

第66回技術情報検討会の結果概要

令和6年8月28日  
原子力規制庁

1. 趣旨

本議題は、本年7月25日に開催された第66回技術情報検討会の結果概要について報告するものである。

2. 報告内容

別紙のとおり。

別紙 第66回技術情報検討会 結果概要

参考 第66回技術情報検討会資料

## 第66回技術情報検討会 結果概要

1. 開催日：令和6年7月25日（木）
2. 出席者：  
杉山委員、田中委員、石渡委員、市村原子力規制技監、古金谷緊急事態対策監、森下技術基盤グループ長、金城審議官、大島原子力規制部長、原子力規制部：各課長・安全規制管理官、技術基盤G：神谷技術基盤課長、各安全技術管理官ほか、JAEA：天谷センター長、飯田室長代理
3. 主な内容
  - (1) 安全研究及び学術的な調査・研究から得られる最新知見  
以下について、報告及び議論を行った。
    - 1) 最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）
      - ・ 震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの妥当性確認  
—2018年から2022年の観測記録の追加—  
（概要）
        - 2018年から2022年までの5年間の記録を追加した統計処理結果が、現行の標準応答スペクトルに与える影響はないという意味で、同スペクトルが妥当であることを確認した。
        - 現行の規制基準、審査ガイド、審査等に影響を与えるものではなく、規制基準及び審査ガイドに新たに反映する事項はない。
        - 更なる観測記録の蓄積と解析を行い、継続的に標準応答スペクトルの技術的妥当性を確認していくことが重要。
    - （議論）
      - 定期的に新しい地震のデータを加えて標準応答スペクトルを見直すことは必要。今回加えた15地震について、地域的に偏っている、地震のタイプが集中しているといった特徴はあるか。【石渡委員】
      - 全国的に分布しているものの、2020年までは長野・岐阜の県境付近、2021年以降は石川県能登地方の地震が多い傾向にある。断層のタイプに偏りはないが、地震活動タイプとしては、群発的な地震が出てきている。【田島主任技術研究調査官】
      - 能登半島地震のような大きな地震が起きればその余震が加わり、地域的な偏りも出るだろう。これは仕方がないことだが、統計処理には注意を払う必要がある。10年後くらいに地震の数が増えてきたら、標準応答スペクトルを作ったときとその後のデータの変化を確認することが大切。【石渡委員】

- 追加した 15 地震は、地域が偏っているが、データの取扱上は同等に統計処理をしているという理解でよい。【杉山委員】
- そのとおり。データセット全体でみたときには、データ数や地震動に地域的な大きな偏りはないことを確認している。【田島主任技術研究調査官】
- 上下動の 0.2 秒辺りでピークが出るのはなぜか。【田中委員】
- 浅い地盤の影響等により、はざとり解析<sup>1</sup>の精度が低くなる場合に生じる人工的なものであることを確認している。【田島主任技術研究調査官】
- 群発地震をタイプ別に分けたとのことだが、従来データに含まれていたのか。【大島原子力規制部長】
- 従来データには含まれていない。【田島主任技術研究調査官】
- 群発地震の影響については、注意深く研究して欲しい。【大島原子力規制部長】

(対応)

- 継続的に標準応答スペクトルの技術的妥当性を確認していく必要があるため、さらなる観測記録の蓄積と解析が重要。引き続き情報収集活動を行い、十分な知見が得られてから再度判断する。

#### ・ 屈曲部を有する横ずれ断層地震による津波への影響について

(概要)

- 2018 年のインドネシア・スラウェシ島地震 (Mw7.5) は横ずれ断層型の地震であったが、大津波が発生。既往研究では、地すべりが主な波源であり、地殻変動の影響は小さいと考えられてきた。しかし、海底地すべりの位置等に関する情報は不明な点が多く、地表変位を説明する地震断層モデルは明らかでなく、当該地震による津波への影響は十分に把握されていない。
- 本論文は、陸域では横ずれ断層の屈曲部において局所的に地表変位が大きかったことを明らかにし、この効果を海域でも考慮することにより津波の特徴を説明できるとした上で、屈曲部の地表変位の効果を他地域の津波評価に取り入れることを推奨している。一方で、このモデルのみでは水位変動の特徴を説明できない部分があることにも言及。
- 当該知見は、屈曲性横ずれ断層のモデルの精緻化に有用だが、津波水位への影響の程度や評価手法が確立されたとはいえないため、現行審査等への反映の可否を判断するためには更なる知見の蓄積が重要。

<sup>1</sup> 地中に設置された地震計よりも上の地盤をモデル化し、その影響を解析的に除去して露頭面での地震動を算出する解析

## 第66回 技術情報検討会 議事次第

1. 日時：令和6年7月25日（木） 10：00～12：00
2. 場所：原子力規制委員会 13階A会議室 （TV会議システムを利用）
3. 議題
  - （1）安全研究及び学術的な調査・研究から得られる最新知見
    - 1）最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）
      - ・震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの妥当性確認  
—2018年から2022年の観測記録の追加—
      - （説明者）田島 礼子 技術基盤グループ地震・津波研究部門 主任技術研究調査官
      - ・屈曲部を有する横ずれ断層地震による津波への影響について
      - （説明者）山下 啓 技術基盤グループ地震・津波研究部門 副主任技術研究調査官
  - （2）国内外の原子力施設の事故・トラブル情報
    - 1）スクリーニングと要対応技術情報の状況について（案）
      - （説明者）久保 和造 技術基盤グループ技術基盤課 課長補佐
    - 2）1次スクリーニング結果（案）
      - （説明者）久保 和造 技術基盤グループ技術基盤課 課長補佐
    - 3）非常用ディーゼル発電機の連続運転実績等に関する状況報告
      - （説明者）照井 裕之 技術基盤グループ技術基盤課 課長補佐
    - 4）令和6年能登半島地震による変圧器故障に係る今後の対応方針（案）
      - （説明者）戸田 薫 原子力規制部検査グループ実用炉監視部門 総括係長
    - 5）太陽フレアが原子力発電所に及ぼす影響に関して（第3報）
      - （説明者）酒井 宏隆 技術基盤グループ技術基盤課 原子力規制専門職

### 配布資料

#### 議題（1）

- |        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 資料66-1 | 最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案） |
| 補足資料   | NRA 技術ノート（案）より抜粋（一部加筆）             |

#### 議題（2）

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| 資料66-2-1-1 | スクリーニングと要対応技術情報の状況について（案）   |
| 資料66-2-1-2 | 2次スクリーニングの検討状況（案）           |
| 資料66-2-1-3 | 規制対応を進めている情報（要対応技術情報）リスト（案） |

- 資料 6 6－2－2      1 次スクリーニング結果（案）
- 資料 6 6－2－3      非常用ディーゼル発電機の連続運転実績等に関する状況報告
- 資料 6 6－2－4      令和6年能登半島地震による変圧器故障に係る今後の対応方針  
（案）
- 資料 6 6－2－5      太陽フレアが原子力発電所に及ぼす影響に関して（第 3 報）

参考資料

- 参考資料 6 6－1      技術情報検討会フォローアップ

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和 6 年 7 月 25 日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和 6 年 5 月 17 日から令和 6 年 7 月 5 日まで）

| 最新知見等<br>情報シート番号 | 件名                                                          | スクリーニング結果<br>(対応の方向性(案)) | 資料ページ |
|------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| 24 地津-(B)-0001   | 震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの妥当性確認<br>—2018 年から 2022 年の観測記録の追加— | iv)                      | 2～3   |
| 24 地津-(D)-0001   | 屈曲部を有する横ずれ断層地震による津波への影響について                                 | iv)                      | 4～6   |

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

最新知見のスクリーニング状況（自然ハザードに関するもの）（案）

令和 6 年 5 月 17 日から令和 6 年 7 月 5 日まで

令和 6 年 7 月 25 日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和 6 年 5 月 17 日から令和 6 年 7 月 5 日まで）

| 最新知見等情報シート番号        | 件名                                                        | 情報の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 受理日                  | 1 次スクリーニング |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 次スクリーニング |    |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|
|                     |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      | 対応の方向性     | 理由                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 対応の方向性     | 理由 |
| 24 地 - 津 (B) - 0001 | 震源を特定せず地震動の標準応答スペクトルの妥当性を確認<br>— 2018 年から 2022 年の観測記録の追加— | 公表：令和 6 年 5 月<br>公表先： NRA 技術ノート<br>題目：震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの妥当性確認—2018 年から 2022 年の観測記録の追加—<br>著者： 田島礼子<br><br>原子力規制委員会が設置した「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」では、令和元年 8 月に、多数の観測記録を統計処理して求めた非超過確率 97.7%（平均+2σ）の応答スペクトル及び各種の妥当性確認結果に基づき、標準応答スペクトルを策定した。この検討チームでは、標準応答スペクトルに係る中長期課題の 1 つとして、新たに起きた地震の観測記録を追加した解析等を定期的に行い標準応答スペクトルへの影響を確認することが重要であるとの整理がなされた。<br><br>本研究では、上記の中長期課題に対する取り組みとして、検討チームによる標準応答スペクトル策定に係る研究（以下「従来研究」という。）の対象期間（2000 年から 2017 年までの 18 年間）より後の 2018 年から 2022 年までの 5 年間に起きた 15 地震の観測記録（水平動 100 記録、上下動 51 記録）を、従来と同様の条件及び手法により収集・解析した。 | 2024/5/17<br><br>iv) |            | ・本技術ノートによる知見は、新たに収集・解析した 2018 年から 2022 年までの観測記録が、現在規制に取り入れられている標準応答スペクトルに与える影響はないことを確認したものであり、現行の規制基準、審査ガイド、審査等に影響を与えるものではないことから、規制基準及び審査ガイドに反映する事項はない。<br><br>・ただし、新たな観測記録の影響に関する標準応答スペクトルの中長期課題については、現状では 5 年間の記録追加に留まるため、更なる観測記録の蓄積と解析を行い、継続的に標準応答スペクトルの技術的妥当性を確認していくことが重要である。<br><br>・以上より、当該知見については、情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する iv) とする。 |            |    |

| 最新<br>知見<br>等情<br>報シ<br>ート<br>番号 | 件名 | 情報の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 受理日 | 1 次スクリーニング                 |        | 2 次スクリーニング                 |        | 対<br>応<br>方<br>針 |
|----------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------|--------|----------------------------|--------|------------------|
|                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     | 対<br>応<br>の<br>方<br>向<br>性 | 理<br>由 | 対<br>応<br>の<br>方<br>向<br>性 | 理<br>由 |                  |
|                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                            |        |                            |        |                  |
|                                  |    | <p>さらに、それらの記録を従来研究で対象とした 18 年間の 89 地震の観測記録からなるデータセットに追加し、23 年間のデータ(104 地震:水平動 714 記録、上下動 355 記録)を用いて統計処理を行い、非超過確率別応答スペクトルを算出し、従来研究の結果と比較した。</p> <p>その結果、本研究及び従来研究において算出した非超過確率別応答スペクトルは、周期 1 秒程度以上の長周期側では本研究の結果の方がわずかに小さいものの、ほぼ同等の結果となった。したがって、本研究における 5 年間の記録を追加した統計処理結果が、現行の標準応答スペクトルに与える影響はないという意味で、同スペクトルが妥当であることを確認した。</p> |     |                            |        |                            |        |                  |

## 震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルの妥当性確認 —2018 年から 2022 年の観測記録の追加—

原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ

地震・津波研究部門

田島 礼子

### 要 旨

全国共通に考慮すべき「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルを規制に取り入れるために、令和 3 年 4 月 21 日に「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」等の一部が改正された。

標準応答スペクトルは、原子力規制委員会の「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」において、非超過確率 97.7% (平均+2 $\sigma$ ) の応答スペクトル及び各種の妥当性確認結果に基づいて、令和元年 8 月に策定された。この非超過確率応答スペクトルは、18 年間 (2000 年～2017 年) に全国で起きた内陸地殻内地震 (Mw5.0～6.5 程度) の震源近傍の地震基盤相当面における多数の記録を統計処理して求められた。

他方、同検討チームでは、標準応答スペクトルに関して中長期的に取り組むべき将来の課題についても議論された。その課題の 1 つとして、新たに起きた収集対象地震の観測記録を追加した解析等を行い、定期的に標準応答スペクトルへの影響確認を行うことの重要性が挙げられた。

本研究では、標準応答スペクトルを策定した従来研究の対象期間より後の 5 年間 (2018 年～2022 年) に起きた地震の観測記録を、同様の条件及び手法により収集・整理した上で、解析を行った。それらの記録を従来のデータセットに追加し、23 年間 (2000 年～2022 年) のデータを用いて統計処理を行い、非超過確率別応答スペクトルを算出して、従来研究の結果と比較した。

その結果、本研究及び従来研究において算出した非超過確率別応答スペクトルは、周期 1 秒程度以上の長周期側では本研究の結果の方がわずかに小さいものの、ほぼ同等の結果となった。したがって、本研究における 5 年間の記録を追加した統計処理結果が、現行の標準応答スペクトルに与える影響はないという意味で、同スペクトルが妥当であることを確認した。

本技術ノートは、新たな観測記録を追加して統計処理結果を比較することによる標準応答スペクトルの妥当性確認に係る一連の研究について取りまとめたものである。

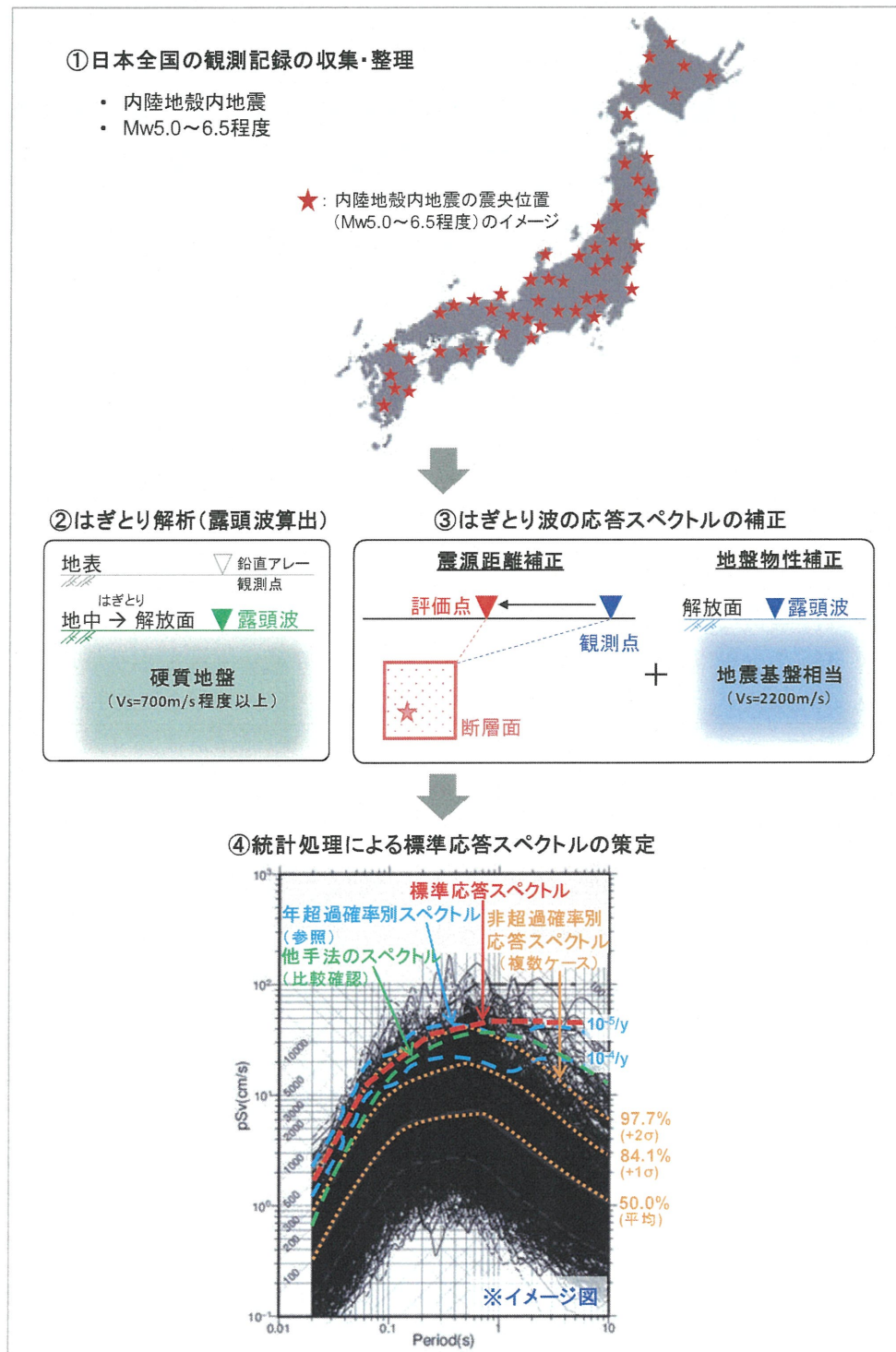


図 1.1 「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」における全国共通に考慮すべき「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル策定の概念図

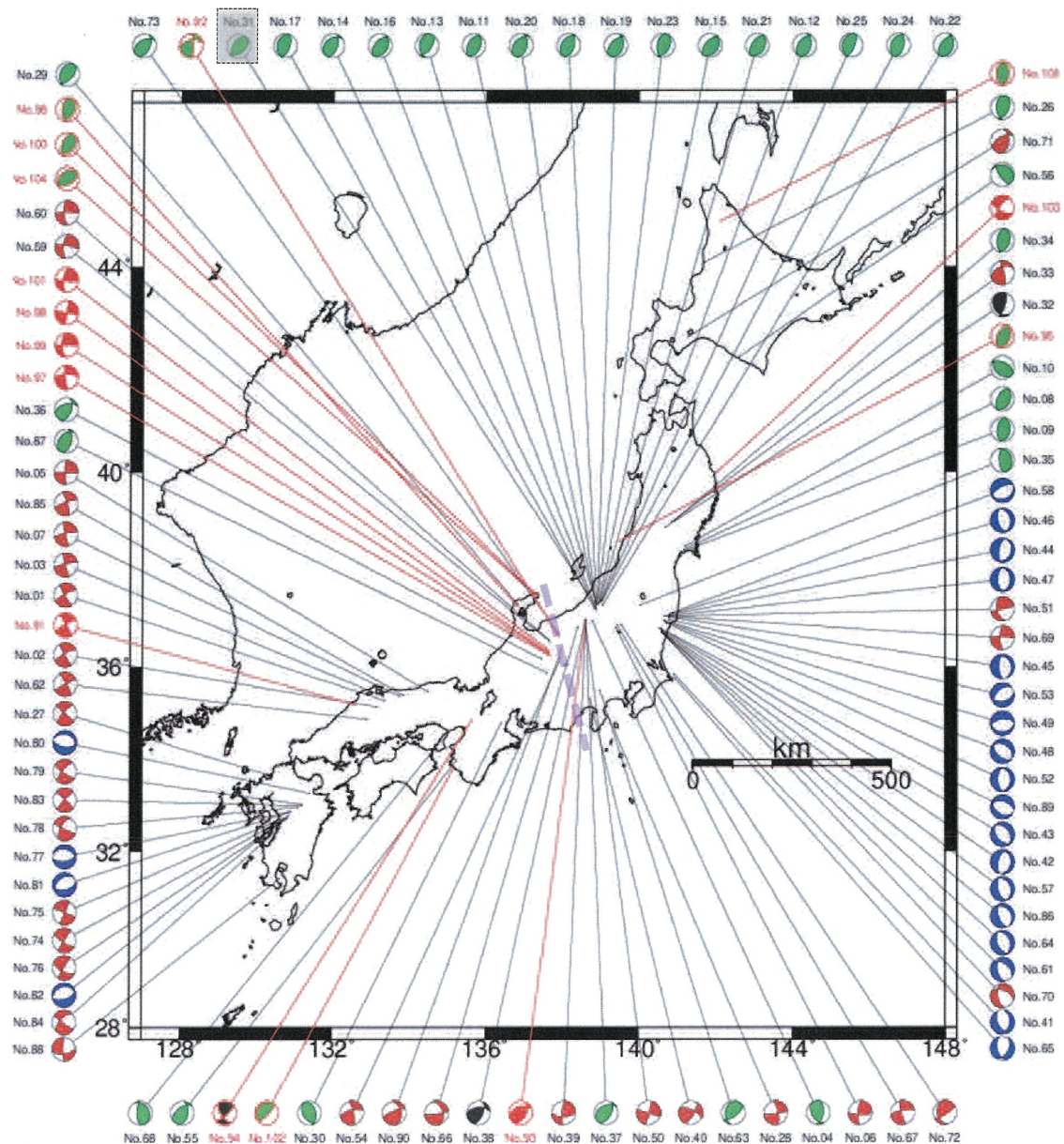
Figure 1.1 Conceptual diagram of formulating the standard response spectra by the NRA “study team on evaluation for ground motions without identification of seismic sources” for “ground motions evaluated without specifying seismic sources” that shall be commonly considered throughout Japan

表 2.1 観測記録の追加収集条件

Table 2.1 Additional collection conditions of observation records

|      | 条 件                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 期間   | 2018 年 1 月～2022 年 12 月の 5 年間<br>(従来研究は 2000 年～2017 年の 18 年間)                                                |
| 地震規模 | Mw5.0～6.6<br>(国立研究開発法人防災科学技術研究所の F-net <sup>10</sup> の震源メカニズム情報を参照)                                         |
| 震源深さ | 20 km 以浅<br>(気象庁一元化震源カタログ <sup>11</sup> を参照)                                                                |
| 観測記録 | 震央距離 30km 以内の KiK-net 観測点 <sup>8</sup> における地中地震計の地震動観測記録 (NS・EW・UD 成分)<br>(地表地震計の記録もデータの健全性確認、はざとり解析過程等で使用) |

注) 期間以外の条件は検討チームにおける標準応答スペクトル策定に係る研究 (従来研究) と同様



赤:横ずれ断層 緑:逆断層 青:正断層 黒:判断が難しい  
薄紫の破線:糸魚川-静岡構造線の概略位置

※震源メカニズム解と地図を結ぶ線の先が地震の震央位置に対応  
※No.は表 2.4 及び表 2.5 の「地震 No.」に対応

図 2.1 収集条件を満たす 105 地震の震央分布（黒線：従来研究、赤線：本研究）  
Figure 2.1 Epicentral distribution of 105 earthquakes satisfying the collection conditions (Black lines: previous study, Red lines: this study)

注) 最終的には観測点の PS 検層結果が得られないために解析の対象外とした 2007 年新潟県中越沖地震（地震 No.31、Mw 6.6）を除いた 104 地震を採用した。

表 2.2 収集した地震及び観測記録の数

Table 2.2 Number of collected earthquakes and observation records

|          | 地震     | 観測記録         |
|----------|--------|--------------|
| 本研究での追加分 | 15 地震  | 54 記録の 3 成分  |
| 従来研究     | 90 地震  | 333 記録の 3 成分 |
| 合計       | 105 地震 | 387 記録の 3 成分 |

表 2.3 解析対象とした地震及び観測記録の数

Table 2.3 Number of analyzed earthquakes and observation records

|                         | 地震     | 観測記録※                                    |        |
|-------------------------|--------|------------------------------------------|--------|
|                         |        | 水平動                                      | 上下動    |
| 本研究での追加分                | 15 地震  | 100 記録<br>(NS 成分 51 記録<br>EW 成分 49 記録)   | 51 記録  |
| 従来研究                    | 89 地震  | 614 記録<br>(NS 成分 309 記録<br>EW 成分 305 記録) | 304 記録 |
| 合計<br>(本研究の統計処理<br>の対象) | 104 地震 | 714 記録<br>(NS 成分 360 記録<br>EW 成分 354 記録) | 355 記録 |

※ここには、収集した地震及び観測記録のうち、観測点の地盤情報及び観測記録の品質確認を行い、解析で使用する事とした地震及び観測記録の数を示す。

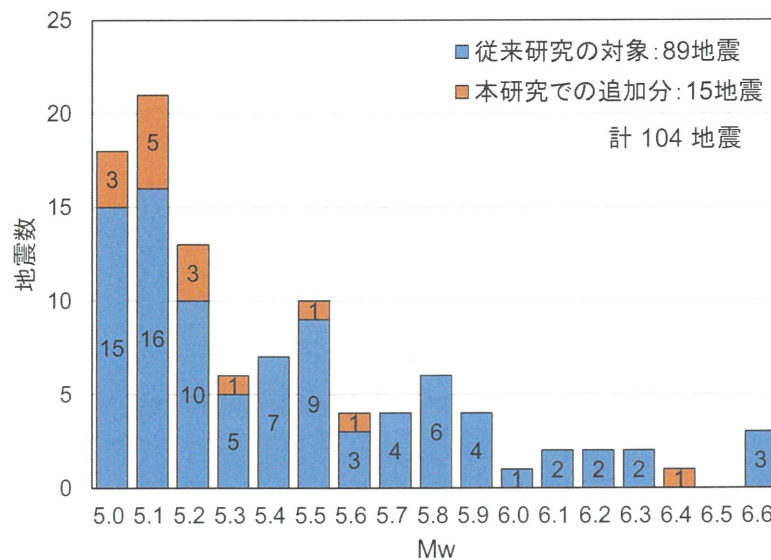


図 2.2 解析対象地震の規模 (Mw) 別の頻度分布

Figure 2.2 Histogram of magnitude (Mw) for analyzed earthquakes

表 2.4 本研究において収集・整理した地震の一覧

Table 2.4 List of earthquakes collected and organized in this study

| 地震<br>No. | 震央地名      | 気象庁一元化震源カタログ(一部速報値)    |        |         |            |     | F-netによる震源のメカニズム情報 |         |       |             |                            | 震源の設定      |           |              |                   |        | 地震の特性 (ラベリングに基づくグループ分けで使用) |                             |           |       |     | 観測記録数 |  |  |
|-----------|-----------|------------------------|--------|---------|------------|-----|--------------------|---------|-------|-------------|----------------------------|------------|-----------|--------------|-------------------|--------|----------------------------|-----------------------------|-----------|-------|-----|-------|--|--|
|           |           | 発生日時刻                  | 緯度(°)  | 経度(°)   | 深さ<br>(km) | Mj  | Mw                 | 走向(°)   | 傾斜(°) | すべり角<br>(°) | 設定方法<br>ケースA-E<br>(図4.3参照) | 地震活動<br>地域 | 断層<br>タイプ | 地震活動<br>タイプ  | 震央と活断層の地表における最短距離 |        | 最寄り活断層<br>からの概算<br>距離(km)  | 最寄り特定<br>活断層からの<br>概算距離(km) | 収集<br>記録数 | 解析記録数 |     |       |  |  |
|           |           |                        |        |         |            |     |                    |         |       |             |                            |            |           |              | 深さ<br>(km)        | 距離(km) |                            |                             |           | 水平動   | 上下動 |       |  |  |
| 91        | 島根県西部     | 2018/04/09:01:32:30.81 | 35.185 | 132.587 | 12.1       | 6.1 | 5.6                | 330.240 | 84.85 | 5.174       | B                          | 西日本        | 横ずれ       | 本震           | なし                | —      | 12                         | —                           | 3         | 6     | 3   |       |  |  |
| 92        | 長野県北部     | 2018/05/12:10:29:30.08 | 36.033 | 137.901 | 10.9       | 5.2 | 5.0                | 257.359 | 50.77 | 163.42      | C                          | 東日本        | 逆断層       | 本震           | 糸魚川-静岡構造線断層帯      | 4      | 10                         | 5                           | 10        | 5     |     |       |  |  |
| 93        | 長野県北部     | 2018/05/25:21:13:42.23 | 36.941 | 138.590 | 5.6        | 5.2 | 5.0                | 250.29  | 45.53 | 121.62      | E                          | 東日本        | 横ずれ       | 本震           | 十日町盆地西縁断層帯        | 12     | 26                         | 7                           | 11        | 6     |     |       |  |  |
| 94        | 大阪府北部     | 2018/06/18:07:58:34.14 | 34.844 | 135.622 | 13.0       | 6.1 | 5.5                | 147.49  | 64.73 | 19.153      | B                          | 西日本        | 逆断層       | 本震           | 有馬-高槻断層帯          | 2      | 3                          | 5                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 95        | 山形県沖      | 2019/06/18:22:22:19.98 | 38.608 | 139.479 | 14.0       | 6.7 | 6.4                | 23.208  | 36.54 | 86.93       | B                          | 東日本        | 逆断層       | 本震           | なし                | —      | 30                         | 1                           | 2         | 1     |     |       |  |  |
| 96        | 石川県能登地方   | 2020/03/13:02:18:46.77 | 37.280 | 136.825 | 12.3       | 5.5 | 5.3                | 25.186  | 39.52 | 105.78      | C                          | 西日本        | 逆断層       | 本震           | 奥州-穴水断層帯          | 21     | 2                          | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 97        | 長野・岐阜県境付近 | 2020/04/23:13:44:22.14 | 36.226 | 137.662 | 2.7        | 5.5 | 5.1                | 268.173 | 65.80 | -169.25     | C                          | 西日本        | 横ずれ       | 群発地震<br>(本震) | 中務断層帯             | 15     | 16                         | 4                           | 8         | 4     |     |       |  |  |
| 98        | 長野・岐阜県境付近 | 2020/05/19:13:12:58.16 | 36.284 | 137.629 | 2.5        | 5.4 | 5.2                | 10.100  | 86.89 | -1.176      | C                          | 西日本        | 横ずれ       | 群発地震<br>(本震) | 信濃域断層帯            | 15     | 17                         | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 99        | 長野・岐阜県境付近 | 2020/05/29:19:05:14.99 | 36.263 | 137.640 | 3.7        | 5.3 | 5.1                | 179.270 | 56.89 | -1.146      | C                          | 西日本        | 横ずれ       | 群発地震<br>(本震) | 信濃域断層帯            | 16     | 17                         | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 100       | 石川県能登地方   | 2021/09/16:18:42:30.21 | 37.505 | 137.301 | 13.1       | 5.1 | 5.0                | 37.205  | 36.54 | 100.83      | C                          | 西日本        | 逆断層       | 群発地震<br>(本震) | 奥州-穴水断層帯          | 15     | 10                         | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 101       | 岐阜県飛騨地方   | 2021/09/19:17:18:30.43 | 36.346 | 137.625 | 0.0        | 5.3 | 5.1                | 187.94  | 66.83 | 8.156       | C                          | 西日本        | 横ずれ       | 群発地震<br>(本震) | 信濃域断層帯            | 12     | 16                         | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 102       | 紀伊水道      | 2021/12/03:09:28:28.93 | 33.802 | 135.147 | 17.6       | 5.4 | 5.1                | 223.43  | 11.79 | 90.90       | E                          | 西日本        | 逆断層       | 本震           | なし                | —      | —                          | 3                           | 6         | 3     |     |       |  |  |
| 103       | 岩手県沖      | 2022/03/18:23:25:16.39 | 39.990 | 142.005 | 18.1       | 5.6 | 5.2                | 117.216 | 64.71 | -21.153     | E                          | 東日本        | 横ずれ       | 本震           | なし                | —      | —                          | 2                           | 4         | 2     |     |       |  |  |
| 104       | 石川県能登地方   | 2022/06/19:15:08:07.59 | 37.515 | 137.276 | 13.1       | 5.4 | 5.2                | 234.61  | 39.51 | 84.95       | C                          | 西日本        | 逆断層       | 群発地震<br>(本震) | 奥州-穴水断層帯          | 15     | 8                          | 3                           | 5         | 3     |     |       |  |  |
| 105       | 上川地方北部    | 2022/08/11:00:53:00.16 | 44.848 | 142.112 | 4.7        | 5.4 | 5.1                | 1.184   | 44.46 | 88.92       | E                          | 東日本        | 逆断層       | 本震           | 間奏断層帯             | 8      | 5                          | 6                           | 12        | 5     |     |       |  |  |

※はざとりの解析及び震計処理で採用した記録数である。観測記録の品質確認により不適切と判断した記録(成分)、PS 検層結果がない観測点の記録等がある場合には「収集記録数×3成分=解析記録数」とならないことに留意。

表 6.1 非超過確率別応答スペクトルの算出ケース

Table 6.1 Calculation cases of the response spectra corresponding to non-exceedance probabilities

| ケース                                                | 補正<br>(震源距離補正、<br>地盤物性補正) | データの選定・重み付け                                                                                         | 標準応答スペクトル<br>策定での採用状況<br>(○採用、×不採用) |
|----------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 全データ                                               | あり                        | なし                                                                                                  | ×                                   |
| ケース 1'a(参考)                                        | なし                        | なし                                                                                                  | ×                                   |
| ケース 1'b(参考)                                        | 地盤物性補正のみ                  | なし                                                                                                  | ×                                   |
| ※以降に例示するケース(補足資料用)に抜粋)                             |                           |                                                                                                     |                                     |
| 対象地震の規模 (Mw6.5 未満)                                 | あり                        | Mw6.5 未満の地震記録のみ選定 (Mw6.6 の地震除外)                                                                     | ○                                   |
| 規模別の地震・記録数 (G-R 則想定)                               | あり                        | G-R 則を想定した重み付け                                                                                      | ○                                   |
| はざとり精度<br>(人工要因による特徴的な地震動 <sup>※</sup> の<br>影響を低減) | あり                        | 特徴的な地震動のうち人工要因による特徴を含むグループの<br>重み低減 (Group A=1, B=1, C=0.5, D=0)                                    | ○                                   |
|                                                    | あり                        | 特徴的な地震動のうち人工要因による特徴を含むグループの<br>重み低減 (Group A=1, B=1, C=0, D=0)                                      | ○                                   |
| 地中地震計位置の地盤条件<br>(Vs2000m/s 以上)                     | あり                        | Vs 2000 m/s 以上の地震基盤相当面に近い地盤で観測された<br>地震動のみ選定                                                        | ×                                   |
|                                                    | あり                        | Mw6.5 未満の地震記録のみ (Mw6.6 の地震除外)かつ<br>特徴的な地震動のうち人工要因による特徴を含むグループの<br>重み低減 (Group A=1, B=1, C=0.5, D=0) | ○                                   |
| はざとり精度の確認用                                         | あり                        | Mw6.5 未満の地震記録のみ (Mw6.6 の地震除外)かつ<br>特徴的な地震動のうち人工要因による特徴を含むグループの<br>重み低減 (Group A=1, B=1, C=0, D=0)   | ○                                   |
| ケース 4*<br>(確認用)                                    | あり                        | はざとり解析を行わずに地中観測記録を 2 倍した場合<br>(データの選定・重み付けなし)                                                       | ○                                   |

※はざとり解析の精度が低いこと (人工要因) により生じたと考えられる特異なピーク等の特徴を持つ地震動。

水平動

上下動

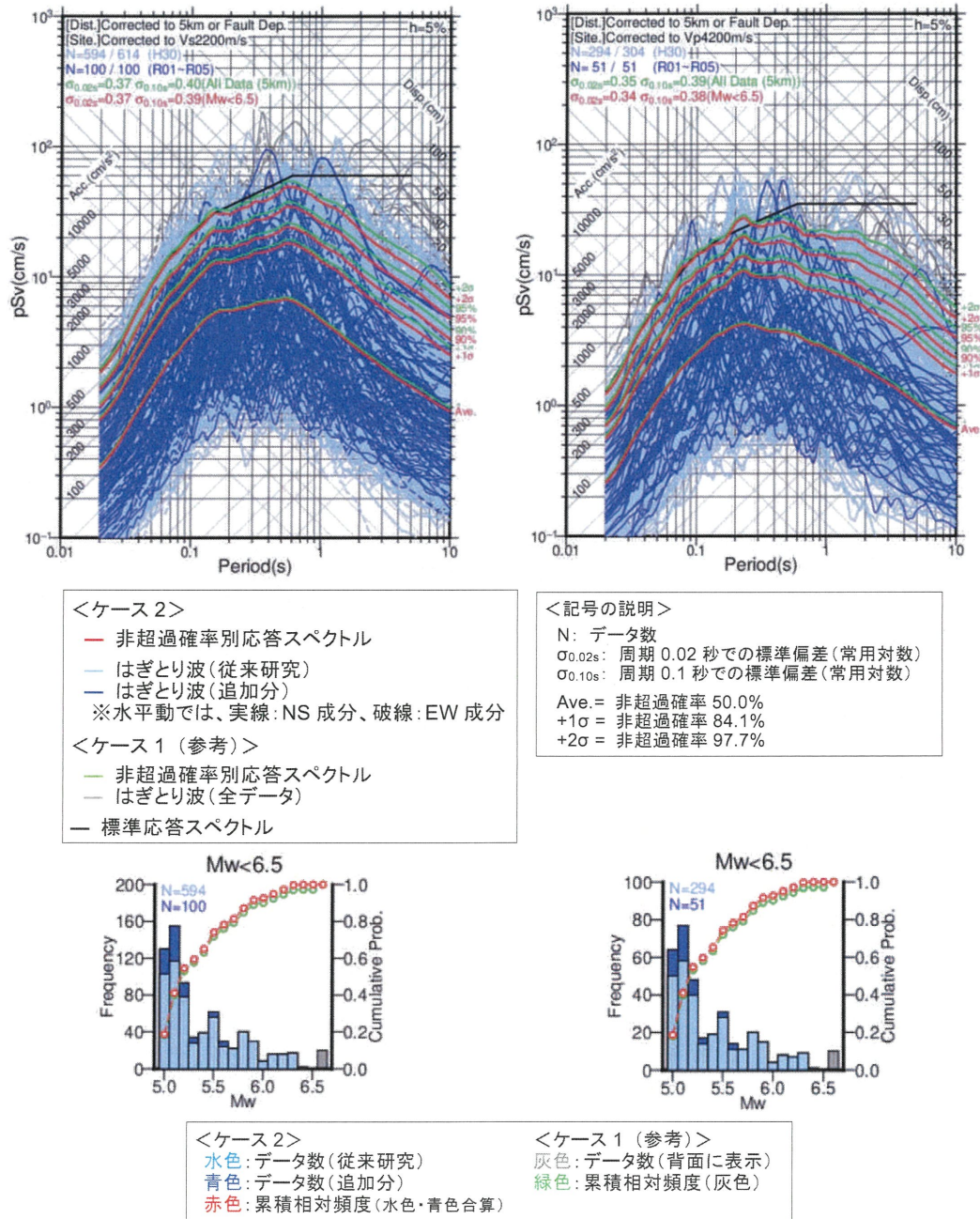


図 6.9 非超過確率別応答スペクトル (上段) 及び地震規模別のデータ数分布と累積相対頻度 (下段) : ケース 2 (Mw6.5 未満)

Figure 6.9 Response spectra for each non-exceedance probability (top) and magnitude-frequency distributions and cumulative probability plots (bottom): case 2 (Mw < 6.5)

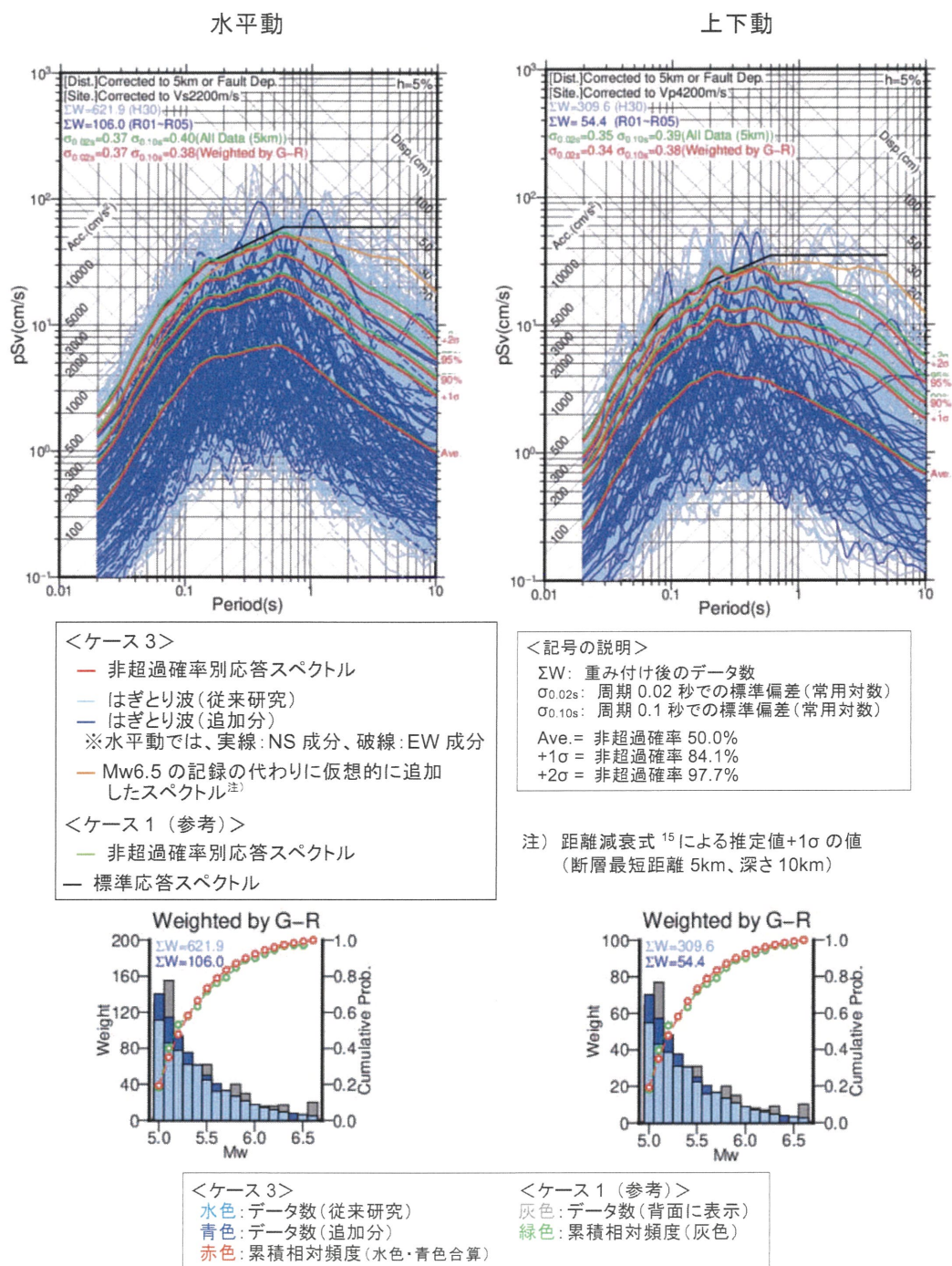
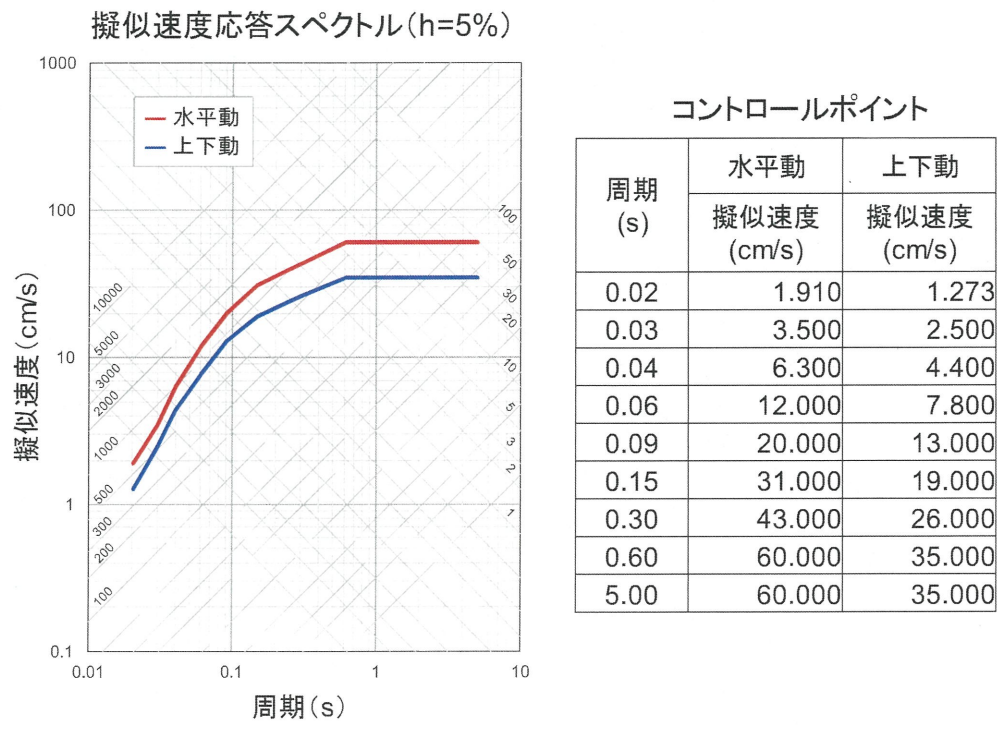


図 6.11 非超過確率別応答スペクトル (上段) 及び地震規模別のデータ数分布と累積相対頻度 (下段) : ケース 3 (G-R 則想定 の重み付け)

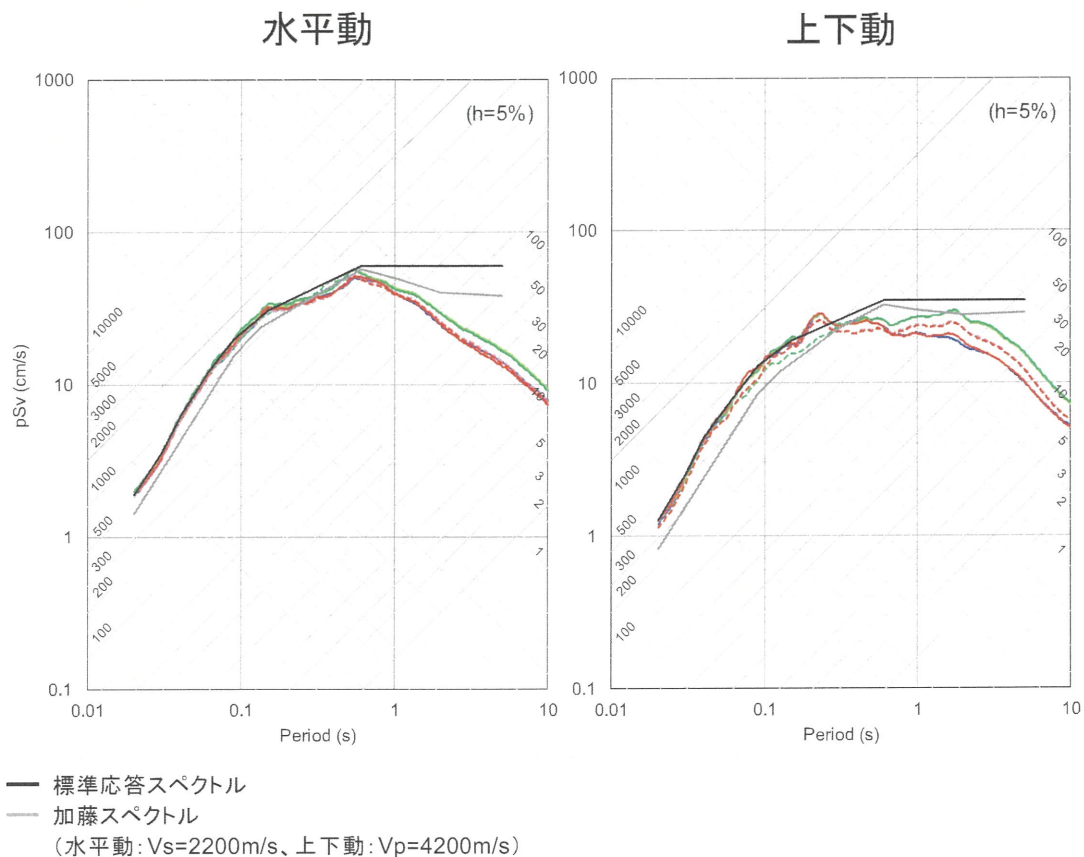
Figure 6.11 Response spectra for each non-exceedance probability (top) and magnitude-frequency distributions and cumulative probability plots (bottom): case 3 (weighting following the G-R law)



出典) 原子力規制委員会(2019)<sup>6</sup> より抜粋

図 7.1 地震基盤相当面 ( $V_s=2200$  m/s 以上) における標準応答スペクトルのコントロールポイント

Figure 7.1 Control points of the standard response spectra on the free surface equivalent to the hard bedrock ( $V_s \geq 2200$  m/s)



**<非超過確率 97.7%の応答スペクトル>**

【標準応答スペクトルの設定に使用】

- ケース 2: 対象地震(Mw6.5 未満)
- ケース 3: 規模別の地震・記録数(G-R 則想定)
- ケース 4a: はざとり精度(人工要因による特徴的な地震動の影響を低減) その1  
※重み: Group A=1, B=1, C=0.5, D=0 の場合
- ケース 4b: はざとり精度(人工要因による特徴的な地震動の影響を低減) その2  
※重み: Group A=1, B=1, C=0, D=0 の場合

【はざとり精度の確認に使用】

- - - ケース 2'a: 対象地震(Mw6.5 未満)、はざとり精度(人工要因による特徴的な地震動の影響を低減) その1  
※重み: Group A=1, B=1, C=0.5, D=0 の場合
- - - ケース 2'b: 対象地震(Mw6.5 未満)、はざとり精度(人工要因による特徴的な地震動の影響を低減) その2  
※重み: Group A=1, B=1, C=0, D=0 の場合
- - - ケース 4': はざとり解析を行わずに地中観測記録を2倍した場合  
※水平動は周期 0.5 秒以下、上下動は周期 0.3 秒以下のみを表示

出典) 原子力規制委員会(2019)<sup>6</sup> の参考資料を基に作成

図 7.2 検討チームにおいて算出された非超過確率 97.7% (平均+2 $\sigma$ ) の応答スペクトル  
及び策定された標準応答スペクトル (従来研究の結果)

Figure 7.2 Response spectra with a non-exceedance probability of 97.7% (average +2 $\sigma$ ) and the standard response spectra developed by the study team (results of the previous study)

水平動

上下動

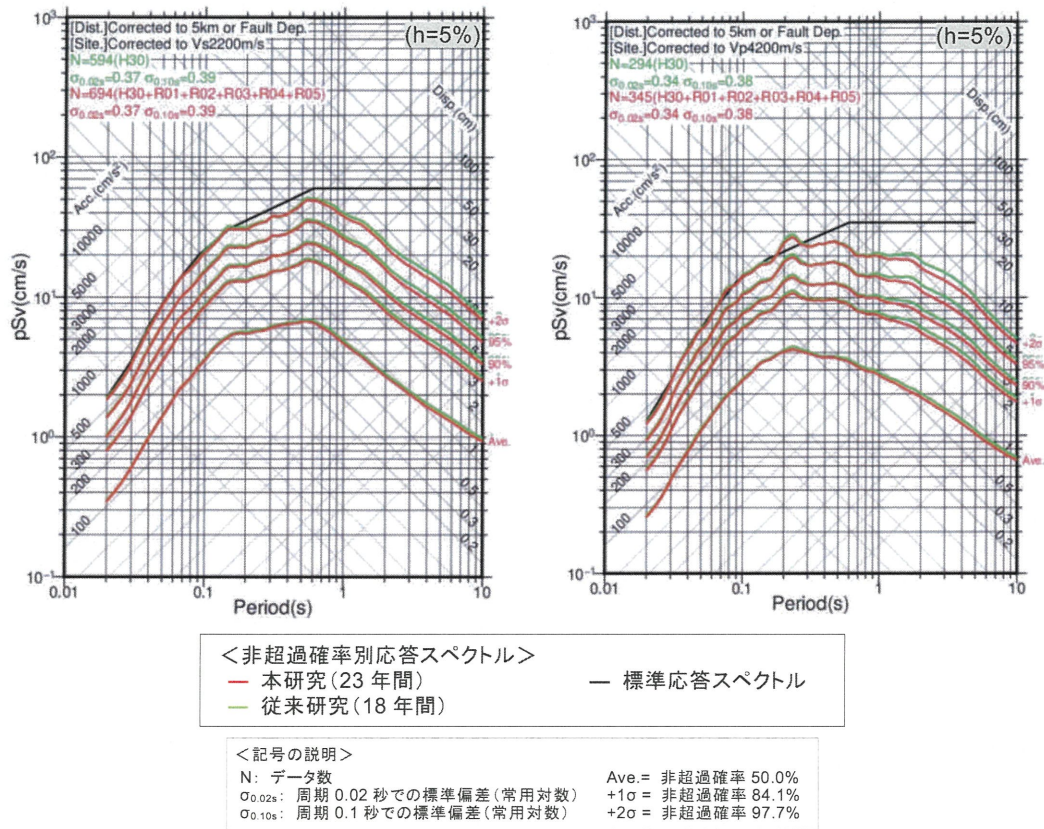


図 7.7 本研究及び従来研究の非超過確率別応答スペクトルの比較：ケース 2（Mw6.5 未満）

Figure 7.7 Comparison of response spectra for each non-exceedance probability calculated in this study and the previous study: case 2 (Mw < 6.5)

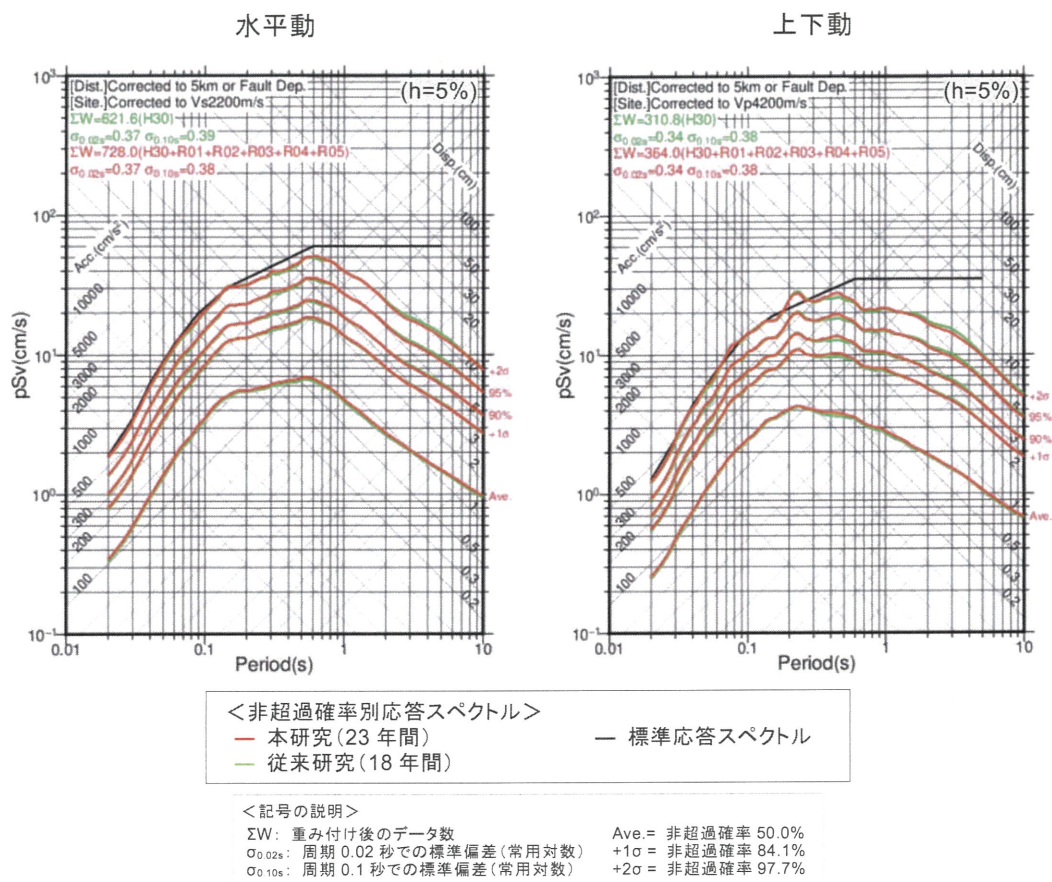


図 7.8 本研究及び従来研究の非超過確率別応答スペクトルの比較：ケース 3（G-R 則想定  
の重み付け）

Figure 7.8 Comparison of response spectra for each non-exceedance probability calculated in  
this study and the previous study: case 3 (weighting following the G-R law)

## 6. まとめ

検討チームと同様の条件及び手法<sup>6,9)</sup>により、2018年から2022年までの5年間に起きた地震の観測記録を収集・解析し、それらの記録を従来のデータセットに追加して統計処理を行い、従来研究の結果と比較することにより、現行の標準応答スペクトルの妥当性を確認した。概要は以下のとおりである。

### (1) 地震動観測記録の収集・整理

2018年から2022年までの5年間に国内で起きた Mw5.0～6.6 の内陸地殻内地震を対象に、硬質地盤 ( $V_s$  500 m/s 程度以上) に設置された KiK-net 観測点の地中地震計における震央距離 30 km 以内の観測記録を網羅的に収集し整理した (図 2.1)。

### (2) はぎとり解析及び応答スペクトルの補正

収集・整理した 15 地震の地中観測記録 (水平動 100 記録、上下動 51 記録) について、地中地震計よりも上の地盤の影響を除去するための「はぎとり解析」を実施し、硬質地盤の解放面における地震動を算出した (図 3.1)。さらに、それらを震源近傍 (半径 10 km 程度以内の領域) での地震基盤相当面 ( $V_s$  2200 m/s 以上) における地震動として扱うために、地震動の応答スペクトルに「震源距離補正」及び「地盤物性補正」を施した (図 4.1、図 4.4)。

### (3) 統計処理のデータセットの確認

統計処理に用いる補正後の応答スペクトルについて、断層のタイプ (横ずれ断層、逆断層、正断層)、地中地震計位置の地盤の  $V_s$ 、統計処理に用いる地震の数等の地震特性・観測条件に係る 11 項目の情報を整理 (ラベル付け) してグループ分けを行った。従来研究と同様に、データセット (データ数) に極端又は非現実的な偏り等が生じていないことを確認した (表 5.2)。

### (4) 統計処理による非超過確率別の応答スペクトルの算出及び比較

本研究において算出した 5 年間 (2018 年～2022 年) の 15 地震のはぎとり波のデータを、標準応答スペクトルを策定した従来研究における 18 年間 (2000 年～2017 年) の 89 地震のデータ (水平動 614 記録、上下動 304 記録) に追加し、23 年間 (2000 年～2022 年) の 104 地震のデータ (水平動 714 記録、上下動 355 記録) に対して統計処理を行い、複数ケースの非超過確率別応答スペクトルを算出し、従来研究の結果と比較した (図 7.4～図 7.14)。その結果、本研究及び従来研究において算出した非超過確率別応答スペクトルは、周期 1 秒程度以上の長周期側ではわずかに小さいが、ほぼ同等であることを確認した。したがって、本研究における 5 年間の記録を追加した統計処理結果が、現行の標準応答スペクトルに与える影響はないという意味で、同スペクトルが妥当であることを確認した。