

川内原子力発電所1号炉、2号炉審査資料

資料番号

TTS-035

提出年月日

2023年8月4日

川内原子力発電所1号炉及び2号炉

日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版） の影響について

2023年 8月 4日
九州電力株式会社

余 白

目次

1. 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）の概要 P3
 2. 既許可評価への影響確認の方針 P6
 3. 初版からの変更点の整理 P9
 4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について P15
 5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について P24
 6. まとめ P31
- 参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について P33



1. 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）の概要

1. 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）の概要

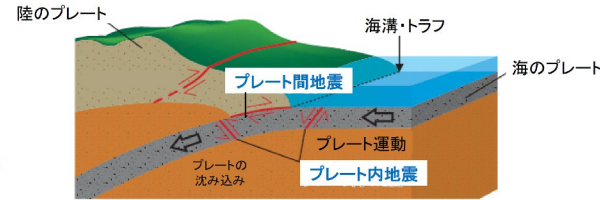
■ 地震本部より、「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」(地震本部(2004))(以下、初版という。)以降の最新知見等を踏まえ、「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」(地震本部(2022))(以下、第二版という。)が公表された。

日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）ポイント

令和4年3月25日（概要1）
地震調査研究推進本部 事務局

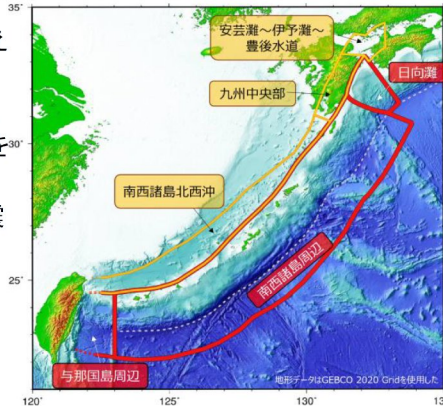
1. 海溝型地震の長期評価

- 地震調査研究推進本部の下に設置されている地震調査委員会は、**防災対策の基礎となる情報を提供するため**、将来発生すると想定される地震の場所、規模、発生確率について評価し、これを**長期評価**として公表している。
- 「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」(平成16年2月公表)を改訂し、公表する。
- 海溝型地震とは**、2枚のプレート間のずれによって生じる**プレート間地震**と、沈み込む側のプレート内部で発生する**プレート内地震**を指す。大きな津波を伴うこともある。



2. 改訂のポイント

- 最新の知見を踏まえて**地震を再評価**
- 不確実性を踏まえ、現在の科学的知見を考慮した評価
- 評価対象領域・地震を再編



4. 評価のポイント

- 日向灘や南西諸島周辺及び与那国島周辺における巨大地震の発生可能性を新たに評価
- 1771年八重山地震津波と同規模以上の津波が複数回発生したことを踏まえ、同地震津波タイプとしてその発生可能性を評価
- 複数の領域においてマグニチュード(M)7程度の地震が発生する確率は最も高いⅢランクに分類されている

3. 将来発生する地震の場所・規模・確率

評価対象地震	規模	本評価	(参考)初版注
日向灘周辺			
日向灘の巨大地震	M8程度	X	—
日向灘のひとまわり小さい地震	M7.0～7.5程度	Ⅲ	M7.6程度:Ⅱ M7.1程度:Ⅲ
安芸灘～伊予灘～豊後水道の沈み込んだプレート内のやや深い地震	M6.7～7.4程度	Ⅲ	Ⅲ
九州中央部の沈み込んだプレート内のやや深い地震	M7.0～7.5程度	X	X
南西諸島海溝周辺			
南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震	M8.0程度	X	—
南西諸島周辺のひとまわり小さい地震	M7.0～7.5程度	X	X
与那国島周辺のひとまわり小さい地震	M7.0～7.5程度	Ⅲ	Ⅲ
南西諸島北西沖の沈み込んだプレート内のやや深い地震	M7.0～7.5程度	Ⅲ	X
1771年八重山地震津波タイプ	Mt8.5程度	—	—

注) 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、厳密には初版と対応しない

30年以内の地震発生確率
 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(2022)より引用

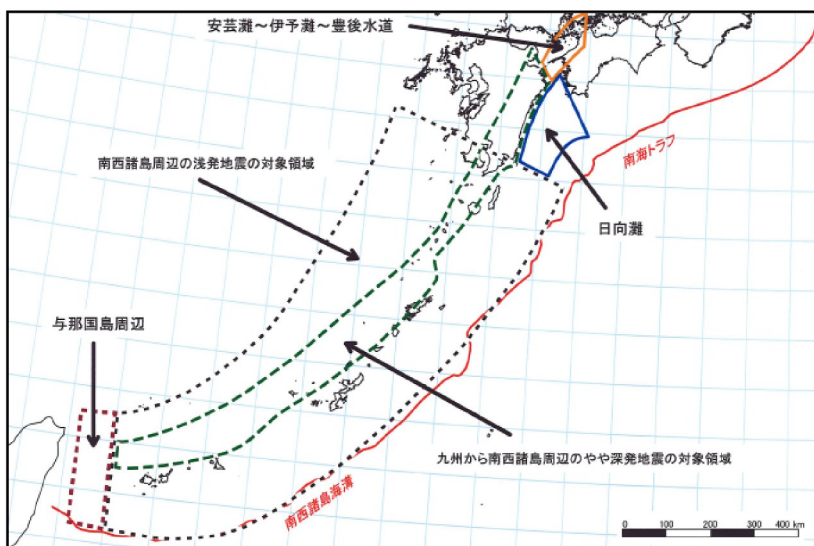
1. 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）の概要

○ 初版からの主な変更点

[初版からの主な変更点]

○評価対象領域について範囲を変更・拡大。

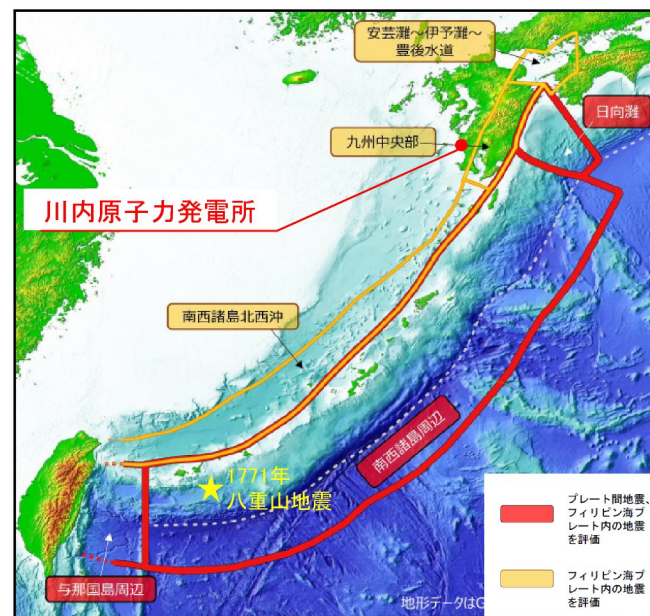
○地震規模を再編(巨大地震(M8程度)、1771年八重山地震津波タイプ(Mt8.5))。なお、日向灘の浅い地震の発生形態について「プレート間地震」と「プレート内地震」を区別せずに評価。



初版の評価対象領域 ※地震本部(2004)より引用

評価対象地震(巨大地震)の地震規模比較

評価対象地震	第二版	初版
日向灘の巨大地震※1	M8程度	—※2
南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震	M8.0程度	—※2
1771年八重山地震津波タイプ	Mt8.5程度	—



※地震本部(2022)に一部加筆

第二版の評価対象領域

※1 第二版においてプレート間地震とプレート内地震を区別せずに評価
 ※2 評価対象領域及び地震の範囲が第二版の評価と異なるため、対応しない



2. 既許可評価への影響確認の方針

2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 地震動評価

(A) 川内原子力発電所の地震動評価(既許可評価)では、気象庁カタログ等を用いて敷地周辺の被害地震を整理した上で、初版の被害地震が既許可の整理に含まれることを確認。(初版は直接的には参照していない。)

今回、第二版が初版から被害地震が変更されていることを踏まえ、既許可評価への影響を確認する。

(B) 川内原子力発電所の免震構造施設設計用基準地震動の評価(既許可評価)(以下、長周期帯の地震動評価という)では、南海トラフや琉球海溝によるM9クラスのプレート間地震の震源パラメーターを内閣府(2012)を基に設定して評価しており、初版を参照していない。一方で、第二版では評価対象領域の見直しや地震規模が再編されていることから、長周期帯の地震動評価への影響を確認する。

プレート境界型地震に関する既許可評価フロー

■ 基準地震動の評価フロー

○ 敷地周辺の地震発生状況

・ 敷地周辺の被害地震



○ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

- ・ 検討用地震の選定
- ・ 検討用地震の地震動評価



○ 基準地震動の策定

(A) 既許可において、プレート間地震及びプレート内地震は、被害地震を基にしたM- Δ 図による検討の結果、敷地から距離が離れており震度5弱程度と推定されないことから、敷地に影響を及ぼす地震でないことを確認
・ 第二版の被害地震を確認し、プレート間地震及び海洋プレート内地震の評価に影響がないことを確認(P16~19)

■ 免震構造施設設計用基準地震動の評価(長周期帯の地震動評価)フロー

○ 地震動評価

・ プレート間地震の地震動評価



○ 免震構造施設設計用基準地震動の策定

- ・ 応答スペクトルの設定
- ・ 模擬地震波の設定

(B) 長周期帯の地震動評価として、内閣府(2012)を基にM9クラスのプレート間地震を評価し、 S_s-1 を下回ることを確認
・ 評価対象領域の見直しや地震規模が再編されたことをふまえ、既許可評価で設定した地震規模等への影響を確認
・ 南海トラフ:P20~21
・ 琉球海溝:P22~23

赤枠は影響を確認する箇所を示す。

2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 津波評価

- (A)川内原子力発電所の津波評価(既許可評価)のうち琉球海溝のプレート間地震の評価において、初版を一部参照している箇所があることから、初版の参照先について第二版の評価内容を確認し、既許可評価への影響確認を行う。
- (B)また今回、初版から評価対象領域の見直しや地震規模が再編されていることから、これについても既許可評価への影響確認を行う。

既許可におけるプレート境界型地震に伴う津波の評価フロー

■ 南海トラフ～琉球海溝の分析

○固着域に関する分析

- ・地震履歴に関する情報
- ・テクトニクス等に関する情報

○領域境界を越えて固着域が破壊する可能性の検討

- ・テクトニクス等に関する情報

- (A) 琉球海溝における過去の巨大地震の整理の際、初版を参照
- ・第二版の記載内容を確認し、既許可評価への影響を確認(P25)

- (A) 琉球海溝のモデル設定の際、初版に記載の海溝軸を参照し、プレート面形状を設定
- ・第二版の海溝軸に関する記載内容を確認し、既許可評価への影響を確認(P26)

■ 分析結果や東北地方太平洋沖地震津波の教訓を踏まえた津波水位評価

○分析結果や教訓を踏まえた津波波源の設定

-プレート面形状の設定

- 地震規模(応力降下量・平均すべり量)の設定
- 大すべり域の設定

※なお、プレート内地震は、想定される津波の規模及びプレート境界の位置関係から、プレート間地震に伴う津波に比べ、影響が小さいと評価

○数値シミュレーションによる津波水位評価

- (B) 初版から評価対象領域の見直しや地震規模の再編されたことをふまえ、既許可評価で設定した地震規模等への影響を確認
- ・南海トラフ:P27
 - ・琉球海溝:P28～30

赤枠は影響を確認する箇所を示す。

黄マーカは初版を一部参照した箇所を示す。



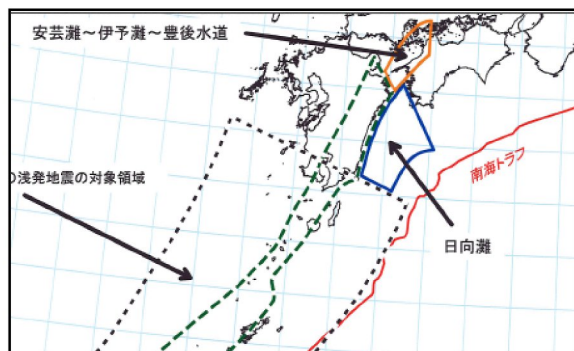
3. 初版からの変更点の整理

3. 初版からの変更点の整理

○ 日向灘周辺領域に関する変更点

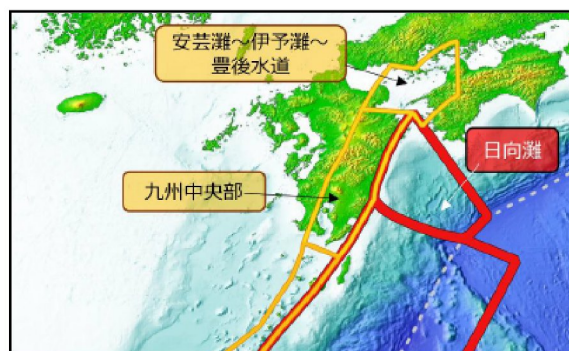
[日向灘]

- 評価対象領域について、第二版では「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震本部(2013))における「都井岬～足摺岬」(セグメントZ)を踏まえ領域を整合。
- 地震規模について、初版では最大規模でM7.6前後に対し、第二版では「巨大地震」(M8程度)を導入し、再設定。
- 浅い地震の発生形態について、初版ではプレート間地震のみであったものに対し、第二版ではプレート間または沈み込んだフィリピン海プレートの内部を想定。



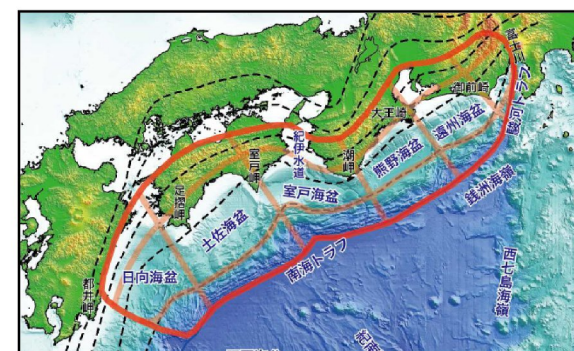
※地震本部(2004)を抜粋

日向灘の評価対象領域(初版)



※地震本部(2022)を抜粋

日向灘の評価対象領域(第二版)



※地震本部(2013)を抜粋

南海トラフ長期評価(地震本部(2013))
の評価対象領域

日向灘周辺の評価対象地震(第二版)

評価対象地震	地震規模	震源域の形態
日向灘の巨大地震	M8程度	プレート間または沈み込んだフィリピン海プレートの内部

3. 初版からの変更点の整理

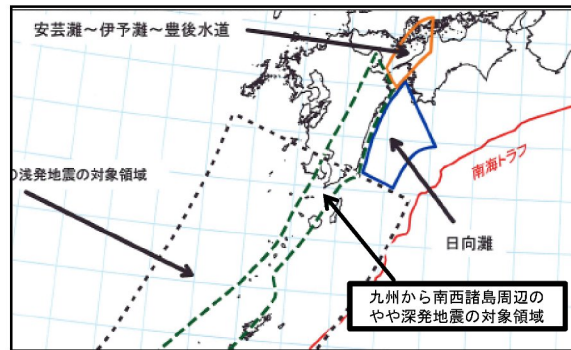
○ 日向灘周辺領域に関する変更点

[安芸灘～伊予灘～豊後水道]

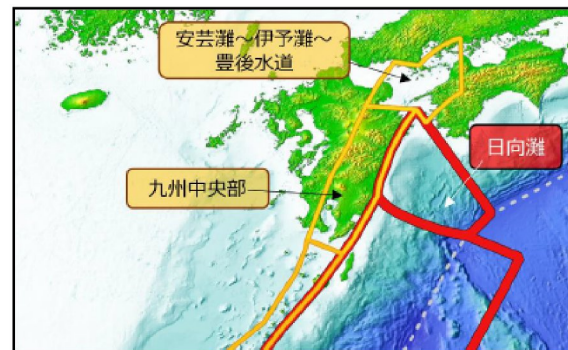
- 評価対象領域については、これまでの地震活動分布等に基づき初版から領域を拡大。
- 評価対象地震の地震規模及び発生形態については、初版から変更はない。

[九州中央部]

- 評価対象領域については、初版において九州から南西諸島周辺を一括して設定した領域を九州南端周辺で分割。
- 評価対象地震の地震規模は、初版では、評価対象領域が長大だったことから不明としているが、第二版では1909年(M7.6)の地震と同程度のM7.0～7.5の地震が発生するとした。
- 発生形態については、初版から変更はない。



※地震本部(2004)に一部加筆
安芸灘～伊予灘～豊後水道及び
九州から南西諸島周辺の評価対象領域(初版)



※地震本部(2022)を抜粋
安芸灘～伊予灘～豊後水道及び
九州中央部の評価対象領域(第二版)

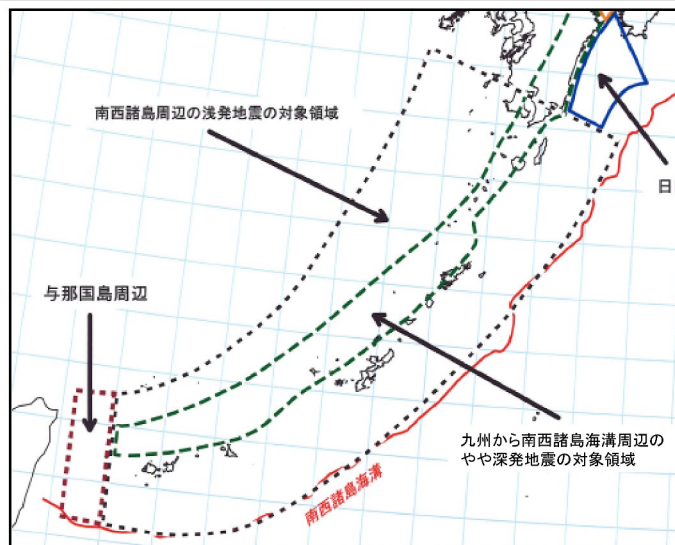
安芸灘～伊予灘～豊後水道及び九州中央部の評価対象地震(第二版)

評価対象地震	地震規模	震源域の形態
安芸灘～伊予灘～豊後水道の沈み込んだプレート内のやや深い地震	M6.7～7.4程度	沈み込んだフィリピン海プレートの内部
九州中央部の沈み込んだプレート内のやや深い地震	M7.0～7.5程度	沈み込んだフィリピン海プレートの内部

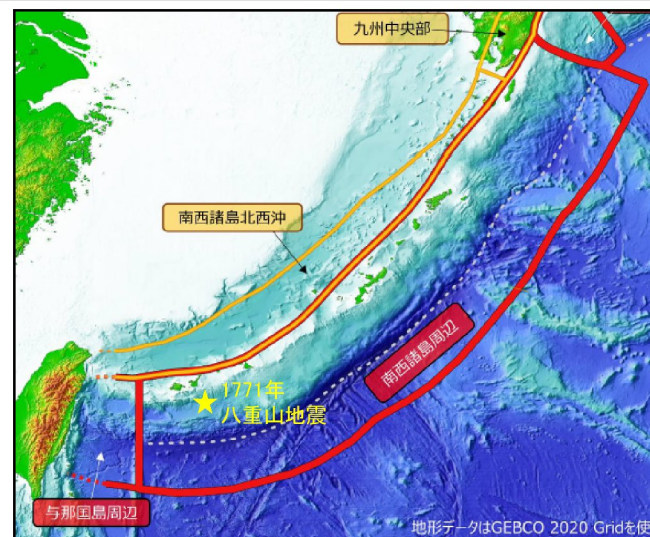
3. 初版からの変更点の整理

○ 南西諸島海溝周辺領域に関する変更点

- 評価対象領域について、南西諸島周辺においては、海溝軸外側まで拡大。与那国島周辺においては、台湾東方沖で発生する地震による津波被害を考慮し、台湾東岸まで領域を拡大。
- 地震規模について、初版では、評価対象領域が長大だったことから不明としているが、第二版では、南西諸島周辺及び与那国島周辺において最大規模M8.0を設定。
- 加えて、将来発生する地震の評価として、1771年八重山地震津波タイプ(Mt8.5)を設定。



※地震本部(2004)に一部加筆
南西諸島周辺及び与那国島周辺の評価対象領域(初版)



※地震本部(2022)に一部加筆
南西諸島周辺及び与那国島周辺の評価対象領域(第二版)

南西諸島周辺及び与那国島周辺の評価対象地震(第二版)

評価対象地震	地震規模	震源域の形態
南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震	M8.0程度	・プレート間または沈み込んだフィリピン海プレート内部 ・海溝軸外側のフィリピン海プレート内部
1771年八重山地震津波タイプ	Mt8.5程度	— { 1771年八重山地震津波の津波マグニチュードを参考に規模のみ設定 }

3. 初版からの変更点の整理

○被害地震に関する変更点 (1/2)

■ 初版から第二版における被害地震の変更について以下の通り整理。

対象地震及び発生領域	初版		第二版	
	発生日	地震規模M	発生日	地震規模M
日向灘のひとまわり小さい地震	1662/10/31	7.6	同左	同左
	—	—	1769/8/29	7.8
	—	—	1899/11/25	7.1
	1931/11/2	7.1	同左	同左
	1941/11/19	7.2	同左	同左
	1961/2/27	7.0	同左	同左
	1968/4/1	7.5	同左	同左
	1984/8/7	7.1	同左	同左
安芸灘～伊予灘～豊後水道の沈み込んだプレート内のやや深い地震	1649/3/17	7.0	同左	同左
	1686/1/4	7.2	同左	同左
	—	—	1749/5/25	6.8
	1854/12/26	7.4	同左	同左
	1857/10/12	7.3	同左	同左
	1905/6/2	7.2	同左	同左
九州中央部の沈み込んだプレート内のやや深い地震	2001/3/24	6.7	同左	同左
	1909/11/10	7.6	同左	同左

※1 気象庁カタログ、宇佐美・他(2013)等を参照して作成されている。

※2 対象地震及び発生領域は、初版から変更があるため、第二版の記載を基に被害地震を対比し記載。

3. 初版からの変更点の整理

○被害地震に関する変更点(2/2)

対象地震及び発生領域	初版		第二版	
	発生日	地震規模M	発生日	地震規模M
南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震	1911/6/15	8.0	同左	同左
南西諸島周辺のひとまわり小さい地震	—	—	1923/7/13	7.3
	1998/5/4	7.7	同左	同左
	—	—	2002/3/26	7.0
	—	—	2010/2/27	7.2
南西諸島北西沖の沈み込んだプレート内のやや深い地震	—	—	1947/9/27	7.4
	—	—	1958/3/11	7.2
	—	—	1959/4/27	7.5
与那国島周辺のひとまわり小さい地震	—	—	1919/12/21	7.5
	—	—	1920/6/5	7.4
	—	—	1922/9/2	7.4
	—	—	1924/7/22	7.2
	—	—	1951/10/22 6:34	7.2
	—	—	1951/10/22 13:28	7.0
	—	—	1951/11/25	7.1
	1966/3/13	7.8	同左	7.3
	—	—	1972/1/25 11:06	7.5
	—	—	1972/1/25 12:41	7.2
	—	—	1972/4/24	7.3
	—	—	2002/3/31	7.0
1771年八重山地震津波タイプ	1771/4/24	M7.4 (Mt8.5)	同左	同左
※第二版において評価なし	1901/6/24	7.5	—	—
	1938/6/10	7.7	—	—

※1 気象庁カタログ、宇佐美・他(2013)等を参照して作成されている。

※2 対象地震及び発生領域は、初版から変更があるため、第二版の記載を基に被害地震を対比し記載。

4. 川内原子力発電所の既許可評価(地震動評価)への影響について

(A) 被害地震の変更による地震動評価への影響確認

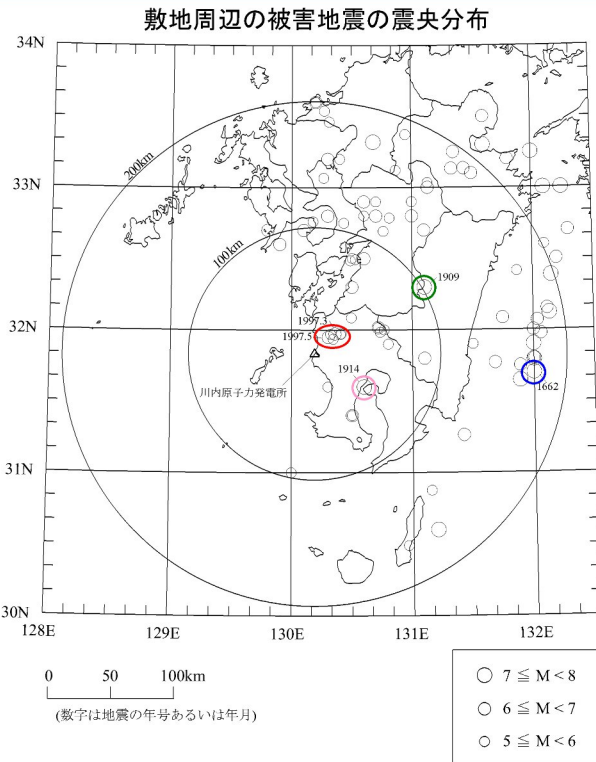
(B) 評価対象領域の見直しや地震規模再編による長周期帯の地震動評価への影響確認

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について (A) 被害地震の変更による地震動評価への影響確認

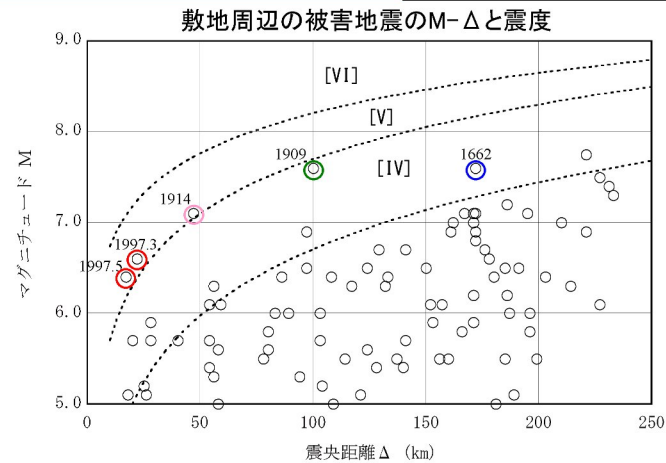
■ 既許可評価では、被害地震を基にしたM-Δ図による検討の結果、プレート間地震及び海洋プレート内地震で最大規模の地震である1662年日向・大隅の地震(M7.1/2~3/4)及び1909年宮崎県西部の地震(M7.6)は敷地に影響を及ぼす震度5弱程度以上の地震ではなく、敷地周辺の活断層による地震の影響(P17)が大きいことを確認済み。

1.2 敷地周辺の被害地震

平成26年5月23日
第114回審査会合資料
資料2-3 (P5) から抜粋



～1884年: 日本被害地震総覧²⁾
1885年～1922年: 茅野・宇津カタログ(2001)³⁾
1923年～ : 気象庁: 地震年報(2011)¹⁾



敷地周辺で考慮すべき過去の地震の諸元

発生日年月日	地震の名称	マグニチュード M	震央距離 (km)
1914.1.12	桜島地震	7.1	47
1997.3.26	鹿児島県北西部地震	6.6	22
1997.5.13	鹿児島県北西部地震	6.4	17

■ 敷地で震度5弱(震度V)程度以上と推定される地震は、**内陸地殻内地震**では1997年3月及び5月鹿児島県北西部地震(M6.6,M6.4)、**その他の地震**では桜島の噴火に伴う1914年桜島地震(M7.1)がある。
■ **プレート間地震**及び**海洋プレート内地震**は、その発生位置から敷地までの距離が十分離れているため、震度5弱程度と推定されない。

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について (A) 被害地震の変更による地震動評価への影響確認

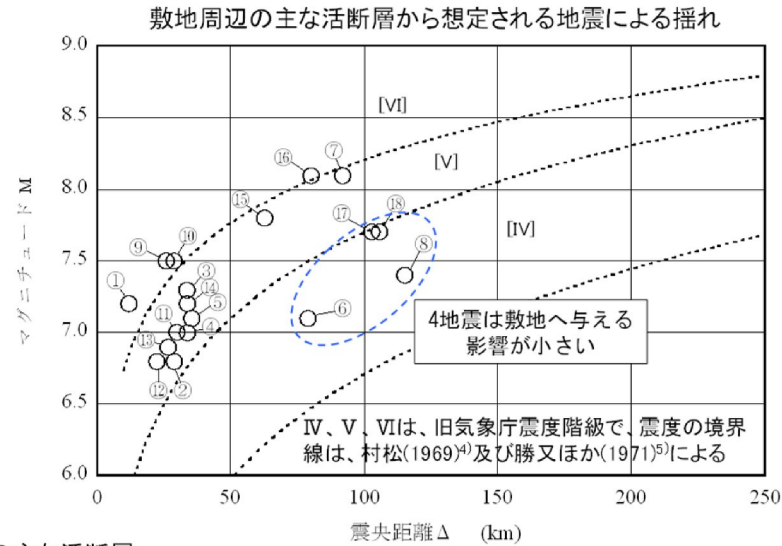
■ (参考) 既許可時の敷地周辺の活断層から想定される地震による評価

2.3 敷地周辺の主な活断層から想定される地震

平成26年5月23日
第114回審査会合資料
資料2-3 (P9) から抜粋

敷地周辺の活断層から想定される地震による揺れ

- 地震規模及び敷地からの距離を考慮して、周辺の活断層からの揺れを想定。
- 人吉盆地南縁断層、緑川断層帯、男女海盆北方断層及び男女海盆断層による地震を除き、震度5弱程度以上と推定。



敷地周辺の主な活断層

No.	断層の名称	No.	断層の名称
①	市来断層帯市来区間	⑩	市来断層帯甕海峡中央区間
②	辻の堂断層	⑪	市来断層帯吹上浜西方沖区間
③	笠山周辺断層群－水俣南断層群	⑫	F－E断層
④	長島西断層・長島断層群	⑬	F－F断層
⑤	出水断層系	⑭	甕島北方断層
⑥	人吉盆地南縁断層	⑮	甕島西方断層
⑦	布田川・日奈久断層帯	⑯	長崎海脚断層
⑧	緑川断層帯	⑰	男女海盆北方断層
⑨	甕断層帯甕区間	⑱	男女海盆断層

敷地に与える影響が小さい断層

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について

(A) 被害地震の変更による地震動評価への影響確認

- 川内原子力発電所の地震動評価(既許可評価)では、敷地周辺の被害地震(日本被害地震総覧、茅野・宇津カタログ(2001)、気象庁による地震年報(2011))を整理した上で、初版の被害地震が既許可の整理に含まれることを確認。(初版は直接的には参照していない。)
- 第二版の被害地震は、敷地から約200km程度の範囲において、いずれも既許可時から被害地震として考慮しており、影響はないと考えられるが、既許可時に考慮している諸元とは差異があるため、既許可評価と同様にM-Δ図を用いて敷地への影響がないことを確認(P19)。

初版・第二版における敷地から200km程度以内の被害地震

対象地震及び発生領域	被害地震 ※1			初版	第二版	既許可評価	
	発生日	地震規模 M	震央距離 (km)	評価の有無	評価の有無	規模	震央距離 (km)
日向灘のひとまわり小さい地震	1662/10/31	7.6	172	○	○	7 1/2 ~ 7 3/4	172
	1769/8/29	7.8	221		○	7 3/4 ± 1/4	221
	1899/11/25	7.1	171		○	7.1	171
	1931/11/2	7.1	172	○	○	7.1	172
	1941/11/19	7.2	186	○	○	7.2	186
	1961/2/27	7	162	○	○	7	162
	1968/4/1	7.5	223	○	○	7.5	227
	1984/8/7	7.1	195	○	○	7.1	195
安芸灘～伊予灘～豊後水道の沈み込んだプレート内のやや深い地震	1854/12/26	7.4	231	○	○	7.3～7.5	231
九州中央部の沈み込んだプレート内のやや深い地震	1909/11/10	7.6	100	○	○	7.6	100
南西諸島周辺のひとまわり小さい地震	1923/7/13	7.3	203		○	7.1	167

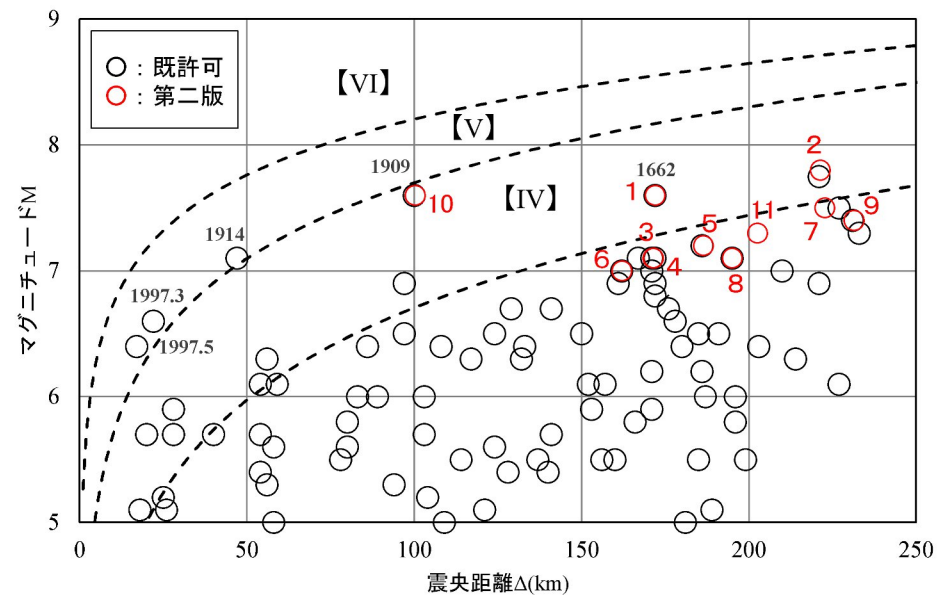
※1 被害地震の規模は第二版から記載、震央距離は第二版の参照する気象庁地震カタログ、宇佐美ほか(2013)から算出。

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について (A) 被害地震の変更による地震動評価への影響確認

- 第二版の敷地から200km程度以内にある被害地震に対して、既許可評価と同様にM-Δ図を用いて検討を実施した結果、敷地において震度5弱程度以上と推定されず、プレート間地震及び海洋プレート内地震は既許可評価と同様に影響がないことを確認。

第二版の敷地から200km程度以内の被害地震

対象地震及び発生領域		年	月	日	地震規模 M	震央距離 (km)
日向灘のひとまわり小さい地震	1	1662	10	31	7.6	172
	2	1769	8	29	7.8	221
	3	1899	11	25	7.1	171
	4	1931	11	2	7.1	172
	5	1941	11	19	7.2	186
	6	1961	2	27	7	162
	7	1968	4	1	7.5	223
	8	1984	8	7	7.1	195
安芸灘～伊予灘～豊後水道の沈み込んだプレート内のやや深い地震	9	1854	12	26	7.4	231
九州中央部の沈み込んだプレート内のやや深い地震	10	1909	11	10	7.6	100
南西諸島周辺のひとまわり小さい地震	11	1923	7	13	7.3	203



M-Δ図と震度

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について

(B) 評価対象領域の見直しや地震規模再編による長周期帯の地震動評価への影響確認[南海トラフ]

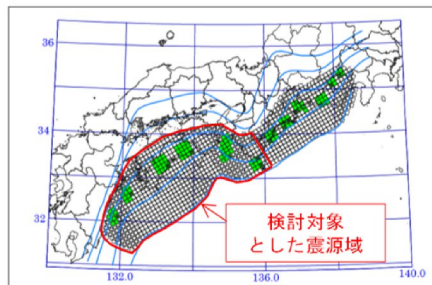
- 既許可評価において、内閣府(2012)による南海トラフの地震(Mw9.0)の震源モデルのうち陸側ケースの日向灘域及び南海域の震源モデルを用いて、南海トラフの巨大地震(Mw9.0)による応答スペクトルが、基準地震動を大きく下回ることを確認。
- 本評価に用いた震源パラメータは、内閣府(2012)で用いられている値を用いているため、第二版による影響はない。なお、日向灘域のセグメントで設定した地震規模Mw8.4は、第二版の想定する日向灘の巨大地震(M8程度)よりも大きいため、長周期地震動への影響はない(P21)。

② M9クラスのプレート間地震について

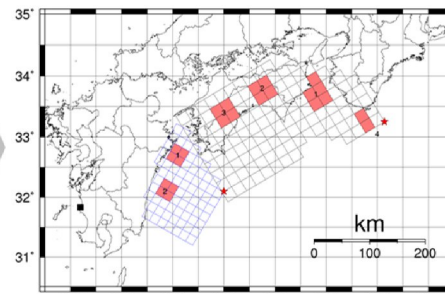
平成26年5月23日
第114回審査会合資料
資料2-1 (P12) から抜粋

【参考】南海トラフによる地震(Mw9.0)を想定した地震動評価(1/2)

- 参考として、内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」¹⁰⁾の南海トラフの地震(Mw9.0)の震源モデルのうち川内原子力発電所への影響を考慮し、陸側ケースの日向灘域及び南海域の震源モデルを用いて、地震動評価を実施。



内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」¹⁰⁾による陸側ケース



今回の検討で用いた震源モデル

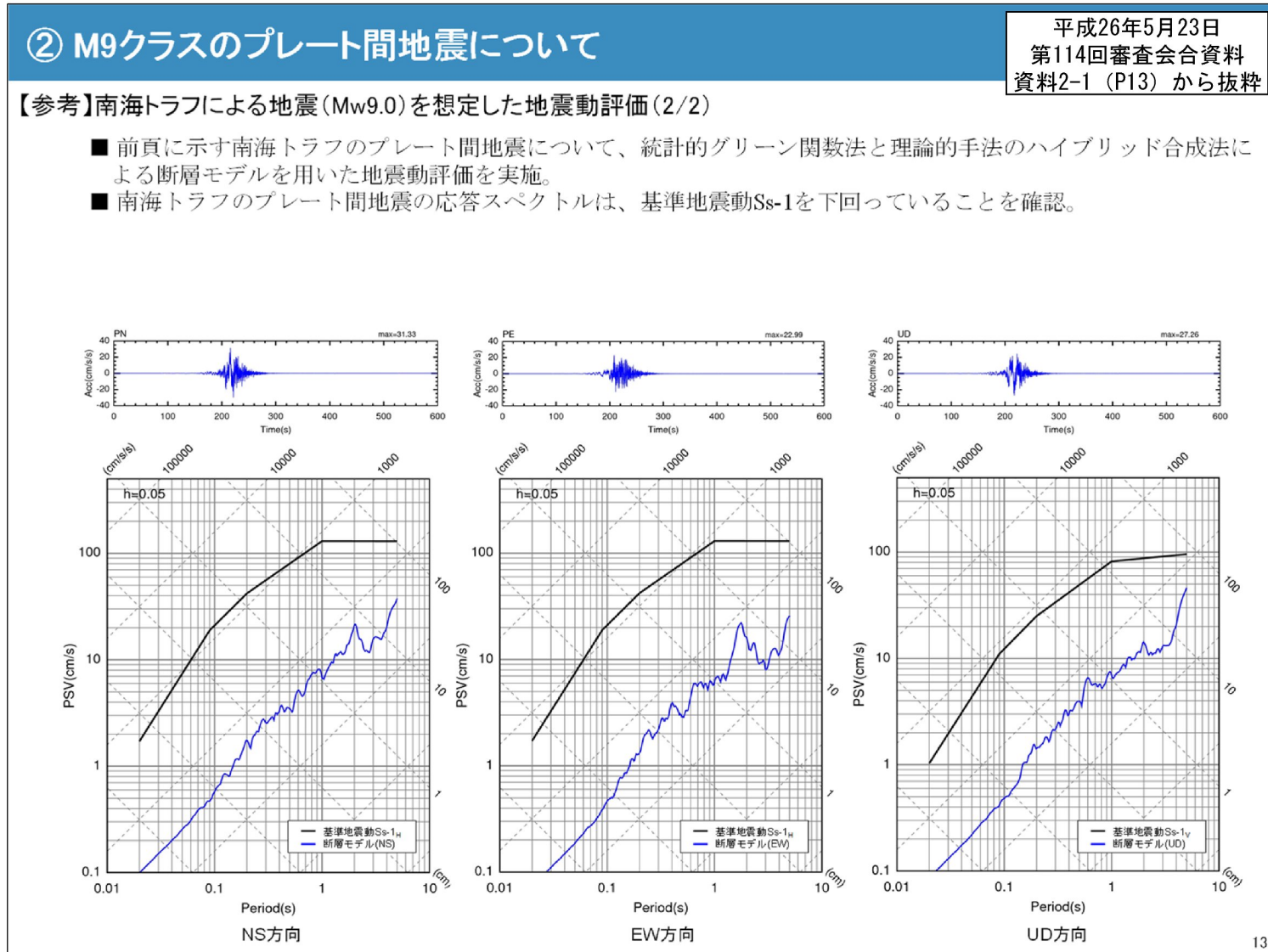
主な震源パラメータ

パラメータ	値	
全体	面積(km ²)	110.150
	平均応力降下量(MPa)	2.3
	平均すべり量(m)	7.6
	地震モーメント(Nm)	3.4E+22
	マグニチュードMw	9.0
各セグメント	セグメント名	日向灘域 南海域
	面積(km ²)	19.053 53.790
	平均応力降下量(MPa)	4 4
	平均すべり量(m)	5.5 9.3
	地震モーメント(Nm)	4.3E+21 2.0E+22
	Mw	8.4 8.8
強震動生成域	面積(km ²)	2.112 6.130
SMGA	面積比	11% 11%
	平均すべり量(m)	11.1 18.6
	地震モーメント(Nm)	9.573E+20 4.7E+21
	Mw	7.9 8.4
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	24.0 23.7
SMGA 1	面積(km ²)	1.028 1.960
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	34.0 46.3
	平均すべり量(m)	10.9 20.5
	地震モーメント(Nm)	4.6E+20 1.7E+21
	Mw	7.7 8.1
SMGA 2	面積(km ²)	1.084 1.624
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	34.0 46.3
	平均すべり量(m)	11.2 18.7
	地震モーメント(Nm)	5.0E+20 1.2E+21
	Mw	7.7 8.0
SMGA 3	面積(km ²)	1.614
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	46.3
	平均すべり量(m)	18.6
	地震モーメント(Nm)	1.2E+21
	Mw	8.0
SMGA 4	面積(km ²)	932
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	46.3
	平均すべり量(m)	14.2
	地震モーメント(Nm)	5.4E+20
	Mw	7.8
背景領域	面積(km ²)	16.941 47.660
	応力パラメータ $\Delta\sigma$ (MPa)	3.7 3.7
	平均すべり量(m)	4.8 8.1
	地震モーメント(Nm)	3.4E+21 1.6E+22
	Mw	8.3 8.7
その他	破壊伝播速度Vr(km/s)	2.7 2.7
	剛性率 μ (N/m ²)	4.10E+10 4.10E+10
	S波速度(km/s)	3.82 3.82
	密度(ρ /cm ³)	2.8 2.8
	破壊伝播形式	同心円状 同心円状

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について

(B) 評価対象領域の見直しや地震規模再編による長周期帯の地震動評価への影響確認[南海トラフ]

■ 既許可時の南海トラフによる地震（Mw9.0）の地震動評価結果を以下に示す。



4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について

(B) 評価対象領域の見直しや地震規模再編による長周期帯の地震動評価への影響確認[琉球海溝]

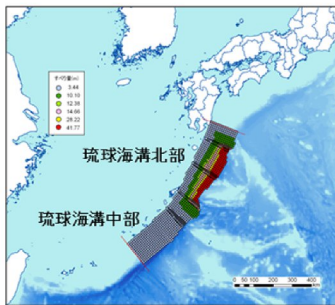
- 既許可評価において、津波評価に用いた波源モデルを参考に、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)について地震動評価を実施し、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)による応答スペクトルが基準地震動を大きく下回ることを確認済み。
- 本評価に用いた震源パラメータは、内閣府(2012)のパラメータ設定方法を参考に設定したため、第二版による影響はない。なお、琉球海溝北部のセグメントで設定した地震規模Mw8.8は、長期評価第二版の想定する南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震(M8程度)よりも大きいため、長周期地震動への影響はない(P23)。

② M9クラスのプレート間地震について

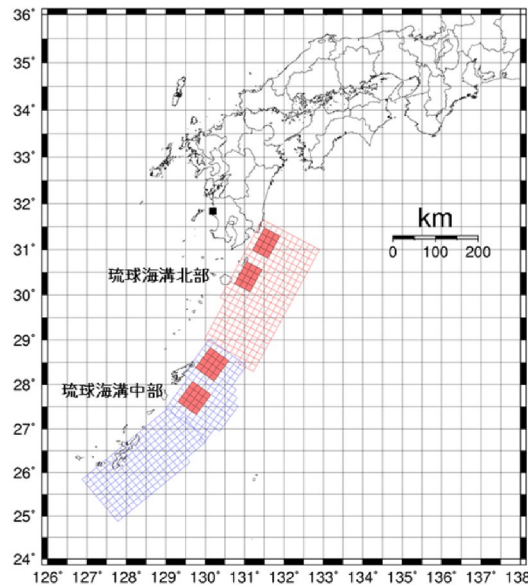
平成26年5月23日
第114回審査会合資料
資料2-1 (P10) から抜粋

琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)を想定した地震動評価(1/2)

- 前頁のとおり、プレート間地震については、その発生位置から敷地までの距離が十分離れているため、敷地に影響を与えないと考えられるが、津波評価に用いた波源モデルを参考に、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)について断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施。
- 震源パラメータは、内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」¹⁰⁾のパラメータ設定方法を参考に設定。



津波評価 波源モデル



地震動評価 震源モデル

琉球海溝北部～中部 (Mw9.1) による地震

震源パラメータ

パラメータ		琉球海溝北部	琉球海溝中部
全体	面積[km ²]	120,859	
	平均応力降下量[MPa]	3	
	平均すべり量[m]	10.4	
	地震モーメント[Nm]	5.2E+22	
	Mw	9.1	
全体 (セグメント)	面積[km ²]	51,072	69,787
	平均応力降下量	4.2	4.2
	平均すべり量[m]	9.5	11.1
	地震モーメント[Nm]	2.0E+22	3.2E+22
	Mw	8.8	8.9
SMGA全体	面積[km ²]	5,107	6,979
	面積比(%)	10	10
	応力パラメータ	26.6	26.6
	平均すべり量[m]	19.0	22.2
	地震モーメント[Nm]	4.0E+21	6.4E+21
	Mw	8.3	8.5
SMGA①	面積[km ²]	2,554	3,489
	応力パラメータ[MPa]	37.6	37.6
	平均すべり量[m]	19.0	22.2
	地震モーメント[Nm]	2.0E+21	3.2E+21
	Mw	8.1	8.3
SMGA②	面積[km ²]	2,554	3,489
	応力パラメータ[MPa]	37.6	37.6
	平均すべり量[m]	19.0	22.2
	地震モーメント[Nm]	2.0E+21	3.2E+21
	Mw	8.1	8.3
背景領域	面積[km ²]	45,965	62,809
	応力パラメータ[MPa]	3.9	3.9
	平均すべり量[m]	8.5	9.9
	地震モーメント[Nm]	1.6E+22	2.5E+22
	Mw	8.7	8.9
その他	破壊伝播速度[km/s]	2.7	2.7
	剛性率[Nm ²]	4.1E+10	4.1E+10
	S波速度[km/s]	3.82	3.82
	密度[g/cm ³]	2.8	2.8
	破壊伝播形式	同心円状	同心円状

4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について

(B) 評価対象領域の見直しや地震規模再編による長周期帯の地震動評価への影響確認[琉球海溝]

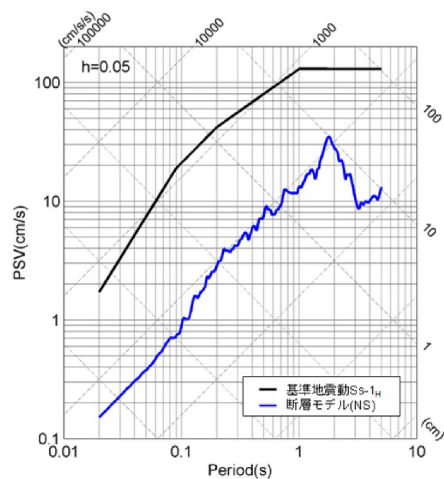
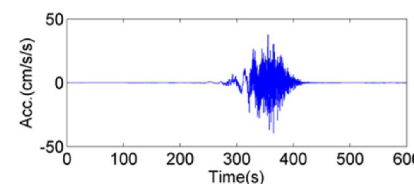
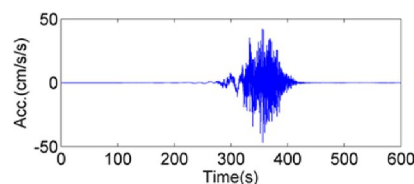
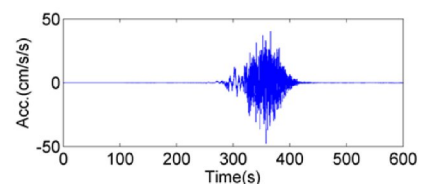
- 既許可時の琉球海溝北部～中部による地震（Mw9.1）の地震動評価結果を以下に示す。

② M9クラスのプレート間地震について

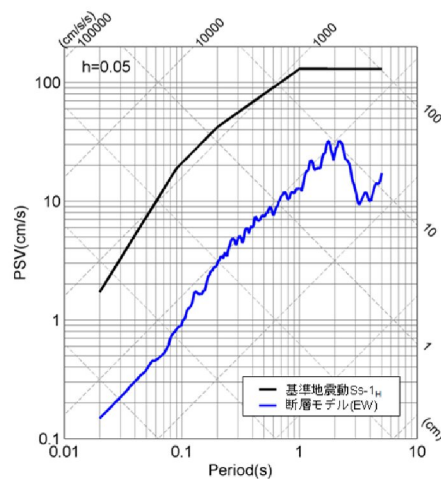
平成26年5月23日
第114回審査会合資料
資料2-1 (P11) から抜粋

琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)を想定した地震動評価(2/2)

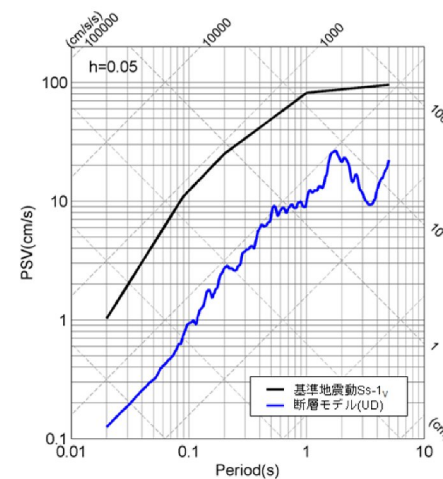
- 前頁に示す、琉球海溝北部～中部による地震（Mw9.1）について、統計的グリーン関数法と理論的手法のハイブリッド合成法による断層モデルを用いた地震動評価を実施。
- 琉球海溝北部～中部による地震（Mw9.1）の応答スペクトルは、長周期領域での卓越が見られるものの、基準地震動Ss-1を下回ることを確認。



NS方向



EW方向



UD方向



5. 川内原子力発電所の既許可評価(津波評価)への影響について

- (A) 既許可評価において初版を参照した箇所の影響確認
- (B) 初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認

5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について

(A) 既許可評価において初版を参照した箇所の影響確認（地震履歴）

- 既許可評価では、南海トラフ～琉球海溝における固着域の検討に際し、地震履歴に関する情報（巨大地震の発生の有無）を整理しており、1771年八重山地震(Mt8.5)、1911年喜界島地震(M8.0)の2地震を初版から参照している。
- 第二版においても、上記2地震の記載に変更がないこと、新たな巨大地震の追加もないことから既許可評価に影響はない。

(1) 地震履歴に関する情報（巨大地震の発生有無）

- 超巨大地震の記録がある沈み込み帯において、津波堆積物調査等による情報を踏まえた地震履歴を整理し、Mw8.5クラスの巨大地震の発生有無について、分析した。
- その結果、超巨大地震の記録がある沈み込み帯においては、Mw8.5クラスの巨大地震が、数百年間隔で繰り返し発生していると考えられる。

	チリ	カスケード	アラスカ・アリューシャン	カムチャッカ	東北	スマトラ	南海トラフ	琉球海溝
(1) 地震履歴に関する情報	<ul style="list-style-type: none"> AD1960年チリ地震(Mw9.5) BC80年以降、8回のMw9クラスの津波が、300年間隔で発生 歴史上、津波を伴う地震が16世紀以降に100～150年間隔で3回発生 	<ul style="list-style-type: none"> AD1700年カスケード地震(Mw9.0) 過去約1万年間に発生した41回の地震の平均間隔は約240年 AD1700年の地震のようにカスケード沈み込み帯の全域を破壊したMw9クラスの地震の数は上記の約半分 	<ul style="list-style-type: none"> (アラスカ) AD1964年アラスカ地震(Mw9.2) 過去6000年間で11回の地震が発生 約900年前、約1500年前の波源域はアラスカ地震より大きい(アリューシャン) AD1965年ラッツアイランド地震(Mw8.7) AD1957年アリューシャン地震(Mw9.1) 	<ul style="list-style-type: none"> AD1952年カムチャッカ津波(Mw9.0) AD1737年カムチャッカ津波(歴史文献に基づく、過去300年間最大) 過去3000年間で1000年当たり平均12回の津波が発生しており、大規模な津波が約1000年毎に1回発生 	<ul style="list-style-type: none"> AD2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0) AD869年貞観地震(Mw8.4もしくはそれ以上) 約600年間隔で巨大津波が発生 	<ul style="list-style-type: none"> AD2004年スマトラ沖地震(Mw9.0) 過去に、Mw8.5以上の地震が、複数回(2100～2500年前頃、1000～1400年前頃、西暦1500年頃)発生 	<ul style="list-style-type: none"> AD1946年昭和南海地震(Mw8.2～8.5) AD1944年昭和東南海地震(Mw8.1～8.2) AD1854年安政南海地震(M8.4) AD1854年安政東海地震(M8.4) AD1707年宝永地震(M8.6) 	<ul style="list-style-type: none"> (琉球海溝中部) AD1911年喜界島地震(M8.0) (琉球海溝南部) AD1771年八重山地震(Mt8.5) (琉球海溝中部・南部) 南部では、大きな津波が繰り返し発生した証拠として、津波石が認められるものの、中部では、2,300年前以降に、津波石は認められない
参考文献	Cisternas et al. (2005)等	佐竹(2013)等	Shennan et al. (2009)等	Pinegina et al. (2003)等	地震調査研究推進本部(2011)等	藤野(2013)等	地震調査研究推進本部(2013)等	地震調査研究推進本部(2004)、Goto et al.(2013)等
考察	Mw9クラスの津波が300年間隔で発生	Mw9クラスの津波が約500年間隔で発生	(アラスカ) Mw9クラスの地震が数100年間隔で繰り返し発生(アリューシャン) 確認されていない(十分な調査が行われていない)	過去に、Mw9クラスの津波が発生 大規模な津波が繰り返し発生している	過去に、Mw8.5クラスの地震が発生 約600年間隔で大規模な津波が発生	約500年間隔で、少なくともMw8.5以上の地震が発生	南海トラフでは、Mw8.5クラスの巨大地震が繰り返し発生していると考えられる	北部では、M8クラスの地震は確認されていない。 南部では、巨大地震が繰り返し発生していると考えられる。 中部では、過去2,300年に八重山地震クラスの巨大地震が発生していないと考えられる。



・第二版においても同様の記載あり
・また、新たな巨大地震の追加もない

Mt：津波マグニチュード

※第107回審査会合資料に黄マーカ、赤四角枠を加筆

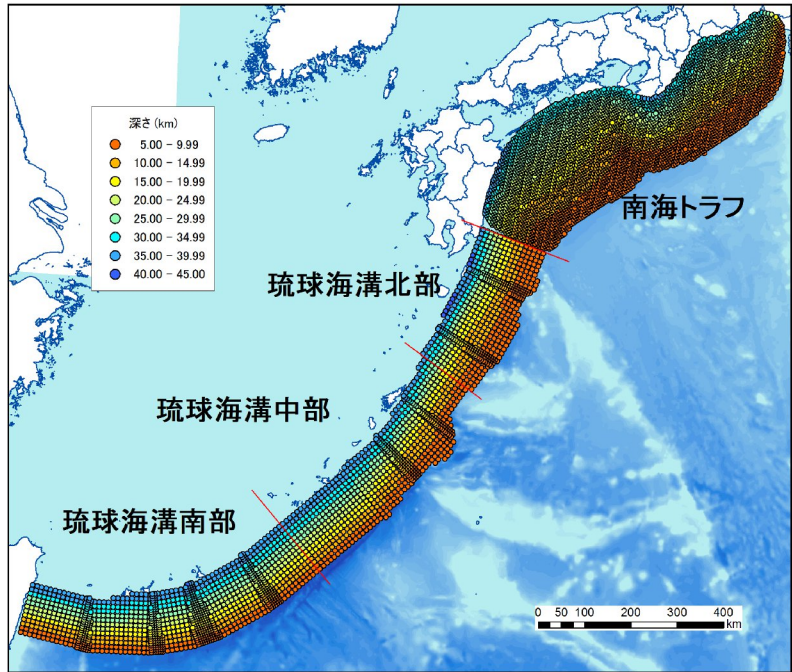
5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について
 (A) 既許可評価において初版を参照した箇所の影響確認（海溝軸の設定）

- 既許可評価では、琉球海溝領域のプレート面形状のうち、海溝軸について初版を参照し設定している。
- 第二版において、地震本部が新たに設定した海溝軸はないことから、既許可評価への影響はない。

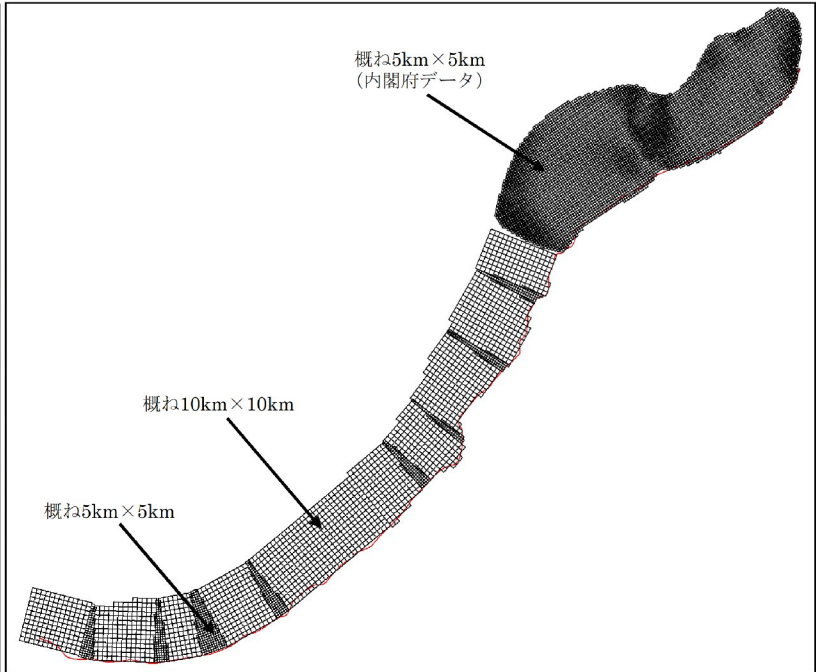
津波波源の設定（プレート面の形状）

○ 南海トラフ領域のプレート面形状は、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012)」に基づき設定する。
 ○ 琉球海溝領域のプレート面形状は、下表により設定する。

海溝軸	日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価について(地震調査研究推進本部、H16.2)
50km深度	地震ハザードステーションJ-SHIS(防災科学技術研究所(NIED))
プレート面形状	北側は海洋研究開発機構(JAMSTEC)、南側は海溝軸深度を6kmとして深度50kmまでの距離から求まる傾斜角を深さ方向に一律に設定。北側と南側の間はプレート形状が滑らかに摺り合うように設定。
小断層サイズ	(南海トラフ領域)概ね5km×5km、(琉球海溝領域)概ね10km×10km、及び5km×5km



プレート面形状モデルの深さ分布図



プレート面形状モデルの小断層配置図

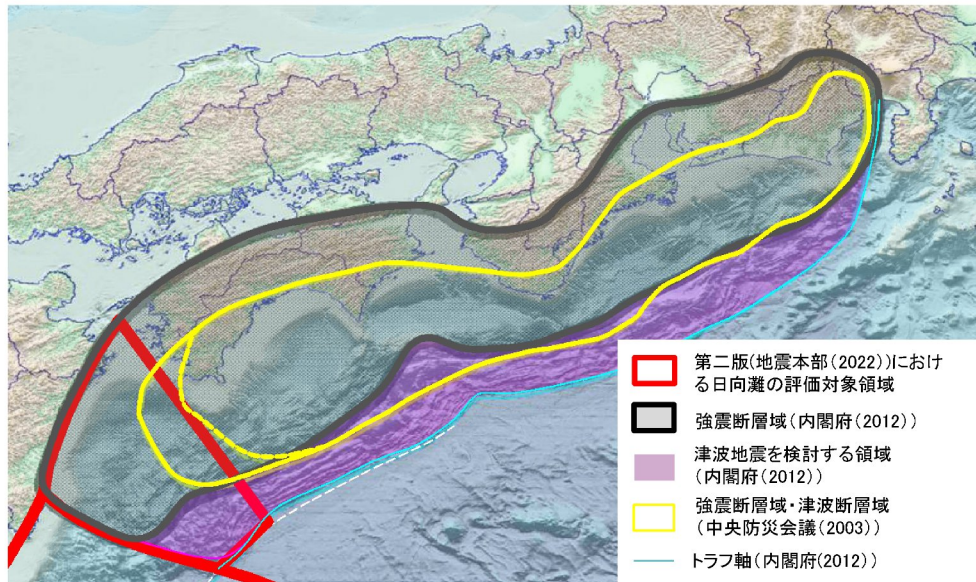
5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について (B) 初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認（南海トラフ）

【評価対象領域】

- 既許可評価では、「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震本部(2013))及び内閣府(2012)の知見を踏まえ、内閣府(2012)の日向灘を含む南海トラフを津波波源として設定。
- 既許可評価で用いた内閣府(2012)と第二版(地震本部(2022))のモデルを比較した結果、相違点がないことを確認。

【地震規模】

- 川内原子力発電所の津波評価で設定した地震規模は、日向灘を含む南海トラフ(Mw9.1、日向灘領域でMw8.6相当^{※1})であることから、今回公表された日向灘の巨大地震(M8程度)を上回る規模を考慮済み。

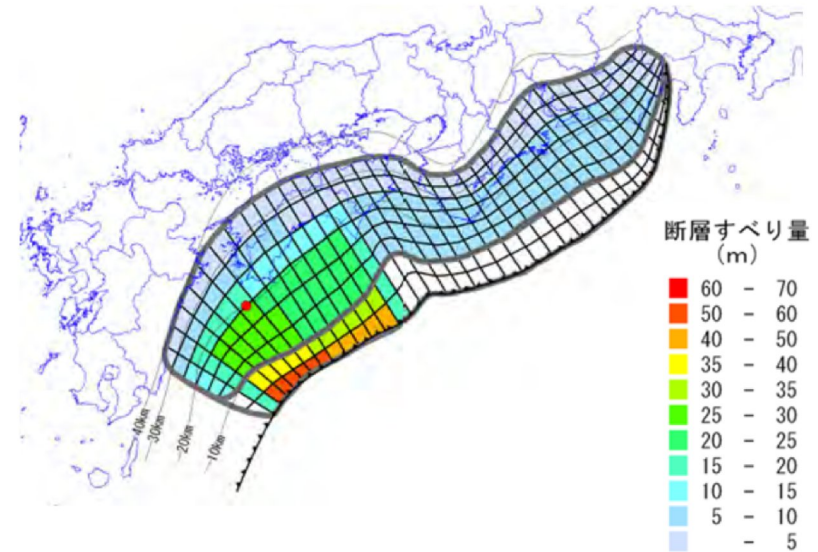


※地震本部(2022)及び内閣府(2012)より引用

第二版(地震本部(2022))と内閣府(2012)モデルの重ね合わせ

- ・南海トラフの長期評価(第二版)(地震本部(2013))では、スラブ面の上面深度は内閣府(2011)より引用と記載あり

※1 内閣府検討会における津波断層モデルについては、すべり量の配分には濃淡があり、日向灘には多くの大すべり域が配分されているものの、日向灘領域単独の地震規模が明記されていないため、仮に全域の地震モーメント($6.3 \times 10^{22} \text{ N}\cdot\text{m}$)から日向灘領域の面積比より日向灘域の地震モーメントを試算すると、 $1.1 \times 10^{22} \text{ N}\cdot\text{m}$ となり、Mw8.6程度以上となる。



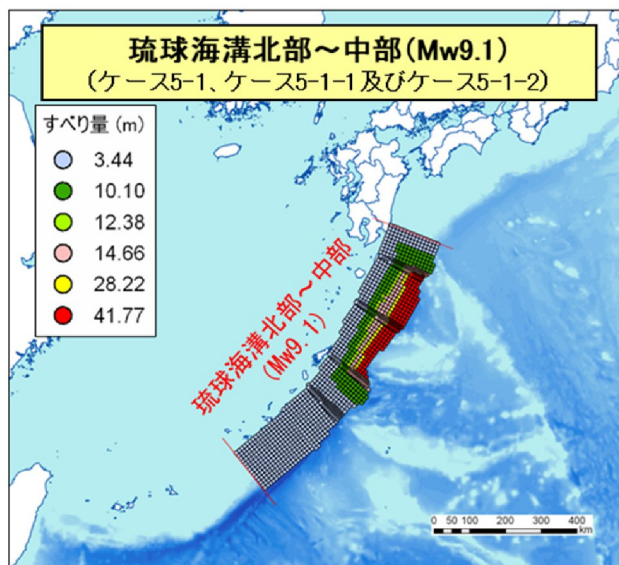
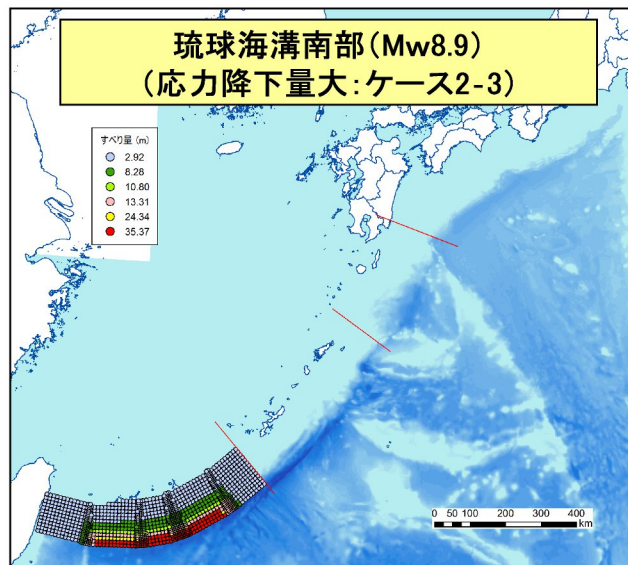
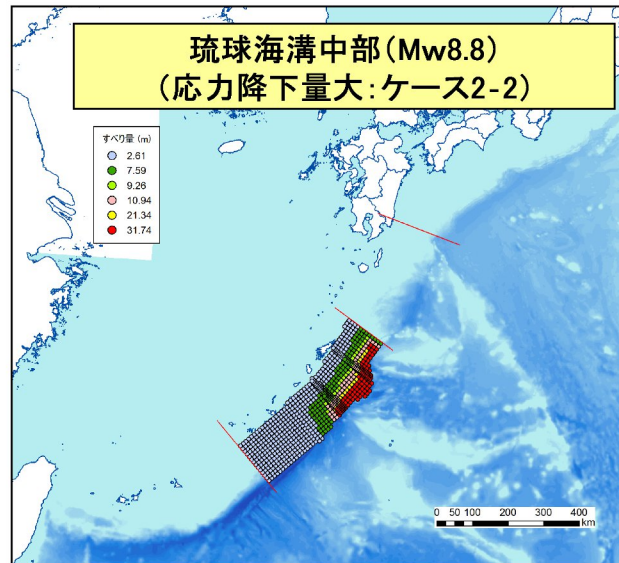
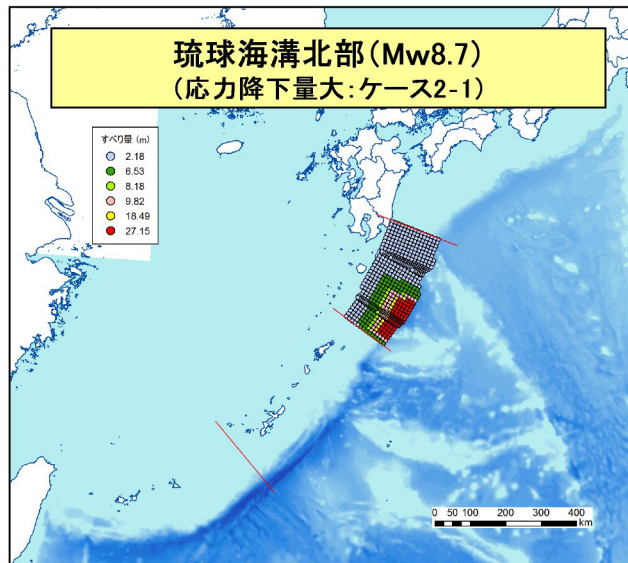
内閣府の想定ケースで最も安全側のケース (ケース⑤: Mw: 9.1)

※ 第107回審査会合資料を抜粋

5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について

(B) 初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認（琉球海溝）

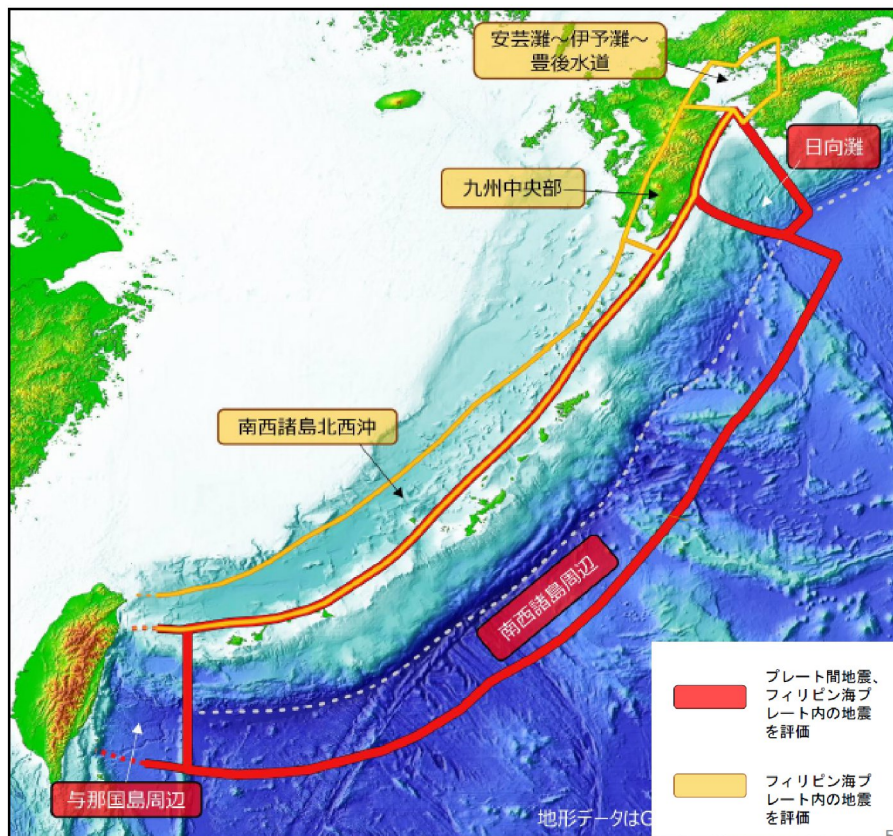
- 地震規模について、既許可評価では、琉球海溝の北部(Mw8.7)、中部(Mw8.8)、南部(Mw8.9)、北部～中部(Mw9.1)のプレート間地震を考慮しており、第二版における南西諸島及び与那国島周辺の地震規模(M8.0)を上回る規模を考慮済み。



※第107回審査会合資料を抜粋し
地震規模を加筆

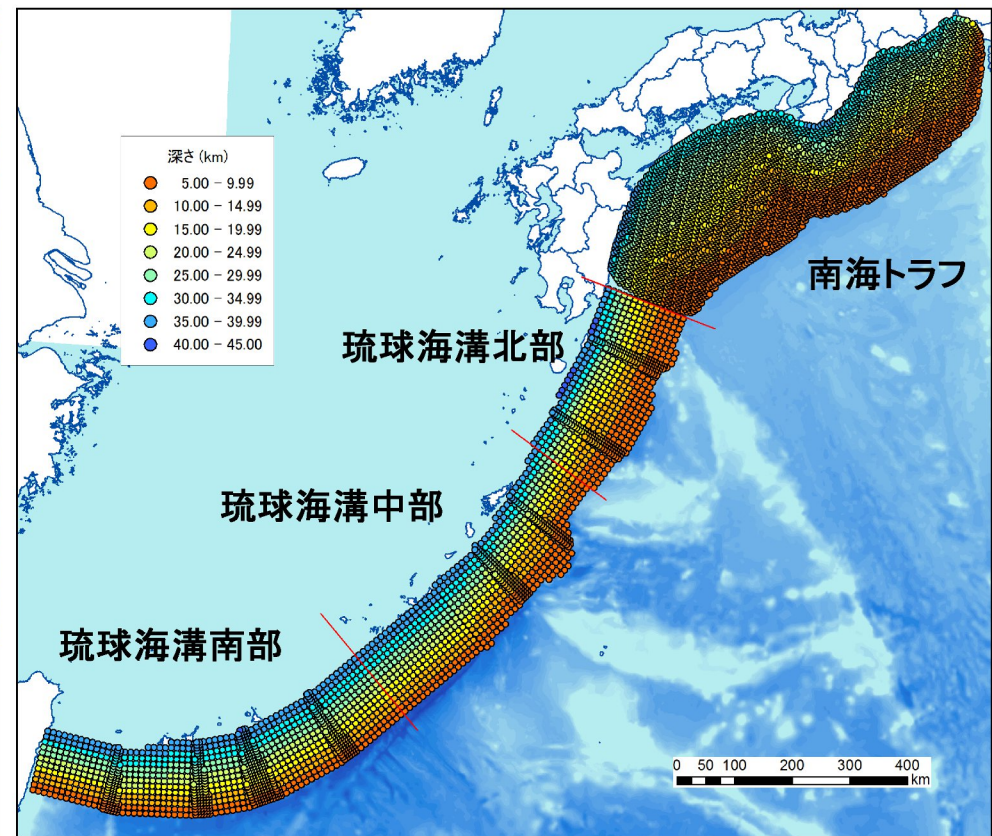
5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について
 (B) 初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認（琉球海溝）

- 第二版では、台湾東岸まで評価対象領域を拡大している。
- 既許可評価では、プレート間地震の津波波源モデルにおいて、台湾東岸まで設定し、評価を実施済み。



※地震本部(2022)を抜粋

第二版の評価対象領域



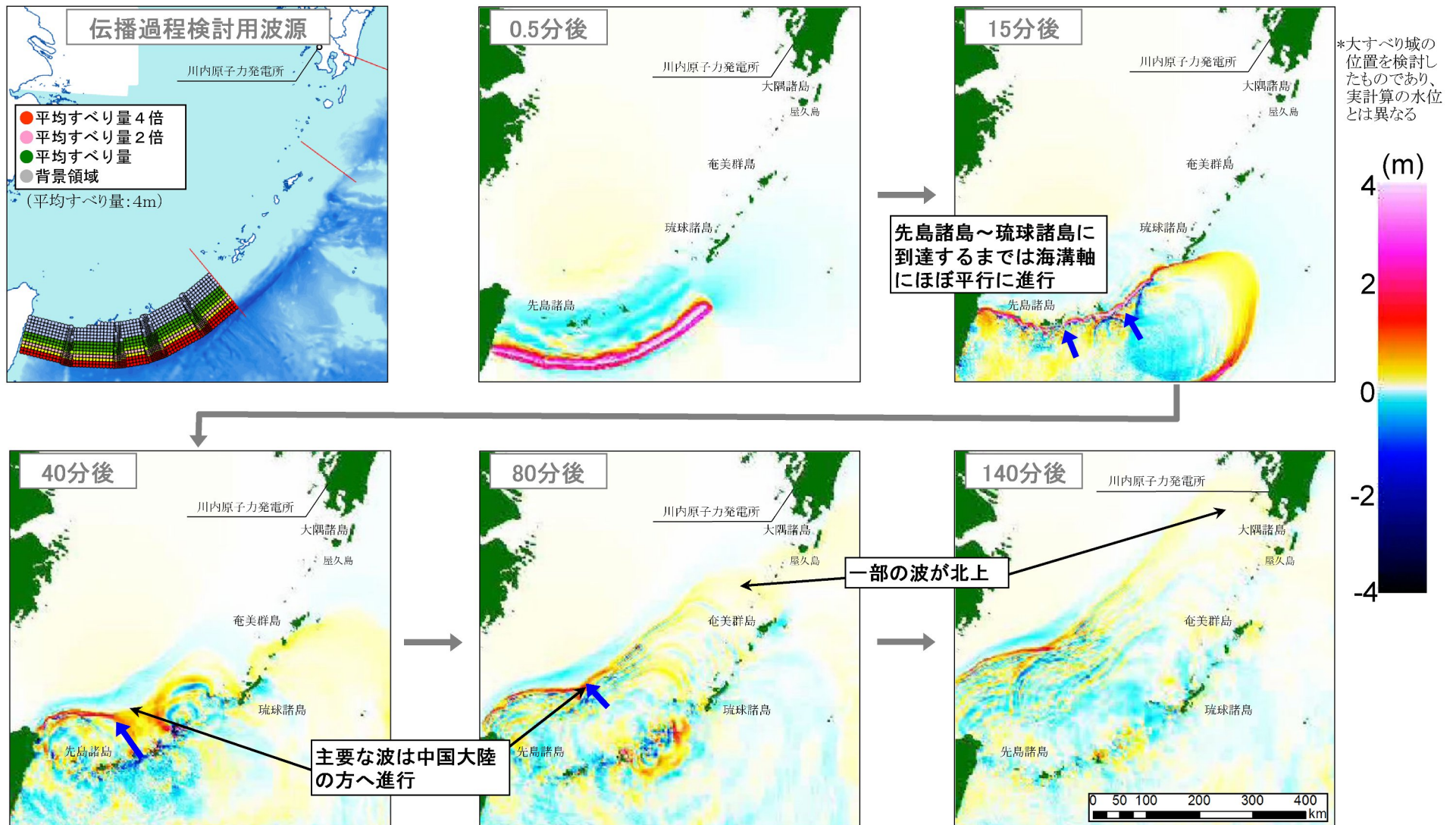
※第107回審査会合資料を抜粋


プレート面形状モデルの深さ分布

5. 川内原子力発電所の既許可評価（津波評価）への影響について

(B) 初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認（琉球海溝）

■ 既許可評価では、琉球海溝南部における大すべり域の位置設定の際に、台湾東岸まで大すべり域を設定した検討用波源を用いてシミュレーションを実施している。このため、評価対象領域の拡大に伴う津波評価への影響はない。





6. まとめ

6. まとめ

■ 地震本部が公表した、「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」について、初版からの変更点を整理した上で、川内原子力発電所の既許可時の地震動および津波評価への影響確認を行った。

○ 地震動評価

- ・第二版改訂による被害地震の変更を踏まえ、既許可評価と同様にM- Δ 図を用いて検討を実施した結果、プレート間・プレート内地震の評価に影響がないことから、既許可の地震動評価への影響はない。
- ・長周期帯の地震動評価についても、既許可評価では内閣府(2012)に基づき、第二版改訂(M8程度)を上回る規模を考慮した評価を実施しており、改訂に伴う影響はない。
- ・なお、確率論的地震ハザード評価への影響については、既許可評価では敷地に影響の大きい内陸地殻内地震を対象としており、初版の知見は引用していないことから影響はない。

○ 津波評価

- ・既許可評価にて初版を参照した箇所について、第二版による記載内容を確認した結果、参照した巨大地震の地震履歴に変更がないこと、海溝軸についても地震本部が新たに設定したものはないことから、第二版による影響はない。
- ・プレート間地震について、第二版(M8程度)を上回る規模を考慮済みであること、改訂に伴い変更・拡大された評価対象領域についても既許可で考慮済みの範囲であることから、津波伝播特性にも影響がない。
- ・なお、プレート内地震についてはプレート間地震と比較し影響が小さいことから第二版による影響はない。
- ・また、確率論的津波ハザード評価への影響については、既許可評価では土木学会(2011)等を参照し評価しており、初版の知見は引用していないことから影響はない。

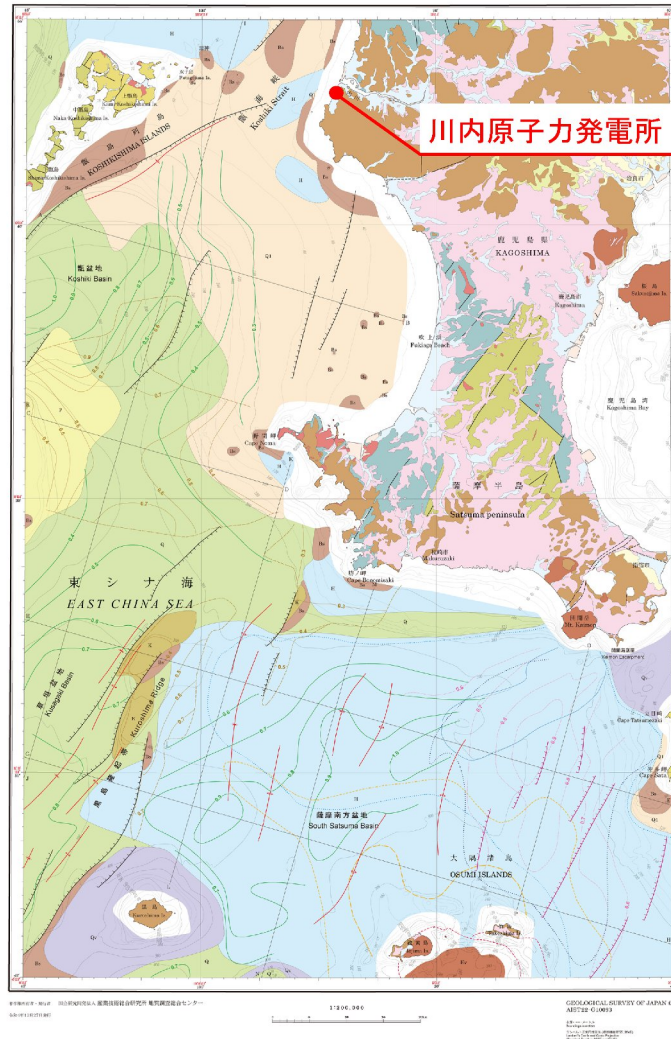
■ 以上より、今回、地震本部が公表した「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」に対する川内原子力発電所の既許可評価への影響はないことを確認した。



参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について

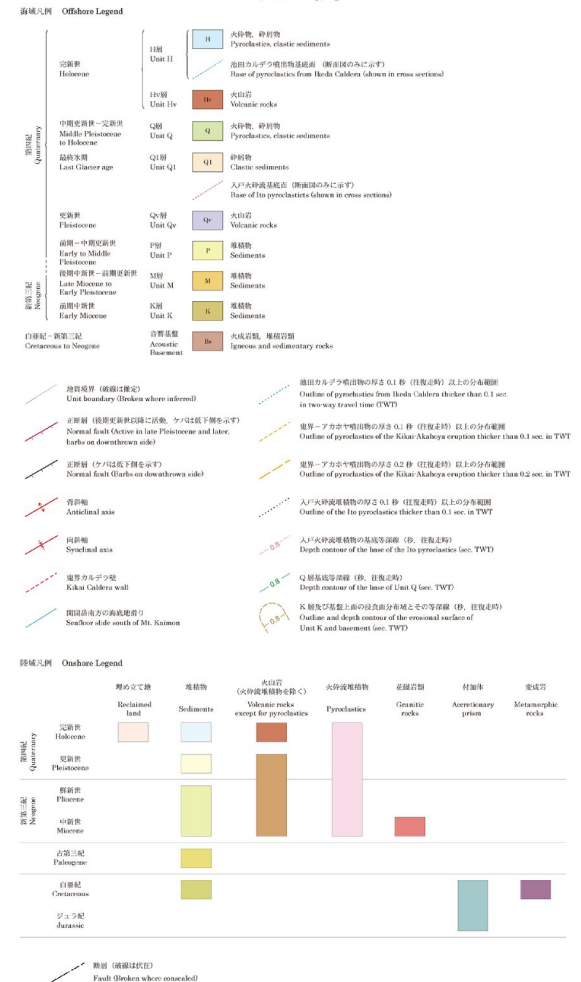
参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について

■ 産業技術総合研究所地質調査総合センター(以下、産総研という。)は、20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」及び同説明書(以下、産総研(2022)という。)を作成し、公表した。



野間岬沖海底地質図

凡例



参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について

- 産総研(2022)では、地質調査所(現 産総研)が1984年に実施した音波探査記録のデータに基づいて地質図を作成している。
- 既許可評価では、産総研(2022)が使用した地質調査所を含む他機関の音波探査記録に加えて、当社が独自に調査した音波探査記録等を基に、活断層評価を実施している。
- 産総研(2022)が使用した地質調査所のデータは既に既許可評価に考慮済みであること、当社の音波探査は測線間隔が密であり、高分解能な記録が得られていることから、産総研(2022)を踏まえても当社の評価に影響はない。

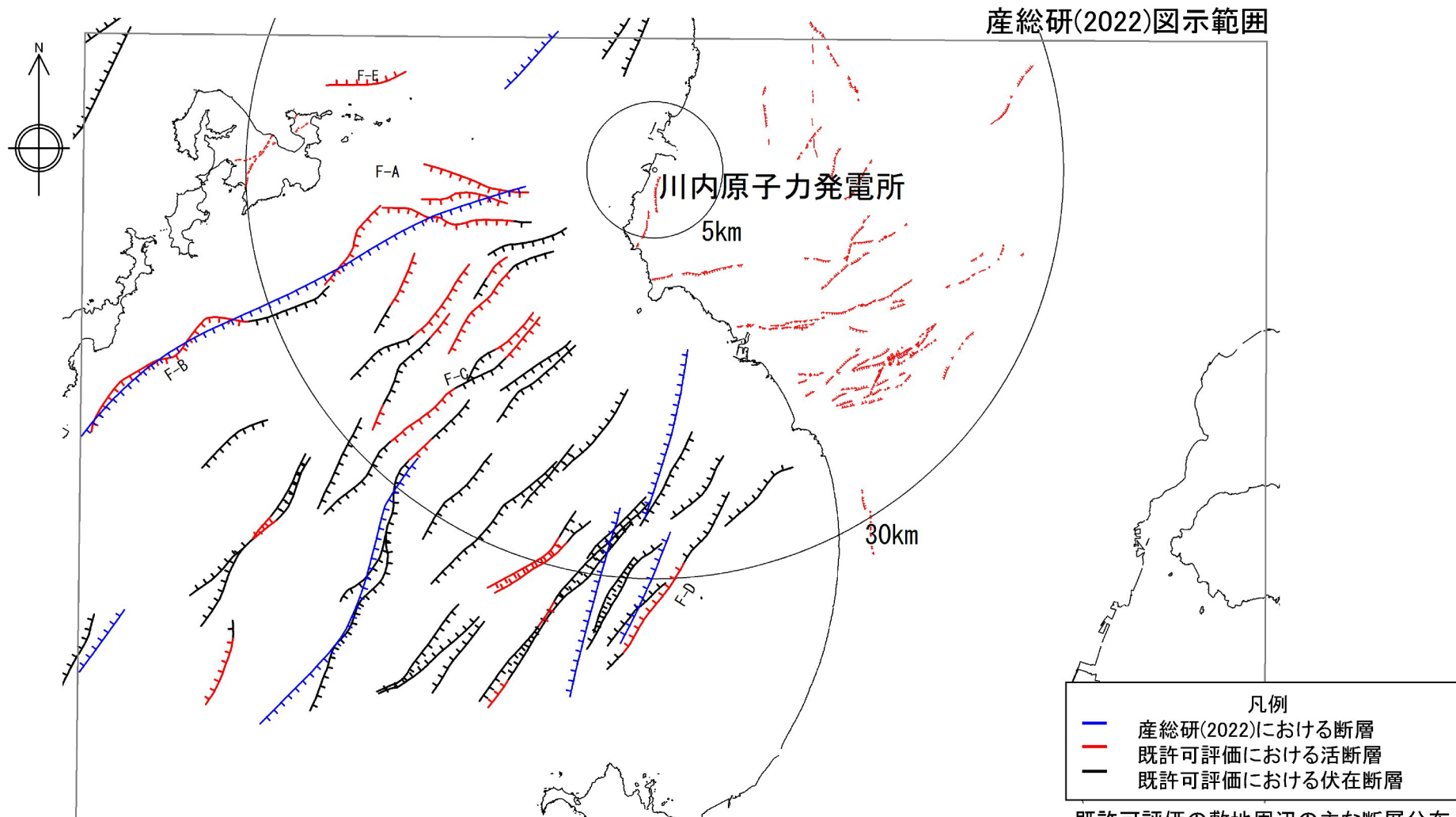
なお、産総研(2022)にも「九州電力の調査データは本調査より高分解能の反射断面を用いていることから、本地質図の断層より新しい時期に活動した断層を判読している可能性はある。」との記載がある。

産総研(2022)と既許可評価における使用データ(音波探査記録)

産総研(2022)	既許可評価
<ul style="list-style-type: none"> • 地質調査所 <ul style="list-style-type: none"> ✓ GH84-1航海 (1984年4月16日～ 5月15日) ✓ GH84-3航海 (1984年7月5日～ 8月23日) 	<ul style="list-style-type: none"> • 九州電力 • 地質調査所 <ul style="list-style-type: none"> ✓ GH84-1航海 ✓ GH84-3航海 • 海上保安庁水路部 • 石油公団 • 国土地理院

参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について

○ 既許可評価における敷地前面の断層分布図に、産総研(2022)に記載された断層を図示

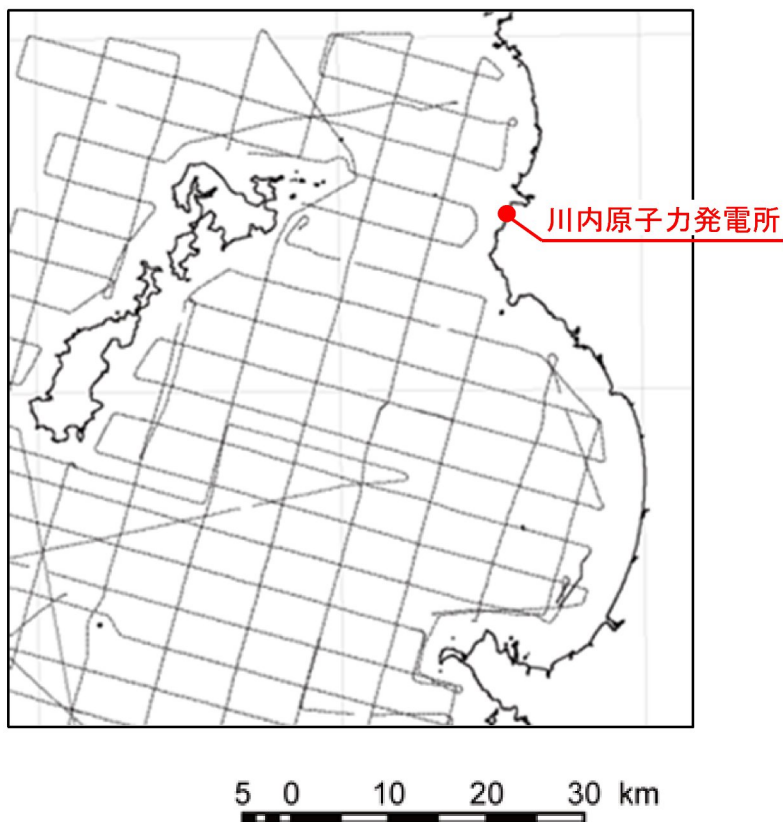


敷地前面海域の主な断層分布の比較

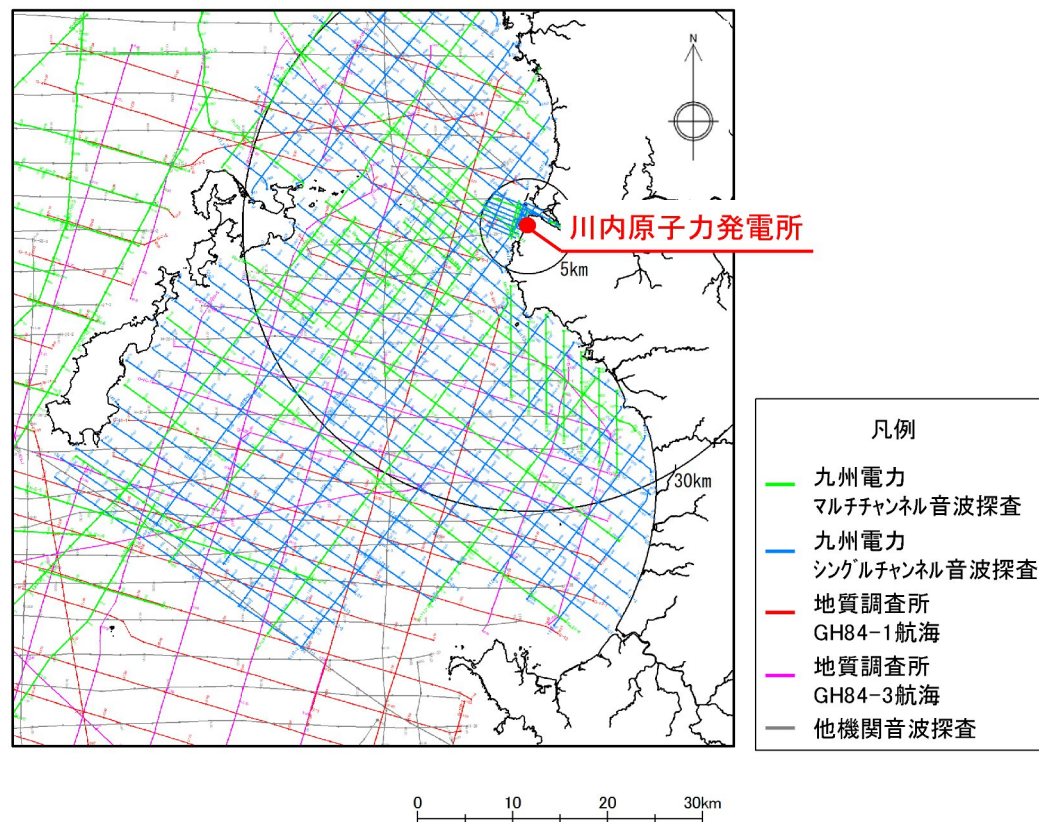
既許可評価の敷地周辺の主な断層分布に産総研(2022)に記載の断層分布をトレースし作図

参考. 20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」の影響について

○ 産総研(2022)が引用した物理探査測線(1984年)と既許可評価で用いた主な探査測線との比較



産総研(2022)が引用した物理探査測線(1984年)
(GH84-1航海、GH84-3航海)



既許可評価の主な音波探査測線図

参考文献

- ・村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、自然科学、第4巻、第3号、168-176.
- ・勝又讓・徳永規一(1971):震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、験震時報、第36巻、第3,4号、1-8.
- ・宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599-2012、東京大学出版会.
- ・宇津徳治・嶋悦三・吉井敏尅・山科健一郎編(2001):地震の事典[第2版]、朝倉書店.
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004):日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動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(2022):日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版).
- ・地震調査研究推進本部地震調査委員会,(2013):南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について.
- ・内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011):南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ.
- ・内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012):南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告).
- ・岡村行信(2022):20万分の1海洋地質図「野間岬沖海底地質図」及び同説明書、地質調査総合センター.