

川内原子力発電所1号炉、2号炉審査資料

資料番号

TTS-043

提出年月日

2023年10月2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 10月 2日
九州電力株式会社



余 白

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） の影響確認結果（概要）	・ ・ ・ ・ ・ P3
2. 既許可評価への影響確認の方針	・ ・ ・ ・ ・ P7
3. 初版からの変更点の整理	・ ・ ・ ・ ・ P13
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	・ ・ ・ ・ ・ P19
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	・ ・ ・ ・ ・ P28
6. まとめ	・ ・ ・ ・ ・ P36
参考 1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について	・ ・ ・ ・ ・ P38
参考 2. 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	・ ・ ・ ・ ・ P44



**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）
の影響確認結果（概要）**

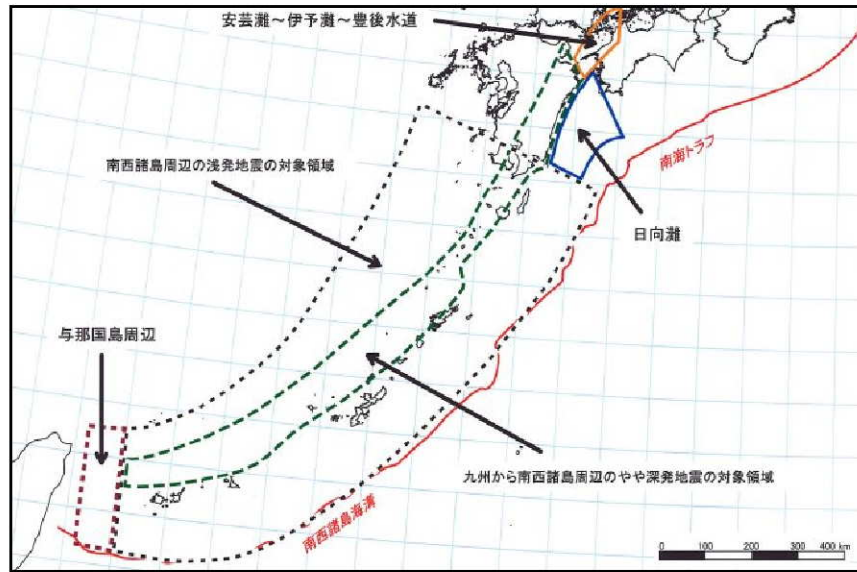
1. 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）の影響確認結果（概要）

○ 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

■ 地震調査研究推進本部(以下、地震本部という。)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。

[初版からの主な変更点]

- 地震規模を見直し(巨大地震(M8程度)、1771年八重山地震津波タイプ(Mt8.5程度)の導入)。
- 評価対象領域について範囲を変更・拡大。
- 被害地震について初版から変更。

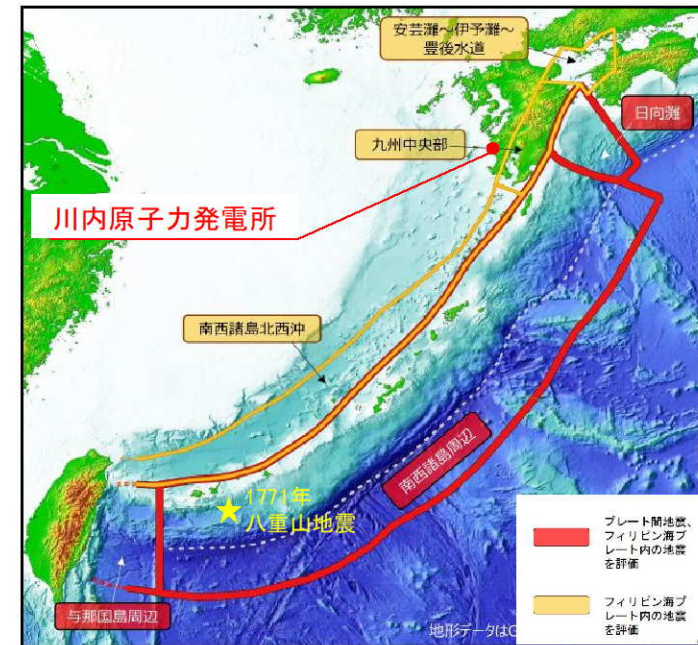


※地震本部(2004)より引用

初版の評価対象領域

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 4

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）の影響確認結果（概要）

○ 既許可の地震動評価への影響確認結果

■ 既許可の地震動評価への影響について、初版からの主な変更点を対象に確認を行い、影響がないことを確認した。

※既許可時の地震動評価にあたっては、初版の内容を確認した上で、初版は引用していない。

○ 地震規模見直しに対する影響確認結果 (P24、P26)

- ・既許可では、免震構造施設設計用基準地震動 S_s-L の評価において、日向灘を含む南海トラフ、琉球海溝でM9クラスのプレート間地震を評価。
- ・第二版において変更された地震規模は、日向灘でM8程度、琉球海溝でM8.0程度であり、既許可ではこれを上回る規模を考慮済みであるため、影響はない。

○ 評価対象領域の変更・拡大に対する影響確認結果 (P25、P27)

- ・既許可評価の震源モデルはプレート間地震として第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定されていることから、影響はない。

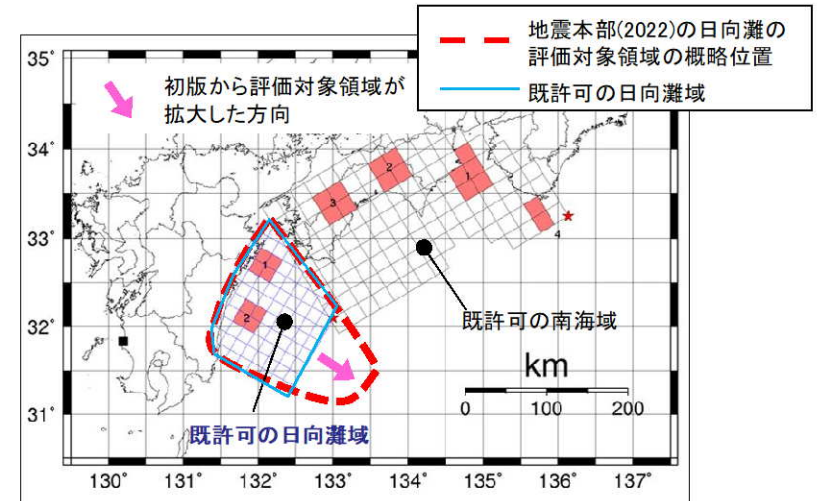
○ 被害地震の変更に対する影響確認結果 (P20～22)

- ・既許可では、被害地震について M- Δ 図を用いて検討を行った結果、プレート間・プレート内地震は敷地に影響を及ぼす地震ではないことを確認。
- ・第二版において変更された被害地震について、既許可評価と同様に検討した結果、震度5弱程度以上と推定されないことから、既許可時の評価結果（プレート間・プレート内地震は敷地に影響を及ぼす地震ではない）に影響はない。

設定した地震規模（地震規模見直しに対する影響確認）

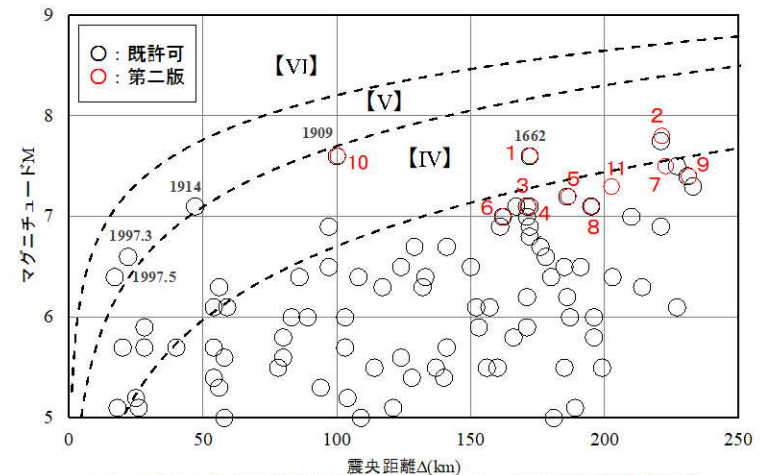
	第二版（最大）	既許可評価
日向灘	M8程度	Mw8.4※
琉球海溝	M8.0程度	Mw9.1

※ 日向灘を含む南海トラフでM9クラス(Mw8.9)を考慮



※第114回審査会合資料に地震本部（2022）の概略位置、既許可の震源モデルの区分を加筆

既許可評価における日向灘を含む南海トラフの震源モデルの例（評価対象領域の変更・拡大に対する影響確認）



M- Δ 図と震度（被害地震の変更に対する影響確認）

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）の影響確認結果（概要）

○ 既許可の津波評価への影響確認結果

- 既許可の津波評価への影響について、初版からの主な変更点を対象に確認を行い、影響がないことを確認した。
- また、既許可評価において初版を一部引用していることから、引用先について第二版の評価内容を確認した結果、評価内容に変更等がないことから、既許可評価に影響はないことを確認した。

○ 地震規模見直しに対する影響確認結果 (P32、P35)

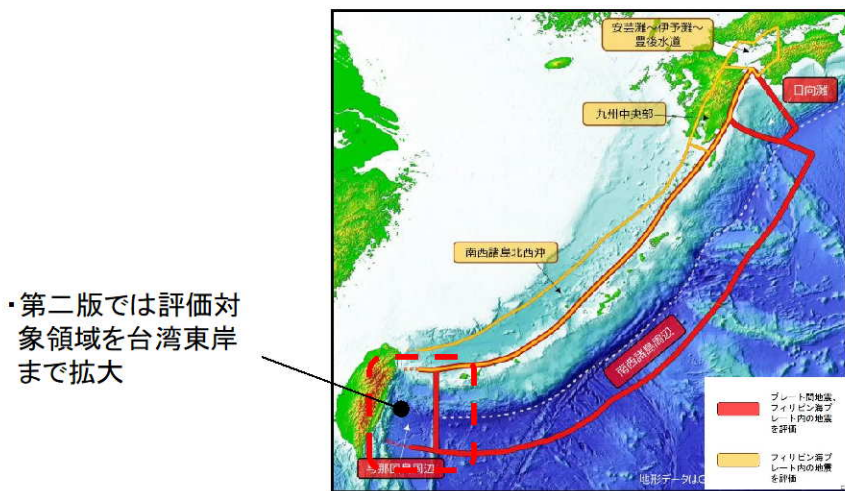
- ・ 既許可では、日向灘を含む南海トラフ、琉球海溝でMw9.1のプレート間地震に伴う津波を評価。
- ・ 第二版において変更された地震規模は、日向灘でM8程度、琉球海溝でM8.0程度であり、既許可ではこれを上回る規模を考慮済みであるため、影響はない。

設定した地震規模		
	第二版(最大)	既許可評価
日向灘	M8程度	Mw8.6相当※
琉球海溝	M8.0程度	Mw9.1

※ 内閣府検討会における津波断層モデルを基に、日向灘を含む南海トラフでMw9.1を設定。
内閣府のモデルは日向灘領域単独の地震規模が明記されていないが、仮に全域の地震モーメント(6.3×10^{22} N・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、 1.1×10^{22} N・mとなり、Mw8.6程度以上となる。

○ 評価対象領域の変更・拡大に対する影響確認結果 (P32～34)

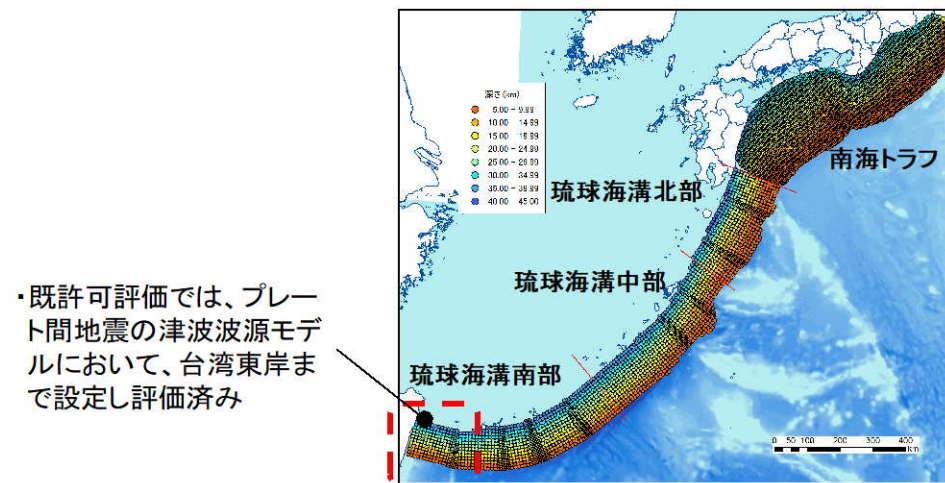
- ・ 第二版において変更・拡大された評価対象領域は、既許可で考慮した津波波源モデルの範囲内であることから、影響はない。



・ 第二版では評価対象領域を台湾東岸まで拡大

※地震本部(2022)に一部加筆

第二版の評価対象領域(琉球海溝の例)



・ 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済み

既許可における琉球海溝のプレート面形状モデルの深さ分布

○ 既許可評価において初版を引用した箇所の影響確認結果 (P29～30)

- ・ 既許可では、過去の巨大地震の整理、及び琉球海溝のモデル設定(海溝軸)において、初版を引用している。
- ・ 第二版において、過去の巨大地震に追加・変更がないこと、海溝軸について新たに設定したものはないことから、影響はない。

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

既許可時の地震動及び津波評価

- 既許可時の地震動及び津波評価においては、日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震を考慮した上で、基準地震動、基準津波を策定している。
- 既許可時の地震動評価にあたっては、初版の内容を確認した上で、引用していない。
- 既許可時の津波評価にあたっては、初版の内容を一部引用し、評価を行っている。

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
- 地震規模を見直し(巨大地震[M8程度]、1771年八重山地震津波タイプ[Mt8.5])
- 被害地震について初版から変更

既許可評価への影響確認方針

- 既許可時の「初版の引用先」、初版からの主な変更点である「評価対象領域の変更・拡大」、「地震規模の見直し」、「被害地震の変更」を踏まえ、既許可時の地震動評価及び津波評価において考慮した日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震について内容を示した上で、既許可時の評価の流れに沿って、以下の項目を確認する。
 - 既許可評価において初版を引用したものについては、その内容を明確にした上で、第二版による影響を確認。(A)
 - (A)以外の項目について、初版から評価対象領域、地震規模及び被害地震が変更されていることから、これに関連する既許可時の評価内容についても、第二版による影響を確認。(B)

2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震における既許可時の地震動評価

- 既許可時の地震動評価では、日向灘を含む南海トラフ及び南西諸島海溝(以下、琉球海溝という)について、気象庁カタログ等を用いて敷地周辺(敷地から200km程度以内)の被害地震を整理して、プレート間地震及び海洋プレート内地震は、敷地に影響を及ぼす震度5弱程度以上と想定されないことを確認。基準地震動 S_s-1 は敷地周辺の内陸地殻内地震の評価に基づき策定。
- また、免震構造施設設計用基準地震動 S_s-L の評価では、長周期の地震動が卓越する可能性のある震源及び要因を検討し、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を評価。その検討結果を基に S_s-L を策定。

南海トラフ～琉球海溝における地震動評価フロー

[評価内容]

■ 基準地震動 S_s-1 の評価

○ 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
※敷地に及ぼす影響が大きい敷地周辺の活断層による地震を対象として評価



- 基準地震動 S_s-1 の策定

- ・ 気象庁カタログ等により敷地周辺の被害地震を整理し、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は、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)。
- ・ M- Δ 図による検討により、プレート間地震及び海洋プレート内地震は、敷地までの距離が十分に離れているため、敷地において震度5弱程度以上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。

■ 免震構造施設設計用基準地震動 S_s-L の評価

- 長周期の地震動が卓越する可能性のある震源及び要因検討

- ① 長大な活断層による地震
- ② M9クラスのプレート間地震(南海トラフ及び琉球海溝の地震)
- ③ 活断層による地震の指向性(ディレクティビティ)



- 免震構造施設設計用基準地震動 S_s-L の策定
・卓越する震源及び要因検討結果(①~③)の地震動評価結果を基に S_s-L を策定

- ・ 長周期の地震動が卓越する震源及び要因検討で、M9クラスのプレート間地震として、南海トラフの地震及び琉球海溝による地震を評価。内閣府(2012)に基づき震源パラメータを設定。
 - 南海トラフ : M9クラスの地震を考慮(日向灘領域でMw8.4)
 - 琉球海溝 : M9クラスの地震を考慮(領域全体でMw9.1)

2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 既許可の地震動評価への影響確認方針

- 既許可の基準地震動の評価では、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、プレート間地震及び海洋プレート内地震は敷地に影響を及ぼす震度5弱程度以上と想定されないことを確認。被害地震の整理過程で、初版の被害地震が気象庁カタログ等に包含されることを確認したため、気象庁カタログ等を用いており、初版は引用していない。第二版では、初版から被害地震が変更されていることを踏まえ、既許可のプレート間地震及び海洋プレート内地震の評価への影響を確認する。(B)
- 既許可の免震構造施設設計用基準地震動の評価では、長周期の地震動が卓越する震源及び要因の検討として、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を評価。震源パラメーターを内閣府(2012)を基に設定しており、初版を引用していない。第二版では、地震規模及び評価対象領域が見直されていることを踏まえ、既許可の南海トラフ及び琉球海溝によるプレート間地震の長周期帯の地震動評価への影響を確認する。(B)

南海トラフ～琉球海溝における地震動評価フロー

[影響確認方針]

■ 基準地震動S_{s-1}の評価

○ 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
※敷地に及ぼす影響が大きい敷地周辺の活断層による地震を対象として評価

○ 基準地震動S_{s-1}の策定

■ 免震構造施設設計用基準地震動S_{s-L}の評価

○ 長周期の地震動が卓越する可能性のある震源及び要因検討

- ①長大な活断層による地震
- ②M9クラスのプレート間地震(南海トラフ及び琉球海溝の地震)
- ③活断層による地震の指向性(ディレクティブティ)

- 免震構造施設設計用基準地震動S_{s-L}の策定
・卓越する震源及び要因検討結果(①～③)の地震動評価結果を基にS_{s-L}を策定

- 第二版で被害地震が変更されていることを踏まえ、第二版の被害地震が敷地において震度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が敷地に影響を及ぼす地震でないことを確認。(P20～22) (B)

- 第二版で地震規模が見直されたことを踏まえ、既許可評価で設定した、南海トラフの地震及び琉球海溝による地震の評価における震源パラメータのうち地震規模が、第二版の地震規模を上回ることを確認(B)
 - ・ 南海トラフ:P24
 - ・ 琉球海溝 :P26

- 第二版で評価対象領域が拡大されたことを踏まえ、既許可の震源モデルがプレート間地震として第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定されていることを確認(B)
 - ・ 南海トラフ:P25
 - ・ 琉球海溝 :P27

赤枠は初版からの変更点を踏まえた影響確認項目

2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震における既許可時の津波評価

○ 既許可時の津波評価では、日向灘を含む南海トラフ及び琉球海溝について、

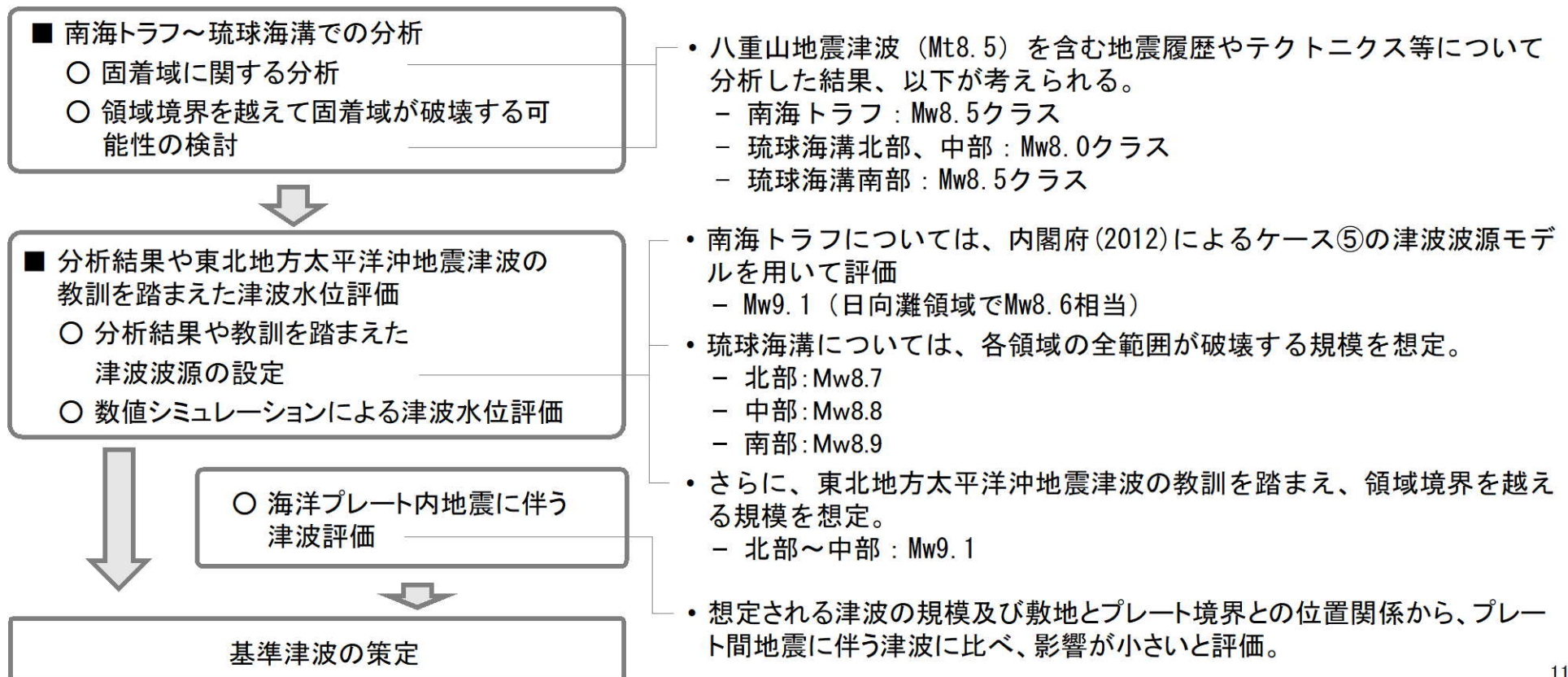
- ・内閣府(2012)において南海トラフでは最大クラスの津波波源(Mw9.1)が設定されていること
- ・審査ガイドにおいて、津波波源の領域は南海トラフから琉球海溝まで含めた領域が対象と記載されていること
- ・「全ての沈み込み帯でM9クラスの地震が発生しうる(Mc Caffery(2008))」との知見があること

を踏まえ、超巨大地震の記録がある世界の沈み込み帯において地震との関連性が高い、「プレート境界面の固着域」に着目した分析を行い、その分析結果に基づき、南海トラフ～琉球海溝において不確かさを考慮した津波波源を設定し、津波水位を評価している。

○ 更に、2011年東北地方太平洋沖地震津波の教訓を踏まえ、現在の知識・データが全てとせず、安全意識として、これを超えることが起こりうるとの観点での津波波源を設定し、津波水位を評価している。

南海トラフ～琉球海溝における津波評価フロー

「評価内容」



2. 既許可評価への影響確認の方針

○ 既許可の津波評価への影響確認方針

- 既許可の津波評価では、南海トラフ～琉球海溝の分析のうち過去の巨大地震の整理において、また津波水位評価に伴うプレート面形状の設定のうち海溝軸の設定において初版を一部引用していることから、初版の引用先について第二版の評価内容を確認し、影響確認を行う。(A)
- 今回、第二版は初版から評価対象領域及び地震規模を見直していることから、既許可津波評価で設定した南海トラフ～琉球海溝の津波波源のうちモデル設定範囲(評価対象領域)及び地震規模について影響確認を行う。(B)

南海トラフ～琉球海溝における津波評価フロー

■ 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



■ 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

- ○ 琉球海溝における過去の巨大地震の整理の際、初版を引用
 - ・過去の巨大地震に関し、初版から変更や追加等がないか確認し、既許可評価への影響を確認(A) (P29)
- ○ 琉球海溝のモデル設定の際、初版に記載の海溝軸を引用し、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(A) (P30)
- ○ 初版から評価対象領域が見直されたことを踏まえ、見直された評価対象領域が既許可評価で設定した日向灘を含む南海トラフ及び、琉球海溝の津波波源モデルの範囲内であることを確認(B)
 - ・南海トラフ:P32、琉球海溝 :P33～34
- ○ 初版から地震規模が見直されたことを踏まえ、既許可で設定した日向灘を含む南海トラフ及び琉球海溝の地震規模が、第二版を上回ることを確認(B)
 - ・南海トラフ:P32、琉球海溝 :P35

赤枠は初版からの変更点を踏まえた影響確認項目
黄マーカは初版を一部引用した箇所を示す。

3. 初版からの変更点の整理

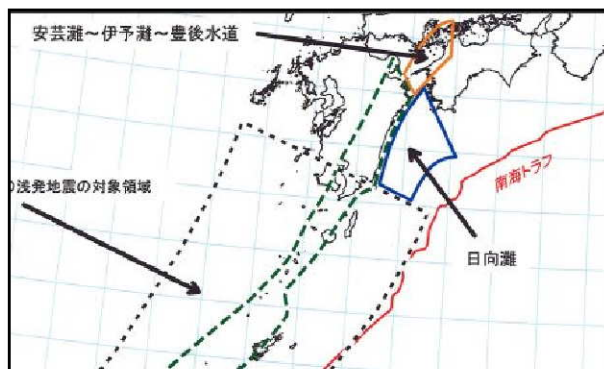
- ・各評価対象領域の地震規模、評価範囲の変更点**
- ・被害地震の変更点**

3. 初版からの変更点の整理

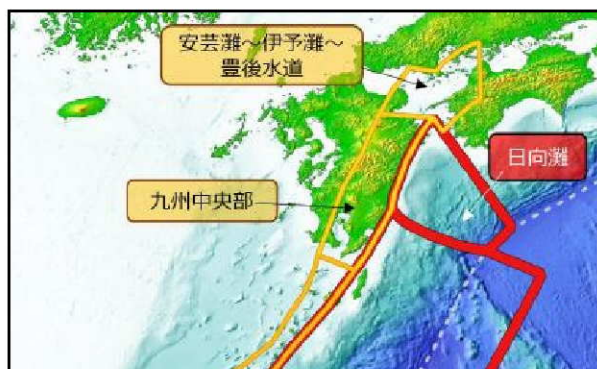
○ 日向灘周辺領域に関する変更点

[日向灘]

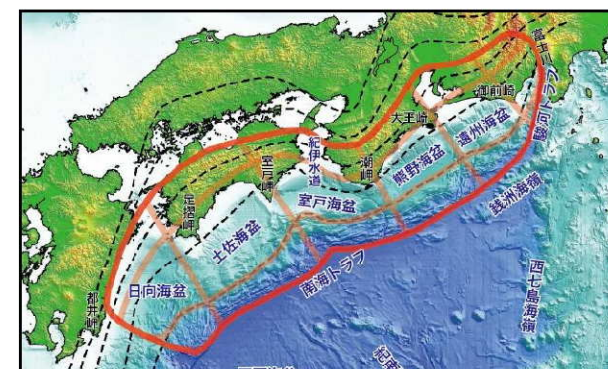
- 評価対象領域について、第二版では「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震本部(2013))における「都井岬～足摺岬」(セグメントZ)を踏まえ領域を整合。
- 地震規模について、初版では最大規模でM7.6前後に対し、第二版では「巨大地震」(M8程度)を導入し、再設定。
- 浅い地震の発生形態について、初版ではプレート間地震のみであったものに対し、第二版ではプレート間または沈み込んだフィリピン海プレートの内部を想定。



※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

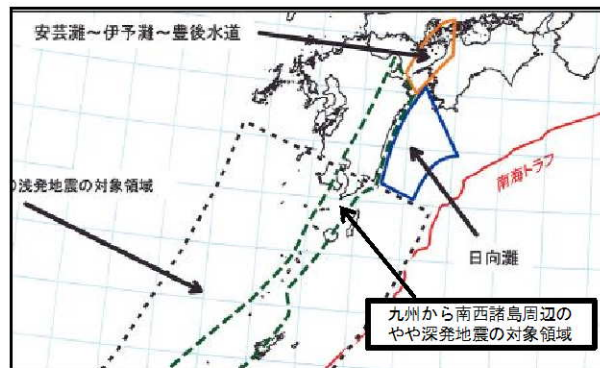
○ 日向灘周辺領域に関する変更点

[安芸灘～伊予灘～豊後水道]

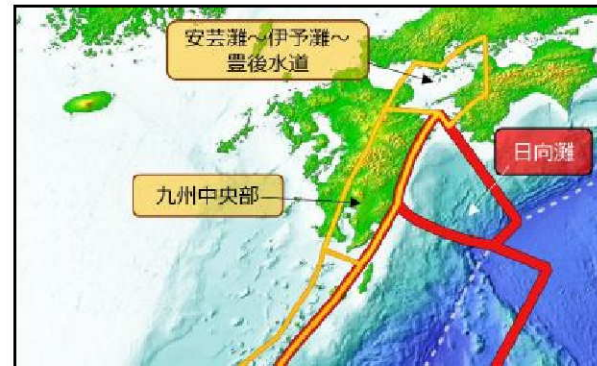
- 評価対象領域については、これまでの地震活動分布等に基づき初版から領域を拡大。
- 評価対象地震の地震規模及び発生形態については、初版から変更はない。

[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)

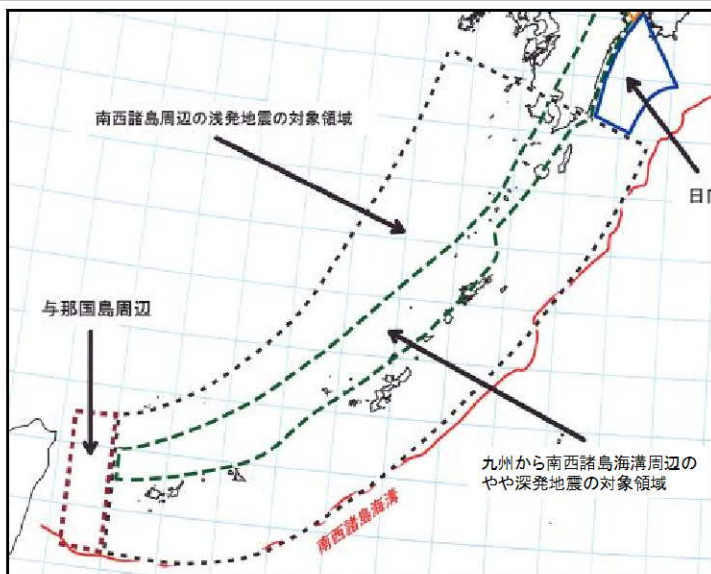
安芸灘～伊予灘～豊後水道及び九州中央部の評価対象地震(第二版)

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

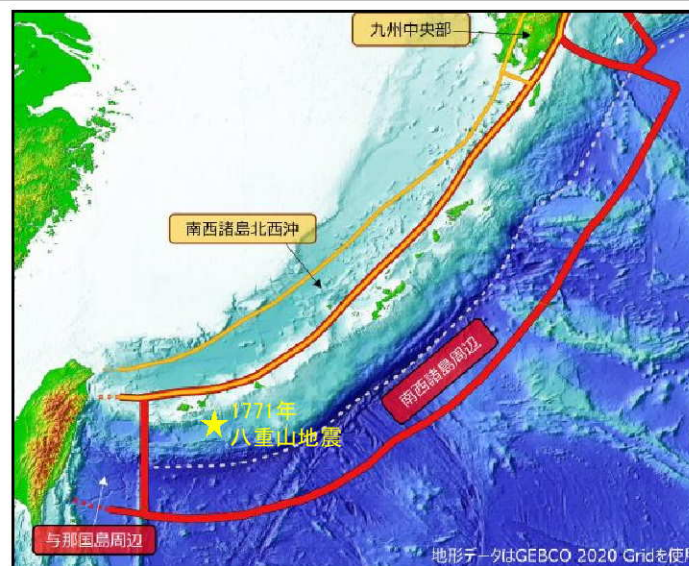
3. 初版からの変更点の整理

○ 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程度を設定。
- 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程度)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		(参考)川内原子力発電所からの震央距離(km)
	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	172
	—	—	1769/8/29	7.8	221
	—	—	1899/11/25	7.1	171
	1931/11/2	7.1	同左	同左	172
	1941/11/19	7.2	同左	同左	186
	1961/2/27	7.0	同左	同左	162
	1968/4/1	7.5	同左	同左	223
	1984/8/7	7.1	同左	同左	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	1649/3/17	7.0	同左	同左	299
	1686/1/4	7.2	同左	同左	329
	—	—	1749/5/25	6.8	279
	1854/12/26	7.4	同左	同左	231
	1857/10/12	7.3	同左	同左	339
	1905/6/2	7.2	同左	同左	331
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	346
	1909/11/10	7.6	同左	同左	100

※ 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。

※ 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		(参考)川内原子力発電所からの震央距離(km)
	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	425
南西諸島周辺のひとまわり小さい地震	—	—	1923/7/13	7.3	203
	1998/5/4	7.7	同左	同左	1148
	—	—	2002/3/26	7.0	1121
	—	—	2010/2/27	7.2	672
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	1046
	—	—	1958/3/11	7.2	963
	—	—	1959/4/27	7.5	1076
与那国島周辺のひとまわり小さい地震	—	—	1919/12/21	7.5	1255
	—	—	1920/6/5	7.4	1235
	—	—	1922/9/2	7.4	1117
	—	—	1924/7/22	7.2	1237
	—	—	1951/10/22 6:34	7.2	1238
	—	—	1951/10/22 13:28	7.0	1213
	—	—	1951/11/25	7.1	1239
	1966/3/13	7.8	同左	7.3	1133
	—	—	1972/1/25 11:06	7.5	1289
	—	—	1972/1/25 12:41	7.2	1237
	—	—	1972/4/24	7.3	1252
	—	—	2002/3/31	7.0	1167
	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	—	—	425
	1938/6/10	7.7	—	—	859

※ 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。

※ 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

○被害地震の変更による地震動評価への影響確認(B)

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B)

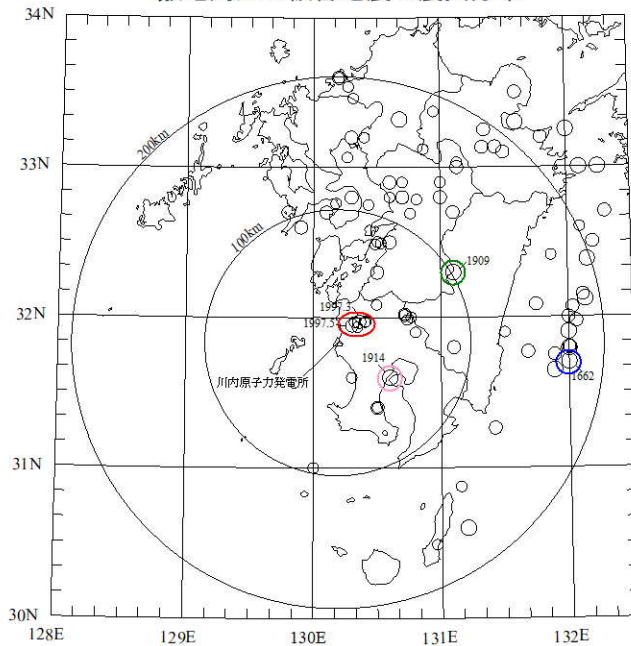
4. 川内原子力発電所の既許可評価（地震動評価）への影響について ○被害地震の変更による地震動評価への影響確認(B)

- 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、敷地で震度5弱程度以上と推定されないことから、プレート間地震及び海洋プレート内地震は敷地に影響がないことを確認。

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

敷地周辺の被害地震の震央分布



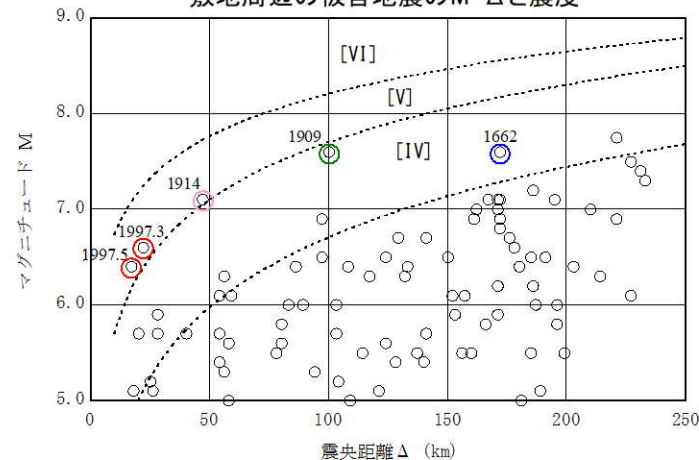
(数字は地震の年号あるいは年月)

～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⁾

敷地周辺の被害地震のM-Δと震度



IV、V、VIは、旧気象庁震度階級で、震度の境界線は、村松(1969)⁴⁾及び勝又ほか(1971)⁵⁾による

敷地周辺で考慮すべき過去の地震の諸元

発生年月日	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 ○被害地震の変更による地震動評価への影響確認(B)

- 既許可評価では、気象庁カタログ等（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））を用いて敷地周辺の被害地震を整理。整理過程で、初版の被害地震が既許可の整理に含まれることを確認したため、気象庁カタログ等を用いており、初版は引用していない。
- 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(P22)。

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

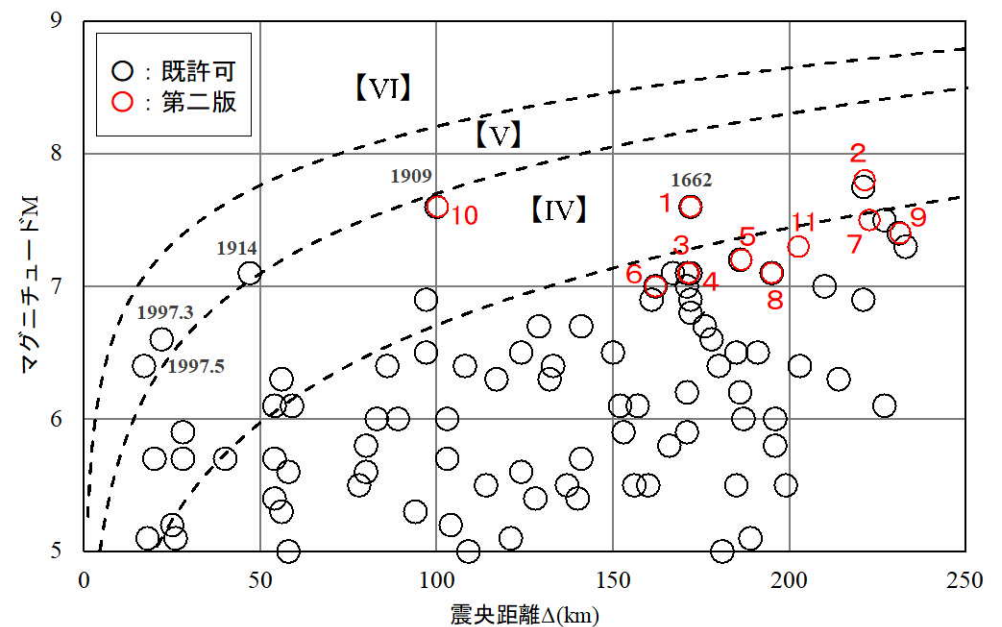
※1 被害地震の規模は第二版から記載、震央距離は第二版の参照する気象庁地震カタログ、宇佐美ほか(2013)から算出。

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 ○被害地震の変更による地震動評価への影響確認(B)

- 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、1662年日向・大隅の地震(M7 1/2~3/4) (No.1)及び1909年宮崎県西部の地震(M7.6) (No.10)は震度5弱程度以上と推定されず、敷地に影響を及ぼす地震でないことから、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。
- また、その他の被害地震についても震度5弱程度以上と推定されず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	No	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

○被害地震の変更による地震動評価への影響確認(B)

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B)

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

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B) [南海トラフ]

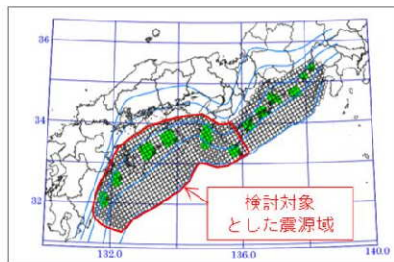
【地震規模】

- 既許可評価における長周期の地震動が卓越する可能性のある震源及び要因の検討では、M9クラスのプレート間地震について、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地震動評価を実施している。既許可評価では、南海トラフの日向灘域の地震規模(Mw8.4)が初版の日向灘域の最大の地震規模(M7.6前後)(P14)を上回ることを確認しており、初版を引用していない。
- 第二版において、日向灘域において地震規模(M8程度)が見直されたことによる影響を確認した結果、既許可評価の日向灘域の地震規模(Mw8.4)は、第二版の地震規模(M8程度)を上回り、南海トラフの地震として日向灘域及び南海域の断層全体でより大きな地震規模(Mw8.9)を考慮していることから影響はない。

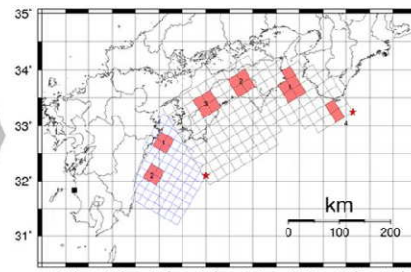
② M9クラスのプレート間地震について

【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

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

※第114回審査会合資料の
主な震源パラメータの
地震規模に赤四角枠を
加筆

主な震源パラメータ			
パラメータ	値	備	
全体	断層(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
	断層(km ²)	19,033	53,191
	平均応力降下量(MPa)	4	4
	平均すべり量(m)	9.5	9.3
	地震モーメント(Nm)	4.9E+21	2.0E+22
	Mw	8.4	8.8
強震動生成域	断層(km ²)	2,112	6,130
SMGA	断層比	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
SMGA 1	応力パラメータσ ₀ (MPa)	24.0	23.7
	断層(km ²)	1,028	1,960
	応力パラメータσ ₀ (MPa)	34.0	46.9
	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	断層(km ²)	1,084	1,624
	応力パラメータσ ₀ (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	断層(km ²)		1,814
	応力パラメータσ ₀ (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	断層(km ²)		932
	応力パラメータσ ₀ (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	断層(km ²)	16,941	47,660
	応力パラメータσ ₀ (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V _r (km/s)	2.7	2.7
	断層すべり(N/m ²)	4.10E+10	4.10E+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

(既許可評価) 南海トラフの巨大地震の日向灘域は、Mw8.4の地震規模を想定

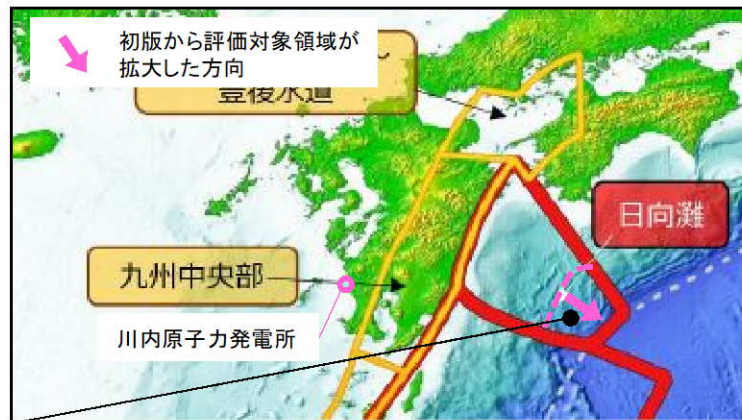
- 第二版の日向灘域の地震規模(M8程度)を上回る地震規模を考慮済

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

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B) [南海トラフ]

【評価対象領域】

- 既許可の南海トラフの地震動評価では、内閣府(2012)に基づき日向灘域の震源モデルを設定。
- 第二版では、日向灘域において地震の発生が想定する評価対象領域を海溝軸まで評価対象領域が拡大されている。
- 既許可評価の震源モデルのうち日向灘域は、プレート間地震として第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定されていることから、評価対象領域の見直しによる既許可の地震動評価への影響はない。

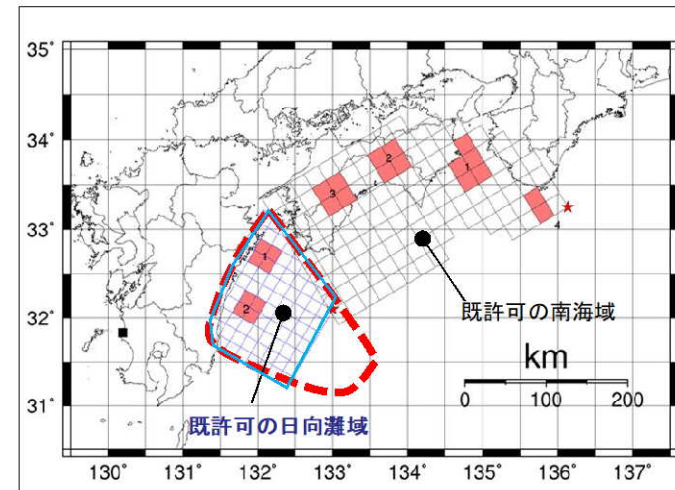


※地震本部(2022)に一部加筆
(川内原子力発電所の位置及び初版からの評価対象領域の拡大イメージを明示)

第二版の日向灘の評価対象領域

● 第二版では評価対象領域が見直され、海溝軸まで評価対象領域が拡大

- 地震本部(2022)の日向灘の評価対象領域の概略位置
- 既許可の日向灘域



※第114回審査会合資料に地震本部(2022)の概略位置、既許可の震源モデルの区分を加筆

既許可評価における日向灘を含む南海トラフの震源モデル

- 既許可評価の日向灘域の震源モデルは、第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定

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

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B) [琉球海溝]

【地震規模】

- 既許可評価では、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)について内閣府(2012)のパラメータ設定方法を参考に地震動評価を実施している。琉球海溝北部～中部による地震は、既往最大の地震規模(Mw9.1)を想定しており、初版では琉球海溝周辺における地震規模は不明(P16)とされていることから、初版は引用していない。
- 第二版では、琉球海溝において地震規模(M8.0程度)が見直されたことを踏まえ影響を確認した結果、既許可評価の琉球海溝北部～中部による地震で、第二版の南西諸島周辺及び与那国島周辺の地震規模M8.0程度を上回るMw9.1を考慮していることから影響はない。

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) に加筆

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)

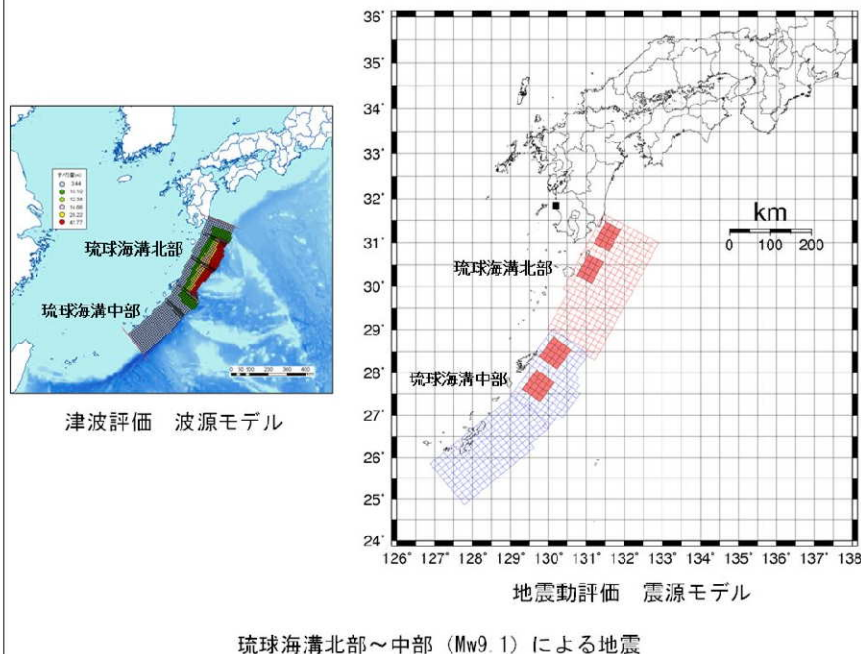
- 前頁のとおり、プレート間地震については、その発生位置から敷地までの距離が十分離れているため、敷地に影響を与えないと考えられるが、津波評価に用いた波源モデルを参考に、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)について断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施。
- 震源パラメータは、内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」¹⁰⁾のパラメータ設定方法を参考に設定。

※第114回審査会合資料の
主な震源パラメータの
地震規模に赤四角枠を
加筆

(既許可) 琉球海溝北部～中部
による地震は、全体でMw9.1の地
震規模を想定



第二版の琉球海溝 (M8.0程度)
を上回る地震規模を考慮済



震源パラメータ

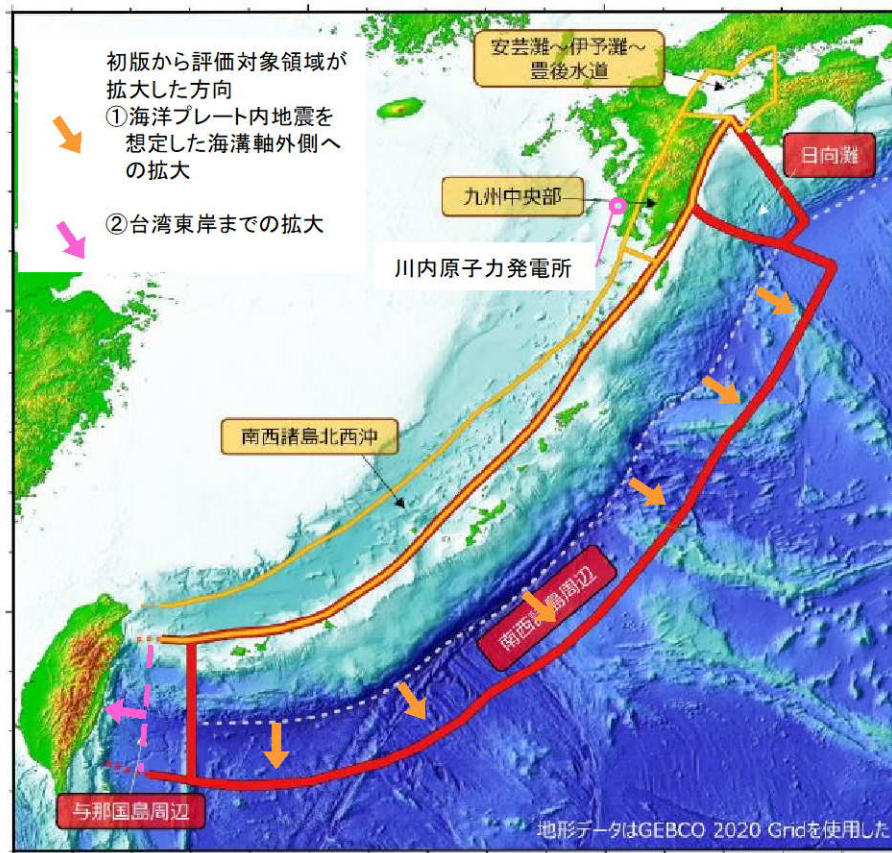
パラメータ		琉球海溝北部	琉球海溝中部
全体	面積[km ²]	120,859	
	平均応力降下量[MPa]	3	
	平均すべり量[m]	10.4	
	地震モーメント[Nm]	5.2E+22	
	Mw	9.1	
全体 (セグメント)	面積[km ²]	51,072	69,767
	平均応力降下量	4.2	4.2
	平均すべり量[m]	9.5	11.1
	地震モーメント[Nm]	2.0E+22	3.2E+22
	Mw	8.8	8.9
SMGA全体	面積[km ²]	5,107	6,979
	面積比(%)	10	10
	応力パラメータ	26.6	26.6
	平均すべり量[m]	19.0	22.2
	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[N/m ²]	4.1E+10	4.1E+10
	S波速度[km/s]	3.82	3.82
	密度[g/cm ³]	2.0	2.0
	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

○地震規模及び評価対象領域の見直しによる長周期帯の地震動評価への影響確認(B) [琉球海溝]

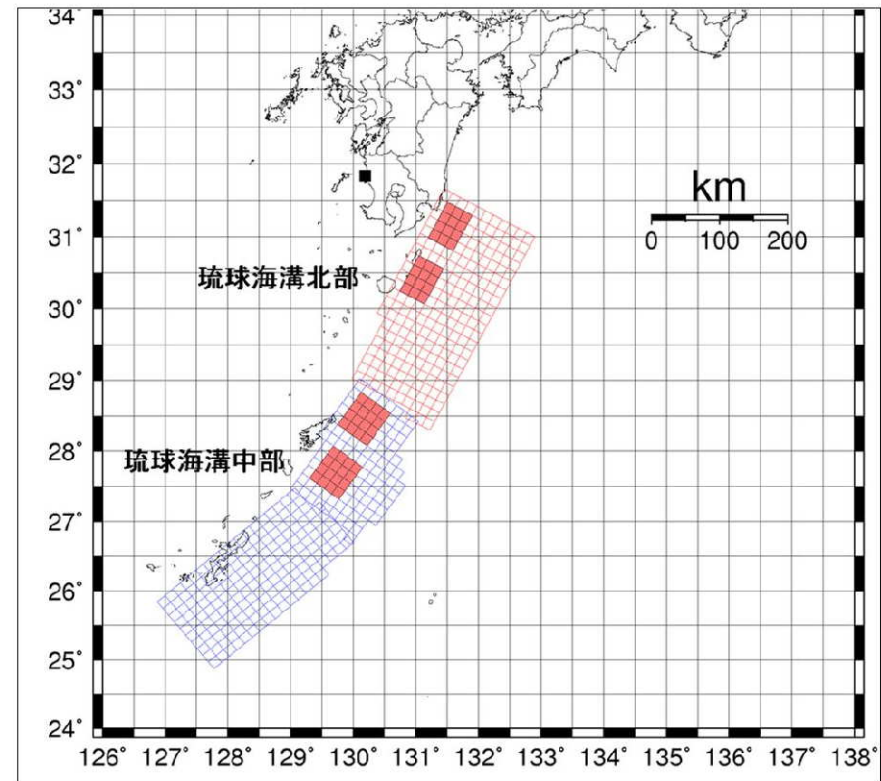
【評価対象領域】

- 既許可評価では、琉球海溝北部～中部による地震(Mw9.1)を、津波評価に用いた波源モデルを参考に震源モデルを設定し評価。
- 第二版では琉球海溝周辺領域の地震の発生を想定する評価対象領域が拡大（①海洋プレート内地震を想定した海溝軸外側への拡大、②台湾東岸まで拡大）
- 既許可の琉球海溝の地震評価では、プレート間地震として評価していることから①海洋プレート内地震を想定した海溝軸外側への拡大による影響はない。また、既許可の震源モデルは、プレート間地震として第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定されていることから、②台湾東岸までの評価対象領域の見直しによる既許可の地震動評価への影響はない。



※地震本部(2022)に一部加筆
 (川内原子力発電所の位置及び初版からの評価対象領域の拡大イメージを明示)

第二版の日向灘の評価対象領域



- 既許可の震源モデルは第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定

既許可評価における琉球海溝の震源モデル

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

- 既許可評価において初版を引用した箇所の影響確認(A)
- 初版からの主な変更点(評価対象領域、地震規模の見直し)に対する既許可評価への影響確認(B)

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

○既許可評価において初版を引用した箇所の影響確認(A)（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地震を初版から引用している。
- 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11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 	(アラスカ) <ul style="list-style-type: none"> 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（歴史文獻に基づくこと、過去300年間で最大） 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） 	(琉球海溝中部) <ul style="list-style-type: none"> 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
参照文献	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) <ul style="list-style-type: none"> 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

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

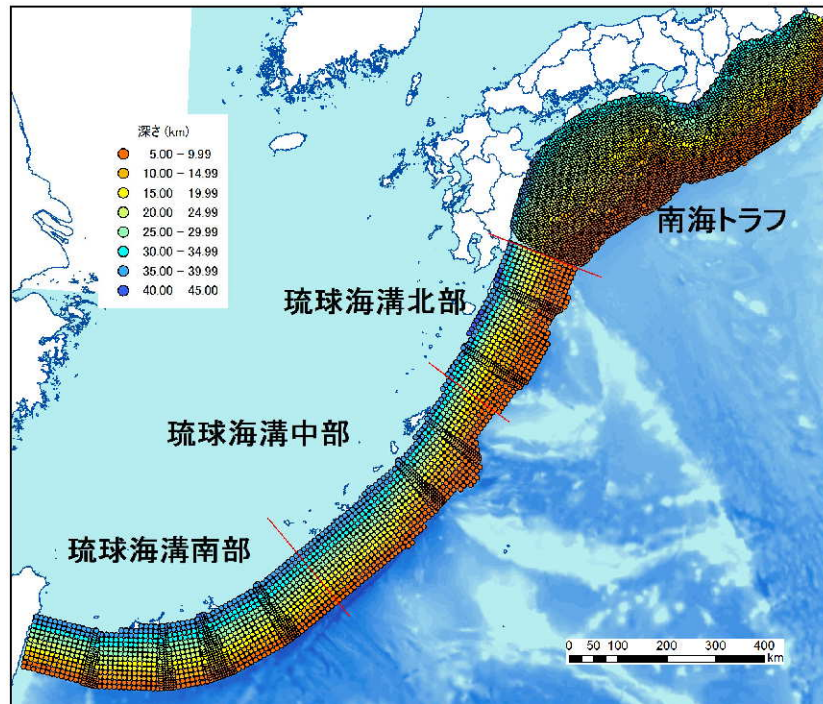
○既許可評価において初版を引用した箇所の影響確認(A)（海溝軸の設定）

- 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引用し設定している。
- 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。

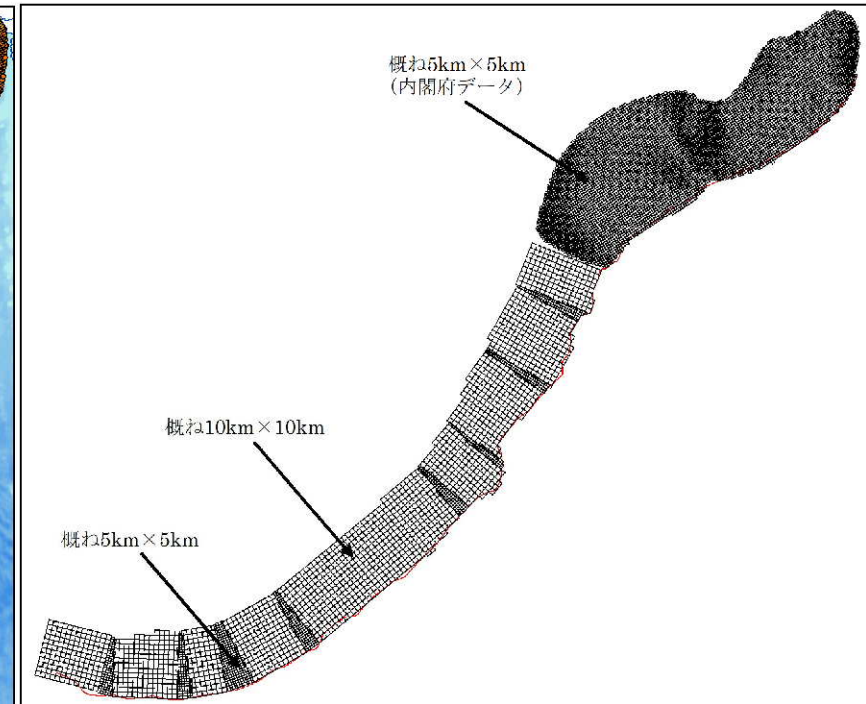
津波波源の設定（プレート面の形状）

- 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 SIIIS(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

- 既許可評価において初版を引用した箇所の影響確認(A)
- 初版からの主な変更点(評価対象領域、地震規模の見直し)に対する既許可評価への影響確認(B)

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

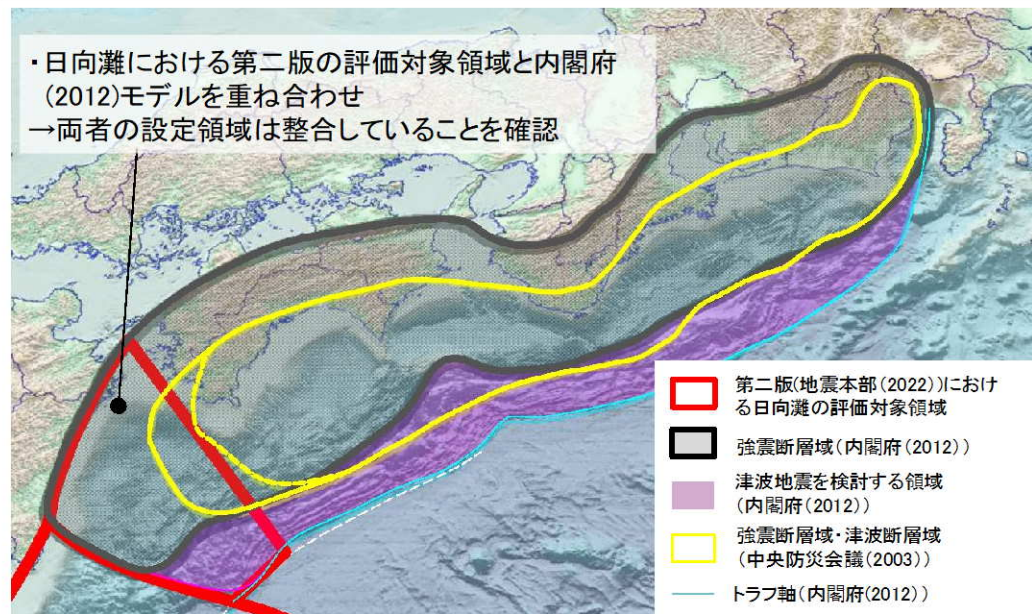
○初版からの主な変更点に対する既許可評価への影響確認(B)（南海トラフ）

【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))を比較した結果、設定した領域に違いはなく、既許可評価に影響がないことを確認。

【地震規模】

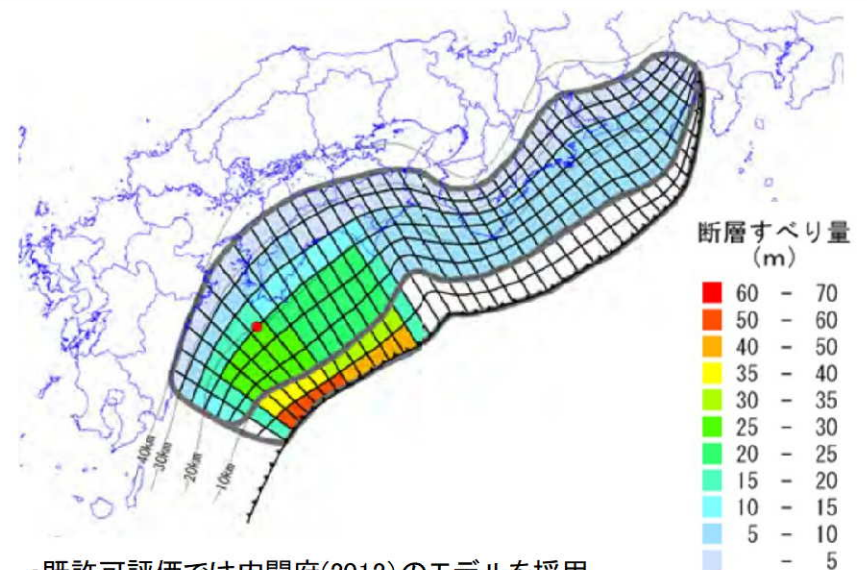
- 川内原子力発電所の津波評価で設定した地震規模は、日向灘を含む南海トラフ(Mw9.1、日向灘領域でMw8.6相当※1)であることから、今回公表された日向灘の巨大地震(M8程度)を上回る規模を考慮済み。



※地震本部(2022)及び内閣府(2012)より引用、一部加筆

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



- ・既許可評価では内閣府(2012)のモデルを採用
- ・第二版と内閣府が整合していることから、評価対象領域の変更に伴う既許可評価に影響はない

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し、一部加筆

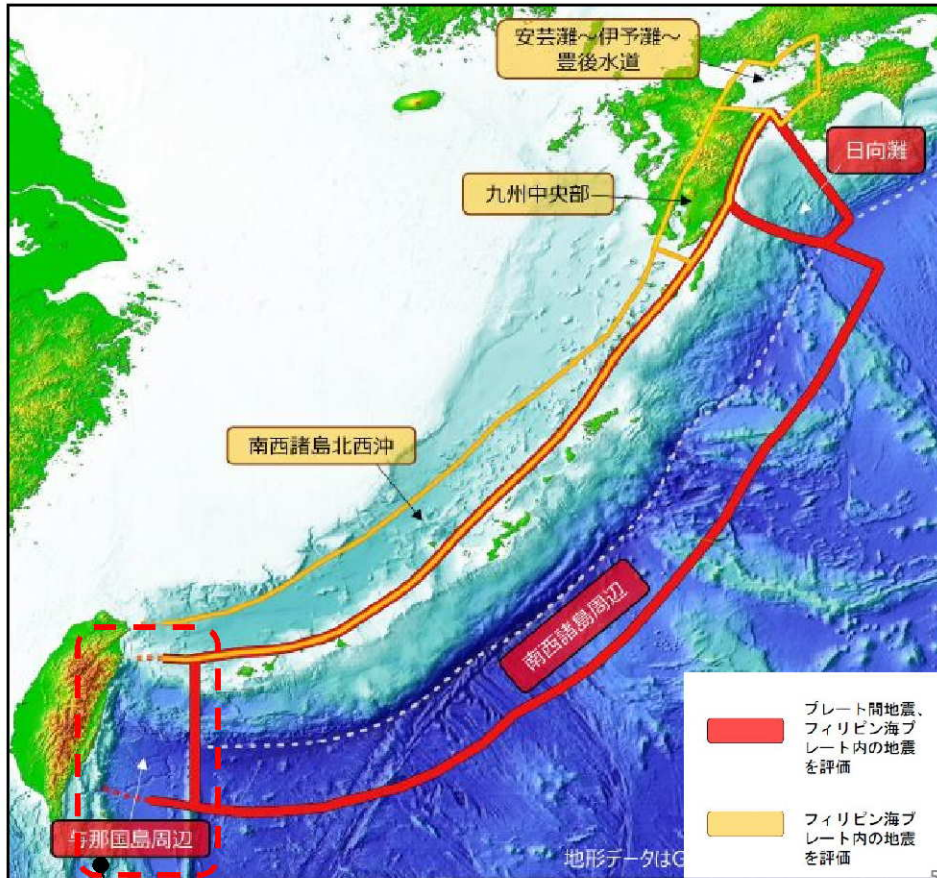
※1 内閣府検討会における津波断層モデルについては、すべり量の配分には濃淡があり、日向灘には多くの大すべり域が配分されているものの、日向灘領域単独の地震規模が明記されていないため、仮に全域の地震モーメント($6.3 \times 10^{22} \text{ N}\cdot\text{m}$)から日向灘領域の面積比より日向灘領域の地震モーメントを試算すると、 $1.1 \times 10^{22} \text{ N}\cdot\text{m}$ となり、Mw8.6程度以上となる。

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

○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(B)（琉球海溝）

【評価対象領域】

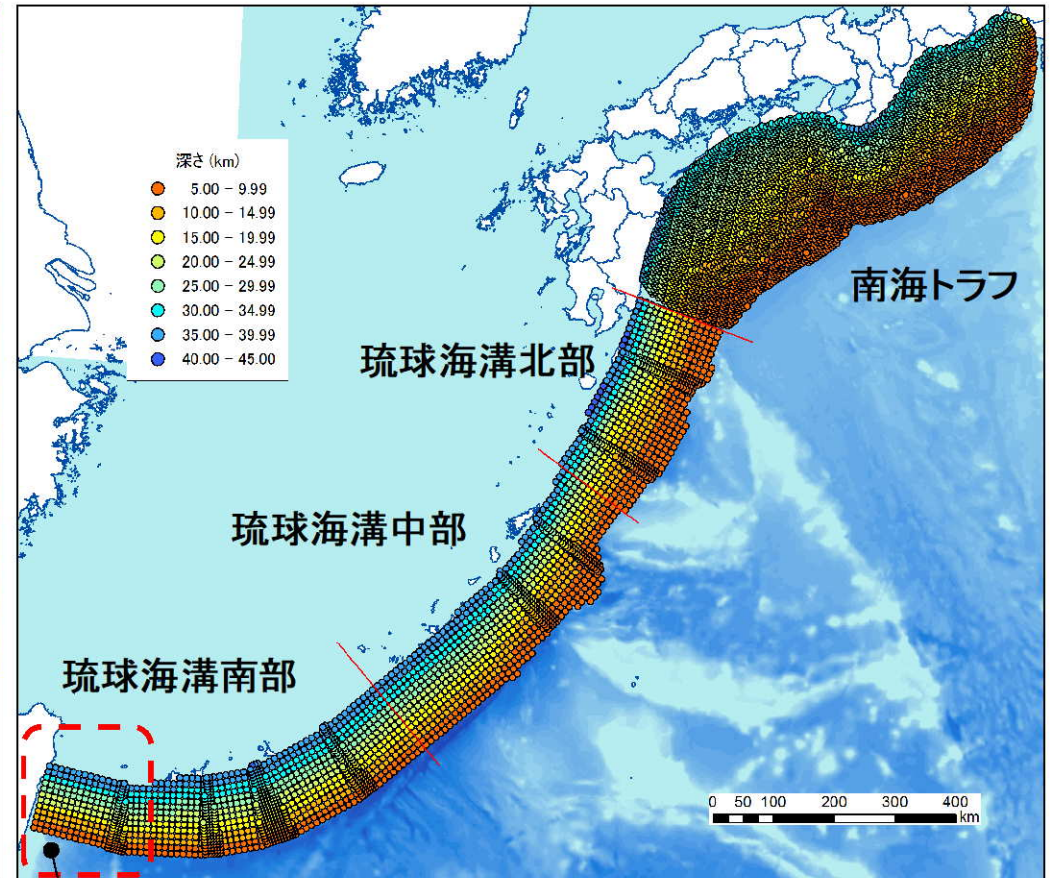
- 第二版では、台湾東岸まで評価対象領域を拡大している。
- 既許可評価では、プレート間地震の津波波源モデルにおいて、台湾東岸まで設定し、評価を実施済み。



※地震本部(2022)に一部加筆

第二版の評価対象領域

・第二版では評価対象領域を台湾東岸まで拡大



※第107回審査会合資料を抜粋

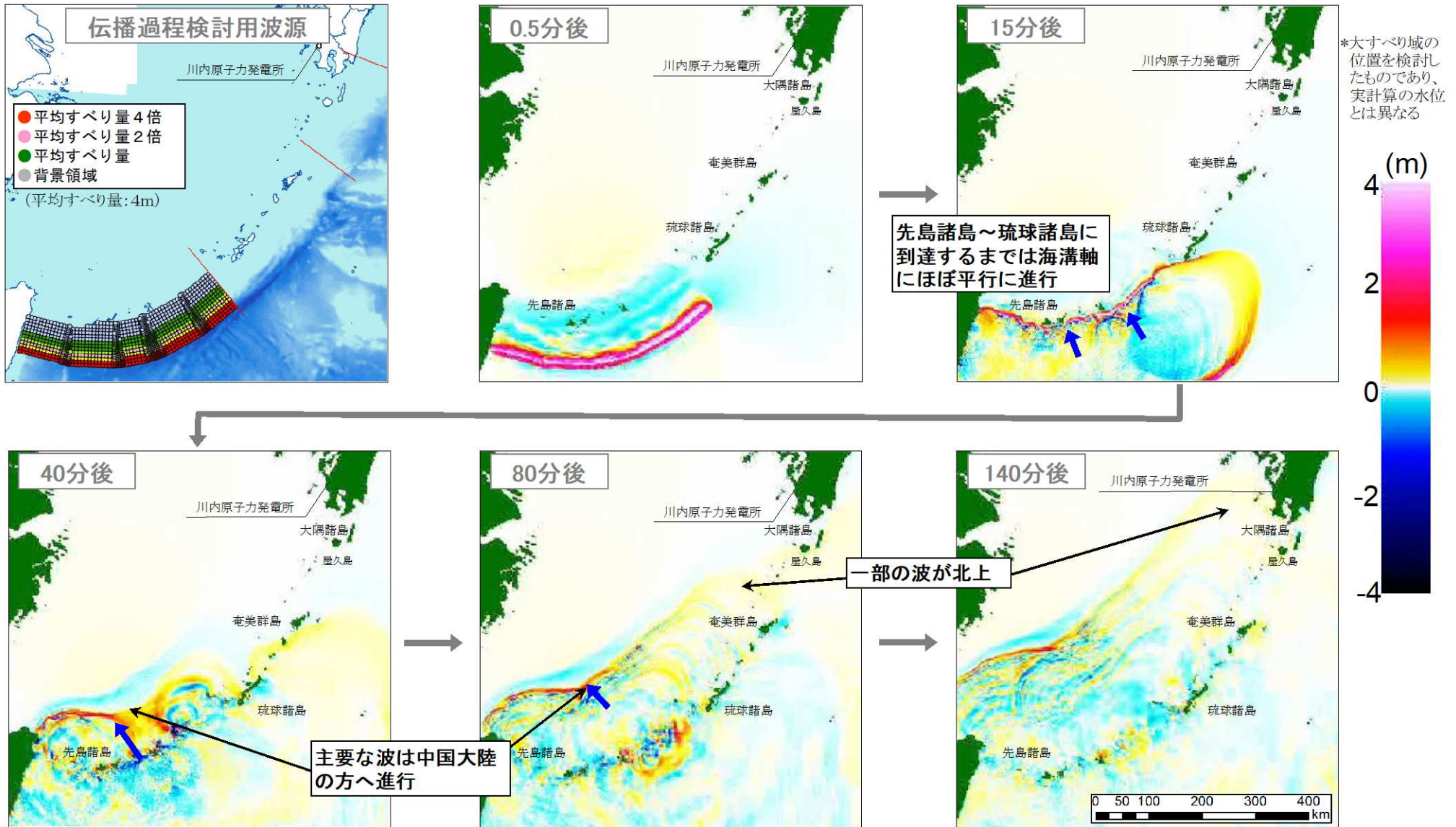
既許可評価におけるプレート面形状モデルの深さ分布

・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済みであることから、第二版の評価対象領域の変更・拡大による影響はない。

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

○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(B)（琉球海溝）

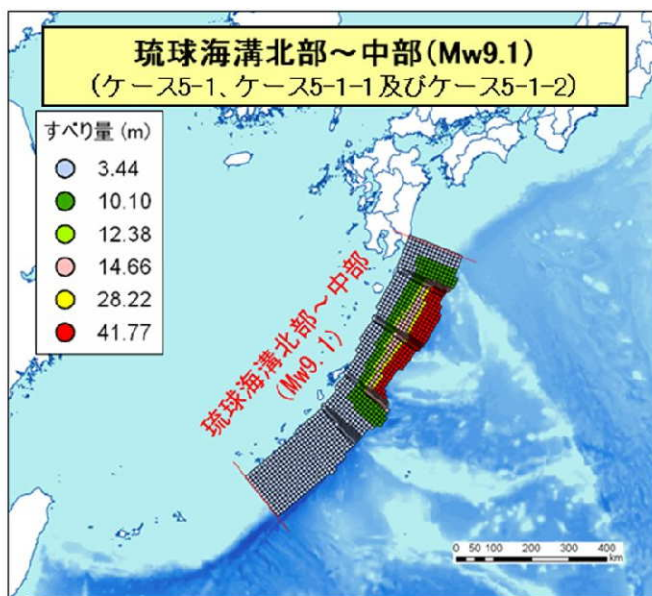
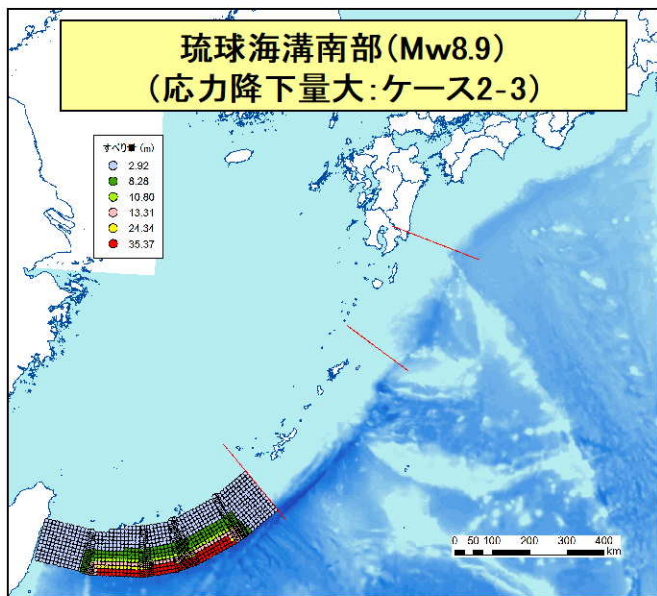
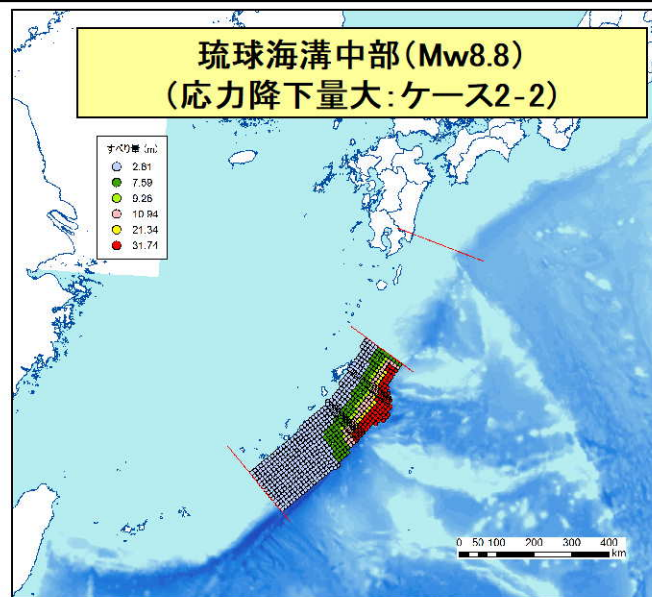
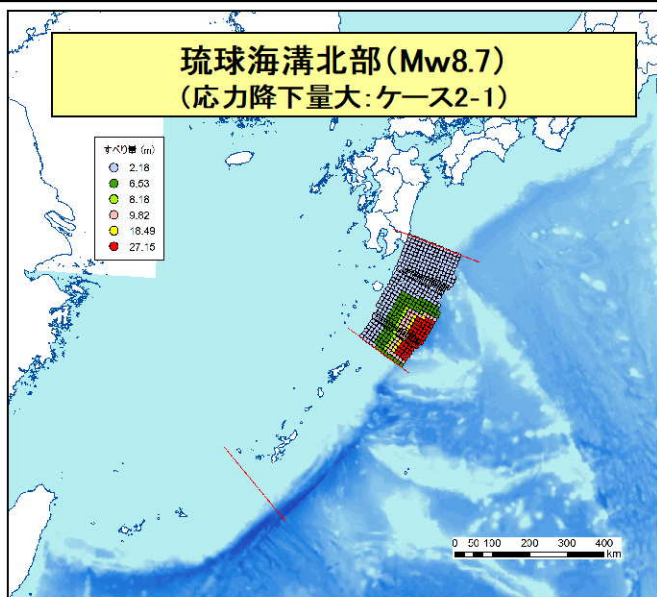
■ 既許可評価では、琉球海溝南部における大すべり域の位置設定の際に、台湾東岸まで大すべり域を設定した伝播過程検討用波源を用いてシミュレーションを実施している。このため、評価対象領域の拡大に伴う伝播過程の検討並びに大すべり域の配置に関する既許可評価に影響はない。



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 ○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(B)（琉球海溝）

【地震規模】

■ 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。



○既許可評価

- 琉球海溝については、各領域の全範囲が破壊する規模を想定。
 - 北部: Mw8.7
 - 中部: Mw8.8
 - 南部: Mw8.9
- さらに、東北地方太平洋沖地震津波の教訓を踏まえ、領域境界を越える規模を想定。
 - 北部～中部: Mw9.1



- 第二版の巨大地震(M8.0)を上回る地震規模を考慮済みであることから、第二版による影響はない。

※第107回審査会合資料を抜粋し地震規模を加筆

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、既許可時の評価の流れに沿って、(A)既許可時において初版を引用した箇所の影響確認、(B)初版からの主な変更点に対する影響確認を行い、既許可時の地震動評価及び津波評価への影響確認を実施した。

○ 地震動評価

- ・既許可評価においては、初版を引用していない。
- ・初版からの主な変更点に対する影響を確認した結果、既許可評価への影響はない。
 - 第二版で被害地震の変更を踏まえ、既許可評価と同様にM- Δ 図を用いて検討した結果、プレート間・プレート内地震は、震度5弱程度以上と推定されず敷地に影響を及ぼす地震ではないことから、既許可と同様に影響はない。
 - 第二版で地震規模が見直されたことを踏まえ、既許可の南海トラフの地震及び琉球海溝による地震の評価で第二版(M8程度)を上回る規模を考慮していることを確認し、長周期帯の地震動評価に影響はない。
 - 第二版で評価対象領域が拡大されたことを踏まえ、既許可の震源モデルがプレート間地震として第二版の評価対象領域の範囲内の敷地に近い位置に設定されていることを確認したことから、長周期帯の地震動評価に影響はない。
- ・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影響はない。

○ 津波評価

- ・既許可評価において初版を引用した箇所について、第二版による記載内容を確認した結果、引用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。
- ・南海トラフ～琉球海溝における地震について、改訂に伴い変更・拡大された評価対象領域については既許可で考慮済みの範囲であり、津波伝播特性にも影響がないこと、また、地震規模についても、第二版(M8程度)を上回る規模を考慮済みであることから、影響はない。
- ・なお、確率論的津波ハザード評価への影響については、第二版が地震発生確率算出のために設定した地震規模は既許可評価に内包しており、既許可評価に反映すべき情報がないことを確認している(参考1)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1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について

- 第二版では、「将来発生する地震の評価」として、初版と同じ手法を用いて、再編した評価対象地震別に発生頻度を求め、地震発生確率を算出している。
(P40参照)
- 既許可時の確率論的津波ハザード評価では、プレート間地震に伴う津波及び海域活断層に伴う津波を選定するとともに、決定論評価において考慮した津波波源の不確かさを考慮してロジックツリーを設定し、ハザード曲線を作成している。(P41～42参照)



- 第二版において地震規模別に地震発生確率を算出していることから、既許可時の確率論的津波ハザード評価において設定したプレート間地震への影響について確認した。その結果、既許可評価に反映すべき知見はないことを確認した。(P43参照)

参考1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について

○ 第二版の「将来発生する地震の評価」について

- 第二版では、初版でも評価していた「将来発生する地震の評価」について、再編した評価対象地震別に初版と同様、「長期的な地震発生確率の評価手法」(地震本部 2001)に基づき、地震発生確率を算定している。
- 算定に当たっては、再編した地震の発生領域および震源域の形態で過去の地震の発生履歴から発生頻度を求めている領域について、ポアソン過程を用いて地震の発生確率を算出した、と記載されている。
- 既許可の確率論的津波ハザードで考慮した琉球海溝北部及び中部のプレート間地震は、下表①と②に対応する。

今後30年以内の地震発生確率 (2022年1月1日時点) 将来発生する地震の評価

評価対象地震	規模	地震発生確率	確率計算に使用した地震 ^{注1}	初版の評価 ^{注2}
日向灘周辺				
日向灘の巨大地震 ^{注3}	M8程度	不明	— ^{注4}	—
日向灘のひとまわり小さい地震 ^{注3}	M7.0~7.5程度	80%程度	1919年以降の5回	M7.6程度:10%程度 M7.1程度:70~80%程度
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	40%程度	1600年以降の7回	M6.7~7.4:40%程度
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	不明	1600年以降の1回	不明
南西諸島海溝周辺				
① 南西諸島周辺及び与那国島周辺の巨大地震 ^{注3}	M8.0程度	不明	1600年以降の1回	—
② 南西諸島周辺のひとまわり小さい地震 ^{注3}	M7.0~7.5程度	不明 ^{注5}	1919年以降の4回	不明
与那国島周辺のひとまわり小さい地震 ^{注3}	M7.0~7.5程度	90%程度以上	1919年以降の12回	M7.8程度:30%程度
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	60%程度	1919年以降の3回	不明
1771年八重山地震津波タイプ	Mt ^{注6} 8.5程度	地震発生確率を評価しない ^{注7}		—

プレート間地震とプレート内地震を区別せず評価

^{注1} 地震発生確率を「不明」としたものについては、その評価対象地震に分類した地震の回数を記載した
^{注2} 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
^{注3} プレート間地震とフィリピン海プレート内の地震を区別せずに評価した
^{注4} 過去に発生したことは知られていないが、1662年の地震(M7.6)は巨大地震であった可能性がある。Ioki et al. (2020)により、1662年の地震(M7.6)に伴う津波は、ひとまわり小さい地震として評価した地震に伴う津波よりも大きい可能性が指摘されている
^{注5} 評価対象領域を細分化できず、巨大な領域設定になったため ^{注6} Mtは津波マグニチュード
^{注7} 津波の原因には諸説あり、地震像が明らかでないことから、地震活動として評価することが現時点では困難と判断したため

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

参考 1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について

○ 既許可時の確率論的津波ハザード評価について

■ 確率論的津波ハザード評価で想定する津波

- ・ 既許可時の確率論的津波ハザード評価では、津波ハザード曲線への寄与度が高い津波として、プレート間地震に伴う津波、海域活断層による地殻内地震に伴う津波を選定し、決定論評価において考慮した津波波源の不確かさを考慮してロジックツリーを作成している。

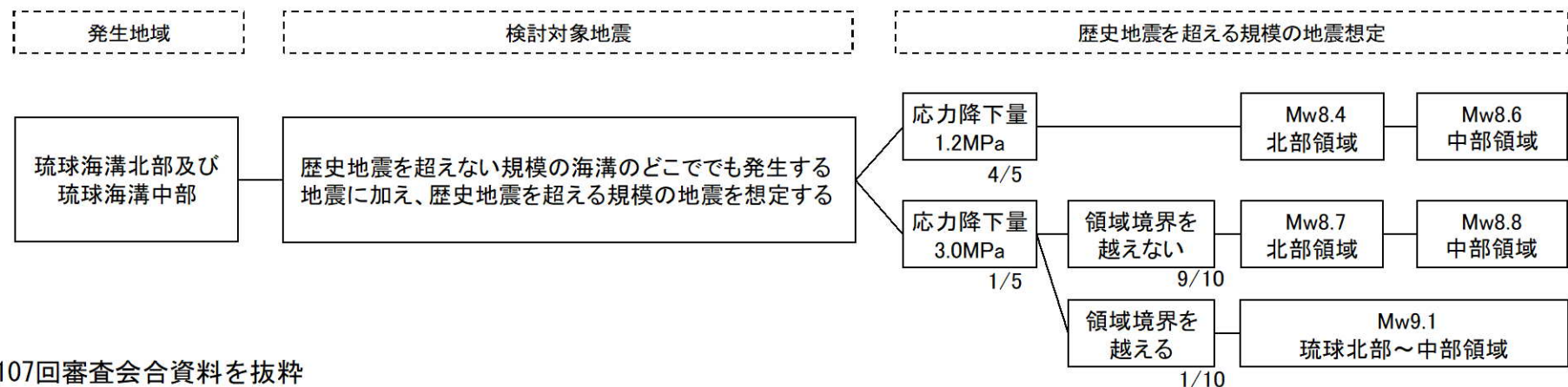
■ プレート間地震に伴う津波の検討対象地震

- ・ 琉球海溝北部及び琉球海溝中部を対象に、検討対象地震として歴史地震を超えない規模(最大Mw8.2)に加え、歴史地震を超える規模の地震(Mw8.4~Mw9.1)を想定している。

■ 発生頻度

- ・ 歴史地震を超えない規模については、琉球海溝北部及び中部の海溝のどこでも発生するものとし、その発生頻度は、評価対象となる規模の地震が発生していない場合においても過去の地震活動から推定可能なG-R式に基づき設定。
- ・ 歴史地震を超える規模については、琉球海溝北部～中部におけるプレートの沈み込み速度(年間6cm程度)から、年間歪み量を年間6cm～年間2cmの一様分布として設定し、すべり量から算出。

琉球海溝のロジックツリー(その1)

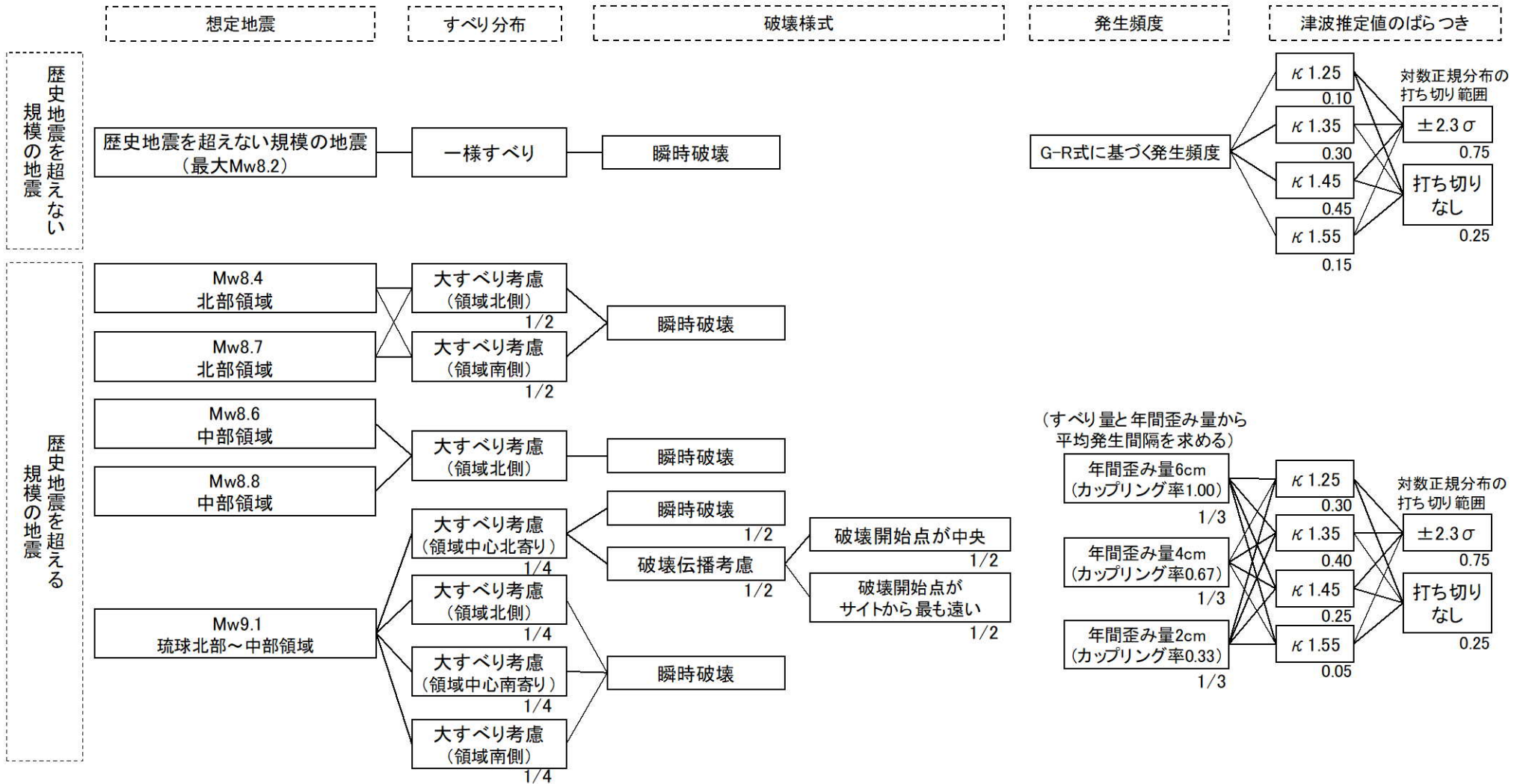


※第107回審査会合資料を抜粋

参考1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について

○ 既許可時の確率論的津波ハザード評価について

琉球海溝のロジックツリー(その2)



※第107回審査会合資料を抜粋

参考 1. 既許可時の確率論的津波ハザード評価への影響について

- 第二版では、過去の発生履歴から発生頻度並びに地震発生確率を求めていることから、既許可評価の「歴史地震を超えない規模」を対象に影響確認を実施。
- その結果、第二版で設定した地震規模は、巨大地震(M8.0程度)、ひとまわり小さい地震(M7.0~7.5)であり、既許可評価の「歴史地震を超えない規模」で設定している地震規模(最大Mw8.2)に内包されること、第二版では南西諸島周辺の巨大地震及びひとまわり小さい地震の地震発生確率は不明としていることから、反映すべき情報はない。
- なお、既許可評価の「歴史地震を超えない規模」については、評価対象となる規模の地震が発生していないことから、第二版とは異なる手法を基に発生頻度を設定している。

	第二版 (初版も同様)	既許可評価	
		歴史地震を超えない規模	(参考) 歴史地震を超える規模
地震規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 巨大地震 : M8.0程度^{※1} ・ ひとまわり小さい地震 : M7.0~7.5^{※2} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最大Mw8.2 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Mw8.4~Mw9.1
対象地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ プレート内地震及びプレート間地震 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プレート間地震 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プレート間地震
評価領域	<ul style="list-style-type: none"> ・ 南西諸島周辺 	<ul style="list-style-type: none"> 〔 琉球海溝北部~中部のどこでも発生するものとして設定 〕 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 琉球海溝北部領域、中部領域、北部~中部領域の3領域
算定の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定した領域及び地震規模を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 領域や地震規模を特定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定した領域及び地震規模を設定
算定方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過去の発生履歴から頻度を算定 (例)103年間に4回発生→25.8年/1回 	<ul style="list-style-type: none"> ・ G-R式より算定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過去の発生が知られていないためプレートの沈み込み速度より算定

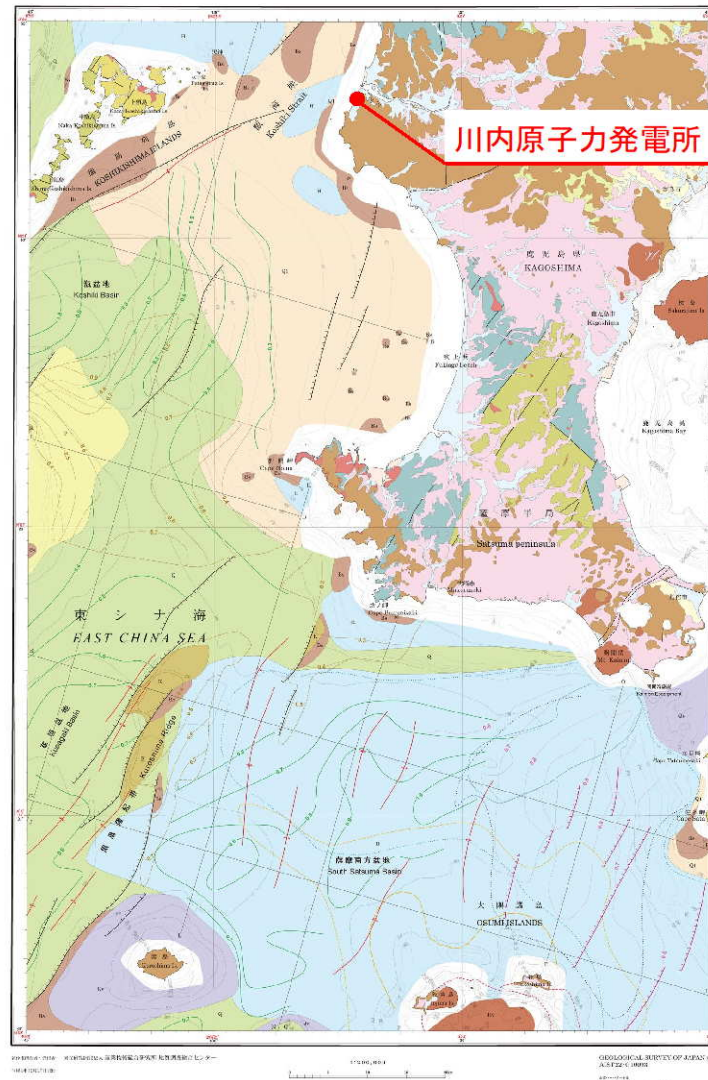
※1 南西諸島周辺の巨大地震については、17世紀以降に1回しか発生しておらず発生頻度が不明なため、発生確率は不明としている。

※2 南西諸島周辺のひとまわり小さい地震は、評価対象領域を細分化できず、巨大な領域設定となったため、発生確率は不明としている。

参考2. 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2. 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

参考2. 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)では、図面上、①後期更新世以降に活動している断層と、②それ以外の断層とを区別し図示。(②の断層は、断層は確認できるが後期更新世以降に活動があったか不明な断層を定義しているものと推定される。)

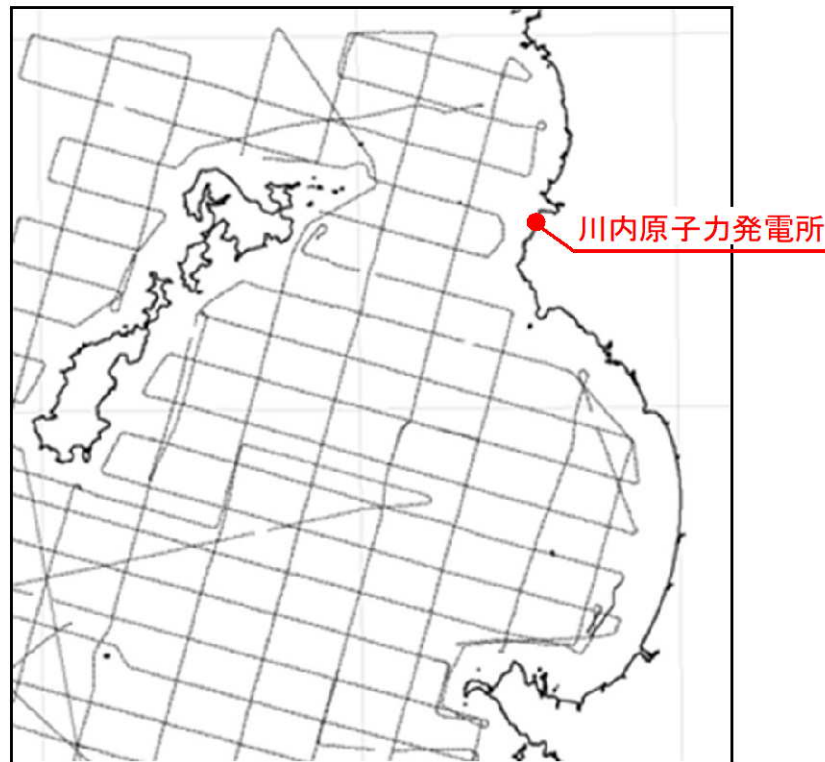
また、産総研(2022)にも「九州電力の調査データは本調査より高分解能の反射断面を用いていることから、本地質図の断層より新しい時期に活動した断層を判読している可能性はある。」との記載がある。

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)及び断層認定基準

	産総研(2022)	既許可評価
使用データ	<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
断層の認定	<ul style="list-style-type: none"> 図面上では、①後期更新世以降に活動している断層と、②それ以外の断層とを区別し図示している。 ※ ②の断層は、後期更新世以降に活動があったか不明な断層を定義しているものと推定される。 	<ul style="list-style-type: none"> 後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できないものを「将来活動する可能性のある断層等」としている。

参考2. 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

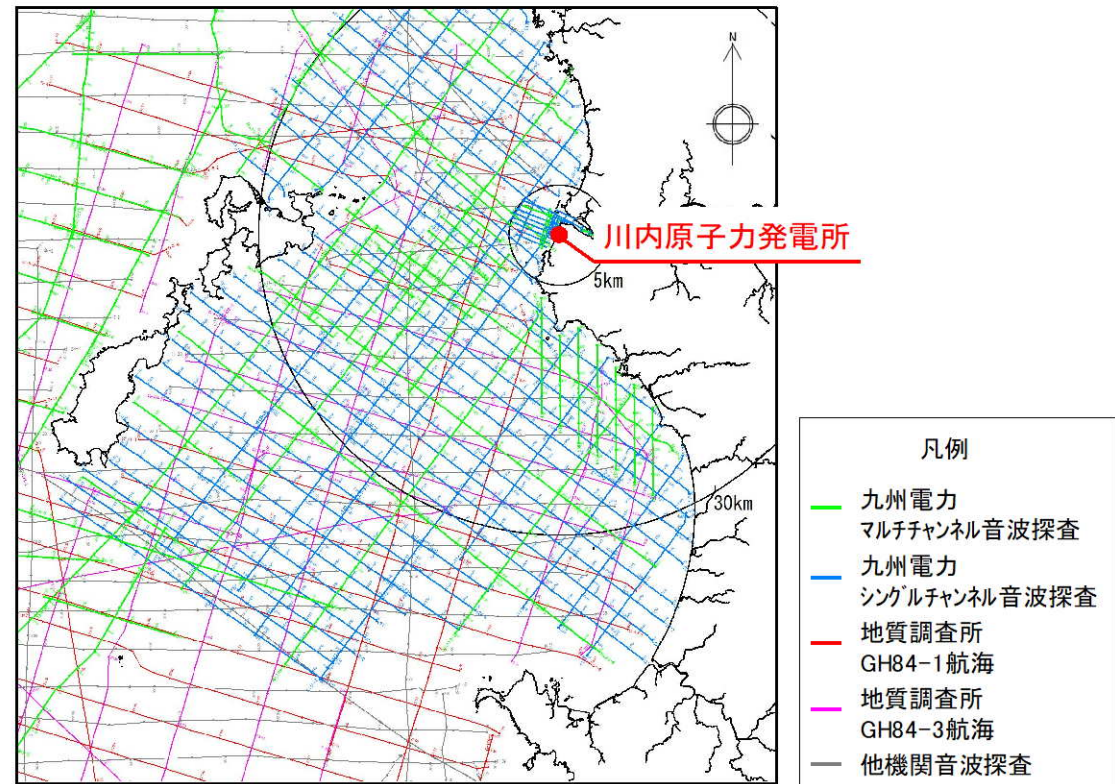
- 既許可評価では、産総研（2022）が使用した物理探査測線（1984年）に加え、測線間隔を密にした高分解能な独自の音波探査記録等を追加し、活断層評価を実施している。



5 0 10 20 30 km

※産総研(2022)に一部加筆

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)

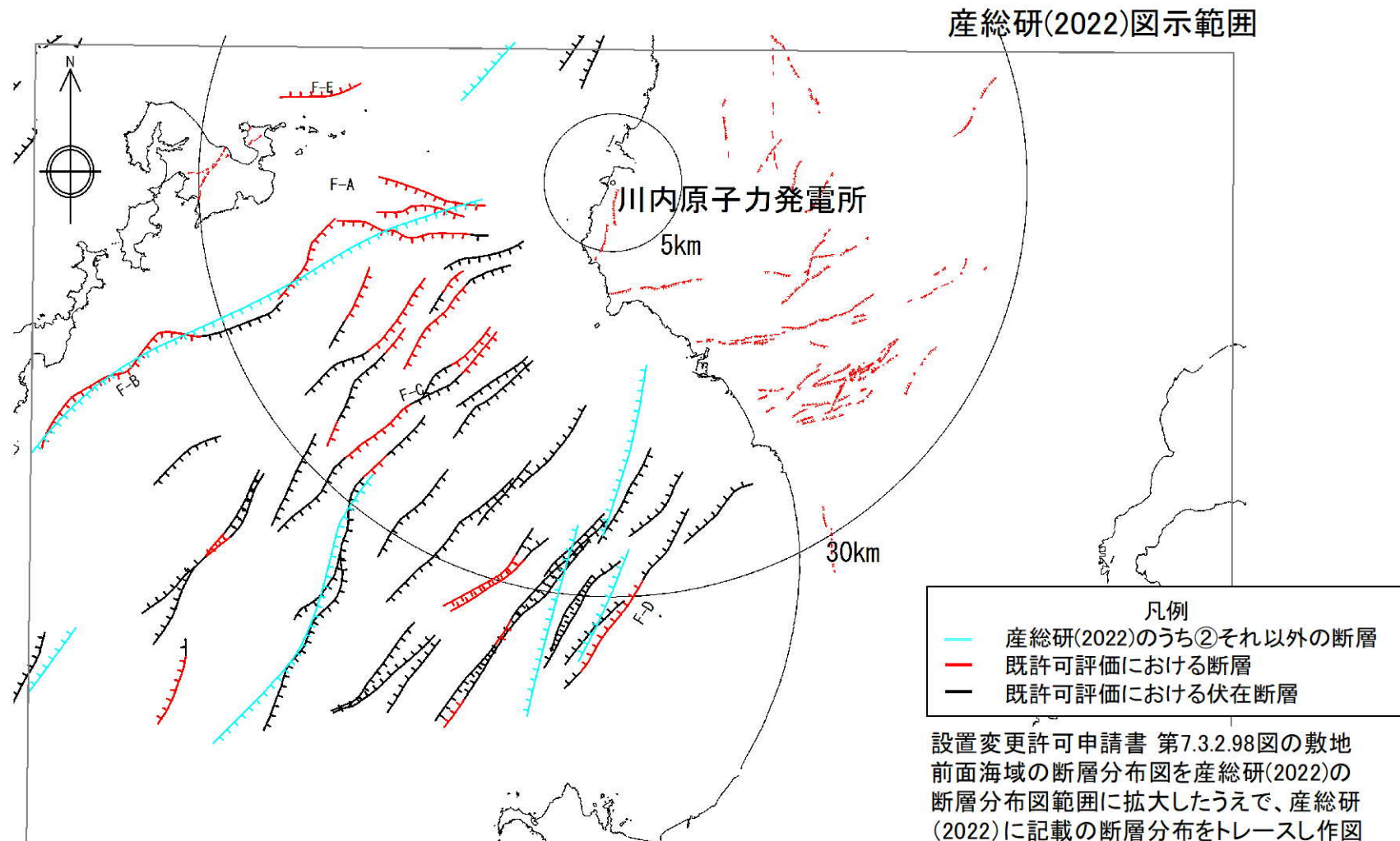


0 10 20 30km

既許可評価の主な音波探査測線図

参考2. 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以下のとおり図示。
 - ・ 産総研(2022)が川内原子力発電所敷地前面に示した断層は、全て②それ以外の断層（後期更新世以降に活動があったか不明な断層）となっている。
- 前頁のとおり、当社は、産総研(2022)が使用した物理探査測線に加え、測線間隔を密にした高分解能な独自の音波探査記録等を追加し、より詳細に活動性や連続性を評価しているため、既許可評価に影響はない。



敷地前面海域の主な断層分布の比較

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.
- ・勝又謙・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.
- ・McCaffrey, R. (2008): Global frequency of magnitude 9 earthquakes. *Geology*, vol.36, pp.263-266.