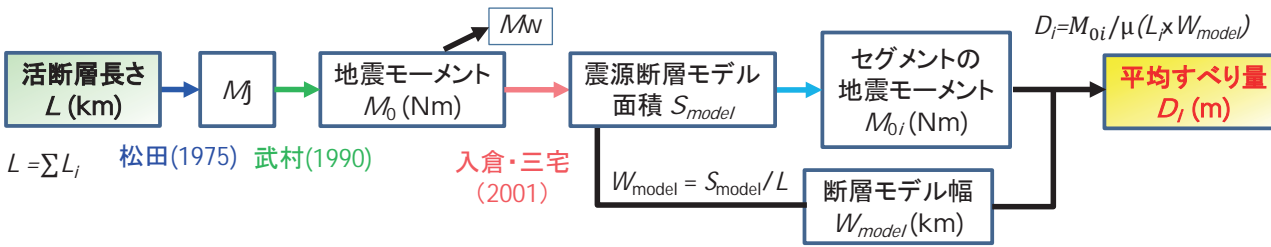
$$M_{0i} = M_0 S_i^{3/2} / \sum S_i^{3/2}$$

$M_{0i}$ : i番目の断層の地震モーメント  
 $S_i$ : i番目の断層の面積

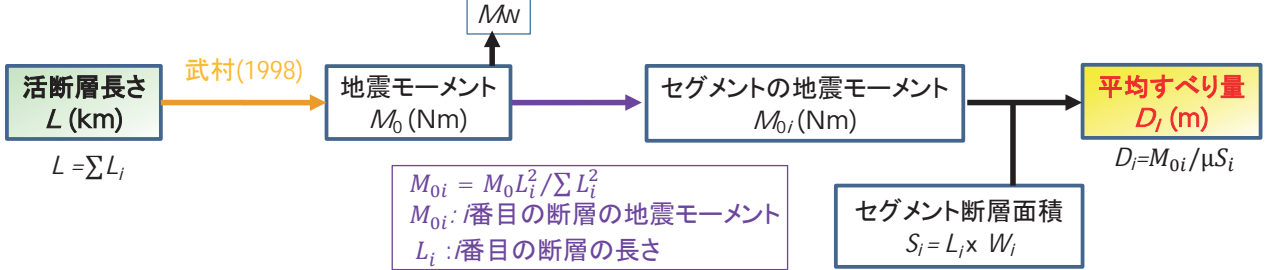
①地震本部レシピ(A)  $S-M_0$  (※ $L, W$ 既知)



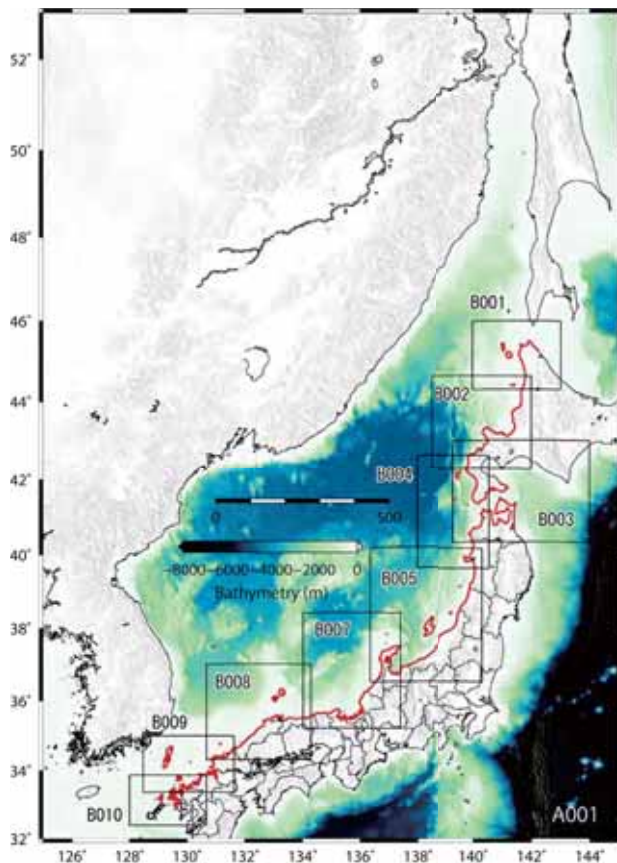
②地震本部レシピ(I)  $L-M$  &  $M-M_0$  &  $M_0-S$  (※ $L$ 既知)



③武村(1998)  $L-M_0$  (※ $L, W$ 既知)



### ③ 27秒・9秒メッシュを用いた最大津波高分布の推定



項目	設定値
空間格子間隔	9秒、27秒
時間格子間隔	0.5秒
基礎方程式	非線形長波式
境界条件	海域のみの津波伝播を考慮し、陸域遡上は考慮しない
初期条件	Okada(1985)の方法を用いて設定
海底摩擦係数	Manning粗度係数 $n=0.025\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ (後藤・佐藤(1993)、土木学会(2002))
現象再現時間	地震発生後5時間

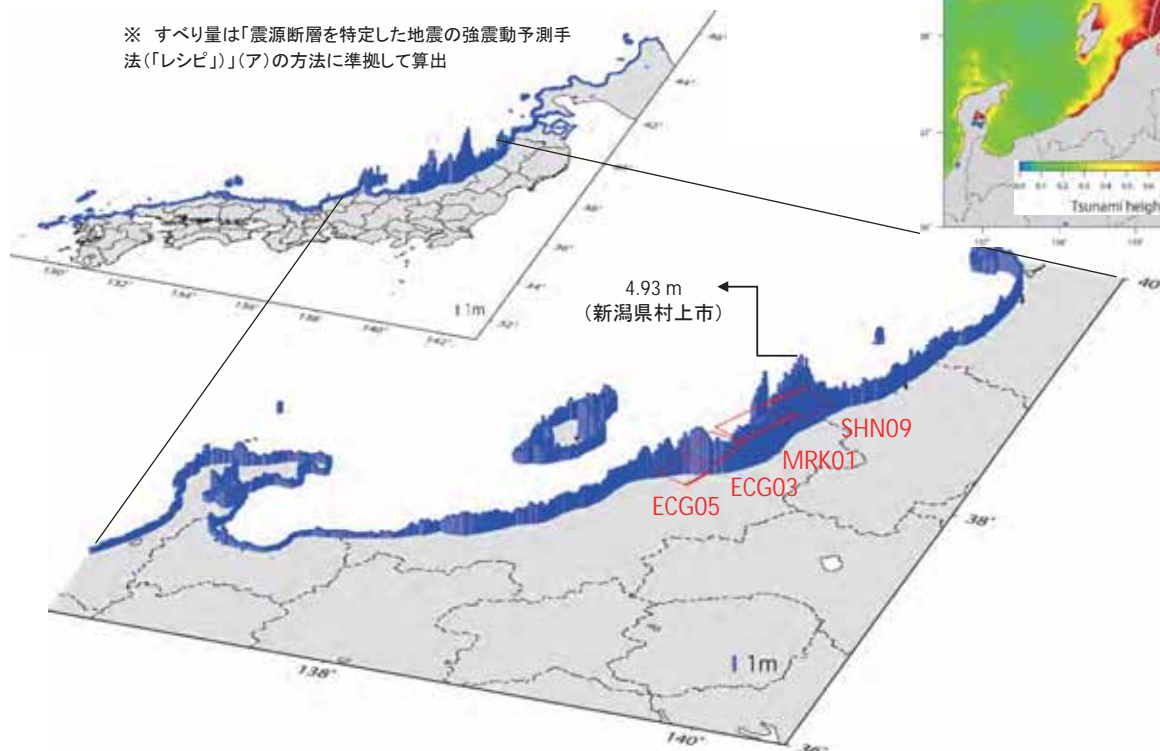
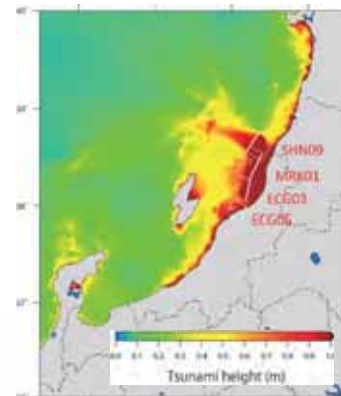
- 解析対象領域: 27秒メッシュ領域(A001)及び9秒メッシュ領域(B001~B010、但しB006を除く)。

15

### 連動モデル(SHN09+MRK01+ECG03+ECG05)による沿岸津波高分布

断層名	走向	傾斜	断層長さ	断層幅	すべり角	合計断層長さ (km)	Mw	すべり量 (m)
	(度)	(度)	(km)	(km)	(度)			
SHN09+M	33	40	25.1	26.0	95	100.2	7.5	2.95
RK01+EC	206	45	34.3	23.6	103			3.29
G03+ECG	192	45	23.9	23.9	93			2.76
05	203	45	16.8	23.9	91			2.32

※ すべり量は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシビ」)」(ア)の方法に準拠して算出



16



# 9秒メッシュ計算における市区町村毎の最大津波高(レシピ(ア))

(青森県～新潟県を抜粋)

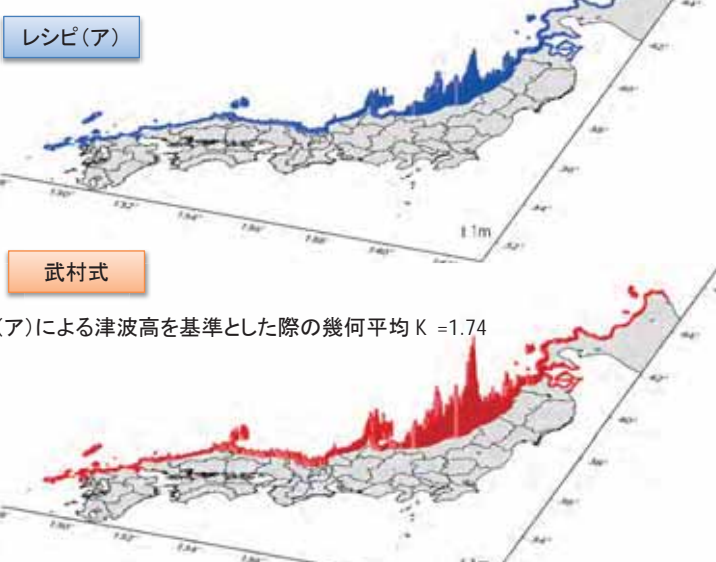
地域/断層	MMP01	MMP02	MMP03	MMP04	MMP05	MMP06	OS10	OS11	MMS01	MMS02	MMS03	MMS04	MMS05	MMS06	NTG01	NTG02	NTG03	NTG04	NTG05	NTG06	NTG07	TGR01	MGMO1
三沢市	0.05	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.03	0.05	0.06	0.01	0.05	0.04	0.03
上北郡六ヶ所村	0.06	0.03	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.04	0.10	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.06	0.04	0.04	0.08	0.06	0.01	0.04	0.04	0.04
下北郡東通村	0.16	0.09	0.03	0.11	0.03	0.05	0.16	0.18	0.27	0.08	0.06	0.06	0.04	0.09	0.17	0.12	0.13	0.17	0.21	0.05	0.16	0.11	0.15
むつ市	0.23	0.16	0.10	0.23	0.10	0.15	0.26	0.39	0.66	0.21	0.15	0.13	0.07	0.16	0.35	0.34	0.28	0.38	0.53	0.08	0.36	0.18	0.21
下北郡奥平村	0.23	0.15	0.07	0.17	0.06	0.09	0.24	0.21	0.37	0.14	0.09	0.13	0.06	0.18	0.30	0.15	0.20	0.28	0.32	0.09	0.19	0.14	0.21
下北郡大間町	0.42	0.24	0.13	0.33	0.10	0.15	0.44	0.24	0.82	0.20	0.20	0.17	0.08	0.24	0.43	0.30	0.32	0.43	0.50	0.10	0.38	0.27	0.43
下北郡佐井町	0.44	0.23	0.13	0.38	0.12	0.17	0.45	0.33	0.85	0.30	0.25	0.21	0.10	0.25	0.44	0.22	0.30	0.47	0.54	0.12	0.32	0.24	0.30
上北郡横浜町	0.09	0.06	0.03	0.08	0.03	0.04	0.09	0.17	0.22	0.06	0.04	0.05	0.02	0.06	0.16	0.18	0.11	0.26	0.18	0.03	0.18	0.11	0.13
上北郡野辺地町	0.11	0.06	0.02	0.07	0.03	0.05	0.10	0.17	0.19	0.05	0.04	0.04	0.02	0.06	0.12	0.14	0.10	0.16	0.15	0.03	0.17	0.11	0.10
青森県	0.32	0.17	0.09	0.21	0.06	0.12	0.27	0.28	0.53	0.21	0.13	0.13	0.06	0.17	0.30	0.27	0.27	0.40	0.44	0.11	0.37	0.30	0.24
青森市	0.24	0.15	0.09	0.23	0.09	0.12	0.25	0.24	0.52	0.17	0.14	0.13	0.06	0.20	0.35	0.23	0.22	0.41	0.40	0.07	0.30	0.24	0.26
東津軽郡蓬田村	0.22	0.13	0.08	0.22	0.08	0.14	0.23	0.22	0.62	0.19	0.14	0.12	0.07	0.19	0.31	0.18	0.21	0.43	0.38	0.09	0.30	0.18	0.25
東津軽郡外ヶ浜町	0.67	0.45	0.21	0.61	0.20	0.28	0.69	0.54	1.93	0.33	0.38	0.44	0.16	0.45	1.24	0.48	0.63	1.03	1.88	0.19	0.69	0.35	0.88
東津軽郡今別町	0.63	0.45	0.20	0.74	0.23	0.34	0.65	0.57	1.55	0.42	0.33	0.34	0.19	0.39	0.81	0.56	0.69	0.97	1.31	0.23	0.60	0.38	0.54
北津軽郡中泊町	2.07	1.12	0.70	2.36	0.73	1.22	1.57	1.83	6.08	1.38	1.50	1.41	0.70	1.02	3.55	2.52	1.51	1.46	4.99	0.42	4.14	1.01	1.51
五所川原市	0.83	0.53	0.24	0.91	0.22	0.42	0.61	0.54	2.30	0.49	0.44	0.41	0.23	0.53	1.70	0.76	1.10	1.65	2.35	0.26	1.17	1.03	1.16
つがる市	0.84	0.52	0.33	1.02	0.23	0.36	0.69	0.62	1.73	0.70	0.69	0.49	0.19	0.59	1.82	0.85	1.33	1.32	3.11	0.38	1.10	1.60	0.97
西津軽郡鰺ヶ沢町	0.81	0.59	0.33	1.39	0.32	0.50	0.70	0.65	1.81	1.15	1.16	0.47	0.27	0.68	2.18	1.06	2.20	1.53	4.46	0.35	1.20	1.38	0.98
西津軽郡深浦町	1.07	0.67	0.45	2.03	0.54	0.71	0.80	0.56	2.80	1.72	1.26	0.88	0.53	1.06	1.81	0.90	4.37	2.73	4.98	1.70	1.32	1.96	2.08
山本郡八峰町	0.47	0.30	0.39	1.77	0.52	0.95	0.37	0.21	1.37	0.42	0.28	0.85	0.57	2.05	0.48	0.28	1.22	0.99	0.85	0.69	0.35	0.33	3.16
能代市	0.74	0.41	0.37	1.71	0.46	0.79	0.75	0.46	1.74	0.54	0.43	0.88	0.47	1.58	0.82	0.60	2.21	1.80	1.57	0.65	1.11	0.75	3.11
山本郡三陸町	0.34	0.23	0.22	1.01	0.28	0.60	0.28	0.18	0.82	0.33	0.27	0.52	0.35	1.53	0.42	0.20	1.14	0.69	0.68	0.53	0.38	0.31	2.76
男鹿市	0.54	0.39	0.35	1.44	0.50	0.88	0.39	0.22	1.04	0.46	0.35	0.80	0.54	1.78	0.50	0.25	1.55	0.86	1.04	0.76	0.38	0.33	2.68
潟上市	0.23	0.14	0.12	0.44	0.19	0.40	0.19	0.12	0.49	0.14	0.12	0.23	0.19	0.95	0.26	0.11	0.76	0.41	0.40	0.18	0.25	0.13	1.05
秋田市	0.33	0.20	0.20	0.66	0.23	0.58	0.37	0.19	0.74	0.21	0.20	0.34	0.22	1.21	0.33	0.24	0.92	0.66	0.52	0.28	0.31	0.32	2.31
由利本荘市	0.23	0.15	0.15	0.37	0.19	0.32	0.21	0.12	0.58	0.21	0.16	0.28	0.16	0.66	0.25	0.11	0.60	0.40	0.46	0.17	0.23	0.19	0.94
にかほ市	0.28	0.16	0.14	0.38	0.19	0.31	0.21	0.10	0.59	0.14	0.11	0.30	0.15	0.62	0.29	0.12	0.56	0.44	0.38	0.18	0.19	0.15	0.79
飽海郡遊佐町	0.25	0.14	0.15	0.40	0.20	0.37	0.20	0.10	0.55	0.14	0.11	0.20	0.16	0.69	0.26	0.13	0.50	0.34	0.47	0.16	0.17	0.12	0.84
山形県	0.39	0.26	0.21	0.43	0.33	0.41	0.43	0.12	0.82	0.21	0.13	0.38	0.18	0.93	0.43	0.21	0.62	0.38	0.45	0.23	0.27	0.19	1.12
鶴岡市	0.34	0.17	0.24	0.47	0.27	0.42	0.30	0.15	0.70	0.19	0.14	0.34	0.16	0.75	0.29	0.12	0.55	0.32	0.44	0.19	0.18	0.13	0.73
村上市	0.34	0.20	0.25	0.41	0.30	0.36	0.23	0.11	0.65	0.17	0.12	0.26	0.16	0.61	0.25	0.12	0.47	0.39	0.45	0.17	0.20	0.15	0.75
岩手県	0.43	0.23	0.31	0.62	0.45	0.50	0.18	0.07	0.62	0.14	0.11	0.28	0.20	0.86	0.27	0.09	0.39	0.22	0.37	0.14	0.11	0.09	0.85
岩手市	0.26	0.13	0.12	0.38	0.19	0.24	0.21	0.12	0.64	0.14	0.11	0.22	0.11	0.44	0.24	0.13	0.47	0.36	0.37	0.13	0.16	0.14	0.83
新巻田市	0.22	0.13	0.12	0.35	0.16	0.24	0.16	0.07	0.54	0.12	0.11	0.17	0.11	0.52	0.23	0.09	0.46	0.37	0.37	0.16	0.13	0.13	0.70
北津原郡聖籠町	0.35	0.16	0.13	0.35	0.18	0.27	0.27	0.07	0.70	0.15	0.10	0.21	0.13	0.51	0.23	0.10	0.42	0.34	0.40	0.14	0.15	0.13	0.65
新潟市北区	0.27	0.13	0.12	0.29	0.14	0.22	0.20	0.09	0.50	0.11	0.10	0.16	0.11	0.42	0.24	0.09	0.42	0.35	0.39	0.15	0.17	0.11	0.62
新潟市東区	0.25	0.18	0.13	0.32	0.13	0.25	0.18	0.09	0.46	0.16	0.09	0.20	0.12	0.42	0.19	0.09	0.35	0.30	0.36	0.12	0.13	0.11	0.63
新潟市中央区	0.24	0.13	0.13	0.27	0.15	0.19	0.17	0.07	0.48	0.11	0.09	0.15	0.10	0.41	0.20	0.12	0.38	0.22	0.32	0.12	0.14	0.11	0.53
新潟市西区	0.23	0.14	0.12	0.31	0.15	0.20	0.14	0.09	0.46	0.11	0.09	0.15	0.09	0.35	0.24	0.10	0.44	0.31	0.31	0.10	0.15	0.14	0.51
新潟市西蒲区	0.23	0.15	0.12	0.25	0.16	0.20	0.15	0.06	0.40	0.11	0.08	0.13	0.10	0.33	0.15	0.09	0.34	0.22	0.24	0.09	0.12	0.10	0.52
上越市	0.21	0.12	0.09	0.25	0.13	0.18	0.12	0.06	0.43	0.10	0.06	0.13	0.09	0.32	0.15	0.08	0.27	0.19	0.23	0.08	0.12	0.07	0.39
佐渡市	0.51	0.29	0.31	0.62	0.32	0.47	0.30	0.16	1.11	0.25	0.19	0.56	0.28	1.07	0.35	0.16	1.07	0.60	0.68	0.40	0.27	0.25	1.68
三島郡出雲崎町	0.21	0.11	0.10	0.29	0.13	0.18	0.11	0.05	0.45	0.08	0.06	0.12	0.07	0.33	0.14	0.06	0.26	0.20	0.32	0.08	0.10	0.07	0.36
柏崎市	0.24	0.12	0.11	0.23	0.13	0.18	0.12	0.07	0.41	0.09	0.06	0.17	0.10	0.31	0.13	0.08	0.34	0.30	0.25	0.11	0.15	0.10	0.44
新潟市	0.32	0.16	0.14	0.37	0.14	0.25	0.20	0.08	0.62	0.15	0.11	0.20	0.12	0.48	0.23	0.12	0.42	0.45	0.40	0.11	0.19	0.13	0.71
糸魚川市	0.24	0.14	0.09	0.27	0.10	0.16	0.14	0.05	0.47	0.08	0.06	0.16	0.08	0.40	0.14	0.05	0.29	0.17	0.30	0.11	0.10	0.09	0.44

それぞれの断層モデルによる北海道から長崎県に至る市区町村毎の最大津波高を整理した

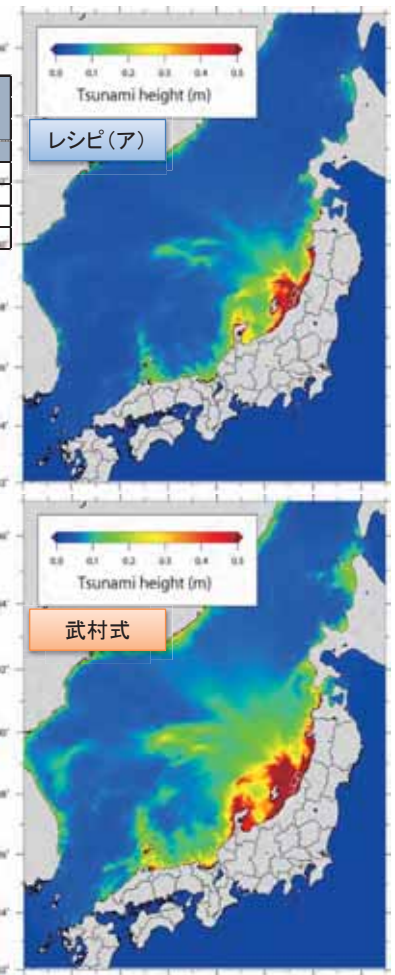
## スケーリング則による最大津波高の相違

断層名	走向	傾斜	断層長さ	断層幅	すべり角	合計断層長さ (km)	Mw	すべり量 (m)	すべり量 武村式 (m)
	(度)	(度)	(km)	(km)	(度)				
SHN09	33	40	25.1	26.0	95	100.2	7.5	2.95	4.62
MRK01	206	45	34.3	23.6	103			3.29	6.97
ECG03	192	45	23.9	23.9	93			2.76	4.80
ECG05	203	45	16.8	23.9	91			2.32	3.38

連動モデル (SHN09+MRK01+ECG03+ECG05)

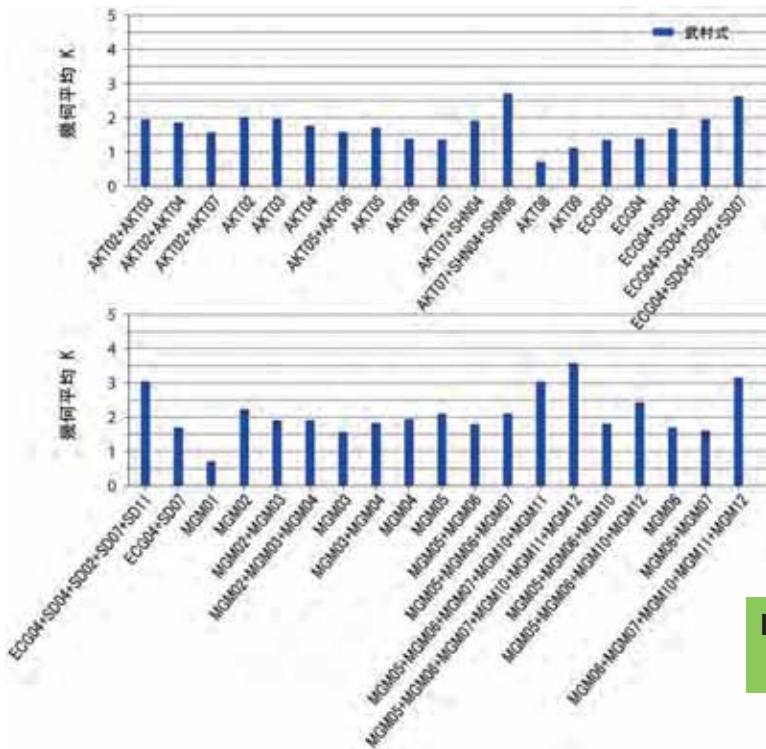


断層すべり量の算定に用いるスケーリング則による津波高分布の相違について検討

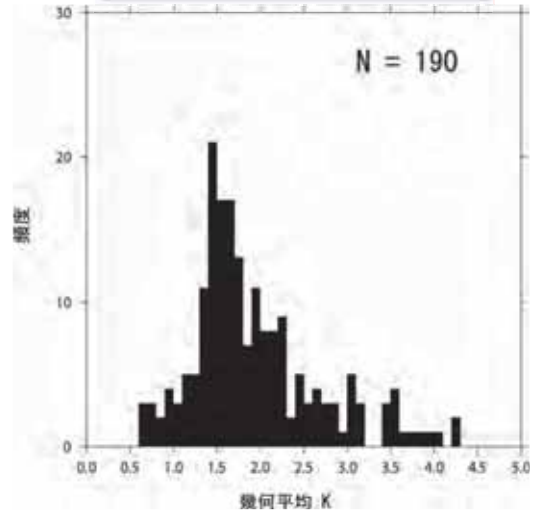


レシピ(ア)による津波高を基準とした際の幾何平均 K = 1.74

# スケーリング則による津波高依存性



相田の幾何平均Kのヒストグラム



武村式による津波高はレシピ(A)に比べて 0.70 ~ 4.3倍(幾何平均)大きい

相田の幾何平均K (相田, 1977)

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

n: 地点数

$$K_i = \frac{H_i}{R_i}$$

R<sub>i</sub>: i番目の地点でのレシピ(A)による津波高  
H<sub>i</sub>: i番目の地点での武村式による津波高

19

## ④ 実測された津波遡上高と9秒メッシュを用いたシミュレーション結果との比較

1833年天保庄内沖地震

断層モデル	K	κ
Aida 1989	1.16	1.38
Imai 2015 case1	1.36	1.59
Imai 2015 case2	1.32	1.44
AKT07+SHN04+SHN06	3.02	1.33
MGM05+MGM06+MGM07+MGM10+MGM11+MGM12	2.6	1.29
MGM06+MGM07+MGM10+MGM12	2.92	1.37
MGM06+MGM10+MGM12	3.18	1.37
MGM08	10.79	1.38
MGM08+MGM09	3.37	1.56
MGM09	4.92	1.58
MGM09+MRK05+MRK06	2.19	1.61
MGM10+MGM12	3.52	1.4
MGM11+MGM12	3.55	1.46
MRK03+ECG04	3.48	1.96
MRK05+MRK06	2.73	1.64
SHN06	7.04	1.55
SHN06+MRK05+MRK06	2.72	1.63
SHN07	5.64	1.33
SHN07+MGM13	3.72	1.62
SHN08+MRK03	3.75	1.41
SHN08+MRK03+ECG04	2.84	1.66
SHN09+MRK01+ECG03	3.57	2.15

1964年新潟地震

断層モデル	K	κ
Abe 1975	0.75	1.58
Satake Abe 1983	0.80	1.54
MRK01+ECG03	1.46	1.63
MRK01+ECG03+ECG05	1.13	1.66
SHN08+MRK03	1.54	1.57
SHN08+MRK03+ECG04	0.96	1.80
SHN09+MRK01	1.39	1.62
SHN09+MRK01+ECG03	1.02	1.52
SHN09+MRK01+ECG03+ECG05	0.99	1.52

1983年日本海中部地震

断層モデル	K	κ
Aida 1984	1.13	1.63
Satake 1989	1.98	1.63
MMS01+MMS02+MMS03+MMS04	2.30	2.12
MMS01+MMS02+MMS03+MMS04+MGM01	1.66	1.72
MMS01+MMS02+MMS03+MMS04+MGM01+NTG05	1.53	1.73
MMS01+MMS02+MMS03+MMS04+MGM01+NTG05+NTG06	1.50	1.76
MMS01+MMS02+MMS03+NTG05+NTG06	2.01	2.26
MMS01+MMS02+NTG05+NTG06	2.23	2.30
MMS01+MMS04+MGM01	1.95	1.67
MMS01+MMS04+NTG05+NTG06	2.25	2.13

※ すべり量は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(A)の方法に準拠して算出

## ④ 実測された津波遡上高と9秒メッシュを用いたシミュレーション結果との比較(1964年新潟地震)

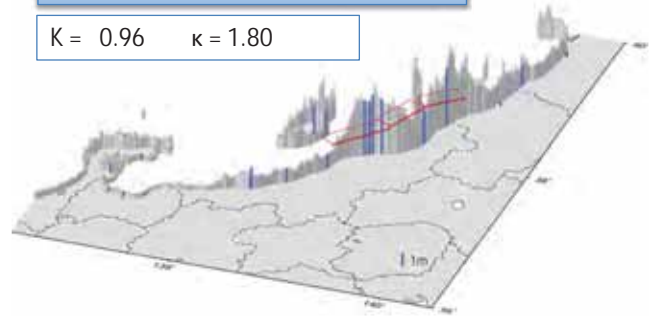
1964年新潟地震に対する痕跡高

赤: 痕跡高 青: 痕跡高と比較される計算値

東北大学(災害科学国際研究所津波工学研究分野)および原子力安全基盤機構(現 原子力規制庁)による津波痕跡データベースを使用

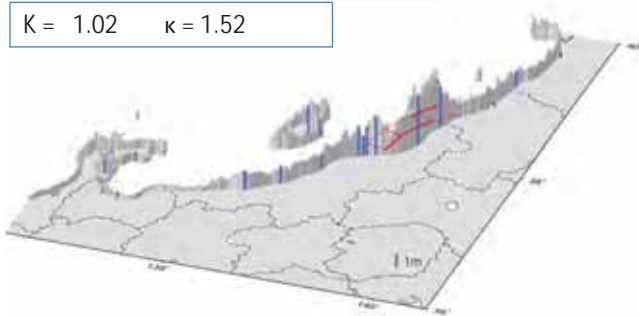
SHN08+MRK03+ECG04 (Mw=7.6)

K = 0.96  $\kappa$  = 1.80



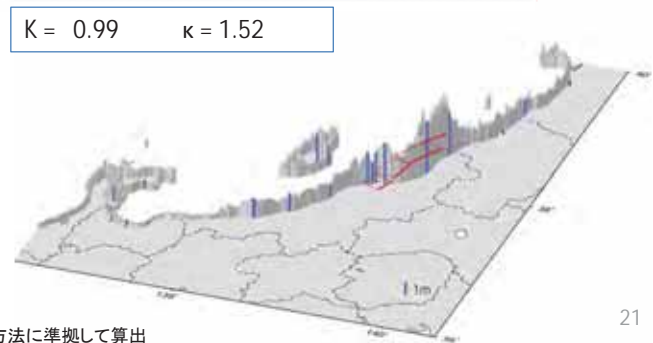
SHN09+MRK01+ECG03 (Mw=7.5)

K = 1.02  $\kappa$  = 1.52



SHN09+MRK01+ECG03+ECG05 (Mw=7.5)

K = 0.99  $\kappa$  = 1.52

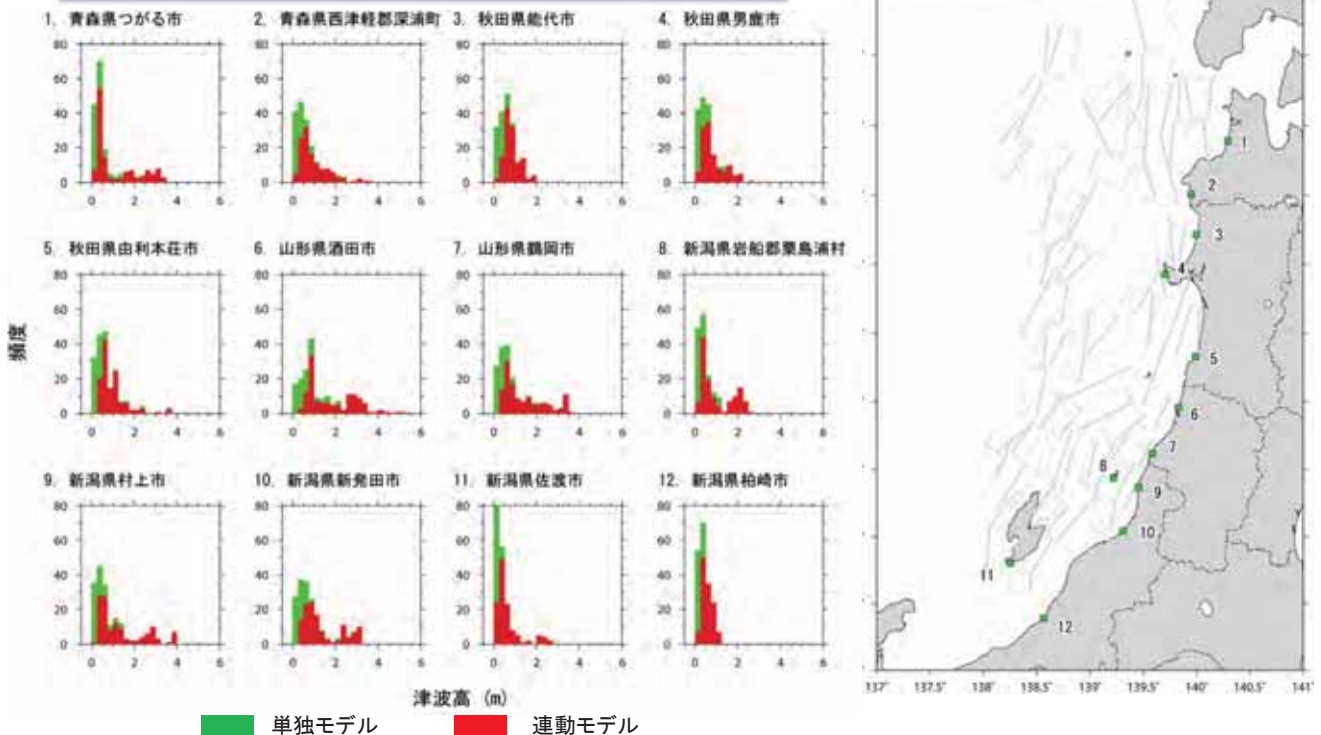


※ すべり量は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(ア)の方法に準拠して算出

21

## ⑤ 沿岸地点における最大津波高の整理

東北沖の波源断層モデルによる沿岸津波高の頻度分布



※ すべり量の算出は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(ア)の方法に準拠

※ より詳細な津波高の確率論的予測のためには、それぞれの断層における地震の平均再来間隔ならびに最新の活動時期といった情報が必要

22

## ⑥ 3秒メッシュを用いた詳細解析

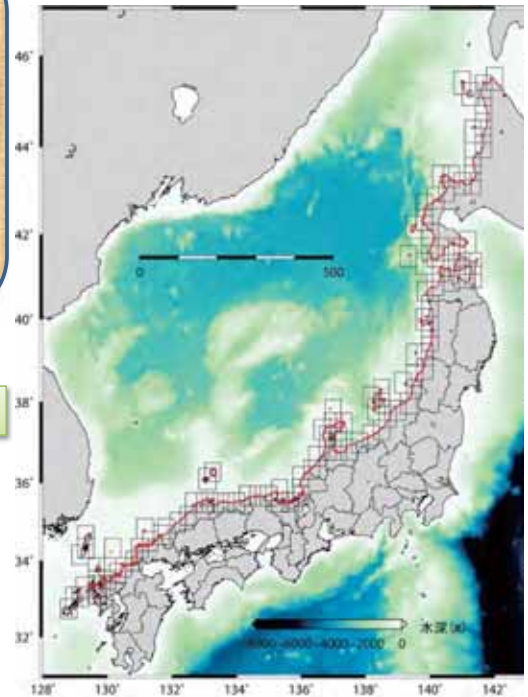
- ① 9秒メッシュを用いた概略津波伝播結果を踏まえて、3秒メッシュの地形モデルを用いて、陸域への遡上を考慮した詳細津波伝播解析を実施した
- ② 波源断層モデルについては、9秒メッシュを用いた概略津波伝播解析結果から浸水する可能性が特に考えられる波源断層モデルを選定した



合計195ケースについて3秒メッシュを用いた詳細解析を実施

項目	設定値
空間格子間隔	3秒
時間格子間隔	0.25秒
基礎方程式	非線形長波式
境界条件	陸域遡上を考慮する
初期条件	Okada (1985)の方法を用いて設定
海底摩擦係数	Manningの粗度係数 $n=0.025\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ (後藤・佐藤(1993)、土木学会(2002))
構造物条件	大規模な防潮堤を設定
現象再現時間	地震発生後5時間

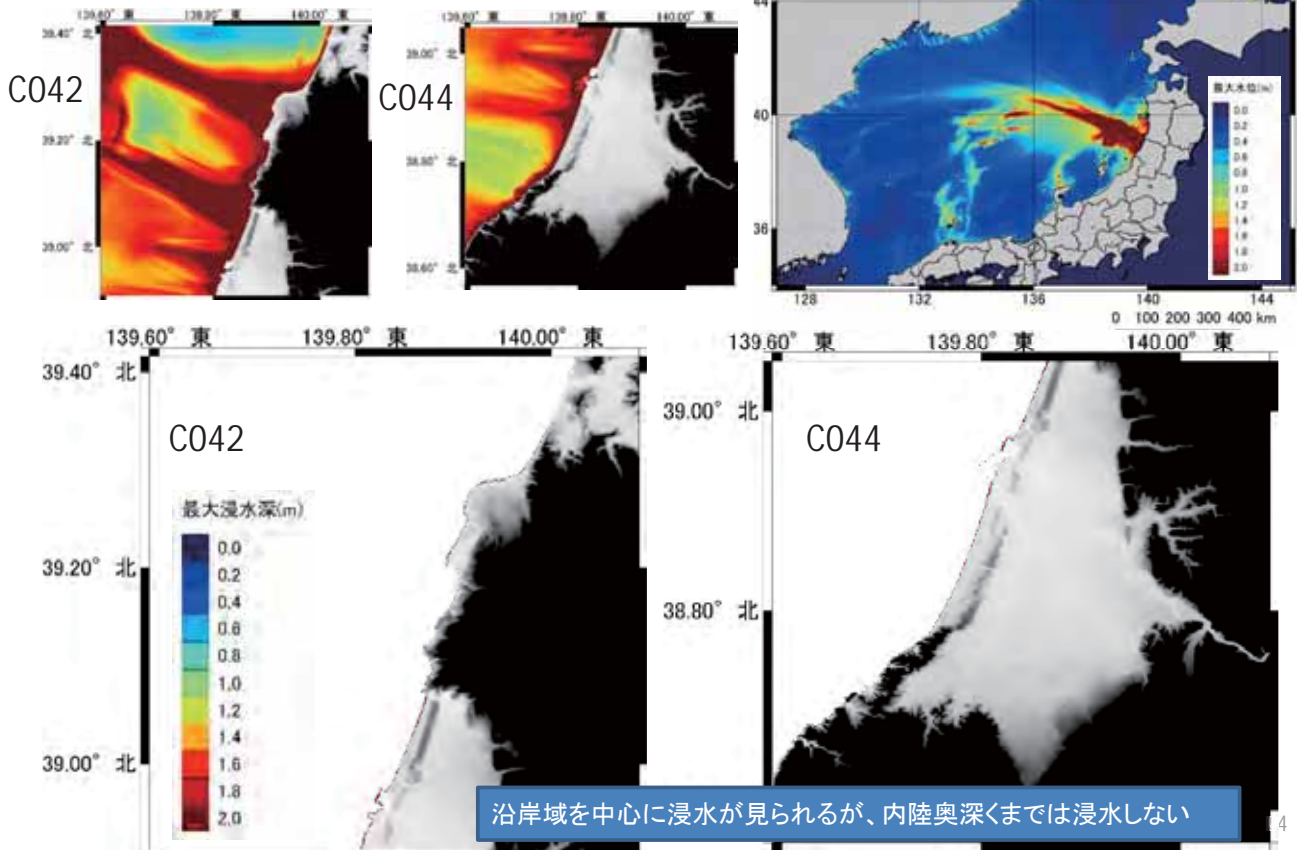
3秒メッシュ解析領域



23

## 最大浸水深の分布

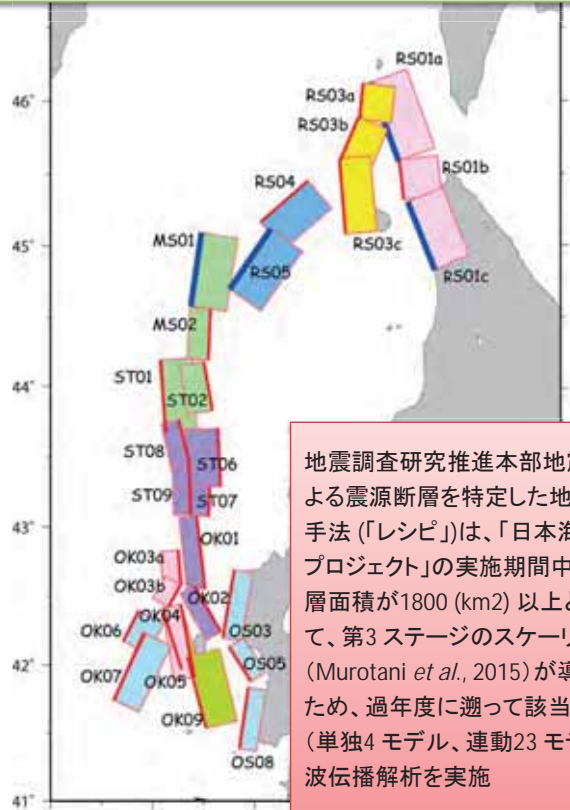
連動モデル(MGM05+MGM06+MGM07+MGM10+MGM11+MGM12)



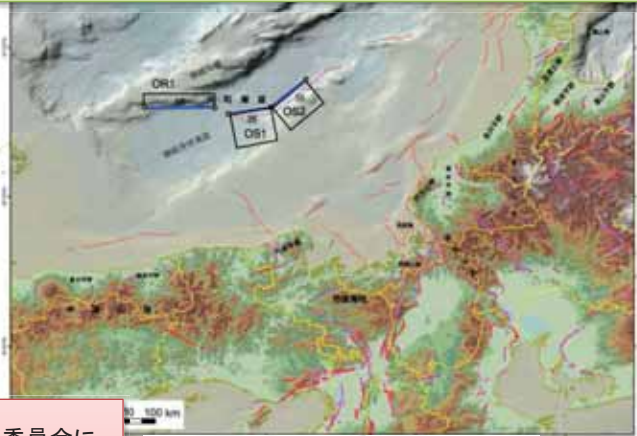
4

# 波源断層モデル(追加計算)

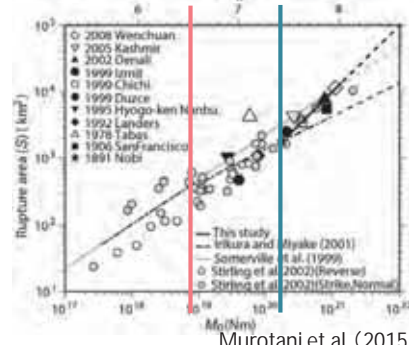
第3ステージのスケージング則に該当する断層モデル



サブサブテーマ2.5.1「断層モデルの構築」によって得られた若狭湾はるか沖に分布する海底活断層・沿岸伏在断層



地震調査研究推進本部地震調査委員会による震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)は、「日本海地震・津波調査プロジェクト」の実施期間中に改訂され、断層面積が1800 (km<sup>2</sup>) 以上となる断層に対して、第3ステージのスケージング則(Murotani *et al.*, 2015)が導入された。そのため、過年度に遡って該当する断層モデル(単独4モデル、連動23モデル)を対象に津波伝播解析を実施



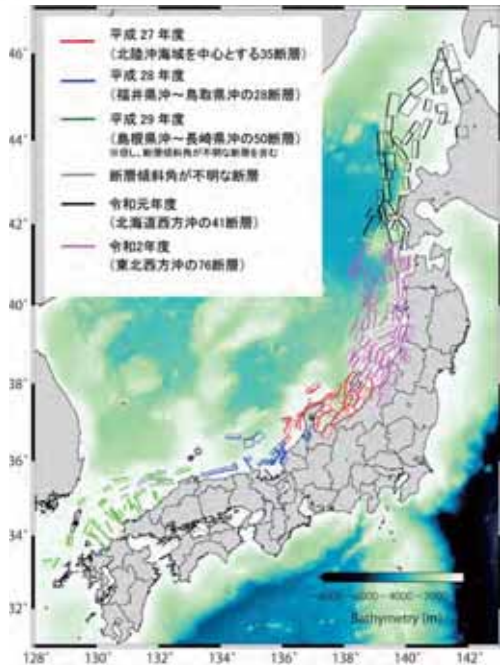
Murotani et al. (2015, PAGEOPH)

## 8カ年の成果概要

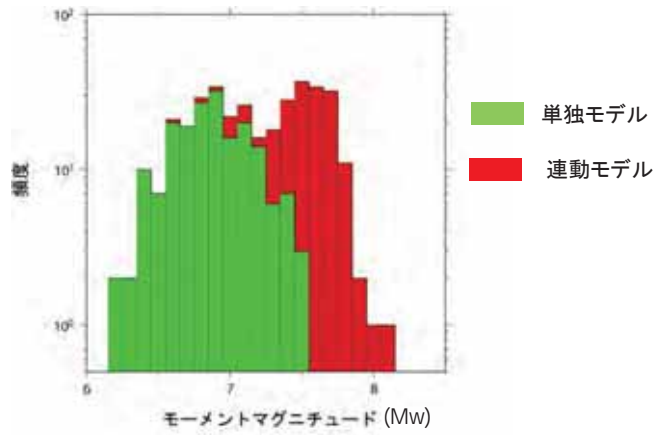
- ✓ 日本海PJにより得られた断層モデルから、日本海沿岸における津波シミュレーションを実施し、沿岸での津波予測を行った。
- ✓ 個々の断層モデルに基づく確定論的シナリオモデルの他に、各地に影響を及ぼす可能性のある断層からのシナリオを組み合わせた確率論的津波予測を行った。

北海道西方沖(令和元年度)	単独41モデル: 連動27モデル
東北西方沖(青森県~新潟県北部沖)(令和2年度)	単独67モデル: 連動123モデル
新潟県南部~石川県沖(平成27年度)	単独35モデル: 連動12モデル
福井県~鳥取県沖(平成28年度・令和2年度)	単独11モデル: 連動9モデル
鳥根県~長崎県沖(平成29年度)	単独31モデル: 連動6モデル

計 単独185モデル: 連動177モデルの362モデルに対してシナリオ型津波シミュレーションを実施



断層モデルの規模別頻度分布



※ Mwの算出は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」(ア)の方法に準拠