6　検討波源モデルの津波評価の詳細

6-1　検討波源モデルのパラメータ

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

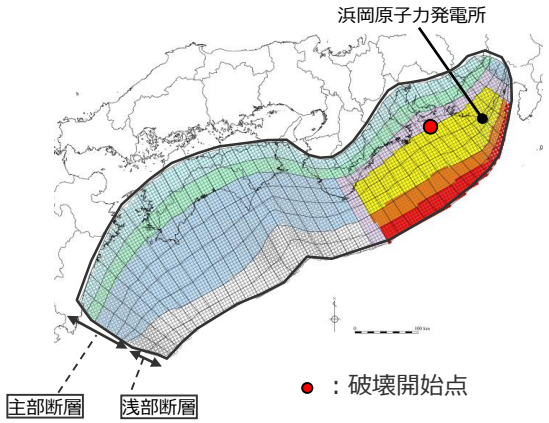
検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定
（パラメータの設定方法）

第1020回資料2-2
p.320再掲

■ 検討波源モデルA･Bの設定フローを以下に示す。
■ 検討波源モデルA･Bは、南海トラフおよび国内外の最新の科学的知見について調査し、保守的に東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえてパラメータを設定した。すべり量分布には、内閣府(2012)によるMw9クラスの地震のすべり量分布の特性化方法（特性化されたすべり量と面積割合の設定方法）を適用した。



波源モデル（検討波源モデルＡの例）

- 津波断層域
- 超大すべり域(4D)
- 中間大すべり域(3D)
- 大すべり域(2D)
- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域
  （すべり量が0(ゼロ)の領域）

（D：主部断層の平均すべり量）

設定フロー	設定方法
(1)津波断層域の設定	・既往地震に基づく面積（約8万km²）を拡大して南海トラフの波源の広がりを最大限考慮し設定。 （津波断層域の面積S：約14万km² そのうち、深さ10km以深の主部断層：約10万km² 深さ10km以浅の浅部断層：約4万km²）
(2)特性化したすべり量分布の設定	
(2)-1大すべり域等の設定	・大すべり域(2D)：東海地域の過去地震で大きくすべった領域を踏まえて、津波断層域の約20%とし、基準位置として東海地域に1箇所設定。 ・中間大すべり域(3D)：津波断層域全体の約10%とし、超大すべり域と大すべり域の間の領域に設定。 ・超大すべり域(4D)：津波断層域全体の約5%とし、大すべり域の中のトラフ沿いの領域に設定。 （超大すべり域等(3D・４D)は深さ10km以浅の浅部断層の領域に設定） ・大すべり域と背景領域の境界部等に遷移領域を設定する。 （検討波源モデルBについては、断層破壊が分岐断層またはプレート境界面浅部のいずれかに伝播するものとして設定。分岐断層には平均すべり量の2倍のすべり量を設定。）
(2)-2各領域のすべり量の設定	
(3)モーメントマグニチュードMwの算定	・平均すべり量：平均すべり量と主部断層の全面積のスケーリング則に基づき、平均応力降下量⊿σを3MPa、剛性率μを4.1×10^{10}N/m²として設定。 ・大すべり域(2D)：平均すべり量の２倍のすべり量を設定。 ・中間大すべり域(3D)：平均すべり量の３倍のすべり量を設定。 ・超大すべり域(4D)：平均すべり量の４倍のすべり量を設定。 ・南海トラフの調査に基づきフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮し、各小断層のすべり量を沈み込み速度に比例するよう設定。 ・浅部断層の浅い背景領域にはすべり量を設定しない。
(4)動的パラメータの設定	
(4)-1 破壊開始点の設定	・MwとM$_0$の関係式に基づき算定。
(4)-2 破壊伝播速度の設定	・東海地域の大すべり域の下端中央付近に設定。
(4)-3 ライズタイムの設定	・南海トラフの調査に基づき2.0km/sと設定。
終了	・国内外の巨大地震を踏まえ150sと設定。

・遷移領域：両隣の領域の中間的なすべり量を持つ領域
・大すべり域の面積には、超大すべり域、中間大すべり域の面積を含む。
・中間大すべり域の面積には、超大すべり域の面積を含む。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

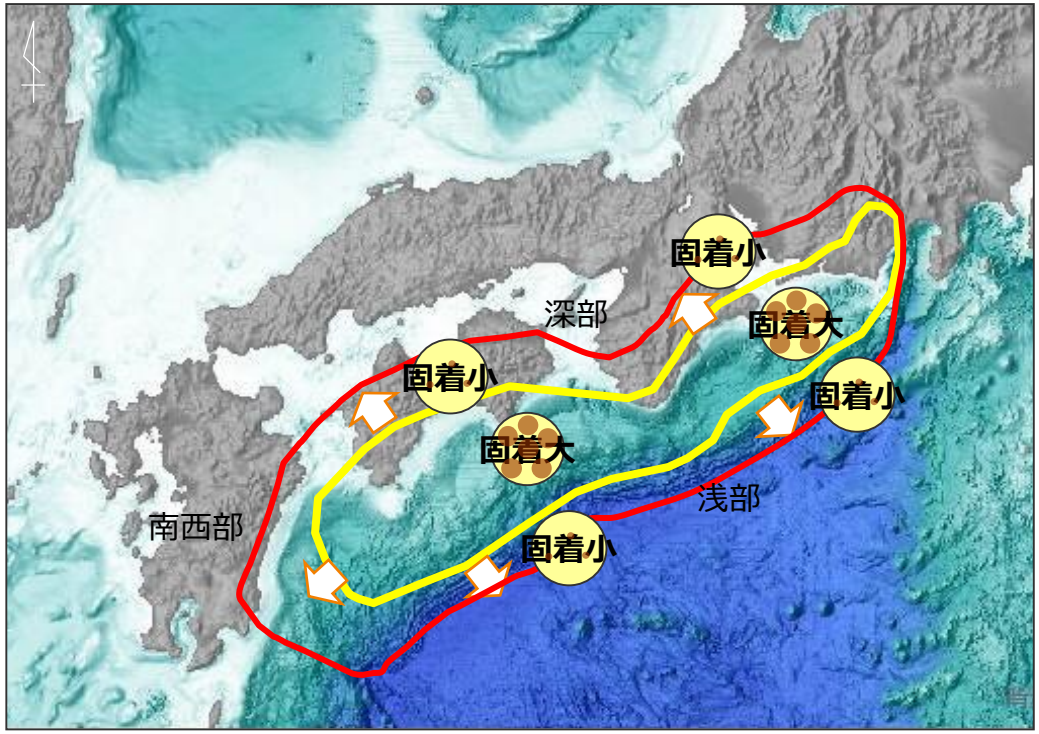
検討波源モデルA・Bの設定

（1）津波断層域の設定

第920回資料1-2
p.264再掲

■検討波源モデルの津波断層域については、内閣府(2012)、地震調査委員会(2013)および東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえ、スケーリングの観点から津波断層域の広がりを最大限考慮することとし、内閣府(2012) 、地震調査委員会(2013)と同じ津波断層域を設定した。

・津波断層域の設定の詳細については、6-３国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見の収集・分析を参照
・津波断層域の各小断層には、内閣府(2012)による約5kmメッシュの小断層を用いた。



検討波源モデルの津波断層域（赤）と
既往地震に基づく中央防災会議(2003)の津波断層域（黄）の関係

検討波源モデルと既往地震の津波断層域

		検討波源モデルの津波断層域		既往津波の津波断層域
津波断層域	浅部	トラフ軸までの領域(深さ0km)	⇦	深さ約10kmの領域
	深部	深部低周波地震が発生している領域(～深さ40km)	⇦	深さ約30kmの領域
	南西側	九州－パラオ海嶺の北側付近でフィリピン海プレートが厚くなる領域	⇦	宮崎県北部沖の日向灘の領域

津波断層域の面積

領域	地震調査委員会(2013)	(参考)中央防災会議(2003)(既往地震から推定)
主部断層	109,725 km^2	約80,000km^2 ※
浅部断層	34,655 km^2	―
津波断層域（合計）	**144,379 km^2**	約80,000km^2 ※

※想定東海地震・東南海地震・南海地震の断層面上の面積

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

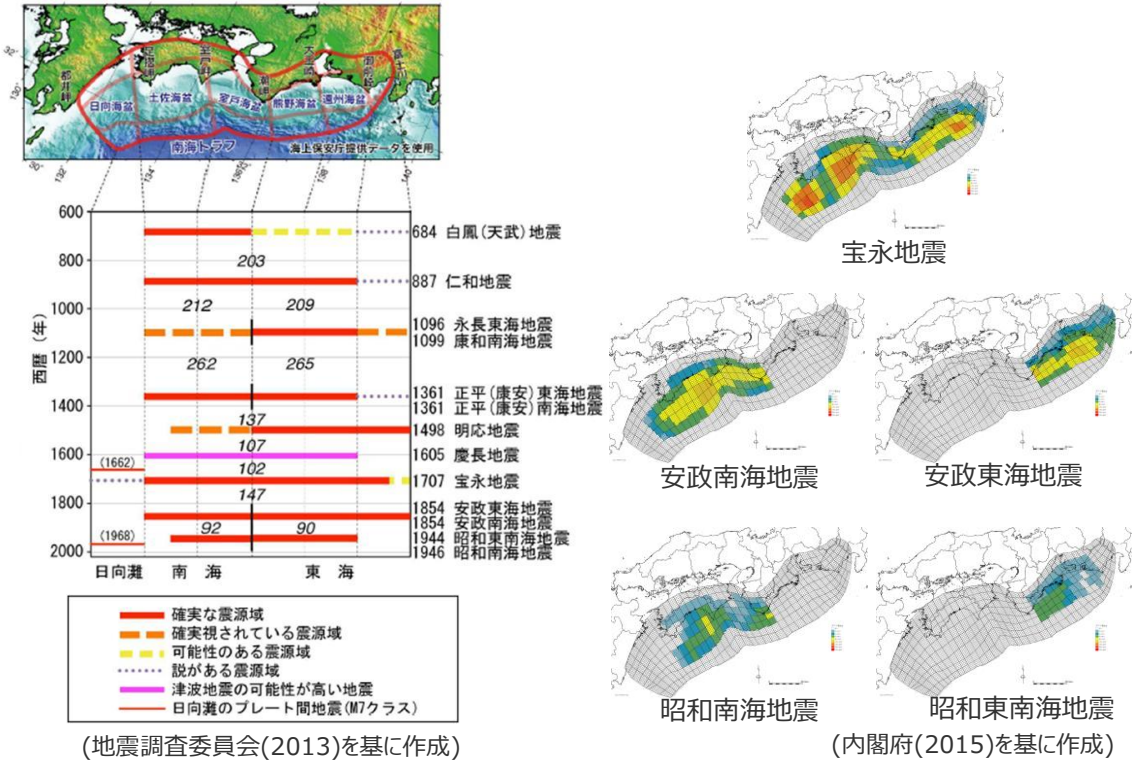
検討波源モデルA・Bの設定

（1）津波断層域の設定

第615回資料1-1
p.35再掲

■地震調査委員会(2013)によると、歴史記録及び津波堆積物調査等に基づく南海トラフの既往地震は、その震源域の広がり方に多様性があるとしている。
一方で、歴史記録及び津波堆積物調査等から発生の証拠は認められないものの、南海トラフの既往地震の津波断層域を包絡する最大クラスの津波断層域を想定し、この領域全体が破壊する地震の規模をMw9クラスと推定している。
■内閣府(2012)は、南海トラフの西側モデルと東側モデルが、時間差を持って発生した場合の津波高について検討し、スケーリングの観点から同時発生の場合の津波高の方が南海トラフ全域において上回ると分析している。

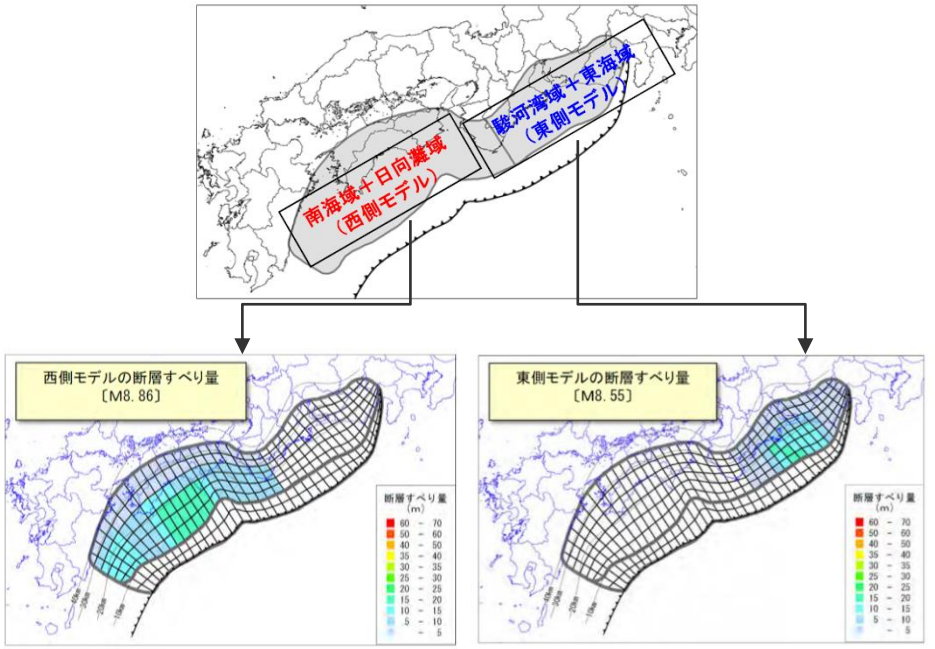
■検討波源モデルの設定においては、スケーリングの観点から既往津波の津波断層域を包絡する最大クラスの津波断層域を考慮することにより、津波断層域の広がり方の影響を保守的に評価することとした。



(地震調査委員会(2013)を基に作成)

(内閣府(2015)を基に作成)

既往地震の津波断層域と発生履歴



（西側モデル）　（東側モデル）

時間差発生モデル（内閣府(2012)）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-1　大すべり域等の設定

第717回資料1-2
p.145再掲

■ 内閣府(2012)は、東北沖地震やMw9クラスの既往地震の事例を踏まえて、大きなすべり領域の面積比を示している。
また、東北沖地震の津波のインバージョンモデルの大すべり域（平均すべり量の２倍）および超大すべり域（平均すべり量の４倍）の面積比を調査した結果、大きなすべり領域の面積比は、それぞれ約20%、約5%となっている。

■内閣府(2012)の超大すべり域、大すべり域の設定も踏まえ、大すべり域を津波断層域面積の20%（深さ約20kmより浅い側）、超大すべり域を大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域（津波断層域面積の約５%）に設定した。

東北沖地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

参考文献	M	大きなすべり領域（平均×1.5倍以上）		大きなすべり領域（平均×2倍以上）	
		割合(%)	個数	割合(%)	個数
①Fujii et al.（2011）	9.0	23	1	18	1
②今村ほか(2011)		20	2	20	2
③内閣府検討モデル（参考資料）		25	2	17	2
④津波高＋地殻変動を合わせたインバージョン結果		26	1	15	1
平均	－	**24%**	**1.5個**	**18%**	**1.5個**

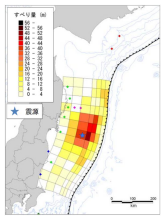
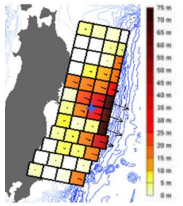
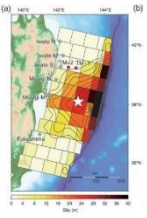
Mw9以上既往地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

地震名・参考文献	M※	大きなすべり領域（平均×1.5倍以上）		大きなすべり領域（平均×2倍以上）	
		割合(%)	個数	割合(%)	個数
1960年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中)	9.5	30	3	19	2
1964年アラスカ地震 Johnson and Satake(1996)	9.2	30	2	25	1
2004年スマトラ島沖地震 Fujii and Satake(2007)	9.1	18	1	18	1
1952年カムチャツカ地震 Johnson and Satake(1999)	9.0	33	2	25	3
2010年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中)	8.8	22	3	11	2
平均	－	**27%**	**2.2個**	**20%**	**1.8個**

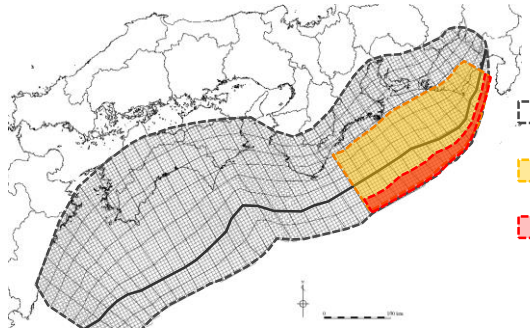
※マグニチュードはUSGSによる

東北沖地震・Mw9以上の既往地震の津波断層モデルにおける大きなすべり域の割合（内閣府(2012)）

東北沖地震の津波インバージョンモデルの大きなすべり領域の面積比※

津波インバージョンモデル		内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)	平均
D：平均すべり量					－
地震規模（Mw）		9.0	9.1	9.0	9.0
大きなすべり領域	4D以上の面積割合	**4%**	**6%**	**2%**	**4%**
	2D以上の面積割合	**17%**	**12%**	**18%**	**16%**

※各インバージョンモデルの小断層の面積、すべり量から算出



津波断層域 ➡ 144,379km^2

大すべり域(2D) ➡ 津波断層域面積の約20%

超大すべり域(4D) ➡ 大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域（津波断層域面積の約５%）

大すべり域、超大すべり域の設定（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデルの例）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-1　検討波源モデルのパラメータ

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-2　各領域のすべり量の設定（平均応力降下量）

■内閣府(2012)は、巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量の平均値が1.2MPa、平均値に標準偏差を加えた値が2.2MPaであること等を分析した上で、主部断層（震源断層）の平均応力降下量を３.0MPaと設定している。

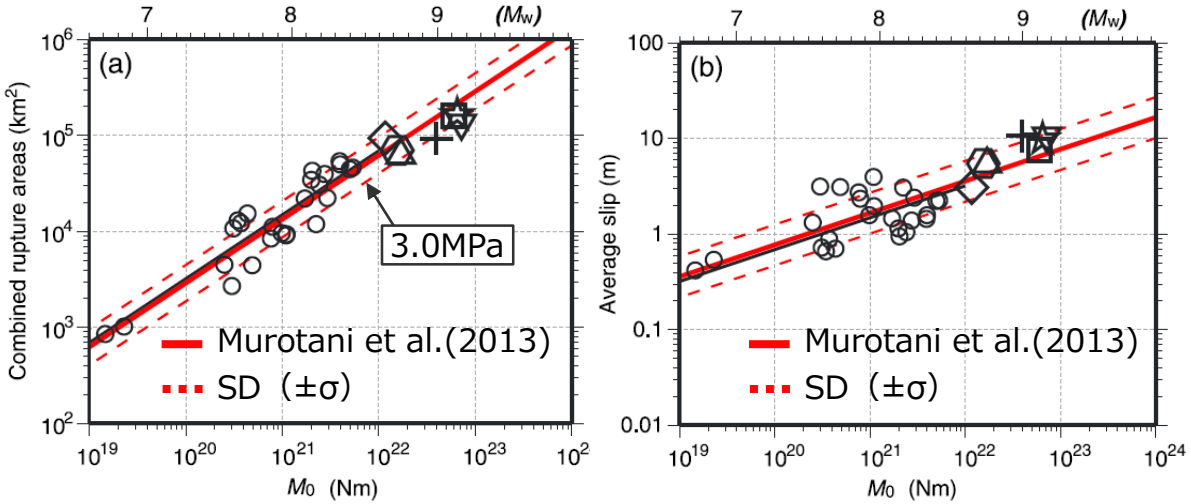
■Murotani et al.(2013)では、世界の巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討から、平均応力降下量の平均値は1.57MPaであり、標準偏差を考慮した値は3.0MPaであるとしている。

■内閣府(2012)および国内外の上で巨大地震の津波断層モデルの検討に基づき、保守的に３.0MPaと設定した。

内閣府(2012)による津波観測データを用いた平均応力降下量の分析

Earthquake	Reference	data	M0 (N m)	Mw	S (km2)	σ (MPa)	log10(⊿σ)	地震別中央値
2003 Tokachi-oki	Tanioka et al. (2004)	Tu	1.00E+21	8	9600	2.6	0.41	0.41
1946 Nankai	Satake (1993)	Tu, G	3.90E+21	8.3	59400	0.7	−0.15	−0.05
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	4.00E+21	8.3	54000	0.8	−0.10	
	Tanioka and Satake (2001a)	Tu	5.30E+21	8.4	52650	1.1	0.04	
	Baba et al. (2002)	Tu	4.90E+21	8.4	52650	1	0.00	
1944 Tonankai	Satake (1993)	Tu, G	2.00E+21	8.1	48600	0.5	−0.30	−0.22
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	2.80E+21	8.2	43200	0.8	−0.10	
	Tanioka and Satake (2001b)	Tu	2.00E+21	8.1	42525	0.6	−0.22	
東北地方太平洋沖地震	内閣府	Tsunami+GPS	4.21E+22	9.0	1.20E+05	2.5	0.39	0.39
2010年チリ地震	Lorito et al.(2011)	GPS+Tsunami+InSAR	1.55E+22	8.8	130000	0.8	−0.08	−0.08
2004年スマトラ地震	Lorito et al.(2010)	GPS+Tsunami+衛星	6.63E+22	9.15	315000	0.9	−0.03	0.07
	Fujii and Satake	Tsunami+衛星	6.00E+22	9.12	220000	1.5	0.16	

	中央値の平均値
log(⊿σ)	0.09
⊿σ	1.2
+標準偏差	2.2



断層面積と地震モーメント　　平均すべり量と地震モーメント

Murotani et al.(2013)によるスケーリング則

（Murotani et al.(2013)を基に作成）

■内閣府(2012)によると、巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量の平均値は1.2MPaであり、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPaである。

■Murotani et al.(2013)によると、巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討から、平均応力降下量の平均値は1.57MPaであり、標準偏差を考慮した値は3.0MPaである。
また、巨大地震の津波断層モデルの平均すべり量は最大約10mである。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-2　各領域のすべり量の設定（剛性率）

■土木学会(2016)では震源付近の剛性率として、5.0×10^{10}N/m^{2}としている。また、Crust1.0（Laske et al.(2013)）によると南海トラフの津波断層域が位置する深度0～40kmの剛性率の平均値は4.9×10^{10}N/m^2 である。

■内閣府(2012)は、南海トラフの過去地震を再現した中央防災会議(2003)の波源モデルと同様に剛性率を4.1×10^{10}N/m^{2}と設定している。

■剛性率は、内閣府(2012)を踏まえ4.1×10^{10}N/m^{2}と設定した。

土木学会(2016)による震源付近の剛性率

海　域	根　拠	剛性率
・西南日本陸側プレート内 ・日本海東縁部 ・プレート境界浅部（断層面全体が深さ 20km 以浅に存在する場合）	Vp=6.0km/s Vp/Vs=1.6～1.7 ρ=2.7～2.8g/cm^3 とすれば， $\mu=3.36\times10^{10}$～3.94×10^{10} N/m^2 となる。この中間的値とする。	3.5×10^{10} N/m^2 (3.5×10^{11} dyne/cm^2)
・海洋プレート内 ・プレート境界深部（断層面全体が深さ 20km 以深に存在する場合）	Vp=8.0～8.1km/s Vp/Vs=1.75～1.80 ρ=3.2～3.5g/cm^3 とすれば， $\mu=6.31\times10^{10}$～7.50×10^{10} N/m^2 となる。この中間的値とする。	7.0×10^{10} N/m^2 (7.0×10^{11} dyne/cm^2)
・プレート境界中央部（断層面が深さ 20km 以浅と以深にまたがって存在する場合）	浅部と深部の中間的値とする。	5.0×10^{10} N/m^2 (5.0×10^{11} dyne/cm^2)

（土木学会(2016)）

内閣府(2012)による震源付近の剛性率

○剛性率の設定

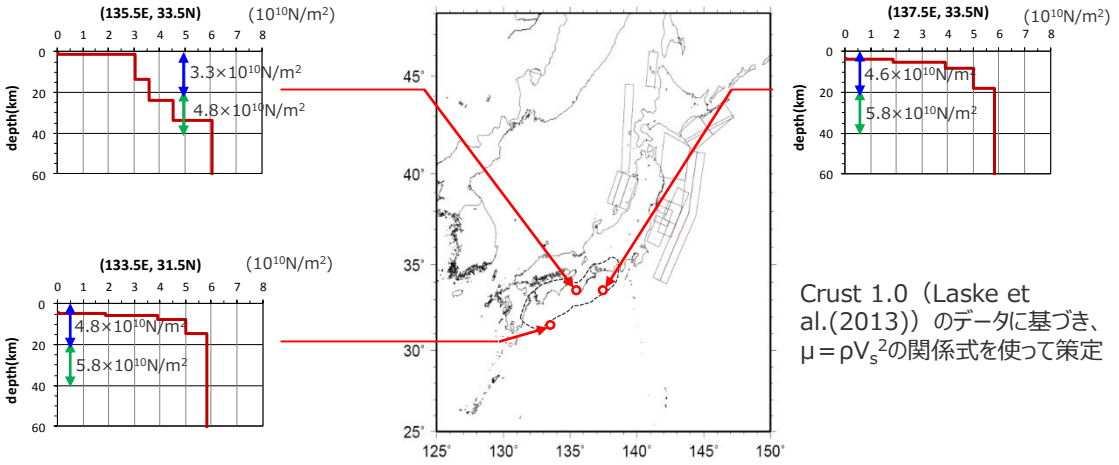
μ　：剛性率

$\mu=\rho\cdot V_s^2=4.1\times10^{10}$N/m^2

ρ は密度で 2.8g/cm^3、v_sはS波速度で 3.82km/s とする

（内閣府(2012)を一部修正）

・南海トラフの過去地震を再現した中央防災会議(2003)の波源モデルと同じ設定。



Crust 1.0（Laske et al.(2013)）のデータに基づき、$\mu=\rho V_s^2$の関係式を使って策定

Crust 1.0に基づく南海トラフ周辺の剛性率

深度	剛性率※
0～20km	4.2×10^{10} N/m^2
20～40km	5.5×10^{10} N/m^2
深度0～40km (上記平均値)	**4.9×10^{10} N/m^2**

※ 3地点の平均値

Crust 1.0(Laske et al.(2013))
■1°格子のグローバルな地殻構造モデル。
■各層（①water、②ice、③upper sediments、④middle sediments、⑤lower sediments、⑥upper crust、⑦middle crust、⑧lower crust、⑨mantle）それぞれの深さ、密度、Vp、Vsから成る。

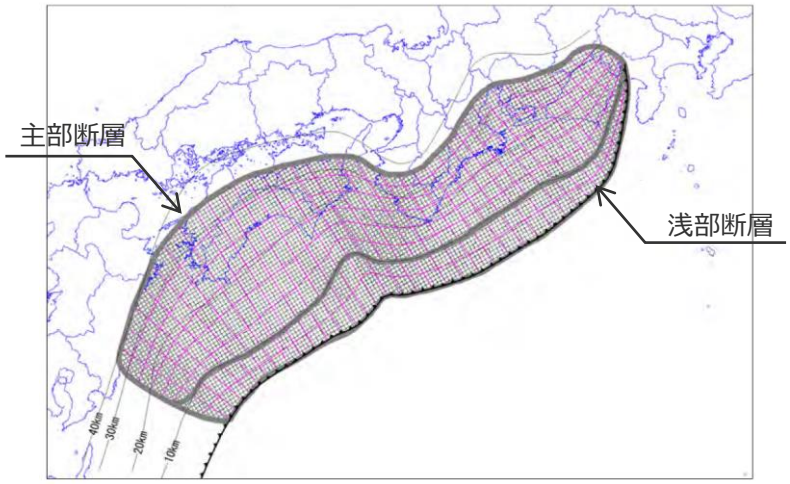
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-2　各領域のすべり量の設定（平均すべり量）

第615回資料1-1
p.39再掲

■ 主部断層の平均すべり量は、内閣府(2012)と同様に平均応力降下量と剛性率を用いて、スケーリング則から10.0mと算定した。
■ 平均すべり量の設定について、巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討を実施したMurotani et al.(2013)に基づき、検討波源モデルの平均すべり量が巨大地震の平均すべり量に対して保守的に設定されていることを確認した。



津波断層域（内閣府(2012)）

津波断層域の面積
（プレート境界面浅部に破壊が伝播するモデル）

領域	面積
主部断層	109,725 km^2
浅部断層	34,655 km^2
津波断層域（合計）	144,379 km^2

$$M_0 = 16/(7\cdot\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma_m\cdot S_m^{3/2} \quad \cdots① \text{ スケーリング則}$$

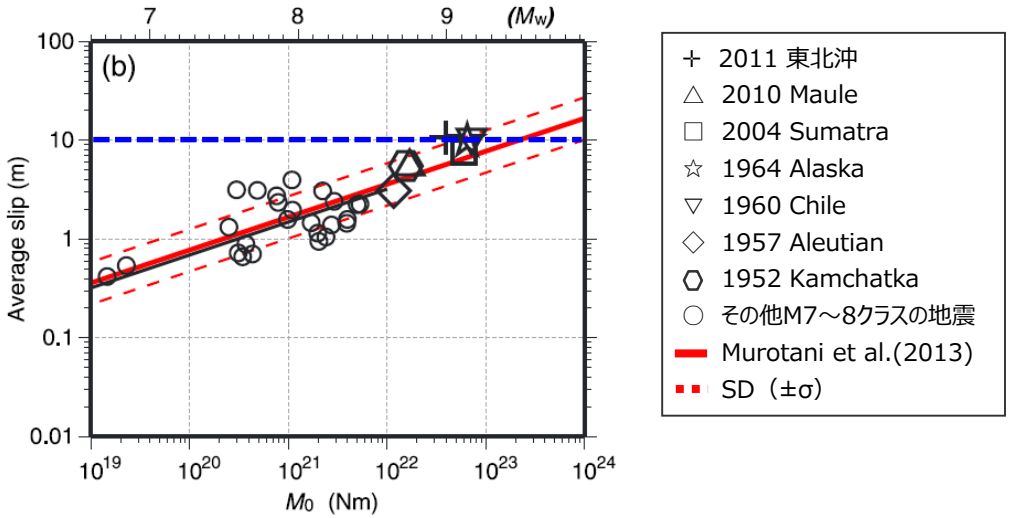
$$M_0 = \mu\cdot D_m\cdot S_m \quad \cdots② \text{ 地震モーメントの式}$$

①，②より、 $D_m = 16/(7\cdot\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma_m\cdot S_m^{1/2}/\mu$

D_m ：平均すべり量
μ ：剛性率 ➡ 4.1×10^{10}N/m^2
$\Delta\sigma_m$：応力降下量 ➡ 3.0MPa
S_m ：断層面積 ➡ 109,725km^2

⇩

D_m =10.0m



設定した平均すべり量(10.0m)とMurotani et al.(2013)との関係

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：設定方針)）

第717回資料1-2
p.149再掲

■浅部の破壊形態に関する調査結果および内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討を踏まえて、保守的に浅部の破壊形態を考慮した波源を設定した。
■ 具体的には、調査結果からは、(A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは、地震時における浅部のすべり挙動が異なると考えられるが、津波評価への反映にあたっては、保守的設定として(A) (B) の沈み込み帯の浅部のすべり挙動を同時に考慮してすべり量分布を設定することとし、考慮する波源を設定した。

➡6-4章浅部の破壊形態で詳細に説明

浅部の破壊形態に関する調査

地震時における浅部のすべり挙動（検討結果）

沈み込み帯	浅部の破壊形態	
	断層破壊がプレート境界面浅部へ伝播する形態	断層破壊が分岐断層へ伝播する形態
A：南海トラフ(付加作用が卓越する沈み込み帯)	プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも**抑制**される	分岐断層のすべりは、主部断層よりも**抑制**される
B：東北沖(造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯)	プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも**促進**される	分岐断層のすべりは、**確認されない**

津波評価への反映

保守的設定（浅部の破壊形態）	プレート境界面浅部のすべり量として、**主部断層よりも大きな数値を設定**	分岐断層のすべり量として、**主部断層と同じ数値を設定**
考慮する波源	**検討波源A** 断層破壊が**プレート境界面浅部**へ伝播する波源	**検討波源B** 断層破壊が**プレート境界面浅部・分岐断層**へ伝播する波源

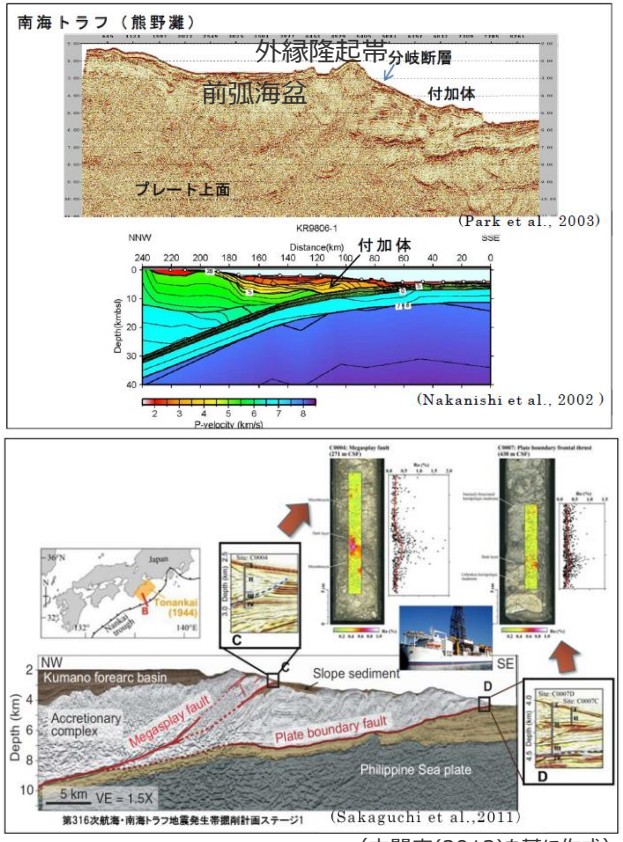
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：内閣府(2012)による検討)）

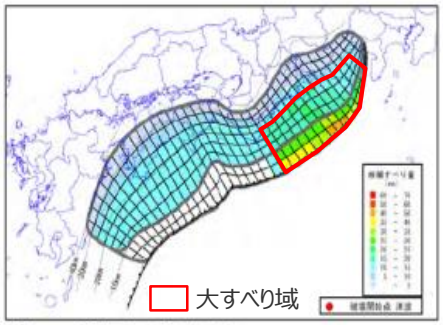
第615回資料1-1
p.41再掲

■内閣府(2012)は、検討波源モデルと同様に、断層破壊がプレート境界面浅部へ伝播するケース（ケース①等）と、その派生ケースとして、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層へ伝播するケース(ケース⑥等）を設定している。
■浅部断層はその分岐する場所（深さ10km）のところが大すべり域となった場合のみ活動するとし、断層破壊は、プレート境界面浅部もしくは分岐断層のいずれかに伝播するとしている。その際のすべり量は、プレート境界面浅部では超大すべり域のすべり量、分岐断層では大すべり域のすべり量としている。
■ただし、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層へ伝播するケースで対象とする分岐断層は、構造探査でその確認がされている熊野灘のもののみとしている。



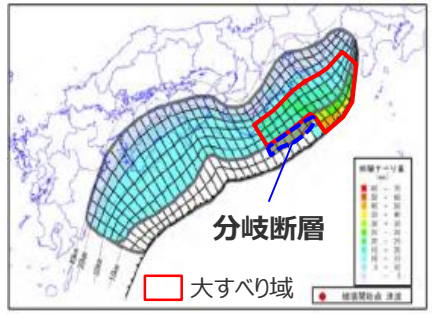
(内閣府(2012)を基に作成)
南海トラフにおけるプレート境界面浅部の分岐断層

断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源

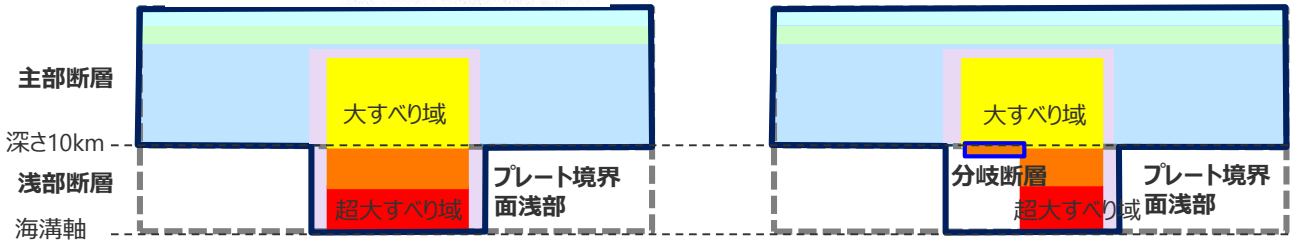


【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋超大すべり」域を設定】

断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播する波源



【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋(超大すべり域、分岐断層)」を設定】　(内閣府(2012) を基に作成)



検討波源モデルの設定のすべり量分布概念図

内閣府(2012)
■Sakaguchi et al.(2011)によると、トラフ軸付近の探査結果とそれに伴い実施されたボーリング調査で分岐断層の位置、プレート境界の先端部において、断層すべりによると考えられる高温度履歴を検出し、分岐断層が地震時に動いている可能性があることが分かった。
■南海トラフは、日本海溝とは異なり、付加体が発達し、分岐断層が明瞭に確認されている。津波地震を発生させる可能性のある断層として、南海トラフでは、深さ10kmからトラフ軸までのプレート境界面の断層のみではなく、深さ10km付近から海底に向けてプレート境界面の傾きよりも急角度で延びる分岐断層がある。

■検討対象とする浅部の破壊形態について、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層へ伝播するケースでは、活断層評価結果に基づく敷地周辺の分岐断層から敷地への影響が大きいと考えられるものを、検討対象として選定する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

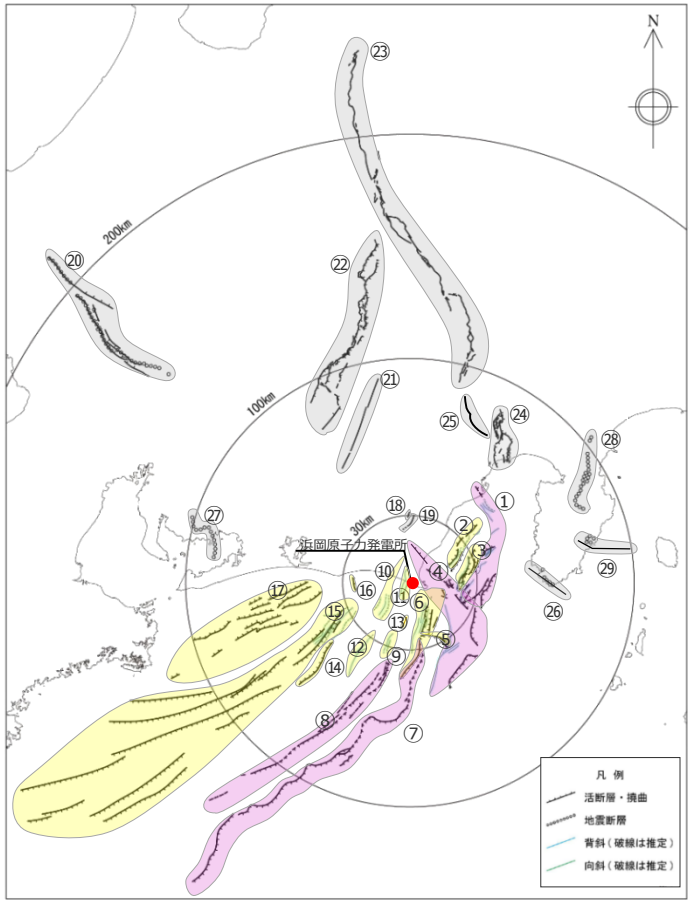
検討波源モデルA・Bの設定

第615回資料1-1
p.42再掲

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：敷地周辺の分岐断層)）

■ これまでの活断層評価に係る審査内容等を反映した活断層評価結果を示す。
■ 活断層評価結果に基づき、根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯、御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層、東海断層系（御前崎堆南縁の断層、F-14断層を含む）、小台場断層系を、プレート間地震に伴う分岐断層として検討する。また、その他の海域の活断層についても、その影響を検討する。

活断層評価結果（第570回審査会合 資料1）



：プレート間地震に伴う分岐断層として評価　0　100km

＜活断層の分布状況（活断層評価結果）＞

No.		活断層の名称	活断層長さ(km)※4	対応する断層の名称
海域の活断層	①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	根古屋海脚東縁の断層帯（A-31,A-26,S-18,A-27）、石花海堆東縁の断層帯（北部セグメント）（F-35,A-28,A-29,S-17,A-10）、石花海堆東縁の断層帯（南部セグメント）（F-28,A-1,F-19,F-27）
	②	石花海海盆内西部の断層帯	26.4	F-17,F-26,F-32,F-33,A-9,S-1,S-16
	③	石花海海盆内東部の断層帯	23.4(21.7)	F-1,F-2,F-3,F-4,F-18,F-34,A-11,A-12,F-36,F-37,S-22
	④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	86.3 (72.6)	御前崎海脚東部の断層帯（北部セグメント（F-6,F-7, F-8, F-5, F-39,F-40, F-41, F-44,A-32, A-33, A-30,A-38）、南部セグメント（F-29,F-30, A-21, A-22,A-34, A-35, S-9））、牧ノ原南稜の断層
	⑤	F-12断層	16.0	F-12,F-24
	⑥	御前崎海脚西部の断層帯	46.9(40.2)	A-13, A-19, A-3, F-9, A-20, S-3, F-14, F-23,F-22, F-21, 御前崎堆南縁の断層(※4)、F-20, F-43, F-45, F-46, F-47, A-36, S-21, 及び御前崎台地～御前崎南方沖の褶曲群
	⑦	東海断層系	167.1(156.9)	東海断層系、御前崎堆南縁の断層、F-14
	⑧	小台場断層系	109.5	小台場断層系
	⑨	A-4断層	12.1	A-4,S-12,活断層研究会(1991)の背斜構造
	⑩	A-5・A-18断層	31.0(11.5)	A-5,S-11,S-10,A-18グループ
	⑪	A-17断層	15. 7	A-17グループ
	⑫	A-6断層	22.4	A-6,活断層研究会(1991)の背斜構造
	⑬	A-41断層	7.0	A-41
	⑭	天竜海底谷に沿う断層	26.1	天竜海底谷に沿う断層
	⑮	遠州断層系	173.7	遠州断層系、A-7,A-8,S-4,S-13,S-14,S-15
	⑯	F-16断層	7.1	F-16
	⑰	渥美半島沖の断層	76.8	荒井・他(2006)の渥美半島沖断層群に関連する断層、鈴木(2010)等の遠州灘撓曲帯
陸域の活断層	⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	杉沢付近のリニアメント・変位地形
	⑲	大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	大島付近のリニアメント・変位地形
	⑳	濃尾断層帯	約76(※1)	濃尾断層帯
	㉑	中央構造線北端部	54	中央構造線北端部
	㉒	伊那谷断層帯	約79(※1)	伊那谷断層帯
	㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯	約158(※1)	糸魚川－静岡構造線活断層帯
	㉔	富士川河口断層帯	約26以上(※1)	富士川河口断層帯
	㉕	身延断層(※3)	約20(※1)	身延断層
	㉖	石廊崎断層	約20(※1)	石廊崎断層
	㉗	深溝断層	約22(※2)	深溝断層
	㉘	北伊豆断層帯	約32(※1)	北伊豆断層帯
	㉙	稲取断層帯	約23(※1)	稲取断層帯

：プレート間地震に伴う分岐断層として評価

※1：　地震調査委員会(2013)の長期評価に基づく
※2：　産業技術総合研究所活断層データベースに基づく
※3：　地震調査委員会(2015)を基に身延断層を追加し、神縄・国府津－松田断層帯を削除した。
※4：　断層長さにおける括弧内の数値は当初申請の数値

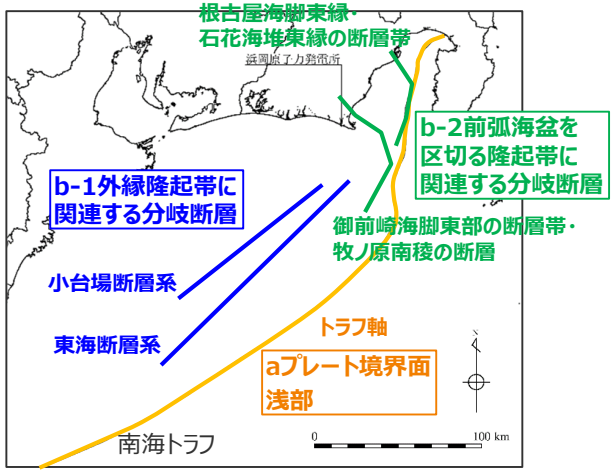
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

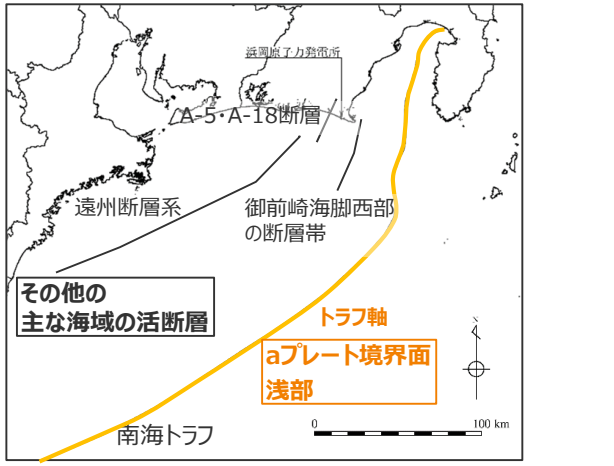
(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：検討対象の選定)）

第615回資料1-1
p.43再掲

■活断層評価結果から想定される浅部の破壊形態について、敷地周辺の地質・地質構造の特徴を踏まえて敷地への影響を検討し、検討対象とする浅部の破壊形態を選定した。
■検討対象とする浅部の破壊形態の選定フローおよび選定結果は以下のとおり。検討対象として、**「検討波源A：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源」**とともに、分岐断層として東海断層系を考慮した**「検討波源B-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(東海断層系)に伝播する波源」**、分岐断層として御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層を考慮した**「検討波源B-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(御前崎海脚東部の断層帯)に伝播する波源」**を選定した。



トラフ軸および分岐断層の位置図

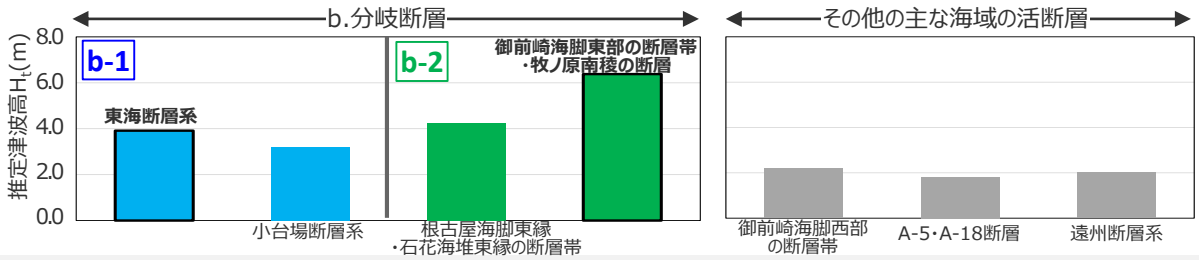


その他の海域の活断層の位置図
（第284回資料2-1に基づき作成）

活断層評価結果から想定される浅部の破壊形態

	断層破壊が以下に伝播する形態			
敷地周辺の地質・地質構造(活断層評価結果)を踏まえた破壊形態の分類	a プレート境界面浅部（トラフ軸） –	a プレート境界面浅部（トラフ軸） b-1外縁隆起帯に関連する分岐断層	a プレート境界面浅部（トラフ軸） b-2前弧海盆を区切る隆起帯に関連する分岐断層	a プレート境界面浅部（トラフ軸） その他の海域の活断層
敷地への影響検討	■東北沖地震を踏まえて敷地への影響が大きいと考えられる。	■東海断層系と小台場断層系はほぼ同じ走向となっている。 ■分岐断層の断層すべりによる推定津波高からは、東海断層系の影響が大きい。	■根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯は、駿河湾のトラフ軸近くに位置し、駿河湾奥の断層形状以外はプレート境界面浅部(トラフ軸)とほぼ同じとなる。 ■分岐断層の断層すべりによる推定津波高からは、敷地に近い御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の影響が大きい。	■活断層の断層すべりによる推定津波高は、分岐断層の断層すべりによる推定津波高と比べて小さい。
検討対象の選定	■**検討波源A** **「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源」** を検討対象として選定。	■**検討波源B-1** **「断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(東海断層系)に伝播する波源」** を検討対象として選定。	■**検討波源B-2** **「断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(御前崎海脚東部の断層帯)に伝播する波源」**※ を検討対象として選定。 ■根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯の影響については、検討波源Aで代表できると評価した。	■検討波源B-1、B-2でその影響を代表できると評価した。

※分岐断層として
牧ノ原南稜の断層を含む。



阿部(1989)の予測式による
推定津波高の算定結果

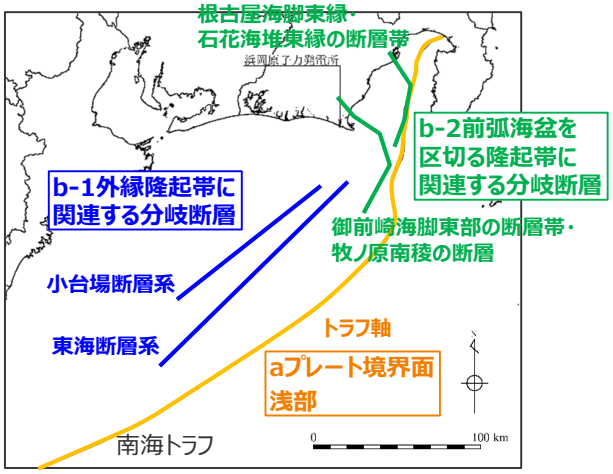
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

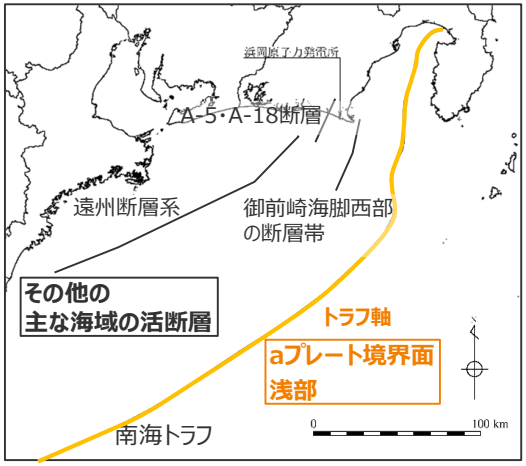
第615回資料1-1
p.44再掲

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：分岐断層の断層すべりによる津波高)）

■プレート間地震に伴う分岐断層について、プレート間地震に伴う断層すべりを想定し、阿部(1989)の予測式による津波高の算定結果は以下のとおり。
「b-1：外縁隆起帯に関連する分岐断層」の中では「東海断層系」の影響が大きい。
「b-2：前弧海盆を区切る隆起帯に関連する分岐断層」の中では「御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層」の影響が大きい。
活断層の断層すべりによる津波高は、上記の分岐断層の断層すべりによる津波高と比べて小さい。



トラフ軸および分岐断層の位置図



その他の海域の活断層の位置図
（第284回資料2-1に基づき作成）

【検討結果】

阿部(1989)の予測式による津波高の算定結果

地質・地質構造（活断層評価結果）		名　称	断層長さ L(km) ※1	断層幅 W(km) ※2	すべり量 D(m) ※3	地震モーメント M_0(Nm) ※4	海域部の断層長さ L'(km)	海域部の地震モーメント M_0 ※5 (Nm)	地震規模 Mw ※6	津波の伝播距離 Δ(km)	推定津波高 H_t(m)
b分岐断層	b-1 外縁隆起帯に関連する分岐断層	**東海断層系**	167.1	14.1	20.0	1.9×10^{21}	167.1	1.9×10^{21}	8.1	96.0	**3.9**
		小台場断層系	109.5	14.1	20.0	1.3×10^{21}	109.5	1.3×10^{21}	8.0	88.5	**3.2**
	b-2 前弧海盆を区切る隆起帯に関連する分岐断層	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	14.1	20.0	7.3×10^{20}	57.1	6.6×10^{20}	7.8	43.3	**4.2**
		御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	86.3	14.1	20.0	1.0×10^{21}	75.2	8.7×10^{20}	7.9	34.6	**6.4**
その他の主な海域の活断層 ※7		御前崎海脚西部の断層帯	46.9	15.0	3.9	9.6×10^{19}	46.9	9.6×10^{19}	7.3	23.2	**2.2**
		A-5・A-18断層	31.0	15.0	2.6	4.2×10^{19}	19.2	2.6×10^{19}	6.9	11.7	**1.8**
		遠州断層系	173.7	15.0	9.4	8.5×10^{20}	173.7	8.5×10^{20}	7.9	110.2	**2.0**

※1　断層長さは、これまでの活断層評価結果および地震動評価に係る審査内容を反映。
※2　分岐断層の断層幅の上限W_tは、断層下端深さH_eを10km（内閣府(2012)）と設定し、傾斜角を45°とした際には、$W_t=H_e/\sin\delta=14.1$km となる。
また、断層幅の上限に対応する断層長さL_tは、$L_t=1.5W_t=21.2$ となる。
※3　分岐断層のすべり量Dは、プレート境界の主部断層と同じすべり量を考慮することとし、平均すべり量の2倍の20mを設定する。
※4　地震モーメントM_0は、プレート間地震と同様の剛性率を$\mu=4.1\times10^{10}$（N/m²）とし、$M_0=\mu DLW$の関係より設定。
※5　対象となる断層が海域と陸域に連続して分布する場合には、M_0を海域部の長さL'と全体の長さLとの比を按分した値を用いている。
※6　地震規模$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$より算出。
※7　海域の活断層による地殻内地震の津波評価における阿部(1989)の予測式による津波高の算定と同じ。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA・Bの設定

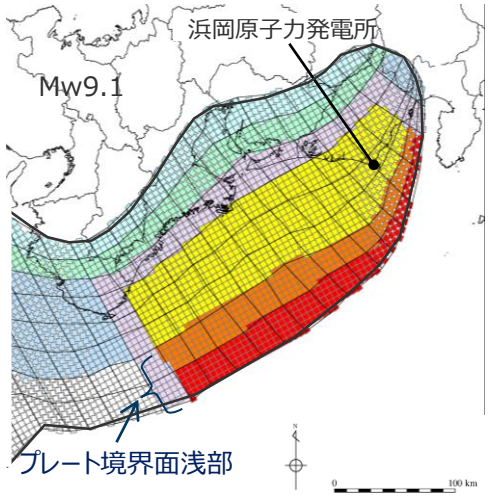
第981回資料1-2
p.329再掲

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定(浅部の破壊形態：検討対象とする浅部の破壊形態)）

■ 浅部の破壊形態に関する調査結果および内閣府(2012)の検討を踏まえて、保守的に浅部の破壊形態を考慮した波源として、「検討波源A：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源」、「検討波源B：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播する波源」を設定した。
■ 検討波源Bについては、分岐断層として東海断層系を考慮した「検討波源 B-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播する波源」と、分岐断層として御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層を考慮した「検討波源B-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播する波源」を設定した。
■ 駿河湾内のトラフ軸付近の浅部領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10kmの位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量（平均すべり量の2倍のすべり量）ではなく超大すべり域のすべり量（平均すべり量の4倍のすべり量）を設定した。

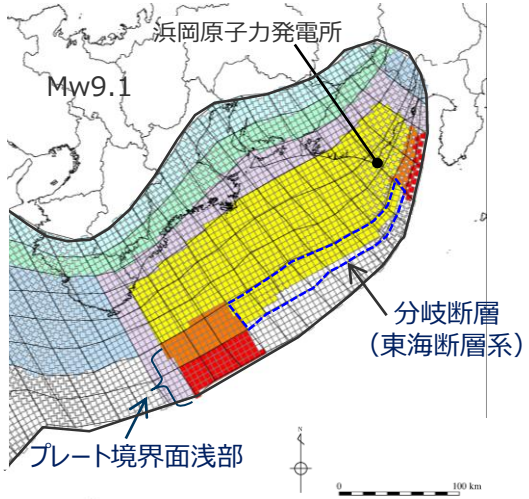
対象波源

検討波源モデルA
断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源モデル

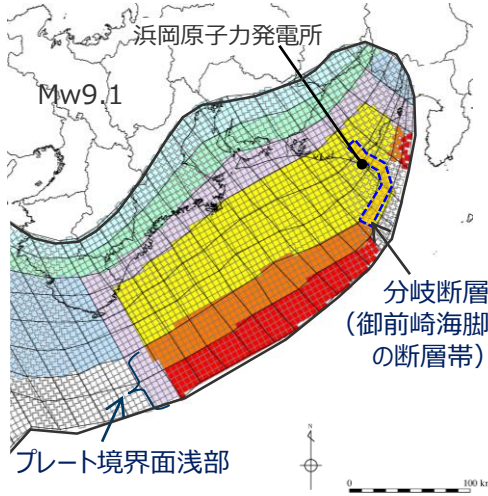


検討波源モデルB
断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播する波源モデル

検討波源モデルB-1
断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播する波源モデル



検討波源モデルB-2
断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播する波源モデル



:津波断層域

超大すべり域（平均すべり量の４倍）　中間大すべり域（平均すべり量の3倍）　大すべり域（平均すべり量の2倍）　分岐断層（大すべり域と同じすべり量）

:遷移領域　:背景領域　:深い背景領域　:最も深い背景領域　:浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

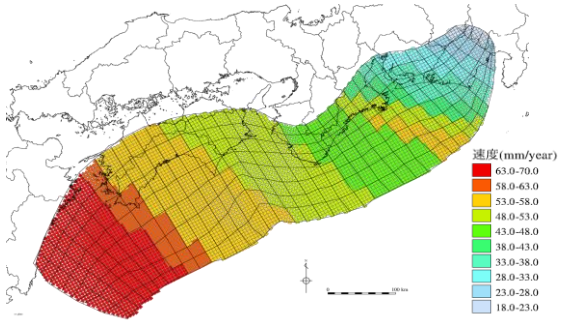
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

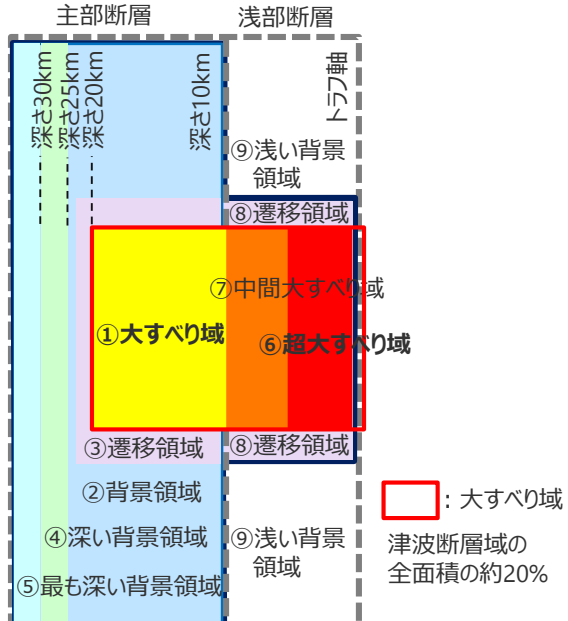
第981回資料1-2
p.330再掲

■ プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり量分布の設定については、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定し、超大すべり域には平均すべり量の4倍、大すべり域には2倍のすべり量を設定した。
■ プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり量分布の設定の詳細は以下のとおり。



(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

各小断層の沈み込み速度分布



検討波源モデルAによるすべり量分布概念図

【主部断層のすべり量の設定】
まず、各小断層の平均すべり量D_iは、フィリピン海プレートの沈み込み速度に比例し、かつ各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が主部断層のスケーリング則から求められる地震モーメントM_0になるように設定。

$M_0 = \Sigma M_{0i} = \Sigma \mu D_i S_i$ ➡ 小断層毎のすべり量はプレートの沈み込み速度に比例するように設定。※

次に、各小断層の平均すべり量D_iに対して、以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

①	**大すべり域**	：**$2D_i$**
②	背景領域	：主部断層（領域①～⑤）の小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が、M_0となるすべり量D_bを設定
③	①と②の遷移領域	：（$2D_i + D_b$）/2
④	深い背景領域	：$1/2 \times D_b$ } 背景領域と断層下端との境界部の遷移領域
⑤	最も深い背景領域	：$1/4 \times D_b$

D_i：各小断層の平均すべり量　D_b：各背景領域のすべり量(=aD_i、aは定数)　S_i：各小断層の面積
M_0：スケーリング則から算定される主部断層の地震モーメント　M_{0i}：各小断層の地震モーメント

※ 内閣府(2012)と同様、上記のすべり量設定を行うにあたり、フィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮した遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルにより歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高の再現性を確認。

【浅部断層のすべり量の設定】
以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

⑥	**超大すべり域**	：**$4D_i$**[1)]
⑦	中間大すべり域	：$3D_i$
⑧	⑥と⑨の遷移領域	：（$2D_i + D_b$）/2
⑨	浅い背景領域	：0（ゼロ）

1) 駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定方法）

1．巨視的波源特性の設定

津波断層域の設定

↓

プレート境界面形状の設定

↓

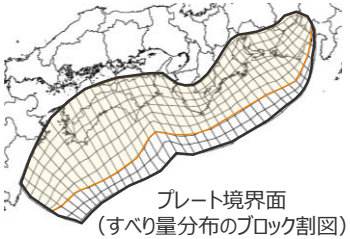
スケーリング則の対象とする主部断層の面積S_mの設定

スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$、剛性率μの設定

↓

・主部断層の平均すべり量D_mの算定
・主部断層の地震モーメントM_{0m}の算定

➢ スケーリング則の適用
（円形破壊面を仮定した関係式）



プレート境界面
（すべり量分布のブロック割図）

津波断層域
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m

各パラメーター一覧

項目	設定方法	設定値
津波断層域の面積S	駿河湾～日向灘沖の深さ0km～40kmの領域(浅部断層含む)	144,379(km²)
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m	駿河湾～日向灘沖の深さ10km～40kmの領域(浅部断層除く)	109,725(km²)
スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$	内閣府(2012)、Murotani et al.(2013)	3.0(MPa)
スケーリング則の対象とする剛性率μ	内閣府(2012)、土木学会(2016)等	4.1×10^{10}(N/m²)
主部断層の平均すべり量D_m	$16/(7\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma\cdot S_m^{1/2}/\mu$	9.9(m)
主部断層の地震モーメント M_{0m}	μDS_m	4.5×10^{22}(Nm)

2．微視的波源特性の設定

各領域のすべり量と面積の設定

	項目	設定方法	設定値
大すべり域 超	断層面積S_4	津波断層域の面積Sの5%(累積面積5%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m4}	主部断層の平均すべり量D_mの4倍	39.8(m)
大すべり域 中間	断層面積S_3	津波断層域の面積Sの5%(累積面積10%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m3}	主部断層の平均すべり量D_mの3倍	29.8(m)
大すべり域	断層面積S_2	津波断層域の面積Sの10%(累積面積20%)	14,438(km²)
	平均すべり量D_{m2}	主部断層の平均すべり量D_mの2倍	19.9(m)
背景領域	断層面積S_b	津波断層域の面積Sの40%(累積面積60%)	57,752(km²)
	平均すべり量D_{mb}	主部断層の平均すべり量D_mの1倍	9.9(m)
背景領域 深い	断層面積$S_{b0.5}$	津波断層域の面積Sの10%(累積面積70%)	14,438(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.5}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.5倍	5.0(m)
背景領域 最も深い	断層面積$S_{b0.25}$	津波断層域の面積Sの15%(累積面積85%)	21,657(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.25}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.25倍	2.5(m)
背景領域 浅い	断層面積S_{sb}	津波断層域の面積Sの15%(累積面積100%)	21,657(km²)
	平均すべり量D_{sb}	-	0(m)

超大すべり域等の深さの設定

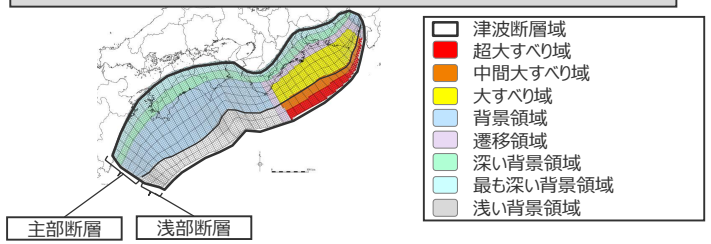
➢ 超大すべり域等（中間大すべり域含む）
：**深さ約10kmより浅い領域（浅部断層の領域）**
➢ 大すべり域：深さ約20kmより浅い領域に設定

3．検討波源モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

○ 設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映
➢ 超大すべり域等のトラフ軸方向の位置：遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルを踏まえ設定（超大すべり域の位置が駿河湾内に設定される場合には、駿河湾内のトラフ軸付近に超大すべり域のすべり量を設定）
➢ 各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定
➢ 段階的なすべり量分布となるよう、隣り合う領域の境界部に中間的なすべり量を持つ遷移領域を設定（大すべり域と背景領域の境界部および大すべり域と深い背景領域の境界部に、遷移領域を設定）
➢ 浅い背景領域のすべり量は0にする
➢ 上記設定による地震モーメントの変化分を、遷移領域および背景領域以下のすべり領域のすべり量で調整

モーメントマグニチュードMwの算定



	項目	設定値
津波断層域全体	津波断層域の面積S	144,379(km²)
	地震モーメントM_o	6.2×10^{22}(Nm)
	M_w	9.1
	平均応力降下量$\Delta\sigma$ ※1	3.0(MPa)
	平均すべり量D ※2	12.1(m)
	最大すべり量Dmax	41.7(m)
	剛性率 μ	4.1×10^{10}(N/m²)
	破壊伝播速度v_r	2.0(km/s)
	すべり角λ	フィリピン海プレートの運動方向に基づいて設定
	ライズタイムτ	150(s)
（うち、主部断層）	主部断層の面積S_m	109,725(km²)
	地震モーメントM_{om}	4.5×10^{22}(Nm)
	平均応力降下量$\Delta\sigma_m$	3.0(MPa)
	平均すべり量D_m	10.0(m)
	最大すべり量$Dmax_m$	20.8(m)
（うち、浅部断層）	浅部断層の面積S_s	34,655(km²)
	地震モーメントM_{os}	1.7×10^{22}(Nm)
	平均すべり量D_s ※3	29.2(m)
	最大すべり量$Dmax_s$	41.7(m)

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(123,700km²)に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(13,975km²)に基づき算出

内閣府(2012)による波源設定方法と異なる部分を赤字で記載

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

（参考）内閣府(2012)モデルのすべり量分布の設定方法

1．巨視的波源特性の設定

津波断層域の設定

↓

プレート境界面形状の設定

↓

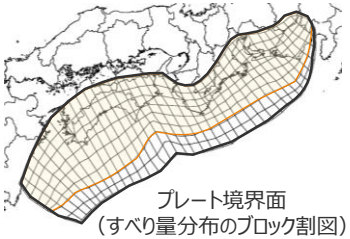
スケーリング則の対象とする主部断層の面積S_mの設定

スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$、剛性率μの設定

↓

・主部断層の平均すべり量D_mの算定
・主部断層の地震モーメントM_{0m}の算定

➢ スケーリング則の適用
（円形破壊面を仮定した関係式）



プレート境界面
（すべり量分布のブロック割図）

津波断層域
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m

各パラメーター一覧

項目	設定方法	設定値
津波断層域の面積S	駿河湾～日向灘沖の深さ0km～40kmの領域(浅部断層含む)	144,379(km²)
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m	駿河湾～日向灘沖の深さ10km～40kmの領域(浅部断層除く)	109,725(km²)
スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$	内閣府(2012)、Murotani et al.(2013)	3.0(MPa)
スケーリング則の対象とする剛性率μ	内閣府(2012)、土木学会(2016)等	4.1×10^{10}(N/m²)
主部断層の平均すべり量D_m	$16/(7\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma\cdot S_m^{1/2}/\mu$	9.9(m)
主部断層の地震モーメント M_{0m}	$\mu D S_m$	4.5×10^{22}(Nm)

2．微視的波源特性の設定

各領域のすべり量と面積の設定

	項目	設定方法	設定値
大すべり域 超	断層面積S_4	津波断層域の面積Sの5%(累積面積5%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m4}	主部断層の平均すべり量D_mの4倍	39.8(m)
大すべり域 中間	断層面積S_3	津波断層域の面積Sの5%(累積面積10%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m3}	主部断層の平均すべり量D_mの3倍	29.8(m)
大すべり域	断層面積S_2	津波断層域の面積Sの10%(累積面積20%)	14,438(km²)
	平均すべり量D_{m2}	主部断層の平均すべり量D_mの2倍	19.9(m)
背景領域	断層面積S_b	津波断層域の面積Sの40%(累積面積60%)	57,752(km²)
	平均すべり量D_{mb}	主部断層の平均すべり量D_mの1倍	9.9(m)
背景領域 深い	断層面積$S_{b0.5}$	津波断層域の面積Sの10%(累積面積70%)	14,438(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.5}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.5倍	5.0(m)
背景領域 最も深い	断層面積$S_{b0.25}$	津波断層域の面積Sの15%(累積面積85%)	21,657(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.25}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.25倍	2.5(m)
背景領域 浅い	断層面積S_{sb}	津波断層域の面積Sの15%(累積面積100%)	21,657(km²)
	平均すべり量D_{sb}	-	0(m)

超大すべり域等の深さの設定

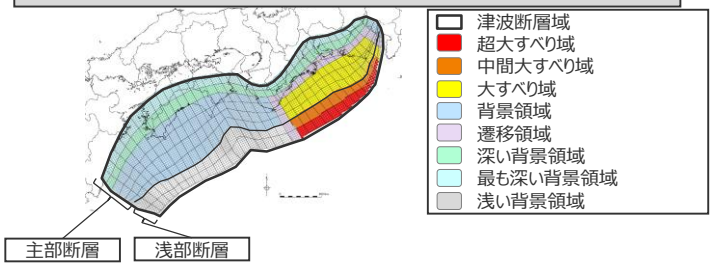
➢ 超大すべり域等（中間大すべり域含む）
：**深さ約10kmより浅い領域（浅部断層の領域）**
➢ 大すべり域：深さ約20kmより浅い領域に設定

3．検討波源モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

○ 設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映
➢ 超大すべり域等のトラフ軸方向の位置：遠州灘沖～紀伊半島沖に設定
➢ 各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定
➢ 段階的なすべり量分布となるよう、隣り合う領域の境界部に中間的なすべり量を持つ遷移領域を設定（大すべり域と背景領域の境界部および大すべり域と深い背景領域の境界部に、遷移領域を設定）
➢ 浅い背景領域のすべり量は0にする
➢ 上記設定による地震モーメントの変化分を、遷移領域および背景領域以下のすべり領域のすべり量で調整

モーメントマグニチュードMwの算定



項目		設定値
津波断層域全体	津波断層域の面積S	144,379(km²)
	地震モーメントM_o	6.1×10^{22}(Nm)
	M_w	9.1
	平均応力降下量$\Delta\sigma$ ※1	3.0(MPa)
	平均すべり量D ※2	12.1(m)
	最大すべり量Dmax	41.7(m)
	剛性率 μ	4.1×10^{10}(N/m²)
	破壊伝播速度v_r	2.5(km/s)
	すべり角λ	フィリピン海プレートの運動方向に基づいて設定
	ライズタイムτ	60(s)
（うち、主部断層）	主部断層の面積S_m	109,725(km²)
	地震モーメントM_{om}	4.5×10^{22}(Nm)
	平均応力降下量$\Delta\sigma_m$	3.0(MPa)
	平均すべり量D_m	10.0(m)
	最大すべり量$Dmax_m$	20.8(m)
（うち、浅部断層）	浅部断層の面積S_s	34,655(km²)
	地震モーメントM_{os}	1.7×10^{22}(Nm)
	平均すべり量D_s ※3	29.0(m)
	最大すべり量$Dmax_s$	41.7(m)

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(123,700km²)に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(13,975km²)に基づき算出

内閣府(2012)と土木学会(2016)とで異なる部分を青背景もしくは下線で記載

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

■各小断層の沈み込み速度に比例したすべり量設定方法を以下に示す。

【STEP1】 最初に沈み込み速度に比例させた各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が主部断層のスケーリング則から求められる地震モーメントM_0になるように各小断層の平均すべり量を設定する。

スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$より、主部断層全体の地震モーメントは以下となる。

$M_0 = 4.48 \times 10^{22}$(Nm) ・・・Ⓐ

$\Delta\sigma_m$：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)

S_m：主部断層全体の面積:109,725km²

主部断層の平均すべり量

$D = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2}/\mu$ 1) $= 9.95$m

μ：剛性率:4.1×10^{10}(N/m²)

各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が上記スケーリング則から算出したM_0・・・Ⓐと一致するように係数を算出する。

$M_0 = \Sigma M_{0i} = \Sigma \mu D_i S_i$

➡ ③＝μ×①×②を算出

$M_{0\,(調整前)} = 2.32 \times 10^{20}$(Nm) ・・・Ⓑ

○ⒶとⒷが一致するように係数を算出。

係数α＝Ⓐ／Ⓑ＝192.6

○係数αを各小断層の沈み込み速度に乗じて平均すべり量を設定。

各小断層の平均すべり量D_i(④)
＝各小断層の沈み込み速度①×α

1) スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$と地震モーメントの式$M_0 = \mu DS$から導出

主部断層

各小断層の沈み込み速度（mm/year）・・・①

深度 40km↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4	18.4
20km↓	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4
10km↓	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	25.4	25.4
	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4
0km↓	69.8	69.8	67.5	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4

(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

各小断層の面積S_i（km²）・・・②

深度 40km↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
20km↓	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

(内閣府(2012))

各小断層の調整前の地震モーメント$M_{0(調整前)}$（$\times 10^{17}$ Nm）・・・③

深度 40km↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	10.6	18.1	18.2	22.1	20.9	30.2	24.9	26.3	15.7	15.9	16.0	14.8	12.9	12.4	8.4	11.0	11.1	8.7	15.4	12.4	6.9	5.0	5.9	6.4	5.2	7.1	7.5	6.6	6.8	6.7	6.8	5.0	4.8	3.6	3.8	3.0	2.4	0.8
20km↓	15.2	14.4	13.0	15.1	15.9	17.8	18.5	19.7	15.5	15.1	13.7	13.7	13.2	11.3	7.4	9.5	10.1	8.8	12.4	7.7	6.9	5.0	7.9	7.4	7.7	8.2	8.6	8.0	7.1	4.9	6.3	6.4	4.8	4.2	3.9	3.0	3.5	1.8
	17.7	15.4	15.6	17.6	19.1	21.8	20.3	21.5	15.5	15.1	15.7	13.7	13.2	13.2	9.7	10.8	10.5	11.2	10.8	7.7	7.2	5.5	6.0	6.5	8.7	5.3	8.2	9.1	7.9	8.8	7.5	6.4	5.3	4.2	3.3	2.7	3.5	1.8
	13.9	13.8	13.3	12.6	15.0	17.0	14.8	17.9	15.5	14.3	14.5	15.3	13.1	11.0	7.0	8.6	8.9	10.6	11.1	10.3	10.3	9.5	7.0	6.9	6.9	7.5	9.6	9.5	6.5	6.6	5.2	7.1	6.0	7.1	4.8	5.5	4.5	2.5
	11.6	13.7	14.0	12.6	15.6	17.6	21.0	17.8	14.8	16.7	14.5	13.3	12.5	11.9	8.8	8.6	10.8	11.7	10.6	9.6	6.2	6.7	6.9	7.8	7.3	7.9	7.9	10.7	9.5	10.0	9.6	7.0	5.2	5.6	2.7	3.3	1.4	1.2
10km↓	7.2	8.7	8.4	9.1	12.2	12.2	13.5	14.7	17.2	15.5	16.0	15.6	15.3	12.5	11.5	10.7	9.2	11.9	10.0	9.5	9.3	8.2	8.3	7.8	7.7	7.7	8.8	9.5	10.1	7.4	7.4	7.4	7.0	3.7	4.5	1.8	1.1	0.9
	17.3	16.5	16.7	13.2	14.2	12.2	8.8	9.2	9.8	11.1	11.9	11.9	13.3	15.9	16.9	13.1	7.5	9.1	9.6	8.9	9.4	11.1	11.2	11.2	12.9	11.0	9.7	12.0	11.1	8.4	7.4	7.0	4.9	5.3	4.2	2.7	1.4	0.9
0km↓	10.0	15.1	13.9	9.7	7.0	6.8	10.2	8.1	9.8	9.8	10.1	13.7	15.6	16.4	14.7	16.3	12.6	8.5	10.6	10.4	11.4	12.0	10.5	12.1	10.2	12.4	10.2	13.4	10.6	10.0	8.4	5.0	5.5	4.0	3.0	2.4	1.4	0.6

③の総和$M_{0\,(調整前)}$・・・Ⓑとスケーリング則に基づくM_0・・・Ⓐから係数α＝192.6を算出

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

深度 40km↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
10km↓	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

第717回資料1-2
p.157再掲

【STEP2】各小断層の平均すべり量に基づき、主部断層に大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

○津波断層域の全面積(144,379km^2)の約20%となるよう大すべり域の範囲（深度20km以浅～海溝軸×幅（ここでは23～36列））を決定。
○各小断層の平均すべり量D_iに対し、以下の関係を与えて調整前の各小断層のすべり量を設定。
○背景領域のすべり量$D_b = a \cdot Di$ を調整前としてa=1で設定。

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

主部断層

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層の調整前のすべり量$D_{(調整前)}$(m）・・・⑤

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.36	3.36	3.25	3.25	3.16	3.16	2.87	2.78	2.71	2.65	2.65	2.55	2.49	2.49	2.42	2.42	2.42	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
20km↓	2	6.72	6.72	6.50	6.50	6.33	6.33	5.74	5.56	5.56	5.41	5.30	5.30	5.10	4.98	4.84	4.84	4.84	4.69	4.69	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
0km↓	7																																						
	8																																						

背景領域 ：$D_b = a \cdot D_i$　**大すべり域** ：**$2D_i$**

深い背景領域 ：$1/2 \times D_b = 0.5a \cdot D_i$

最も深い背景領域 ：$1/4 \times D_b = 0.25a \cdot D_i$

遷移領域のすべり量D(m)の設定方法

遷移領域 ：（$2D_i + D_b$）/2

遷移領域の小断層と隣り合う大すべり域の小断層と背景領域の小断層の平均とする。また、隣り合う小断層は可能な限り同じ沈み込み速度の小断層から選定する。

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

深度 40km↓		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
20km↓	2	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
	3	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
10km↓	4	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
	6	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	7.92	4.89
0km↓	7																			
	8																			

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

【STEP3】調整前の各小断層のすべり量に基づく各小断層の地震モーメントの総和がスケーリング則から算出した地震モーメントと一致するよう背景領域のすべり量の係数aを算定し、各小断層のすべり量を決定する。

スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$より、主部断層全体の地震モーメントは以下となる。

$M_0 = 4.48 \times 10^{22}$(Nm)　・・・Ⓐ

$\Delta\sigma_m$：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)

S_m：主部断層全体の面積:109,725km²

主部断層の平均すべり量

$D = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2}/\mu$ 1) $= 9.95$m

μ：剛性率:4.1×10^{10}(N/m²)

各小断層の地震モーメント$M_{0(調整前)}$の総和が上記スケーリング則から算出したM_0・・・Ⓐと一致するように係数を算出する。

$M_0 = \Sigma M_{0(調整前)} = \Sigma \mu D_i S_i$

➡ ⑥＝μ×⑤×②を算出

$M_{0(調整前)} = 4.16 \times 10^{22}$(Nm)　・・・Ⓒ

○ⒶとⒸが一致するように係数aを算出。

係数aを背景領域のすべり量設定に代入し、各小断層のすべり量を設定。

係数a＝1.12

背景領域のすべり量D_b（⑦）$= a \cdot D_{b(調整前)}$（⑤）

1) スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$と地震モーメントの式$M_0 = \mu DS$から導出

主部断層

各小断層の調整前のすべり量$D_{(調整前)}$(m)　・・・⑤

深度 40kmﾚ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmﾚ	1	3.36	3.36	3.25	3.25	3.16	3.16	2.87	2.78	2.71	2.65	2.65	2.55	2.49	2.49	2.42	2.42	2.42	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
20kmﾚ	2	6.72	6.72	6.50	6.50	6.33	6.33	5.74	5.56	5.56	5.41	5.30	5.30	5.10	4.98	4.84	4.84	4.84	4.69	4.69	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
10kmﾚ	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	20.84	18.49	18.49	16.30	16.30	13.83	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
	7																																						
0kmﾚ	8																																						

各小断層の面積S_i（km²）　・・・②

深度 40kmﾚ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmﾚ	1	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
20kmﾚ	2	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
	3	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10kmﾚ	6	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0kmﾚ	8	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

各小断層の調整前の地震モーメント$M_{0(調整前)}$　（$\times 10^{19}$ Nm）　・・・⑥

深度 40kmﾚ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmﾚ	1	5.1	8.7	8.7	10.7	10.1	14.5	12.0	12.7	7.6	7.7	7.7	7.1	6.2	6.0	4.0	5.3	5.3	4.2	7.4	6.0	3.3	2.4	2.9	3.1	2.5	3.4	3.6	3.2	3.3	3.2	3.3	2.4	2.3	1.7	1.8	1.4	1.2	0.4
20kmﾚ	2	14.6	13.9	12.6	14.6	15.3	17.1	17.9	19.0	14.9	14.6	13.2	13.2	12.7	10.9	7.1	9.2	9.7	8.4	11.9	7.4	6.7	4.8	7.6	7.2	7.4	7.9	8.3	7.7	6.8	4.7	6.1	6.1	4.6	4.0	3.8	2.9	3.4	1.7
	3	34.0	29.7	30.0	33.9	36.8	41.9	39.1	41.5	29.8	29.1	30.2	26.3	25.4	25.5	18.7	20.8	20.3	21.5	20.9	14.9	13.9	13.2	14.5	15.6	20.9	12.8	19.8	21.9	19.1	21.2	18.0	15.4	12.7	10.1	8.0	5.2	6.7	3.4
	4	26.7	26.5	25.6	24.2	28.8	32.7	28.5	34.4	29.8	27.5	28.0	29.6	25.2	21.1	13.4	16.5	17.1	20.4	21.5	19.8	19.8	27.8	27.0	26.6	26.5	29.0	37.1	36.7	25.1	25.5	20.1	27.3	23.0	27.5	18.5	21.0	12.7	4.8
	5	22.4	26.5	26.9	24.2	30.1	34.0	40.5	34.4	28.4	32.1	27.9	25.7	24.0	23.0	16.9	16.5	20.8	22.4	20.4	18.5	12.0	19.0	26.7	30.1	28.0	30.6	30.5	41.2	36.6	38.4	37.2	27.0	20.1	21.6	10.4	12.8	4.4	2.3
10kmﾚ	6	13.9	16.7	16.1	17.4	23.5	23.5	26.1	28.4	33.1	29.8	30.9	30.1	29.5	24.0	22.1	20.7	17.6	22.9	19.3	18.4	17.8	23.1	32.1	30.2	29.7	29.7	34.0	36.7	38.9	28.7	28.7	28.6	27.0	14.4	17.5	7.0	3.5	1.7
	7																																						
0kmﾚ	8																																						

⑥の総和$M_{0(調整前)}$　・・・Ⓒとスケーリング則に基づくM_0・・・Ⓐから係数a＝1.12を算出

主部断層の各小断層のすべり量D（m）　・・・⑦

深度 40kmﾚ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmﾚ	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20kmﾚ	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10kmﾚ	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.4
	7																																						
0kmﾚ	8																																						

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

第717回資料1-2
p.159再掲

【STEP4】各小断層の平均すべり量D_iおよび主部断層の各小断層のすべり量に基づき、浅部断層に超大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

○浅部断層の各小断層の平均すべり量D_iに対して、以下の関係を与えて調整前の各小断層のすべり量を設定。

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

主部断層

深度 40kmL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmL	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20kmL	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
10kmL	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0kmL	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層のすべり量D（m）・・・⑧

深度 40kmL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmL	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20kmL	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10kmL	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0kmL	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5

遷移領域

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

:浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

浅部領域のすべり量Dの設定方法

深度 40kmL		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30kmL	1	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20kmL	2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10kmL	4	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0kmL	7	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5

超大すべり域：$4D_i$

中間大すべり域：$3D_i$

・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

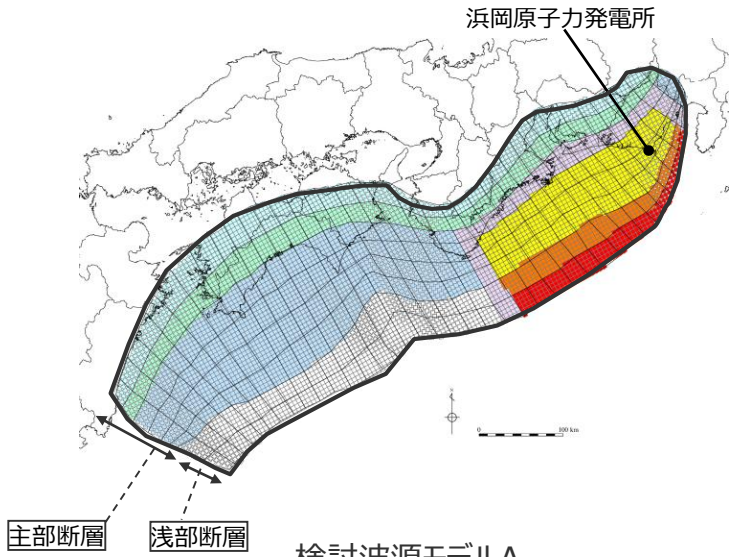
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

第981回資料1-2
p.335再掲

■「検討波源モデルA：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



検討波源モデルA
（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
41.7	12.1

- 津波断層域
- 超大すべり域（平均すべり量の４倍）
- 中間大すべり域（平均すべり量の３倍）
- 大すべり域（平均すべり量の２倍）

（津波断層域の全面積の約20%）

- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

検討波源モデルA（プレート境界面浅部）の小断層のすべり量分布（m）

西 ⇦　⇨ 東

陸側⇨　⇦海溝軸側

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
20km↓	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

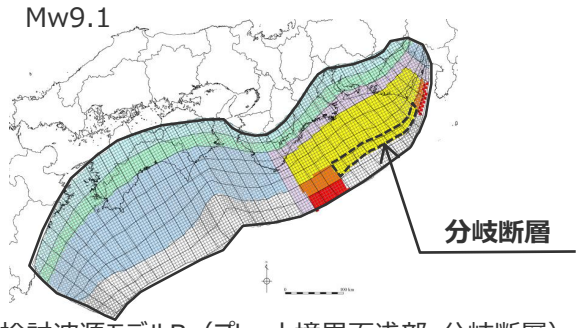
・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

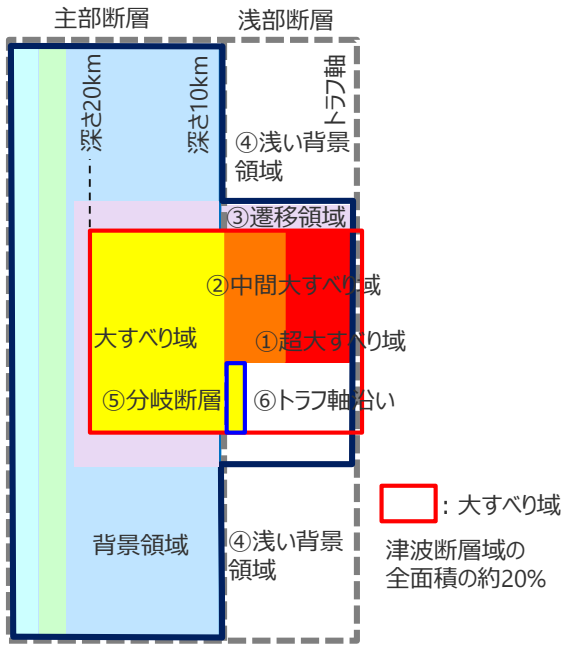
検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
(2)-2　各領域のすべり量の設定（すべり量分布の設定）

第717回資料1-2
p.161再掲

■ 分岐断層は、内閣府(2012)を踏まえ、その分岐する場所（深さ10km）が大すべり域となった場合のみ活動するとし、その際には、それに対するプレート境界面浅部の小断層のすべり量は０（ゼロ）とした。また、分岐断層のすべり量は主部断層の大すべり域のすべり量と同じとした。
■ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデルの設定の詳細は以下のとおり。



検討波源モデルB（プレート境界面浅部・分岐断層）
(B-1の例)



検討波源モデルBのすべり量分布概念図

【主部断層のすべり量の設定】
「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」と同様に設定。

【浅部断層のすべり量の設定】
断層破壊は、プレート境界面浅部または分岐断層のいずれかに伝播するものとして、以下の関係を与えてすべり量を設定。

◇断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する場所のすべり量の設定
（「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」と同様に設定。）

①超大すべり域	：	**$4D_i$**[1)]
②中間大すべり域	：	$3D_i$
③①と④の遷移領域	：	$(2D_i+D_b)/2$
④浅い背景領域	：	0（ゼロ）

◇断層破壊が分岐断層に伝播する場所のすべり量の設定

⑤分岐断層	：	**$2D_i$**
⑥トラフ軸沿い	：	0（ゼロ）

D_i：各小断層の平均すべり量　D_b：各背景領域のすべり量(=aD_i、aは定数)

1)駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-1　検討波源モデルのパラメータ
検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
(2)-2　各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-1（プレート境界面浅部・東海断層系）のすべり量分布の設定）

■STEP1～3までは検討波源モデルA（プレート境界面浅部）と同じ。

【STEP4】各小断層の平均すべり量D_iおよび主部断層の各小断層のすべり量に基づき、浅部断層に超大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

各小断層の平均すべり量D_i（m）　　主部断層

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層のすべり量D(m)

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10km↓	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.1	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	17.9	17.3	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	20.7	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	21.9	8.2	5.5

分岐断層 ：主部のもっとも浅い小断層と同じすべり量

大すべり域、超大すべり域、中間大すべり域、遷移領域のすべり量D(m)の設定方法

遷移領域

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

:浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

深度 40km↓		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10km↓	4	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.1	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	17.9	17.3	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	20.7	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	21.9	8.2	5.5

中間大すべり域 ：$3D_i$　　分岐断層　　超大すべり域 ：$4D_i$

・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

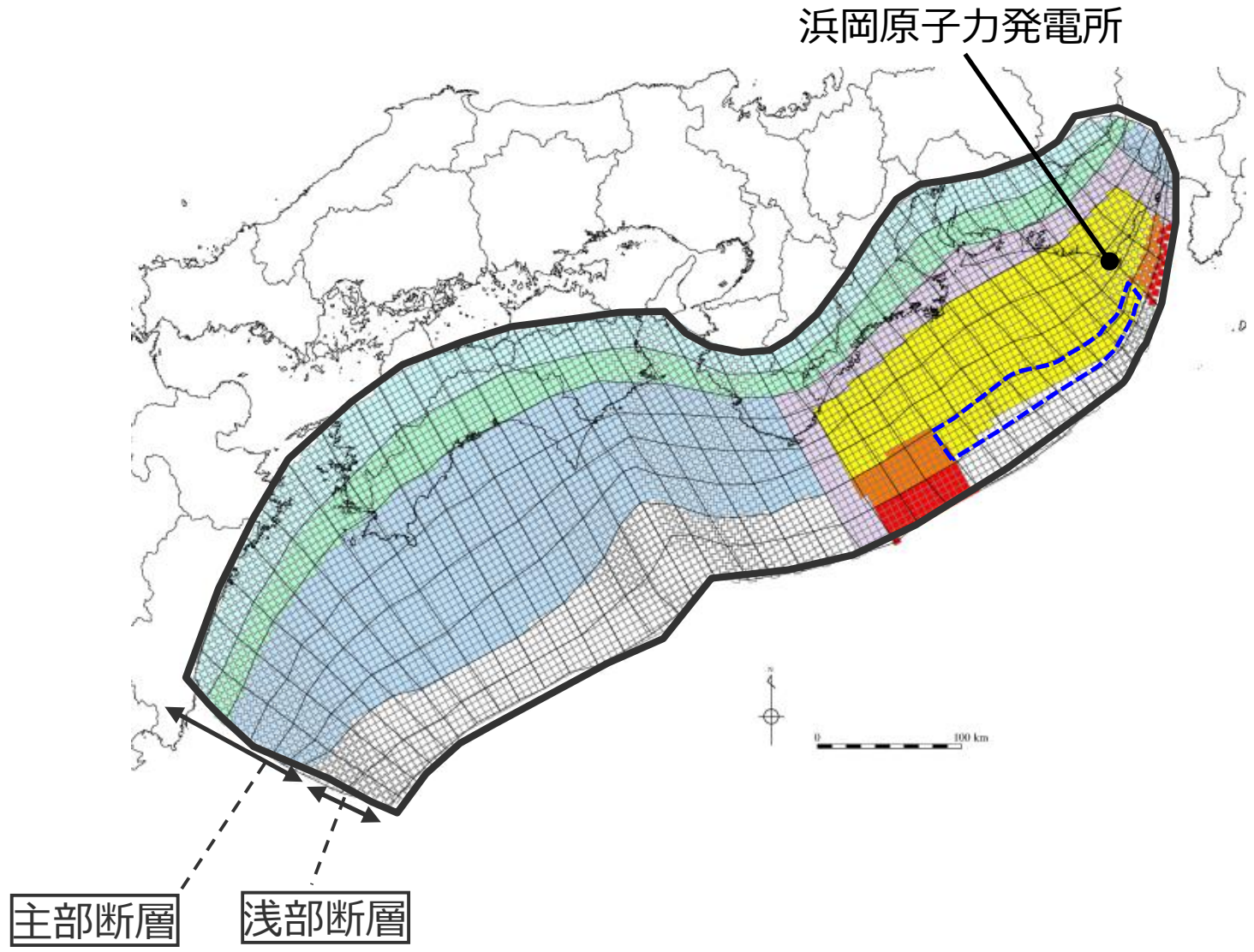
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-1（プレート境界面浅部・東海断層系）のすべり量分布の設定）

第981回資料1-2
p.338再掲

■ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するケースのうち、「検討波源モデルB-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播するモデル」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



検討波源モデル B-1
（プレート境界面浅部・東海断層系）

検討波源モデル B-1（プレート境界面浅部・東海断層系）のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
37.5	10.9

- 津波断層域
- 分岐断層
- 超大すべり域（平均すべり量の４倍）
- 中間大すべり域（平均すべり量の３倍）
- 大すべり域（平均すべり量の２倍）
- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

（超大すべり域・中間大すべり域・大すべり域：津波断層域の全面積の約20%）

西 ⇦　検討波源モデル B-1（プレート境界面浅部・東海断層系）の小断層のすべり量分布 (m)　⇨ 東

陸側⇧　⇩海溝軸側

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6
	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2
20km↓	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8
10km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

深度40km↓		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
	2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
20km↓	3	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	10.5	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.8	10.5	14.3	18.1	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10km↓	6	10.8	10.5	14.3	18.1	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
	7	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	17.9	17.3	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	20.7	16.4	8.2	5.5
0km↓	8	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	21.9	8.2	5.5

分岐断層（行7の列26〜34）

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。
・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

(2)-2 各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）のすべり量分布の設定）

第717回資料1-2
p.164再掲

■STEP1～3までは検討波源モデルA（プレート境界面浅部）と同じ。

【STEP4】各小断層の平均すべり量D_iおよび主部断層の各小断層のすべり量に基づき、浅部断層に超大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

各小断層の平均すべり量D_i（m）

主部断層

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層のすべり量D(m)

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
20km↓	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
10km↓	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	16.3	16.3	13.8	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	0.0	0.0	0.0	20.7	8.2	5.5

分岐断層 ：主部のもっとも浅い小断層と同じすべり量

大すべり域、超大すべり域、中間大すべり域、遷移領域のすべり量D(m)の設定方法

遷移領域 ：

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

：浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

深度 40km↓		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10km↓	4	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	16.3	16.3	13.8	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	0.0	0.0	0.0	20.7	8.2	5.5

中間大すべり域 ：$3D_i$

超大すべり域 ：$4D_i$

分岐断層

・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

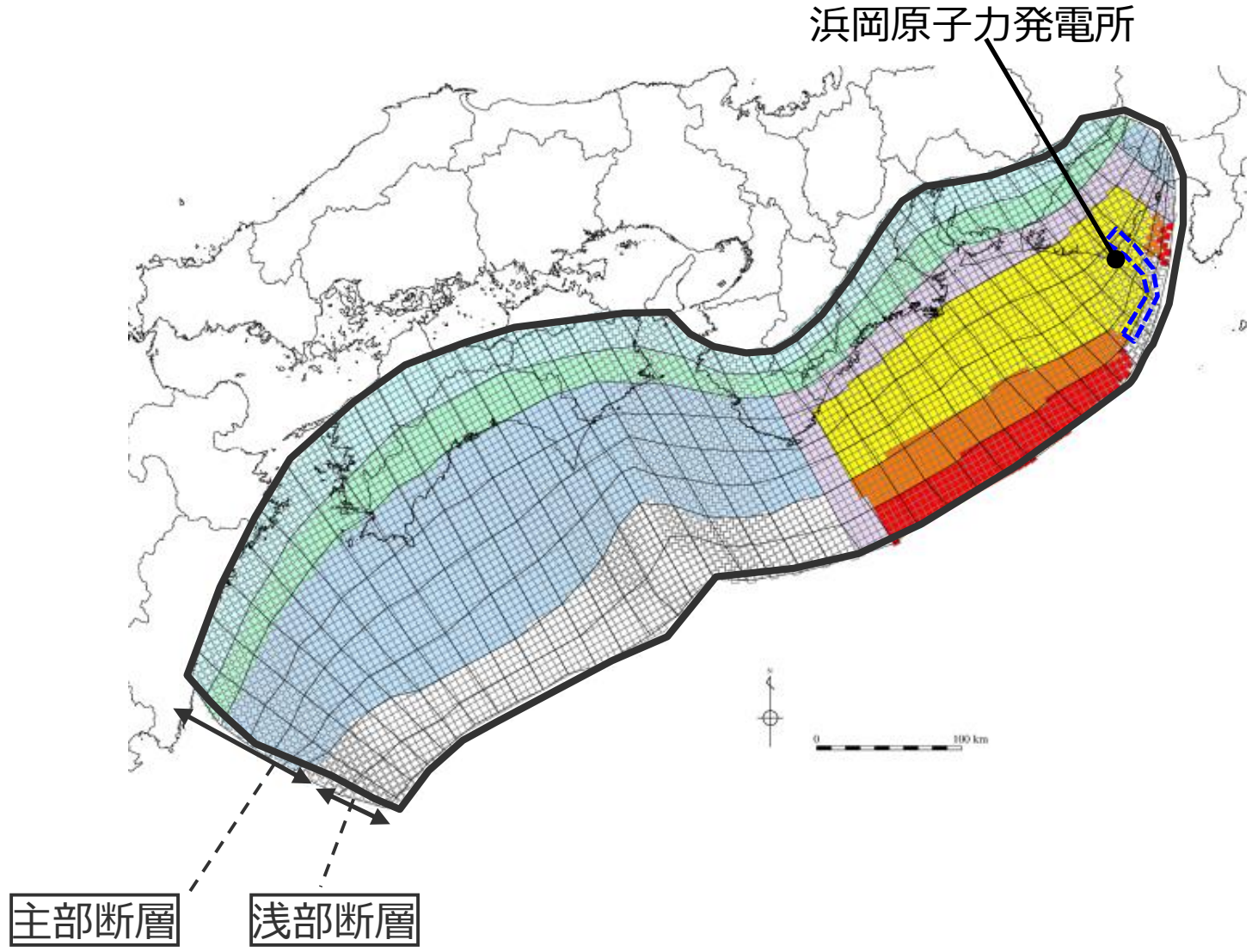
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

(2)-2 各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）のすべり量分布の設定）

第981回資料1-2
p.340再掲

■ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するケースのうち、「検討波源モデルB-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播するモデル」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



検討波源モデルB-2
（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）

検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
41.7	12.0

- 津波断層域
- 分岐断層
- 超大すべり域（平均すべり量の４倍）
- 中間大すべり域（平均すべり量の３倍）
- 大すべり域（平均すべり量の２倍）
- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

（超大すべり域・中間大すべり域・大すべり域：津波断層域の全面積の約20%）

検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）の各小断層のすべり量分布 (m)

西 ⇦　　⇨ 東

⇧ 陸側　／　海溝軸側 ⇩

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6
	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2
20km↓	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8
10km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

深度40km↓		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
	2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
20km↓	3	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10km↓	6	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
	7	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	16.3	16.3	13.8	16.4	8.2	5.5
0km↓	8	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	0.0	0.0	0.0	20.7	8.2	5.5

分岐断層

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。
・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

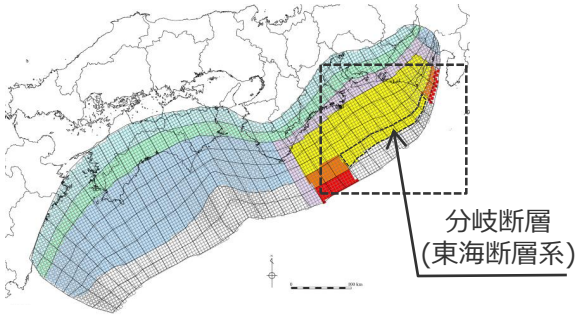
6-1　検討波源モデルのパラメータ
検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
(2)-2　各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-1の分岐断層：東海断層系）

■「検討波源モデルB-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播するモデル」のうち東海断層系の断層パラメータは、活断層評価結果及び内閣府(2012)等に基づき設定した。
■ 東海断層系のすべり量は、主部断層の大すべり域と同じすべり量とした。

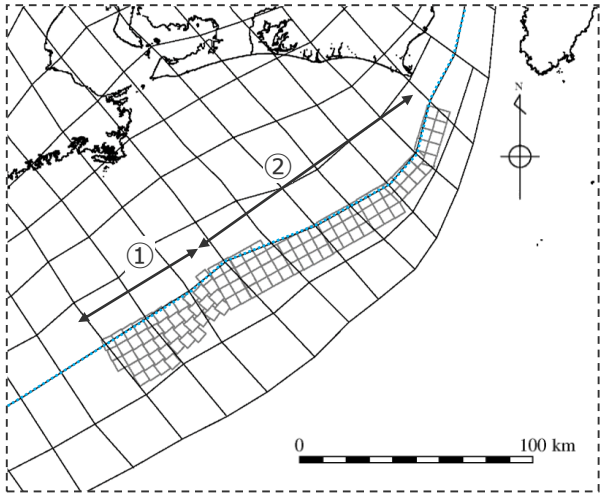
断層パラメータ

項目	設定値		設定方法
	セグメント①	セグメント②	
断層面積S (km^2)	1,204	2,044	
地震モーメントM_0 (Nm)	2.4×10^{21}		ΣμDS
剛性率μ(N/m^2)	4.1×10^{10}		プレート境界の剛性率
すべり量D (m)	17.3～17.9	16.3～20.8	主部断層の大すべり域と同じすべり量を設定
断層長さ (km)	55	126	活断層評価結果を基に設定
断層上端深さ (km)	0	0	
断層下端深さ (km)	10	10	プレート境界面(主部断層上端)に接する深さ
断層幅 (km)	17～26	11～22	断層上下端深さ及び傾斜角による
傾斜角 (°)	14.8～28.4	26.0	内閣府(2012)・中央防災会議(2001)を基に設定※1

※1　セグメント①は内閣府(2012) に基づく。セグメント②は、中央防災会議(2001)に基づく。



検討波源モデルB-1
（プレート境界面浅部・東海断層系）



東海断層系の波源モデル

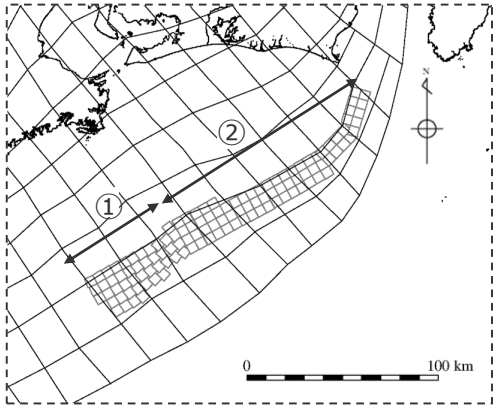
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
(2)-2　各領域のすべり量の設定（東海断層系の断層パラメータの設定根拠）

第615回資料1-1
p.52再掲

■東海断層系の断層パラメータは、内閣府(2012)および中央防災会議(2001)に基づく。

セグメント①のパラメータ

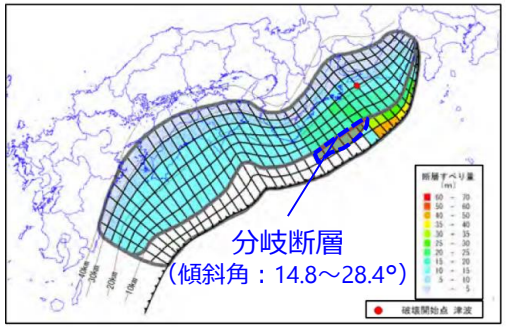


東海断層系の波源モデル

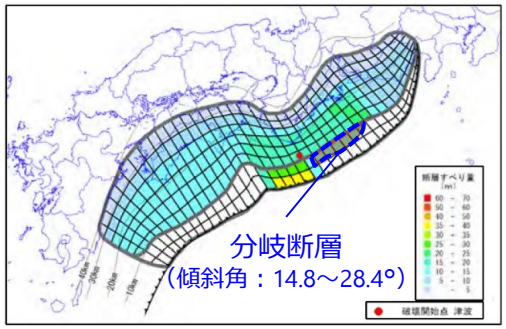
セグメント②のパラメータ

○内閣府(2012)

・内閣府の最大クラスモデル（ケース⑥およびケース⑦）では、構造探査により熊野灘で認められた分岐断層が三次元的にモデル化されており、傾斜角は14.8～28.4°となっている。



【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に
「大すべり域＋（超大すべり域、分岐断層）」を設定】



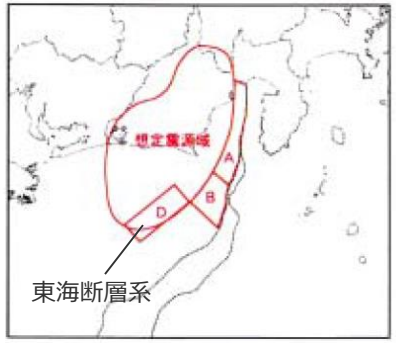
【ケース⑦「紀伊半島沖」に
「大すべり域＋（超大すべり域、分岐断層）」を設定】

内閣府の最大クラスモデル（ケース⑥およびケース⑦）
（内閣府(2012)を基に作成）

○中央防災会議(2001)

・中央防災会議(2001)では、東海地震の想定震源域の破壊の途中で枝分かれ的に派生する東海断層系（矩形断層Ｄ）がモデル化されており、傾斜角は26°である。

【断層ケース：想定震源域＋ＡＢＤ】



各断層のすべり量は次の通り
想定震源域：4.0m
断層Ａ　：1.5m
断層Ｂ　：4.0m
矩形断層Ｄ：4.0m

尚、矩形断層Ｄの断層パラメータは次の通り

断層名	深さ (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	すべり角 (°)	長さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
D	3	230	26	115	50	20	2.85

（傾斜角：26°）

断層モデル一覧図

東海地震の想定震源域の断層モデル
（中央防災会議(2001)を基に作成）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

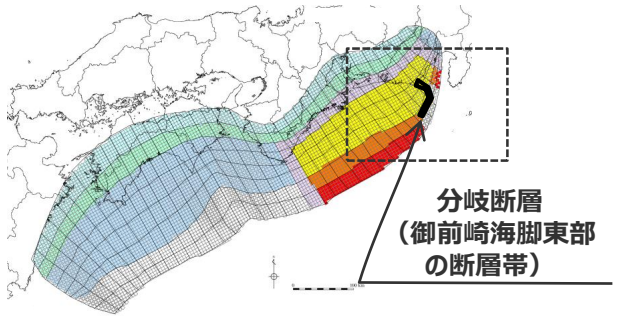
(2)-2　各領域のすべり量の設定（検討波源モデルB-2の分岐断層：御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）

第1020回資料2-2
p.346再掲

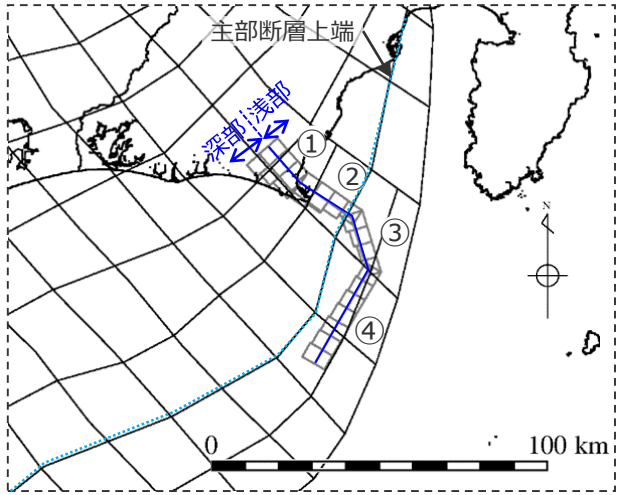
■「検討波源モデルB-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播するモデル」のうち御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の断層パラメータは、活断層評価結果等に基づき設定した。
■ 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層のすべり量は、主部断層の大すべり域と同じすべり量とした。

断層パラメータ

項目		設定値				設定根拠
		セグメント①	セグメント②	セグメント③	セグメント④	
断層面積S (km^2)		270	267	194	357	
地震モーメントM_0 (Nm)		6.2×10^{20}				ΣμDS
剛性率μ (N/m^2)		4.1×10^{10}				プレート境界の剛性率
すべり量D (m)		10.9～13.8	10.9～13.8	13.8	16.3	主部断層と同じすべり量を設定
断層長さ (km)		13.7	19.8	19.2	33.6	活断層評価結果を基に設定
断層上端深さ (km)		0	0	0	0	
断層下端深さ (km)		13.9～16.4	9.3～13.3	6.9～9.8	7.4～8.9	プレート境界面に接する深さ
断層幅(km)		17.2～20.7	10.6～16.4	7.6～12.0	9.3～11.9	断層上下端深さ及び傾斜角による
傾斜角(°)	浅部	65	65	65	60	活断層評価結果を基に設定
	深部	45	45	35	35	
浅部・深部の境界深さ (km)		8	8	8	6	



検討波源モデルB-2
（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）



御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の波源モデル

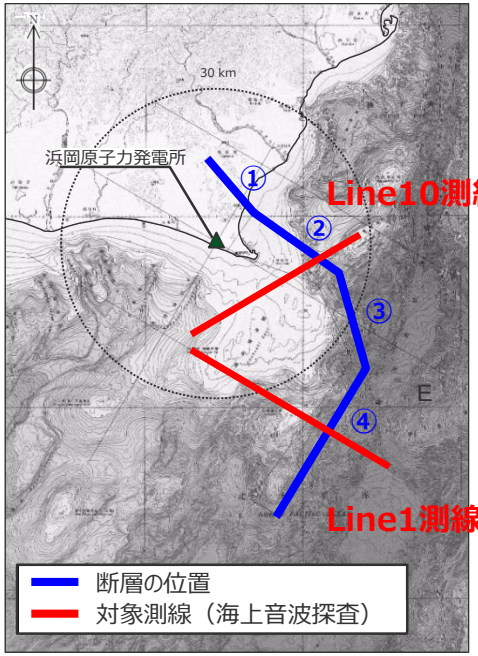
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

(2)-2　各領域のすべり量の設定（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の断層パラメータの設定根拠）

第615回資料1-1
p.54再掲

■御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の傾斜角は、活断層評価結果（第120回審査会合資料等）に基づく。



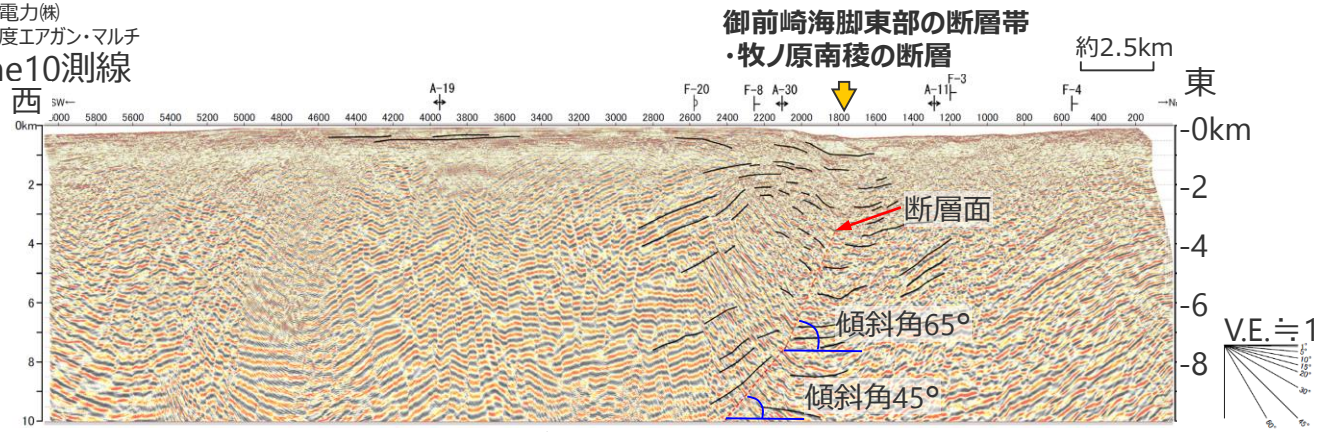
平面図（第570回審査会合資料1 一部修正）

活断層評価結果に基づく断層の傾斜角

セグメント	傾斜角		境界深さ
	深部	浅部	
①	45°	65°	8km
②	45°	65°	
③	35°	65°	
④	35°	60°	6km

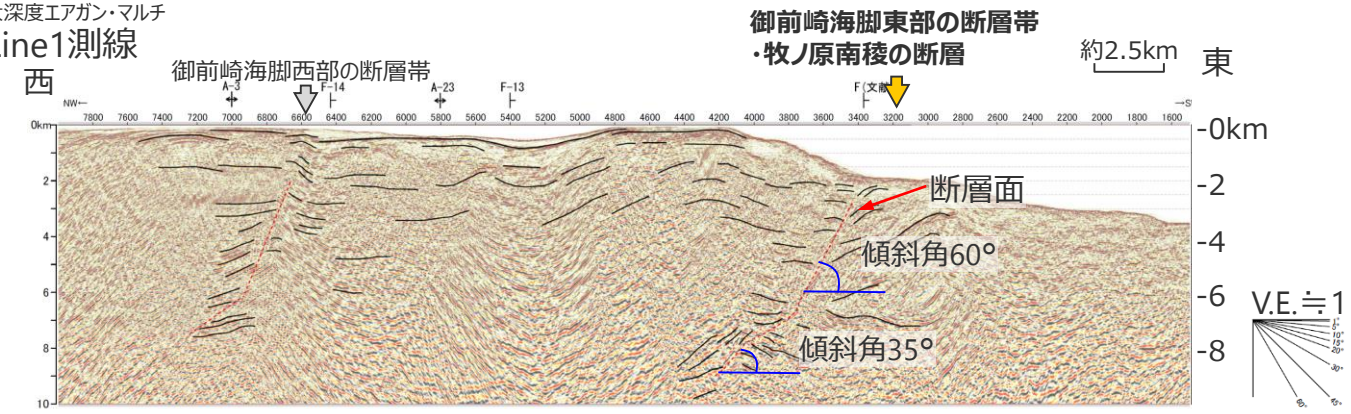
・セグメント②および④は、地下構造を確認できる音波探査記録があるため、それに基づき設定した。
・セグメント①は、地表面の高度差から、評価上、断層を想定した区間にあたるため、傾斜角は連続するセグメント②と同様とした。
・セグメント③は、②、④の音波探査記録に基づき、浅部を高角(65°)、深部を低角(35°)とした。

中部電力㈱
大深度エアガン・マルチ
Line10測線



• 深さ4～8km付近には、65°程度の断層が認められ、
それ以深には、やや不明瞭となるものの、45°程度の断層が認められる。（第120回審査会合資料1-2 一部修正）

中部電力㈱
大深度エアガン・マルチ
Line1測線



• 深さ～6km程度には、反射面の傾斜が変化する位置に60°程度の断層が認められ、
それ以深には、反射面の傾斜が変化する位置に35°程度の断層が認められる。（第120回審査会合資料1-2 一部修正）

御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層に係る活断層評価結果
（上：Line10測線、下：Line1測線）
（第120回審査会合資料）

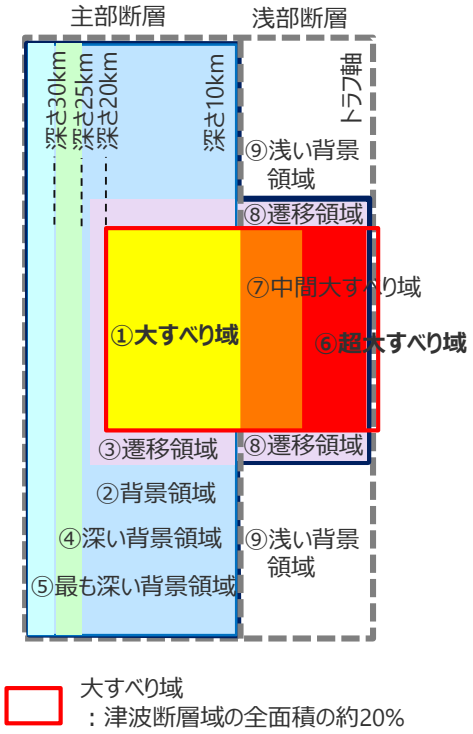
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

(3)　モーメントマグニチュードMwの算定

第1020回資料2-2
p.348再掲

■ 内閣府(2012)を踏まえ、津波断層モデルの全体に対する地震モーメントM_0およびモーメントマグニチュードは、各小断層のすべり量と面積から地震モーメントM_0を求め、その総和から算定する。具体的には以下の例のとおり。



検討波源モデルAのすべり量分布概念図

○津波断層モデルの地震モーメントM_0の総和の算定（検討波源モデルAの例）

M_0（全体）＝M_0（主部断層）＋M_0（浅部断層）

M_0（主部断層）＝Σ M_{0i}（各小断層）＝Σ$\mu D_i S_i$（各小断層）
ここで、主部断層の各領域における各小断層のすべり量は以下のとおり。
①大すべり域：$2D_i$、②背景領域：D_b、③遷移領域：$(2D_i+D_b)/2$、
④深い背景領域：$1/2\times D_b$、⑤最も深い背景領域：$1/4\times D_b$

M_0（浅部断層）＝Σ M_{0i}（各小断層）＝Σ$\mu D_i S_i$（各小断層）
ここで、浅部断層の各領域における各小断層のすべり量は以下のとおり。
⑥超大すべり域：$4D_i$、⑦中間大すべり域：$3D_i$、⑧遷移領域：$(2D_i+D_b)/2$、⑨浅い背景領域：0

μ：剛性率　➡ 4.1×10^{10} N/m^2
D_i：各小断層の平均すべり量　D_b：背景領域のすべり量　S_i：各小断層の面積

○津波断層モデルのモーメントマグニチュードMwの算定

$$M_w = \frac{\log M_0 - 9.1}{1.5}$$

検討波源モデルAのモーメントマグニチュードMw

断層モデル		面積 (km^2)	M_0 (Nm)	Mw
検討波源モデルA	**全体**	**144,379**	**6.2×10^{22}**	**9.1**
	主部断層	109,725	4.5×10^{22}	9.0
	浅部断層	34,655	1.7×10^{22}	8.8

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

（4）-1　破壊開始点の設定

第717回資料1-2
p.171再掲

■ 内閣府の最大クラスモデルの破壊開始点は、大すべり域の下端中央（深さ20km付近）に設定されている。
■ Mai et al.(2005)等では、破壊開始点は強震動生成域の周辺に位置するとされており、南海トラフの強震動生成域は深さ約20km付近に分布する。
■ 国内外のMw9地震のインバージョン結果では破壊開始点は大きくすべった領域の周辺に位置している。

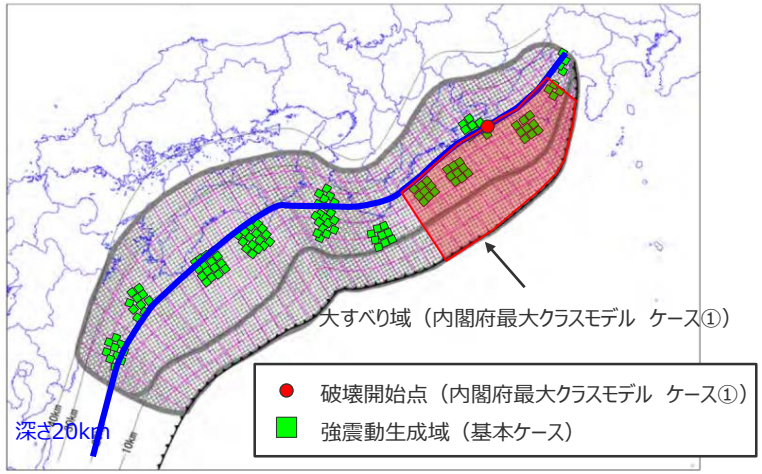
■ 破壊開始点は、内閣府(2012)および国内外のMw9地震のインバージョン結果等を踏まえ、大すべり域下端中央（深さ約20km）に設定した。
■ なお、破壊開始点の不確かさについては別途詳細パラメータスタディを実施する。

○各検討ケースの津波断層モデルの破壊開始点

基本的な検討ケース（ケース①～ケース⑤）の破壊開始点は、それぞれの検討ケースの大すべり域の中心付近の深さ 20km 付近に設定する。ケース②については、過去の昭和東南海地震、昭和南海地震の破壊開始点の位置を参考にし、強震動計算の破壊開始点と同じ紀伊半島の潮岬沖の場所とする（図 2.4）。

（内閣府(2012)を基に作成 ）

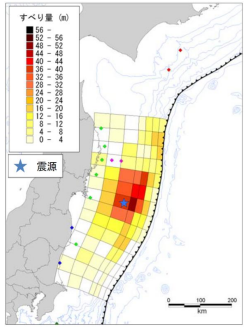
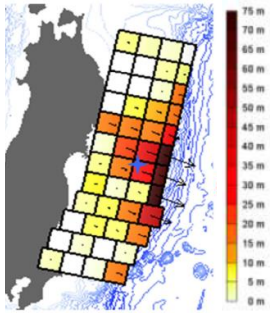
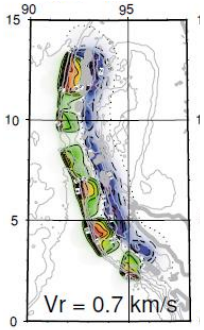
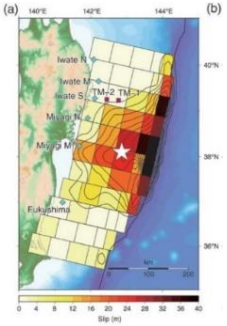
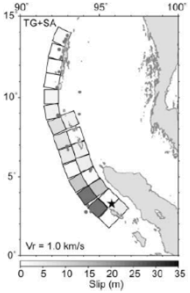
南海トラフの最大クラスモデルの破壊開始点



（内閣府(2012)を基に作成 ）

内閣府の最大クラスモデルの大すべり域、強震動生成域の分布

国内外のMw9地震のインバージョン結果により推定された破壊開始点

地震名	2011年東北沖地震 (Mw9.0)		2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1)
波源モデル	 内閣府(2012b)	 杉野ほか(2013)	 Hirata et al.(2006)
	 Satake et al.(2013)		 Fujii and Satake (2007)
破壊開始点	大きくすべった領域の深い側		大きくすべった領域の周辺

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

（4）-2　破壊伝播速度の設定

■ 内閣府(2012)は、南海トラフの最大クラスモデルの破壊伝播速度について、平均的に利用されている値を参考に、東北沖地震の解析結果も踏まえて、2.5km/sと設定している。
■ 海域の速度構造から推定される破壊伝播速度は、東北沖では約2.8km/s、南海トラフでは約2.5km/sである。
■ 国内外のMw9クラスの地震・津波のインバージョン結果のうち、動的パラメータが推定されている2011年東北沖地震および2004年スマトラ島沖地震の破壊伝播速度は0.7～2.0km/sである。

■ 破壊伝播速度は、内閣府(2012)及び南海トラフの速度構造から推定される破壊伝播速度を踏まえて、2.0km/sと設定した。
■ なお、破壊伝播速度の不確かさについては別途詳細パラメータスタディを実施する。

内閣府の最大クラスモデルの破壊伝播速度の設定

○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度　：　2.5km/s
ライズタイム　：　1分

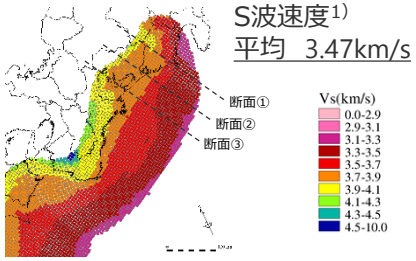
（内閣府(2012)を基に作成）

国内外のMw9クラスの地震の津波インバージョンにより推定された破壊伝播速度

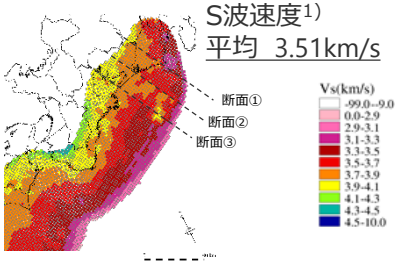
地震名	文献名	破壊伝播速度
2011年東北沖地震 (Mw9.0)	内閣府(2012b)	2.0km/s
	杉野ほか(2013)	1.5km/s
	Satake et al.(2013)	2.0km/s
2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1)	Hirata et al.(2006)	0.7km/s
	Fujii and Satake(2007)	1.0km/s

沈み込み帯のS波速度構造と、S波速度構造から推定される破壊伝播速度

南海トラフ



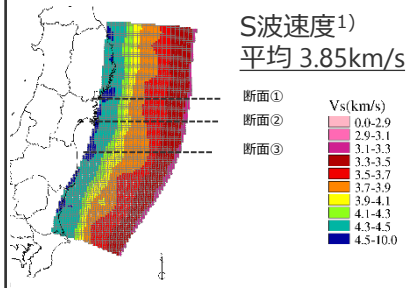
Matsubara and Obara(2011）を基に作成



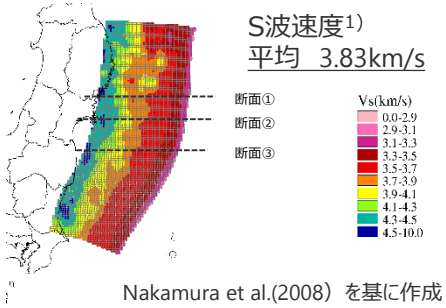
Nakamura et al.(2008）を基に作成

破壊伝播速度　2.5km/s　2)

日本海溝



Matsubara and Obara(2011）を基に作成



Nakamura et al.(2008）を基に作成

破壊伝播速度　2.8km/s　2)

1)各断面(断面①～③)のS波速度の平均値を記載　2) $V_r=0.72V_s$より算出（Geller(1976)）

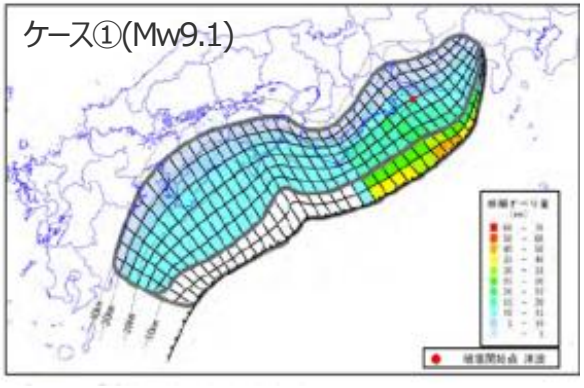
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

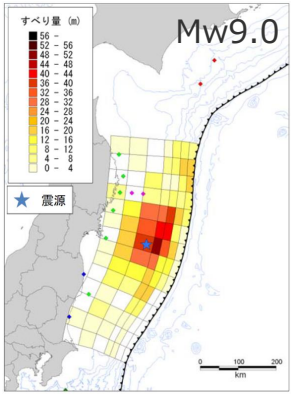
検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

（4）-3　ライズタイムの設定

第615回資料1-1
p.58再掲

■ 内閣府(2012)は、南海トラフの最大クラスモデルのライズタイムについて、平均的に利用されている値を参考に、東北沖地震の解析結果も踏まえて、60sと設定している。
■ 一方、内閣府(2012b)は、東北沖地震の解析結果から、東北沖地震のライズタイムを300sと推定しており、両者の数値は異なっている。
⇒ここでは、Mw9クラスの巨大地震のライズタイムについて科学的知見を踏まえて検討した。





最終すべり量

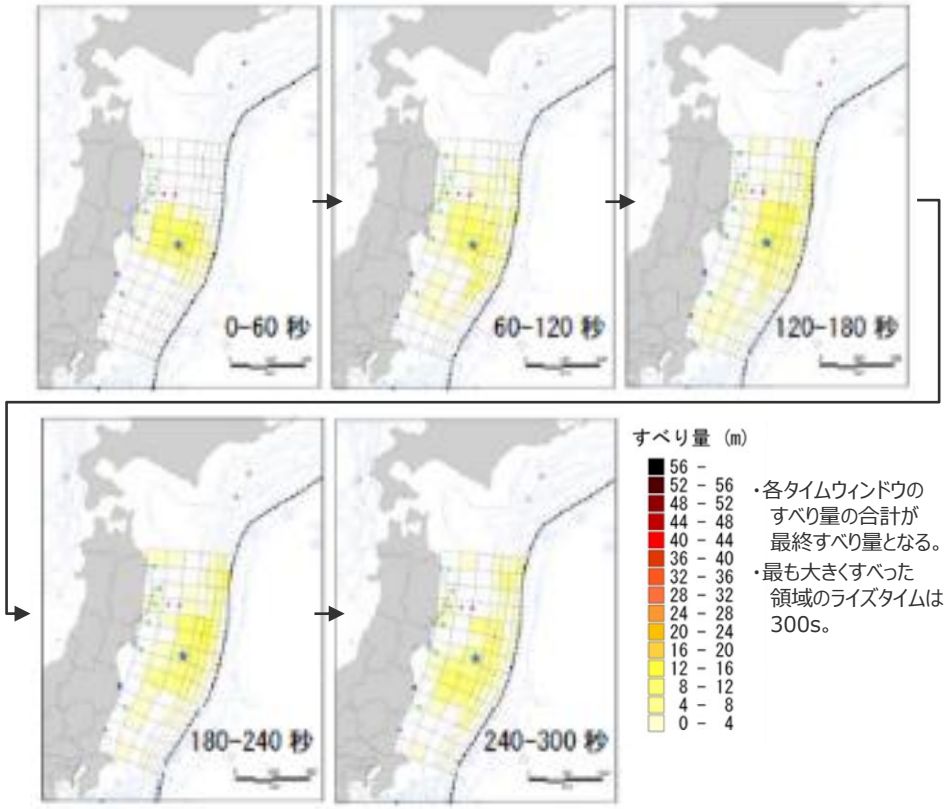
○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、５秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度　　：　2.5km/s
ライズタイム　：　１分

（内閣府(2012)を基に作成）

内閣府の最大クラスモデルのライズタイム



各タイムウィンドウのすべり量

（内閣府(2012b)を基に作成）

内閣府(2012b)による東北沖地震の解析結果
（津波インバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

（4）-3　ライズタイムの設定

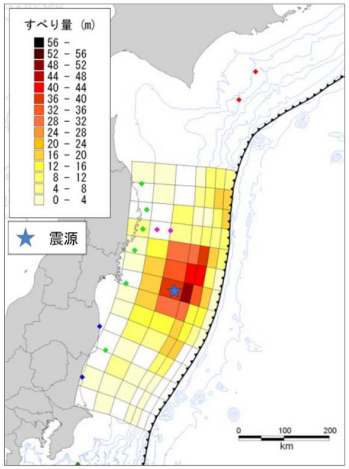
第615回資料1-1
p.59再掲

■ 検討波源モデルのライズタイムは、国内外の巨大地震の発生事例を踏まえて設定することとし、国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイムのうち最も短い150sと設定した。
■ なお、ライズタイムの不確かさについては別途詳細パラメータスタディを実施する。

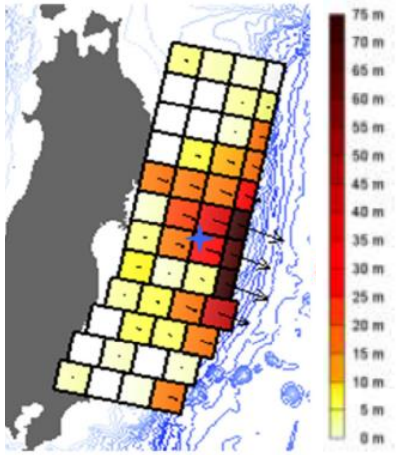
巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイム

地震名	文献名	ライズタイム
2011年東北沖地震　(Mw9.0)	内閣府(2012b)	**300s**
	杉野ほか(2013)	**300s**
	Satake et al.(2013)	**150s**
2004年スマトラ島沖地震　(Mw9.1)	Hirata et al.(2006)	**150s**
	Fujii and Satake(2007)	**180s**

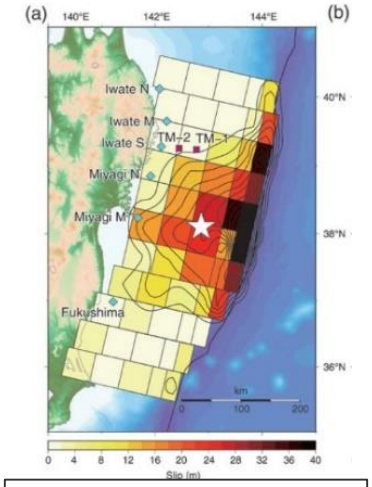
➡6-5ライズタイムの設定で詳細に説明



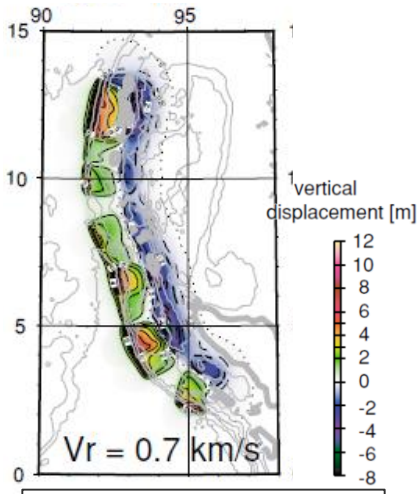
ライズタイム：約300s
内閣府(2012b)



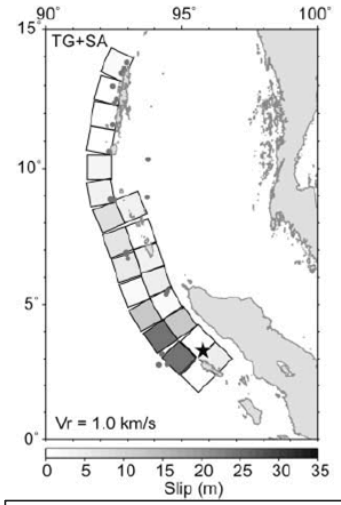
ライズタイム：約300s
杉野ほか(2013)
2011年東北沖地震



ライズタイム：約150s
Satake et al.(2013)



ライズタイム：約150s
Hirata et al.(2006)



ライズタイム：約180s
Fujii and Satake(2007)

2004年スマトラ島沖地震

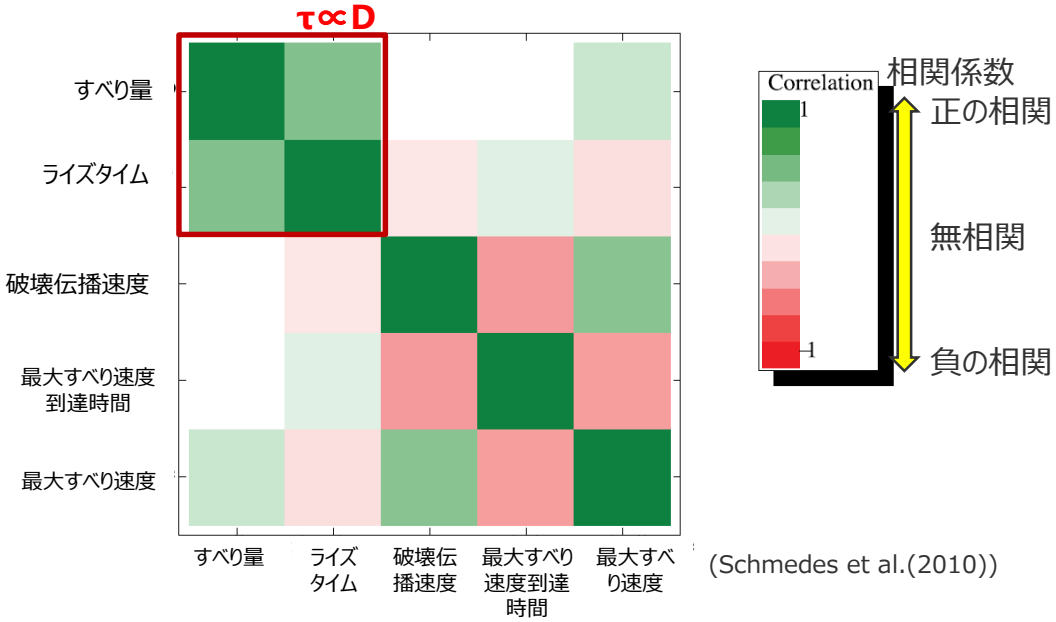
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

（4）-3　ライズタイムの設定

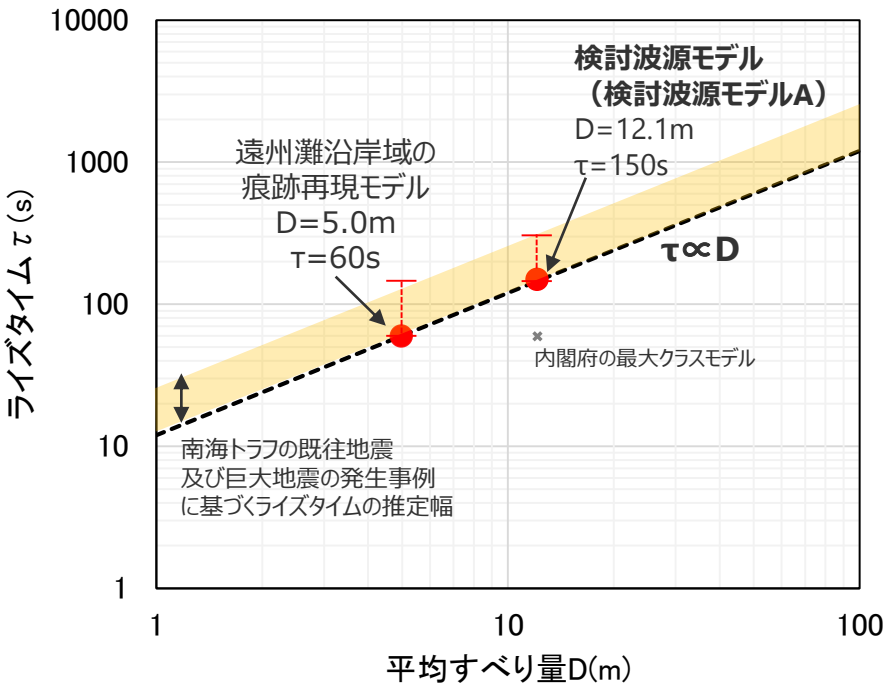
■ 文部科学省・防災科学技術研究所(2013)や金森(1991)による理論的・解析的検討によると、すべり量Dとライズタイムτとの間には比例関係が成り立つ。
■ すべり量Dとライズタイムτの関係に基づくと、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのライズタイム（60s）と検討波源モデルのライズタイム（150s）は、整合的な関係にある。

※なお、南海トラフにおいて想定された内閣府(2012)モデルは、津波評価に影響の大きいライズタイムについて、スケーリング則を超えて南海トラフの既往地震と同じ数値が設定されたモデルとなっている。



(Schmedes et al.(2010))

動的破壊シミュレーションにおける各パラメータの相関係数



「遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル」と「検討波源モデル」のライズタイムのスケーリング上の関係

ライズタイムとすべり量との関係　（Kanamori and Anderson(1975)による）

・応力降下量を一定と仮定すると、食い違い理論に基づき以下の関係が成り立つ。

$W \propto L$　$D \propto L$　$v\tau \propto L$

・破壊伝播速度vを一定とすると、ライズタイムτと平均すべり量Dの間には以下の関係が成り立つ。

$\tau \propto D$

ここで、W：断層幅、L：断層長さ、D：平均すべり量、v：破壊伝播速度、τ：ライズタイム

既往地震及び巨大地震の発生事例から推定されるライズタイム

南海トラフの既往地震	Mw9クラスの巨大地震
60～150s	150～300s

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定

検討波源モデルの設定のまとめ

第981回資料1-2
p.351再掲

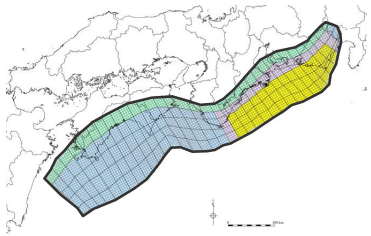
■ 国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、「検討波源モデルA：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」、「検討波源モデルB：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル」を設定した。
■ 検討波源モデルBについては、地質調査結果および分岐断層の影響評価を踏まえ、
敷地前面に位置する東海断層系を考慮した「検討波源モデル B-1（プレート境界面浅部・東海断層系）」と、
敷地に近い御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層を考慮した「検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）」を設定した。

波源モデル		遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル	検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）	検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）	
認識論的不確実さ	面積	約8万km²	約14万km²	約14万km²	
	地震規模	Mw8.8	Mw9.1	Mw9.1	
	すべり量	約9m	約37m	約37m	
	浅部の破壊形態	－ （断層破壊が浅部に伝播していないものとして設定）	断層破壊がプレート境界面浅部に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(東海断層系)に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(御前崎海脚東部の断層帯)に伝播
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖 （超大すべり域は無し）	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖	
	すべり速度（ライズタイム）	0.15m/s (60s)	0.25m/s (150s)	0.25m/s (150s)	
	破壊伝播速度	2.0km/s	2.0km/s	2.0km/s	
偶然的不確実さ	破壊開始点	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	

・すべり量　：超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量。
・すべり速度：(すべり量)／(ライズタイム)

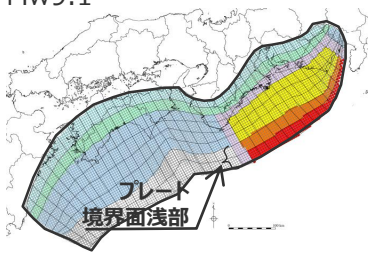
：検討波源モデルにおいて、不確かさとして考慮したパラメータ
：検討波源モデルに対して、概略および詳細パラメータスタディを実施したパラメータ

Mw8.8



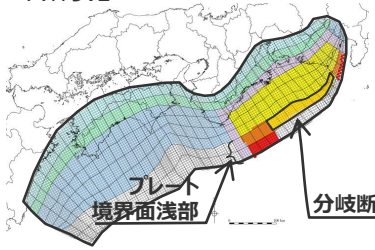
遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル

Mw9.1



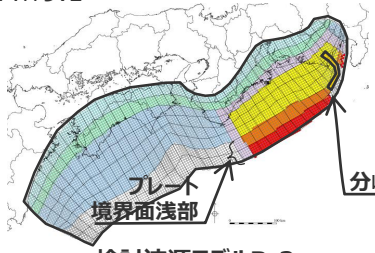
検討波源モデルA
（プレート境界面浅部）

Mw9.1



検討波源モデルB-1
（プレート境界面浅部・東海断層系）

Mw9.1



検討波源モデルB-2
（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

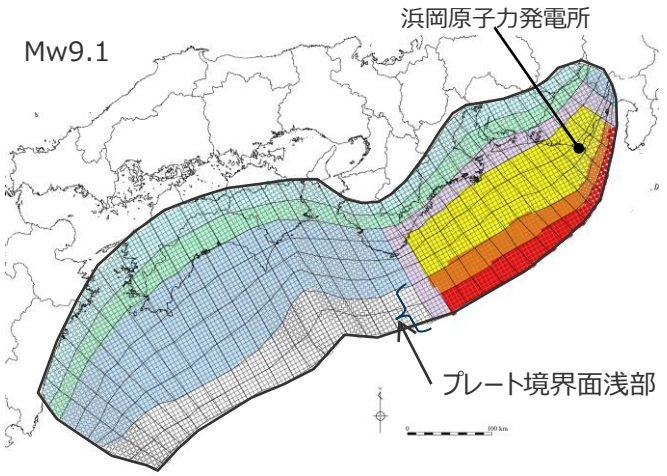
断層パラメータ

第981回資料1-2
p.352再掲

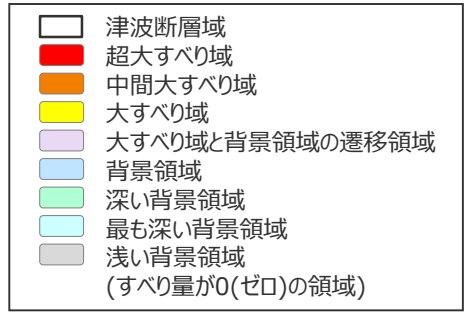
断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積（km^2）	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.2×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa)※1	3. 0
	平均すべり量 (m)※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率（N/m^2）	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	150
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	29.2
	最大すべり量 (m)	41.7

※1　スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（123,700km^2）に基づき算出
※3　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（13,975km^2）に基づき算出



検討波源モデルＡ（プレート境界面浅部）



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

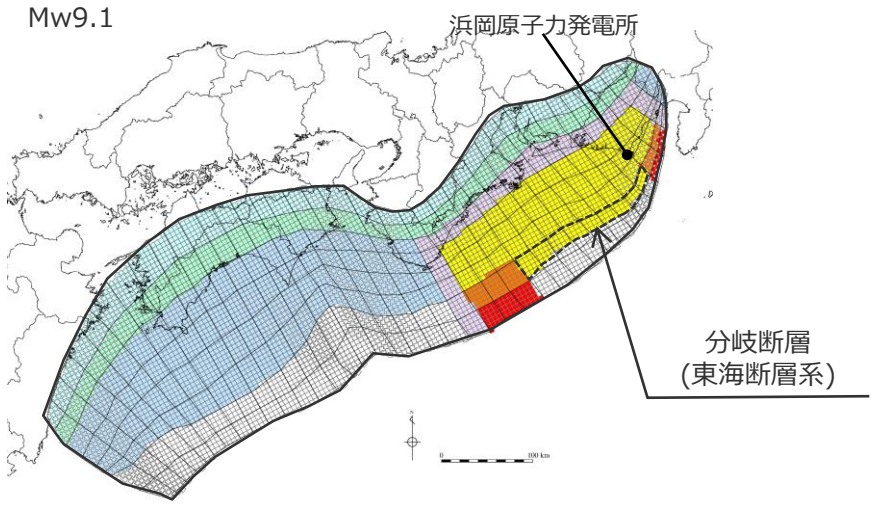
断層パラメータ（検討波源モデルB-1（プレート境界面浅部・東海断層系））

第981回資料1-2
p.353再掲

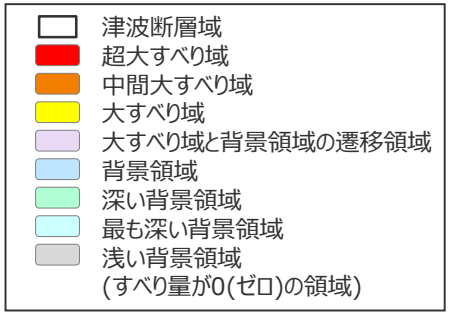
断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積 (km^2)	144,379
	地震モーメント (Nm)	5.3×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa)※1	3.0
	平均すべり量 (m)※2	10.9
	最大すべり量 (m)	37.5
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	150
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	8.6×10^{21}
	平均すべり量 (m)※3	22.7
	最大すべり量 (m)	37.5

※1　スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（118,989km^2）に基づき算出
※3　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（9,265km^2）に基づき算出



検討波源モデルＢ-1（プレート境界面浅部･東海断層系）



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
検討波源モデルB-1のうち東海断層系の断層パラメータ

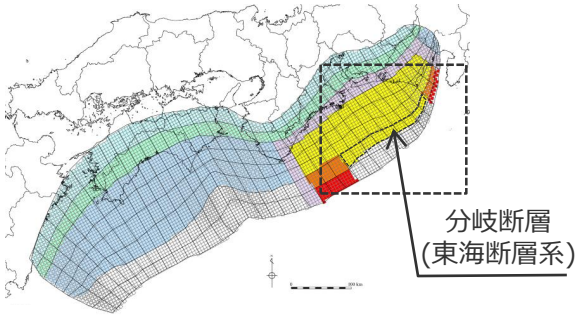
第1020回資料2-2
p.357再掲

■検討波源モデルB-1（プレート境界面浅部・東海断層系）のうち東海断層系の断層パラメータは、活断層評価結果及び内閣府(2012)等に基づき設定した。

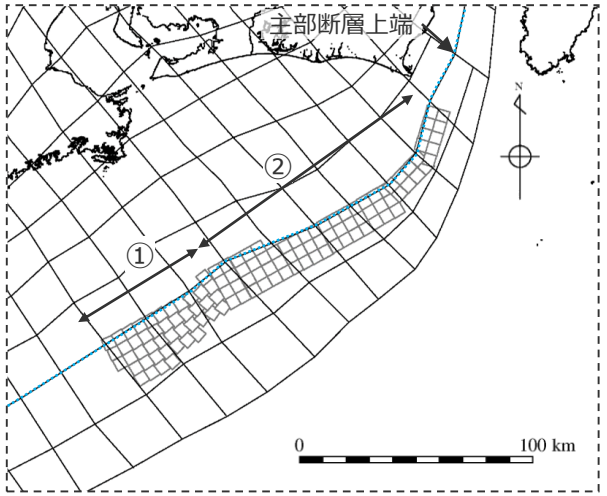
断層パラメータ

項目	設定値		設定方法
	セグメント①	セグメント②	
断層面積S (km^2)	1,204	2,044	
地震モーメントM_0 (Nm)	2.4×10^{21}		ΣμDS
剛性率μ(N/m^2)	4.1×10^{10}		プレート境界の剛性率
すべり量D (m)	17.3～17.9	16.3～20.8	主部断層の大すべり域と同じすべり量を設定
断層長さ (km)	55	126	活断層評価結果を基に設定
断層上端深さ (km)	0	0	
断層下端深さ (km)	10	10	プレート境界面(主部断層上端)に接する深さ
断層幅 (km)	17～26	11～22	断層上下端深さ及び傾斜角による
傾斜角 (°)	14.8～28.4	26.0	内閣府(2012)・中央防災会議(2001)を基に設定※1

※1　セグメント①は内閣府(2012) に基づく。セグメント②は、中央防災会議(2001)に基づく。



検討波源モデルB-1
(プレート境界面浅部・東海断層系)



東海断層系の波源モデル

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

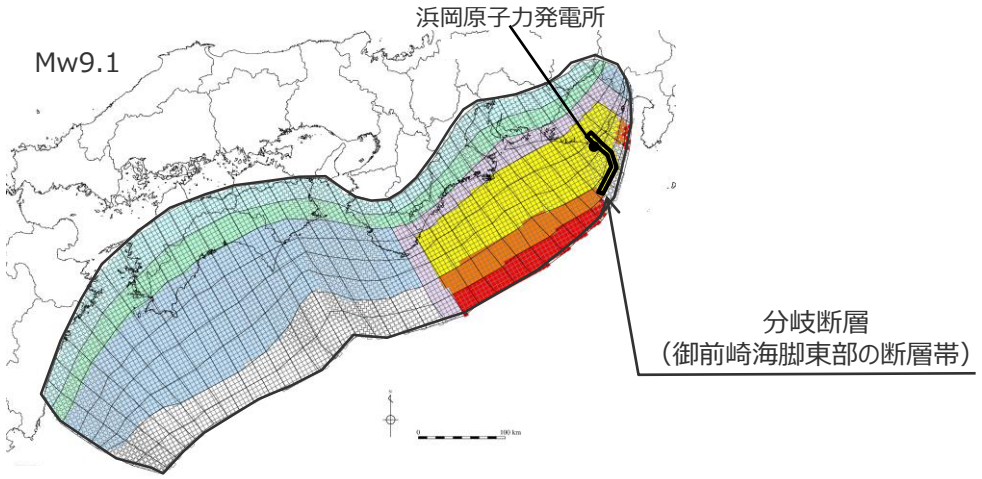
検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）
断層パラメータ（検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯））

第981回資料1-2
p.355再掲

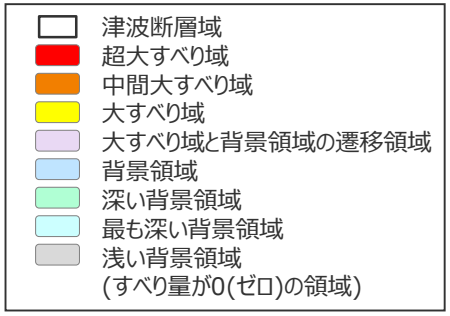
断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積 (km^2)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.1×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.0
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	150
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.6×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	28.0
	最大すべり量 (m)	41.7

※1　スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(123,563km^2)に基づき算出
※3　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（13,838km^2）に基づき算出



検討波源モデルＢ-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルB（断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル）

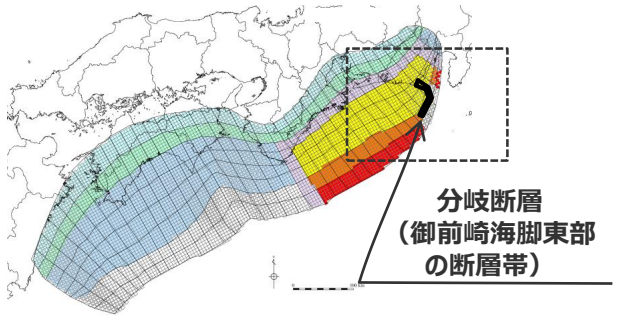
検討波源モデルB-2のうち御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ之原南稜の断層の断層パラメータ

第1020回資料2-2
p.359再掲

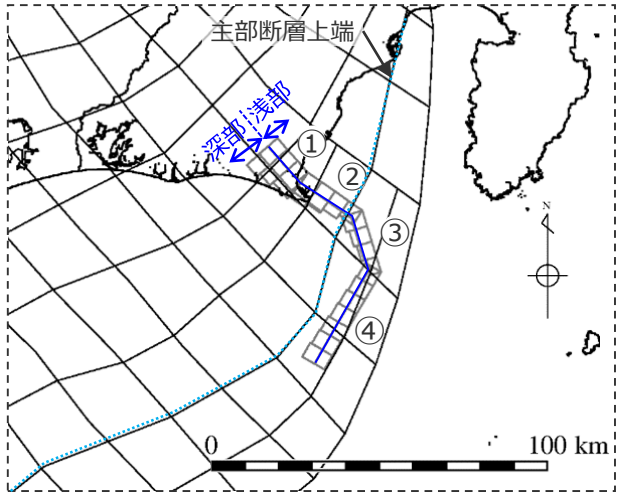
■検討波源モデルＢ-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）のうち御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の断層パラメータは、活断層評価結果等に基づき設定した。

断層パラメータ

項目		設定値				設定根拠
		セグメント①	セグメント②	セグメント③	セグメント④	
断層面積S (km^2)		270	267	194	357	
地震モーメントM_0 (Nm)		6.2×10^{20}				ΣμDS
剛性率μ (N/m^2)		4.1×10^{10}				プレート境界の剛性率
すべり量D (m)		10.9～13.8	10.9～13.8	13.8	16.3	主部断層と同じすべり量を設定
断層長さ (km)		13.7	19.8	19.2	33.6	活断層評価結果を基に設定
断層上端深さ (km)		0	0	0	0	
断層下端深さ (km)		13.9～16.4	9.3～13.3	6.9～9.8	7.4～8.9	プレート境界面に接する深さ
断層幅(km)		17.2～20.7	10.6～16.4	7.6～12.0	9.3～11.9	断層上下端深さ及び傾斜角による
傾斜角(°)	浅部	65	65	65	60	活断層評価結果を基に設定
	深部	45	45	35	35	
浅部・深部の境界深さ (km)		8	8	8	6	



検討波源モデルＢ-2
（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）



御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の波源モデル

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAおよび検討波源モデルBの設定
（参考：内閣府の最大クラスモデルと検討波源モデルとの比較）

第1020回資料2-2
p.360再掲

■内閣府の最大クラスモデルと検討波源モデルのパラメータは、以下のとおり。
■内閣府の最大クラスモデルと、検討波源モデルのパラメータはほぼ同等の設定となっているが、一部パラメータ設定が異なる。
■ また、検討波源モデルの津波評価では、検討波源モデルに対して、大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点のパラメータスタディを実施している。

波源モデル		内閣府の最大クラスモデル		検討波源モデルの津波評価	
		ケース① 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル	ケース⑥ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル	検討波源モデルA 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル	検討波源モデルB 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル
設定方針		–		内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえてパラメータを設定したモデル	
認識論的不確実さ	面積	約14万km^2	約14万km^2	約14万km^2	約14万km^2
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1
	すべり量・ライズタイム (超大すべり域)	37m・60s	37m・60s	37m・150s (30m・60sと同等)	37m・150s (30m・60sと同等)
	浅部の 破壊形態	断層破壊が プレート境界面浅部に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (熊野灘の分岐断層)	断層破壊が プレート境界面浅部に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (御前崎海脚東部の断層帯/東海断層系)
	(駿河湾域)	(超大すべり域のすべり量を設定しない)	(超大すべり域のすべり量を設定しない)	(超大すべり域のすべり量を設定)	(超大すべり域のすべり量を設定)
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖
	破壊伝播速度	2.5km/s	2.5km/s	2.0km/s	2.0km/s
偶然的不確実さ	破壊開始点	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央

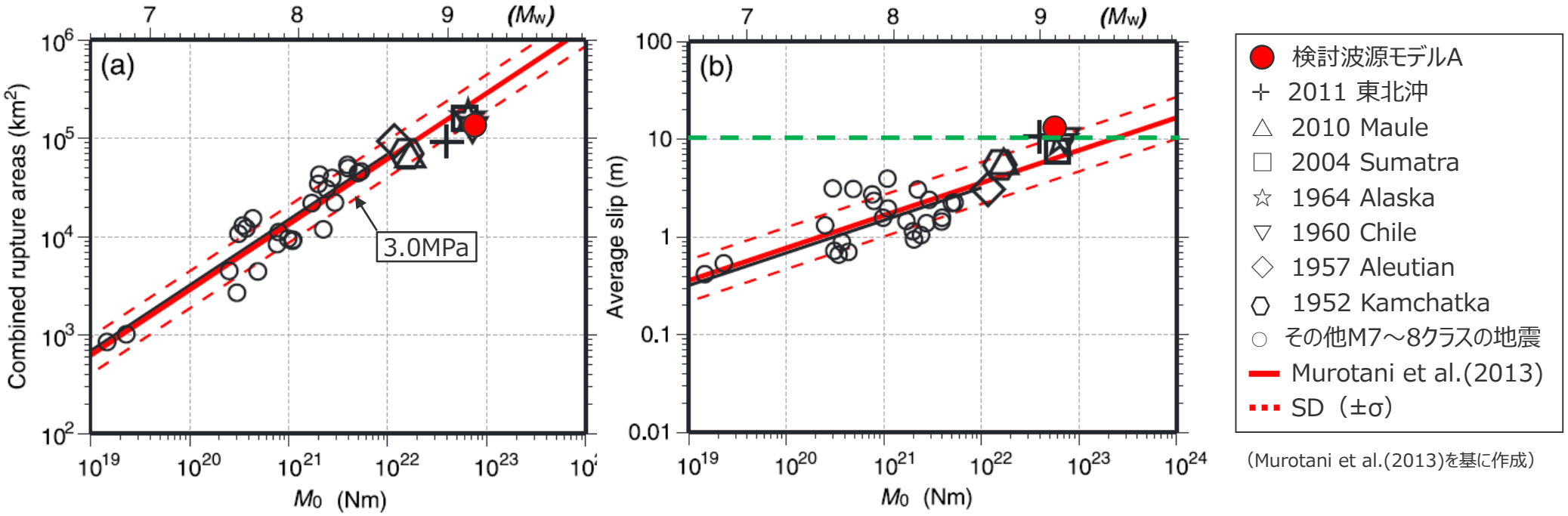
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析
（地震規模、平均すべり量の分析）

第981回資料1-2
p.358再掲

■ Murotani et al.(2013)によると、巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討から、平均応力降下量の平均値は1.57MPaであり、標準偏差を考慮した値は3.0MPaである。また、巨大地震の津波断層モデルの平均すべり量は最大約10mである。

■ 検討波源モデルでは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づき、平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータが保守的に設定されていることが確認できる。



（Murotani et al.(2013)を基に作成）

断層面積と地震モーメント　　平均すべり量と地震モーメント

Murotani et al.(2013)によるスケーリング則

検討波源モデルA（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）のパラメータ

断層モデル	面積 (km^2)	M_0 (Nm)	Mw	Δσ (MPa)	平均すべり量(m)
検討波源モデルA	**123,700**	**6.2×10^{22}**	**9.1**	**3.4**	**12.1**

・ Murotani et al.(2013)と同じ条件で比較するため、津波断層域のうちすべり量0（ゼロ）の領域を含めない面積に基づき検討した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

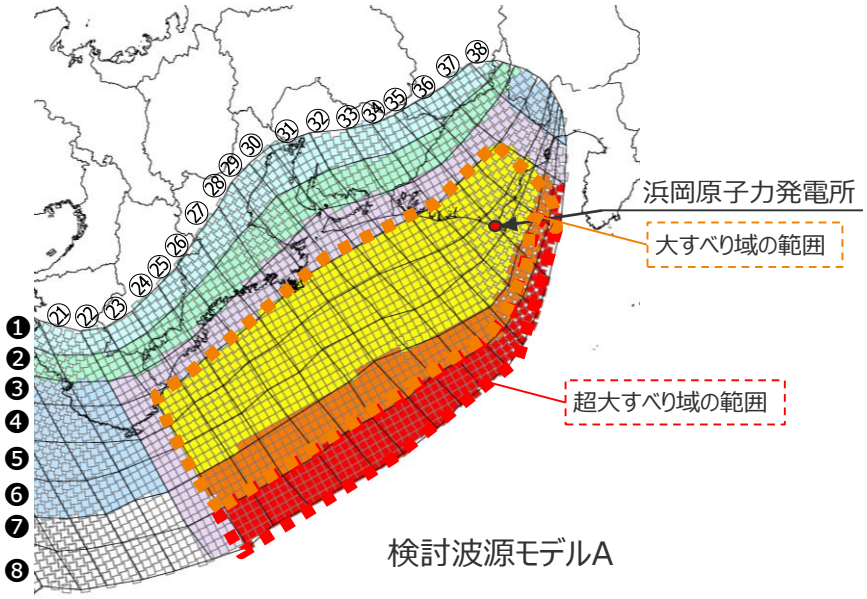
検討波源モデルAの分析
（超大すべり域・大すべり域のすべり量）

第1020回資料2-2
p.362再掲

■ 検討波源モデルAは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
■ 津波評価に影響の大きい検討波源モデルAの超大すべり域、大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。
超大すべり域の平均すべり量は、約37mとなっている。

検討波源モデルAのすべり量

項目		算定値
超大すべり域	平均	36.8m
	最大	41.7m
大すべり域	平均	20.2m
	最大	31.3m
平均すべり量		12.1m



検討波源モデルA

○超大すべり域、大すべり域の平均すべり量の算定方法
遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
$D_{ave}=\Sigma(D_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
D_i:各小断層のすべり量、S_i:各小断層の面積
○陸域の小断層については、灰色の文字で記載。

超大すべり域
大すべり域
（中間大すべり域を含む）

検討波源モデルAの大すべり域周辺のすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
	2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
20km↓	3	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10km↓	6	10.5	14.3	18.2	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
	7	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
0km↓	8	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5

検討波源モデルAの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析

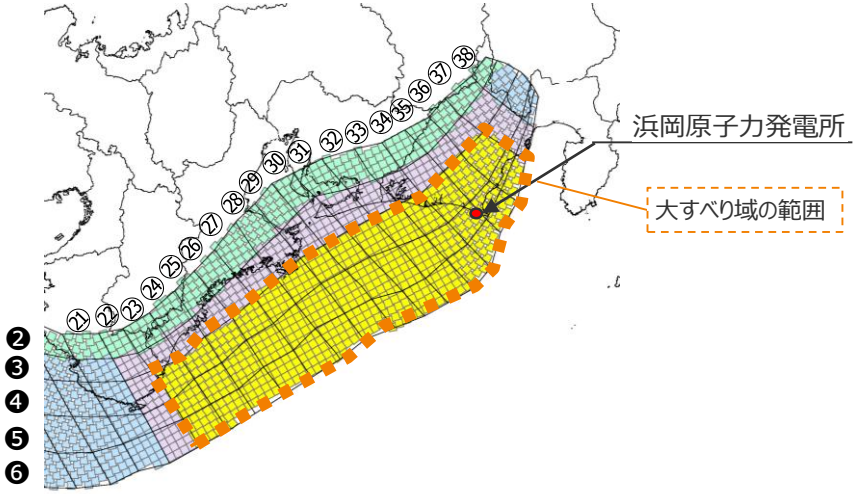
（参考：遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの大すべり域のすべり量）

第1020回資料2-2
p.363再掲

■ 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
■ 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。
大すべり域の平均すべり量は、約9mとなっている。

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのすべり量

項目	算定値	
超大すべり域	平均	－
	最大	－
大すべり域	平均	8.7m
	最大	10.4m
平均すべり量		5.0m



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル

○大すべり域の平均すべり量の算定方法
遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
$D_{ave}=\Sigma(D_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
D_i:各小断層のすべり量、S_i:各小断層の面積
○陸域の小断層については、灰色の文字で記載。

大すべり域

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの大すべり域周辺のすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1																		
	2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.8
20km↓	3	4.2	5.5	5.5	5.5	5.3	5.3	5.6	5.6	5.0	5.0	4.2	4.2	4.2	3.3	3.3	3.3	3.3	1.6
	4	4.2	6.6	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	6.9	6.9	6.9	6.9	5.5	5.5	3.5	1.6
	5	4.2	6.6	9.1	9.0	9.0	8.6	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9	5.5	5.5	3.8	2.2
10km↓	6	4.2	6.6	9.1	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9	5.5	3.8	2.2
	7																		
0km↓	8																		

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1																		
	2	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7																		
0km↓	8																		

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析
（杉野ほか(2014)に基づくすべり量との比較）

第1020回資料2-2
p.364再掲

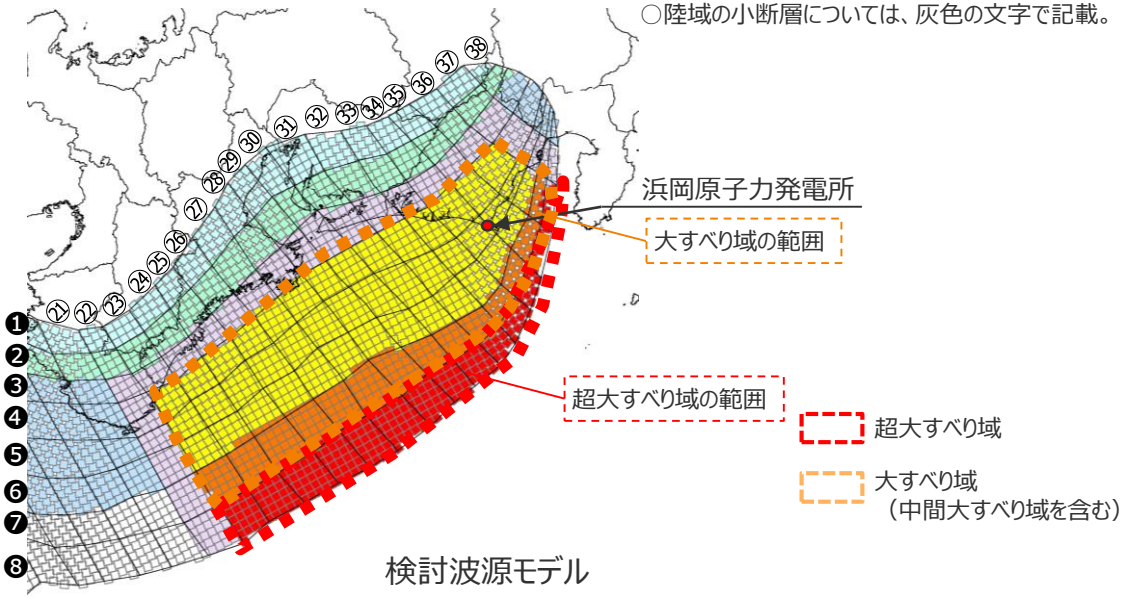
■検討波源モデルAは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。

⇩

■ ここでは、超大すべり域、大すべり域のすべり量について、検討波源モデルのすべり量と、杉野ほか(2014)に基づき算定したすべり量との比較を行った。
■ その結果、検討波源モデルA（プレート境界面浅部）の超大すべり域、大すべり域のすべり量は、平均すべり量、最大すべり量ともに杉野ほか(2014)に基づき算定したすべり量を上回ることを確認した。

検討波源モデルのすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10km↓	4	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	10.5	14.3	18.2	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
0km↓	7	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
	8	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5



杉野ほか(2014)と検討波源モデルのすべり量の比較

項目	杉野ほか(2014)に基づくすべり量	検討波源モデル※	
超大すべり域	34.2m	平均	**36.8m**
		最大	**41.7m**
大すべり域	16.0m	平均	**20.2m**
		最大	**31.3m**
平均すべり量	11.4m		**12.1m**

※ 津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めていない。
（すべり量の平均値および最大値の算出方法の詳細は前述のとおり）
・ライズタイムとすべり量の関係を踏まえた考察は補足説明資料5-5で別途説明。

杉野ほか(2014)に基づくすべり量の算定

スケーリング則　$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ ・・・・・①
地震モーメントの式　$M_0 = \mu DS$ ・・・・・②
①、②より、
平均すべり量　$D = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{1/2}/\mu$
応力降下量　$\Delta\sigma = 3$MPa
剛性率　$\mu = 4.1 \times 10^{10}$ N/m^2
津波断層域の面積　$S = 144{,}379$km^2

⇩

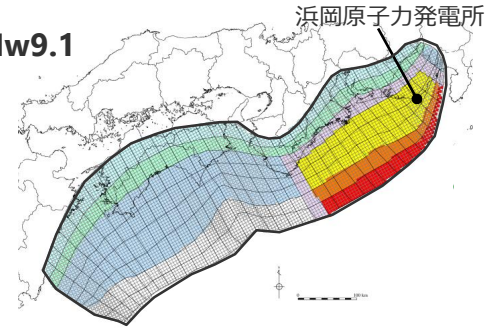
よって、
平均すべり量　：D=11.4m
超大すべり域のすべり量　：3D＝34.2m
大すべり域のすべり量　：1.4D＝16.0 m

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

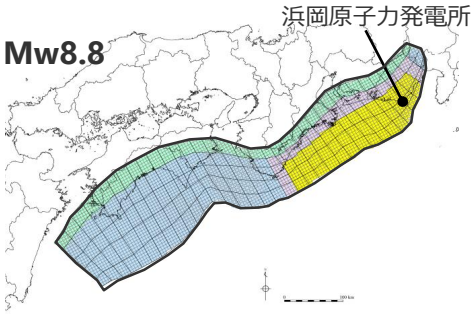
検討波源モデルAの分析

（遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルとのすべり量分布の比較）

■ 東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定した検討波源モデルのすべり量と、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのすべり量とを比較した。その結果、検討波源モデルのすべり量は、歴史記録及び津波堆積物調査結果から推定される津波高を再現する遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのすべり量に対して2～4倍のすべり量の設定となっていることを確認した。



検討波源モデルAの波源モデル



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル

検討波源モデルAの各小断層のすべり量（m）

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
10km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	8.2	5.5
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	16.4	8.2	5.5
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7	21.9	8.2	5.5

大すべり域

超大すべり域

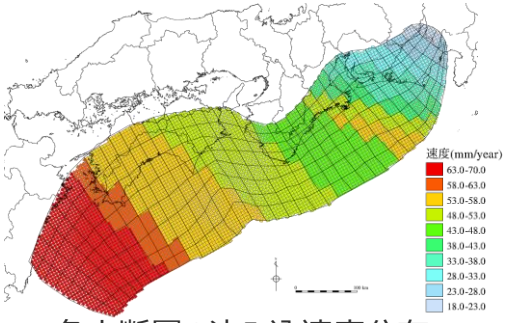
・遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの津波断層域を広げた上で、2倍、4倍に設定

2倍

4倍

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの各小断層のすべり量（m）

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1																																						
	2				2.9	2.8	2.8	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.8
20km↓	3				5.8	5.6	5.6	5.1	5.1	4.9	4.8	4.8	4.7	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	5.5	5.5	5.5	5.3	5.3	5.6	5.6	5.0	5.0	4.2	4.2	4.2	3.3	3.3	3.3	3.3	1.6
	4				5.8	5.6	5.6	5.1	5.1	4.9	4.9	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	6.6	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	6.9	6.9	6.9	6.9	5.5	5.5	3.5	1.6
	5				5.8	5.6	5.6	5.6	5.1	5.1	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	6.6	9.1	9.0	9.0	8.6	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9	5.5	5.5	3.8	2.2
10km↓	6				5.8	5.6	5.6	5.6	5.1	5.1	4.9	4.9	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	6.6	9.1	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9				
	7																																						
0km↓	8																																						



各小断層の沈み込速度分布
(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

（参考）南海トラフの各小断層の沈み込み速度（mm/year）

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4	18.4
	2	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
20km↓	3	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4	25.4	18.4
	4	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	18.4
	5	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4
10km↓	6	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9			
	7	69.8	69.8	67.5	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4
0km↓	8	69.8	69.8	67.5	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9		

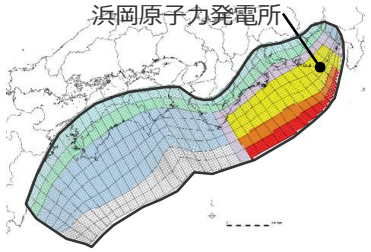
(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

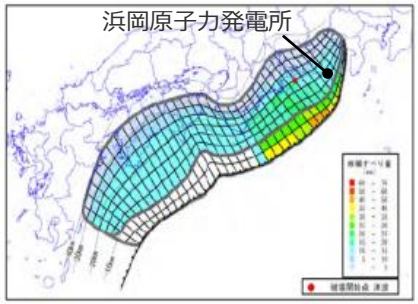
検討波源モデルAの分析
（内閣府の最大クラスモデルとのすべり量分布の比較）

第981回資料1-2
p.363再掲

■ 超大すべり域、大すべり域、背景領域のすべり量について、検討波源モデルのすべり量分布は内閣府(2012)の設定手順を参照して設定しているため、検討波源モデル（検討波源モデルA）と内閣府の最大クラスモデル（ケース①）とは同じ数値となっている。
ここで、検討波源モデルAについては、遷移領域のすべり量設定以外の条件が内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じとなるよう、駿河湾内の超大すべり域のすべり量を大すべり域のすべり量と設定した。
■ 一方で、大すべり域と背景領域の間の遷移領域のすべり量について、検討波源モデルのすべり量分布は同様に内閣府(2012)の設定手順を参照して設定しているが、検討波源モデル（検討波源モデルA）と内閣府の最大クラスモデル（ケース①）とでは一部数値が異なっている。
■ そこで、両者の遷移領域のすべり量の差異について、数値シミュレーションにより敷地への影響の有無を確認した。



検討波源モデルA



内閣府最大クラスモデル(ケース①)

- 津波断層域
- 超大すべり域
- 中間大すべり域
- 大すべり域
- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域
  (すべり量が0(ゼロ)の領域)

検討波源モデルAの各小断層のすべり量（m）

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	5.1	5.1	4.0
10km↓	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.4	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	8.2	5.5
	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.3	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8			
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	10.9	8.2	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7			

内閣府最大クラスモデル（ケース①）の各小断層のすべり量（m）

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0
20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.3	6.3	4.0
10km↓	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.1	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	4.0
	5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.5
	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8			
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8	10.9	7.6	5.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7			

（内閣府(2012)に基づき作成）

（検討波源モデルAのすべり量）－（内閣府最大クラスモデル（ケース①）のすべり量）（m）

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20km↓	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	-1.2	0
10km↓	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.2	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0km↓	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

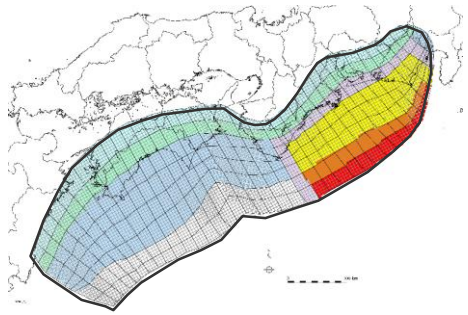
黒字：両モデルのすべり量が同じ小断層
赤字：両モデルのすべり量が異なる小断層

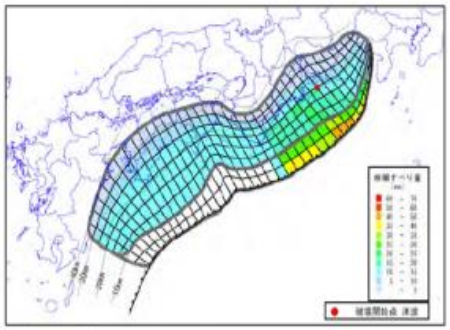
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析
（内閣府の最大クラスモデルとの断層パラメータの比較）

第1061回資料2-2
p.387再掲

■ 検討波源モデルAと内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の断層パラメータを並べて示す。
ここで、検討波源モデルAについては、遷移領域のすべり量設定以外の条件が内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じとなるよう、ライズタイムを60s、破壊伝播速度を2.5km/s、駿河湾内の超大すべり域のすべり量を大すべり域のすべり量と設定した。
■ 両モデルは、遷移領域の一部の小断層において若干の差異があるものの、平均すべり量・最大すべり量を含めた断層パラメータは同じとなっている。





（内閣府(2012)）

検討波源モデルA（ライズタイムを60sと設定）の断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積 (km^2)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.1×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa)※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	29.0
	最大すべり量 (m)	41.7

内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積 (km^2)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.1×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa)※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	29.0
	最大すべり量 (m)	41.7

※1　スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（123,700km²）に基づき算出
※3　すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（13,975km²）に基づき算出

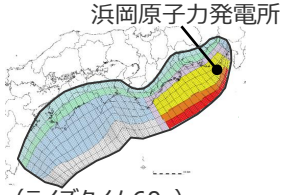
・断層パラメータの設定根拠の詳細は5-1を参照

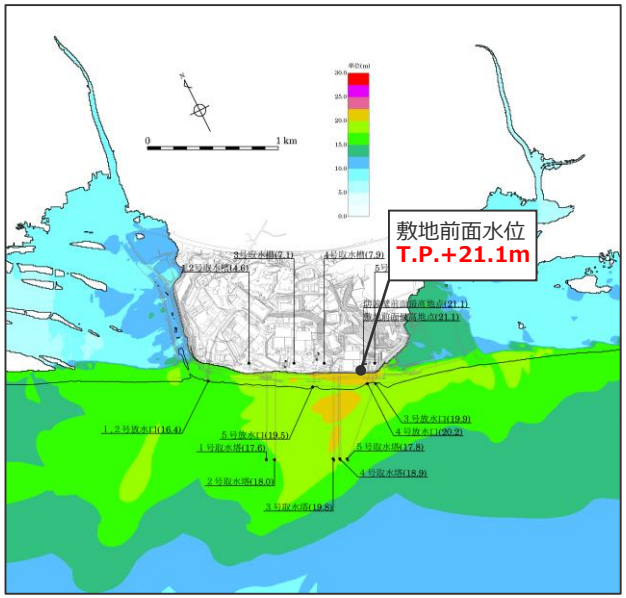
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析
（内閣府の最大クラスモデルとの敷地への影響の比較）

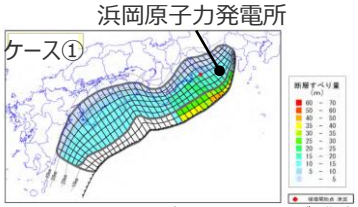
第662回資料1-2
p.159再掲

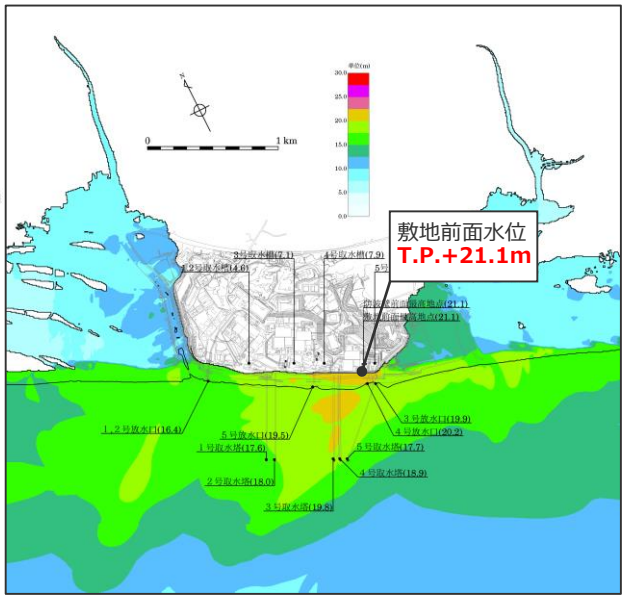
- 検討波源モデルA（ライズタイムを60sと設定）と内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の数値シミュレーションの結果を以下に示す。
- 数値シミュレーションの結果、最大上昇水位分布および水位の時刻歴波形に違いはなく、検討波源モデルと内閣府の最大クラスモデルの敷地への影響はほぼ同じであることを確認した。



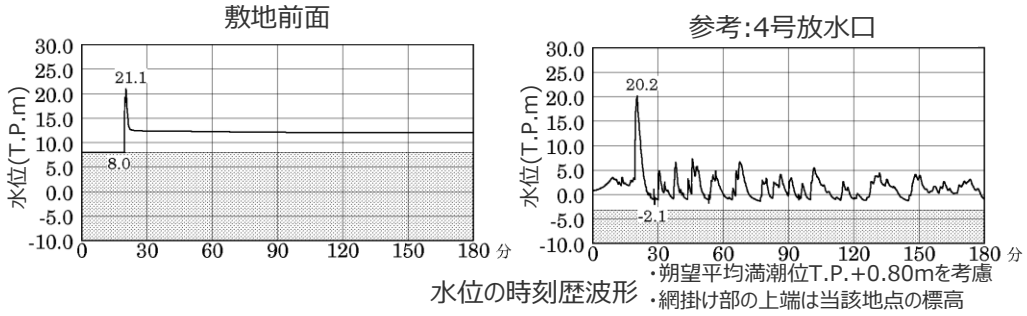


最大上昇水位分布





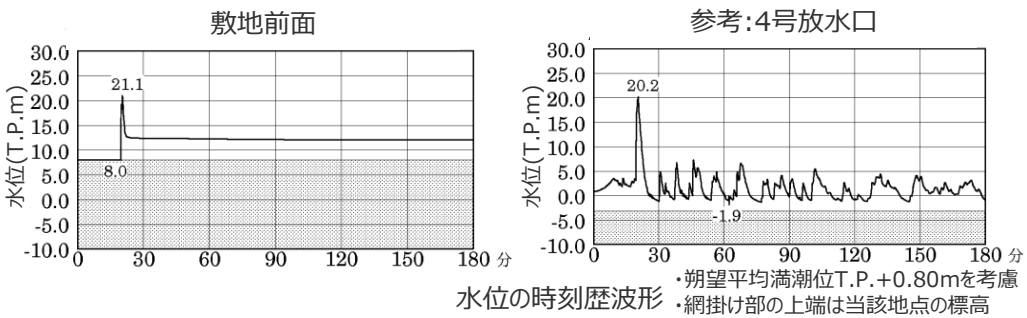
最大上昇水位分布



・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
・網掛け部の上端は当該地点の標高

水位の時刻歴波形

検討波源モデルA（ライズタイムを60sと設定）の敷地への影響



・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
・網掛け部の上端は当該地点の標高

水位の時刻歴波形

内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の敷地への影響

- 以上より、検討波源モデルAと内閣府の最大クラスモデルのすべり量設定は、断層パラメータおよび敷地への影響の観点から、実質的に同じであることを確認した。
- そのため、当社のプレート間地震の津波評価においては、検討波源モデルAのライズタイムを60sと設定したモデル（ライズタイムの不確かさ考慮モデル）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同一のモデルとして扱うこととした。

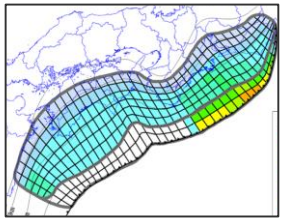
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルAの分析

（内閣府の最大クラスモデルとの破壊開始点のパラメータスタディ全ケース比較）

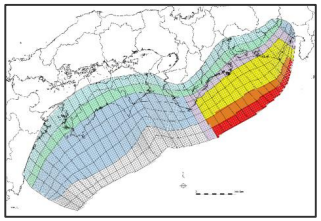
第1061回資料2-2
p.389再掲

■ 内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と、検討波源モデルA（内閣府の最大クラスモデルと同等のモデル）とについて、それぞれ破壊開始点の位置を変えて津波評価を実施し、その結果を比較して示す。



内閣府の最大クラスモデル（ケース①）
（ライズタイム60s、破壊伝播速度2.5km/s）

モデル	大すべり域の位置	駿河湾の超大すべり域	破壊開始点	最大上昇水位(T.P.m)				
				敷地前面	1,2号取水槽	3号取水槽	4号取水槽	5号取水槽
内閣府の最大クラスモデル(ケース①)	基準位置	無	P1	**22.0**	4.7	7.3	8.1	10.1
	基準位置	無	P2	**21.1**	4.6	7.1	7.9	9.9
	基準位置	無	P3	**21.8**	4.6	7.2	8.0	9.9
	基準位置	無	P4	**22.1**	4.6	7.3	8.1	10.0
	基準位置	無	P5	**22.2**	4.7	7.2	8.1	10.1
	基準位置	無	P6	**22.4**	4.8	7.3	8.2	10.2



検討波源モデルA
（ライズタイム60s、破壊伝播速度2.5km/s）

モデル	大すべり域の位置	駿河湾の超大すべり域	破壊開始点	最大上昇水位(T.P.m)				
				敷地前面	1,2号取水槽	3号取水槽	4号取水槽	5号取水槽
内閣府の最大クラスモデルと同等のモデル	基準位置	無	P1	**22.0**	4.7	7.3	8.1	10.1
	基準位置	無	P2	**21.1**	4.6	7.1	7.9	9.9
	基準位置	無	P3	**21.8**	4.6	7.2	8.0	9.9
	基準位置	無	P4	**22.1**	4.6	7.3	8.1	10.0
	基準位置	無	P5	**22.2**	4.7	7.2	8.1	10.1
	基準位置	無	P6	**22.4**	4.8	7.3	8.2	10.2

・朔望平均満潮位T.P.＋0.80mを考慮

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

余　白

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

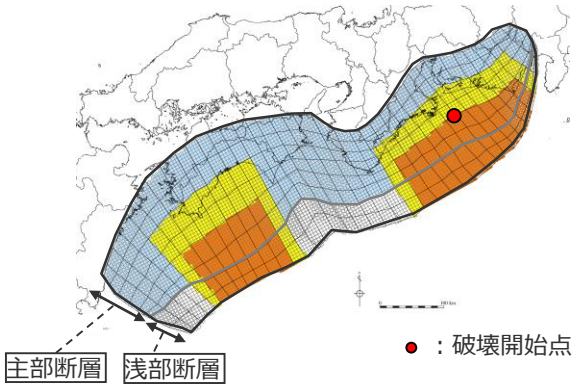
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

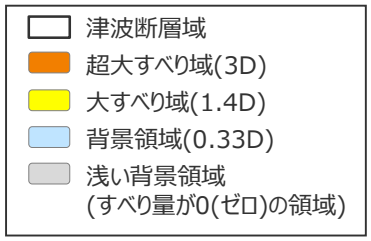
パラメータの設定方法

第1020回資料2-2
p.370再掲

■ 検討波源モデルCの設定フローを、以下に示す。
■検討波源モデルCは、南海トラフおよび国内外の最新の科学的知見について調査したうえで、保守的に東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえて、東北沖地震型の波源モデルとして設定した。すべり量分布には、土木学会(2016)によるMw9クラスの地震のすべり量分布の特性化方法（特性化されたすべり量と面積割合の設定方法）を適用した。
■ なお、検討波源モデルCは、土木学会（2016）に従い、大すべり域と背景領域との境界部等に遷移領域を設定しないモデルとなっている。



検討波源モデルC
（3倍すべり域を広域に設定したモデル）



（D：主部断層の平均すべり量）

主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

設定フロー	設定方法
(1)津波断層域の設定	・既往地震に基づく面積（約8万km²）を拡大して南海トラフの波源の広がりを最大限考慮し設定。 （津波断層域の面積S：約14万km² そのうち、深さ10km以深の主部断層：約10万km² 深さ10km以浅の浅部断層：約4万km²）
(2)特性化したすべり量分布の設定 (2)-1大すべり域等の設定 (2)-2各領域のすべり量の設定	・大すべり域(1.4D)：南海トラフの過去地震で大きくすべった領域を踏まえて、主部断層の約40%として隣接する浅部断層にも拡大し、基準位置として東海地域と南海地域の２箇所に設定。 ・中間大すべり域：なし。 ・超大すべり域(3D)：主部断層の約15%として隣接する浅部断層にも拡大し、大すべり域の中のトラフ沿いの領域に設定。 （超大すべり域(3D) は深さ15kmまでの領域に設定） ・大すべり域と背景領域の境界部等に遷移領域を設定しない。
(3)モーメントマグニチュードMwの算定	・平均すべり量：平均すべり量と主部断層の全面積のスケーリング則に基づき、平均応力降下量⊿σを3MPa、剛性率μを4.1×10^{10}N/m²として設定。 ・大すべり域(1.4D)：平均すべり量の1.4倍のすべり量を設定。 ・中間大すべり域：なし。 ・超大すべり域(3D)：平均すべり量の3倍のすべり量を設定。 ・南海トラフの調査に基づきフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮し、各小断層のすべり量を沈み込み速度に比例するよう設定。 ・浅部断層の浅い背景領域にはすべり量を設定しない。
(4)動的パラメータの設定 (4)-1 破壊開始点の設定	・MwとM$_0$の関係式に基づき算定。 ・東海地域の大すべり域の下端中央付近に設定。
(4)-2 破壊伝播速度の設定	・南海トラフの調査に基づき2.0km/sと設定。
(4)-3 ライズタイムの設定	・国内外の巨大地震を踏まえ150sと設定。
終了	

下線部：検討波源モデルAと設定方法が異なる箇所

・大すべり域の面積には、超大すべり域の面積を含む。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

大すべり域の位置

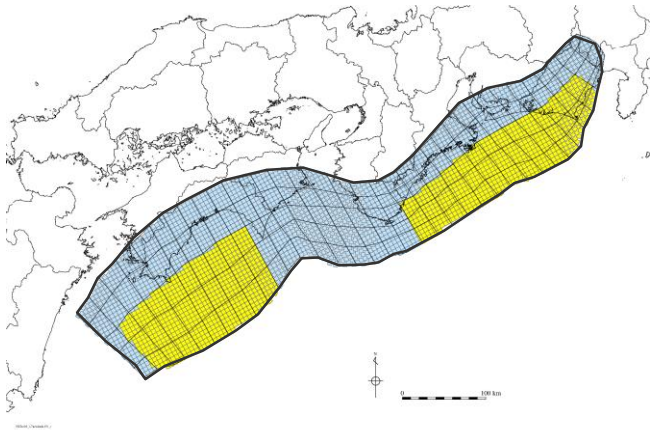
第1020回資料2-2
p.371再掲

■ 検討波源モデルCの大すべり域は、南海トラフ広域の痕跡再現モデルに基づき、トラフ軸付近の浅部断層を含めた領域に設定し、これを基準位置とした。

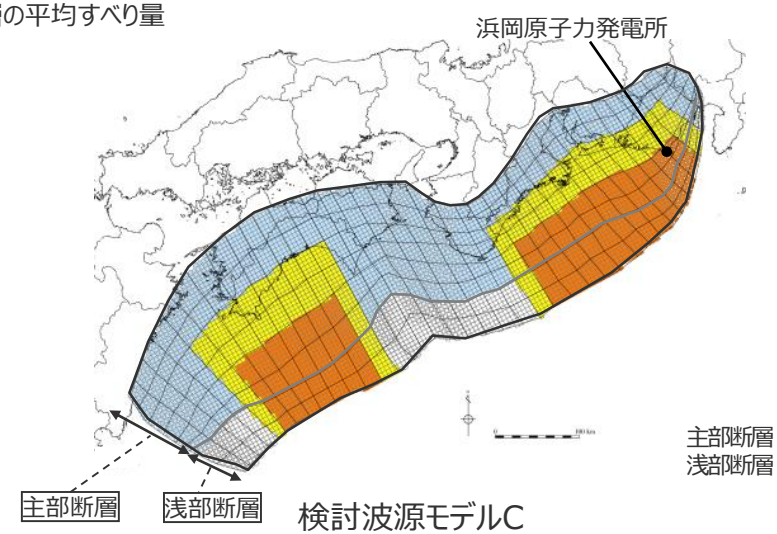
・なお、大すべり域の位置については、別途概略パラメータスタディを実施し、大すべり域の位置を東西に移動させて敷地への影響の大きいケースを検討している。

【検討波源モデルCの設定】
- 大すべり域(1.4D)は、主部断層の全面積の約40%の面積で、遠州灘沖~紀伊半島沖および室戸岬沖～日向灘沖の深さ約20kmより浅い側の領域に設定した。（各大すべり域の面積比は１：１）
- 超大すべり域(3D)は、主部断層の全面積の約15%の面積で、大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域に設定した。

・D：主部断層の平均すべり量



南海トラフ広域の痕跡再現モデル



検討波源モデルC

津波断層域	➡	144,379km^2
大すべり域(1.4D)	➡	主部断層の全面積の約40%[1)]とし、浅部断層まで拡大
超大すべり域(3D)	➡	主部断層の全面積の約15%とし、浅部断層まで拡大

1) 大すべり域の面積には、超大すべり域の面積を含む。

津波断層域　超大すべり域　大すべり域　背景領域　浅い背景領域（すべり量が０（ゼロ）の領域）

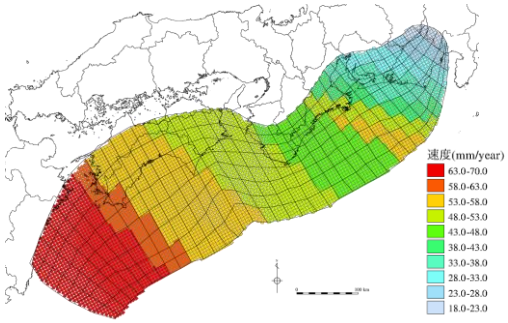
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

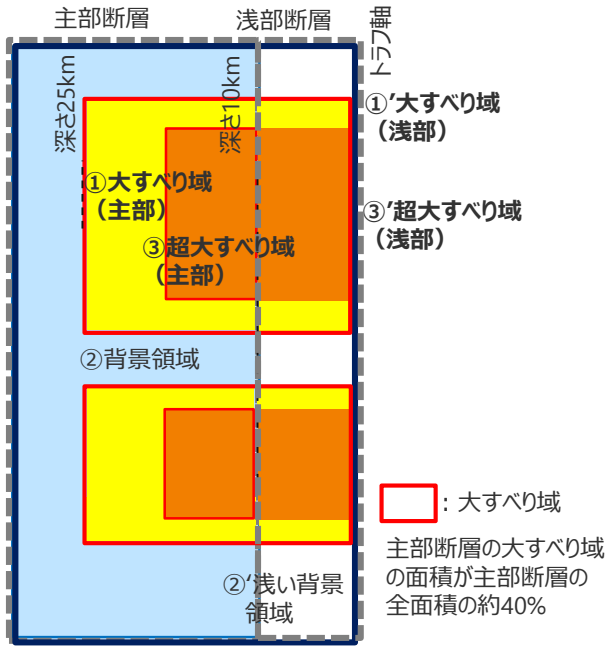
すべり量分布の設定方法

第1020回資料2-2
p.372再掲

■ プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり量分布の設定については、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定し、超大すべり域には平均すべり量の3倍、大すべり域には1.4倍のすべり量を設定した。
■ プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり量分布の設定方法は以下のとおり。



（Loveless and Meade(2010)を基に作成）
各小断層の沈み込み速度分布



検討波源モデルCによるすべり量分布概念図

【主部断層のすべり量の設定】
平均応力降下量を3MPa、剛性率を4.1×10^{10}N/m^{2}として、各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が主部断層の全面積のスケーリング則から求められる地震モーメントM_0になるように設定。

$M_0=\Sigma M_{0i}=\Sigma \mu D_i S_i$ ➡ 小断層毎のすべり量はプレートの沈み込み速度に比例するように設定。※

次に、各小断層の平均すべり量D_iに対して、以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

① **大すべり域（主部）**：**$1.4D_i$**
② 背景領域：主部断層（領域①～③）の小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が、M_0となるすべり量D_bを設定
③ **超大すべり域（主部）**：**$3D_i$**

D_i：各小断層の平均すべり量　D_b：背景領域のすべり量(=aD_i、aは定数)　S_i：各小断層の面積
M_0：スケーリング則から算定される主部断層の地震モーメント　M_{0i}：各小断層の地震モーメント

※ 内閣府(2012)と同様、上記のすべり量設定を行うにあたり、フィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮した痕跡再現モデルにより歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高の再現性を確認。

【浅部断層のすべり量の設定】
以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

①' **大すべり域（浅部）**：**$1.4D_i$**
②' 浅い背景領域：0（ゼロ）
③' **超大すべり域（浅部）**：**$3D_i$**

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

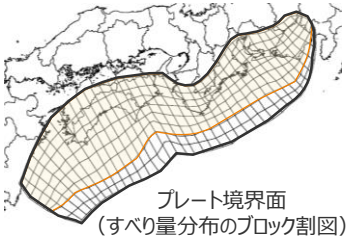
検討波源モデルCの設定

すべり量分布の設定方法

1．巨視的波源特性の設定

津波断層域の設定
↓
プレート境界面形状の設定
↓
スケーリング則の対象とする主部断層の面積S_mの設定　／　スケーリング則の対象とする平均応力降下量⊿σ、剛性率μの設定
↓
・主部断層の平均すべり量D_mの算定
・主部断層の地震モーメントM_{0m}の算定

➢ スケーリング則の適用
（円形破壊面を仮定した関係式）



プレート境界面
（すべり量分布のブロック割図）

津波断層域
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m

各パラメーター一覧

項目	設定方法	設定値
津波断層域の面積S	駿河湾～日向灘沖の深さ0km～40kmの領域(浅部断層含む)	144,379(km²)
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m	駿河湾～日向灘沖の深さ10km～40kmの領域(浅部断層除く)	109,725(km²)
スケーリング則の対象とする平均応力降下量⊿σ	内閣府(2012)、Murotani et al.(2013)	3.0(MPa)
スケーリング則の対象とする剛性率μ	内閣府(2012)、土木学会(2016)等	4.1×10^{10}(N/m²)
主部断層の平均すべり量D_m	$16/(7\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma\cdot S_m^{1/2}/\mu$	9.9(m)
主部断層の地震モーメント M_{0m}	$\mu D S_m$	4.5×10^{22}(Nm)

2．微視的波源特性の設定

主部断層（深さ約10km～約40kmの領域）の各領域のすべり量と面積の設定

	項目	設定方法	設定値
超大すべり域	断層面積S_{m3}	主部断層の面積 S_mの**15%**(累積面積15%)	16,459(km²)
	平均すべり量D_{m3}	主部断層の平均すべり量D_mの**3倍**	29.8(m)
大すべり域	断層面積$S_{m1.4}$	主部断層面積 S_mの25%(累積面積40%)	27,431(km²)
	平均すべり量$D_{m1.4}$	主部断層の平均すべり量D_mの1.4倍	13.9(m)
背景領域	断層面積S_{mb}	主部断層面積 S_mの60%(累積面積100%)	65,835(km²)
	平均すべり量D_{mb}	主部断層の平均すべり量D_mの0.33倍	3.3(m)

浅部断層（トラフ軸～深さ約10kmの領域）の各領域のすべり量と面積の設定

➢ 主部断層の大すべり域と超大すべり域を、隣接する浅部断層に拡大（　）

	項目	設定方法	設定値
超大すべり域	断層面積S_{s3}	主部断層の超大すべり域に隣接する領域	16,619(km²)
	平均すべり量D_{s3}	主部断層の超大すべり域のすべり量D_{m3}と同じ	29.8(m)
大すべり域	断層面積$S_{s1.4}$	主部断層の大すべり域に隣接する領域	3,584(km²)
	平均すべり量$D_{s1.4}$	主部断層の大すべり域のすべり量$D_{m1.4}$と同じ	13.9(m)
浅い背景領域	断層面積S_{sb}	主部断層の背景領域に隣接する領域	14,452(km²)
	平均すべり量D_{sb}	-	0(m)

超大すべり域等の深さの設定

➢ 超大すべり域：**深さ約15kmより浅い領域（海溝軸～津波断層域の概ね1/3の深さの領域）**に設定
➢ 大すべり域：深さ約20kmより浅い領域に設定

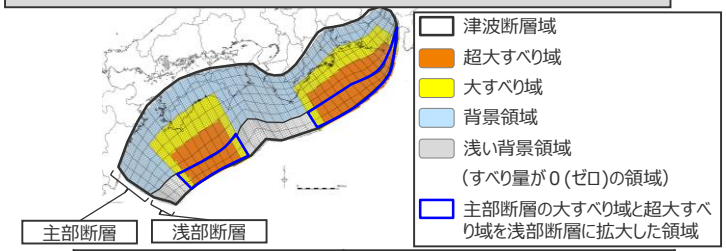
土木学会(2016)による波源設定方法と異なる部分を赤字で記載

3．検討波源モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

○設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映
➢ 超大すべり域等のトラフ軸方向の位置
：南海トラフ広域の痕跡再現モデルを踏まえ設定
各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定
➢ 浅い背景領域のすべり量は0にする
➢ 上記設定による地震モーメントの変化分を、全領域のすべり量（超大すべり域、大すべり域および背景領域のすべり量）で調整(ただし、これにより超大すべり域のすべり量が小さくなる場合には背景領域のみのすべり量で調整。)

モーメントマグニチュードMwの算定



	項目	設定値
津波断層域全体	津波断層域の面積S	144,379(km²)
	地震モーメントM_o	6.7×10^{22}(Nm)
	M_w	9.2
	平均応力降下量⊿σ※1	3.0(MPa)
	平均すべり量D※2	12.6(m)
	最大すべり量Dmax※3	31.3(m)
	剛性率 μ	4.1×10^{10}(N/m²)
	破壊伝播速度v_r	2.0(km/s)
	すべり角λ	フィリピン海プレートの運動方向に基づいて設定
	ライズタイムτ	150(s)
（うち、主部断層）	主部断層の面積S_m	109,725(km²)
	地震モーメントM_{om}	4.5×10^{22}(Nm)
	平均応力降下量⊿σ_m	3.0(MPa)
	平均すべり量D_m	9.9(m)
	最大すべり量$Dmax_m$※3	31.3(m)
（うち、浅部断層）	浅部断層の面積S_s	34,655(km²)
	地震モーメントM_{os}	2.2×10^{22}(Nm)
	平均すべり量D_s※4	27.2(m)
	最大すべり量$Dmax_s$※3	31.3(m)

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(129,927km²)に基づき算出
※3 東海地域の最大すべり量を記載
※4 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(20,202km²)に基づき算出

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

（参考）土木学会(2016)モデル（基本断層モデル）のすべり量分布の設定方法

1．巨視的波源特性の設定

津波断層域の設定

↓

プレート境界面形状の設定

↓

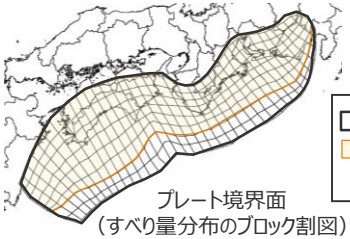
スケーリング則の対象とする主部断層の面積S_mの設定

スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$、剛性率μの設定

↓

・主部断層の平均すべり量D_mの算定
・主部断層の地震モーメントM_{0m}の算定

➢ スケーリング則の適用
（円形破壊面を仮定した関係式）



プレート境界面
（すべり量分布のブロック割図）

津波断層域
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m

各パラメーター一覧

項目	設定方法	設定値
津波断層域の面積S	駿河湾～日向灘沖の深さ0km～40kmの領域(浅部断層含む)	144,379(km²)
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m	駿河湾～日向灘沖の深さ10km～40kmの領域(浅部断層除く)	109,725(km²)
スケーリング則の対象とする平均応力降下量$\Delta\sigma$	内閣府(2012)、Murotani et al.(2013)	3.0(MPa)
スケーリング則の対象とする剛性率μ	内閣府(2012)、土木学会(2016)等	4.1×10^{10}(N/m²)
主部断層の平均すべり量D_m	$16/(7\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma\cdot S_m^{1/2}/\mu$	9.9(m)
主部断層の地震モーメント M_{0m}	$\mu D S_m$	4.5×10^{22}(Nm)

2．微視的波源特性の設定

主部断層（深さ約10km～約40kmの領域）の各領域のすべり量と面積の設定

	項目	設定方法	設定値
超大すべり域	断層面積S_{m3}	主部断層の面積 S_mの**15%**(累積面積15%)	16,459(km²)
	平均すべり量D_{m3}	主部断層の平均すべり量D_mの**3倍**	29.8(m)
大すべり域	断層面積$S_{m1.4}$	主部断層面積 S_mの25%(累積面積40%)	27,431(km²)
	平均すべり量$D_{m1.4}$	主部断層の平均すべり量D_mの1.4倍	13.9(m)
背景領域	断層面積S_{mb}	主部断層面積 S_mの60%(累積面積100%)	65,835(km²)
	平均すべり量D_{mb}	主部断層の平均すべり量D_mの0.33倍	3.3(m)

浅部断層（トラフ軸～深さ約10kmの領域）の各領域のすべり量と面積の設定

➢ 主部断層の大すべり域と超大すべり域を、隣接する浅部断層に拡大（ ）

	項目	設定方法	設定値
超大すべり域	断層面積S_{s3}	主部断層の超大すべり域に隣接する領域	18,916(km²)
	平均すべり量D_{s3}	主部断層の超大すべり域のすべり量D_{m3}と同じ	29.8(m)
大すべり域	断層面積$S_{s1.4}$	主部断層の大すべり域に隣接する領域	4,925(km²)
	平均すべり量$D_{s1.4}$	主部断層の大すべり域のすべり量$D_{m1.4}$と同じ	13.9(m)
浅い背景領域	断層面積S_{sb}	主部断層の背景領域に隣接する領域	10,814(km²)
	平均すべり量D_{sb}	-	0(m)

超大すべり域等の深さの設定

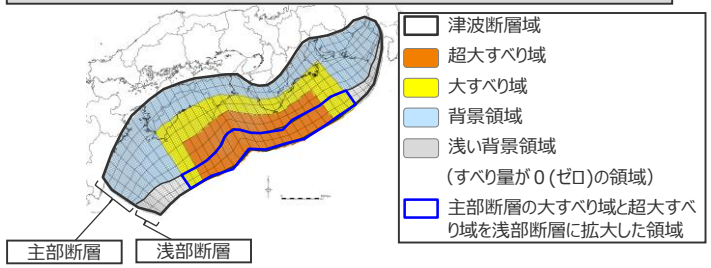
➢ 超大すべり域：**深さ約15kmより浅い領域（海溝軸～津波断層域の概ね1/3の深さの領域）**に設定
➢ 大すべり域：深さ約20kmより浅い領域に設定

3．波源モデルへの反映

断層モデルへの微視的波源特性の反映

○設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映
➢ 超大すべり域等のトラフ軸方向の位置：遠州灘沖～室戸岬沖に設定
➢ 各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定
➢ 浅い背景領域のすべり量は0にする
➢ 上記設定による地震モーメントの変化分を、全領域のすべり量（超大すべり域、大すべり域および背景領域のすべり量）で調整

モーメントマグニチュードMwの算定



項目		設定値
津波断層域全体	津波断層域の面積S	144,379(km²)
	地震モーメントM_o	7.1×10^{22}(Nm)
	M_w	9.2
	平均応力降下量$\Delta\sigma$ ※1	3.0(MPa)
	平均すべり量D ※2	12.9(m)
	最大すべり量Dmax	34.0(m)
	剛性率 μ	4.1×10^{10}(N/m²)
	すべり角λ	フィリピン海プレートの運動方向に基づいて設定
（うち、主部断層）	主部断層の面積S_m	109,725(km²)
	地震モーメントM_{om}	4.5×10^{22}(Nm)
	平均応力降下量$\Delta\sigma_m$	3.0(MPa)
	平均すべり量D_m	9.9(m)
	最大すべり量$Dmax_m$	33.0(m)
（うち、浅部断層）	浅部断層の面積S_s	34,655(km²)
	地震モーメントM_{os}	2.6×10^{22}(Nm)
	平均すべり量D_s ※3	26.4(m)
	最大すべり量$Dmax_s$	34.0(m)

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(133,565km²)に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(23,841km²)に基づき算出

内閣府(2012)と土木学会(2016)とで異なる部分を緑背景もしくは下線で記載

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

すべり量分布の設定方法

■設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映し、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。

微視的波源特性の設定で算出した、超大すべり域、大すべり域、背景領域のすべり量を主部断層の各ブロックに設定する。

主部断層の大すべり域と超大すべり域を、隣接する浅部断層に拡大する。

主部断層の各小断層の沈み込み速度V_i(②)×各小断層の面積S_i(③)の総和を、面積S_i(③)の合計で除して、主部断層の平均沈み込み速度Vを算出する。

$V=(\Sigma V_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
$=51.6(mm/year)$

各小断層のすべり量D_i (①)に、各小断層の沈み込み速度V_i(②)と平均沈み込み速度Vの比を乗じて、沈み込み速度分布を考慮したすべり量D_i' (④)を算出する。

$D_i' = D_i \times (V_i \div V)$

主部断層

各小断層のすべり量D_i(m) ・・・①

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
	2	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
20km↓	3	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	3.28	3.28
	4	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	13.93	3.28	3.28
	5	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93	3.28
10km↓	6	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93	3.28
	7					13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93										13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93		
0km↓	8					13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93										13.93	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	29.85	13.93		

背景領域 ：$0.33D_i$　　大すべり域 ：$1.4D_i$　　超大すべり域 ：$3D_i$

各小断層の沈み込み速度V_i（mm/year）・・・②

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4	18.4
	2	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
20km↓	3	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
	4	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	18.4
	5	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4
10km↓	6	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	25.4	25.4
	7	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4
0km↓	8	69.8	69.8	67.5	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4

（Loveless and Meade(2010)を基に作成）

各小断層の面積S_i（km^2）・・・③

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

（内閣府(2012)）

②③から平均沈み込み速度V=51.6(mm/year）を算出

各小断層のすべり量D_i'（m）・・・④

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	4.44	4.44	4.29	4.29	4.18	4.18	3.79	3.67	3.57	3.50	3.50	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	2.99	2.96	2.96	2.85	3.05	2.69	2.69	2.28	2.28	1.81	1.81	1.81	1.81	1.61	1.61	1.17	1.17
	2	4.44	4.44	4.29	4.29	4.18	4.18	3.79	3.67	3.57	3.50	3.50	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	2.99	2.96	2.96	2.85	3.05	3.05	2.69	2.69	2.28	2.28	2.28	1.81	1.81	1.61	1.61	1.17	1.17
20km↓	3	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.16	15.16	14.83	14.29	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	12.70	12.54	12.11	12.11	12.94	12.94	11.41	11.41	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	6.85	1.61	1.17
	4	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.56	15.16	14.83	14.83	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	2.99	12.70	12.54	12.54	12.11	14.59	12.94	12.94	11.41	9.68	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	1.61	1.17
	5	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	32.48	32.48	14.83	3.50	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	12.70	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	16.41	7.66	1.61	1.61
10km↓	6	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	32.48	14.83	3.50	3.37	3.29	3.29	3.29	3.20	3.20	3.10	3.10	12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	7.66	1.61	1.61
	7					17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	7.66		
0km↓	8					18.20	37.97	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										13.13	27.22	27.22	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	20.75	7.66		

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

すべり量分布の設定方法

第1061回資料2-2
p.397一部修正

■ 各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定したことによる地震モーメントの変化分は、全領域（超大すべり域、大すべり域および背景領域）のすべり量で調整。ただし、これにより超大すべり域のすべり量が小さくなる場合には背景領域のみのすべり量で調整。

※土木学会(2016)による波源設定方法と異なる部分を赤字で記載

地震モーメント変化分調整の考え方

○M_0' ＜ M_0 場合　（減少分を、割り増す調整の場合）
（土木学会(2016)の東側モデルと同じ場合）
➡割増係数aを全領域（超大すべり域、大すべり域、背景領域）のすべり量に掛け合わせて、M_0' がM_0となるよう、各小断層のすべり量を設定した。

○M_0' ＞ M_0 の場合　（増加分を、割り引く調整の場合）
➡割引係数aを全領域（超大すべり域、大すべり域、背景領域）のすべり量に掛け合わせると、超大すべり域等のすべり量が小さくなってしまうことから、保守的に割引係数aを背景領域のすべり量にのみ掛け合わせて、M_0' がM_0となるよう、各小断層のすべり量を設定した。

巨視的波源特性の設定から算出した
主部断層地震モーメント**M_0 ＝4.48×10²²(Nm)**

主部断層の各小断層の地震モーメントM_{0i}'の総和
M_0'＝Σ M_{0i}'＝Σ $\mu D_i' S_i$　（⑤＝μ×④×③）
＝4.68×10²²(Nm)

➡M_0' ＞ M_0 （主部断層の各小断層の地震モーメントM_0'が、巨視的波源特性の設定から算出した主部断層のM_0より大きい関係）となっていることから、M_0' がM_0と一致するよう地震モーメントの変化分をすべり量の割引係数aで調整する。

ここで、割引係数aは、保守的に、全領域（超大すべり域、大すべり域、背景領域）のすべり量ではなく、背景領域のすべり量にのみ掛け合わせて、M_0' がM_0となるよう、各小断層のすべり量を設定した。

係数a＝0.76

各領域のすべり量D_i''(⑥)＝a･D_i'(④)

各小断層のすべり量D_i'（m）・・・④

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	4.44	4.44	4.29	4.29	4.18	4.18	3.79	3.67	3.57	3.50	3.50	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	2.99	2.96	2.96	2.85	3.05	2.69	2.69	2.28	2.28	1.81	1.81	1.81	1.81	1.61	1.61	1.17	1.17
	2	4.44	4.44	4.29	4.29	4.18	4.18	3.79	3.67	3.67	3.57	3.50	3.50	3.37	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	2.99	2.96	2.96	2.85	3.05	3.05	2.69	2.69	2.28	2.28	2.28	1.81	1.81	1.81	1.61	1.61	1.17
20km↓	3	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.16	15.16	14.83	14.29	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.10	3.10	3.10	2.99	12.70	12.54	12.11	12.11	12.94	12.94	11.41	11.41	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	6.85	1.61	1.17
	4	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.56	15.16	14.83	14.83	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	2.99	12.70	12.54	12.54	12.11	14.59	12.94	12.94	11.41	9.68	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	1.61	1.17
	5	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	32.48	32.48	14.83	3.50	3.37	3.29	3.29	3.20	3.20	3.20	3.10	3.10	12.70	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	16.41	7.66	1.61	1.61
10km↓	6	4.44	4.44	4.29	4.29	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	32.48	14.83	3.50	3.37	3.29	3.29	3.29	3.20	3.20	3.10	3.10	12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	7.66	1.61	1.61
	7					17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	7.66		
0km↓	8					18.20	37.97	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										13.13	27.22	27.22	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	20.75	7.66		

各小断層の面積S_i（km^2）・・・③

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

各小断層の地震モーメントM_0'（×10^{20} Nm）・・・⑤

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	0.67	1.15	1.15	1.41	1.33	1.92	1.58	1.67	1.00	1.01	1.01	0.94	0.82	0.79	0.53	0.70	0.70	0.55	0.98	0.79	0.44	0.32	0.38	0.41	0.33	0.45	0.48	0.42	0.43	0.43	0.43	0.32	0.30	0.23	0.24	0.19	0.15	0.05
	2	0.96	0.92	0.83	0.96	1.01	1.13	1.18	1.25	0.99	0.96	0.87	0.87	0.84	0.72	0.47	0.60	0.64	0.56	0.79	0.49	0.44	0.32	0.50	0.47	0.49	0.52	0.55	0.51	0.45	0.31	0.40	0.40	0.30	0.27	0.25	0.19	0.22	0.11
20km↓	3	1.12	0.98	0.99	1.12	5.16	5.87	5.48	5.81	4.18	4.07	4.23	3.69	3.56	0.84	0.62	0.69	0.67	0.71	0.69	0.49	0.46	0.35	1.63	1.75	2.34	1.43	2.21	2.45	2.14	2.37	2.02	1.72	1.42	1.13	0.89	0.73	0.22	0.11
	4	0.88	0.88	0.85	0.80	4.03	4.58	3.99	4.81	4.18	3.86	3.91	4.14	3.53	0.70	0.44	0.54	0.56	0.67	0.71	0.65	0.65	0.60	1.89	1.86	1.85	2.03	2.59	2.57	1.75	1.78	1.41	1.91	1.61	1.92	1.29	1.47	0.28	0.16
	5	0.74	0.87	0.89	0.80	4.21	10.19	12.15	10.31	8.53	9.63	8.37	7.70	3.37	0.76	0.56	0.54	0.69	0.74	0.67	0.61	0.40	0.43	1.87	4.51	4.21	4.58	4.58	6.18	5.49	5.76	5.58	4.05	3.01	3.24	1.55	0.70	0.08	0.07
10km↓	6	0.46	0.55	0.53	0.58	3.29	7.05	7.83	8.52	9.94	8.94	9.27	9.03	4.12	0.79	0.73	0.68	0.58	0.75	0.64	0.61	0.59	0.52	2.25	4.53	4.46	4.45	5.10	5.51	5.83	4.30	4.30	4.29	4.05	2.16	2.62	0.70	0.08	0.07
	7					3.84	7.06	5.10	5.34	5.69	6.40	6.88	6.88	3.59										3.02	6.45	7.48	6.37	5.62	6.95	6.44	4.84	4.30	4.03	2.80	3.08	2.41	0.74		
0km↓	8					1.88	3.91	5.88	4.70	5.68	5.68	5.84	7.89	4.21										2.84	7.00	5.88	7.18	5.87	7.74	6.12	5.80	4.84	2.87	3.17	2.30	1.75	0.65		

巨視的波源特性の設定で算出したM_0と⑤の総和M_0'から係数a＝0.76を算出

各小断層のすべり量D_i''（m）・・・⑥

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	3.37	3.37	3.26	3.26	3.17	3.17	2.88	2.79	2.71	2.66	2.66	2.56	2.50	2.50	2.43	2.43	2.43	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.17	2.32	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.23	1.23	0.89	0.89
	2	3.37	3.37	3.26	3.26	3.17	3.17	2.88	2.79	2.79	2.71	2.66	2.66	2.56	2.50	2.43	2.43	2.43	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.17	2.32	2.32	2.04	2.04	1.73	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.23	1.23	0.89
20km↓	3	3.37	3.37	3.26	3.26	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.16	15.16	14.83	14.29	2.56	2.50	2.50	2.43	2.43	2.35	2.35	2.35	2.27	12.70	12.54	12.11	12.11	12.94	12.94	11.41	11.41	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	6.85	1.23	0.89
	4	3.37	3.37	3.26	3.26	17.72	17.72	16.07	16.07	15.56	15.56	15.16	14.83	14.83	2.56	2.50	2.50	2.43	2.43	2.43	2.35	2.35	2.27	12.70	12.54	12.54	12.11	14.59	12.94	12.94	11.41	9.68	9.68	9.68	9.68	7.66	7.66	1.23	0.89
	5	3.37	3.37	3.26	3.26	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	32.48	32.48	14.83	2.66	2.56	2.50	2.50	2.43	2.43	2.43	2.35	2.35	12.70	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	16.41	7.66	1.23	1.23
10km↓	6	3.37	3.37	3.26	3.26	17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	32.48	14.83	2.66	2.56	2.50	2.50	2.50	2.43	2.43	2.35	2.35	12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	20.75	7.66	1.23	1.23
	7					17.72	37.97	37.97	34.44	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										12.70	27.22	26.87	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	7.66		
0km↓	8					18.20	37.97	37.97	37.97	34.44	34.44	33.34	33.34	15.16										13.13	27.22	27.22	26.87	25.95	25.95	31.26	31.26	31.26	27.74	27.74	24.44	20.75	7.66		

主部断層

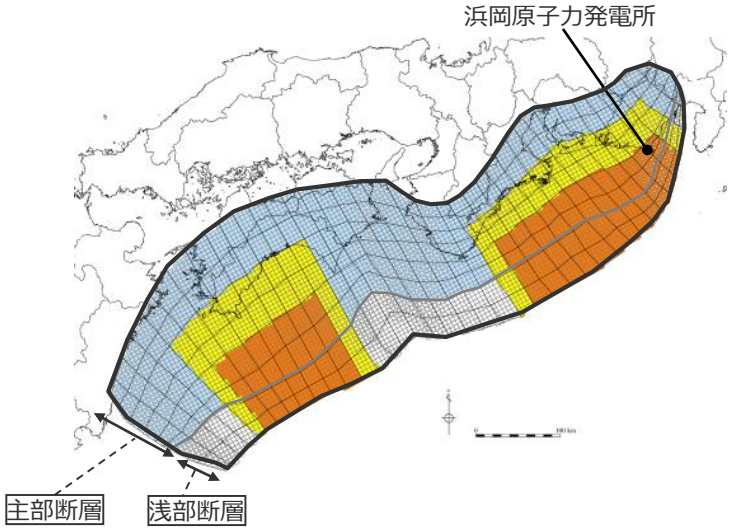
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

すべり量分布の設定方法

第1020回資料2-2
p.376再掲

■ 検討波源モデルCの大すべり域の位置を基準位置としたケースの各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



検討波源モデルCのすべり量

最大すべり量(m)※	平均すべり量(m)
31.3	12.6

※東海地域の最大すべり量を記載

津波断層域
超大すべり域（3D）
大すべり域（1.4D）
背景領域
浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

主部断層の約40%として隣接する浅部断層にも拡大

・D：主部断層の平均すべり量

検討波源モデルCの小断層のすべり量分布（m）

西 ⇦ 南海地域 | 東海地域 ⇨ 東

陸側⇨ ⇦海溝軸側

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
	2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9
20km↓	3	3.4	3.4	3.3	3.3	17.7	17.7	16.1	16.1	15.6	15.2	15.2	14.8	14.3	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	12.7	12.5	12.1	12.1	12.9	12.9	11.4	11.4	9.7	9.7	9.7	7.7	7.7	6.8	1.2	0.9
	4	3.4	3.4	3.3	3.3	17.7	17.7	16.1	16.1	15.6	15.6	15.2	14.8	14.8	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	12.7	12.5	12.5	12.1	14.6	12.9	12.9	11.4	9.7	9.7	9.7	9.7	7.7	7.7	1.2	0.9
	5	3.4	3.4	3.3	3.3	17.7	38.0	38.0	34.4	34.4	33.3	32.5	32.5	14.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	12.7	26.9	26.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	20.7	16.4	7.7	1.2	1.2
10km↓	6	3.4	3.4	3.3	3.3	17.7	38.0	38.0	34.4	34.4	33.3	33.3	32.5	14.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	12.7	27.2	26.9	26.9	25.9	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	20.7	7.7	1.2	1.2
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	38.0	38.0	34.4	34.4	34.4	33.3	33.3	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	27.2	26.9	26.9	25.9	25.9	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	7.7	0.0	0.0
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	38.0	38.0	38.0	34.4	34.4	33.3	33.3	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	27.2	27.2	26.9	25.9	25.9	31.3	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	20.7	7.7	0.0	0.0

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。
・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの設定

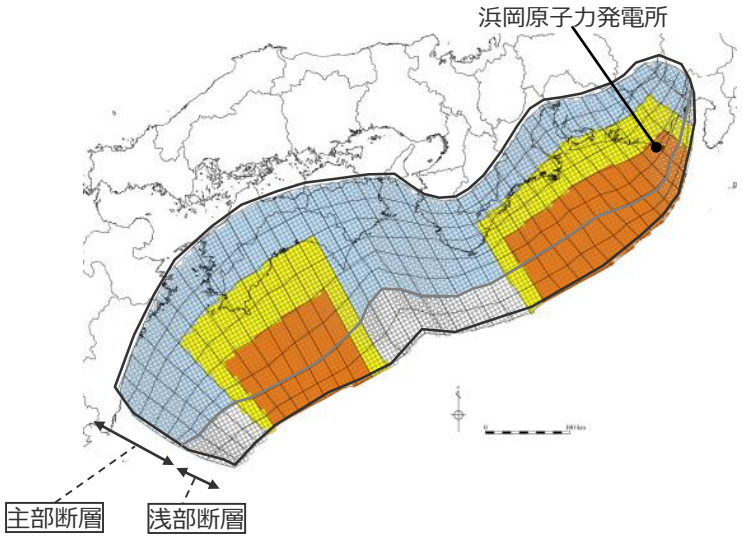
断層パラメータ

第1020回資料2-2
p.377再掲

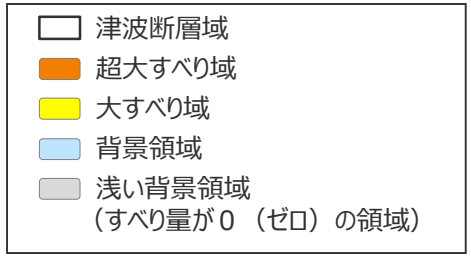
検討波源モデルCの断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積（km^2）	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.7×10^{22}
	Mw	9.2
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.6
	最大すべり量 (m) ※3	31.3
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	150
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	9.9
	最大すべり量 (m) ※3	31.3
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	2.2×10^{22}
	平均すべり量 (m)※4	27.2
	最大すべり量 (m) ※3	31.3

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(129,927km^2)に基づき算出
※3 東海地域の最大すべり量を記載
※4 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(20,202km^2)に基づき算出



検討波源モデルC



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

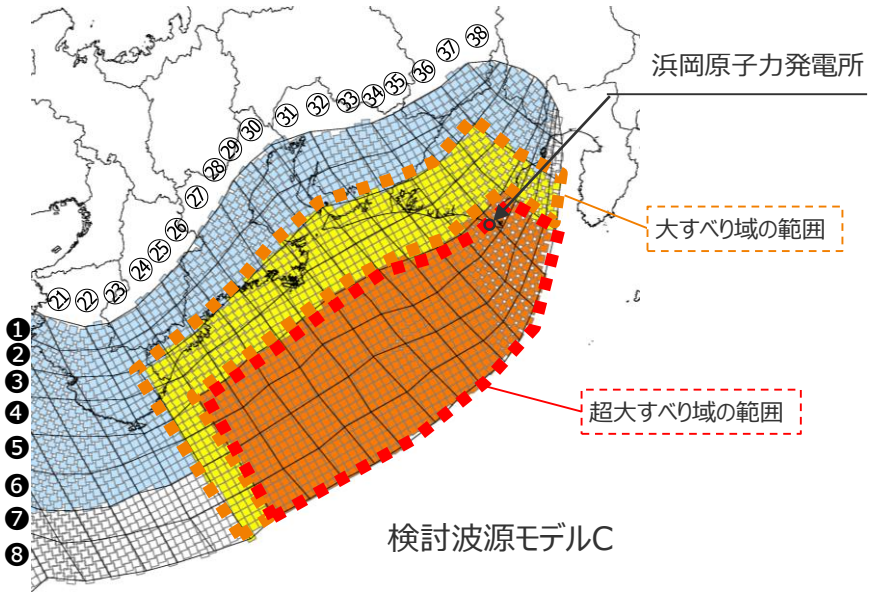
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの分析
（超大すべり域・大すべり域のすべり量）

■ 検討波源モデルCは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
■ 津波評価に影響の大きい東海地域の超大すべり域、大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。
超大すべり域の平均すべり量は、約27mとなっている。

検討波源モデルCのすべり量

項目	算定値	
超大すべり域	平均	26.8m
	最大	31.3m
大すべり域	平均	12.2m
	最大	14.6m
平均すべり量		12.6m



検討波源モデルC

○超大すべり域、大すべり域の平均すべり量の算定方法
遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
$D_{ave}=\Sigma(D_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
D_i:各小断層のすべり量、S_i:各小断層の面積
○陸域の小断層については、灰色の文字で記載。

超大すべり域
大すべり域

検討波源モデルCの大すべり域周辺のすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
	2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9
20km↓	3	2.4	2.3	12.7	12.5	12.1	12.1	12.9	12.9	11.4	11.4	9.7	9.7	9.7	7.7	7.7	6.8	1.2	0.9
	4	2.4	2.3	12.7	12.5	12.5	12.1	14.6	12.9	12.9	11.4	9.7	9.7	9.7	9.7	7.7	7.7	1.2	0.9
	5	2.4	2.4	12.7	26.9	26.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	20.7	16.4	7.7	1.2	1.2
10km↓	6	2.4	2.4	12.7	27.2	26.9	26.9	25.9	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	20.7	7.7	1.2	1.2
	7	0.0	0.0	12.7	27.2	26.9	26.9	25.9	25.9	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	7.7	0.0	0.0
0km↓	8	0.0	0.0	13.1	27.2	27.2	26.9	25.9	25.9	31.3	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	20.7	7.7	0.0	0.0

検討波源モデルCの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルCの分析

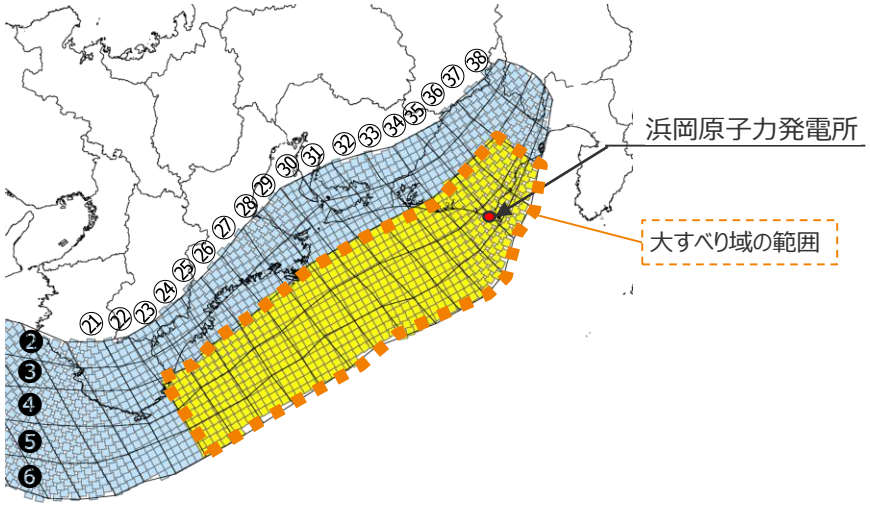
（参考：南海トラフ広域の痕跡再現モデルの大すべり域のすべり量）

第1020回資料2-2
p.379再掲

■ 南海トラフ広域の痕跡再現モデルは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
■ 南海トラフ広域の痕跡再現モデルの大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。
大すべり域の平均すべり量は、約9mとなっている。

南海トラフ広域の痕跡再現モデルのすべり量

項目	算定値	
超大すべり域	平均	－
	最大	－
大すべり域	平均	8.7m
	最大	10.4m
平均すべり量		5.0m



南海トラフ広域の痕跡再現モデル

○大すべり域の平均すべり量の算定方法
遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
$D_{ave}=\Sigma(D_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
D_i:各小断層のすべり量、S_i:各小断層の面積
○陸域の小断層については、灰色の文字で記載。

大すべり域

南海トラフ広域の痕跡再現モデルの大すべり域周辺のすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1																		
	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6
20km↓	3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6
	4	1.5	1.5	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	6.9	6.9	6.9	6.9	5.5	5.5	0.8	0.6
	5	1.5	1.5	9.1	9.0	9.0	8.6	8.6	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9	5.5	5.5	0.8	0.8
10km↓	6	1.5	1.5	9.1	9.1	9.0	9.0	8.6	10.4	10.4	9.2	9.2	8.1	8.1	6.9	6.9	5.5	0.8	0.8
	7																		
0km↓	8																		

南海トラフ広域の痕跡再現モデルの大すべり域周辺の小断層の面積(km^2)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1																		
	2	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7																		
0km↓	8																		

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

余　白

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

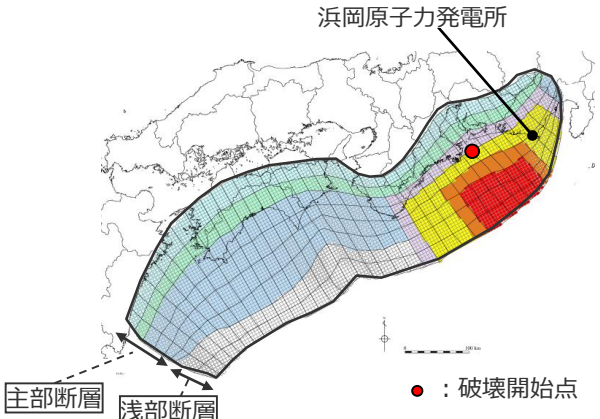
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

パラメータの設定方法

第1020回資料2-2
p.381再掲

■ 検討波源モデルDの設定フローを以下に示す。
■ 検討波源モデルDは、南海トラフおよび国内外の最新の科学的知見について調査し、保守的に東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえてパラメータを設定した。すべり量分布には、内閣府(2012)によるMw9クラスの地震のすべり量分布の特性化方法（特性化されたすべり量と面積割合の設定方法）を適用した。



検討波源モデルD
（超大すべり域の深さを広域モデルと同じとしたモデル）

- 津波断層域
- 超大すべり域(4D)
- 中間大すべり域(3D)
- 大すべり域(2D)
- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域
  （すべり量が0(ゼロ)の領域）

（D：主部断層の平均すべり量）

主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

設定フロー	設定方法
(1)津波断層域の設定	・既往地震に基づく面積（約8万km^2）を拡大して南海トラフの波源の広がりを最大限考慮し設定。 （津波断層域の面積S：約14万km^2 そのうち、深さ10km以深の主部断層：約10万km^2 深さ10km以浅の浅部断層：約4万km^2）
(2)特性化したすべり量分布の設定 (2)-1大すべり域等の設定	・大すべり域(2D)：東海地域の過去地震で大きくすべった領域を踏まえて、津波断層域の約20%とし、基準位置として東海地域に1箇所設定。 ・中間大すべり域(3D)：津波断層域全体の約10%とし、超大すべり域と大すべり域の間の領域に設定。 ・超大すべり域(4D)：津波断層域全体の約5%とし、大すべり域の中のトラフ沿いの領域に設定。 （超大すべり域等(3D・４D)は深さ15kmまでの領域に設定） ・大すべり域と背景領域の境界部等に遷移領域を設定する。
(2)-2各領域のすべり量の設定	・平均すべり量：平均すべり量と主部断層の全面積のスケーリング則に基づき、平均応力降下量⊿σを3MPa、剛性率μを4.1×10^{10}N/m^{2}として設定。 ・大すべり域(2D)：平均すべり量の２倍のすべり量を設定。 ・中間大すべり域(3D)：平均すべり量の３倍のすべり量を設定。 ・超大すべり域(4D)：平均すべり量の４倍のすべり量を設定。 ・南海トラフの調査に基づきフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮し、各小断層のすべり量を沈み込み速度に比例するよう設定。 ・浅部断層の浅い背景領域にはすべり量を設定しない。
(3)モーメントマグニチュードMwの算定	・MwとM$_0$の関係式に基づき算定。
(4)動的パラメータの設定 (4)-1 破壊開始点の設定	・東海地域の大すべり域の下端中央付近に設定。
(4)-2 破壊伝播速度の設定	・南海トラフの調査に基づき2.0km/sと設定。
(4)-3 ライズタイムの設定	・国内外の巨大地震を踏まえ150sと設定。
終了	

下線部：検討波源モデルAと設定方法が異なる箇所

・遷移領域：両隣の領域の中間的なすべり量を持つ領域
・大すべり域の面積には、超大すべり域、中間大すべり域の面積を含む。
・中間大すべり域の面積には、超大すべり域の面積を含む。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

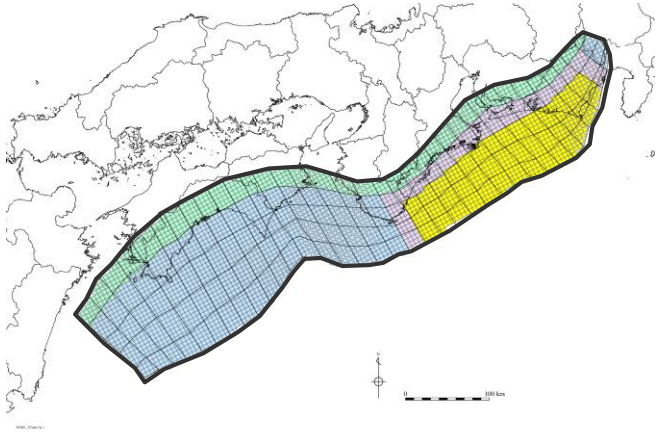
大すべり域の位置

第1020回資料2-2
p.382再掲

■ 検討波源モデルDの大すべり域は、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルに基づき、トラフ軸付近の浅部断層を含めた領域に設定し、これを基準位置とした。

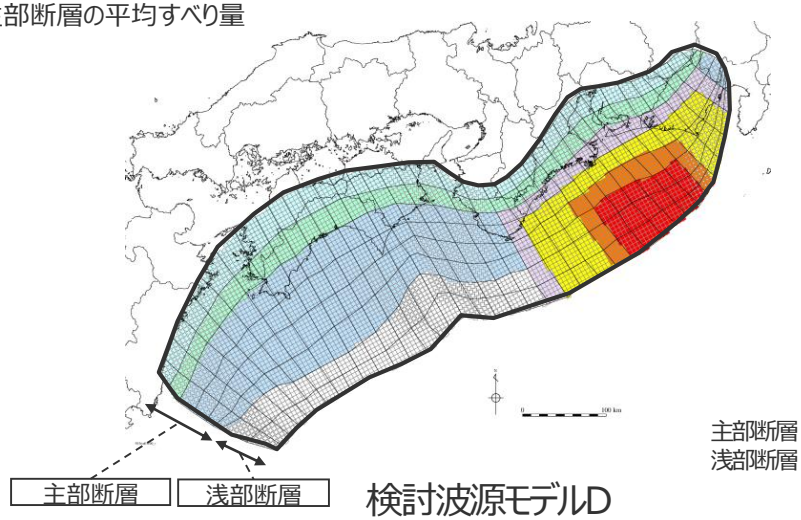
・大すべり域の位置については、別途概略パラメータスタディを実施し、大すべり域の位置を東西に移動させて敷地への影響の大きいケースを検討している。

【検討波源モデルDの設定】
・大すべり域(2D)は、遠州灘沖～紀伊半島沖の深さ約20kmより浅い側の領域に、津波断層域の全面積の約20%の面積で設定した。
・中間大すべり域(3D)は、津波断層域の全面積の約10%の面積で、超大すべり域と大すべり域の間の領域に設定した。
・超大すべり域(4D)は、津波断層域の全面積の約５%の面積で、大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域に設定した。



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル

・D：主部断層の平均すべり量



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

検討波源モデルD

津波断層域	➡	144,379km^2
大すべり域(2D)	➡	津波断層域の全面積の約20%[1)]
中間大すべり域(3D)	➡	超大すべり域と大すべり域の間の領域（津波断層域の全面積の約10%[2)]）
超大すべり域(4D)	➡	大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域（津波断層域の全面積の約５%）

1) 大すべり域の面積には、超大すべり域、中間大すべり域の面積を含む。
2) 中間大すべり域の面積には、超大すべり域の面積を含む。

津波断層域　超大すべり域　中間大すべり域　大すべり域　遷移領域　背景領域　深い背景領域　最も深い背景領域　浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

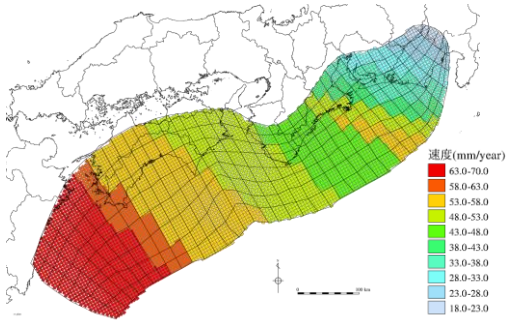
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

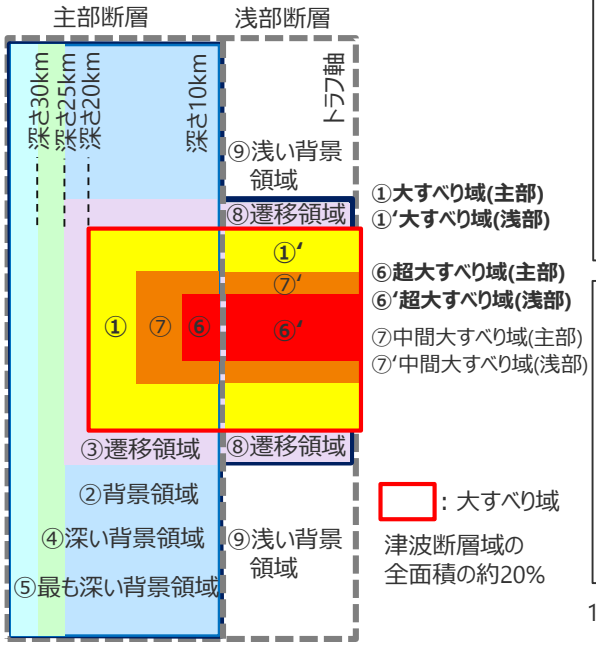
すべり量分布の設定方法

第1020回資料2-2
p.383再掲

■検討波源モデルDのすべり量分布の設定については、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定し、超大すべり域には平均すべり量の4倍、中間大すべり域には3倍、大すべり域には2倍のすべり量を設定した。
■検討波源モデルDのすべり量分布の設定方法は以下のとおり。



(Loveless and Meade(2010)を基に作成)
各小断層の沈み込速度分布



検討波源モデルDによるすべり量分布概念図

【主部断層のすべり量の設定】
まず、各小断層の平均すべり量D_iは、フィリピン海プレートの沈み込み速度に比例し、かつ各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が主部断層のスケーリング則から求められる地震モーメントM_0になるように設定。

$M_0 = \Sigma M_{0i} = \Sigma \mu D_i S_i$ ➡ 小断層毎のすべり量はプレートの沈み込み速度に比例するように設定。※

次に、各小断層の平均すべり量D_iに対して、以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

①	**大すべり域**	：**$2D_i$**
②	背景領域	：主部断層（領域①～⑦）の小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が、M_0となるすべり量D_bを設定
③	①・⑥・⑦と②の遷移領域	：（$2D_i + D_b$）/2
④	深い背景領域	：$1/2 \times D_b$ } 背景領域と断層下端との境界部の遷移領域
⑤	最も深い背景領域	：$1/4 \times D_b$ }
⑥	超大すべり域	：**$4D_i$**
⑦	中間大すべり域	：**$3D_i$**

D_i：各小断層の平均すべり量　D_b：各背景領域のすべり量(=aD_i、aは定数)　S_i：各小断層の面積
M_0：スケーリング則から算定される主部断層の地震モーメント　M_{0i}：各小断層の地震モーメント

※ 内閣府(2012)と同様、上記のすべり量設定を行うにあたり、フィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮した遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルにより歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高の再現性を確認。

【浅部断層のすべり量の設定】
以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

①'	**大すべり域**	：**$2D_i$**
⑥'	**超大すべり域**	：**$4D_i$**[1)]
⑦'	中間大すべり域	：$3D_i$
⑧	①と⑨の遷移領域	：（$2D_i + D_b$）/2
⑨	浅い背景領域	：0（ゼロ）

1) 駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定している。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-1　検討波源モデルのパラメータ
検討波源モデルDの設定
すべり量分布の設定方法

1．巨視的波源特性の設定

津波断層域の設定

↓

プレート境界面形状の設定

↓

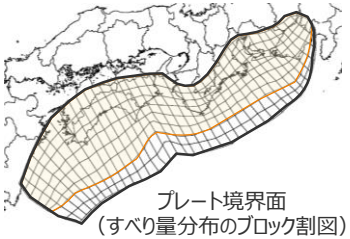
スケーリング則の対象とする主部断層の面積S_mの設定

スケーリング則の対象とする平均応力降下量⊿σ、剛性率μの設定

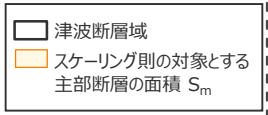
↓

・主部断層の平均すべり量D_mの算定
・主部断層の地震モーメントM_{0m}の算定

➢ スケーリング則の適用
（円形破壊面を仮定した関係式）



プレート境界面
（すべり量分布のブロック割図）



各パラメーター一覧

項目	設定方法	設定値
津波断層域の面積S	駿河湾～日向灘沖の深さ0km～40kmの領域(浅部断層含む)	144,379(km²)
スケーリング則の対象とする主部断層の面積 S_m	駿河湾～日向灘沖の深さ10km～40kmの領域(浅部断層除く)	109,725(km²)
スケーリング則の対象とする平均応力降下量⊿σ	内閣府(2012)、Murotani et al.(2013)	3.0(MPa)
スケーリング則の対象とする剛性率μ	内閣府(2012)、土木学会(2016)等	4.1×10^{10}(N/m²)
主部断層の平均すべり量D_m	$16/(7\pi^{3/2})\cdot\Delta\sigma\cdot S_m^{1/2}/\mu$	9.9(m)
主部断層の地震モーメント M_{0m}	μDS_m	4.5×10^{22}(Nm)

2．微視的波源特性の設定

各領域のすべり量と面積の設定

	項目	設定方法	設定値
大すべり域（超中間）	断層面積S_4	津波断層域の面積Sの**5%**(累積面積5%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m4}	主部断層の平均すべり量D_mの**4倍**	39.8(m)
大すべり域（中間）	断層面積S_3	津波断層域の面積Sの**5%**(累積面積10%)	7,219(km²)
	平均すべり量D_{m3}	主部断層の平均すべり量D_mの**3倍**	29.8(m)
大すべり域	断層面積S_2	津波断層域の面積Sの10%(累積面積20%)	14,438(km²)
	平均すべり量D_{m2}	主部断層の平均すべり量D_mの2倍	19.9(m)
背景領域	断層面積S_b	津波断層域の面積Sの40%(累積面積60%)	57,752(km²)
	平均すべり量D_{mb}	主部断層の平均すべり量D_mの1倍	9.9(m)
背景領域（深い）	断層面積$S_{b0.5}$	津波断層域の面積Sの10%(累積面積70%)	14,438(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.5}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.5倍	5.0(m)
背景領域（最も深い）	断層面積$S_{b0.25}$	津波断層域の面積Sの15%(累積面積85%)	21,657(km²)
	平均すべり量$D_{mb0.25}$	主部断層の背景領域の平均すべり量D_{mb}の0.25倍	2.5(m)
背景領域（浅い）	断層面積S_{sb}	津波断層域の面積Sの15%(累積面積100%)	21,657(km²)
	平均すべり量D_{sb}	-	0(m)

超大すべり域等の深さの設定

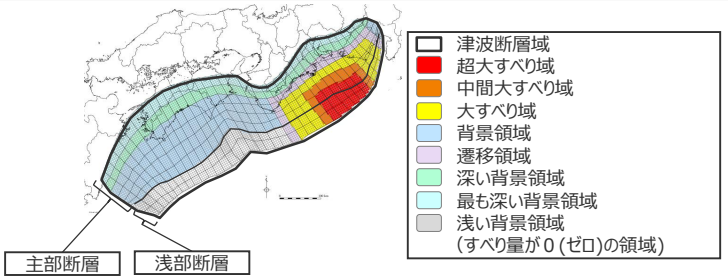
➢ 超大すべり域等（中間大すべり域含む）：**深さ約15kmより浅い領域（海溝軸～津波断層域の概ね1/3の深さの領域）に設定**
➢ 大すべり域：深さ約20kmより浅い領域に設定

3．検討波源モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

○ 設定したプレート境界面（すべり量分布のブロック割図）に微視的波源特性を反映
➢ 超大すべり域等のトラフ軸方向の位置：遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルを踏まえ設定（超大すべり域の位置が駿河湾内に設定される場合には、駿河湾内のトラフ軸付近に超大すべり域のすべり量を設定）
➢ 各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定
➢ 段階的なすべり量分布となるよう、隣り合う領域の境界部に中間的なすべり量を持つ遷移領域を設定（大すべり域と背景領域の境界部および大すべり域と深い背景領域の境界部に、遷移領域を設定）
➢ 浅い背景領域のすべり量は0にする
➢ 上記設定による地震モーメントの変化分を、遷移領域および背景領域以下のすべり領域のすべり量で調整

モーメントマグニチュードMwの算定



	項目	設定値
津波断層域全体	津波断層域の面積S	144,379(km²)
	地震モーメントM_o	6.0×10^{22}(Nm)
	M_w	9.1
	平均応力降下量⊿σ※1	3.0(MPa)
	平均すべり量D※2	11.8(m)
	最大すべり量Dmax	41.7(m)
	剛性率 μ	4.1×10^{10}(N/m²)
	破壊伝播速度v_r	2.0(km/s)
	すべり角λ	フィリピン海プレートの運動方向に基づいて設定
	ライズタイムτ	150(s)
（うち、主部断層）	主部断層の面積S_m	109,725(km²)
	地震モーメントM_{om}	4.5×10^{22}(Nm)
	平均応力降下量$\Delta\sigma_m$	3.0(MPa)
	平均すべり量D_m	9.9(m)
	最大すべり量$Dmax_m$	41.7(m)
（うち、浅部断層）	浅部断層の面積S_s	34,655(km²)
	地震モーメントM_{os}	1.5×10^{22}(Nm)
	平均すべり量D_s※3	26.0(m)
	最大すべり量$Dmax_s$	41.7(m)

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(123,700km²)に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(13,975km²)に基づき算出

内閣府(2012)もしくは土木学会(2016)による波源設定方法と異なる部分を赤字で記載

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-1　検討波源モデルのパラメータ
検討波源モデルDの設定
すべり量分布の設定方法

■各小断層の沈み込み速度に比例したすべり量設定方法を以下に示す。

【STEP1】 最初に沈み込み速度に比例させた各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が主部断層のスケーリング則から求められる地震モーメントM_0になるように各小断層の平均すべり量を設定する。

スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$より、主部断層全体の地震モーメントは以下となる。

$M_0 = 4.48 \times 10^{22}$(Nm) ・・・Ⓐ

$\Delta\sigma_m$：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)

S_m：主部断層全体の面積:109,725km²

主部断層の平均すべり量

$D = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2}/\mu$ 1) $= 9.95$m

μ：剛性率:4.1×10^{10}(N/m²)

各小断層の地震モーメントM_{0i}の総和が上記スケーリング則から算出したM_0・・・Ⓐと一致するように係数を算出する。

$M_0 = \Sigma M_{0i} = \Sigma \mu D_i S_i$

➡ ③＝μ×①×②を算出

M_0（調整前）$= 2.32 \times 10^{20}$(Nm) ・・・Ⓑ

○ⒶとⒷが一致するように係数を算出。

係数α＝Ⓐ／Ⓑ＝192.6

○係数αを各小断層の沈み込み速度に乗じて平均すべり量を設定。

各小断層の平均すべり量D_i(④)
＝各小断層の沈み込み速度①×α

1) スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$と地震モーメントの式$M_0 = \mu DS$から導出

主部断層

各小断層の沈み込み速度（mm/year）・・・①

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4	18.4
	2	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
20km↓	3	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4	18.4
	4	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	35.9	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	18.4
	5	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	56.2	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	28.4	25.4	25.4
10km↓	6	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	55.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	35.9	28.4	25.4	25.4
	7	69.8	69.8	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	51.7	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	47.1	47.1	46.5	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4
0km↓	8	69.8	69.8	67.5	67.5	67.5	65.7	65.7	65.7	59.6	59.6	57.7	57.7	56.2	55.0	53.0	53.0	53.0	51.7	51.7	50.3	50.3	48.7	48.7	47.1	47.1	46.5	44.9	44.9	54.1	54.1	54.1	48.0	48.0	42.3	35.9	28.4	25.4	25.4

(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

各小断層の面積S_i（km²）・・・②

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

(内閣府(2012))

各小断層の調整前の地震モーメント$M_{0(調整前)}$（$\times 10^{17}$ Nm）・・・③

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	10.6	18.1	18.2	22.1	20.9	30.2	24.9	26.3	15.7	15.9	16.0	14.8	12.9	12.4	8.4	11.0	11.1	8.7	15.4	12.4	6.9	5.0	5.9	6.4	5.2	7.1	7.5	6.6	6.8	6.7	6.8	5.0	4.8	3.6	3.8	3.0	2.4	0.8
	2	15.2	14.4	13.0	15.1	15.9	17.8	18.5	19.7	15.5	15.1	13.7	13.7	13.2	11.3	7.4	9.5	10.1	8.8	12.4	7.7	6.9	5.0	7.9	7.4	7.7	8.2	8.6	8.0	7.1	4.9	6.3	6.4	4.8	4.2	3.9	3.0	3.5	1.8
20km↓	3	17.7	15.4	15.6	17.6	19.1	21.8	20.3	21.5	15.5	15.1	15.7	13.7	13.2	13.2	9.7	10.8	10.5	11.2	10.8	7.7	7.2	5.5	6.0	6.5	8.7	5.3	8.2	9.1	7.9	8.8	7.5	6.4	5.3	4.2	3.3	2.7	3.5	1.8
	4	13.9	13.8	13.3	12.6	15.0	17.0	14.8	17.9	15.5	14.3	14.5	15.3	13.1	11.0	7.0	8.6	8.9	10.6	11.1	10.3	10.3	9.5	7.0	6.9	6.9	7.5	9.6	9.5	6.5	6.6	5.2	7.1	6.0	7.1	4.8	5.5	4.5	2.5
	5	11.6	13.7	14.0	12.6	15.6	17.6	21.0	17.8	14.8	16.7	14.5	13.3	12.5	11.9	8.8	8.6	10.8	11.7	10.6	9.6	6.2	6.7	6.9	7.8	7.3	7.9	7.9	10.7	9.5	10.0	9.6	7.0	5.2	5.6	2.7	3.3	1.4	1.2
10km↓	6	7.2	8.7	8.4	9.1	12.2	12.2	13.5	14.7	17.2	15.5	16.0	15.6	15.3	12.5	11.5	10.7	9.2	11.9	10.0	9.5	9.3	8.2	8.3	7.8	7.7	7.7	8.8	9.5	10.1	7.4	7.4	7.4	7.0	3.7	4.5	1.8	1.1	0.9
	7	17.3	16.5	16.7	13.2	14.2	12.2	8.8	9.2	9.8	11.1	11.9	11.9	13.3	15.9	16.9	13.1	7.5	9.1	9.6	8.9	9.4	11.1	11.2	11.2	12.9	11.0	9.7	12.0	11.1	8.4	7.4	7.0	4.9	5.3	4.2	2.7	1.4	0.9
0km↓	8	10.0	15.1	13.9	9.7	7.0	6.8	10.2	8.1	9.8	9.8	10.1	13.7	15.6	16.4	14.7	16.3	12.6	8.5	10.6	10.4	11.4	12.0	10.5	12.1	10.2	12.4	10.2	13.4	10.6	10.0	8.4	5.0	5.5	4.0	3.0	2.4	1.4	0.6

③の総和$M_{0（調整前）}$・・・Ⓑとスケーリング則に基づくM_0・・・Ⓐから係数α＝192.6を算出

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
20km↓	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
10km↓	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

すべり量分布の設定方法

【STEP2】各小断層の平均すべり量に基づき、主部断層に大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

○津波断層域の全面積(144,379km^2)の約20%となるよう大すべり域の範囲（深度20km以浅～海溝軸×幅（ここでは23～36列））を決定。
○各小断層の平均すべり量D_iに対し、以下の関係を与えて調整前の各小断層のすべり量を設定。
○背景領域のすべり量$D_b = a \cdot Di$ を調整前としてa=1で設定。

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

主部断層

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層の調整前のすべり量$D_{(調整前)}$(m）・・・⑤

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.36	3.36	3.25	3.25	3.16	3.16	2.87	2.78	2.71	2.65	2.65	2.55	2.49	2.49	2.42	2.42	2.42	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
20km↓	2	6.72	6.72	6.50	6.50	6.33	6.33	5.74	5.56	5.56	5.41	5.30	5.30	5.10	4.98	4.84	4.84	4.84	4.69	4.69	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
10km↓	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	26.87	34.60	41.68	41.68	36.98	36.98	32.59	24.44	13.83	13.83	10.94	7.92	4.89
0km↓	7																																						
	8																																						

背景領域 ：$D_b = a \cdot D_i$　　大すべり域 ：$2D_i$

深い背景領域 ：$1/2 \times D_b = 0.5a \cdot D_i$　　中間大すべり域 ：$3D_i$

最も深い背景領域 ：$1/4 \times D_b = 0.25a \cdot D_i$　　超大すべり域 ：$4D_i$

遷移領域のすべり量D(m)の設定方法

遷移領域 ：（$2D_i + D_b$）/2

遷移領域の小断層と隣り合う大すべり域の小断層と背景領域の小断層の平均とする。また、隣り合う小断層は可能な限り同じ沈み込み速度の小断層から選定する。

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

深度 40km↓		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
20km↓	2	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
	3	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
10km↓	4	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
	6	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	26.87	34.60	41.68	41.68	36.98	36.98	32.59	24.44	13.83	13.83	10.94	7.92	4.89
0km↓	7																			
	8																			

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

すべり量分布の設定方法

【STEP3】調整前の各小断層のすべり量に基づく各小断層の地震モーメントの総和がスケーリング則から算出した地震モーメントと一致するよう背景領域のすべり量の係数aを算定し、各小断層のすべり量を決定する。

スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$より、主部断層全体の地震モーメントは以下となる。

$M_0 = 4.48 \times 10^{22}$(Nm)　・・・Ⓐ

$\Delta\sigma_m$：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)

S_m：主部断層全体の面積:109,725km²

主部断層の平均すべり量

$D = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2}/\mu$ 1) $= 9.95$m

μ：剛性率:4.1×10^{10}(N/m²)

各小断層の地震モーメント$M_{0(調整前)}$の総和が上記スケーリング則から算出したM_0・・・Ⓐと一致するように係数を算出する。

$M_0 = \Sigma M_{0(調整前)} = \Sigma \mu D_i S_i$

➡ ⑥＝μ×⑤×②を算出

$M_{0(調整前)} = 4.51 \times 10^{22}$(Nm)　・・・Ⓒ

○ⒶとⒸが一致するように係数aを算出。

係数aを背景領域のすべり量設定に代入し、各小断層のすべり量を設定。

係数a＝0.99

背景領域のすべり量D_b (⑦) $= a \cdot D_{b(調整前)}$ (⑤)

1) スケーリング則$M_0 = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$と地震モーメントの式$M_0 = \mu DS$から導出

主部断層

各小断層の調整前のすべり量$D_{(調整前)}$(m)　・・・⑤

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																								
30km↓	1	3.36	3.36	3.25	3.25	3.16	3.16	2.87	2.78	2.71	2.65	2.65	2.55	2.49	2.49	2.42	2.42	2.42	2.35	2.35	2.35	2.27	2.27	2.24	2.24	2.16	2.31	2.04	2.04	1.73	1.73	1.37	1.37	1.37	1.37	1.22	1.22	0.89	0.89
	2	6.72	6.72	6.50	6.50	6.33	6.33	5.74	5.56	5.56	5.41	5.30	5.30	5.10	4.98	4.84	4.84	4.84	4.69	4.69	4.69	4.54	4.54	4.48	4.48	4.32	4.62	4.62	4.07	4.07	3.46	3.46	3.46	2.74	2.74	2.74	2.45	2.45	1.77
20km↓	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	11.34	11.34	11.20	10.81	10.81	11.56	11.56	10.19	10.19	8.64	8.64	8.64	6.84	6.84	4.84	4.84	3.54
	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.24	3.54
	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	17.91	17.91	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	13.83	10.94	10.94	7.92	4.89
10km↓	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	13.76	18.15	18.15	17.91	26.87	34.60	41.68	41.68	36.98	36.98	32.59	24.44	13.83	13.83	10.94	7.92	4.89
	7																																						
0km↓	8																																						

各小断層の面積S_i（km²）　・・・②

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	370	632	656	800	776	1120	1019	1113	682	707	707	683	608	584	407	535	536	434	770	620	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	530	503	471	547	590	661	759	833	656	656	606	607	608	534	357	461	489	438	620	386	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	617	539	562	637	710	808	831	882	655	655	681	606	608	609	458	510	510	542	542	387	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	484	482	481	455	555	631	605	731	655	604	630	681	580	505	328	404	430	513	541	516	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	406	480	504	454	579	655	780	730	604	704	629	578	554	529	403	404	510	565	514	465	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	253	303	302	327	453	453	503	604	704	654	678	678	678	553	529	506	432	560	486	462	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	604	578	602	477	528	453	328	378	403	453	503	503	578	703	778	602	353	429	455	429	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	351	526	502	351	251	251	377	302	402	402	427	577	677	726	676	752	578	402	502	502	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

各小断層の調整前の地震モーメント$M_{0(調整前)}$　（$\times 10^{19}$ Nm）　・・・⑥

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	5.1	8.7	8.7	10.7	10.1	14.5	12.0	12.7	7.6	7.7	7.7	7.1	6.2	6.0	4.0	5.3	5.3	4.2	7.4	6.0	3.3	2.4	2.9	3.1	2.5	3.4	3.6	3.2	3.3	3.2	3.3	2.4	2.3	1.7	1.8	1.4	1.2	0.4
	2	14.6	13.9	12.6	14.6	15.3	17.1	17.9	19.0	14.9	14.6	13.2	13.2	12.7	10.9	7.1	9.2	9.7	8.4	11.9	7.4	6.7	4.8	7.6	7.2	7.4	7.9	8.3	7.7	6.8	4.7	6.1	6.1	4.6	4.0	3.8	2.9	3.4	1.7
20km↓	3	34.0	29.7	30.0	33.9	36.8	41.9	39.1	41.5	29.8	29.1	30.2	26.3	25.4	25.5	18.7	20.8	20.3	21.5	20.9	14.9	13.9	13.2	14.5	15.6	20.9	12.8	19.8	21.9	19.1	21.2	18.0	15.4	12.7	10.1	8.0	5.2	6.7	3.4
	4	26.7	26.5	25.6	24.2	28.8	32.7	28.5	34.4	29.8	27.5	28.0	29.6	25.2	21.1	13.4	16.5	17.1	20.4	21.5	19.8	19.8	27.8	27.0	26.6	26.5	29.0	37.1	36.7	25.1	25.5	20.1	27.3	23.0	27.5	18.5	21.0	12.7	4.8
	5	22.4	26.5	26.9	24.2	30.1	34.0	40.5	34.4	28.4	32.1	27.9	25.7	24.0	23.0	16.9	16.5	20.8	22.4	20.4	18.5	12.0	19.0	26.7	30.1	28.0	45.8	45.8	61.8	54.9	57.6	55.8	40.5	30.1	21.6	10.4	9.9	3.9	2.0
10km↓	6	13.9	16.7	16.1	17.4	23.5	23.5	26.1	28.4	33.1	29.8	30.9	30.1	29.5	24.0	22.1	20.7	17.6	22.9	19.3	18.4	17.8	23.1	32.1	30.2	29.7	44.5	68.0	73.5	77.8	57.4	57.3	57.2	40.5	14.4	17.5	9.9	3.9	2.0
	7																																						
0km↓	8																																						

⑥の総和$M_{0(調整前)}$　・・・Ⓒとスケーリング則に基づくM_0・・・Ⓐから係数a＝0.99を算出

主部断層の各小断層のすべり量D（m）　・・・⑦

深度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
40km↓																																							
30km↓	1	3.32	3.32	3.21	3.21	3.12	3.12	2.83	2.74	2.67	2.62	2.62	2.52	2.46	2.46	2.39	2.39	2.39	2.32	2.32	2.32	2.24	2.24	2.21	2.21	2.13	2.28	2.01	2.01	1.71	1.71	1.35	1.35	1.35	1.35	1.21	1.21	0.87	0.87
	2	6.64	6.64	6.42	6.42	6.25	6.25	5.67	5.49	5.49	5.34	5.23	5.23	5.04	4.92	4.78	4.78	4.78	4.63	4.63	4.63	4.48	4.48	4.42	4.42	4.27	4.56	4.56	4.02	4.02	3.41	3.41	3.41	2.70	2.70	2.70	2.42	2.42	1.75
20km↓	3	13.28	13.28	12.84	12.84	12.50	12.50	11.34	11.34	10.97	10.69	10.69	10.46	10.08	10.08	9.83	9.83	9.57	9.57	9.26	9.26	9.26	11.31	11.31	11.17	10.78	10.78	11.53	11.53	10.16	10.16	8.62	8.62	8.62	6.82	6.82	4.82	4.82	3.50
	4	13.28	13.28	12.84	12.84	12.50	12.50	11.34	11.34	10.97	10.97	10.69	10.46	10.46	10.08	9.83	9.83	9.57	9.57	9.57	9.26	9.26	13.70	18.15	17.91	17.91	17.30	20.84	18.49	18.49	16.30	13.83	13.83	13.83	13.83	10.94	10.94	7.22	3.50
	5	13.28	13.28	12.84	12.84	12.50	12.50	12.50	11.34	11.34	10.97	10.69	10.69	10.46	10.46	10.08	9.83	9.83	9.57	9.57	9.57	9.26	13.70	18.15	17.91	17.91	25.95	25.95	31.26	27.74	27.74	24.44	24.44	20.75	13.83	10.94	10.94	7.89	4.83
10km↓	6	13.28	13.28	12.84	12.84	12.50	12.50	12.50	11.34	11.34	10.97	10.97	10.69	10.46	10.46	10.08	9.83	9.83	9.83	9.57	9.57	9.26	13.70	18.15	18.15	17.91	26.87	34.60	41.68	41.68	36.98	36.98	32.59	24.44	13.83	13.83	10.94	7.89	4.83
	7																																						
0km↓	8																																						

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

すべり量分布の設定方法

【STEP4】各小断層の平均すべり量D_iおよび主部断層の各小断層のすべり量に基づき、浅部断層に超大すべり域等を設定し各小断層のすべり量を以下のとおり設定する。

○浅部断層の各小断層の平均すべり量D_iに対して、以下の関係を与えて調整前の各小断層のすべり量を設定。

各小断層の平均すべり量D_i（m）・・・④

主部断層

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54	3.54
20km↓	2	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	3	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89	3.54
	4	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	6.92	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	3.54
10km↓	5	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	10.83	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	5.47	4.89	4.89
	6	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.59	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	6.92	5.47	4.89	4.89
0km↓	7	13.45	13.45	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	9.96	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.07	9.07	8.96	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89
	8	13.45	13.45	13.00	13.00	13.00	12.66	12.66	12.66	11.48	11.48	11.11	11.11	10.83	10.59	10.21	10.21	10.21	9.96	9.96	9.69	9.69	9.38	9.38	9.07	9.07	8.96	8.65	8.65	10.42	10.42	10.42	9.25	9.25	8.15	6.92	5.47	4.89	4.89

各小断層のすべり量D（m）・・・⑧

深度 40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.1	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
20km↓	2	6.6	6.6	6.4	6.4	6.2	6.2	5.7	5.5	5.5	5.3	5.2	5.2	5.0	4.9	4.8	4.8	4.8	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.6	4.6	4.0	4.0	3.4	3.4	3.4	2.7	2.7	2.7	2.4	2.4	1.7
	3	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	10.7	10.7	10.5	10.1	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.3	9.3	9.3	11.3	11.3	11.2	10.8	10.8	11.5	11.5	10.2	10.2	8.6	8.6	8.6	6.8	6.8	4.8	4.8	3.5
	4	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	11.0	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.6	9.3	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.2	3.5
	5	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	10.7	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.6	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	13.8	10.9	10.9	7.9	4.8
10km↓	6	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	11.0	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.8	9.6	9.6	9.3	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	24.4	13.8	13.8	10.9	7.9	4.8
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	24.4	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	18.8	18.1	18.1	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	27.7	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8

浅部領域のすべり量Dの設定方法

遷移領域

遷移領域のすべり量設定において参照する小断層の位置関係を示す

:浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

深度 40km↓		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
20km↓	2	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.6	4.6	4.0	4.0	3.4	3.4	3.4	2.7	2.7	2.7	2.4	2.4	1.7
	3	9.3	9.3	11.3	11.3	11.2	10.8	10.8	11.5	11.5	10.2	10.2	8.6	8.6	8.6	6.8	6.8	4.8	4.8	3.5
	4	9.3	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.2	3.5
	5	9.6	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	13.8	10.9	10.9	7.9	4.8
10km↓	6	9.6	9.3	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	24.4	13.8	13.8	10.9	7.9	4.8
	7	0.0	0.0	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	24.4	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8
0km↓	8	0.0	0.0	13.7	18.8	18.1	18.1	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	27.7	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8

超大すべり域：$4D_i$

中間大すべり域：$3D_i$

・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

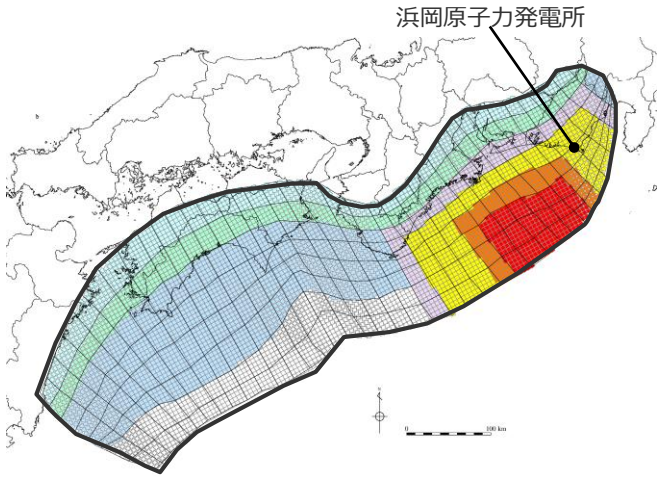
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

すべり量分布の設定方法

第1020回資料2-2
p.388再掲

■「検討波源モデルD」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



検討波源モデルD

検討波源モデルDのすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
41.7	11.8

- 津波断層域
- 超大すべり域（平均すべり量の４倍）
- 中間大すべり域（平均すべり量の３倍）
- 大すべり域（平均すべり量の２倍）

（津波断層域の全面積の約20%）

- 大すべり域と背景領域の遷移領域
- 背景領域
- 深い背景領域
- 最も深い背景領域
- 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

検討波源モデルDの小断層のすべり量分布（m）

西 ⇦　⇨ 東

陸側⇨　⇦海溝軸側

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.1	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
	2	6.6	6.6	6.4	6.4	6.2	6.2	5.7	5.5	5.5	5.3	5.2	5.2	5.0	4.9	4.8	4.8	4.8	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.6	4.6	4.0	4.0	3.4	3.4	3.4	2.7	2.7	2.7	2.4	2.4	1.7
20km↓	3	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	10.7	10.7	10.5	10.1	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.3	9.3	9.3	11.3	11.3	11.2	10.8	10.8	11.5	11.5	10.2	10.2	8.6	8.6	8.6	6.8	6.8	4.8	4.8	3.5
	4	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	11.0	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.6	9.3	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.2	3.5
	5	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	10.7	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.6	9.6	9.6	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	13.8	10.9	10.9	7.9	4.8
10km↓	6	13.3	13.3	12.8	12.8	12.5	12.5	12.5	11.3	11.3	11.0	11.0	10.7	10.5	10.5	10.1	9.8	9.8	9.8	9.6	9.6	9.3	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	24.4	13.8	13.8	10.9	7.9	4.8
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	24.4	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8
0km↓	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	18.8	18.1	18.1	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	27.7	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

・駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなす（内閣府(2012)）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討波源モデルDの設定

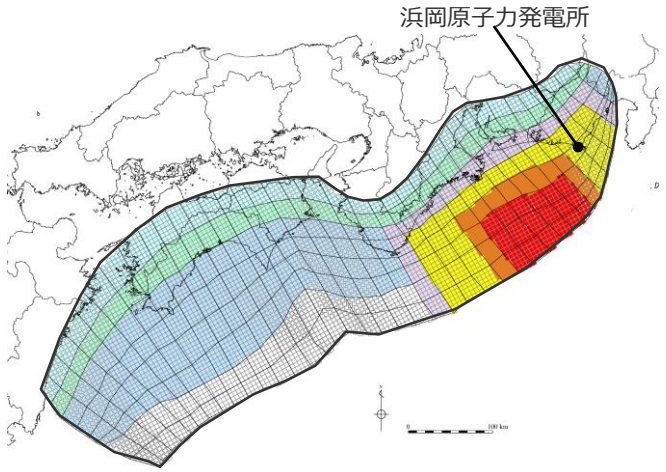
断層パラメータ

第1020回資料2-2
p.389再掲

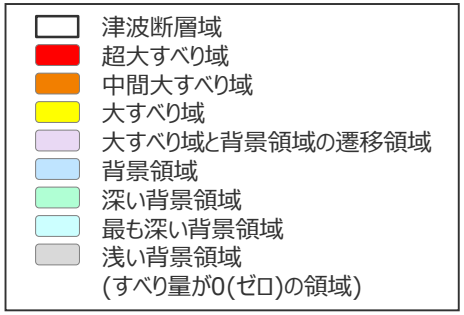
検討波源モデルDの断層パラメータ

項　目		設定値
津波断層域全体	面積 (km^2)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.0×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 ※1(MPa)	3.0
	平均すべり量 ※2(m)	11.8
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m^2)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	150
主部断層	面積 (km^2)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	9.9
	最大すべり量 (m)	41.7
浅部断層	面積 (km^2)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.5×10^{22}
	平均すべり量※3 (m)	26.0
	最大すべり量 (m)	41.7

※1　スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2　すべり量が0m(ゼロ)でない領域の断層面積(123,700km^2)に基づき算出
※3　すべり量が0m(ゼロ)でない領域の断層面積(13,975km^2)に基づき算出



検討波源モデルD



主部断層：深さ10km以深の断層
浅部断層：深さ10km以浅の断層

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

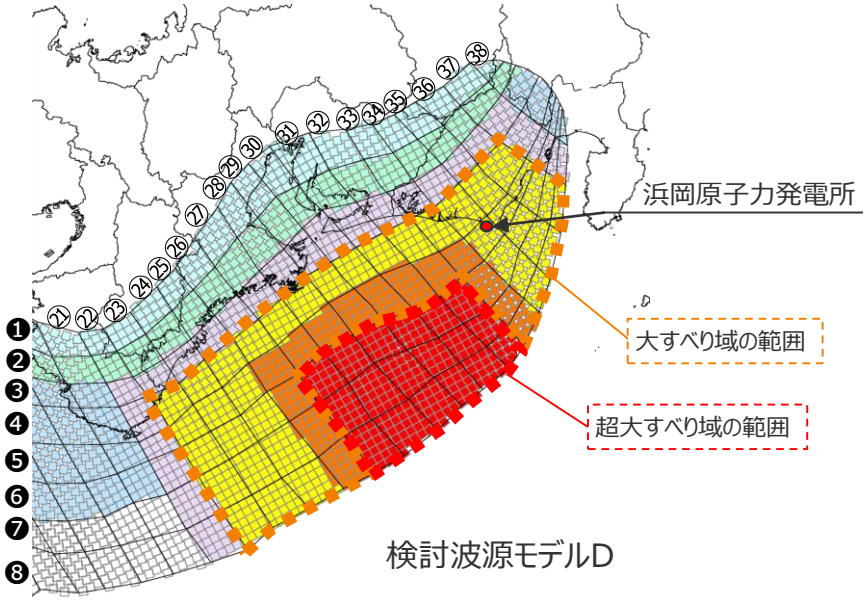
検討波源モデルDの分析
（超大すべり域・大すべり域のすべり量）

第1020回資料2-2
p.390再掲

■ 検討波源モデルDは、南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
■ 検討波源モデルDの超大すべり域、大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。
超大すべり域の平均すべり量は約37mとなっている。

検討波源モデルDのすべり量

項目		算定値
超大すべり域	平均	37.7m
	最大	41.7m
大すべり域	平均	20.2m
	最大	31.3m
平均すべり量		11.8m



○超大すべり域、大すべり域の平均すべり量の算定方法
遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
$D_{ave}=\Sigma(D_i \cdot S_i) \div \Sigma S_i$
D_i:各小断層のすべり量、S_i:各小断層の面積
○陸域の小断層については、灰色の文字で記載。

超大すべり域
大すべり域
（中間大すべり域を含む）

検討波源モデルDの大すべり域周辺のすべり量(m)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.9	0.9
	2	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.6	4.6	4.0	4.0	3.4	3.4	3.4	2.7	2.7	2.7	2.4	2.4	1.7
20km↓	3	9.3	11.3	11.3	11.2	10.8	10.8	11.5	11.5	10.2	10.2	8.6	8.6	8.6	6.8	6.8	4.8	4.8	3.5
	4	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.2	3.5
	5	9.3	13.7	18.1	17.9	17.9	25.9	25.9	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.7	13.8	10.9	10.9	7.9	4.8
10km↓	6	9.3	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	24.4	13.8	13.8	10.9	7.9	4.8
	7	0.0	13.7	18.1	18.1	17.9	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	24.4	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8
0km↓	8	0.0	13.7	18.8	18.1	18.1	26.9	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	27.7	16.3	13.8	10.9	7.9	4.8

検討波源モデルDの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

		遠州灘															駿河湾		
深度40km↓		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	360	257	311	337	283	359	434	383	459	457	583	432	408	307	361	287	319	107
	2	359	258	415	391	416	416	439	462	407	330	431	432	409	361	337	287	340	237
20km↓	3	360	284	313	339	472	288	417	462	458	507	508	433	359	360	285	260	339	236
	4	514	492	363	362	360	409	434	484	331	381	355	482	406	485	411	468	429	331
	5	312	336	359	409	382	431	431	482	483	507	556	404	354	381	231	286	134	116
10km↓	6	463	409	432	406	405	404	479	430	455	378	378	428	404	254	308	157	108	87
	7	454	554	579	578	679	578	528	653	503	378	378	354	280	307	284	236	136	86
0km↓	8	552	602	527	627	527	652	552	727	477	453	378	253	279	229	205	208	134	56

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6　検討波源モデルの津波評価の詳細

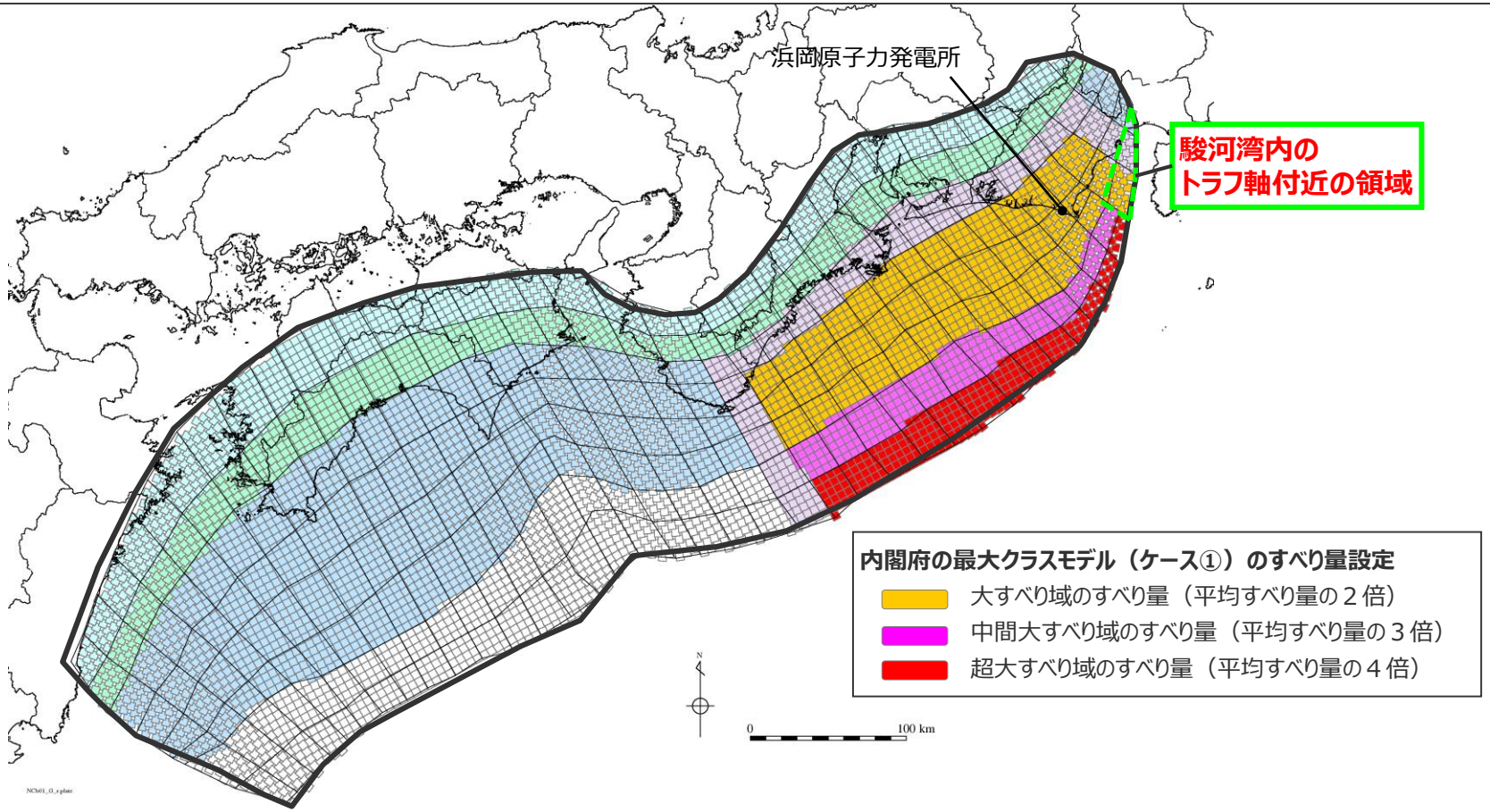
6-2　超大すべり域の位置に関する検討

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-2 超大すべり域の位置に関する検討

内閣府の最大クラスモデルの駿河湾内のすべり量設定の確認

- 内閣府(2012)によると、「駿河湾内については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10kmの位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなすこととする。したがって、この領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、分岐断層と同じく、大すべり域のすべり量（平均すべり量の2倍のすべり量）と同じとする。」としている。
- ここでは、内閣府の駿河湾内の超大すべり域の設定が敷地の津波評価に与える影響について分析した。



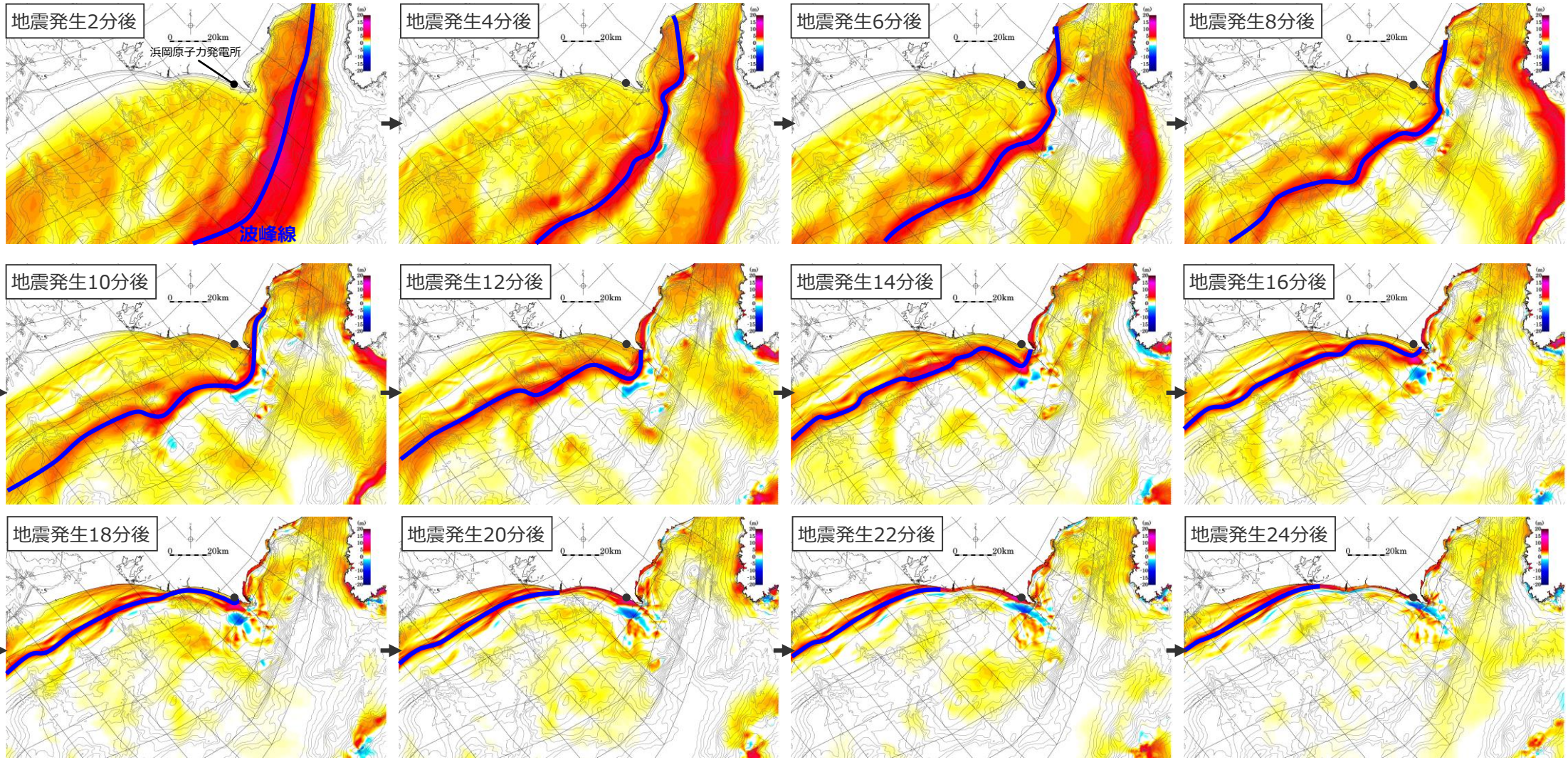
内閣府の最大クラスモデル（ケース①）

:津波断層域　:遷移領域　:背景領域　:深い背景領域　:最も深い背景領域　:浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地への津波の到来方向の確認

■ まず、超大すべり域の位置と敷地への影響の大きい領域との関係について、敷地への津波の到来方向を確認するため、内閣府の最大クラスモデルケース①による敷地周辺の津波伝播状況をスナップショットおよび波峰線で確認した。
■ 南海トラフのトラフ軸付近で発生した短波長の津波が水深変化に伴って屈折して遠州灘沿岸域へ到来していることが確認できる。



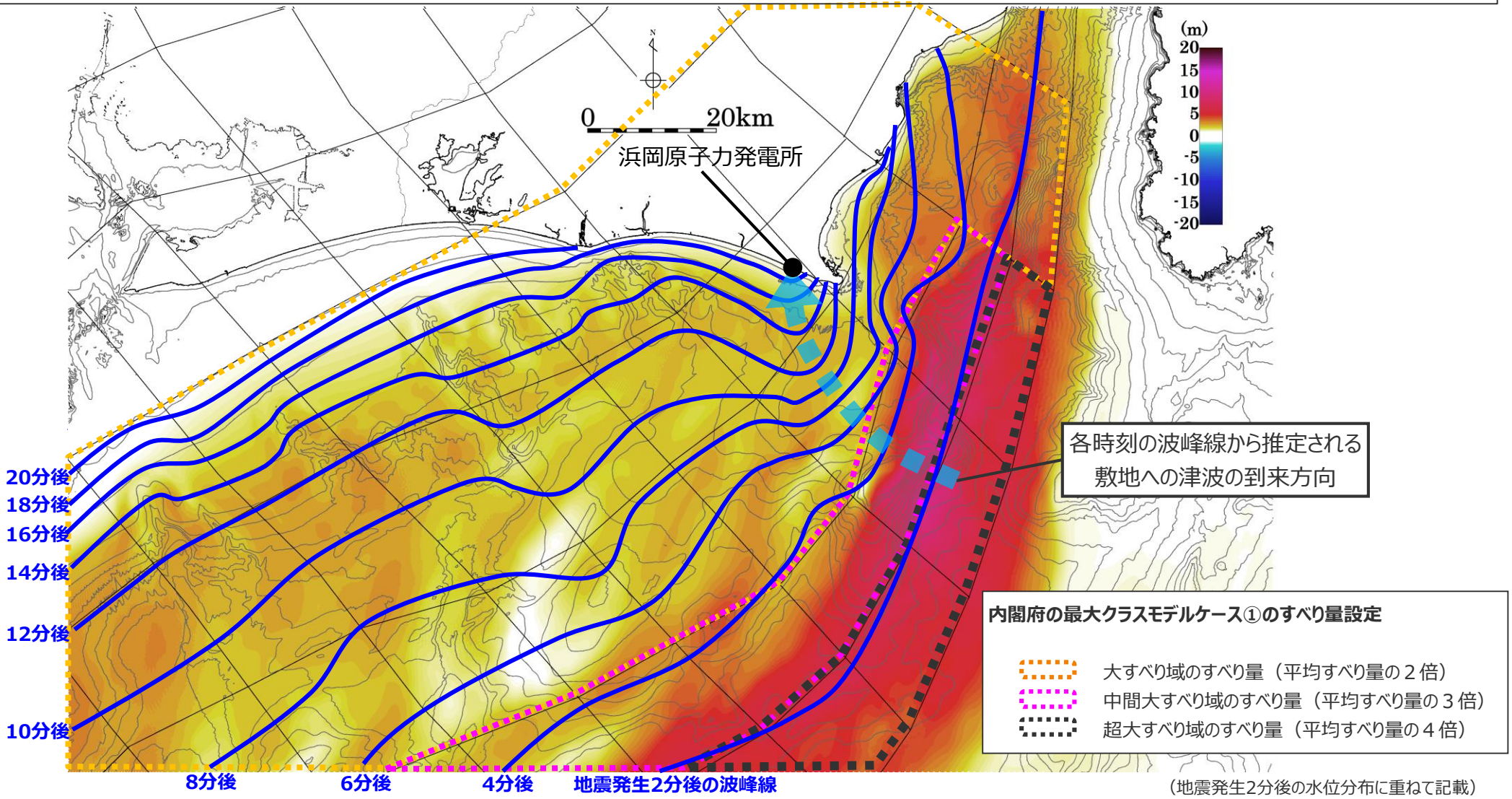
内閣府の最大クラスモデルケース①による各時刻の水位分布およびトラフ軸付近で発生した津波の波峰線

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地への津波の到来方向の確認
（超大すべり域の位置との関係）

第717回資料1-1
p.27再掲

■ 各時刻の波峰線を重ね描き、その垂線から推定される敷地への津波の到来方向を示す。
■ 内閣府の最大クラスモデルケース①による各時刻の津波の波峰線からは、敷地南東のトラフ軸付近の領域で発生した津波が水深変化に伴って屈折して敷地へ到来していることが確認できる。また、敷地南東のトラフ軸付近の領域は検討波源モデルにおいて超大すべり域のすべり量が設定されている領域であることを確認した。



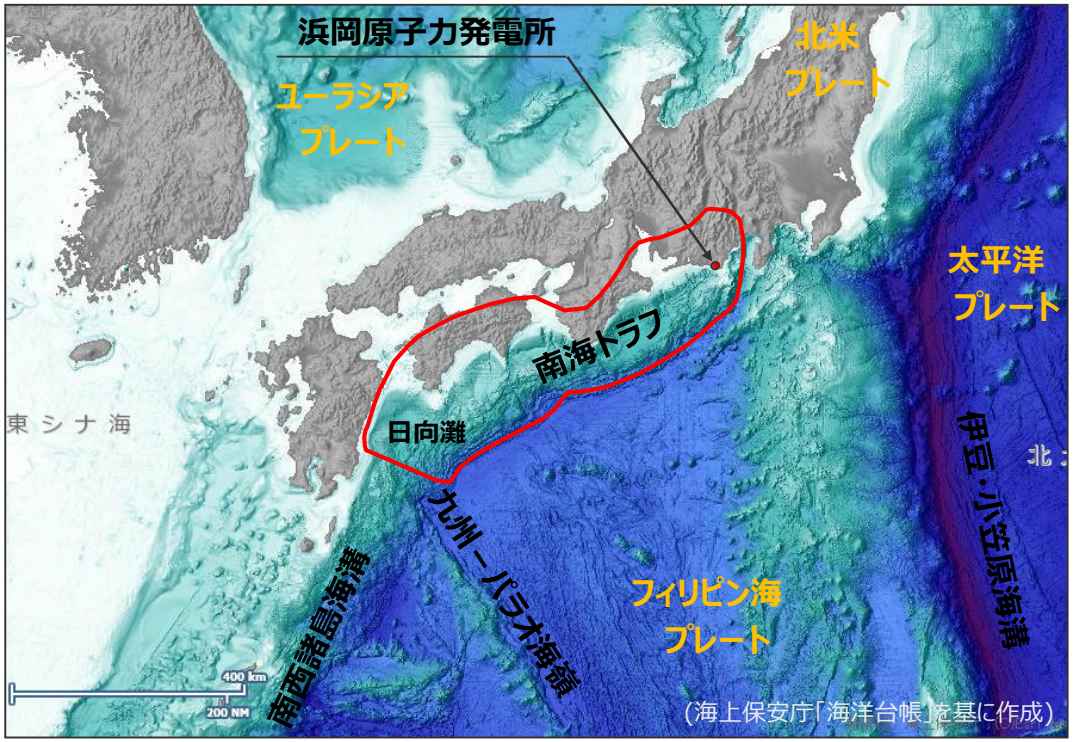
（地震発生2分後の水位分布に重ねて記載）

各時刻の波峰線と、その垂線から推定される敷地への津波の到来方向

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討

■敷地前面の海域から広く到来する津波の指向性の傾向を把握し、基準津波の波源との関係を確認するため、発電所敷地前面に波源を仮定した場合の津波数値シミュレーションを実施。



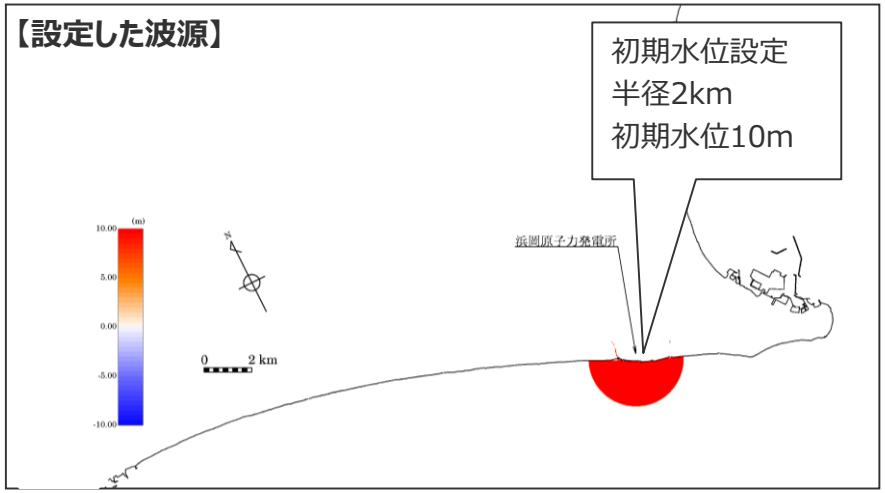
※地震調査委員会(2013)における南海トラフの最大クラスの地震の震源域を赤線で図示

日本列島周辺の海底地形

【解析の方法】

○発電所敷地前面に波源（半径2km　初期水位10m）を仮定し、敷地前面海域における最大上昇水位を数値シミュレーションで確認する。

【設定した波源】



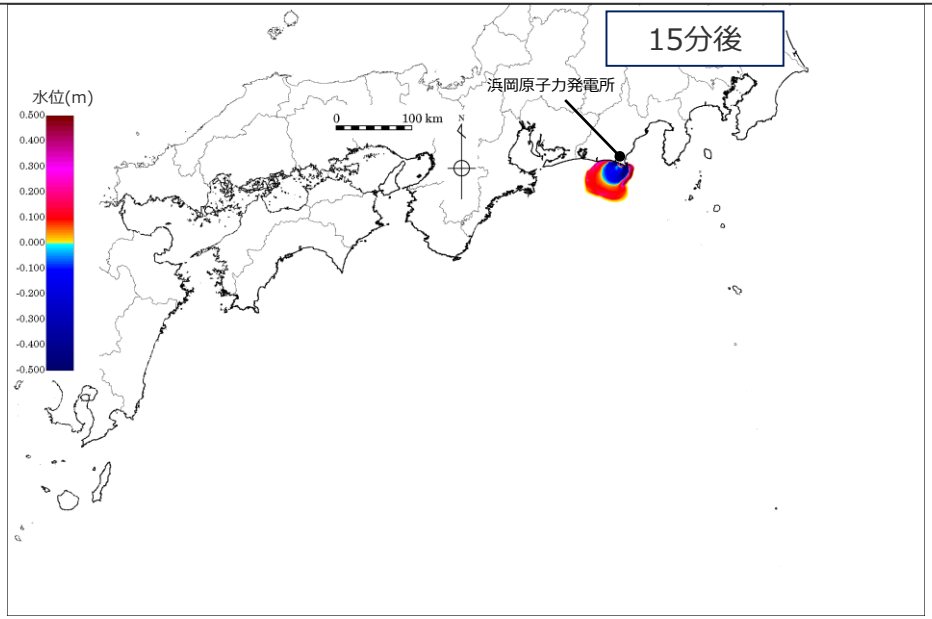
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

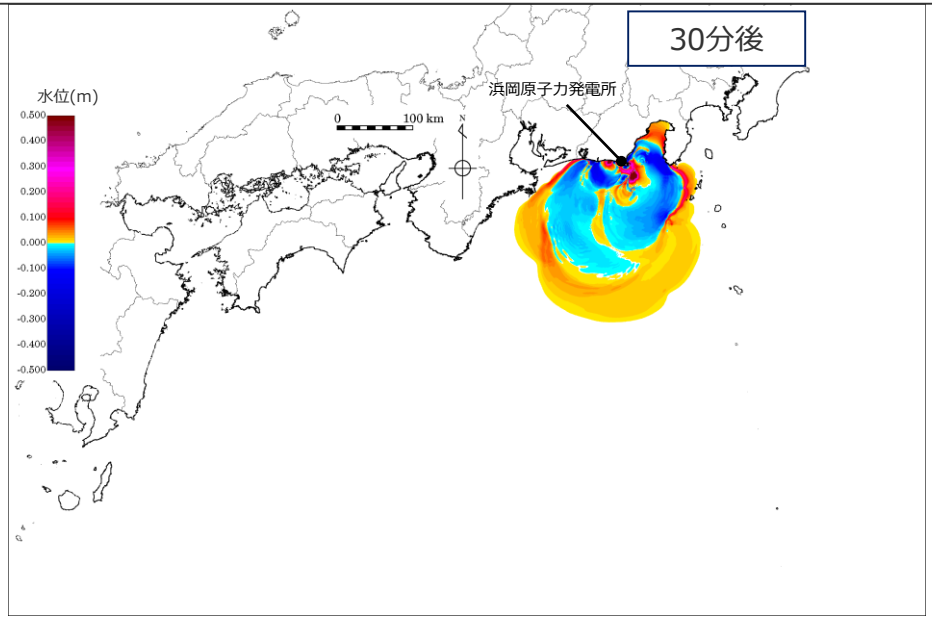
敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討

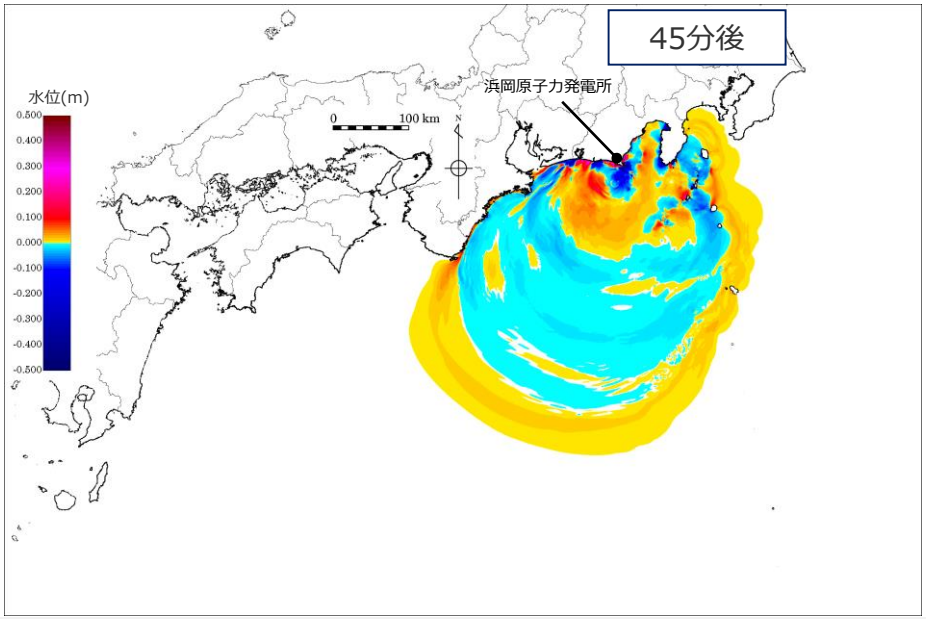
（津波伝播状況）

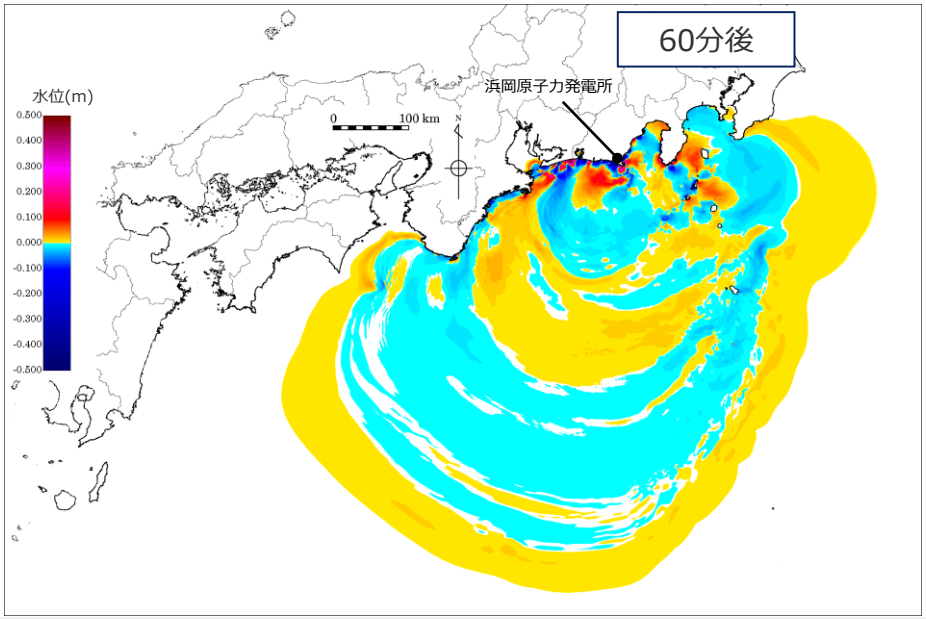
第509回資料1-3
p.82再掲

■解析の結果、時刻ごとの水位分布は以下のとおりとなった。







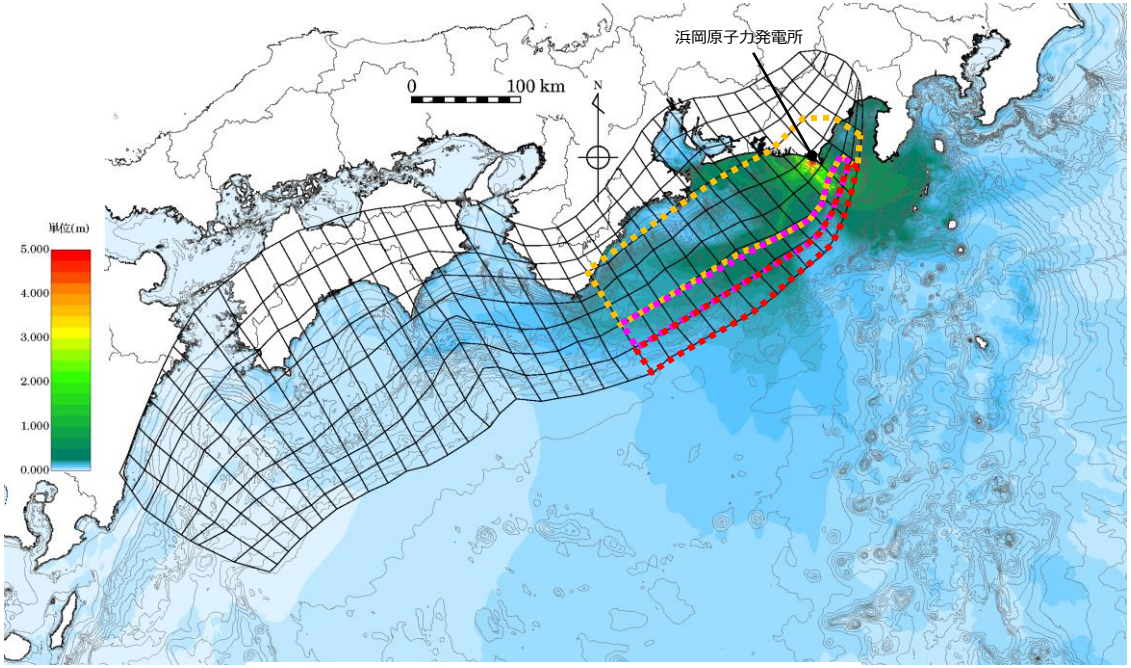


Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

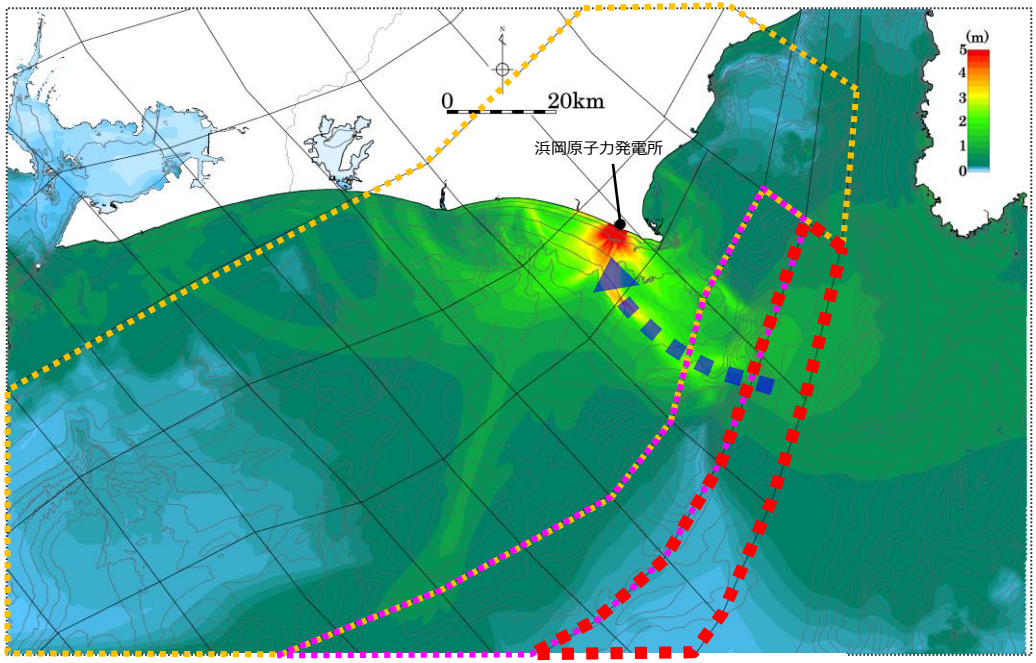
敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討
（最大水位上昇量分布）

第717回資料1-1
p.30再掲

■ 発電所敷地前面に波源を仮定して津波数値シミュレーションを実施した結果、敷地前面に与えた初期水位による津波伝播の指向性が強いのは、敷地南東のトラフ軸付近の領域であることを確認した。また、敷地南東のトラフ軸付近の領域は検討波源モデルにおいて超大すべり域のすべり量が設定されている領域であることを確認した。



南海トラフ全域



敷地周辺

・グリーンの法則に基づき、水位を修正している。

内閣府の最大クラスモデルケース①のすべり量設定
- 大すべり域のすべり量（平均すべり量の２倍）
- 中間大すべり域のすべり量（平均すべり量の３倍）
- 超大すべり域のすべり量（平均すべり量の４倍）

南海トラフ周辺の最大水位上昇量

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべりの有無による影響検討

第717回資料1-1
p.31再掲

■ 更に、駿河湾内のトラフ軸付近の影響について定量的に検討するため、概略パラメータスタディのケースを対象として、駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべりの有無による影響検討を行い、発電所敷地への影響を確認した。

【検討波源モデルAの概略パラメータスタディのケース（第662回審査会合）を例示】

概略パラメータスタディモデルA
（大すべり域が1箇所のケース）

ケース名（大すべり域の位置）	備考
E2.0(東へ40km)	駿河湾内に大すべり域があるケース
E1.5(東へ30km)	
E1.0(東へ20km)	
E0.5(東へ10km)	
0 (基準位置)	
W0.5(西へ10km)	
W1.0(西へ20km)	駿河湾内に大すべり域がないケース
W1.5(西へ30km)	
W2.0(西へ40km)	
W2.5(西へ50km)	
W3.0(西へ60km)	

大すべり域のすべり量（平均すべり量の２倍）
中間大すべり域のすべり量（平均すべり量の３倍）
超大すべり域のすべり量（平均すべり量の４倍）

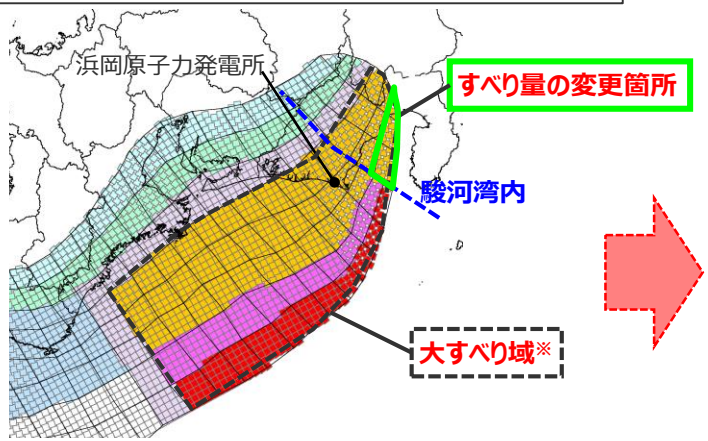
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり無し（第662回審査会合）

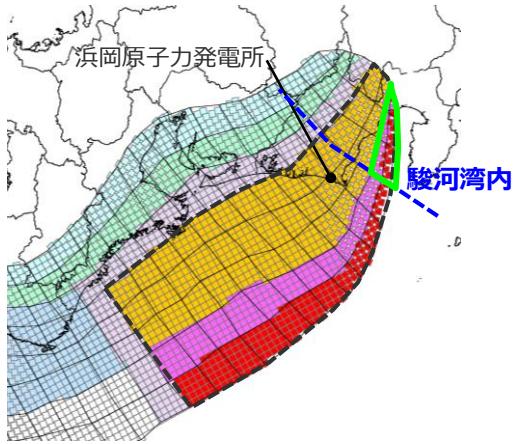
・駿河湾内に大すべり域がある場合、そのトラフ軸付近の浅部領域には大すべり域のすべり量を設定。（内閣府(2012)と同様の設定）

駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり有り

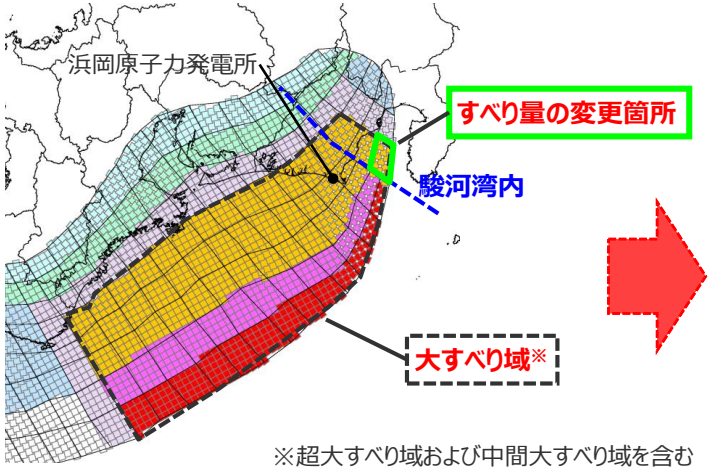
・駿河湾内に大すべり域がある場合、そのトラフ軸付近の浅部領域には超大すべり域のすべり量を設定。

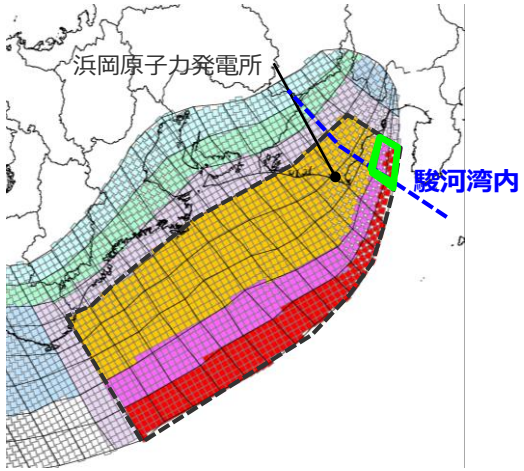
E2.0（東へ40km）ケースの例





0（基準位置）ケースの例





※超大すべり域および中間大すべり域を含む

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

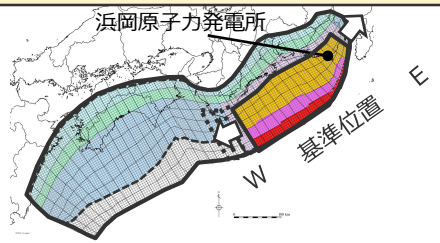
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべりの有無による影響検討 (検討結果)

第717回資料1-1 p.32再掲

■ 影響検討の結果、駿河湾内は敷地への影響が大きいと考えられる領域ではないが、駿河湾内のトラフ軸付近に超大すべり域を設定した場合の方がわずかながら影響が大きいことを確認した。

【検討波源モデルAの概略パラメータスタディのケース（第662回審査会合）を例示】

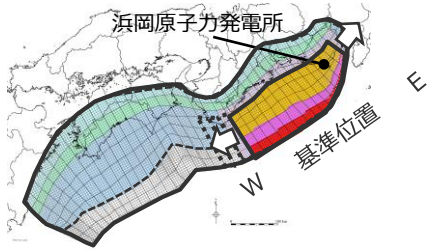
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり無し（第662回審査会合）



大すべり域の位置	敷地前面最大上昇水位 (T.P. m)	備考
E2.0(東へ40km)	17.59	駿河湾内に大すべり域があるケース
E1.5(東へ30km)	17.57	
E1.0(東へ20km)	17.57	
E0.5(東へ10km)	17.58	
0 (基準位置)	17.65	
W0.5(西へ10km)	**17.67**	
W1.0(西へ20km)	17.66	駿河湾内に大すべり域がないケース
W1.5(西へ30km)	16.5	
W2.0(西へ40km)	14.8	
W2.5(西へ50km)	11.9	
W3.0(西へ60km)	8.6	

・朔望平均満潮位T.P.＋0.80mを考慮

駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり有り



大すべり域の位置	敷地前面最大上昇水位 (T.P. m)	備考
E2.0(東へ40km)	17.72	駿河湾内に大すべり域があるケース
E1.5(東へ30km)	17.69	
E1.0(東へ20km)	17.69	
E0.5(東へ10km)	17.69	
0 (基準位置)	17.76	
W0.5(西へ10km)	**17.79**	
W1.0(西へ20km)	17.66	駿河湾内に大すべり域がないケース
W1.5(西へ30km)	16.5	
W2.0(西へ40km)	14.8	
W2.5(西へ50km)	11.9	
W3.0(西へ60km)	8.6	

・朔望平均満潮位T.P.＋0.80mを考慮

■ 内閣府(2012)によると「駿河湾内については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10kmの位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなすこととする。したがって、この領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、分岐断層と同じく、大すべり域のすべり量（平均すべり量の2倍）と同じとする。」としている。

■ 一方で、発電所の津波評価においては、敷地影響の観点から、駿河湾内のトラフ軸付近の浅部領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、駿河湾外の超大すべり域と同じく、平均すべり量の4倍のすべり量を設定することとした。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

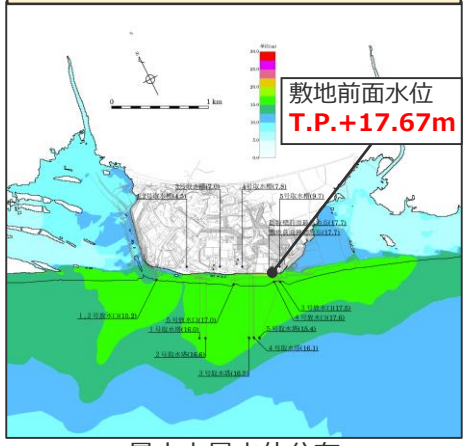
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべりの有無による影響検討
（波源モデルの変更に伴う影響）

第717回資料1-1
p.33再掲

■ 駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり有り／無しそれぞれの場合において、概略パラメータスタディによる選定ケースの津波評価結果を示す。
■ 駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべりの有無によって選定ケースに変化はないことを確認した。
また、両者の水位分布および水位の時間変化はほぼ同じであり、駿河湾の海溝軸付近の超大すべりの有無による津波評価結果の違いは小さいことを確認した。

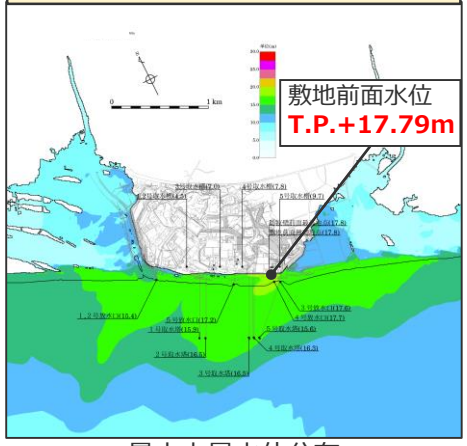
【水位上昇側】

駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり無し
（W0.5（西へ10km））



最大上昇水位分布

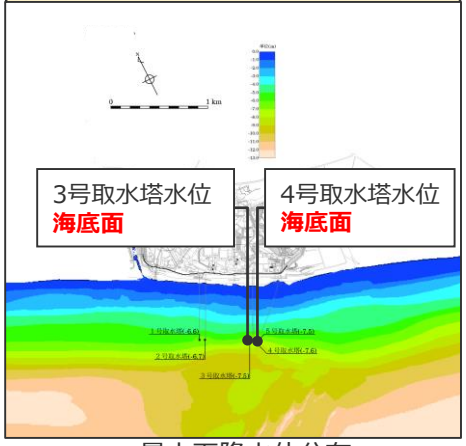
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり有り
（W0.5（西へ10km））



最大上昇水位分布

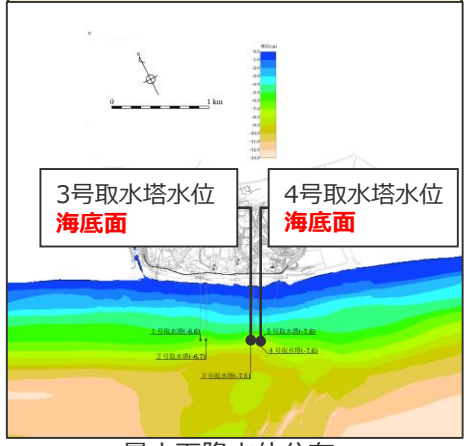
【水位下降側】

駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり無し
（W0.5（西へ10km））

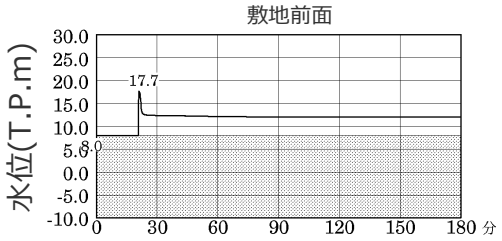


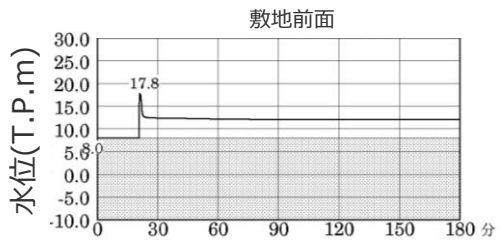
最大下降水位分布

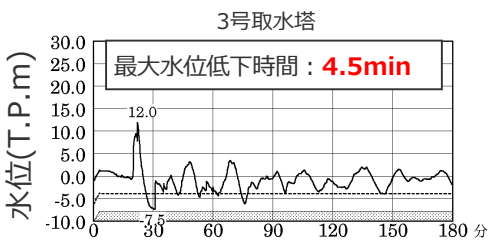
駿河湾内のトラフ軸付近の超大すべり有り
（W0.5（西へ10km））

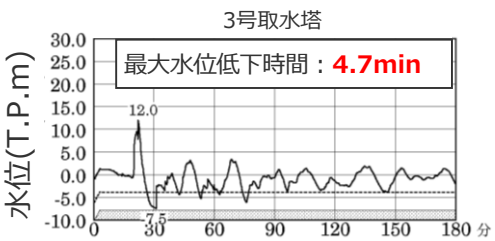


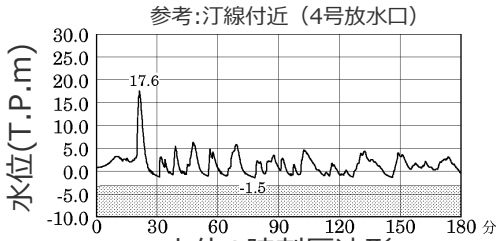
最大下降水位分布



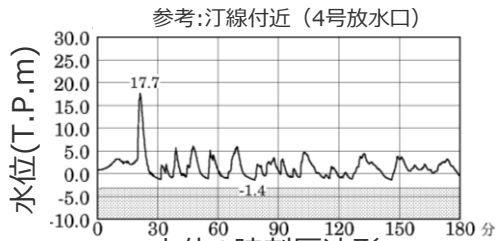




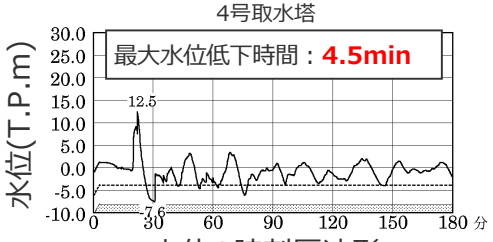




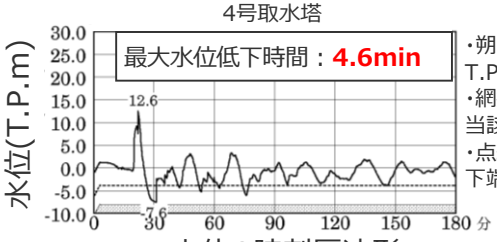
水位の時刻歴波形
・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮



水位の時刻歴波形
・網掛け部の上端は当該地点の標高



水位の時刻歴波形
・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。



水位の時刻歴波形

・朔望平均干潮位T.P.-0.93mを考慮
・網掛け部の上端は当該地点の標高
・点線は取水塔呑口下端レベル

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6　検討波源モデルの津波評価の詳細

6-3　国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見の収集・分析

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討概要

第920回資料1-2
p.323再掲

■南海トラフおよび国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見を収集・分析し、**南海トラフにおいて想定される地震**を検討した。
■検討にあたっては、国内外の巨大地震の特徴を踏まえて、**波源域・地震規模に関する知見**と**浅部の破壊形態に関する知見**を収集・分析した。

Ⅰ．波源域・地震規模に関する知見 → p.437

以下の項目について、国内外の巨大地震に関する科学的知見を収集・分析

項目	国内外の沈み込み帯	南海トラフ
①地震履歴に関する知見	→P.439～P.441	
②沈み込み帯の固着に関する知見	→P.442～P.445	
③沈み込み帯の構造境界に関する知見	→P.446～P.447	

科学的知見（南海トラフにおいて想定される波源・地震規模）
・南海トラフでは、東北沖地震等と同様に、宝永地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震の繰り返し発生が確認されており、**南海トラフにおいて既往地震と大きく異なる波源域・地震規模を持つ地震が発生する可能性は低い**と考えられる。

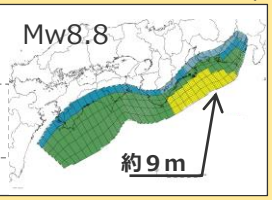
Ⅱ．浅部の破壊形態に関する知見 → p.438

以下の項目について、東北沖及び南海トラフの科学的知見を収集・分析

項目	東北沖	南海トラフ
④浅部の構造に関する知見	→P.448～P.450	
⑤浅部の物性に関する知見	→P.451～P.454	

科学的知見（南海トラフにおいて想定される浅部の破壊形態）
・南海トラフでは、南海トラフの特徴から、プレート境界浅部に破壊が伝播する場合と、**分岐断層に破壊が伝播する場合**があると考えられる。
・一方、南海トラフの特徴は東北沖と異なり、**南海トラフにおいて超大すべりが発生する可能性は低い**と考えられる。

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル
地震規模：**Mw8.8**
すべり量：**約９m**



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルが、国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見から**南海トラフにおいて想定されるモデル**と考えられる。

想定津波による津波評価

国内外の巨大地震の発生事例を踏まえ、**遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルを大きく上回るよう保守的に波源モデルを設定**し、不確かさを組み合わせた津波評価を実施。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第1020回資料2-2
p.403再掲

Ⅰ．波源域および地震規模に関する知見（まとめ）

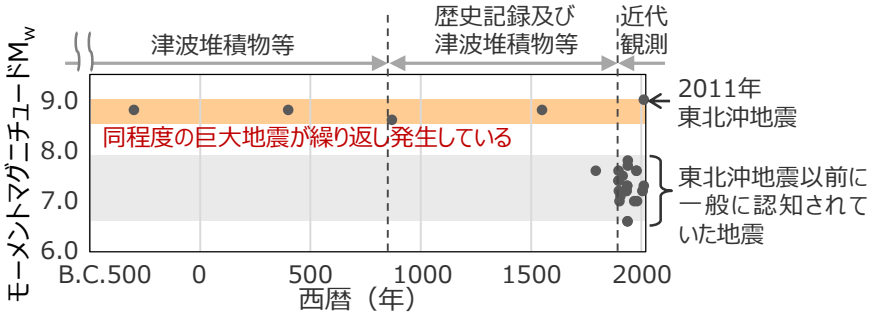
■ 地震調査委員会(2013)は、南海トラフの最大クラスの波源域を設定しており、発生すればその地震規模はM9クラスとしているが、最大クラスの波源域全体を破壊する地震が発生した証拠はないとしている。
■ 南海トラフだけでなく、国内外の巨大地震に関する科学的知見を収集・分析し、南海トラフにおいて想定される波源域と地震規模について検討した。その結果を以下に整理した。

国内外の巨大地震が発生する沈み込み帯の波源域・地震規模に関する知見

項目	国内外の巨大地震が発生する沈み込み帯	南海トラフ
① 地震履歴	• 津波堆積物調査等から、東北沖地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる**巨大地震が繰り返し発生**していることが確認されている。	• 歴史記録及び津波堆積物調査等から、全域が破壊したと考えられる**宝永地震クラスの巨大地震が繰り返し発生**していることが確認されている。
② 沈み込み帯の固着	• プレート境界の**固着域は巨大地震の波源域と概ね一致**。 • ひずみの蓄積・解放の収支は、**東北沖地震などの巨大地震を考慮することにより一致**。	• 南海トラフの**固着域は宝永地震等の既往地震の波源域と概ね一致**。 • ひずみの蓄積・解放の収支は、**宝永地震等の巨大地震を考慮することにより一致**。
③ 沈み込み帯の構造境界	• 沈み込むプレートの構造変化などの**構造境界が巨大地震の波源域を規定**していると考えられる。	• 九州－パラオ海嶺付近において沈み込むプレートの構造変化が存在し、**九州－パラオ海嶺付近の構造境界は宝永地震等の巨大地震の波源域の南西縁**と一致しているとされる。

➢ 国内外の巨大地震が発生する沈み込み帯（東北沖）

・津波堆積物の調査により、過去2,500年間で4回の巨大津波による津波堆積物が確認されている。（地震調査委員会(2019)）

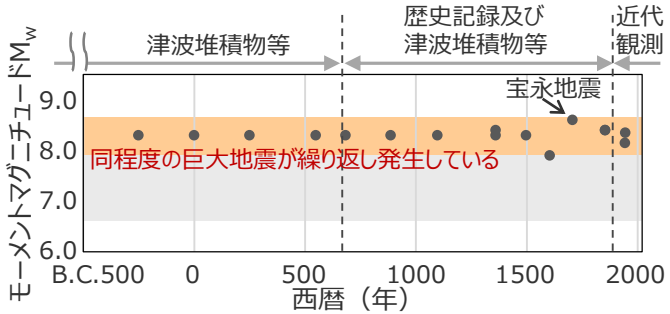


（地震調査委員会(2019)を基に作成）　：M8クラス以上の巨大地震　：一回り小さいプレート間地震

東北沖のプレート間地震履歴

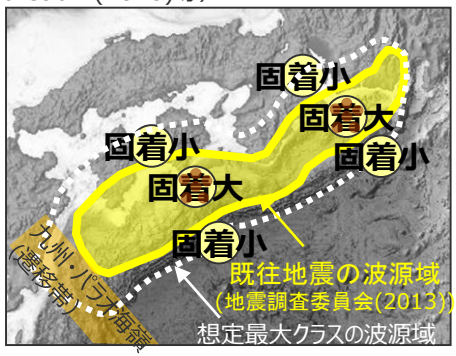
➢ 南海トラフ

・過去4000年間に、浜松平野と太田川低地では、3～4m程度の浜堤を大きく超えて広域に分布する巨大な津波を示す津波堆積物は確認されない。（藤原(2013)、Fujiwara et al. (2020)等）



（地震調査委員会(2013)を基に作成）

南海トラフのプレート間地震履歴



南海トラフの既往地震の波源域（黄）と、沈み込み帯の固着、構造境界との関係

科学的知見（南海トラフにおいて想定される波源域・地震規模）

・南海トラフでは、国内外の巨大地震と同様に、宝永地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震の繰り返し発生が確認されており、南海トラフにおいて**既往地震と大きく異なる波源域・地震規模を持つ地震が発生する可能性は低い**と考えられる。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

Ⅱ．浅部の破壊形態に関する知見（まとめ）

第509回資料1-2
p.26再掲

■ 東北沖地震において海溝軸付近での大きなすべり（超大すべり）が巨大な津波を発生させた事例を踏まえ、南海トラフ及び東北沖の浅部の構造に関する科学的知見を収集し、南海トラフにおいて想定される浅部の破壊形態について検討した。その結果を以下に整理した。

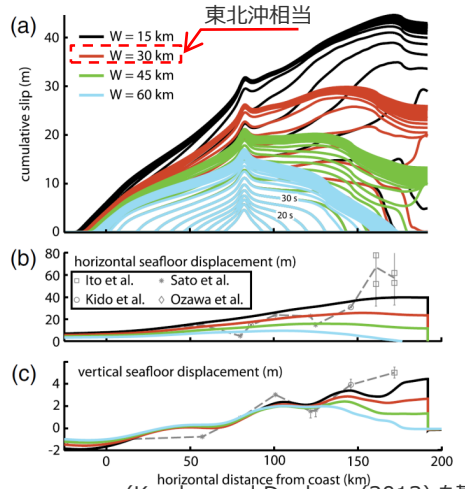
東北沖及び南海トラフの浅部の構造等の比較

項目	東北沖	南海トラフ
④ 浅部の構造	• 造構性侵食作用が卓越し**付加体の幅が狭い**。特に東北沖地震で超大すべりが発生した領域では付加体の幅が**最も狭い**。 • 東北沖地震の動力学解析の結果から、東北沖の**付加体の分布幅の狭さが、東北沖地震において大きなすべりが発生した要因の一つ**とされている。	• 東北沖とは対照的に、**付加体が幅広く発達**。 • 動力学解析の結果から、仮に東北沖地震と同様の巨大地震が発生したとしても、南海トラフのように**付加体が幅広く発達したプレート境界では、海溝軸付近のすべり量は東北沖地震のすべり量よりも小さい**と考えられる。
	–	• 発達した付加体中にプレート境界から枝分かれした**分岐断層**の存在が確認されている。
⑤ 浅部の物性	• 東北沖の海底掘削調査の結果から、プレート境界に強度が低く透水性の低い**スメクタイトが多い**ことが、東北沖地震において**超大すべりが発生した要因の一つ**とされている。	• 南海トラフの海底掘削調査の結果から、南海トラフの浅部断層は**スメクタイトが少なく**、南海トラフは東北沖に比べて**海溝軸付近のすべり量は東北沖地震のすべり量よりも小さい**とされている。 • 南海トラフの海底掘削試料のビトリナイト分析から、南海トラフの**トラフ軸付近の断層は大きな津波を発生させるような断層すべりを起こしていない**結果が得られている。

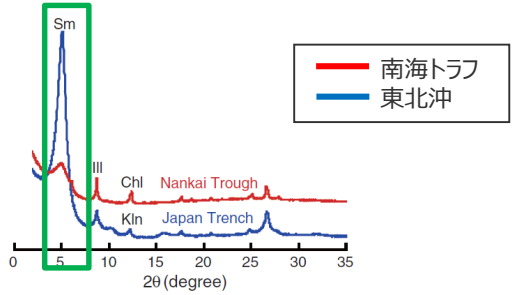
科学的知見（南海トラフにおいて想定される浅部の破壊形態）

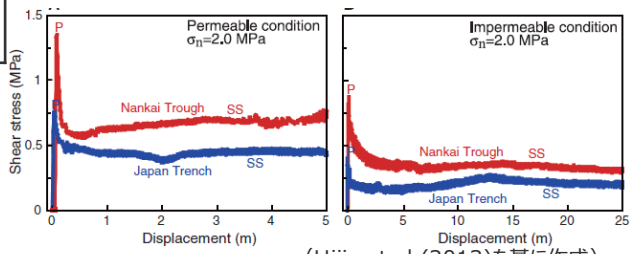
・南海トラフでは、南海トラフの沈み込み帯の特徴から、**プレート境界浅部に破壊が伝播する場合**と、**分岐断層に破壊が伝播する場合**があると考えられる。

・一方、南海トラフの特徴は東北沖と異なり、南海トラフの**すべり量は東北沖のすべり量よりも小さい（超大すべりが発生する可能性は低い）**と考えられる。



(Kozdon and Dunham (2013) を基に作成)





(Ujiie et al.(2013)を基に作成)

南海トラフと東北沖の浅部の構造等の違い

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

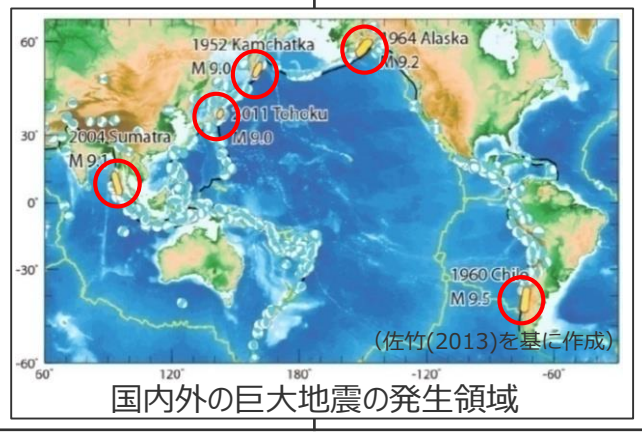
①地震履歴に関する知見

国内外の巨大地震の発生領域の地震履歴

第509回資料1-2
p.27再掲

■ 東北沖では、過去数百年間の地震の発生履歴からは想定することができなかった規模の巨大な地震が、複数の領域を連動させた広範囲の震源域をもつ地震として発生したとされる。（中央防災会議(2011)）
■ 東北沖地震以降、東北沖を含む国内外のM9クラスの巨大地震の発生領域では、津波堆積物調査等から同様の規模の巨大地震が繰り返し発生していることが示唆されている。

1960年 チリ地震	1964年 アラスカ地震	2004年 スマトラ島沖地震	1952年 カムチャッカ地震	2011年 東北沖地震	南海トラフ
Mw 9.5	Mw 9.2	Mw 9.1	Mw 9.0	Mw 9.0	–
チリ南部 バルディビア沖	アラスカ州沖	スマトラ島沖 ～アンダマン諸島	カムチャッカ半島沖	岩手県沖 ～茨城県沖	駿河湾～日向灘沖
・歴史記録の調査により、1575年、1737年、1837年に巨大地震の発生が確認されている。このうち、1575年の地震が、最も広範囲での揺れと大きい津波、地殻の沈降を伴っており、1960年の地震に良く似ていたとされている。（Cisternasほか(2006)） ・津波堆積物の調査により、1960年の地震を含む合計8回分の地震・津波の痕跡が確認されており、最も古いイベントは、2,000年前頃であり、平均で約300年間隔の巨大地震の記録とされている。（Cisternasほか(2006)）	・海岸段丘の調査により、約900年前と約1,500年前に、1964年の地震による隆起と同様の隆起をもたらした地震の発生が推定されている。（Shennan et al.(2009)）	・津波堆積物の調査等により、10世紀頃と15世紀頃に、2004年の地震と同様の震源域の巨大地震の発生が推定されている。（Rajendran(2013)、藤野(2013)）	・歴史記録の調査により、1737年に大津波の発生が確認されている。（Pinegina et al.(2003)） ・津波堆積物の調査により、約1kmの浸水距離を持つ5mより高い津波が過去3,000年間で1,000年当たり平均12回発生していること、10kmの浸水距離をもつ高さ約30mの津波が、約1,000年毎に1回発生していることが推定されている。（Pinegina et al.(2003)）	・津波堆積物の調査により、過去2,500年間で4回の巨大津波による津波堆積物が確認されており、400～800年間隔で2011年の地震のような広い浸水域をもたらす巨大地震の発生が推定されている。（文部科学省(2010)、地震調査委員会(2011)）	・「M8級の大地震」が100～200年間隔で繰り返し発生している。 ・これら繰り返し発生している地震の中でも津波が大きい「宝永地震クラスの巨大地震」が、300～600年間隔で発生している。（地震調査委員会(2013)）



国内外の巨大地震の発生領域

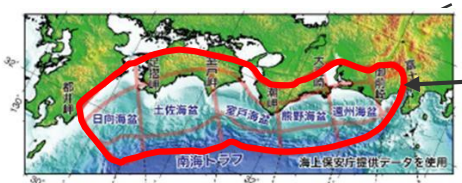
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①地震履歴に関する知見

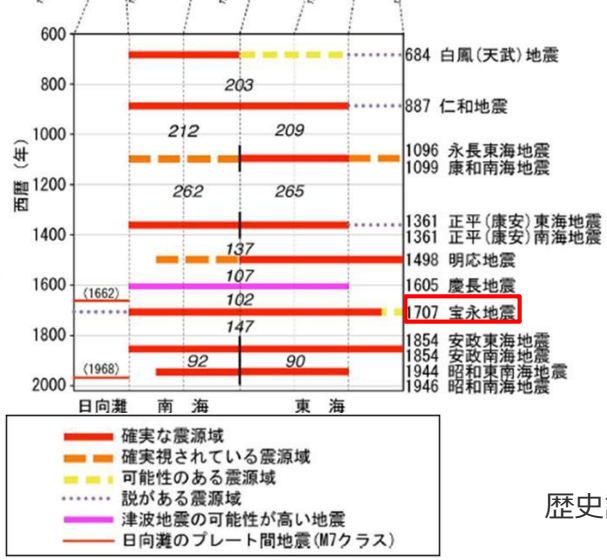
南海トラフの地震履歴

第509回資料1-2
p.28再掲

■南海トラフでは、歴史記録及び津波堆積物調査等から、既往最大の**「宝永地震クラスの巨大地震」が300～600年間隔で繰り返し発生している**とされている。
（地震調査委員会(2013)、宍倉(2016)、Garrett et al.(2016)等）
■地震調査委員会(2013)は、南海トラフの最大クラスの波源域を設定しており、発生すればその地震規模はM9クラスとしているが、最大クラスの波源域全体を破壊する地震が発生した証拠はないとしている。



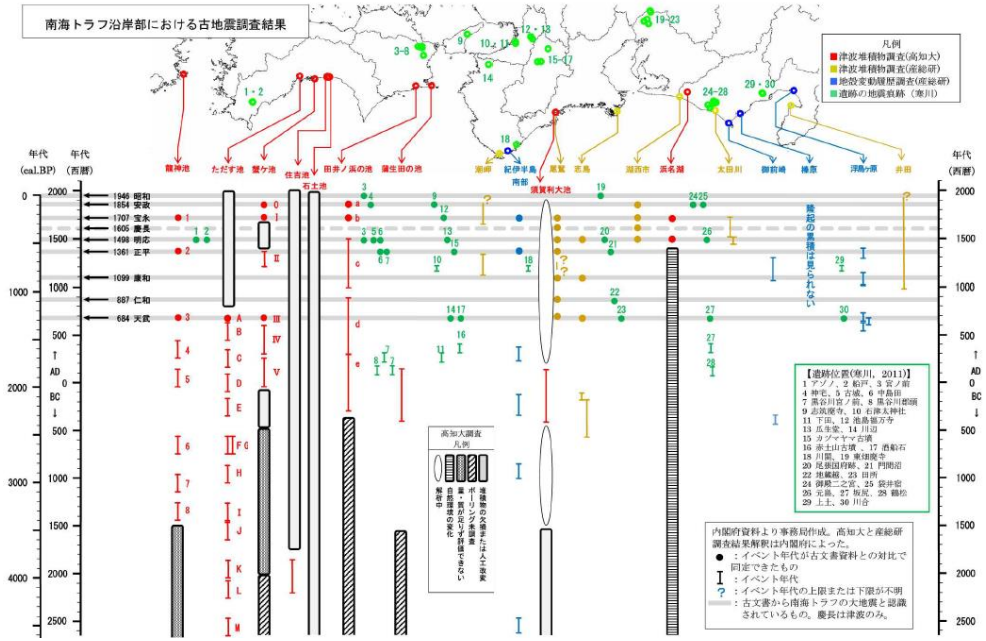
最大クラスの地震
・赤枠の領域全体がすべることで発生する地震
・震源域の広がりから推定される地震の規模はM9クラス
（地震調査委員会(2013)）



	発生年月日	規模		
		M	Mt	Mw
正平（康安）東海地震	1361/08/0?			
正平（康安）南海地震	1361/08/03	8¼～8.5		
明応（めいおう）地震	1498/09/20	8.2～8.4	8.5	
慶長地震	1605/02/03	7.9	8.2	
宝永地震	1707/10/28	8.6	8.4	
安政東海地震	1854/12/23	8.4	8.3	
安政南海地震	1854/12/24	8.4	8.3	
昭和東南海地震	1944/12/07	7.9	8.1	8.1～8.2
昭和南海地震	1946/12/21	8.0	8.1	8.2～8.5

（地震調査委員会(2013)を基に作成）

歴史記録による南海トラフの地震履歴



（地震調査委員会(2013)）

津波堆積物調査等による南海トラフの地震履歴

地震調査委員会(2013)
・南海トラフは大地震の繰り返しの発生履歴が世界で最も詳しく調べられているプレート境界の一つであり、南海トラフの沿岸域では、過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物調査等から、津波痕跡に関する情報が豊富に得られている。
・プレート境界に蓄積されたひずみを解放する「M8級の大地震」が、100～200年間隔で繰り返し発生している。これら繰り返し発生している地震の中でも規模の大きい「宝永地震クラスの巨大地震」が、300～600年間隔で発生している。津波堆積物調査等からは、「最大クラスの地震」が発生した証拠は認められない。
宍倉(2016)
・最大クラスについては、震災後、内閣府(2012)などが科学的に考えうる最大規模の地震と津波を想定したことで話題になったが、実際に過去にそのような地震や津波が起こっていたかどうかは考慮されていない。
・津波堆積物調査からは、少なくとも過去5,000年間において最大クラスを示す津波の証拠はうかがえず、今のところ最大クラスの想定に否定的な結果が示されている。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①地震履歴に関する知見
（東北沖、南海トラフのプレート間地震の履歴）

第1020回資料2-2
p.407再掲

■ 東北沖および南海トラフのプレート間地震の履歴を示す。

東北沖のプレート間地震の履歴

（地震調査委員会(2019)を基に作成）

イベント名	西暦	地域	M_w
東北地方太平洋沖	2011	東北地方太平洋沖*1	9
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	2011	宮城県沖	7.3
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	2005	宮城県沖	7.2
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	2005	宮城県沖	7.2
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1981	宮城県沖	7
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1978	宮城県沖	7.6
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	1978	宮城県沖	7.6
岩手県沖南部のひとまわり小さいプレート間地震	1968	岩手県沖	7
福島県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1938	福島県沖	7.7
福島県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1938	福島県沖	7.8
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1937	宮城県沖	6.6
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	1937	宮城県沖	6.6
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1936	宮城県沖	7.3
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	1936	宮城県沖	7.3
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1933	宮城県沖	7.2
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	1933	宮城県沖	7.2
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1915	宮城県沖	(7.5) *2
福島県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1905	福島県沖	(7.1) *2
岩手県沖南部のひとまわり小さいプレート間地震	1901	岩手県沖	(7)*2
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1898	宮城県沖	(7.2) *2
宮城県沖の陸寄りで繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震	1897	宮城県沖	(7.4) *2
宮城県沖のひとまわり小さいプレート間地震	1897	宮城県沖	(7.4) *2
宮城県沖のプレート間巨大地震	1897	宮城県沖	(7.7) *2
宮城県沖のプレート間巨大地震	1793	宮城県沖	(7.9) *2
15~17世紀頃		東北地方太平洋沖*1	M9クラス(8.6~9.0)*3
貞観	869	東北地方太平洋沖*1	8.6~
4~5世紀頃		東北地方太平洋沖*1	M9クラス(8.6~9.0)*3
紀元前4~3世紀頃		東北地方太平洋沖*1	M9クラス(8.6~9.0)*3

南海トラフのプレート間地震の履歴

（地震調査委員会(2013)を基に作成）

イベント名	西暦	地域	M_w
昭和南海	1946	南海	8.2~8.5
昭和東南海	1944	東海	8.1~8.2
安政南海	1854	南海	(8.4) *2
安政東海	1854	東海	(8.4) *2
宝永	1707	全域	(8.6) *2
慶長地震	1605	全域	(7.9) *2
明応	1498	東海	(8.2~8.4) *2
正平南海	1361	南海	(8.3~8.5) *2
正平東海	1361	東海	M8クラス(7.9~8.6)*4
康和・永長	1098	全域	M8クラス(7.9~8.6)*4
仁和	887	全域	M8クラス(7.9~8.6)*4
白鳳（天武）	684	南海	M8クラス(7.9~8.6)*4
6世紀頃		－	M8クラス(7.9~8.6)*4
3世紀頃		－	M8クラス(7.9~8.6)*4
1世紀頃		－	M8クラス(7.9~8.6)*4
紀元前3世紀頃		－	M8クラス(7.9~8.6)*4

*1　宮城県沖を必ず含み、隣接する領域(岩手県沖南部または福島県沖)の少なくとも一方にまたがり、場合によっては茨城県沖までの領域を含むとされる

*2　M_wが算定されていないため、Mを記載

*3　M9クラスの超巨大地震とされる。同クラスの地震規模の幅を記載

*4　M8クラスの巨大地震とされる。同クラスの地震規模の幅を記載

：M8クラス以上の巨大地震
：一回り小さいプレート間地震

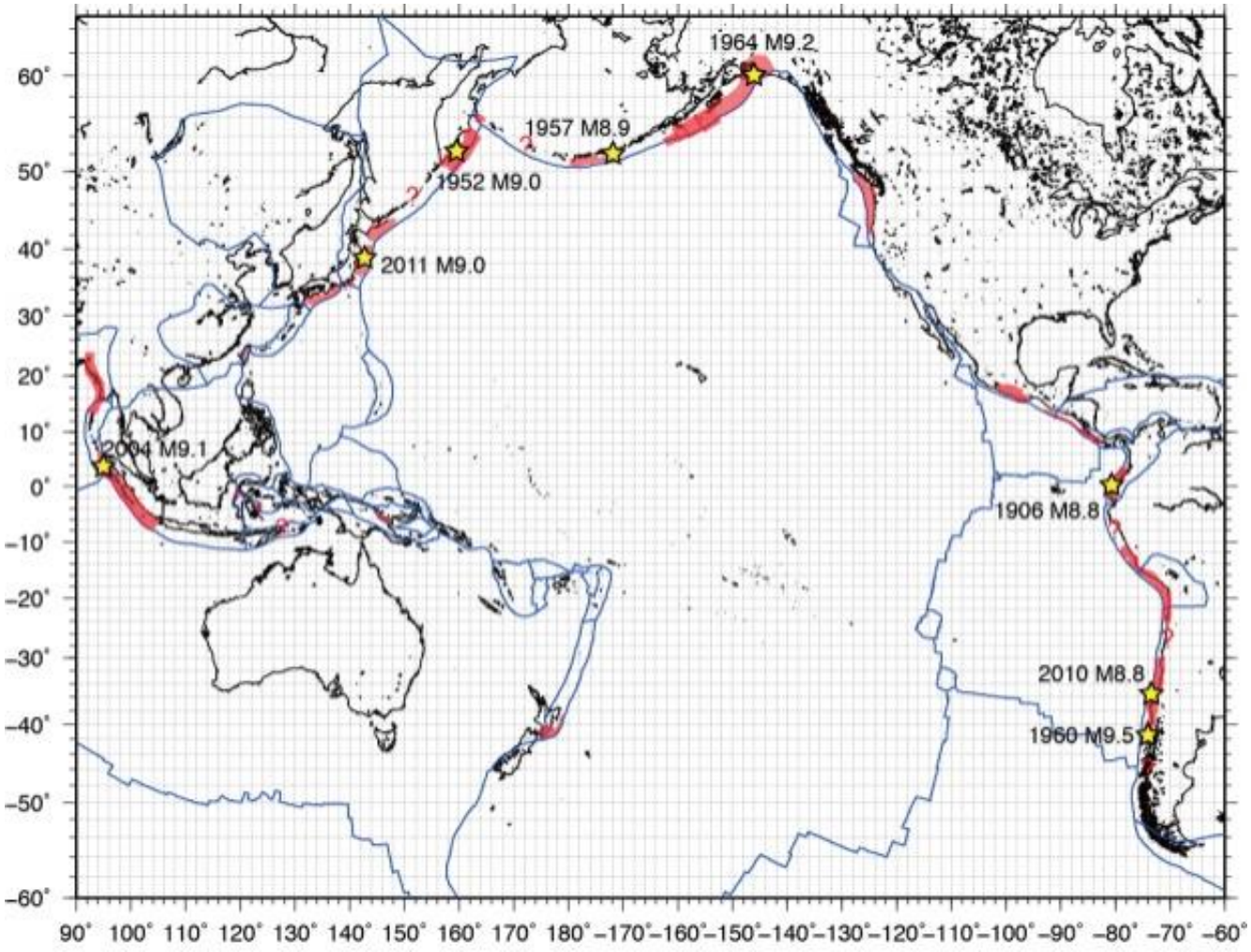
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②沈み込み帯の固着に関する知見

国内外の巨大地震の発生領域の固着域

第509回資料1-2
p.30再掲

■ 西村(2013)によると、南海トラフや東北沖を含め、**国内外のM8.8以上の巨大地震は全て、地殻変動観測結果から推定されるすべり遅れ速度が年間2cm以上の比較的固着の強い領域で発生**している。



(西村(2013))

環太平洋とその周辺における測地データから推定されたプレート間カップリング分布．赤色の領域は、すべり遅れ速度が年間2cm以上と推定されている領域．1900年以降のM8.8以上の超巨大地震の震央を星印で示す．

地殻変動観測結果から推定されるすべり遅れ速度が年間2cm以上の領域

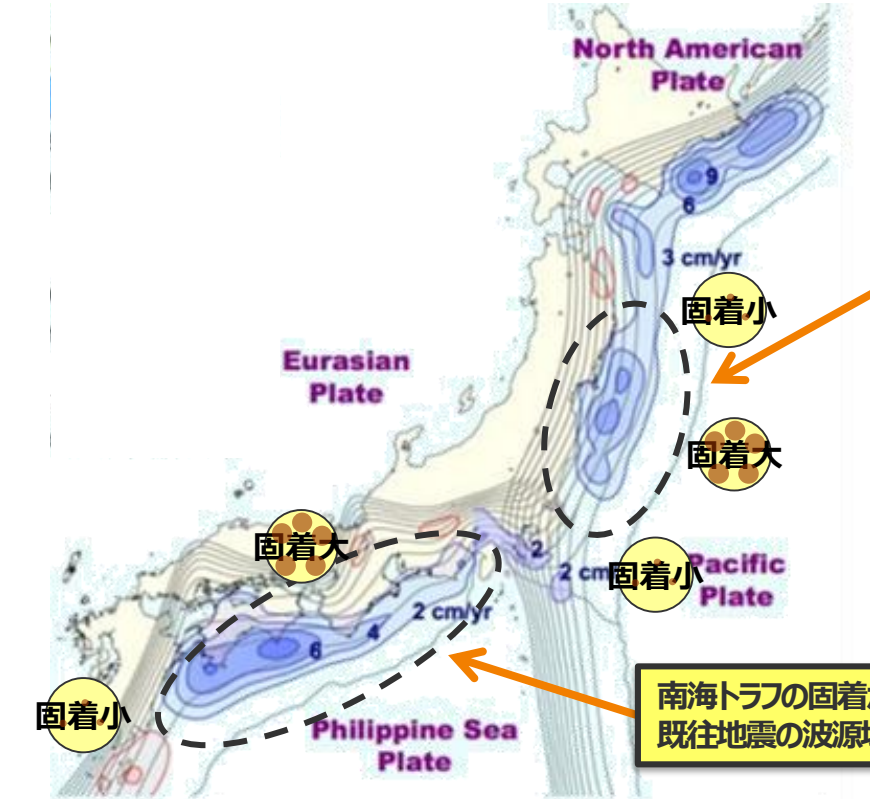
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②沈み込み帯の固着に関する知見

南海トラフ及び東北沖の固着域（走向方向）

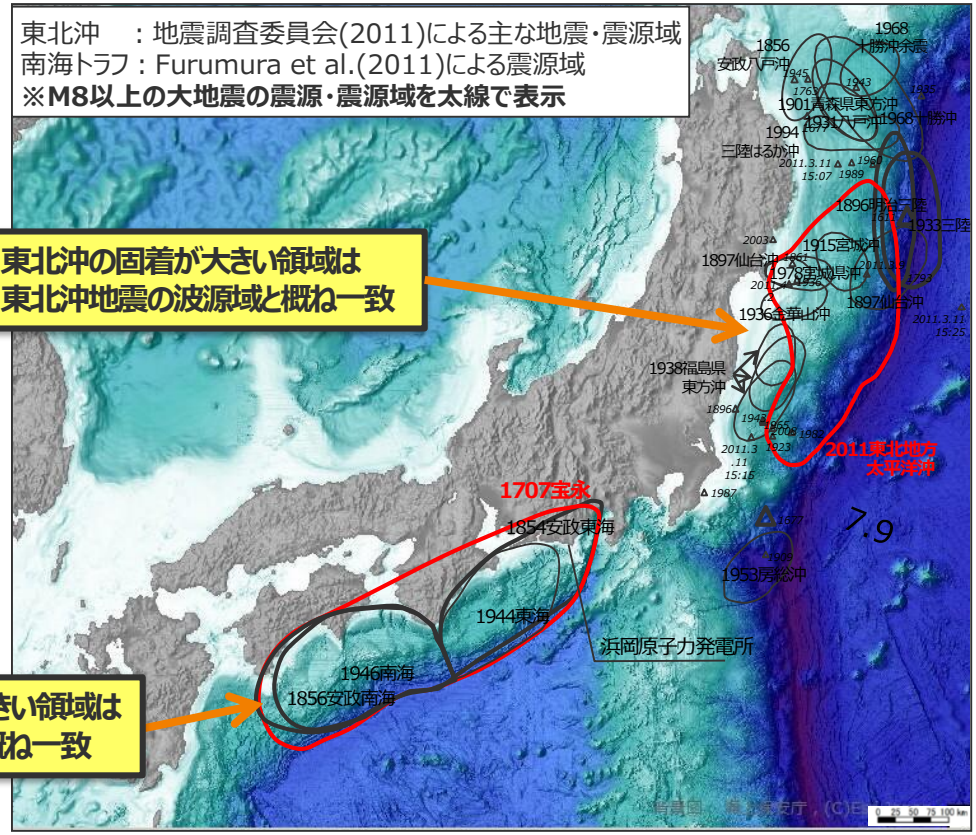
第509回資料1-2
p.31再掲

■ 東北沖において、東北沖地震以前にプレート境界の固着が大きいとされた領域は、東北沖地震の波源域と概ね一致している。
■ 同様に、**南海トラフの固着が大きい領域は、既往地震の波源域と概ね一致**している。
また、**日向灘より南西側の地域では固着が小さくなっている。**



・GPSデータから推定した日本列島周辺のプレート境界面上のすべり遅れ速度の分布
・青のコンターはすべり遅れ、赤のコンターはすべり過剰、コンター間隔は2cm／年
※東北沖地震以前の地殻変動観測結果から推定　（Hashimoto et al.(2010)）

陸域の地殻変動観測結果を用いて推定された
日本列島周辺のプレート境界のすべり遅れ分布



（海上保安庁「海洋台帳」を基に作成）

南海トラフ及び東北沖の既往地震の震源域

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②沈み込み帯の固着に関する知見

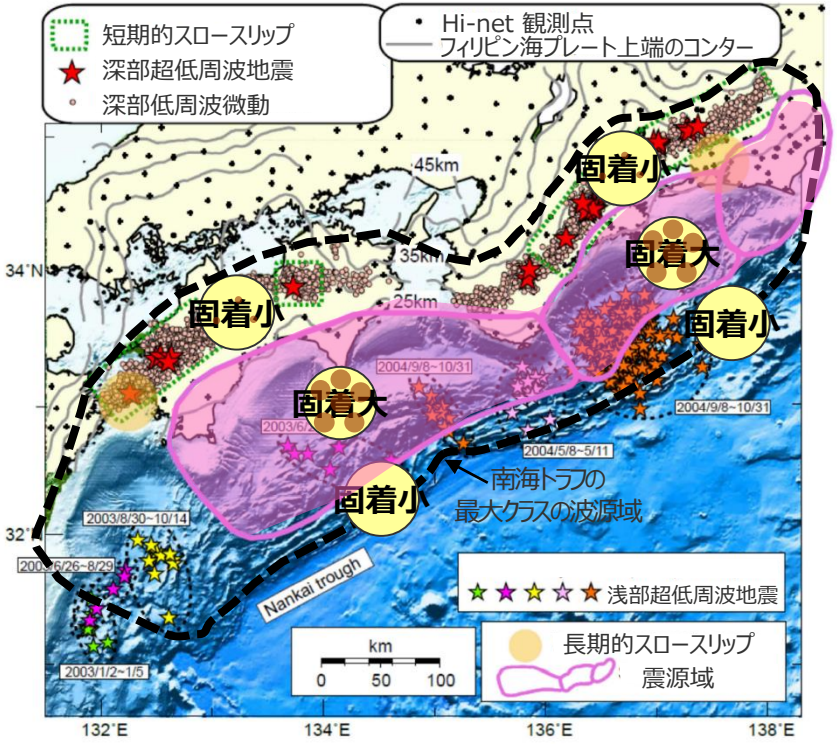
南海トラフの深部の固着域（深さ方向）

第509回資料1-2
p.32再掲

■ 南海トラフでは、**プレート境界中部（深さ約10～30km）が強く固着**しており、**既往地震の波源域と対応する。**（地震調査委員会(2013)）
■ **プレート境界浅部（深さ約10km以浅）及びプレート境界深部（深さ約30km以深）**では、**低周波振動現象**が定期的に発生していることが観測されており、**低周波振動現象により固着が小さくなっている**ことが確認されている。（小原(2009)、地震調査委員会(2013)、Araki et al.(2017)等）
■ なお、地震調査委員会(2013) は、これらの固着の小さい領域も含んで南海トラフの最大クラスの波源域を設定している。

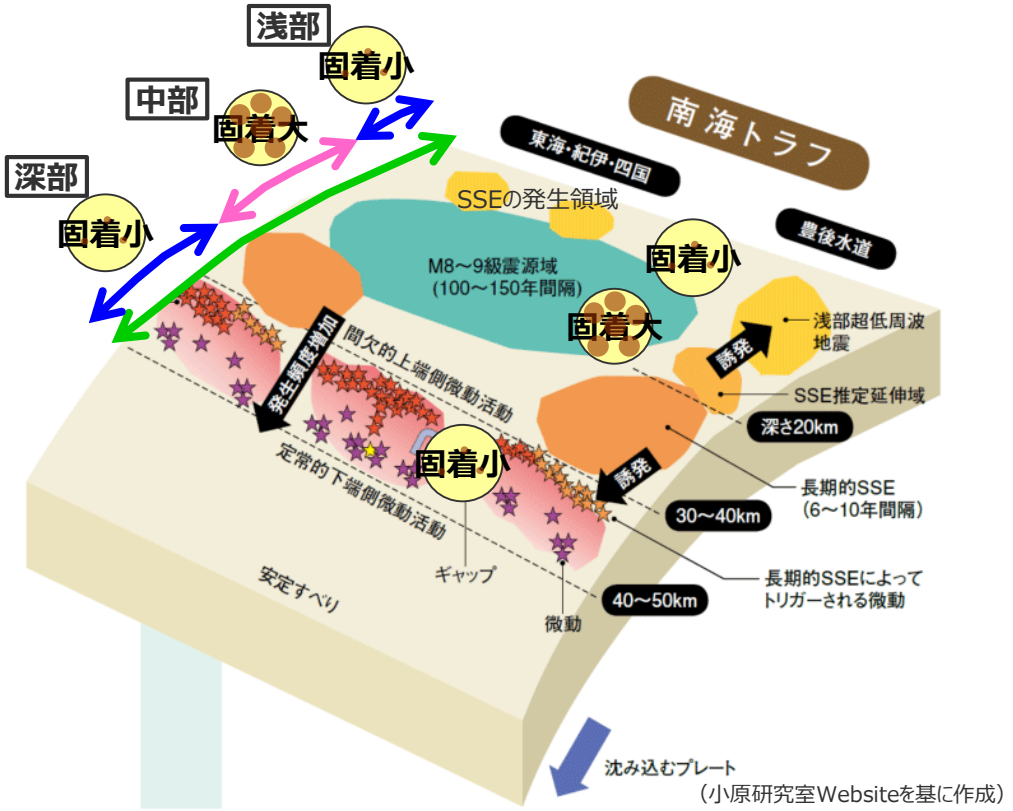
領域		深さ	固着係数	発生イベント
プレート境界	浅部	約10km以浅	小	低周波振動現象（超低周波地震、低周波微動、スロースリップ）
	中部	約10～30km	大	**既往地震の震源域**
	深部	約30km以深	小	低周波振動現象（超低周波地震、低周波微動、スロースリップ）

最大クラスの波源域



（地震調査委員会(2013)を基に作成）

深部低周波振動現象の発生分布と固着状況



（小原研究室Websiteを基に作成）

西南日本における低周波振動現象と固着域の関係の模式図

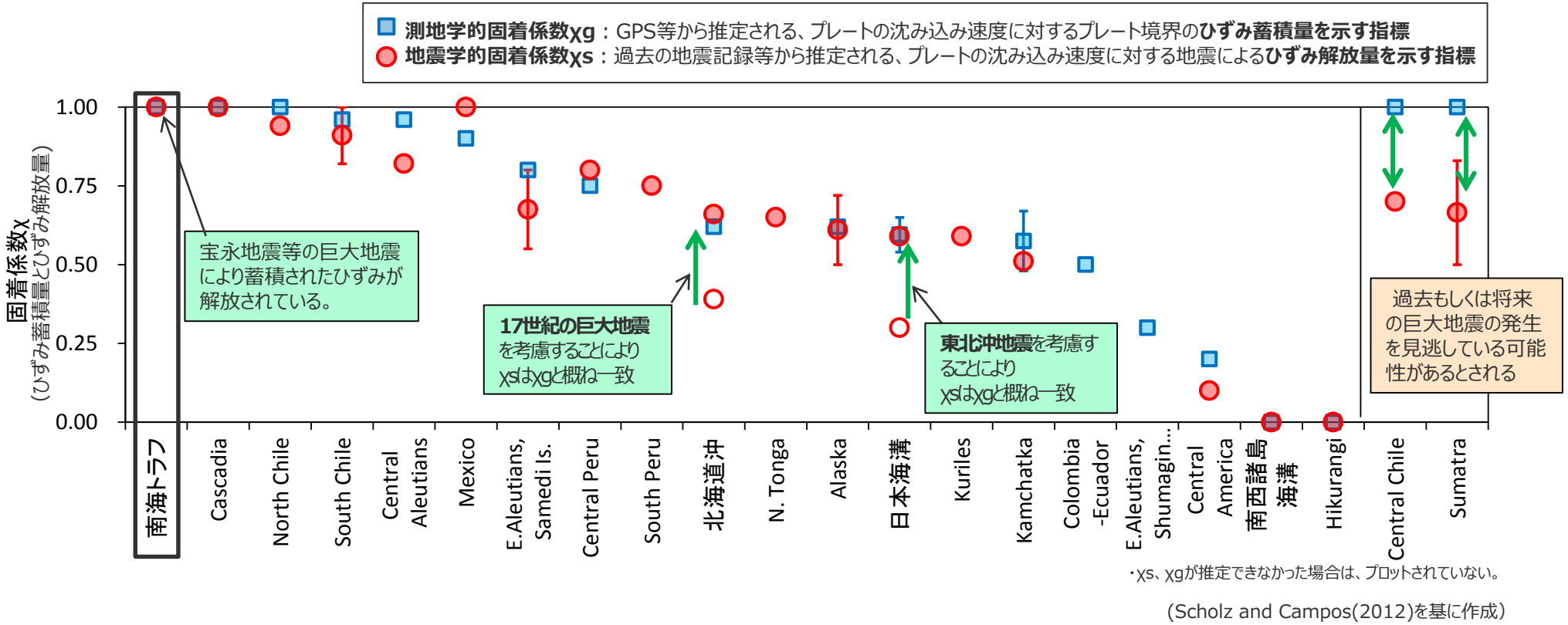
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②沈み込み帯の固着に関する知見

国内外の沈み込み帯のひずみ収支に関する分析

第509回資料1-2
p.33再掲

■ Scholz and Campos(2012)によると、過去の地震記録、地殻変動観測記録等から推定される**ひずみの蓄積・解放の収支は、東北沖地震などの巨大地震を考慮することにより概ね一致する**とされ、**南海トラフでは宝永地震等の巨大地震により蓄積されたひずみが解放されている**とされる。



・χs、χgが推定できなかった場合は、プロットされていない。

(Scholz and Campos(2012)を基に作成)

Scholz and Campos(2012)による世界の沈み込み帯のひずみ蓄積・解放の収支

Scholz and Campos(2012)

■GPS等から推定されるひずみ蓄積の割合を示す測地学的固着係数χgと過去の地震記録から推定されるひずみ解放の割合を示す地震学的固着係数χsは、発生間隔の長い巨大地震も考慮することにより、概ね10%以内で一致する。

■北海道沖及び日本海溝では、それぞれ17世紀の巨大地震と東北沖地震を考慮することにより、χg とχsが概ね一致する。

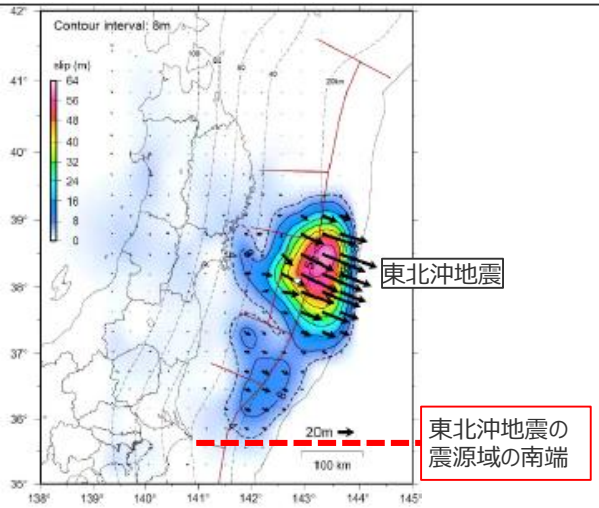
■中部チリ及びスマトラでは、χg とχsが一致せず、過去もしくは将来の巨大地震の発生を見逃している可能性がある。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③沈み込み帯の構造境界に関する知見

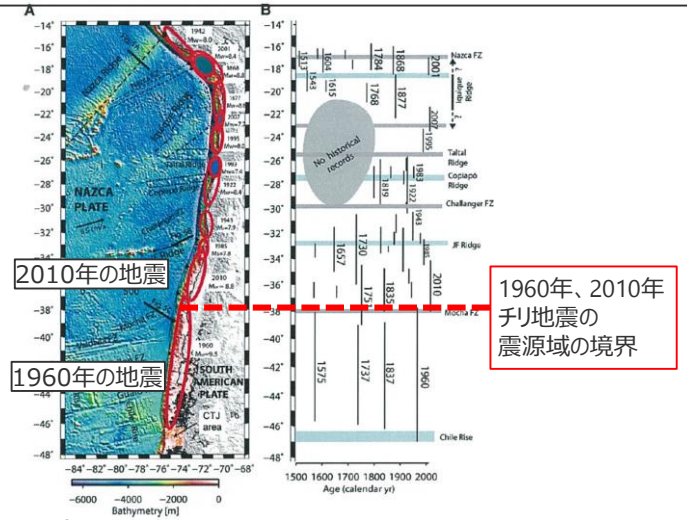
巨大地震が発生する沈み込み帯の構造境界に関する知見

■国内外のM9クラスの巨大地震の沈み込み帯の構造に関する知見から、沈み込むプレートの構造変化などの構造境界は、巨大地震の波源域を規定していると考えられる。



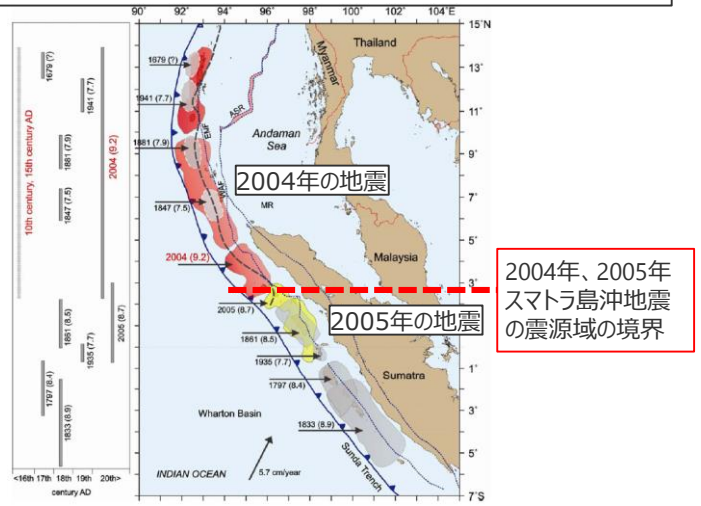
（地震調査委員会(2012)を基に作成）

東北沖地震の震源域



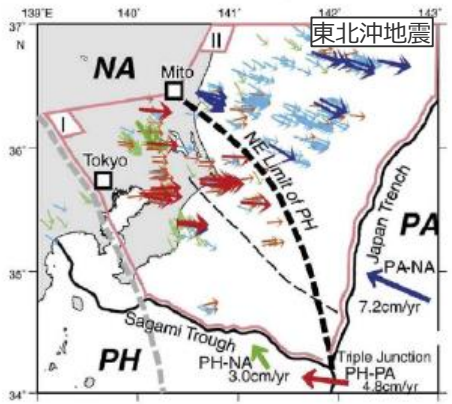
（Contreras-Reyes and Carrizo(2011)を基に作成）

1960年、2010年チリ地震の震源域



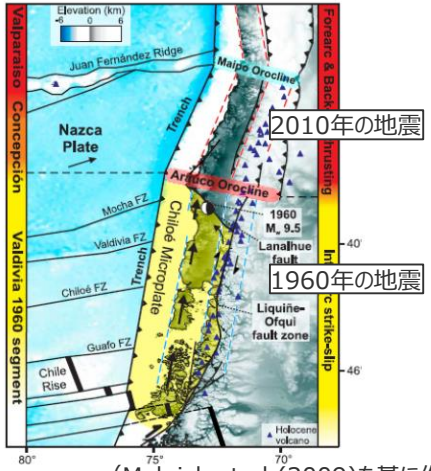
（Rajendran(2013)を基に作成）

2004年、2005年スマトラ島沖地震の震源域



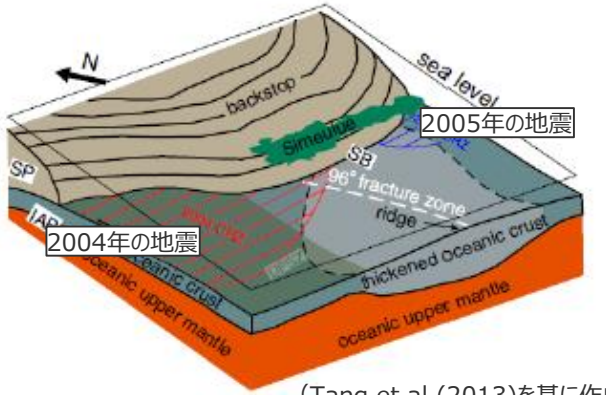
（Uchida et al.(2009)を基に作成）

東北沖地震の南側のプレート境界の構造



（Melnick et al.(2009)を基に作成）

1960年、2010年チリ地震の震源域の境界の構造



（Tang et al.(2013)を基に作成）

2004年、2005年スマトラ島沖地震の震源域の境界の構造

・フィリピン海プレートの北東端の位置と東北沖地震の破壊域が一致しており、この構造境界が破壊伝播のバリアとして作用した可能性がある。（Uchida et al.(2009)）

・1960年、2010年チリ地震の震源域は、オロクライン（造山活動の屈曲部）と大規模なフラクチャーゾーンによって分けられている。(Melnick et al.(2009))

・2004年、2005年スマトラ島沖地震の震源域の境界には、厚い地殻を持つ構造が潜り込んでおり、この構造がバウンダリーを形成した。(Tang et al.(2013))

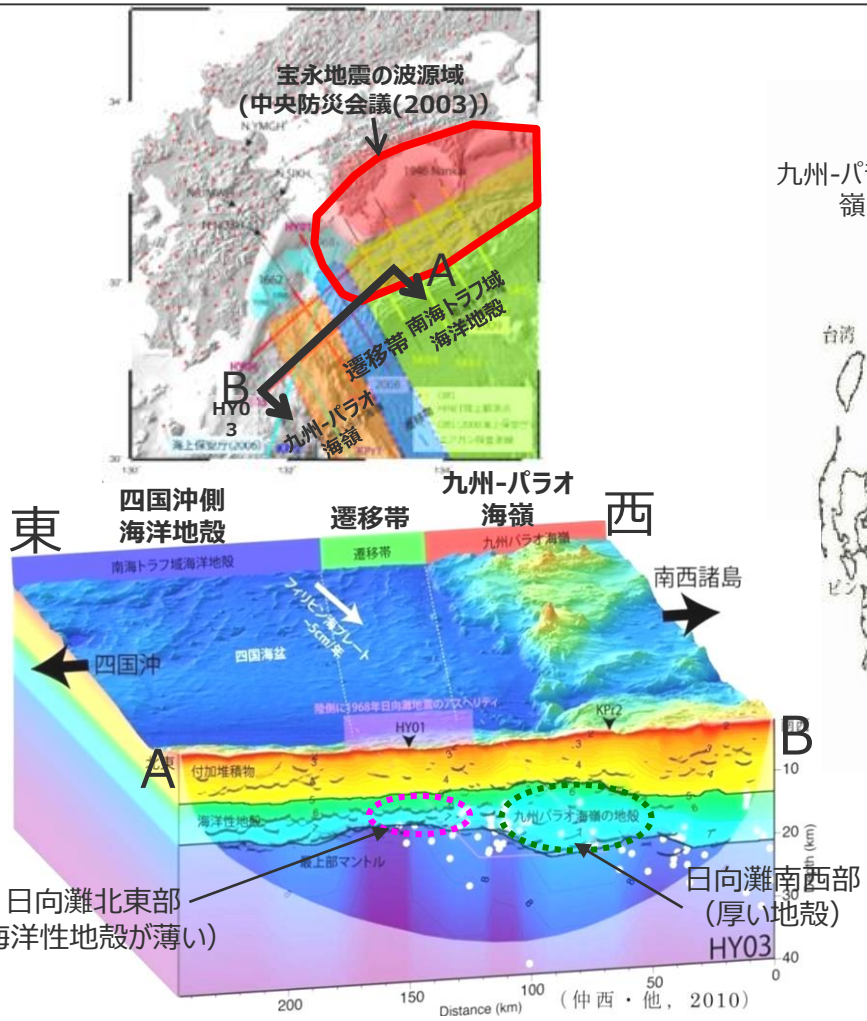
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③沈み込み帯の構造境界に関する知見

南海トラフの構造境界に関する知見（日向灘の構造）

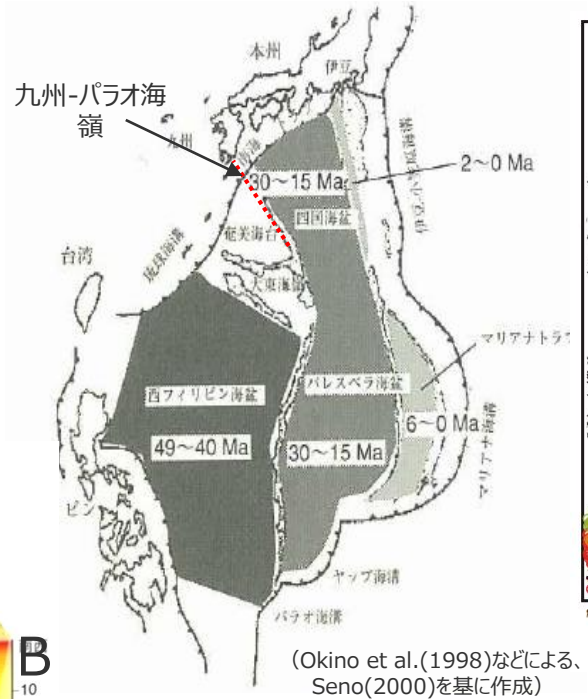
第509回資料1-2
p.35再掲

■日向灘周辺の九州-パラオ海嶺付近を境として、南海トラフの領域と南西諸島海溝の領域では、沈み込むフィリピン海プレートの形成年代・形成過程が異なるとされており、地震活動も異なっている。（Seno(2000)、地震調査研究推進本部(2014)）
■文部科学省・海洋研究開発機構(2013)は、日向灘周辺で構造探査を実施し、**九州-パラオ海嶺付近を境に沈み込むフィリピン海プレートの厚さ等の構造が異なっていることを確認**している。
■この構造境界は、宝永地震等の既往地震の波源域の南西縁と一致するとされている。（文部科学省・海洋研究開発機構(2013)）



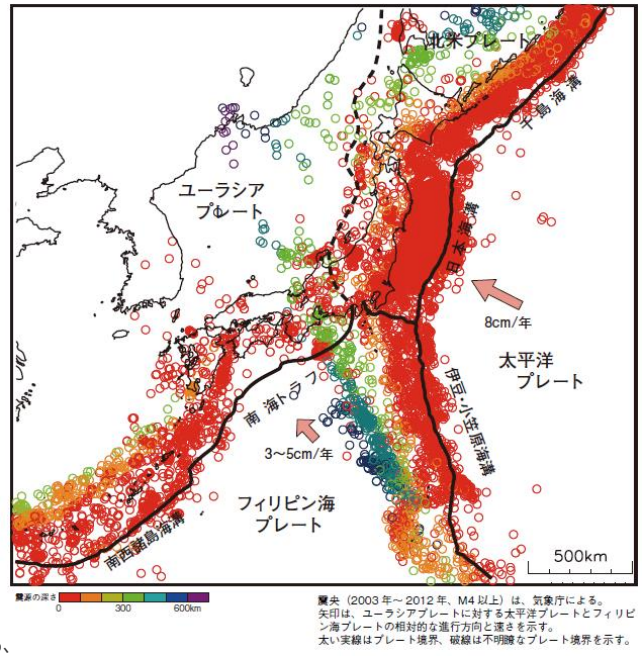
(文部科学省・海洋研究開発機構(2013)、中央防災会議(2003)を基に作成)

九州-パラオ海嶺付近の沈み込む地殻構造



(Okino et al.(1998)などによる、
Seno(2000)を基に作成)

フィリピン海プレートを構成する
海盆の年代



(地震調査研究推進本部 (2014))

日本列島周辺の地震活動
(M4以上の地震の震央分布)

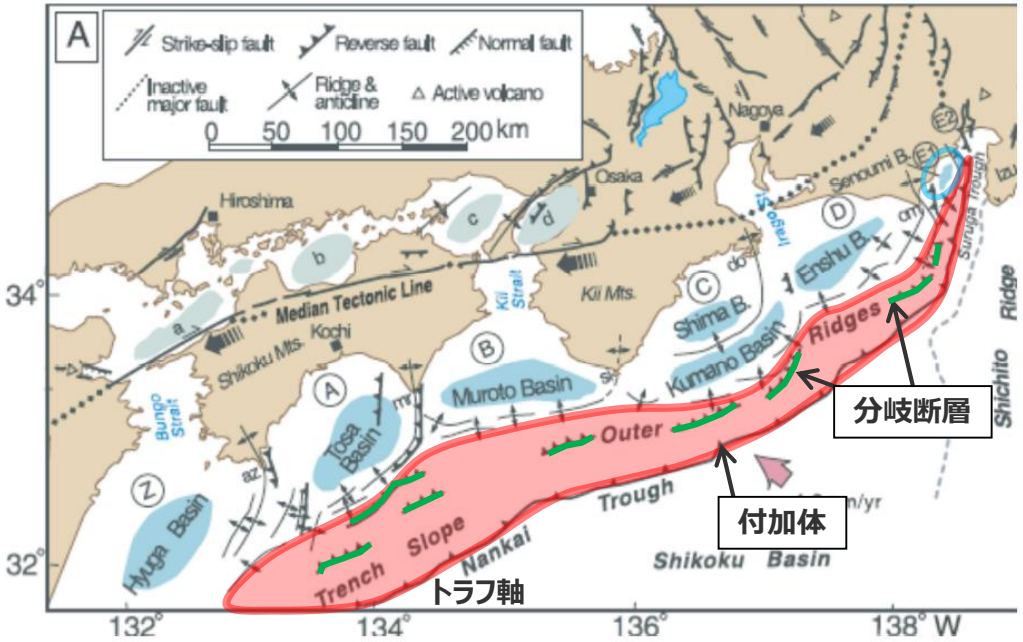
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④浅部の構造に関する知見

南海トラフの浅部の構造の特徴

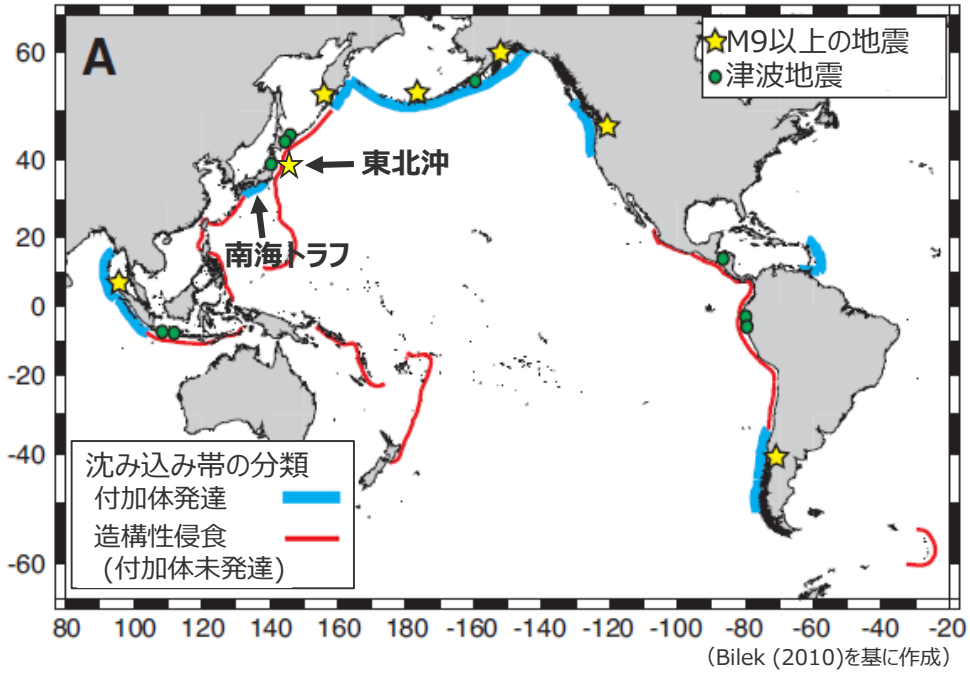
第509回資料1-2
p.36再掲

■南海トラフのトラフ軸付近の構造は、**付加体の発達が特徴**である。(地震調査委員会(2013)等)
■トラフ軸付近では、プレート境界から未固結な付加体中に分岐・派生したと考えられる断層（**分岐断層**）の存在が確認されている。
（徳山ほか(2001)、地震調査委員会(2013)等）
■沈み込み帯はその構造の特徴により２つに分類され、**付加体が発達した南海トラフの特徴は、付加体があまり発達していない東北沖と対照的**であるとされている。
（地震調査委員会(2013)）



（Wells et al.(2003)を基に作成）

南海トラフ沿いの地質構造



（Bilek (2010)を基に作成）

沈み込み帯の分類

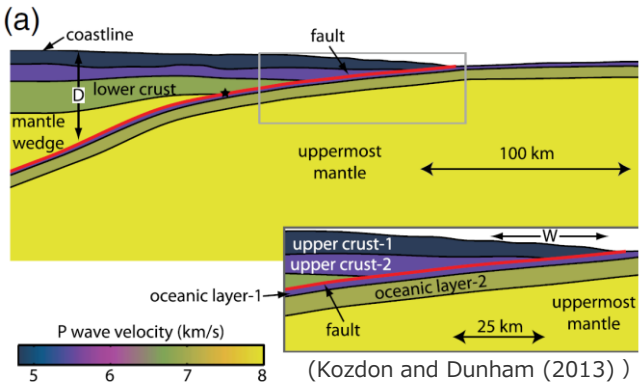
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④浅部の構造に関する知見

南海トラフと東北沖の浅部の構造の比較

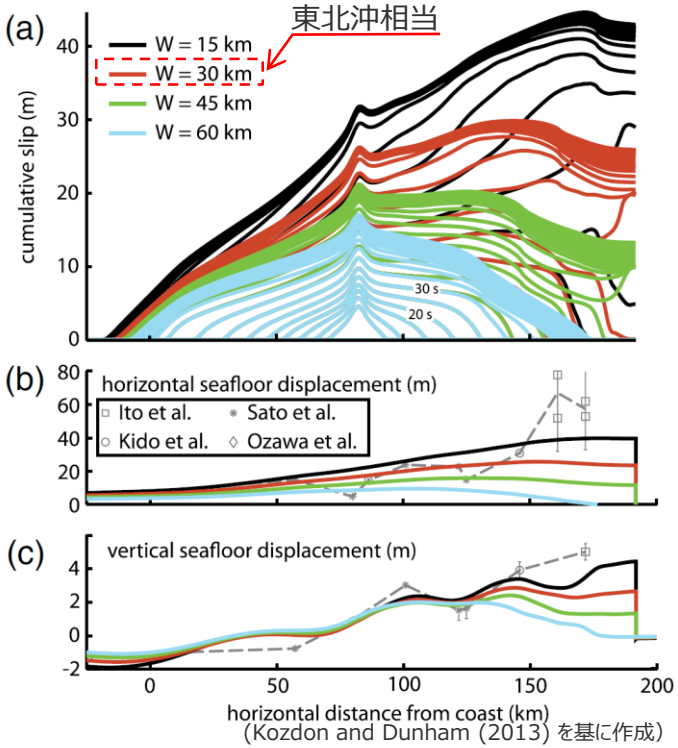
第509回資料1-2
p.37再掲

■ Kozdon and Dunham(2013)は、宮城県沖の地震波速度構造を模したプレート境界モデルを用いた2次元動的破壊シミュレーションから、付加体の幅の違いがプレート境界浅部のすべり量に影響を与えることを示している。
■南海トラフでは、東北沖と異なり**付加体が幅広く発達している**ことから、**仮に南海トラフにおいて東北沖地震と同様の巨大地震が発生したとしても、トラフ軸付近のすべり量は東北沖地震のすべり量よりも小さい**と考えられる。



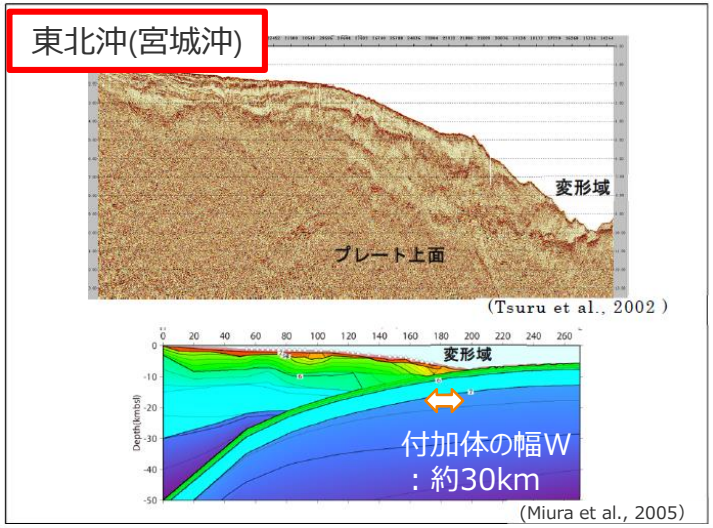
(Kozdon and Dunham (2013))

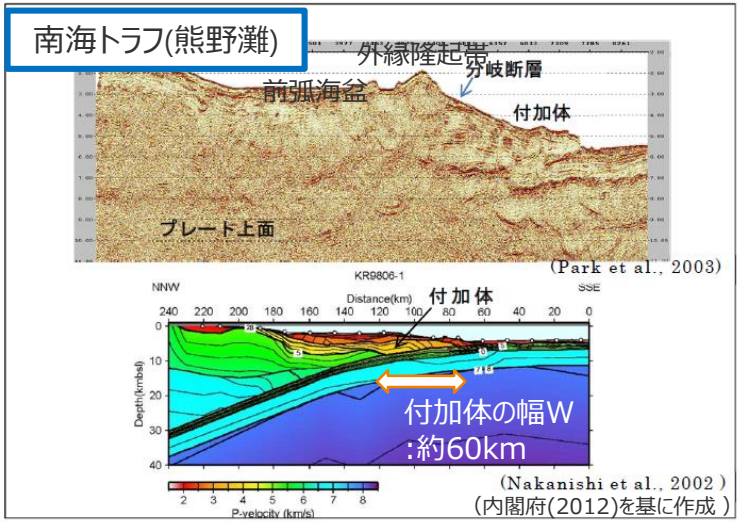
宮城県沖のプレート境界モデル
（2次元動的破壊シミュレーションモデル）



(Kozdon and Dunham (2013) を基に作成)

動的破壊シミュレーションによる付加体の幅と
断層すべり量、水平・上下変位の関係





南海トラフと東北沖の付加体の幅

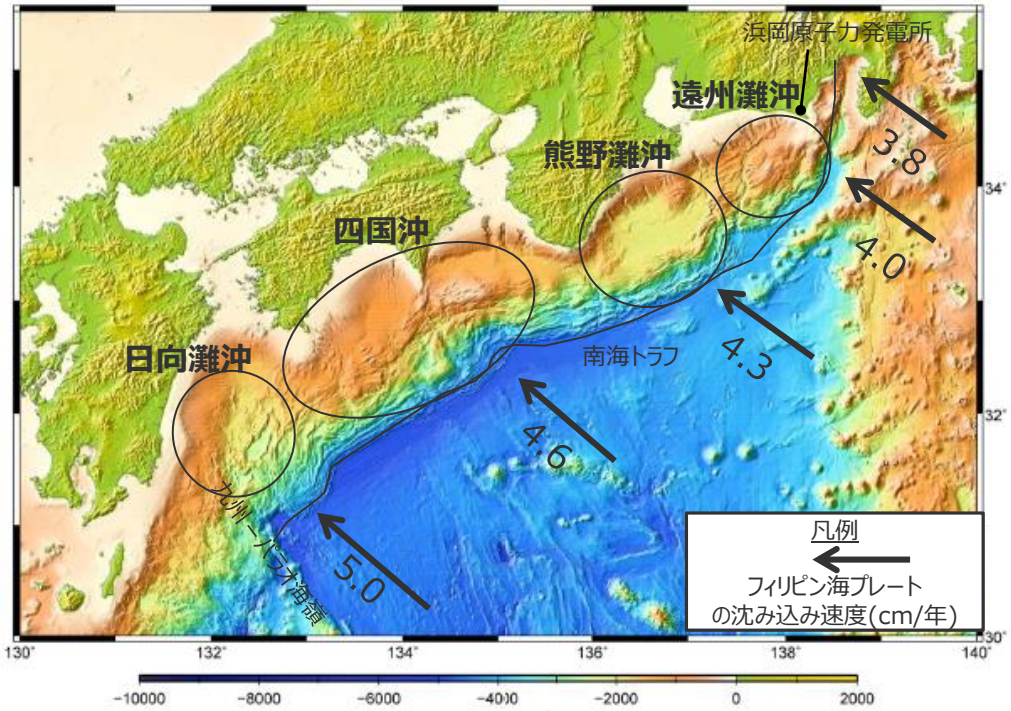
長谷川(2015)
・東北沖の地震波速度構造から、付加プリズムの幅は海溝軸に沿って変化し、東北沖地震で大きなすべりが生じた地域で最も狭くなっている。
・プレート境界最浅部の上盤プレートは付加プリズムであること、海底地震計で求めた余震分布によると上盤プレート内の地震は海溝軸の近くでは発生しないこと等から、プレート境界最浅部の固着は強くないと考えられる。したがって、海溝軸付近の大きな変位は、非弾性的な応答や動的応答も含まれたものであることを示唆する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④浅部の構造に関する知見

南海トラフの各地域の構造の比較

第509回資料1-2
p.38再掲



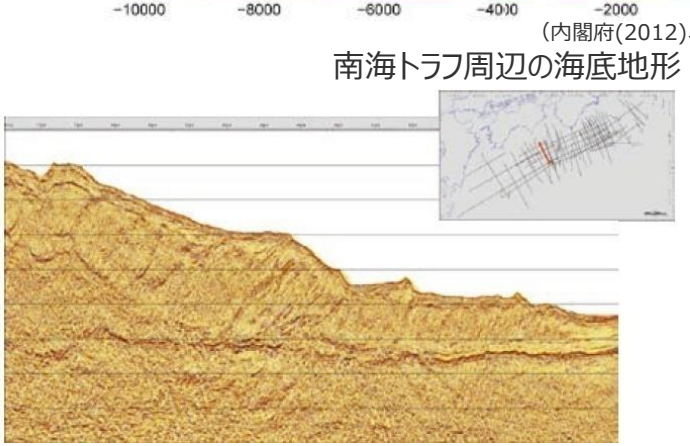
（内閣府(2012)、Seno et al.(1993)を基に作成）

南海トラフ周辺の海底地形

■同じ南海トラフにおいても、敷地が位置する遠州灘沖の構造は、四国沖・熊野灘沖と異なり、**島弧地殻である伊豆・小笠原弧の一部を含んだ地殻が沈み込んでいる**とされている。（高橋ほか(2010)）

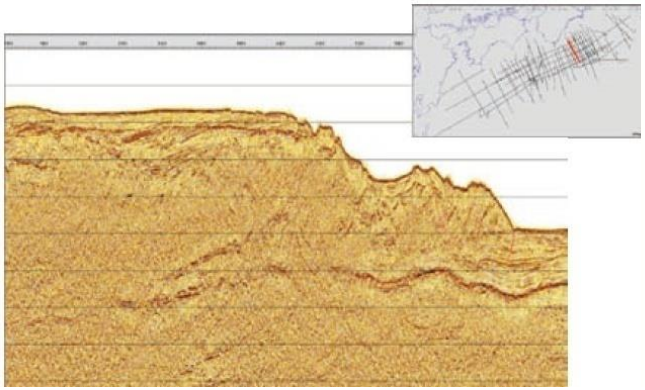
■音波探査断面からは、四国沖ではフィリピン海プレートの沈み込み構造が明らかであり、熊野灘沖ではプレート境界とともに分岐断層の発達が見られる。一方、遠州灘沖では**明瞭な連続した反射面としてプレート境界がイメージされない**とされる。（高橋ほか(2010)、金田(2013)）

⇒遠州灘沖は**トラフ軸付近で大きなすべりを生じる構造をしていない**ことが示唆される。



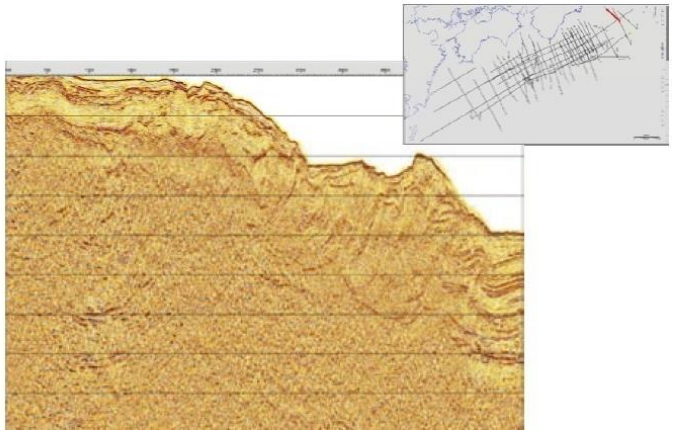
四国沖

フィリピン海プレートの
沈み込み構造が明らか



熊野灘沖

分岐断層の発達がみられる



遠州灘沖

明瞭な境界構造はイメージされない

南海トラフの音波探査断面

（金田(2013)を基に作成）

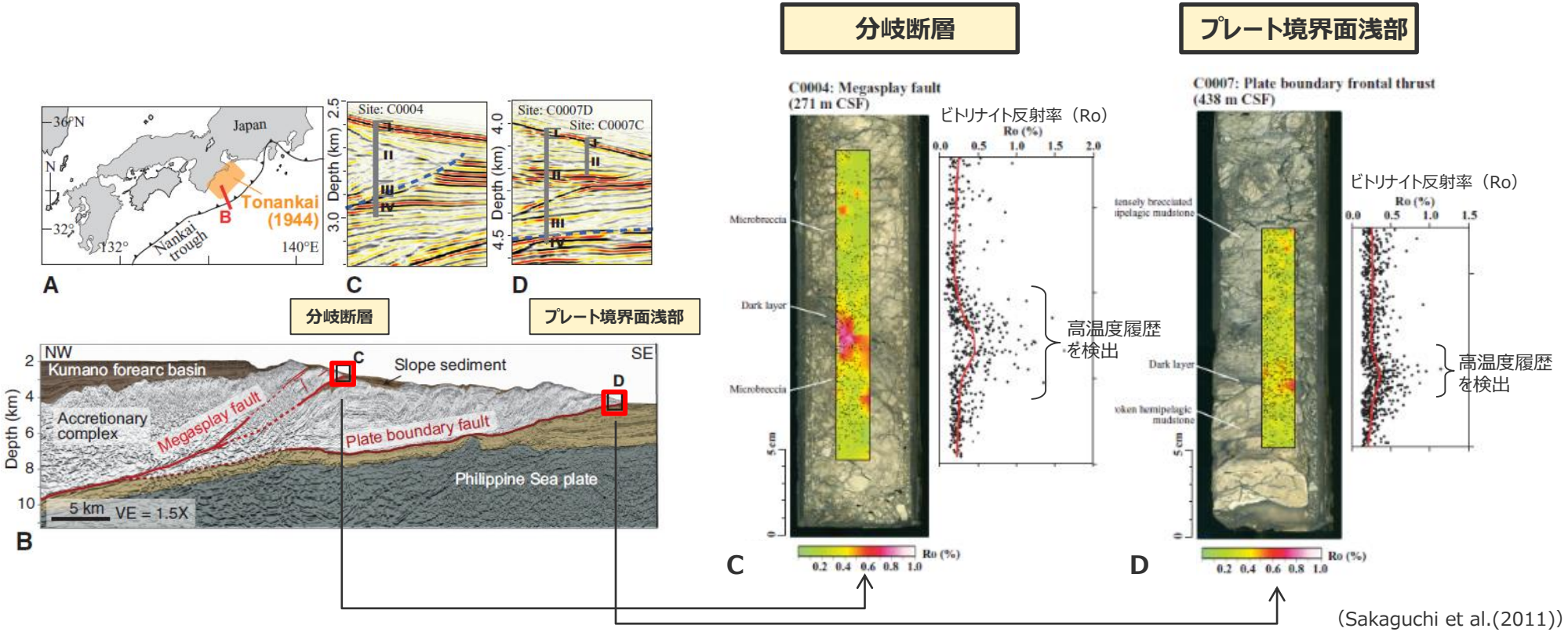
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

⑤浅部の物性に関する知見

南海トラフの浅部の断層すべりの痕跡

第615回資料1-1
p.82再掲

- Sakaguchi et al.(2011)は、南海トラフの分岐断層の位置およびプレート境界面浅部で採取されたボーリング試料の熱変質物質（ビトリナイト）の分析を実施している。
- その結果、どちらの試料からも断層すべりによると考えられる高温度履歴を検出し、分岐断層およびプレート境界面浅部が地震時に活動している可能性があるとしている。



(Sakaguchi et al.(2011))

○ビトリナイト反射率

・石炭を構成する有機質の一種であるビトリナイトの反射光線下における反射率。
反射率が大きいほど、その地点のビトリナイトがより高温にさらされたことを意味する。

・ビトリナイトは最大の温度上昇イベントを記録する性質があり、<u>最大の温度上昇イベントはその他の繰り返しの低い温度上昇イベントの大部分を上書きするとされる。</u>
(Sakaguchi et al.(2011),Hamada et al.(2015))

ボーリング試料のビトリナイト反射率（Ro）分布

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

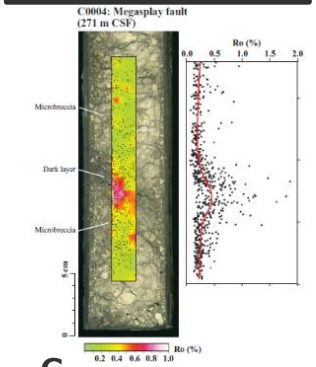
⑤浅部の物性に関する知見

南海トラフの浅部の断層すべりの痕跡

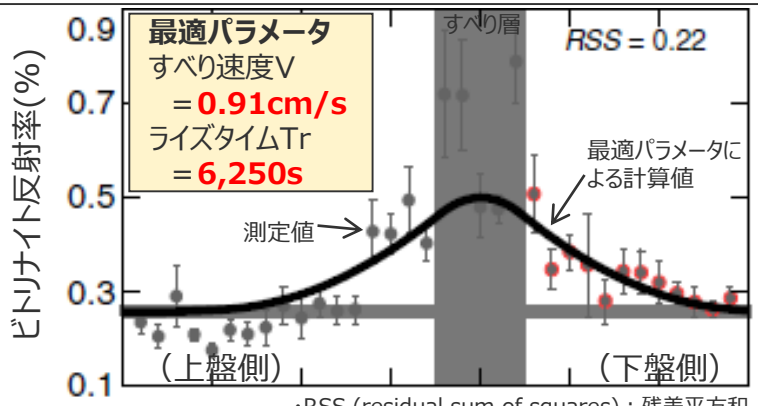
第717回資料1-2
p.205再掲

■ Hamada et al.(2015)は、前述のSakaguchi et al.(2011)により得られたビトリナイト分布の定量的解析を実施し、過去の断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定している。
■ Hamada et al.(2015)によると、「ビトリナイトは、最大の温度上昇イベントを記録する性質がある」とされ、「解析の結果は、どちらの断層においても、数mm/s～数cm/sオーダーのすべり速度と、1,000sオーダーのライズタイム、数十mのすべり量を持つすべり挙動をもつことを示している。この南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりの特徴は、沈み込み帯の通常の大地震と比べて、非常にゆっくりとしたすべり速度、長いライズタイム、大きなすべり量であることを示唆している。」としている。

分岐断層

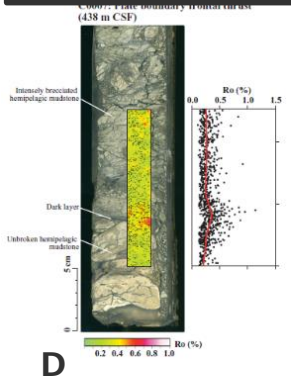


C

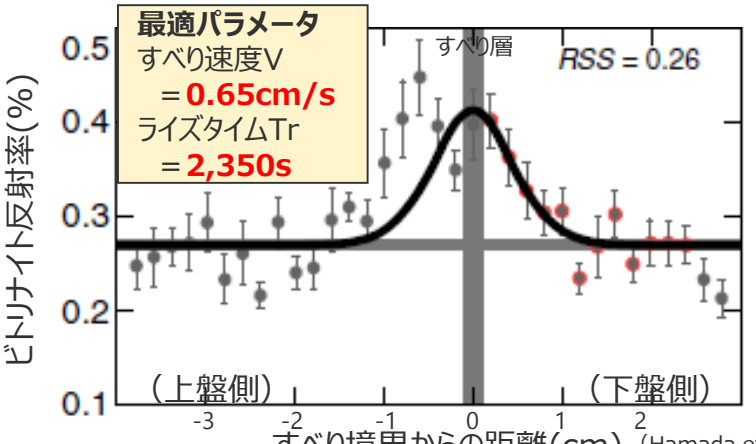


・RSS (residual sum of squares)：残差平方和

プレート境界面浅部



D



（Hamada et al.(2015) を基に作成）

ビトリナイト反射率（Ro）分布の測定値とライズタイム等の算定

Hamada et al.(2015)
・南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部で得られたボーリングコアに含まれる熱変質物質（ビトリナイト）分布の定量的解析を行い、過去の断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定。
・解析の結果は、どちらの断層においても、数mm/s～数cm/sオーダーのすべり速度と、1,000sオーダーのライズタイム、数十mのすべり量を持つすべり挙動をもつことを示している。
・この南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりの特徴は、沈み込み帯の通常の大地震と比べて、非常にゆっくりとしたすべり速度、長いライズタイム、大きなすべり量であることを示唆している。
・この南海トラフのトラフ軸付近の断層すべりの特徴は、通常の地震性すべりと比べてゆっくりで長く、速めの余効変動と調和的であるとしている。

○ビトリナイト反射率
・石炭を構成する有機質の一種であるビトリナイトの反射光線下における反射率。反射率が大きいほど、その地点のビトリナイトがより高温にさらされたことを意味する。
・ビトリナイトは最大の温度上昇イベントを記録する性質があり、最大の温度上昇イベントはその他の繰り返しの低い温度上昇イベントの大部分を上書きするとされる。

（Sakaguchi et al.(2011),Hamada et al.(2015)）

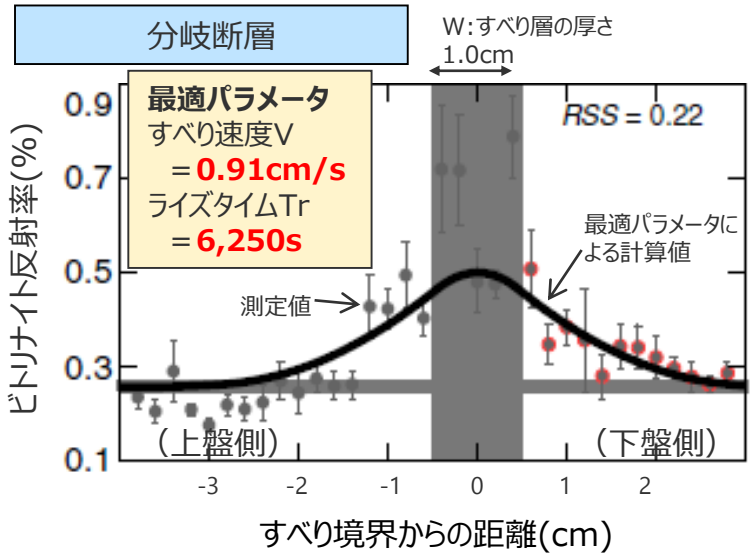
■ 南海トラフのプレート境界面浅部および分岐断層では、過去に大きな津波発生の要因となる断層すべりは発生していないことを示す知見と考えられる。

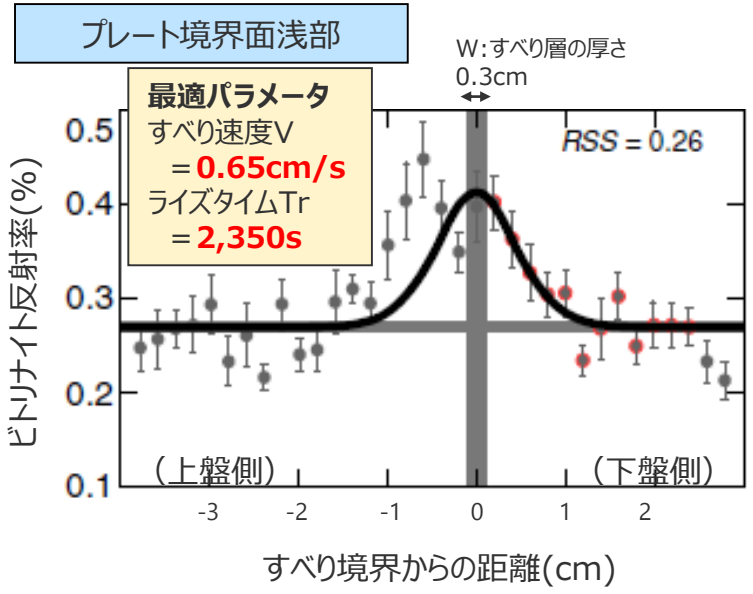
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

⑤浅部の物性に関する知見

Hamada et al.(2015)によるビトリナイト反射率に関する検討について

第509回資料1-3
p.126再掲





（Hamada et al.(2015)を基に作成）

ビトリナイト反射率の分布とライズタイム等の算定

Hamada et al.(2015)

■南海トラフの海底掘削調査により、**分岐断層及びプレート境界面浅部で得られたボーリングコアに含まれる熱変質物質（ビトリナイト）分布の定量的解析**を行い、過去の**断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定**。

○温度Tとビトリナイト反射率Roの分布が断層すべりによる熱発生率Qとすべり継続時間trのみに依存する関係を熱拡散方程式等から導出し、南海トラフの海底掘削調査で計測されたビトリナイト反射率分布のフィッティングにより、断層すべりの最適パラメータを算出している。

○ビトリナイト反射率分布のフィッティングの対象について、すべり層内のビトリナイト反射率の数値は機械化学的な影響によっても増加することから、すべり層の外側の分布を対象としている。

○最適パラメータは、残差平方和（RSS）※を用いて評価した。分岐断層およびプレート境界面浅部のビトリナイト反射率分布について残差平方和（RSS）がもっとも小さくなるケースを最適パラメータとして示している。（左図参照）

○なお、分岐断層の1.5cm以内とプレート境界面浅部の1.0cmあたりで解析結果とかい離した実測値のピークが見受けられ、角礫層内の断層すべりを表している可能性があるとしている。ただし、今回の解析では、この局在化したピークも含めて、一つの幅広いピークで表現していることから、すべりパラメータは過大評価になるかもしれないが、上限値を表すものになるとしている。

○また、すべり層の厚さ、応力状態、断層すべりの繰り返しに関する感度分析を行い、最適パラメータに大きな影響が無いことを確認している。

■以上の結果から、**南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりは、数mm/s～数cm/sオーダーのゆっくりとしたすべり速度と、1,000sオーダーの長いライズタイム**を持つことを確認し、**過去に大きな津波を発生させるような断層すべりを起こしていない**としている。

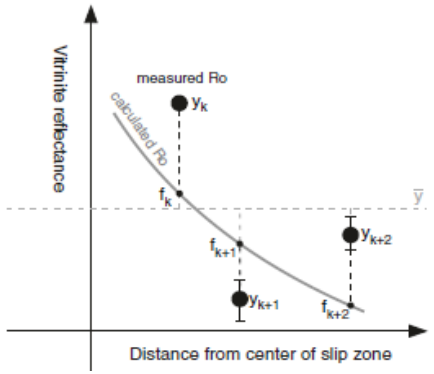
■また、この南海トラフのトラフ軸付近の断層すべりの特徴は、**通常の地震性すべりと比べてゆっくりで長く、速めの余効変動と調和的である**としている。

※残差平方和（RSS：residual sum of squares）

$$RSS = \frac{\sum_i^n (y_i - f_i)^2}{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}$$

y_i：実測されたビトリナイト反射率
f_i：計算によるビトリナイト反射率
$\bar{y}$：実測されたビトリナイト反射率の平均値

理論上残差平方和（RSS）がゼロになる時がバラつきの無い最適な状態。本文献ではRSSが1.0以下となるよう、Q（熱発生率）とτr（すべり継続時間）の検討を行い、分岐断層のケースでRSS=0.22、プレート境界面浅部のケースでRSS=0.26を最小値として選定。



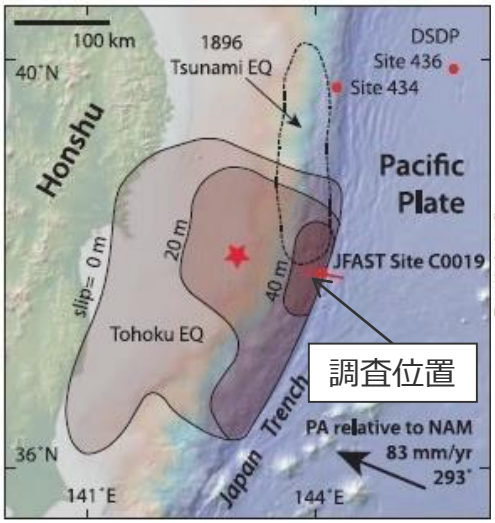
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

⑤浅部の物性に関する知見

南海トラフと東北沖のトラフ軸付近の物性の比較

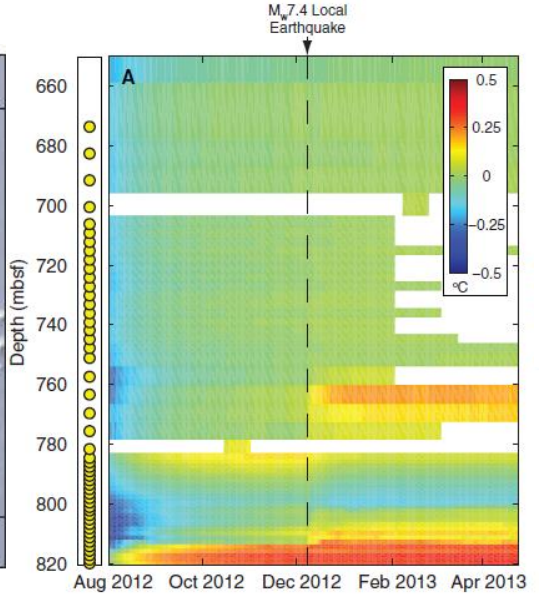
第509回資料1-2
p.40再掲

■ Ujiie et al.(2013)は、南海トラフと東北沖のトラフ軸付近のボーリング試料との物性の比較を実施。
その結果、南海トラフのプレート境界浅部では、東北沖地震において超大すべり（プレート境界浅部での大きなすべり）を発生させた要因と考えられる**強度が低く透水性が低いスメクタイトが少ない**こと、**地震時の摩擦係数が大きいこと**を確認し、**南海トラフは東北沖に比べてプレート境界浅部で大きなすべりを起こしにくいとしている。**



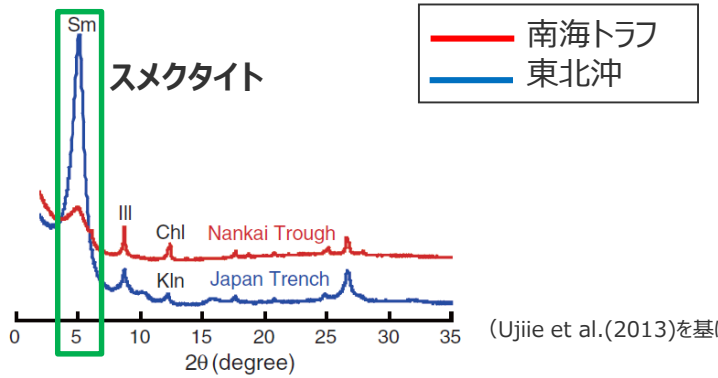
・コンターは地震時のすべり量
（Chester et al.(2013)を基に作成）

JFASTによる海底掘削調査位置



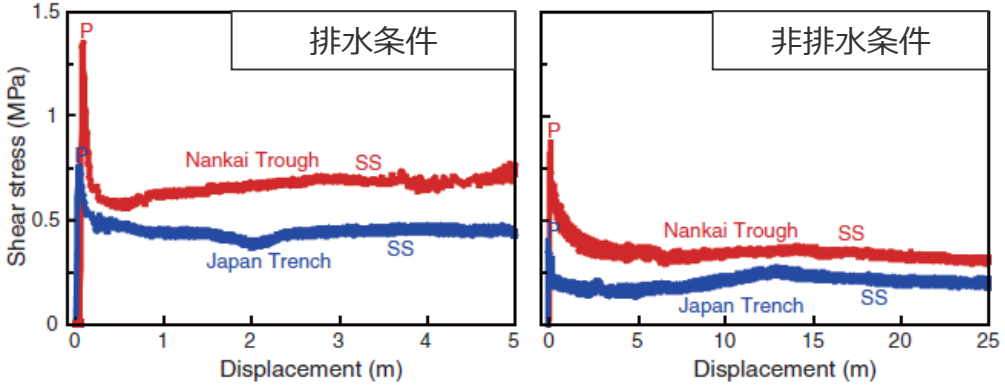
（Fulton et al.(2013)を基に作成）
※黄色の点は温度測定地点

東北沖における温度観測結果



（Ujiie et al.(2013)を基に作成）

材料分析結果



高速摩擦実験結果

南海トラフと東北沖のプレート境界試料の実験結果の比較

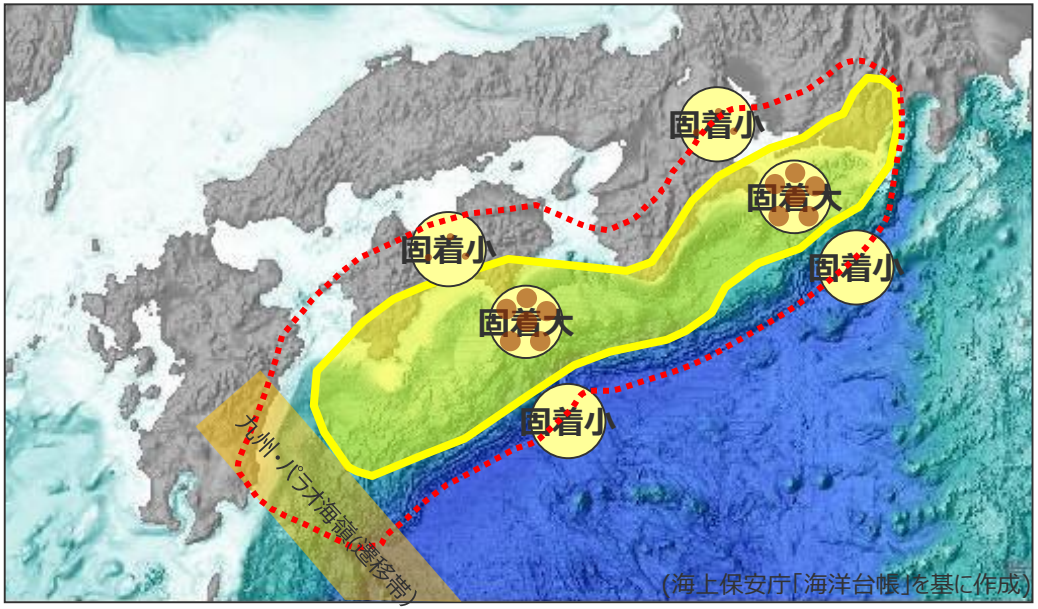
■Fulton et al.(2013)は、温度計アレーを掘削孔内に設置してプレート境界浅部の温度測定を実施。
■残留摩擦熱の解析結果から、地震時のプレート境界浅部における摩擦係数を、0.08程度と通常の岩石よりもはるかに小さな値であったと見積もり、断層が極めて滑りやすい状態であったとしている。

■Ujiie et al.(2013)は、プレート境界浅部の試料を用いて材料分析及び高速摩擦実験を実施し、南海トラフの海底掘削試料での結果と比較。
■**東北沖のプレート境界浅部の試料は、強度が弱く水を通しにくいスメクタイトを多く含むこと、地震時の摩擦係数が南海トラフのものに比べて小さいことを確認。**
■この結果から、東北沖は、**南海トラフに比べて海溝軸付近で大きなすべりを起こしやすい**としている。

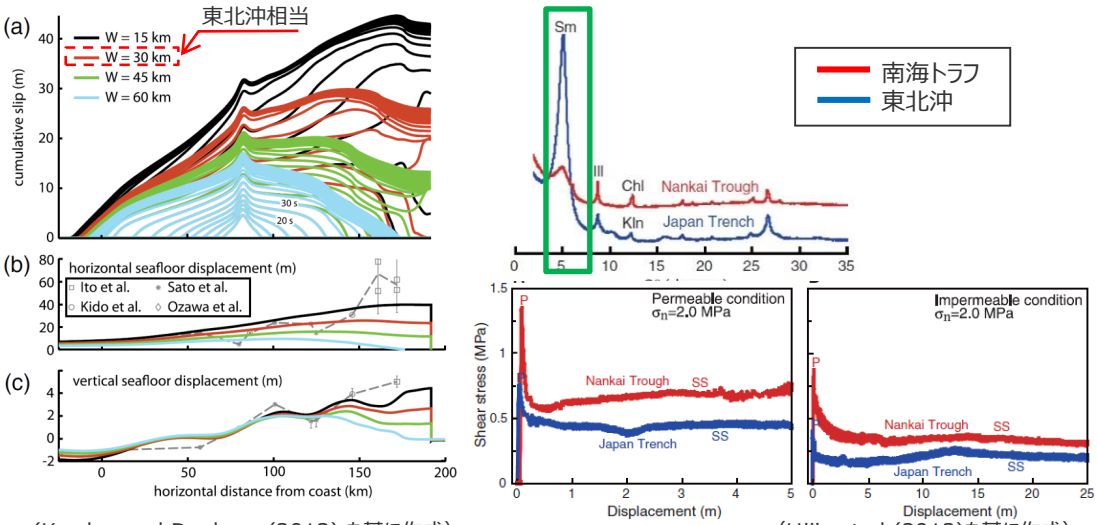
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

最新の科学的知見の収集・分析のまとめ

第1020回資料2-2
p.421再掲



最新の科学的知見を踏まえて想定される南海トラフの波源域(既往津波の波源域)



(Kozdon and Dunham (2013) を基に作成)　(Ujiie et al.(2013)を基に作成)

南海トラフと東北沖の浅部の構造等の違い

最新の科学的知見の収集・分析結果

科学的知見（南海トラフにおいて想定される波源域、地震規模）

・南海トラフでは、東北沖地震等と同様に、宝永地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震の繰り返し発生が確認されており、**南海トラフにおいて既往地震と大きく異なる地震・津波が発生する可能性は低い**。

科学的知見（南海トラフにおいて想定される浅部の破壊形態）

・南海トラフでは、南海トラフの沈み込み帯の特徴から、プレート境界浅部に破壊が伝播する場合と、**分岐断層に破壊が伝播する場合**があると考えられる。
・一方、南海トラフの沈み込み帯の特徴は東北沖と異なり、**南海トラフにおいて超大すべりが発生する可能性は低い**と考えられる。

南海トラフの痕跡高を再現する痕跡再現モデルが、国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見から**南海トラフにおいて想定されるモデル**と考えられる。

想定津波による津波評価

国内外の巨大地震の発生事例を踏まえ、**痕跡再現モデルを大きく上回るよう保守的に波源モデルを設定**し、不確かさを組み合わせた津波評価を実施。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見

第1061回資料2-1
p.219一部修正

検討概要

○ **検討概要**

■ 浜岡原子力発電所では、内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会において複数の研究成果を踏まえてプレート境界の形状が設定された内閣府(2012)の最大クラスの地震の断層モデルを用いて津波評価を行っている。

■ 東海地域のプレート境界の形状を推定した新たな知見（Matsubara et al.(2021)）について、一研究成果ではあるが、津波評価への影響の確認を行った結果、海面の津波発生・海底の地殻変動量に影響を与えるプレート境界の深さおよび傾斜角が敷地の津波評価に影響のある海域において概ね整合していることを確認し、内閣府(2012)の最大クラスの津波断層モデルを用いた敷地の津波評価に影響するものではないと評価した。

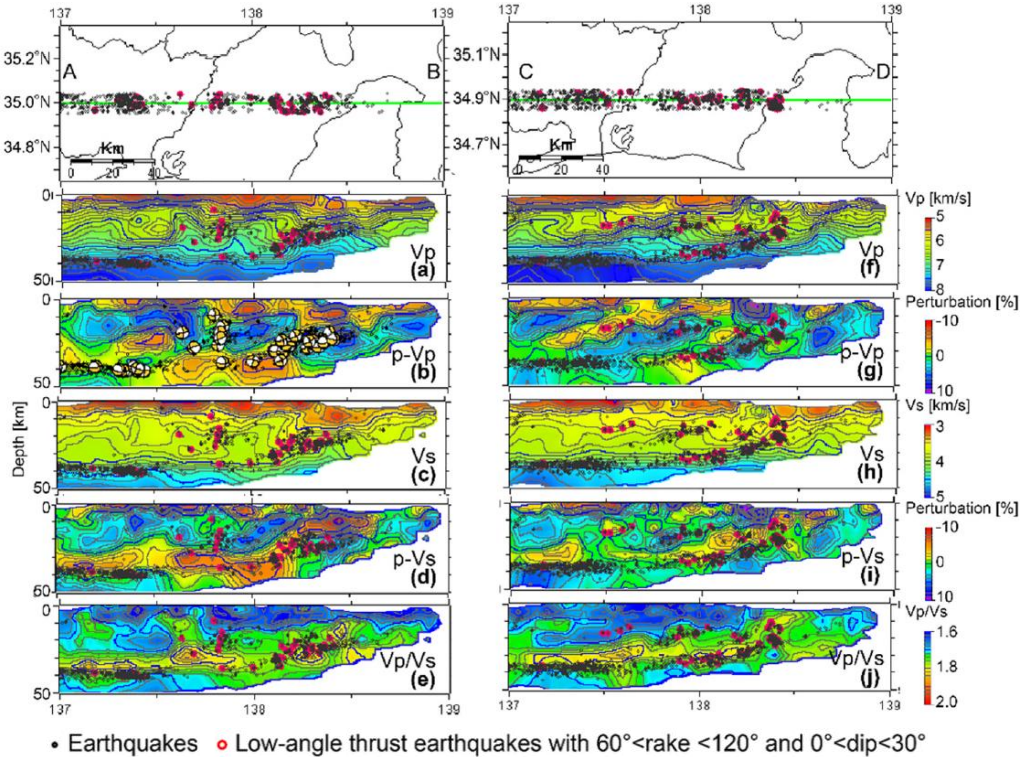
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見
Matsubara et al.(2021)

第1061回資料2-1
p.220再掲

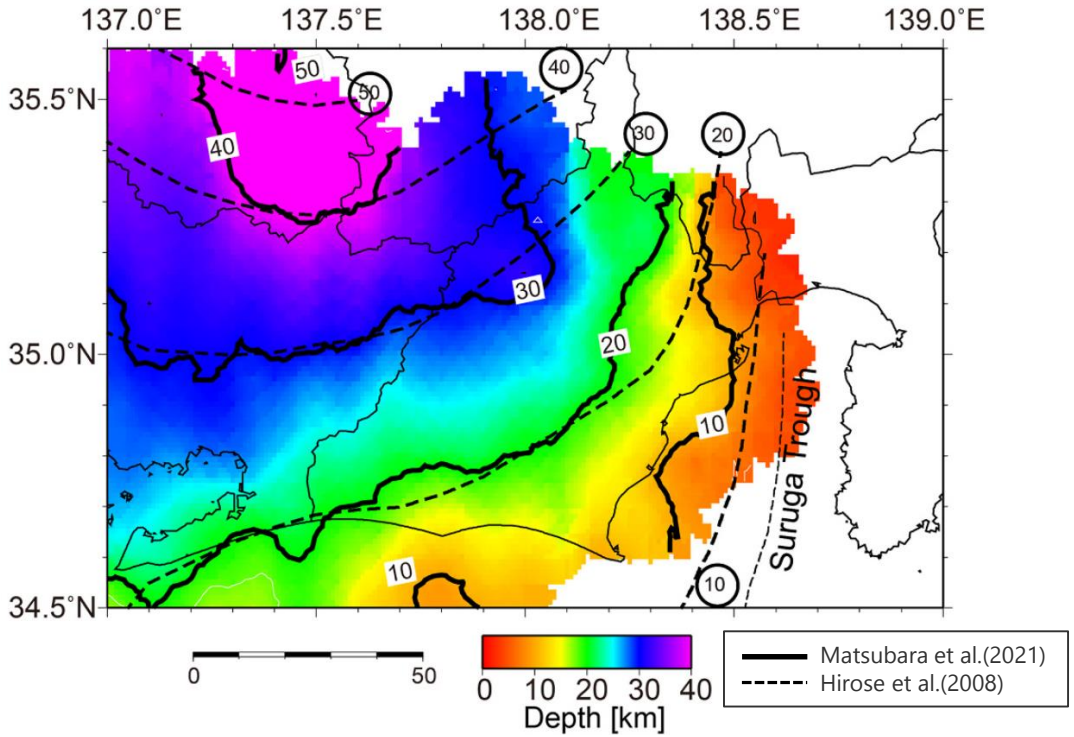
■ 浜岡原子力発電所では、内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会において複数の研究成果を踏まえてプレート境界の形状が設定された内閣府(2012)の最大クラスの地震の断層モデルを用いて津波評価を行っている。
■ 東海地域のフィリピン海プレートの形状に係る新たな知見であるMatsubara et al.(2021)について、一研究成果ではあるが、津波評価への影響を確認する。

■ Matsubara et al.(2021)は、陸域の定常観測点と駿河湾内の臨時海底観測点における地震観測データを活用して、東海地域の速度構造を地震波トモグラフィー法により解析し、その速度構造における低速度かつ高Vp/Vsな海洋地殻の分布、微小地震の震源分布、低角逆断層型の地震の分布を考慮して、フィリピン海プレート上面の形状を推定している。
■ 推定したフィリピン海プレート上面の形状について、右図のとおり、同じく地震波トモグラフィー法による速度構造等に基づき推定されたHirose et al.(2008)によるフィリピン海プレート上面の形状と併せて図示し、駿河トラフから沈み込むフィリピン海プレートの上面は深さ20km程度までの部分が既往のモデルよりも少し浅くなったとしている。



（Matsubara et al.(2021) ）

Matsubara et al.(2021)による地震波速度構造



（Matsubara et al.(2021)に凡例を加筆）

Matsubara et al.(2021)によるプレート境界

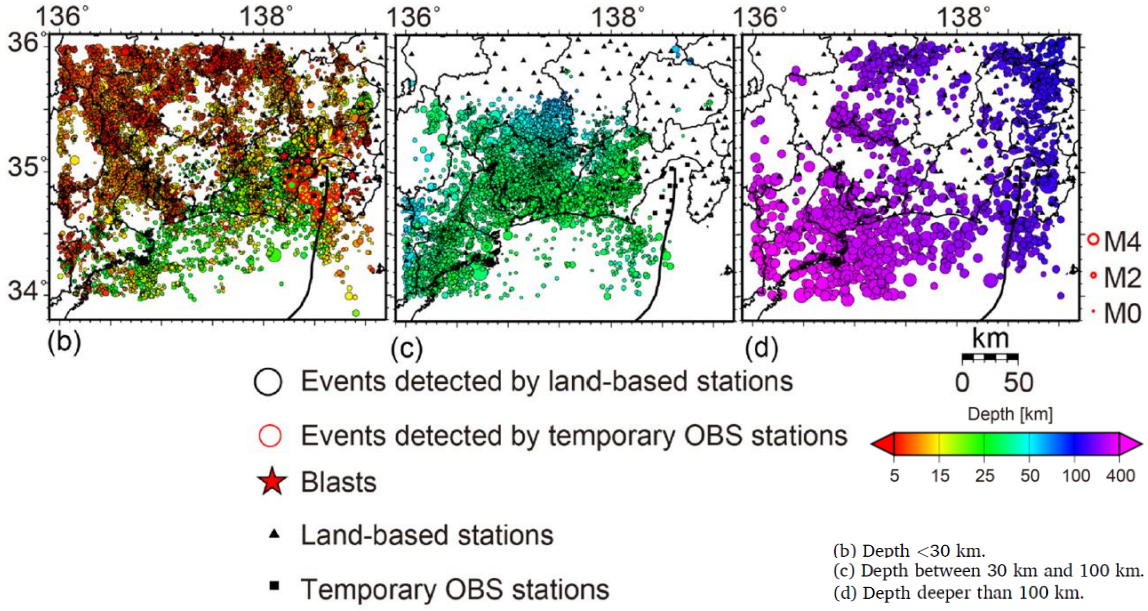
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見
Matsubara et al.(2021)

第1041回資料2-2-1
p.216再掲

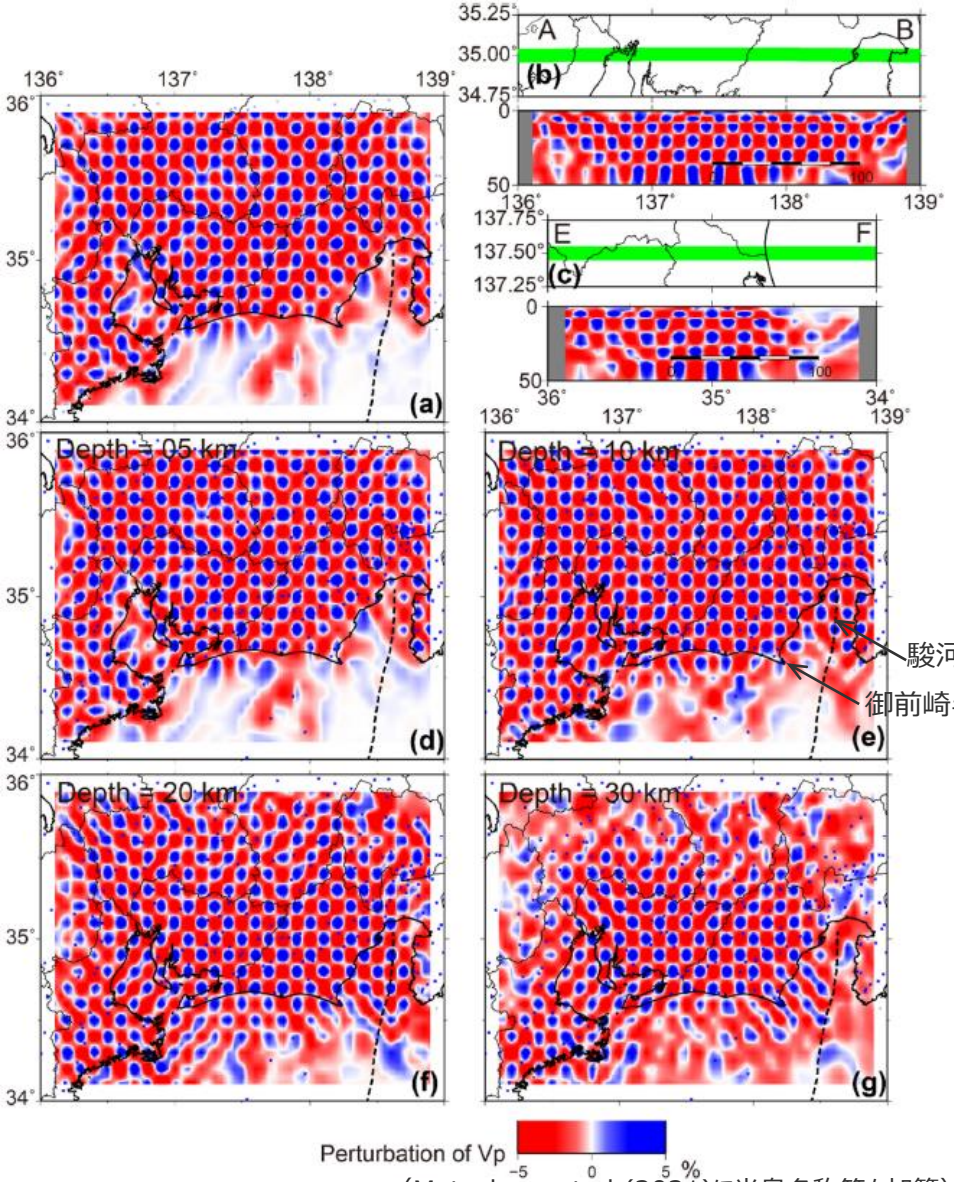
■ Matsubara et al.(2021)では、地震波トモグラフィー法による速度構造の推定に当たり、2000年10月～2017年12月の陸域の定常観測網のデータと駿河湾内に設置された臨時海底地震計のデータのP波、S波の到達時刻データ、陸域で実施された4発の人工地震探査の到達時刻データを用いており、定常観測点と臨時海底地震計を組み合わせることにより、プレート境界と交差する波線を用いた解析ができるようになり、浅い沈み込み帯の形状が明らかになったとしている。

■ チェッカーボードテストによると、地震波トモグラフィー法による速度構造の解析は、陸域は解析精度が高く、海域は遠州灘沖や御前崎半島周辺では解析精度が低いものの、臨時海底地震観測がされた駿河湾内については陸側と同様に解析精度が高いと考えられる。



（Matsubara et al.(2021)に各図の描画深さを加筆）

地震波トモグラフィー法による速度構造の推定に用いられた地震の分布



（Matsubara et al.(2021)に半島名称等を加筆）

チェッカーボードテストの結果

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

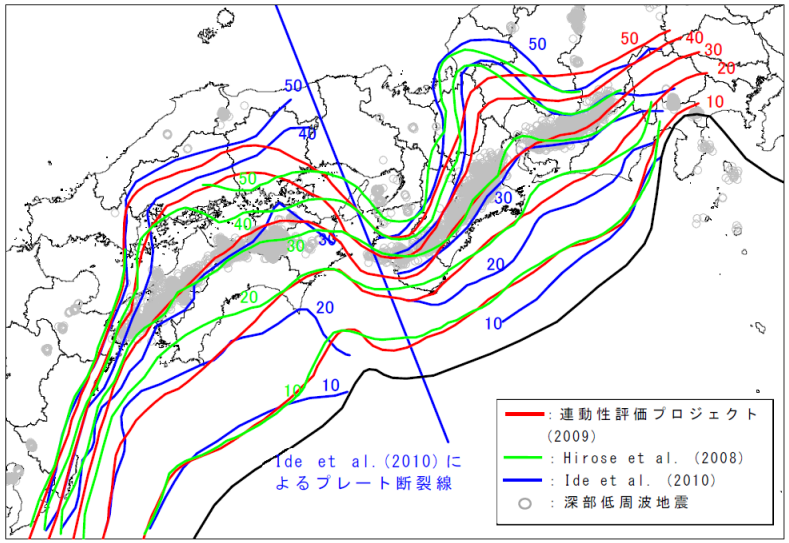
（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見
内閣府(2012)

第1061回資料2-1
p.222再掲

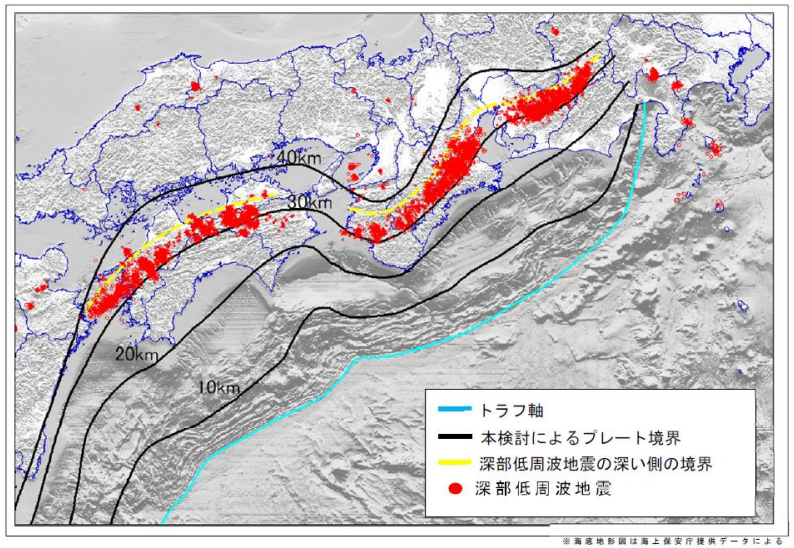
■ 内閣府(2012)は、フィリピン海プレートの形状（プレート境界の形状）について、平成20年度から実施している東海・東南海・南海地震の連動性評価研究プロジェクト（以下、「連動性評価プロジェクト」という。）において、探査深度がフィリピン海プレートまで達する多くの地下構造探査が実施され、概ね深さ20～50kmに至る構造を調査・分析した研究成果、Hirose et al.(2008)、Ide et al.(2010)の研究成果、深部低周波地震の分布を踏まえ、プレート境界の形状を設定している。

■ 内閣府(2012)によるプレート境界の形状のうち、深さ10km及び20kmの等深線は、以下のとおり、地下構造探査結果等に基づきプレート境界の形状が検討された連動性評価プロジェクト(2009)に基づき設定されている。

深さ10km及び20kmの等深線
　連動性評価プロジェクト(2009)とHirose et al.(2008)の結果は、概ね一致している。
　ここでは、連動性評価プロジェクトによる等深線を基とし、滑らかに繋いだ線とした。なお、四国東部沖における10kmの等深線については、海底地形及びHirose et al.(2008)の結果を参照し、比較的緩やかな曲率を持つ線とした。



図Ⅳ.4　プレート形状 各研究成果のコンターの比較



図Ⅳ.7　フィリピン海プレートと陸側のプレートの境界面の形状

（内閣府(2012)による）

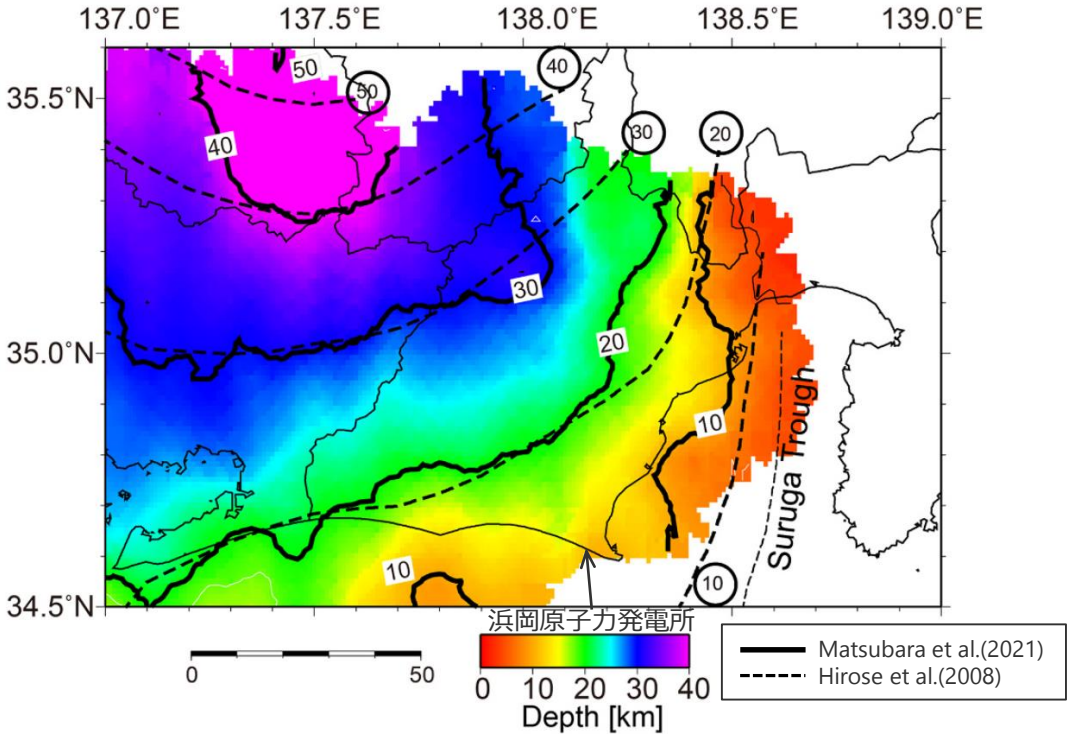
■ 浜岡原子力発電所では、上記のとおり内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会において複数の研究成果を踏まえてプレート境界の形状が設定された内閣府(2012)の最大クラスの地震の断層モデルを用いて津波評価を行っている。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見
Matsubara et al.(2021)と内閣府(2012)の比較

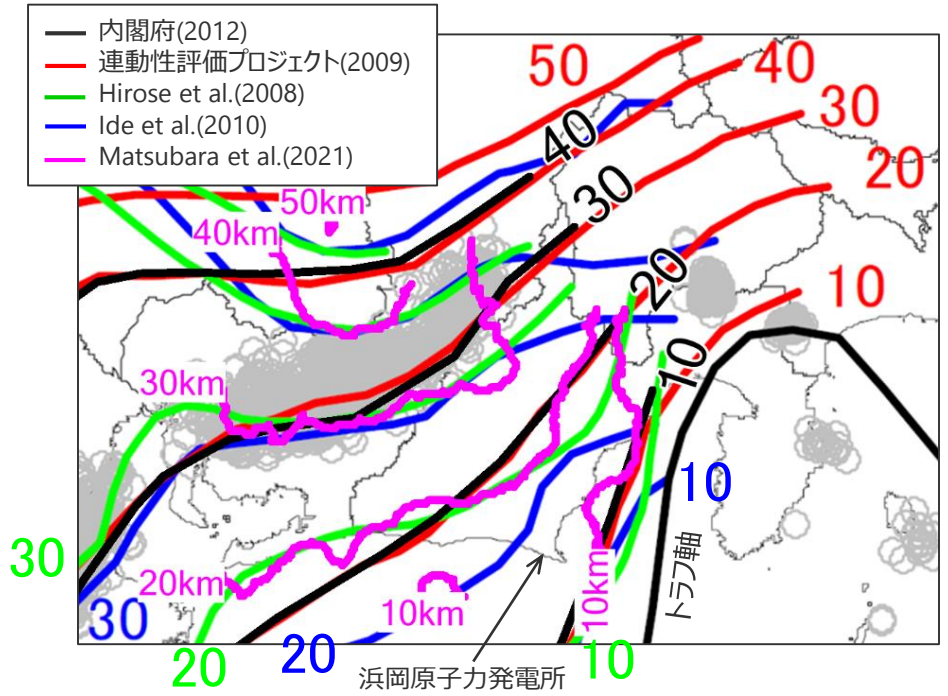
第1041回資料2-2-1
p.218再掲

■ Matsubara et al.(2021)は、最新の記録を用いて行った地震波トモグラフィー法による速度構造等に基づき東海地域のプレート境界の形状を推定し、同じく地震波トモグラフィー法による速度構造等に基づき推定されたHirose et al.(2008)のプレート境界の形状と比較し、駿河トラフから沈み込むフィリピン海プレートは深さ20km程度までが既往のモデルより少し浅くなったとし、深さ10kmの等深線がやや西側に位置している。
■ 内閣府(2012)のプレート境界の形状は、地下構造探査結果等による連動性評価プロジェクト(2009)に基づき深さ10km及び20kmの等深線が設定されており、右図のとおり、深さ10kmの等深線は、Hirose et al.(2008)よりやや西側に位置し、最新の記録を用いて推定されたMatsubara et al.(2021)とより整合的である。また、深さ10km以外の等深線についても、内閣府(2012)はMatsubara et al.(2021)と概ね整合している。



（Matsubara et al.(2021)に凡例、敷地位置を加筆）

Matsubara et al.(2021)によるプレート境界



（内閣府(2012)の図に内閣府(2012)とMatsubara et al.(2021)の
プレート境界の形状の等深線、凡例、敷地位置、深度、「トラフ軸」を加筆）

各知見のプレート境界の比較

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

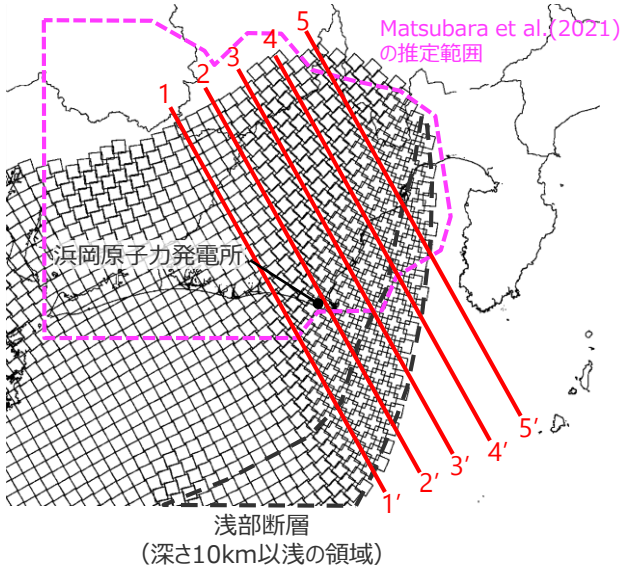
（参考）駿河トラフのプレート形状に関する知見
Matsubara et al.(2021)と内閣府(2012)の比較（プレート境界の断面比較）

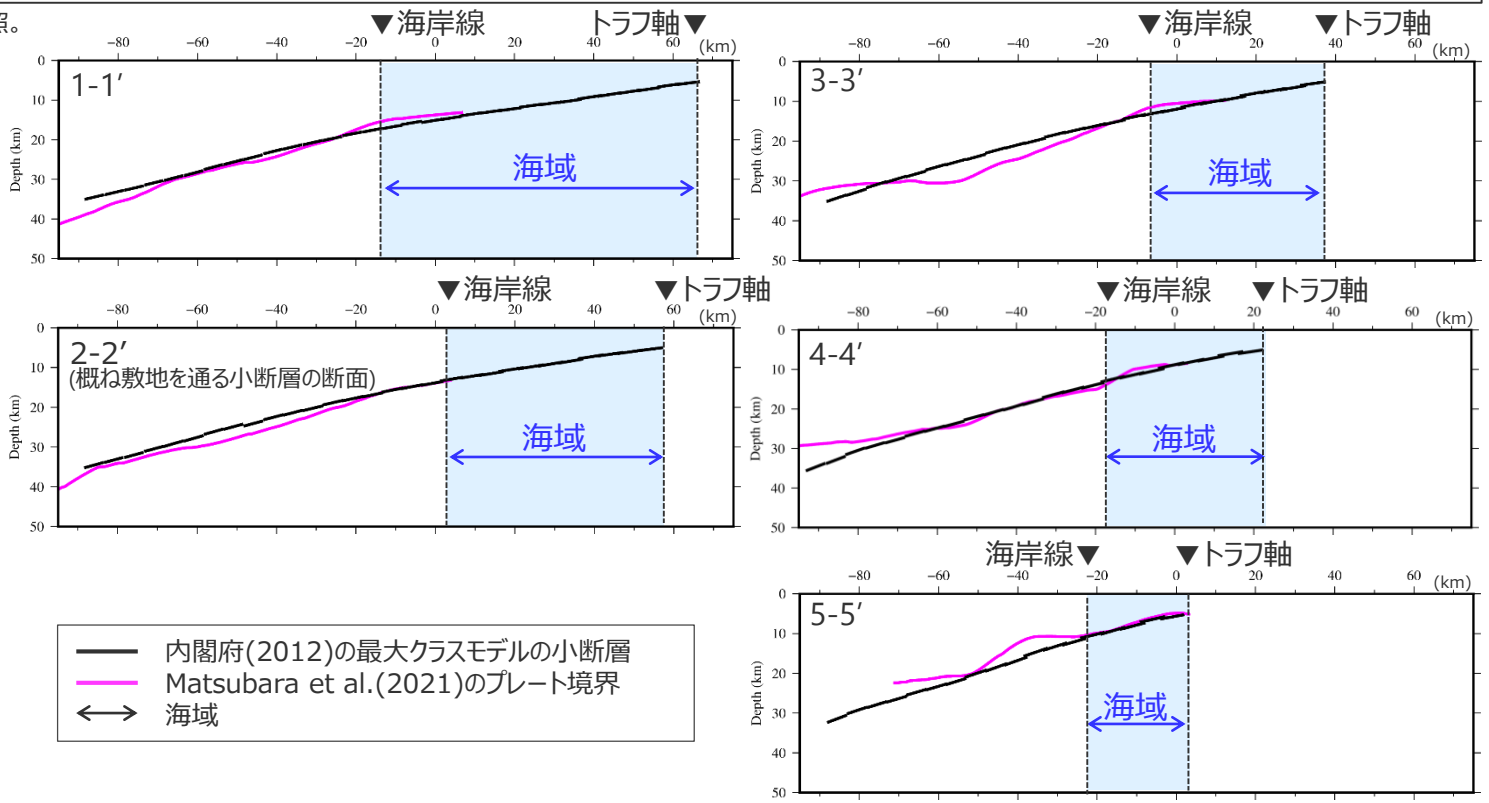
第1061回資料2-1
p.224再掲

■ 内閣府(2012)の最大クラスの津波断層モデルとMatsubara et al.(2021)のプレート境界について、敷地への影響の観点から敷地への津波の到来方向を踏まえて南海トラフの津波断層モデルの陸沖方向の断面で比較した。
■ その結果、敷地周辺の海域部分において、内閣府(2012)の最大クラスの津波断層モデルとMatsubara et al.(2021)は、海面の津波発生・海底の地殻変動量に影響を与えるプレート境界の深さおよび傾斜角が概ね整合していることを確認した。なお、概ね敷地を通る小断層の断面（2-2'）の海域部分では、Matsubara et al.(2021)のプレート境界はほとんど推定されていないことも確認した。

・敷地の津波の到来方向に関する検討は補足説明資料6-2参照。

（断面位置）





Matsubara et al.(2021)のプレート境界と内閣府モデルの津波断層モデルの断面比較

■ 浜岡原子力発電所では、内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会において複数の研究成果を踏まえてプレート境界の形状が設定された内閣府(2012)の最大クラスの地震の断層モデルを用いて津波評価を行っている。
■ 東海地域のプレート境界の形状を推定した新たな知見（Matsubara et al.(2021)）について、一研究成果ではあるが、津波評価への影響の確認を行った結果、海面の津波発生・海底の地殻変動量に影響を与えるプレート境界の深さおよび傾斜角が敷地の津波評価に影響のある海域において概ね整合していることを確認し、内閣府(2012)の最大クラスの津波断層モデルを用いた敷地の津波評価に影響するものではないと評価した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

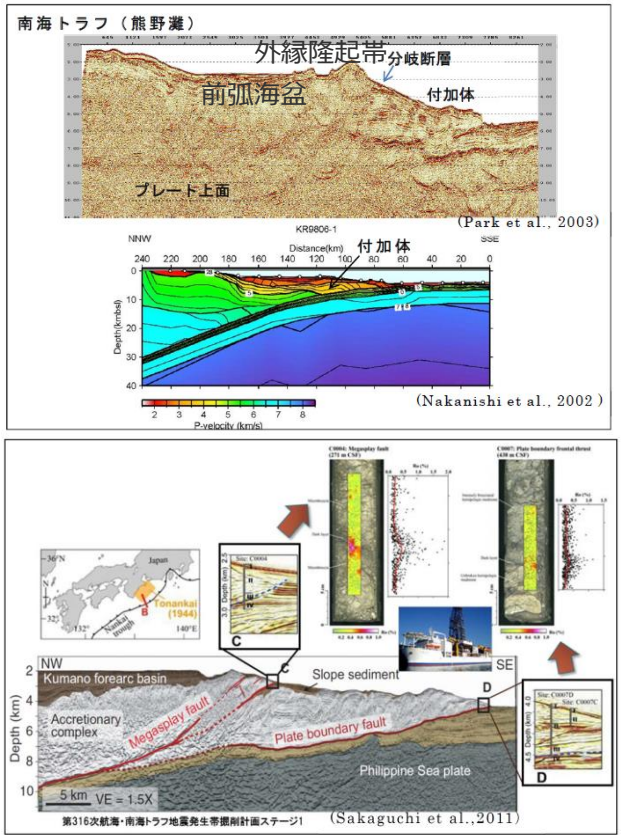
6　検討波源モデルの津波評価の詳細

6-4　浅部の破壊形態

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

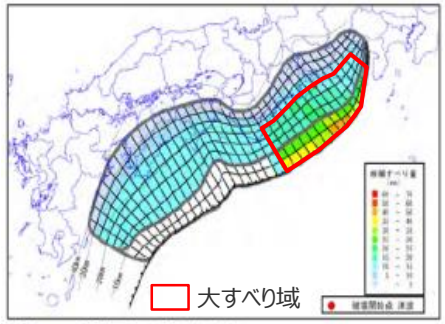
検討概要
（内閣府(2012)による浅部の破壊形態）

■内閣府(2012)は、浅部の破壊形態について、南海トラフの地下構造調査等に基づき、断層破壊がプレート境界面浅部へ伝播するケース（ケース①等）と、その派生ケースとして、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層へ伝播するケース(ケース⑥等）を設定している。
■浅部断層はその分岐する場所（深さ10km)のところが大すべり域となった場合のみ活動するとし、断層破壊は、プレート境界面浅部もしくは分岐断層のいずれかに伝播するとしている。その際のすべり量は、プレート境界面浅部では超大すべり域のすべり量、分岐断層では大すべり域のすべり量としている。



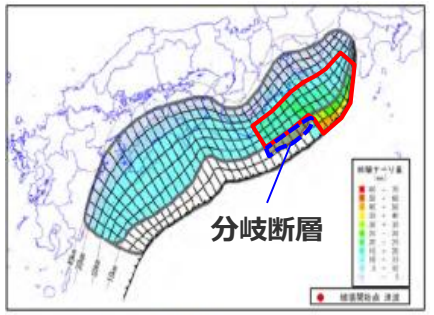
（内閣府(2012)を基に作成）
南海トラフにおけるプレート境界面浅部の分岐断層

断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル

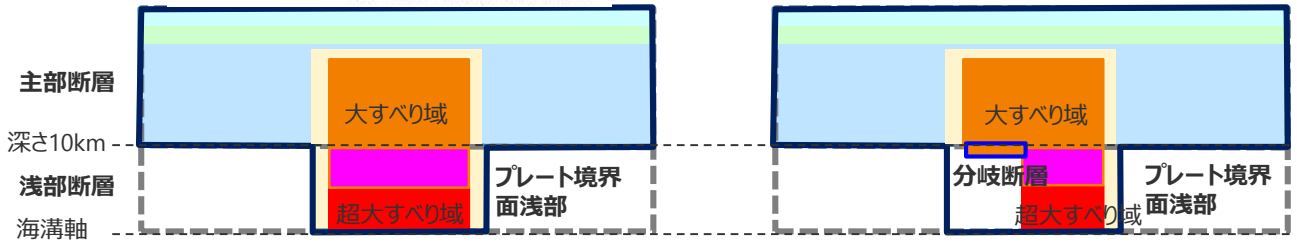


【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋超大すべり」域を設定】

断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル



【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋(超大すべり域、分岐断層)」を設定】（内閣府(2012) を基に作成）



検討波源モデルの設定のすべり量分布概念図

内閣府(2012)
■Sakaguchi et al.(2011)によると、トラフ軸付近の探査結果とそれに伴い実施されたボーリング調査で分岐断層の位置、プレート境界の先端部において、断層すべりによると考えられる高温度履歴を検出し、分岐断層が地震時に動いている可能性があることが分かった。
■南海トラフは、日本海溝とは異なり、付加体が発達し、分岐断層が明瞭に確認されている。津波地震を発生させる可能性のある断層として、南海トラフでは、深さ10kmからトラフ軸までのプレート境界面の断層のみではなく、深さ10km付近から海底に向けてプレート境界面の傾きよりも急角度で延びる分岐断層がある。

■ 検討波源モデルは、内閣府(2012)および浅部の破壊形態に関する調査結果を踏まえて、保守的に浅部の破壊形態を考慮して設定した。
■ ここでは、浅部の破壊形態に関する調査、および浅部の破壊形態を考慮した波源設定の考え方について整理して説明する。

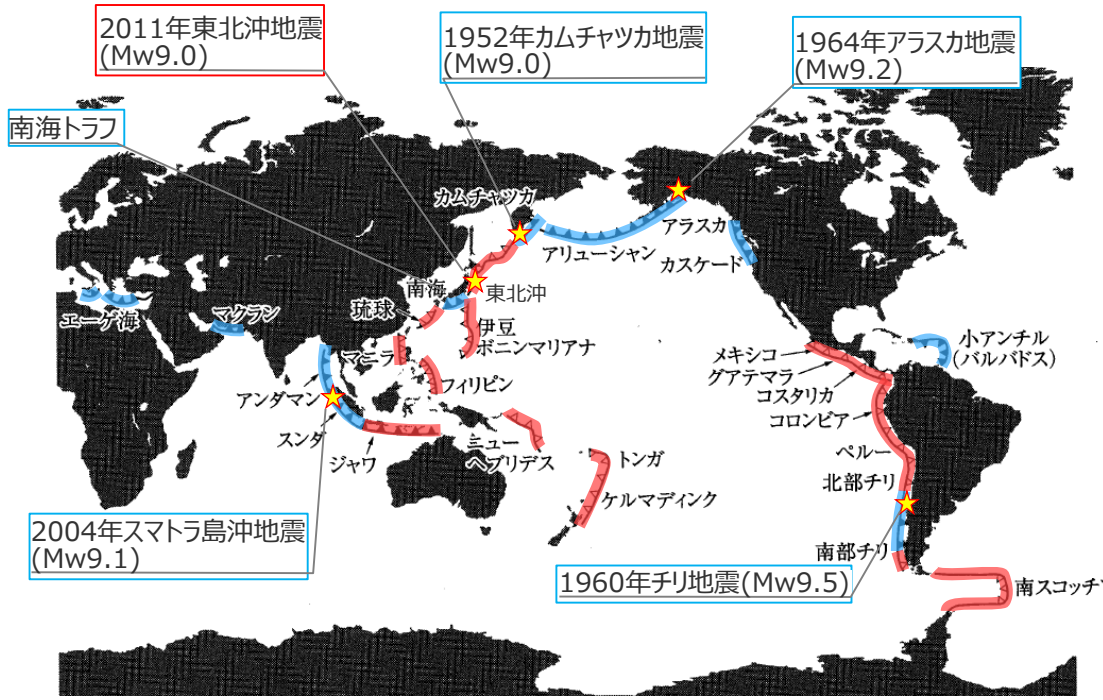
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

（調査概要：国内外の沈み込み帯の海溝軸付近の構造の特徴）

第615回資料1-1
p.72再掲

■ 国内外の沈み込み帯は、その海溝軸付近の構造の特徴により、(A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とに分類される。（木村・木下(2009)、Bilek(2010)等）
■ (A) 付加作用が卓越する沈み込み帯と(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは付加体の発達度合いが異なり、その違いはプレートの衝突速度、上盤プレートの形状等、沈み込み帯の構造運動の状況の違いと関係しているとされる。（Clift and Vannucchi(2004)）
■南海トラフは付加作用が卓越する沈み込み帯に、東北沖は造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯に分類されている。



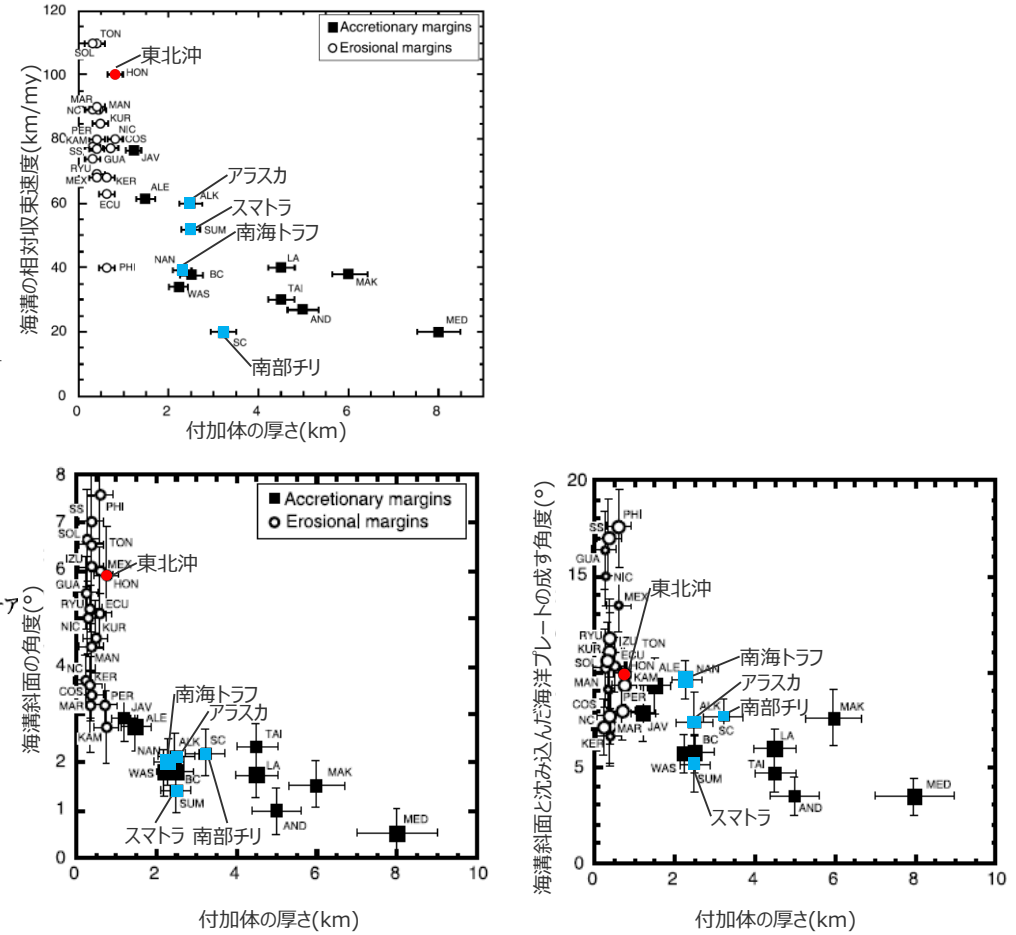
：(A)付加作用の卓越する沈み込み帯
：(B)造構性浸食作用が卓越する沈み込み帯

：Mw9クラスの巨大地震

巨大地震の震源と規模は1900年以降、Mw9以上
USGS（https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/）

（木村・木下(2009)、Bilek (2010)を基に作成）

国内外の沈み込み帯の分類と巨大地震



（Clift and Vannucchi(2004)を基に作成）

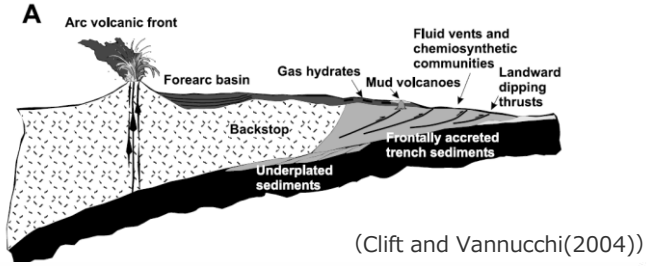
付加体の厚さ、プレートの衝突速度、浅部の形状等の関係

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

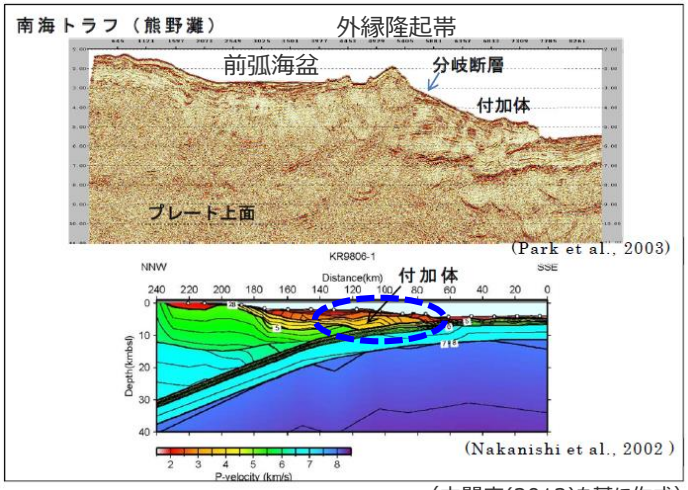
浅部の破壊形態に関する調査

（調査概要：国内外の沈み込み帯の海溝軸付近の構造の特徴）

■ (A)付加作用が卓越する沈み込み帯では、海洋プレート上の堆積物がはぎ取られながら沈み込み、海溝軸付近において付加体が形成されている。
付加作用が卓越する南海トラフの構造断面からは、P波速度3～4.5km/sの低速度の付加体が海溝軸付近に幅広く発達し分岐断層の存在が確認されている。
■ 一方、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯では、陸側プレートが沈み込む海洋プレートにより侵食されるため、海溝軸付近において付加体は未発達。
造構性侵食作用が卓越する東北沖の構造断面からは、P波速度5～6km/sの比較的高速度の島弧地殻が海溝軸付近まで分布することが確認される。
（Clift and Vannucchi(2004)、内閣府(2012)等）

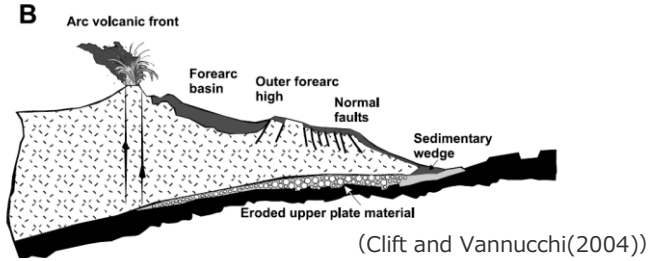


（Clift and Vannucchi(2004)）

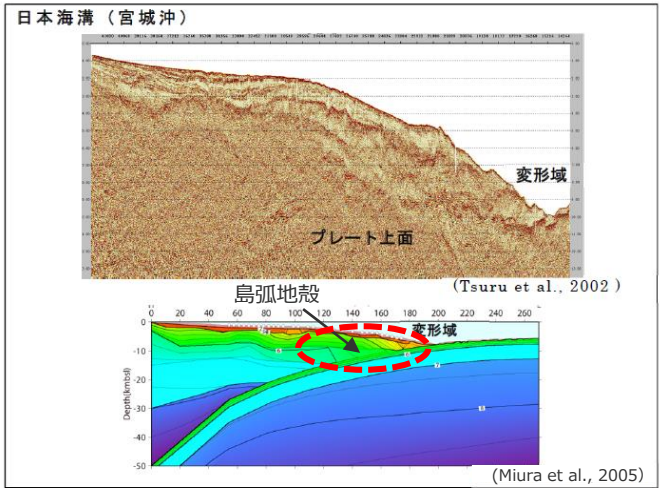


（内閣府(2012)を基に作成）

（A)南海トラフ：付加作用の卓越する沈み込み帯



（Clift and Vannucchi(2004)）



（内閣府(2012)を基に作成）

（B)東北沖：造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯

国内外の沈み込み帯の分類と浅部の構造

■ (A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは、海溝軸付近の構造が異なり、沈み込み帯の構造等の違いは浅部の破壊形態に影響を与える可能性がある。
■ そこで、海溝軸付近の構造等が詳細に調査されている南海トラフと東北沖を中心として、浅部の構造等に関する知見を収集し、浅部の破壊形態について検討した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査
（浅部の破壊形態に関する調査の概要）

第615回資料1-1
p.74再掲

浅部の破壊形態に関する調査

■ 沈み込み帯の構造等が詳細に調査されている南海トラフと東北沖を中心として、浅部の構造等に関する知見を収集し、以下の項目に整理した。
■ その結果、(A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは、地震時における浅部のすべり挙動が異なると考えられることを確認した。
■ 以降では、各知見について示したのち、それらを踏まえた浅部の破壊形態の検討結果を示す。

(1)海溝軸付近の構造

(2)海溝軸付近の固着状況

(3)海溝軸付近の断層すべり

(4)動力学解析による海溝軸付近のすべり挙動

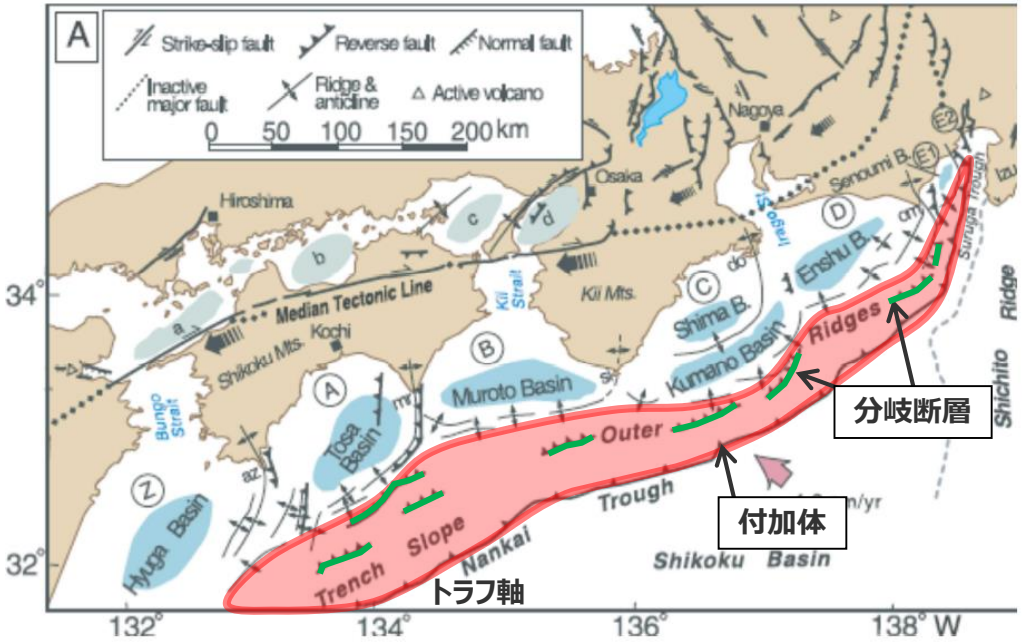
(5)海溝軸付近の断層間物質

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

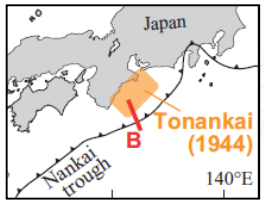
(1)海溝軸付近の構造(A：南海トラフ)

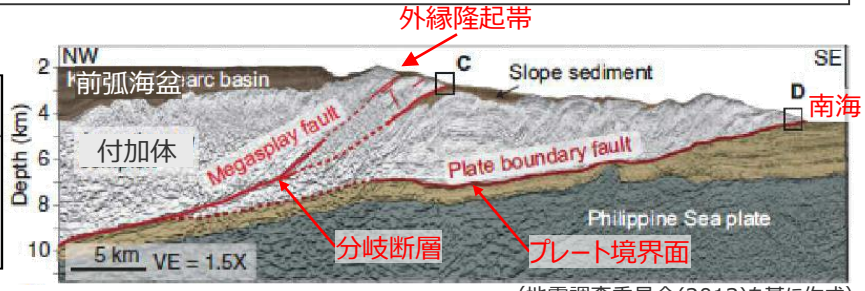
- 南海トラフ陸側における特徴的な地形は、前弧海盆と付加体であり、南海トラフの陸側には複数の前弧海盆が発達する。これらの前弧海盆は、足摺岬、室戸岬、潮岬、大王崎等の海岸線の南への張り出しによって分断されている。
- 前弧海盆は、海側の下部大陸斜面の付加体と外縁隆起帯によって境されている。付加体内にはトラフ軸に平行な多数の活断層が発達しており、これらの活断層は、分岐断層としてプレート境界でのすべりに伴う副次的な活動が海底面に出現しているものと考えられている。（地震調査委員会(2013)）
- 内閣府(2012)では「南海トラフは、日本海溝とは異なり、付加体が発達し、分岐断層が明瞭に確認されている。津波地震を発生させる可能性のある断層として、南海トラフでは、深さ10kmからトラフ軸までのプレート境界面の断層のみではなく、深さ10km付近から海底に向けてプレート境界面の傾きよりも急角度で延びる分岐断層がある。」としている。



（Wells et al.(2003)を基に作成）

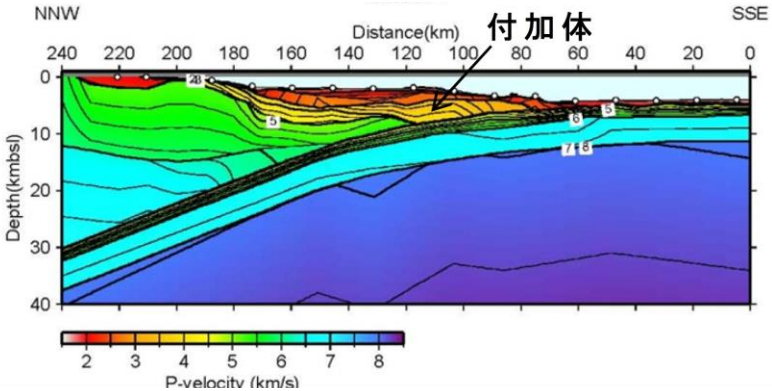
南海トラフ沿いの地質構造





（地震調査委員会(2013)を基に作成）

南海トラフの反射断面（左図B断面）



（Nakanishi et al.(2002)に基づく、内閣府(2012)）

南海トラフのP波速度構造（左図B断面）

- プレート間地震の浅部の破壊形態として、断層破壊が、プレート境界面浅部へ伝播する形態と、分岐断層へ伝播する形態が挙げられる。
- 付加作用が卓越する南海トラフでは、これらの破壊形態は、いずれも低速度の付加体が分布する深さ10km以浅の領域の破壊形態である。

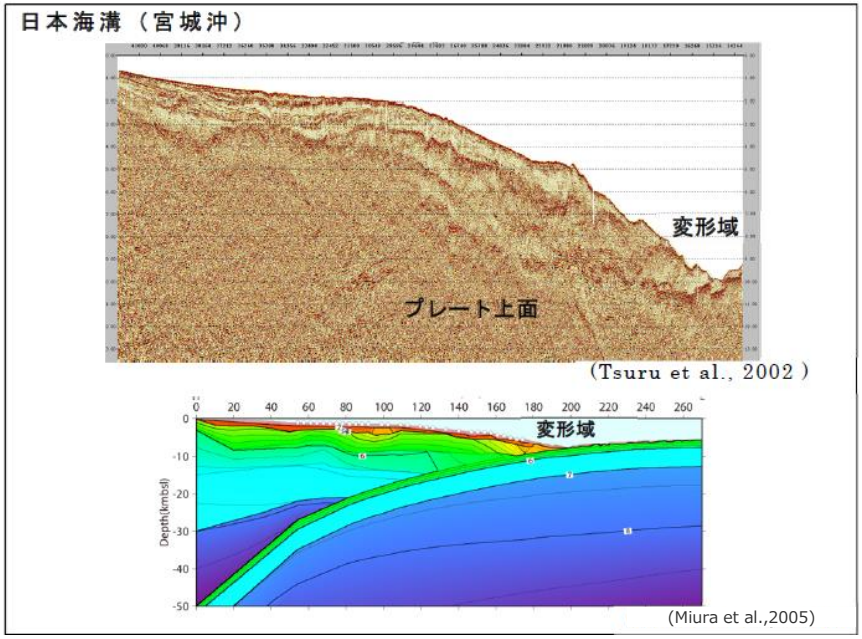
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(1)海溝軸付近の構造（B：東北沖）

第615回資料1-1
p.76再掲

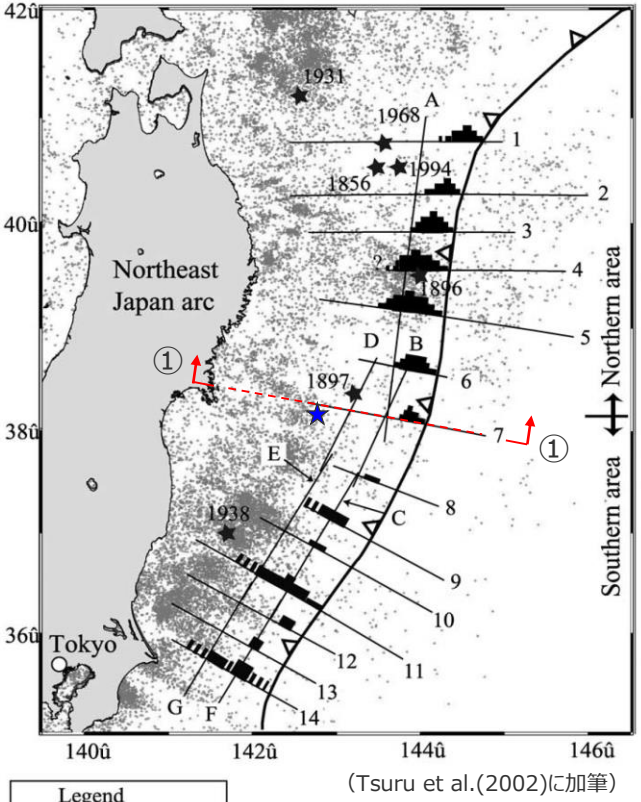
■ 造構性侵食作用の卓越する東北沖の構造は、海溝軸付近まで島弧地殻が分布し、付加体の幅は狭いとされる。
また、付加体の幅は海溝軸に沿って変化し、東北沖地震で大きなすべりが生じた地域で最も狭くなっているとされる。（長谷川(2015)、Tsuru et al.(2002)）
■ 構造探査からは、南海トラフで確認されるような付加体内に枝分かれして海底面へ延びる分岐断層の存在は確認されていない。



（内閣府(2012)を基に作成）

日本海溝の反射断面及びP波速度構造（右図①断面）

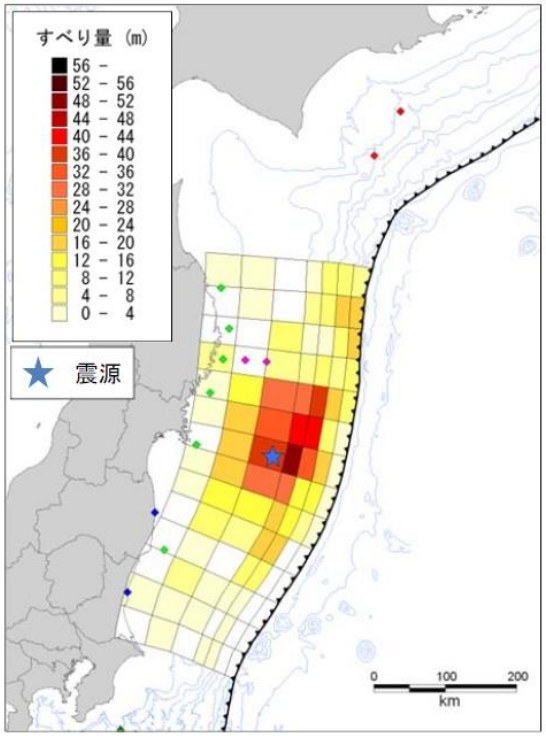
長谷川(2015)
・海溝軸から陸側に25 km程度までは上盤プレートはP波速度3 km/s未満の付加プリズムであり、上盤プレートがP波速度5.5 km/s以上になるのは海溝軸からおよそ32 kmである。この付加プリズムの幅は、海溝軸に沿って変化し、この地域で最も狭くなっている（Tsuru et al.(2002)）。



（Tsuru et al.(2002)に加筆）

---- 内閣府(2012)抽出断面
★ 2011年東北沖地震震源

日本海溝の付加体厚さ分布



（内閣府(2012b)）

2011年東北沖地震のインバージョン結果に基づく波源モデル

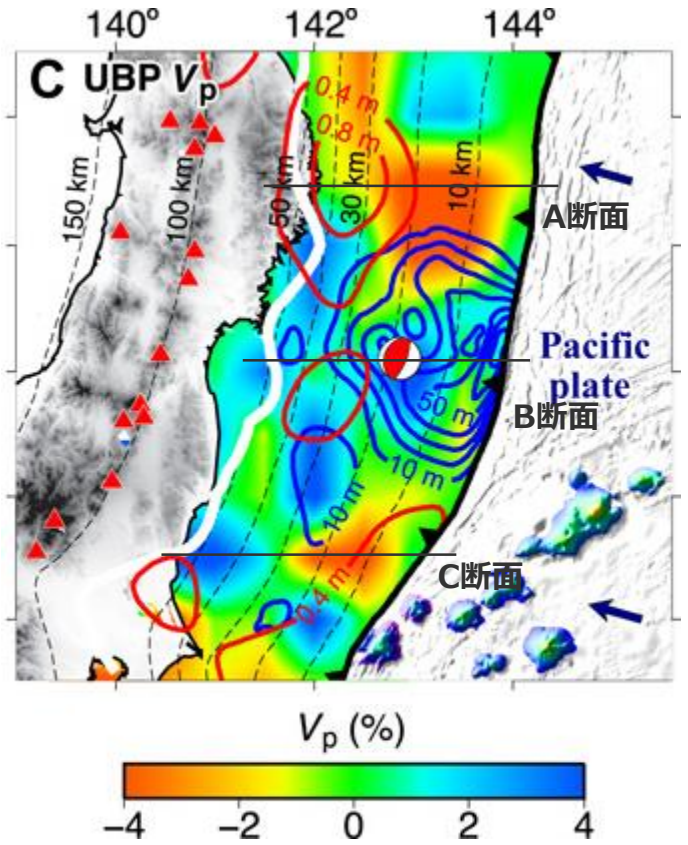
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(1)海溝軸付近の構造（B：東北沖）

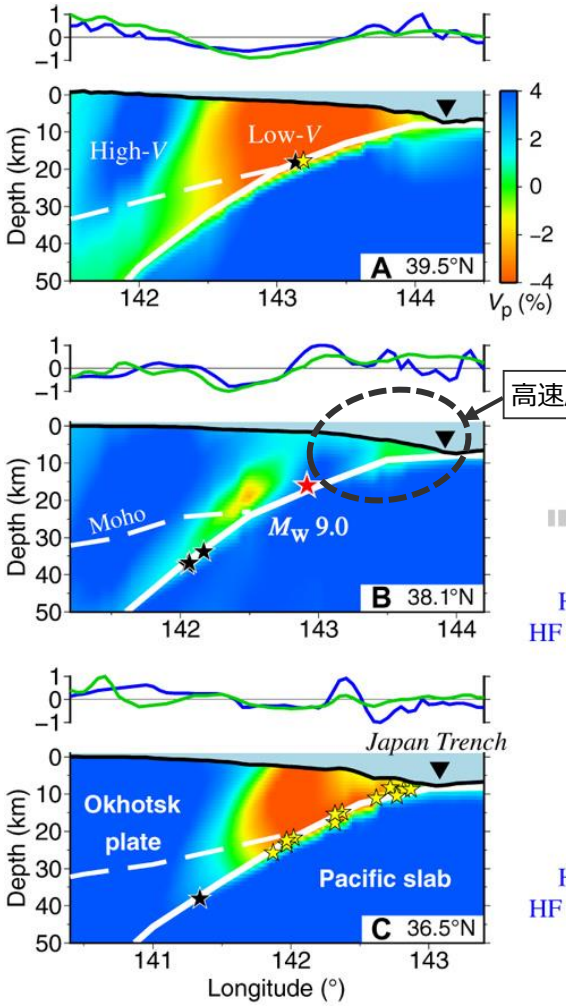
第615回資料1-1
p.77再掲

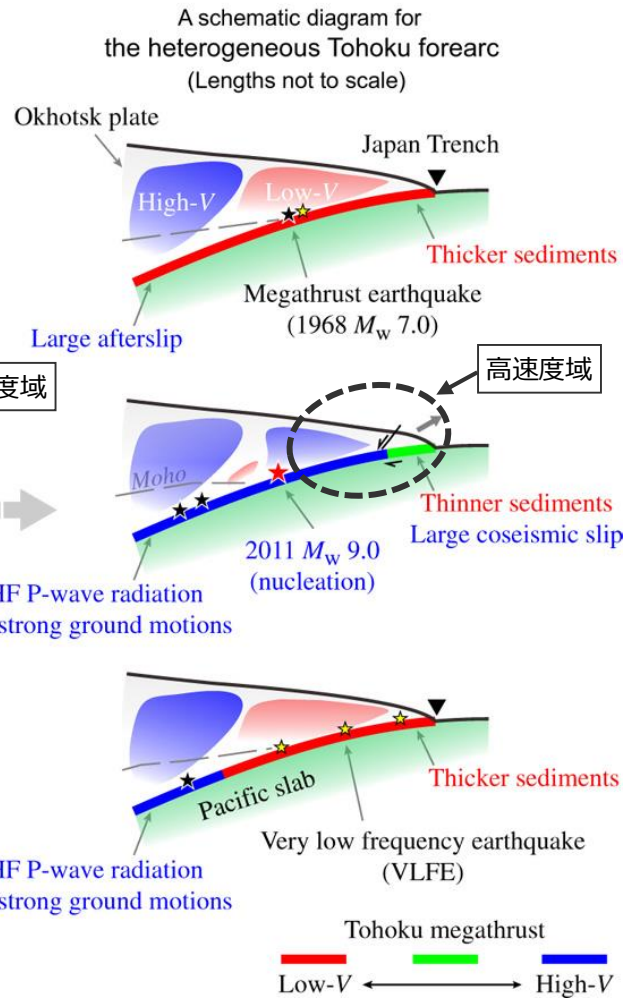
■Liu and Zhao(2018)では、東北沖の地震波トモグラフィーの結果、東北沖地震において大きなすべりが発生した宮城県沖に顕著な高速度域があることを確認し、プレートの高速度で固い構造と東北沖地震の大きなすべりの発生には関連があるとしている。



（Liu and Zhao(2018)を基に作成）

プレート境界面上のP波速度分布





2011年東北沖地震の速度分布とそのイメージ

（Liu and Zhao(2018)を基に作成）

■ 東北沖では、海溝軸付近に比較的高速度の島弧地殻が分布し、このことが東北沖地震時のプレート境界面浅部での大きなすべりに関連していると考えられる。

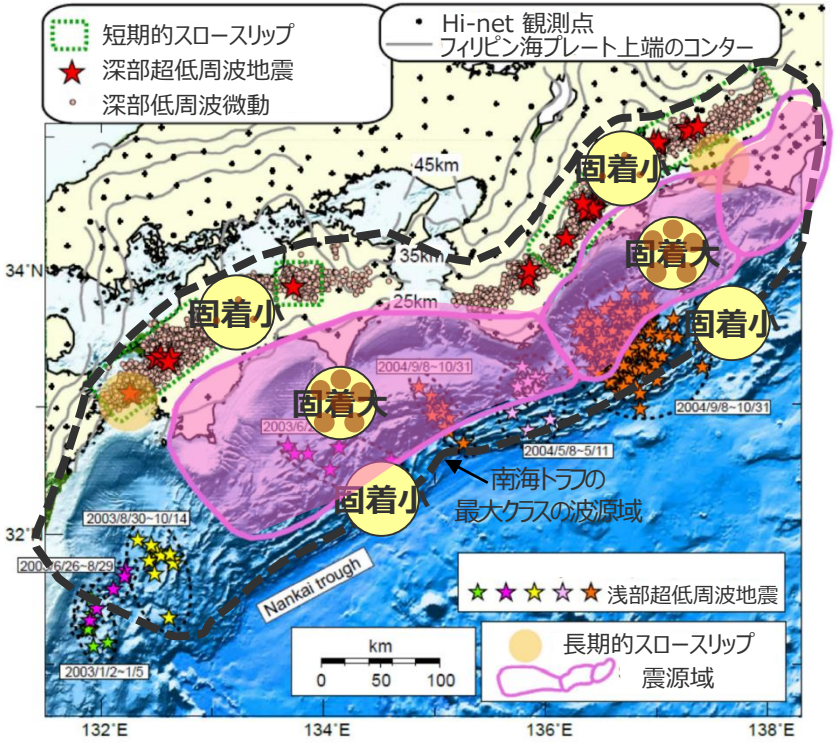
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(2)海溝軸付近の固着状況（A：南海トラフ）

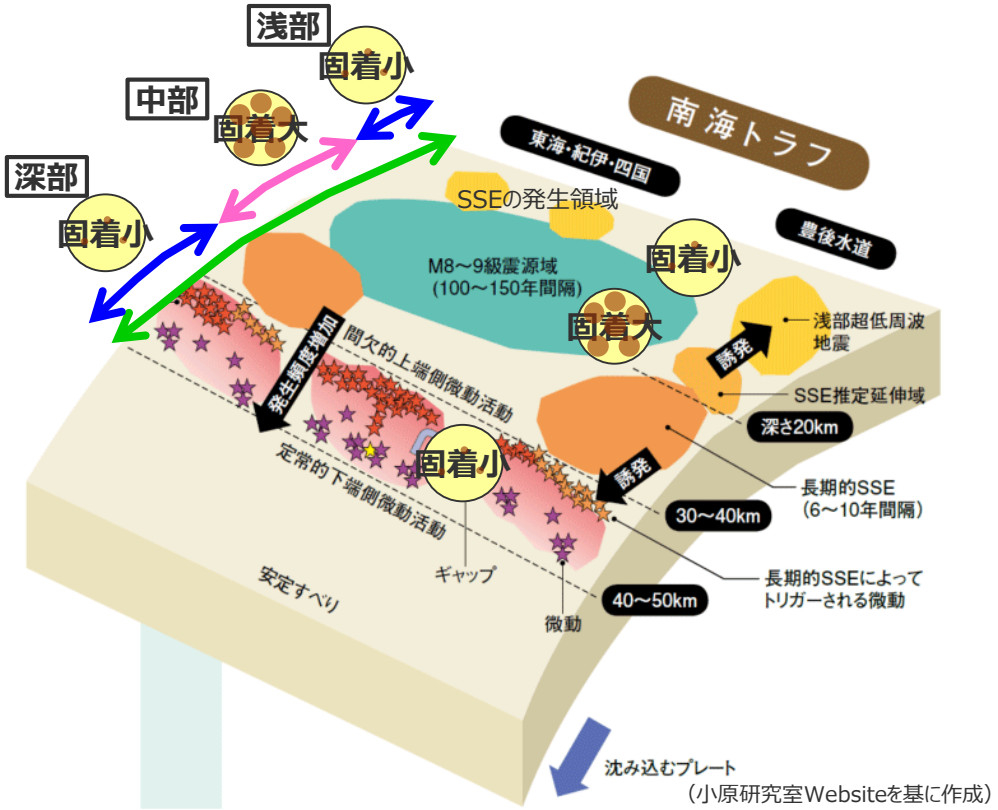
■ 南海トラフの固着状況について、既往地震の波源域と対応するとされる固着域（深さ約10～約30km）より浅部及び深部の領域では、低周波振動現象が繰り返していることが観測されており、低周波振動現象により固着が小さくなっていることが確認されている。（地震調査委員会(2013)、小原(2009)、Araki et al.(2017)等）

領域		深さ	固着係数	発生イベント
プレート境界	浅部	約10km以浅	小	低周波振動現象（超低周波地震、低周波微動、スロースリップ）
	中部	約10～30km	大	既往地震の震源域
	深部	約30km以深	小	低周波振動現象（超低周波地震、低周波微動、スロースリップ）



(地震調査委員会(2013)を基に作成)

深部低周波振動現象の発生分布と固着状況



(小原研究室Websiteを基に作成)

西南日本における低周波振動現象と固着域の関係の模式図

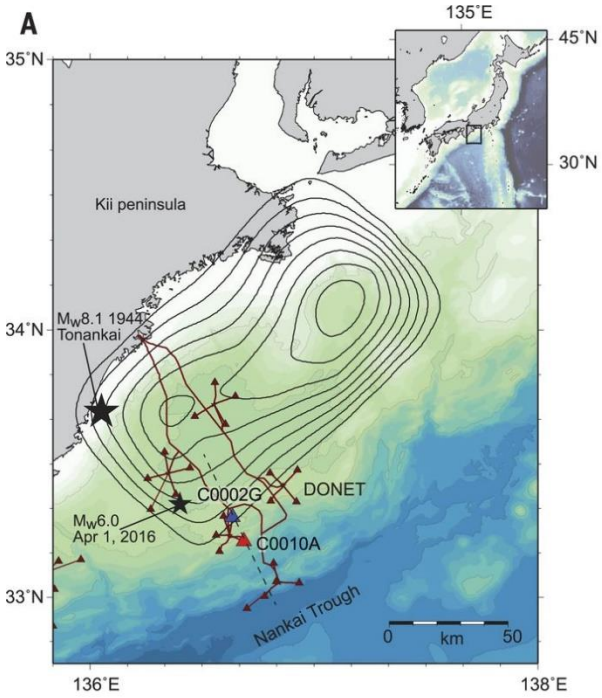
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

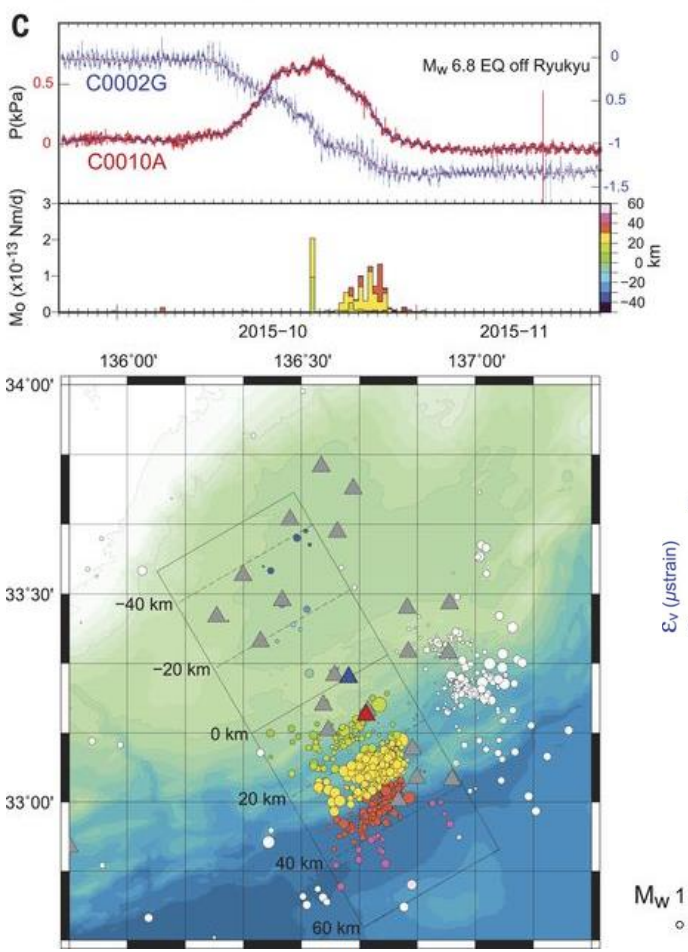
(2)海溝軸付近の固着状況（A：南海トラフ）

第615回資料1-1
p.79再掲

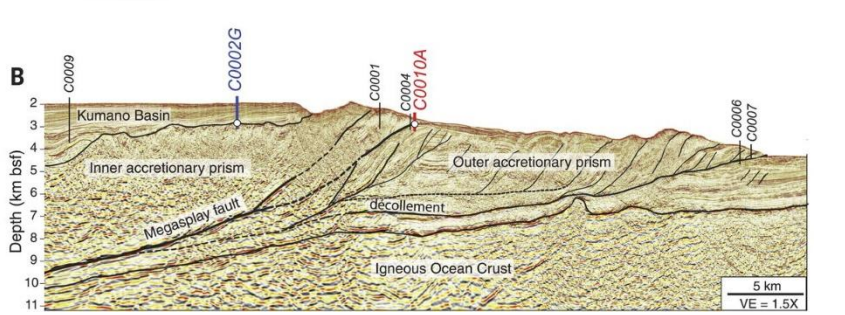
■ Araki et al.(2017)では、南海トラフの掘削孔内およびDONET（地震・津波観測監視システム）の連続観測データに基づいた解析によって、海溝軸近くの領域では、繰り返し発生しているスロースリップイベントによって頻繁に蓄積されたひずみが解放されているとしている。



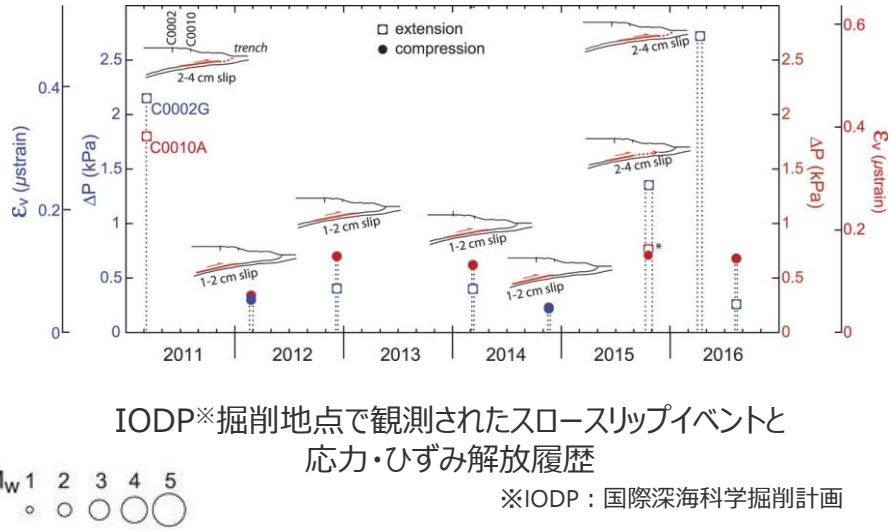
DONETおよびIODP※掘削地点の位置



2015年10月スロースリップイベントにおける
掘削地点での間隙水圧と低周波微動記録



IODP※掘削地点の断面図



IODP※掘削地点で観測されたスロースリップイベントと
応力・ひずみ解放履歴

※IODP：国際深海科学掘削計画

（Araki et al.(2017)）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(2)海溝軸付近の固着状況（A：南海トラフ）

第570回資料1
p.40再掲

- Ito and Obara(2006b)では、紀伊半島沖の南海トラフの浅部に分布する付加体内部で発生した超低周波地震を対象に応力降下量を求めている。
- この解析結果によると、超低周波地震の応力降下量は0.1～10kPaであり、通常の地震の0.1～1%であるとしている。また、超低周波地震の極端に小さい応力降下量は、付加体内部の断層強度が、衝上断層系内に存在する流体が原因で弱まっている可能性があることを示唆するとしている。

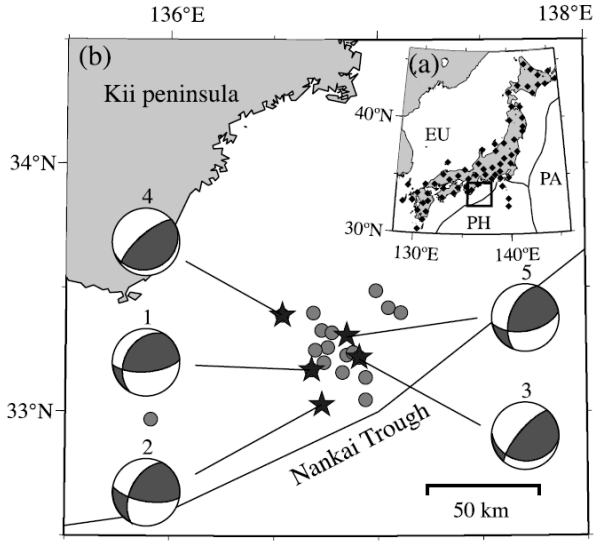


Table 1. Source Parameters of the VLF Earthquakes Observed for a Slightly Distinct *P* Wave

ID	Centroid Time, UT	Lat, °N	Lon, °E	Depth, km	Mw	Moment, Nm	*fc*, Hz	Stress Drop, kPa
1	2004/09/12 16:44:17	33.17	136.68	2	3.8	5.517×10^{14}	0.11	0.1–0.8
2	2004/09/16 15:35:21	33.03	136.73	3	3.9	1.029×10^{15}	0.08	0.07–0.6
3	2004/09/18 04:17:59	33.22	136.91	4	3.9	8.406×10^{14}	0.18	0.6–5
4	2004/09/20 05:18:38	33.39	136.54	3	4.1	1.569×10^{15}	0.10	0.2–2
5	2004/09/20 05:59:27	33.31	136.85	2	3.7	3.841×10^{14}	0.24	0.7–6

紀伊半島沖で発生した浅部超低周波地震の応力降下量

(Ito and Obara(2006b))

- 南海トラフの海溝軸付近は、付加体が分布する領域であり、応力を蓄積しにくい領域と考えられる。

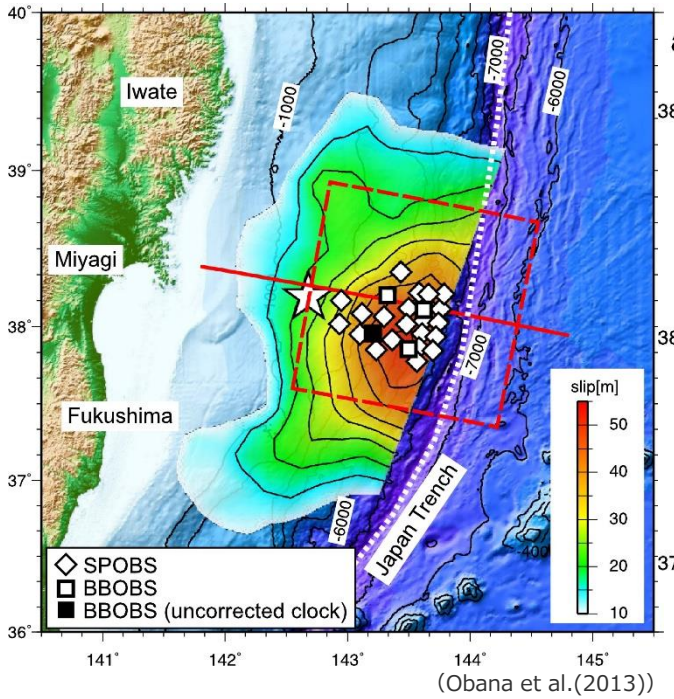
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(2)海溝軸付近の固着状況（B：東北沖）

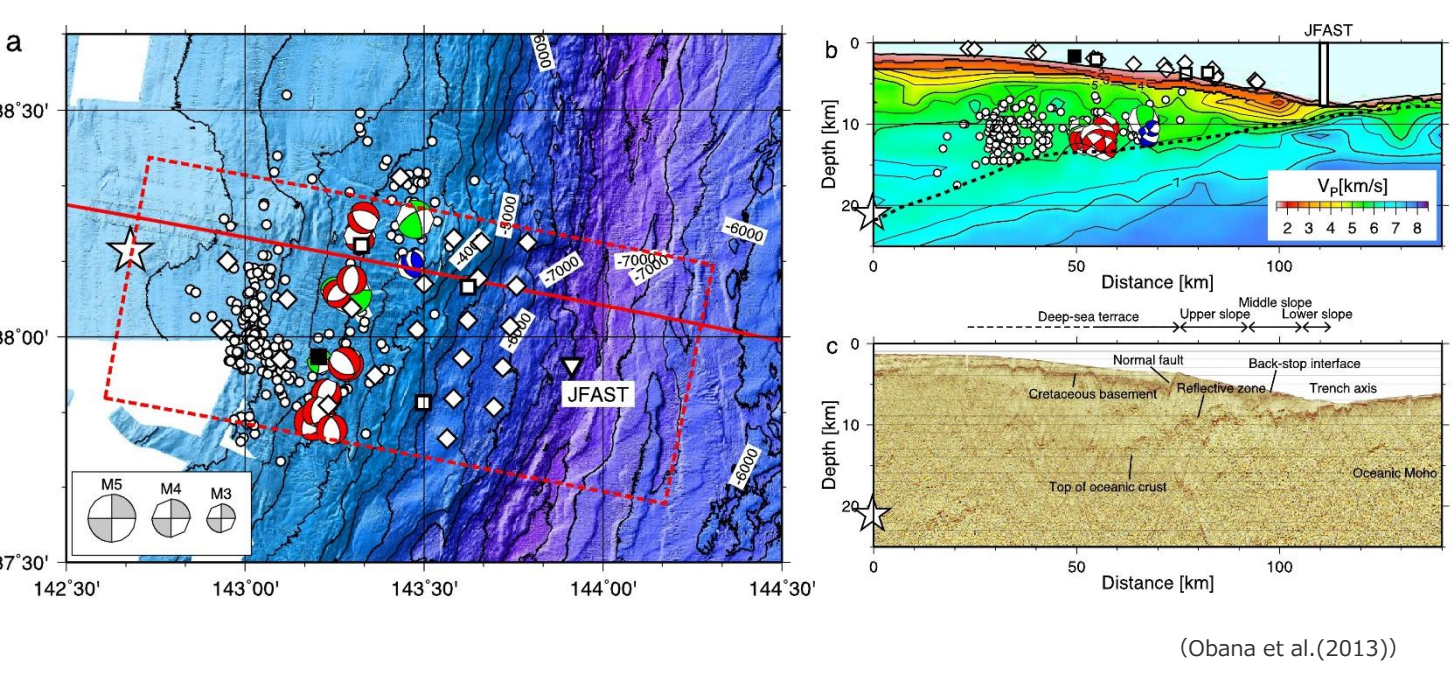
第615回資料1-1
p.81再掲

■ 東北沖の海溝軸付近の固着状況について、東北沖地震後に密に設置した海底地震計で求めた精密な余震分布によると、東北沖の海溝軸付近では、南海トラフと異なり、比較的海溝軸付近においても通常の地震が発生している。（長谷川(2015)、Obana et al.(2013)）



(Obana et al.(2013))

海底地震計の位置と10m以上のすべり量分布



(Obana et al.(2013))

2011年東北沖地震の震源と島弧地殻の震源メカニズム解

■ 東北沖の海溝軸付近は、島弧地殻が分布する領域であり、応力を蓄積しやすい領域と考えられる。

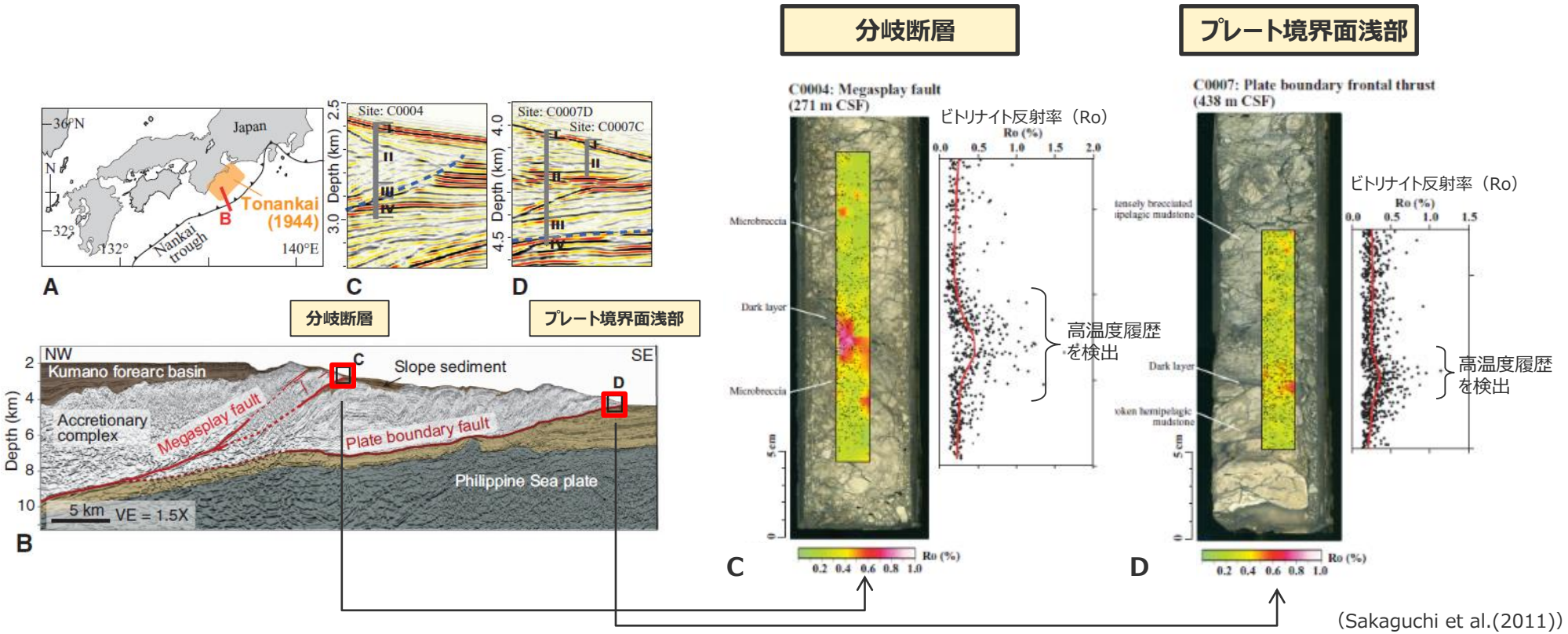
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(3)海溝軸付近の断層すべり　(A：南海トラフ)

第615回資料1-1
p.82再掲

- Sakaguchi et al.(2011)は、南海トラフの分岐断層の位置およびプレート境界面浅部で採取されたボーリング試料の熱変質物質（ビトリナイト）の分析を実施している。
- その結果、どちらの試料からも断層すべりによると考えられる高温度履歴を検出し、分岐断層およびプレート境界面浅部が地震時に活動している可能性があるとしている。



(Sakaguchi et al.(2011))

○ビトリナイト反射率

・石炭を構成する有機質の一種であるビトリナイトの反射光線下における反射率。
反射率が大きいほど、その地点のビトリナイトがより高温にさらされたことを意味する。

・ビトリナイトは最大の温度上昇イベントを記録する性質があり、最大の温度上昇イベントはその他の繰り返しの低い温度上昇イベントの大部分を上書きするとされる。
(Sakaguchi et al.(2011),Hamada et al.(2015))

ボーリング試料のビトリナイト反射率（Ro）分布

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

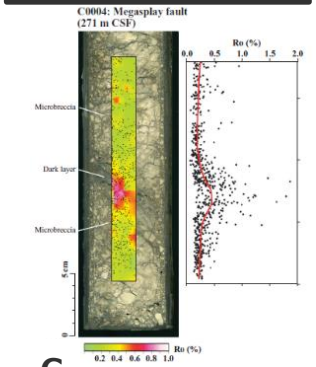
浅部の破壊形態に関する調査

(3)海溝軸付近の断層すべり　(A：南海トラフ)

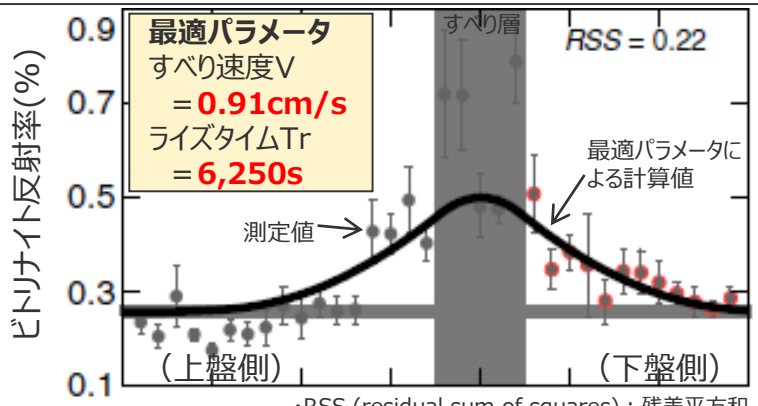
第717回資料1-2
p.222再掲

■ Hamada et al.(2015)は、前述のSakaguchi et al.(2011)により得られたビトリナイト分布の定量的解析を実施し、過去の断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定している。
■ Hamada et al.(2015)によると、「ビトリナイトは、最大の温度上昇イベントを記録する性質がある」とされ、「解析の結果は、どちらの断層においても、数mm/s～数cm/sオーダーのすべり速度と、1,000sオーダーのライズタイム、数十mのすべり量を持つすべり挙動をもつことを示している。この南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりの特徴は、沈み込み帯の通常の大地震と比べて、非常にゆっくりとしたすべり速度、長いライズタイム、大きなすべり量であることを示唆している。」としている。

分岐断層

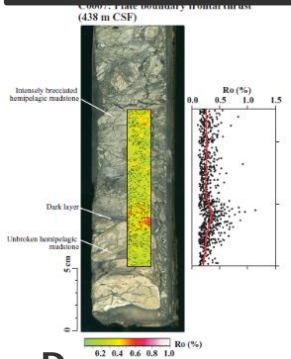


C

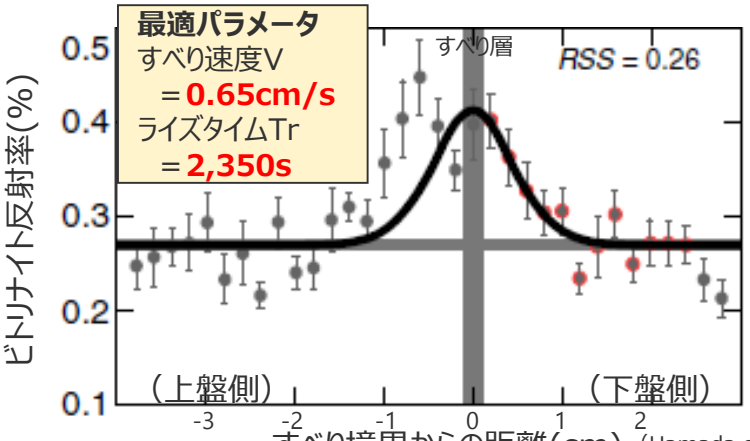


・RSS (residual sum of squares)：残差平方和

プレート境界面浅部



D



（Hamada et al.(2015) を基に作成）

ビトリナイト反射率（Ro）分布の測定値とライズタイム等の算定

Hamada et al.(2015)
・南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部で得られたボーリングコアに含まれる熱変質物質（ビトリナイト）分布の定量的解析を行い、過去の断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定。
・解析の結果は、どちらの断層においても、数mm/s～数cm/sオーダーのすべり速度と、1,000sオーダーのライズタイム、数十mのすべり量を持つすべり挙動をもつことを示している。
・この南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりの特徴は、沈み込み帯の通常の大地震と比べて、非常にゆっくりとしたすべり速度、長いライズタイム、大きなすべり量であることを示唆している。
・この南海トラフのトラフ軸付近の断層すべりの特徴は、通常の地震性すべりと比べてゆっくりで長く、速めの余効変動と調和的であるとしている。

○ビトリナイト反射率
・石炭を構成する有機質の一種であるビトリナイトの反射光線下における反射率。反射率が大きいほど、その地点のビトリナイトがより高温にさらされたことを意味する。
・ビトリナイトは最大の温度上昇イベントを記録する性質があり、最大の温度上昇イベントはその他の繰り返しの低い温度上昇イベントの大部分を上書きするとされる。

（Sakaguchi et al.(2011),Hamada et al.(2015)）

・文献の詳細については6-2を参照

■ 南海トラフのプレート境界面浅部および分岐断層では、過去に大きな津波発生の要因となる断層すべりは発生していないことを示す知見と考えられる。

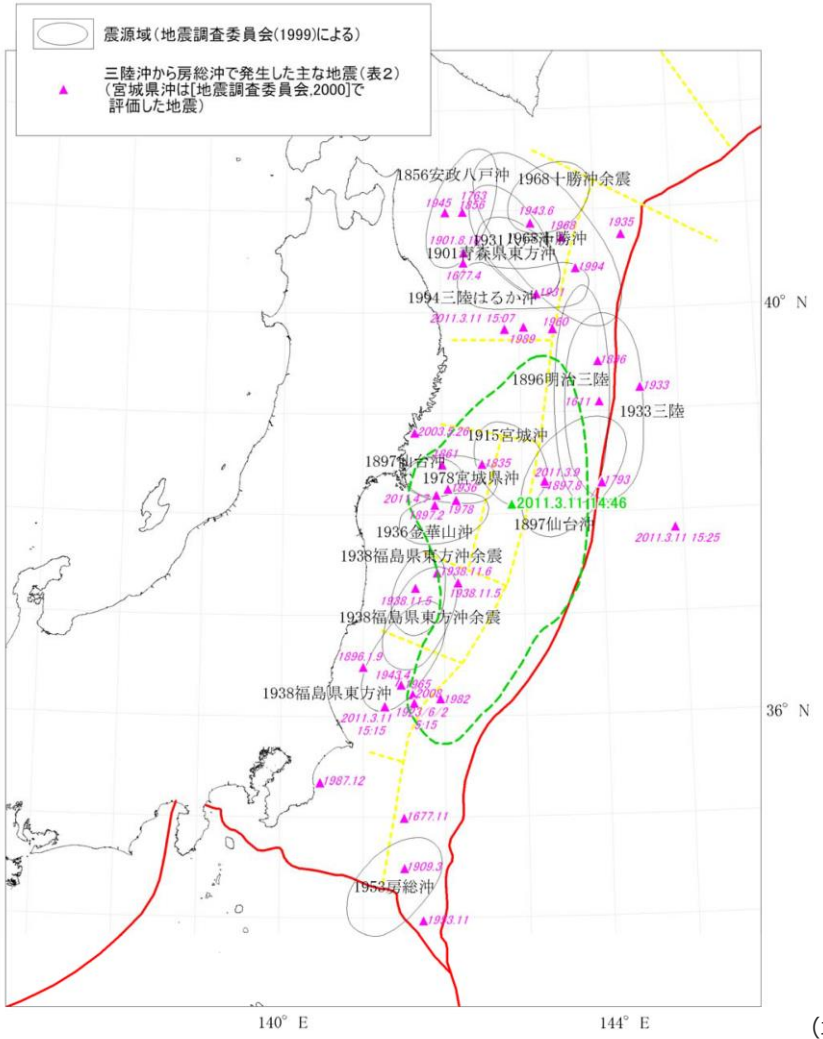
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

(3)海溝軸付近の断層すべり　（B：東北沖）

第615回資料1-1
p.84再掲

■東北沖では、南海トラフと異なり、海溝軸付近のプレート境界面浅部で大きな断層すべりの発生が確認されている。



（地震調査委員会(2011)）

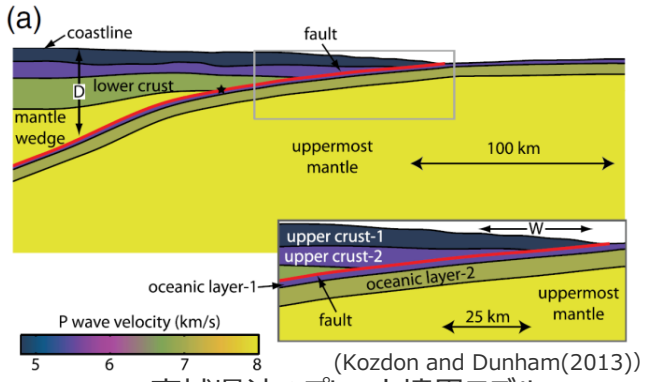
三陸沖から房総沖にかけての主な地震と主な震源域

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

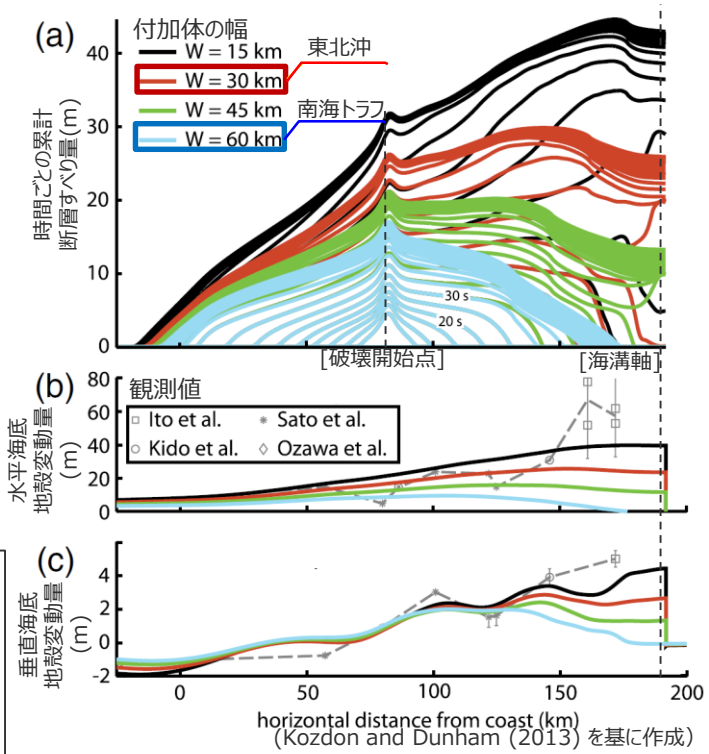
（4）動力学解析による海溝軸付近のすべり挙動(A：南海トラフ、B：東北沖)

- 動力学解析からは、付加体の幅の違いがすべり挙動に影響を与えることが示されている。
- Kozdon and Dunham(2013)は、プレート境界モデルの付加体の幅を変えて二次元動的破壊シミュレーションを実施。
  その結果から、付加体の幅が広い場合にはプレート境界面浅部のすべりは抑制され、付加体の幅が狭い場合にはプレート境界面浅部のすべりは促進されるとしている。
- また、奥村・後藤(2013)では、プレート境界モデルおよび分岐断層モデルによる二次元動的破壊シミュレーションを実施。
  その結果、分岐断層へ破壊が伝播する形態では、プレート境界面浅部へ破壊が伝播する形態とは破壊に伴う応力変化が異なり、プレート境界面浅部へ破壊が伝播する形態と比べて海溝軸付近のすべりが抑制されることを確認している。



(Kozdon and Dunham(2013))

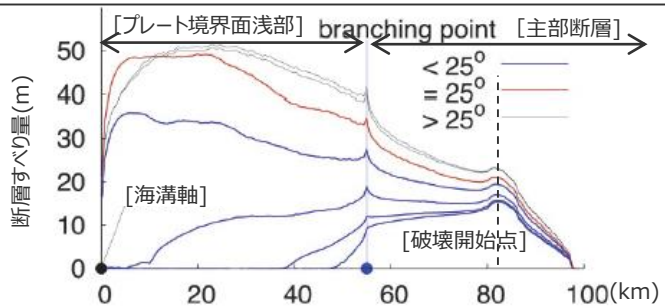
宮城県沖のプレート境界モデル
（二次元動的破壊シミュレーションモデル）



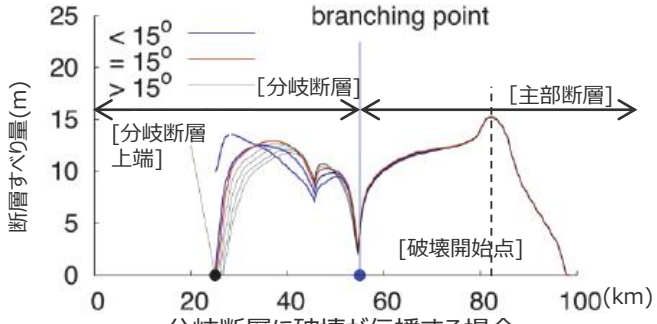
(Kozdon and Dunham (2013) を基に作成)

付加体の幅W
東北沖：約30km
南海トラフ：約60km
（速度構造断面から読み取り）

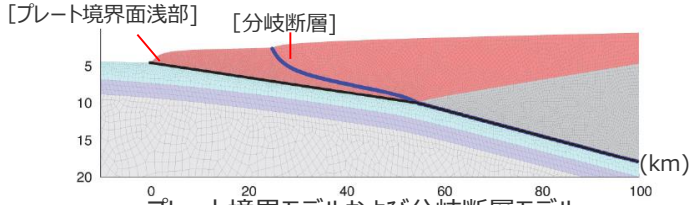
動的破壊シミュレーションによる付加体の幅と
断層すべり量、水平・上下変位の関係



プレート境界面浅部に破壊が伝播する場合



分岐断層に破壊が伝播する場合



プレート境界モデルおよび分岐断層モデル

(奥村・後藤(2013)を基に作成)

動的破壊シミュレーションによるすべり量の比較

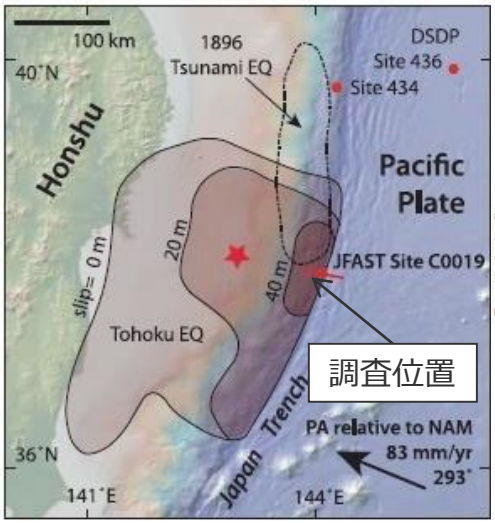
- Kozdon and Dunham(2013)
  宮城県沖の地震波速度構造を模したプレート境界モデルを用いて二次元動的破壊シミュレーションを実施し、付加体の幅が広い場合は、プレート境界面浅部のすべりは主部断層よりも抑制される。一方、付加体の幅が狭い場合には、プレート境界面浅部のすべりは主部断層よりも促進されるとしている。
- 奥村・後藤(2013)
  南海トラフの熊野灘沖を模したプレート境界モデルおよび分岐断層モデルを用いて二次元動的破壊シミュレーションを実施し、主部断層の破壊が分岐断層へ伝播する形態では、主部断層の破壊がプレート境界面浅部へ伝播する形態よりも、海溝軸付近のすべりが小さくなることを確認。これは、プレート境界面浅部は引っ張り側のクラック、分岐断層は圧縮側のクラックに分類され、すべりの発達に伴いプレート境界面浅部の場合は法線応力が低下する傾向、分岐断層の場合は法線応力が増加する傾向となることが要因と分析している。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査

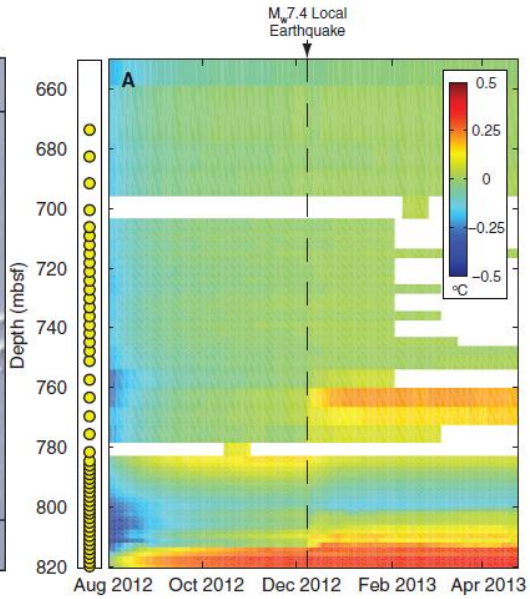
(5)海溝軸付近の断層間物質(A：南海トラフ、B：東北沖)

■ Ujiie et al.(2013)では、南海トラフ及び東北沖の海溝軸付近のボーリング試料の材料分析及び高速摩擦実験結果の比較を実施した。
■ その結果、東北沖の海溝軸付近の断層間物質は透水性が低いスメクタイトが主体であること、東北沖の断層間物質の動摩擦係数が南海トラフのものに比べて小さいことを確認し、東北沖は南海トラフに比べてプレート境界面浅部で大きなすべりを起こしやすいとしている。



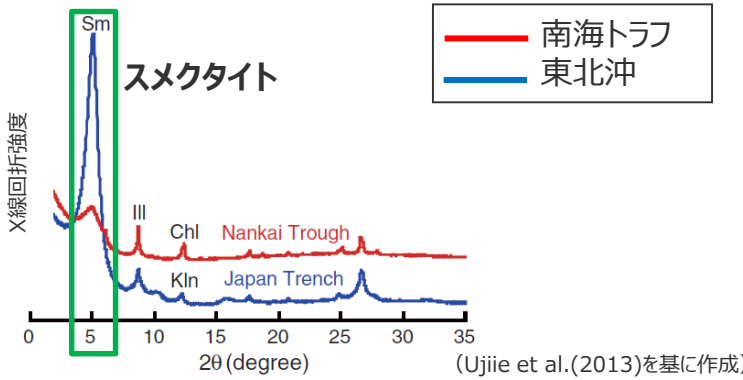
（Chester et al.(2013)を基に作成）
※コンターは地震時のすべり量

JFASTによる海底掘削調査位置
（JFAST：東北地方太平洋沖地震調査掘削）



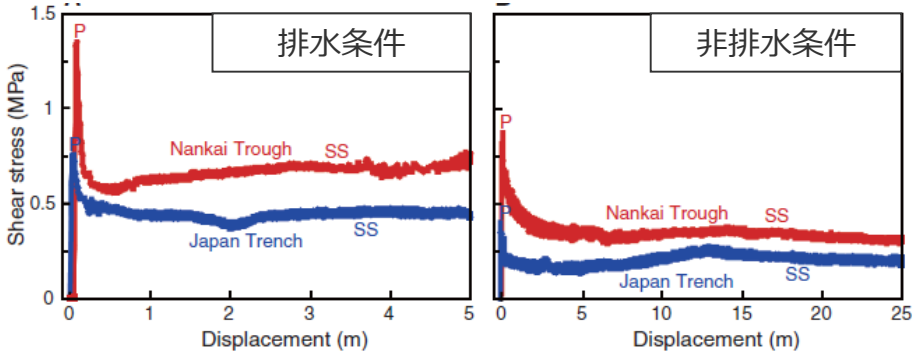
（Fulton et al.(2013)を基に作成）
※黄色の点は温度測定地点

東北沖における温度観測結果



（Ujiie et al.(2013)を基に作成）

材料分析結果



高速摩擦実験結果

南海トラフと東北沖のプレート境界試料の実験結果の比較

■ Fulton et al.(2013)は、温度計アレーを掘削孔内に設置してプレート境界面浅部の温度測定を実施。
■ 残留摩擦熱の解析結果から、地震時のプレート境界面浅部における摩擦係数を、0.08程度と通常の岩石よりもはるかに小さな値であったと見積もり、断層が極めて滑りやすい状態であったとしている。

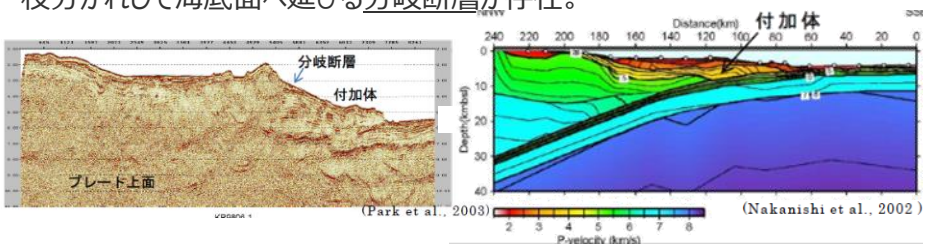
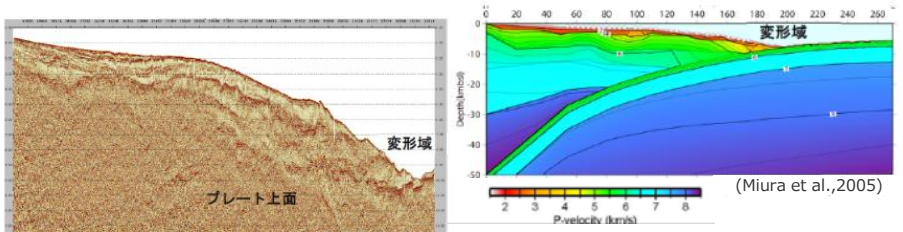
■ Ujiie et al.(2013)は、プレート境界面浅部の試料を用いて材料分析及び高速摩擦実験を実施し、南海トラフの海底掘削試料での結果と比較。
■ 東北沖のプレート境界面浅部の試料は、水を通しにくいスメクタイトを多く含むこと、地震時の摩擦係数が南海トラフのものに比べて小さいことを確認。
■ この結果から、東北沖は、南海トラフに比べて海溝軸付近で大きなすべりを起こしやすいとしている。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態に関する調査結果

第615回資料1-1
p.87再掲

■ 沈み込み帯の浅部の構造等に関する知見を収集し、浅部の破壊形態について検討を行った。
■ その結果、(A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは、地震時における浅部のすべり挙動が異なると考えられる。
■ 各項目の整理結果およびそれを踏まえた浅部の破壊形態の検討結果について以下に示す。

項目	A：南海トラフ（付加作用の卓越する沈み込み帯）	B:東北沖（造構性侵食作用の卓越する沈み込み帯）
(1)海溝軸付近の構造	・低速度の付加体が発達。 ・海溝軸へ抜けるプレート境界面浅部と、プレート境界面から付加体内に枝分かれして海底面へ延びる分岐断層が存在。  (Park et al., 2003)　(Nakanishi et al., 2002)	・比較的高速度の島弧地殻が分布し、付加体は未発達。 ・海溝軸へ抜けるプレート境界面浅部が存在。一方、付加体内に枝分かれして海底面へ延びる分岐断層は確認されない。  (Tsuru et al., 2002)　(Miura et al.,2005)
(2)海溝軸付近の固着状況	・付加体が分布する領域であり、応力を蓄積しにくい領域と考えられる。	・島弧地殻が分布する領域であり、応力を蓄積しやすい領域と考えられる。
(3)海溝軸付近の断層すべり	・プレート境界面浅部および分岐断層のボーリング試料の分析から、過去に大きな津波発生の要因となる断層すべりは発生していないことを示す痕跡が確認されている。	・地震履歴から、プレート境界面浅部で大きな断層すべりの発生が確認されている。
(4)動力学解析による海溝軸付近のすべり挙動	・付加体の幅が広いことが要因となり、プレート境界面浅部のすべりは主部断層よりも抑制される傾向にある。また、分岐断層のすべり量は主部断層よりも更に抑制される傾向にある。	・付加体の幅が狭いことが要因となり、プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも促進される。
(5)海溝軸付近の断層間物質	・南海トラフと東北沖のボーリング試料の材料分析及び高速摩擦実験の結果、東北沖は南海トラフに比べてプレート境界面浅部で大きなすべりを起こしやすいとされる。	
浅部の破壊形態に関する検討結果	・付加作用が卓越する南海トラフでは、海溝軸付近において付加体が分布し、浅部の破壊形態に応じて以下のすべり挙動が考えられる。 断層破壊がプレート境界面浅部へ伝播する形態：プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも**抑制**される 断層破壊が分岐断層へ伝播する形態：分岐断層のすべりは、主部断層よりも**抑制**される	・造構性侵食作用が卓越する東北沖では、海溝軸付近において島弧地殻が分布し、浅部の破壊形態に応じて以下のすべり挙動が考えられる。 断層破壊がプレート境界面浅部へ伝播する形態：プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも**促進**される 断層破壊が分岐断層へ伝播する形態：分岐断層のすべりは、**確認されない**

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

浅部の破壊形態の津波評価への反映

■浅部の破壊形態に関する調査結果および内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討を踏まえて、保守的に浅部の破壊形態を考慮した波源を設定した。
■ 具体的には、調査結果からは、(A)付加作用が卓越する沈み込み帯と、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯とでは、地震時における浅部のすべり挙動が異なると考えられるが、津波評価への反映にあたっては、保守的設定として(A) (B) の沈み込み帯の浅部のすべり挙動を同時に考慮してすべり量分布を設定することとし、考慮する波源を設定した。

地震時における浅部のすべり挙動（検討結果）

浅部の破壊形態に関する調査

沈み込み帯	浅部の破壊形態	
	断層破壊が プレート境界面浅部へ伝播する形態	断層破壊が 分岐断層へ伝播する形態
A：南海トラフ (付加作用が 卓越する沈み込み帯)	プレート境界面浅部のすべりは、 主部断層よりも**抑制**される ※1	分岐断層のすべりは、 主部断層よりも**抑制**される ※2
B：東北沖 (造構性侵食作用が 卓越する沈み込み帯)	プレート境界面浅部のすべりは、 主部断層よりも**促進**される ※3	分岐断層のすべりは、 **確認されない**

津波評価への反映

保守的設定 （浅部の破壊形態）	プレート境界面浅部のすべり量として、 **主部断層よりも大きな数値を設定**	分岐断層のすべり量として、 **主部断層と同じ数値を設定**
考慮する波源	**検討波源A** **断層破壊が プレート境界面浅部へ伝播する波源**	**検討波源B** **断層破壊が プレート境界面浅部・分岐断層へ伝播する波源**

○津波評価への反映方法の変更点
■浅部の破壊形態について、これまで(A)付加作用が卓越する沈み込み帯（南海トラフ）の特徴を踏まえた波源、(B)造構性侵食作用が卓越する沈み込み帯（東北沖）の特徴を踏まえた波源をそれぞれ設定していたが、浅部の破壊形態に関する調査結果および内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討を踏まえて、(A) (B)の浅部のすべり挙動の特徴を同時に考慮した波源を設定することに変更した。 ※1,2,3はそれぞれ、第509回審査会合の検討波源モデルA～Cで考慮したすべり挙動に対応。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6　検討波源モデルの津波評価の詳細

6-5　ライズタイムの設定

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討概要

第1020回資料2-2
p.442再掲

■ライズタイムに関する検討概要は以下のとおり。

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。
⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

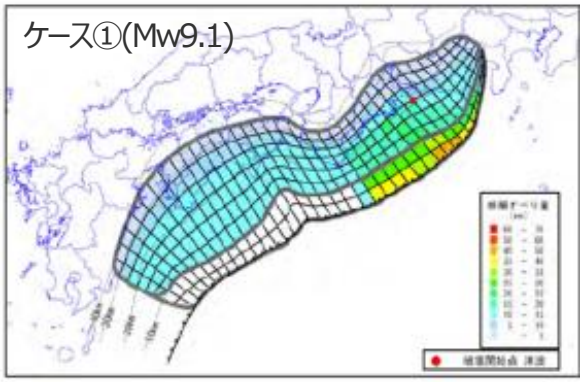
まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-5　ライズタイムの設定

内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」のライズタイムに関する記載

■内閣府(2012)は、南海トラフの最大クラスモデルのライズタイムについて、平均的に利用されている値を参考に、東北沖地震の解析結果も踏まえて、60s と設定している。
■一方で、内閣府(2012b)の東北沖地震の解析結果によると東北沖地震のライズタイムは300sと推定されており、最大クラスモデルのライズタイムを60sとする明確な根拠は示されていない。



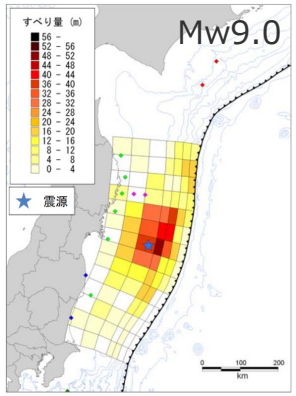
○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5 秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

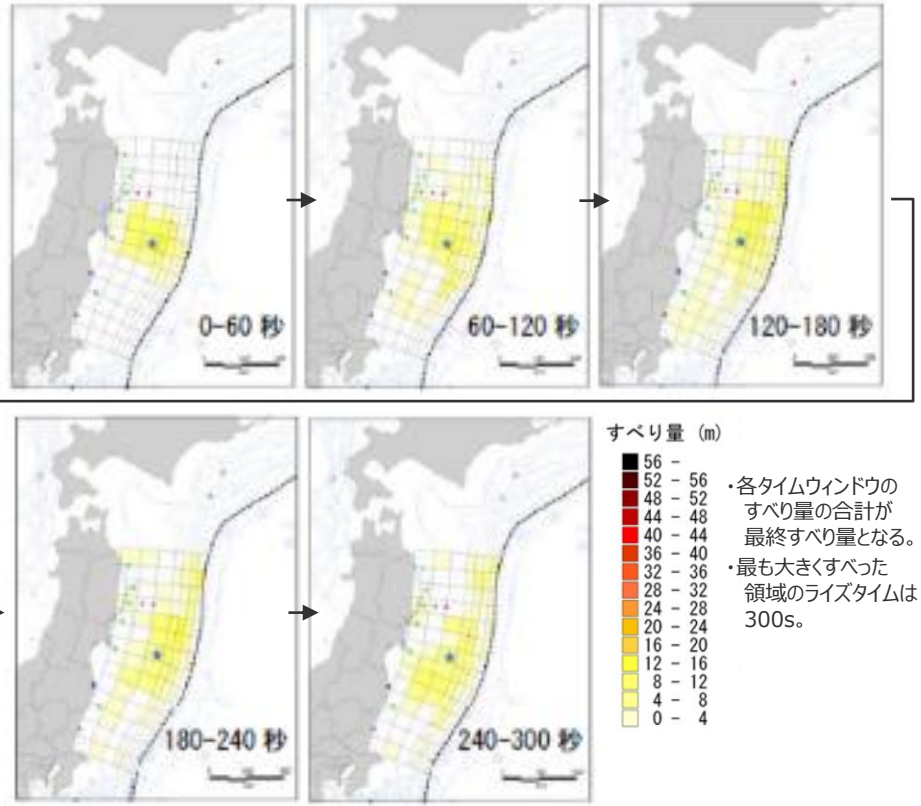
破壊速度　　：　2.5km/s
ライズタイム　：　1 分

（内閣府(2012)を基に作成）

内閣府(2012)の最大クラスモデルのライズタイム



最終すべり量



各タイムウィンドウのすべり量

（内閣府(2012b)を基に作成）

内閣府(2012b)による東北沖地震の解析結果
（津波インバージョン結果）

■津波評価におけるライズタイムに関する知見および国内外の地震・津波の事例について調査を実施し、ライズタイムの設定について検討した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見

第1020回資料2-2
p.444再掲

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150s～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

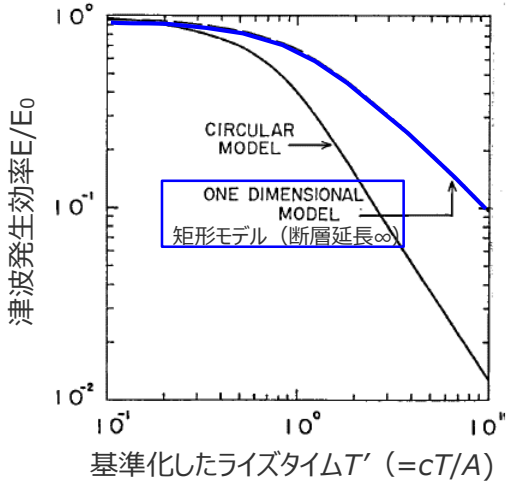
まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（ライズタイムが津波発生へ与える影響に関する知見）

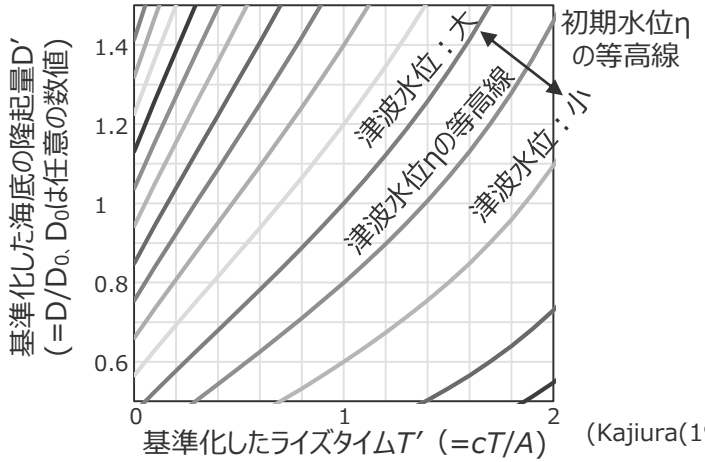
第920回資料1-2
p.366再掲

■長波理論に基づくと、海面の津波水位は、海底の隆起量に関わる断層のすべり量と海底の隆起時間に関わるライズタイムの組合せに依存する。
■ Kajiura(1970)は、長波理論の基礎方程式を展開し、海面の津波水位が海底の隆起量と隆起時間に依存する関係の理論解を導出している。



（Kajiura(1970)を基に作成）

津波発生効率E /E_0とライズタイムTの関係（①）



（Kajiura(1970)を基に作成）

津波水位ηが等価となる海底の隆起量Dとライズタイムの組合せ（②）
（矩形モデル（断層延長∞） の場合）

○ 津波水位比η とライズタイムTの関係式（Kajiura(1970)に基づく）

長波理論に基づくと、矩形モデル（断層延長∞）の場合 、
ライズタイムTを考慮した津波エネルギーEと瞬時破壊での津波エネルギーE_0の比は、

$$\frac{E}{E_0}=\begin{cases}1-T'/3 & (\text{for}\ \ T'\le 1)\\ \dfrac{1}{T'^2}\cdot(T'-1/3) & (\text{for}\ \ T'>1)\end{cases} \quad \cdots①$$

ここで、E：津波エネルギー、 E_0：瞬時破壊での津波エネルギー
T'：基準化したライズタイム(=cT/A)
c：波速、T：ライズタイム、A：海底の隆起幅

断層破壊終了後の津波エネルギーの分布幅をWとすると、
ライズタイム0の場合の分布幅W_0との比は、

$$\frac{W}{W_0}=\frac{A+2cT}{A}=1+2T' \quad \cdots(a)$$

また、津波エネルギーE_Dと津波水位η、海底の隆起量Dの関係は、

$$E\propto\eta^2 W,\quad E_0\propto\eta_0{}^2W_0(=D^2W_0) \quad \cdots(b)$$

①、(a)、(b)より、ある任意の津波水位ηとなる海底の隆起量DとライズタイムT'の組合せは、以下により求まる。

$$\eta(\text{一定値})=D\times\sqrt{\frac{E/E_0}{W/W_0}}=\begin{cases}D\times\sqrt{\dfrac{1-T'/3}{1+2T'}} & (\text{for}\ \ T'\le 1)\\ D\times\sqrt{\dfrac{T'-1/3}{T'^2(1+2T')}} & (\text{for}\ \ T'>1)\end{cases} \quad \cdots②$$

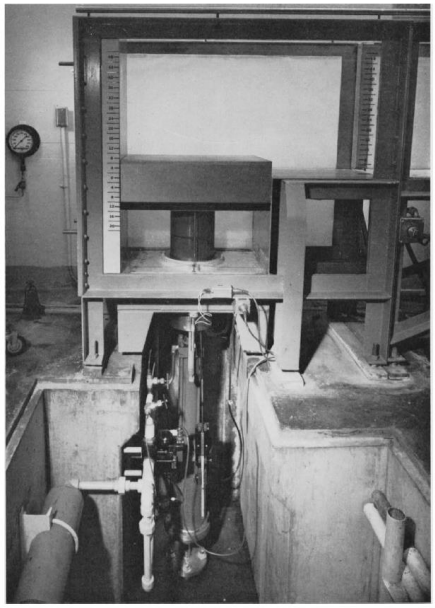
・敷地と南海トラフとの位置関係から、敷地に対する南海トラフの延長（約700km）は無限大とみなせるため、Kajiura(1970)に基づく関係は矩形モデル（断層延長∞）の場合で検討した。
また、Kajiura(1970)に基づく関係については、実験的に検証されているほか、ライズタイムの違いによる敷地前面～沖合の津波水位の比較からもその妥当性を確認している。

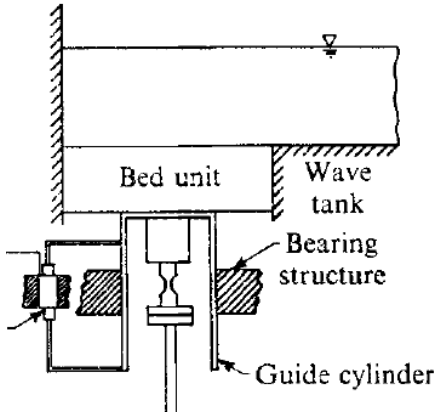
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見

（参考：長波理論に基づく津波発生効率とライズタイムとの関係の検証事例）

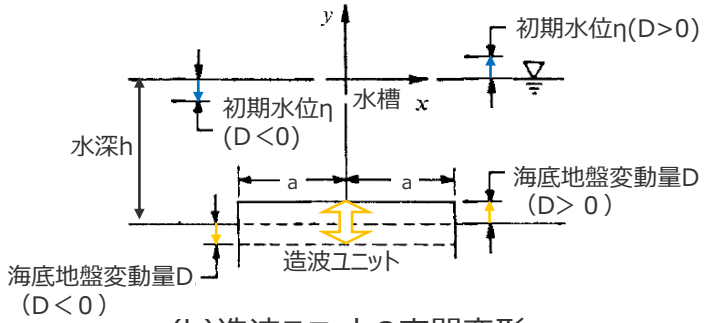
- Kajiura(1970)に基づく海面の初期水位η、海底の地殻変動量D、ライズタイムTの関係は、津波の数値シミュレーションに一般的に用いられる長波理論の基礎方程式を展開したものであり、長波理論を用いた津波の数値シミュレーションで再現可能なものである。
- また、Hammack(1973)は、 Kajiura(1970)と同様の方法で導出した海面の初期水位η、海底の地殻変動量D、ライズタイムTの長波理論および表面波理論に基づく関係について、地盤変動の幅・方向、水深を変えた複数のケースで実験的に検証し、理論解と実験結果とが整合的であることを確認している。



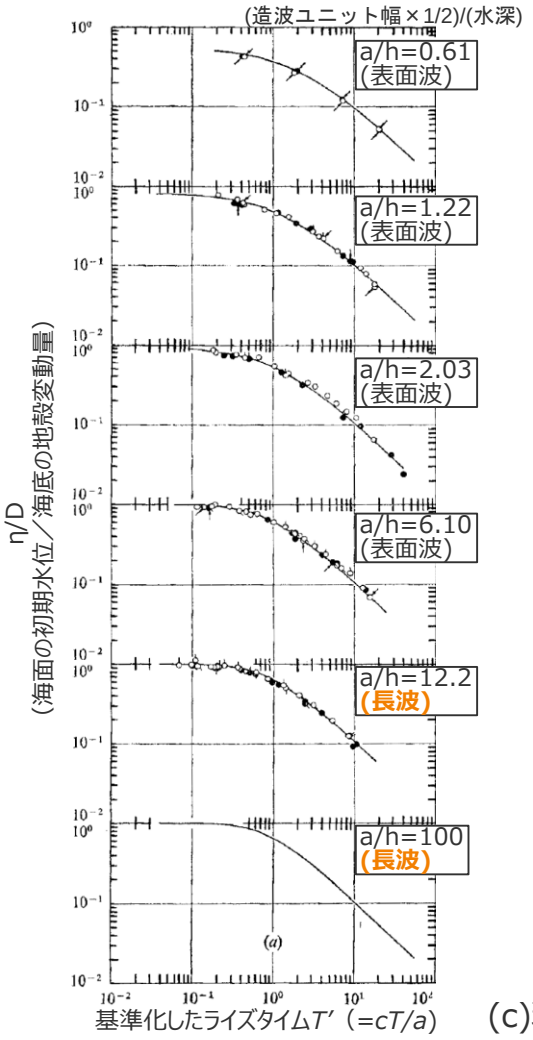


実験水槽：長さ31.6m×深さ61cm×幅39cm
（103.8ft×2ft×15.5in）
造波ユニット：長さ61cmもしくは122cm
水深：5cm～50cm

(a)実験装置

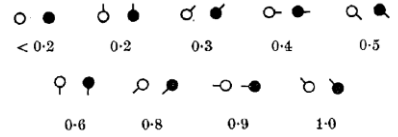


(b)造波ユニットの空間変形



長波理論・表面波理論に基づく理論解 ——

実験結果
- 隆起ケース（D＞0）：○
- 沈降ケース（D＜0）：●
- |D/h|（地盤変動量と水深の比）：



- 造波ユニット長さ61cmのケース　：（矢印あり）
- 造波ユニット長さ122cmのケース：（矢印なし）

・c：波速

(c)理論解と実験結果との比較

Hammack(1973)による津波発生効率とライズタイムとの関係の実験的検証

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（ライズタイムが津波発生へ与える影響に関する知見）

第662回資料1-1
p.42再掲

■河田ほか(2006)では、ライズタイムが津波へ与える影響について数値シミュレーションを用いて検討されている。
■その結果、ライズタイムは、津波の高さとともに、津波の周期にも影響するパラメータであるとされている。

項目	計算条件	
数値解析	線形長波理論による一次元解析	
海面変位	断層モデルを用いてMansinha and Smylie(1971)の方法で計算される鉛直変位を海面上に与える	
断層モデル	断層幅100km、上縁深さ10km、傾斜角25°、すべり量6m	
破壊の方向	断層面の深部から浅部へ破壊を伝える	
ライズタイムの変動範囲	0、1、2、5、10、20min	⇒基準ケース：{ライズタイム0min、破壊伝播速度∞}
破壊伝播速度の変動範囲	1、2、3、∞km/s	

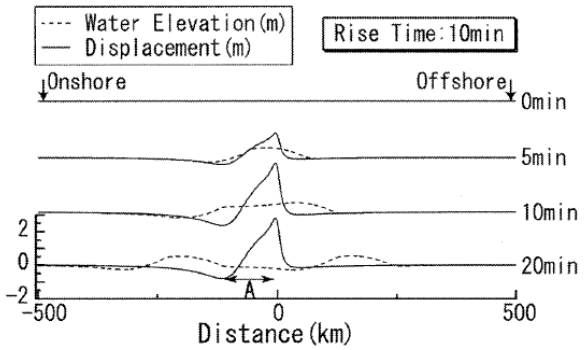
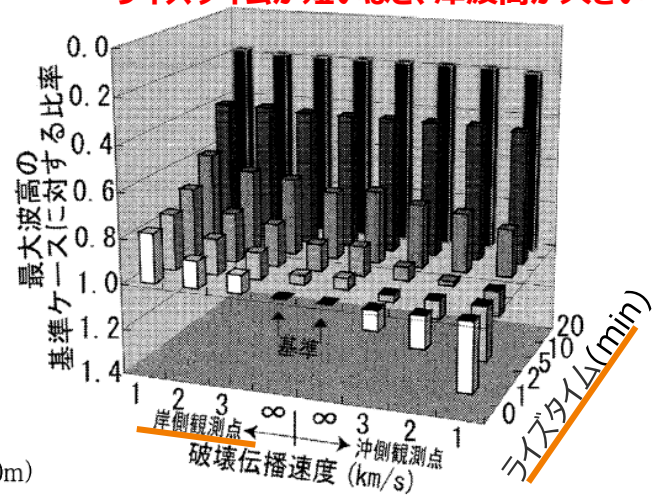


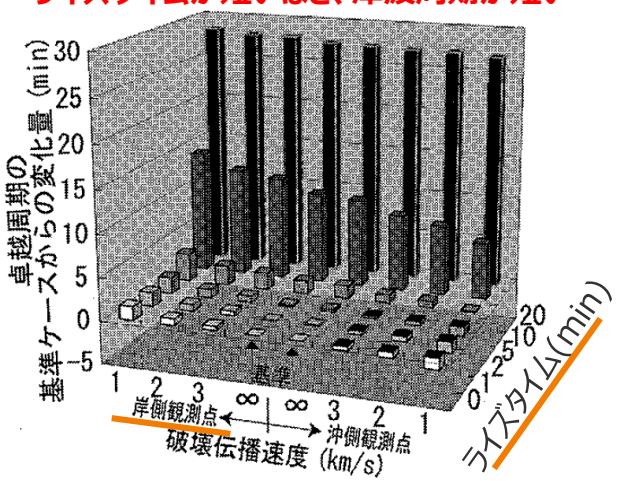
図-1　地殻変動と海面変動のスナップショット
（ライズタイム 10min，断層の幅 100km，水深 4,000m）

ライズタイムが短いほど、津波高が大きい



最大波高の基準ケースに対する比率

ライズタイムが短いほど、津波周期が短い



卓越周期の基準ケースに対する比率

（河田ほか(2006)を基に作成）

河田ほか(2006)によるライズタイムの影響評価

■ ライズタイムは津波の高さと周期に影響するパラメータであると考えられる。一方、すべり量も、ライズタイムと同様、津波の高さに影響するパラメータであり、津波記録からすべり量とライズタイムの両方を推定するためには、巨大地震のライズタイム程度の周期である数分程度以下の精度をもつ近年の津波の時刻歴波形から検討することが重要と考えられる。

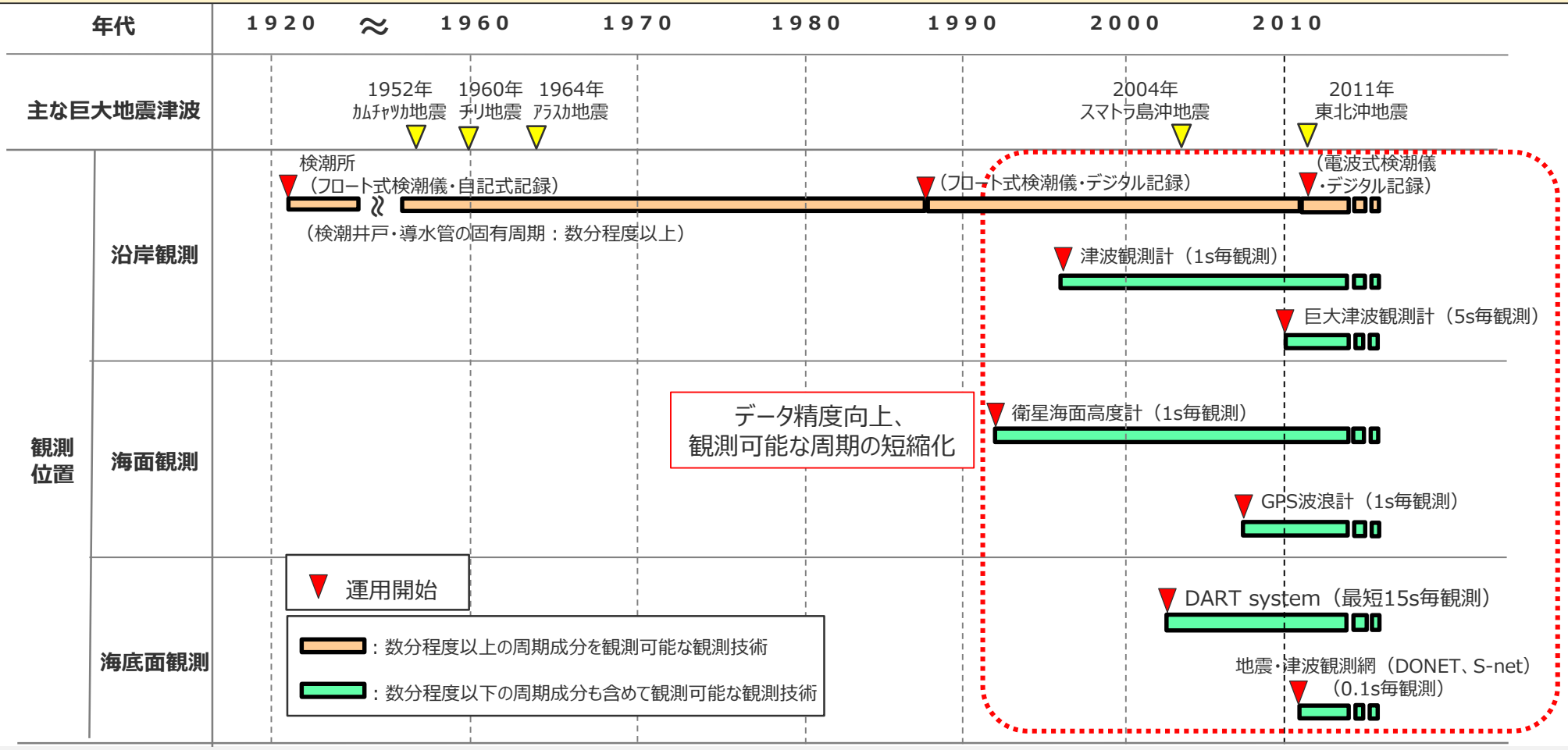
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（参考：津波の時刻歴波形の観測技術）

第662回資料1-1
p.43再掲

■ 潮位・津波の時刻歴波形の観測技術は、1920年代の検潮所による潮位観測から始まっている。
検潮所による潮位観測では、検潮井戸・導水管の波浪成分を除去し潮汐を捉える特性から、巨大地震・津波のライズタイム程度の周期である数分程度以下の周期成分を観測できず、また1980年代後半までは自記式記録の記録精度にも課題があった。
その後、1990年代になり、データ伝送システム、保存システムの技術進歩と合わせて、巨大津波の観測も視野に入れて、数分程度以下の周期成分も観測可能な観測技術（津波観測計、GPS波浪計、衛星海面高度計等）が導入された。
■ これらの最新の津波観測技術により2004年スマトラ島沖地震や2011年東北沖地震の津波の波形が詳細に観測されている。

■巨大地震・津波のライズタイム程度の周期である数分程度以下の周期成分を含めた津波波形の観測データが得られているのは、概ね1990年代以降と考えられる。

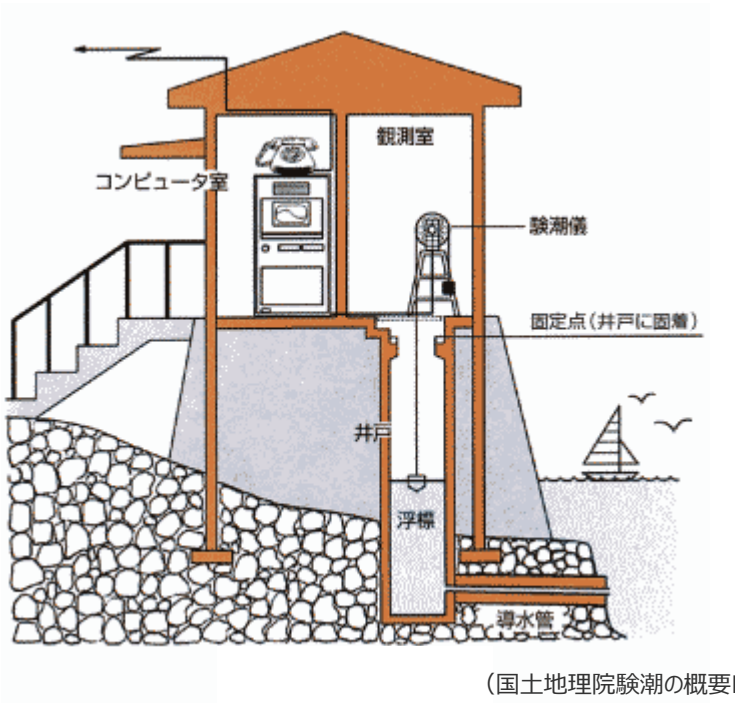


Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（参考：検潮井戸の観測周期）

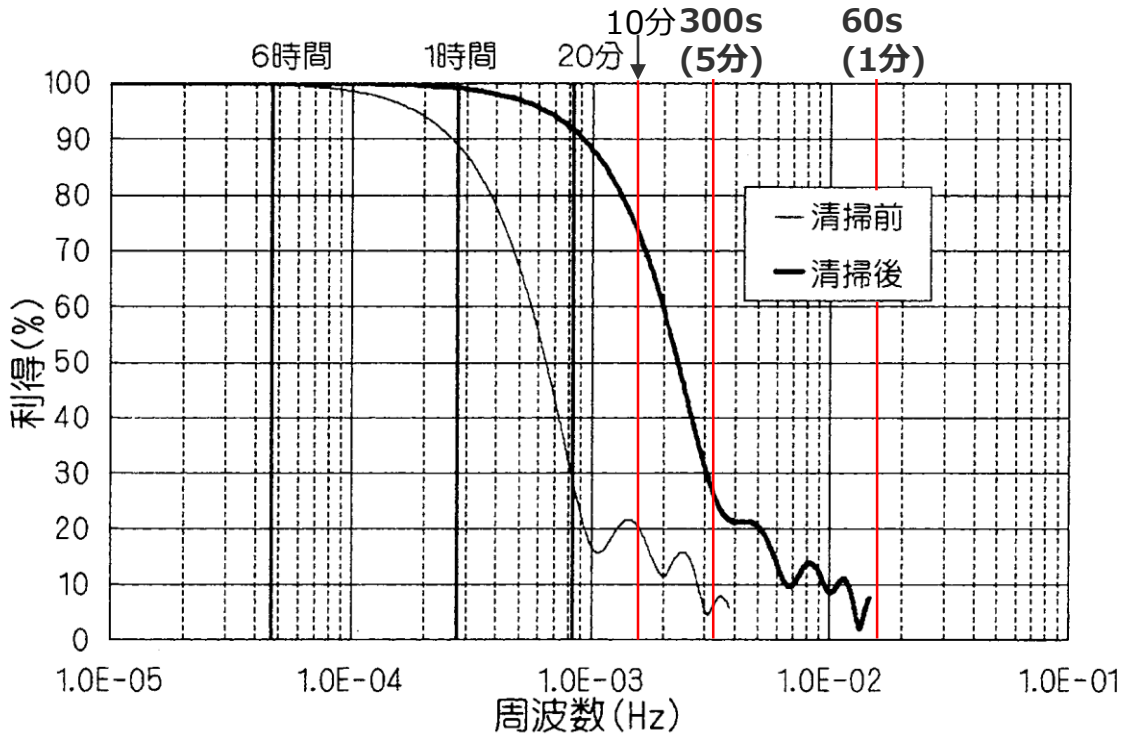
第662回資料1-1
p.44再掲

- 検潮井戸は、波浪成分を除去し潮汐を捉えるよう、ローパスフィルターとして機能する導水管を経て外海に接続されている。
- 検潮井戸は、土砂が堆積するなどして、その性能が変化する。このため、1～2年に1度程度、検潮井戸の清掃を行い、検潮井戸の性能がチェックされる。
- 実際の検潮所の清掃前と清掃後の振幅特性の例を以下に示す。巨大地震・津波のライズタイム程度の周期である数分程度以下の周期成分については検潮井戸の観測能力が著しく低くなっている。



（国土地理院験潮の概要HP）

検潮所の構造図



（岩崎ほか(2006)を基に作成）

検潮井戸の清掃前後の振幅特性（苅田湊検潮井戸の例）

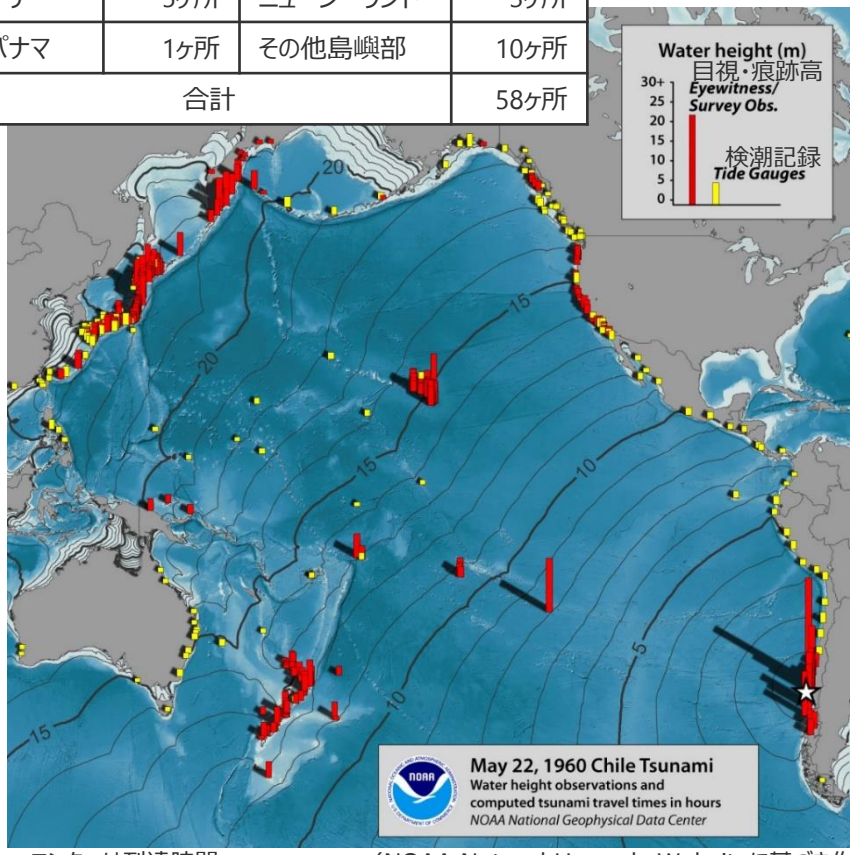
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（参考：1960年チリ地震の観測記録）

第662回資料1-1
p.45再掲

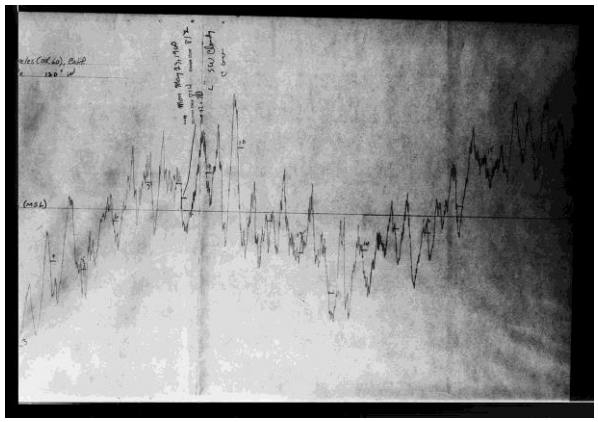
■ 1960年チリ地震について環太平洋内で検潮所による観測記録が残っている。
■ いずれの検潮所の観測記録も自記式記録であり、首藤(1988)によると、紙送り、記録ペンの幅やにじみ、複数回の複写、デジタイズ時の図形ゆがみや手振れが原因となる相対誤差は避けらないとされる。
　➡上記および当時の時刻の精確性や前述の検潮所の周波数特性を考えると、 数分程度以下の周期成分の検討はできないと考えられる。

国名	観測ヶ所	国名	観測ヶ所
アメリカ	34ヶ所	日本	5ヶ所
チリ	5ヶ所	ニュージーランド	3ヶ所
パナマ	1ヶ所	その他島嶼部	10ヶ所
合計			58ヶ所

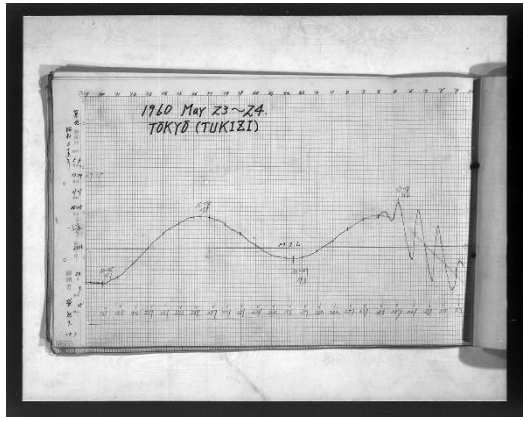


・コンターは到達時間　(NOAA Natural Hazards Websiteに基づき作成)

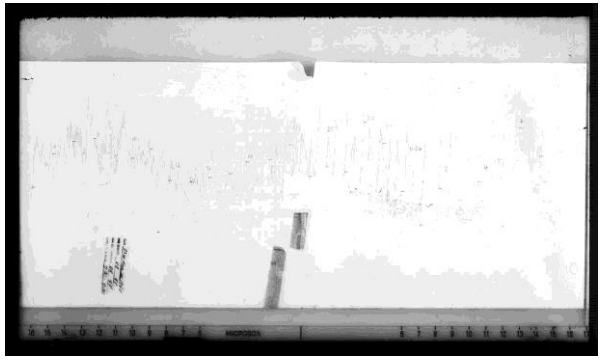
1960年チリ地震の観測津波高



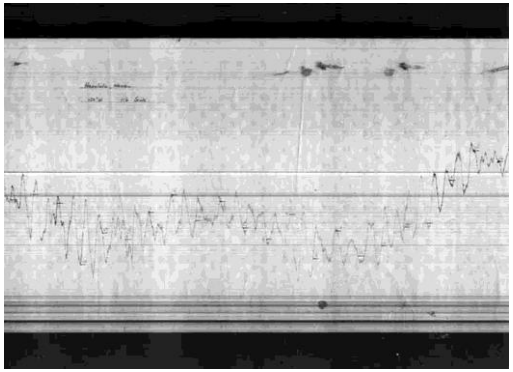
アメリカ　L.A.の記録



東京の記録



チリ　アリカの記録



ハワイ　ホノルルの記録

(NOAA Natural Hazards Websiteに基づき作成)

1960年チリ地震の観測記録

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（ライズタイムの地震規模、深さ依存性に関する知見）

第615回資料1-1
p.95再掲

■ Kanamori and Anderson(1975)やLay and Wallace(1995)によると、ライズタイムや地震継続時間は地震規模に依存するスケーリングパラメータである。
■ Bilek and Lay (2002)では、環太平洋のプレート間地震の震源メカニズム解（525個、Mw5.0～7.5）に基づき破壊継続時間を分析している。
その結果、深さ0～15kmの津波地震の領域（Lay et al.(2012)による領域A）で発生した多くのプレート間地震の継続時間は、深さ15km以深の領域で発生したプレート間地震の継続時間よりも長いとし、ライズタイムが震源域の深さに依存することを示唆している。

ライズタイムのスケーリング関係　（Kanamori and Anderson(1975)による）

・応力降下量を一定と仮定すると、食い違い理論に基づき以下の関係が成り立つ。

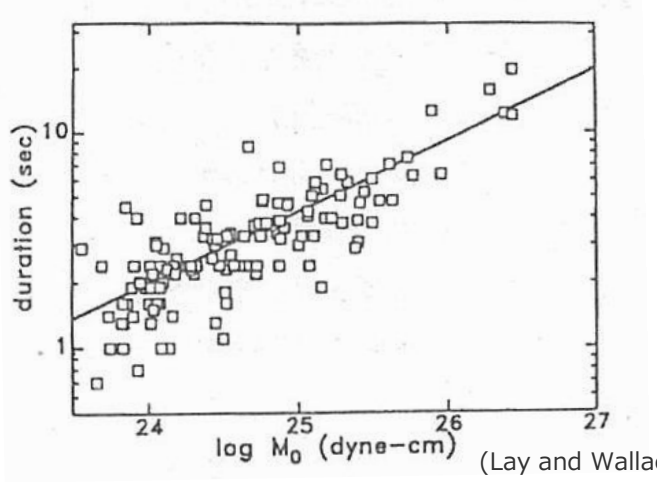
$$W \propto L \qquad D \propto L \qquad v\tau \propto L$$

・破壊伝播速度vを一定とすると、ライズタイムτと地震モーメントM_0および平均すべり量Dの間には、以下の関係が成り立つ。

$$M_0 \propto \tau^3$$

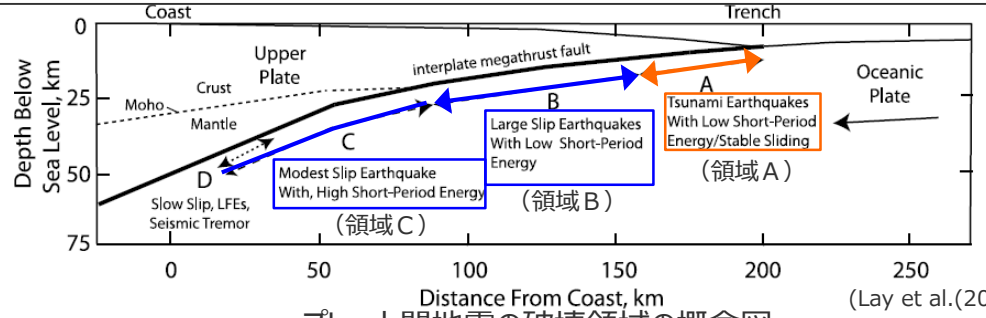
$$D \propto \tau$$

ここで、M_0：地震モーメント（∝LWD）、W：断層幅、L：断層長さ、
D：平均すべり量、v：破壊伝播速度、τ：ライズタイム



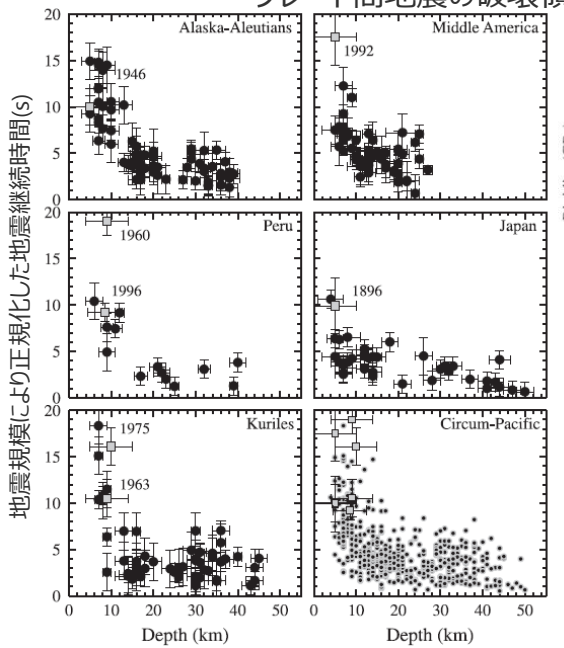
(Lay and Wallace(1995))

観測記録に基づく地震継続時間と地震モーメントの関係

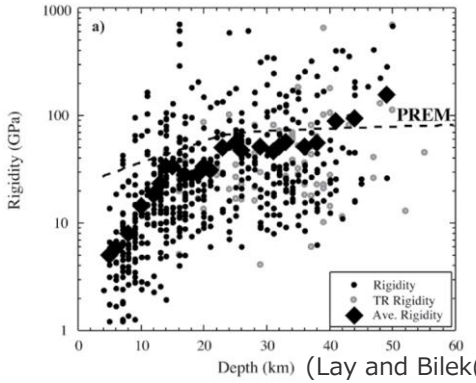


(Lay et al.(2012)に基づき作成)

プレート間地震の破壊領域の概念図



地震継続時間と震源域の深さの関係



(Lay and Bilek(2007))

剛性率と震源域の深さの関係

・震源域の深さはセントロイドの位置を示す。
・地震継続時間は、地震モーメントの３乗根で正規化し、Mw6.0に合わせてある。
⇒Mw6.0で継続時間を10sとすれば、Mw8で約100s、Mw9で約320sとなる。
・津波地震の領域の地震の継続時間の長さはこの領域の低剛性を反映しているとしていると考えられる。
(Bilek and Lay (2002))

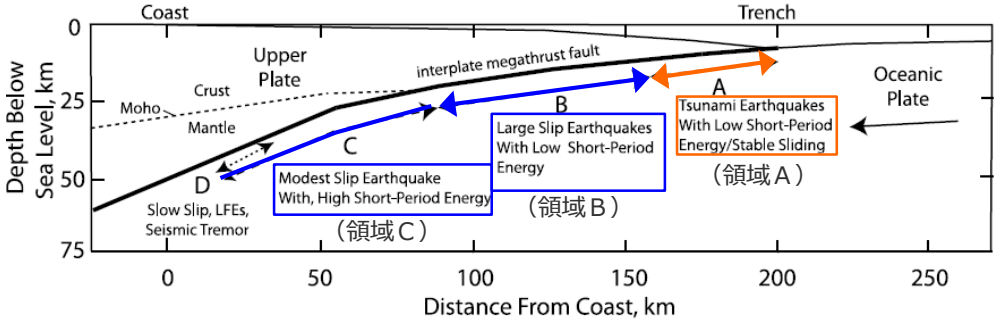
■ライズタイムは、地震の規模と深さに依存するパラメータであり、地震の規模が大きいほど、また、震源域が浅いほど、ライズタイムは長いと考えられる。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（ライズタイムの地震規模、深さ依存性に関する知見）

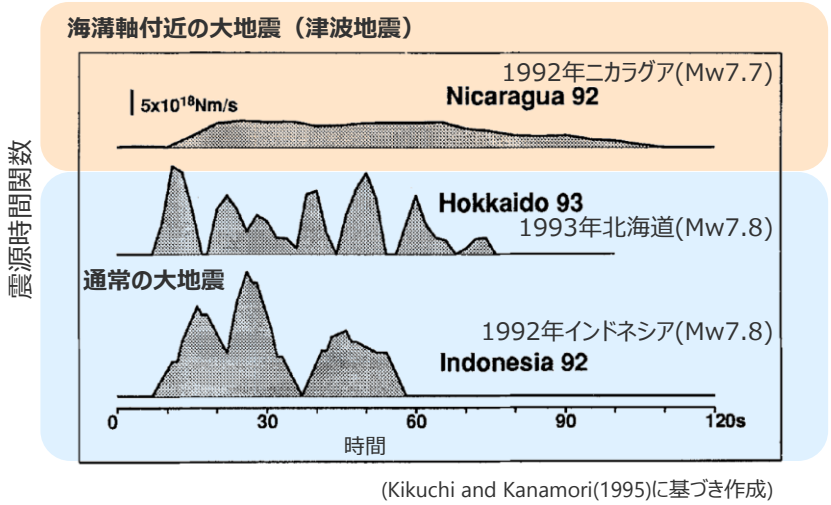
第615回資料1-1
p.96再掲

■ Kikuchi and Kanamori(1995)やSatake et al.(2013b)等では、津波地震（Lay et al.(2012)による領域Aで発生した大地震）の震源特性について分析し、津波地震はそれより深い位置で発生する通常の大地震と比べて長い継続時間とゆっくりとしたすべり速度を持つとしている。



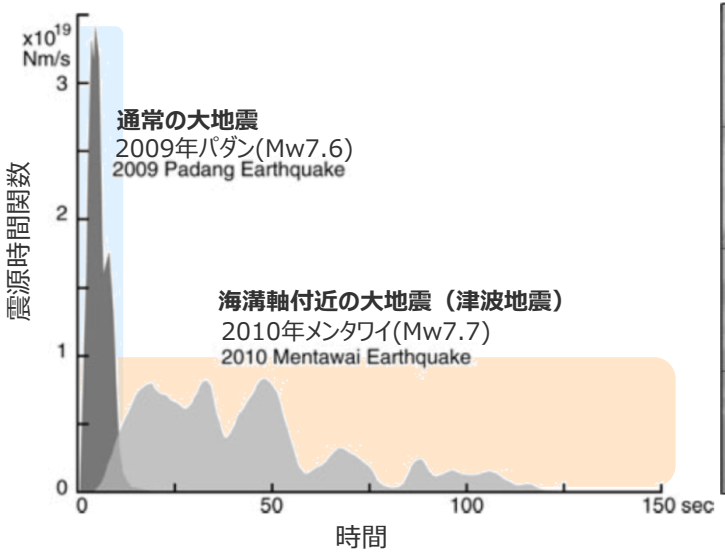
(Lay et al.(2012)に基づき作成)

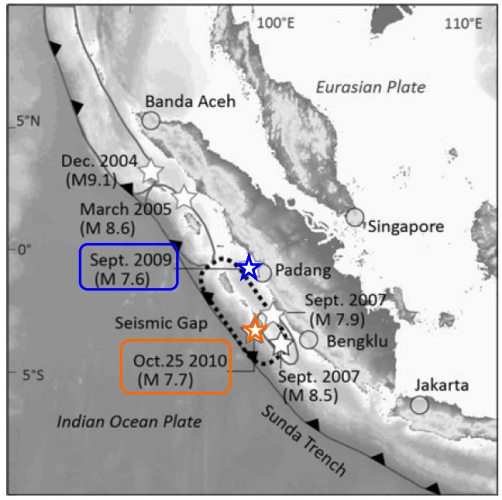
プレート間地震の破壊領域の概念図



(Kikuchi and Kanamori(1995)に基づき作成)

1992年ニカラグア地震と通常の大地震の震源時間関数





(Satake et al.(2013b)に基づき作成)

2010年メンタワイ地震とそれより深い位置で発生した通常の大地震の震源時間関数

Kikuchi and Kanamori(1995)
・1992年ニカラグア地震の特徴は以下のとおり。
1）1～1.5km/sの遅い破壊伝播速度
2）サブイベントのないスムーズな破壊様式
3）0.1m/s程度のゆっくりしたすべり速度

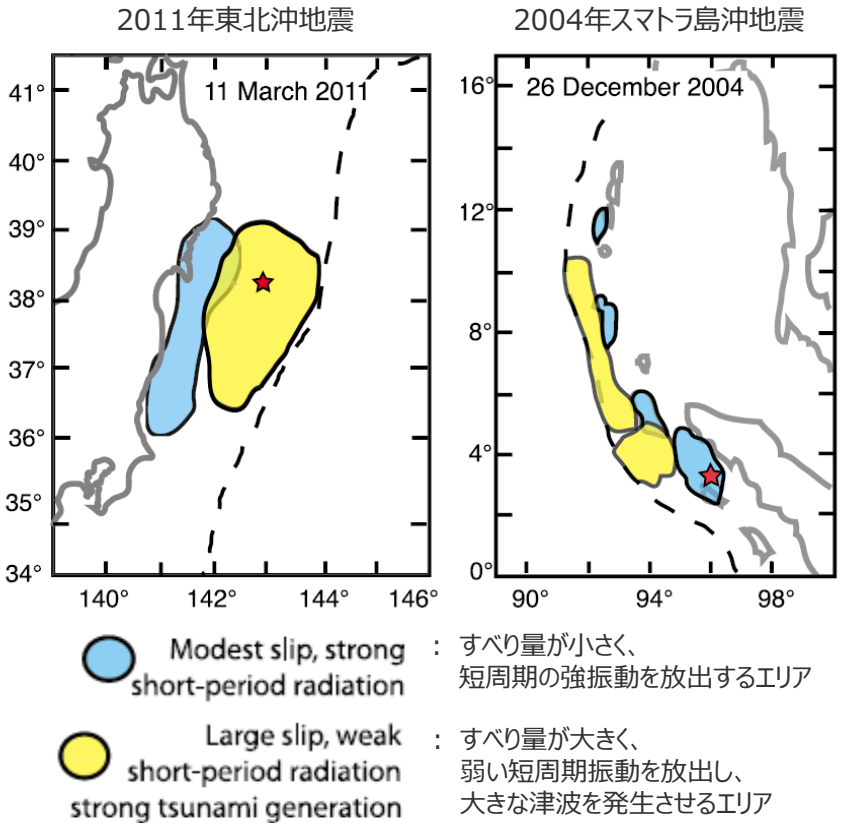
Satake et al.(2013b)、Lay et al.(2011)
・2010年メンタワイ地震(Mw7.7)の継続時間は100～120sであり、同規模の他の地震（2009年パダンの地震(Mw7.6)等）と比べて非常に長い。
・破壊伝播速度は1～1.5km/sと推定される。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

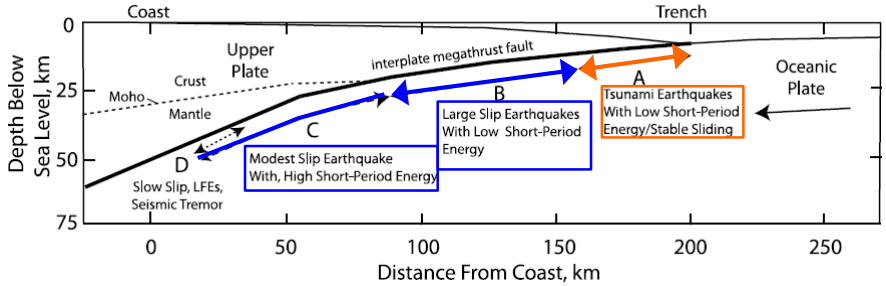
①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（Mw9クラスの巨大地震のライズタイムの特徴に関する知見）

第615回資料1-1
p.97再掲

- Mw9クラスの巨大地震は、津波地震の領域（領域A)から通常の地震の領域（領域B、C)までの断層幅全体を破壊する地震であり、多くの津波波形の器械観測がなされている近年のプレート間地震のうち、断層幅全体を破壊したMw9クラスの巨大地震は2004年スマトラ島沖地震と2011年東北沖地震である。
- Lay et al.(2012)では、Mw9クラスの巨大地震においても、津波地震の領域（領域A）は通常の地震の領域（領域B、C)よりも相対的に大きくゆっくりすべる傾向があることが示されている。



プレート境界でのすべり量分布（Lay et al.(2012)）



Event	M_w	Domains	
11 March 2011 Tohoku	9.0	ABC	➡2011年東北沖地震
25 October 2010 Mentawai	7.8	A	
6 April 2010 Sumatra	7.8	B	
27 February 2010 Chile	8.8	BC	
20 February 2008 Sumatra	7.3	B	
12 September 2007b Sumatra	7.9	C	
12 September 2007b(1) Sumatra	7.6	C	
12 September 2007a Sumatra	8.4	B(C)	
15 August 2007 Peru	8.0	BC	
1 April 2007 Solomon Islands	8.1	(A)B	
15 November 2006 Kuril Islands	8.3	(A)B	
17 July 2006 Java	7.8	A	
16 August 2005 Miyagi-oki	7.2	C	
28 March 2005 Sumatra	8.6	BC	
26 December 2004 Sumatra	9.2	ABC	➡2004年スマトラ島沖地震
25 September 2003 Tokachi-oki	8.3	B	
2 November 2002 Sumatra	7.2	B	
23 June 2001 Peru	8.4	B	
2 June 1994 Java	7.7	A	
2 September 1992 Nicaragua	7.6	A	

(Lay et al.(2012)に基づき作成)

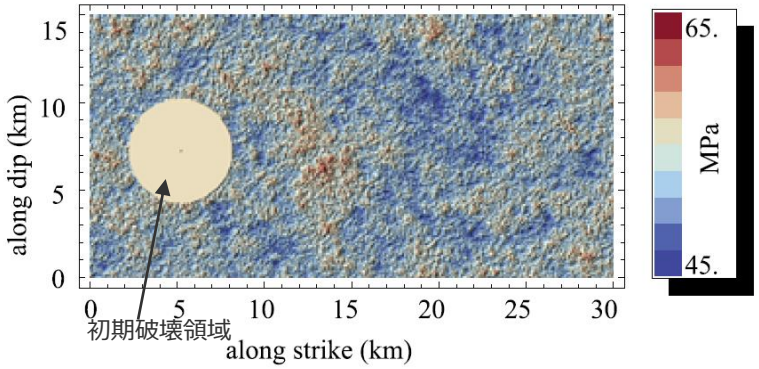
器械観測がなされている近年のプレート間大地震の破壊領域

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

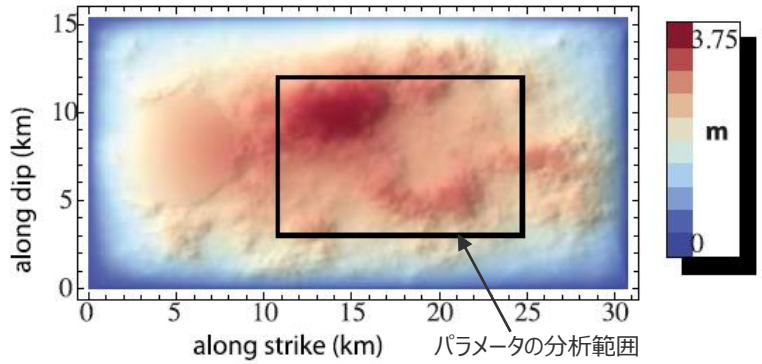
①津波評価におけるライズタイムに関する知見
（Mw9クラスの巨大地震のライズタイムの特徴に関する知見）

第662回資料1-1
p.49再掲

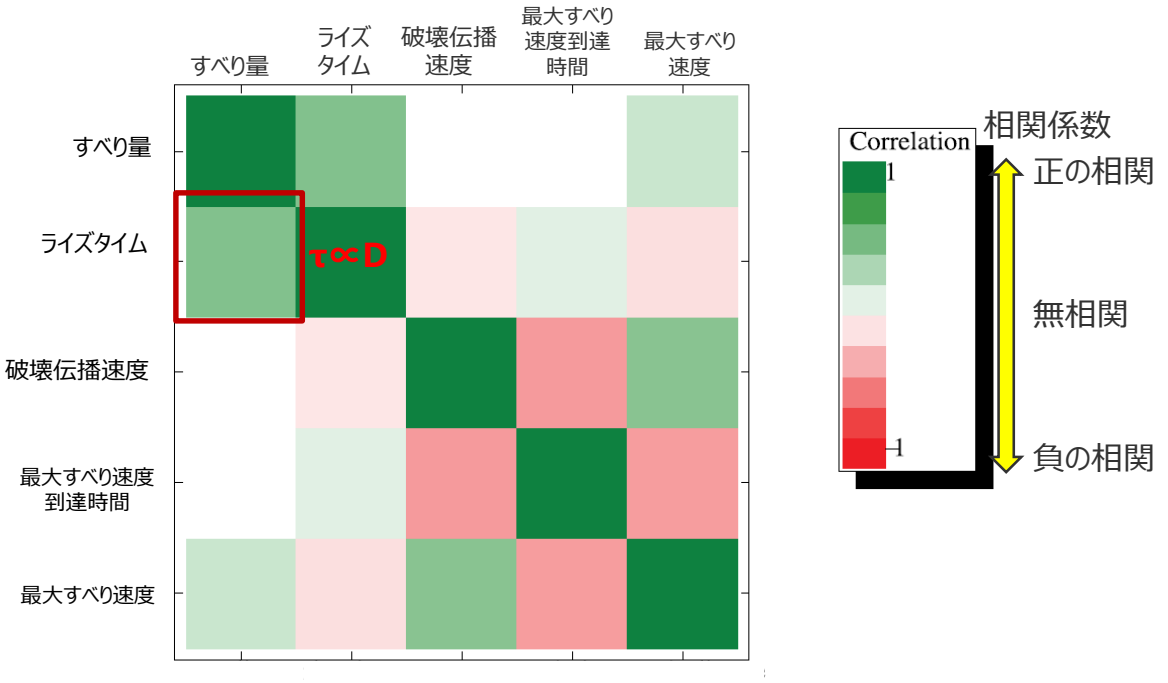
■ 文部科学省・防災科学技術研究所(2013)では、各小断層における震源パラメータ同士の相関について、Schmedes et al.(2010)が実施した315ケースの動的破壊シミュレーションの結果を詳細に分析している。
■ その結果、各小断層のすべり量とライズタイムとの間に正の相関がある（すべり速度が一定である）ことを確認し、このことは東北沖地震でみられたすべりの大きな領域と短周期の強震動が生成された領域とが異なるという特徴をある程度説明できるとしている。



断層面上の初期せん断応力分布の例



破壊終了後の最終すべり分布の例



動的破壊シミュレーションにおける各パラメータの相関係数

(Schmedes et al.(2010)に基づき作成)

■ 断層幅全体を破壊するMw9クラスの巨大地震において、海溝軸付近の津波地震の領域は、通常の地震の領域と比べて相対的に大きなすべり量とライズタイムを持つ領域であると考えられる。

■ 以上の知見を踏まえて、近年のMw9クラスの巨大地震である2004年スマトラ島沖地震と2011年東北沖地震を対象とし、津波波形を用いた津波インバージョンによりすべり量とライズタイムがそれぞれ推定された事例を収集し、巨大地震・津波のライズタイムを分析する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例

第1020回資料2-2
p.455再掲

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

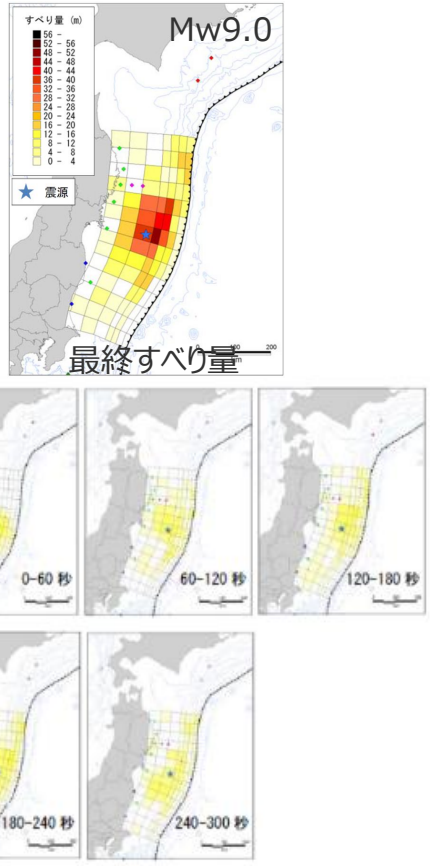
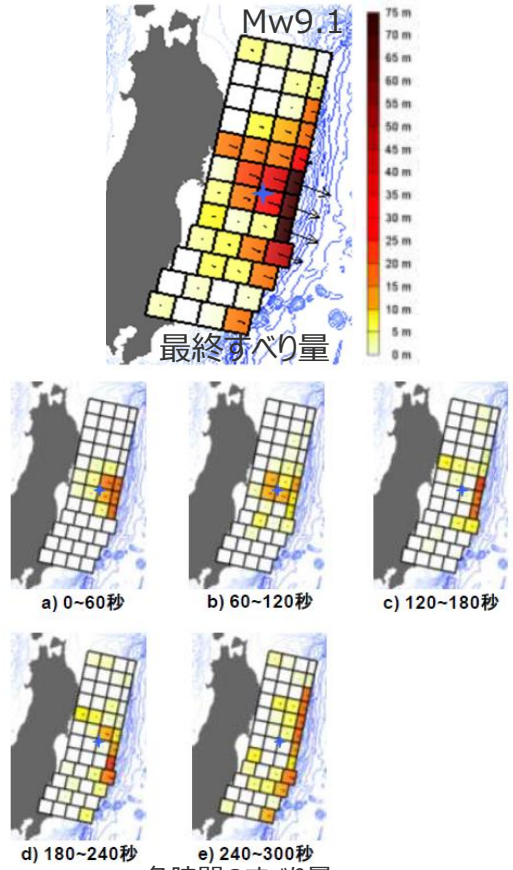
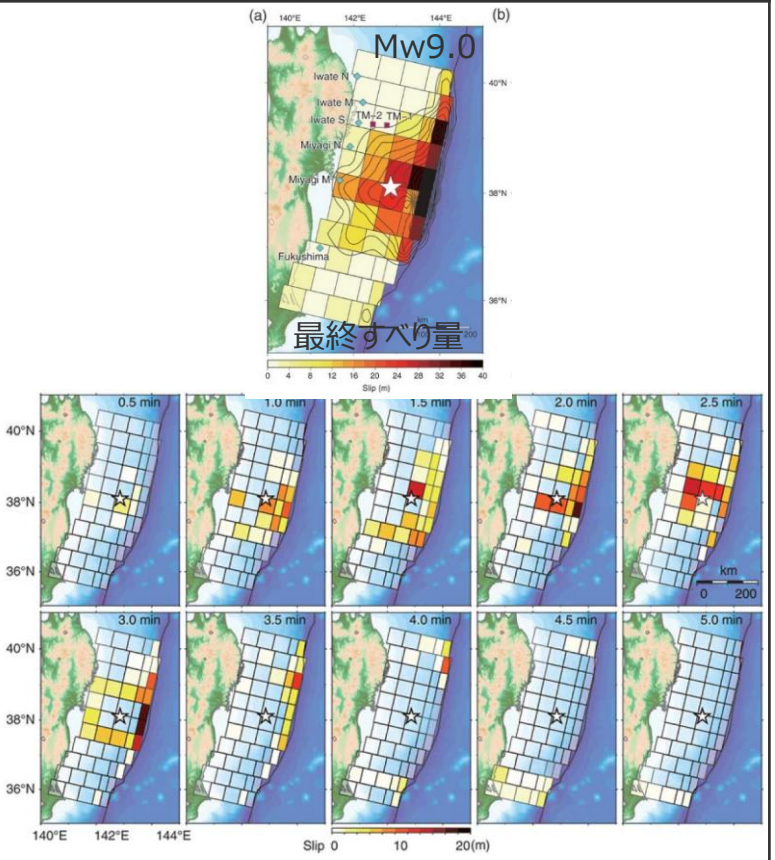
まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（東北沖地震の津波インバージョンから推定されたライズタイム）

第615回資料1-1
p.99再掲

■ 東北沖地震・津波について、津波波形を用いた津波インバージョンによりすべり量とライズタイムがそれぞれ推定された事例は以下のとおり。
■ 東北沖地震では、得られた多くの津波痕跡、津波波形記録、地殻変動記録等のデータを用いて、マルチタイムウィンドウの津波波形インバージョン解析が実施されている。
■ 推定された波源モデルは、使用したデータや手法によりそれぞれ異なっているが、共通の特徴として、数分を超える長いライズタイムとゆっくりとしたすべり速度が推定されている。

再現モデル名	内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)
再現モデル図	 各時間のすべり量	 各時間のすべり量	 各時間のすべり量
推定されたライズタイム(すべり速度)	300s (約0.1 m/s)	300s (約0.2 m/s)	150s (約0.3 m/s)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

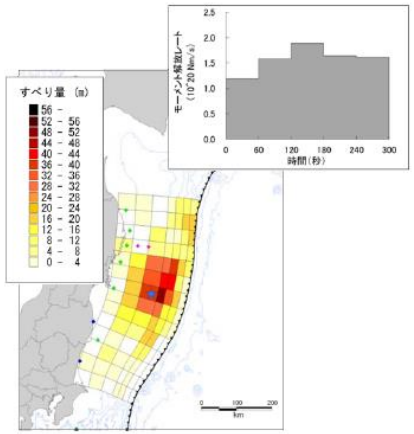
②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（東北沖地震の津波インバージョン結果：内閣府(2012b)）

第615回資料1-1
p.100再掲

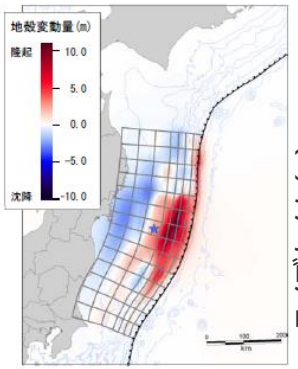
■内閣府(2012b)は、東北沖地震の津波観測波形、GPS記録、および津波痕跡を使用して、マルチタイムウィンドウ津波波形インバージョン解析を実施している。
■推定されたライズタイムは、すべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは約300sとなっている。

参考表１　解析に使用したターゲットデータ

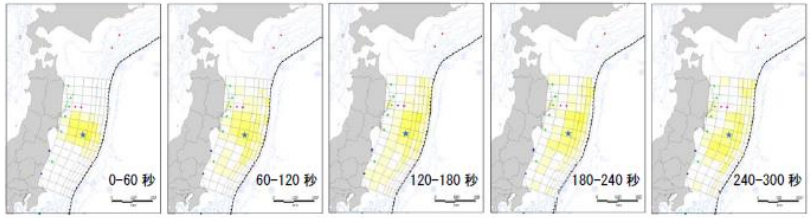
データ名	観測機関	使用地点数	サンプリング間隔	１地点のデータ数
Nowphas GPS 波浪計	国土交通省港湾局	6	10 秒	540
釧路沖海底水圧計（KPG1、KPG2）	独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）	2	10 秒	540
釜石沖海底水圧計（TM1、TM2）	東京大学地震研究所	2	10 秒	169
房総沖海底水圧計	気象庁	2	10 秒	540
原子力発電所サイト波形	東京電力（株）、日本原子力発電（株）	2	10 秒	107 540
DART	NOAA(米国海洋大気庁)、FERHRI（ロシア極東地域水文気象研究所）	4	1 分	91
陸域地殻変動	国土地理院	1328	－	3 成分
海底地殻変動	海上保安庁	5	－	3 成分
津波痕跡高（統一データセット）	東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ	1027	－	1



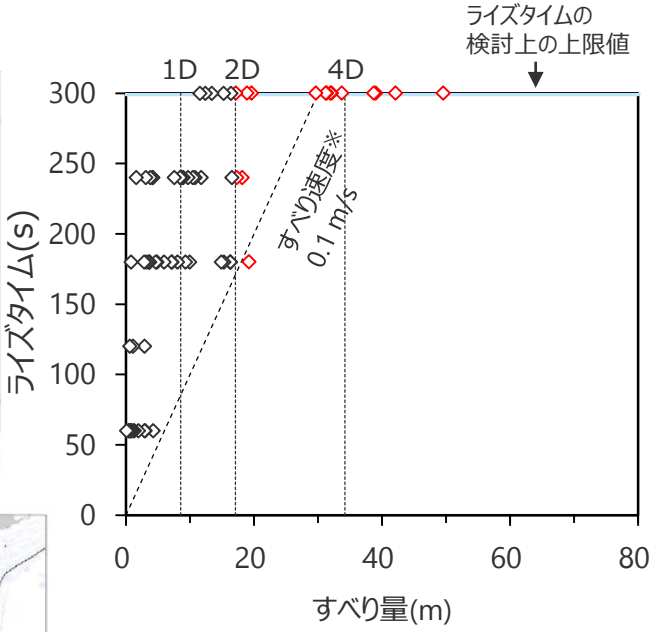
断層すべり量分布（合計）



地殻変動量（上下動）分布



断層すべり量分布（60 秒間隔）



※すべり速度は、大きくすべった領域（2D以上の領域）の各小断層（◇）のすべり量とライズタイムに基づくすべり速度の平均値

（内閣府(2012b)）

再現モデル	面積	地震モーメント[1)]	Mw[1)]	平均すべり量	ライズタイム	すべり速度
内閣府(2012b)	119,974km^2	4.2×10^{22}Nm	9.0	8.6m	300s	0.1 m/s

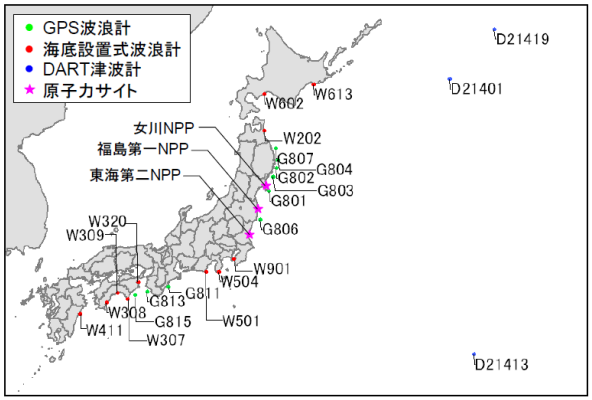
1) 剛性率を南海トラフと同じ4.1×10^{10} N/m^{2}と仮定

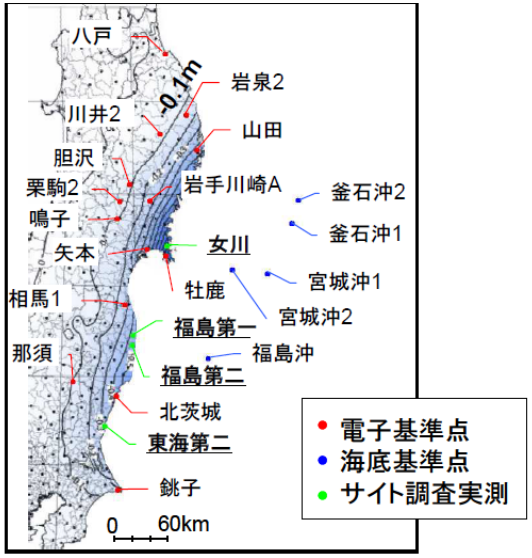
内閣府(2012b)による東北沖地震の津波インバージョン（使用データ及びインバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

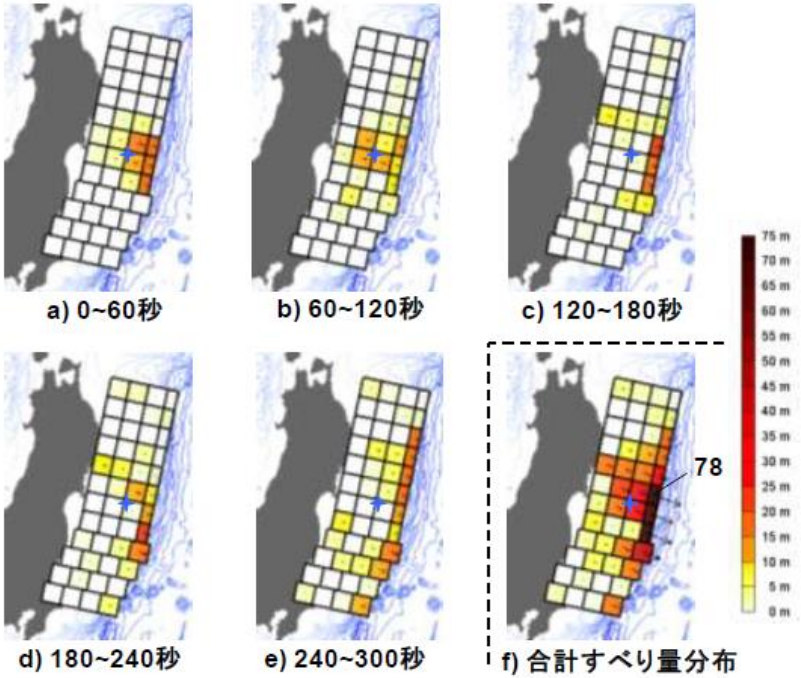
②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（東北沖地震の津波インバージョン結果：杉野ほか(2013)）

■杉野ほか(2013)は、東北沖地震の津波観測波形、津波痕跡高を使用して、マルチタイムウィンドウ津波波形インバージョン解析を実施している。
■推定されたライズタイムは、すべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは約300sとなっている。

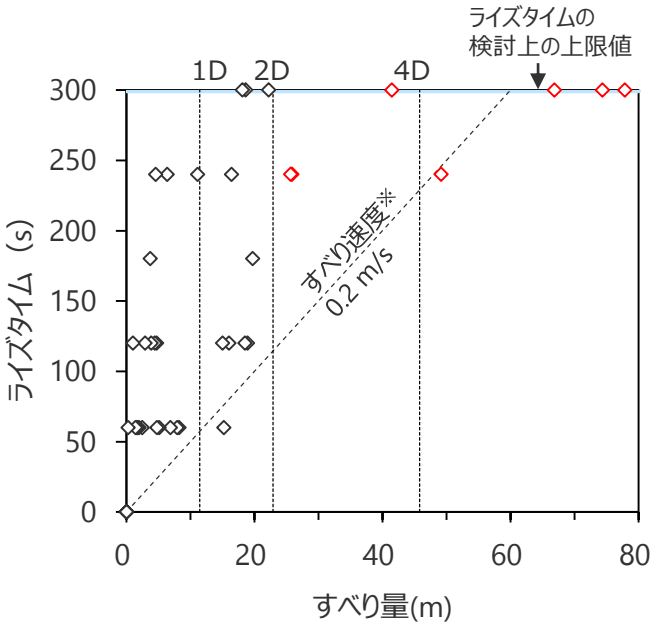




ジョイントインバージョン解析のターゲット観測地点
（上:津波波形の観測地点
下:地殻変動量の観測地点）



断層すべり量分布　（杉野ほか(2013)）



※すべり速度は、大きくすべった領域（2D以上の領域）の各小断層（◇）のすべり量とライズタイムに基づくすべり速度の平均値

再現モデル	面積	地震モーメント[1)]	Mw[1)]	平均すべり量	ライズタイム	すべり速度
杉野ほか(2013)	112,000km^2	5.9×10^{22}Nm	9.1	11.4 m	300 s	0.2 m/s

1)剛性率を杉野ほか(2013)に基づき4.6×10^{10} N/m^{2}と仮定

杉野ほか(2013)による東北沖地震の津波インバージョン（使用データ及びインバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（東北沖地震の津波インバージョン結果：Satake et al.(2013)）

第615回資料1-1
p.102再掲

■ Satake et al.(2013)は、東北沖地震の津波観測波形およびGPS記録を用いて、マルチタイムウィンドウインバージョン解析を実施している。
■ 推定されたライズタイムは、すべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは約150sとなっている。
■ なお、Satake et al.(2013)では、全体の3割の小断層でライズタイムが検討上の上限値150sに達しており、ライズタイムが小さく算定されている可能性がある。

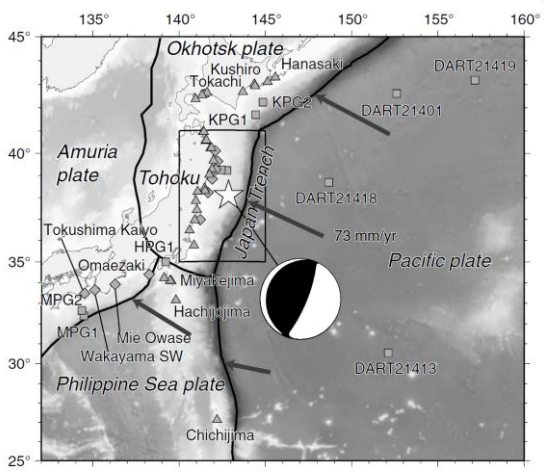
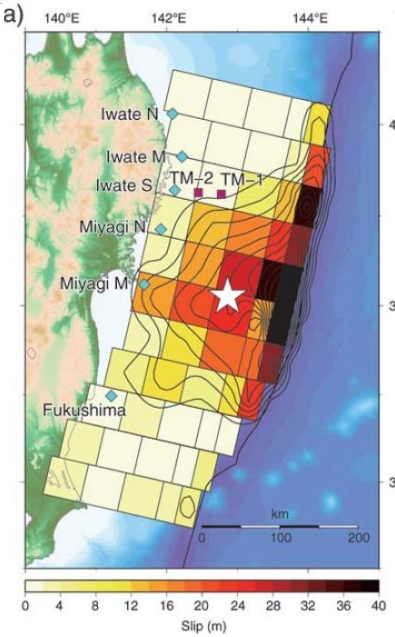
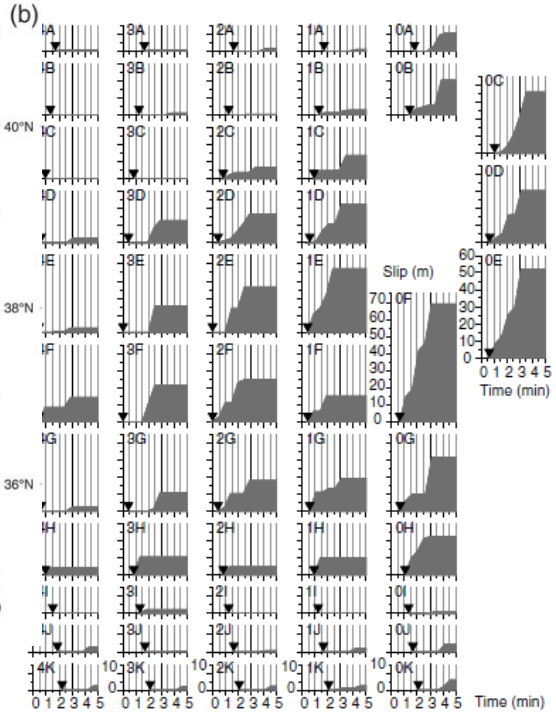


Figure 1. The epicenter of the 2011 Tohoku earthquake (white star), *W*-phase moment-tensor solution by USGS, and stations that recorded the tsunami. Squares, diamonds, and triangles indicate ocean-bottom pressure (OBP) gauges, GPS wave gauges, and coastal tide or wave gauges, respectively. The thin rectangle indicates the region shown in Figure 2. The black arrows indicate relative plate motions based on the REVEL model (Sella *et al.*, 2002).

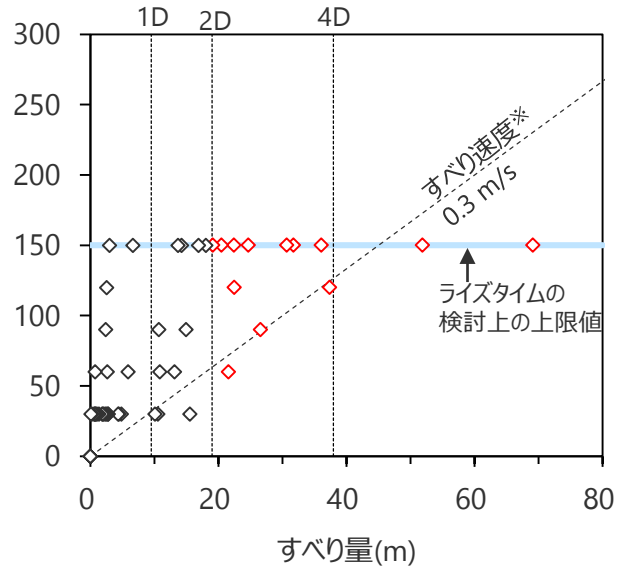
2011年東北沖地震の震央と各観測点



断層すべり量分布



各小断層のすべりの時空間分布　（Satake et al.(2013)）



※すべり速度は、大きくすべった領域（2D以上の領域）の各小断層　（◇）のすべり量とライズタイムに基づくすべり速度の平均値

再現モデル	面積	地震モーメント[1)]	Mw[1)]	平均すべり量	ライズタイム	すべり速度
Satake et al.(2013)	110,000km^2	4.2×10^{22}Nm	9.0	9.5m	150s※	0.3 m/s ※

1)剛性率をSatake et al.(2013)に基づき4.0×10^{10} N/m^{2}と仮定　　※ ライズタイムが小さく算定されている可能性がある。

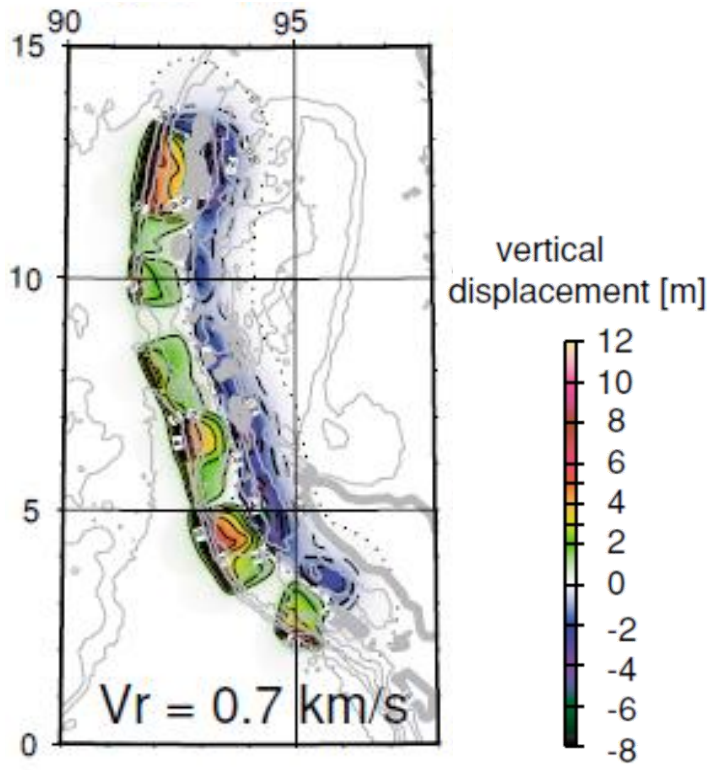
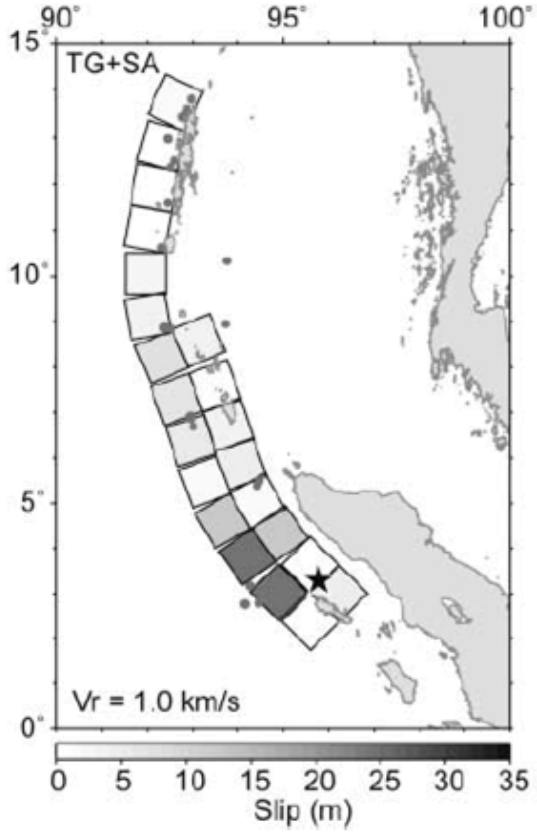
Satake et al.(2013)による東北沖地震の津波インバージョン（使用データ及びインバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（スマトラ島沖地震の津波インバージョンから推定されたライズタイム）

第615回資料1-1
p.103再掲

■スマトラ島沖地震・津波について、津波波形を用いた津波インバージョンによりすべり量とライズタイムがそれぞれ推定された事例は以下のとおり。
■スマトラ島沖地震では、津波観測波形および衛星観測による海面高度測量データを用いた津波インバージョン解析が実施され、波源モデルが推定されている。
ライズタイムは、波源域の全域で一定値としてパラメータスタディにより推定されている。
■推定された波源モデルは、使用したデータや手法によりそれぞれ異なっているが、共通の特徴として、数分を超える長いライズタイムが推定されている。

再現モデル名	Hirata et al.(2006)	Fujii and Satake(2007)
再現モデル図		
推定されたライズタイム（すべり速度）	150s (0.2m/s)	180s (0.1m/s)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（スマトラ島沖地震の津波インバージョン結果：Hirata et al.(2006)）

第615回資料1-1
p.104再掲

- Hirata et al.(2006)は、2004年スマトラ島沖地震の衛星観測による海面高度測量データを使用して、津波インバージョン解析を実施。ライズタイムはパラメータスタディにより推定されている。
- その結果、ライズタイムを150s、破壊伝播速度を0.7km/sとした場合に、最も観測結果と解析結果が一致するとされている。

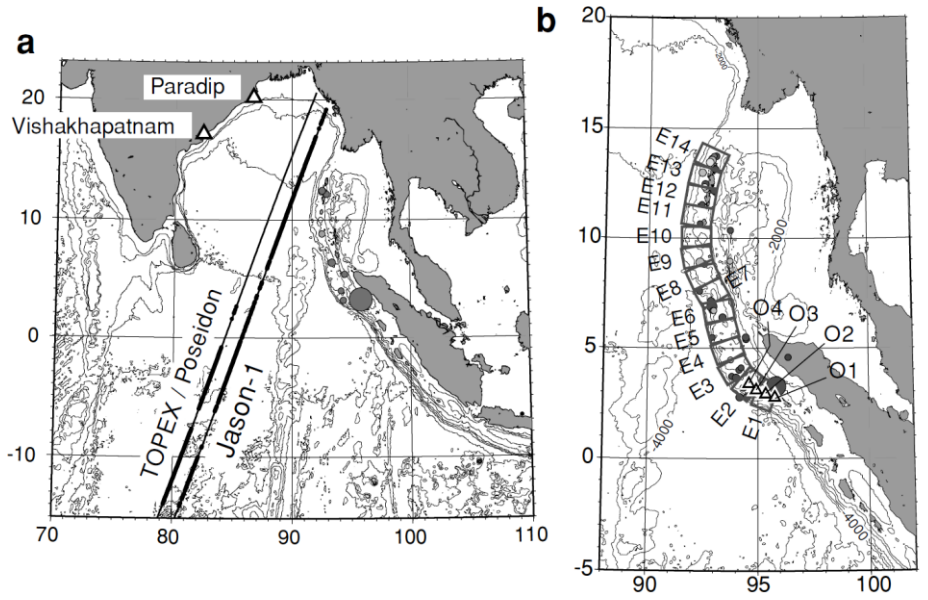
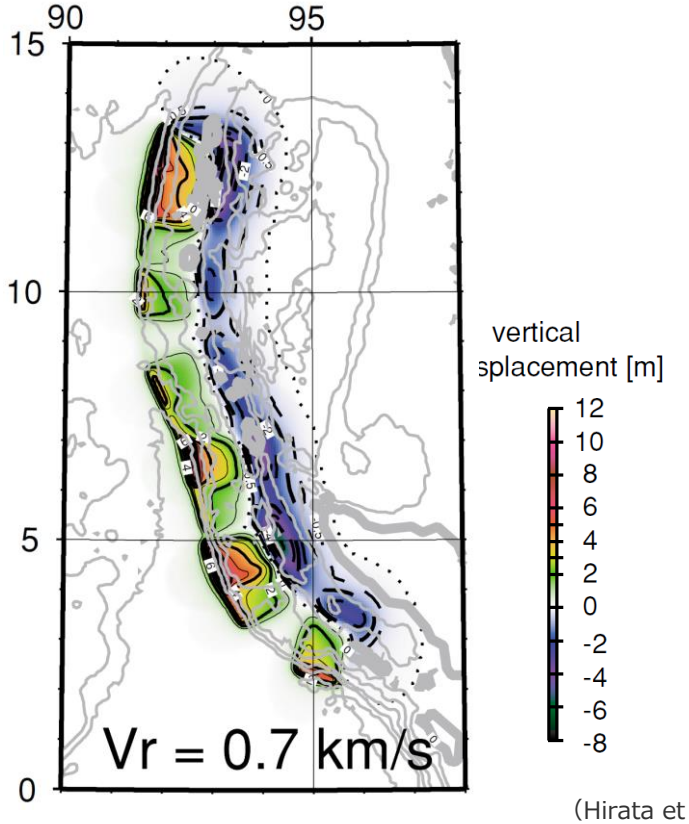


Fig. 1. (a) Ground tracks of satellite altimetry with Jason-1 and TOPEX/Poseidon (thin lines). Two satellites passed across the Indian Ocean two hours after the occurrence of the great Sumatra earthquake (Gower, 2005; JPL/NASA, 2005). Closed circles on the ground tracks indicate the points that sea surface height (SSH) difference from two successive cycles before and after the great Sumatra earthquake can be defined. The epicenters of mainshock and aftershocks two hours after the great event are also shown. (b) Subfault setting for the inversion in this study. We model the entire aftershock zone, with a length of 1400 km along the northern Sumatra-Nicobar-Andaman trench, using 14 subfaults placed parallel to the trench (E1–E14). O_1 to O_4 (triangles) indicate possible rupture initiation points. Aftershock distribution, including the mainshock epicenter, within 1 day after the occurrence of the mainshock is also shown.



（Hirata et al.(2006)）

再現モデル	面積	地震モーメント[1)]	Mw[1)]	平均すべり量	ライズタイム	すべり速度
Hirata et al.(2006)	210,000km^2	9.9×10^{22}Nm	9.3	13.4m	150s	0.2 m/s ※

※すべり速度は、大きくすべった領域（2D以上の領域）の各小断層 のすべり量とライズタイムに基づくすべり速度の平均値

1)剛性率をHirata et al.(2006)に基づき3.5×10^{10} N/m^{2}と仮定

Hirata et al.(2006)による2004年スマトラ島沖地震の津波インバージョン（使用データ及びインバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（スマトラ島沖地震の津波インバージョン結果：Fujii and Satake (2007)）

第615回資料1-1
p.105再掲

- Fujii and Satake(2007)は、2004年スマトラ島沖地震の津波観測波形および衛星観測による海面高度測量データを使用して、津波インバージョン解析を実施。ライズタイムはパラメータスタディにより推定されている。
- その結果、ライズタイムを3min(=180s)、破壊伝播速度を1.0km/sとした場合に、最も観測結果と解析結果が一致するとされている。

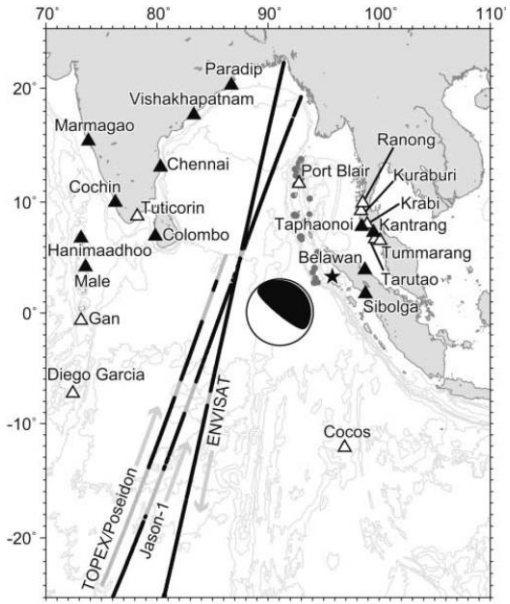


Figure 1. Epicenter of the 2004 mainshock (black star). Epicenters of aftershocks occurring one day after the mainshock (solid circles) located by the U.S. Geological Survey (USGS). Triangles indicate the location of available tide gauge stations; we used only the stations in black. The Harvard CMT solution is also shown (lower hemisphere equal-area projection). Track lines of three satellites (thick lines) are also shown.

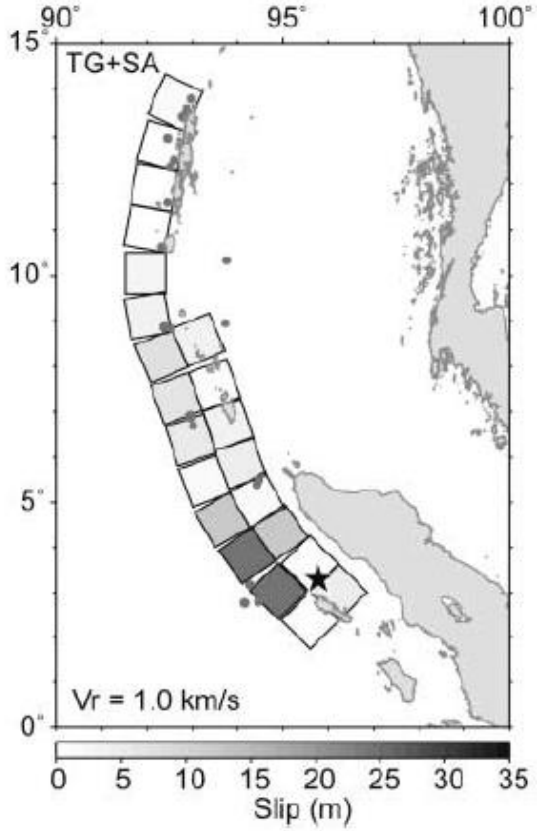


Table 4
Variance Reductions (%) for Three Different Inversions with Different Rupture Velocities and Rise Times

V_r	Tide Gauge Data			Satellite Altimeter Data			TG+SA Data		
(km/sec)	1 min	2 min	3 min	1 min	2 min	3 min	1 min	2 min	3 min
0.5	23.1	20.8	18.8	27.8	29.5	31.0	22.0	20.1	18.3
1.0	32.8	33.4	34.2	33.8	36.4	38.2	29.8	31.0	32.1
1.5	29.3	29.5	29.8	31.1	33.8	35.5	26.8	27.3	27.8
2.0	30.2	29.9	29.7	29.7	32.3	34.2	27.2	27.3	27.4
2.5	28.4	28.2	28.3	28.4	30.6	32.9	25.0	25.2	25.6
3.0	28.5	28.4	28.5	27.4	29.7	31.9	24.9	25.2	25.6

ライズタイム３min（=180s）、破壊伝播速度1km/sとした場合に最も観測結果と一致。

（Fujii and Satake(2007)を基に作成）

再現モデル	面積	地震モーメント[1)]	Mw[1)]	平均すべり量	ライズタイム	すべり速度
Fujii and Satake(2007)	220,000km^2	6.0×10^{22}Nm	9.1	5.5m	180s	0.1 m/s ※

※すべり速度は、大きくすべった領域（2D以上の領域）の各小断層 のすべり量とライズタイムに基づくすべり速度の平均値

1)剛性率をFujii and Satake (2007)に基づき5.0×10^{10} N/m^{2}と仮定

Fujii and Satake(2007)による2004年スマトラ島沖地震の津波インバージョン（使用データ及びインバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例（まとめ）

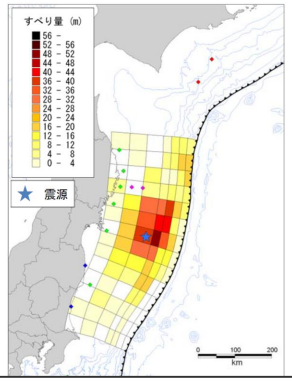
第717回資料1-2
p.250再掲

■ 近年の国内外の巨大地震の発生事例に基づき、国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンから推定されているライズタイムを分析した。
■ その結果、国内外のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。
■ なお、内閣府の最大クラスモデルのライズタイムは国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイムに比べて非常に短い値であることを確認した。

巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイム

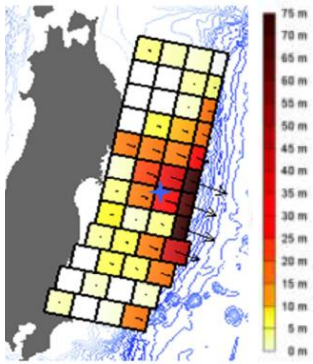
地震名	文献名	ライズタイム（すべり速度）
2011年東北沖地震　(Mw9.0)	内閣府(2012b)	**300s（ 0.1m/s ）**
	杉野ほか(2013)	**300s（ 0.2m/s ）**
	Satake et al.(2013)	**150s（ 0.3m/s ）**
2004年スマトラ島沖地震　(Mw9.1)	Hirata et al.(2006)	**150s（ 0.2m/s ）**
	Fujii and Satake(2007)	**180s（ 0.1m/s ）**
内閣府の最大クラスモデル(Mw9.1)	内閣府(2012)	60s（0.6m/s※）

※超大すべり域のすべり量をライズタイムで割ることで算出



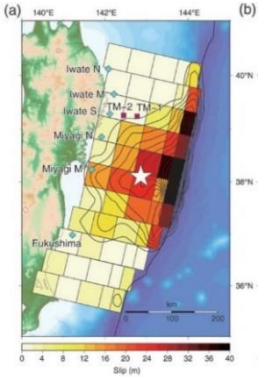
ライズタイム：300s
（すべり速度：0.1m/s）

内閣府(2012b)



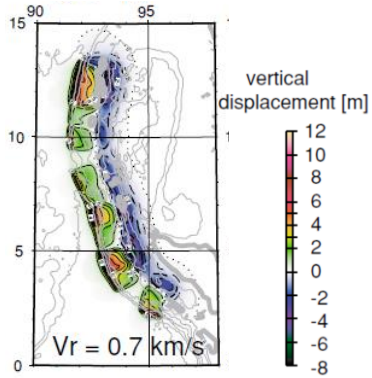
ライズタイム：300s
（すべり速度：0.2m/s）

杉野ほか(2013)
2011年東北沖地震



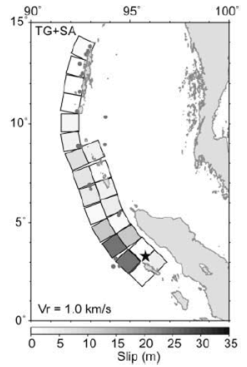
ライズタイム：150s
（すべり速度：0.3m/s）

Satake et al.(2013)



ライズタイム：150s
（すべり速度：0.2m/s）

Hirata et al.(2006)



ライズタイム：180s
（すべり速度：0.1m/s）

Fujii and Satake(2007)
2004年スマトラ島沖地震

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
（参考：破壊伝播速度とライズタイムに関するスケーリング則）

第717回資料1-2
p.251再掲

■ Kanamori and Anderson(1975)のスケーリング則に基づくと、ライズタイムTは、D/v（D：平均すべり量、v：破壊伝播速度）に比例する関係となるが、破壊伝播速度vは規模依存するパラメータではないことから、ライズタイムTは平均すべり量Dに比例する関係が得られる。
■ なお、南海トラフの掘削調査試料の分析から、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部のライズタイムが非常に大きいとされる結果が得られていることを考えると、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部において、内閣府が想定する非常に短いライズタイムを持つ巨大地震が発生する可能性は低いと考えられる。

破壊伝播速度とライズタイムに関するスケーリング則

・応力降下量σ、剛性率μ、v/βを、地震によらず一定とすると、食い違い理論に基づき以下の関係が成り立つ。

$$W \propto L \quad D \propto L \quad T \propto L/v \quad \cdots(1)$$

（Kanamori and Anderson(1975)による）

・すなわち、

$$T \propto D/v \quad \cdots(2)$$

・また、スケーリング則としては、vは規模依存するパラメータではないことから、以下となる。

$$T \propto D \quad \cdots(3)$$

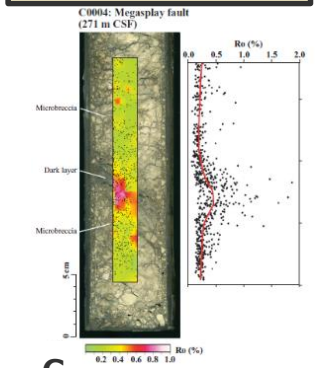
ここで、σ：応力降下量、μ：剛性率（$=\rho\beta^2$）、v：破壊伝播速度、β：S波速度
W：断層幅、L：断層長さ、D：平均すべり量、T：ライズタイム

・なお、T∝D/vの関係について、平均すべり量が同じ検討波源モデルとパラメータスタディモデルとで比較した結果は以下のとおり。

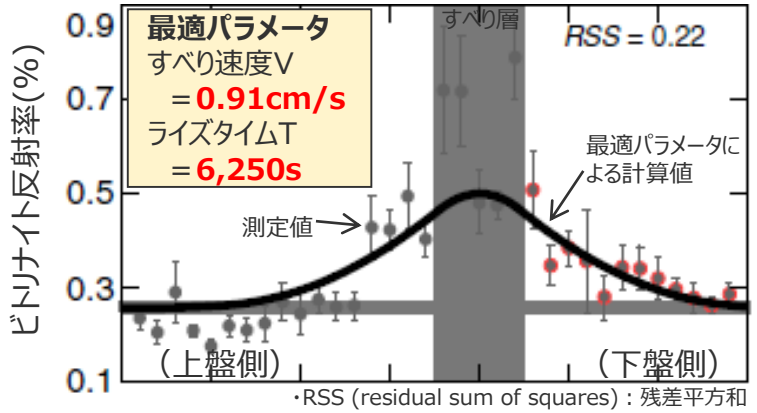
検討波源モデルとパラメータスタディモデルの破壊伝播速度とライズタイム

項目	検討波源モデル (a)		パラメータスタディモデル(b)		(a)/(b)
破壊伝播速度 v(km/s)	2.0	⇨	2.5		4/5
ライズタイム T(s)	150	⇨	120		5/4
v×T(km)	**300**	⇨	**300**		**1**

分岐断層

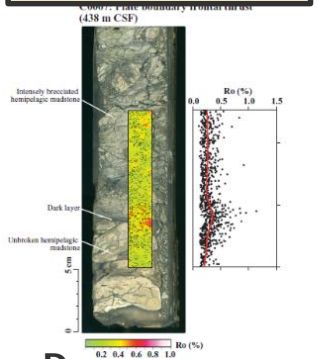


C

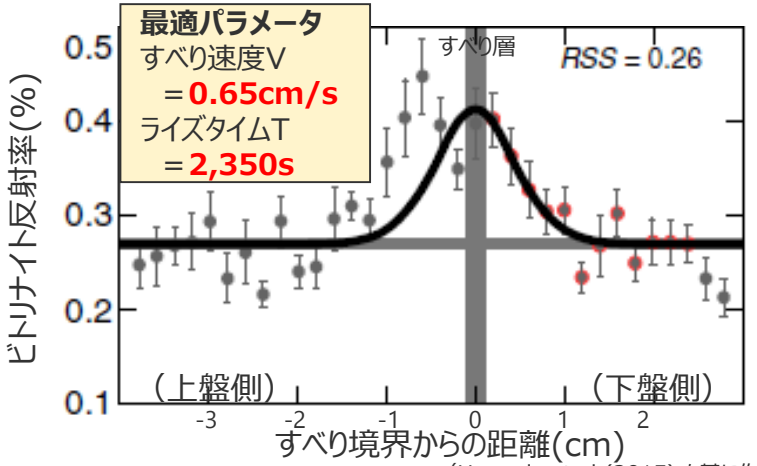


・RSS (residual sum of squares)：残差平方和

プレート境界面浅部



D



（Hamada et al.(2015) を基に作成）

南海トラフの掘削調査試料の分析に基づくライズタイムの算定結果

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

第1020回資料2-2
p.465再掲

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

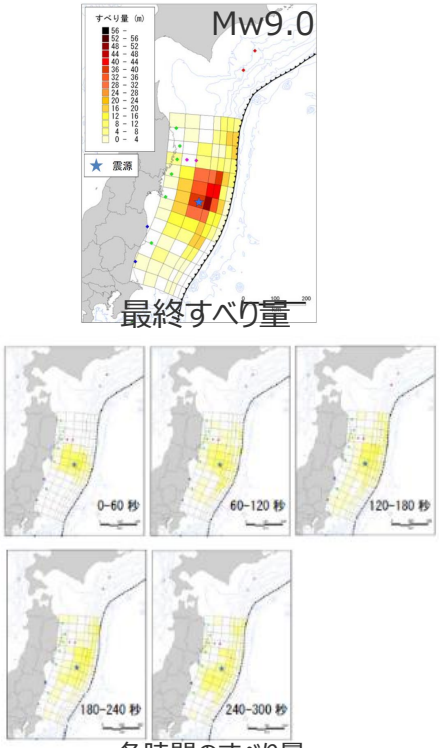
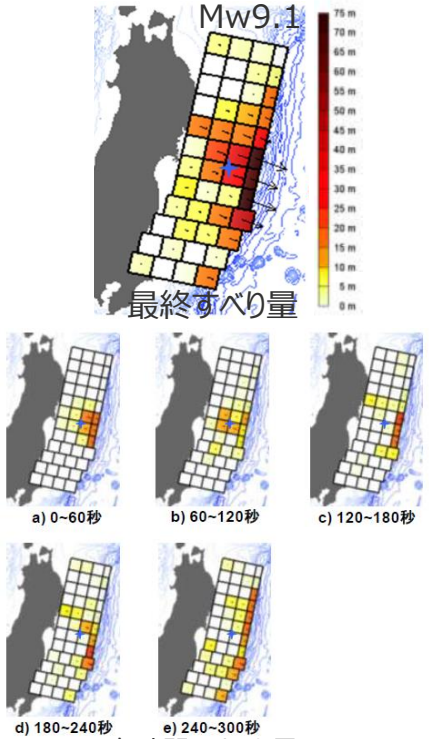
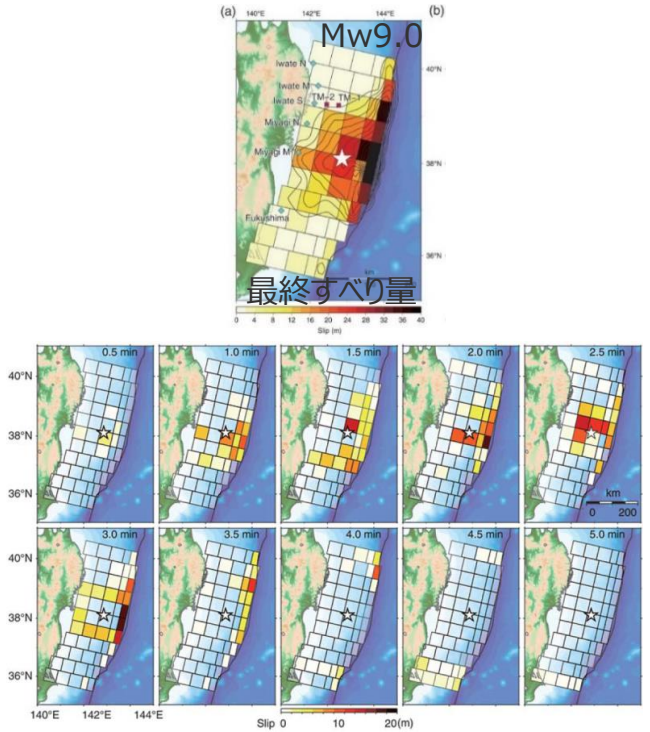
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（東北沖地震の津波インバージョン：検討方針）

第662回資料1-1
p.61再掲

■ 東北沖地震・津波では、津波のタイムウィンドウインバージョンによりすべり量とライズタイムをそれぞれ推定した事例が複数報告されており、これらの津波インバージョン事例に基づくと、東北沖地震のライズタイムは150～300sとされる。
■ 一方、これらの津波インバージョンでは、タイムウィンドウの幅は30s～60s、個数は5個と設定されており、ライズタイムの推定値(150～300s)に対して比較的粗い。また、ライズタイムを最大60sまでとしたタイムウィンドウインバージョンは行われていないことから、ライズタイムを60sとした場合の観測波形の再現性は確認されていない。

■ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定してライズタイムに着目した津波インバージョンを実施し、東北沖地震のライズタイムに関して詳細に検討するとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波観測波形の再現性について検討した。

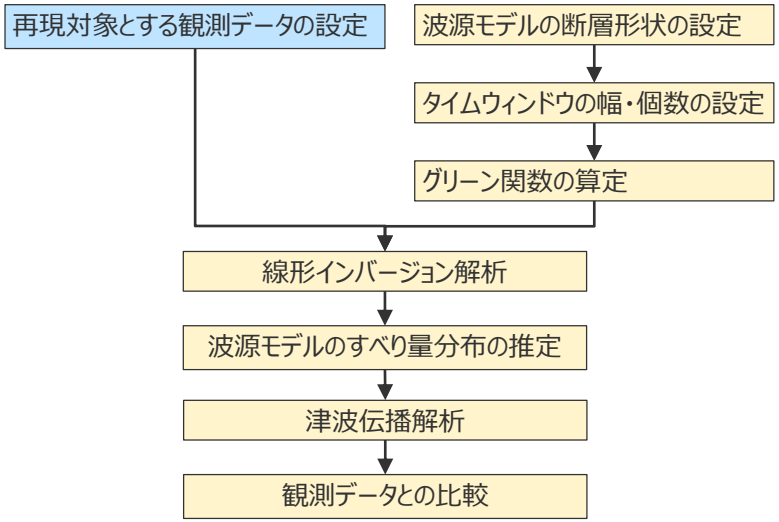
再現モデル名	内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)
再現モデル図	 各時間のすべり量	 各時間のすべり量	 各時間のすべり量
タイムウィンドウの幅・個数	60s×5個	60s×5個	30s×5個

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（東北沖地震の津波インバージョン：津波インバージョンの方法）

第662回資料1-1
p.62再掲

■ 津波インバージョンは、観測津波波形に加えて観測地殻変動量も再現対象に加えたジョイントインバージョンとし、Satake et al.(2013)の方法を参照して実施した。
■ 津波インバージョンの検討フローと検討ケースは以下のとおり。
　検討ケースについては、ライズタイムとして60s～300sを考慮できるよう、タイムウィンドウの幅を10sとしその個数を6個～30個の間で変化させた9ケースを検討した。
■ 再現対象とする東北沖地震の観測データには、GPS波浪計による津波観測波形および電子基準点による陸域地殻変動を用いた。

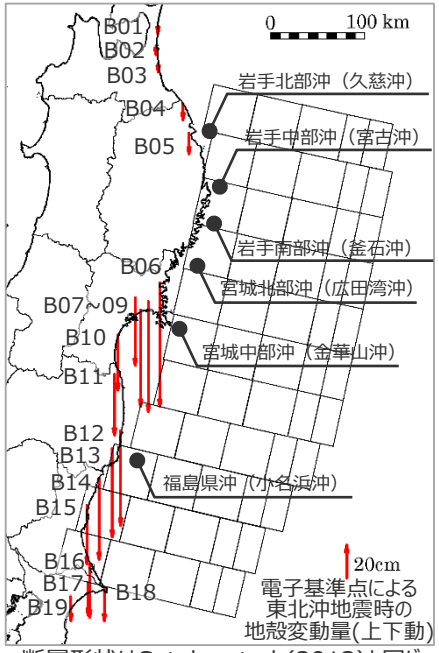


津波インバージョンの検討フロー

検討ケース（タイムウィンドウの設定）

ケース名	タイムウィンドウ			断層モデルの小断層の数	推定するすべり量の数
	幅	個数	計[1)]		
T60	10s	6	60s	55	330
T90	10s	9	90s	55	495
T120	10s	12	120s	55	660
T150	10s	15	150s	55	825
T180	10s	18	180s	55	990
T210	10s	21	210s	55	1,155
T240	10s	24	240s	55	1,320
T270	10s	27	270s	55	1,485
T300	10s	30	300s	55	1,650

1) タイムウィンドウの幅×個数。検討上考慮することのできるライズタイムの最大値となる。



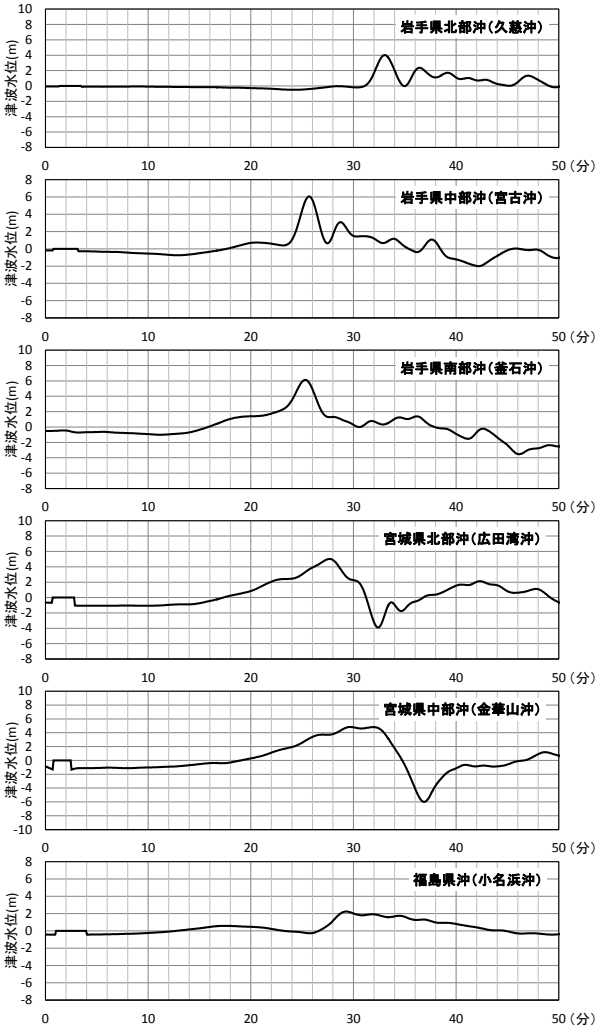
・断層形状はSatake et al.(2013)と同じ。

再現対象とした観測地点と波源モデルの断層形状

再現対象とする観測データ

データ名	使用地点数	サンプリング間隔	対象時間	1地点のデータ数
GPS波浪計による津波観測波形	6	5s	0～50min	601
電子基準点による陸域地殻変動	19[2)]	–	–	1

2) 東北地方沿岸部において解析領域内となる海岸付近の電子基準点を対象とした。

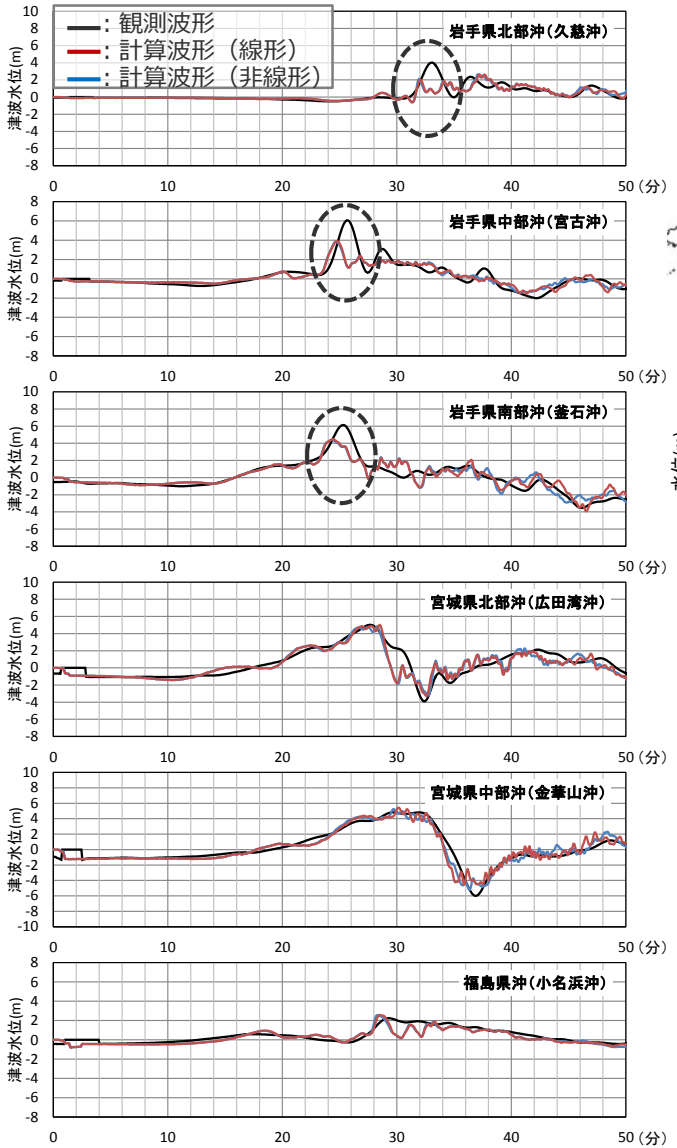


再現対象とするGPS波浪計地点における東北沖地震時の津波観測波形

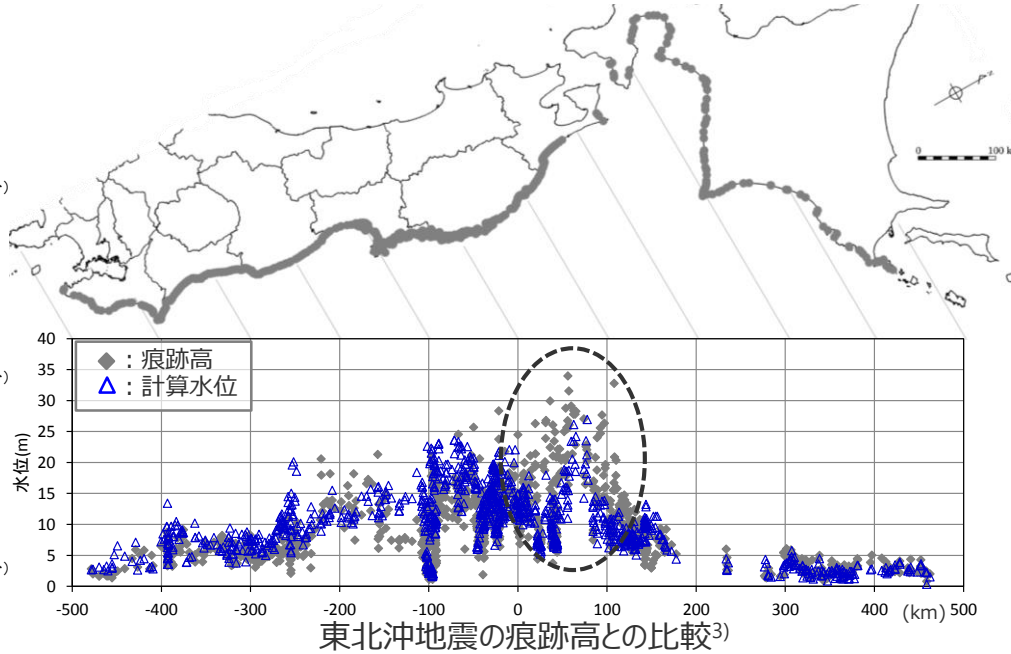
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（津波インバージョン結果:タイムウィンドウ60sのケース）

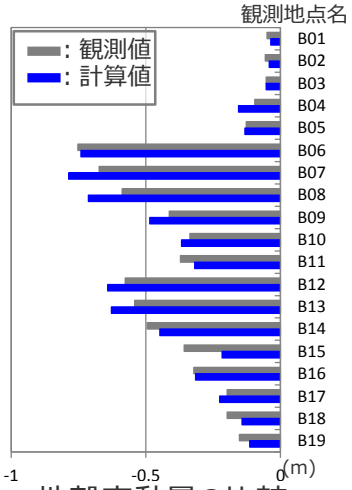
■ GPS波浪計地点における観測波形との比較について、タイムウィンドウ60sのケースでは短周期波が目立つとともに、岩手県の観測波のピーク水位が再現できていない。
■ また、東北沖地震の痕跡高との比較について、タイムウィンドウ60sのケースでは岩手県沿岸域の痕跡高を再現できていない。



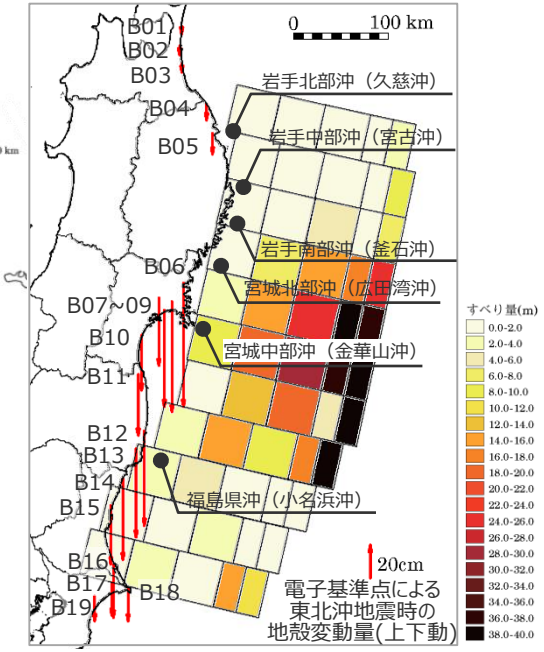
GPS波浪計地点における津波波形の比較



東北沖地震の痕跡高との比較[3)]



地殻変動量の比較



推定された波源モデル
と再現対象とした観測地点の位置

津波インバージョン結果

ケース名	推定された波源モデル					観測結果との比較		
	Mw	最大すべり量(m)	超大すべり域のすべり量(m)[1)]	平均すべり量(m)	ライズタイム(s)[2)]	GPS波浪計地点観測波形との残差平方和(m²)	痕跡高との比較[3)] K	κ
T60	9.00	54.0	29.7	9.0	60	1,582	0.955	1.511

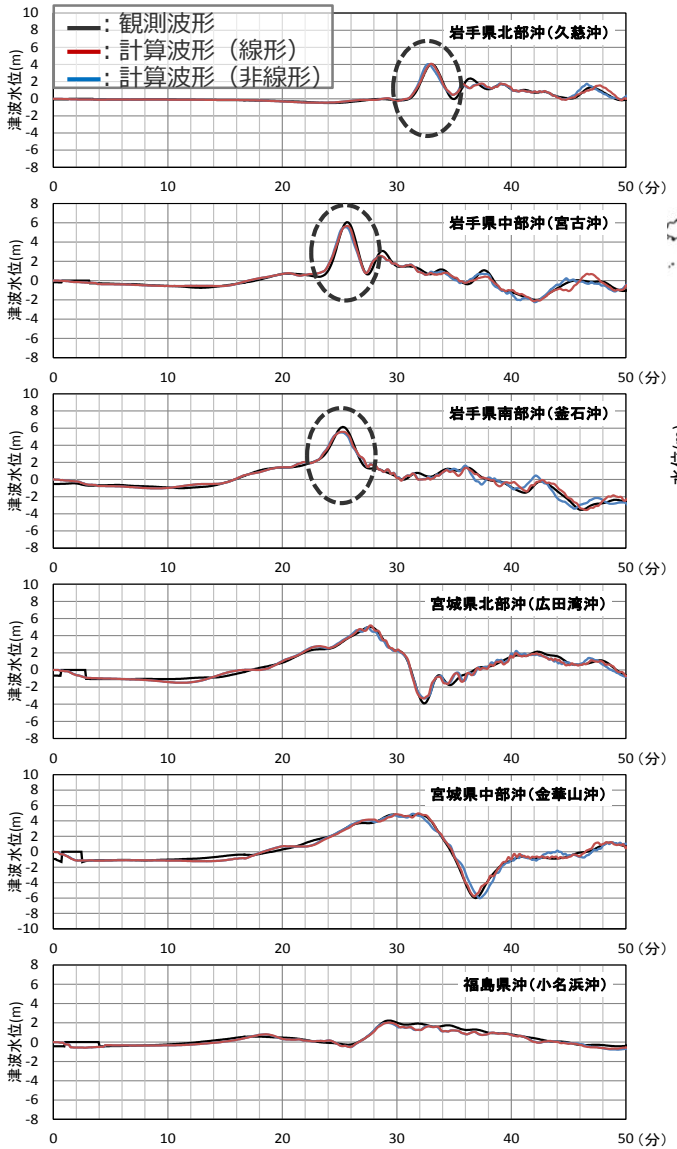
1)すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量
2)小断層がすべっているタイムウィンドウの個数を積算して算出
3)痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

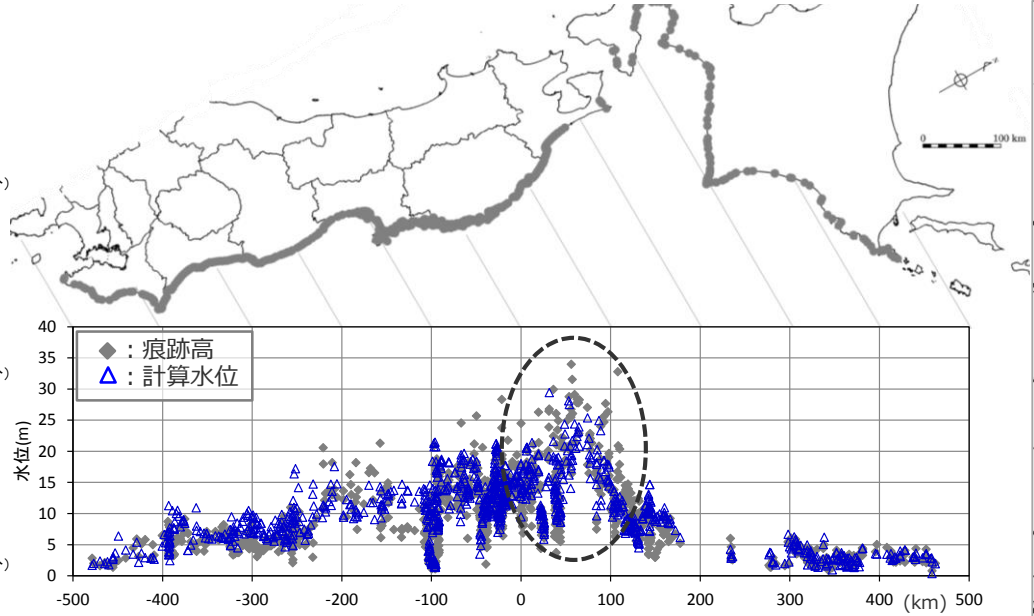
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（津波インバージョン結果:タイムウィンドウ180sのケース）

第662回資料1-1
p.64再掲

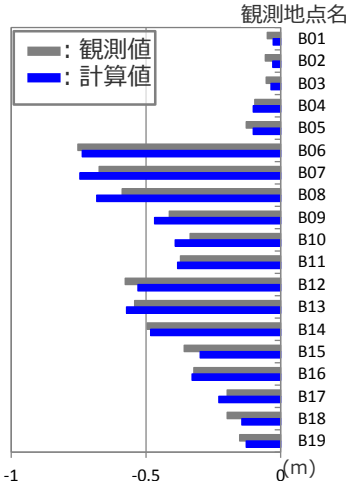
■ GPS波浪計地点における観測波形との比較について、タイムウィンドウ180sのケースでの再現性は良好であり、岩手県の観測波のピーク水位も再現できている。
■ また、東北沖地震の痕跡高との比較についても、タイムウィンドウ180sのケースでは岩手県沿岸域の痕跡高の再現性が向上している。



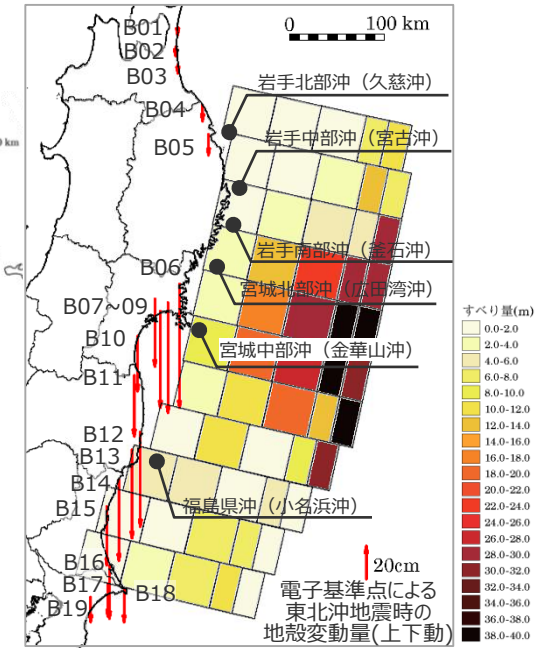
GPS波浪計地点における津波波形の比較



東北沖地震の痕跡高との比較[3)]



地殻変動量の比較



推定された波源モデル
と再現対象とした観測地点の位置

津波インバージョン結果

ケース名	推定された波源モデル					観測結果との比較		
	Mw	最大すべり量(m)	超大すべり域のすべり量(m)[1)]	平均すべり量(m)	ライズタイム(s)[2)]	GPS波浪計地点観測波形との残差平方和(m²)	痕跡高との比較[3)] K	κ
T180	9.04	69.2	32.1	10.3	170	332	0.944	1.413

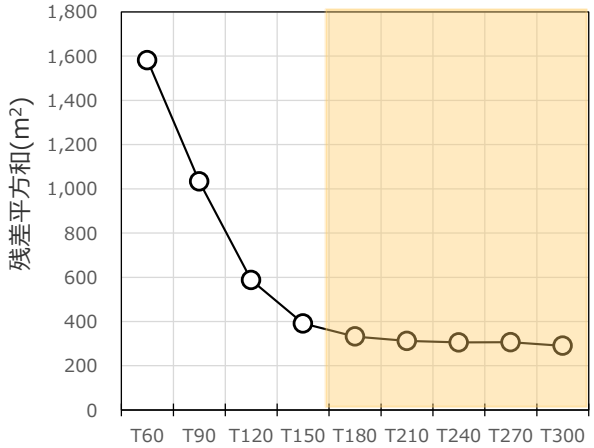
1)すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量
2)小断層がすべっているタイムウィンドウの個数を積算して算出
3)痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

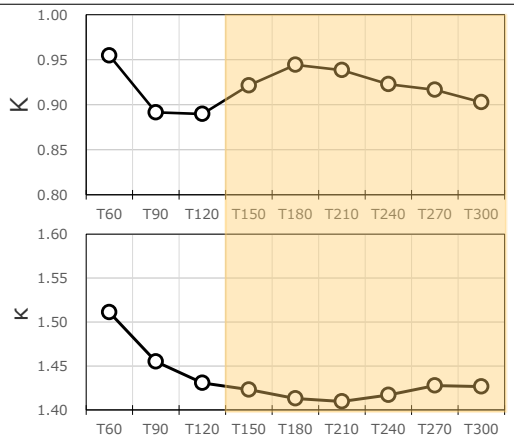
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（津波インバージョン結果:各ケースの再現性の関係）

第662回資料1-1
p.65再掲

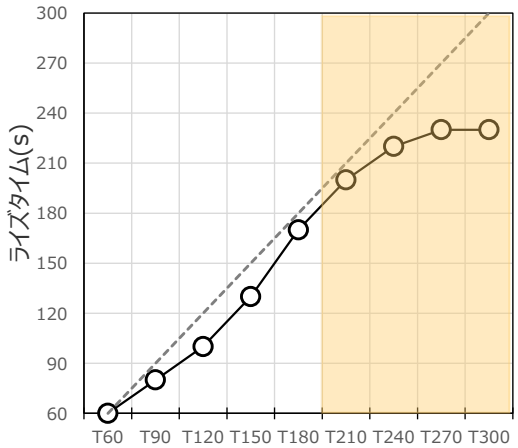
■ タイムウィンドウの個数を変化させた複数ケースの津波インバージョンを実施した結果、GPS波浪計地点の観測波形と計算波形との残差平方和および東北地方の痕跡高の再現性（相田のK・κ）は、タイムウィンドウが60sのケースから150sのケースになるにつれて低くなり、タイムウィンドウが180s～300sのケースで一定値に漸近することを確認した。また、タイムウィンドウの個数を増やしたケースでも、ライズタイムは200s程度で頭打ちすることを確認した。



各ケースのGPS波浪計の残差平方和



各ケースの痕跡高との比較（K・κ）



各ケースのライズタイム

津波インバージョン結果一覧

ケース名	タイムウィンドウ			推定された波源モデル					観測結果との比較		
	幅	個数	計	Mw	最大すべり量(m)	超大すべり域のすべり量[1](m)	平均すべり量(m)	ライズタイム(s)[2]	GPS波浪計による津波観測波形との残差平方和(m²)	痕跡高との比較[3] K	痕跡高との比較[3] κ
T60	10s	6	60s	9.00	54.0	29.7	9.0	60	1,582	0.955	1.511
T90	10s	9	90s	9.02	57.3	34.1	9.7	80	1,033	0.891	1.455
T120	10s	12	120s	9.03	55.1	32.0	10.0	100	587	0.890	1.431
T150	10s	15	150s	9.03	60.8	29.8	10.2	130	391	0.921	1.423
T180	10s	18	180s	9.04	69.2	32.1	10.3	170	332	0.944	1.413
T210	10s	21	210s	9.05	70.0	38.1	10.6	200	312	0.938	1.410
T240	10s	24	240s	9.05	67.1	35.0	10.7	220	305	0.923	1.417
T270	10s	27	270s	9.05	62.7	34.9	10.7	230	306	0.917	1.428
T300	10s	30	300s	9.05	66.6	38.1	10.9	230	290	0.903	1.427

1)すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量
2)小断層がすべっているタイムウィンドウの個数を積算して算出
3)痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

■ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150s～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

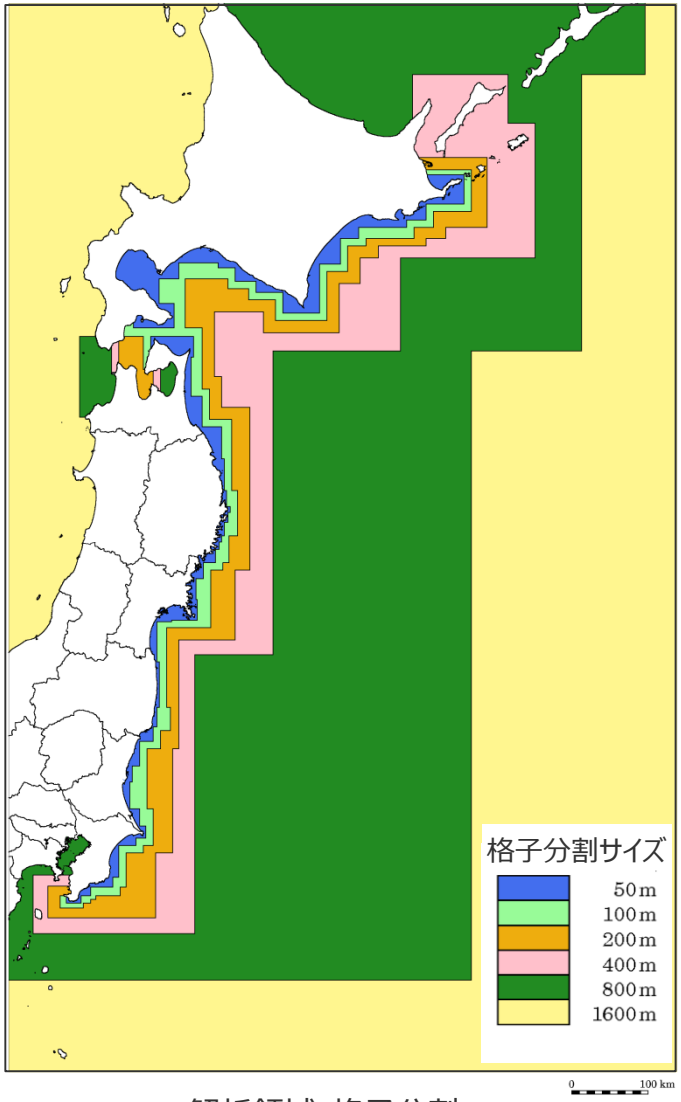
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

（参考：津波インバージョンの計算条件(グリーン関数の計算・津波伝播解析)）

第662回資料1-1
p.66再掲

■ 津波インバージョンは、Satake et al.(2013)を参照し、Lawson and Hanson(1974)に基づくタイムウィンドウを用いた線形ジョイントインバージョン手法とした。
■ 津波インバージョンにおけるグリーン関数の計算・津波伝播解析の計算条件は以下のとおり。



解析領域・格子分割

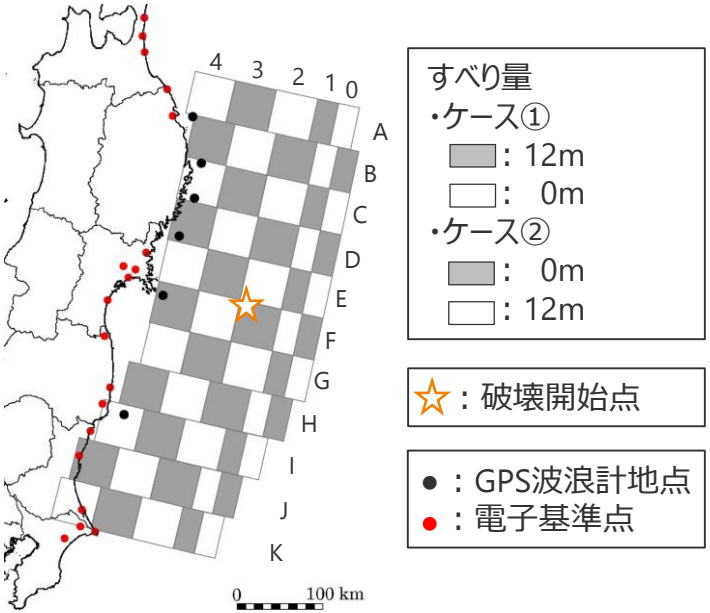
項目			計算条件
共通項目	計算領域		・北海道根室～房総半島の領域
	格子分割サイズ		・沖合1,600m→800m→400m→200m→100m→50m
	境界条件	沖側	・吸収境界（Cerjan et al.(1985)）
		陸側	・完全反射
	潮位条件		・T.P.± 0.0m
	計算時間間隔		・0.2s
	計算時間		・3時間
グリーン関数の計算	基礎方程式		・線形長波理論の連続式及び運動方程式
	海底の地盤変動量		・Mansinha and Smylie(1971)の方法（水平変位による鉛直寄与分を考慮） ・グリーン関数の計算に用いる各小断層の海底地盤変動量は、タイムウィンドウ幅(=10s)のすべり量を1mとして計算時間間隔(=0.2s)ごとに徐々に与える
津波伝播解析	基礎方程式		・非線形長波理論（浅水理論）の連続式及び運動方程式
	海底の地盤変動量		・Mansinha and Smylie(1971)の方法（水平変位による鉛直寄与分を考慮） ・海底地盤変動量は、タイムウィンドウごとに推定されたすべり量に基づき、5sごとに徐々に与える
	海底摩擦損失係数		・マニングの粗度係数0.025$m^{-1/3}s$
	水平渦動粘性係数		・10m^2/s

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（参考：津波インバージョン手法の解像度の確認）

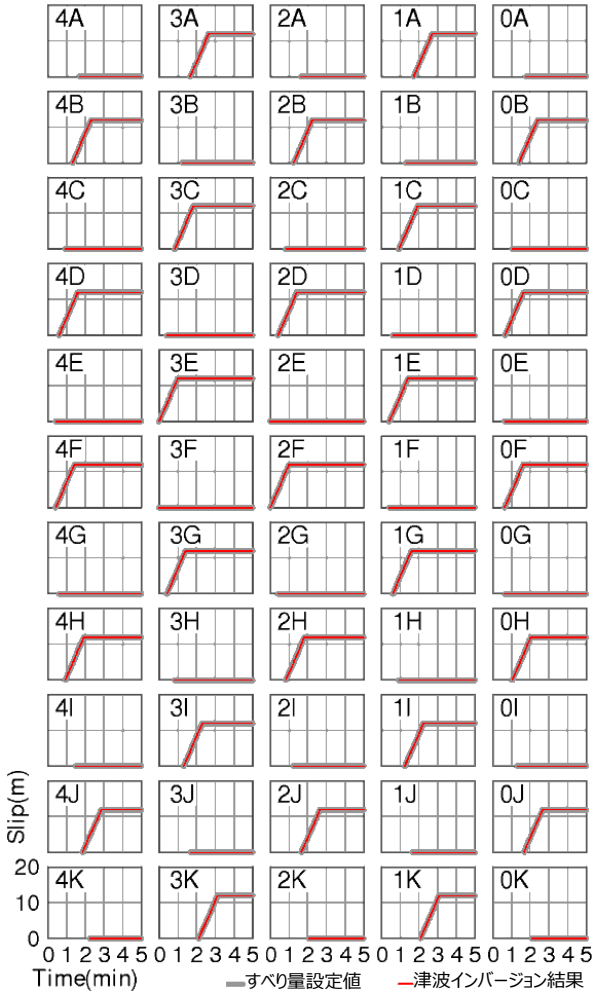
第662回資料1-1
p.67再掲

■ ライズタイムに着目した津波インバージョン手法の解像度を確認するために、合成データを用いた解像度テストを実施した。
■ 解像度テストは、Satake et al.(2013)を参照して実施することとし、チェッカーボード型のすべり量分布を仮定して作成した観測記録の合成データを用いて、タイムウィンドウ60sのケースと同じ条件で津波インバージョンを実施した。
■その結果、津波インバージョン結果のすべり量分布は仮定したすべり量分布をほぼ再現することを確認し、津波インバージョン手法の解像度が十分あることを確認した。

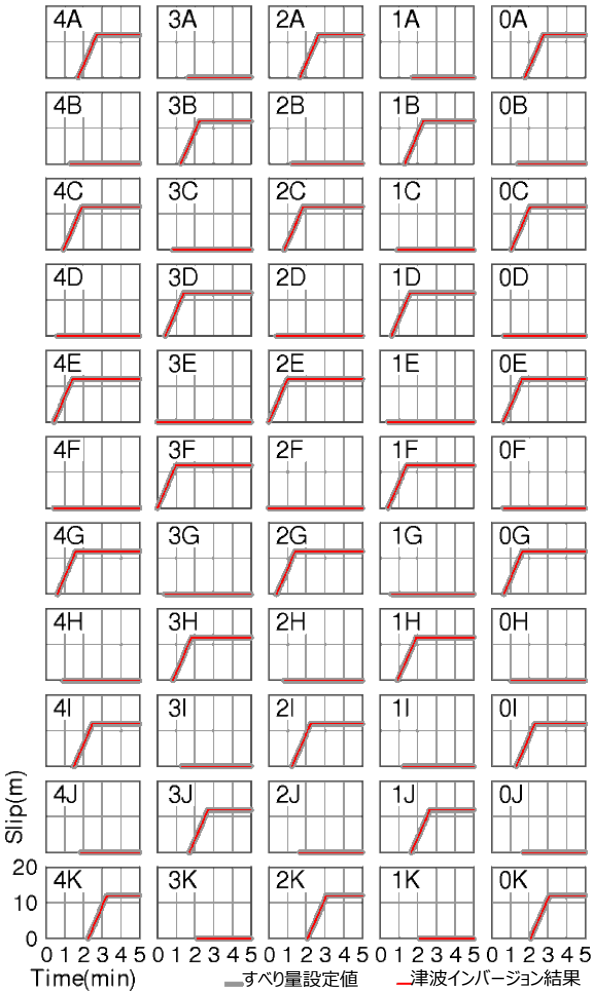


仮定したすべり量分布および合成データを作成した観測地点

解像度テストの検討条件
・仮定するすべり量分布：
チェッカーボード型のすべり量分布（相補的な2ケース）とし、60s間のすべり量を12m（=タイムウィンドウ幅とする10s間のすべり量2m×タイムウィンドウの個数6個）と設定した。
・合成データを作成する観測地点：
ライズタイムに着目した津波インバージョンと同じ地点とした。
・その他の計算条件：
ライズタイムに着目した津波インバージョンと同じ条件とした。



(a)ケース①



(b)ケース②

解像度テストの結果（小断層のすべり量分布の時間変化）

・添字は左図における各小断層の位置を表す。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（東北沖地震の再現モデルのライズタイムの影響検討：検討概要）

第615回資料1-1
p.109再掲

■ 近年の国内外の巨大地震・津波のライズタイムに関する推定事例および東北沖地震のライズタイムに着目した津波インバージョンから、Mw9クラスの巨大地震のライズタイムは150～300s程度であることを確認した。
一方、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」では、最大クラスの津波の波源モデルのライズタイムを60sと設定している。
■ そこで、Mw9クラスの巨大地震・津波のうち津波観測記録が豊富に存在する東北沖地震・津波の再現モデルを用いて、Mw9クラスの巨大地震・津波の事例の範囲を超えてライズタイムを60sと短く設定した場合に、ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響について分析した。
■ 分析の手順は以下のとおり。

【検討対象とする東北沖地震津波の再現モデル】
内閣府(2012b)、杉野ほか(2013)、Satake et al.(2013)

再現ケースの検討

➢ 上記３つの再現モデルに対し、東北沖地震津波の観測データを再現するライズタイムを適用したケースを**「再現ケース」**として設定し、津波伝播解析を実施。

ライズタイム60sケースの設定

➢ 上記3つの再現モデルに対し、ライズタイム60sを適用したケースを**「ライズタイム60sケース」**として設定し、津波伝播解析を実施。
（各モデルのすべり量は変更しない）

ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響の分析

➢ **「再現ケース」**と**「ライズタイム60sケース」**の解析結果について、以下項目の分析を実施。

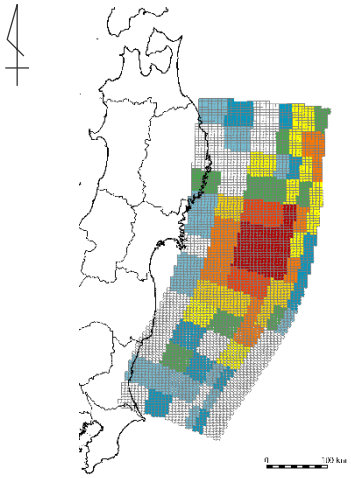
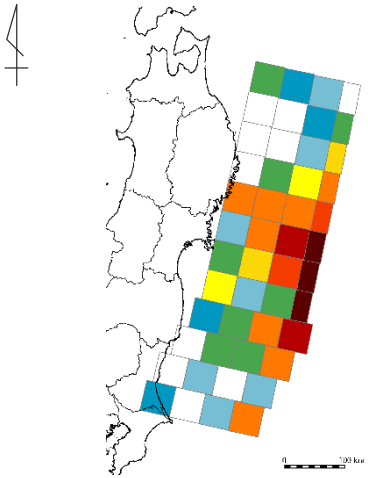
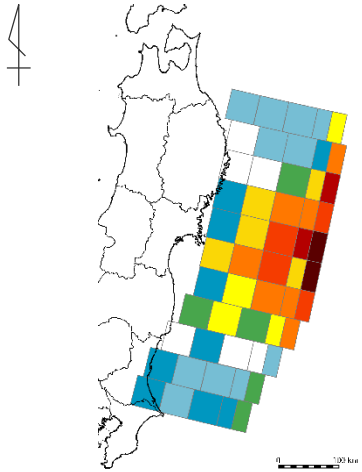
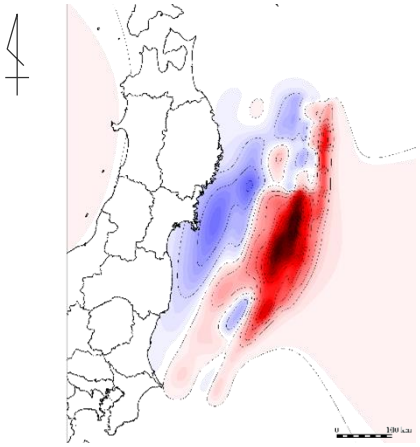
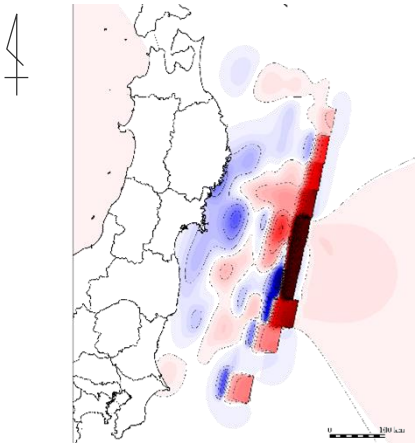
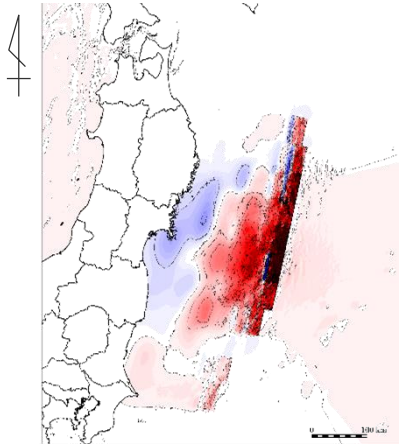
- 初期水位分布
- 東北沖の最大上昇水位分布
- 波源～沖合の縦断面水位分布
- GPS波浪計地点の沖合水位の時刻歴波形

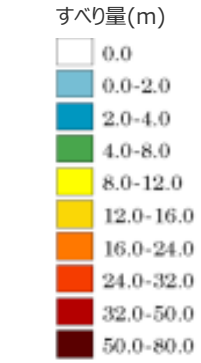
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

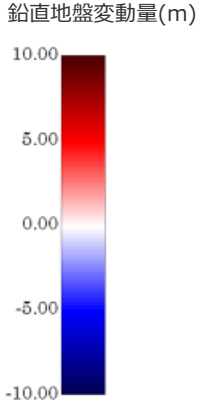
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（検討対象とする東北沖地震津波の再現モデル）

第615回資料1-1
p.110再掲

- 東北沖地震津波をインバージョン解析により再現した、内閣府(2012b)、杉野ほか(2013)、Satake et al.(2013)による３つの再現モデルを検討対象とした。
- 3つの再現モデルのライズタイムは、150～300sの間で推定されており、再現ケースのライズタイムにはこれらの数値をそのまま設定した。
  また、「ライズタイム60sケース」では、ライズタイムを60sと設定した。

	内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)
すべり量分布			
鉛直 地盤変動量 分布			
ライズタイム	300s	300s	150s





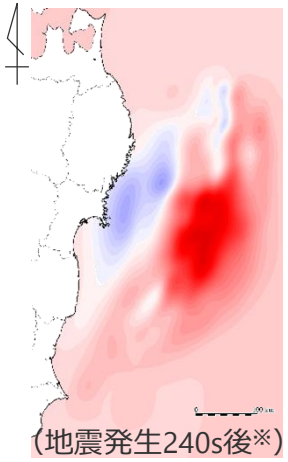
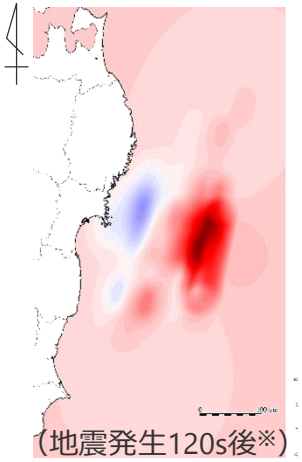
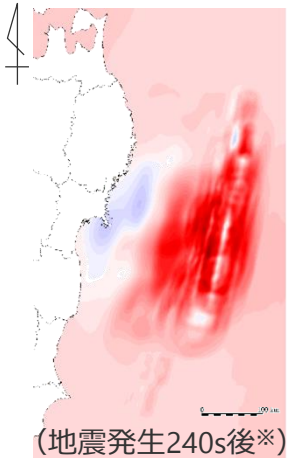
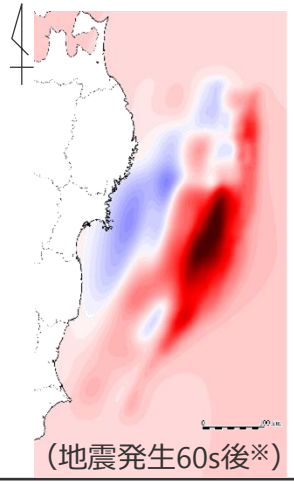
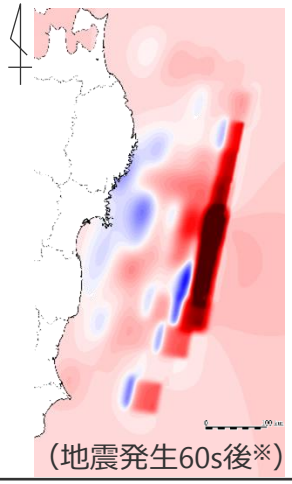
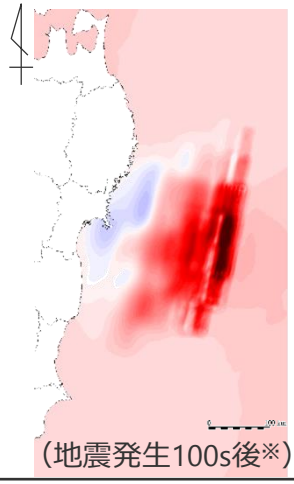
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

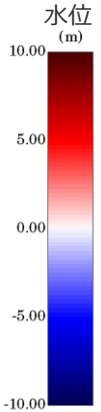
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

（ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響の分析：初期水位分布への影響）

第615回資料1-1
p.111再掲

■ 3つの再現モデルについて、再現ケースとライズタイム60sケースとの初期水位分布を比較した。
■ その結果、ライズタイム60sケースでは顕著に初期水位が大きくなっていることを確認した。

	内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)
再現ケース	 (地震発生240s後※)	 (地震発生120s後※)	 (地震発生240s後※)
ライズタイム	300s	300s	150s
ライズタイム 60s ケース	 (地震発生60s後※)	 (地震発生60s後※)	 (地震発生100s後※)
ライズタイム	60s		



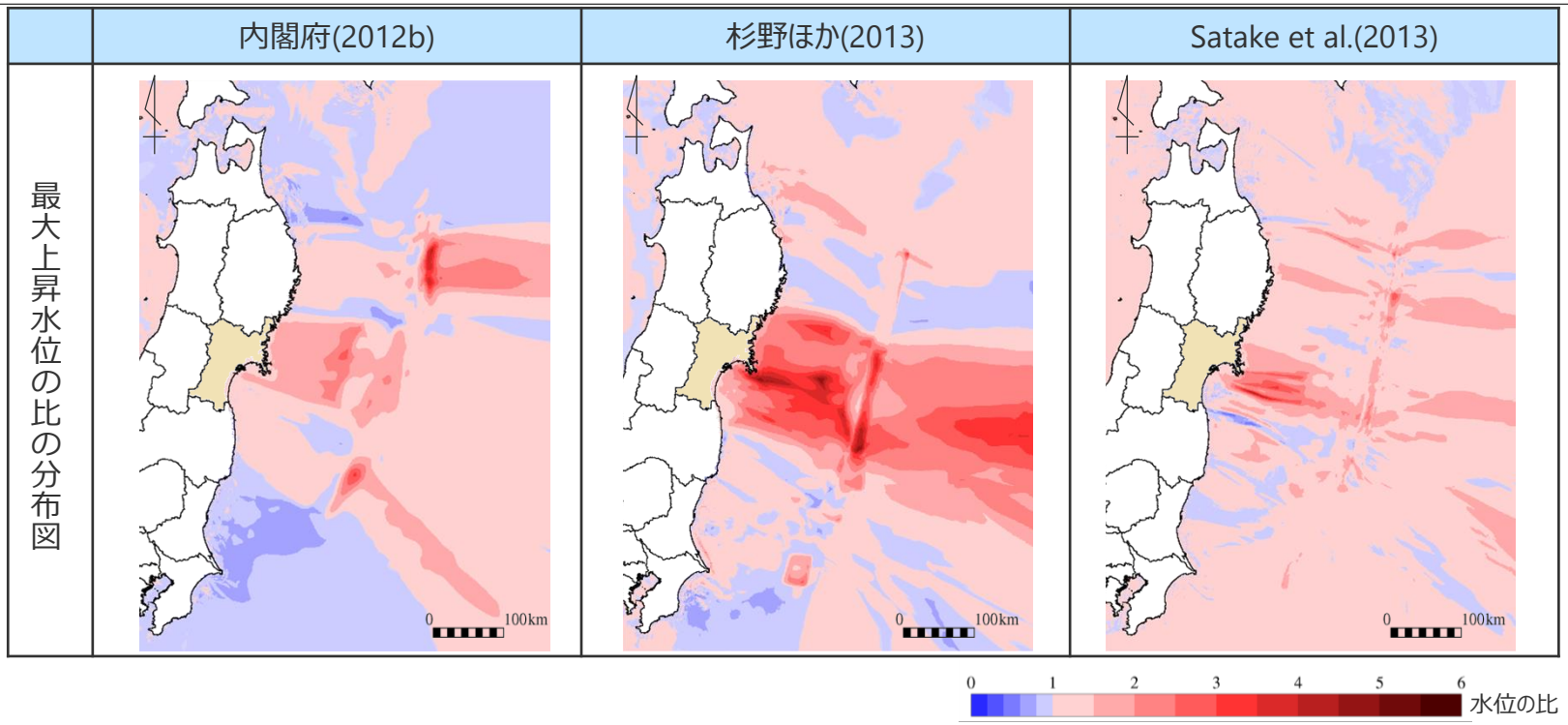
※　各ケースとも最も初期水位が大きい時間を抽出

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響の分析：最大上昇水位分布への影響）

第615回資料1-1
p.112再掲

■ 3つの再現モデルについて、再現ケースとライズタイム60sケースとの最大上昇水位の比較を行った。
■ その結果、ライズタイム60sケースでは、大きくすべった領域が前面に位置する宮城県沖の津波の水位が大きくなっているとともに、その津波高は東北沖地震の津波痕跡高を大幅に上回っていることを確認した。



（ライズタイム60sケースの最大上昇水位）／（再現ケースの最大上昇水位）の分布

大すべり域前面となる宮城県沿岸の痕跡高との比較

再現モデル	地点数	再現ケース		ライズタイム60sケース	
		K	κ	K	κ
内閣府(2012b)	**245**	**0.939**	**1.314**	**0.766**	**1.323**
杉野ほか(2013)	**245**	**0.948**	**1.315**	**0.600**	**1.398**
Satake et al.(2013)	**245**	**0.864**	**1.396**	**0.777**	**1.414**

・痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

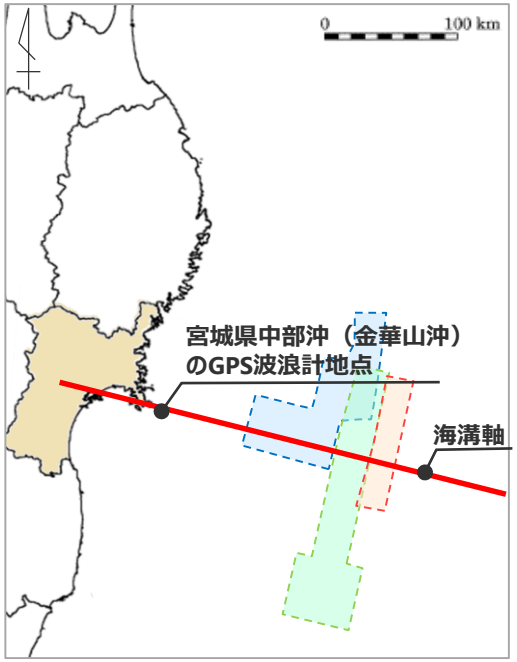
・相田の指標K（幾何平均）とκ（幾何標準偏差）
・土木学会(2016)による再現性の目安：
0.95＜K＜1.05、 κ＜1.45

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

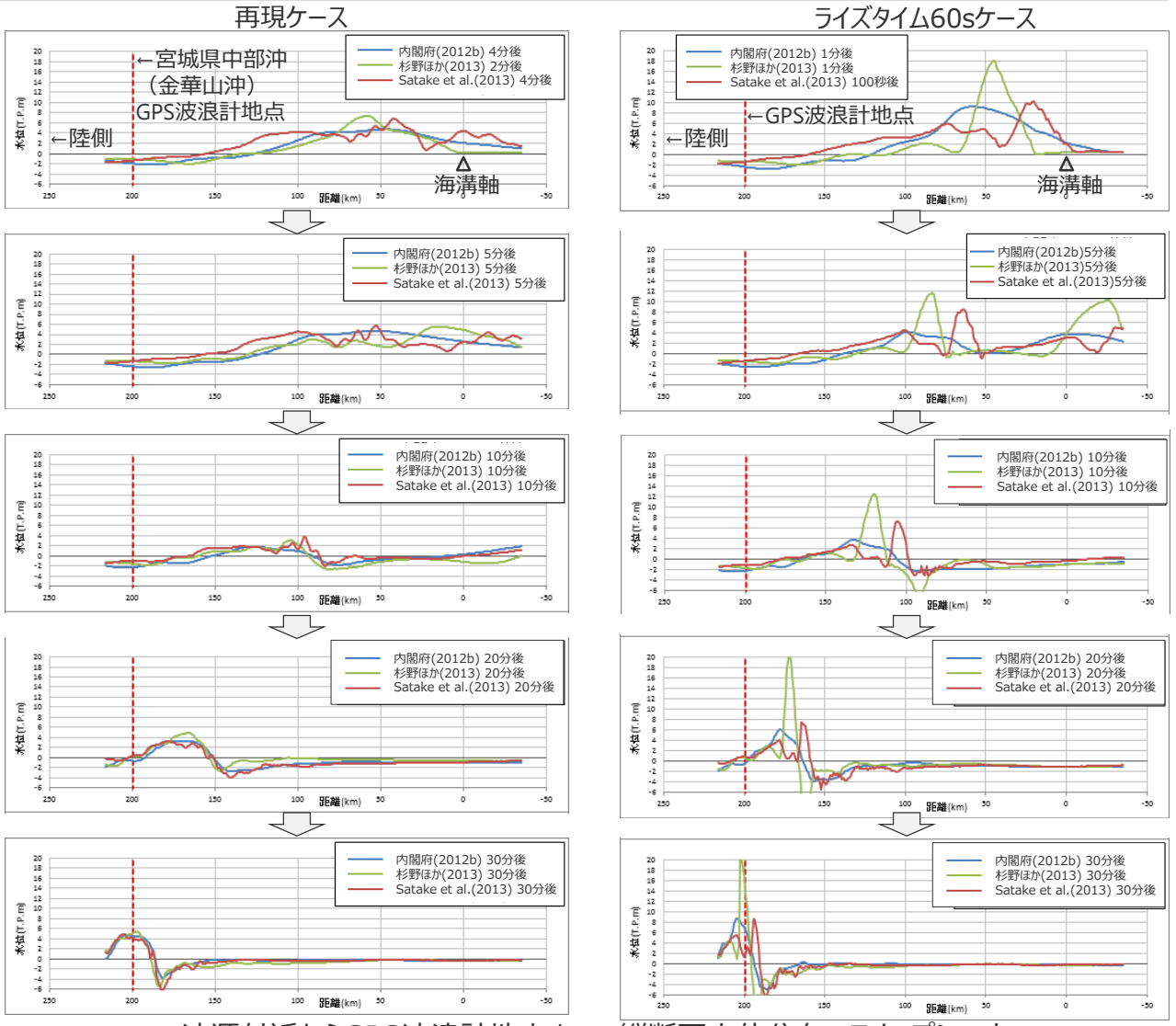
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

（ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響の分析：縦断面水位分布への影響）

■ 大きくすべった領域が前面に位置する「宮城県中部沖」のGPS波浪計地点を対象に、再現ケースとライズタイム60sケースの波源付近からGPS波浪計地点付近までの縦断面水位分布のスナップショットによる比較を行った。
■ その結果、ライズタイム60sケースでは、波源付近で再現ケースと比べて短波長の津波が発生し、それが沿岸域に近づくにつれ著しく増幅していることを確認した。



波源付近から宮城中部沖の
GPS波浪計地点付近までの縦断面（ ）



波源付近からGPS波浪計地点までの縦断面水位分布のスナップショット

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

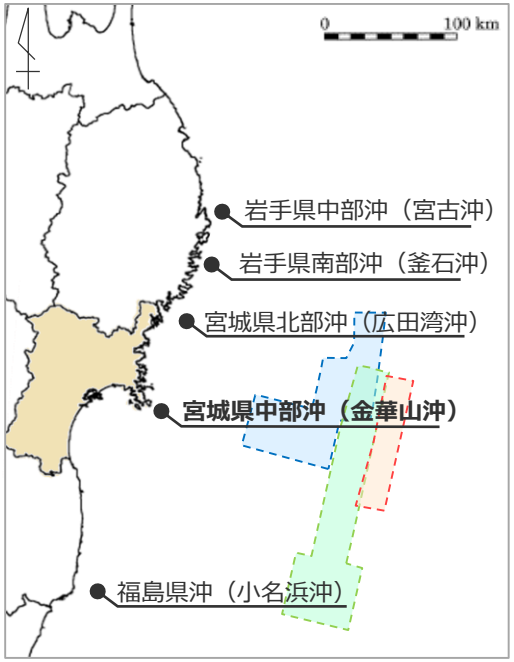
②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

（ライズタイムが津波の発生・伝播に与える影響の分析：GPS波浪計地点の沖合水位の時刻歴波形）

第662回資料1-1
p.73再掲

- 再現ケースおよびライズタイム60sケースによるGPS波浪計地点の水位の時刻歴波形について、観測記録と比較した。
- その結果、再現ケースでは津波の水位および周期が観測記録と良く一致しており、実現象を再現していることを確認した。
- 一方、ライズタイム60sケースでは、観測記録と比べて短周期の波が顕著になっているとともに、大きくすべった領域が前面に位置する宮城県沖において最大水位が観測波形の約1.5倍～3倍となっていることを確認した。

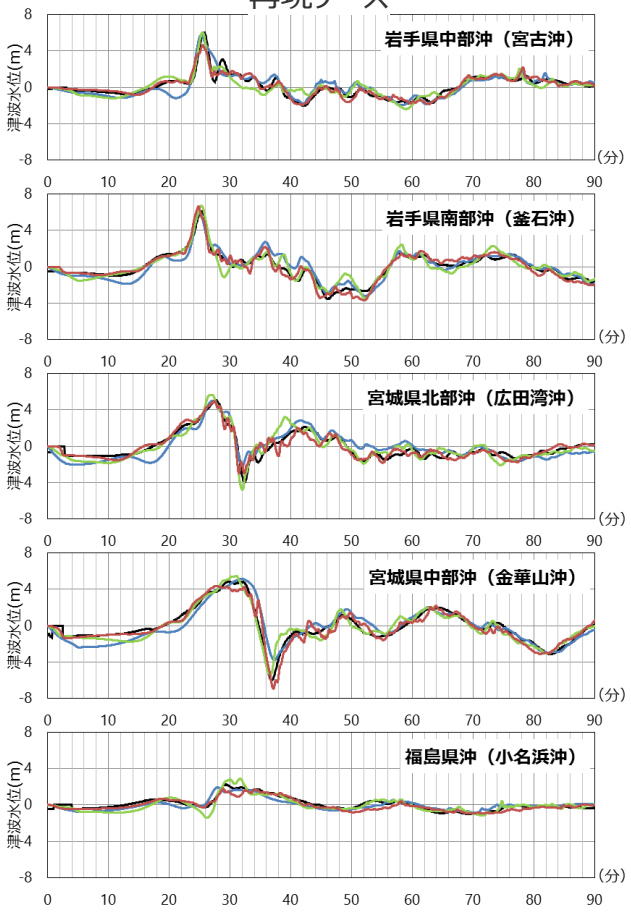




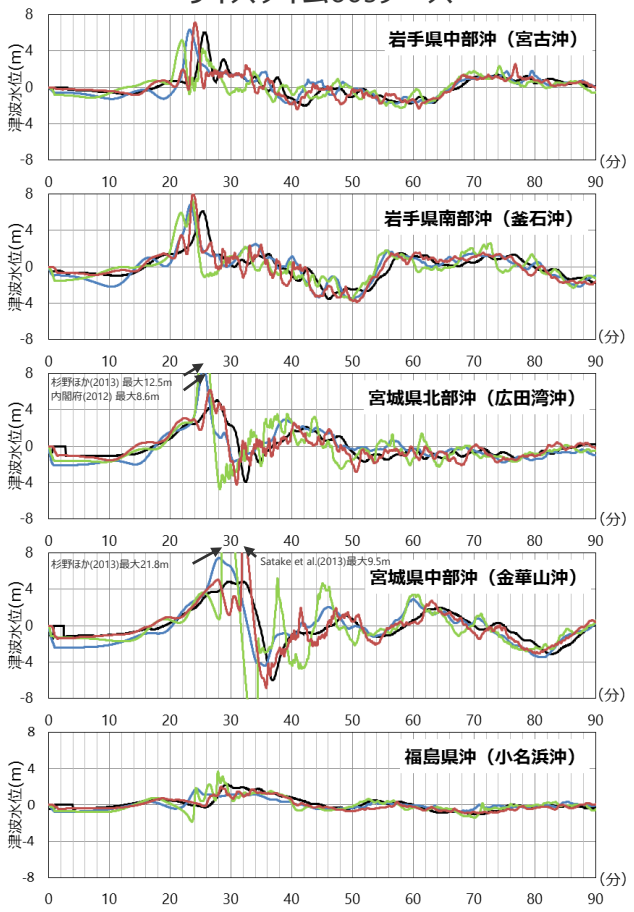
GPS波浪計地点

東北沖地震で大きくすべった領域（平均すべり量の4倍以上の領域）の概略位置
- 内閣府(2012b)
- 杉野ほか(2013)
- Satake et al.(2013)

再現ケース



ライズタイム60sケース



GPS波浪計地点における沖合水位の時刻歴波形

- 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（参考：東北沖地震津波の再現モデルの断層パラメータ）

第615回資料1-1
p.115再掲

■内閣府(2012b)、杉野ほか(2013)、Satake et al.(2013)の３つの再現モデルの断層パラメータを示す。

項目	内閣府(2012b)	杉野ほか(2013)	Satake et al.(2013)
モーメントマグニチュードMw	9.0	9.1	9.0
断層面積S (km^2)	119,974	112,000	110,000
平均応力降下量⊿σ (MPa)	2.47	3.86	2.79
剛性率μ (N/m^2)	4.1×10^{10}	4.6×10^{10}	4.0×10^{10}
平均すべり量 (m)	8.6	11.4	9.5
最大すべり量 (m)	49.6	77.9	69.1
地震モーメントM_0 (Nm)	4.2×10^{22}	5.9×10^{22}	4.2×10^{22}
すべり角λ (°)	太平洋プレートの運動方向に基づいて設定	81	81
ライズタイムT（s）※1	300	300	150
破壊伝播速度 (km/s)	2.0※2	1.5	2.0※3

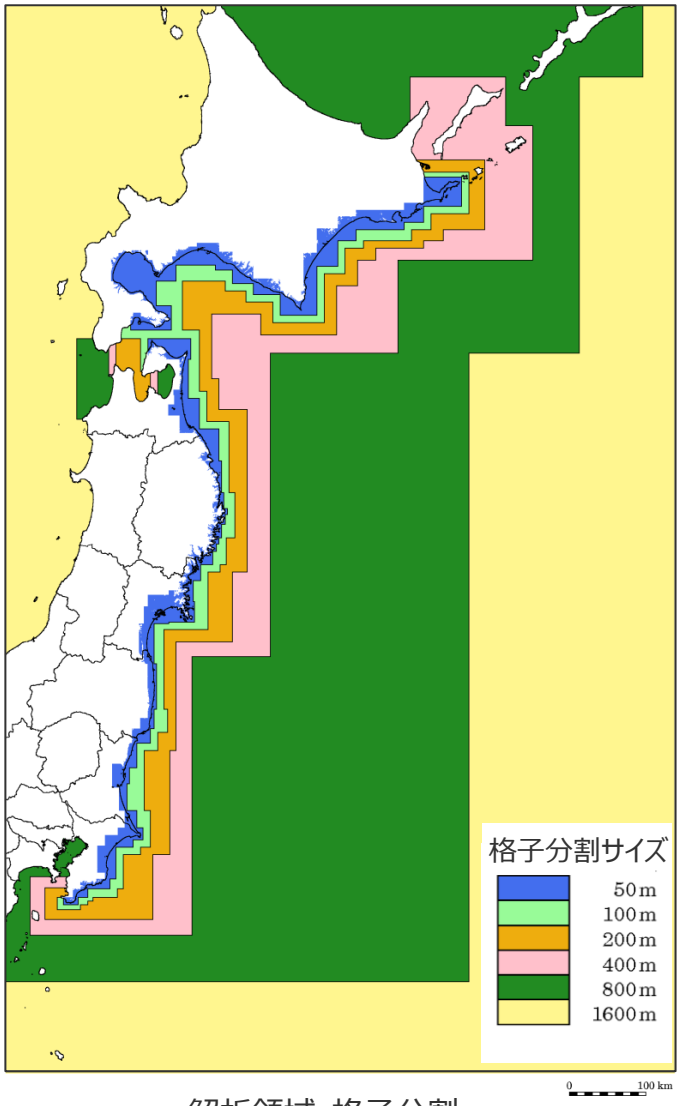
※１　東北沖地震で大きくすべった領域のライズタイム。
※２　杉野ほか(2014)による推定値。
※３　Satake et al.(2013)は、破壊伝播速度1.5、2.0、2.5km/sについて検討し、2.0km/sと設定。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（参考：計算条件）

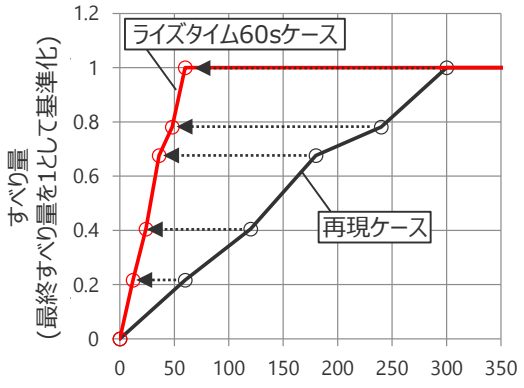
第1020回資料2-2
p.480再掲

■解析領域・格子分割および計算条件を示す。



解析領域・格子分割

項目		計算条件　（津波の数値シミュレーション）
基礎方程式		・非線形長波理論（浅水理論）の連続式及び運動方程式
計算領域		・北海道根室～房総半島の領域
格子分割サイズ		・沖合1,600m→800m→400m→200m→100m→沿岸域と陸域50m 注）Satake et al.(2013)モデルでは陸域は計算領域に含めず
境界条件	沖側	・吸収境界（Cerjan et al.(1985)）
	陸側	・内閣府(2012b)モデルおよび杉野ほか(2013)モデル：遡上計算 Satake et al.(2013)モデル：完全反射
潮位条件		・T.P.± 0.0m
海底の地盤変動量		・Mansinha and Smylie(1971)の方法 注）Satake et al.(2013)モデルでは水平変位による鉛直寄与分を考慮 ・海底地盤変動量は、タイムウィンドウごとに推定されたすべり量に基づき、一定の時間間隔（5s以下）ごとに徐々に与える。
海底摩擦損失係数		・マニングの粗度係数0.025$m^{-1/3}s$
水平渦動粘性係数		・10m^2/s
計算時間間隔		・0.2s
計算時間		・3時間



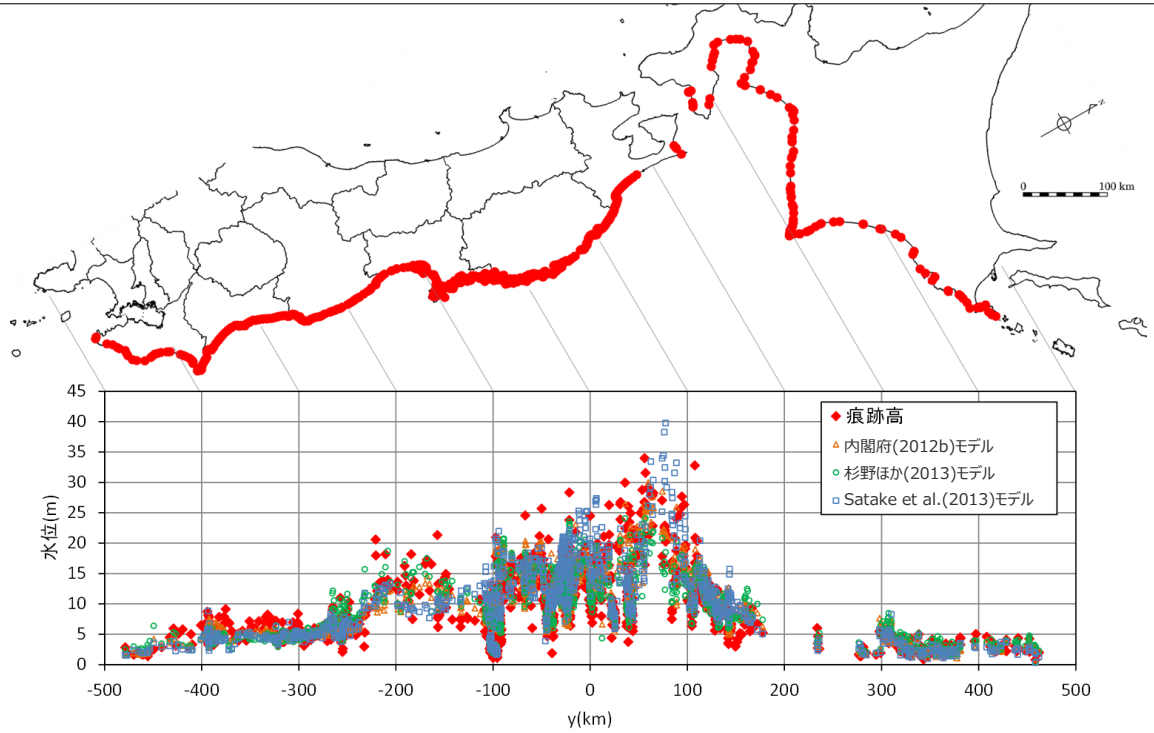
再現ケースおよびライズタイム60sケースの断層すべりの時刻歴の例

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
（参考：再現ケースによる東北沖地震の再現性確認）

第615回資料1-1
p.117再掲

■ 内閣府(2012b)、杉野ほか(2013)、Satake et al.(2013)のそれぞれの再現ケースについて、津波伝播解析結果の津波高と東北沖地震の津波痕跡を比較し、東北沖地震津波の再現性を確認している。



沿岸部における津波高

モデル	地点数	K	κ	陸側境界条件
内閣府(2012b)	1099	0.985	1.319	遡上計算
杉野ほか(2013)	1099	0.974	1.350	遡上計算
Satake et al.(2013)	1099	0.948	1.430	完全反射

・痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出
・陸側境界条件は各文献に基づき設定

・相田の指標K（幾何平均）とκ（幾何標準偏差）
・土木学会(2016)による再現性の目安：
0.95＜K＜1.05、 κ＜1.45

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

6-5　ライズタイムの設定
③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討（検討概要）

第662回資料1-1
p.78再掲

■ 近年のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムに関する推定事例および東北沖地震のライズタイムに関する分析から、Mw9クラスの巨大地震のライズタイムは150～300s程度であることを確認した。
■ ここでは、近年のMw9クラスの巨大地震・津波の事例が少ないことを踏まえて、1960年チリ地震等Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例を収集し、ライズタイムについて検討する。
■ 検討フローは以下のとおり。

Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例の収集

・2004年スマトラ島沖地震、2011年東北沖地震以外の津波インバージョン事例として、以下のプレート間地震を対象として津波インバージョン事例を収集した。

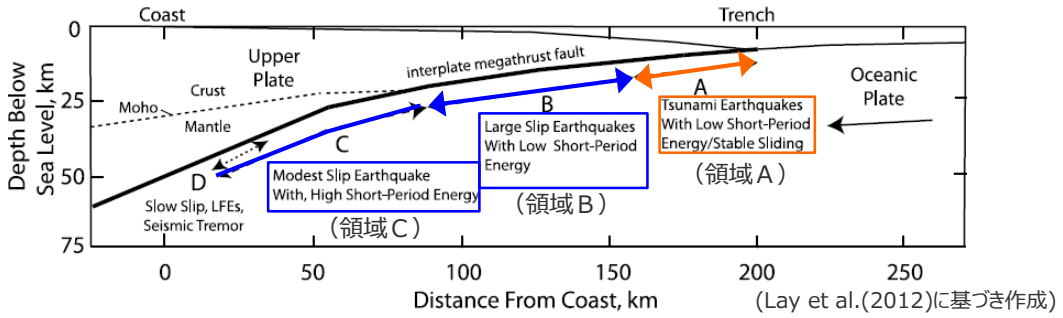
○収集対象とするプレート間地震
・Mw9クラスの巨大地震
・近年のMw8クラスの巨大地震(1990年以降)
・南海トラフの地震

※国内外の主な科学技術系論文データベース等を対象。
（JDREAM Ⅲ、ScienceDirect、SpringerLink、AGU Publications、BSSA online）

↓

初期水位に対するすべり量とライズタイムの関係を踏まえた検討

・収集した津波インバージョン事例について、スケーリング則に基づき検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)に基準化した上で、Kajiura(1970)による初期水位に対するすべり量とライズタイムの関係を踏まえて分析し、Mw9クラスの巨大地震のライズタイムを検討した。



(Lay et al.(2012)に基づき作成)

プレート間地震の破壊領域の概念図

近年のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムに関する推定事例

イベント名		Mw	破壊領域
Mw9クラスの巨大地震	2004年スマトラ島沖地震	9.1	ABC
	2011年東北沖地震	9.1	ABC

津波インバージョンの収集対象とするMw8~9クラスのプレート間地震

イベント名		Mw	破壊領域
Mw9クラスの巨大地震	1952年カムチャツカ地震	9.0	ABC
	1960年チリ地震	9.5	ABC
	1964年アラスカ地震	9.2	ABC
近年のMw8クラスの巨大地震	2001年ペルー地震	8.4	B
	2003年十勝沖地震	8.3	B
	2005年スマトラ島沖地震	8.6	BC
	2006年千島列島沖地震	8.3	(A)B
	2007年ソロモン諸島沖地震	8.1	(A)B
	2007年ペルー地震	8.0	BC
	2007年スマトラ島沖地震	8.4	B(C)
	2010年チリ地震	8.8	BC
	2013年ソロモン諸島沖地震	8.0	(A)B
	2014年チリ地震	8.2	B
	2015年チリ地震	8.3	AB
南海トラフの地震	1944年東南海地震	8.1	(A)B
	1946年南海地震	8.3	(A)B

・Mwは、USGSウェブサイトに基づく。
・破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。
Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
（Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例：Mw9クラスの地震）

第662回資料1-1
p.79再掲

■ Mw9クラスの巨大地震について、2004年スマトラ島沖地震、2011年東北沖地震以外のイベントの津波インバージョン事例の収集結果は以下のとおり。

その他のMw9クラスの地震の津波インバージョン事例

地震名	Mw[1]	破壊領域[2]	津波インバージョンの文献名	使用している津波観測データ	津波インバージョン結果					備考[4]
					断層面積 A(km²)	最大すべり量 D_{max}(m)	平均すべり量 D_{av}(m)	超大すべり域相当の領域のすべり量 D_{sa}(m)[3]	ライズタイム T(s)	
1952年カムチャツカ地震	9.0	ABC	Johnson and Satake (1999)	検潮記録	120,000	11.4	3.2	11.4	0	・Ⅱ
1960年チリ地震	9.5	ABC	Fujii and Satake (2012)	検潮記録、地殻変動	135,000	30.1	11	27.4	60	・Ⅱ
			Sanchez(2006)	検潮記録	200,000	26.4	16.0	26.4	0	・Ⅱ
1964年アラスカ地震	9.2	ABC	Johnson and Satake(1996)	検潮記録、地殻変動	184,000	22.1	8.6	22.1	0	・Ⅱ
			Ichinose et al.(2007)	検潮記録、地殻変動	225,000	17.4	4.0	11.9	24	・Ⅱ

・各津波インバージョン結果の波源モデルを6-5の後段に示す。

1) USGSウェブサイトに基づく。
2) 破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。 Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。
3) すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量。（内閣府(2012)の超大すべり域の分析に準じて算定。）
4) 備考の番号については、以下のとおり。

種別	内容		
Ⅰ-(1)	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられている。	かつ	ライズタイムを変数としたインバージョンもしくはタイムウィンドウインバージョン等により、すべり量とライズタイムが直接推定されている。
Ⅰ-(2)			パラメータスタディにより、適切なライズタイムが検討されている。
Ⅰ-(3)			ライズタイムを0もしくは一定値と仮定して津波インバージョンが実施されている。（ライズタイムに関する記載がないものは、ライズタイムを0と仮定していると判断した。）
Ⅱ	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられていない。		

（参考）国内外の巨大地震の津波インバージョンによるライズタイムの推定事例

地震名	Mw[1]	破壊領域[2]	津波インバージョンの文献名	使用している津波観測データ	津波インバージョン結果					備考[4]
					断層面積 A(km²)	最大すべり量 D_{max}(m)	平均すべり量 D_{av}(m)	超大すべり域相当の領域のすべり量 D_{sa}(m)[3]	ライズタイム T(s)	
2004年スマトラ島沖地震	9.1	ABC	Hirata et al.(2006)	**衛星海面高度計**	210,000	29.1	13.4	29.1	150	・Ⅰ-(2)
			Fujii and Satake (2007)	**衛星海面高度計、**検潮記録	220,000	24.6	5.5	24.6	180	・Ⅰ-(2)
2011年東北沖地震	9.1	ABC	内閣府(2012b)	痕跡高、検潮記録、地殻変動、**海底圧力計、GPS波浪計、海底波浪計**	119,974	49.6	8.6	33.8	300	・Ⅰ-(1)
			杉野ほか(2013)	痕跡高、地殻変動**海底圧力計、GPS波浪計、海底波浪計**	112,000	77.9	11.4	49.2	300	・Ⅰ-(1)
			Satake et al. (2013)	検潮記録、**海底圧力計GPS波浪計、海底波浪計**	110,000	69.1	9.5	31.7	150	・Ⅰ-(1)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討

（Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例一覧：Mw8クラスの地震（1990年以降））

第662回資料1-1
p.80再掲

■ 近年のMw8クラスのプレート間地震の津波インバージョン事例の収集結果は以下のとおり。

地震名	Mw[1]	破壊領域[2]	津波インバージョンの文献名	使用している津波観測データ	津波インバージョン結果					備考[4]
					断層面積 A(km²)	最大すべり量 D_{max}(m)	平均すべり量 D_{av}(m)	超大すべり域相当の領域のすべり量 D_{sa}(m)[3]	ライズタイム T(s)	
2001年ペルー地震	8.4	B	Adriano et al.(2016)	検潮記録	30,000	10.9	2.7	10.9	0	・Ⅱ
2003年十勝沖地震	8.3	B	Tanioka et al.(2004)	検潮記録、**海底圧力計**	22,400	4.3	0.7	4.3	30	・Ⅰ-(３)
			谷岡ほか（2004）	検潮記録、**海底圧力計**	19,200	3.3	0.9	3.1	0	・Ⅰ-(３)
			Romano et al.(2010)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	31,500	5.5	1.1	5.5	0	・Ⅰ-(３)
2005年スマトラ島沖地震	8.6	BC	Yatimantoro(2013)	検潮記録、地殻変動	45,000	12.4	4.4	12.4	0	・Ⅱ
2006年千島列島沖地震	8.3	(A)B	Fujii and Satake(2008a)	検潮記録、**海底圧力計**	20,000	7.4	3.1	7.4	60	・Ⅰ-(３)
			Baba et al.(2009)	**海底圧力計**	56,000	11.8	2.7	8.0	30	・Ⅰ-(１)
2007年ペルー地震	8.0	BC	Hebert et al.(2009)	**海底圧力計**	30,000	5.5	1.0	5.5	0	・Ⅰ-(３)
			Jimenez et al.(2014)	検潮記録、**海底圧力計**	16,200	7.0	3.1	7.0	0	・Ⅰ-(３)
2007年スマトラ島沖地震	8.4	B(C)	Fujii and Satake(2008b)	検潮記録、**海底圧力計**	25,000	9.3	2.7	9.3	60	・Ⅰ-(３)
			Lorito et al.(2008)	検潮記録、**海底圧力計**	70,000	12.0	1.1	10.0	0	・Ⅰ-(３)
			Gusman et al.(2010)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	100,000	5.4	1.2	4.4	0	・Ⅰ-(３)
2010年チリ地震	8.8	BC	Fujii and Satake(2012)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	90,000	22.2	3.8	13.4	30	・Ⅰ-(３)
			Yue et al.(2014)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	144,000	17.2	4.1	12.7	30	・Ⅰ-(３)
			Yoshimoto et al.(2016)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	96,250	16.1	4.7	14.0	0	・Ⅰ-(３)
2013年ソロモン諸島沖地震	8.0	(A)B	Romano et al.(2015)	検潮記録、**海底圧力計**	18,000	10.5	2.2	7.5	0	・Ⅰ-(３)
2014年チリ地震	8.2	B	Gusman et al.(2015)	検潮記録、地殻変動、**海底圧力計**	28,000	7.0	1.1	6.0	30	・Ⅰ-(１)
2015年チリ地震	8.3	AB	Melgar et al.(2016)	検潮記録、地殻変動	64,000	10.0	2.2	8.0	20	・Ⅱ
			Romano et al.(2016)	検討記録、地殻変動、**海底圧力計**	64,000	10.9	1.6	7.0	0	・Ⅰ-(３)
			Fuentes et al.(2016)	痕跡高	39,480	5.4	3.0	5.4	0	・Ⅱ

・2007年ソロモン諸島沖地震(Mw8.1)、津波インバージョンの事例なし。・各津波インバージョン結果の波源モデルを6-5の後段に示す。

1) USGSウェブサイトに基づく。

2) 破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。 Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。

3) すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量。（内閣府(2012)の超大すべり域の分析に準じて算定。）

4) 備考の番号については、以下のとおり。

種別	内容		
Ⅰ-(１)	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられている。	かつ	ライズタイムを変数としたインバージョンもしくはタイムウィンドウインバージョン等により、すべり量とライズタイムが直接推定されている。
Ⅰ-(２)			パラメータスタディにより、適切なライズタイムが検討されている。
Ⅰ-(３)			ライズタイムを0もしくは一定値と仮定して津波インバージョンが実施されている。 （ライズタイムに関する記載がないものは、ライズタイムを0と仮定していると判断した。）
Ⅱ	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられていない。		

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討

（Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例一覧：南海トラフの地震）

第662回資料1-1
p.81再掲

■ 南海トラフの地震の津波インバージョン結果は以下のとおり。

地震名	Mw[1)]	破壊領域[2)]	津波インバージョンの文献名	使用している津波観測データ	津波インバージョン結果					備考[4)]
					断層面積 $A(km^2)$	最大すべり量 $D_{max}(m)$	平均すべり量 $D_{av}(m)$	超大すべり域相当の領域のすべり量 $D_{sa}(m)$[3)]	ライズタイム T(s)	
1944年東南海地震	8.1	(A)B	Tanioka and Satake (2001a)	検潮記録	46,575	3.3	0.9	2.7	0	・Ⅱ
			Baba et al. (2006)	検潮記録	44,100	4.6	1.0	3.2	60	・Ⅱ
			Satake (1993)	検潮記録、地殻変動	48,600	1.6	0.8	1.6	0	・Ⅱ
			Kato and Ando (1997)	検潮記録、地殻変動	43,200	4.5	1.1	4.5	110	・Ⅱ
1946年南海地震	8.3	(A)B	Tanioka and Satake (2001b)	検潮記録	58,725	6.2	1.9	5.9	180	・Ⅱ
			Baba et al. (2002)	検潮記録、地殻変動	58,725	6.1	1.7	5.6	60	・Ⅱ
			Satake (1993)	検潮記録、地殻変動	59,400	2.4	1.3	2.4	0	・Ⅱ
			Kato and Ando (1997)	検潮記録、地殻変動	64,800	3.3	1.1	3.3	150	・Ⅱ

・各津波インバージョン結果の波源モデルを6-5の後段に示す。
1) USGSウェブサイトに基づく。
2) 破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。 Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。
3) すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量。（内閣府(2012)の超大すべり域の分析に準じて算定。）
4) 備考の番号については、以下のとおり。

種別	内容		
Ⅰ-(1)	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられている。	かつ	ライズタイムを変数としたインバージョンもしくはタイムウィンドウインバージョン等により、すべり量とライズタイムが直接推定されている。
Ⅰ-(2)			パラメータスタディにより、適切なライズタイムが検討されている。
Ⅰ-(3)			ライズタイムを0もしくは一定値と仮定して津波インバージョンが実施されている。 （ライズタイムに関する記載がないものは、ライズタイムを0と仮定していると判断した。）
Ⅱ	すべり量とライズタイムの両方を推定するために重要となる数分程度以下の周期成分を観測可能な津波観測データが用いられていない。		

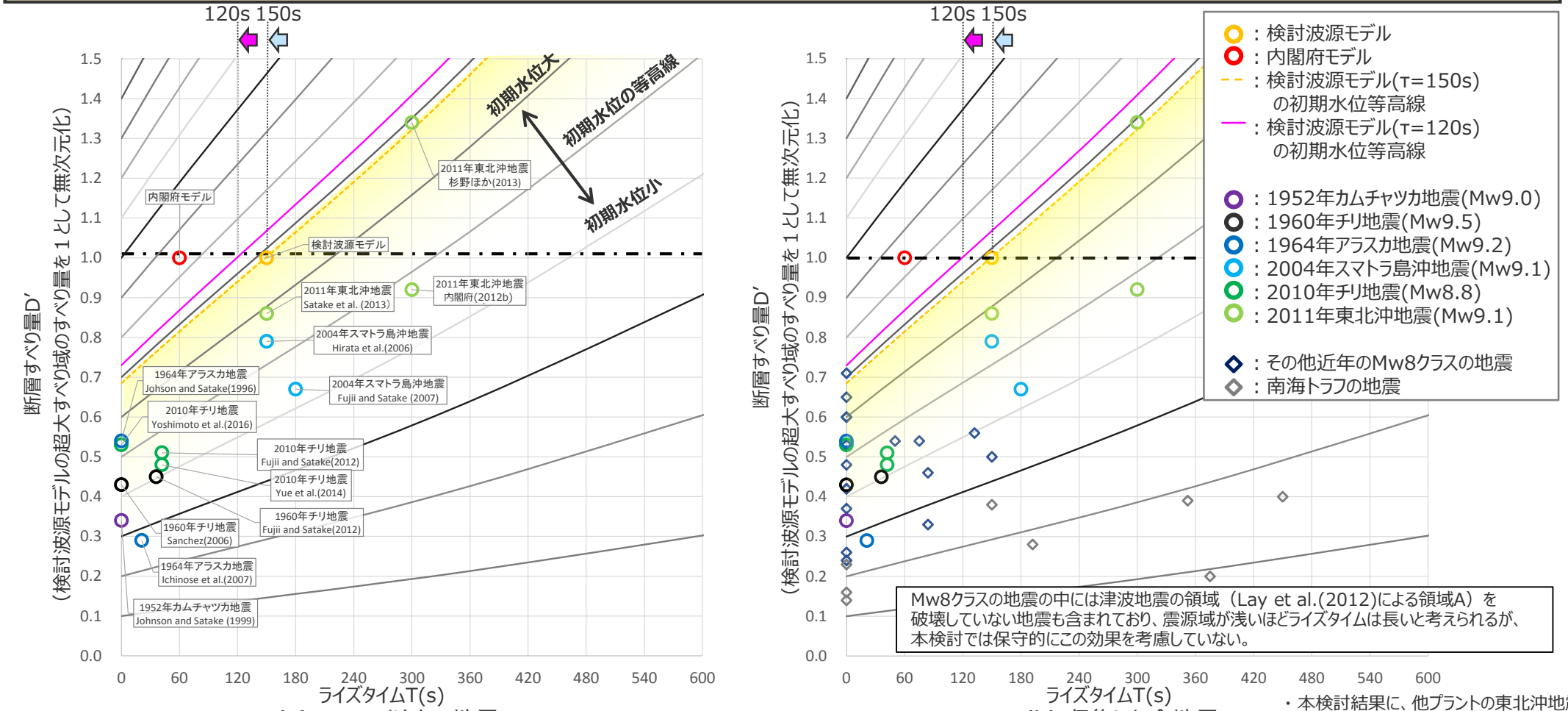
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
（初期水位に対するすべり量とライズタイムの関係を踏まえた検討）

第920回資料1-2
p.408再掲

■ 収集したMw8~9クラスの地震の津波インバージョン結果の超大すべり域相当の領域におけるすべり量とライズタイムについて、スケーリング則に基づき検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で基準化した上で、Kajiura(1970)による初期水位に対するすべり量とライズタイムの関係を踏まえて検討した。

■ ライズタイムが0もしくは小さい波源モデルでは断層すべり量も小さく、ライズタイムが長い波源モデルでは断層すべり量も大きくなっている。
■ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。



(a)Mw8.8以上の地震　　(b) 収集した全地震

Mw8~9クラスの地震を含む津波インバージョンに基づくライズタイムの検討結果（加藤ほか(2020)に基づき作成）

・本検討結果に、他プラントの東北沖地震型の基準断層モデルを図示した結果を6-5の後段に示す。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
（参考：すべり量、ライズタイムのスケーリング則に基づく基準化（Mw9クラスの地震））

第662回資料1-1
p.83再掲

■ Mw9クラスの地震の津波インバージョン結果のすべり量、ライズタイムについて、スケーリング則に基づき検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)に基準化した結果は、以下のとおり。

地震名	Mw[1]	破壊領域[2]	津波インバージョンの文献名	津波インバージョン結果 すべり量とライズタイム		検討波源モデル(Mw9.1)とのモーメント比	すべり量とライズタイムの補正係数a[4]	検討波源モデル(Mw9.1)で基準化したすべり量とライズタイム			備考
				すべり量 D_{sa}(m)[3]	ライズタイム T(s)			すべり量 aD_{sa} (m)[5]	無次元化すべり量 D'_{sa}(m) [6]	ライズタイム aT (s) [5]	
1952年カムチャツカ地震	9.0	ABC	Johnson and Satake (1999)	11.4	0	1.4	1.1	12.5	0.34	0	
1960年チリ地震	9.5	ABC	Fujii and Satake (2012)	27.4	60	0.3	0.6	16.4	0.45	36	
			Sanchez(2006)	26.4	0			15.8	0.43	0	
1964年アラスカ地震	9.2	ABC	Johnson and Satake(1996)	22.1	0	0.7	0.9	19.9	0.54	0	
			Ichinose et al.(2007)	11.9	24			10.7	0.29	21	
2004年スマトラ島沖地震	9.1	ABC	Hirata et al.(2006)	29.1	150	1.0	1.0	29.1	0.79	150	
			Fujii and Satake (2007)	24.6	180			24.6	0.67	180	
2011年東北沖地震	9.1	ABC	内閣府(2012b)	33.8	300	1.0	1.0	33.8	0.92	300	
			杉野ほか(2013)	49.2	300			49.2	1.34	300	
			Satake et al. (2013)	31.7	150			31.7	0.86	150	
（参考）検討波源モデル	9.1	ABC	–	36.8	150	–	–	36.8	1.00	150	
（参考）内閣府モデル	9.1	ABC	–	36.8	60	–	–	36.8	1.00	60	

1) USGSウェブサイトに基づく。
2) 破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。 Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。
3) 超大すべり域相当の領域のすべり量。（すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量。内閣府(2012)の超大すべり域の分析に準じて算定。）
4) スケーリング則D、$T \propto M_0^{1/3}$（Kanamori and Anderson(1975)）に基づき算出。
5) 津波インバージョン結果の数値に補正係数aをかけて算出。
6) 検討波源モデルのすべり量(36.8m)で無次元化。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討

（参考：すべり量、ライズタイムのスケーリング則に基づく基準化（近年のMw8クラスの地震））

第662回資料1-1
p.84再掲

■ 近年のMw8クラスの地震の津波インバージョン結果のすべり量、ライズタイムについて、スケーリング則に基づき検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)に基準化した結果は、以下のとおり。

地震名	Mw[1)]	破壊領域[2)]	津波インバージョンの文献名	津波インバージョン結果 すべり量とライズタイム		検討波源モデル(Mw9.1)とのモーメント比	すべり量とライズタイムの補正係数a[4)]	検討波源モデル(Mw9.1)で基準化したすべり量とライズタイム			備考
				すべり量 D_{sa}(m)[3)]	ライズタイム T(s)			すべり量 aD_{sa} (m)[5)]	無次元化すべり量 D'_{sa}(m) [6)]	ライズタイム aT (s) [5)]	
2001年ペルー地震	8.4	B	Adriano et al.(2016)	10.9	0	11.2	2.2	24.1	0.65	0	
2003年十勝沖地震	8.3	B	Tanioka et al.(2004)	4.3	30	22.4	2.8	12.0	0.33	84	
			谷岡ほか（2004）	3.1	0			8.7	0.24	0	
			Romano et al.(2010)	5.5	0			15.4	0.42	0	
2005年スマトラ島沖地震	8.6	BC	Yatimantoro(2013)	12.4	0	5.6	1.8	22.2	0.60	0	
2006年千島列島沖地震	8.3	(A)B	Fujii and Satake(2008a)	7.4	60	15.8	2.5	18.5	0.50	150	
			Baba et al.(2009)	8.0	30			20.0	0.54	75	
2007年ペルー地震	8.0	BC	Hebert et al.(2009)	5.5	0	22.4	2.8	15.4	0.42	0	
			Jimenez et al.(2014)	7.0	0			19.6	0.53	0	
2007年スマトラ島沖地震	8.4	B(C)	Fujii and Satake(2008b)	9.3	60	11.2	2.2	20.5	0.56	132	
			Lorito et al.(2008)	10.0	0			22.0	0.60	0	
			Gusman et al.(2010)	4.4	0			9.7	0.26	0	
2010年チリ地震	8.8	BC	Fujii and Satake(2012)	13.4	30	2.8	1.4	18.8	0.51	42	
			Yue et al.(2014)	12.7	30			17.8	0.48	42	
			Yoshimoto et al.(2016)	14.0	0			19.6	0.53	0	
2013年ソロモン諸島沖地震	8.0	(A)B	Romano et al.(2015)	7.5	0	44.7	3.5	26.3	0.71	0	
2014年チリ地震	8.2	B	Gusman et al.(2015)	6.0	30	22.4	2.8	16.8	0.46	84	
2015年チリ地震	8.3	AB	Melgar et al.(2016)	8.0	20	15.8	2.5	20.0	0.54	50	
			Romano et al.(2016)	7.0	0			17.5	0.48	0	
			Fuentes et al.(2016)	5.4	0			13.5	0.37	0	
（参考）検討波源モデル	9.1	ABC	–	36.8	150	–	–	36.8	1.00	150	
（参考）内閣府モデル	9.1	ABC	–	36.8	60	–	–	36.8	1.00	60	

1) ～6)は前頁と同じ。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
（参考：すべり量、ライズタイムのスケーリング則に基づく基準化（南海トラフの地震））

第662回資料1-1
p.85再掲

■ 南海トラフの地震の津波インバージョン結果のすべり量、ライズタイムについて、スケーリング則に基づき検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)に基準化した結果は、以下のとおり。

地震名	Mw[1]	破壊領域[2]	津波インバージョンの文献名	津波インバージョン結果 すべり量とライズタイム		検討波源モデル(Mw9.1)とのモーメント比	すべり量とライズタイムの補正係数a[4]	検討波源モデル(Mw9.1)で基準化したすべり量とライズタイム			備考
				すべり量 D_{sa}(m)[3]	ライズタイム T(s)			すべり量 aD_{sa} (m)[5]	無次元化すべり量 D'_{sa}(m) [6]	ライズタイム aT (s) [5]	
1944年東南海地震	8.1	(A)B	Tanioka and Satake (2001a)	2.7	0	31.6	3.2	8.6	0.23	0	
			Baba et al.(2006)	3.2	60			10.2	0.28	192	
			Satake (1993)	1.6	0			5.1	0.14	0	
			Kato and Ando (1997)	4.5	110			14.4	0.39	352	
1946年南海地震	8.3	(A)B	Tanioka and Satake (2001b)	5.9	180	15.8	2.5	14.8	0.40	450	
			Baba et al.(2002)	5.6	60			14.0	0.38	150	
			Satake (1993)	2.4	0			6.0	0.16	0	
			Kato and Ando (1997)	3.0	150			7.5	0.20	375	
（参考）検討波源モデル	9.1	ABC	–	36.8	150	–	–	36.8	1.00	150	
（参考）内閣府モデル	9.1	ABC	–	36.8	60	–	–	36.8	1.00	60	

1) USGSウェブサイトに基づく。
2) 破壊領域は、Lay et al.(2012)に基づく。 破壊の有無が不明確な場合は()で示されている。 Lay et al.(2012)に記載のない地震については、津波インバージョンモデルからLay et al.(2012)の方法に基づき判断した。
3) 超大すべり域相当の領域のすべり量。（すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量。内閣府(2012)の超大すべり域の分析に準じて算定。）
4) スケーリング則D、$T \propto M_0^{1/3}$（Kanamori and Anderson(1975)）に基づき算出。
5) 津波インバージョン結果の数値に補正係数aをかけて算出。
6) 検討波源モデルのすべり量(36.8m)で無次元化。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討

第1020回資料2-2
p.491再掲

ライズタイムの設定

①津波評価におけるライズタイムに関する知見
■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例
⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析
⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討
⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。
（補足説明資料5-5,5-6章）

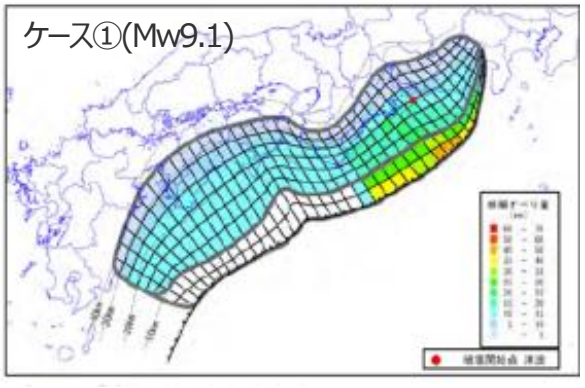
まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）
■ 国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の推定事例のほか、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討及び内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイムを設定した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」のライズタイムに関する記載（再掲））

第615回資料1-1
p.119再掲

■内閣府(2012)は、南海トラフの最大クラスモデルのライズタイムについて、平均的に利用されている値を参考に、東北沖地震の解析結果も踏まえて、60s と設定している。
■一方で、内閣府(2012b)の東北沖地震の解析結果によると東北沖地震のライズタイムは300sと推定されており、最大クラスモデルのライズタイムを60sとする明確な根拠は示されていない。



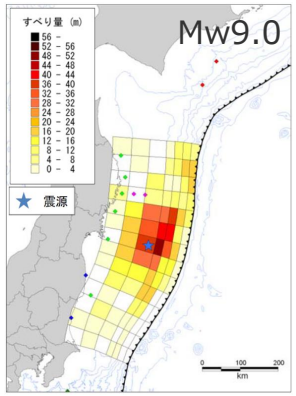
○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5 秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

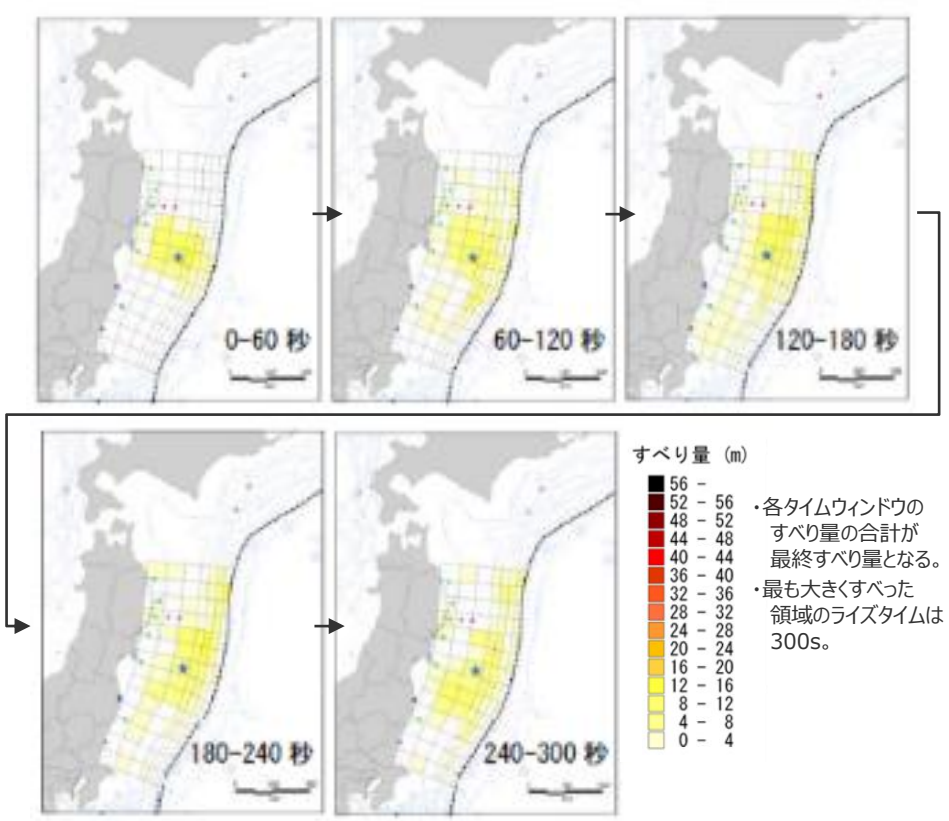
破壊速度　　：　2.5km/s
ライズタイム　：　1 分

（内閣府(2012)を基に作成）

内閣府(2012)による南海トラフの最大クラスモデルのライズタイム



最終すべり量



各タイムウィンドウのすべり量

（内閣府(2012b)を基に作成）

内閣府(2012b)による東北沖地震の解析結果
（津波インバージョン結果）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（内閣府の最大クラスモデルとの比較）

第981回資料1-2
p.503再掲

■検討波源モデルは、内閣府(2012) の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見を調査し、国内外の巨大地震の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定した。
■一方、内閣府の最大クラスモデルは、同様に国内外の巨大地震の事例を踏まえてパラメータが設定されているが、前述のとおりライズタイムについては国内外の巨大地震の事例の範囲を超えて極端に短く設定されている。

波源モデル		検討波源モデル		内閣府の最大クラスモデル	
		検討波源モデルA 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル	検討波源モデルB 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル	ケース① 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル	ケース⑥ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル
設定方針		内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見を調査し、国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定したモデル		–	
認識論的不確実さ	面積	約14万km^2	約14万km^2	約14万km^2	約14万km^2
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1
	すべり量	約37m	約37m	約37m	約37m
	浅部の破壊形態	断層破壊がプレート境界面浅部に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (御前崎海脚東部の断層帯/東海断層系)	断層破壊がプレート境界面浅部に伝播	断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (熊野灘の分岐断層)
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖
	ライズタイム（すべり速度）	150s (0.25m/s)	150s (0.25m/s)	60s (0.6m/s)	60s (0.6m/s)
	破壊伝播速度	2.0km/s	2.0km/s	2.5km/s	2.5km/s
偶然的不確実さ	破壊開始点	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央

・すべり量　：超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量
・すべり速度：(すべり量)／(ライズタイム)

：検討波源モデルにおいて、不確かさとして考慮したパラメータ
：検討波源モデルに対して、概略および詳細パラメータスタディを実施するパラメータ
：検討波源モデルと同様、不確かさとして考慮されていると考えられるパラメータ
：国内外の巨大地震の事例の範囲を超えて極端に設定されているパラメータ

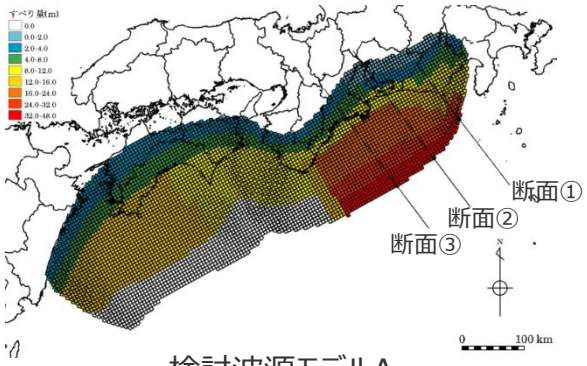
■ ここでは、検討波源モデル（ライズタイム150s：Mw9クラスの巨大地震のライズタイムのうち最も短いライズタイムを適用したモデル）と内閣府の最大クラスモデル（ライズタイム60s）を比較することにより、ライズタイムを60sと極端に短くした場合の敷地への影響について検討するとともに、Mw9クラスの巨大地震のライズタイムを60sと設定することの考え方を整理し、検討波源モデルのライズタイムを設定する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

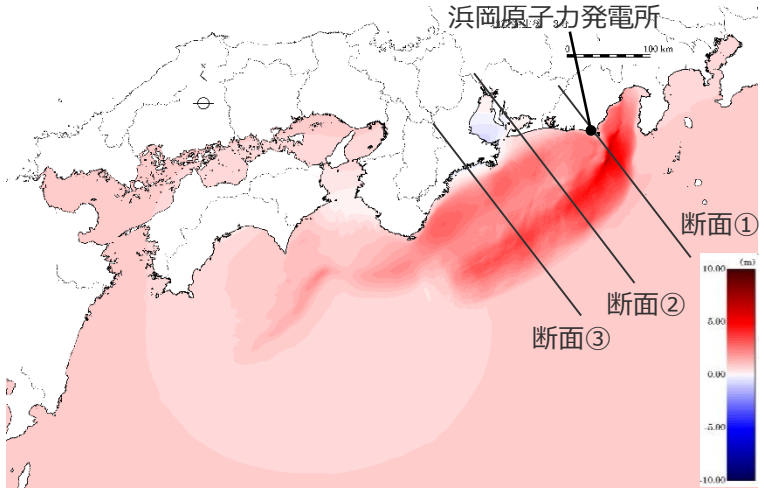
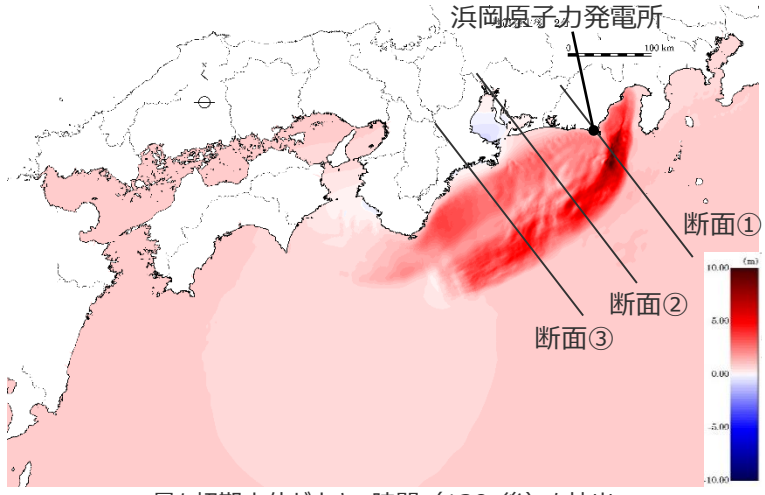
④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（ライズタイムの違いによる津波の初期水位分布の変化）

第615回資料1-1
p.121再掲

■ライズタイムの設定の影響を確認するため、検討波源モデル（ライズタイム150s）と内閣府の最大クラスモデル（ライズタイム60s）の初期水位について、最もすべりが大きい領域を含む200km程度の範囲でそれぞれ3断面を設定し、比較を行う。



検討波源モデルA

	検討波源モデルA（ライズタイム150s） （Mw9クラスの巨大地震のライズタイムのうち最も短いライズタイムを適用したモデル）	内閣府の最大クラスモデル（ケース①）（ライズタイム60s）
初期水位分布※	 ・最も初期水位が大きい時間（180s後）を抽出	 ・最も初期水位が大きい時間（120s後）を抽出

※朔望平均満潮位(T.P.+0.80m)を考慮

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（ライズタイムの違いによる津波の初期水位分布の変化）

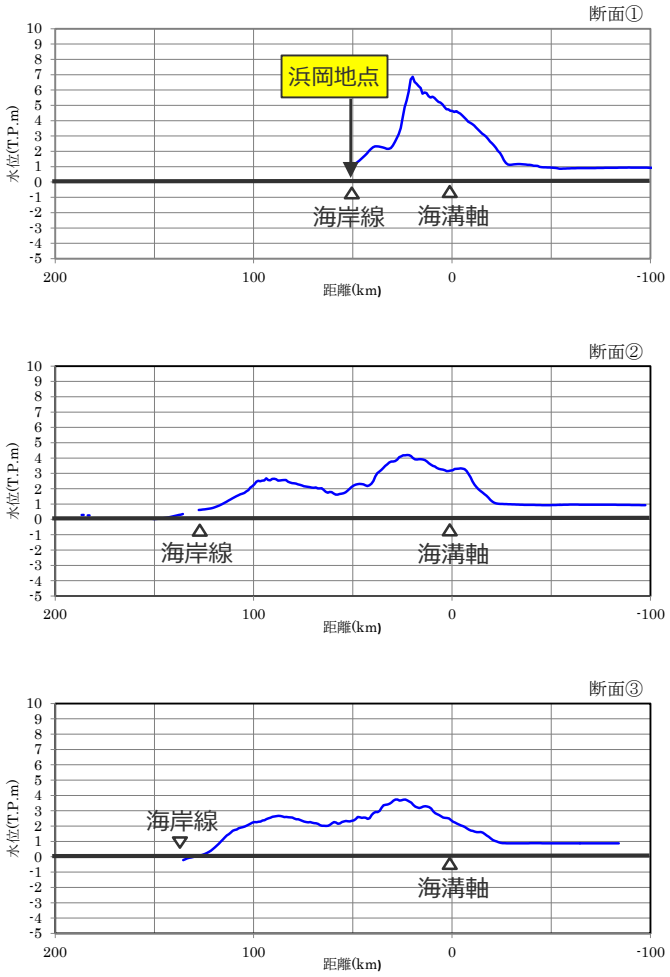
第615回資料1-1
p.122再掲

■内閣府の最大クラスモデル（ライズタイム60s）は、検討波源モデル（ライズタイム150s）と比べて、初期水位が全体的に大きいことが確認できる。

ライズタイムの違いによる津波の初期水位分布の変化

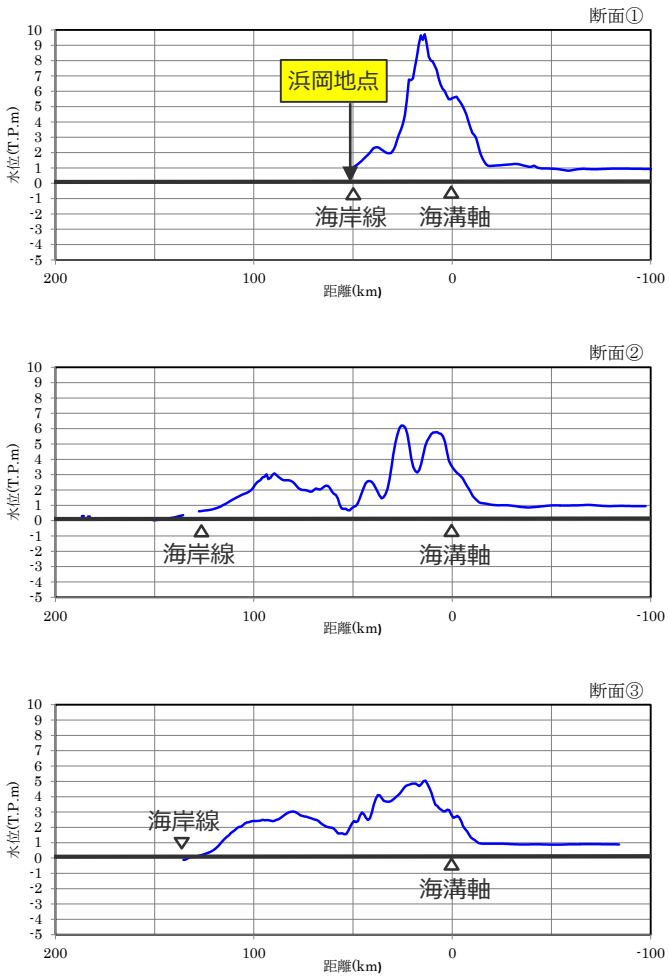
初期水位分布（断面図）※

検討波源モデルA（ライズタイム150s）
（Mw9クラスの巨大地震のライズタイムのうち最も短いライズタイムを適用したモデル）



・最も初期水位が大きい時間（180s後）を抽出

内閣府の最大クラスモデル（ケース①）（ライズタイム60s）



・最も初期水位が大きい時間（120s後）を抽出

※朔望平均満潮位(T.P.+0.80m)を考慮

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（ライズタイムの違いによる沖合津波水位の変化）

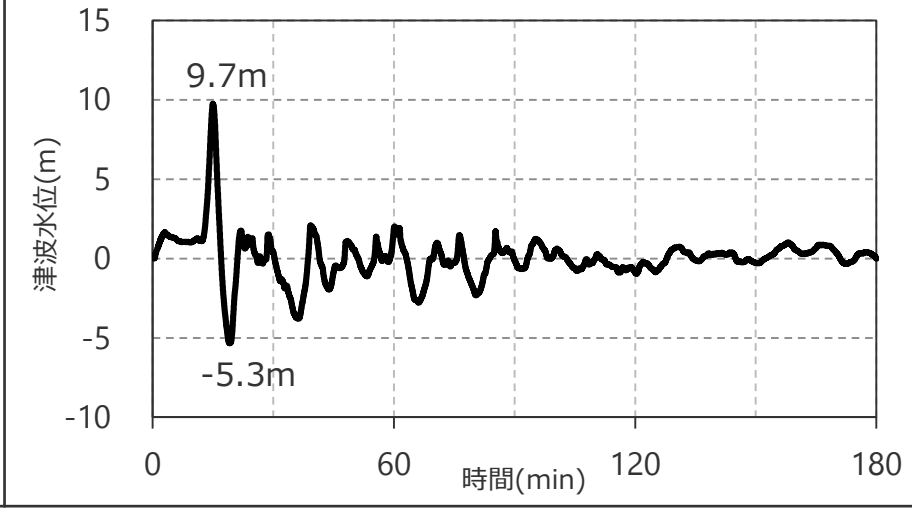
第615回資料1-1
p.123再掲

■ ライズタイムを60sとしたケースは、ライズタイムを150sとしたケースと比べて、敷地から沖合10km地点の津波水位は約1.2～1.3倍となり、東北沖での検討と同様、短周期の波が顕著になることを確認した。

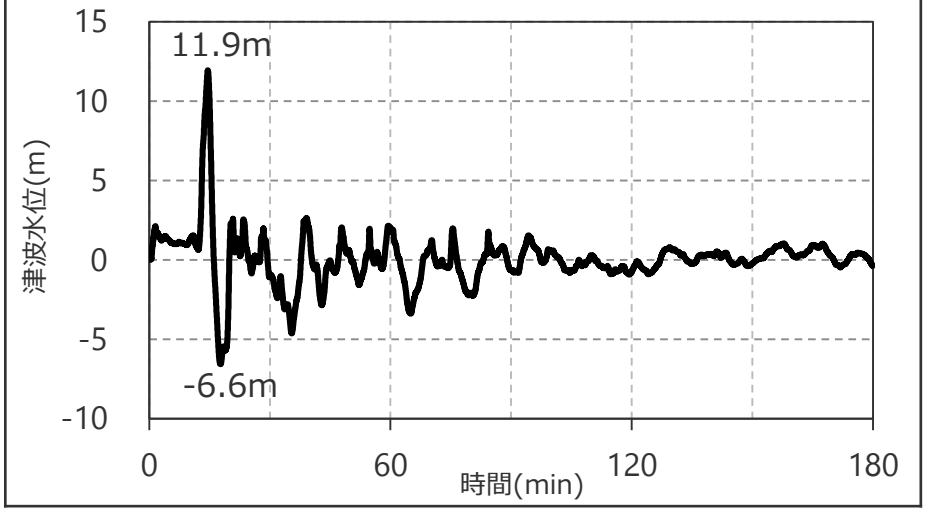
ライズタイムの違いによる沖合水位の変化

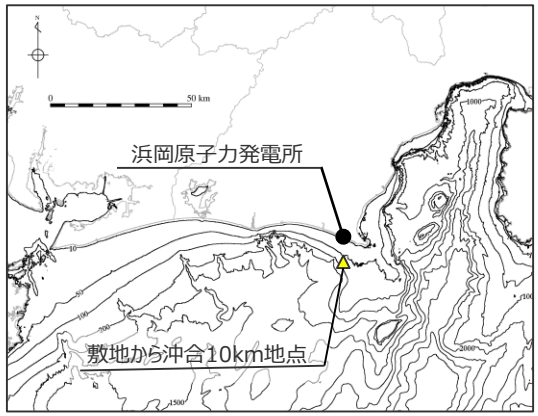
沖合水位の時刻歴波形

検討波源モデルA（ライズタイム150s）
（Mw9クラスの巨大地震のライズタイムのうち最も短いライズタイムを適用したモデル）
（敷地から沖合10km地点）



内閣府の最大クラスモデル（ケース①）（ライズタイム60s）
（敷地から沖合10km地点）





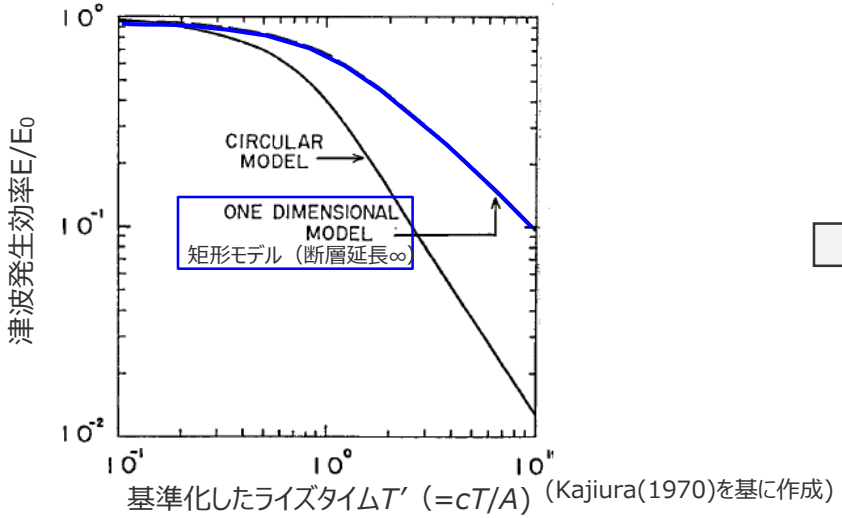
位置図（敷地から沖合10km地点）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

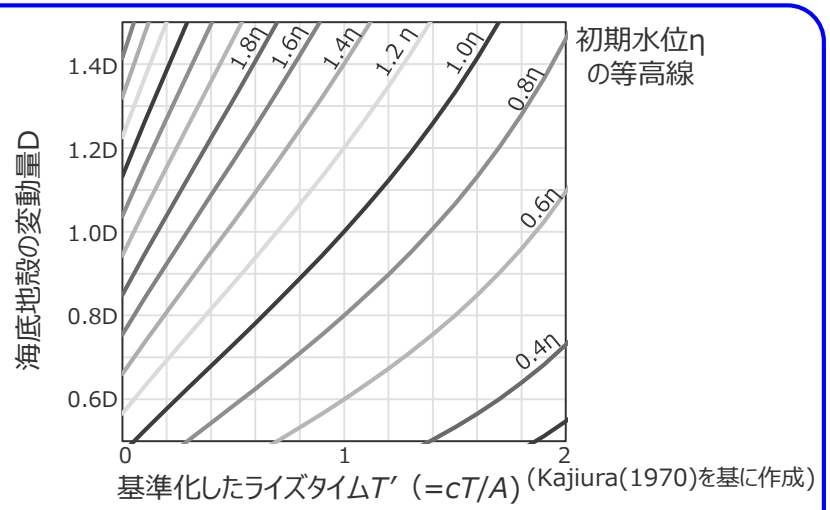
④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（ライズタイムが津波発生へ与える影響に関する知見（再掲））

第615回資料1-1
p.124再掲

■Kajiura(1970)では、長波理論に基づき、地殻変動によって海水に伝えられるエネルギー効率とライズタイムとの関係が検討されている。
■Kajiura(1970)に基づくと、海面の初期水位ηは、海底の地殻変動量Dのほか、ライズタイムTとも関係するパラメータであるとされている。



津波発生効率E /E_0とライズタイムTの関係（①）



初期水位ηと、海底地殻変動D及びライズタイムTの関係（②）
（矩形モデル（断層延長∞） の場合）

○ 初期水位比η とライズタイムTの関係式（Kajiura(1970)に基づく）

長波理論に基づくと、矩形モデル（断層延長∞）の場合 、
ライズタイムTを考慮した津波エネルギーEと瞬時破壊での津波エネルギーE_0の比は、

$$\frac{E}{E_0}=\begin{cases}1-T'/3 & (\text{for}\ \ T'\le 1)\\ \dfrac{1}{T'^2}\cdot(T'-1/3) & (\text{for}\ \ T'>1)\end{cases}\quad\cdots①$$

ここで、E：津波エネルギー、 E_0：瞬時破壊での津波エネルギー
T'：基準化したライズタイム(=cT/A)
c：波速、T：ライズタイム、A：地殻変動幅

断層破壊終了後の津波エネルギーの分布幅をWとすると、
ライズタイム0の場合の分布幅W_0との比は、

$$\frac{W}{W_0}=\frac{A+2cT}{A}=1+2T'\quad\cdots(a)$$

また、津波エネルギーE_Dと初期水位η、海底地殻変動量Dの関係は、

$$E\propto\eta^2 W,\quad E_0\propto\eta_0{}^2W_0(=D^2W_0)\quad\cdots(b)$$

①、(a)、(b)より初期水位ηと、海底地殻変動D及びライズタイムT′の関係は、

$$\frac{D}{\eta}=\sqrt{\frac{W/W_0}{E/E_0}}=\begin{cases}\sqrt{\dfrac{1+2T'}{1-T'/3}} & (\text{for}\ \ T'\le 1)\\ \sqrt{\dfrac{T'^2(1+2T')}{T'-1/3}} & (\text{for}\ \ T'>1)\end{cases}\quad\cdots②$$

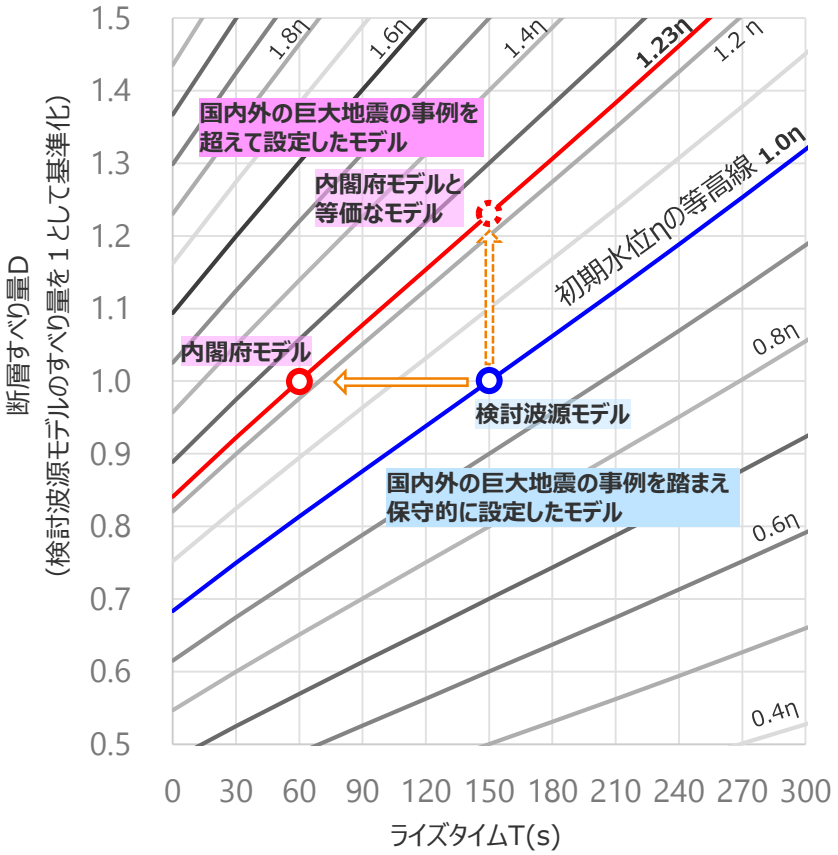
・敷地と南海トラフとの位置関係から、敷地に対する南海トラフの延長（約700km）は無限大とみなせるため、Kajiura(1970)に基づく関係は矩形モデル（断層延長∞）の場合で検討した。
また、Kajiura(1970)に基づく関係については、実験的に検証されているほか、ライズタイムの違いによる敷地の沖合津波水位の変化からもその妥当性を確認している。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（検討波源モデルのライズタイムを60sと設定することの考え方）

第615回資料1-1
p.125再掲

■前述のKajiura(1970)に基づくと、ライズタイムTと、海底の地殻変動量すなわち断層すべり量Dは、ともに海面の初期水位ηに直接関係するパラメータである。
■検討波源モデルのライズタイムを60sと設定すると、巨大地震・津波で考慮すべき津波の周期・波長等の物理特性は失われると考えられるが、津波評価に影響の大きい初期水位ηにのみ着目した場合、国内外の巨大地震の事例を踏まえ地震規模等を保守的に設定した検討波源モデルのすべり量を、更に1.2～1.3倍することと等価であると考えられる。



Kajiura(1970)に基づく
初期水位に対して等価となる断層すべり量とライズタイムの関係

Kajiura(1970)に基づく初期水位と断層すべり量、ライズタイムの関係

$$\frac{D}{\eta}=\sqrt{\frac{1+2T'}{1-T'/3}} \quad \text{for} \quad T' \le 1$$

ここで、η　：初期水位
D　：海底面の地形変動量（∝断層すべり量）
T'　：基準化したライズタイム(=cT/A)
T　：ライズタイム、　c：波速、　A：地殻変動幅

Kajiura(1970)に基づく「内閣府モデルと等価なモデル」の断層すべり量

モデル	平均水深 H(m) 1)	波速 c(m/s) 2)	断層幅 A(km) 3)	ライズタイム T(s)	断層すべり量 (m)	初期水位η (m)
検討波源モデル (ライズタイム150s)	2,000	140	50	**150**	**1 D**	1η
内閣府モデル (ライズタイム60s)	同上	同上	同上	**60**	**1 D**	1.23η
初期水位に関して等価なモデル						
内閣府モデルと等価なモデル (ライズタイム150s)	同上	同上	同上	**150**	**1.23D**	1.23η

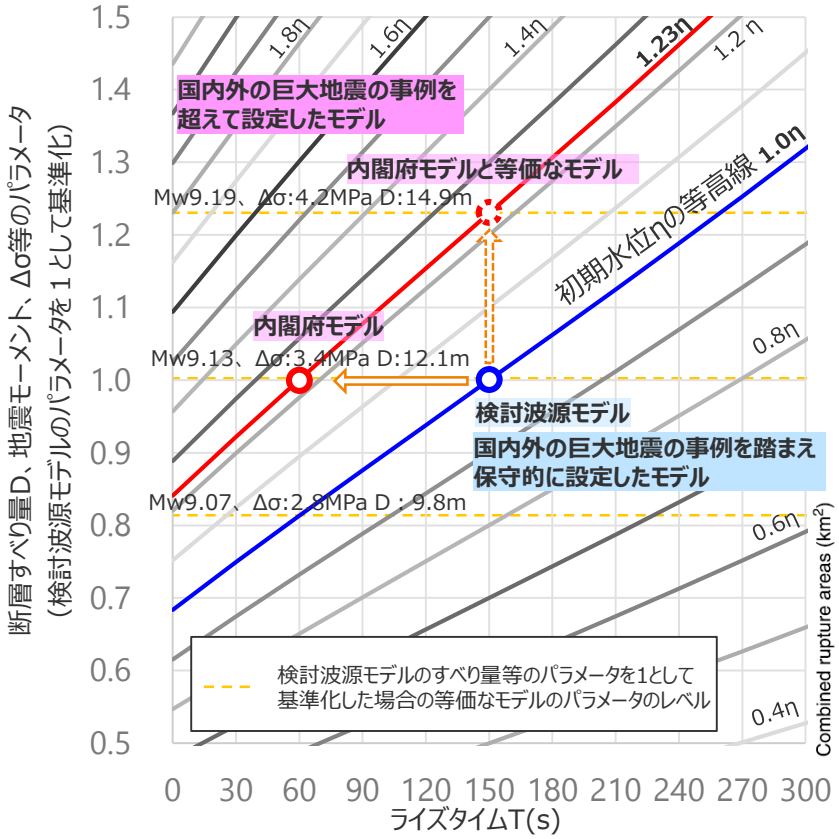
1)陸域から南海トラフ域までの平均水深として設定
2)$c=\sqrt{gH}$
3) 敷地前面の初期水位分布に基づく隆起域の断層幅

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討
（検討波源モデルライズタイムを60sと設定することの考え方）

第981回資料1-2
p.509再掲

- Kajiura(1970)に基づき「内閣府モデル」のすべり量を係数倍した「内閣府モデルと等価なモデル」の断層パラメータを示す。
- Murotani et al.(2013)によると、巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討から、平均応力降下量の平均値は1.57MPaであり、標準偏差を考慮した値は3.0MPaである。また、巨大地震の津波断層モデルの平均すべり量は最大約10mである。
- 検討波源モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づき、平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータを保守的に設定しているが、津波評価に影響の大きい初期水位ηに着目した検討により、内閣府モデルと等価なモデルの断層パラメータを考えると、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等の保守的な設定を、更に大きく上回る設定となっている。

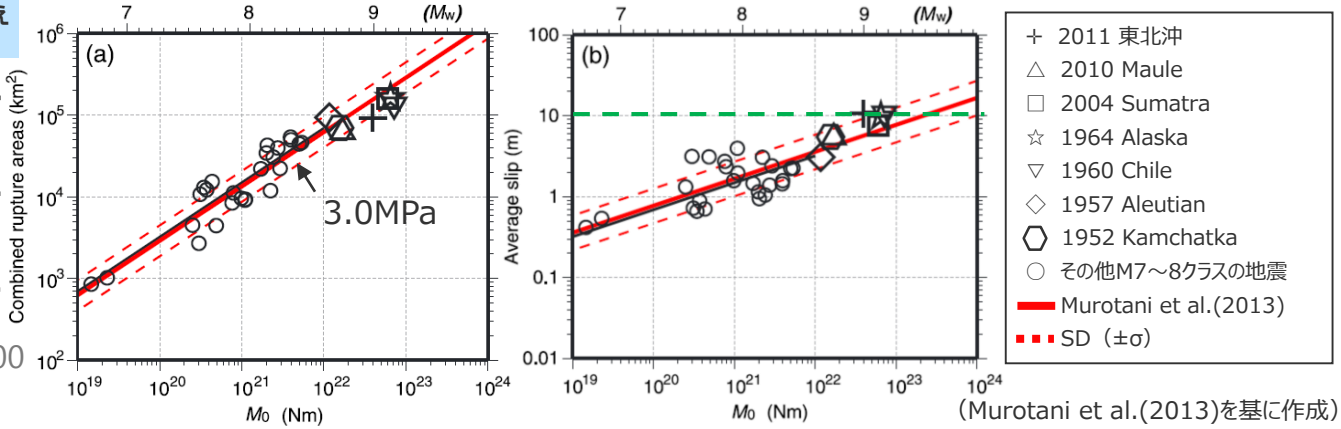


Kajiura(1970)に基づく
初期水位に対して等価となる断層すべり量とライズタイムの関係

「内閣府モデルと等価なモデル」の断層パラメータ

モデル	面積 (km^2)	M_0 (Nm)	Mw	Δσ (MPa)	平均すべり量(m)	ライズタイム (s)
検討波源モデル（ライズタイム150s）	123,700	6.1×10^{22}	9.13	3.4	12.1	150
内閣府モデル（ライズタイム60s）	123,700	6.1×10^{22}	9.13	3.4	12.1	**60**
初期水位に関して等価なモデル						
内閣府モデルと等価なモデル（ライズタイム150s）	123,700	**7.5×10^{22}**	**9.19**	**4.2**	**14.9**	150

・ Murotani et al.(2013)と同じ条件で比較するため、津波断層域のうちすべり量0（ゼロ）の領域を含めない面積に基づき検討した。



断層面積と地震モーメント　　平均すべり量と地震モーメント

（Murotani et al.(2013)を基に作成）

Murotani et al.(2013)によるスケーリング則

■津波評価に影響の大きい初期水位ηに着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

まとめ（津波評価におけるライズタイムの設定方針）

第1061回資料2-2
p.522再掲

①津波評価におけるライズタイムに関する知見

■ 津波評価におけるライズタイムに関する知見について整理した。

②-1　国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例

⇒近年のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量が大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであることを確認した。

②-2　東北沖地震のライズタイムに関する分析

⇒ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

⇒ 東北沖地震の再現モデルについて、すべり量を変更せずにライズタイムを60sと極端に短く設定すると、東北沖地震の津波の周期・波長等の物理特性は失われるとともに、東北沖地震の観測記録の津波高を大幅に上回ることを確認。Mw9クラスの地震に対して内閣府のライズタイムの設定は過大な設定となっていることを確認した。

③Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの検討

⇒ 検討波源モデルのライズタイムは、Mw８～9クラスの地震の津波インバージョン事例を踏まえても概ね保守的な設定となっているが、検討波源モデルのライズタイムを120sとすることにより、これらの地震の初期水位を上回る設定となることを確認した。

④内閣府の設定したライズタイムに関する検討

⇒ 津波評価に影響の大きい初期水位に着目した検討により、内閣府モデルは、国内外の巨大地震のスケーリングに基づく平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータの保守的な設定を、更に上回る設定となっていることを確認した。

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの津波影響を代表していることを確認した。

（補足説明資料5-5,5-6章）

Mw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例および東北沖地震のライズタイムに関する分析から推定されるライズタイムの設定
：150～300s

Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンに基づくライズタイムの保守的な設定
：120s

「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルのライズタイムの設定
：60s

（津波評価におけるライズタイムの設定方針）

■ 検討波源モデルのライズタイムは、国内外のMw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例および東北沖地震のライズタイムに関する分析結果に基づき設定することとし、推定されたライズタイム150～300sのうち、最も短い150sと設定する。

■ 検討波源モデルの詳細パラメータスタディでは、Mw9クラスの巨大地震・津波のライズタイムの推定事例に基づくライズタイム150～300sの他、Mw8~9クラスの地震の津波インバージョンの検討結果に基づき保守的にライズタイム120sを考慮する。

■ 更に、国内外のMw9クラスの巨大地震・津波の発生事例が限られていることを踏まえ、国内外の巨大地震・津波の発生事例に対してより慎重に裕度を持って、敷地の津波評価に影響の大きいすべり量とライズタイムの組合せを検討することとし、「(B)代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルにおいて他のパラメータの影響を代表するよう非常に大きく設定されているすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを、「(A)各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討しているプレート間地震の津波評価のうち検討波源モデルの詳細パラメータスタディにおいて考慮することとした。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.