

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う川内原子力発電所耐震安全性評価結果 中間報告書の概要

1. はじめに

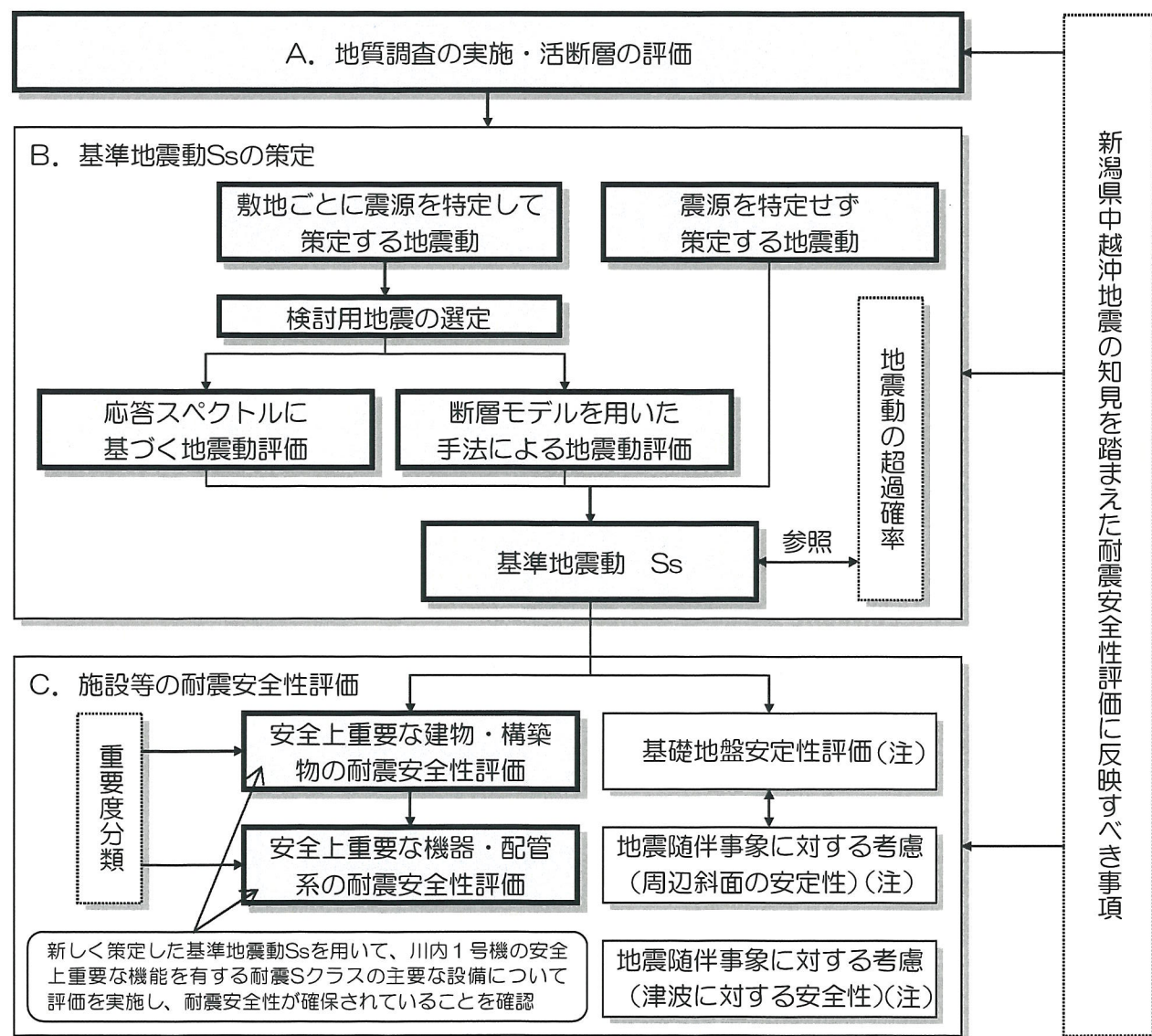
- 平成18年9月20日付けで原子力安全・保安院より、改訂された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「新耐震指針」という。）に照らした耐震安全性の評価を実施するよう求める文書が出され、当社は耐震安全性評価を行ってきました。
- その後、平成19年7月には新潟県中越沖地震があり、経済産業大臣より、新潟県中越沖地震から得られる知見を耐震安全性の評価に適切に反映し早期に評価を完了する旨の指示があるとともに、平成19年12月27日には、原子力安全・保安院より、新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価に反映すべき事項（中間取りまとめ）の通知がありました。
- これらを踏まえ、本日平成20年3月31日、川内原子力発電所における地質調査結果、基準地震動Ssの策定結果、川内原子力発電所1号機における主要施設の評価結果に関する中間報告をとりまとめ、国に提出いたしました。中間報告の概要は以下のとおりです。

**【中間報告のポイント】**

- ① 新耐震指針に照らした各種地質調査（変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等）を実施し、従来より保守的に活断層を評価
- ② 活断層評価結果に基づく基準地震動Ssは、応答スペクトル法や断層モデルを用いた手法により保守的に策定
- ③ 基準地震動Ssを用いて、安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの主要な設備について評価を実施し、耐震安全性が確保されていることを確認

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の内容

- 耐震安全性評価の検討に先立ち、新耐震指針に照らした地質調査を実施し、この調査結果を用いて基準地震動Ssの策定を行い、建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を順次実施するとともに、あわせて地震随件事象について検討することとなっています。
- 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れは、下図に示すとおりであり、新潟県中越沖地震の知見による反映すべき事項も踏まえ、評価を行いました。



(注) 最終報告で報告，   : 中間報告の項目

3. 耐震安全性評価（中間報告）の概要

A-1 地質調査の概要

- 新耐震指針を先取りし、平成18年8月から、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等を適切に組み合わせた詳細な調査を徹底して実施しました。
- 実施した主な調査項目は以下のとおりです。

|      | 川内NPS  |
|------|--|
| 文献調査 | ・ 活断層・地質等に関する文献調査                                |
| 陸域調査 | ・ 変動地形学的調査<br>・ 地表地質調査<br>・ ボーリング調査<br>・ 反射法地震探査 |
| 海域調査 | ・ 海上音波探査<br>・ 海上ボーリング                            |

**陸域調査**

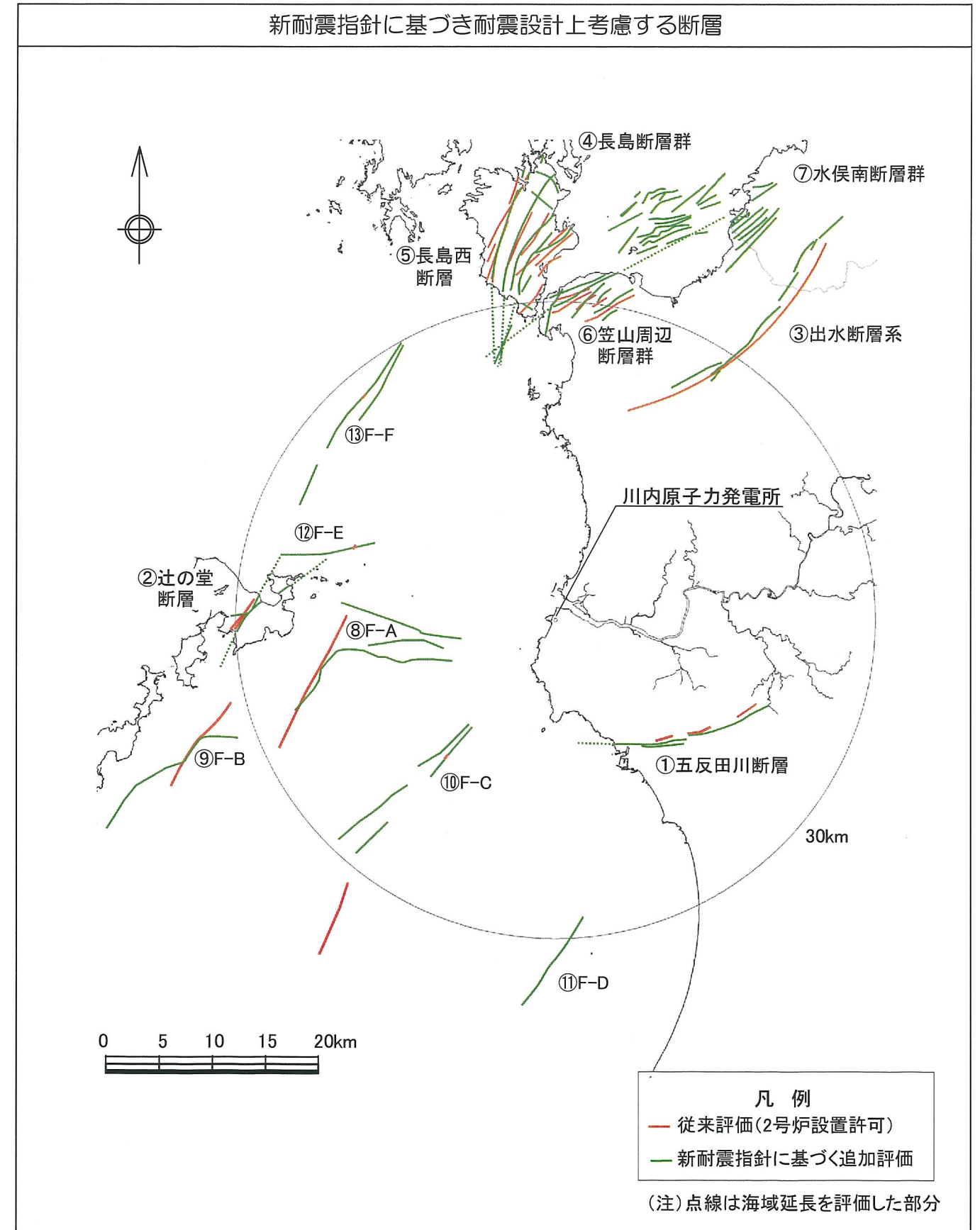
**海域調査**

A-2 活断層の評価

- ・活断層評価にあたっては、新耐震指針や「中越沖地震を踏まえ反映すべき事項」（平成19年12月27日、原子力安全・保安院）における活断層評価の考え方や趣旨を踏まえ、変動地形的観点から地形判読などを行い、既設炉許可以降の文献も考慮しながら保守的な評価を実施しました。
- ・従来の活断層評価が変更となった考え方のポイントは以下のとおりです。
  - 設置許可以降の最新文献等による新知見を踏まえたもの
  - 変動地形的観点といった新耐震指針で明示的に追加された調査手法によるもの
  - 最新の海上音波探査技術や海上ボーリング調査等により明らかになったもの
  - 調査によっても断層の活動性に関する明確な情報が少ない場合に保守的に評価したもの
  - 断層や褶曲の連続性を考慮する等、確実に存在を否定できる位置まで長さを保守的に評価したもの

|    | 新耐震指針における評価 |        |                   | 旧耐震指針における評価 <sup>※1</sup> |           | 変更理由 <sup>※2</sup> |
|----|-------------|--------|-------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
|    | 断層名         | 断層長さ L | マグニチュード M         | 原子炉設置許可申請書に記載の断層長さ        | マグニチュード M |                    |
| 陸域 | ① 五反田川断層    | 19km   | 6.9               | —                         | —         | a,b,d,e            |
|    | ② 辻の堂断層     | 12km   | 6.8 <sup>※3</sup> | —                         | —         | a,b,d,e            |
|    | ③ 出水断層系     | 23km   | 7.1               | 23km                      | 7.1       | 変更なし               |
|    | ④ 長島断層群     | 20km   | 7.0               | —                         | —         | a,b,d,e            |
|    | ⑤ 長島西断層     |        |                   | 8km                       | —         |                    |
|    | ⑥ 笠山周辺断層群   | 32km   | 7.3               | —                         | —         | a,b,d,e            |
|    | ⑦ 水俣南断層群    |        |                   | 5km                       | —         |                    |
| 海域 | ⑧ F-A断層     | 18km   | 6.9               | 15km                      | 6.8       | c,e                |
|    | ⑨ F-B断層     | 15km   | 6.8               | 10km                      | 6.5       | c,e                |
|    | ⑩ F-C断層     | 16km   | 6.8               | 10km                      | 6.5       | c,e                |
|    | ⑪ F-D断層     | 10km   | 6.8 <sup>※3</sup> | —                         | —         | c,e                |
|    | ⑫ F-E断層     | 9km    | 6.8 <sup>※3</sup> | —                         | —         | c,e                |
|    | ⑬ F-F断層     | 18km   | 6.9               | —                         | —         | c,e                |

※ 1) —：規模と敷地までの距離から敷地に影響を与えるものではない等と評価。  
 ※ 2) 変更理由：文章中の「従来の活断層評価が変更となった考え方のポイント」の記号を示す。  
 ※ 3) 孤立した短い活断層として評価。



## B 基準地震動Ssの策定

### (1) 敷地に最も大きな影響を及ぼす「検討用地震」の選定

- ・活断層調査結果や既往の研究成果を踏まえ、検討用地震を選定する際には保守的な評価を行いました。具体的には、地表に少しでも活断層が確認された場合は、地下にM6.8相当の地震を起こす活断層が伏在するものとして評価しました。
- ・耐震設計上考慮する活断層を比較検討した結果、「五反田川断層による地震」、「F-A断層による地震」、「F-C断層による地震」が敷地への影響が大きいことから、これらを検討用地震としました。

### (2) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

#### a. 応答スペクトルに基づく地震動評価

- ・選定した検討用地震について、応答スペクトルに基づく評価を実施しました。
- ・評価に当たっては、アスペリティ<sup>※1</sup>の位置を発電所敷地に近づけるなど、不確かさについても考慮しました。

#### b. 断層モデルを用いた手法による地震動評価

- ・震源が敷地に近く、破壊過程が地震動に大きな影響を与えられ地震動については、断層モデルを用いた手法を重視し、より詳細な検討を行うこととし、以下の検討を行いました。
- ・応答スペクトルに基づく地震動評価と同様に、アスペリティ<sup>※1</sup>の位置を不確かさを考慮して発電所敷地に近づけるなどの厳しい条件についても評価を実施しました。

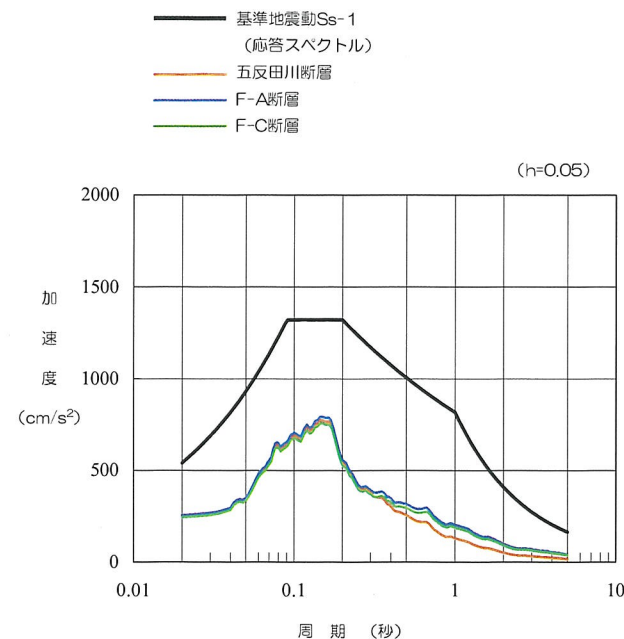
### (3) 震源を特定せず策定する地震動

- ・敷地周辺における震源を事前に特定できない地震の最大規模について、地域性などの検討によって妥当性を検証した上で、加藤ほか(2004)により提案されている応答スペクトルを「震源を特定せず策定する地震動」として設定しました。

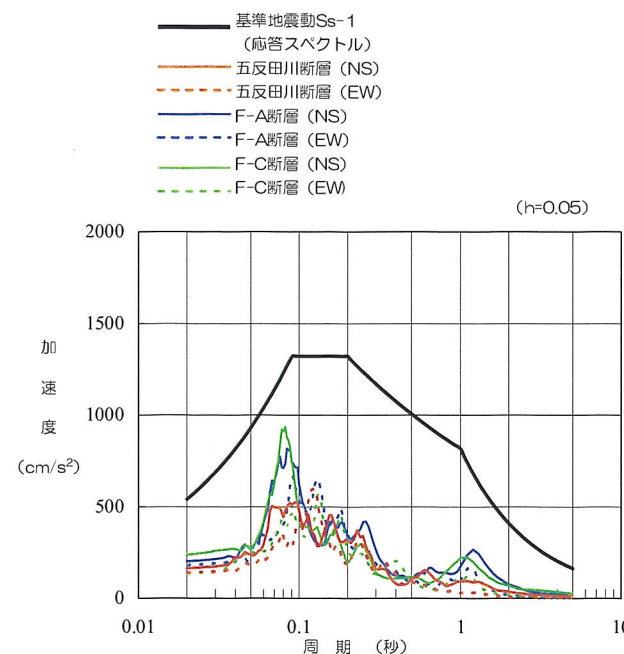
### (4) 基準地震動Ssの策定のまとめ

- ・応答スペクトルに基づく地震動評価結果に、さらに余裕を考慮して「基準地震動Ss-1」(540ガル)を設定しました。
- ・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、いずれも「基準地震動Ss-1」を上回るものとはならないことから、基準地震動Ssは「基準地震動Ss-1」で代表させることとしました。
- ・「震源を特定せず策定する地震動」は、「基準地震動Ss-1」に全ての周期帯で包絡されたため、「基準地震動Ss-1」で代表させることとしました。

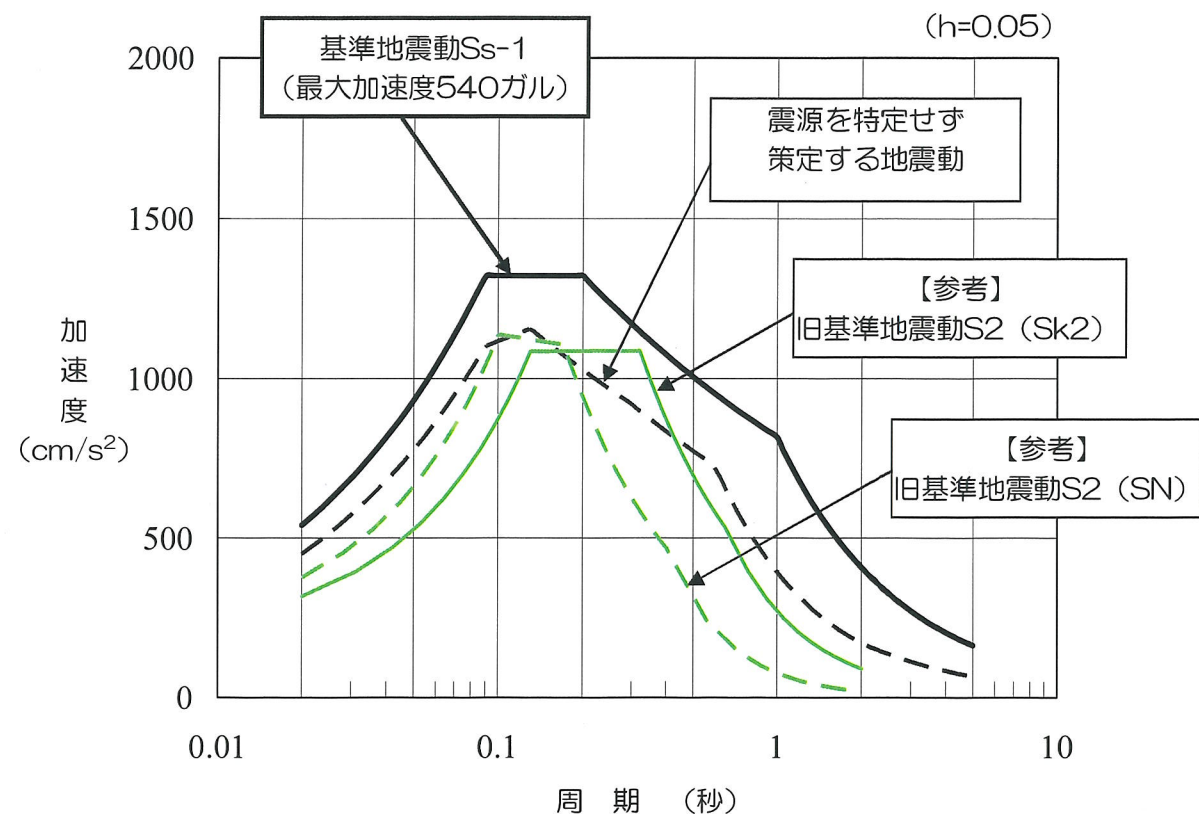
※1) アスペリティ：震源域のうち地震時に特に大きな揺れを発生させる場所



図B-① 応答スペクトルに基づく地震動評価(水平動)

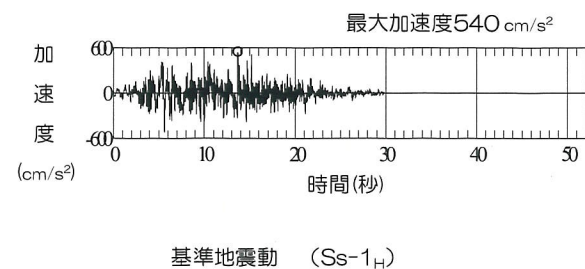


図B-② 断層モデルを用いた手法による地震動評価(水平動)

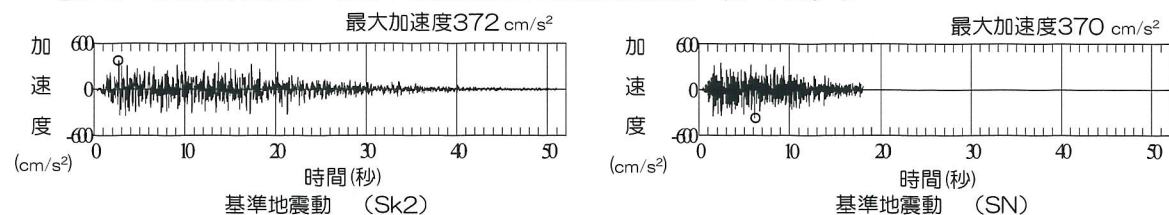


図B-③ 策定した基準地震動Ssと既設の基準地震動の応答スペクトル(水平動)

#### 【新指針に基づく基準地震動Ssの加速度波形(水平動)】



#### 【参考 旧指針に基づく基準地震動S2の加速度波形(水平動)】

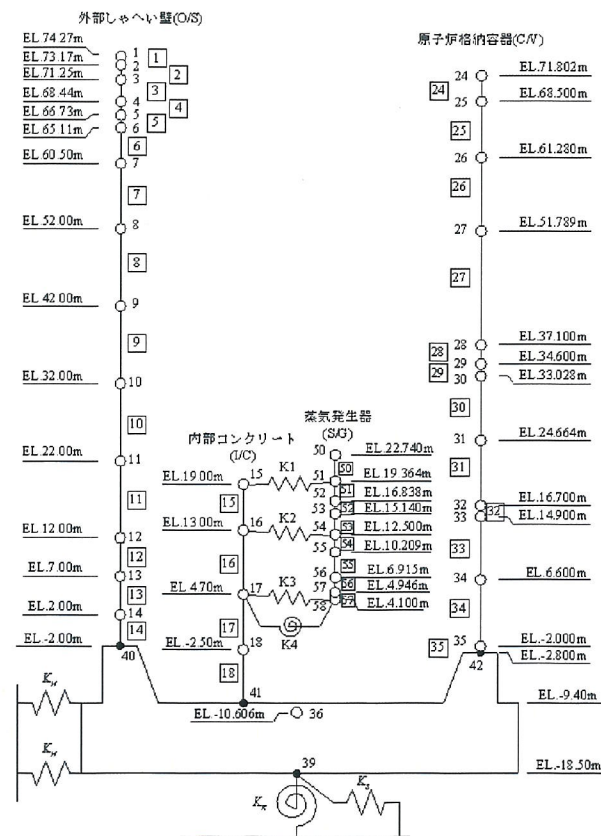


図B-④ 基準地震動の加速度波形(水平動)

## C 施設等の耐震安全性評価

### C-1 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価

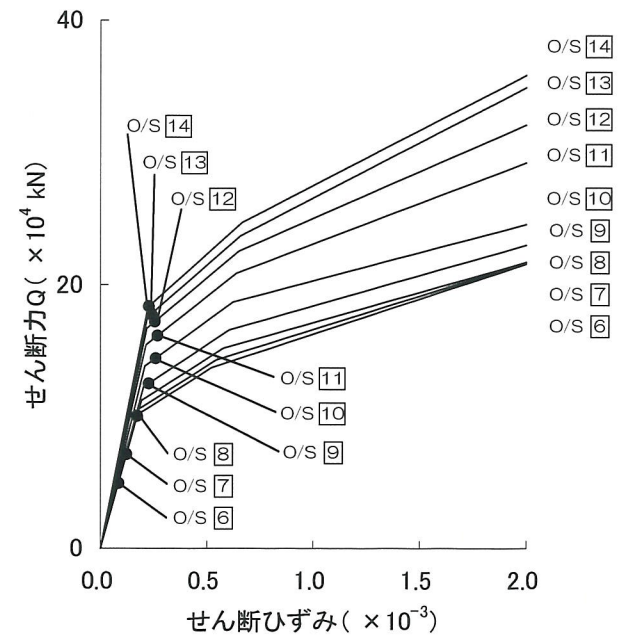
- 川内原子力発電所1号機の安全上重要な建物・構築物（原子炉建屋及び原子炉補助建屋）の耐震安全性の評価に当たっては、建屋全体の健全性を確認する観点から、基準地震動Ssを用いた地震応答解析の結果による耐震壁のせん断ひずみにより評価しました。
- 具体的には、建物・構築物や地盤の特性を適切に表現できるモデルを設定（図C-①：原子炉建屋の例）し、基準地震動Ssを用いた地震応答解析を実施し、耐震壁のせん断ひずみの値（図C-②、③：原子炉建屋の例）を算出しました。評価としては、解析結果のせん断ひずみが評価基準値 $2.0 \times 10^{-3}$ を超えていないことを確認しました（表C-①）。
- 評価の結果、耐震壁の最大せん断ひずみは評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認しました。



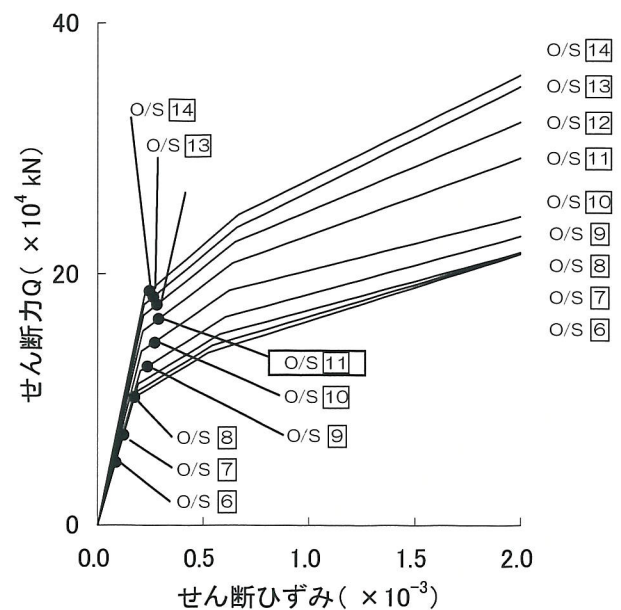
図C-① 地震応答解析モデル図  
(原子炉建屋の例)

表C-① 耐震壁の最大せん断ひずみ

|         | 最大せん断ひずみ              | 評価基準値                |
|---------|-----------------------|----------------------|
| 原子炉建屋   | $0.29 \times 10^{-3}$ | $2.0 \times 10^{-3}$ |
| 原子炉補助建屋 | $0.28 \times 10^{-3}$ |                      |



図C-② 耐震壁のせん断ひずみ（南北方向）  
(原子炉建屋の例)



図C-③ 耐震壁のせん断ひずみ（東西方向）  
(原子炉建屋の例)

### C-2 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価

- 原子炉を「止める」「冷やす」放射性物質を「閉じ込める」といった安全機能を有する主要な設備に対して評価を実施しました。
- 基準地震動Ssによる評価を行った結果、耐震安全性が確保されていることを確認しました。

#### ○川内1号機構造強度評価結果

| 区分    | 設備      | 新耐震指針による評価値(N/mm <sup>2</sup> ) | 規制の許容値(N/mm <sup>2</sup> ) | 評価結果 |
|-------|---------|---------------------------------|----------------------------|------|
| 止める   | 炉内構築物   | 93                              | 372                        | 良    |
| 冷やす   | 蒸気発生器   | 412                             | 497                        | 良    |
|       | 一次冷却材管  | 140                             | 358                        | 良    |
|       | 余熱除去ポンプ | 12                              | 210                        | 良    |
|       | 余熱除去配管  | 46                              | 361                        | 良    |
| 閉じ込める | 原子炉容器   | 195                             | 467                        | 良    |
|       | 原子炉格納容器 | 122                             | 352                        | 良    |

#### ○川内1号機動的機能維持評価結果

| 区分  | 設備     | 新耐震指針による評価値(秒) | 規制の許容値(秒) | 評価結果 |
|-----|--------|----------------|-----------|------|
| 止める | 制御棒挿入性 | 2.11           | 2.20      | 良    |

