

# 委員からの指摘事項等を踏まえた論点及び 県民意見を踏まえた論点への説明

2020年2月7日

日本原子力発電株式会社

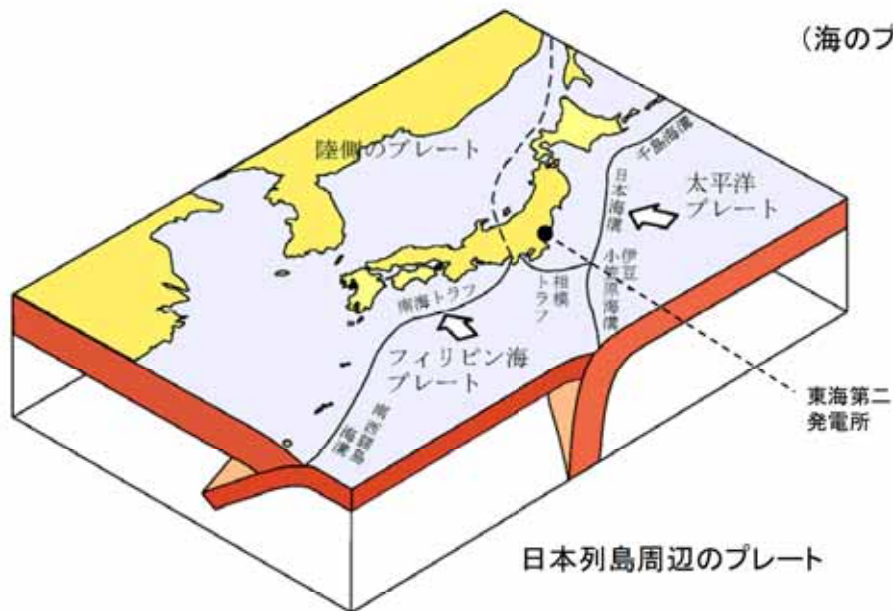


東海第二発電所敷地の真下又はサイトからの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価の結果について

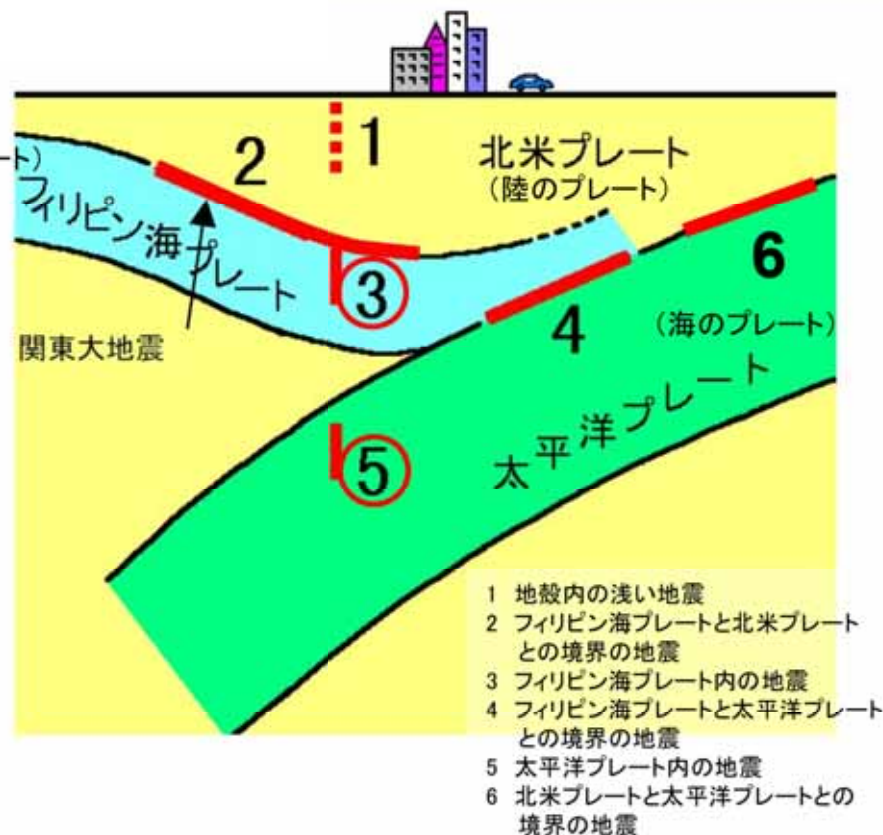
【説明概要】

敷地からの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価を行い、基準地震動 $S_s$ を下回っていることを確認した。

さらに敷地に厳しい条件で地震が発生した場合の影響確認として、敷地からの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価に対し、原子力施設にとって重要な短周期帯0.02秒から0.5秒の応答スペクトルを1.5倍(基本震源モデルの応力降下量1.5倍に相当)にしても、基準地震動 $S_s$ を下回っていることを確認した。



日本のプレートテクトニクスモデル概念図  
(防災科学技術研究所)



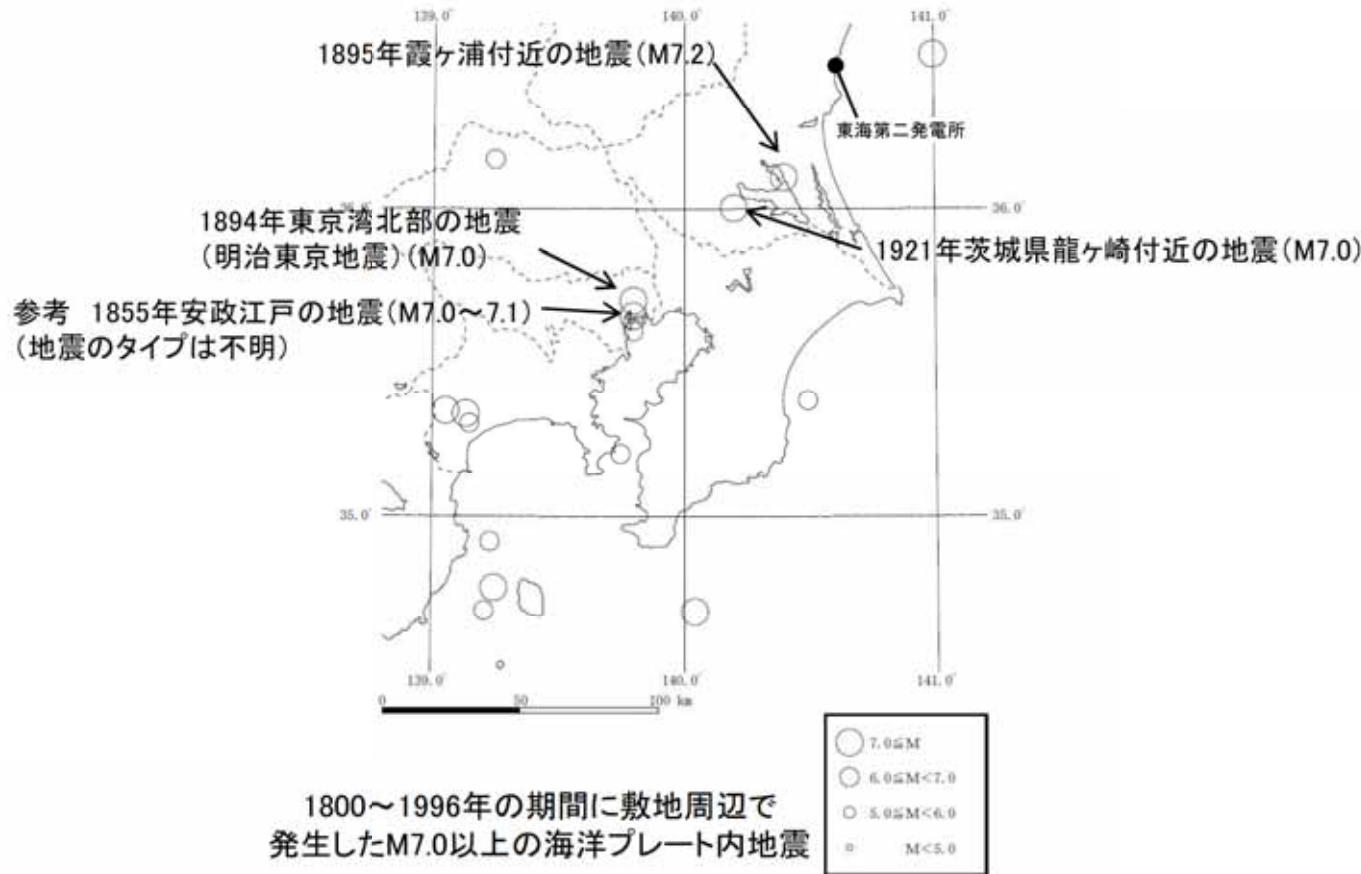
南関東地域で発生する地震のタイプ  
(中央防災会議(2004)に一部加筆)

- 内陸地殻内地震は陸のプレートの内部で発生する地震であり、図の1のタイプである。
- プレート間地震は異なるプレートの境界で発生する地震であり、図の2, 4, 6のタイプである。
- 海洋プレート内地震は海のプレートの内部で発生する地震であり、図の3, 5のタイプである。中央防災会議(2013)による茨城県南部の地震(第4回ワーキングチームご説明)は図の3, 1993年釧路沖地震(M7.5)は図の5のタイプである。

## 敷地周辺における海洋プレート内地震の発生状況(1800年代後半～1996年)



■地震のタイプを分類するには、地震観測記録の分析が重要である。そこで1800年代後半～1996年の期間に敷地周辺で発生したM7.0以上の地震のうち、観測記録の分析がなされた近年の研究成果により海洋プレート内地震と推定された地震を下図に示す。



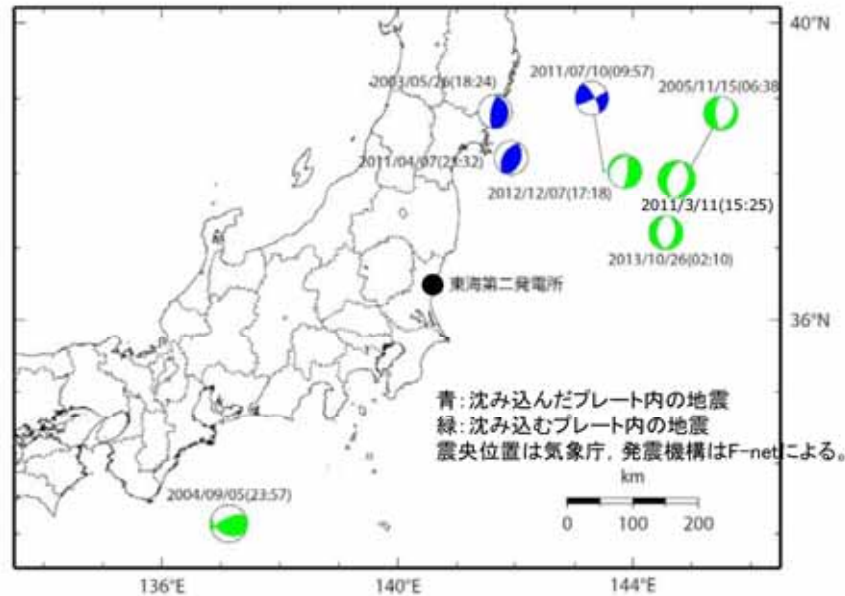
- 1800年～1996年の期間に敷地周辺の海洋プレート内で発生した地震の最大規模は、1895年霞ヶ浦付近の地震(M7.2)とされている。この地震は太平洋プレート内地震の可能性が示唆されている。
- フィリピン海プレート内で発生した地震の最大規模は、1921年茨城県龍ヶ崎付近の地震(M7.0)である。

# 敷地周辺における海洋プレート内地震の発生状況(1997年以降)



■ 1997年以降(気象庁による一元化震源以降)に発生した海洋プレート内地震の抽出(東北地方から紀伊半島まで)

気象庁地震カタログを用い、1997年から2014年3月までの期間に東北地方から紀伊半島までの範囲で発生したM7.0以上の海洋プレート内地震と推定される地震を抽出した。青色は沈み込んだプレート内の上面の地震、緑色は沈み込むプレート内の地震を示す。



M7.0以上の海洋プレート内地震の諸元

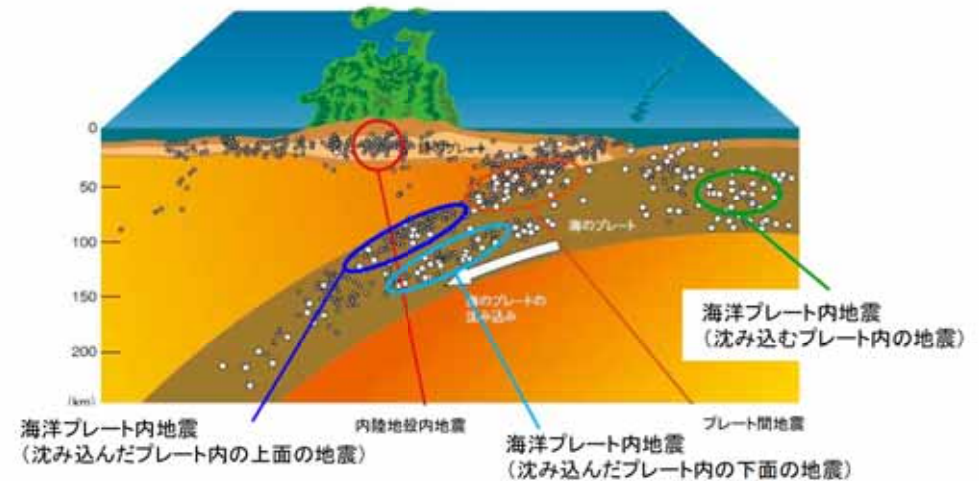
発生日	時刻	M	深さ(km)	分類
2003.5.26	18:24	7.1	72	沈み込んだ太平洋プレート内の上面
2004.9.5	23:57	7.4	44	沈み込むフィリピン海プレート内
2005.11.15	06:38	7.2	45	沈み込む太平洋プレート内
2011.3.11	15:25	7.5	11	沈み込む太平洋プレート内
2011.4.7	23:32	7.2	66	沈み込んだ太平洋プレート内の上面
2011.7.10	09:57	7.3	34	沈み込んだ太平洋プレート内の上面
2012.12.7	17:18	7.3	49	沈み込む太平洋プレート内
2013.10.26	02:10	7.1	56	沈み込む太平洋プレート内

※気象庁地震カタログや震源メカニズムなどを参考に海洋プレート内地震を抽出した。

M7.0以上の海洋プレート内地震の震央位置及び震源メカニズム

1997年以降に東北地方以南で発生した沈み込んだ太平洋プレート内の地震の最大規模は、宮城県沖で発生したM7.3である。

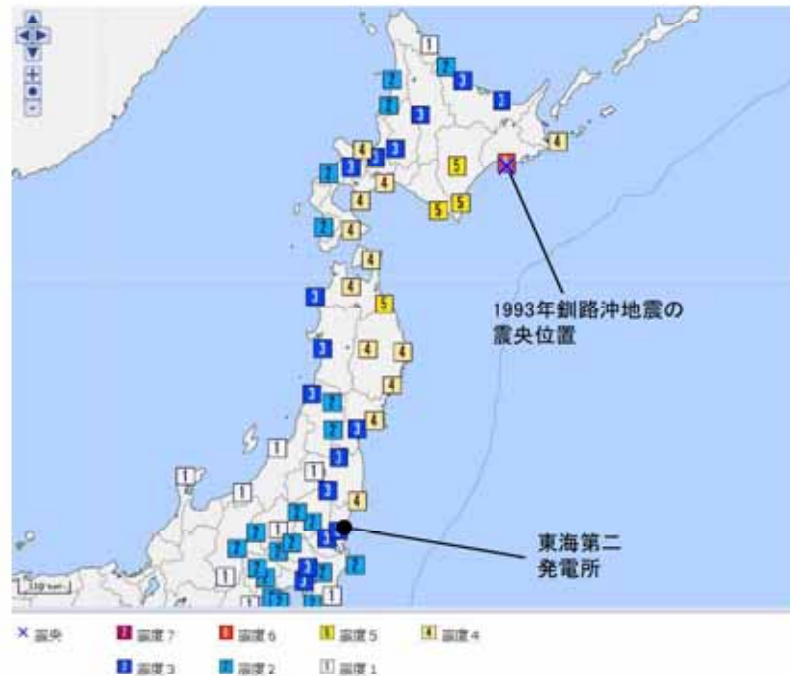
敷地周辺では基準地震動策定で考慮したM7.3を超える規模の海洋プレート内地震は発生していない。



地震の発生様式の模式図(東北地方での例)  
 (地震調査研究推進本部に一部加筆)

# 1993年釧路沖地震の概要

- ・沈み込んだプレート内地震の発生状況の探索範囲を北海道まで広げると、1993年釧路沖地震(M7.5)が発生している。
- ・宮城県沖で発生する沈み込んだプレート内地震はその上面で発生することが多いのに対し、1993年釧路沖地震(M7.5)は沈み込んだプレート内の下面で発生し、震源深さは約100kmである。

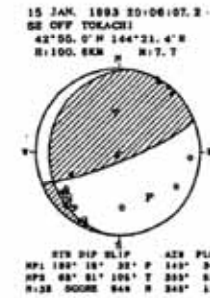


1993年釧路沖地震(M7.5)の震度分布(気象庁)

中村他(1994)によると、「この断層はもぐり込んでいる太平洋プレートの上と下面の間であり上面にはとどいていないように思われる。二重深発地震面の下面においては、down-dip extension型の地震が発生する傾向があることが知られているが、この地震は二重深発地震面の下面の地震としては、典型的な発震機構をもつ地震であると言える。」とされている。

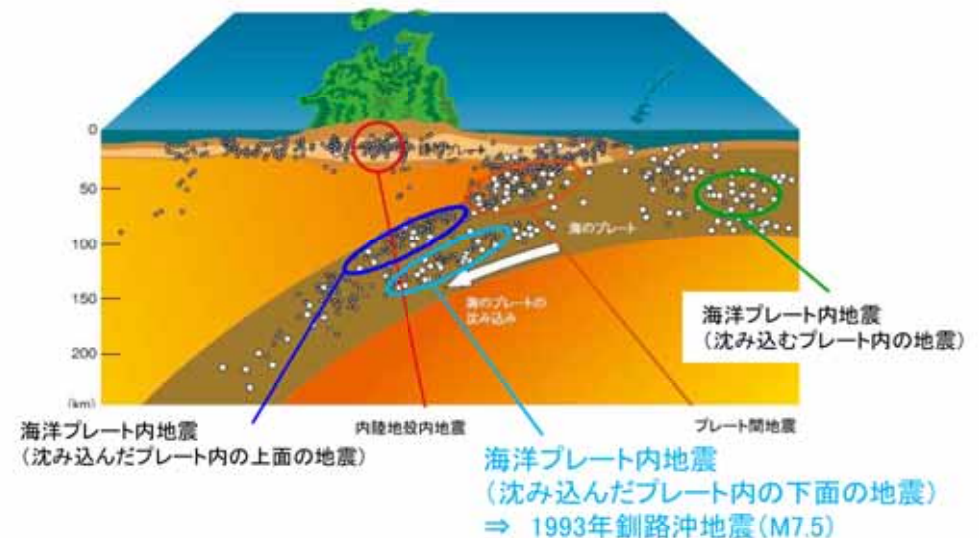
1993年釧路沖地震(M7.5)の諸元

発生日時	1993年1月15日20時6分
震源地	釧路沖
北緯	42° 55.2′
東経	144° 21.2′
震源深さ	101km
地震規模	M7.5



中村ほか(1994)より抜粋

震源メカニズム



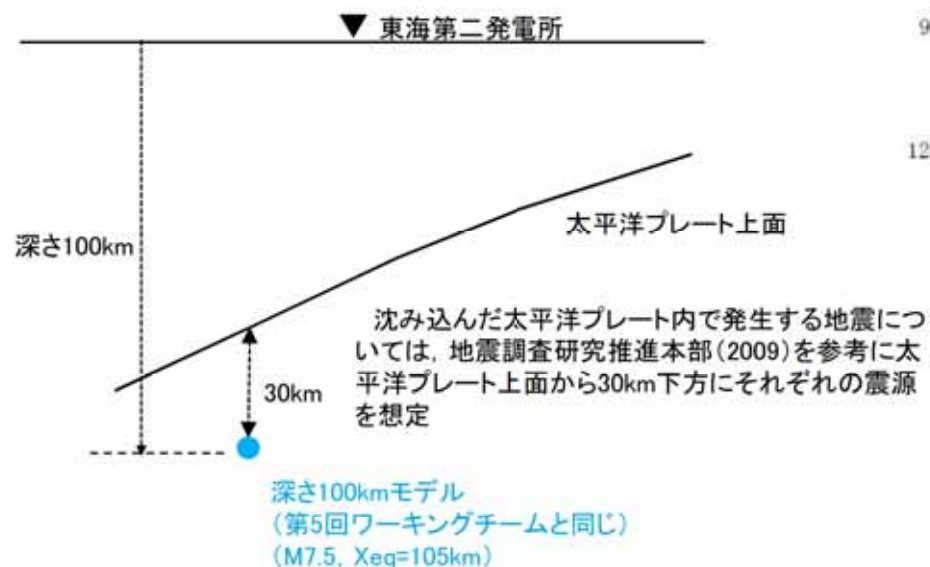
地震の発生様式の模式図(東北地方での例)  
(地震調査研究推進本部に一部加筆)

# 1993年釧路沖型地震(深さ100kmモデル)の想定

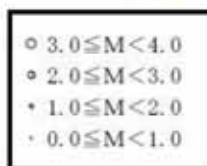
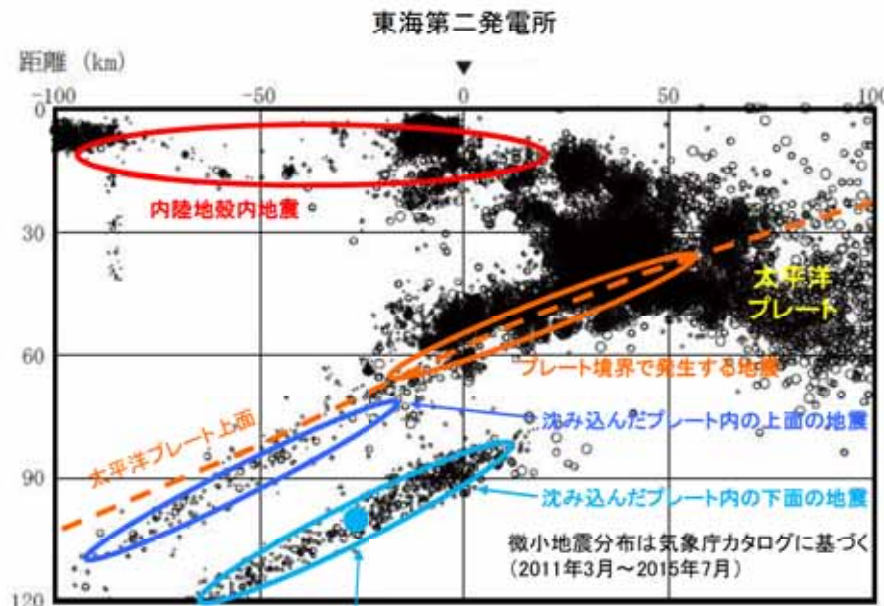
## ■震源を想定する位置

- ・同じ太平洋プレートの沈み込んだプレート内地震として、1993年釧路沖地震(M7.5)が発生している。そこで、この地震と同じ規模であるM7.5の地震が敷地下方で発生することを想定する。
- ・前述のとおり、1993年釧路沖地震(M7.5)は沈み込んだプレート内地震の下面で発生しており、深さ約100kmで発生している。
- ・そこで、深さの設定に際しては1993年釧路沖地震(M7.5)を参考に沈み込んだプレートの下面で発生することを想定し、深さ100kmとする。

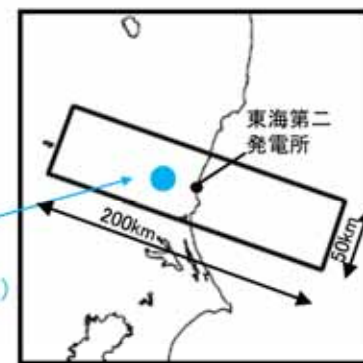
参考：敷地周辺で発する地震には、陸のプレートの内部で発生する内陸地殻内地震や陸のプレートと海洋プレート(太平洋プレート、フィリピン海プレート)の境界で発生する地震、海洋プレートの内部で発生する地震と、ように様々なタイプがある(右図)。基準地震動の策定にあたっては、上記タイプ毎に調査を行い、タイプ毎に敷地に影響の大きい地震を選定してそれらについて詳細評価を行っている。



太平洋プレート内地震の震源の設定位置(模式図)



深さ100kmモデル  
(第5回ワーキングチームと同じ)  
(M7.5, Xeq=105km)





# 1993年釧路沖型地震(敷地最短位置)の想定

■ 震源モデルのパラメータは深さ100kmモデル(第5回ワーキングチームで説明)と同様とし、敷地からの距離が最短となる位置に震源を想定する。断層傾斜角やプレート境界からの深さについては茨城県地震被害想定調査報告書(平成30年12月)\*による設定値を参考に設定する。

※以降、茨城県(2018)という

## 【主要パラメータ】(第5回ワーキングチームと同じ)

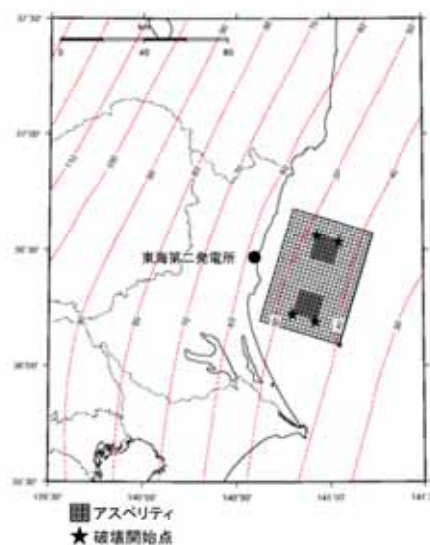
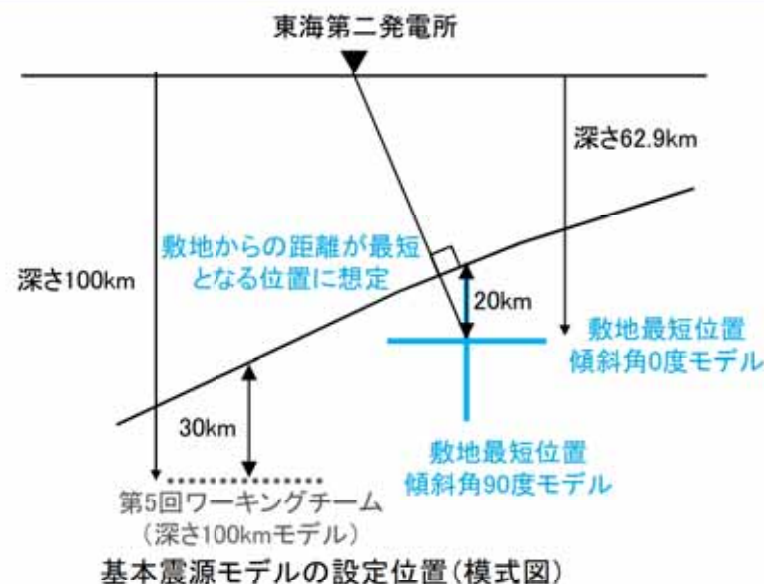
・地震規模はTakeo et al.(1993)による1993年釧路沖地震の地震モーメントより与える。

$$M_0 = 3.30 \times 10^{20} (\text{N} \cdot \text{m})$$

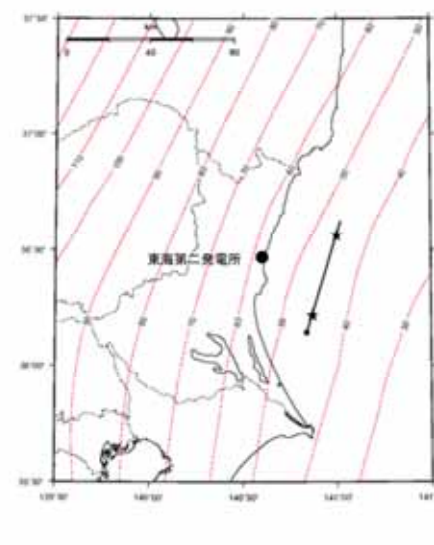
・強震動予測レシポ(笹谷ほか(2006)のスケーリング則)に基づき算出する。

## 【断層面の位置・形状】

- ・断層傾斜角は茨城県(2018)に基づき0度及び90度とする。
- ・断層面は敷地からの距離が最短となる位置に設定し、プレート境界からの深さは、茨城県想定を参考に20kmとする。
- ・アスペリティ位置  
断層面の中央に2箇所設定する。
- ・ずれの種類  
逆断層と設定する。

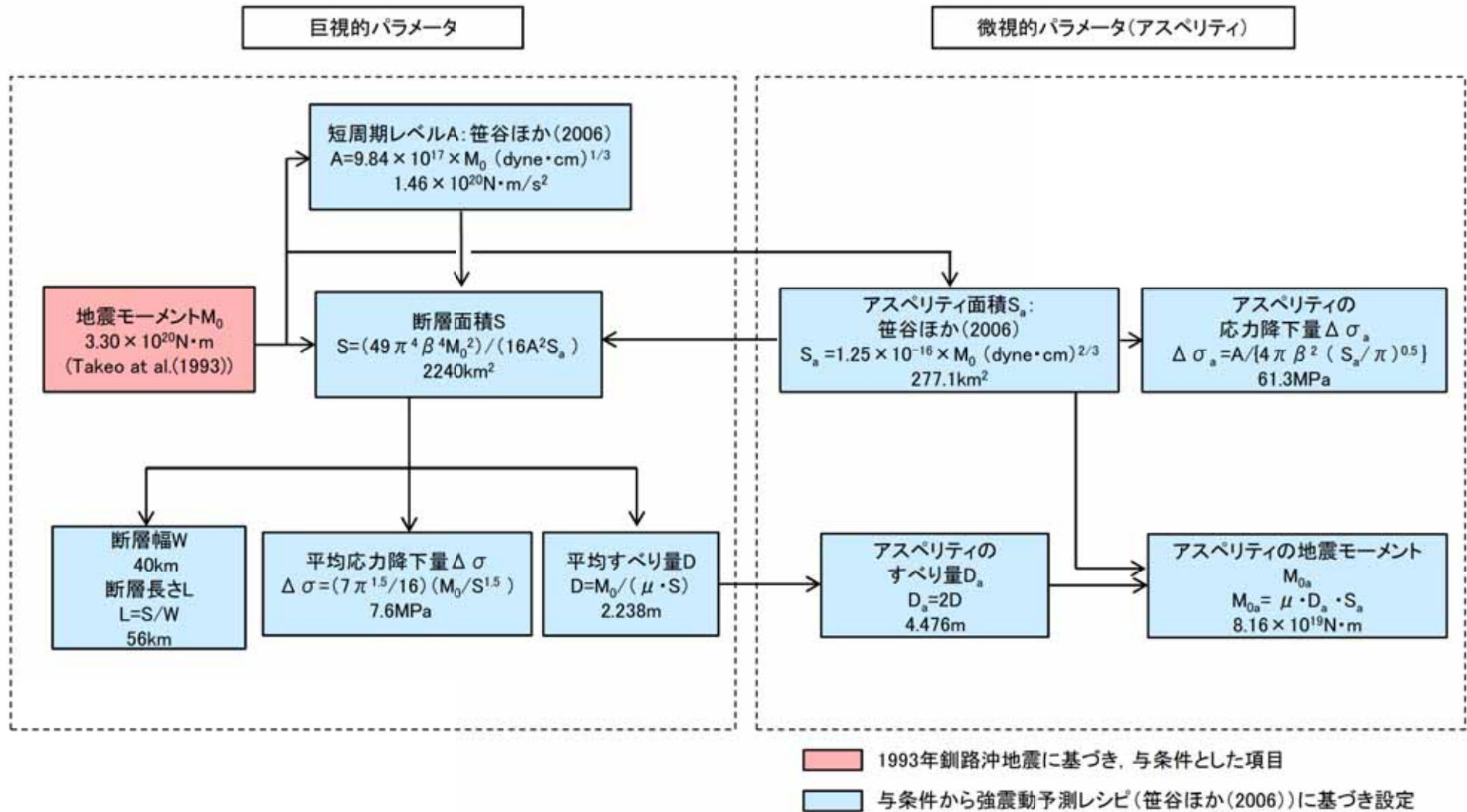


敷地最短位置  
傾斜角0度モデル



敷地最短位置  
傾斜角90度モデル

■震源モデルのパラメータについて、強震動予測レシピ(2016)(笹谷ほか(2006))に基づき設定する。地震モーメントについては1993年釧路沖地震に関する知見(Takeo et al.(1993))に基づき設定する。断層パラメータの設定フローを下記に示す。



# 1993年釧路沖型地震(敷地最短位置) 断層パラメータ



項目		設定値	設定方法
断層上端深さ	h(km)	0度:62.9 90度:42.9	断層面は敷地からの距離が最短となる位置に設定し、プレート境界からの深さは、茨城県想定を参考に20kmとする
気象庁マグニチュード	Mj	7.5	1993年釧路沖地震
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	7.6	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	3.30E+20	Takeo et al.(1993)
走向	θ(度)	17	プレート境界等深線より設定
傾斜角	δ(度)	0, 90	茨城県想定
ずれの種類	—	逆断層	—
すべり角	λ(度)	90	—
平均応力降下量	Δσ(MPa)	7.6	Δσ=(7π <sup>1.5</sup> /16)(M <sub>0</sub> /S <sup>1.5</sup> )
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	2240	S=(49π <sup>4</sup> β <sup>4</sup> M <sub>0</sub> <sup>2</sup> )/(16A <sup>2</sup> S <sub>a</sub> )
断層長さ	L(km)	56	L=S/W
断層幅	W(km)	40	1993年釧路沖地震(Morikawa and Sasatani(2004))
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	3.25	地震調査研究推進本部(2004)
せん断波速度	β(km/s)	4.5	地震調査研究推進本部(2004)
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	6.58E+10	μ=ρβ <sup>2</sup>
平均すべり量	D(m)	2.238	D=M <sub>0</sub> /(μS)
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	3.2	V <sub>r</sub> =0.72V <sub>s</sub> (Geller,1976)
短周期レベル	A(N・m/s <sup>2</sup> )	1.46E+20	A=9.84×10 <sup>17</sup> ×M <sub>0</sub> <sup>1/2</sup> [dyne・cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -A関係)
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震

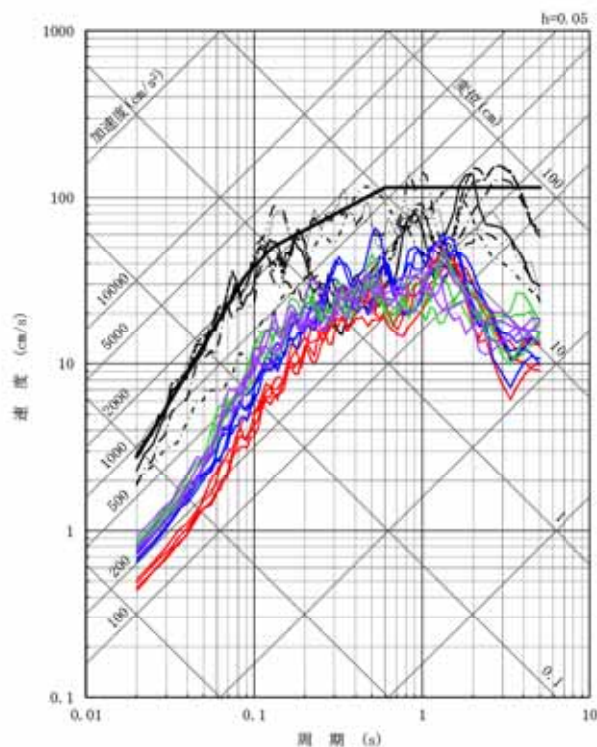
項目		設定値	設定方法
ア ス ベ リ テ ィ 全 体	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	277.1 S <sub>a</sub> =1.25×10 <sup>-16</sup> M <sub>0</sub> <sup>2/3</sup> [dyne・cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -S <sub>a</sub> 関係)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	4.476 D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	8.16E+19 M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	61.3 Δσ <sub>a</sub> =A/(4πβ <sup>2</sup> )/(S <sub>a</sub> /π) <sup>0.5</sup>
各 ア ス ベ リ テ ィ	面積	S <sub>a1</sub> (km <sup>2</sup> )	138.5 S <sub>a1</sub> =S <sub>a</sub> /2
	すべり量	D <sub>a1</sub> (m)	4.476 D <sub>a1</sub> =D <sub>a</sub>
	地震モーメント	M <sub>0a1</sub> (N・m)	4.08E+19 M <sub>0a1</sub> =μD <sub>a1</sub> S <sub>a1</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a1</sub> (MPa)	61.3 Δσ <sub>a1</sub> =Δσ <sub>a</sub>
背 景 領 域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	1963.2 S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	1.922 D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	2.48E+20 M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	7.9 Δσ <sub>b</sub> =(D <sub>b</sub> /W <sub>b</sub> )/(D <sub>a</sub> /W <sub>a</sub> )Δσ <sub>a</sub> ・W <sub>a</sub> =12km
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤他(1994)

# 断層モデルを用いた手法による評価結果

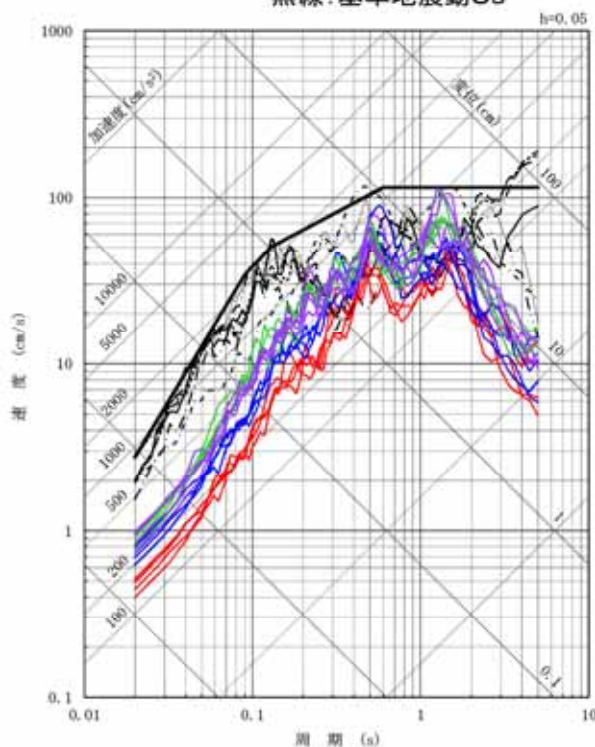


## ■統計的グリーン関数法による地震動評価結果

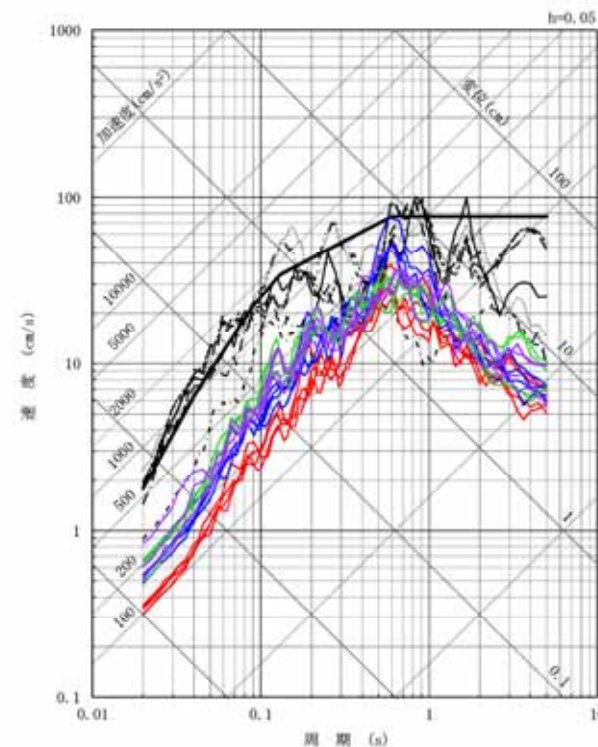
- 深さ100kmモデル(破壊開始点1~4)
  - 深さ100kmモデル+ $\Delta\sigma$  1.5倍(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角0度モデル(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角90度モデル(破壊開始点1~4)
- 黒線: 基準地震動Ss
- 第5回ワーキングチーム  
今回追加ケース



NS方向



EW方向

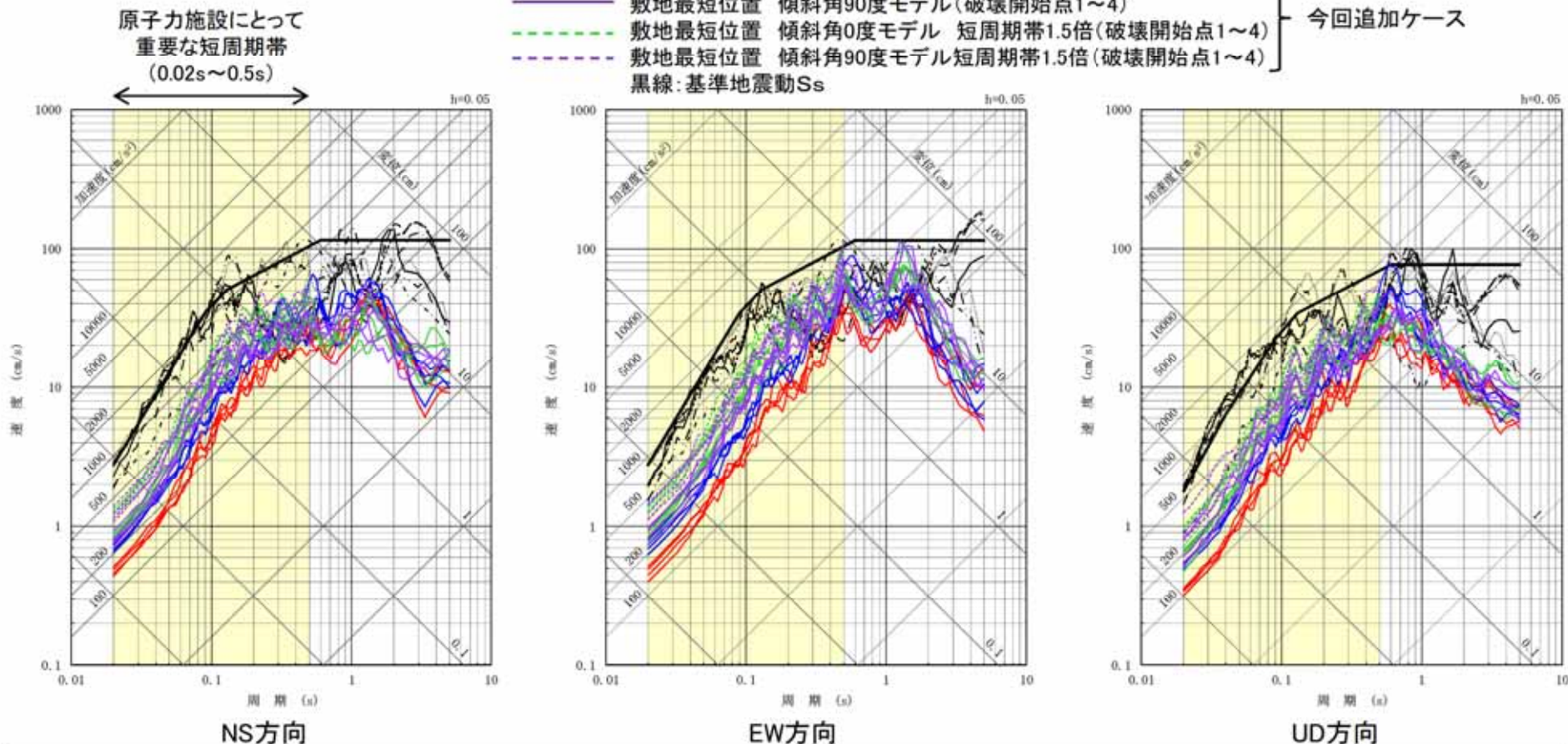


UD方向

敷地からの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価を行い、基準地震動Ssを下回っていることを確認した。

■統計的グリーン関数法による地震動評価結果

- 深さ100kmモデル(破壊開始点1~4)
  - 深さ100kmモデル+ $\Delta\sigma$ 1.5倍(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角0度モデル(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角90度モデル(破壊開始点1~4)
  - - - 敷地最短位置 傾斜角0度モデル 短周期帯1.5倍(破壊開始点1~4)
  - - - 敷地最短位置 傾斜角90度モデル短周期帯1.5倍(破壊開始点1~4)
  - 黒線: 基準地震動 $S_s$
- } 第5回ワーキングチーム  
} 今回追加ケース



さらに敷地に厳しい条件で地震が発生した場合の影響確認として、敷地からの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価に対し、原子力施設にとって重要な短周期帯0.02秒から0.5秒の応答スペクトルを1.5倍(基本震源モデルの応力降下量1.5倍に相当)にしても、基準地震動 $S_s$ を下回っていることを確認した。

参考:断層モデルを用いた手法による評価結果(敷地最短位置+短周期帯1.5倍の影響確認)

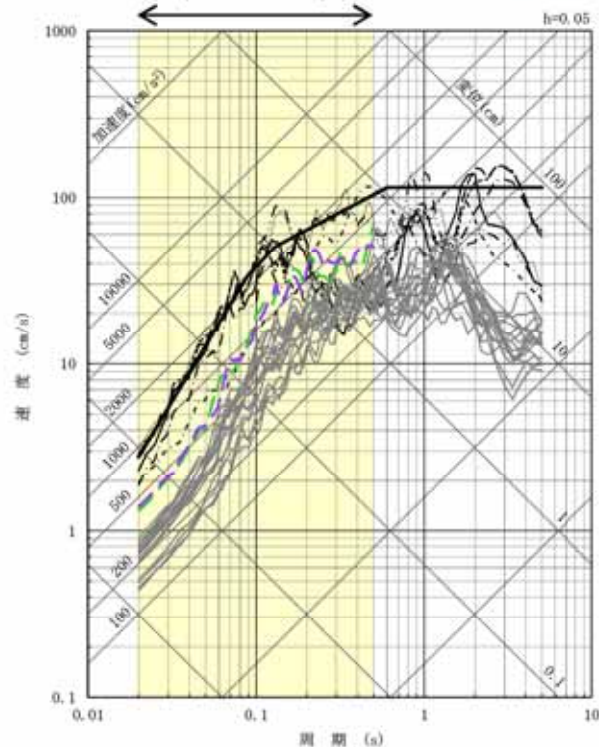
■統計的グリーン関数法による地震動評価結果

- 深さ100kmモデル(破壊開始点1~4)
- 深さ100kmモデル+ $\Delta\sigma$ 1.5倍(破壊開始点1~4)
- 敷地最短位置 傾斜角0度モデル(破壊開始点1~4)
- 敷地最短位置 傾斜角90度モデル(破壊開始点1~4)
- - - 敷地最短位置 傾斜角0度モデル 短周期帯1.5倍(破壊開始点1~4の包絡線)
- - - 敷地最短位置 傾斜角90度モデル短周期帯1.5倍(破壊開始点1~4の包絡線)
- 黒線:基準地震動 $S_s$

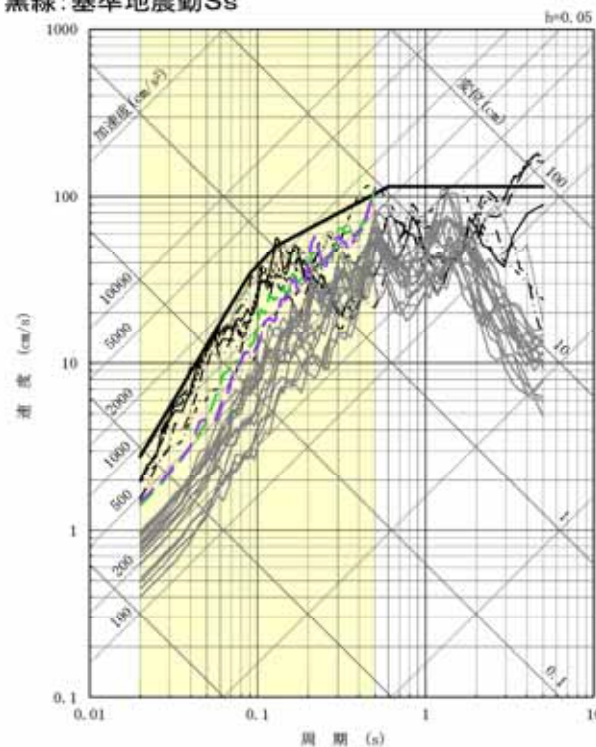
第5回ワーキングチーム

今回追加ケース

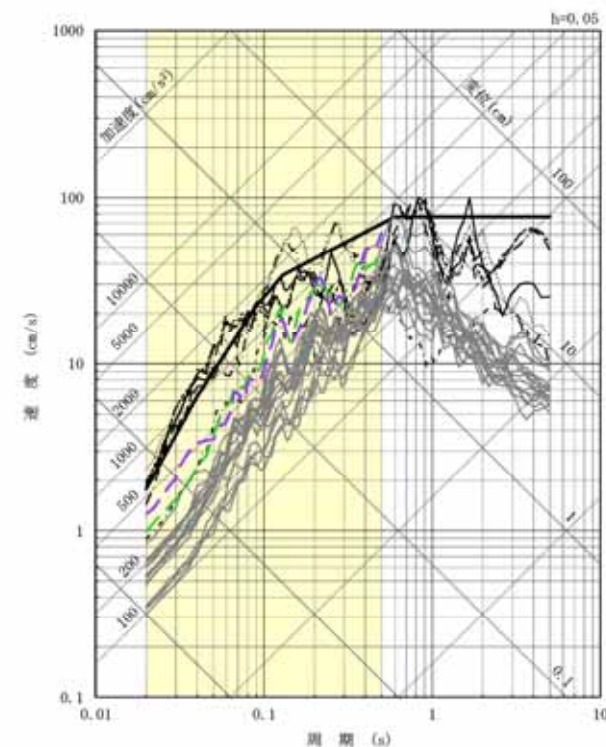
原子力施設にとって  
重要な短周期帯  
(0.02s~0.5s)



NS方向



EW方向



UD方向

## 参考 2011年東北地方太平洋沖地震以降、敷地周辺で発生した地震

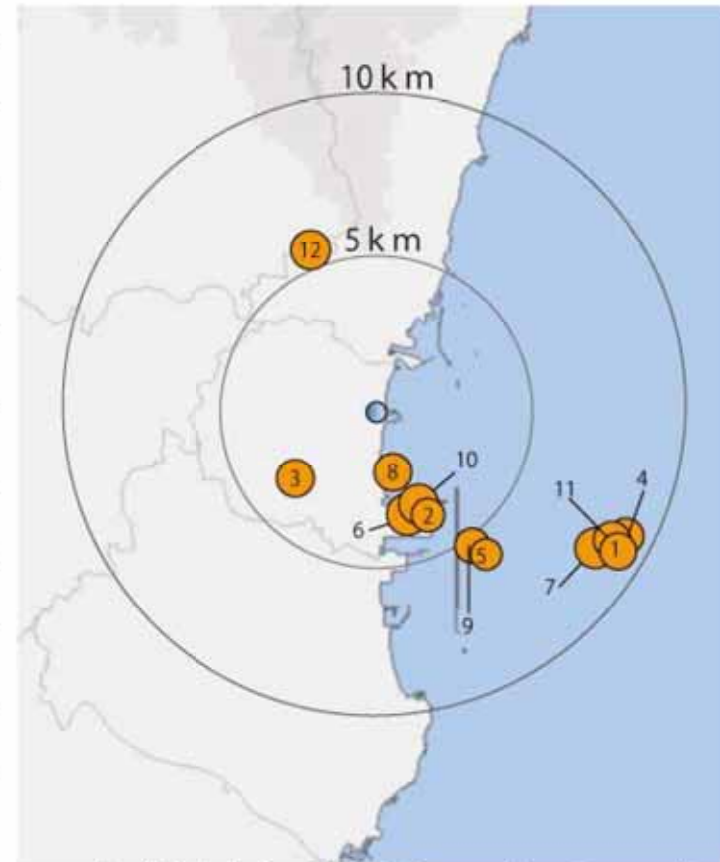


■2011年東北地方太平洋沖地震以降、敷地周辺(半径10km以内)で発生した地震のうち、最大震度が4以上の地震について、発生場所と地震諸元を整理した。全て50kmより深い場所で発生しており、震源メカニズム解より、ほとんどがプレート間地震と考えられるが、2019年6月17日の地震(M5.1)については太平洋プレートの内部で発生した地震と考えられる。

2011年東北地方太平洋沖地震～2019年12月9日の期間に発生した敷地周辺(半径10km以内)の地震のうち、最大震度が4以上の地震の諸元

	発生日時	震央地名	緯度	経度	深さ	M	最大震度 <sup>※1</sup>	震源メカニズム解	タイプ
1	2011/9/10 15:00	茨城県沖	36° 25.7'N	140° 41.6'E	53km	M4.8	4		プレート間
2	2012/3/1 7:32	茨城県沖	36° 26.3' N	140° 37.5' E	56km	M5.3	5弱		プレート間
3	2013/3/18 6:53	茨城県北部	36° 27.0'N	140° 34.8'E	56km	M4.4	4		プレート間
4	2013/10/12 2:43	茨城県沖	36° 25.9'N	140° 41.8'E	52km	M4.8	4		プレート間
5	2013/10/20 10:07	茨城県沖	36° 25.6'N	140° 38.8'E	53km	M4.3	4		プレート間
6	2015/8/6 18:22	茨城県沖	36° 26.3'N	140° 37.1'E	55km	M5.2	4		プレート間
7	2015/11/22 8:20	茨城県沖	36° 25.7'N	140° 41.2'E	52km	M4.8	4		プレート間
8	2016/7/27 23:47	茨城県北部	36° 27.0' N	140° 36.8' E	57km	M5.4	5弱		プレート間
9	2017/1/18 17:19	茨城県沖	36° 25.7'N	140° 38.5'E	53km	M4.2	4		プレート間
10	2018/3/30 8:17	茨城県沖	36° 26.5'N	140° 37.2'E	56km	M5.1	4		プレート間
11	2018/7/17 4:34	茨城県沖	36° 25.8'N	140° 41.5'E	52km	M4.8	4		プレート間
12	2019/6/17 8:00	茨城県北部	36° 30.9'N	140° 35.0'E	77km	M5.1	4		プレート内

参考：左表の地震では被害が生じておらず、2011年東北地方太平洋沖地震の影響を下回る。



2011年東北地方太平洋沖地震～2019年12月9日の期間に発生した敷地周辺(半径10km以内)の地震のうち、最大震度が4以上の地震の震央分布

※1 敷地から10km以内かどうかに関わらず当該地震で観測した最大震度を示す。

※2 地震諸元(発生日時～最大震度)は気象庁地震カタログ、震源メカニズム解は防災科学技術研究所広帯域地震観測網F-netによる。

【論点No.1】

東海第二発電所敷地の真下又はサイトからの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価の結果について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載  
対応する資料頁数等を  内に記載

No.1

海洋プレート内地震について、1993年釧路沖地震(M7.5)タイプの地震が、東海第二発電所のサイトの真下に近いところ、又はもう少し浅いところで距離が一番近いところに震源を置いたとき、そういった最悪の条件で地震が発生したときの影響を確認することが非常に重要であるので、そこまで検討し、結果を示すこと。



## 【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.460

地震対策について質問します。

茨城県は、昨年12月に大規模地震の被害想定を見直して発表しました。県内に大きな被害をもたらすおそれのある7種類の地震を想定しています。最新の科学的知見を取り入れて見直したというものです。この7種類の地震のうち、これまで東海第二の地震対策として詳細に検討してきたのは、F1断層、北方陸域断層、塩ノ平地震断層と棚倉断層の2つだけです。

P.2~12

この2つの場合、東海村の震度は6弱です。一方、詳細な検討をしておこなった太平洋プレート(北部)では東海村の最大震度は6強となっています。つまり、詳細に検討してきた震度よりも大きい。こんな巨大な地震が来ても東海第二原発は耐えられるのか。新しい知見が示されたわけですから、規制委員会は、原電に対し、今回の茨城県の地震想定に基づく地震対策の見直しをさせて審査する必要があると思います。

東日本大震災で東海第二原発が福島第一原発のようなメルトダウンにならずに済んだのは、原電が海水取水ポンプの防御壁のかさ上げしたことが功を奏したというのは周知の事実です。これは茨城県が津波ハザードマップを見直して、原電に対策を要請したからだと。県が発行した東日本大震災の記録、原子力災害編というのに載っていますけれども、この分厚い本です。この中に、当時、危機管理室長をされていた山田広次さんが書かれています。この文章は県のホームページに出ています。県の果たした役割は非常に大きかったと思います。茨城県としては、今回発表した地震被害想定を東海第二の危険が県民に与えないかどうかということを検証するために大いに役立てていただきたいと思います。

論点No.15参照

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.849

(18)太平洋プレート内で発生する地震(北部)に対する耐震性(地震)

P.2～12及び論点No.15参照

昨年、茨城県は、今後発生する可能性のある地震による被害を再評価した結果(12/23「茨城県地震被害想定調査報告書」,表4.1-2)、「太平洋プレート内で発生する地震(北部)」では、東海村で震度6強と評価しているが、この地震は東海第二の許可審査では評価していない。許可審査で評価した「F1断層、北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層」による地震の震度5弱よりもかなり大きい。このため、太平洋プレート内地震(北部)の地震動に対して、東海第二の施設、例えばシュラウド等の炉心構造物や接続配管等が破損するおそれがないか心配である。

No.1059

今後、別資料(論点No.10,13,20,21)で説明

「地震対応について」

論点No.15参照及び今後、別資料(論点No.18)で説明

昨年12月に発表された「茨城県地震被害想定調査報告書(概要版)」によると、日立市は最大震度7、東海村は6強となっております。利用上の留意点として「今回の想定地震以外でも甚大な被害となる地震が県内で発生する可能性がある」「今回震度6弱の予測であっても実際に地震が発生した場合には5弱や7となる可能性がある」とされています。よって東海村の東海第二原発周辺で震度7の地震が発生すると想定した検討がされるべきです。

東海第二の基準地震動は600ガルから901ガル、さらに1009ガルとしています。近年頻発している巨大地震震度7の場合の最大地震動は

- ・2011年3月の東日本大震災では実測値2933ガル
- ・2016年4月の熊本大地震では実測値1800ガル
- ・2018年9月の北海道胆振東部地震では実測値1591ガル

となっております。1009ガルを大きく上回っています。

上記調査報告書(概要版)の図3.2-5で強震動生成域は、東海第二原発の沿岸沿いであり、震度7の地震になれば地震動は1009ガルを超えると想定すべきです。

\* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

## 【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.204

幾つかあるんですけども、19ページ、20ページ、そこに地震の大きさを示すマグニチュードというのが書いてありまして、私も素人によくわかりませんが、9.0、それから、その前のページは7.8と書いてありますが、このあたりをもう一度ご説明いただきたいというのは震度との関係なんですけれども、震度がここには書いてございませんけれども、昨年の12月に茨城県庁が地震の見直しをしました。そのデータを見てみますと、日立が震度7、東海村が震度6強と書いてあります。そういうことを前提にして今回のこの説明会の資料がなされているのか、そういう基本的なところをお尋ねしたいと思います。 論点No.15参照

といいますのは、昨年の2月のたしか26日だったと思いますが、日本原電さんが住民説明会を日立でも行いました。私、そのとき参加したんですが、日本原電さんはマグニチュード9.0、それから、その後もいろいろ聞きましたところ、震度7というふうに言うておりました。

最初の地震関係ですが、マグニチュードと震度との関係は私も存じていまして、それをお尋ねしたんではありません。今回の説明書の中に、東海原発のところで一体どのくらいの震度になりますかと。それから、直下地震的になっていないかもしれませんが、平たく言うとそういうことですね。震度9.0、それから、震度7と言うておられますので。

No.242

一般の方々は加速度(Gal)と震度の差が理解出来ないので、地表面の震度を計算して説明した方が良いと思います。(今回の説明は?)



### アスペリティや破壊開始点等の評価の前提条件に係る保守性の考え方について

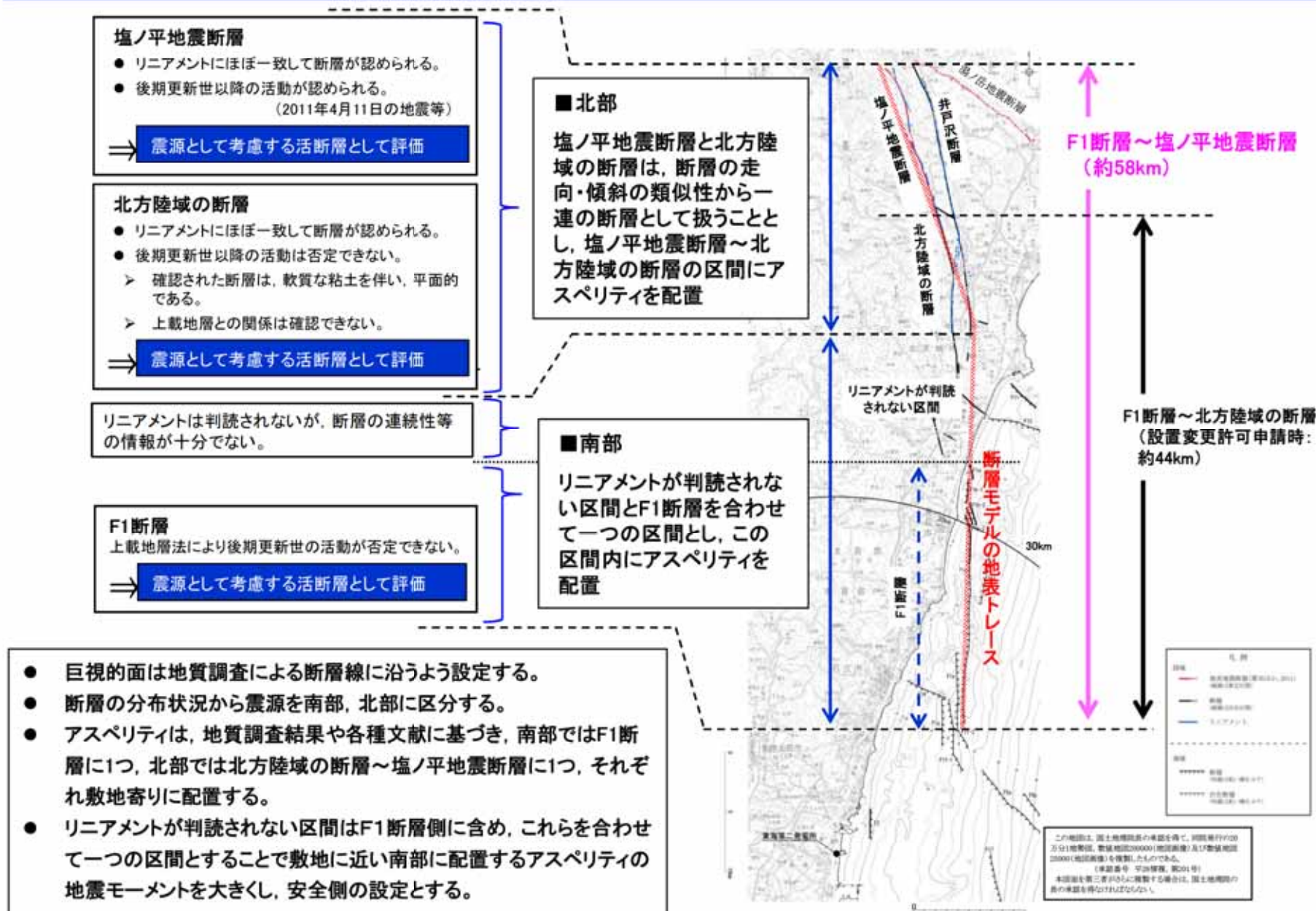
#### 【説明概要】内陸地殻内地震について

内陸地殻内地震(F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層)のアスペリティ位置は、地質調査結果に基づき、南部と北部に区分した上で、南部ではF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層～塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地に近くなるように設定した。

破壊開始点は、アスペリティ下端及び断層下端に設定した中から敷地への影響の大きい3点で代表させた。

#### 【説明概要】プレート間地震について

プレート間地震(2011年東北地方太平洋沖型地震)の破壊開始点は、敷地へ破壊が向かう、東北地方太平洋沖地震の本震の破壊開始点としている。また、敷地近くの強震動生成域から破壊することを想定して地震動評価を行い、破壊開始点位置の影響は小さいことを確認した。



# 基本震源モデルの設定



■地質調査結果や2011年福島県浜通りの地震から得られる知見を参考に基本震源モデルを設定する。

## 【断層形状、断層タイプ】

- 断層長さは、2018年9月の設置変更許可に基づき、F1断層から塩ノ平地震断層までの同時活動を考慮した約58kmとする。
- 地震動評価におけるセグメント区分は、断層の分布状況から震源を南部と北部に区分する。その際、リアメントが判読されない区間はF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部区間の地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。
- 地震のタイプは、2011年福島県浜通りの地震が正断層であることや福島県から茨城県にかけての領域は正断層応力場とする知見(例えば青柳・上田(2012))、さらにF1断層における音波探査結果から正断層センスのずれが認められることを踏まえ正断層とする。
- 断層傾斜角は、F1断層における音波探査結果や2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョンモデルでの傾斜角(57~73度)を参考に西傾斜60度とする。
- 断層幅は、断層上端深さを3km、下端深さを18kmとして断層傾斜角60度を考慮した17.3kmとする。

## 【アスペリティ位置】

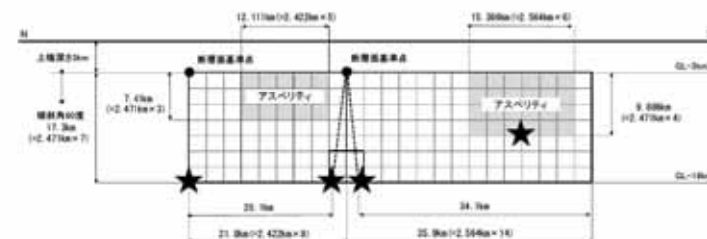
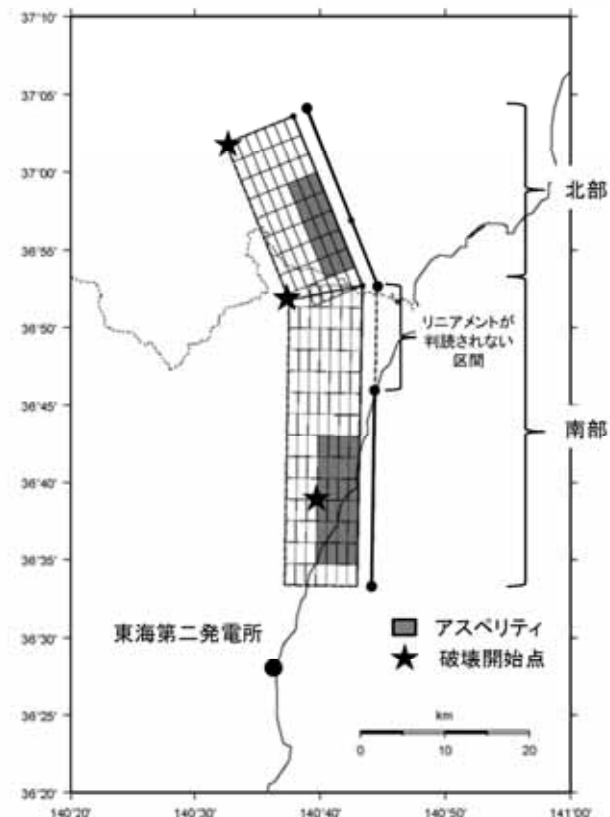
- アスペリティの位置は、地質調査結果に基づき、南部区間のうち調査でわかっているF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層~塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地に近くなるように配置する。
- 断層長さ方向の配置は、Manighetti et al.(2005)等の知見を踏まえるとアスペリティのように大きなすべりが生じる領域とすべりが少ない領域が隣接することは考えにくいことから、断層端部との間に1マス分背景領域を設定する。断層幅方向の配置については、すべりに追従する表層(地表から断層上端までの強震動を出さない層)が存在するので安全側に断層上端にアスペリティを配置する。
- なお、リアメントが判読されない区間をF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで、敷地に近い南部に配置するアスペリティの地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。

## 【破壊開始点位置】

破壊開始点は、強震動予測レシピ、糸井ほか(2009)、平田・佐藤(2007)を踏まえ、アスペリティ下端や断層下端のうち敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

## 【破壊伝播速度Vr】

破壊伝播速度は、強震動予測レシピで用いられているGeller(1976)より、 $V_r=0.72V_s$ とする。



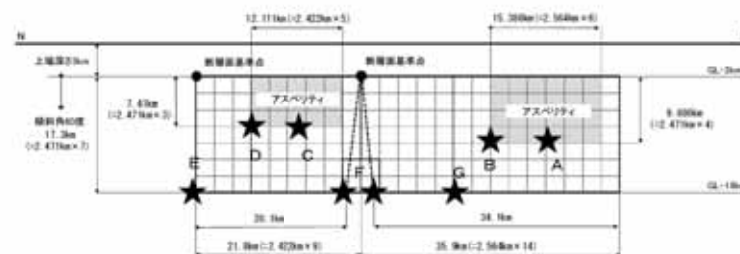
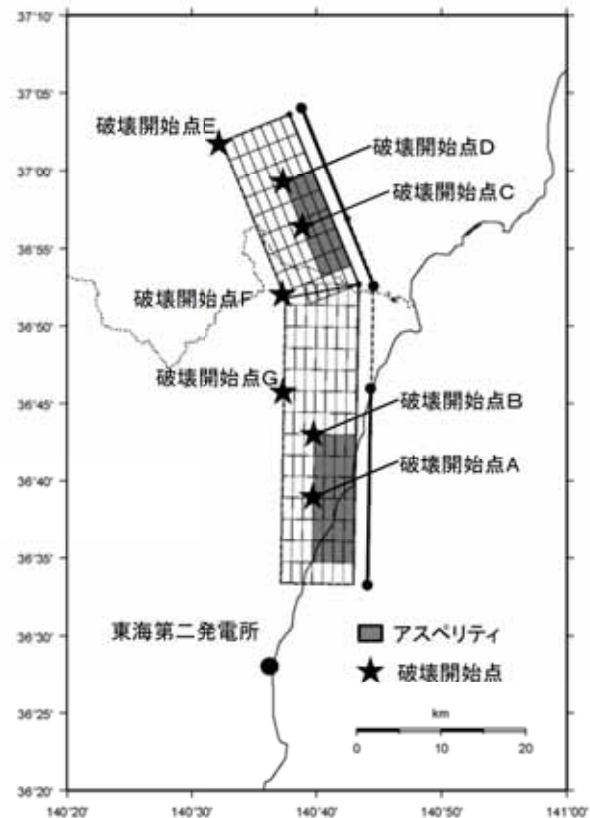
基本震源モデル

# 破壊開始点位置: 検討方針



■破壊開始点の設定位置は、下記の方針で検討する。

- ・破壊開始点について、強震動予測レシピ、糸井ほか(2009)、平田・佐藤(2007)を踏まえアスペリティ下端及び断層下端に設定する。
- ・設定に際しては、破壊が敷地に向かう位置に複数設定する。具体的には各アスペリティ下端(中央及び北)と断層下端(中央及び北)に設定する。また、物理的観点から、ひずみの差が生じる可能性のあるF1断層の断層下端にも設定する。
- ・基本震源モデルを対象に、経験的グリーン関数法により評価を実施し、影響の大きい破壊開始点を代表として選定する。



基本震源モデル

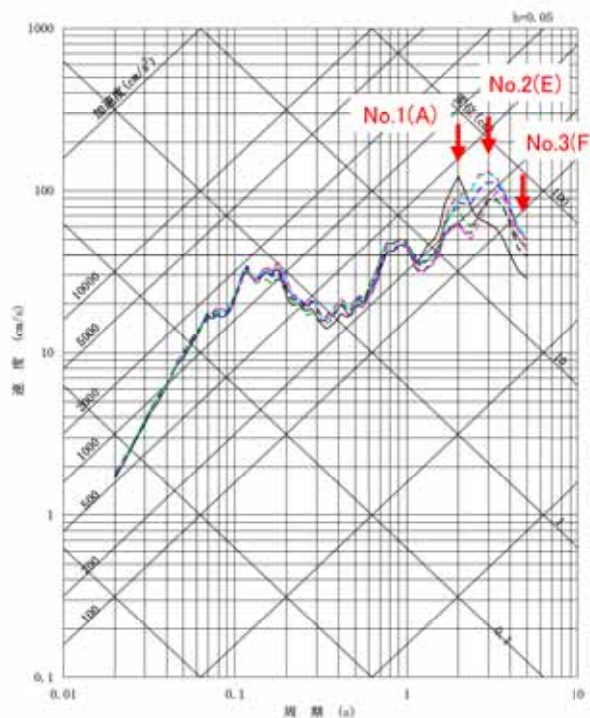


# 破壊開始点位置:破壊開始点の選定結果

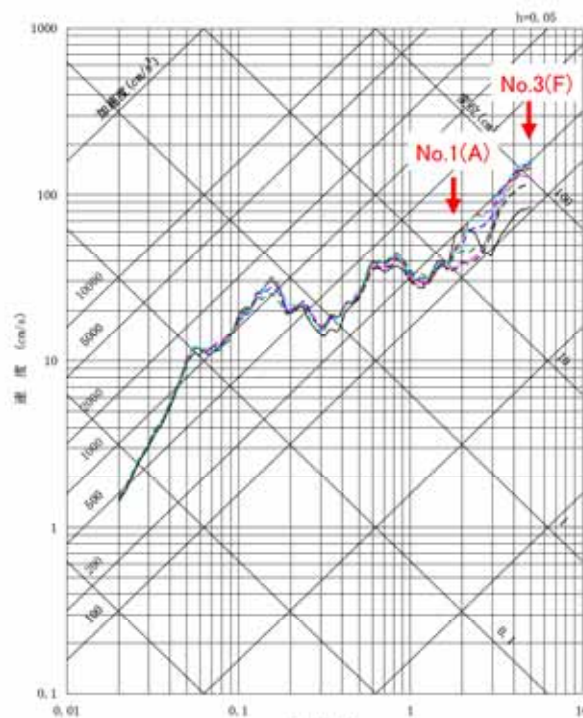


## ■各破壊開始点による地震動評価結果(平均応答スペクトル)

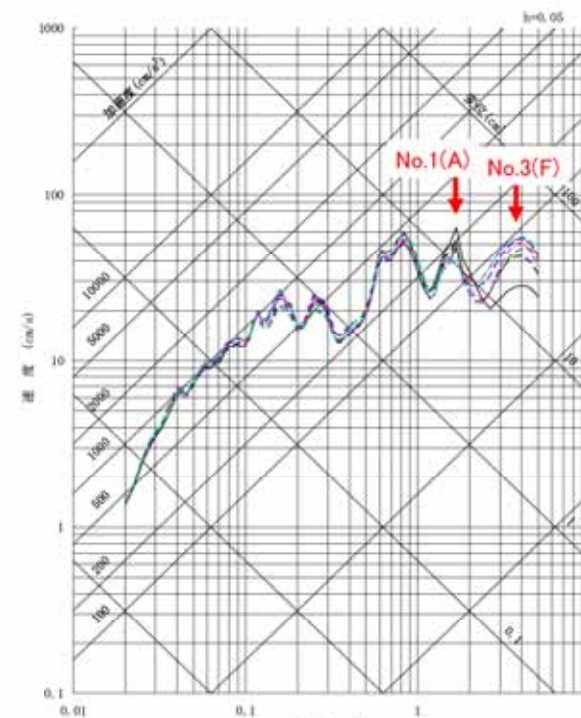
- 破壊開始点A(破壊開始点1)
- - - 破壊開始点B
- - - 破壊開始点C
- - - 破壊開始点D
- - - 破壊開始点E(破壊開始点2)
- - - 破壊開始点F(破壊開始点3)
- - - 破壊開始点G



NS成分



EW成分



UD成分

短周期側は、各破壊開始点の地震動評価結果は同様の傾向を示している。長周期側は破壊開始点A, E, Fの影響がやや大きい。断層モデルを用いた手法による地震動評価の破壊開始点は、アスペリティ下端及び断層下端に設定した中から敷地への影響が大きい3点(破壊開始点A, E, F)で代表させ、それぞれ破壊開始点1, 2, 3とする。

### アスペリティや破壊開始点等の評価の前提条件に係る保守性の考え方について

#### 【説明概要】内陸地殻内地震について

内陸地殻内地震(F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層)のアスペリティ位置は、地質調査結果に基づき、南部と北部に区分した上で、南部ではF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層～塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地に近くなるように設定した。

破壊開始点は、アスペリティ下端及び断層下端に設定した中から敷地への影響の大きい3点で代表させた。

#### 【説明概要】プレート間地震について

プレート間地震(2011年東北地方太平洋沖型地震)の破壊開始点は、敷地へ破壊が向かう、東北地方太平洋沖地震の本震の破壊開始点としている。また、敷地近くの強震動生成域から破壊すること想定して地震動評価を行い、破壊開始点位置の影響は小さいことを確認した。

■断層形状、強震動生成域の位置等は下記の通り設定する。

### 【断層形状】

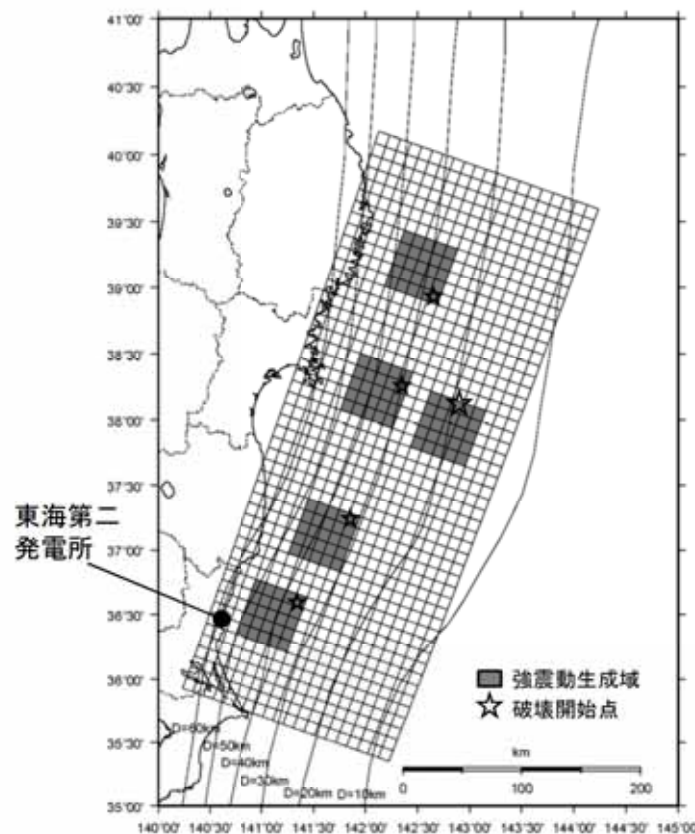
- ・長さ、幅は、東北地方太平洋沖地震の震源域を参考にそれぞれ500km, 200kmとする。
- ・走向は、東北地方太平洋沖地震に関する防災科学技術研究所F-netのCMT解を用いる。深さは、太平洋プレートの上面に沿ってモデル化する。

### 【強震動生成域の位置】

- ・地震調査研究推進本部の領域区分に基づき5個の強震動生成域を設定し、東北地方太平洋沖地震の強震動生成域や、それぞれの領域で過去に発生したM7～M8クラスの地震の震源域を参考に配置する。
- ・茨城県沖の強震動生成域の位置は、東北地方太平洋沖地震の敷地での観測記録を再現できる位置としており、各文献で示された東北地方太平洋沖地震の強震動生成域の中では敷地に最も近い位置である。
- ・この位置は、過去に発生したM7クラスの地震の中では最も敷地に近い1938年塩屋崎沖の地震(M7.0)や1896年鹿島灘の地震(M7.3)の震央位置と対応していることを確認している。

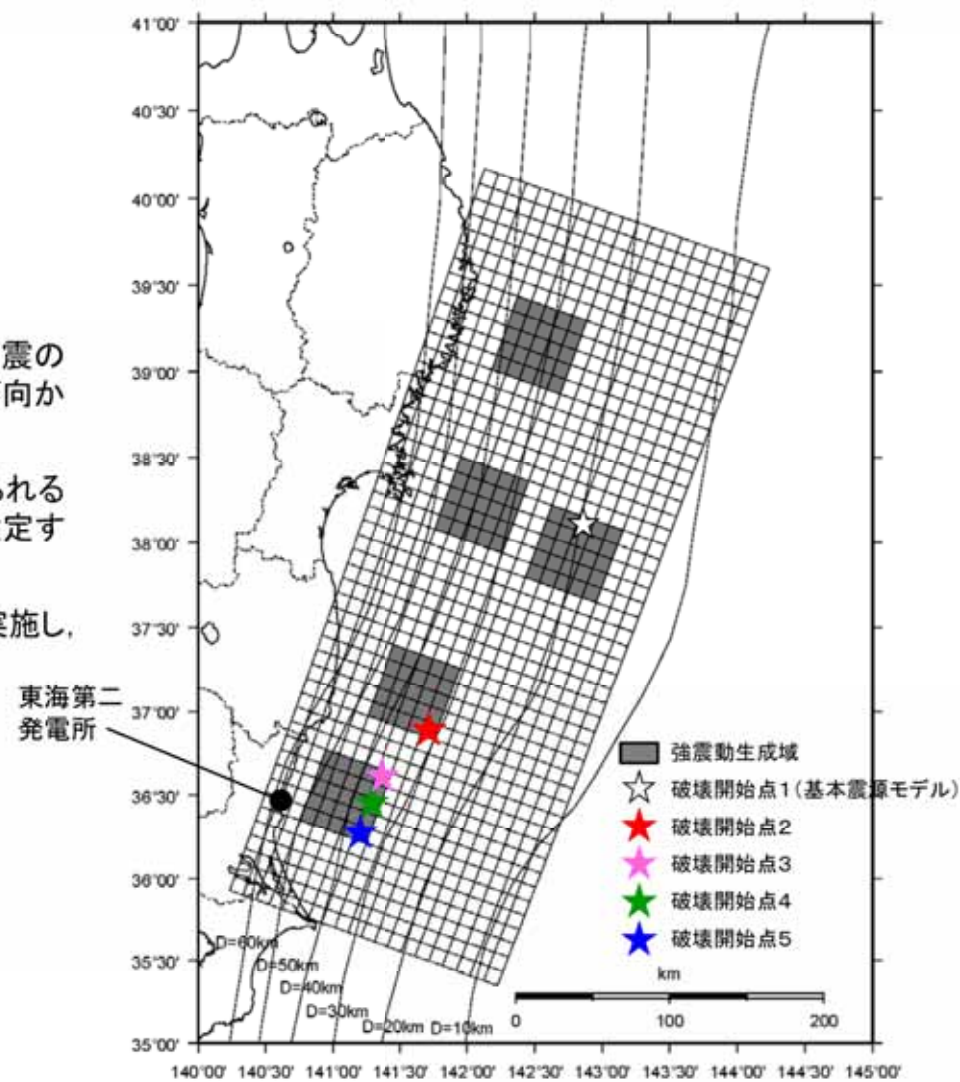
### 【破壊開始点】

東北地方太平洋沖地震の震源位置に設定する。



基本震源モデル

- 基本震源モデルの破壊開始点は、東北地方太平洋沖地震の本震の破壊開始点(図の破壊開始点1)とすることにより、敷地へ破壊が向かうような設定となっている。
- しかしながら、敷地近くの強震動生成域から破壊することも考えられるため、茨城県沖や福島県沖の強震動生成域に破壊開始点を設定する。
- 基本震源モデルを対象に、経験的グリーン関数法により評価を実施し、各破壊開始点による影響を確認する。



全体の破壊開始点のみ図示する。

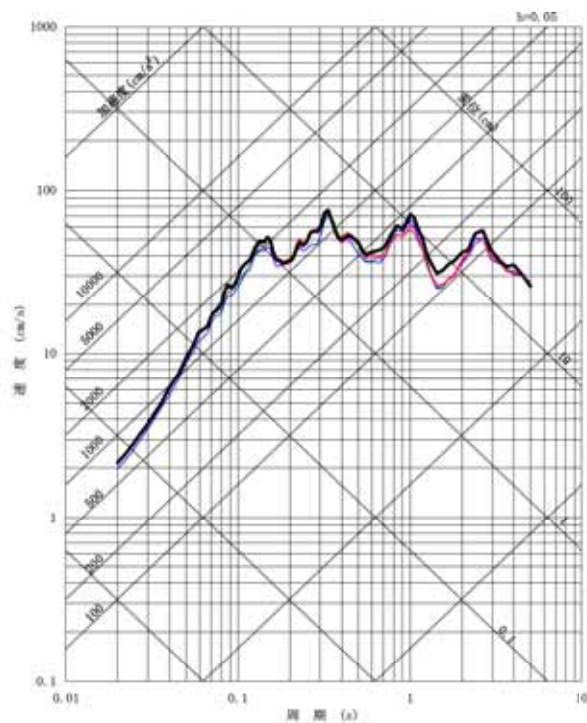
基本震源モデル

## 破壊開始点位置の違いによる影響検討(2/2)

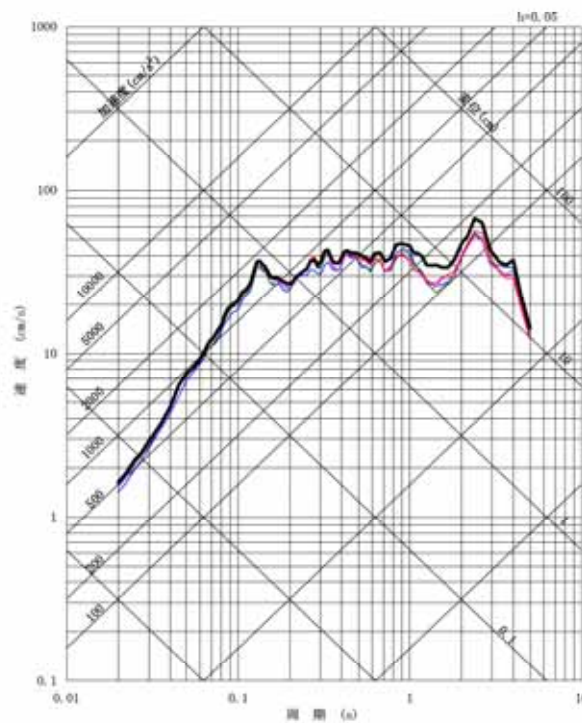
## ■各破壊開始点による地震動評価結果(平均応答スペクトル)

- 各破壊開始点の地震動評価結果はいずれも同様の傾向を示しており、破壊開始点位置の影響は小さいため、基本震源モデルで考慮する破壊開始点は破壊開始点1で代表させる。

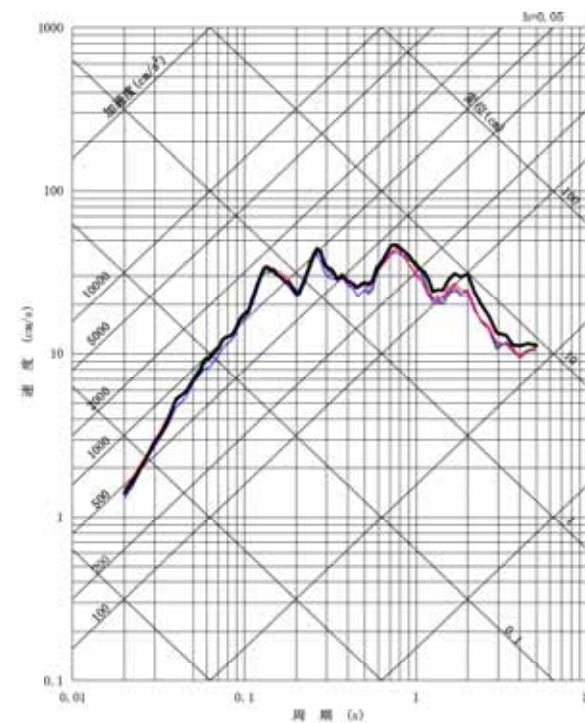
- 破壊開始点1(基本震源モデル)
- 破壊開始点2
- 破壊開始点3
- 破壊開始点4
- 破壊開始点5



NS成分



EW成分



UD成分

プレート間地震(2011年東北地方太平洋沖型地震)の破壊開始点は、敷地へ破壊が向かう、東北地方太平洋沖地震の本震の破壊開始点としている。また、敷地近くの強震動生成域から破壊すること想定して地震動評価を行い、破壊開始点位置の影響は小さいことを確認した。

【論点No.2】

アスペリティや破壊開始点等の評価の前提条件に係る保守性の考え方について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載  
対応する資料頁数等を  内に記載

No.2

P.2~5, 7~9

P.2~5

内陸地殻内地震やプレート間地震の地震動評価で、破壊開始点というものが設定されているが、この考え方。内陸地殻内地震ではアスペリティの中央付近にそれぞれ設定されており、また、アスペリティを2ヶ所設定していることについて考え方を確認したい。もう一つ、プレート間地震で破壊開始点が、5つあるアスペリティのうち右のところにあるということの意味について確認したい。

P.7~9

内陸地殻内地震について、不確かさを重ねた場合の地震動評価結果及び施設や地盤等への影響評価の結果について

【説明概要】

基準地震動Ss-14に選定しているF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)を対象として、短周期レベルの不確かさの重畳を考慮して地震動評価を行い、仮に不確かさを重ねた場合の地震動に対しても発電所の安全性が確保されていることを確認した。

第5回  
ワーキング  
チーム

## ■不確かさの考慮

F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震に関する各パラメータについて、地震動への影響の程度を検討し、敷地に大きな影響を与えると考えられるパラメータに対して不確かさを考慮する。

評価ケース	認識論的不確かさ					偶然的不確かさ
	断層上端 深さ※1	断層下端 深さ※2	断層 傾斜角	短周期レベル	アスペリティ位置	破壊開始点
基本震源モデル	3km	18km	60度 (西傾斜)	強震動予測レシビ の平均	敷地に近い位置に配置	複数設定
短周期レベルの 不確かさ	3km	18km	60度 (西傾斜)	強震動予測レシビ の1.5倍	敷地に近い位置に配置	複数設定
断層傾斜角の 不確かさ	3km	18km	45度 (西傾斜)	強震動予測レシビ の平均	敷地に近い位置に配置	複数設定
アスペリティ位置 の不確かさ	3km	18km	60度 (西傾斜)	強震動予測レシビ の平均	断層端部に配置	複数設定

<基準地震動Ssに選定している地震動>

- Ss-11 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- Ss-12 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- Ss-13 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- Ss-14 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)



基準地震動Ss-14に選定しているF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)を対象として、短周期レベルの不確かさの重畳を考慮して地震動評価を行う。

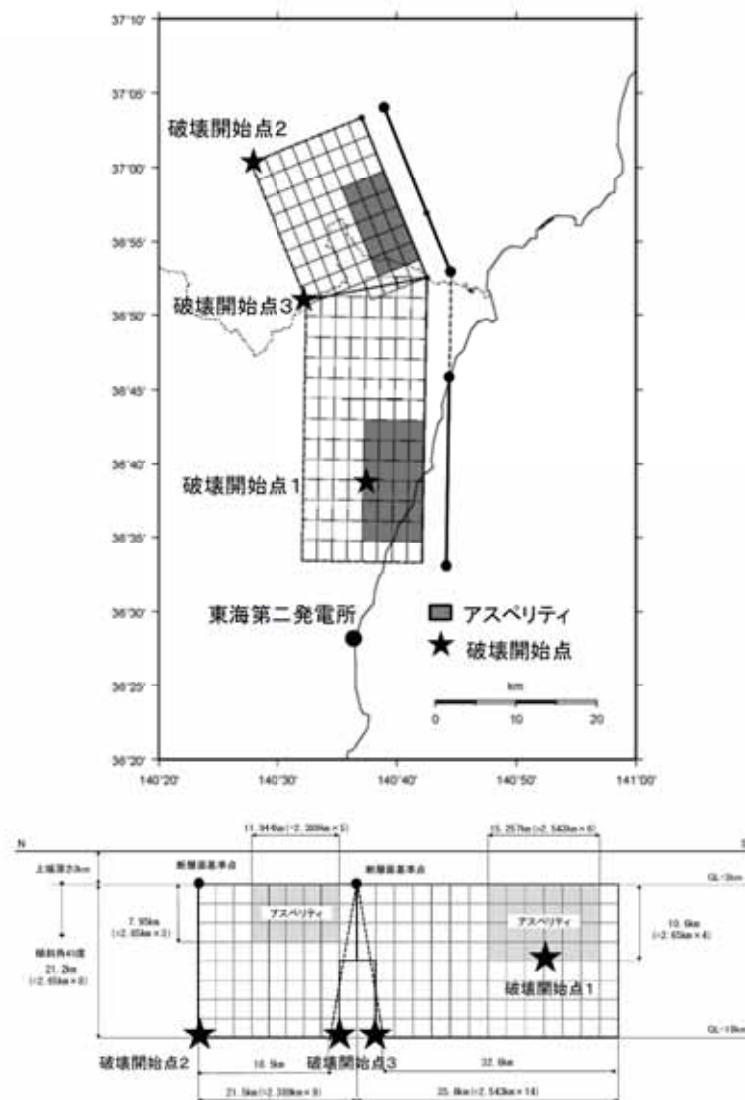
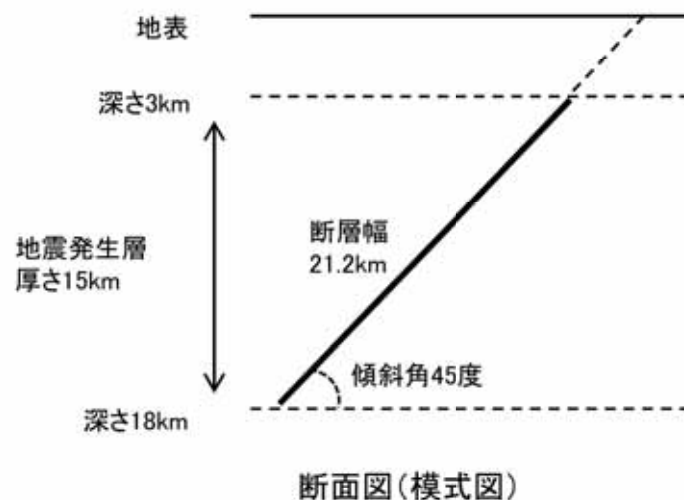
※1 2011年福島県浜通りの地震の震源域以外では断層上端深さは3kmよりも深いことが推定されるが、震源モデルの全域にわたり保守的に3kmに設定した。

※2 2011年福島県浜通りの地震の震源域では断層下端深さは浅いことが推定されるが、震源モデルの全域にわたり保守的に18kmに設定した。



## ■断層形状, 断層タイプ

- 基本震源モデルの断層傾斜角について, F1断層の海上音波探査結果では高角とされているが, 縦ずれ断層であることを考慮し西傾斜60度としている。
- しかしながら, 海上音波探査結果はその範囲が浅部にとどまることや震源再決定した青柳・上田(2012), Kato et al.(2013)における2011年福島県浜通りの地震の余震分布形状が, 必ずしも明瞭なトレンドを示していないことを踏まえ, 不確かさとして断層全域にわたり傾斜角45度を考慮する。
- 断層幅は, 地震発生層上端深さ3km, 下端深さ18kmについて断層傾斜角を考慮して飽和した値として21.2kmとする。
- 基本震源モデルと同様に正断層とする。



断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル

# 今回追加ケースの断層パラメータ



## ■断層パラメータ(断層傾斜角と短周期レベルの不確かさ重畳)

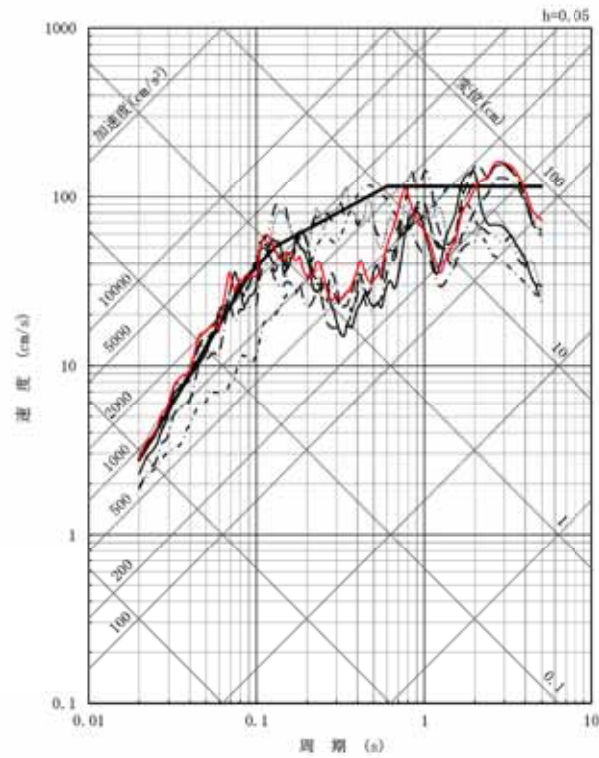
項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km)	57.1	21.5	35.6	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層下端長さ(km)	51.1	18.5	32.6		
断層傾斜角(度)	45(西傾斜)	45(西傾斜)	45(西傾斜)	活断層調査結果の不確かさなどを踏まえ設定	
断層上端深さ(km)	3	3	3	断層上端深さは、2011年福島県浜通りの地震の震源域における微小地震分布等の知見を考慮し3kmと設定している。震源モデルの南部では3kmよりも深いと想定されるが、保守的に3kmとする。 断層下端深さは、広域の微小地震分布を考慮し18kmと設定している。震源モデルの北部ではそれよりも浅いと想定されるが、保守的に18kmとする。	
断層下端深さ(km)	18	18	18		
断層幅W(km)	21.2	21.2	21.2	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km <sup>2</sup> )	1146.9	424.0	722.9	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	—	
地震モーメントM <sub>0</sub> (N・m)	7.32E+19	2.27E+19	5.05E+19	$M_0 = [S / (4.24 \times 10^{-11})]^2 / 10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配	
剛性率(N/m <sup>2</sup> )	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$ , $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$ , $\beta = 3.6\text{km/s}$ ( $\beta$ は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ、 $\rho$ は地震本部による「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	182.3	152.9	199.6	$D = M_0 / (\mu S)$	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	2.59	2.59	$Vr = 0.72 \beta$ (Geller,1976による)	
短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	2.22E+19	—	—	$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	
アスベリティ	面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	252.3	93.3	159.0	$S_a = 0.22S$
	平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)	364.6	305.7	399.2	$D_a = 2D$
	地震モーメントM <sub>0a</sub> (N・m)	3.22E+19	9.98E+18	2.22E+19	$M_{0a} = \mu S_a D_a$
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$ (MPa)	21.14	21.14	21.14	$\Delta\sigma_a = \Delta\sigma \times S / S_a \times 1.5$
	短周期レベルA(N・m/s <sup>2</sup> )(参考)	3.10E+19	1.86E+19	2.44E+19	$A = 4 \pi r_s \Delta\sigma_a \beta^2$
背景領域	面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	894.6	330.7	563.9	$S_b = S - S_a$
	平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)	130.9	109.7	143.3	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
	地震モーメントM <sub>0b</sub> (N・m)	4.10E+19	1.27E+19	2.83E+19	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	実効応力 $\Delta\sigma_b$ (MPa)	4.23	4.23	4.23	$\Delta\sigma_b = 0.2 \Delta\sigma_a$

# 断層モデルを用いた手法による評価結果

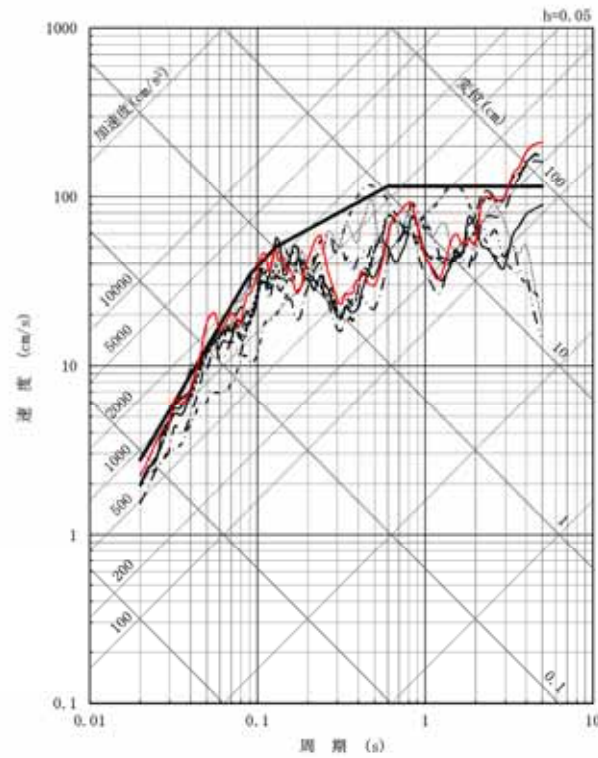


## ■ 経験的グリーン関数法による地震動評価結果

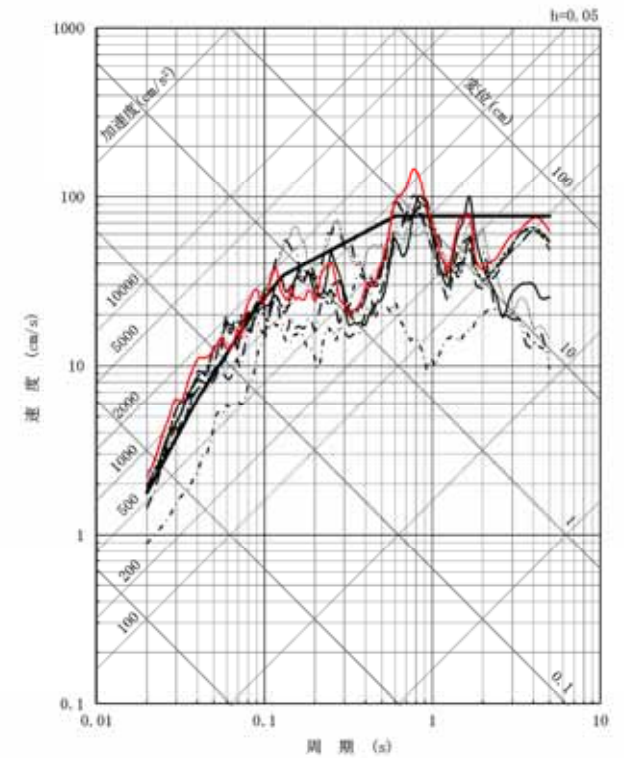
— 断層傾斜角と短周期レベルの不確かさ重畳ケース(破壊開始点2)  
黒線: 基準地震動Ss



NS成分



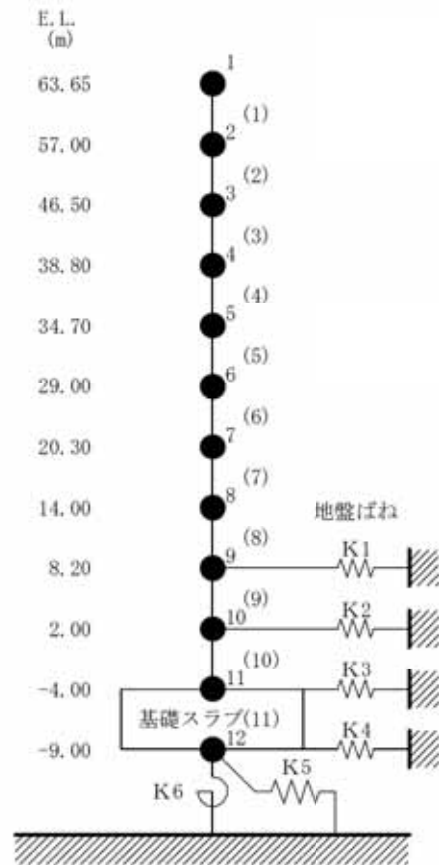
EW成分



UD成分

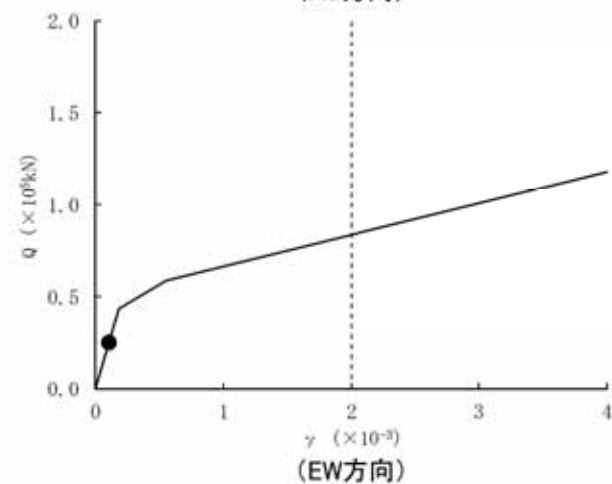
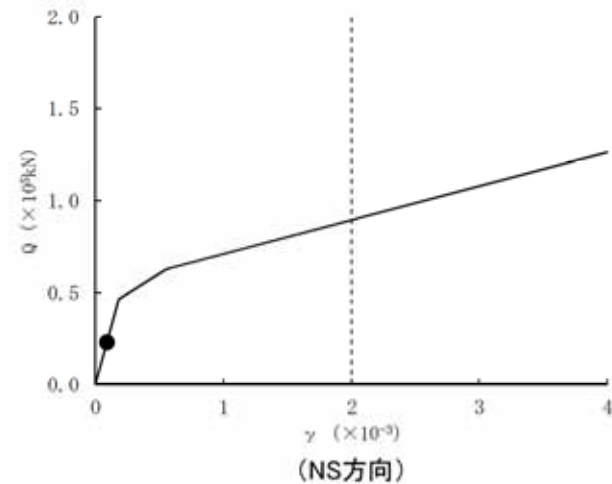
## ■ 原子炉建屋の耐震評価結果

- ・不確かさの重畳を考慮した地震動を入力とした原子炉建屋の地震応答解析を実施し、耐震壁のせん断ひずみを算出した結果、耐震壁の最大せん断ひずみは $0.107 \times 10^{-3}$ であり、許容限界( $2.0 \times 10^{-3}$ )を超えないことを確認した。



※ 数字は質点番号を示す。  
 ※ ( ) 内は要素番号を示す。

地震応答解析モデル(水平方向)



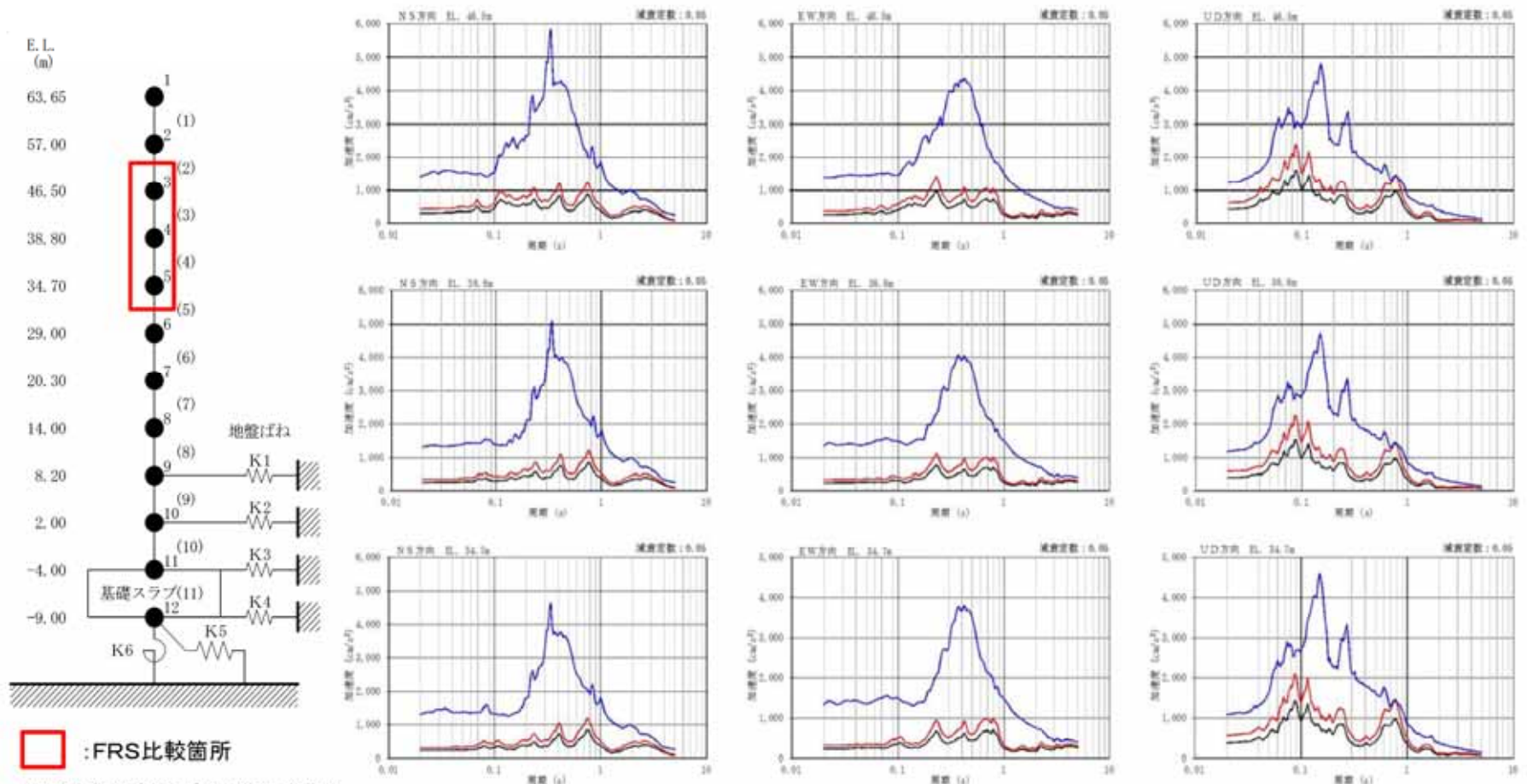
せん断スケルトン曲線上の最大応答値(要素番号(2))

## ■ 設備の影響検討結果

不確かさの重畳を考慮した地震動を入力とした原子炉建屋の地震応答解析の応答を用いて作成した床応答スペクトルと、設備設計に適用した基準地震動Ss8波を用いた床応答スペクトルとを比較した。下図に示すとおり設備設計に適用した床応答スペクトルは、不確かさの重畳を考慮した地震動による床応答スペクトルよりも大きいことを確認した。

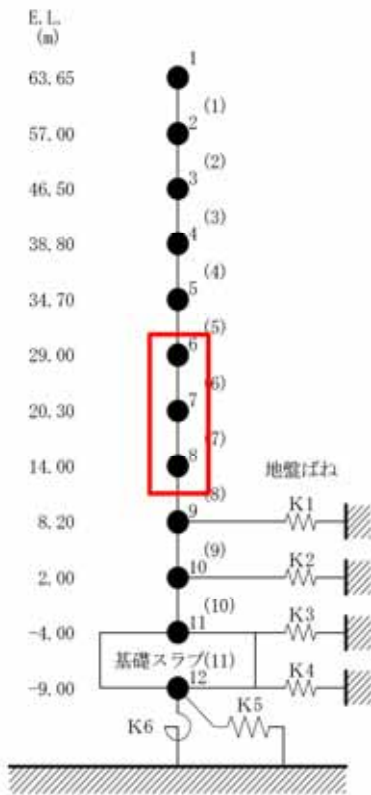
— 不確かさの重畳を考慮した地震動による床応答スペクトル     
 — 設備設計用床応答スペクトル(Ss8波包絡)

— Ss-14(断層傾斜角の不確かさ)による床応答スペクトル



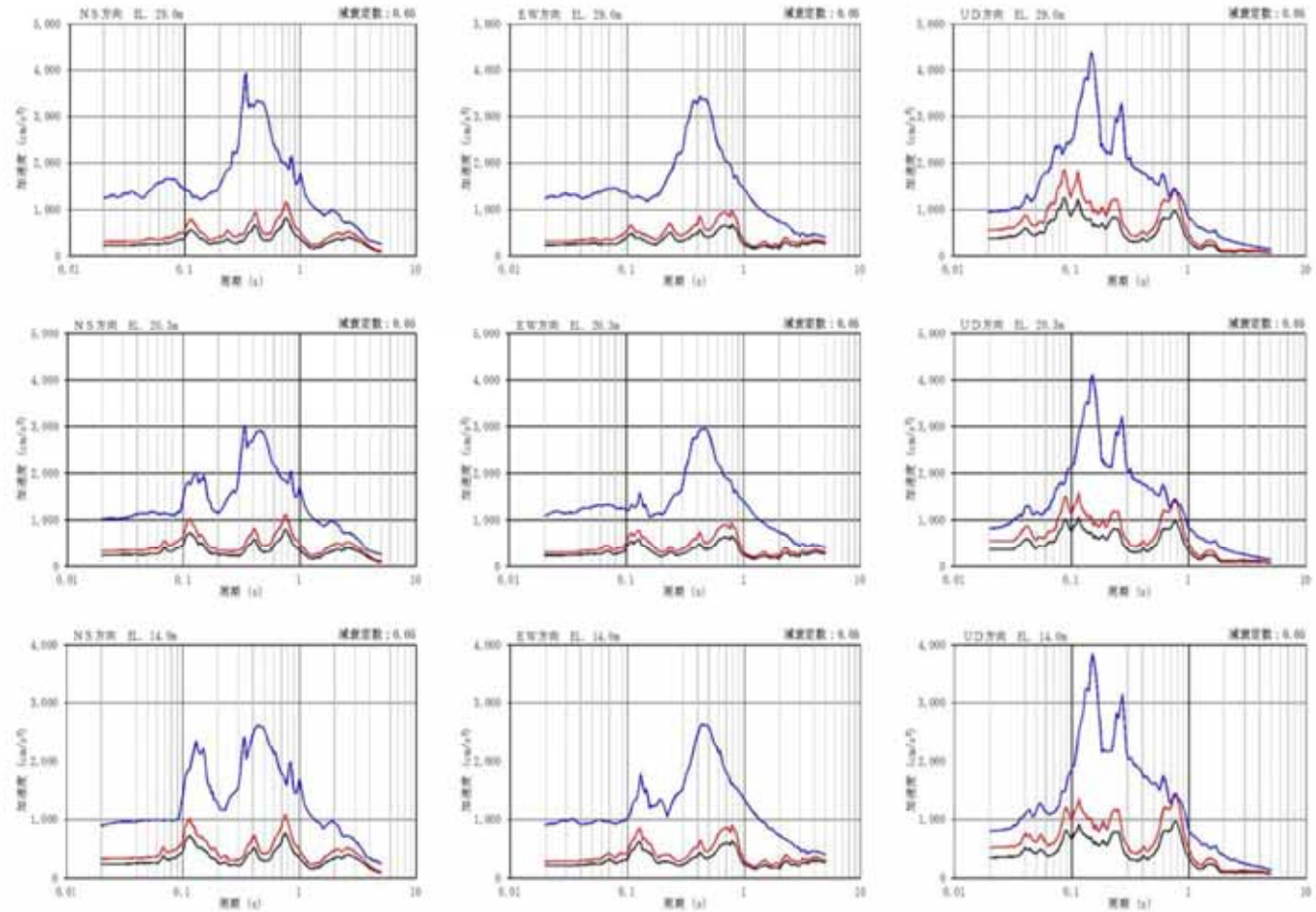
— 不確かさの重畳を考慮した地震動による床応答スペクトル     
 — 設備設計用床応答スペクトル(Ss8波包絡)

— Ss-14(断層傾斜角の不確かさ)による床応答スペクトル



:FRS比較箇所

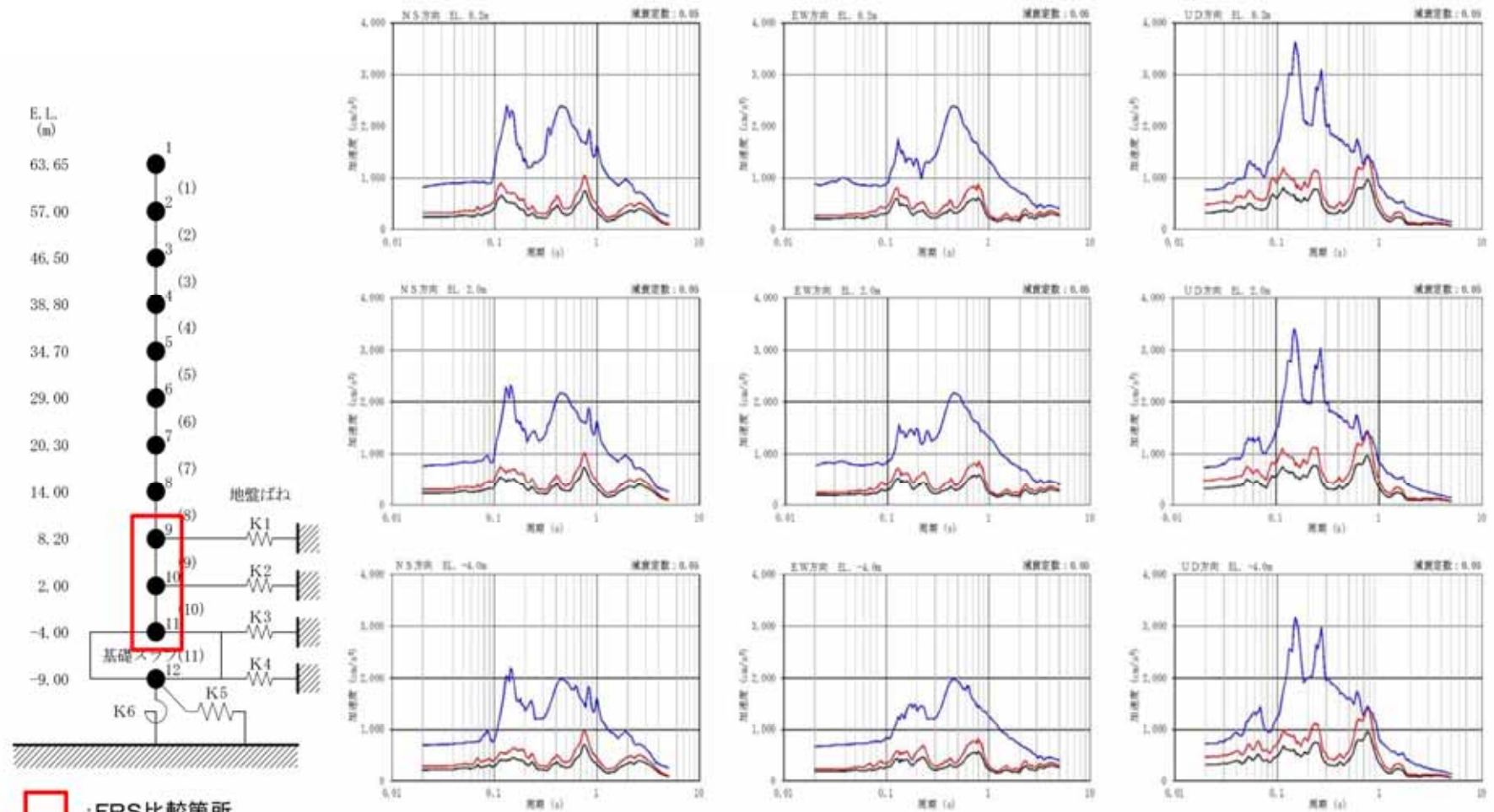
地震応答解析モデル(水平方向)



床応答スペクトル比較図

— 不確かさの重畳を考慮した地震動による床応答スペクトル     
 — 設備設計用床応答スペクトル(Ss8波包絡)

— Ss-14(断層傾斜角の不確かさ)による床応答スペクトル



: FRS比較箇所

地震応答解析モデル(水平方向)

床応答スペクトル比較図

【論点No.3】

内陸地殻内地震について、不確かさを重ねた場合の地震動評価結果及び施設や地盤等への影響評価の結果について

【委員からの指摘事項等】

No.3

指摘事項等・県民意見に下線を記載  
対応する資料頁数等を  内に記載

茨城県周辺の内陸地殻内地震に関する検討について、茨城県の立場から、この不確かさを仮に二つ重ねた場合について、そのレベルの地震動が仮に東海第二を襲ったときにも、基準地震動レベルに対して設定している様々な対応により安全性が確保できているということを、きちんと説明すること。

P.2~9



茨城県地震被害想定の見直し(平成30年12月)を踏まえた評価について

【説明概要】

茨城県から平成30年12月21日に公表された「茨城県地震被害想定」について、東海第二発電所の地震動評価への影響が無いことを確認した。

## 茨城県で備えるべき想定地震

- ・茨城県及びその周辺における過去の被害地震や断層の分布状況を踏まえ、県内の各地域の地震被害の分布状況を勘案して茨城県に大きな被害をもたらすおそれのある想定地震を設定した。
- ・No.1とNo.2の地震は、内閣府による首都直下のM7クラスの地震の中で県南部に影響のある地震として想定した。
- ・No.3とNo.4の茨城県北部の活断層による地震は、県内では確実に活断層であるとされるものは知られていないが、原子力規制委員会の審査会合資料で設定された地震を、発生すれば県北部に大きな被害をもたらす地震として想定した。
- ・さらに、太平洋プレート内での地震の発生を考慮して、No.5とNo.6の地震を想定した。
- ・以上の6つの想定地震は詳細法により地震動を計算し、被害予測を行った。
- ・No.7の地震は、茨城県が実施(2012)した津波浸水想定区域調査結果を用いて、主に津波による被害を想定する地震として設定した。地震動は簡易法を用いて被害想定を行った。

## 想定地震とその概要

No	地震名	地震規模	想定の見点	地震動評価法	参考モデル
1	茨城県南部の地震 (茨城県南部)	Mw7.3	首都直下のM7クラスの茨城県南部地域に影響のある地震の被害	詳細法	内閣府(2013)
2	茨城・埼玉県境の地震 (茨城・埼玉県境)	Mw7.3			内閣府(2013)
3	F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震 (F1断層)	Mw7.1	県北部の活断層による地震の被害		原子力規制委員会審査会合資料など
4	棚倉破砕帯東縁断層、同西縁断層の連動による地震 (棚倉破砕帯)	Mw7.0			
5	太平洋プレート内の地震(北部) (太平洋プレート(北部))	Mw7.5	プレート内で発生する地震の被害		
6	太平洋プレート内の地震(南部) (太平洋プレート(南部))	Mw7.5			
7	茨城県沖から房総半島沖にかけての地震 (茨城県沖～房総半島沖)	Mw8.4	津波による被害	簡易法	茨城県(2012)

注1：Mwは、モーメントマグニチュード  
注2：地震名の下段にあるカッコ内の名称は略称

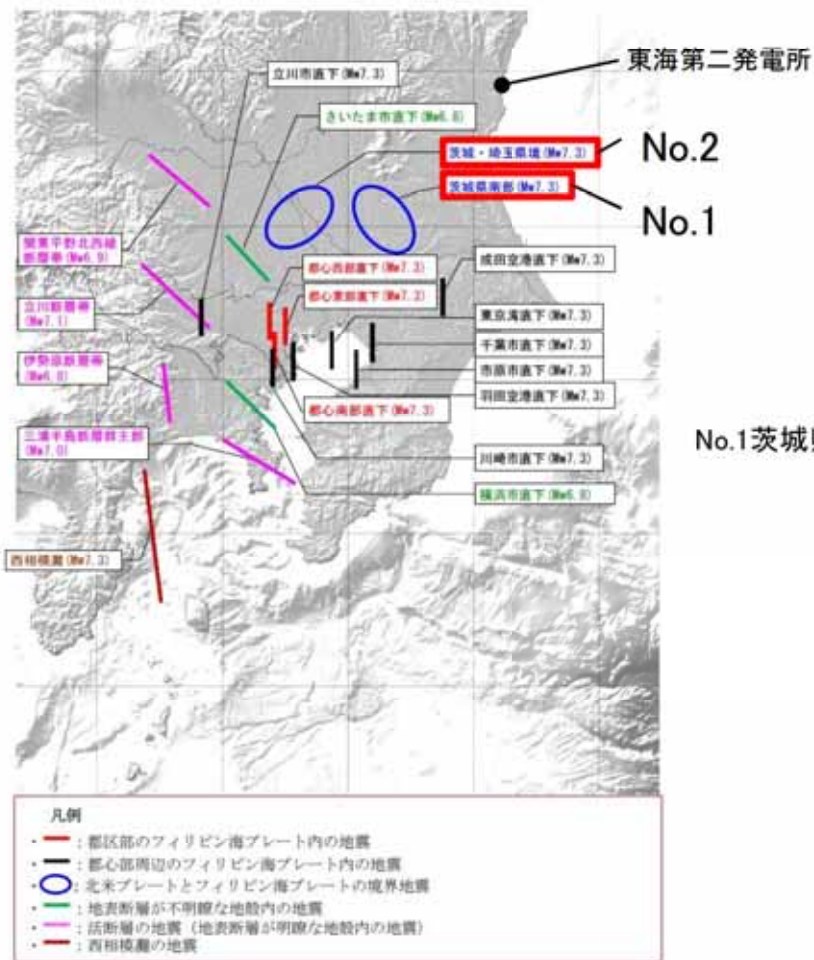
## 茨城県(2018)と東海第二発電所の比較



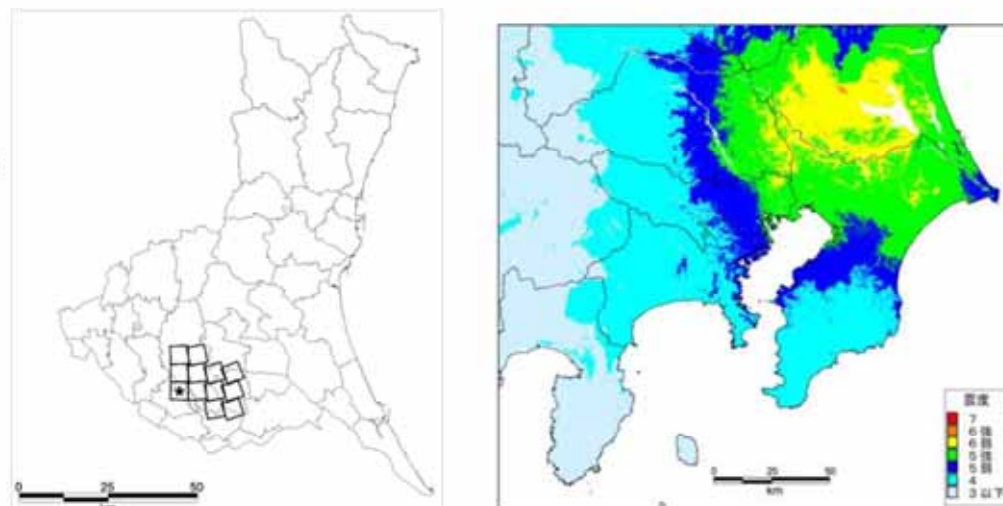
- ・茨城県の想定地震と東海第二発電所の基準地震動策定で考慮した地震を比較し評価を取りまとめた。

No.	茨城県(2018)		当社が基準地震動策定で考慮した地震との関係	評 価
	地震名	地震規模		
1	茨城県南部の地震 (茨城県南部)	Mw 7.3	プレート間地震の検討用地震の選定の過程で考慮している。	基準地震動策定で考慮した地震と同じである。 (論点No.15-4～6頁で詳細を説明)
2	茨城・埼玉県境の地震 (茨城・埼玉県境)	Mw 7.3	プレート間地震の検討用地震の選定の過程で、より敷地に近い地震名No.1を考慮している。	基準地震動策定で考慮した地震で包含される。 (論点No.15-4～6頁で詳細を説明)
3	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (F1断層)	Mw 7.1	茨城県の想定と巨視面は同じ設定である。 ただし、震源パラメータの設定法やアスペリティ配置は異なっている。	茨城県の想定では、レシピで設定される標準的な位置として断層中央にアスペリティが配置されている。 当社の評価は、原子炉施設への影響が大きい敷地に近い位置にアスペリティを配置しており、さらに安全側の設定としている。 (論点No.15-7～9頁で詳細を説明)
4	棚倉破砕帯東縁断層, 同西縁断層の連動による地震 (棚倉破砕帯)	Mw 7.0	内陸地殻内地震の検討用地震の選定の過程で考慮している。	基準地震動策定で考慮した地震と同じである。 (論点No.15-10,11頁で詳細を説明)
5	太平洋プレート内の地震(北部) (太平洋プレート(北部))	Mw 7.5	海洋プレート内地震の検討用地震の選定の過程で、敷地からの距離が最短となる位置に考慮している。 ただし、地震規模は異なっている。	基準地震動Ssの策定においては、茨城県沖における太平洋プレートの特徴から、想定する規模をMw7.3としている。 しかし、茨城県(2018)を踏まえ、Mw7.5とした場合の地震動評価を行い、基準地震動Ssに影響しないことを確認した。 (論点No.15-12～17頁で詳細を説明)
6	太平洋プレート内の地震(南部) (太平洋プレート(南部))	Mw 7.5		
7	茨城県沖から房総半島沖にかけての地震 (茨城県沖～房総半島沖)	Mw 8.4	プレート間地震の検討用地震として、より規模が大きい2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)をより敷地に近い位置で考慮している。	基準地震動策定で考慮した地震で包含される。 (論点No.15-18頁で詳細を説明)

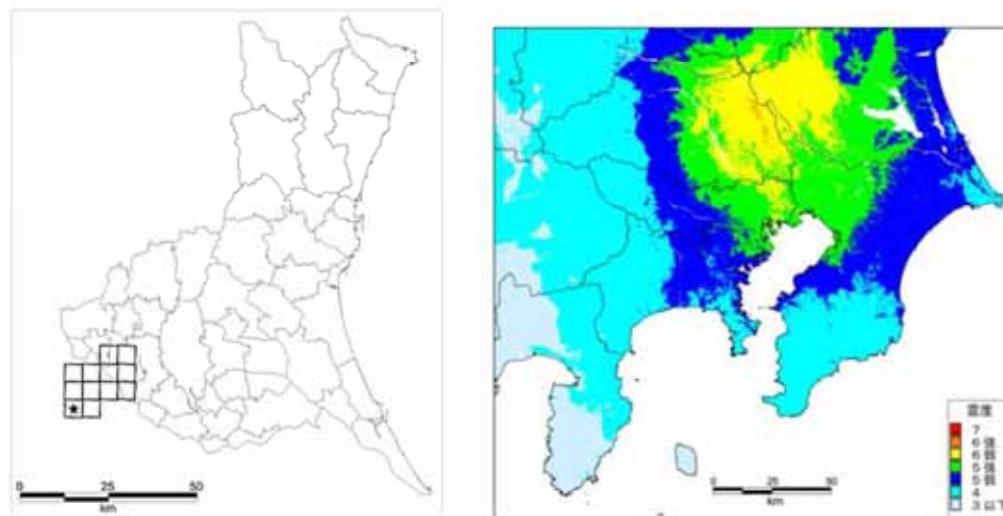
・茨城県(2018)では, 茨城県南部地域で発生するM7クラスの地震(プレート境界)として, 内閣府(2013)に基づき茨城県南部の地震及び茨城・埼玉県境の地震が想定されている。



内閣府(2013)による北米プレートとフィリピン海プレートとの境界の地震



No.1茨城県南部の地震の断層モデル(左図)及び内閣府(2013)による震度分布図(右図)  
(□: 強震動生成域, ★: 破壊開始点)



No.2茨城・埼玉県境の地震の断層モデル(左図)及び内閣府(2013)による震度分布図  
(右図)(□: 強震動生成域, ★: 破壊開始点)

- ・ 当社のプレート間地震の評価では, 内閣府(2013)に基づき茨城県南部の地震を考慮している。

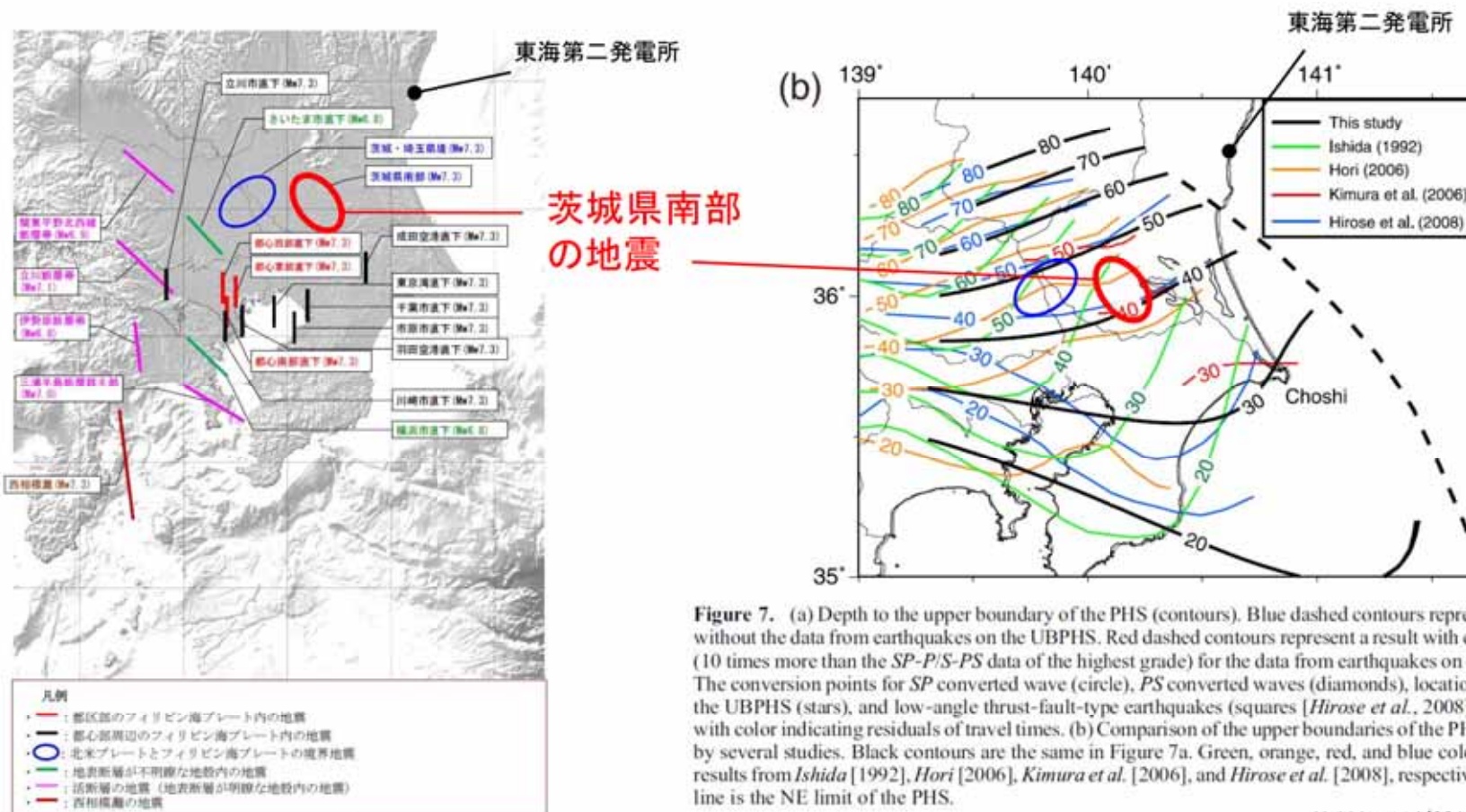


Figure 7. (a) Depth to the upper boundary of the PHS (contours). Blue dashed contours represent a result without the data from earthquakes on the UBPHS. Red dashed contours represent a result with equal weight (10 times more than the *SP-P/S-PS* data of the highest grade) for the data from earthquakes on the UBPHS. The conversion points for *SP* converted wave (circle), *PS* converted waves (diamonds), locations of REs at the UBPHS (stars), and low-angle thrust-fault-type earthquakes (squares [Hirose et al., 2008]) are shown with color indicating residuals of travel times. (b) Comparison of the upper boundaries of the PHS estimated by several studies. Black contours are the same in Figure 7a. Green, orange, red, and blue colors show the results from Ishida [1992], Hori [2006], Kimura et al. [2006], and Hirose et al. [2008], respectively. Dashed line is the NE limit of the PHS.

Uchida et al.(2010)に一部加筆

内閣府(2013)による北米プレートとフィリピン海プレートとの境界の地震

内閣府(2013)に一部加筆

フィリピン海プレート上面の深さ分布

内閣府(2013)では, フィリピン海プレートと北米プレートとの境界の地震として茨城県南部の地震及び茨城・埼玉県境の地震がいずれもM7.3の規模で想定されている。フィリピン海プレートの形状を考慮すると, 当該地震の敷地からの距離は茨城県南部の地震の方が近くなることから茨城県南部の地震を評価対象に選定する。

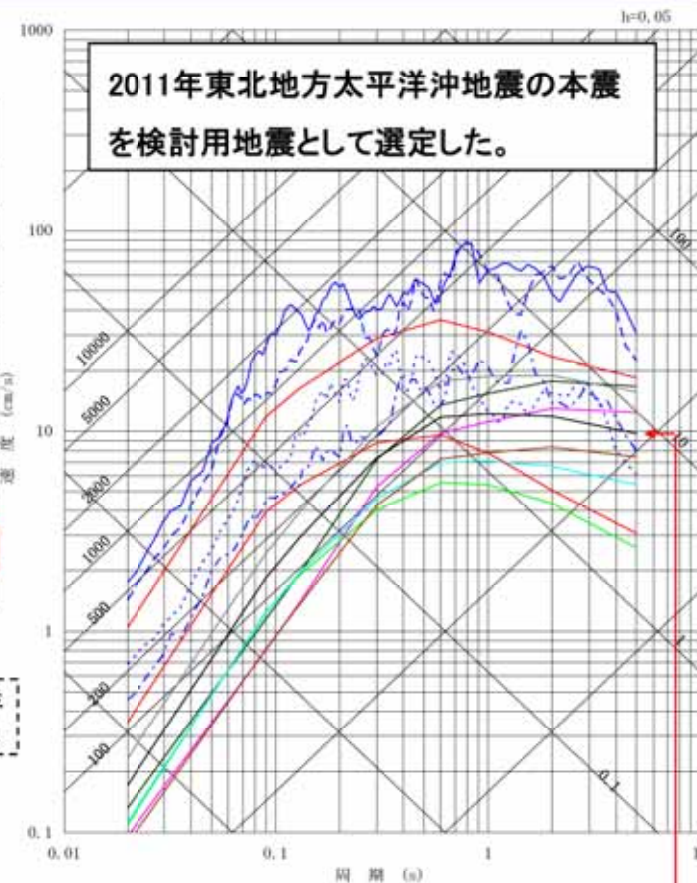
# 当社のプレート間地震の評価



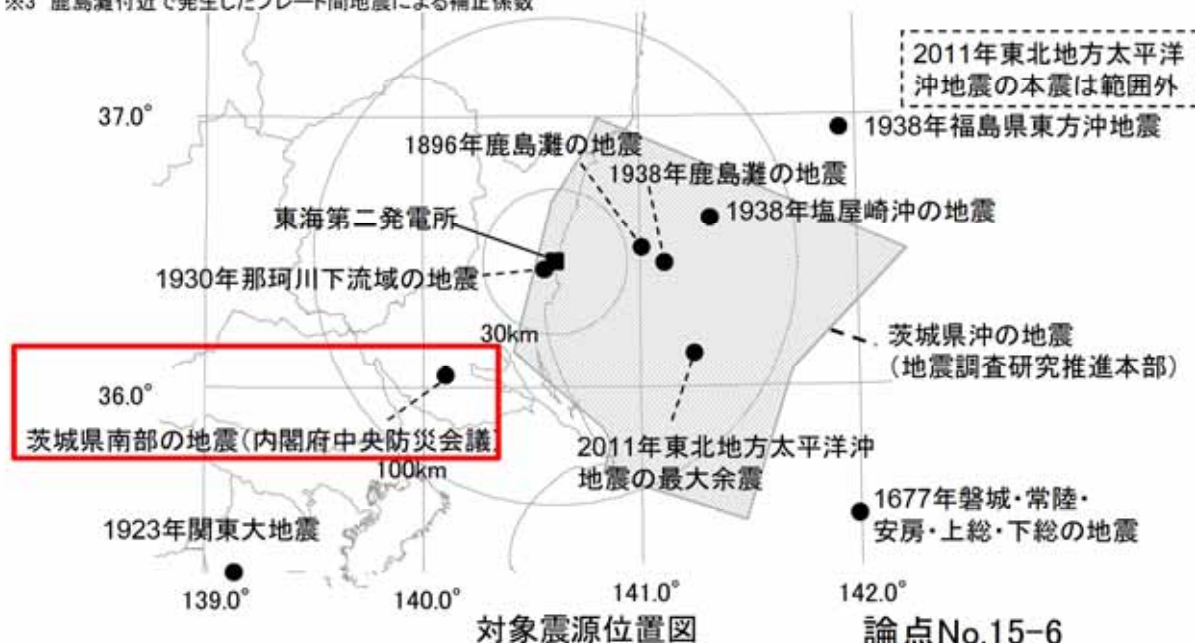
・No.1 茨城県南部の地震は基準地震動策定で考慮した地震と同じである。  
当社のプレート間地震の地震動評価で考慮した震源

年月日	地名(地震名)	地震規模 M	等価震源距離 (km) <sup>※2</sup>	補正係数 <sup>※3</sup>
1677.11.4	1677年磐城・常陸・安房・上総・下総の地震	8.0	169	
1896.1.9	1896年鹿島灘の地震	7.3	60	考慮
1923.9.1	1923年関東大地震	7.9	187	
1930.6.1	1930年那珂川下流域の地震	6.5	55	
1938.5.23	1938年塩屋崎沖の地震	7.0	75	
1938.9.22	1938年鹿島灘の地震	6.5	63	考慮
1938.11.5	1938年福島県東方沖地震	7.5	136	
2011.3.11	2011年東北地方太平洋沖地震の本震 <sup>※1</sup>	Mw9.0	—	
2011.3.11	2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震 <sup>※1</sup>	7.6	—	
—	茨城県南部の地震(内閣府中央防災会議)	7.3	77	
—	茨城県沖の地震(地震調査研究推進本部)	7.6	84	

※1 解放基盤波を用いる。 ※2 地震カタログによる位置情報やプレート境界等深線等に基づいて算出  
※3 鹿島灘付近で発生したプレート間地震による補正係数



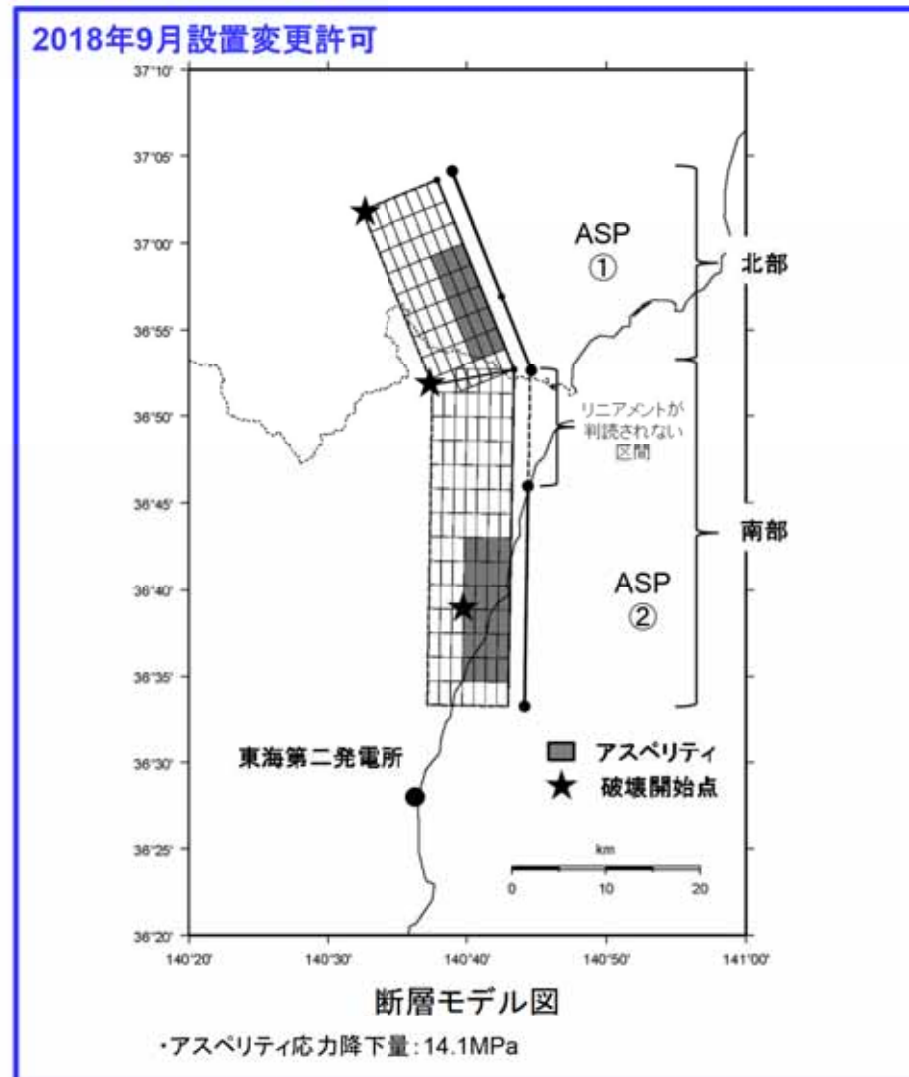
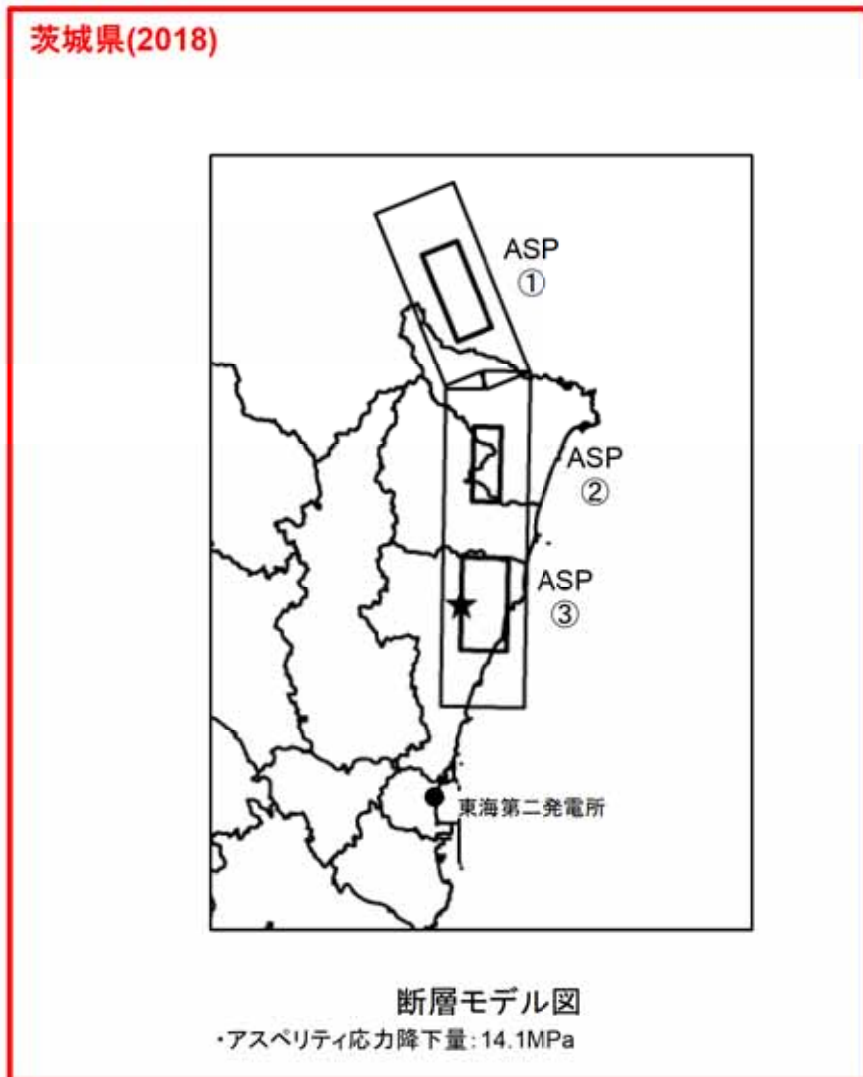
プレート間地震の地震動の応答スペクトル (Noda et al.(2002)の手法に補正係数を考慮)



対象震源位置図

## F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震： 茨城県と当社の比較

- ・茨城県(2018)では、レシピで設定される標準的な位置として断層中央にアスペリティが配置されている。
- ・当社の評価は、原子炉施設への影響が大きい敷地に近い位置にアスペリティを配置しており、さらに安全側の設定としている。



# F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層:地質調査結果と震源モデルの対応

**塩ノ平地震断層**

- リニアメントにほぼ一致して断層が認められる。
- 後期更新世以降の活動が認められる。  
(2011年4月11日の地震等)

⇒ 震源として考慮する活断層として評価

**北方陸域の断層**

- リニアメントにほぼ一致して断層が認められる。
- 後期更新世以降の活動は否定できない。
- 確認された断層は、軟質な粘土を伴い、平面的である。
- 上載地層との関係は確認できない。

⇒ 震源として考慮する活断層として評価

リニアメントは判読されないが、断層の連続性等の情報が十分でない。

**F1断層**  
上載地層法により後期更新世の活動が否定できない。

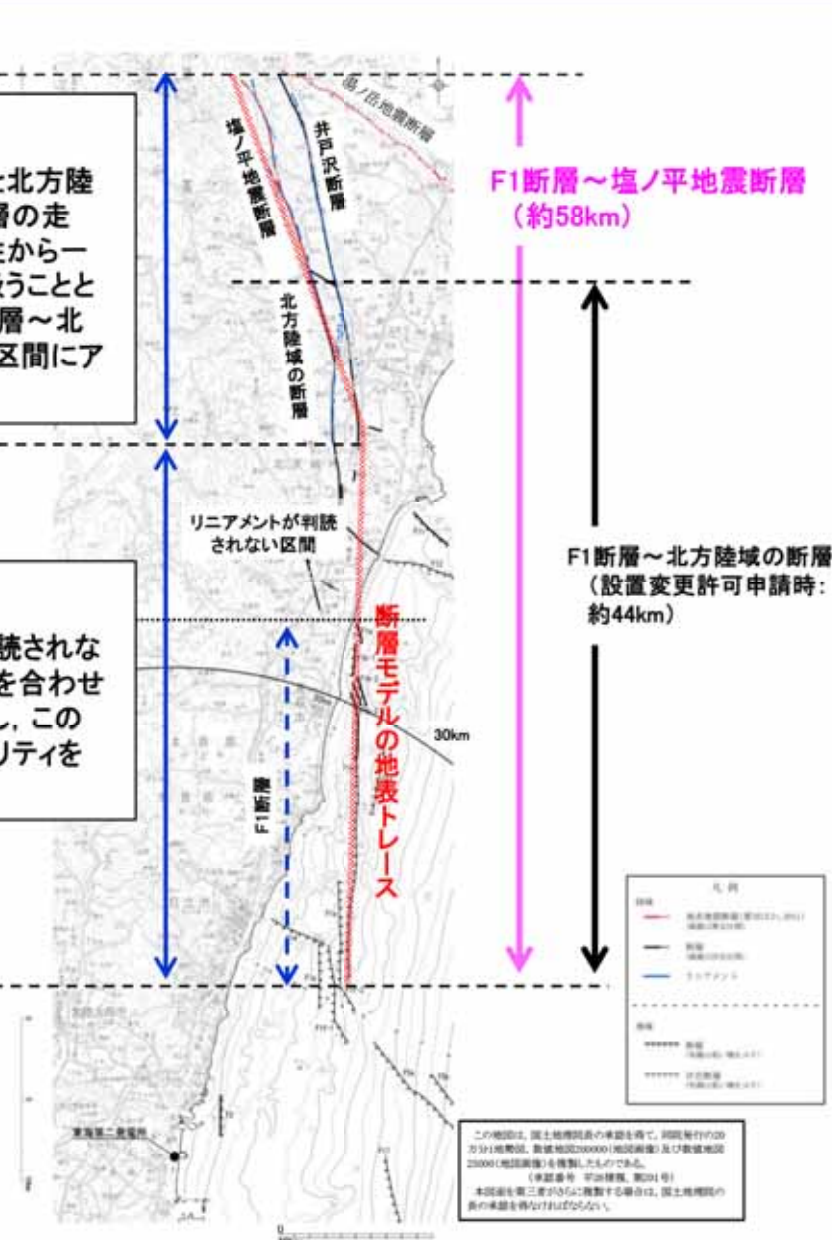
⇒ 震源として考慮する活断層として評価

**■北部**

塩ノ平地震断層と北方陸域の断層は、断層の走向・傾斜の類似性から一連の断層として扱うこととし、塩ノ平地震断層～北方陸域の断層の区間にアスペリティを配置

**■南部**

リニアメントが判読されない区間とF1断層を合わせて一つの区間とし、この区間内にアスペリティを配置



- 巨視的面は地質調査による断層線に沿うよう設定する。
- 断層の分布状況から震源を南部、北部に区分する。
- アスペリティは、地質調査結果や各種文献に基づき、南部ではF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層～塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地寄りに配置する。
- リニアメントが判読されない区間はF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部に配置するアスペリティの地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。



## 基本震源モデルの設定

■地質調査結果や2011年福島県浜通りの地震から得られる知見を参考に基本震源モデルを設定する。

### 【断層形状、断層タイプ】

- 断層長さについては、2018年9月の設置変更許可に基づき、F1断層から塩ノ平地震断層までの同時活動を考慮した約58kmとする。
- 地震動評価におけるセグメント区分については、断層の分布状況から震源を南部と北部に区分する。その際、リニアメントが判読されない区間はF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部区間の地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。
- 地震のタイプについては、2011年福島県浜通りの地震が正断層であることや福島県から茨城県にかけての領域は正断層応力場とする知見(例えば青柳・上田(2012))、さらにF1断層における音波探査結果から正断層センスのずれが認められることを踏まえ正断層とする。
- 断層傾斜角については、F1断層における音波探査結果や2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョンモデルでの傾斜角(57~73度)を参考に西傾斜60度とする。
- 断層幅については、断層上端深さを3km、下端深さを18kmとして断層傾斜角60度を考慮した17.3kmとする。

### 【アスペリティ位置】

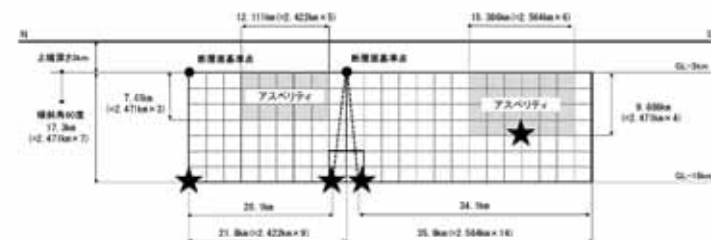
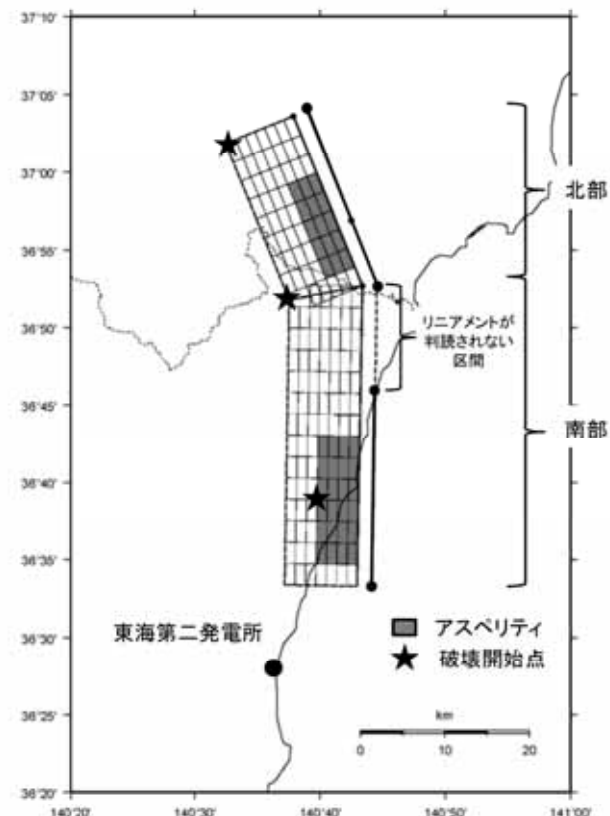
- アスペリティの位置については、地質調査結果に基づき、南部区間のうち調査でわかっているF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層~塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地に近くなるように配置する。
- 断層長さ方向の配置については、Manighetti et al.(2005)等の知見を踏まえるとアスペリティのように大きなすべりが生じる領域とすべりが無い領域が隣接することは考えにくいことから、断層端部との間に1マス分背景領域を設定する。断層幅方向の配置については、すべりに追従する表層(地表から断層上端までの強震動を出さない層)が存在するので安全側に断層上端にアスペリティを配置する。
- なお、リニアメントが判読されない区間をF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで、敷地に近い南部に配置するアスペリティの地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。

### 【破壊開始点位置】

破壊開始点については、強震動予測レシピ、糸井ほか(2009)、平田・佐藤(2007)を踏まえ、アスペリティ下端や断層下端のうち敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

### 【破壊伝播速度Vr】

破壊伝播速度については、強震動予測レシピで用いられているGeller(1976)より、 $V_r=0.72V_s$ とする。



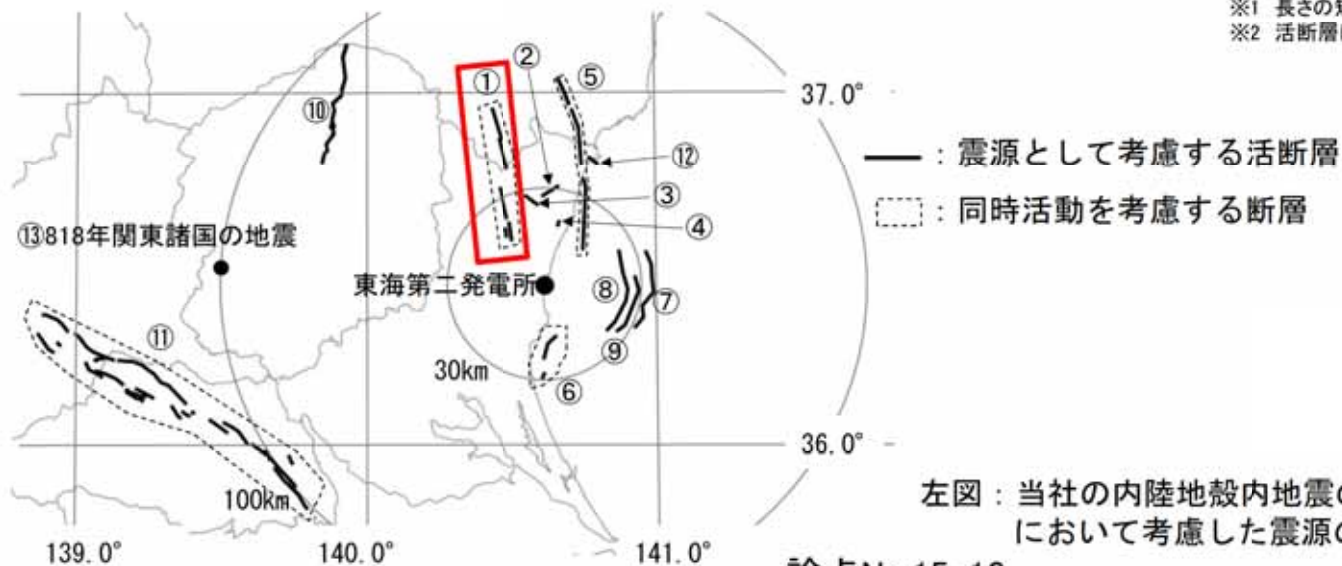
基本震源モデル

- ・ 当社の内陸地殻内地震による地震動評価で考慮した震源の一つに、棚倉破碎帯西縁断層～同東縁付近の推定活断層がある。
- ・ 茨城県(2018)では、当社の評価による上記断層を、No.4棚倉破碎帯東縁断層、同西縁断層の連動による地震として想定している。

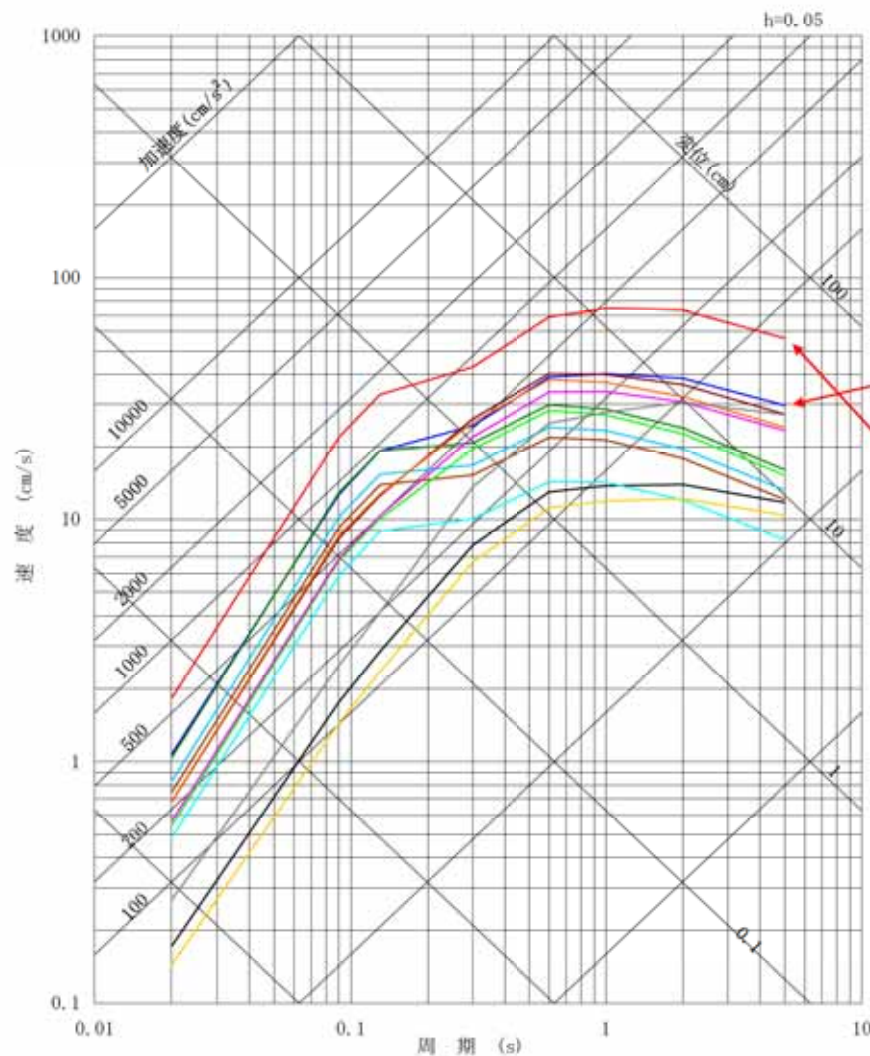
当社の内陸地殻内の地震動評価で考慮した震源

地震名	長さ (km)	地震規模 M	断層上端深さ (km)	等価震源距離 (km) <sup>※2</sup>	補正係数
① 棚倉破碎帯西縁断層～同東縁付近の推定活断層	42	7.5	3	37	考慮
② 関口-米平リニアメント	6	6.8 <sup>※1</sup>	3	27	考慮
③ 豎破山リニアメント	4	6.8 <sup>※1</sup>	3	25	考慮
④ 宮田町リニアメント	1	6.8 <sup>※1</sup>	3	21	考慮
⑤ F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層	58	7.8	3	31	考慮
⑥ F3断層～F4断層	16	6.8	5	22	
⑦ F8断層	26	7.2	5	26	
⑧ F16断層	26	7.2	5	30	
⑨ A-1背斜	20	7.0	5	22	
⑩ 関谷断層	40	7.5	5	92	
⑪ 深谷断層帯・綾瀬川断層	103	8.2	5	128	
⑫ F11断層	5	6.8 <sup>※1</sup>	3	38	考慮
被害地震					
⑬ 818年関東諸国の地震	—	7.5	—	102	

※1 長さの短い断層については、地震規模をM6.8として評価  
 ※2 活断層による地震の断層傾斜角は60度として評価



左図：当社の内陸地殻内地震の地震動評価において考慮した震源の分布



東海第二発電所に最も大きな影響を与える断層は、F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震である。

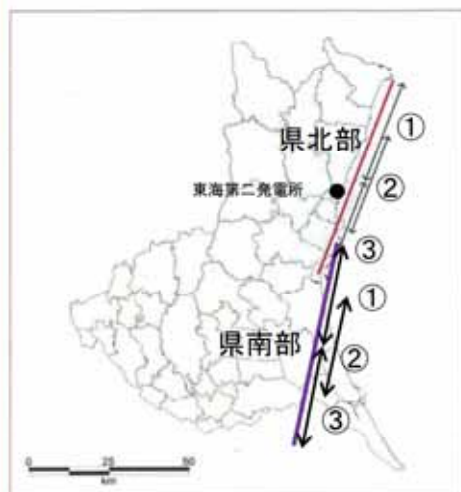
- ① 棚倉破砕帯西縁断層～同東縁付近の推定活断層, M7.5,  $\chi_{eq}=37\text{km}$
- ② 関口～米平リニアメント, M6.8,  $\chi_{eq}=27\text{km}$
- ③ 堅破山リニアメント, M6.8,  $\chi_{eq}=25\text{km}$
- ④ 宮田町リニアメント, M6.8,  $\chi_{eq}=21\text{km}$
- ⑤ F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層, M7.8,  $\chi_{eq}=31\text{km}$
- ⑥ F3断層～F4断層, M6.8,  $\chi_{eq}=22\text{km}$
- ⑦ F8断層, M7.2,  $\chi_{eq}=26\text{km}$
- ⑧ F16断層, M7.2,  $\chi_{eq}=30\text{km}$
- ⑨ A-1背斜, M7.0,  $\chi_{eq}=22\text{km}$
- ⑩ 関谷断層, M7.5,  $\chi_{eq}=92\text{km}$
- ⑪ 深谷断層帯・綾瀬川断層, M8.2,  $\chi_{eq}=128\text{km}$
- ⑫ F11断層, M6.8,  $\chi_{eq}=38\text{km}$
- ⑬ 1818年関東諸国の地震, M7.5,  $\chi_{eq}=102\text{km}$

内陸地殻内地震の地震動の応答スペクトル  
(Noda et al.(2002)の手法に補正係数を考慮)

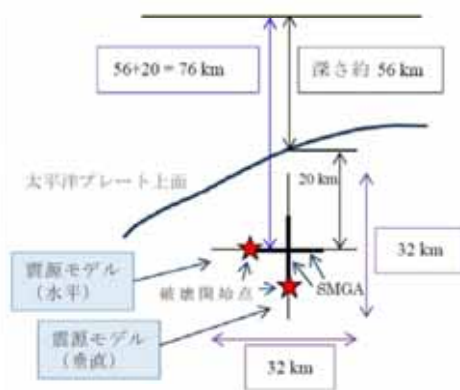
## 太平洋プレート内の地震：茨城県と当社の比較

### 茨城県(2018)

- ・茨城県沿岸付近に太平洋プレート内の地震(Mw7.5)が想定されている。
- ・茨城県北部沿岸の太平洋プレートの潜り込み深さを勘案して県北部の震源モデルが設定されている。さらに、県北部の震源モデルを南部に延長し、霞ヶ浦付近に太平洋プレート内に震源が位置するように県南部の震源モデルが設定されている



断層位置の考え方

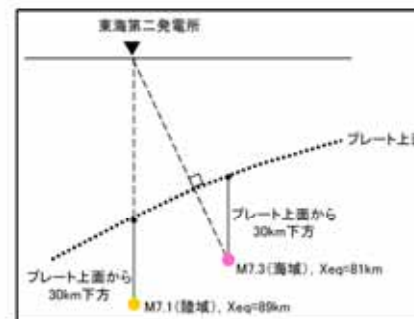


傾斜と深さの考え方

- ・断層位置：県北部、県南部それぞれ、①～③のケース
- ・深さ：プレート上面より20km下方に震源断層の中心を設定
- ・傾斜：鉛直および水平の2ケース
- ・アスペリティ：中央に1つ
- ・断層パラメータ：レシピに準拠

### 2018年9月設置変更許可

- ・茨城県沖における太平洋プレートの特徴から、規模が大きいプレート内地震の発生は起こりにくい。
- ・敷地最短位置にMw7.3を想定。

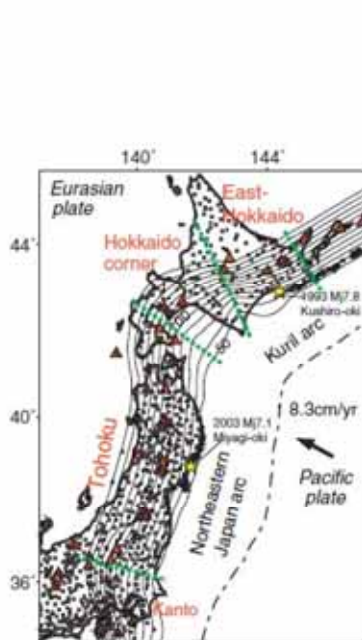


震源断層を予め特定しにくい地震の設定位置(模式図)

地震調査研究推進本部(2009)による震源断層を予め特定しにくい地震の領域(一部加筆)

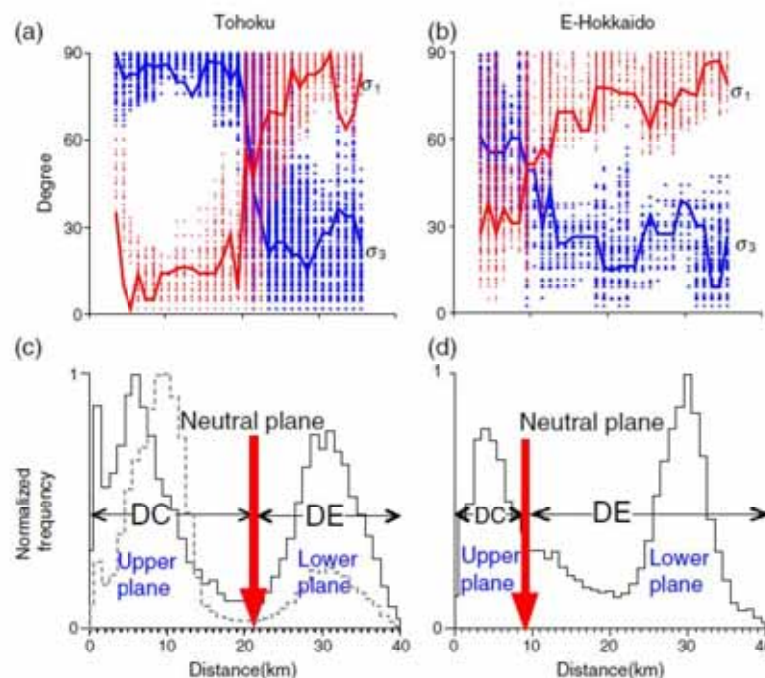
# 太平洋プレート内の地震: Kita et al.(2010)

- 北海道から東北地方に至る領域の太平洋プレート内で発生した地震の分析から、北海道東方と東北地方とでは中立面位置が異なること、余震は中立面内に留まっていることが示されている。また、このことは規模の大きな地震が発生しても断層面は中立面を超えないことを示唆しているとされている。なお、中立面位置は、北海道東方、東北地方それぞれの領域内においては大きな差は生じていないとされている。



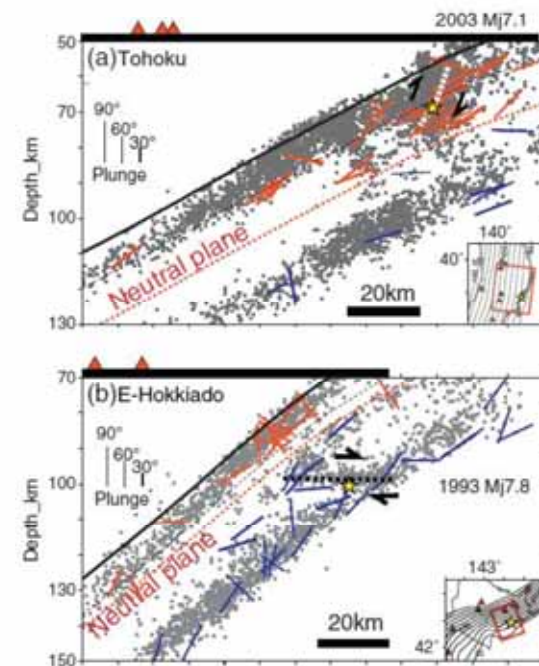
検討対象領域

Kita et al. (2010) より抜粋



上図: 主応力軸 (赤: 最大圧縮軸, 青: 最少圧縮軸) と海洋プレートとの傾斜角

下図: 海洋プレート内地震の発生頻度分布と中立面



上図: 2003年宮城沖地震M7.1の本震, 余震位置

下図: 1993年釧路沖地震M7.5の本震, 余震位置

Saeko Kita, Tomomi Okada, Akira Hasegawa, Junichi Nakajima, Toru Matsuzawa (2010): Existence of interplane earthquakes and neutral stress boundary between the upper and lower planes of the double seismic zone beneath Tohoku and Hokkaido, northeastern Japan, Tectonophysics 496 (2010) 68-82

## 震源モデル

■ 震源モデルのパラメータは第5回ワーキングチームで説明したものを、敷地からの距離が最短となる位置に想定する。断層傾斜角やプレート境界からの深さについては茨城県想定による設定値を参考に設定する。

### 【主要パラメータ】(第5回ワーキングチームと同じ)

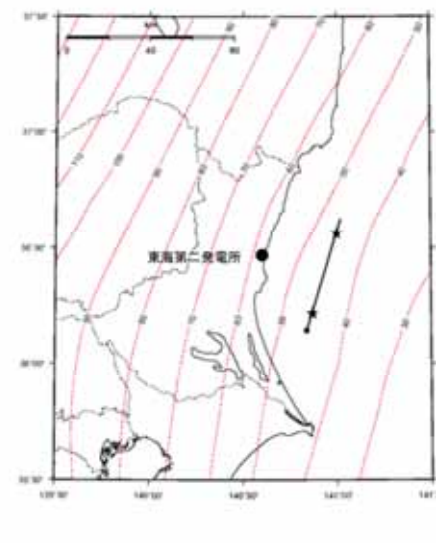
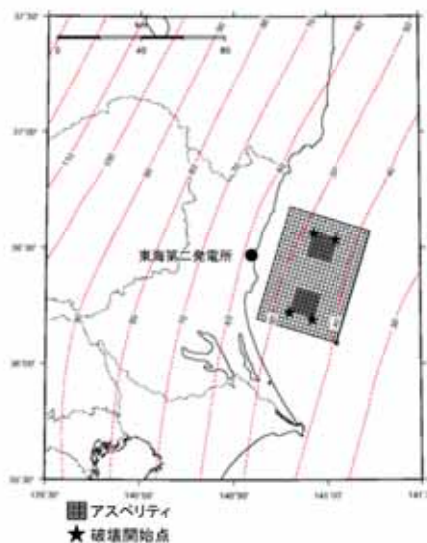
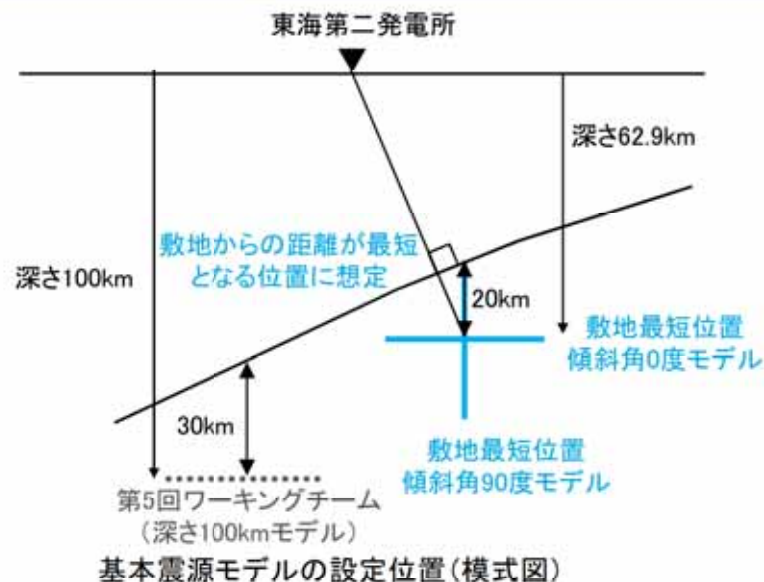
・地震規模はTakeo et al.(1993)による1993年釧路沖地震の地震モーメントより与える。

$$M_0 = 3.30 \times 10^{20} (\text{N} \cdot \text{m})$$

・強震動予測レシピ(笹谷ほか(2006)のスケールリング則)に基づき算出する。

### 【断層面の位置・形状】

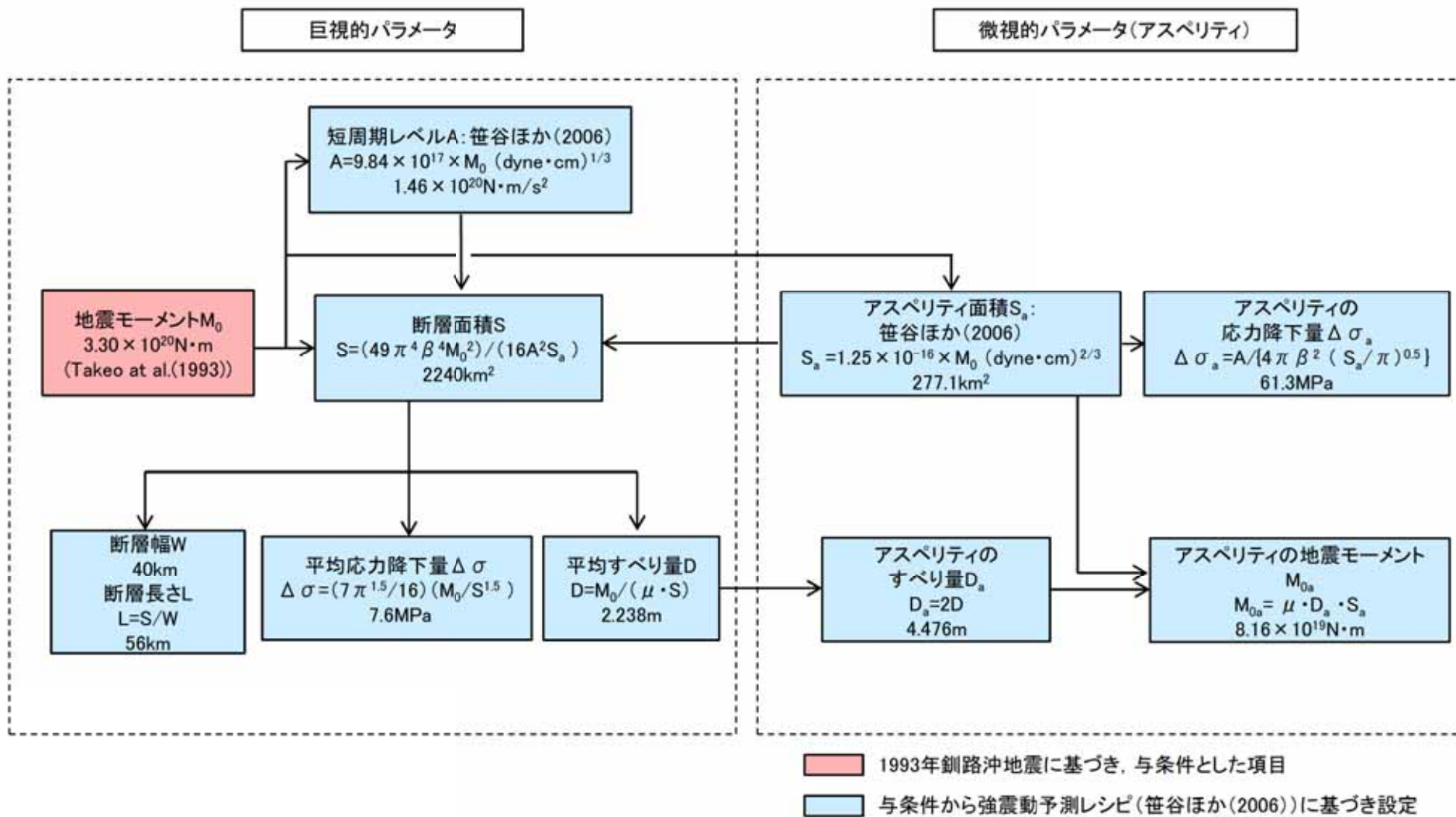
- ・断層傾斜角は茨城県想定に基づき0度及び90度とする。
- ・断層面は敷地からの距離が最短となる位置に設定し、プレート境界からの深さは、茨城県想定を参考に20kmとする。
- ・アスペリティ位置  
断層面の中央に2箇所設定する。
- ・ずれの種類  
逆断層と設定する。



# 震源モデル



■震源モデルのパラメータについて、強震動予測レシピ(2016)(笹谷ほか(2006))に基づき設定する。地震モーメントについては1993年釧路沖地震に関する知見(Takeo et al.(1993))に基づき設定する。断層パラメータの設定フローを下記に示す。



## 断層パラメータ



項目		設定値	設定方法
断層上端深さ	h(km)	0度:62.9 90度:42.9	断層面は敷地からの距離が最短となる位置に設定し、プレート境界からの深さは、茨城県想定を参考に20kmとする
気象庁マグニチュード	M <sub>j</sub>	7.5	1993年釧路沖地震
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	7.6	logM <sub>0</sub> =1.5M <sub>w</sub> +9.1
地震モーメント	M <sub>0</sub> (N・m)	3.30E+20	Takeo et al.(1993)
走向	θ(度)	17	プレート境界等深線より設定
傾斜角	δ(度)	0, 90	茨城県想定
ずれの種類	—	逆断層	—
すべり角	λ(度)	90	—
平均応力降下量	Δσ(MPa)	7.6	Δσ=(7π <sup>1.5</sup> /16)(M <sub>0</sub> /S <sup>1.5</sup> )
断層面積	S(km <sup>2</sup> )	2240	S=(49π <sup>4</sup> β <sup>4</sup> M <sub>0</sub> <sup>2</sup> )/(16A <sup>2</sup> S <sub>a</sub> )
断層長さ	L(km)	56	L=S/W
断層幅	W(km)	40	1993年釧路沖地震(Morikawa and Sasatani(2004))
密度	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	3.25	地震調査研究推進本部(2004)
せん断波速度	β(km/s)	4.5	地震調査研究推進本部(2004)
剛性率	μ(N/m <sup>2</sup> )	6.58E+10	μ=ρβ <sup>2</sup>
平均すべり量	D(m)	2.238	D=M <sub>0</sub> /(μS)
破壊伝播速度	V <sub>r</sub> (km/s)	3.2	V <sub>r</sub> =0.72V <sub>s</sub> (Geller,1976)
短周期レベル	A(N・m/s <sup>2</sup> )	1.46E+20	A=9.84×10 <sup>17</sup> ×M <sub>0</sub> <sup>1/2</sup> [dyne・cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -A関係)
高周波遮断係数	f <sub>max</sub> (Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震

項目		設定値	設定方法
ア ス ベ リ テ ィ 全 体	面積	S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> )	277.1 S <sub>a</sub> =1.25×10 <sup>-16</sup> M <sub>0</sub> <sup>2/3</sup> [dyne・cm] (笹谷ほか(2006)のM <sub>0</sub> -S <sub>a</sub> 関係)
	すべり量	D <sub>a</sub> (m)	4.476 D <sub>a</sub> =2D
	地震モーメント	M <sub>0a</sub> (N・m)	8.16E+19 M <sub>0a</sub> =μD <sub>a</sub> S <sub>a</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a</sub> (MPa)	61.3 Δσ <sub>a</sub> =A/(4πβ <sup>2</sup> )/(S <sub>a</sub> /π) <sup>0.5</sup>
各 ア ス ベ リ テ ィ	面積	S <sub>a1</sub> (km <sup>2</sup> )	138.5 S <sub>a1</sub> =S <sub>a</sub> /2
	すべり量	D <sub>a1</sub> (m)	4.476 D <sub>a1</sub> =D <sub>a</sub>
	地震モーメント	M <sub>0a1</sub> (N・m)	4.08E+19 M <sub>0a1</sub> =μD <sub>a1</sub> S <sub>a1</sub>
	応力降下量	Δσ <sub>a1</sub> (MPa)	61.3 Δσ <sub>a1</sub> =Δσ <sub>a</sub>
背 景 領 域	面積	S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	1963.2 S <sub>b</sub> =S-S <sub>a</sub>
	すべり量	D <sub>b</sub> (m)	1.922 D <sub>b</sub> =M <sub>0b</sub> /(μS <sub>b</sub> )
	地震モーメント	M <sub>0b</sub> (N・m)	2.48E+20 M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>
	実効応力	Δσ <sub>b</sub> (MPa)	7.9 Δσ <sub>b</sub> =(D <sub>b</sub> /W <sub>b</sub> )/(D <sub>a</sub> /W <sub>a</sub> )Δσ <sub>a</sub> ・W <sub>a</sub> =12km
Q値	Q	110f <sup>0.69</sup>	佐藤他(1994)



# 断層モデルを用いた手法による評価結果

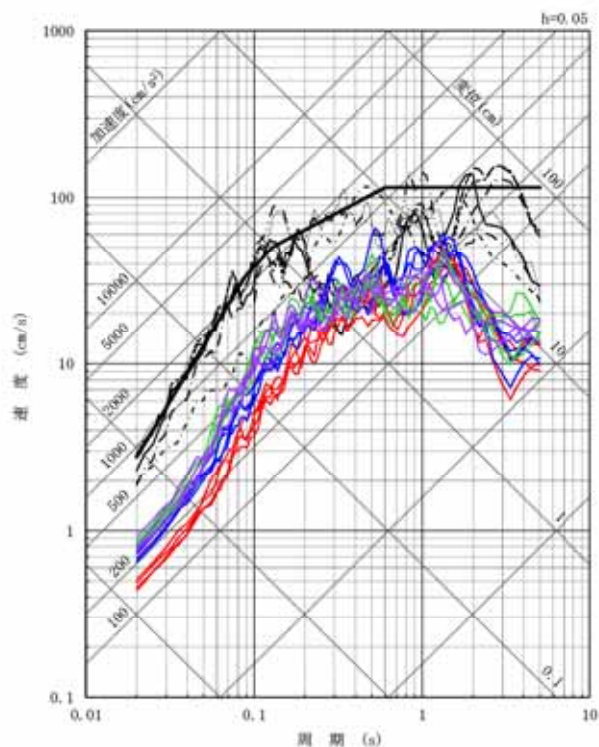


## 統計的グリーン関数法による地震動評価結果

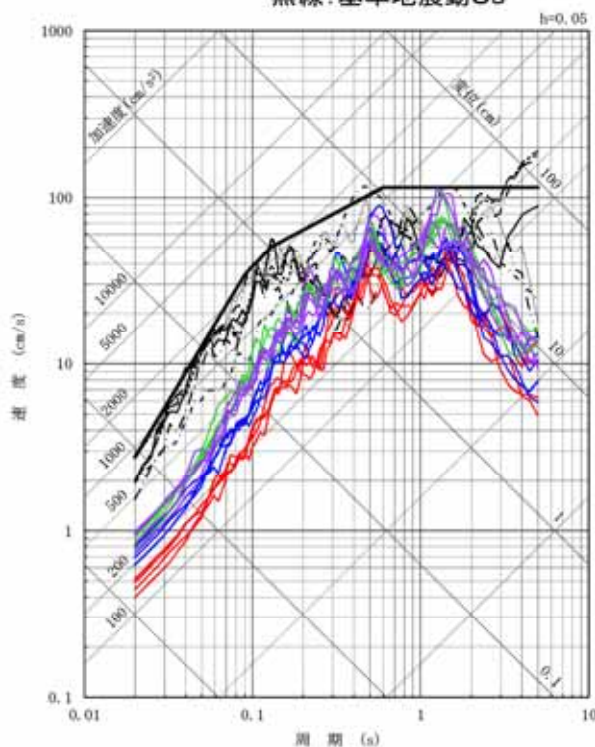
- 深さ100kmモデル(破壊開始点1~4)
  - 深さ100kmモデル+ $\Delta\sigma$  1.5倍(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角0度モデル(破壊開始点1~4)
  - 敷地最短位置 傾斜角90度モデル(破壊開始点1~4)
- 黒線: 基準地震動Ss
- }

第5回ワーキングチーム

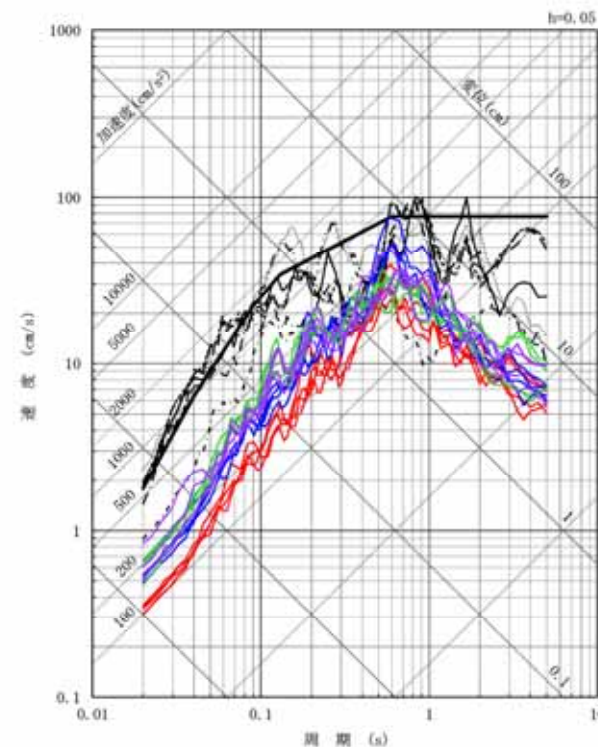
今回追加ケース



NS方向



EW方向



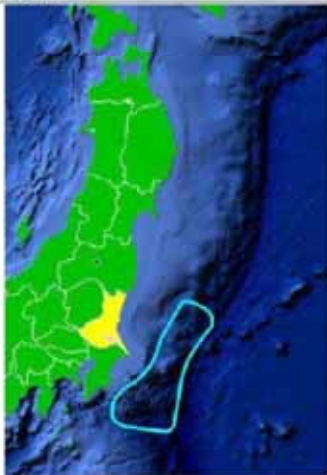
UD方向

敷地からの距離が最も近くなる位置の太平洋プレート内に震源を置いた場合の地震動評価を行い、基準地震動Ssを下回っていることを確認した。

## 茨城県沖から房総半島沖にかけての地震(茨城県沖～房総半島沖)

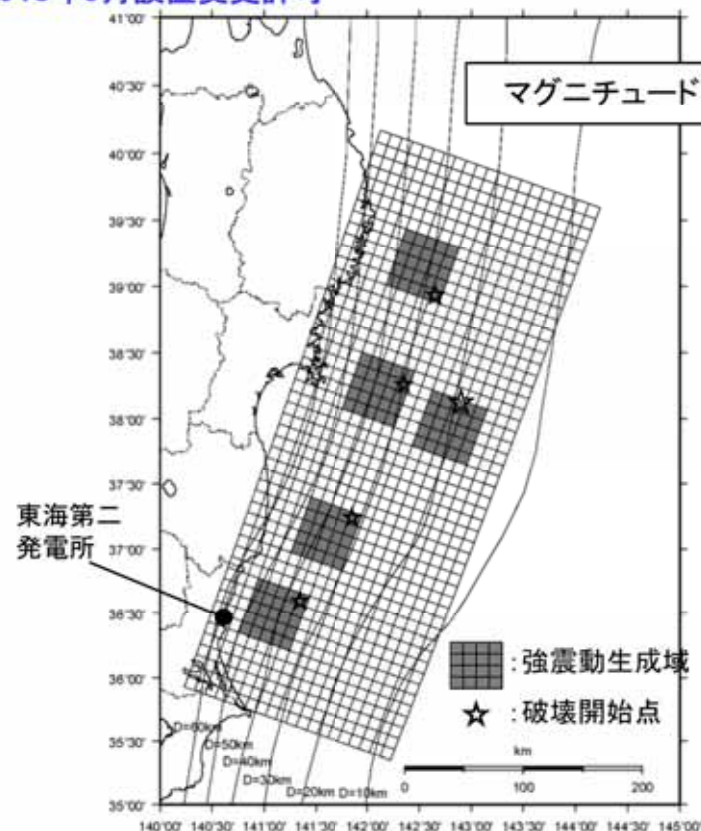
- ・茨城県(2018)では、津波被害の観点から茨城県沖から房総半島沖にかけての地震(茨城県沖～房総半島沖)(Mw8.4, Mt8.6～9.0)を日本海溝付近に想定している。
- ・当社のプレート間地震の評価で考慮した2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)は、上記地震よりも規模が大きく、また地震動に大きな影響を与える強震動生成域をより敷地に近い場所(敷地前面の茨城県沖)に想定していることから、上記茨城県(2018)による地震動は、基準地震動策定で考慮した地震で包含される。

## 茨城県(2018)

対象津波	H23 想定津波
マグニチュード	Mw = 8.4 Mt = 8.6～9.0
使用モデル	茨城県モデル
説明	地震調査研究推進本部から平成 23 年 11 月に公表された「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について」を基に想定した地震。 (平成 19 年に茨城県で想定した津波「延宝房総沖地震津波」の震源域等を参考にした地震。)
概要	
震源域	

茨城県沖から房総半島沖にかけての地震(茨城県(2012))の震源域

## 2018年9月設置変更許可



2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)の断層モデル図(基本震源モデル)

【論点No.15】

茨城県地震被害想定の見直し(平成30年12月)を踏まえた評価について

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

指摘事項等・県民意見に下線を記載  
対応する資料頁数等を  内に記載

No.460

地震対策について質問します。

茨城県は、昨年12月に大規模地震の被害想定を見直して発表しました。県内に大きな被害をもたらすおそれのある7種類の地震を想定しています。最新の科学的知見を取り入れて見直したというものです。この7種類の地震のうち、これまで東海第二の地震対策として詳細に検討してきたのは、F1断層、北方陸域断層、塩ノ平地震断層と棚倉断層の2つだけです。

論点No.1参照

この2つの場合、東海村の震度は6弱です。一方、詳細な検討をしてこなかった太平洋プレート(北部)では東海村の最大震度は6強となっています。つまり、詳細に検討してきた震度よりも大きい。こんな巨大な地震が来ても東海第二原発は耐えられるのか。新しい知見が示されたわけですから、規制委員会は、原電に対し、今回の茨城県の地震想定に基づく地震対策の見直しをさせて審査する必要があると思います。

東日本大震災で東海第二原発が福島第一原発のようなメルトダウンにならずに済んだのは、原電が海水取水ポンプの防御壁のかさ上げしたことが功を奏したというのは周知の事実です。これは茨城県が津波ハザードマップを見直して、原電に対策を要請したからだ。県が発行した東日本大震災の記録、原子力災害編というのに載っていますけれども、この分厚い本です。この中に、当時、危機管理室長をされていた山田広次さんが書かれている。この文章は県のホームページに出ています。県の果たした役割は非常に大きかったと思います。茨城県としては、今回発表した地震被害想定を東海第二の危険が県民に与えないかどうかということを検証するために大いに役立てていただきたいと思います。

P.2~18

\* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム  
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.849

(18)太平洋プレート内で発生する地震(北部)に対する耐震性(地震)

P.2~18及び論点No.1参照

昨年、茨城県は、今後発生する可能性のある地震による被害を再評価した結果(12/23「茨城県地震被害想定調査報告書」,表4.1-2)、「太平洋プレート内で発生する地震(北部)」では、東海村で震度6強と評価しているが、この地震は東海第二の許可審査では評価していない。許可審査で評価した「F1断層、北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層」による地震の震度5弱よりもかなり大きい。このため、太平洋プレート内地震(北部)の地震動に対して、東海第二の施設、例えばシュラウド等の炉心構造物や接続配管等が破損するおそれがないか心配である。

No.1059

「地震対応について」

P.2~18及び今後、別資料(論点No.18)で説明

昨年12月に発表された「茨城県地震被害想定調査報告書(概要版)」によると、日立市は最大震度7、東海村は6強となっております。利用上の留意点として「今回の想定地震以外でも甚大な被害となる地震が県内で発生する可能性がある」「今回震度6弱の予測であっても実際に地震が発生した場合には5弱や7となる可能性がある」とされています。よって東海村の東海第二原発周辺で震度7の地震が発生すると想定した検討がされるべきです。

東海第二の基準地震動は600ガルから901ガル、さらに1009ガルとしています。近年頻発している巨大地震震度7の場合の最大地震動は

- ・2011年3月の東日本大震災では実測値2933ガル
- ・2016年4月の熊本大地震では実測値1800ガル
- ・2018年9月の北海道胆振東部地震では実測値1591ガル

となっております。1009ガルを大きく上回っています。

上記調査報告書(概要版)の図3.2-5で強震動生成域は、東海第二原発の沿岸沿いであり、震度7の地震になれば地震動は1009ガルを超えると想定すべきです。

\*委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.204

幾つかあるんですけども、19ページ、20ページ、そこに地震の大きさを示すマグニチュードというのが書いてありまして、私も素人によくわかりませんが、9.0、それから、その前のページは7.8と書いてありますが、このあたりをもう一度ご説明いただきたいというのは震度との関係なんですけれども、震度がここには書いてございませんけれども、昨年の12月に茨城県庁が地震の見直しをしました。そのデータを見てみますと、日立が震度7、東海村が震度6強と書いてあります。そういうことを前提にして今回のこの説明会の資料がなされているのか、そういう基本的なところをお尋ねしたいと思います。 P.2~18

といいますのは、昨年の2月のたしか26日だったと思いますが、日本原電さんが住民説明会を日立でも行いました。私、そのとき参加したんですが、日本原電さんはマグニチュード9.0、それから、その後もいろいろ聞きましたところ、震度7というふうに言っておりました。

最初の地震関係ですが、マグニチュードと震度との関係は私も存じていまして、それをお尋ねしたんではありません。今回の説明書の中に、東海原発のところで一体どのくらいの震度になりますかと。それから、直下地震的になっていないかもしれませんが、平たく言うとそういうことですね。震度9.0、それから、震度7と言っておりますので。

No.242

一般の方々は加速度(Gal)と震度の差が理解出来ないので、地表面の震度を計算して説明した方が良いと思います。(今回の説明は?)



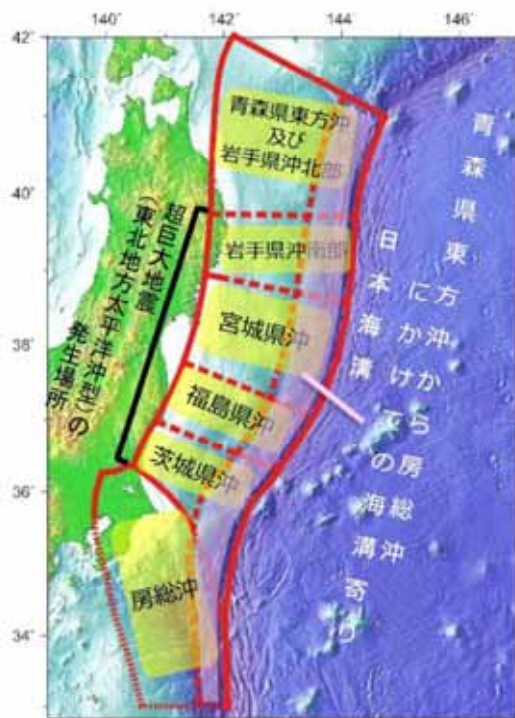
地震調査研究推進本部 活断層及び海溝型地震の長期評価(平成31年2月公表)を踏まえた評価について

【説明概要】

地震調査研究推進本部から平成31年2月26日に公表された、「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」について、東海第二発電所の地震動評価、津波評価への影響が無いことを確認した。

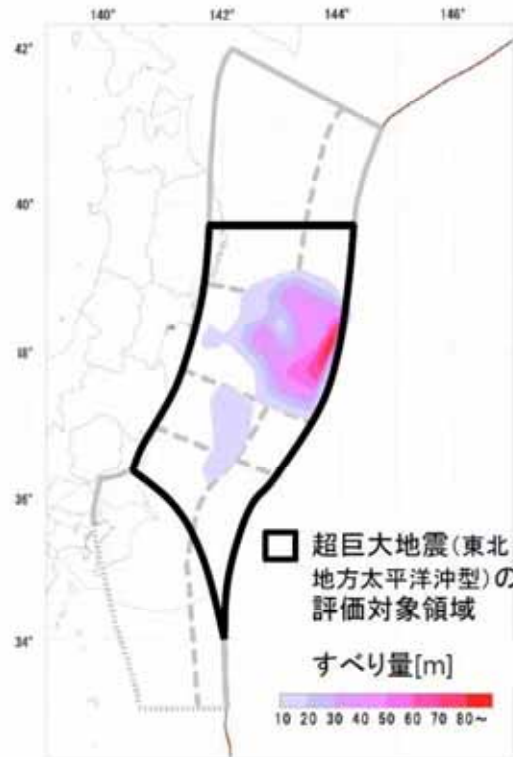
# 地震本部(2019)の検討について

- 地震調査研究推進本部(以下、地震本部という。)では、日本海溝沿いで発生する地震を対象に長期評価を行っており、2011年に「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)」を公表しているが、2011年の長期評価以降の新しい知見の取り込み等を行い、2019年に「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」を公表した。
- 下記が改訂のポイントとして挙げられている。
  - ①評価対象領域・地震を再編
  - ②津波堆積物から超巨大地震(東北地方太平洋沖型)を再評価
  - ③東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価
- これらの改訂ポイントについて敷地における地震動評価及び津波評価への影響を確認した。



地震本部(2019)

①評価対象領域・地震



地震本部(2019)

②超巨大地震の評価対象領域

評価対象地震	場所	規模	本評価*	(参考) 第二版*
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部～茨城県沖	M9.0程度	I	I
プレート間巨大地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.9程度	III	III
	宮城県沖	M7.9程度	II <sup>(注1)</sup>	I
プレート間地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.0～7.5程度	III	III
	岩手県沖南部	M7.0～7.5程度	III	—
	宮城県沖	M7.0～7.5程度	III <sup>(注1)</sup>	—
	宮城県沖の陸寄り(宮城県沖地震)	M7.4前後	III	X
	福島県沖	M7.0～7.5程度	III	II
	茨城県沖	M7.0～7.5程度	III <sup>(注1)</sup>	III
海溝寄りのプレート間地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総沖にかけての海溝寄り	Mt <sup>(注2)</sup> 7.6～9.0	III <sup>(注1)</sup>	III
沈み込んだプレート内の地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖	M7.0～7.5程度	III <sup>(注1)</sup>	—
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	II <sup>(注1)</sup>	II

注1) 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない  
注2) Mtは津波マグニチュード

# 30年以内の地震発生確率 2019年1月1日時点  
IIIランク: 26%以上 IIランク: 3～26%未満 Iランク: 3%未満 Xランク: 不明

地震本部(2019)

③将来発生する地震の場所・規模・確率



## 地震について(今回説明)

# ①「評価対象領域・地震を再編」による影響について

## ■ 地震本部(2019)の検討

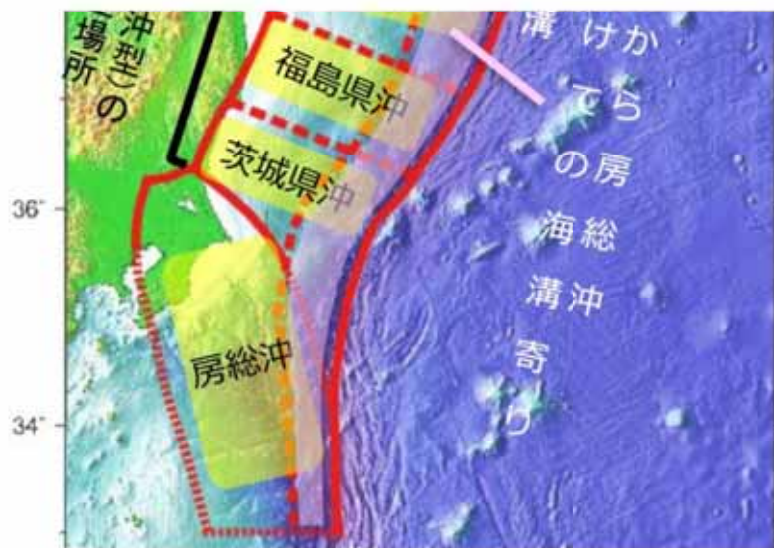
評価対象領域は、「地形(幾何形状)の変化, 力学条件の変化, 既往の巨大地震の震源域, 現在の地震活動等」から定義され, このうち茨城県沖と房総沖の領域の境界は, 「太平洋プレートが接するプレートの違いによって, 太平洋プレート上で起きる地震の発震機構は異なる」ことから, Uchida et al.(2009)のフィリピン海プレートの北東端を基に見直されている。

## ■ 敷地における地震動評価

プレート間地震の検討用地震としている2011年東北地方太平洋沖型地震の震源域の南限の設定にあたり, フィリピン海プレート北東端を境に地震のすべり方向が異なることを示したUchida et al.(2009)等の知見を考慮している。

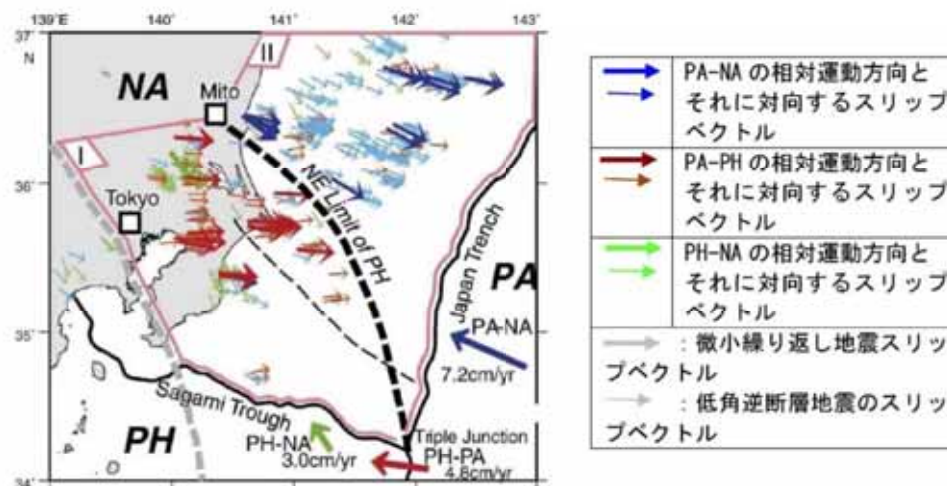
## ■ 確認結果

地震本部(2019)が茨城県沖と房総沖の領域の設定に用いたUchida et al.(2009)の知見は, 2011年東北地方太平洋沖型地震の震源域の南限の設定において既に考慮していることから, 地震動評価を見直す必要はないと判断した。また, 地震ハザード評価では, フィリピン海プレートと太平洋プレートを区別せず海溝型地震として評価しており, 評価対象領域の見直しによる影響はないことから, 地震ハザード評価を見直す必要はないと判断した。



地震本部(2019)

評価対象領域・地震



プレート上面における微小繰り返し地震・低角逆断層のすべり角とプレートの運動方向 (Uchida et al., 2009)

NA: 陸側のプレート PA: 太平洋プレート PH: フィリピン海プレート

地震本部(2019)

茨城県沖と房総沖の境界線の設定根拠

## ②「津波堆積物から超巨大地震(東北地方太平洋沖型)を再評価」による影響について



## ■ 地震本部(2019)の検討

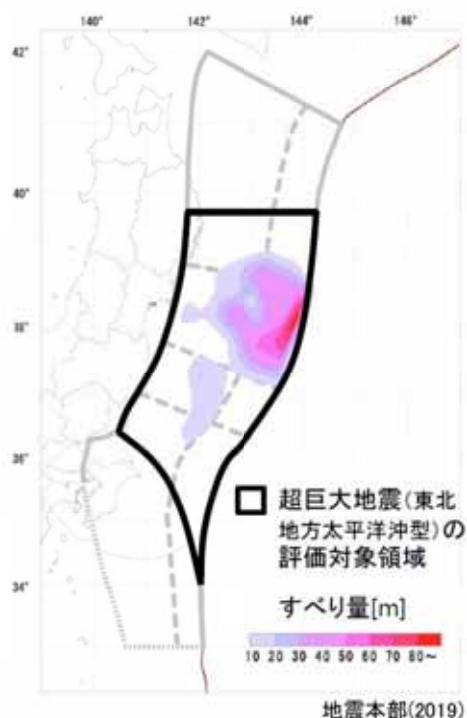
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)は、「東北地方太平洋沖地震の知見から、震源域は宮城県沖を必ず含み、隣接するいずれかの領域(岩手県沖南部または福島県沖)の少なくとも一方にまたがり、場合によっては茨城県沖まで破壊が及ぶ超巨大地震であると評価」されており、地震の規模は、津波堆積物調査結果を踏まえ、「最も信頼性の高い東北地方太平洋沖地震を代表値として、M9.0程度」とされている。

## ■ 敷地における地震動評価

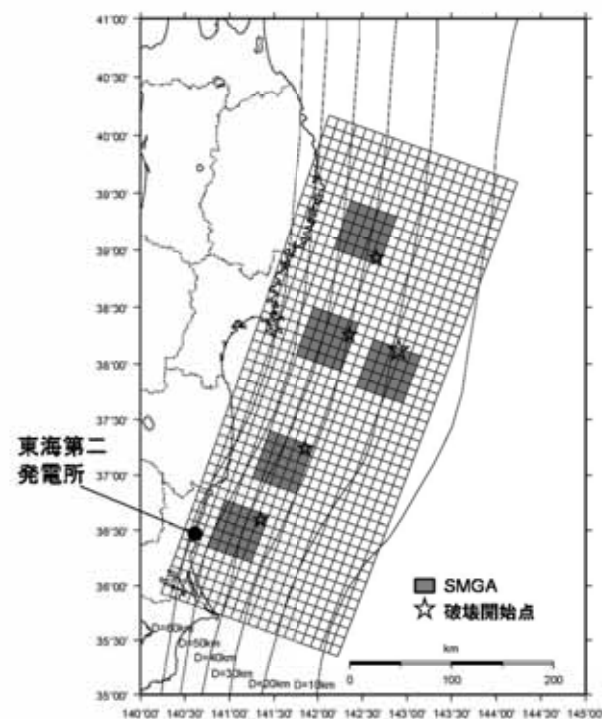
プレート間地震の検討用地震として、震源域を岩手県沖から茨城県沖、地震規模をMw9.0とする2011年東北地方太平洋沖型地震を考慮している。

## ■ 確認結果

地震本部(2019)と同様の領域・規模を設定した地震を検討用地震としており、地震動評価を見直す必要はないと判断した。



超巨大地震の評価対象領域



東北地方太平洋沖型地震の基本震源モデル



# 地震の平均発生間隔の見直しによる地震ハザード評価への影響について



## ■ 地震本部(2019)の検討

超巨大地震(東北地方太平洋沖型)については、地震の規模は津波堆積物調査結果を踏まえ、「最も信頼性の高い東北地方太平洋沖地震を代表値として、M9.0程度」とされている。平均発生間隔は約550~600年とされ、これに基づく今後30年以内の発生確率はほぼ0%とされている。

ひとまわり小さいプレート間地震については、茨城県沖でM7.0~7.5の地震が想定され、今後30年以内の発生確率は80%程度とされている。

## ■ 敷地における地震動評価

地震ハザード評価では、特定震源として2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)を考慮し、平均発生間隔600年の更新過程としており、今後30年以内の発生確率を算定するとほぼ0%となる。

また、領域震源である推本参考モデル(海溝型地震)の茨城県沖におけるG-R式からM7.0~M7.5の地震の今後30年以内の発生確率を算定すると73%であり、特定震源である茨城県沖の地震(繰り返し発生する地震)(M7.0)を含めて考慮すると93%である。

## ■ 確認結果

2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)は、地震本部(2019)と同様、発生確率はほぼ0%であり、また、茨城県沖のひとまわり小さいプレート間地震も、地震本部(2019)と同等の発生確率であることから、地震ハザード評価を見直す必要がないと判断した。

地震本部(2019)の将来発生する地震の場所・規模・発生確率

評価対象地震	発生領域	規模	地震発生確率	評価に使用した地震	地震後経過率 <sup>3)</sup>	第二版の評価
超巨大地震 (東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部~ 茨城県沖	M9.0程度	ほぼ0%	過去約3000年間の5回	0.01	ほぼ0%
プレート間 巨大地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.9程度	5~30%	1677年以降の4回	0.52	5~30%
	宮城県沖	M7.9程度	20%程度 <sup>3)</sup>	1793年以降の3回 <sup>3)</sup>	-	ほぼ0%
ひとまわり小さい プレート間地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.0~7.5程度	90%程度以上	1923年以降の10回 <sup>3)</sup>	-	90%程度
	岩手県沖南部	M7.0~7.5程度	30%程度	1923年以降の1回 <sup>3)</sup>	-	確率未計算
	宮城県沖	M7.0~7.5程度	90%程度 <sup>3)</sup>	1923年以降の6~7回 <sup>3)</sup>	-	本評価で 領域を統合
	宮城県沖の陸寄り (宮城県沖地震)	M7.4前後	50%程度	1897年以降の4回	0.21	不明
	福島県沖	M7.0~7.5程度	50%程度	1923年以降の2回 <sup>3)</sup>	-	10%程度
	茨城県沖	M7.0~7.5程度	80%程度 <sup>3)</sup>	1923年以降の5回 <sup>3)</sup>	-	90%程度 以上
海溝寄りのプレート間 地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総 沖にかけての海溝寄り	Mt8.6~9.0 <sup>3)</sup>	30%程度 <sup>3)</sup>	1600年以降の4回 <sup>3)</sup>	-	30%程度
沈み込んだプレート内 の地震	青森県東方沖及び岩手 県沖北部~茨城県沖	M7.0~7.5程度	60~70% <sup>3)</sup>	1923年以降の3~4回 <sup>3)</sup>	-	確率未計算
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	7% <sup>3)</sup>	1600年以降の1回 <sup>3)</sup>	-	4~7%

<sup>3)</sup> 東北地方太平洋沖地震より後の期間は除いた

<sup>3)</sup> 地震後経過率=最新発生時期からの経過時間÷平均発生間隔  
-は時間が経過しても地震の起こりやすさが変わらないと仮定した地震

<sup>3)</sup> Mtは津波マグニチュード

<sup>3)</sup> 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない

Ⅲランク(高い)	:26%以上
Ⅱランク(やや高い)	:3~26%未満
Ⅰランク	:3%未満
Xランク	:不明

地震ハザード評価の茨城県沖の海溝型地震の発生確率

評価対象地震	今後30年以内の発生確率
2011年東北地方太平洋沖型地震	ほぼ0%
推本参考モデル(海溝型地震)茨城県沖	73%
推本参考モデル(海溝型地震)茨城県沖 +茨城県沖の地震(繰り返し発生する地震)	93%

津波について(津波対策回答時に説明予定)

# ①「評価対象領域・地震を再編」による影響について

## ■ 地震本部(2019)の検討

評価対象領域は、「地形(幾何形状)の変化, 力学条件の変化, 既往の巨大地震の震源域, 現在の地震活動等」から定義されている。

福島県沖と茨城県沖の領域の境界(茨城県沖の北限境界)位置は改訂前(第二版)から変更していない。

茨城県沖と房総沖の領域の境界は、「太平洋プレートが接するプレートの違いによって, 太平洋プレート上面で起きる地震の発震機構は異なる」ことから, Uchida et al.(2009)のフィリピン海プレートの北東端を基に見直されている。

房総沖の南限の境界は十分な知見が存在しないため, 便宜的に境界線を設定している。

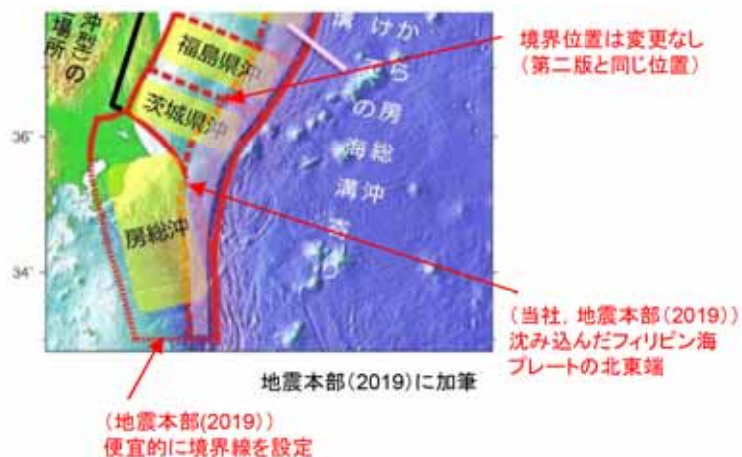
## ■ 敷地における津波評価(「茨城県沖に想定する津波波源」及び「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」の領域設定について)

茨城県沖に想定する津波波源の南限の設定にあたり, フィリピン海プレート北東限を境に地震のすべり方向が異なることを示した Uchida et al.(2009)等の知見を考慮している。

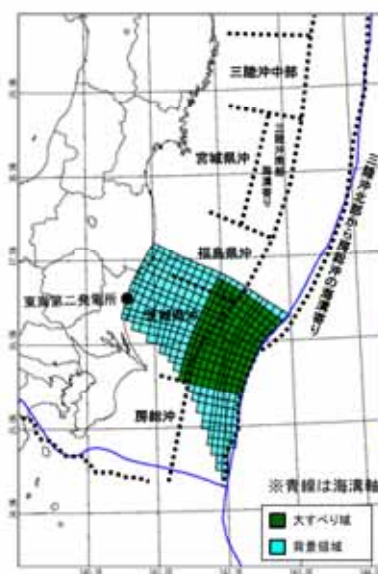
また, 「茨城県沖から房総沖に想定される津波波源」は, 茨城県沖に想定する津波波源に保守性を考慮して津波波源の南限を房総沖まで拡張した津波波源である。

## ■ 確認結果

「茨城県沖に想定する津波波源」の設定は妥当であると判断した。また, 「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」の設定を見直す必要はないと判断した。



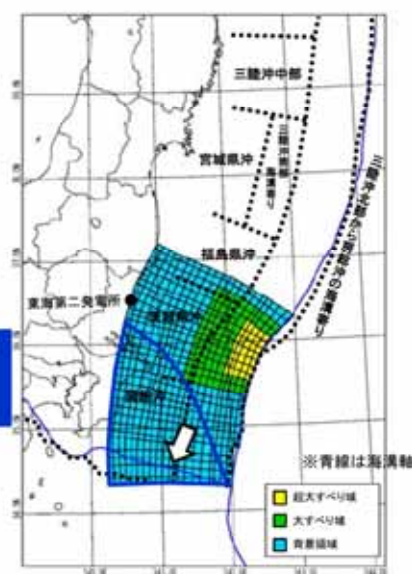
評価対象領域・地震



茨城県沖に想定する津波波源

保守的設定1. 津波波源の  
南限を房総  
沖まで拡張※

※北米プレートとフィリピン  
海プレートの境界を越え  
て矩形となるように設定



茨城県沖から房総沖に想定する津波波源

## ②「津波堆積物から超巨大地震を再評価」による影響について

### ■ 地震本部(2019)の検討

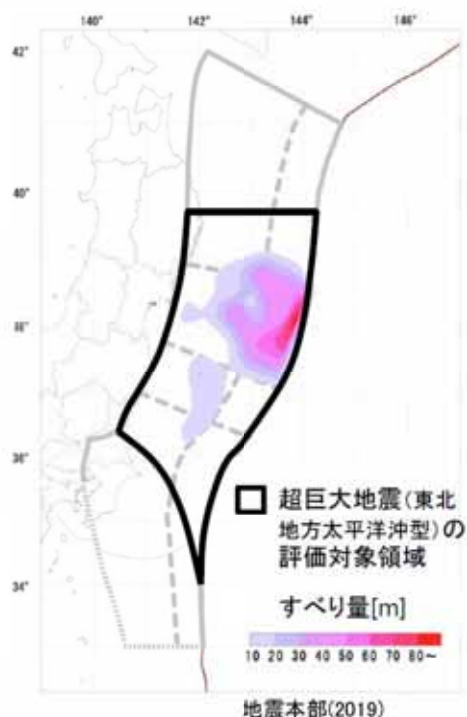
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)は、「東北地方太平洋沖地震の知見から、震源域は宮城県沖を必ず含み、隣接するいずれかの領域(岩手県沖南部または福島県沖)の少なくとも一方にまたがり、場合によっては茨城県沖まで破壊が及ぶ超巨大地震であると評価」、地震の規模は、津波堆積物調査結果を踏まえ、「最も信頼性の高い東北地方太平洋沖地震を代表値として、M9.0程度」としている。

### ■ 敷地における津波評価

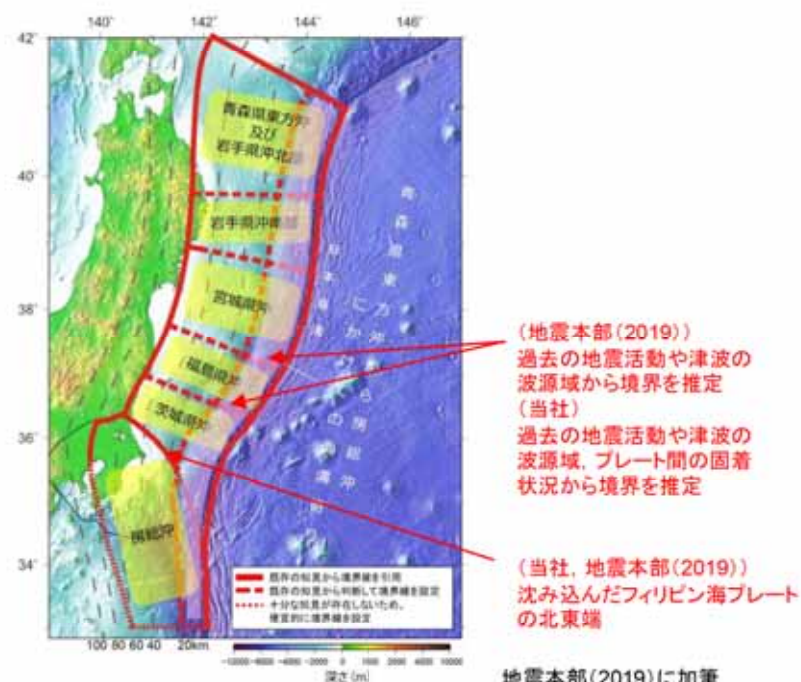
茨城県沖を含む2011年東北地方太平洋沖地震の再現モデルに基づく評価を実施している。さらに、福島県沖と茨城県沖の境界について、「破壊のバリア」となる構造的境界についての詳細な分析を踏まえた想定津波の設定を行っている。

### ■ 確認結果

津波評価において、超巨大地震(東北地方太平洋沖型)の評価を見直す必要はないと判断した。



地震本部(2019)  
超巨大地震の評価対象領域・地震



地震本部(2019)に加筆  
評価対象領域・地震



## ③「東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価」による影響について



## ■ 地震本部(2019)の検討

東北地方太平洋沖地震を受けて、将来発生する地震を再評価し、ひとまわり小さいプレート間地震として茨城県沖でM7.0～7.5の地震が想定されている。

## ■ 敷地における津波評価

プレート間地震として茨城県沖に保守的な設定とした「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源(Mw8.7)」を考慮している。

## ■ 確認結果

プレート間地震は、地震本部(2019)で想定されている地震規模M7.0～7.5を上回るMw8.7の津波波源を考慮しているため、津波評価を見直す必要はないと判断した。

	評価対象地震	場所	規模	本評価*	(参考) 第二版*
	超巨大地震 (東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部～ 茨城県沖	M9.0程度	I	I
	プレート間 巨大地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部 宮城県沖	M7.9程度 M7.9程度	III II注1)	III I
プレート間地震	ひとまわり小さい プレート間地震	青森県東方沖及び 岩手県沖北部	M7.0～7.5程度	III	III
		岩手県沖南部	M7.0～7.5程度	III	—
		宮城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	—
		宮城県沖の陸寄り (宮城県沖地震)	M7.4前後	III	X
		福島県沖	M7.0～7.5程度	III	II
	茨城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	III	
プレート内地震	海溝寄りのプレート間 地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総沖 にかけての海溝寄り	Mt注2) 8.6～9.0	III注1)	III
	沈み込んだ プレート内の地震	青森県東方沖及び岩手県 沖北部～茨城県沖	M7.0～7.5程度	III注1)	—
	海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	II注1)	II

注1) 本評価で評価対象領域・地震を再編したため、場所と規模の範囲が異なり、厳密には第二版と対応しない  
注2) Mtは津波マグニチュード

# 30年以内の地震発生確率 2019年1月1日時点  
 IIIランク: 26%以上 IIランク: 3～26%未満 Iランク: 3%未満 Xランク: 不明

地震本部(2019)  
将来発生する地震の場所・規模・確率

### ■ 地震本部(2019)の検討

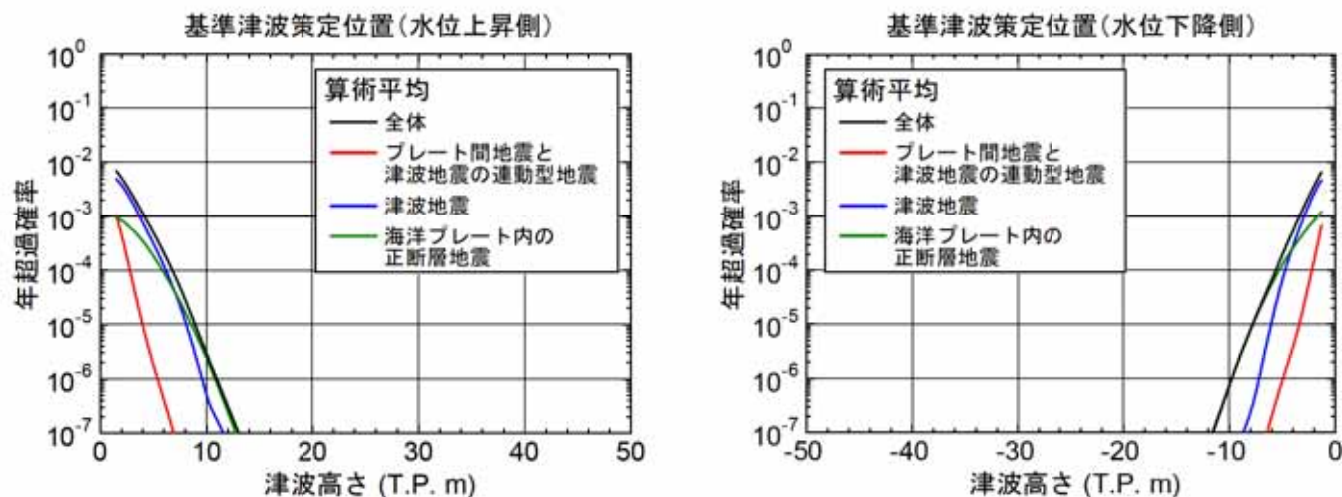
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)は、平均発生間隔が約550~600年とされている。また、津波地震(東北地方太平洋沖型地震を含むは、17世紀以降では、日本海溝沿いで4回発生したと評価されており、改訂前(第二版)から変更はされていない。

### ■ 敷地における津波評価

津波ハザード評価において、東北地方太平洋沖型地震の平均発生間隔を600年としている。また、津波地震(東北地方太平洋沖型地震を含む)は、地震本部と同様としている。津波地震単独の平均発生間隔について、プレート間地震と津波地震の連動型地震である東北地方太平洋沖型の地震のうち津波地震領域を含む地震の発生間隔を除いて発生間隔を設定している。

### ■ 確認結果

プレート間地震のうち、ハザード曲線における寄与度が大きい波源は津波地震である。東北地方太平洋沖型の平均発生間隔が短くなると、津波地震単独の発生間隔が長くなることから、現在のハザード曲線の方が保守的となるため、津波ハザード評価を見直す必要は無いと判断した。



津波ハザード評価結果(波源別ハザード曲線)

【論点No.25】

地震調査研究推進本部 活断層及び海溝型地震の長期評価(平成31年2月公表)を踏まえた評価について

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.255

P.2~7, 9~12

指摘事項等・県民意見に下線を記載  
対応する資料頁数等を  内に記載

地震が近くあると発表されていることに対する原発への不安(東海第二に限らず)

No.1060

P.2~7, 9~12

本年2月、政府地震調査委員会は、日本海溝沿い地震予測で茨城県沖はM7~7.5の地震発生確率は30年以内80%と発表しました。ほぼ同じく、日本原電は東海第二の再稼働を表明しましたが、「巨大地震が起きるのに原発を動かすの」地震は自然現象で仕方がないが、原発は危険であれば止められるものです。地震動が1,009ガルを超える危険があれば、廃炉に向かう以外にないはずです。以上

No.936

1 基準地震動について

今後、別資料(論点No.18)で説明

P.2~7, 9~12

最近断層とは無関係に大地震が日本各地で発生しています。また昨日も地震調査委員会は日本海溝沿いの海域で大地震が起こる可能性が高いとの予測を公表しました。1009ガルで大丈夫なのか改めて検証をお願いします。

No.1009

運転延長の許可がH31年11月7日に出されましたが、まさに駆け込みとしか思えません。福島を事故を教訓に強化した新規制基準といいながら、地震大国といわれる日本列島に設置される原発はもはやどの原発をとっても安全であるという保障はないと思います。30年以内の巨大な地震の発生確率が80~90%と予知されているこの東海村では原発の存在は抗えない目に見えない放射線の脅威をいつも抱いていることです。

P.2~7, 9~12

活断層が認められないからといって地盤が安全であるとは言い切れなんでしょう。  今後、別資料(論点No.18関係)で説明

\* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1051

※福島第一原子力発電所事故の未曾有の大惨事で、東日本、東京＝日本が幸いにも生きて動いていることは、神の助けとってます。こえを心得てないと、大変なことになります。発表された30年内の(活断層・プレートの)地震の事、もしかしたら明日か明日と思うだけでも不安な毎日です。

No.1192

茨城県が昨年12月に発表した「茨城県地震被害想定調査報告書」は、県内に大きな被害をもたらす恐れのある7種類の地震を想定し、最新の科学的知見を取り入れて見直したと言うものです。このうち「太平洋プレート(北部)地震」では、東海村は「震度6強」と予測されています。

論点No.1及び論点No.15参照

また、本年2月に政府の地震調査委員会が公表した予測では、「東北-関東地方の日本海溝沿いの海域で、今後30年間にマグニチュード(M)7～8の大地震が起きる可能性が高いとする予測を公表した。茨城県沖でもM7～7.5の地震が80%程度の確率で起きる可能性があるとしています。

P.2～7、9～12

設置変更許可が出された後に相次いで発表された2つの新しい知見をもとに、東海第二原発が大地震に耐えられるのか、日本原電に見直しを求め、茨城県としてもいろいろな立場の専門家の意見、県民の意見を広く求めるべきです。