

東通原子力発電所における 基準地震動Ssと津波高の評価について

平成26年5月30日
東北電力株式会社

目 次

1. 基準地震動 S_s に関わる評価

(概要)	3
(1) 想定地震の設定と基準地震動 S_s	4
(2) プレート間地震に関する評価	6
(3) 海洋プレート内地震に関する評価	7
(4) 内陸地殻内地震に関する評価	8

2. 津波高に関わる評価

(概要)	10
(1) 津波波源の設定と想定津波高	11
(2) 「典型的なプレート間地震と津波地震の 連動型地震」に関する津波評価	13
(3) 「～その他地震」に関する津波評価	15

1. 基準地震動Ssに関する評価

(概要)

- **基準地震動Ssを600ガルへ見直す。これを踏まえ、耐震性の向上を図るため、設備の耐震評価を行いながら耐震工事を進めていく。**
- 3.11地震と4.7地震から得られた知見等を考慮し、東通原子力発電所に大きな影響を与えると想定されるプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震のそれぞれについて、想定地震を設定した。
- その結果、基準地震動Ssを450ガルから600ガルへ見直すこととした。
- なお、震源を特定しない地震動については、Ss600ガルへ包絡される。

[参考] 基準地震動Ssの変遷

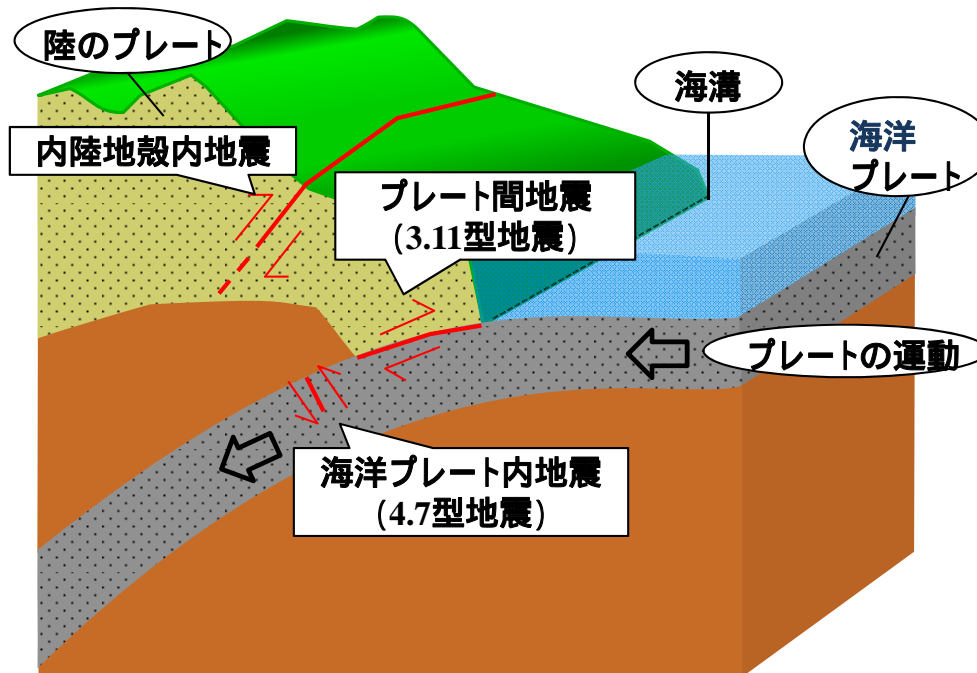
設置許可申請(平成8年8月)	375ガル
耐震バックチェック中間報告(平成20年3月)	450ガル
変更後	600ガル

(1) 想定地震の設定と基準地震動Ss (1/2)

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震(以下「3.11地震」)および同年4月7日の宮城県沖の地震(以下「4.7地震」)から得られた知見等を考慮し、プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震について、それぞれ想定地震を設定した。

		変更前(450ガル)	変更後(600ガル)
地震のタイプ	プレート間地震	想定三陸沖北部の地震: [Mw8.3]	3.11型地震:[Mw9.0]
	海洋プレート内地震	想定十勝沖の地震:[M8.2]	4.7型地震:[M7.2]
	内陸地殻内地震	横浜断層による地震:[M6.8]	同左

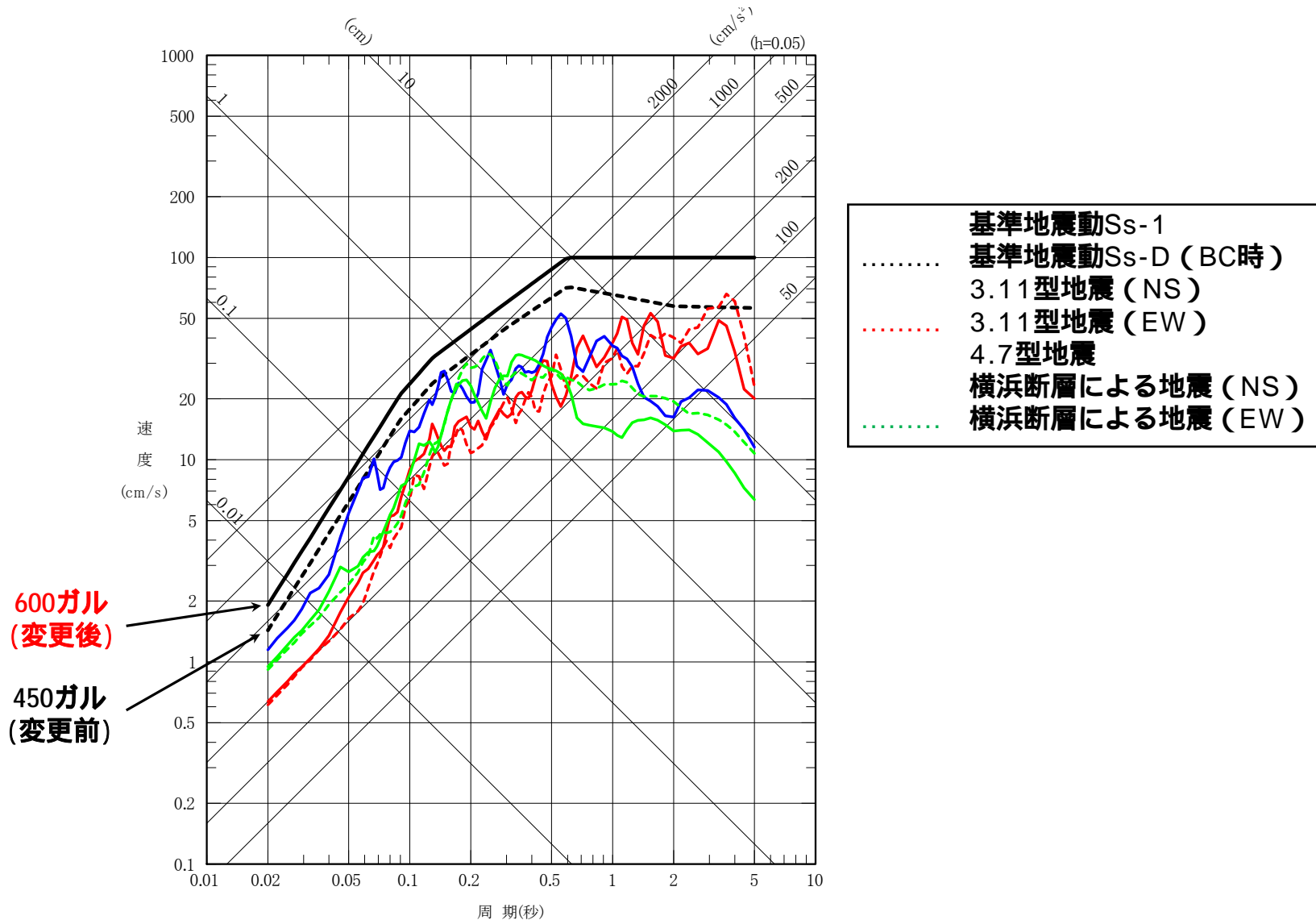
[参考]
地震のタイプと
発生位置(イメージ)



(1) 想定地震の設定と基準地震動Ss (2/2)

評価の結果, 基準地震動Ssを450ガルから600ガルへ見直すこととした。

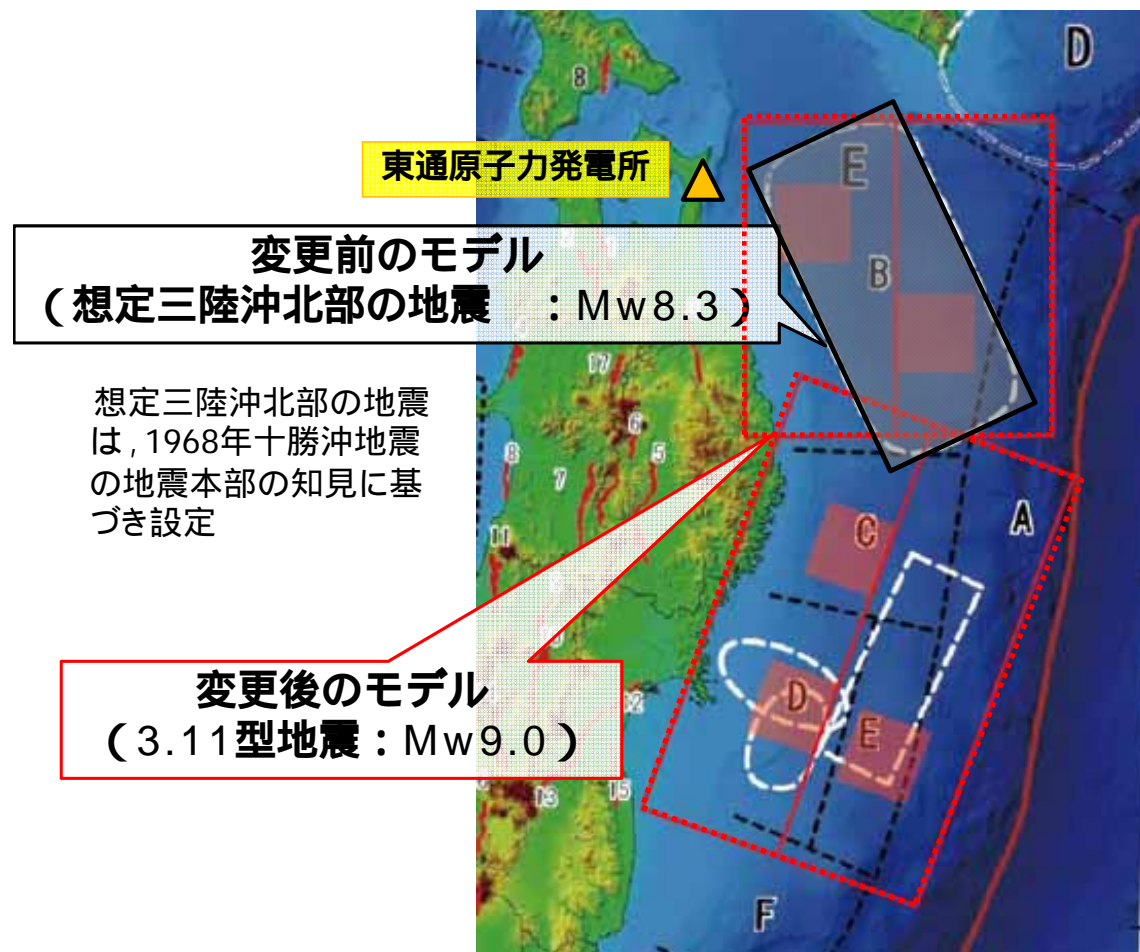
基準地震動Ssの応答スペクトル(水平)



(2) プレート間地震に関する評価

プレート間地震として最大級の地震である3.11地震と同じ規模 (Mw9.0) を設定した。

変更前と変更後のモデルの比較



[参考] 震源モデル設定の考え方

- 三陸沖北部～宮城県沖までが連動するとの知見は無いものの、最大級のプレート間地震として保守的にMw9.0の規模を設定。
- 女川における3.11地震の経験を踏まえ、最大級の地震動となるように、震源モデルを設定(破壊の方向、断層面のうち強震動を多く発生する領域の設定値等)。

地震調査研究推進本部「日本の地震活動(第2版)」に加筆

(3) 海洋プレート内地震に関する評価

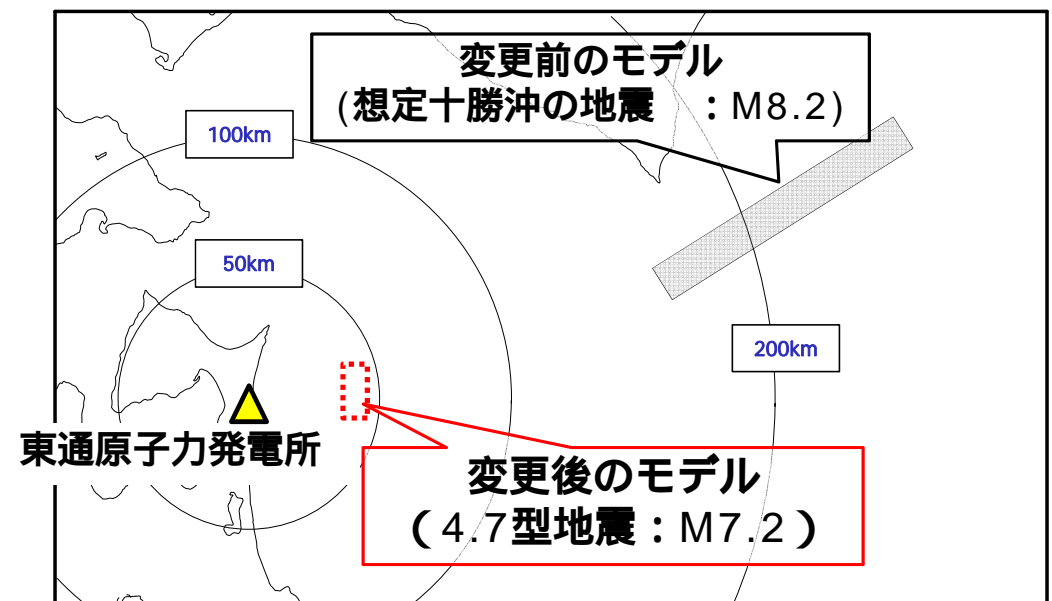
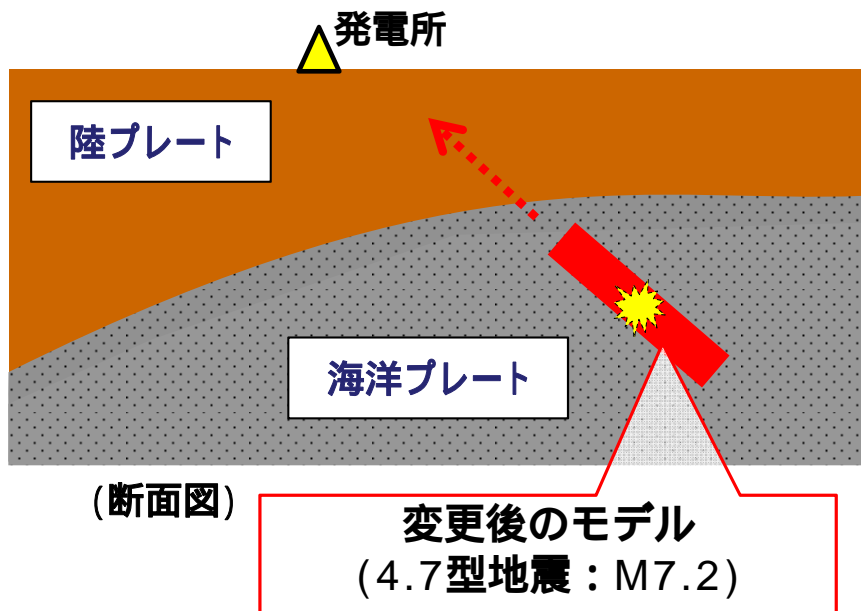
海洋プレート内地震の特徴を踏まえ、東北地方で発生した海洋プレート内地震の最大級である4.7地震(M7.2)を敷地に最も近い位置に設定した。

変更後のモデルの特徴

- 4.7地震の震源域で見られた特徴は敷地付近では知られていないものの、東北地方で発生した最大級である4.7地震を敷地付近に保守的に設定。
- 断層の破壊が敷地に向かうように厳しい破壊パターンを考慮。

[参考] 変更前と変更後のモデルの比較

- 北海道と東北地方では、海洋プレート内地震の発生の特徴(応力状態, 活動性等)に違いがある。
⇒発生位置の違いを考慮すると、従来モデルよりも変更後のモデルの影響が大きい。

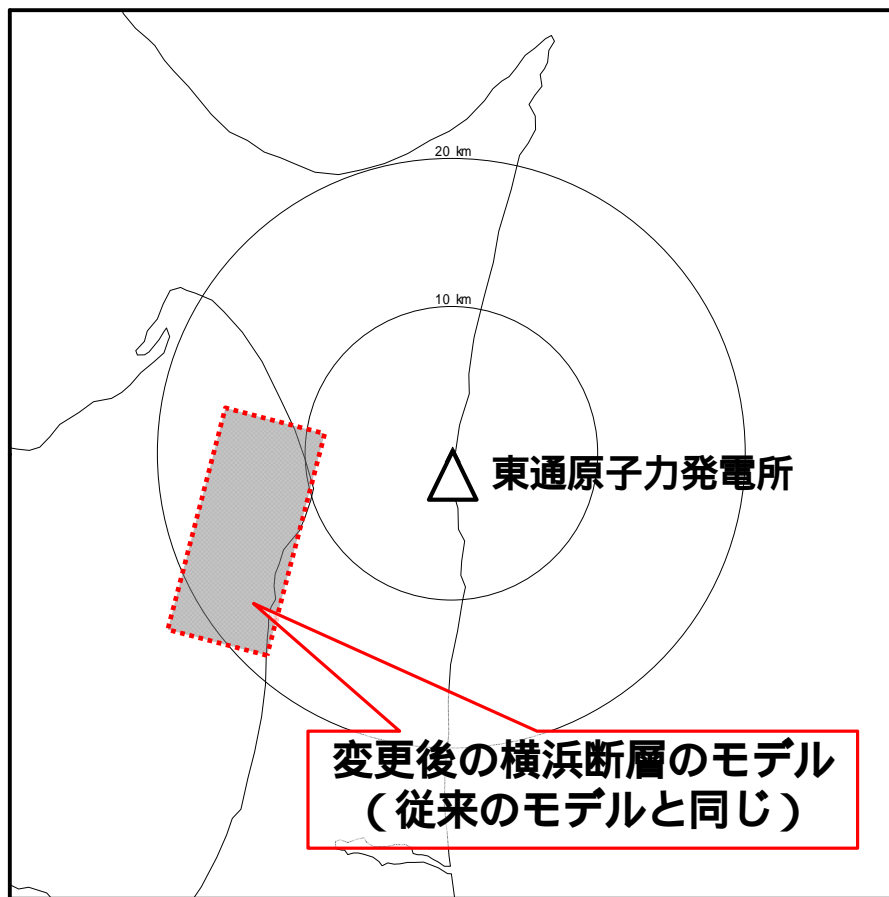


想定十勝沖の地震は、地震本部の「やや浅い海洋プレート内地震」の知見に基づき設定

(4) 内陸地殻内地震に関する評価

地質調査結果により評価した長さ(15.4km)を震源断層長さとし、国(地震調査研究推進本部)が強震動予測で用いている手法※に基づき震源断層面を設定した。

※地震調査研究推進本部において、強震動評価の検討結果を踏まえて取り纏めた、震源の設定、計算方法等に関する手法



敷地内断層は「活動性なし」との地質調査結果に基づき
考慮せず

[参考] 変更後モデルにおける不確かさの考慮

アスペリティの 応力降下量※	1.0倍 ⇒ 1.5倍
アスペリティ位置	上端中央 ⇒ 敷地寄り
断層傾斜角	60度 ⇒ 45度

※アスペリティ:断層面のうち強震動を多く発生する領域

※応力降下量:エネルギーの解放量の目安

2. 津波高に関わる評価

(概要)

- **津波評価の結果、津波は、敷地高さ¹を超えず、発電所の敷地内へ浸水しないことを確認した。今後も引き続き、最新知見の収集に努め、発電所のさらなる安全性の向上に取り組んでいく。**
 - 既往地震の発生状況や津波の発生メカニズム等を踏まえ、東通原子力発電所に大きな影響を与えると想定される津波波源を設定した。
 - 波源特性の不確かさを考慮した検討の結果、連動型地震を波源とする津波が発電所に最も大きな影響を与えると想定され、想定津波高(＝基準津波により発電所敷地前面に到達する津波の最大遡上水位)は、T.P.^{※2}+11.7mと評価した。
 - ※1 敷地高さ(T.P.+13.0m)から津波波源による敷地での地盤沈下量(0.81m)を差し引いた高さ(T.P.約+12.1m)
 - ※2 T.P.は、東京湾平均海面

[参考]想定津波高(最大遡上水位)の変遷

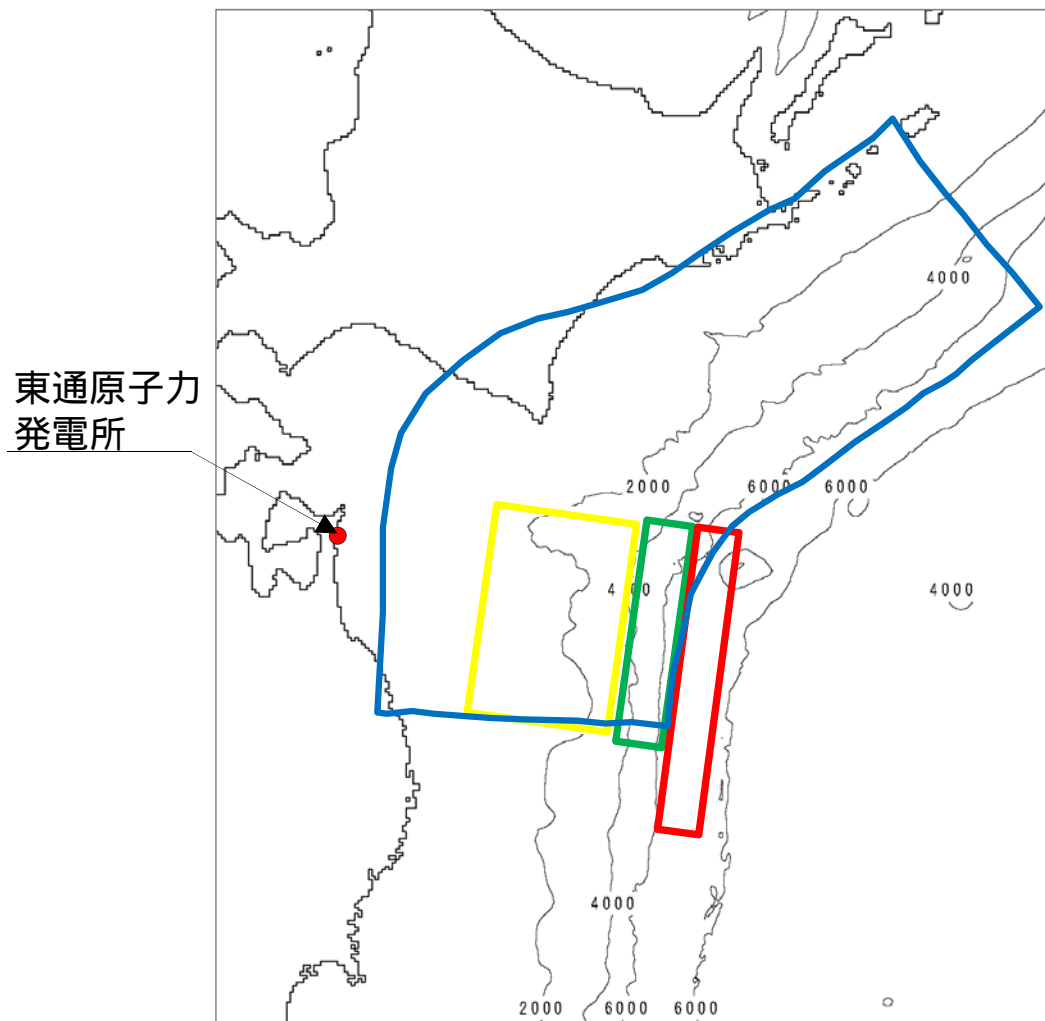
設置許可申請(平成8年8月)	T.P.+6.5m
土木学会(2002) ^{※3} に基づく再評価(平成14年2月)	T.P.+8.8m
3.11知見を踏まえた評価(平成24年4月)	T.P.+10.1m
変更後	T.P.+11.7m

※3 「原子力発電所の津波評価技術」 土木学会(2002)

(1) 津波波源の設定と想定津波高 (1/2)

既往地震の発生状況や津波の発生メカニズム等を踏まえ、東通原子力発電所に大きな影響を与えると想定される津波波源を設定した。

設定した津波波源の基準位置



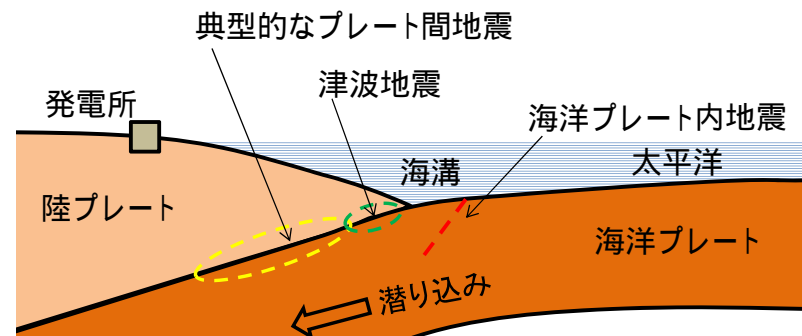
(注) Mw = モーメントマグニチュード(巨大地震の規模を表すのに適した指標として広く使われている)

設定した津波波源の概要

設定した津波波源(主な既往津波)	Mw
① 典型的なプレート間地震と津波地震の連動型地震 (2011年東北地方太平洋沖地震)※	9.04
② 典型的なプレート間地震 (1968年十勝沖地震)	8.45
③ 津波地震 (1896年明治三陸地震津波)※	8.3
④ 海洋プレート内地震 (1933年昭和三陸地震津波)※	8.6

※発電所敷地に影響が大きくなるように波源を設定

[参考] 設定した津波波源の発生位置(断面図)



(1) 津波波源の設定と想定津波高 (2/2)

3.11地震から得られた知見を考慮し、平成24年4月に、津波による最高水位をT.P.+10.1mと評価。その後、更に内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」において不均質モデル※が採用されたこと等の最新知見を踏まえた再評価を行い、T.P.+11.7mと見直した。

※不均質モデルとは、従来の津波評価で使用していた一様すべりの矩形断層モデルに対して、断層モデルを細かく分割し、すべり量を場所ごとに変化させることができるようにしたモデル

想定津波高とその津波波源の推移

		変更前		変更後 (T.P.+11.7m)
		平成14年2月 (T.P.+8.8m)	平成24年4月 (T.P.+10.1m)	
地震のタイプ	プレート間地震	—	典型的なプレート間地震と津波地震の連動型地震:[Mw9.03]	同左:[Mw9.04]
		1968年十勝沖地震に伴う津波(典型的なプレート間地震):[Mw8.45]	同左	同左
		1896年明治三陸地震津波(津波地震):[Mw8.3]	同左	同左
	海洋プレート内地震	1933年昭和三陸地震津波:[Mw8.6]※	同左	同左

※土木学会(2002)に基づき、1933年昭和三陸地震津波の再現モデル(Mw8.35)をMw8.6に拡大して設定

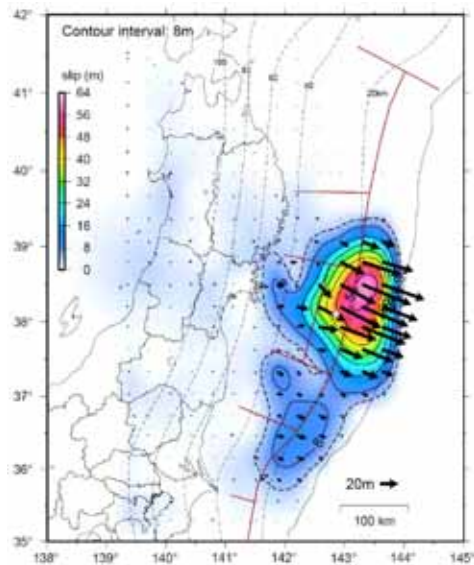
(2) 「典型的なプレート間地震と津波地震の連動型地震」に関する津波評価 (1/2)

3.11地震は、局所的に大きなすべりが発生。基準断層モデルは、このような知見を踏まえながら、「既往津波の組合せモデル(モデルA)※」に加え、新たにすべりの不均質性を考慮した「特性化モデル(モデルB)」を設定した。

※3.11知見を踏まえた評価(平成24年4月)で検討したモデル

【基準断層モデルの設定】

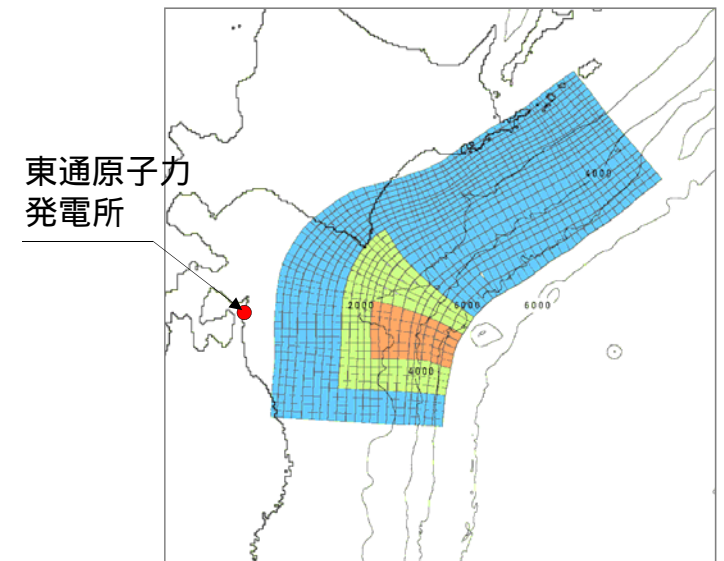
3.11地震の震源域
(地震調査研究推進本部より)



モデルA
(既往津波の組合せモデル)



モデルB
(特性化モデル)

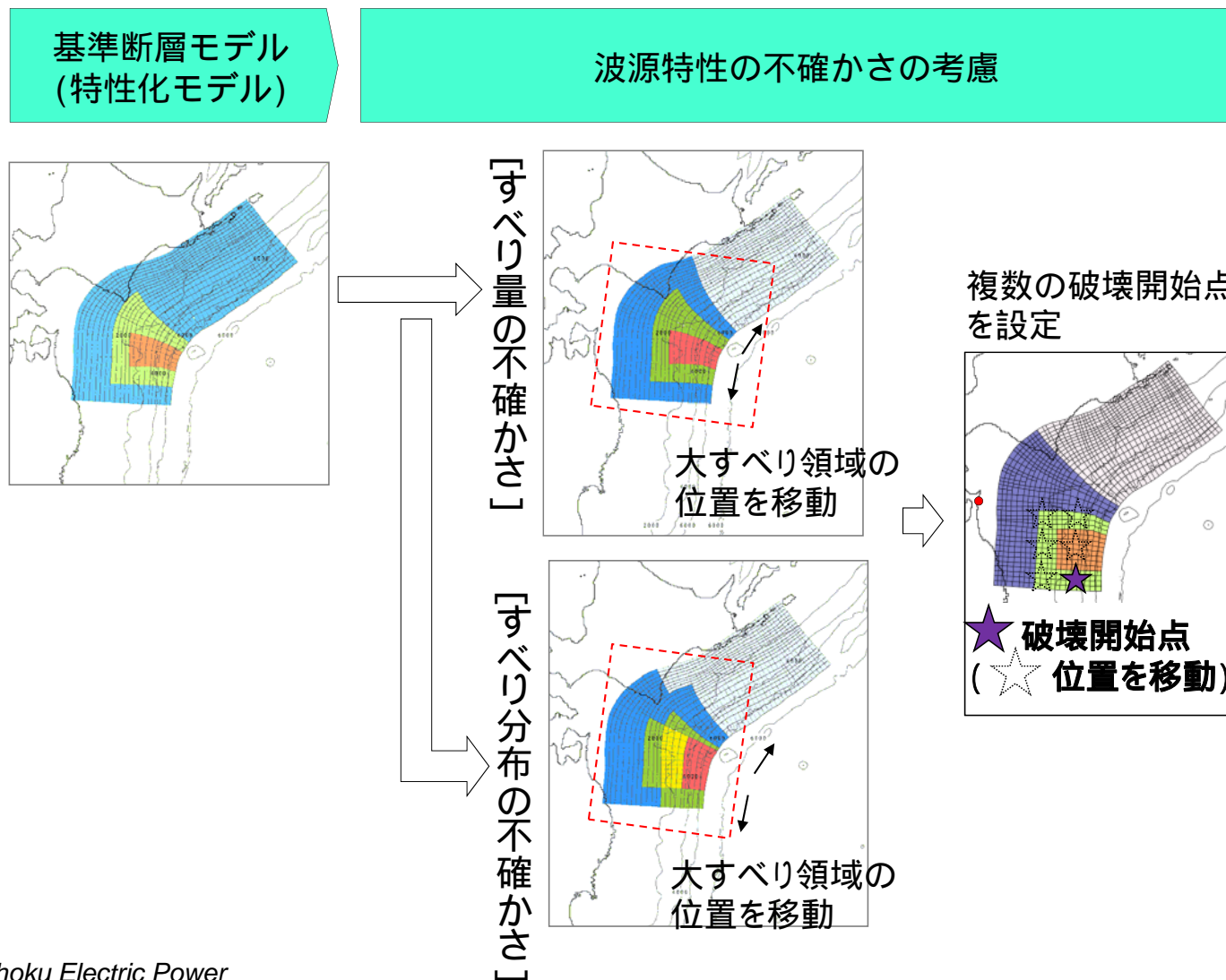


(2) 「典型的なプレート間地震と津波地震の連動型地震」に関する津波評価 (2/2)

基準断層モデルについて、「すべり量の不確かさを考慮し、大すべり領域*のすべり量を割り増したモデル」、および「すべり分布の不確かさを考慮し、海溝側を強調したモデル」を設定した。

※ここでは、大すべり領域(平均すべり量の2倍)～超大すべり領域(平均すべり量の4倍)を含めて「大すべり領域」という

【波源特性の不確かさの考慮】



《特徴》

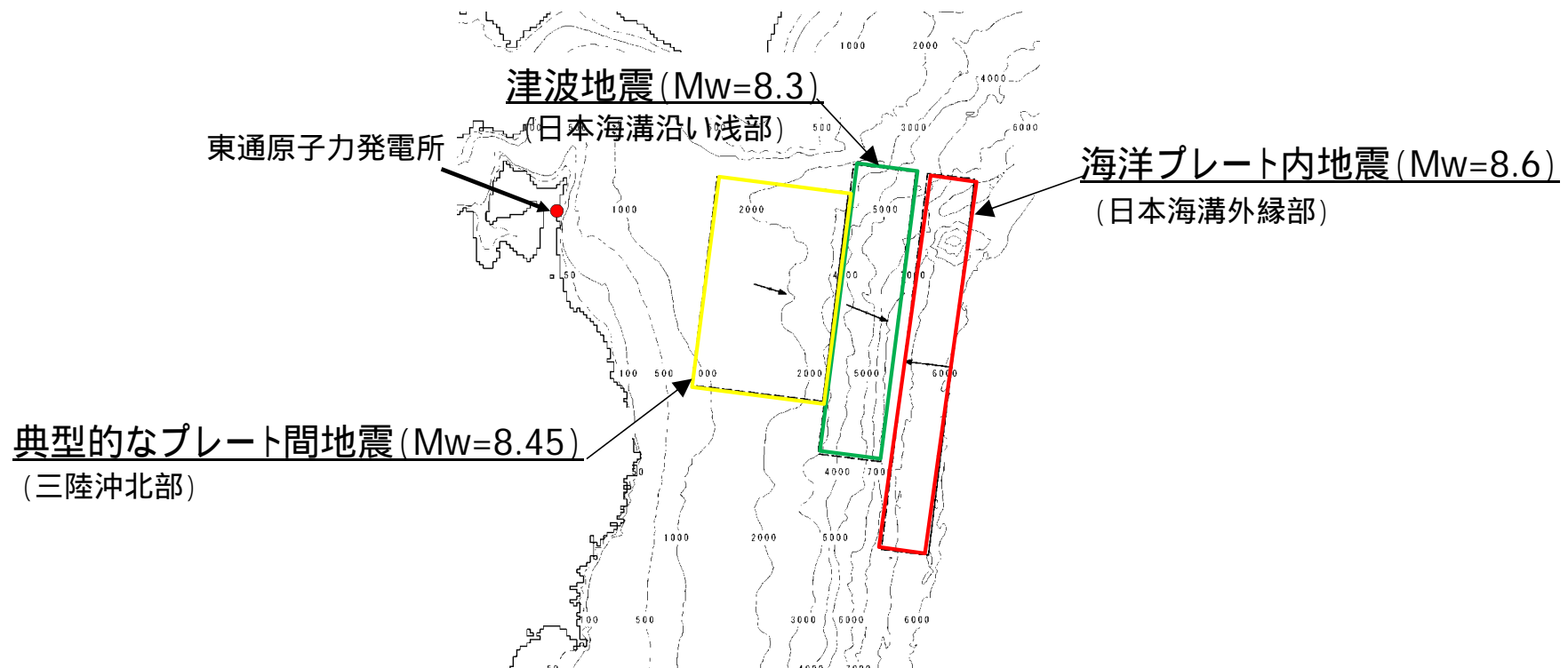
- 地震発生位置の不確かさを考慮し、大すべり領域の位置を南北に移動
- 断層破壊様式の不確かさを考慮し、津波高さが最大となる大すべり領域の位置で、複数の破壊開始点を設定
- 以上の不確かさを考慮したパラメータスタディを実施

(3) 「 ~ その他地震」に関する津波評価 (1/2)

1968年十勝沖地震(②典型的なプレート間地震), 1896年明治三陸地震津波(③津波地震), 1933年昭和三陸地震津波(④海洋プレート内地震)を良好に再現するモデルをベースとして, 基準断層モデルを設定した。

(注) 津波地震および海洋プレート内地震は, 波源位置を発電所敷地に最も影響が大きくなるように日本海溝北限に設定

【基準断層モデルの設定】



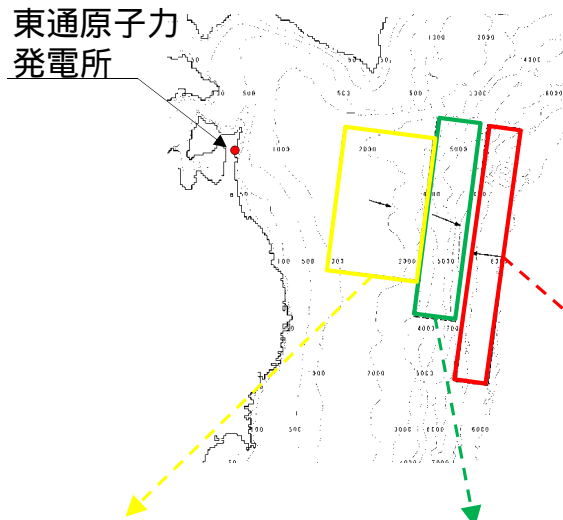
(3) 「 ~ その他地震」に関する津波評価 (2/2)

波源特性の不確かさ(断層の位置, 走向, 傾斜角等)を考慮したパラメータスタディを実施した。

【波源特性の不確かさの考慮】

走向に関する不確かさの考慮(例)

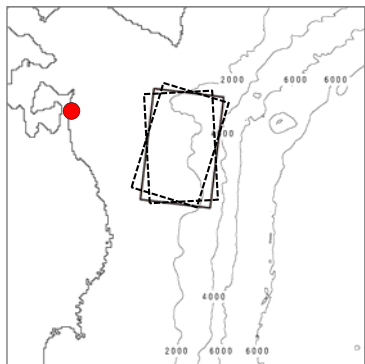
【参考】不確かさの考慮内容(津波地震の例)



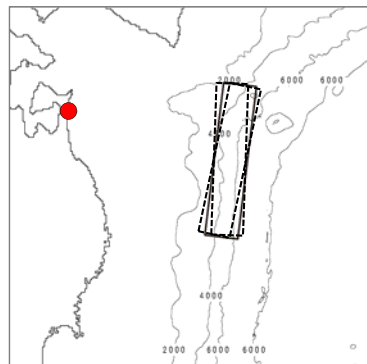
典型的なプレート間地震

津波地震

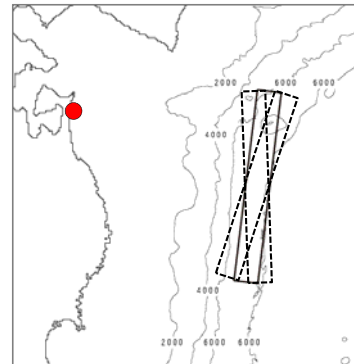
海洋プレート内地震



走向を変化(±10°)



走向を変化(±5°)



走向を変化(±10°)

項目	断層パラメータの変動範囲
位置	基準, 南へ20km, 40km移動
走向	基準, 基準±5°, 基準+10°
傾斜角	基準, 基準±5°
すべり角	基準, 基準±10°

(注) 断層パラメータの定義

