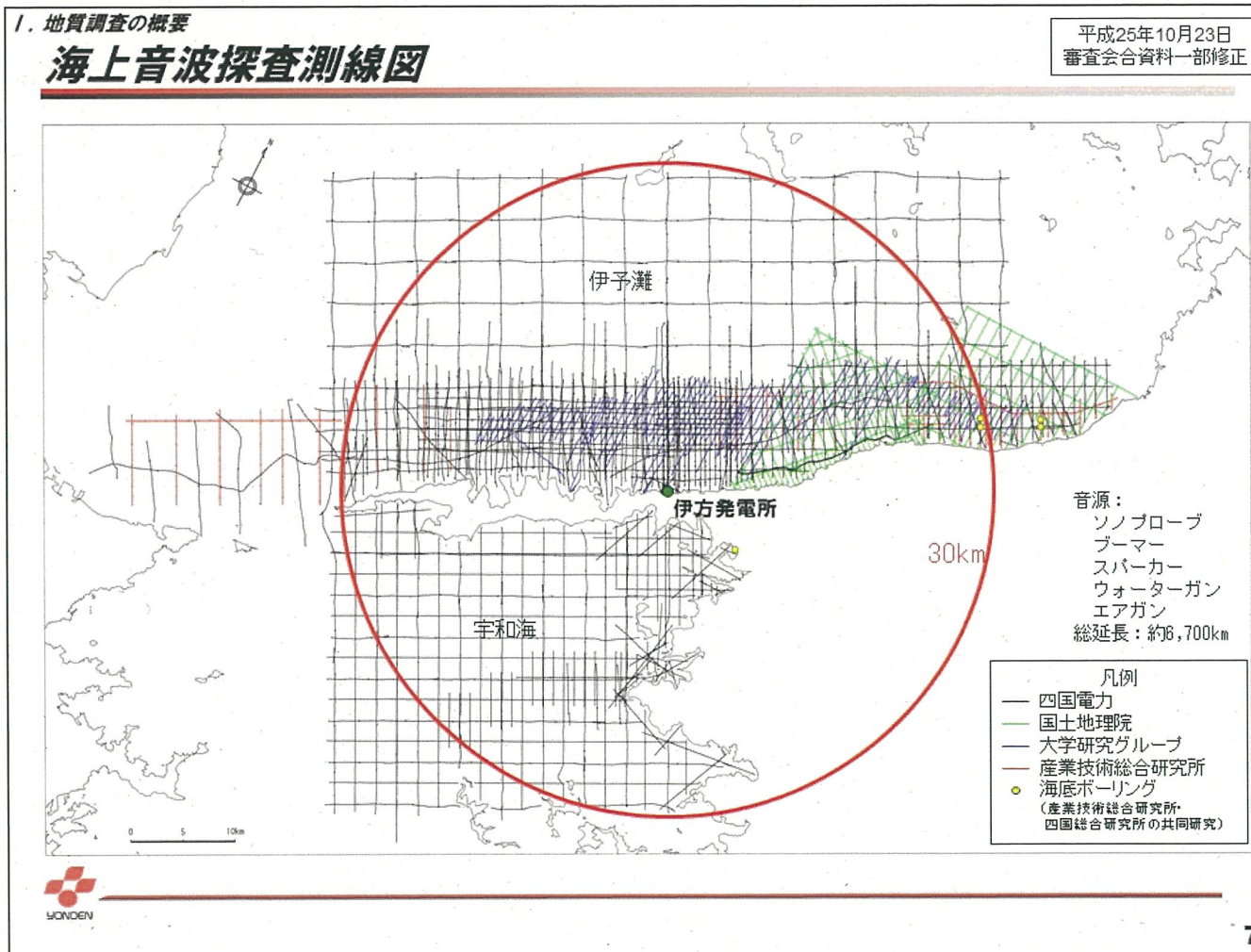


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<概要>(1/3)

- なお、第二版において、「佐田岬半島沿岸の中央構造線については現在までのところ探査がなされていないために活断層と認定されていない。今後の詳細な調査が求められる。」との記載がある。
- 実際には、平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで、佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線を横断する入念な調査(海底地形調査および海上音波探査)を実施している。



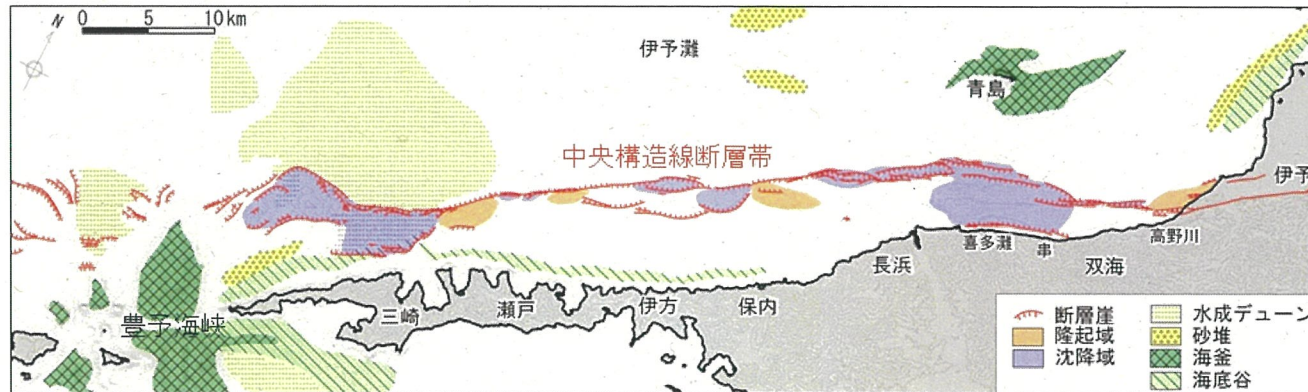
2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<概要>(2/3)

- 伊予灘には、中央構造線断層帯によって形成された変動地形と豊予海峡付近における強い潮流で形成された海底谷等が認められる。
- 海底地形調査および海上音波探査等に基づき、中央構造線断層帯より南側の敷地近傍には活断層が存在しないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

伊予灘における海底地形分類図

○伊予灘における海底地形は、豊予海峡付近における強い潮流で形成された起伏の著しい地形（海釜、海底谷、砂堆、水成デューン）と中央構造線断層帯によって形成された変動地形（地溝（沈降域）、バルジ（隆起域））で特徴づけられる。



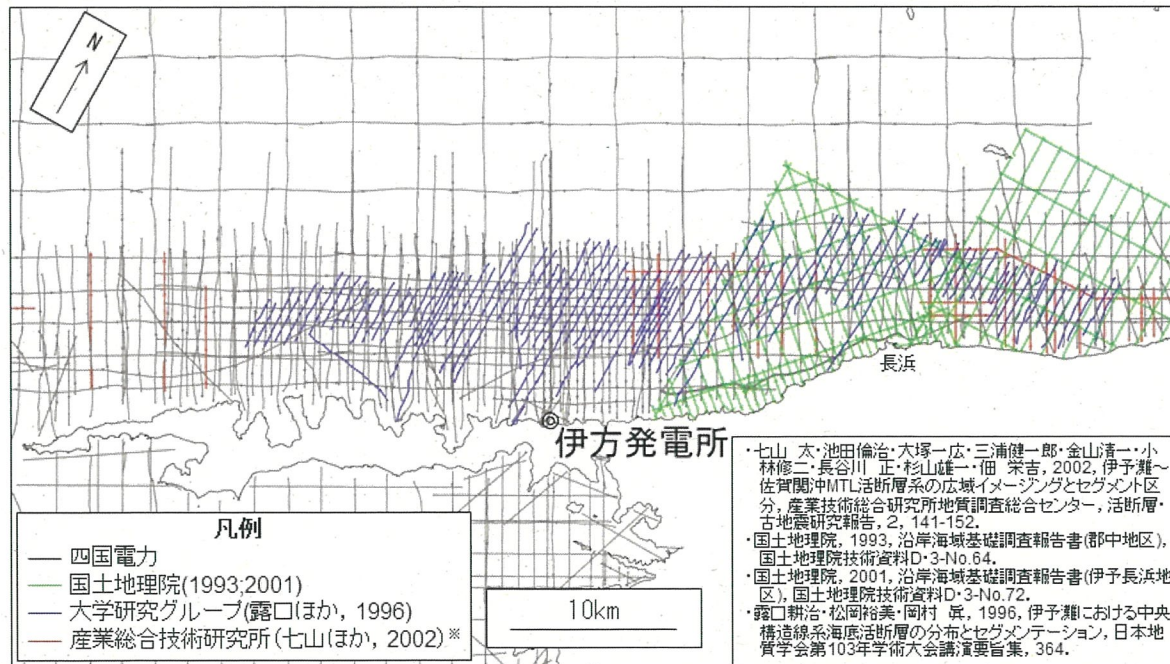
2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<概要>(3/3)

- 各種機関が実施した海上音波探査によると、いずれも沖合約8km付近に活断層(中央構造線断層帯)を示しているものの、佐田岬半島沿岸部には活断層は示されていない。
- なお、国土地理院(2001)によると、佐田岬半島沿岸部に沿って分布する海底谷について、潮流によって形成されたものと評価されている。

音波探査記録による検討①<各種機関の評価>

- 伊予灘では四国電力、国土地理院、大学研究グループ、産業技術総合研究所といった各種機関による海上音波探査が行われており、それらのデータを総合的に評価した七山ほか(2002)を含め、いずれも沖合に海底活断層を示しているものの、佐田岬半島沿岸部には活断層を示していない。
- 佐田岬半島に沿って分布する海底谷について、国土地理院(2001)による伊予長浜沖での調査では、「これらの海底谷は、潮流の影響で表層の堆積物が浸食されて形成されたものと考えられる。」と記されている。



*1七山ほか(2002)は四国電力, 国土地理院, 大学研究グループ, 産業技術総合研究所のデータを総合した評価を実施している。

2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海底地形調査>(1/3)

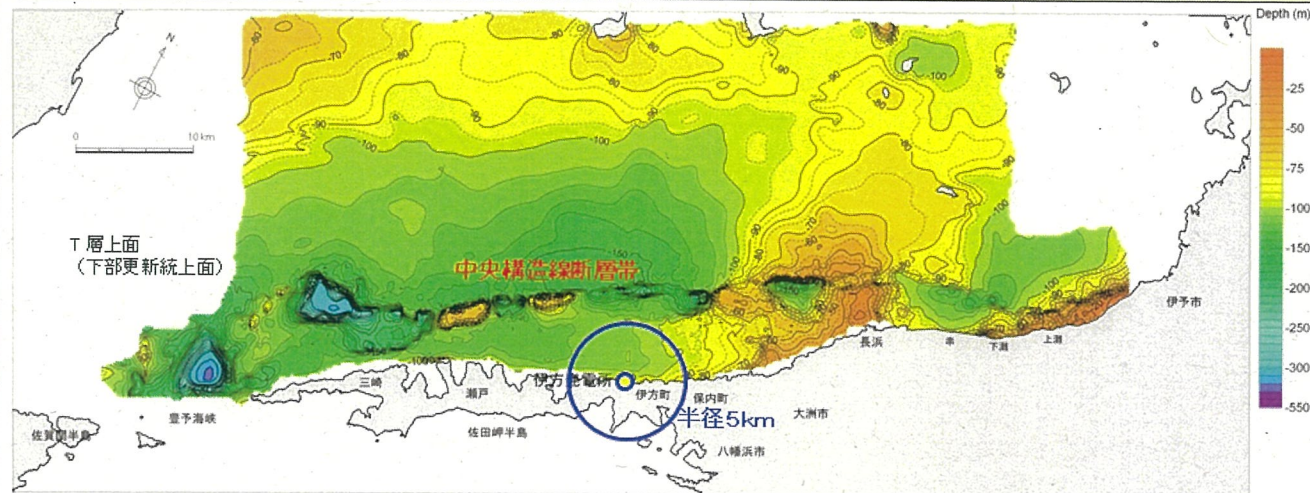
- 変動地形学的な調査から、伊予灘における下部更新統上面には、中央構造線断層帯の右横ずれに伴う変形構造が認められ、非常に直線的な配列を示すことから、少なくとも地下浅部における活断層はほぼ鉛直であること、および中央構造線断層帯より南側には活断層による累積的な変形は認められないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

II. 伊方発電所立地地点の地域性

伊予灘における中央構造線断層帯の右横ずれ性状

平成26年12月12日
審査会合資料再掲

- 伊予灘における下部更新統上面には、中央構造線断層帯に属する敷地前面海域の断層群の右横ずれに伴う変形構造(地溝とバルジの直線的な配列)が明瞭に認められ、成熟度の高い活断層であることを示す。
- 中央構造線断層帯より南側には活断層による累積的な変形は認められない。
- 歪み蓄積速度が相対的に大きく成熟度の高い活断層が発達しやすいにも関わらず、伊方発電所立地地点(半径5km)に活断層が分布しないことは、近接する中央構造線断層帯が成熟した活断層として挙動していることで説明できる。



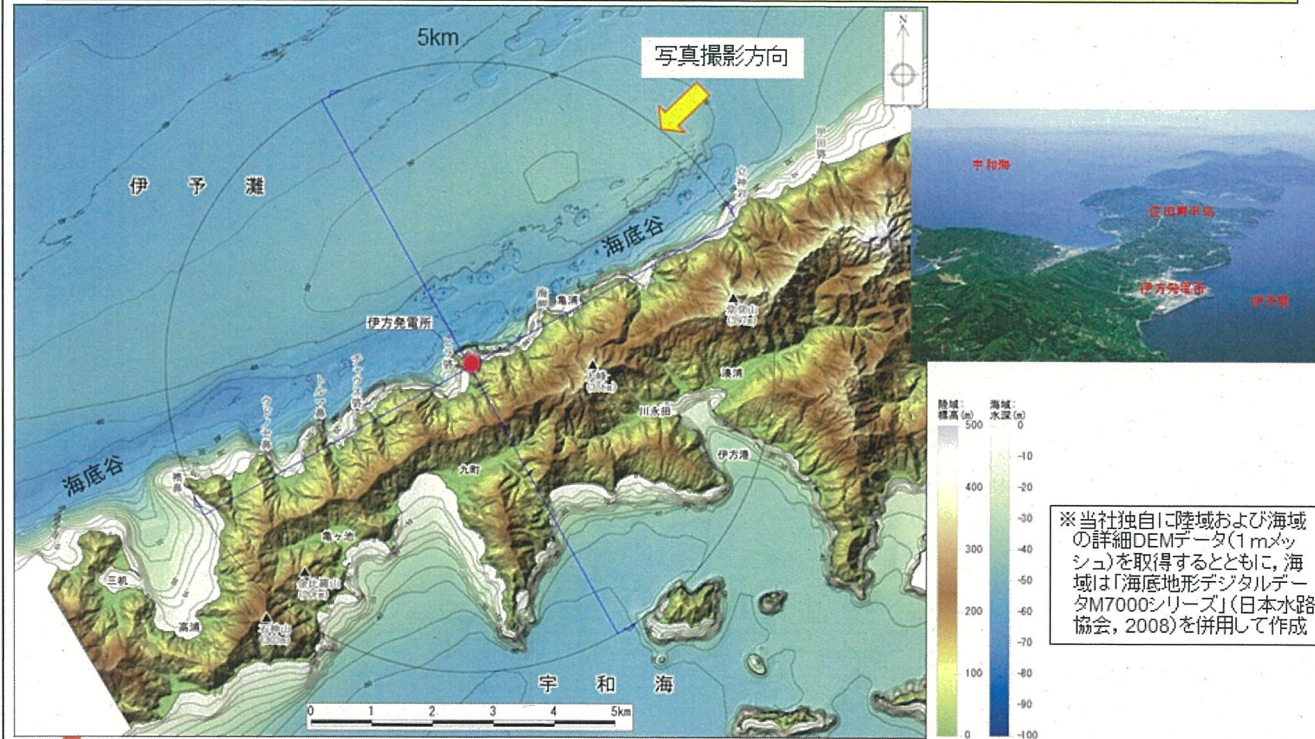
2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海底地形調査>(2/3)

- 佐田岬半島沿岸には豊予海峡から佐田岬半島に沿って延びる海底谷が認められる。
- また、佐田岬半島の海岸線は複雑に入り組んでおり、平成25年にはその湾内まで、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線を横断する海底地形調査および海上音波探査を実施している。

敷地近傍の海底地形

○伊方発電所の位置する佐田岬半島は、東北東-西南西方向に伸びる細長い半島であり、その海岸線は複雑に入り組んでいる。潮流の卓越する豊予海峡から佐田岬半島に沿って延びる海底谷が認められる。



5

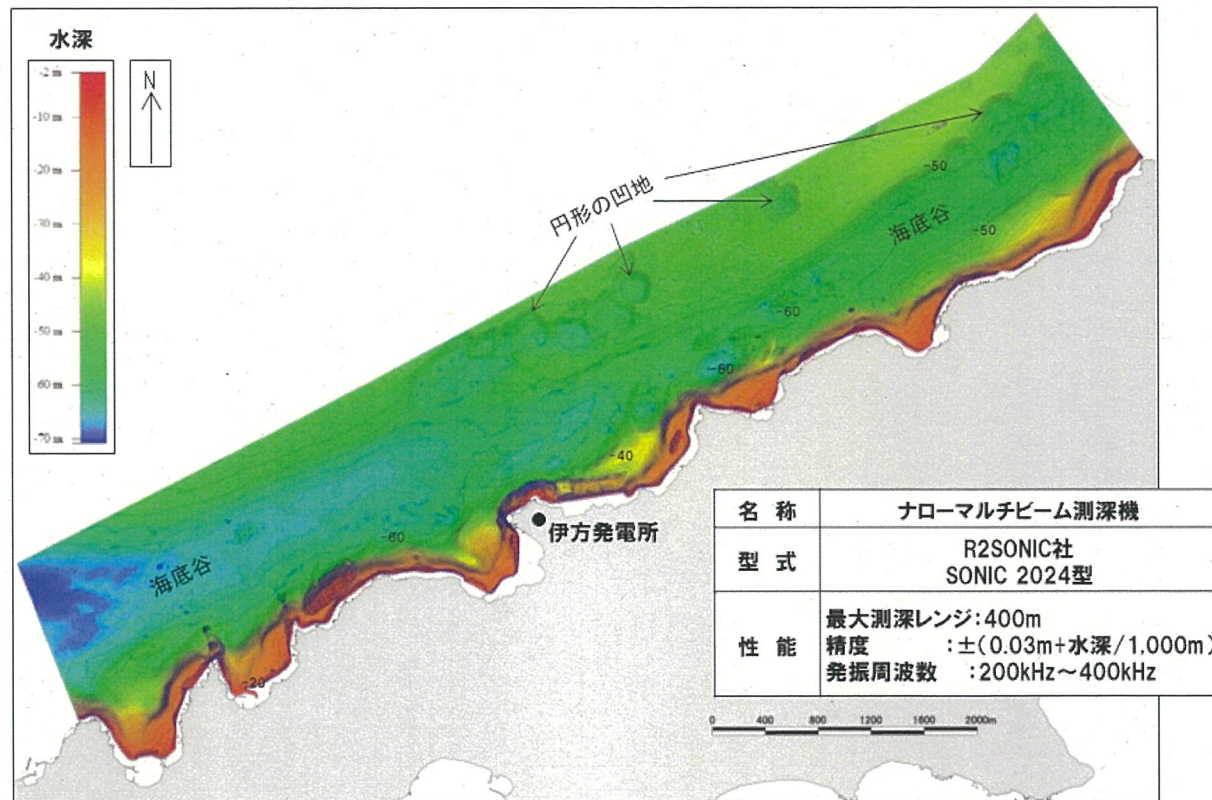
2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海底地形調査>(3/3)

○海底地形調査によって、佐田岬半島沿岸の海底谷の北縁には潮流によって形成されたと考えられる円形の凹地が配列することから、海底谷の成因は潮流によるものであることが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

敷地前面の海底地形

○佐田岬半島に沿って延びる海底谷の北縁には潮流に浸食されて形成されたと考えられる円形の凹地が配列しており、海底谷の成因は潮流による浸食と評価される。

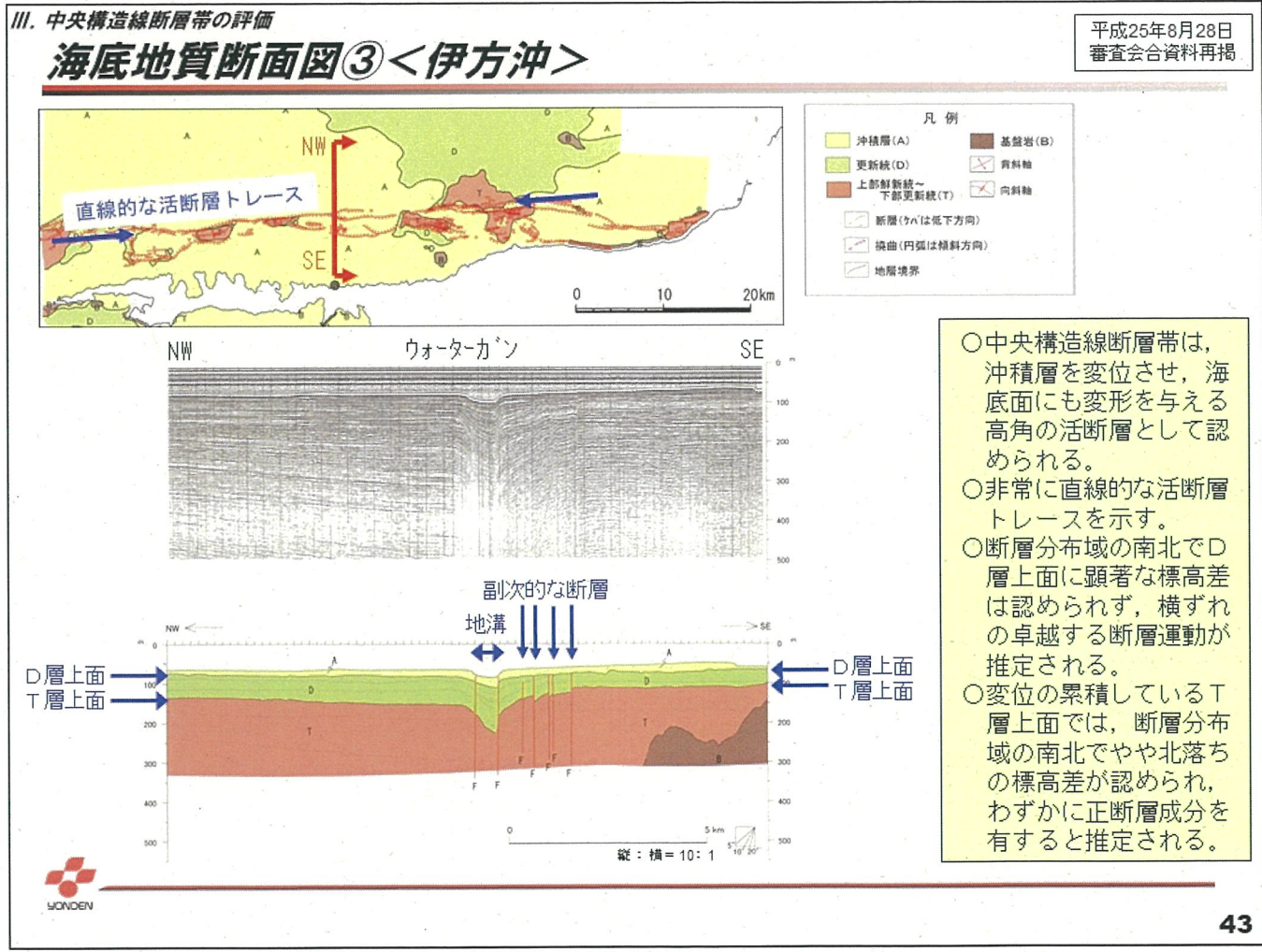


6

2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(1/8)

○海上音波探査によって、中央構造線断層帯は海底面にも変形を与える高角の活断層として認められること、および中央構造線断層帯より南側には後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから活断層が分布しないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。



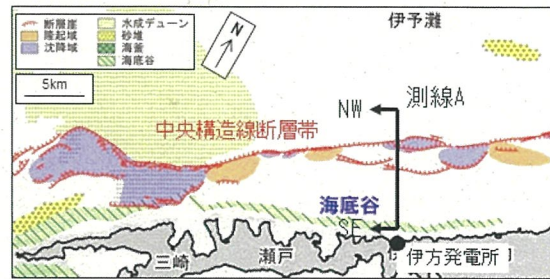
2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(2/8)

- 海上音波探査によって、中央構造線断層帯より南側には後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから活断層が分布しないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。
- なお、後述するとおり、平成25年には佐田岬半島沿岸の入り組んだ湾内まで海上音波探査*を実施し、海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

*探査にあたっては、後期更新世の活動性を判断する上で適した高解像度のブーマーによる探査に加え、さらに極浅部を対象としたチャープソナーによる探査を併用し、入念に探査を行っている。

音波探査記録による検討②<測線A(ブーマー)>



凡例

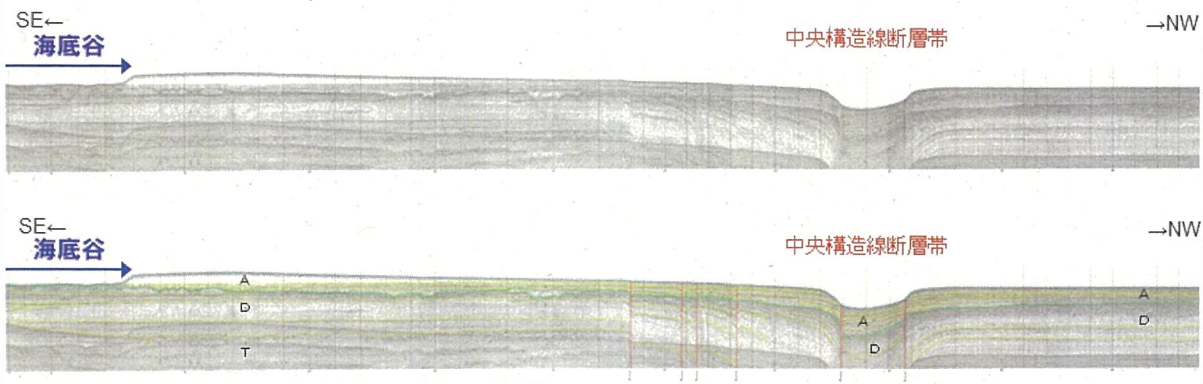
— A層(沖積層)
— D層(更新統)
— T層(上部鮮新統~下部更新統)
— B層(音響基盤層)

※地層境界線は各地層の上面を示す

○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

約500m

V. E. ≒ 10

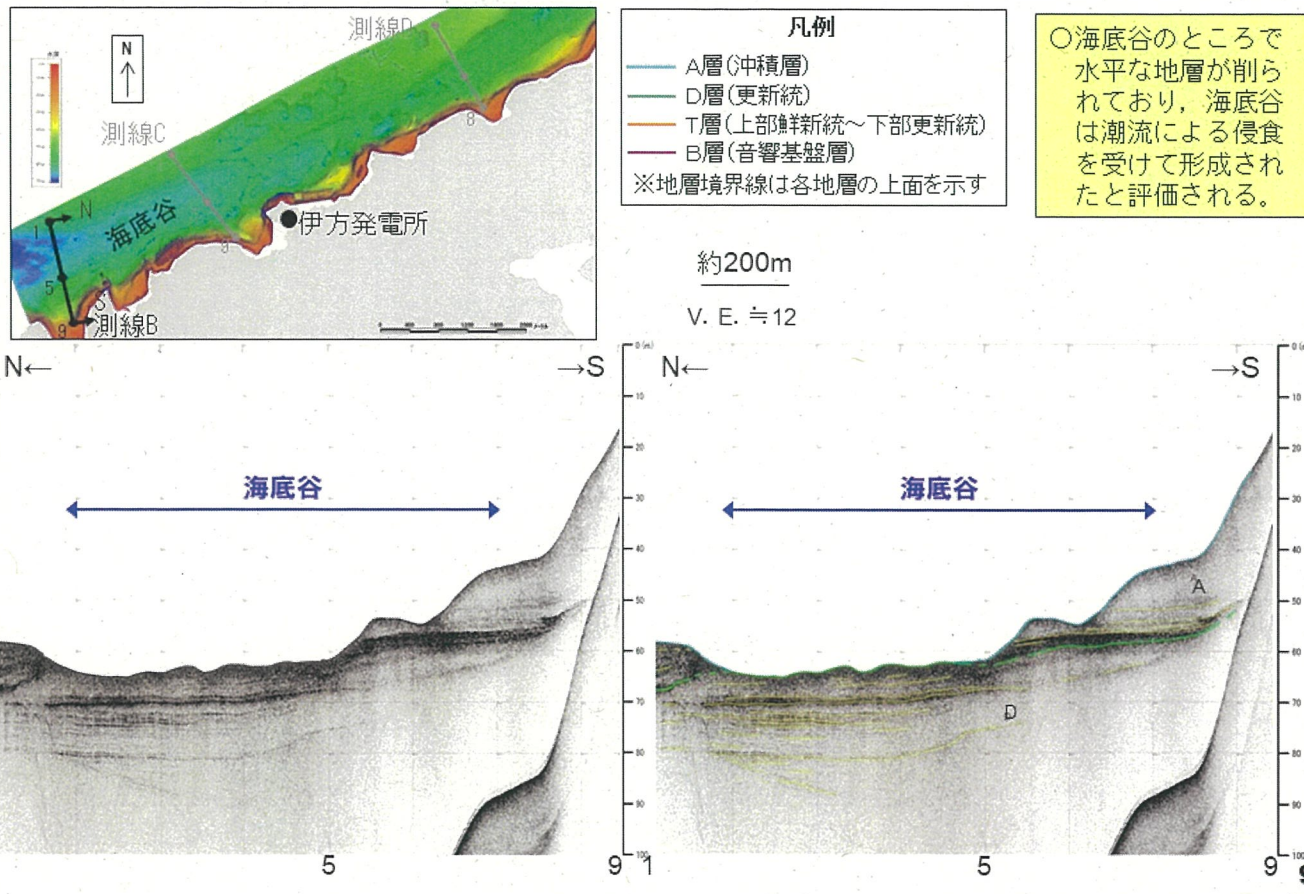


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(3/8)

○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

音波探査記録による検討③<測線B(チャープソナー)>

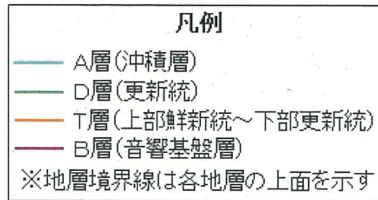
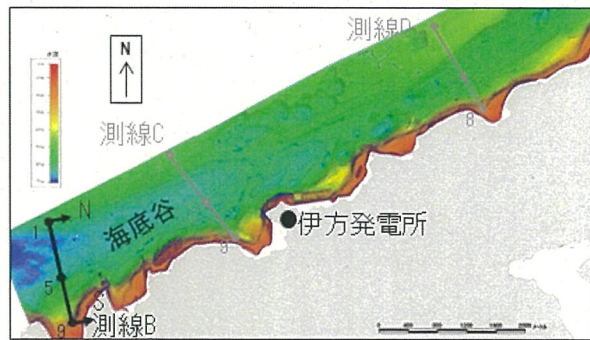


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(4/8)

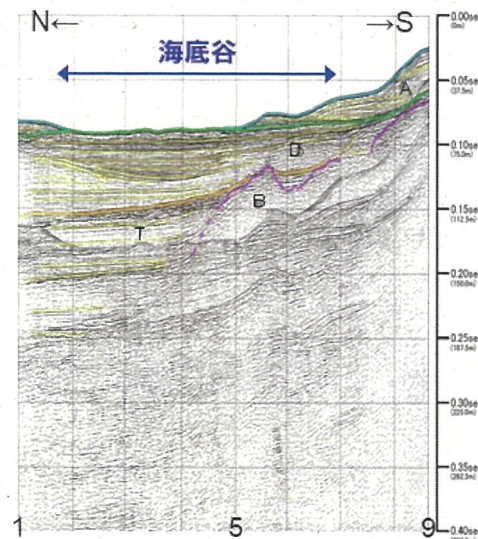
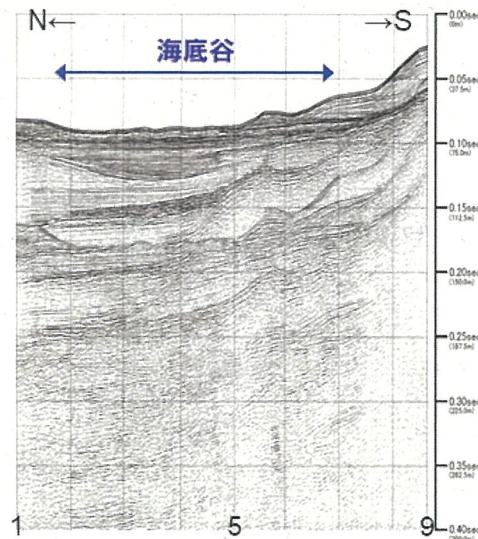
○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

音波探査記録による検討④<測線B(ブーマー)>



○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

約200m 約200m
V. E. ≒6

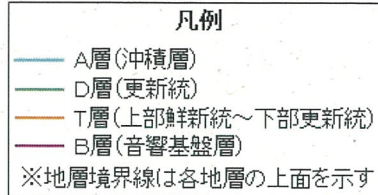
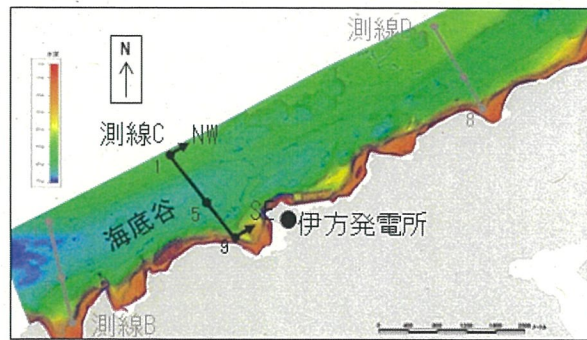


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

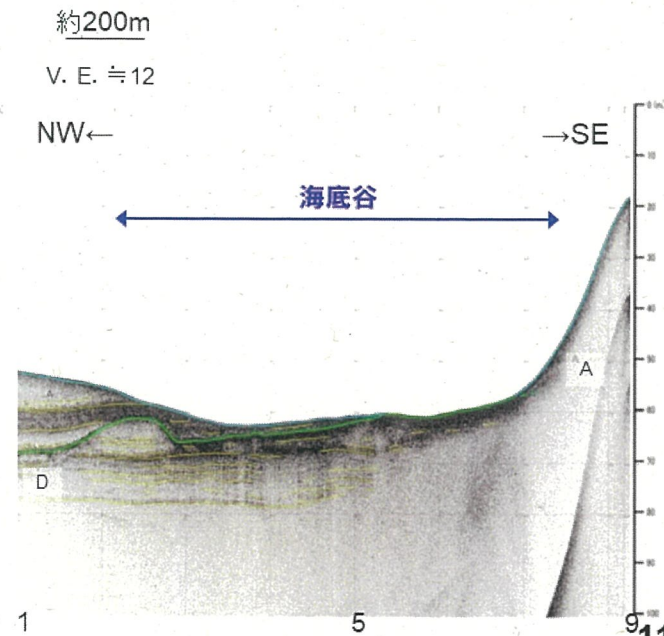
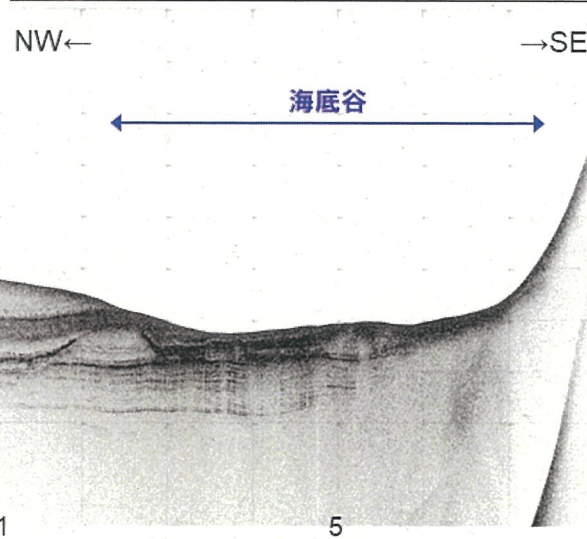
佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(5/8)

○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

音波探査記録による検討⑤<測線C(チャープソナー)>



○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

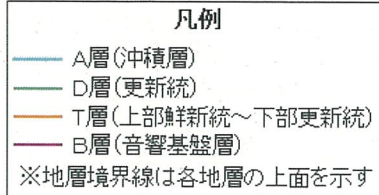
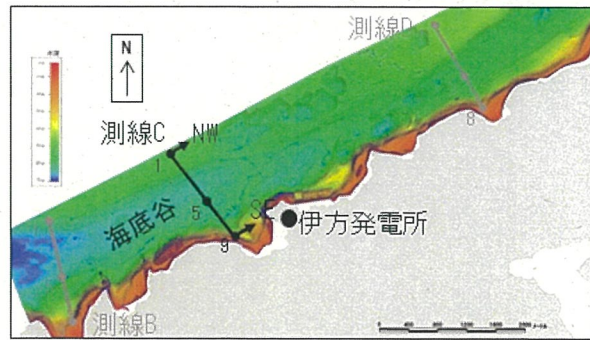


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(6/8)

○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

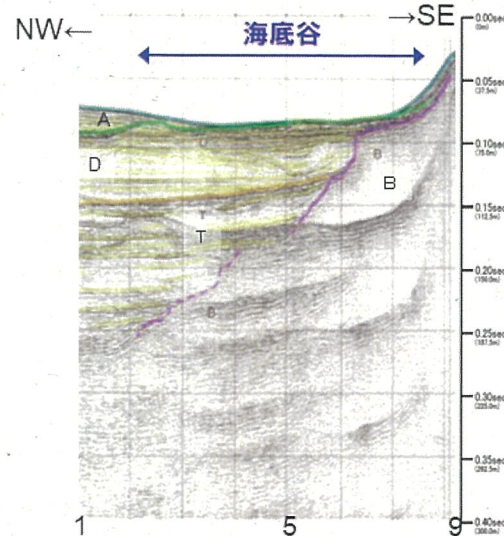
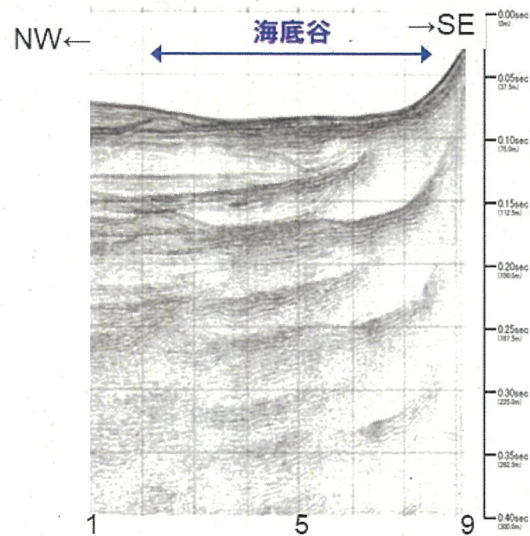
音波探査記録による検討⑥<測線C(ブーマー)>



○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

約200m

V. E. ≒6

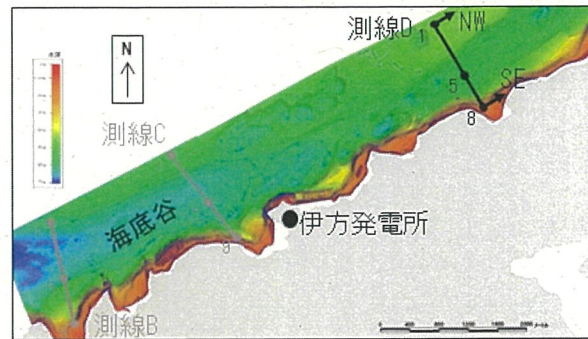


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(7/8)

○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

音波探査記録による検討⑦<測線D(チャープソナー)>

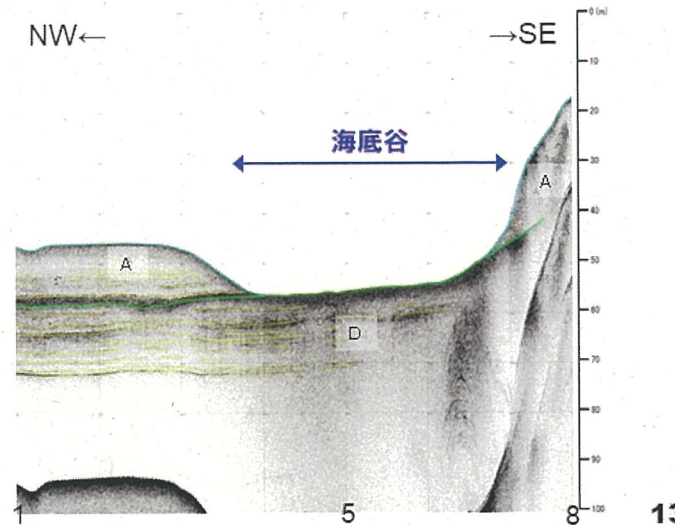
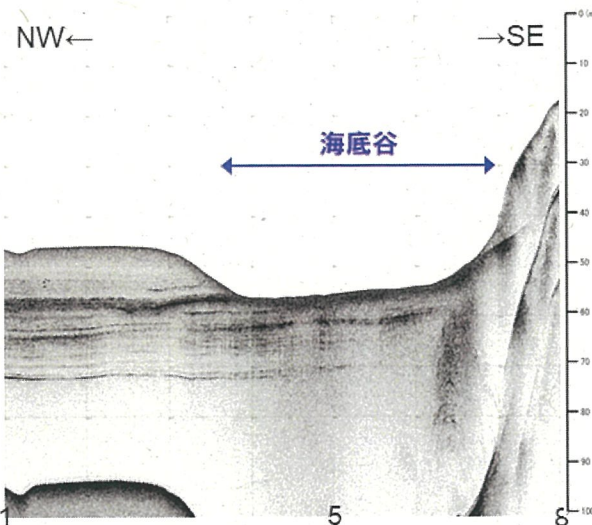


- 凡例
- A層(沖積層)
 - D層(更新統)
 - T層(上部鮮新統~下部更新統)
 - B層(音響基盤層)
- ※地層境界線は各地層の上面を示す

○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

約200m

V. E. ≒ 12

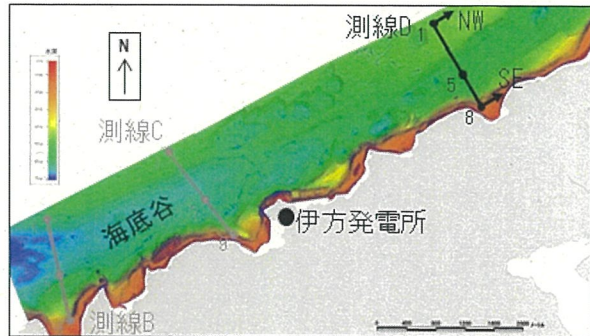


2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について

佐田岬半島沿岸の地質境界としての中央構造線について<海上音波探査>(8/8)

○平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで海上音波探査を実施し、後期更新世よりも古い地層を含む沿岸部の地層に変位が認められないことから、佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。

音波探査記録による検討⑧<測線D(ブーマー)>

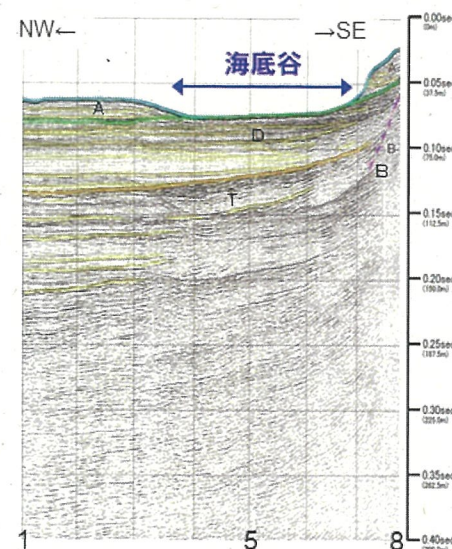
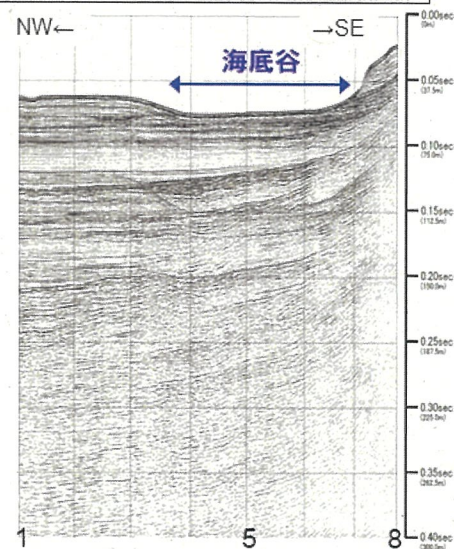


- 凡例
- A層(中積層)
 - D層(更新統)
 - T層(上部鮮新統~下部更新統)
 - B層(音響基盤層)
- ※地層境界線は各地層の上面を示す

○海底谷のところで水平な地層が削られており、海底谷は潮流による侵食を受けて形成されたと評価される。

約200m

V. E. ≒6



14

○以上を踏まえると、長期評価改訂による伊方発電所の地震動評価への影響については

■「断層全長の変更」および「断層の活動区分の変更」については、断層全長は第二版の断層長さ(約444km)よりも長い断層(約480km)を、敷地前面海域の断層群は長期評価(約88km)よりも長い断層(約130km)・短い断層(約54km)の両方を想定するとともに、既往評価から、断層長さが変わっても地震動レベルは変わらないことを確認できていることから、**地震動評価への影響はない。**

■「断層傾斜角」については、

- ・長期評価改訂は、高角と中角の両論を併記したものであって高角を否定するものではなく、文部科学省・京都大学(2017)による調査結果から、当社が実施したアトリビュート解析結果と同様に、**北傾斜する地質境界断層が高角度の活断層によって変位を受けている可能性が示唆されている。**
- ・第二版において中央構造線断層帯の震源断層は北傾斜の可能性が高いと判断した理由の1つとして、「断層の強度や摩擦係数等が他の断層より小さい」ことを挙げていることを踏まえると、北傾斜する断層が横ずれ運動を起こすためには断層の応力降下量は相対的に小さくなると想定されることから、敷地との位置関係も踏まえれば、**断層傾斜角は鉛直を基本と想定する方が保守的と考えられる。**
- ・当社の地震動評価では、敷地前面海域の詳細な調査結果等に基づき、震源断層をほぼ鉛直と評価している。しかしながら、地質調査結果等により地質境界断層の傾斜角が北傾斜30°から40°とする知見も得られたことから、震源断層は鉛直を基本ケースとしたうえで、不確かさケースとして北傾斜を考慮している。そして、地震動評価モデルの設定においては、**北傾斜ケースの傾斜角は地震規模(断層面積)が保守的な設定となるよう30°を設定している。**なお、傾斜角の不確かさが地震動評価に与える影響があまり大きくないことは既許可評価において確認している。

ことから、鉛直を基本ケースとし、北傾斜ケースを不確かさケースとする当社評価に問題はなく、**地震動評価への影響はない。**

○なお、第二版において、「佐田岬半島沿岸の中央構造線については現在までのところ探査がなされていないために活断層と認定されていない。今後の詳細な調査が求められる。」との記載があるものの、実際には、平成25年に佐田岬半島の入り組んだ湾内まで入念な調査(海底地形調査および海上音波探査)を実施し、**佐田岬半島沿岸の海底谷および地質境界としての中央構造線が活断層でないことが既許可(平成27年7月許可)で確認されている。**

○以上より、中央構造線断層帯の長期評価の改訂は平成27年7月許可時の地震動評価に包含されており、伊方発電所の地震動評価への影響はない。

しかしながら、第二版では敷地前面海域の断層に関して長さ約88km、断層傾斜角40°という設定がなされていることを踏まえ、原子力発電所の安全性向上の観点から、第二版の設定を踏まえたケースによる地震動評価を行い、基準地震動への影響を確認する。

-
1. 伊方発電所の地震動評価について
 2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について
 3. **長期評価改訂を踏まえた地震動評価について**
 4. まとめ

- 長期評価（第二版）において、敷地前面の伊予灘区間が第一版の断層長さ約130kmから約88kmへ変更されたこと、断層傾斜角として北傾斜40° が設定されていることを踏まえ、下記のような解析ケースを設定する。
- 地震動評価方針は既往評価と同様、応答スペクトルに基づく地震動評価および断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、基準地震動評価への影響を確認する。

■断層長さ

断層長さを変えても地震動は変わらないことを確認しているものの、長期評価（第二版）の設定を踏まえ、敷地前面海域の断層群（54km）と伊予セグメント（33km）を連動させた87kmを設定する。

■断層傾斜角（北傾斜）

当社の北傾斜ケースについては、地質境界断層の傾斜角が30° から40° という知見を踏まえた上で、地震動評価モデルの設定においては、地震規模（断層面積）が保守的な設定となるよう傾斜角30° を採用しており、評価に問題はないと考えられるものの、地震動評価に及ぼす影響を確認するため、北傾斜40° ケースを設定する。

■地震動評価方針

<応答スペクトルに基づく地震動評価>

既往評価と同様、耐専スペクトル（Noda et al.(2001)）を基本に採用し、耐専スペクトルの適用性を検証したうえ、適用不可の場合はその他距離減衰式を用いた評価を行う。

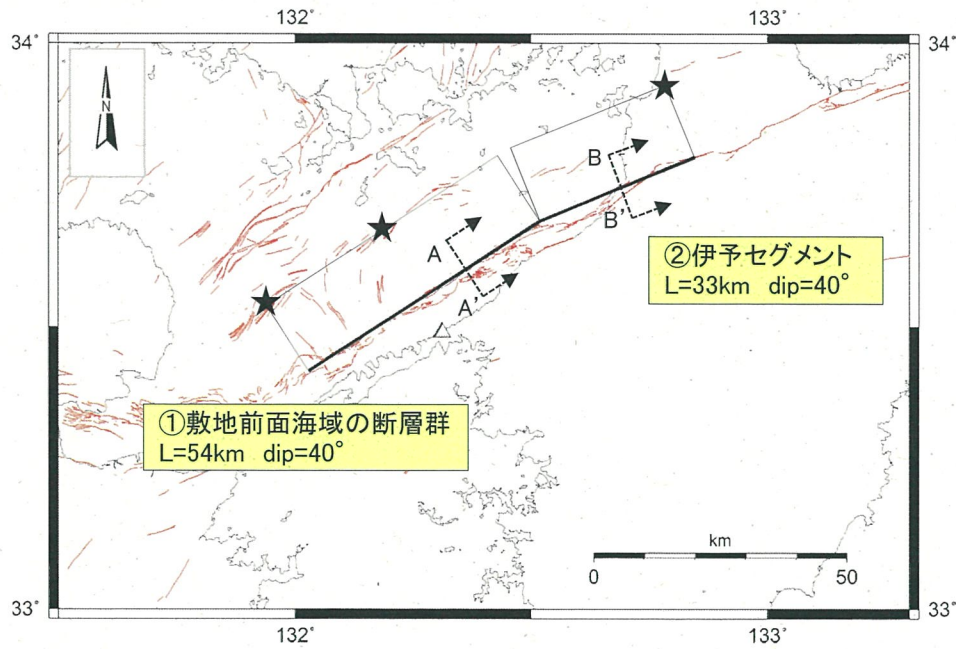
<断層モデルを用いた手法による地震動評価>

既往評価と同様、壇ほか（2011）によるスケーリング則を基本に採用し、Fujii and Matsu'ura(2000)を用いた検討も実施する。経験的グリーン関数法で地震動評価を行い、要素地震は既往評価と同様の地震波を用いる。

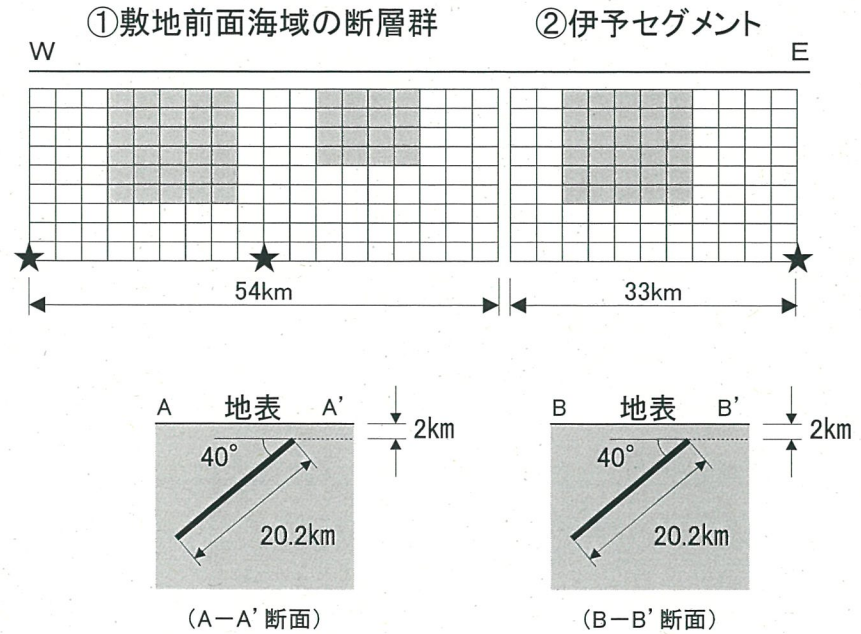
壇・他(2011)のスケーリング則による断層モデル図

平成30年12月21日
審査会合資料再掲

- 【断層諸元】**
- ・断層長さ : 87km
 - ・断層傾斜角 : 北傾斜40°
 - ・アスペリティ位置 : 上端
 - ・破壊開始点 : 断層西下端, 中央下端, 東下端



★ : 破壊開始点



3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について

壇・他(2011)のスケーリング則による断層パラメータ

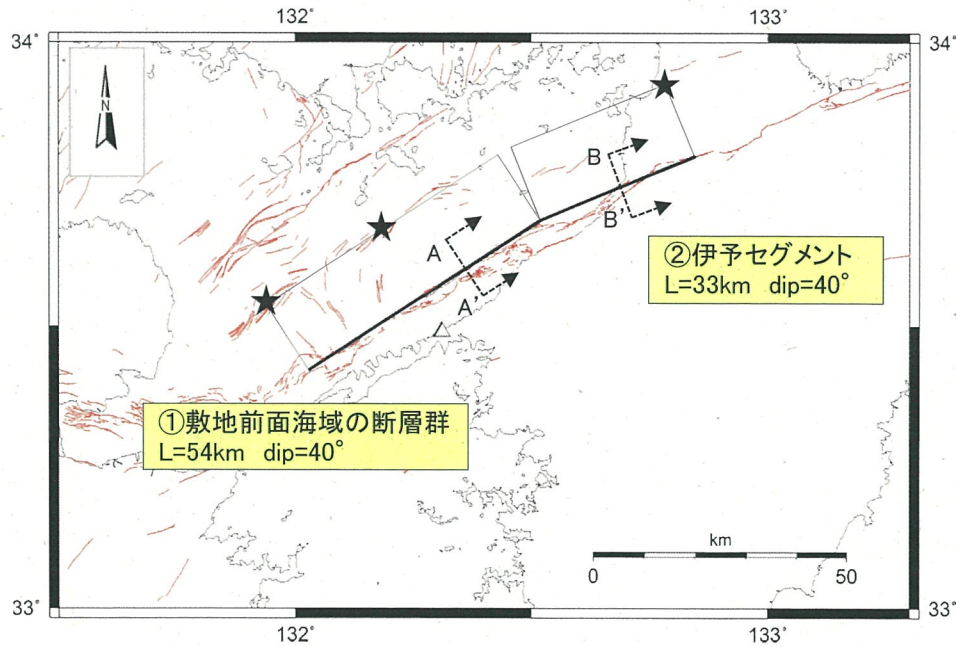
平成30年12月21日
審査会合資料再掲

断層パラメータ		記号	単位	設定方法	全体	敷地前面海域の断層群	伊予
断層位置	西端	-	北緯		-	33° 25' 20"	33° 41' 12"
		-	東経		-	132° 1' 42"	132° 31' 2"
走向		θ	[度]		-	N57E	N67.5E
傾斜角		δ	[度]		-	40	40
ずれの種類		-	-		-	右横ずれ	右横ずれ
断層上端深さ		H_U	[km]		-	2	2
断層長さ		L	[km]		87.0	54.0	33.0
断層幅		W	[km]	$W=H/L$	20.2	20.2	20.2
断層面積		S	[km ²]	$S=\Sigma(L \times W)$	1757.4	1090.8	666.6
剛性率		μ	[N/m ²]	$\mu=\rho\beta^2$	-	3.31E+10	3.31E+10
S波速度		β	[km/s]		-	3.5	3.5
密度		ρ	[g/cm ³]		-	2.7	2.7
破壊伝播速度		V_r	[km/s]	$V_r=0.72\beta$ (Geller et al., 1976)	-	2.5	2.5
地震モーメント		M_0	[N・m]	壇他(2011)	2.29E+20	1.42E+20	8.69E+19
モーメントマグニチュード		M_w	-	Kanamori(1997)	7.5	7.4	7.2
気象庁マグニチュード		M_J	-	武村(1998)	8.0	-	-
平均すべり量		D	[cm]	$D=M_0/(\mu S)$	-	394	394
平均動的応力降下量		$\Delta\sigma$	[MPa]	壇他(2011)	3.4	3.4	3.4
短周期レベル		A'	[N・m/s ²]	$A'=(A_a^2+A_b^2)^{0.5}$	2.46E+19	1.94E+19	1.52E+19
全アスペリティ	地震モーメント	M_{0a}	[N・m]	$M_{0a}=\mu D_a S_a$	1.28E+20	7.92E+19	4.84E+19
	面積	S_a	[km ²]	$S_a=S \cdot \Delta\sigma/\Delta\sigma_a=0.279 \cdot S$ (壇他, 2011)	489.8	304.0	185.8
	平均すべり量	D_a	[cm]	$D_a=\gamma_D \cdot D$, $\gamma_D=2.0$	-	788	788
	動的応力降下量	$\Delta\sigma_a$	[MPa]	壇他(2011)	12.2	12.2	12.2
短周期レベル		A_a	[N・m/s ²]	$A_a=4\pi\beta^2\sigma_a(S_a/\pi)^{0.5}$	2.34E+19	1.85E+19	1.44E+19
第1アスペリティ	地震モーメント	M_{0a1}	[N・m]	$M_{0a1}=\mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	-	6.44E+19	4.84E+19
	面積	S_{a1}	[km ²]		-	221.1	185.8
	平均すべり量	D_{a1}	[cm]	$D_{a1}=(\gamma_1/\Sigma\gamma_i^3) \cdot D_a$, $\gamma_i=r_i/r$	-	881	788
	実効応力	σ_{a1}	[MPa]	$\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	-	12.2	12.2
短周期レベル		A_{a1}	[N・m/s ²]	$A_{a1}=4\pi\beta^2\sigma_{a1}(S_{a1}/\pi)^{0.5}$	-	1.58E+19	1.44E+19
第2アスペリティ	地震モーメント	M_{0a2}	[N・m]	$M_{0a2}=\mu \cdot D_{a2} \cdot S_{a2}$	-	1.48E+19	
	面積	S_{a2}	[km ²]		-	82.9	
	平均すべり量	D_{a2}	[cm]	$D_{a2}=(\gamma_2/\Sigma\gamma_i^3) \cdot D_a$, $\gamma_i=r_i/r$	-	540	
	実効応力	σ_{a2}	[MPa]	$\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	-	12.2	
短周期レベル		A_{a2}	[N・m/s ²]	$A_{a2}=4\pi\beta^2\sigma_{a2}(S_{a2}/\pi)^{0.5}$	-	9.65E+18	
背景領域	地震モーメント	M_{0b}	[N・m]	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	-	6.29E+19	3.85E+19
	面積	S_b	[km ²]	$S_b=S-S_a$	-	786.8	480.8
	平均すべり量	D_b	[cm]	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	-	242	242
	実効応力	σ_b	[MPa]	$\sigma_b=0.2 \cdot \sigma_a$	-	2.4	2.4
短周期レベル		A_b	[N・m/s ²]	$A_b=4\pi\beta^2\sigma_b(S_b/\pi)^{0.5}$	-	5.94E+18	4.65E+18

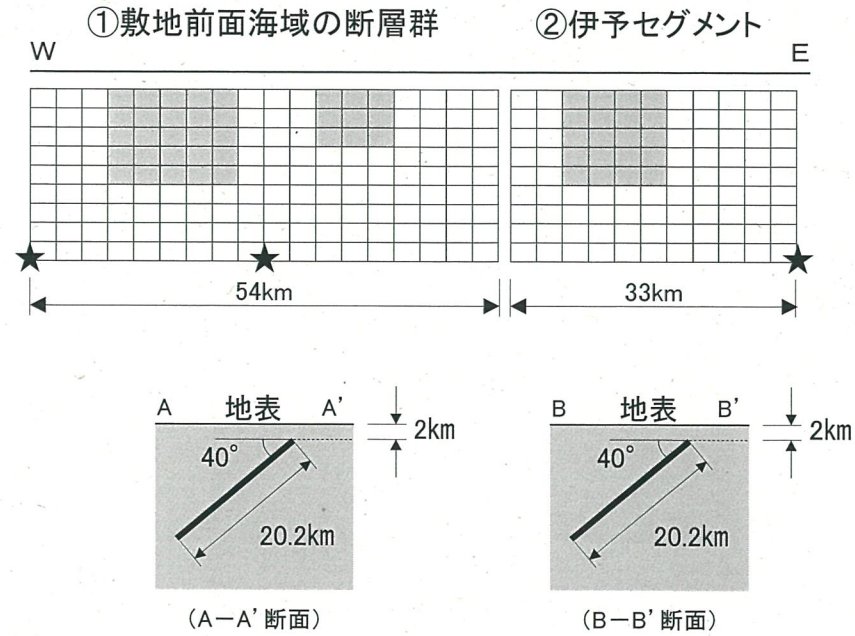
Fujii and Matsu'ura(2000)のスケーリング則による断層モデル図

平成30年12月21日
審査会合資料再掲

- 【断層諸元】**
- ・断層長さ : 87km
 - ・断層傾斜角 : 北傾斜40°
 - ・アスペリティ位置 : 上端
 - ・破壊開始点 : 断層西下端, 中央下端, 東下端



★ : 破壊開始点



3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について

Fujii and Matsu'ura(2000)のスケーリング則による断層パラメータ

平成30年12月21日
審査会合資料再掲

断層パラメータ		記号	単位	設定方法	全体	敷地前面海域の断層群	伊予
断層位置	西端	—	北緯		—	33° 25' 20"	33° 41' 12"
		—	東経		—	132° 1' 42"	132° 31' 2"
走向	θ	[度]			—	N57E	N67.5E
傾斜角	δ	[度]			—	40	40
ずれの種類	—	—			—	右横ずれ	右横ずれ
断層上端深さ	H_U	[km]			—	2	2
断層長さ	L	[km]			87.0	54.0	33.0
断層幅	W	[km]	$W=H/L$		20.2	20.2	20.2
断層面積	S	[km ²]	$S=\Sigma(L \times W)$		1757.4	1090.8	666.6
剛性率	μ	[N/m ²]	$\mu=\rho\beta^2$		—	3.31E+10	3.31E+10
S波速度	β	[km/s]			—	3.5	3.5
密度	ρ	[g/cm ³]			—	2.7	2.7
破壊伝播速度	V_r	[km/s]		$V_r=0.72\beta$ (Geller et al., 1976)	—	2.5	2.5
地震モーメント	M_0	[N・m]		Fujii & Matsu'ura(2000)	2.14E+20	1.33E+20	8.11E+19
モーメントマグニチュード	M_w	—		Kanamori(1997)	7.5	7.3	7.2
気象庁マグニチュード	M_J	—		武村(1998)	8.0	—	—
平均すべり量	D	[cm]		$D=M_0/(\mu S)$	—	368	368
平均応力降下量	$\Delta\sigma$	[MPa]		$\Delta\sigma=3.1\text{MPa}$ (Fujii & Matsu'ura,2000)	3.1	3.1	3.1
短周期レベル	A'	[N・m/s ²]		$A'=(A_a^2+A_b^2)^{0.5}$	2.61E+19	2.05E+19	1.60E+19
全アスペリティ	地震モーメント	M_{0a}	[N・m]	$M_{0a}=\mu D_a S_a$	9.19E+19	5.70E+19	3.49E+19
	面積	S_a	[km ²]	$S_a=0.215 \cdot S$ (設定値 $S_a/S=21.5\%$)	377.8	234.5	143.3
	平均すべり量	D_a	[cm]	$D_a=\gamma_D \cdot D$, $\gamma_D=2.0$	—	735	735
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$	[MPa]	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma/0.215$	14.4	14.4	14.4
	短周期レベル	A_a	[N・m/s ²]	$A_a=4\pi\beta^2\sigma_a(S_a/\pi)^{0.5}$	2.43E+19	1.92E+19	1.50E+19
第1アスペリティ	地震モーメント	M_{0a1}	[N・m]	$M_{0a1}=\mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	—	4.64E+19	3.49E+19
	面積	S_{a1}	[km ²]		—	170.6	143.3
	平均すべり量	D_{a1}	[cm]	$D_{a1}=(\gamma_1/\Sigma\gamma_i^3) \cdot D_a$, $\gamma_i=r_i/r$	—	822	735
	実効応力	σ_{a1}	[MPa]	$\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	—	14.4	14.4
	短周期レベル	A_{a1}	[N・m/s ²]	$A_{a1}=4\pi\beta^2\sigma_{a1}(S_{a1}/\pi)^{0.5}$	—	1.64E+19	1.50E+19
第2アスペリティ	地震モーメント	M_{0a2}	[N・m]	$M_{0a2}=\mu \cdot D_{a2} \cdot S_{a2}$	—	1.07E+19	
	面積	S_{a2}	[km ²]		—	64.0	
	平均すべり量	D_{a2}	[cm]	$D_{a2}=(\gamma_2/\Sigma\gamma_i^3) \cdot D_a$, $\gamma_i=r_i/r$	—	503	
	実効応力	σ_{a2}	[MPa]	$\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	—	14.4	
	短周期レベル	A_{a2}	[N・m/s ²]	$A_{a2}=4\pi\beta^2\sigma_{a2}(S_{a2}/\pi)^{0.5}$	—	1.00E+19	
背景領域	地震モーメント	M_{0b}	[N・m]	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	—	7.56E+19	4.62E+19
	面積	S_b	[km ²]	$S_b=S-S_a$	—	856.3	523.3
	平均すべり量	D_b	[cm]	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	—	267	267
	実効応力	σ_b	[MPa]	$\sigma_b=0.2 \cdot \sigma_a$	—	2.9	2.9
	短周期レベル	A_b	[N・m/s ²]	$A_b=4\pi\beta^2\sigma_b(S_b/\pi)^{0.5}$	—	7.33E+18	5.73E+18

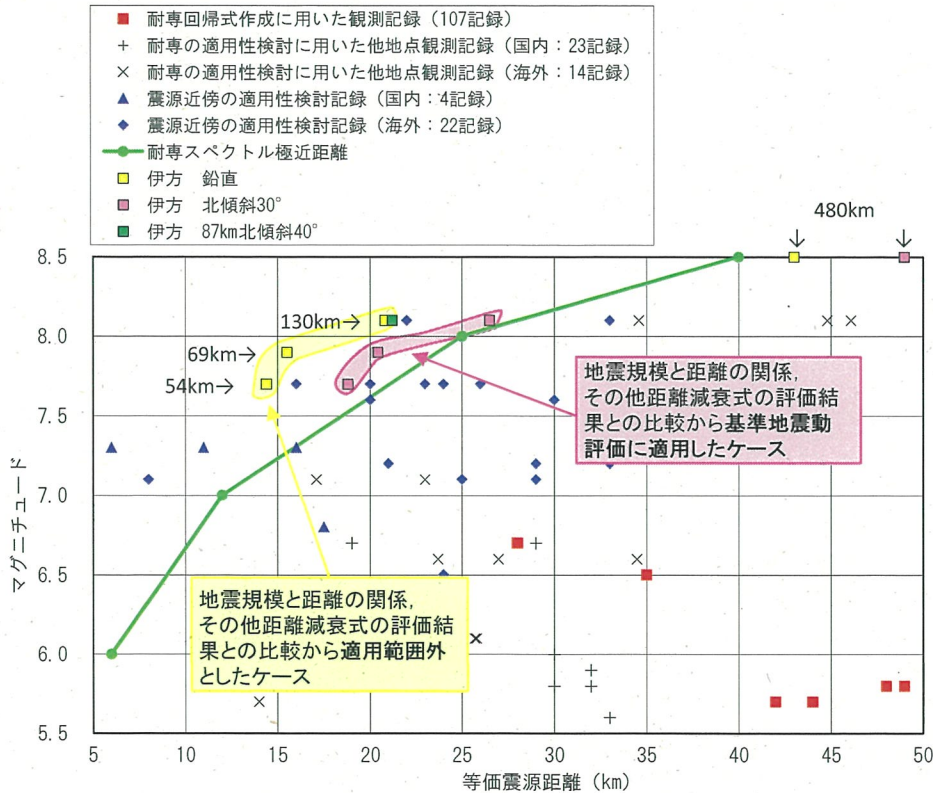
3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について
主要なパラメータの比較

平成30年12月21日
 審査会合資料再掲

項目	記号	単位	87km 北傾斜40° モデル		
			壇の手法	F&Mの手法	
断層全体	断層長さ	L	km	87	87
	断層幅	W	km	20.2	20.2
	断層面積	S	km ²	1757.4	1757.4
	地震モーメント	Mo	N・m	2.29E+20	2.14E+20
	モーメントマグニチュード	Mw	—	7.5	7.5
	平均すべり量	D	m	3.94	3.68
	平均応力低下量	$\Delta\sigma$	MPa	3.4	3.1
	短周期レベル	A	N・m/s ²	2.46E+19	2.61E+19
	アスペリティの面積比	Sa/S	%	27.9	21.5
敷地前面海域の断層群の 全アスペリティ	地震モーメント	Mo	N・m	7.92E+19	5.70E+19
	応力低下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	12.2	14.4
	短周期レベル	A	N・m/s ²	1.85E+19	1.92E+19

- 既許可と同様に耐専スペクトルの適用性を検証した結果、耐専スペクトルの検証データが無い範囲であり、内陸補正をしてもその他距離減衰式と大きく乖離する。
- このため、耐専スペクトルの適用は不適であり、その他距離減衰式で評価を行う。

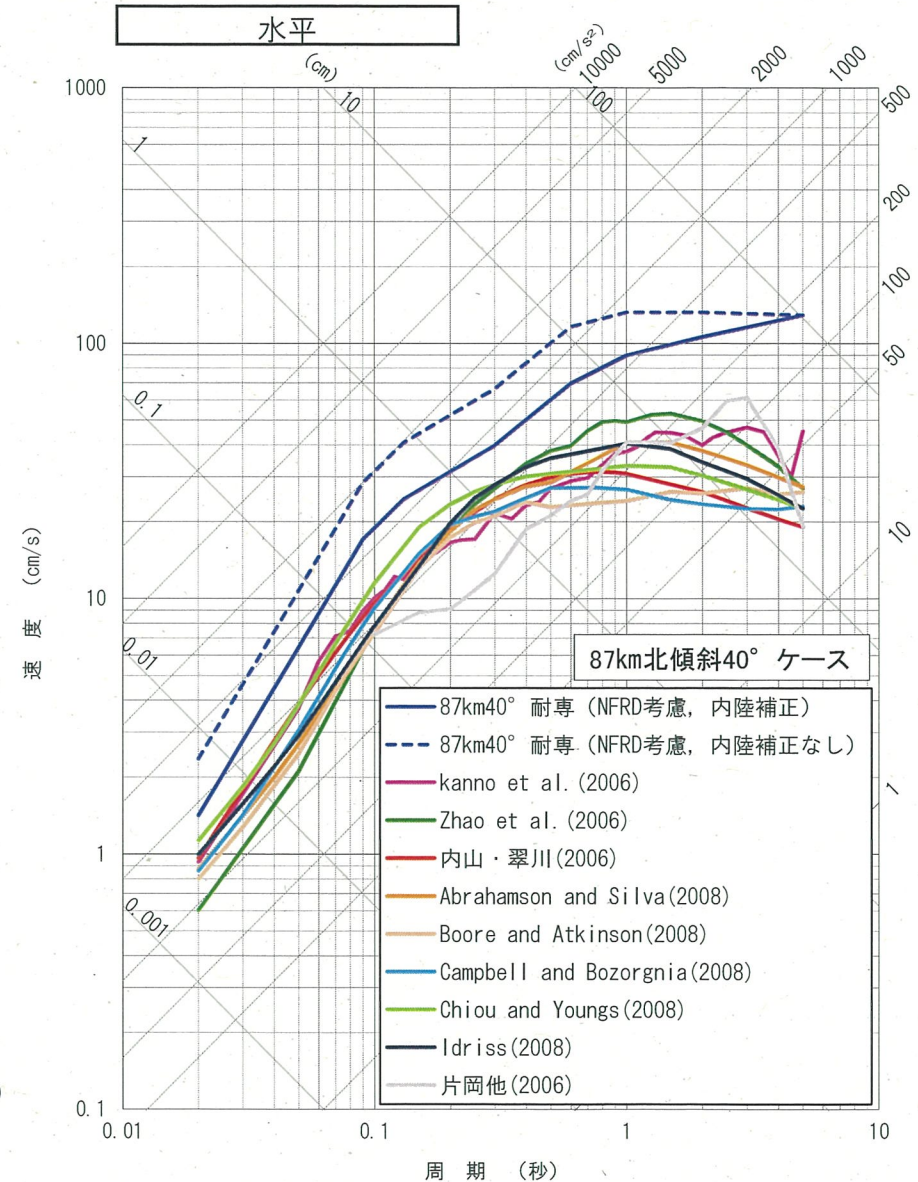
■耐専スペクトルの適用性



※地震規模 (Mj) は松田式により算定

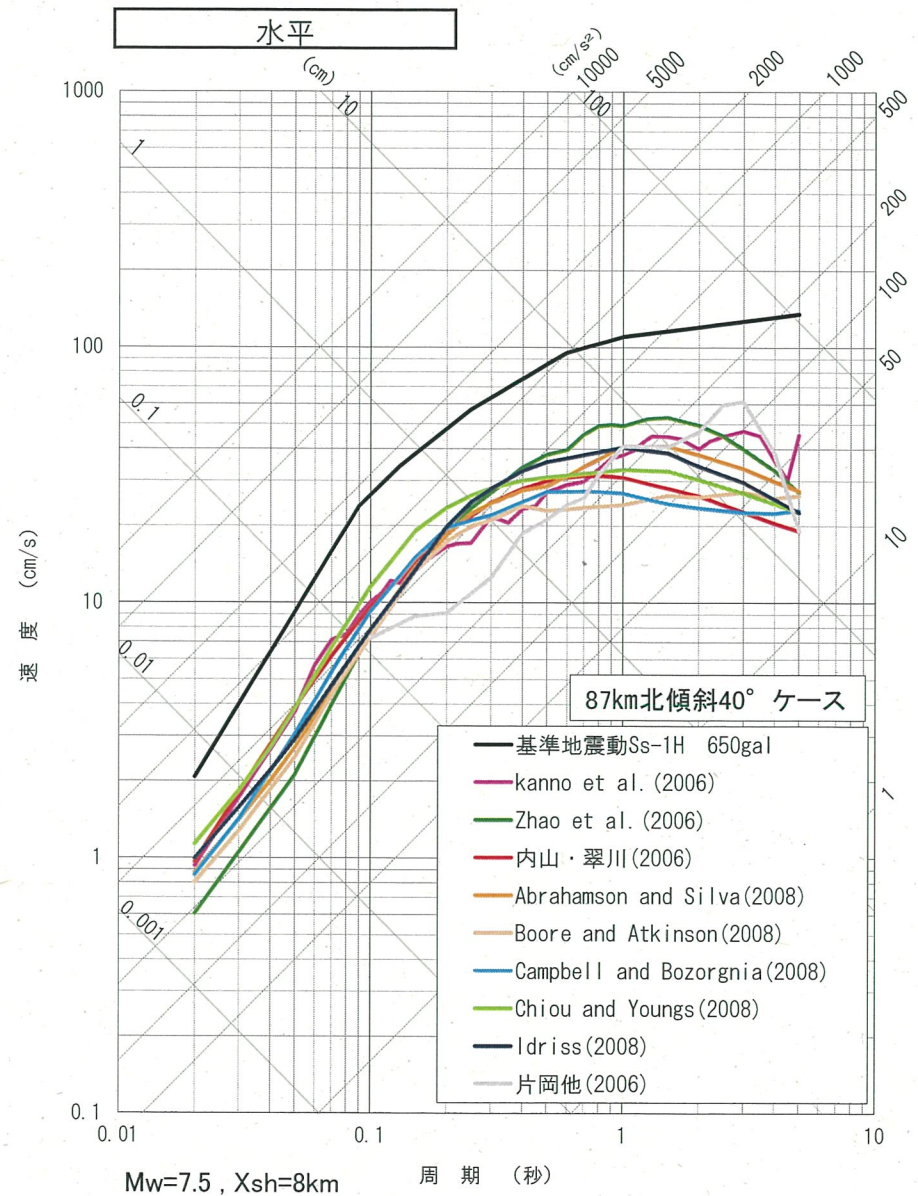
Mw=7.5, Xsh=8km, Mj=8.1, Xeq=21.2km

■その他距離減衰式との比較



○その他距離減衰式による評価結果は当社の
基準地震動S_s-1を下回っており、影響はない。

■ 基準地震動S_s-1との比較

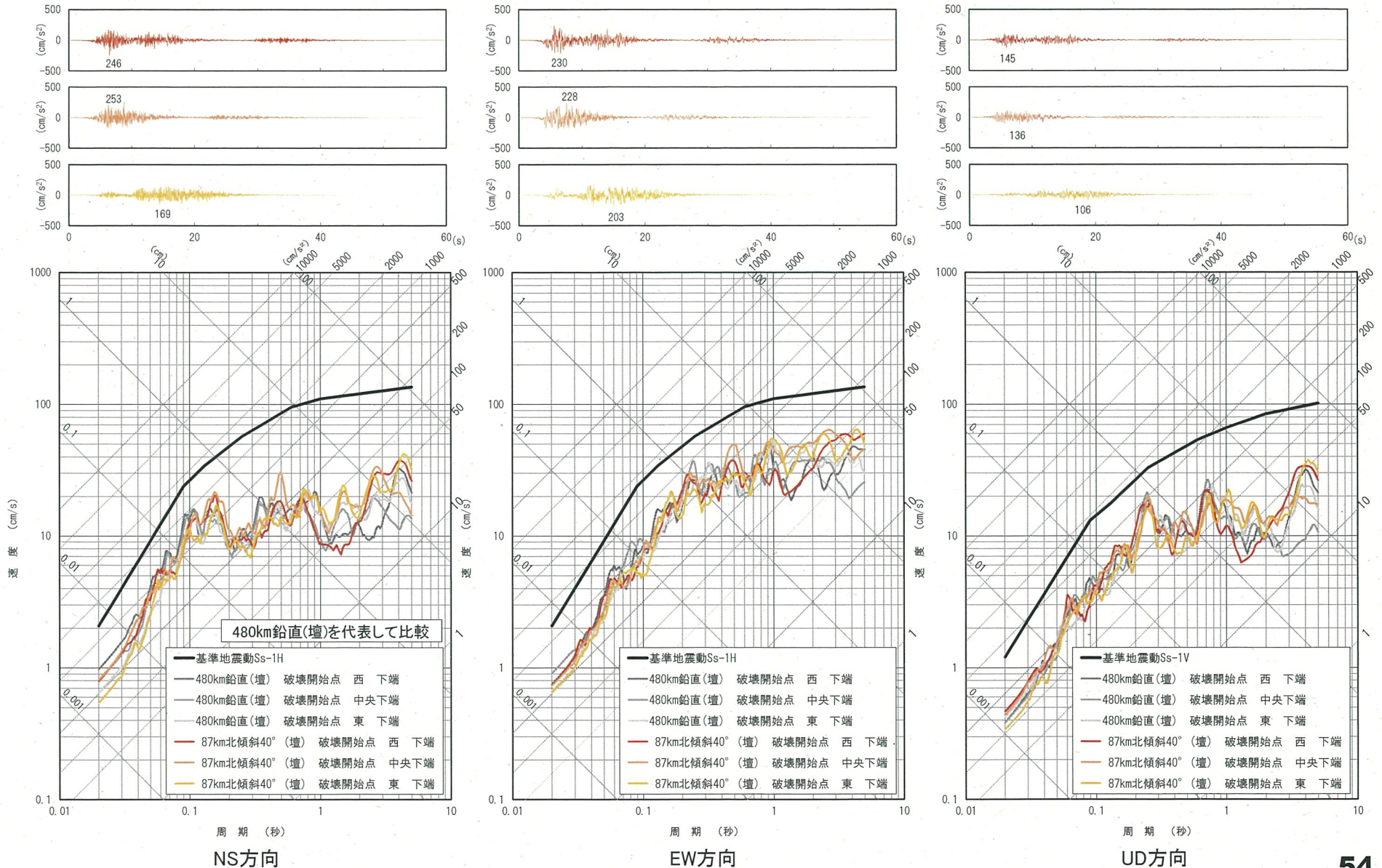


3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(壇・他(2011))

平成30年12月21日
審査会合資料再掲

○87km北傾斜40° (壇による手法)の評価結果は、周期帯によって若干の差異はあるものの、全体としては既往評価の基本ケースとほぼ同程度であり、全周期帯で基準地震動を下回っており、影響はない。

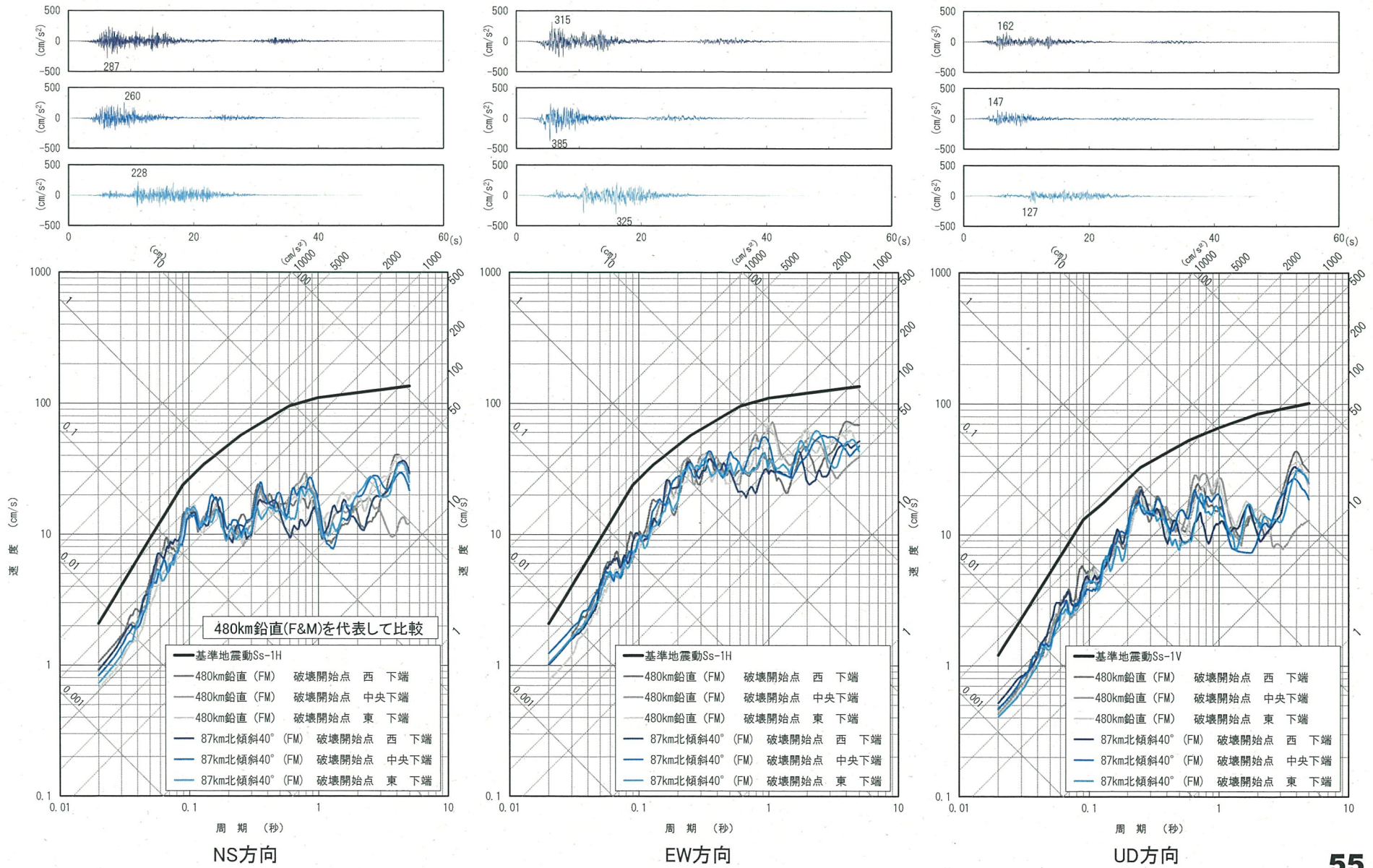


3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(Fujii and Matsu'ura(2000)

平成30年12月21日
審査会合資料再掲

○87km北傾斜40° (F&Mによる手法)の評価結果は、周期帯によって若干の差異はあるものの、全体としては既往評価の基本ケースとほぼ同程度であり、全周期帯で基準地震動を下回っており、影響はない。



-
1. 伊方発電所の地震動評価について
 2. 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響について
 3. 長期評価改訂を踏まえた地震動評価について
 4. まとめ

長期評価改訂による伊方発電所の地震動評価への影響について <まとめ>

○以上を踏まえると、長期評価改訂による伊方発電所の地震動評価への影響については

■「断層全長の変更」および「断層の活動区分の変更」については、断層全長は第二版の断層長さ(約444km)よりも長い断層(約480km)を、敷地前面海域の断層群は長期評価(約88km)よりも長い断層(約130km)・短い断層(約54km)の両方を想定するとともに、既往評価から、断層長さが変わっても地震動レベルは変わらないことを確認できていることから、**地震動評価への影響はない。**

■「断層傾斜角」については、

- ・長期評価改訂は、高角と中角の両論を併記したものであって高角を否定するものではなく、文部科学省・京都大学(2017)による調査結果から、当社が実施したアトリビュート解析結果と同様に、**北傾斜する地質境界断層が高角度の活断層によって変位を受けている可能性が示唆されている。**
- ・第二版において中央構造線断層帯の震源断層は北傾斜の可能性が高いと判断した理由の1つとして、「断層の強度や摩擦係数等が他の断層より小さい」ことを挙げていることを踏まえると、北傾斜する断層が横ずれ運動を起こすためには断層の応力降下量は相対的に小さくなると想定されることから、敷地との位置関係も踏まえれば、**断層傾斜角は鉛直を基本と想定する方が保守的**と考えられる。
- ・当社の地震動評価では、敷地前面海域の詳細な調査結果等に基づき、震源断層をほぼ鉛直と評価している。しかしながら、地質調査結果等により地質境界断層の傾斜角が北傾斜30°から40°とする知見も得られたことから、震源断層は鉛直を基本ケースとしたうえで、不確かさケースとして北傾斜を考慮している。そして、地震動評価モデルの設定においては、**北傾斜ケースの傾斜角は地震規模(断層面積)が保守的な設定となるよう30°を設定**している。なお、傾斜角の不確かさが地震動評価に与える影響があまり大きくないことは既許可評価において確認している。

ことから、鉛直を基本ケースとし、北傾斜ケースを不確かさケースとする当社評価に問題はなく、**地震動評価への影響はない。**

○以上より、中央構造線断層帯の長期評価の改訂は平成27年7月許可時の地震動評価に包含されており、伊方発電所の地震動評価への影響はない。

○しかしながら、原子力発電所の安全性向上の観点から踏まえ、長期評価で示されたケースによる地震動評価を行い、**基準地震動評価への影響について確認した結果、基準地震動評価への影響はない。**

○当社としては今後も地震動評価に関する情報収集を行い、新たな知見が得られた場合には当社評価への影響を確認し、一連の活動を安全性向上評価として届出することとしており、継続的な安全性向上に努めてまいりたい。

- Abrahamson, N. and W. Silva, 2008, Summary of the Abrahamson & Silva NGA Ground-Motion Relations, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, 67-97.
- Boore, D.M. and G. M. Atkinson, 2008, Ground-Motion Prediction Equations for the Average Horizontal Component of PGA, PGV, and 5%-Damped PSA at Spectral Periods between 0.01 s and 10.0 s, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, 99-138.
- Campbell, K. W. and Y. Bozorgnia, 2008, NGA Ground Motion Model for the Geometric Mean Horizontal Component of PGA, PGV, PGD and 5% Damped Linear Elastic Response Spectra for Periods Ranging from 0.01 to 10 s, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, 139-171.
- Chiou, B. S.-J. and R. R. Youngs, 2008, An NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, 173-215.
- 壇一男・具典淑・入江紀嘉・アルス・ヘイマサン・石井やよい, 2011, 長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用, *日本建築学会構造系論文集*, 第670号, 2041-2050.
- Fujii, Yoshihiro and Mitsuhiro Matsu'ura, 2000, Regional difference in scaling laws for large earthquakes and its tectonic implication, *Pure and Applied Geophysics*, Vol.157, 2283-2302.
- Geller, R. , 1976, Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 66, 1501-1523.
- Idriss, I. M., 2008, An NGA Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated By Shallow Crustal Earthquakes, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No 1, 217-242.
- 入倉孝次郎・三宅弘恵, 2001, シナリオ地震の強震動予測, *地学雑誌*, Vol.110, 849-875.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005, 別府-万年山断層帯の長期評価について.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2011, 中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の長期評価(一部改訂)について.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2017, 中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評価(第二版).
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2017, 日出生断層帯の長期評価(第一版).
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2017, 万年山-崩平山断層帯の長期評価(第一版).
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2018, 全国地震動予測地図.
- Kanamori, H. , 1977, The energy release in great earthquakes, *J. Geophys. Res.* 82,2981-2987.
- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara and Y. Fukushima, 2006, A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data, *BSSA*, 96, 879-897.
- 片岡正次郎・佐藤智美・松本俊輔・日下部毅明, 2006, 短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式, *土木学会論文集A*, Vol.62, No.4, 740-757.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学大学院理学研究科, 2017, 別府-万年山断層帯(大分平野-由布院断層帯東部)における重点的な調査観測 平成26~28年度成果報告書.
- 松田時彦, 1975, 活断層から発生する地震の規模と周期について, *地震*2, 28, 269-283.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe, 2002, Response spectra for design purpose of stiff structures on rock sites, *OECD-NEA workshop on the relation between seismological data and seismic engineering analysis*, OCT.16-18,Istanbul.
- 武村雅之, 1998, 日本列島における地殻内地震のスケーリング則, *地震*2, 51, 211-228.
- 内山泰夫・翠川三郎, 2006, 震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式, *日本建築学会構造系論文集*, 606, 81-88.
- Zhao, J., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Yasu. Fukushima, Yoshi. Fukushima, 2006, Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period, *BSSA(Bulletin of the Seismological Society of America)*, 96, 898-913.