

(補足説明資料)
敷地の地質・地質構造の評価

敷地の地質・地質構造について 検討フロー

敷地の地質・地質構造に関する検討の目的

1. 敷地における断層の有無及びその活動性を明らかにする。
2. 敷地の詳細な地質・地質構造を把握し、設計上必要な地盤の物性を検討するための基礎資料を得る。

● 敷地の地質・地質構造の詳細な調査を実施

- 文献調査
- 変動地形学的調査
- 地球物理学的調査
反射法地震探査3測線：合計約4,250m
- 地質調査
 - ・ボーリング調査(全365孔, 合計約22,000m)
全7孔(合計約2,200m)を追加実施
(約500m: 1孔, 約400m: 2孔, 約200m: 4孔)
全12孔(合計約2,900m)を評価に追加
(約1,000m: 1孔, 約400m: 2孔, 約200m: 3孔, 200m以下: 6孔)
 - ・ボアホールテレビ調査(全23孔, 合計約3,400m)
全7孔(合計約1,800m)を追加実施
(約400m: 3孔, 約200m: 2孔, 200m以下: 2孔)
全8孔(合計約500m)を評価に追加
(200m以下: 8孔)
 - ・テフラ分析
粒子組成分析及び火山ガラスの屈折率測定
 - ・微化石分析
久米層及び那珂湊層群の地層に関する微化石分析

● 調査結果から断層の有無及び活動性を検討

- ボーリングコアの観察
- 地質構造図の作成
 - ・久米層について、岩相区分、侵食境界、鍵層の分布、反射法地震探査結果に基づくユニット区分を追加実施
 - ・鍵層の連続性については、追加の火山灰分析結果も含めて検討



- 詳細な地質・地質構造の把握
- 「将来活動する可能性のある断層等」の有無の把握

敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造に関する調査結果を参照

➢ 文献調査

下記の文献を追加

- ・田切ほか(2011, 2013)
- ・活断層データベース(2015)
- ・関東地域の活断層の長期評価(2015)

➢ 変動地形学的調査

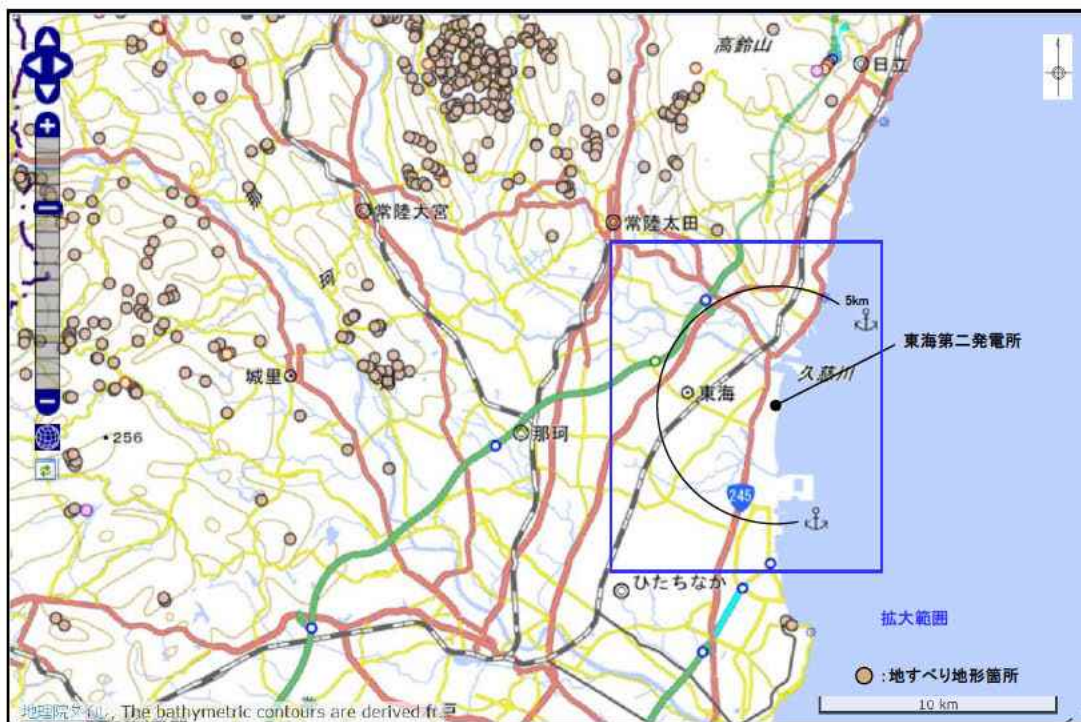
➢ 地質調査

- ・敷地周辺及び敷地近傍の久米層の構造の連続性確認
- ・隣接する日本原子力研究開発機構の敷地の久米層の構造との対比

参照
←



東海第二発電所の敷地及び敷地近傍において、活構造の存在を指摘する文献はない。

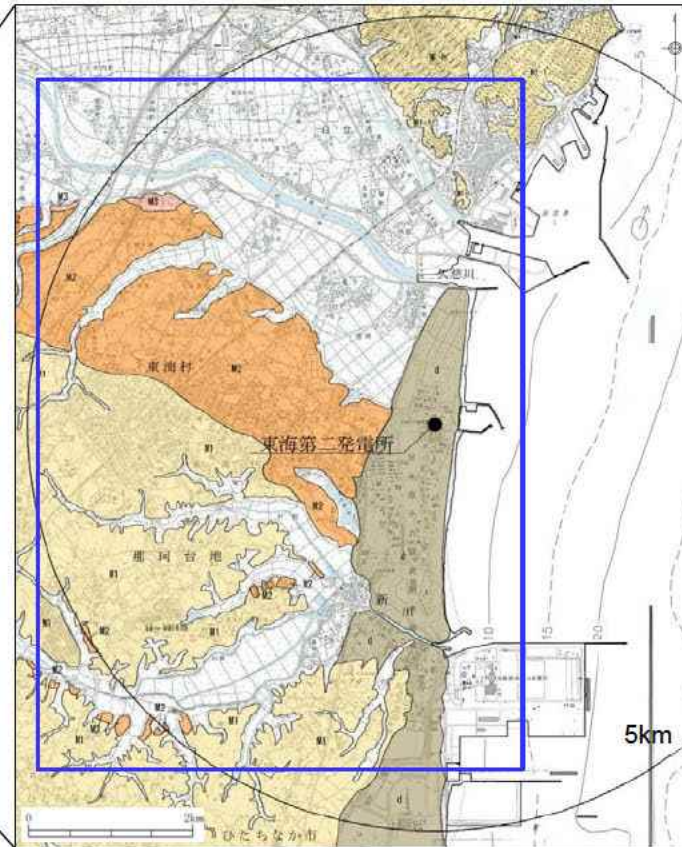


防災科学技術研究所ホームページ J-SHIS Map (2014年7月24日更新)に加筆

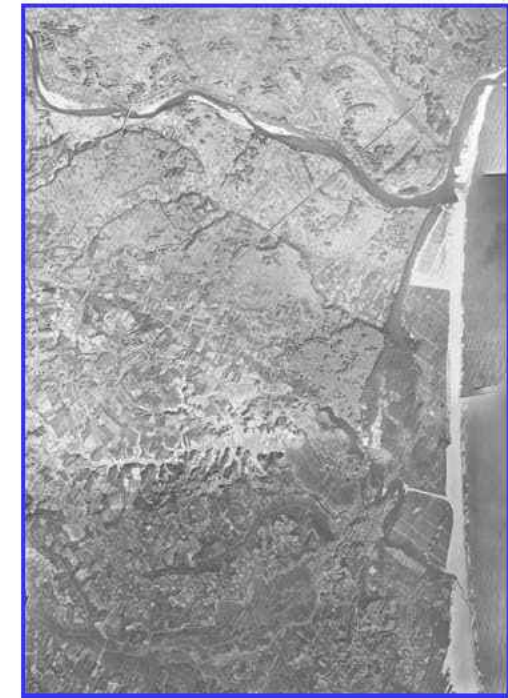


防災科学技術研究所 J-SHIS Mapでは、敷地及び敷地近傍において地すべり地形は示されていない。

敷地周辺及び近傍の地形



敷地近傍陸域の段丘面区分図及び変動地形学的調査結果図

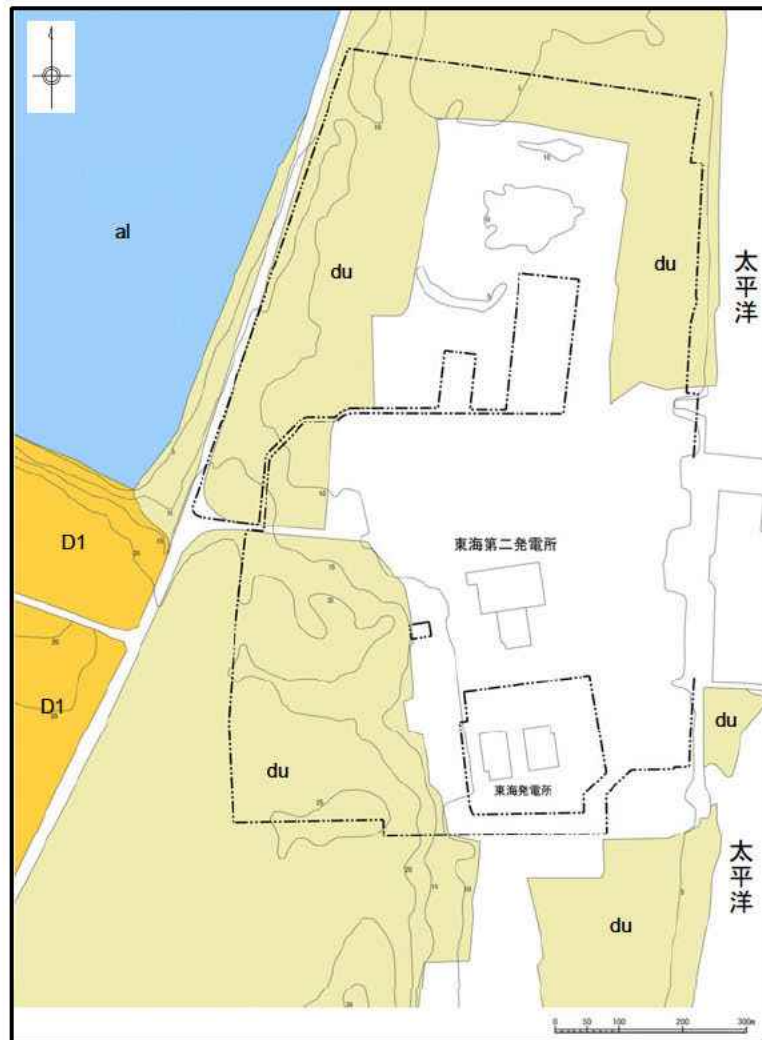


敷地近傍の航空写真(1947年米軍撮影)

この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。
(承認番号 平29情復, 第338号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は、国土地理院長の承認を得なければならない。

- 敷地周辺陸域の地形は、関東北部山地にあたる八溝山地及び久慈山地、阿武隈山地の南部にあたる多賀山地並びに常磐海岸台地、関東平野の北東部にあたる那珂台地、東茨城台地等からなる。
- 敷地近傍(敷地から半径5kmの範囲)陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなり、敷地は新川河口右岸付近の海岸砂丘に位置する。
- 台地を構成する段丘は高位からM1面、M2面、M3面に区分される。
- M1面は敷地の南西方及び北方に広く分布し、北方のM1面はM1-h面、M1-l面に細分される。
- M2面は敷地の西方に比較的広く分布するほか、敷地南西方の新川沿いなどに分布する。
- 敷地近傍海域の地形は、所々に緩い起伏が認められるが、全体的には水深30m未満で、海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示す。
- 文献調査及び空中写真判読の結果、敷地及び敷地近傍に地すべり地形及びリニアメントは認められない。

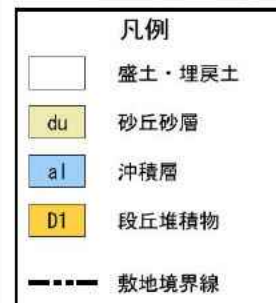
敷地の地形及び地質の概要



敷地の地質平面図

地質層序表

年代層序区分	地層区分	地質記号	主な層相	備考	
新生界	完新統	砂丘砂層	du	灰褐色～黄灰色の細粒～中粒砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	al	暗青灰色～灰褐色の粘土・砂 灰褐色～黄褐色の礫混じり砂	最上位の砂層は敷地全体に広く分布する。 旧久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
	更新統	段丘堆積物	D2	黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト	敷地全体に埋没段丘として分布する。 敷地周辺のL1段丘堆積物に対比される。 シルト層中の炭質物の年代： 40, 830±2, 670年BP～48, 330±年BPオーバー (14C年代測定法)
			D1	敷地の南西部に分布する。 敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。 本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる テフラの年代： ・赤城鹿沼テフラ >45, 000年BP ・赤城水沼1テフラ 55, 000年BP～60, 000BP	
		東茨城層群※	Hi	暗灰色～褐色の砂及びシルト 灰褐色～青灰色の砂礫	敷地の西部に分布する。
	新第三系	鮮新統	久米層	Km	暗オリーブ灰色の砂質泥岩
離山層			Hn	泥岩・凝灰岩	敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。
白亜系	那珂湊層群	Nk	泥岩・砂岩	敷地全体で久米層、離山層の下位に認められる。	
先白亜系	日立古生層 (日立変成岩類)	Hp	泥岩・砂岩・礫岩	1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。	



※ 坂本他(1972)による見和層下部を東茨城層群と仮称する。









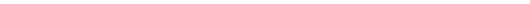
~~~~~:不整合

敷地に分布する地層のうち、最下位の日立古生層(日立変成岩類)は硬質な泥岩、砂岩及び礫岩からなる。那珂湊層群は硬質な泥岩、砂岩及び礫岩からなる。離山層は泥岩、凝灰岩からなる。久米層は砂質泥岩を主としている。東茨城層群と段丘堆積物は砂礫、砂及びシルトからなり、沖積層は粘土を主として砂及び礫混じり砂を挟む。各層は不整合関係で接している。砂丘砂層は均質な細～中粒砂からなり、敷地全体に広く分布する。

# 岩相区分

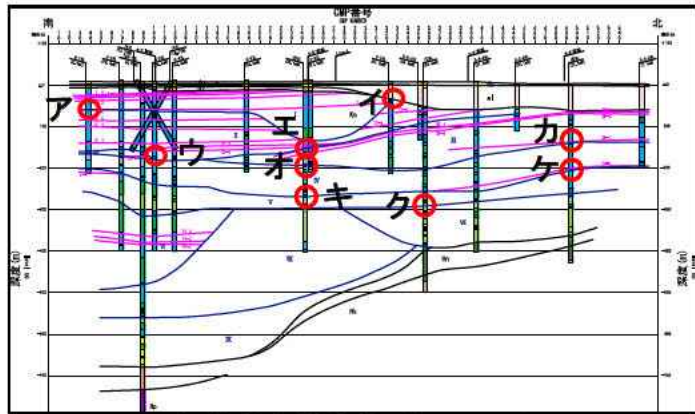
ボーリングコアの岩相観察結果に基づき、久米層以深の岩相を下記の通り区分した。

岩相区分表

| 地層名               | 岩 質       | 記号    | 層 相                                 | 代表的なコア写真                                                                              |
|-------------------|-----------|-------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 久米層               | 砂質泥岩      | Km-m  | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物擾乱、乱堆積構造が発達する。    |    |
|                   | 砂岩-砂質泥岩互層 | Km-a1 | 厚さ5cm~10cmの細粒~中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。 |    |
|                   |           | Km-a2 | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |    |
|                   |           | Km-a3 | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層からなる。炭質物薄層を頻繁に挟む。  |    |
|                   | 砂 岩       | Km-s  | シルト混り細粒砂岩~中粒砂岩からなる。                 |   |
|                   | 礫 岩       | Km-g  | 偽礫のほか基盤岩礫など複数の異種礫及び貝殻片を含む。          |  |
| 離山層               | 泥岩・凝灰岩    | Hn    | 固結度の高い泥岩を主とし、凝灰岩及び軽石を多く含む。          |  |
| 那珂湊層群             | 泥岩・砂岩     | Nk    | 角礫を含む礫岩、砂岩、泥岩からなる。硬質である。            |  |
| 日立古生層<br>(日立変成岩類) | 泥岩・砂岩・礫岩  | Hp    | 非変成の硬質な砂岩、泥岩、礫岩からなる。                |  |

# ユニット区分について

- ・ボーリングコア観察結果によると、久米層中には、流動状の堆積構造あるいは偽礫、異種礫、貝殻片を含む礫岩が認められる。これらは、下位の久米層を侵食して緩く谷状に連続していることから、久米層堆積期に形成された海底谷等の侵食谷の谷底に堆積したものと判断される。
- ・上記侵食谷と岩相及び鍵層の連続性ならびに反射パターンの特徴と整合がとれるようユニット区分を行った。



侵食境界位置図 (Line-B)

↓ : 侵食境界(下端)

**ア. 侵食境界 I / II**  
 C-1孔 標高: -59.10 ~ -59.16m (深度: 68.02 ~ 68.08m)  
 (写真はGL-67.70 ~ -68.20m)

※ 細礫、貝殻片からなる薄層を挟む侵食跡

**イ. 侵食境界 I / II**  
 C-7孔 標高: -43.37 ~ -43.85m (深度: 52.50 ~ 52.98m)  
 (写真はGL-52.60 ~ -53.10m)

※ 貝殻片の混入、流動状の堆積構造が見られる侵食跡

**ウ. 侵食境界 II / III**  
 C-3孔 標高: -170.99 ~ -176.30m (深度: 179.35 ~ 184.66m)  
 (写真はGL-183.00 ~ -185.00m)

※ 偽礫を多く含む侵食跡

**エ. 侵食境界 II / III**  
 ②孔 標高: -153.62 ~ -153.77m (深度: 164.26 ~ 164.41m)  
 (写真はGL-164.10 ~ -164.60m)

※ 流動状の堆積構造が見られる侵食跡



↓ : 侵食境界(下端)

## オ. 侵食境界Ⅲ/Ⅳ

②孔 標高:-194.83~-195.57m(深度:205.47~206.21m)  
(写真はGL-205.00~-207.00m)



※ 偽礫のほか異質礫, 貝殻片が密集する侵食跡

## カ. 侵食境界Ⅲ/Ⅳ

⑥孔 標高:-139.19~-141.84m(深度:143.00~145.65m)  
(写真はGL-144.00~-146.00m)



※ 偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食跡

## キ. 侵食境界Ⅳ/Ⅴ

②孔 標高:-265.01~-268.87m(深度:275.65~279.51m)  
(写真はGL-278.00~-280.00m)



※ 偽礫のほか異質礫, 貝殻片が密集する侵食境界

## ク. 侵食境界Ⅳ/Ⅴ

①孔 標高:-254.50~-255.77m(深度:262.25~263.52m)  
(写真はGL-262.00~-264.00m)



※ 偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食境界

## ケ. 侵食境界Ⅴ/Ⅶ

⑥孔 標高:-262.00~-268.32m(深度:265.81~272.13m)  
(写真はGL-271.00~-273.00m)



※ 偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食境界

※一部に見られる傾斜した葉理については半固結及び未固結の久米層が侵食谷の上流から運搬された際に流動変形した見かけの傾斜である可能性が考えられる。

# 鍵層の特徴

- ・ 久米層内には、火山灰層及び軽石層や凝灰質泥岩層などの岩相が特徴的な地層が分布する。
- ・ これらの地層について、層相、粒子組成、火山ガラスの形態等の類似性について検討した結果、側方に広がりを持って連続する地層であることが確認された（I-5～VI-1を鍵層として評価）。
- ・ なお、これらの鍵層について、火山灰分析も併せて実施し、対比の妥当性について確認した。

## 鍵層の特徴

: 鍵層

| 鍵層No. | 特 徴                                                                         | 粒子組成 |          | コア写真                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|------|----------|------------------------------------------------|
| I-5   | ユニット区分 I の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ、白色の中～粗粒軽石を密に含む。<br>なお、I-5～I-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | ho       | <p>C-2孔 標高:-21.66～-21.71m, 深度:32.80～32.85m</p> |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>>fib |                                                |
| I-4   | ユニット区分 I の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ、白～灰色の粗粒軽石を密に含む。<br>なお、I-5～I-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | —        | <p>C-3孔 標高:-21.64～-21.82m, 深度:30.00～30.18m</p> |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>fib  |                                                |

### 重鉱物名

ho : 角閃石  
opx: 斜方輝石

火山ガラスの形態分類(岸・宮脇, 1996より引用)

| 気泡の大きさ | 気泡の形態       |                |               |
|--------|-------------|----------------|---------------|
|        | 小さい<br>約10μ | 大きい<br>約100μ   | 非常に大きい        |
| 球形に近い  | スポンジ型 (spg) | スモーク・バブル型 (sb) | バブルウォール型 (bw) |
| 一方に延びる | 繊維型 (fib)   | 平行型 (str)      |               |

0 0.1 0.2mm

火山灰, 軽石の粒径区分(東海サイト)

| 火山灰    |     | 軽石     |    |
|--------|-----|--------|----|
| 粒径(mm) | 区分  | 粒径(mm) | 区分 |
| —      |     | —10    | 粗粒 |
| —      |     | —4     | 中粒 |
| —2     |     | —2     | 細粒 |
| —0.5   | 粗粒  |        |    |
| —0.25  | 中粒  |        |    |
| —0.063 | 細粒  |        |    |
|        | 極細粒 |        |    |









※) 粒径2mm以下は火山灰となる。

# 鍵層の特徴



## 鍵層の特徴

 : 鍵層





| 鍵層No. | 特 徴                                                                         | 粒子組成 |            | コア写真                                                                                                                                    |                                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| I-3   | ユニット区分 I の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ、白色の細粒軽石を密に含む。<br>なお、I-5～I-2は10m程度の範囲に近接して分布する。   | 重鉱物  | ho         | ← 上<br>C-2孔 標高:-28.36~-28.56m, 深度:39.50~39.70m<br>   |    |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>fib    |                                                                                                                                         |                                                                                       |
| I-2   | ユニット区分 I の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ、白色の細～中粒軽石を密に含む。<br>なお、I-5～I-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | —          | ← 上<br>C-1孔 標高:-37.27~-37.50m, 深度:46.19~46.42m<br>   |    |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>fib    |                                                                                                                                         |                                                                                       |
| I-1   | ユニット区分 I の砂質泥岩 (Km-m) に含まれる凝灰質泥岩で、白～灰色の軽石を含む。                               | 重鉱物  | —          | ← 上<br>C-2孔 標高:-56.63~-58.31m, 深度:67.77~69.45m<br>  |  |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>sb≥fib |                                                                                                                                         |                                                                                       |
| II-5  | ユニット区分 II の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ、灰白色の中～細粒火山灰からなる。                                | 重鉱物  | —          | ← 上<br>C-2孔 標高:-86.03~-86.08m, 深度:97.17~97.22m<br> |  |
|       |                                                                             | ガラス  | spg>>fib   |                                                                                                                                         |                                                                                       |

# 鍵層の特徴



## 鍵層の特徴





 : 鍵層

| 鍵層No. | 特 徴                                      | 粒子組成 |                   | コア写真                                                                                                                                         |
|-------|------------------------------------------|------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II-4  | ユニット区分Ⅱの砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。   | 重鉱物  | —                 | D-4-0孔 標高:-61.41~-61.56m, 深度:69.70~69.85m<br><br>10cm     |
|       |                                          | ガラス  | spg>>sb>str       |                                                                                                                                              |
| II-3  | ユニット区分Ⅱの砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、灰白色の砂～泥質凝灰岩からなる。 | 重鉱物  | —                 | TSK-1孔 標高:-139.83~-139.93m, 深度:148.11~148.21m<br><br>10cm |
|       |                                          | ガラス  | spg>sb>str>fib>bw |                                                                                                                                              |
| II-2  | ユニット区分Ⅱの砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。   | 重鉱物  | —                 | C-3孔 標高:-151.64~-152.26m, 深度:160.00~160.62m<br><br>10cm  |
|       |                                          | ガラス  | spg>sb>str>fib    |                                                                                                                                              |
| II-1  | ユニット区分Ⅱの砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、灰～白色の極細粒火山灰からなる。 | 重鉱物  | —                 | C-4孔 標高:-158.45~-158.51m, 深度:169.51~169.57m<br><br>10cm |
|       |                                          | ガラス  | sb≧spg>str>fib    |                                                                                                                                              |

# 鍵層の特徴

## 鍵層の特徴






 : 鍵層

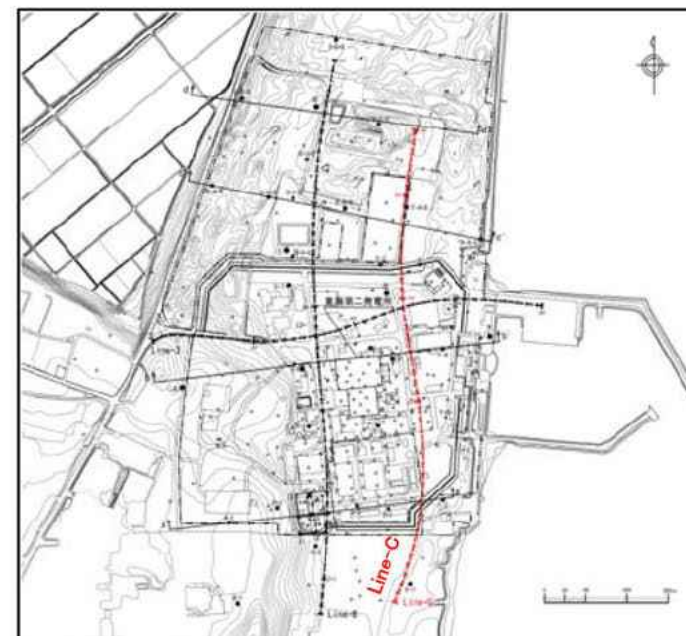
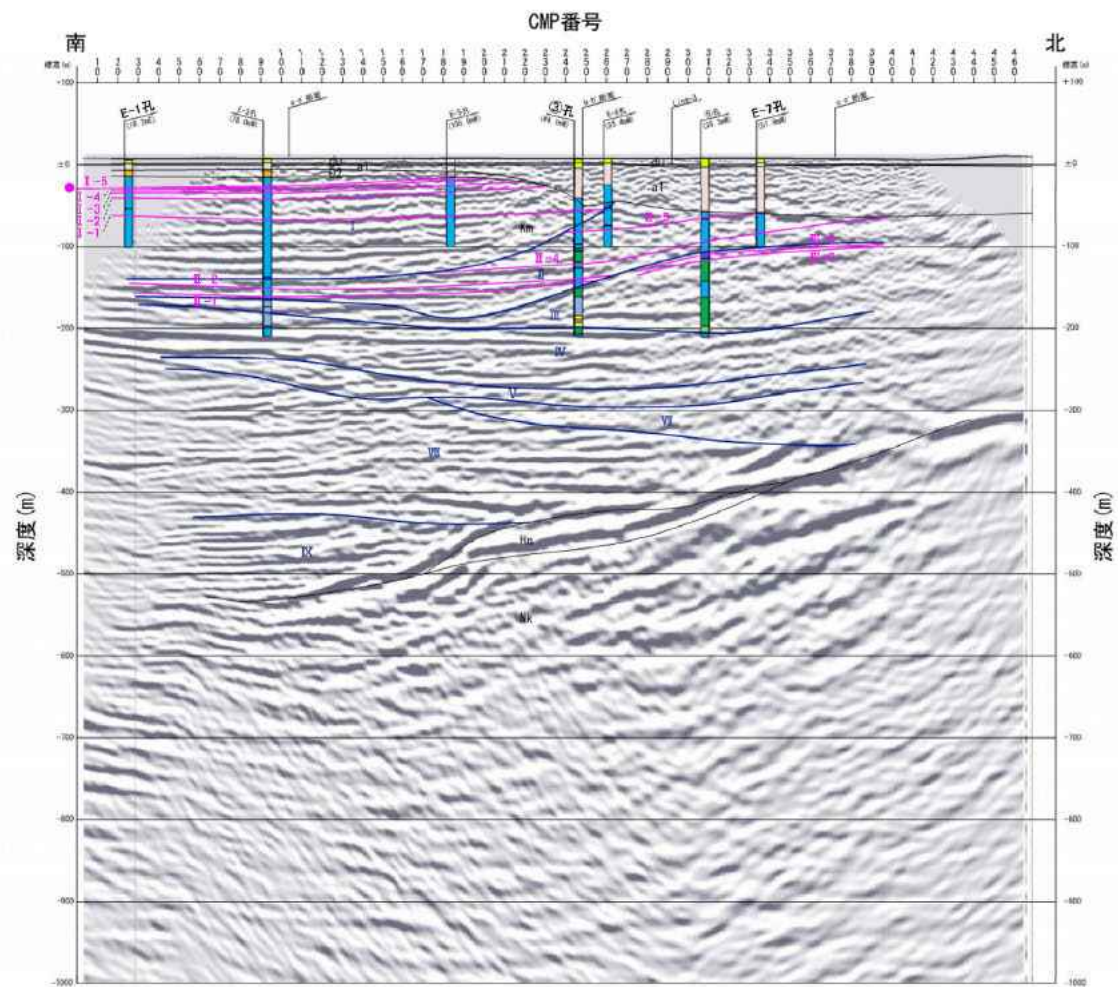
| 鍵層No. | 特 徴                                                                       | 粒子組成 |                       | コア写真                                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ⅲ-3   | ユニット区分Ⅲの砂質泥岩 (Km-m), 砂質泥岩優勢層 (Km-a1)に含まれ, 結晶質で灰白色の中粒~細粒火山灰からなる。やや泥, 砂を含む。 | 重鉱物  | ho                    |  <p>②孔 標高:-155.06~-155.14m, 深度: 165.70~165.78m</p> <p>10cm</p>      |
|       |                                                                           | ガラス  | spg>>fib              |                                                                                                                                                        |
| Ⅲ-2   | ユニット区分Ⅲの砂質泥岩 (Km-m)に含まれ, 白色の中粒軽石をやや密に含む。<br>Ⅲ-3の約5~10m下位に分布する。            | 重鉱物  | -                     |  <p>①孔 標高:-112.60~-112.69m, 深度: 120.35~120.44m</p> <p>10cm</p>      |
|       |                                                                           | ガラス  | spg>fib               |                                                                                                                                                        |
| Ⅲ-1   | ユニット区分Ⅲの砂質泥岩 (Km-m), 砂質泥岩優勢層 (Km-a1)に含まれ, 細~中粒の軽石が密集する。                   | 重鉱物  | ho, opx               |  <p>D-0-0孔 標高:-131.13~-131.17m, 深度: 134.14~134.18m</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                                           | ガラス  | spg>fib>sb<br>>str    |                                                                                                                                                        |
| Ⅳ-1   | ユニット区分Ⅳの砂質泥岩 (Km-m), 礫岩 (Km-g)に含まれ, 白~灰色の細粒火山灰からなる。                       | 重鉱物  | ho                    |  <p>D-4-0孔 標高:-243.88~-244.08m, 深度: 252.17 ~</p> <p>10cm</p>      |
|       |                                                                           | ガラス  | sb>str>spg><br>fib>bw |                                                                                                                                                        |

# 鍵層の特徴

## 鍵層の特徴

 : 鍵層

| 鍵層No. | 特 徴                                                        | 粒子組成 |                      | コア写真                                                                                                                                             |
|-------|------------------------------------------------------------|------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V-1   | ユニット区分Vの砂質泥岩(Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。                      | 重鉱物  | -                    | C-1孔 標高:-210.13~-210.64m, 深度: 219.05 ~<br><br>10cm            |
|       |                                                            | ガラス  | bw >> spg            |                                                                                                                                                  |
| VI-4  | ユニット区分VIの砂岩薄層を挟む砂質泥岩優勢層(Km-a1)に含まれ、灰白色の極細粒火山灰からなる。         | 重鉱物  | -                    | C-2孔 標高:-305.11~-305.29m, 深度: 316.25 ~<br>316.43m<br><br>10cm |
|       |                                                            | ガラス  | spg ≥ sb ≥ str       |                                                                                                                                                  |
| VI-3  | ユニット区分VIの砂質泥岩(Km-m)に含まれ、軽石を含む灰白~白色の細粒火山灰からなる。              | 重鉱物  | -                    | TSK-1孔 標高:-362.11~-362.13m, 深度: 370.39~370.41m<br><br>10cm    |
|       |                                                            | ガラス  | spg > sb > str > fib |                                                                                                                                                  |
| VI-2  | ユニット区分VIの砂質泥岩(Km-m)に含まれ、灰色の極細粒火山灰からなる。<br>下位VI-1と近接して分布する。 | 重鉱物  | -                    | TSK-1孔 標高:-377.39~-377.50m, 深度: 385.67~385.78m<br><br>10cm  |
|       |                                                            | ガラス  | spg >> sb > str      |                                                                                                                                                  |
| VI-1  | ユニット区分VIの砂質泥岩(Km-m)に含まれ、白色の細粒火山灰からなる。<br>上位VI-2と近接して分布する。  | 重鉱物  | -                    | TSK-1孔 標高:-384.09~-384.21m, 深度: 392.37~392.49m<br><br>10cm  |
|       |                                                            | ガラス  | spg > sb > str ≥ fib |                                                                                                                                                  |



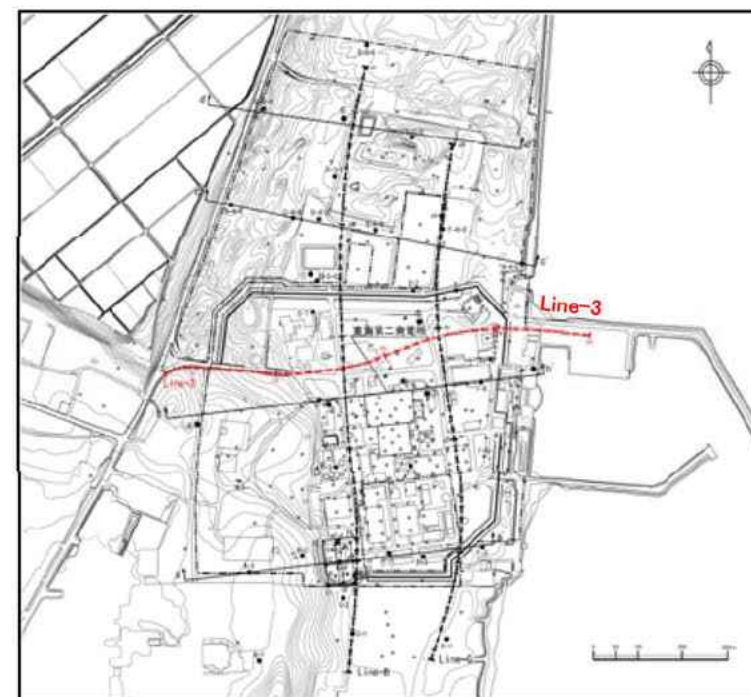
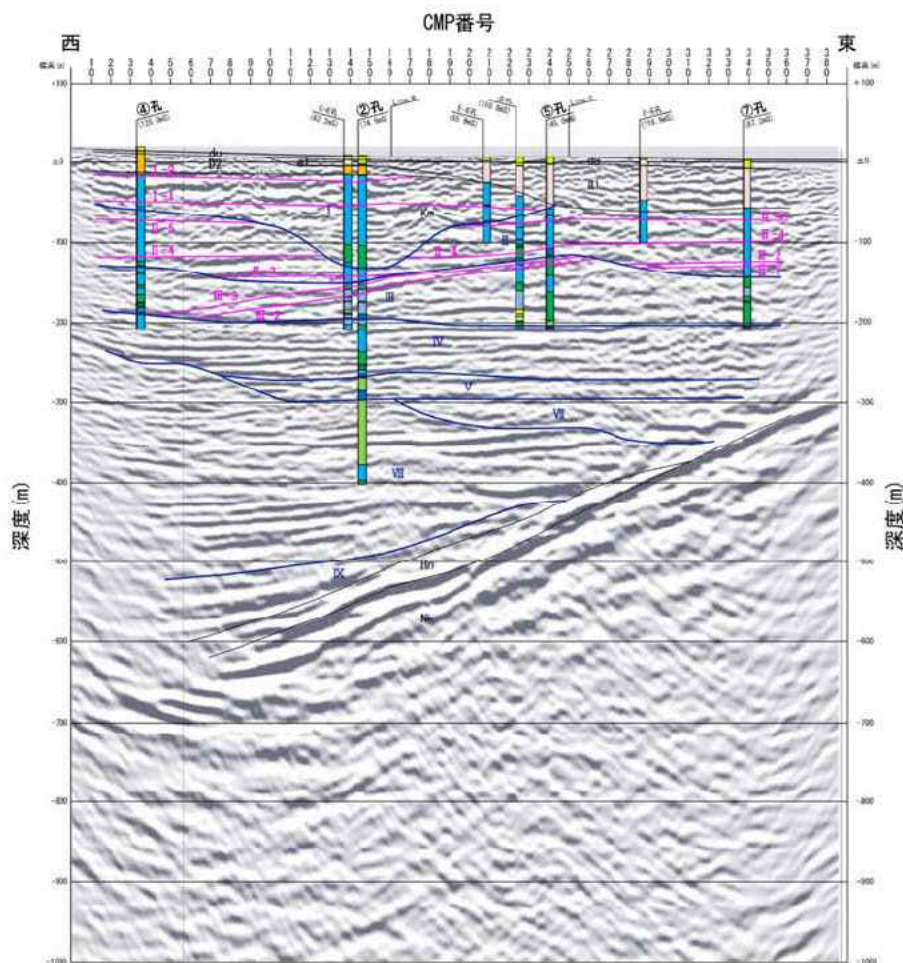
地質断面図 (Line-C)

●: 日本原子力研究開発機構の敷地に連続する鍵層

H:V=1:1

※ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を反射法地震探査記録に投影

- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
  - ✓ 南部 (E-1孔～③孔) では、ユニット I 及び II の鍵層が概ね水平に連続している。
  - ✓ 中部～北部 (③孔～E-7孔) では、鍵層 II-4 及び II-5 が連続し、南側に細く傾斜する傾向が認められるが、下位のユニット IV 及びユニット V 付近に認められる反射面も概ね水平である。
- なお、連続性が確認された鍵層の分布は、反射法地震探査記録に認められる反射パターンの特徴と調和的である。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。



地質断面図 (Line-3)

0 100 200m

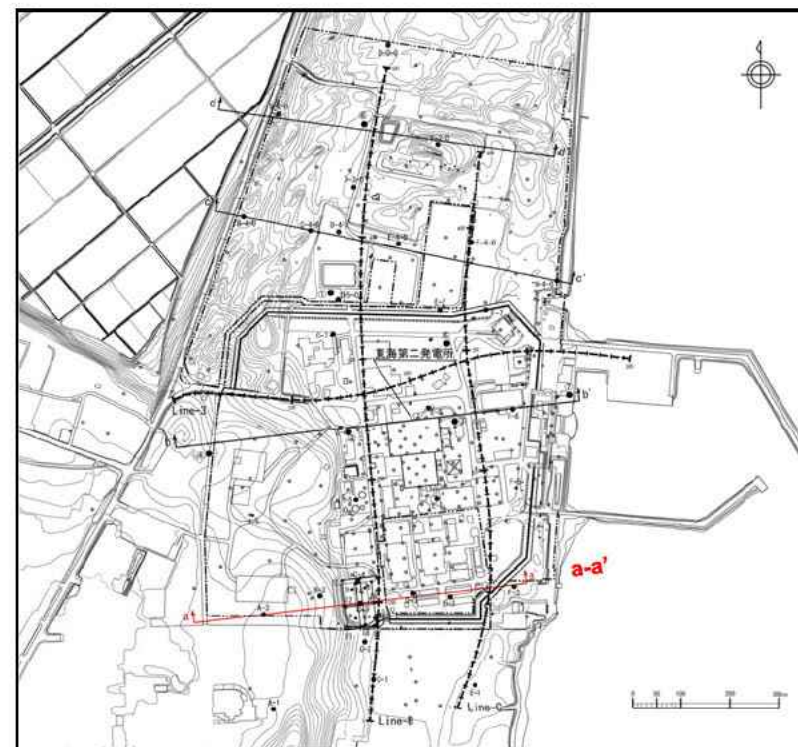
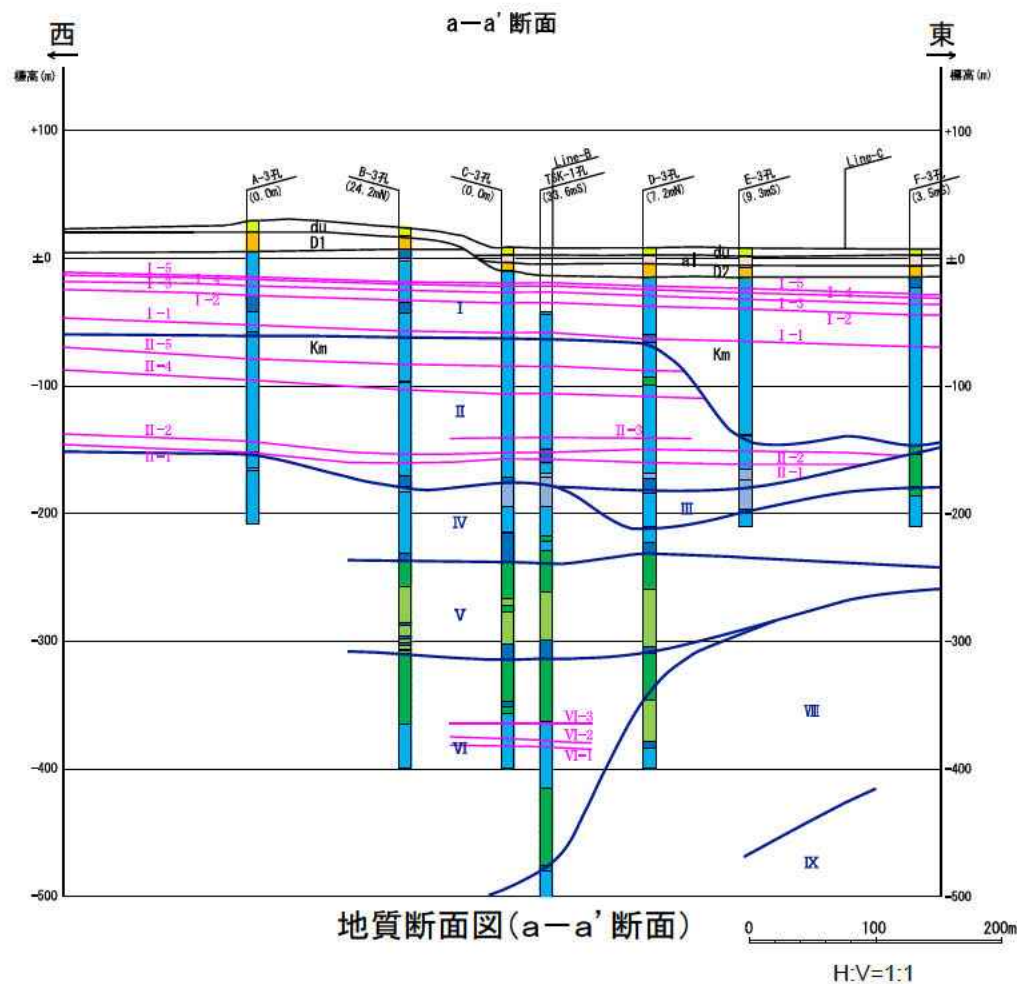
H:V=1:1

※ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を反射法地震探査記録に投影

- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
- ✓ 西部(④孔～②孔)では、ユニット I 及び II の鍵層が概ね水平に連続している。
- ✓ 中部(②孔～⑤孔)では、ユニット III 及び II の鍵層が連続し、西側に傾斜する傾向が認められるが、上位の鍵層 I-1 は概ね水平であり、また、下位のユニット IV に認められる反射面も概ね水平である。
- ✓ 東部(⑤孔～⑦孔)では、ユニット II の鍵層が概ね水平に連続している。
- なお、連続性が確認された鍵層の分布は、反射法地震探査記録に認められる反射パターンの特徴と調和的である。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

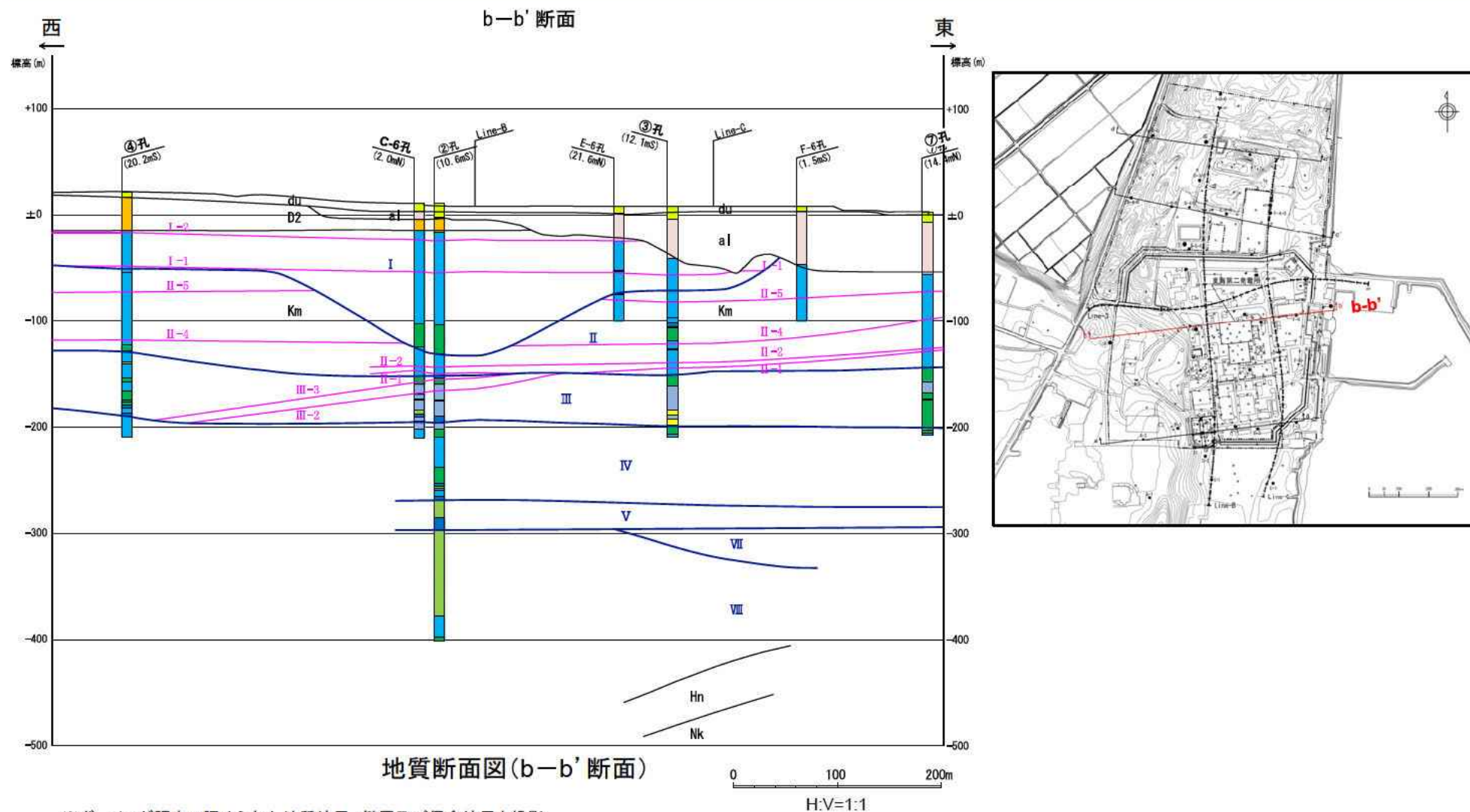


# 地質断面図

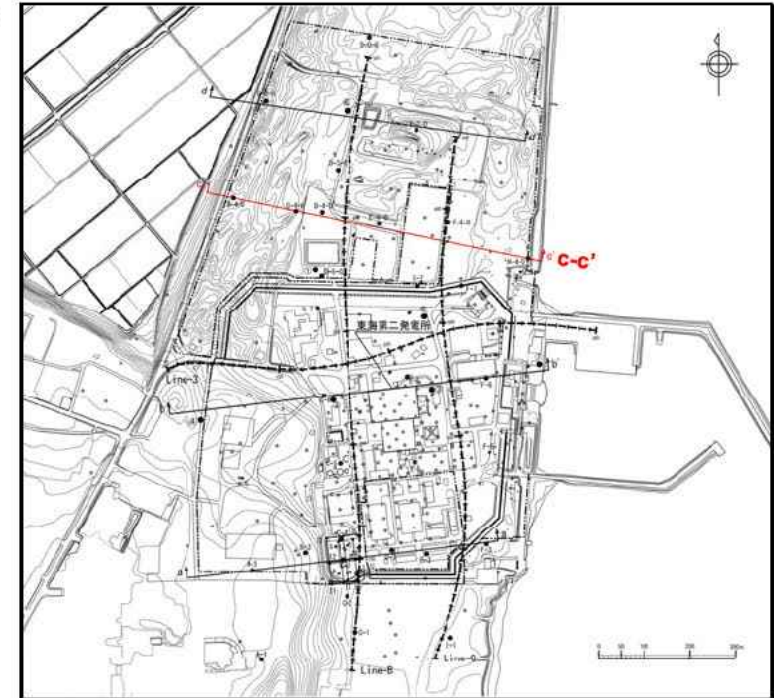
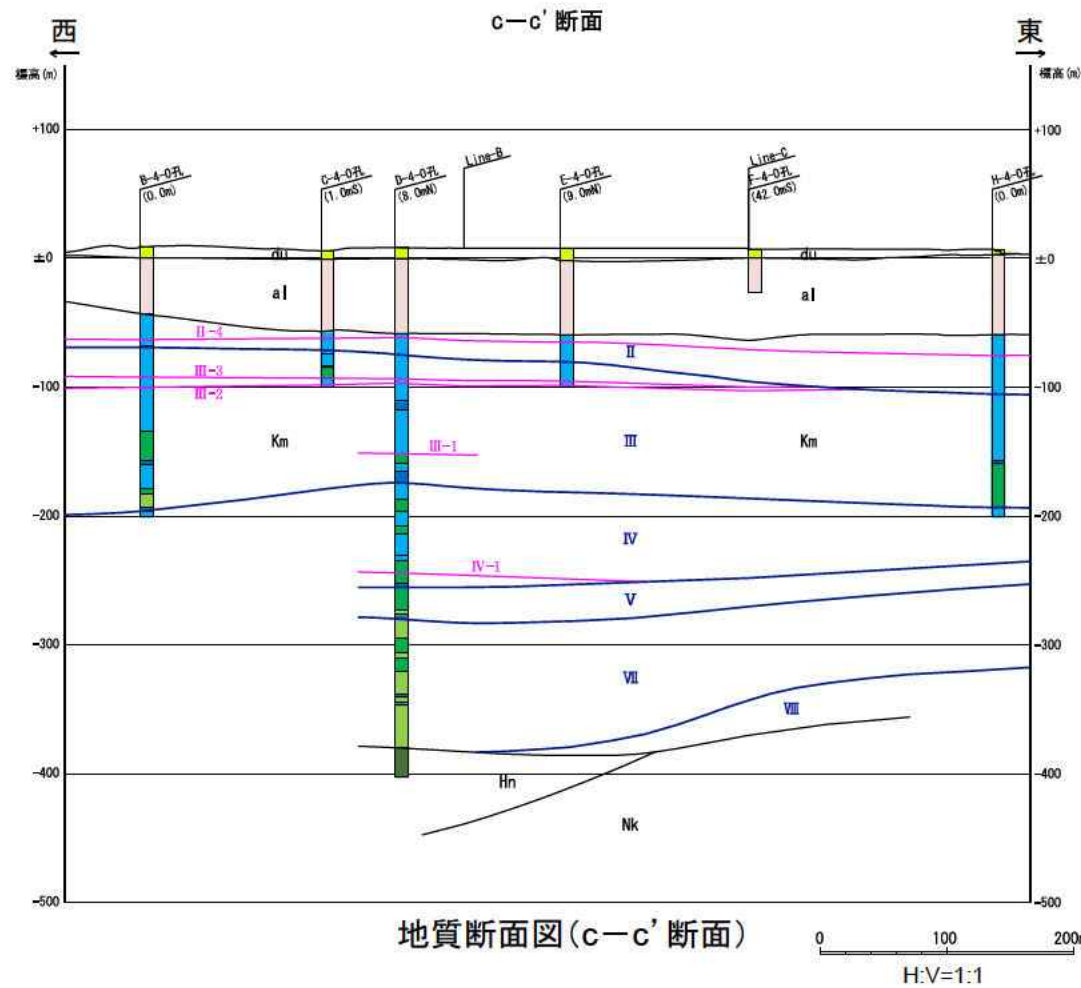


※ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影

- ・ 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。鍵層Ⅱ-4及びⅡ-5は侵食によって一部で連続していないが、その上位の鍵層及び下位の鍵層は概ね水平に連続している。したがって、久米層中には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
- ・ ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- ・ 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。



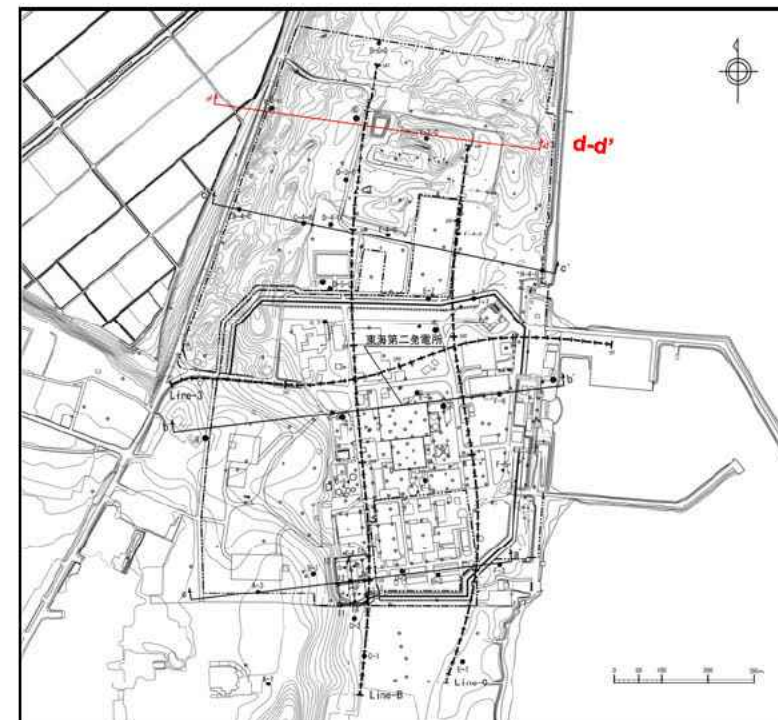
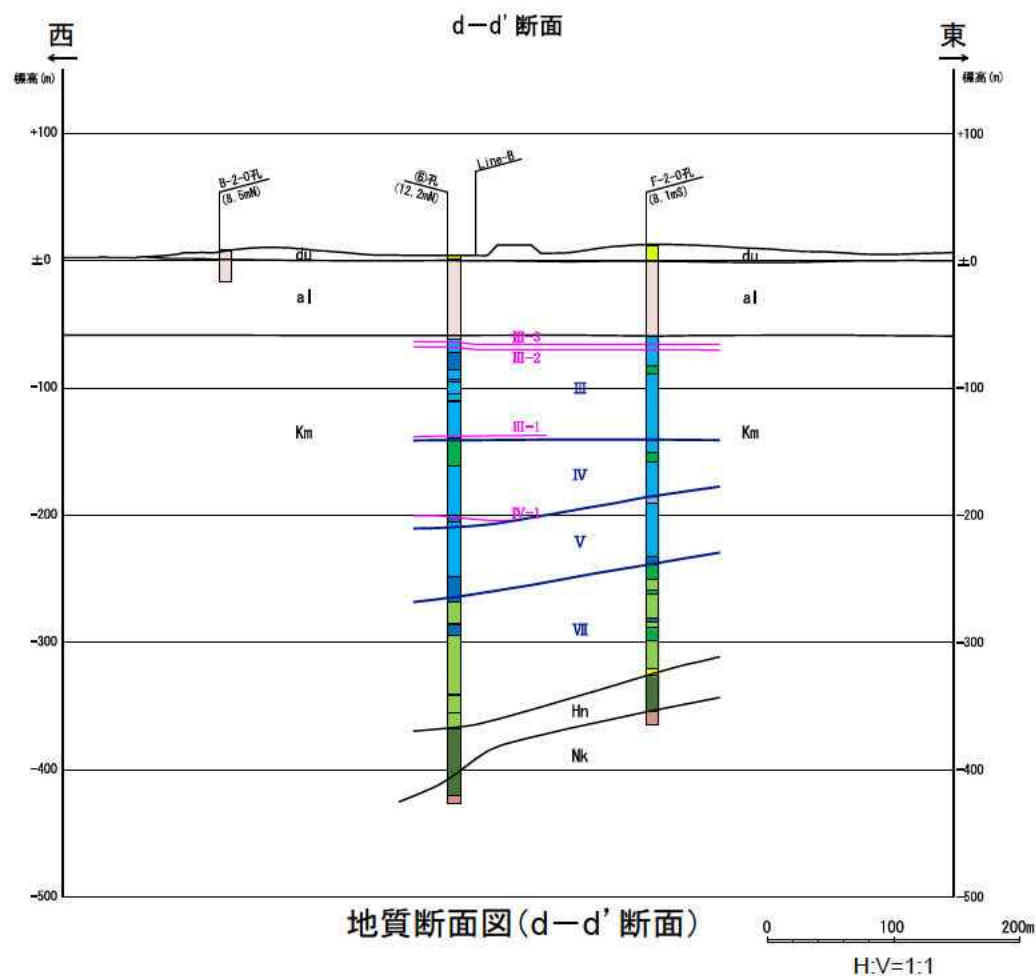
- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位は認められない。
- ✓ 西部(④孔～C-6孔)では、ユニット I 及び II の鍵層が概ね水平に連続している。
- ✓ 中部(C-6孔～③孔)では、ユニット III 及び II の鍵層が連続しており、一部で西側に傾斜する傾向が認められるが、上位のユニット I の鍵層は概ね水平に連続している。
- ✓ 東部(③孔～⑦孔)では、ユニット II の鍵層が概ね水平に連続している。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。



※ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影

- ・ 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。
- ・ ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破碎部を伴う断層は認められない。
- ・ 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

# 地質断面図



※ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影

- ・ 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。
- ・ ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破碎部を伴う断層は認められない。
- ・ 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 地質層序表

| 年代層序区分      |      | 地質名        | 記号  | 主な層相と分布                                    |                                                                                             |
|-------------|------|------------|-----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 新<br>生<br>界 | 第四系  | 砂丘砂層       | du  | 淘汰の良い中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                   |                                                                                             |
|             |      | 沖積層        | a1  | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の旧久慈川を埋積して分布する。 |                                                                                             |
|             |      | 段丘堆積物 (D2) | D2  | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に被覆されて分布する。     |                                                                                             |
|             |      | 段丘堆積物 (D1) | D1  | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西南側に分布する。            |                                                                                             |
|             | 新第三系 | 鮮新統        | 久米層 | Km                                         | 上部<br>砂質泥岩を主とし砂岩薄層を挟む。生物擾乱、乱堆積構造が一般的に見られ、北部で標高-250m、南部で-200m以浅に分布する。ユニット区分 I～IV が該当する。      |
|             |      |            |     |                                            | 下部<br>砂岩層を多く挟み、標高-260～-380mで砂岩泥岩互層が多く分布する。南部で確認した標高-600m以深は細粒～中粒の砂岩層が見られ。ユニット区分 V～IX が該当する。 |
|             |      | 越山層        | Hn  | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は偽礫や流動状の変形が多く見られる。         |                                                                                             |
|             | 白亜系  | 那珂湊層群      | Nk  | 黒色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                         |                                                                                             |
|             | 先白亜系 | 日立古生層      | hp  | 非変成の硬質な砂岩、泥岩及び礫岩からなる。                      |                                                                                             |

~~~~~:不整合

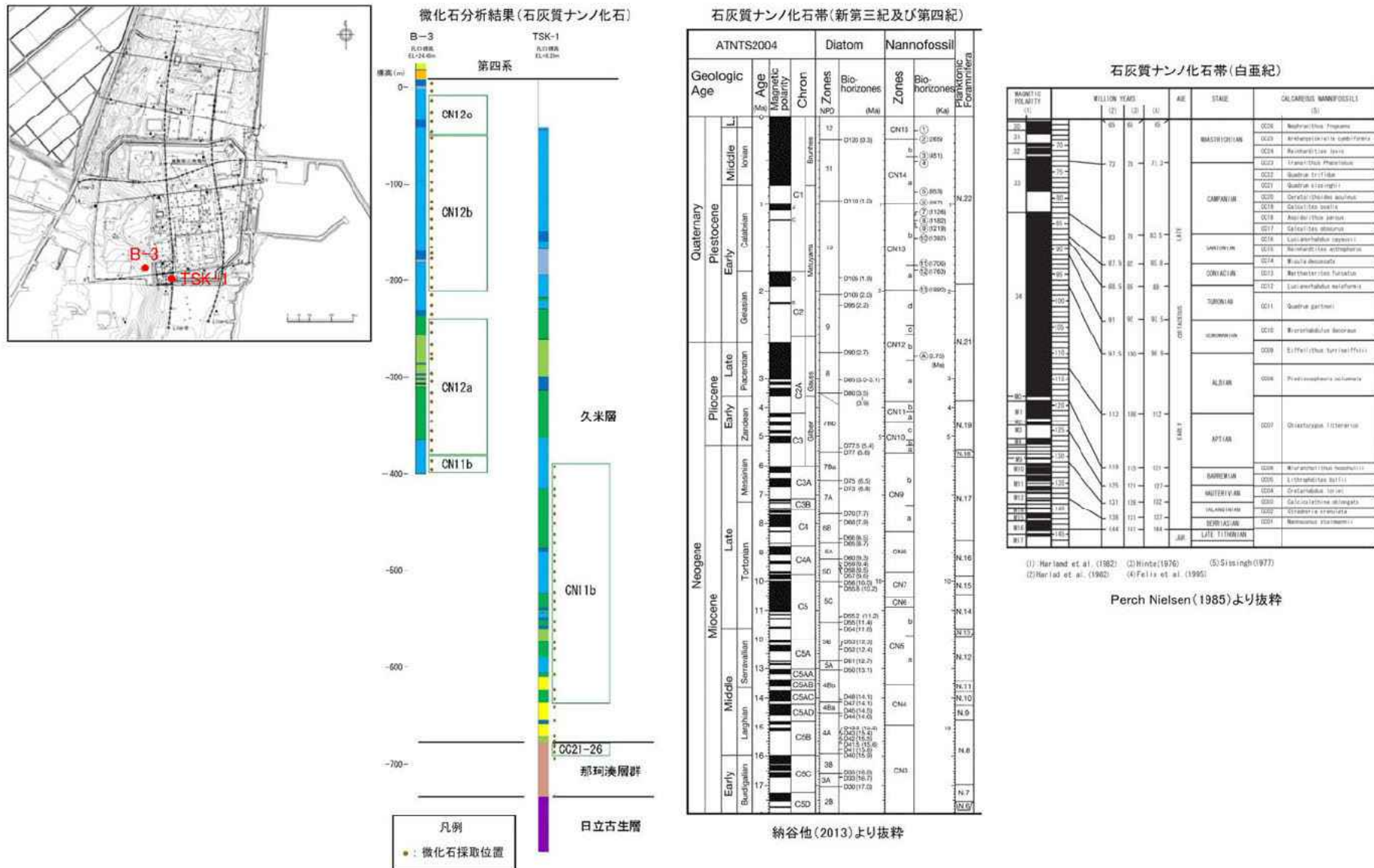
久米層岩相区分

| 地層名 | 岩 質 | 柱状図凡例 | 層 相 |
|-----|-----------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩 | | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物擾乱、乱堆積構造が一般的に見られる。 |
| | 砂岩-砂質泥岩互層 | | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。 |
| | | | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。 |
| | | | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物薄層を頻繁に挟む。 |
| | 砂 岩 | | シルト泥り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。 |
| 礫 岩 | | 偽礫のほか基盤岩礫等の複数の異種礫及び貝化石片を多く含む。 | |

断面図凡例

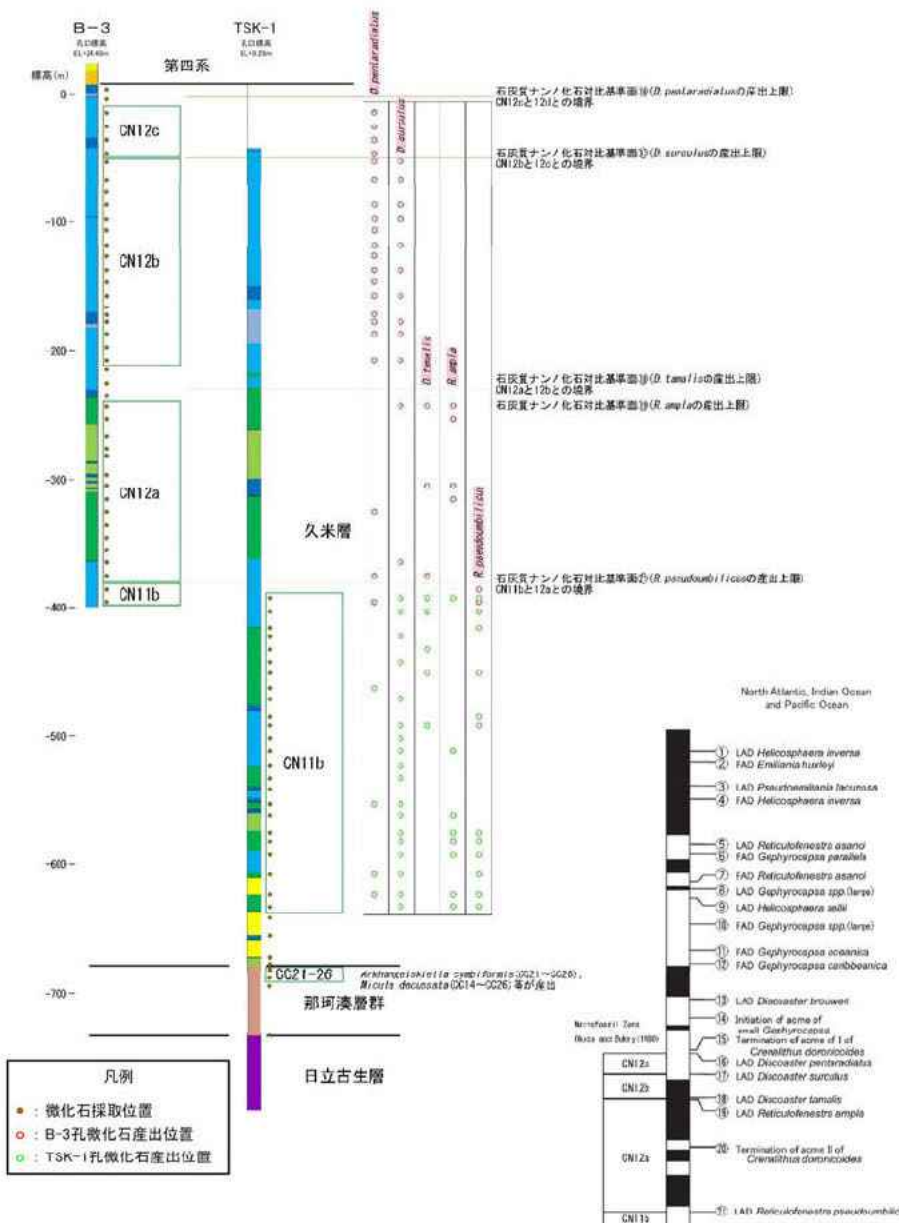


久米層及び那珂湊層群の地質年代対比について(微化石分析結果)

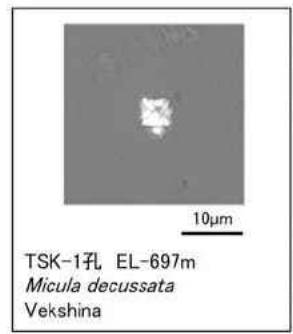
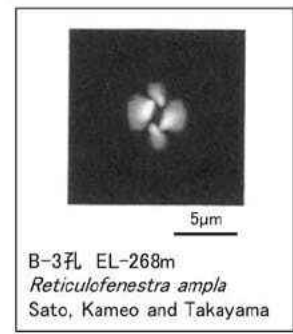
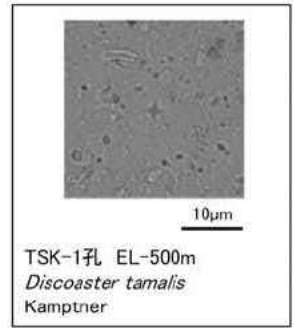
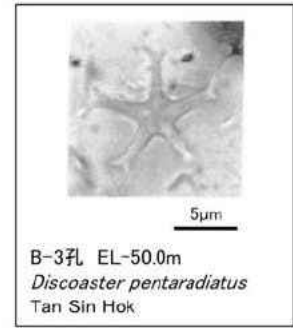


- B-3孔の標高約-400mまで、TSK-1孔の標高約-400mから-690mまでの範囲において、約10m間隔で石灰質ナノ化石の分析を実施した。
- 久米層における石灰質ナノ化石の化石帯は最下部がCN11b帯(約4Ma)、最上部がCN12c帯(約2.4Ma)であることから、久米層は前期鮮新世の後期から前期更新世の初期の間にほぼ連続的に堆積した地層と判断される。
- 那珂湊層群における石灰質ナノ化石の化石帯はCC21-26帯(約70Ma)であることから、那珂湊層群は白亜紀最末期の地層と判断される。

久米層及び那珂湊層群の地質年代対比について(微化石分析結果)



- 凡例
- : 微化石採取位置
 - : B-3孔微化石産出位置
 - : TSK-1孔微化石産出位置



石灰質ナノ化石の顕微鏡写真

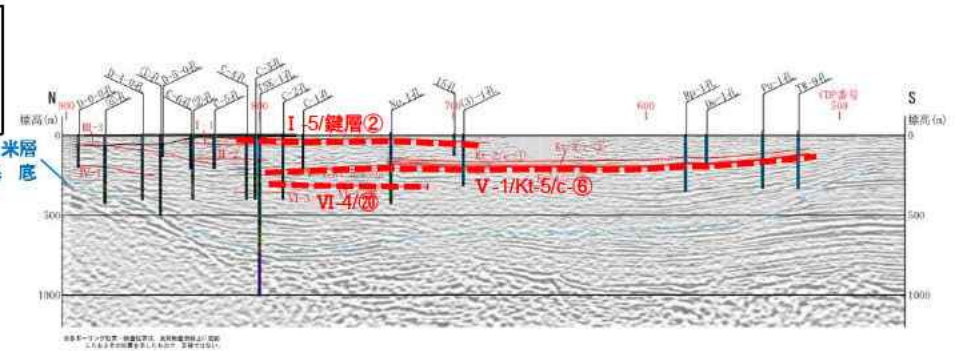
・石灰質ナノ化石帯区分について、久米層は主としてSato et al. (1998)を、那珂湊層群はSissingh (1977)を用いて行った。

LAD = Last Appearance Datum (最終出現基準面)
FAD = First Appearance Datum (初出現基準面)
Sato et al. (1998)に加筆

敷地近傍の久米層の構造について



ボーリング位置案内図



| 分布位置 | 鍵層No. | 粒子組成 | | コア写真 |
|--------------------|-------|------|----------|--|
| 東海第二発電所 | I-5 | 重鉱物 | ho | C-2孔 標高:-21.66~-21.71m, 深度:32.80~32.85m
 |
| | | ガラス | spg>>fib | |
| JAEA
(原子力科学研究所) | ② | 重鉱物 | ho | No.1孔 標高:-17.24~-19.34m, 深度:36.50~38.60m
 |
| | | ガラス | spg>>fib | |

- ・東海第二発電所の敷地で確認された鍵層について、日本原子力研究開発機構の敷地で確認された鍵層との対比を行った。
- ・対比にあたっては、層相、粒子組成、火山ガラスの形態等の類似性に加え、火山ガラスの屈折率測定を実施した。
- ・その結果、東海第二発電所の鍵層 I-5と原子力科学研究所の鍵層②、東海第二発電所の鍵層 V-1と原子力科学研究所の鍵層Kt-5及び東海第二発電所の鍵層 VI-4と原子力科学研究所の鍵層⑩が対比されることを確認した。

敷地近傍の久米層の構造について

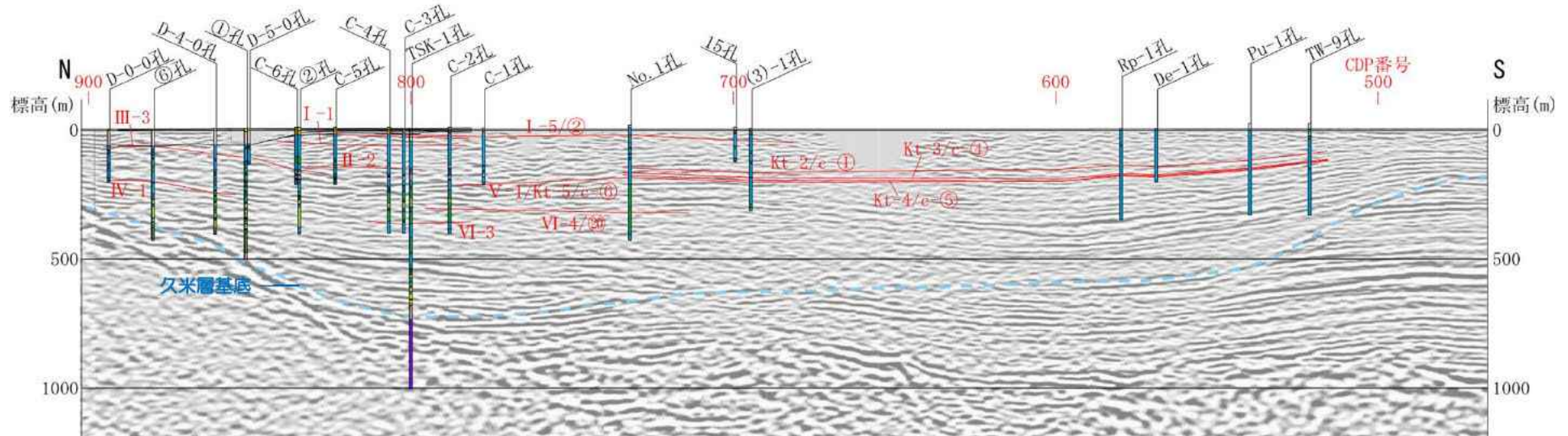
| 分布位置 | 鍵層No. | 粒子組成 | | コア写真 |
|--------------------|-------|------|-----------|--|
| | | 重鉱物 | | |
| 東海第二発電所 | V-1 | 重鉱物 | — | C-2孔 標高:-213.84~-213.86m, 深度:224.98~225.00m
 |
| | | ガラス | bw >> spg | |
| JAEA
(原子力科学研究所) | Kt-5 | 重鉱物 | — | No.1孔 標高:-181.59~-182.04m, 深度:200.85~201.30m
 |
| | | ガラス | bw > spg | |

| 分布位置 | 鍵層No. | 粒子組成 | | コア写真 |
|--------------------|-------|------|----------------|--|
| | | 重鉱物 | | |
| 東海第二発電所 | VI-4 | 重鉱物 | — | C-2孔 標高:-305.11~-305.29m, 深度:316.25~316.43m
 |
| | | ガラス | spg ≥ sb ≥ str | |
| JAEA
(原子力科学研究所) | ㊶ | 重鉱物 | — | No.1孔 標高:-319.16~-319.29m, 深度:338.42~338.55m
 |
| | | ガラス | spg ≥ sb ≥ str | |

敷地近傍の久米層の構造について



調査位置図



※各ボーリング位置・断面位置は、反射断面測線上に投影したおよその位置を示したもので、正確ではない。

反射法解釈断面図 (Line-A) H:V=1:1

- ・ 久米層の基底面は、東海第二発電所直下では南に傾斜しており原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所では概ね平坦である。
- ・ 東海第二発電所の敷地直下には、原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所の鍵層のうち3層 (I-5, V-1及びVI-4に対応) が連続して概ね水平に分布している。

(参考) 敷地周辺及び近傍の重力異常及び反射法地震探査について

- 敷地北方の多賀山地南西縁付近には、NNW－SSE方向に線状の重力の急勾配構造が認められており、この急勾配構造は敷地付近を通過し、南方まで延長している。
- 上記の重力異常域と地下深部構造の関係を把握することを目的として、反射法地震探査を実施した。
- 反射法地震探査の結果、大槻(1975)が示す棚倉破砕帯西縁断層の地下構造と同様な構造が認められたことから、重力異常域の地下深部の構造は棚倉破砕帯西縁断層であると判断した。
- 敷地周辺及び近傍の重力異常は、先新第三紀(約2,300万年より前)に棚倉破砕帯が活動した跡を表しているものと考えられるが、重力異常は棚倉破砕帯の活動性を評価できるものではない。
- 棚倉破砕帯の活動性については、文献調査や地質調査などを実施し、敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド(制定 平成25年6月19日 原管地発第1306191号 原子力規制委員会決定)に基づき、約12～13万年前以降の活動が否定できない区間を震源として考慮する活断層として評価している。
- 調査の結果、棚倉破砕帯西縁断層の約12～13万年前以降の活動が否定できない区間は、取上北方から原東方までの長さ約18kmであり、南端の原東方以南においては約12～13万年以降に活動した痕跡は認められない。

用語の解説

重力異常

実測重力値またはそれに各種の補正をした値と標準重力との差をいう。重力異常から得られる情報は地球内の物質の密度分布に関する知識である。
(新版 地学事典より抜粋)

反射法地震探査 ※地学辞典では「反射法」で掲載されている

人工震源を用いる地震探査の一方。水平に近く伝わる地震波を解析して地下の地震波速度構造を推定する屈折法に対し、反射法では地下のさまざまな構造から反射してきた垂直に近い波線の地震波を解析して断面図を作成する。このため、地質との対応に便利であり、地質調査の重要な手段となっている。

(新版 地学事典より抜粋)

新第三紀

23.03～2.58百万年前

(国際層序委員会より)

新第三系

新第三紀に形成された堆積岩や火成岩

(新版 地学事典より抜粋)

(参考) 中央構造線について

- 産業技術総合研究所 地質調査総合センターのホームページによれば、中央構造線とは、西南日本(特に関東西部～四国)で、地質が大きく異なる境の断層線のこと、地質境界断層としての中央構造線(断層)は日本列島の長い歴史の中でできた地層の「古傷」であり、活断層群である中央構造線断層系(四国～紀伊半島西部)はその一部を使って現在活動している断層とし、専門家でもこれを混同している場合が多々あるので厳然と区別して使う必要があるとしている(図1, 2)。
- 中央構造線は東方の関東平野には現れず、高橋(2006)によれば新第三紀以前の地層の境界断層線として存在し、中新世に活動した利根川構造線に切れ、それ以东には続かないとある(図3)。
- 地震調査研究推進本部 地震調査委員会によれば、中央構造線断層帯は、金剛山地の東縁から、和泉山脈の南縁、淡路島南部の海域を経て、四国北部を東西に横断し、伊予灘に達する長大な断層帯であるとしている(図4)。
- 活断層としての中央構造線(中央構造線断層帯)は東海第二発電所の敷地から十分遠方であり、敷地への影響は十分小さいと考えられる。

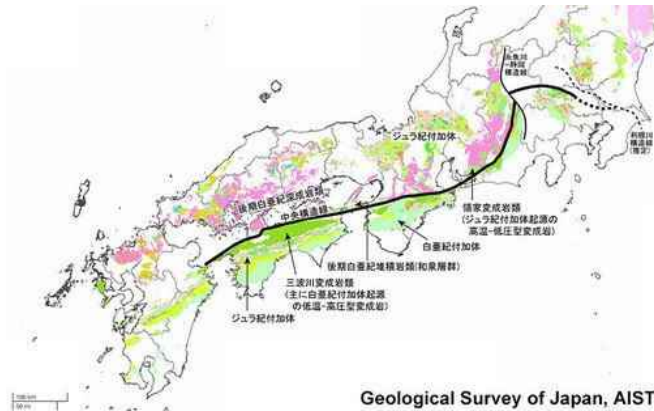


図1 地質境界としての中央構造線とその周囲の地層・岩石

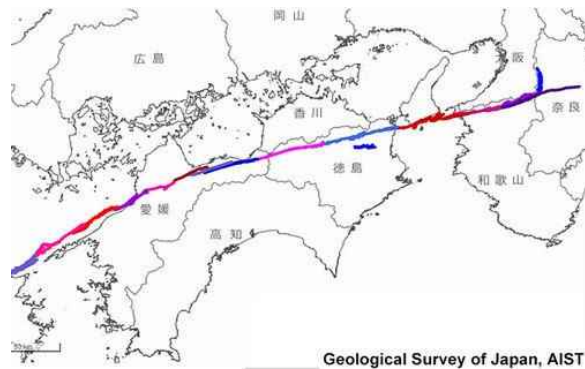


図2 中央構造線断層系

図1～図3は産業技術総合研究所 地質調査総合センターホームページより抜粋

3.地質境界としての中央構造線の断層(古傷)は四国～関東だけ

3.1 関東の中央構造線

地層境界としての中央構造線の断層(古傷)はどこまで続くのでしょうか。東方の関東平野には中央構造線は現れません。高橋(2006)によれば地下に新第三紀以前の地層の境界断層線として存在し、中新世に活動した利根川構造線に切れ、それ以东には続きません。

図3 関東の中央構造線

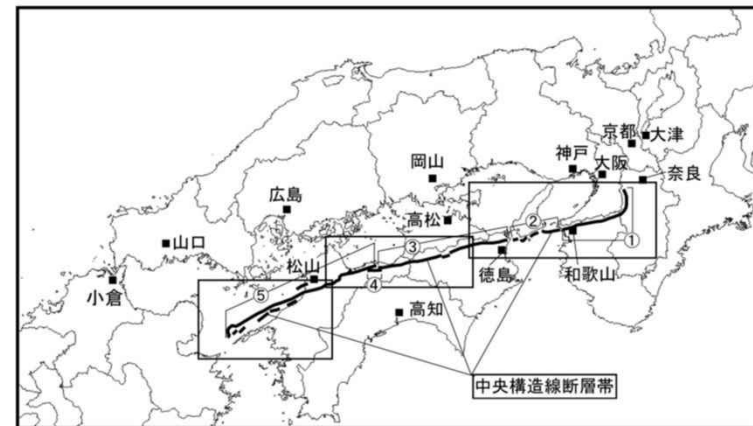


図1-1 中央構造線断層帯の概略位置図

(長方形は図2-1～図2-3の範囲)

- ①: 金剛山地東縁-和泉山脈南縁
- ②: 紀淡海峡-鳴門海峡
- ③: 讃岐山脈南縁-石鎚山脈北縁東部
- ④: 石鎚山脈北縁
- ⑤: 石鎚山脈北縁西部-伊予灘

図4 中央構造線断層帯の概略位置図

地震調査研究推進本部 地震調査委員会(2003):中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の長期評価より抜粋

(参考)本資料中の地質年代について

日本地質学会ホームページに掲載されている国際年代層序表(2021年10月改訂版)より作成
<http://www.geosociety.jp/name/content0062.html>

| 系/紀 | 統/世 | 年代/百万年前 |
|--------|-------|---------------|
| 第四系/紀 | 完新統/世 | 現在 ~ 0.0117 |
| | 更新統/世 | 0.0117 ~ 2.58 |
| 新第三系/紀 | 鮮新統/世 | 2.58 ~ 5.333 |
| | 中新統/世 | 5.333 ~ 23.03 |
| 古第三系/紀 | 漸新統/世 | 23.03 ~ 33.9 |
| | 始新統/世 | 33.9 ~ 56.0 |
| | 暁新統/世 | 56.0 ~ 66.0 |
| 白亜系/紀 | 上部/後期 | 66.0 ~ 100.5 |
| | 下部/前期 | 100.5 ~ 145.0 |

系/紀について ○○紀に形成された地層を○○系と呼ぶ
統/世について ○○世に形成された地層を○○統と呼ぶ

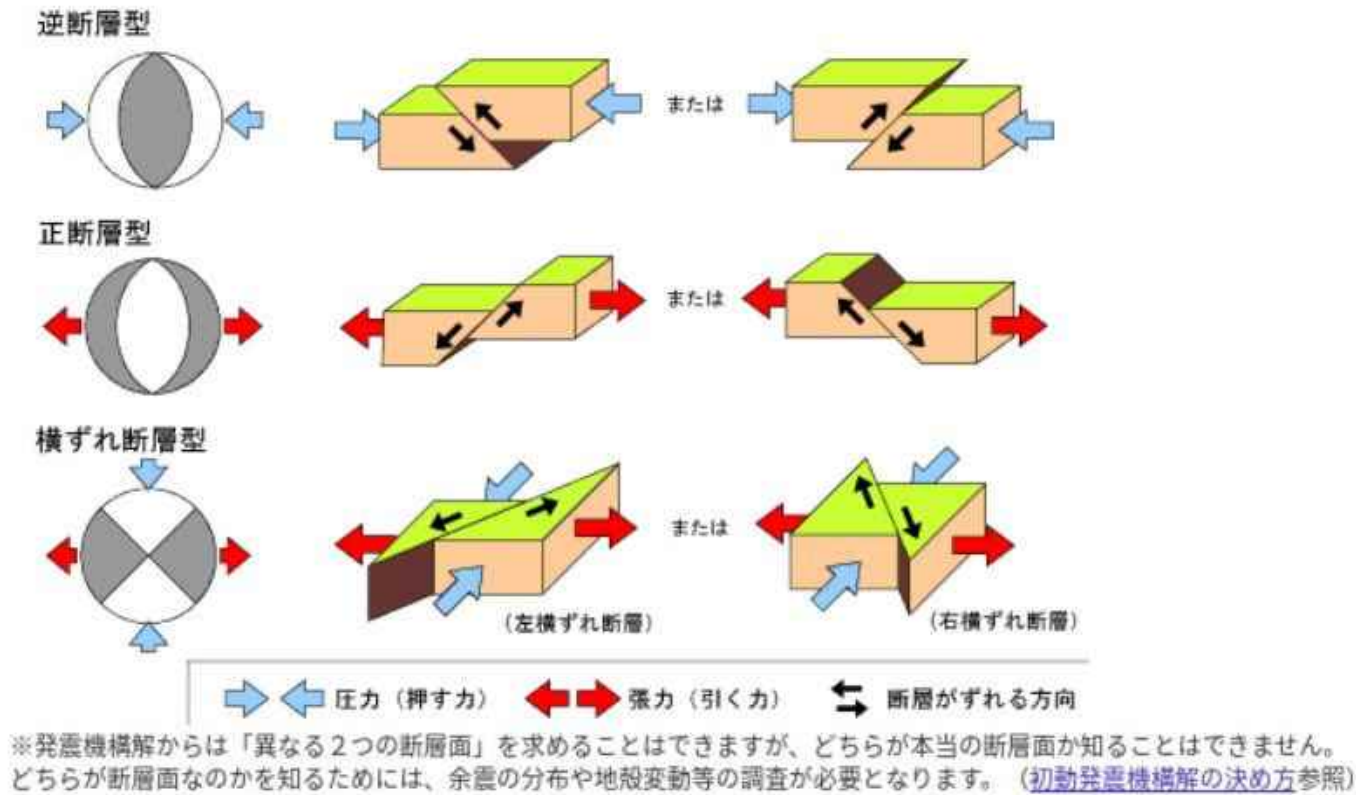


図2 発震機構解と働く力の向き、断層の動きの図

出展：気象庁ホームページより

<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/mech/kaisetu/mechkaiset2.html>

(参考) 走向・傾斜, レイク角 (=すべり角) の表記について

断層パラメータ

地下で断層がどのようなになっているかは、断層の走向、傾斜角、すべり角という三つの数値で表現されます。これを断層パラメータと言います、それぞれ次のようなことを示しています。

- 走向 : 断層が水平方向でどの方向に伸びているかを示します。
- 傾斜角 : 断層面が水平面からどれだけ傾いているかを示します。
- すべり角 : 断層がどの方向に動いたかを示します。

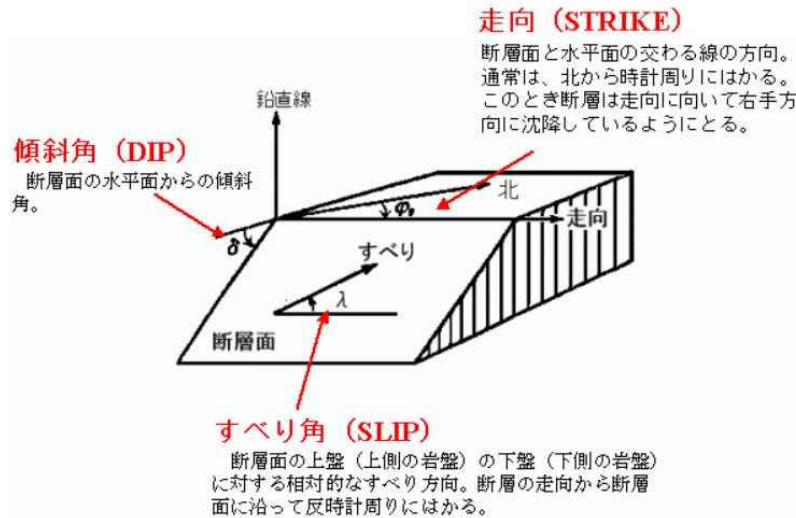


図3 断層パラメータ

出展: 気象庁ホームページより

https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/mech/kaisetu/mechkaisetu2.html#f_para

走向・傾斜の表記例

$\frac{\Phi^\circ \text{ E}}{\text{走向}} \quad \frac{\delta^\circ \text{ SE}}{\text{傾斜}}$

走向: 北からE(東)に Φ° 向いた方向を指している。
傾斜: 水平面から δ° 傾いてSE(南東)方向に傾斜している。

레이크角 (=すべり角) の表記例

$\lambda^\circ \text{ N}$

λ° は走向となす角度, N(北)はすべり方向を指している。

地震動評価



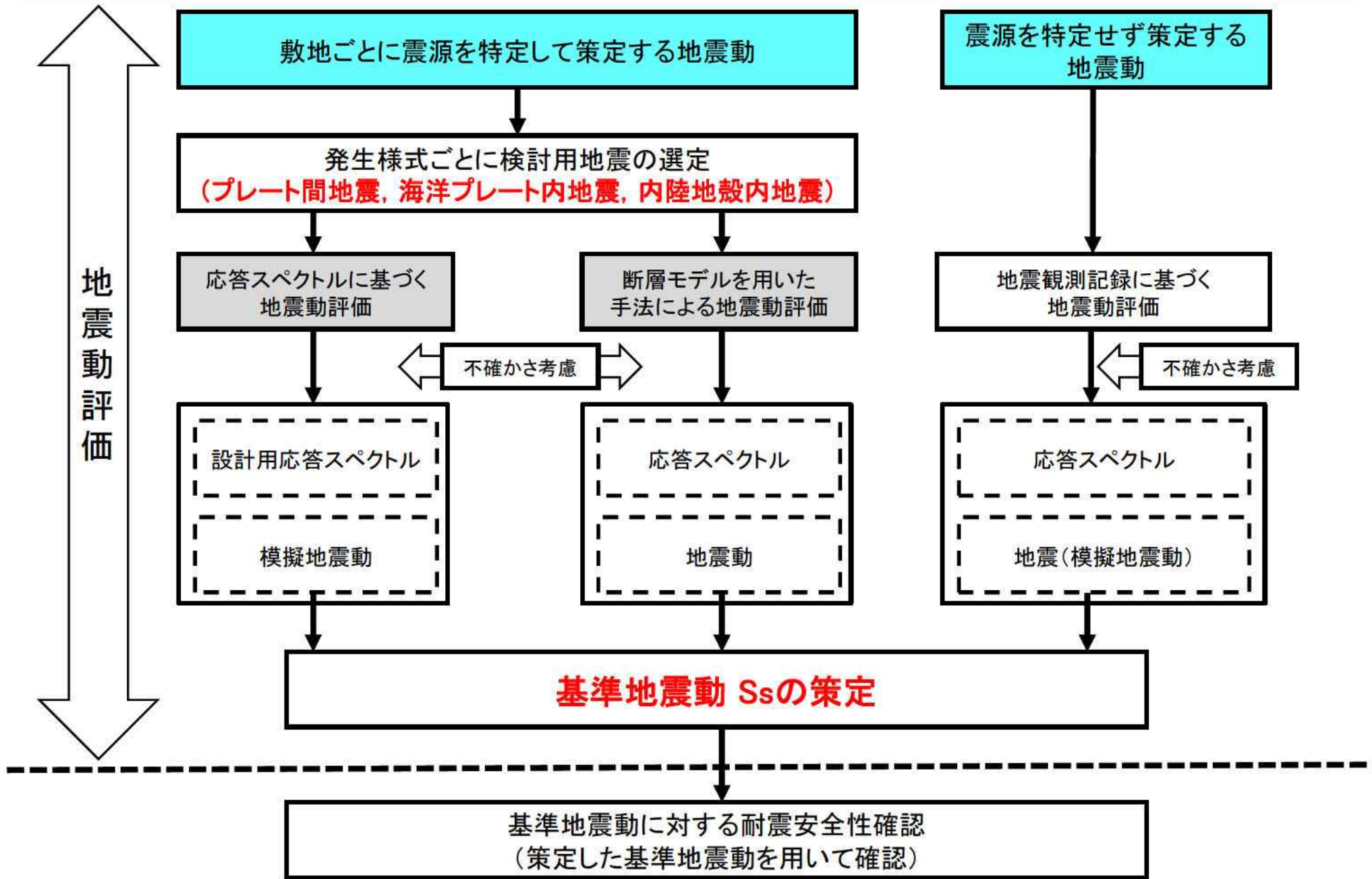
| | |
|------------------------------------|-----|
| 1. 基準地震動 S_s の概要 | 195 |
| 2. 地下構造評価 | 213 |
| 3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうちプレート間地震 | 219 |
| 4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち海洋プレート内地震 | 230 |
| 5. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震 | 241 |
| 6. 震源を特定せず策定する地震動 | |
| (1) 標準応答スペクトルの評価前 | 254 |
| (2) 標準応答スペクトルの知見を用いた評価 | 264 |
| 参考 断層モデル手法に用いる要素地震 地震動評価結果の整理 | 291 |

1. 基準地震動 S_s の概要

【新規制基準の要求事項】

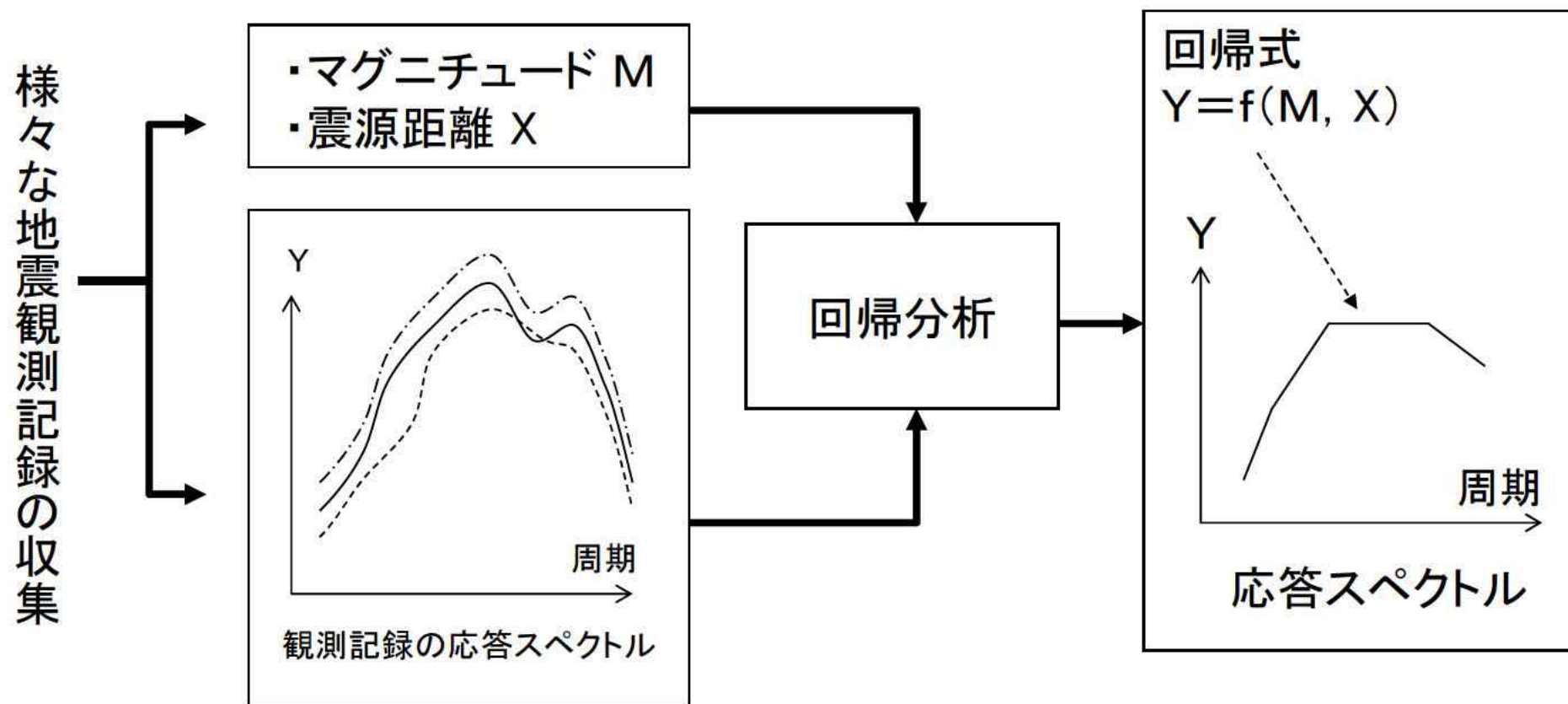
(基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド抜粋)改正 令和4年6月8日 原子力規制委員会

- (1) 基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、それぞれ解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定されていることを確認する。
- (2) 基準地震動の策定に係る審査は、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈に適合するかどうかを本ガイドを参照しながら判断するものであり、基準地震動が、地震動評価に大きな影響を与えると考えられる不確かさを考慮して適切に策定されていることを、地震学及び地震工学的見地に基づく総合的な観点から判断する。
- (3) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震(以下「検討用地震」という。)を複数選定し、選定した検討用地震ごとに不確かさを考慮して、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価により、それぞれ解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定されていることを確認する。
- (4) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されていることを確認する。
- (5) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていることを確認する。



応答スペクトルに関する回帰式

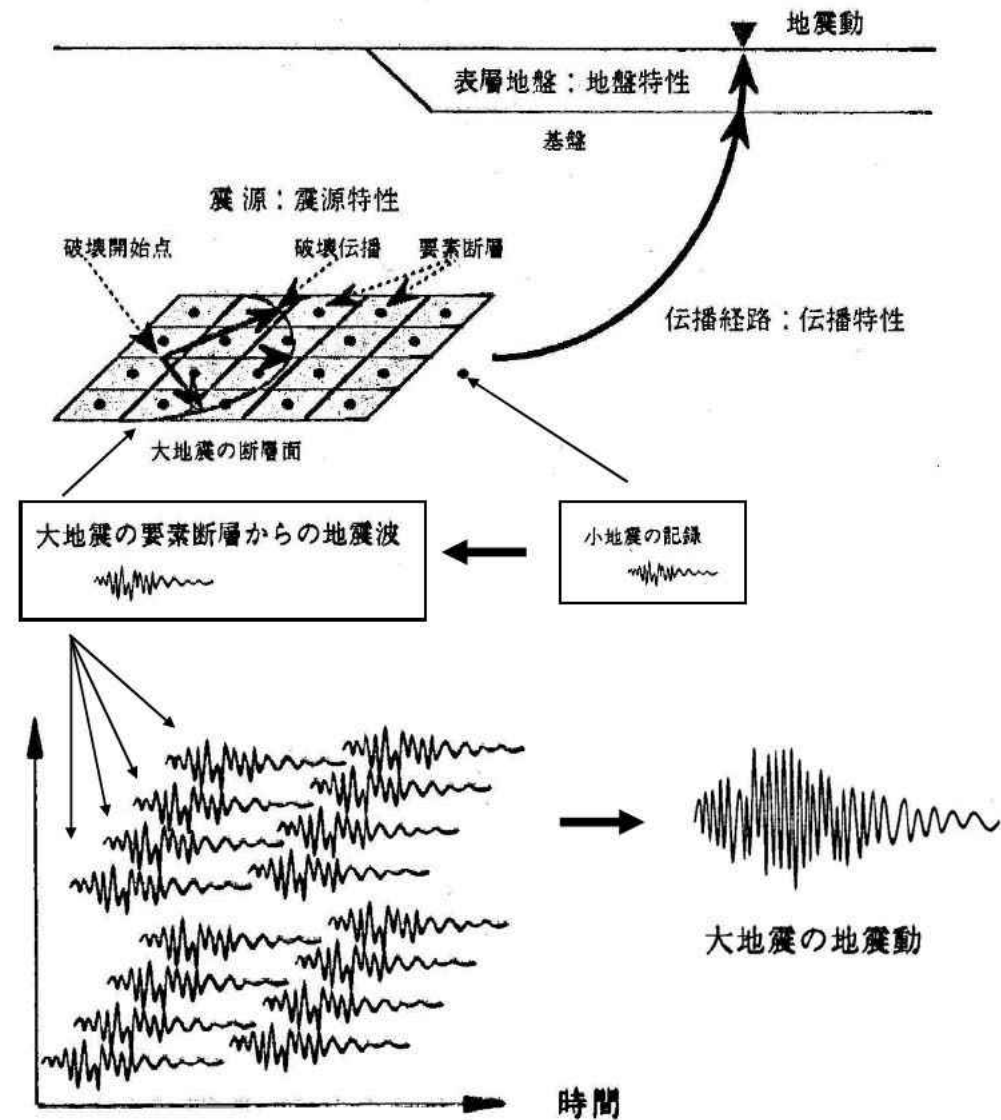
地震のマグニチュード: M , 震源距離: X と, その地震の応答スペクトルとの関係を回帰分析等により求めたもの。少ないパラメータで地震動の応答スペクトルを評価できる。複数の評価式がある。



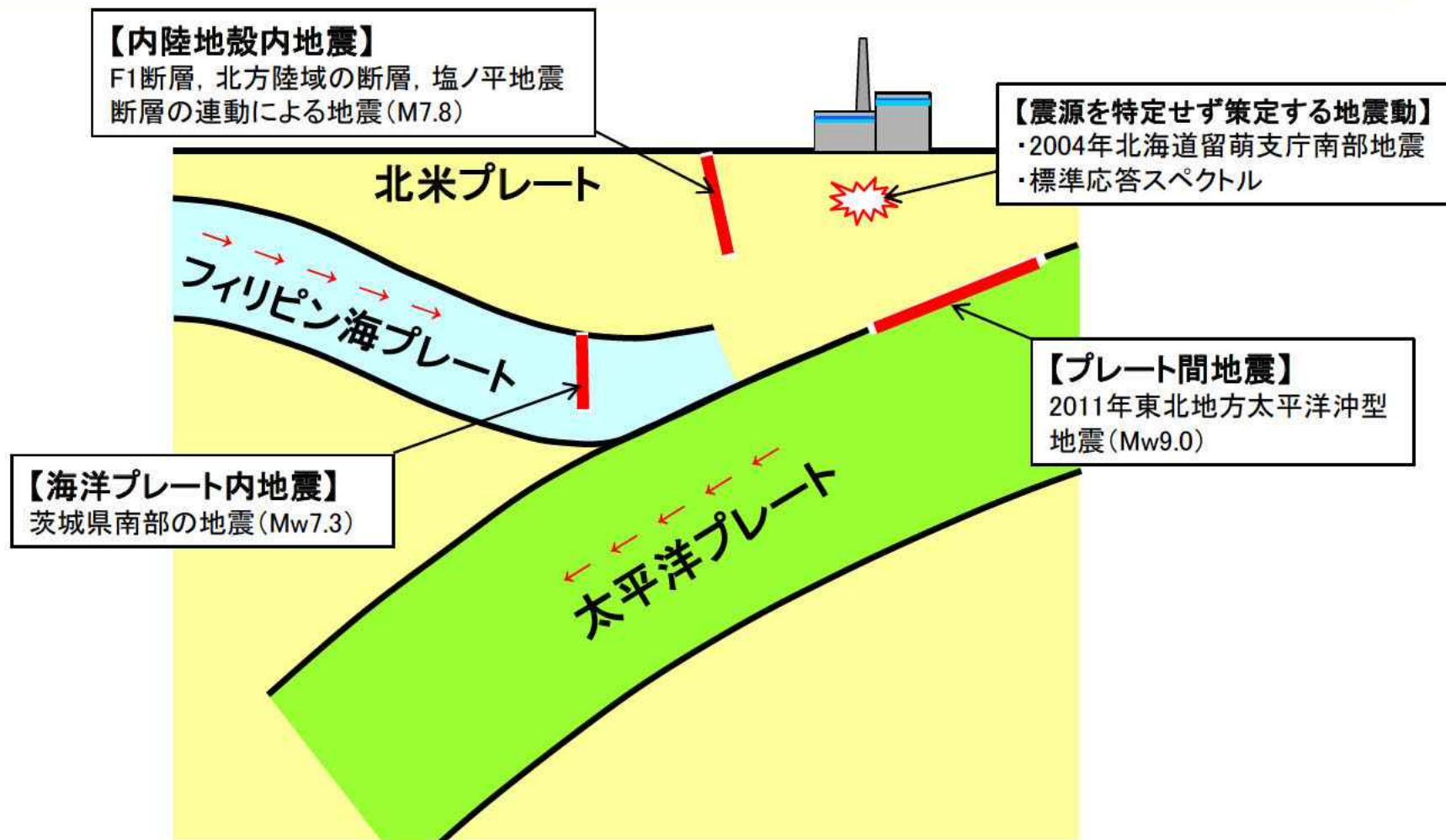
概要: 小地震記録の重ねあわせ
によって大地震の地震動を
推定する方法である。

特徴: 地震動の再現性が良い。
: 適切な小地震記録が必要。

出力: 時刻歴波形



東海第二発電所周辺の直下は、3つのプレートが重なり合っており、そこで発生する地震のタイプも多岐にわたっている。地震動評価(基準地震動 S_s の策定)にあたっては、以下の4つの地震(震源)を考慮した。

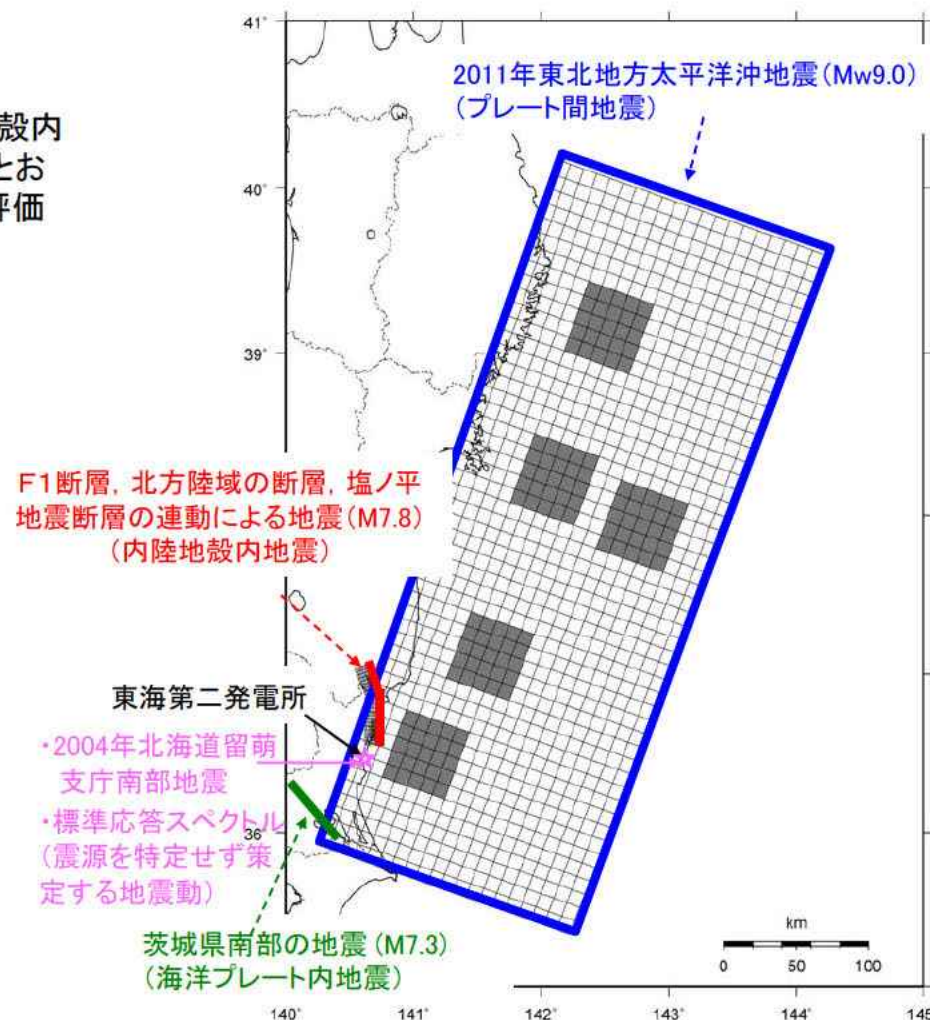


発電所周辺で発生する地震のイメージ図

東海第二発電所の周辺で発生する地震の特徴

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価について、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震毎に検討用地震を下記のとおり選定した。また震源を特定せず策定する地震動として下記のとおり評価を実施した。

| 地震発生様式 | | 検討用地震 |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 | 内陸地殻内地震 | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (M7.8) |
| | プレート間地震 | 2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) |
| | 海洋プレート内地震 | 茨城県南部の地震 (M7.3) |
| 震源を特定せず策定する地震動 | ・2004年北海道留萌支庁南部地震
・標準応答スペクトル | |

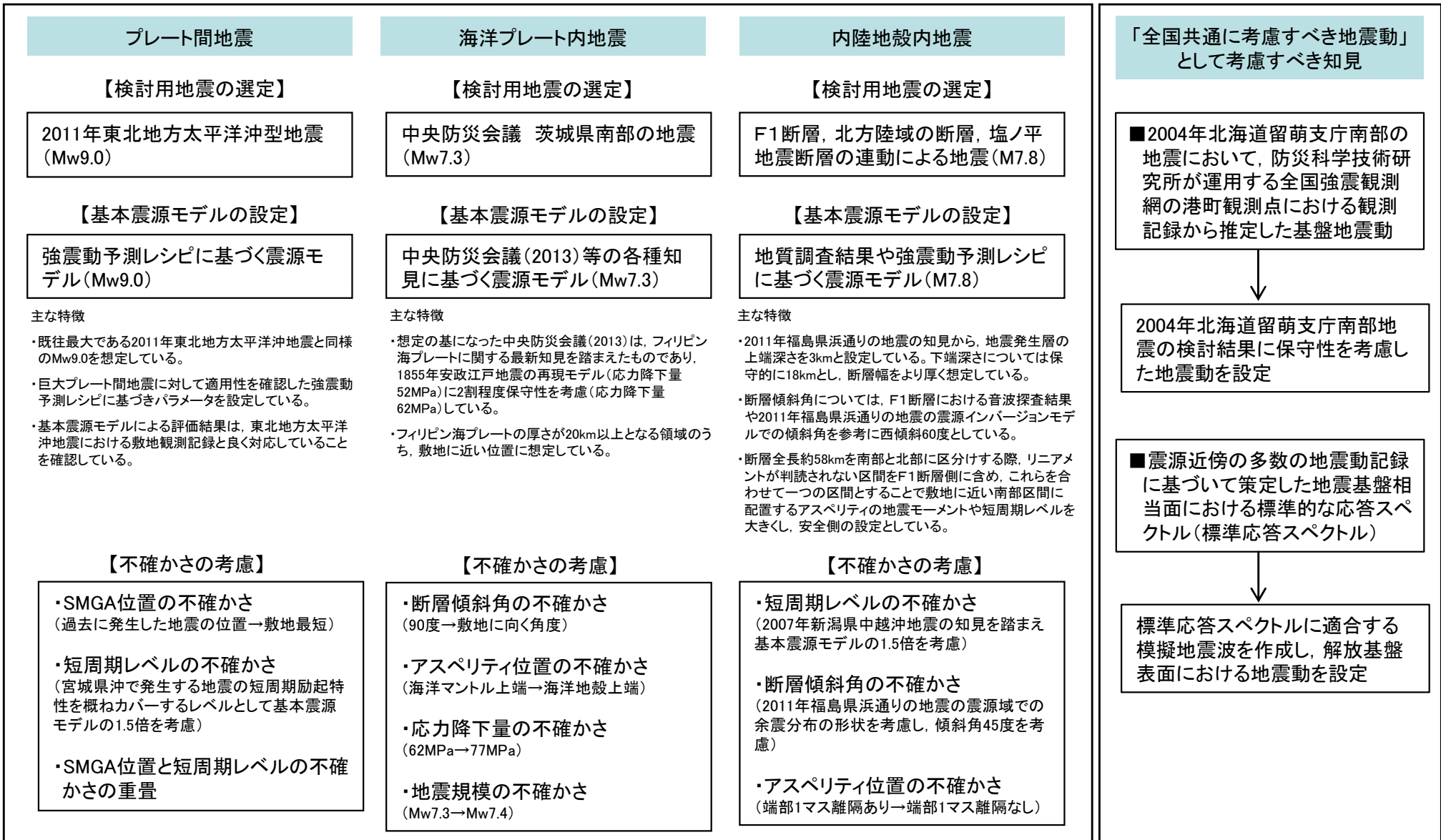


検討用地震の断層面

地震動評価の概要(1/2)

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

■震源を特定せず策定する地震動



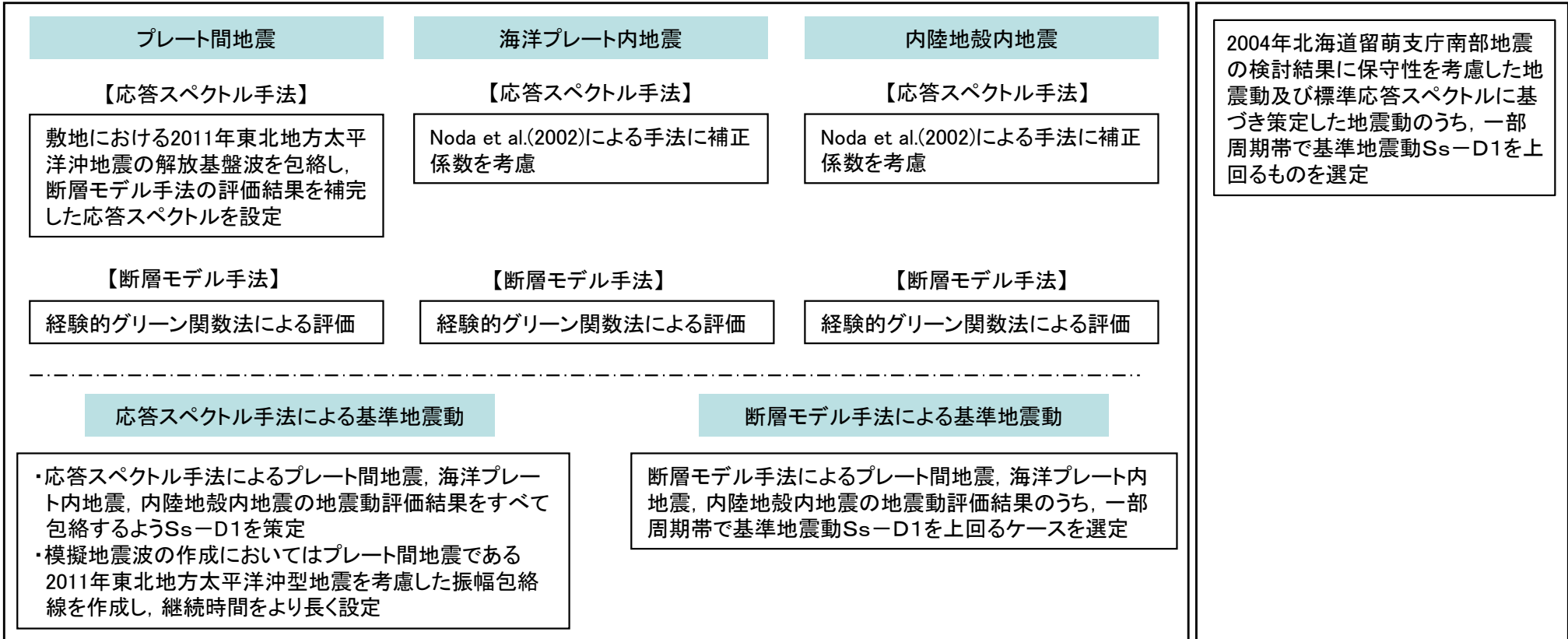
次頁へ

次頁へ

地震動評価の概要(2/2)

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

■震源を特定せず策定する地震動



■基準地震動 S_s の策定

- S_s-D1 応答スペクトル手法による基準地震動
- S_s-11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- S_s-12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s-13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S_s-14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8) (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s-21 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0) (短周期レベルの不確かさ)
- S_s-22 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0) (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- S_s-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- S_s-32 標準応答スペクトルに基づき策定した地震動

評価の概要

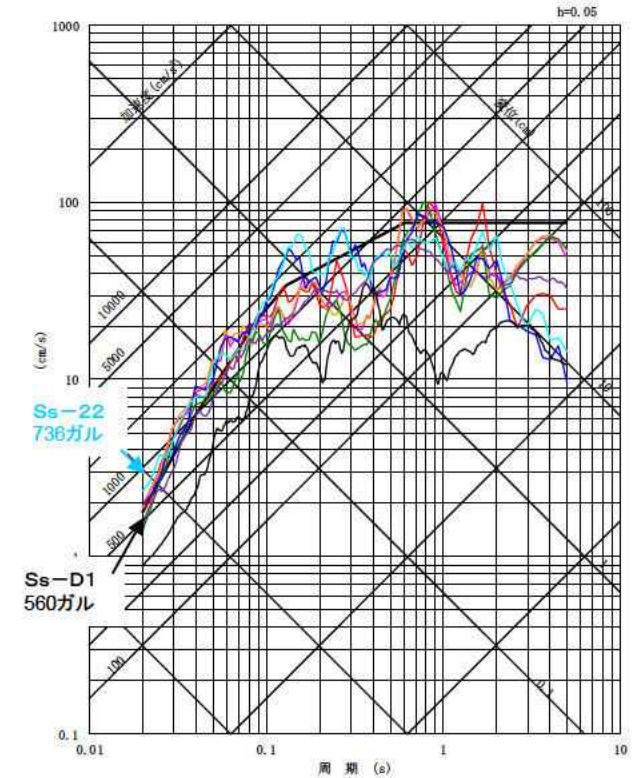
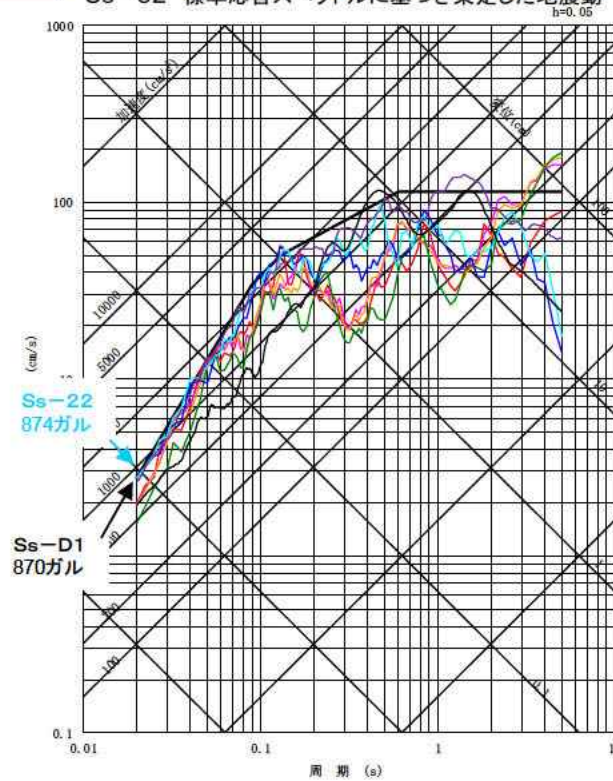
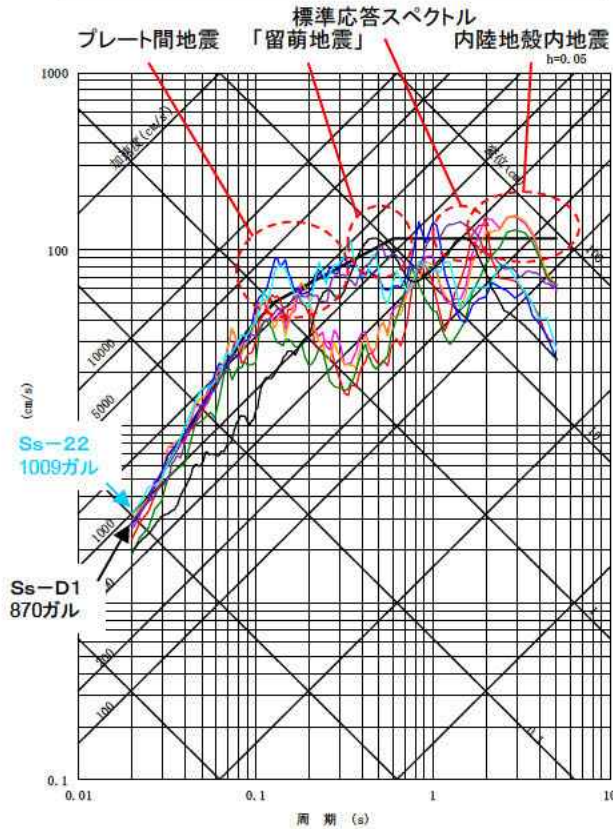
| 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 | | 評価の概要 |
|---|--|---|
| プレート間地震 | 2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) | <ul style="list-style-type: none"> ・既往最大である2011年東北地方太平洋沖地震と同様のMw9.0を想定（幅200km, 長さ500kmの震源面）した。 ・SMGA※¹位置の不確かさと短周期レベル※²の不確かさを二重に考慮した。 |
| 海洋プレート内地震 | 茨城県南部の地震 (Mw7.3)
(中央防災会議(2013)を参考に設定) | <ul style="list-style-type: none"> ・中央防災会議(2013)の知見を踏まえ、アスペリティ※³の応力降下量※⁴を62MPaとして設定した。 ・応力降下量の大きさ(77MPa)や地震の規模(Mw7.4)等の不確かさを考慮した。評価結果は、他のSsに包絡されていることを確認した。 |
| 内陸地殻内地震
(活断層による地震) | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (M7.8) | <ul style="list-style-type: none"> ・断層の連動を考慮した。 ・短周期レベルの不確かさ, 断層傾斜角の不確かさ, アスペリティ位置の不確かさを考慮した結果, Ssとして4波を選定した。(合計4波) |
| 応答スペクトル手法によるSs | 上記地震の応答スペクトル手法による評価結果を包絡して応答スペクトルを設定 | <ul style="list-style-type: none"> ・応答スペクトル手法の評価結果を包絡し, 水平870ガル, 鉛直560ガルの応答スペクトルのSsを設定した。(1波) ・なお, 模擬地震波は, 振幅包絡線をプレート間地震の緒元をもとに作成し継続時間をより長く設定(約140秒)した。 |
| 震源を特定せず策定する地震動 | | 評価の概要 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・2004年北海道留萌支庁南部地震 ・標準応答スペクトル | | <ul style="list-style-type: none"> ・2004年北海道留萌支庁南部地震の基盤波(地震記録)を軟岩補正(東海第二の地盤特性※⁵を反映)して, Ssとして設定した。(1波) ・標準応答スペクトルに適合する模擬地震波を軟岩補正して, Ssとして設定した。(1波) |

- ※1: 強震動生成域(短周期側の強い揺れを発生させる断層面の領域)。Strong Motion Generation Area。
 ※2: 原子力発電所の建物・機器の耐震性評価にとって重要である短周期帯の震源における加速度のレベル。
 ※3: 断層面(震源面)において強く固着した部分(SMGAと同義語であり, 強い揺れを発生させる領域)。
 ※4: 地震の時にアスペリティで解放される応力の大きさ。この値が大きいほど地震動が大きくなる。
 ※5: 大深度ボーリング及び地震観測記録から得られた地盤の増幅特性。

■ 基準地震動S_sを示す。

短周期側ではプレート間地震、「留萌地震」の基準地震動が、長周期側では内陸地殻内地震、標準応答スペクトルの基準地震動がそれぞれS_s-D1を上回る。

- S_s-D1 応答スペクトル手法による基準地震動
- S_s-11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- S_s-12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s-13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S_s-14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s-21 2011年東北地方太平洋沖型地震(短周期レベルの不確かさ)
- S_s-22 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- S_s-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- S_s-32 標準応答スペクトルに基づき策定した地震動



東海第二発電所の基準地震動S_sは、応答スペクトル法によるS_s-D1に加え、一部周期帯でS_s-D1を上回る断層モデル手法による6波(内陸地殻内地震4波, プレート間地震2波)及び震源を特定せず策定する地震動2波の合計9波とした。断層モデル手法によるS_s及び「特定せず」のS_sは、S_s-D1を上回る周期帯が異なるため、それぞれの基準地震動S_sによる地震力を用いた耐震安全性評価を行う。

不確かさを考慮した地震動評価のまとめ

プレート間地震

基本震源モデル: 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)

不確かさ: ①SMGA位置, ②短周期レベル, ③SMGA位置と短周期レベルの重畳

海洋プレート内地震

基本震源モデル: 茨城県南部の地震(Mw7.3)

不確かさ: ①断層傾斜角, ②アスペリティ位置, ③応力降下量, ④地震規模

内陸地殻内地震

基本震源モデル: F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)

不確かさ: ①短周期レベル, ②断層傾斜角, ③アスペリティ位置

震源を特定せず策定する地震動

- ・2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
- ・標準応答スペクトルに基づき策定した地震動

模擬地震波

- ・応答スペクトル手法の評価結果を包絡し作成

以上の不確かさを考慮することで, さらなる安全性向上に努めている。

震災前 : 最大加速度 600ガル, 3波

申請時(2014年): 最大加速度 901ガル, 3波

2016年12月現在: 最大加速度 1009ガル, 8波

2023年10月現在: 最大加速度 1009ガル, 9波

変更点(1/2)

○:考慮, -:未考慮

| 発生様式 | 検討ケース | 2014年頃 | 標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴うバックフィット時点(2023年) |
|----------------|-----------------------|---|--|
| プレート間地震 | 基本震源モデル | 2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0) | 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0) |
| | SMGA位置の不確かさ | ○ | ○ |
| | 短周期レベルの不確かさ | ○ | ○ |
| | SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳 | - | ○ |
| 海洋プレート内地震 | 基本震源モデル | 茨城県南部の地震(Mw7.3)
・中央防災会議(2004)を参考に設定
・アスペリティの応力降下量21MPa | 茨城県南部の地震(Mw7.3)
・中央防災会議(2013)を参考に設定
・アスペリティの応力降下量62MPa |
| | 断層傾斜角の不確かさ | - | ○ |
| | アスペリティ位置の不確かさ | ○ | ○ |
| | 応力降下量の不確かさ | - | ○ |
| 内陸地殻内地震 | 基本震源モデル | F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震(M7.6)
・破壊開始点2箇所
・断層上端深さ5km | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)
・破壊開始点7箇所のうち影響の大きい3箇所を選定
・断層上端深さ3km |
| | 短周期レベルの不確かさ | ○ | ○ |
| | 断層傾斜角の不確かさ | - | ○ |
| | アスペリティ位置の不確かさ | - | ○ |
| 震源を特定せず策定する地震動 | | 加藤ほか(2004)による応答スペクトル | ・2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動
・標準応答スペクトルに基づき策定した地震動 |
| 模擬地震波 | | 応答スペクトル手法の評価結果を包絡し作成
・水平700ガル, 鉛直420ガル
・振幅包絡線を内陸地殻内地震(M7.6, Xeq=25.7km)をもとに作成 | 応答スペクトル手法の評価結果を包絡し作成
・水平870ガル, 鉛直560ガル
・振幅包絡線をプレート間地震(M8.3, Xeq=135.8km)をもとに作成し継続時間をより長く設定 |

※標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴うバックフィット(2023年)で新たに考慮し, その他の検討ケースは, 既許可において考慮している

変更点(2/2)

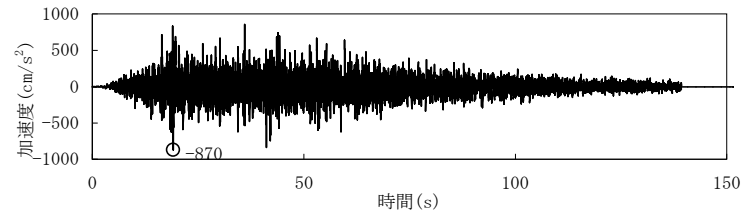


| 2014年頃 | | | | | 標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴うバックフィット時点(2023年) | | | | |
|--------|--|---------------------------|------|------|---------------------------------------|---|---------------------------|------|------|
| 基準地震動 | | 最大加速度(cm/s ²) | | | 基準地震動 | | 最大加速度(cm/s ²) | | |
| | | NS成分 | EW成分 | UD成分 | | | NS成分 | EW成分 | UD成分 |
| Ss-D | 応答スペクトル手法による基準地震動 | 700 | | 420 | Ss-D1 | 応答スペクトル手法による基準地震動 | 870 | | 560 |
| Ss-1 | F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震(M7.6)
(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2) | 788 | 728 | 563 | Ss-11 | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)
(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1) | 717 | 619 | 579 |
| | | | | | Ss-12 | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)
(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2) | 871 | 626 | 602 |
| | | | | | Ss-13 | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)
(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3) | 903 | 617 | 599 |
| | | | | | Ss-14 | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(M7.8)
(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2) | 586 | 482 | 451 |
| Ss-2 | 2011年東北地方太平洋沖型地震
(短周期レベルの不確かさ) | 901 | 887 | 620 | Ss-21 | 2011年東北地方太平洋沖型地震
(短周期レベルの不確かさ) | 901 | 887 | 620 |
| — | — | — | — | — | Ss-22 | 2011年東北地方太平洋沖型地震
(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳) | 1009 | 874 | 736 |
| — | — | — | — | — | Ss-31 | 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動 | 610 | | 280 |
| — | — | — | — | — | Ss-32 | 標準応答スペクトルに基づき策定した地震動 | 829 | | 499 |

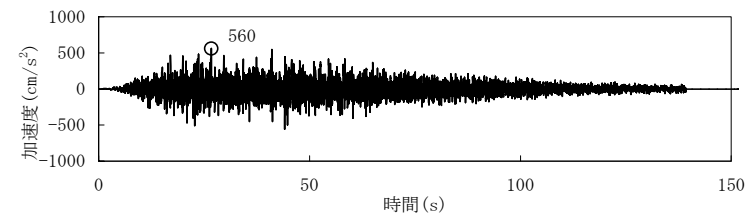
※ 標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴うバックフィット(2023年)で新たに考慮し, 基準地震動Ss-D1, Ss-11~Ss-31は, 既許可で考慮している

■ 基準地震動Ssの加速度時刻歴波形(1/3)

Ss-D1 応答スペクトル手法に基づく模擬地震波



Ss-D1H(水平成分)



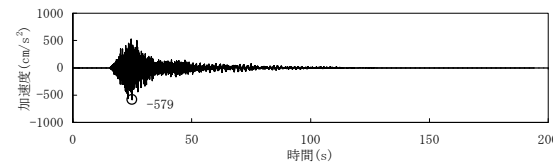
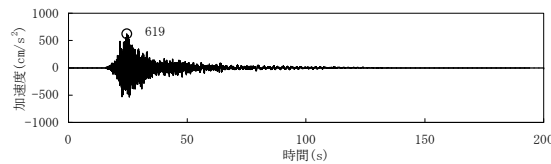
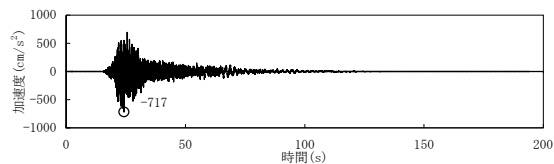
Ss-D1V(鉛直成分)

基準地震動Ss

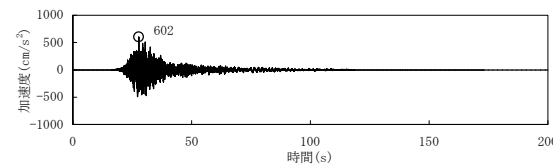
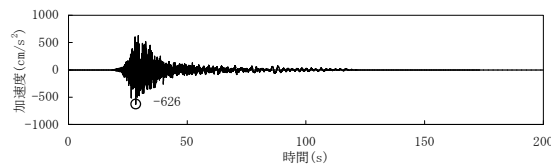
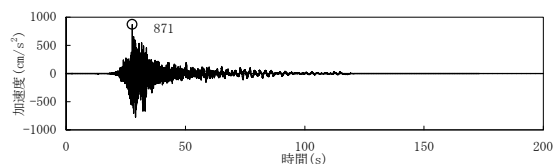


■ 基準地震動Ssの加速度時刻歴波形(2/3)

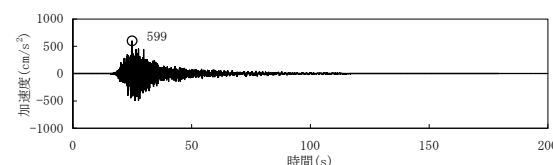
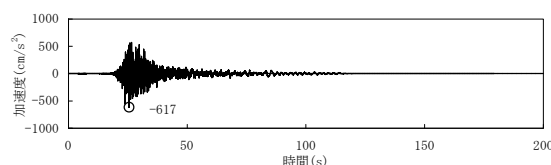
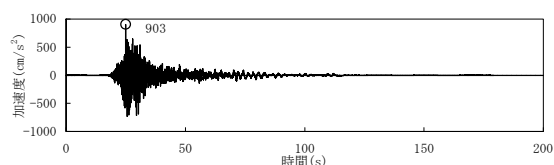
Ss-11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)



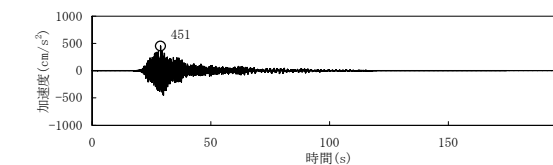
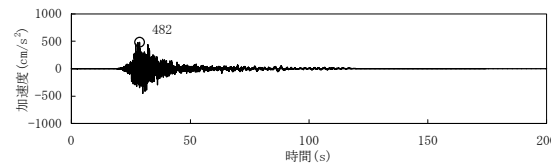
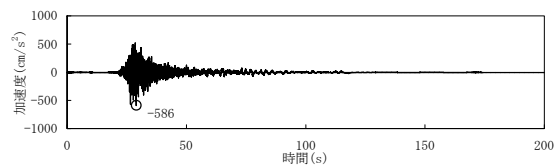
Ss-12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)



Ss-13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)



Ss-14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)



NS成分

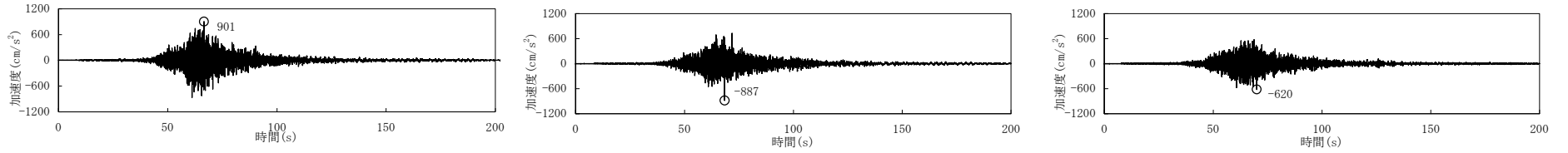
EW成分

UD成分

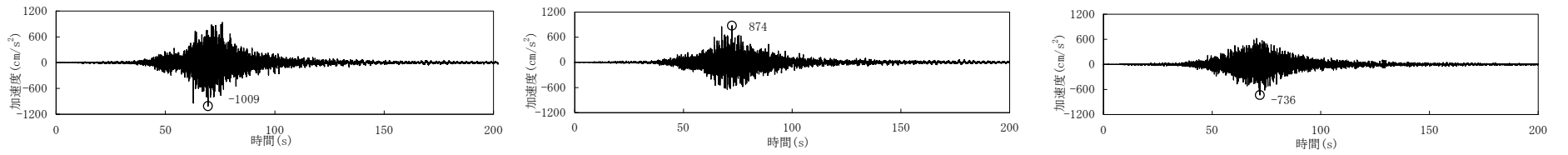


■ 基準地震動Ssの加速度時刻歴波形(3/3)

Ss-21 2011年東北地方太平洋沖型地震(短周期レベルの不確かさ)



Ss-22 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)



NS成分

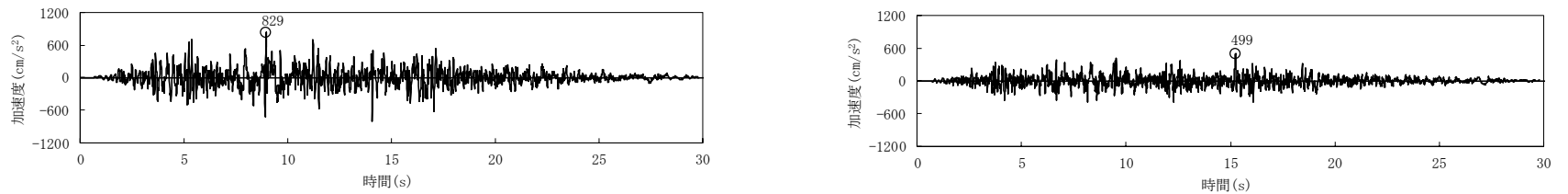
EW成分

UD成分

Ss-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動



Ss-32 標準応答スペクトルに基づき策定した地震動



水平成分

地震対策-211

鉛直成分

参考 基準地震動の変遷(最大加速度の比較)



| 2006年耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震バックチェック | | | | 2014年頃 | | | | さらなる不確かさを反映(2018年) | | | | 標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴うバックフィット(2023年) | | | |
|------------------------------|----------------------------|------|------|--------|----------------------------|------|------|--------------------|----------------------------|------|------|-------------------------------------|----------------------------|------|------|
| | 最大加速度 (cm/s ²) | | | | 最大加速度 (cm/s ²) | | | | 最大加速度 (cm/s ²) | | | | 最大加速度 (cm/s ²) | | |
| | NS成分 | EW成分 | UD成分 | | NS成分 | EW成分 | UD成分 | | NS成分 | EW成分 | UD成分 | | NS成分 | EW成分 | UD成分 |
| Ss-D | 600 | | 400 | Ss-D | 700 | | 420 | Ss-D1 | 870 | | 560 | Ss-D1 | 870 | | 560 |
| Ss-1 | 516 | 475 | 357 | Ss-1 | 788 | 728 | 563 | Ss-11 | 717 | 619 | 579 | Ss-11 | 717 | 619 | 579 |
| — | — | — | — | Ss-2 | 901 | 887 | 620 | Ss-12 | 871 | 626 | 602 | Ss-12 | 871 | 626 | 602 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-13 | 903 | 617 | 599 | Ss-13 | 903 | 617 | 599 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-14 | 586 | 482 | 451 | Ss-14 | 586 | 482 | 451 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-21 | 901 | 887 | 620 | Ss-21 | 901 | 887 | 620 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-22 | 1009 | 874 | 736 | Ss-22 | 1009 | 874 | 736 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-31 | 610 | | 280 | Ss-31 | 610 | | 280 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Ss-32 | 829 | | 499 |

バックチェック時の600ガルから大きくなった主な要因は下記のとおり。

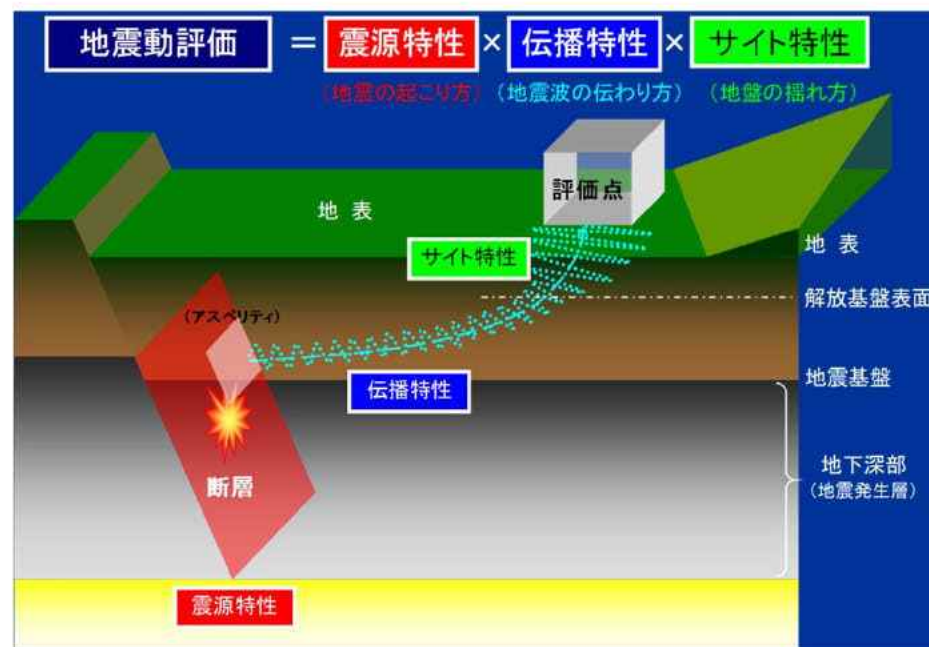
- ・2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた評価を行い、更に不確かさを二重に考慮したこと。(Ss-22, 1009ガル)
- ・断層長さが延びたことに加え、断層幅についてもより大きく設定したこと。(Ss-13, 903ガル)

2. 地下構造評価

地下構造評価では、地震動評価に必要な特性のうち、「伝播特性」と「サイト特性」の妥当性について評価する。

広域地下構造調査(概査)により、地震発生層を含む地下深部から解放基盤までの「伝播特性」を確認する。

敷地近傍地下構造調査(精査)により、地下深部から地表面までの「サイト特性」を確認する。



・解放基盤表面の設定

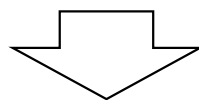
敷地・敷地周辺の地盤調査によると、敷地周辺では新第三紀の久米層がほぼ水平で相当な拡がりをも有して分布している。敷地内のボーリング孔で実施したPS検層結果によると、E.L.-370m以深ではS波速度が0.7km/s以上となっていることから、E.L.-370mの位置に解放基盤表面を設定する。なお、地震動評価のうち応答スペクトルに基づく手法において、解放基盤表面での地盤の弾性波速度値については、敷地の地盤調査より、P波速度を2.0km/s、S波速度を0.7km/sと設定する。

・敷地周辺の地盤構造

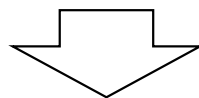
重力異常分布によると、敷地の北西部には重力の急変部が、敷地西側には船底状の構造が見られる。これらは、敷地周辺の地盤調査で明らかのように、基盤が深さ4km程度に達する不整形地盤が存在するためであるが、地震観測記録の分析結果及び反射法探査、屈折法探査及び微動アレイ探査による速度構造を用いた解析的検討の結果から、これらが敷地における地震動評価に与える影響は小さい。

「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」
(原子力規制委員会，平成26年7月9日改正)

基準地震動を策定するために，基盤面上の表層及び構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって，著しい高低差がなく，ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう上記の「基盤」とは，おおむねせん断波速度 $V_s = 700\text{m/s}$ 以上の硬質地盤であって，著しい風化を受けていないものとする。



- 東海第二発電所の基礎地盤の特徴
 - ・ 新第三系鮮新統の砂質泥岩である久米層が広く分布する。
 - ・ 久米層の速度構造はおおむね水平である。
 - ・ E.L.-370m程度で $V_s = 700\text{m/s}$ 以上となる。
 - ・ 久米層は新鮮であり，著しい風化は見られない。



解放基盤表面の位置はE.L.-370mとする。

東海第二発電所の地下構造が水平成層かつ均質であることを確認するため、地震観測記録と地球物理学的調査を組合せ、地震基盤の位置や形状、地震波速度構造等の調査・解析を実施した。

● 地震観測記録による地下構造評価

解放基盤表面における検討

- ・地震観測記録の到来方向による検討により、解放基盤表面より深部の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

浅部地下構造の検討

- ・解放基盤表面以浅の地震観測記録を用いて、敷地地盤の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

● 地球物理学的調査による地下構造評価

地球物理学的調査 敷地周辺

- ・屈折法地震探査
- ・微動アレイ探査
- ・重力異常分布(文献)

敷地内

- ・単点微動測定
- ・微動アレイ探査

3次元地下構造モデル

作成

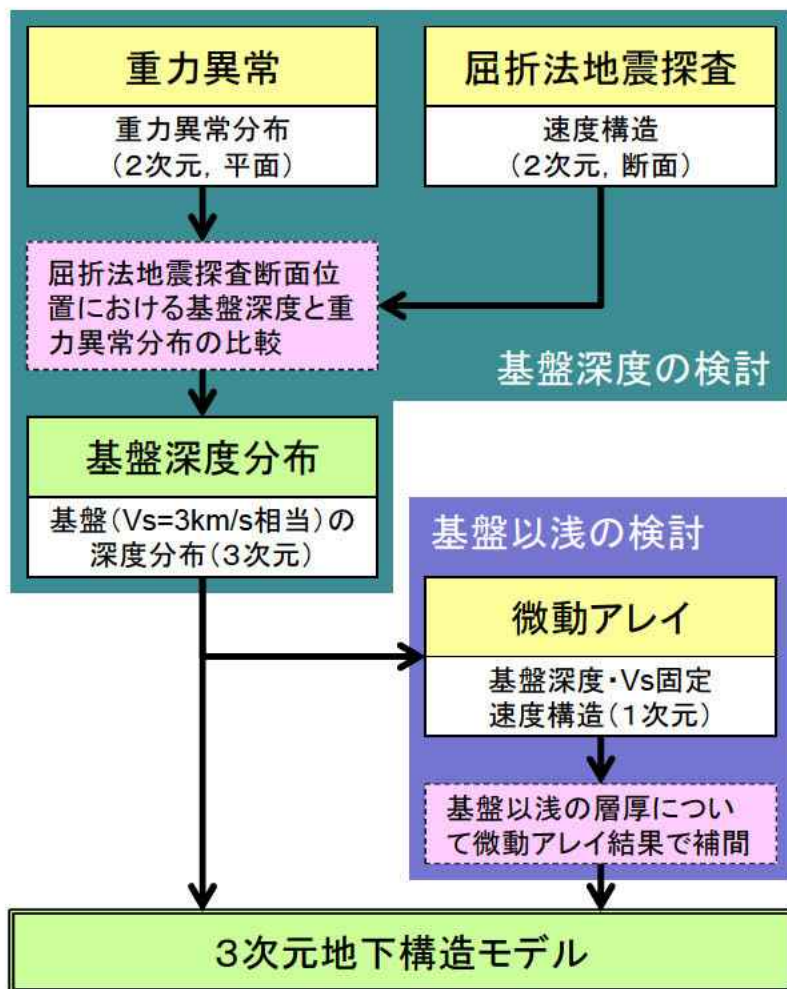
確認

解析による検討

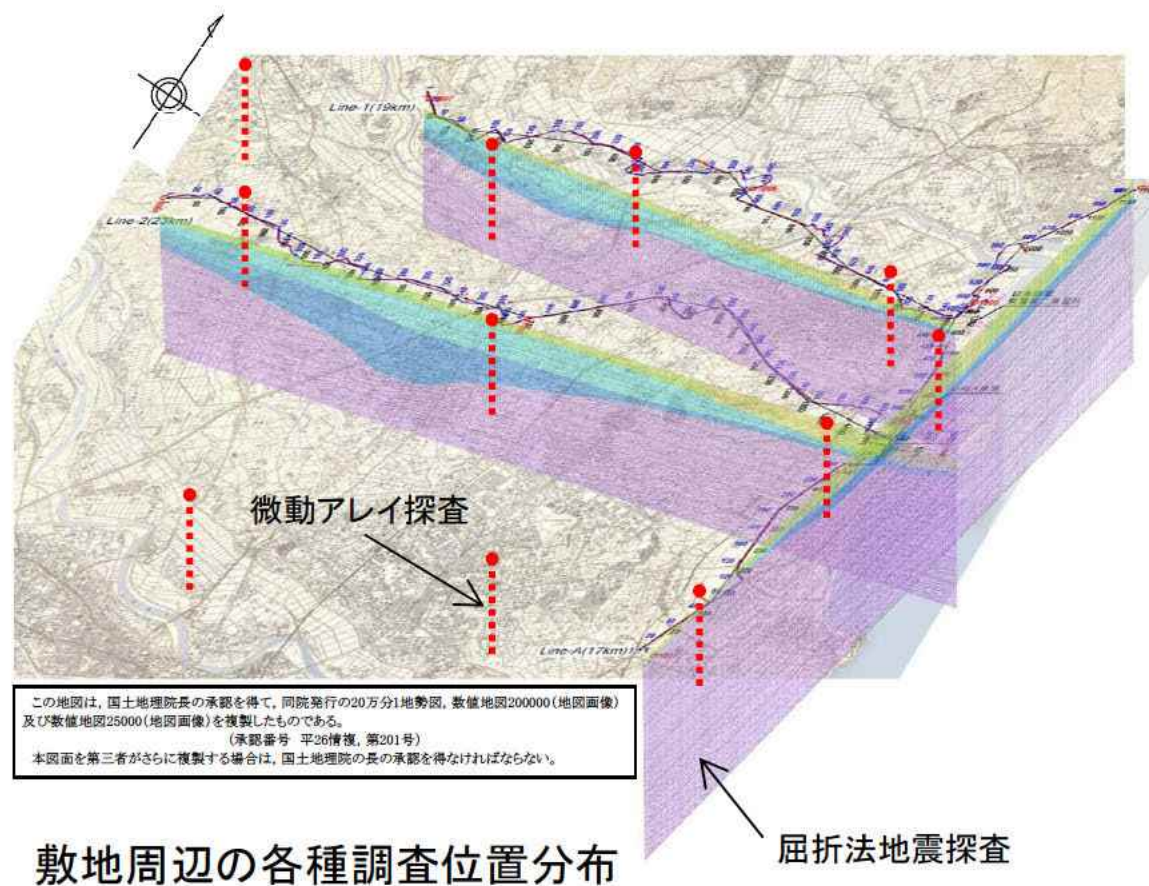
- ・2次元FEMモデル
→ 東西断面, 南北断面
- ・敷地の西側及び南側に見られる深い基盤形状による影響を検討
- ・敷地地盤の地下構造は水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

なお、東海第二発電所の地震動評価においては、地震観測記録を用いた経験的グリーン関数法を用いている。

- 敷地周辺における重力異常分布, 屈折法地震探査結果及び微動アレイ探査結果を基に, 3次元の地下構造を把握する。

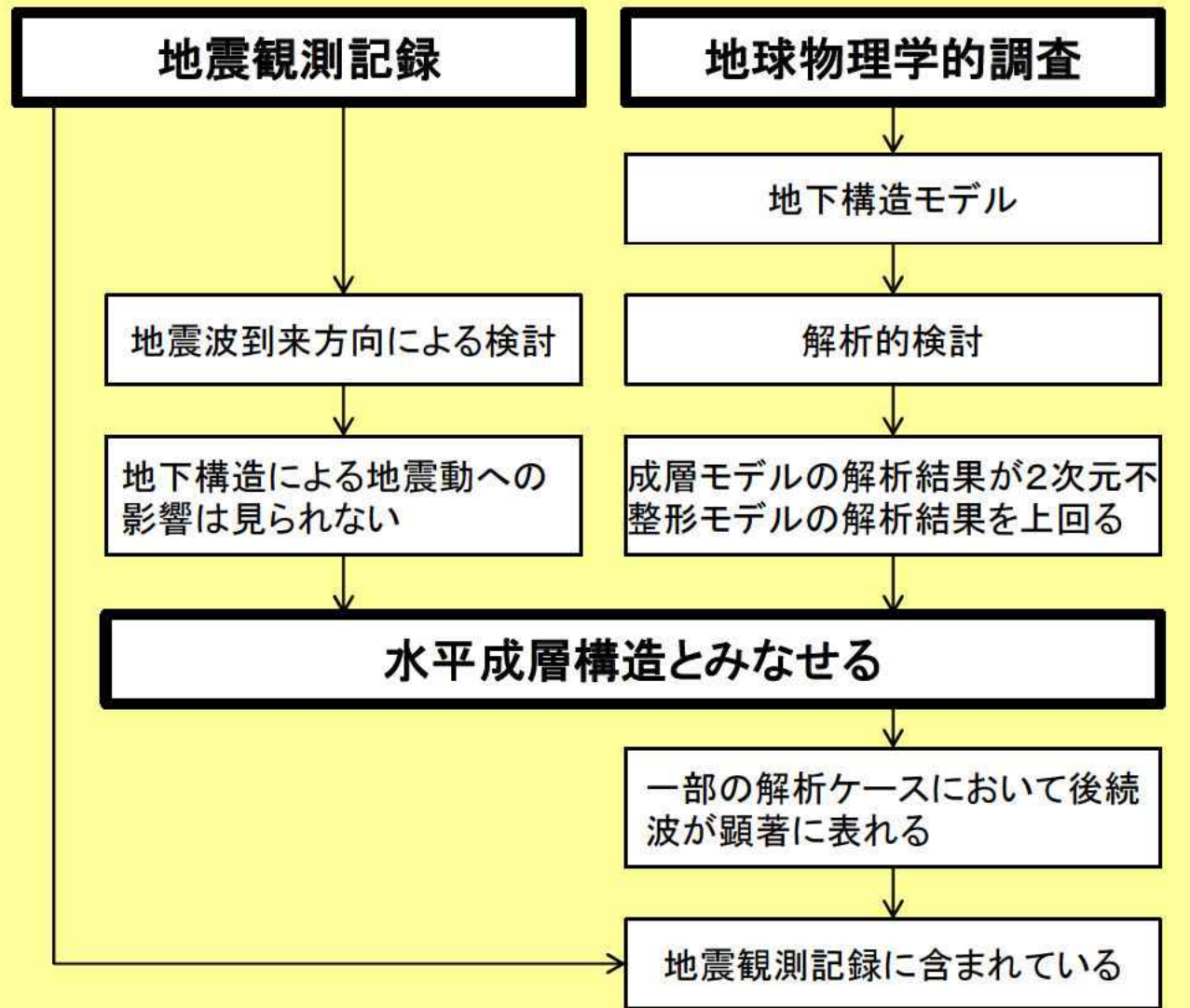


3次元地下構造モデル作成手順



敷地周辺の各種調査位置分布

地下構造による検討



地震動評価

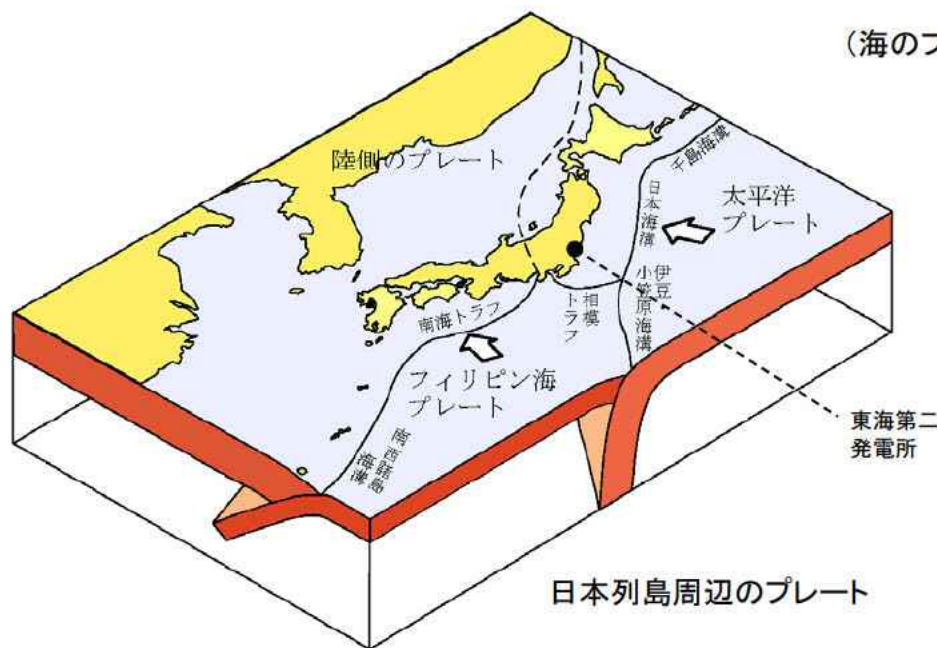
応答スペクトルに基づく地震動評価

地震の発生様式や地域性を考慮して地震波の伝播特性の影響を評価し、応答スペクトルに反映させる。

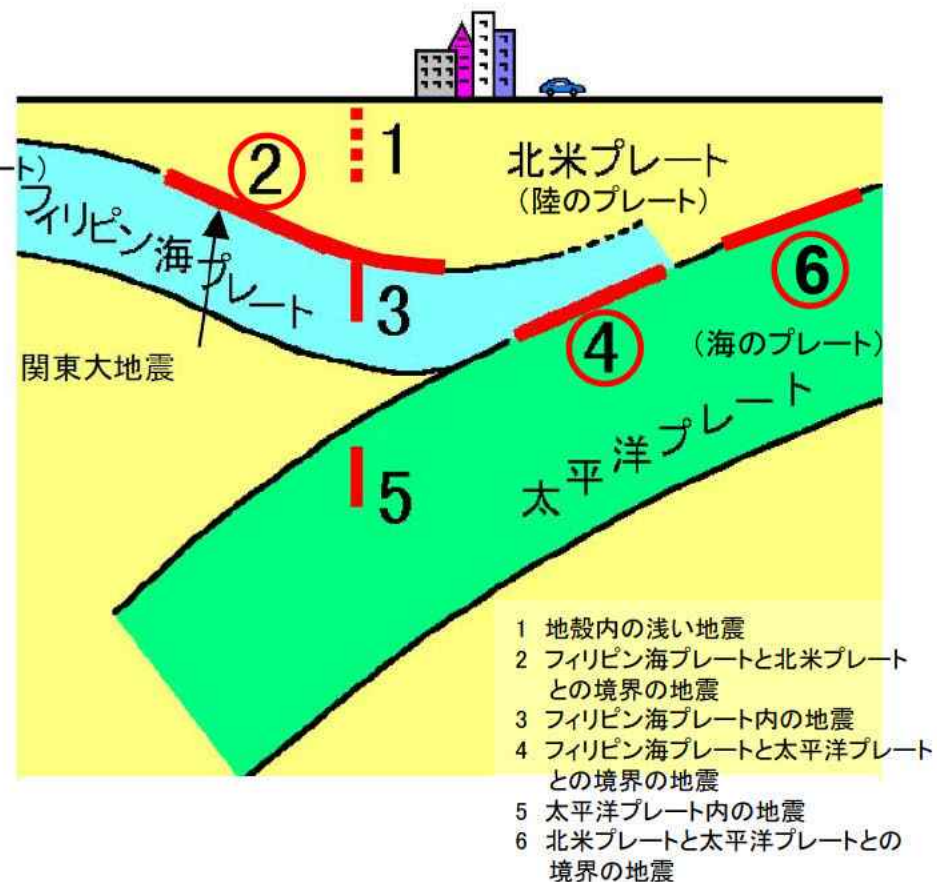
断層モデルを用いた手法による地震動評価

観測記録の精度や想定する震源断層の特徴を踏まえ、要素地震としての適性について慎重に検討した上で、経験的グリーン関数法による地震動評価を行う。

3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち プレート間地震



日本のプレートテクトニクスモデル概念図
(防災科学技術研究所)

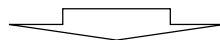


南関東地域で発生する地震のタイプ
(中央防災会議に一部加筆)

- 内陸地殻内地震は陸のプレートの内部で発生する地震で、図の1のタイプである。
- プレート間地震は異なるプレートの境界で発生する地震で、図の2, 4, 6のタイプである。
- 海洋プレート内地震は海のプレートの内部で発生する地震で、図の3, 5のタイプである。

■内容

- 検討用地震(敷地に最も大きな影響を与える地震)として東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)を選定
- 地震動評価ケース
 - ・基本ケース
 - ・不確かさケース1 強震動生成域の位置(敷地最短位置に設定)
 - ・不確かさケース2 短周期レベル(基本ケースに対して1.5倍) → 基準地震動Ss-2(901gal)に選定



■ポイント

- 応力降下量など, 重要な断層パラメータの妥当性
- 不確かさ考慮の妥当性



■反映事項

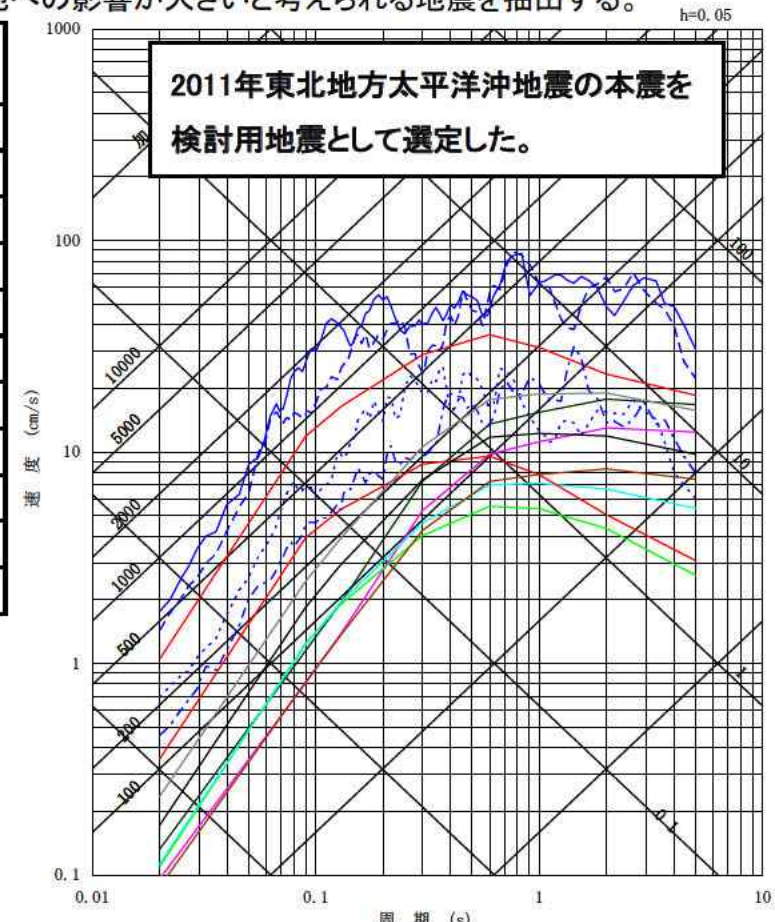
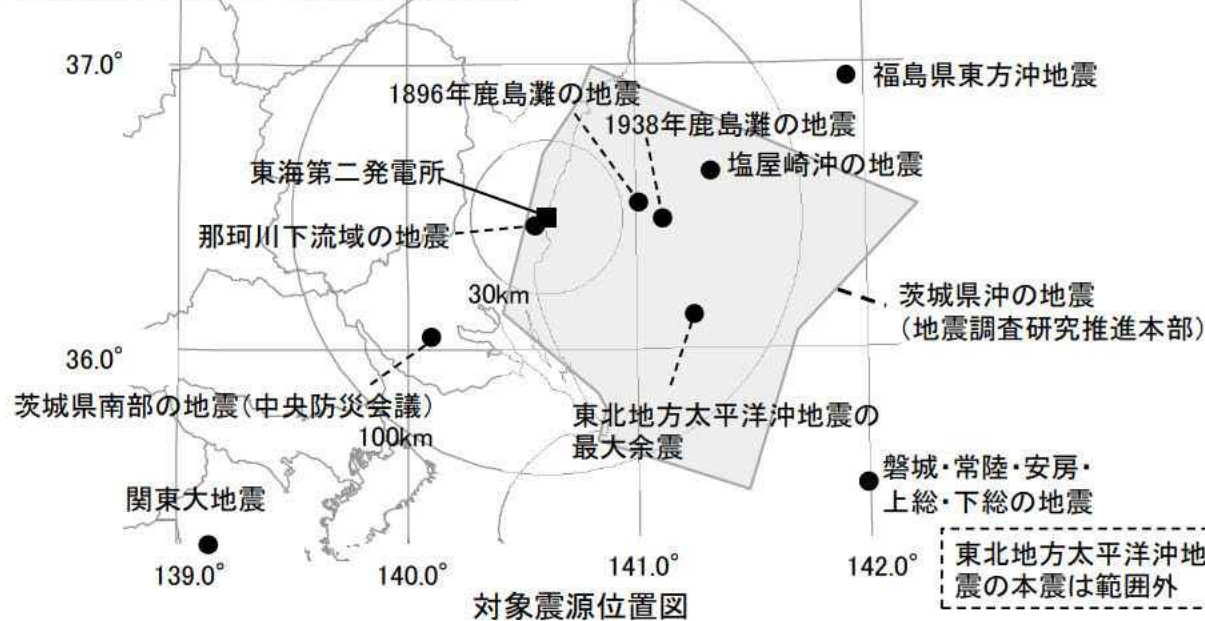
- 地震動評価ケースについて, 不確かさの重畳ケースを追加(青字)
- ・基本ケース
- ・不確かさケース1 強震動生成域の位置(敷地最短位置に設定)
- ・不確かさケース2 短周期レベル(基本ケースに対して1.5倍) → 基準地震動Ss-2(901gal)に選定
- ・不確かさケース3 強震動生成域と短周期レベルの不確かさを重畳(1009gal)

検討用地震の選定

■敷地で震度5程度以上となる過去の被害地震、各機関の想定したプレート間地震のうち敷地への影響が大きいと考えられる地震を抽出する。

| 年月日 | 地名(地震名) | 地震規模 M | 等価震源距離 (km)※2 | 補正係数※3 |
|-----------|------------------------|--------|---------------|--------|
| 1677.11.4 | 磐城・常陸・安房・上総・下総の地震 | 8.0 | 169 | |
| 1896.1.9 | 鹿島灘の地震 | 7.3 | 60 | 考慮 |
| 1923.9.1 | 関東大地震 | 7.9 | 187 | |
| 1930.6.1 | 那珂川下流域の地震 | 6.5 | 55 | |
| 1938.5.23 | 塩屋崎沖の地震 | 7.0 | 75 | |
| 1938.9.22 | 鹿島灘の地震 | 6.5 | 63 | 考慮 |
| 1938.11.5 | 福島県東方沖地震 | 7.5 | 136 | |
| 2011.3.11 | 2011年東北地方太平洋沖地震の本震※1 | Mw9.0 | — | |
| 2011.3.11 | 2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震※1 | 7.6 | — | |
| — | 茨城県南部の地震(中央防災会議) | 7.3 | 77 | |
| — | 茨城県沖の地震(地震調査研究推進本部) | 7.6 | 84 | |

※1 解放基盤波を用いる。 ※2 地震カタログによる位置情報やプレート境界等深線等に基づいて算出
 ※3 鹿島灘付近で発生したプレート間地震による補正係数



- 磐城・常陸・安房・上総・下総の地震, M8.0, Xeq=169km
- 1896年鹿島灘の地震, M7.3, Xeq=60km
- 関東大地震, M7.9, Xeq=187km
- 那珂川下流域の地震, M6.5, Xeq=55km
- 塩屋崎沖の地震, M7.0, Xeq=75km
- 1938年鹿島灘の地震, M6.5, Xeq=63km
- 福島県東方沖地震, M7.5, Xeq=136km
- 2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波 NS
- 2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波 EW
- 2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震の解放基盤波 NS
- 2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震の解放基盤波 EW
- 茨城県南部の地震(中央防災会議), M7.3, Xeq=77km
- 茨城県沖の地震(地震調査研究推進本部), M7.6, Xeq=84km

プレート間地震の地震動の応答スペクトル (Noda et al.(2002)の手法に補正係数を考慮)

■断層形状, SMGA位置等については下記の通り設定する。

【断層形状】

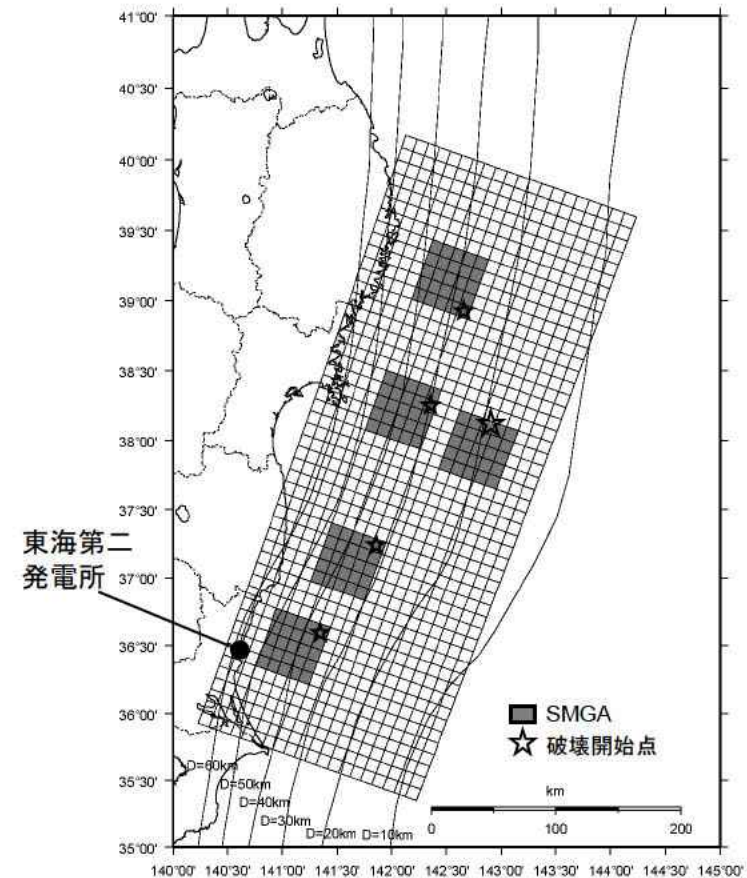
- ・長さ, 幅は, 東北地方太平洋沖地震の震源域を参考にそれぞれ500km, 200kmとする。
- ・走向は, 東北地方太平洋沖地震に関する防災科学技術研究所F-netのCMT解を用いる。深さは, 太平洋プレートの上面に沿ってモデル化する。

【SMGAの位置】

- ・地震調査研究推進本部の領域区分に基づき5個のSMGAを設定し, 東北地方太平洋沖地震のSMGAや, それぞれの領域で過去に発生したM7~M8クラスの地震の震源域を参考に配置する。
- ・茨城県沖のSMGA位置は, 東北地方太平洋沖地震の敷地での観測記録を再現できる位置としており, 各文献で示された東北地方太平洋沖地震のSMGAの中では敷地に最も近い位置である。
- ・この位置は, 過去に発生したM7クラスの地震の中では最も敷地に近い1938年塩屋崎沖の地震(M7.0)や1896年鹿島灘の地震(M7.3)の震央位置と対応していることを確認している。

【破壊開始点】

東北地方太平洋沖地震の震源位置に設定する。



基本震源モデル

SMGA: Strong Motion Generation Areas (強震動生成域)

2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル



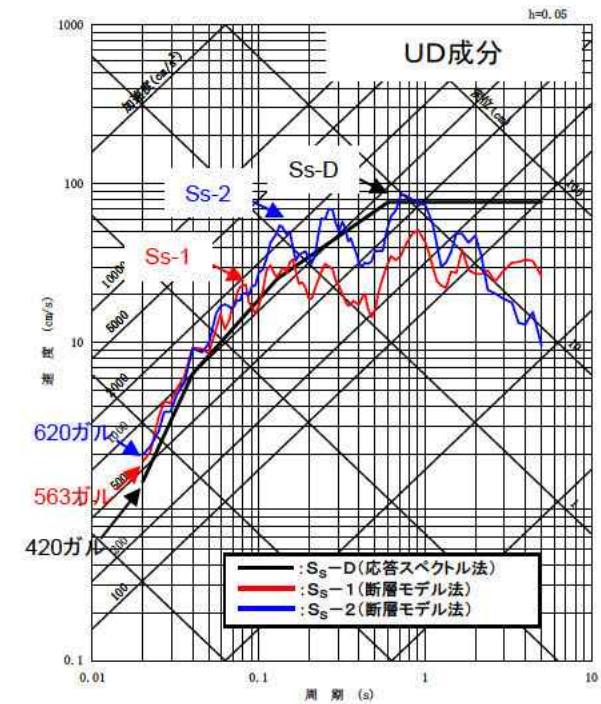
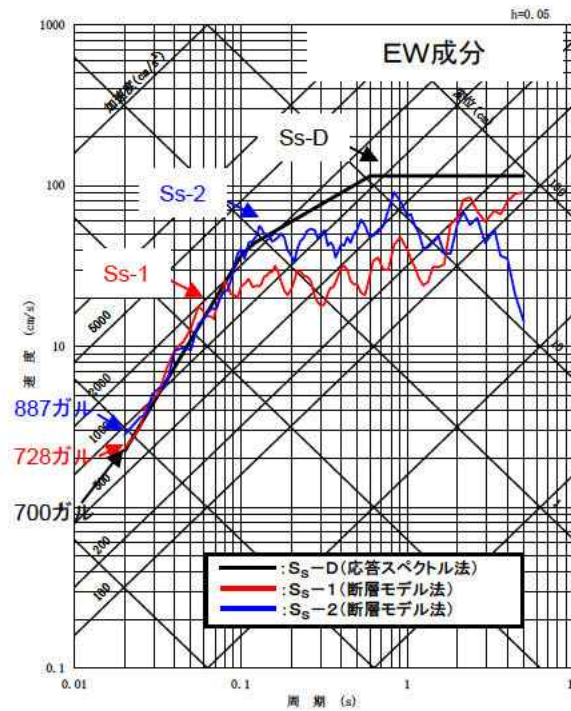
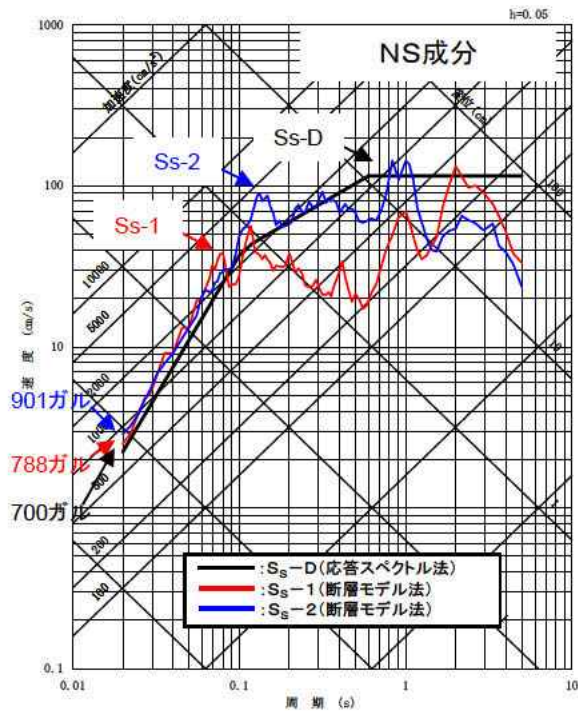
■断層パラメータ(基本震源モデル)

| 項目 | | 設定値 | 設定方法 |
|--------------|---------------------------|----------|--|
| 走向 | θ (度) | 200 | F-net |
| 傾斜角1(東側) | δ_1 (度) | 12 | 壇ほか(2005) |
| 傾斜角2(西側) | δ_2 (度) | 21 | 壇ほか(2005) |
| すべり角 | λ (度) | 88 | F-net |
| 長さ | L(km) | 500 | 断層面積に基づき算定 |
| 幅 | W(km) | 200 | 断層面積に基づき算定 |
| 基準点北緯 | N(度) | 38.1035 | 本震の震源位置(気象庁) |
| 基準点東経 | E(度) | 142.8610 | 本震の震源位置(気象庁) |
| 基準点深さ | H(km) | 23.7 | 本震の震源位置(気象庁) |
| 上端深さ | h_u (km) | 12.3 | $h_u = H - w_1 \sin \delta_1$ |
| 下端深さ | h_l (km) | 68.9 | $h_l = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$ |
| 断層面積 | S(km ²) | 100000 | $S = L \times W$ |
| 平均応力降下量 | $\Delta \sigma$ (MPa) | 3.08 | $M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$ |
| 地震モーメント | M_0 (N·m) | 4.00E+22 | $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$ |
| モーメントマグニチュード | M_w | 9.0 | 2011年東北地方太平洋沖地震 |
| 平均すべり量 | D(cm) | 854.3 | $D = M_0 / (\mu S)$ |
| 剛性率 | μ (N/m ²) | 4.68E+10 | $\mu = \rho V_s^2$, $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$
地震調査研究推進本部
(2002), (2005) |
| せん断波速度 | V_s (km/s) | 3.9 | 地震調査研究推進本部
(2002), (2005) |
| 破壊伝播速度 | V_r (km/s) | 3.0 | 地震調査研究推進本部
(2002), (2005) |

| 項目 | | 設定値 | 設定方法 |
|--------|---------|--------------------------------|---|
| SMGA全体 | 面積 | S_a (km ²) | 12500 $S_a = cS$, $c = 0.125$ |
| | 地震モーメント | M_{0a} (N·m) | 1.00E+22 $M_{0a} = \mu D_a S_a$ |
| | すべり量 | D_a (cm) | 1708.6 $D_a = 2 \times D$ |
| | 応力降下量 | $\Delta \sigma_a$ (MPa) | 24.6 $\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma$ |
| | 短周期レベル | A_a (N·m/s ²) | 2.97E+20 $A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{a1}$ |
| 各SMGA | 面積 | S_{a1} (km ²) | 2500 $S_{a1} = S_a / 5$ |
| | 地震モーメント | M_{0a1} (N·m) | 2.00E+21 $M_{0a1} = M_{0a} S_{a1}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a} / 5$ |
| | すべり量 | D_{a1} (cm) | 1708.6 $D_{a1} = M_{0a1} / (\mu S_{a1})$ |
| | 応力降下量 | $\Delta \sigma_{a1}$ (MPa) | 24.6 $\Delta \sigma_{a1} = \Delta \sigma_a$ |
| | 短周期レベル | A_{a1} (N·m/s ²) | 1.33E+20 $A_{a1} = 4 \pi r_1 \Delta \sigma_{a1} V_s^2$, $r_1 = (S_{a1} / \pi)^{1/2}$ |
| | ライズタイム | τ_{a1} (s) | 8.33 $\tau_{a1} = 0.5 W_{ai} / V_r$, W_{ai} : SMGA幅 |
| 背景領域 | 面積 | S_b (km ²) | 87500 $S_b = S - S_a$ |
| | 地震モーメント | M_{0b} (N·m) | 3.00E+22 $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$ |
| | すべり量 | D_b (cm) | 732.2 $D_b = M_{0b} / \mu S_b$ |
| | 応力降下量 | $\Delta \sigma_b$ (MPa) | 4.9 $\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$ |
| | ライズタイム | τ_b (s) | 33.33 $\tau_b = 0.5 W / V_r$, W: 断層幅 |
| Q値 | Q | 110f ^{0.69} | 佐藤ほか(1994) |

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 S_s

| 地震発生様式 | 検討用地震 | 地震規模 | 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 | 断層モデルを用いた手法による基準地震動 |
|-----------|-----------------------|-------|--|--|
| 内陸地殻内地震 | F1断層, 北方陸域の断層の運動による地震 | M7.6 | S_s-D_H (700ガル)
S_s-D_V (420ガル) | S_s-1_{NS} (788ガル)
S_s-1_{EW} (728ガル)
S_s-1_{UD} (563ガル) |
| プレート間地震 | 2011年東北地方太平洋沖地震 | Mw9.0 | (すべての検討用地震を包絡させて設定) | S_s-2_{NS} (901ガル)
S_s-2_{EW} (887ガル)
S_s-2_{UD} (620ガル) |
| 海洋プレート内地震 | 茨城県南部の地震 | M7.3 | | 他の基準地震動に包絡されるため設定していない。 |

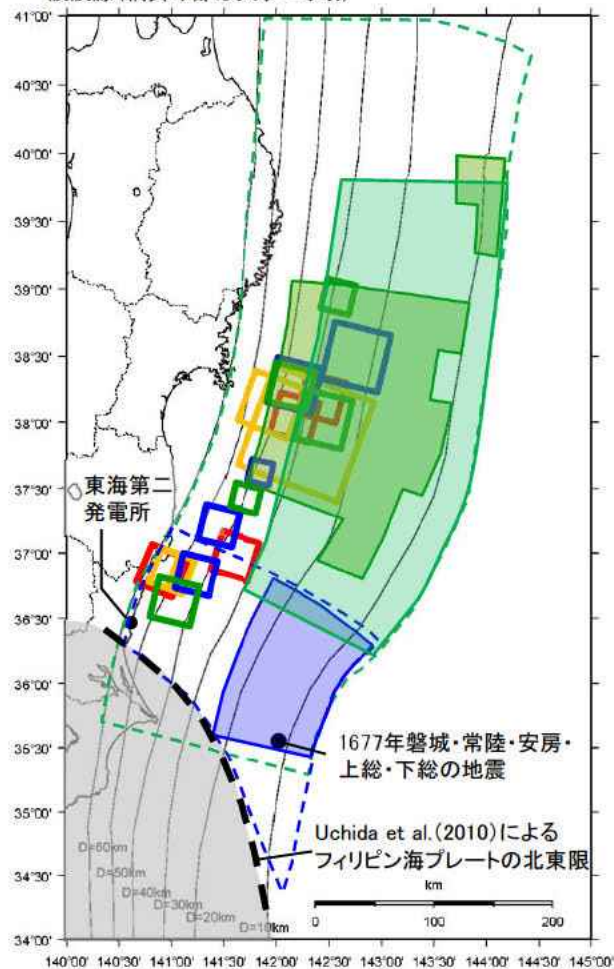


■津波評価で考慮している主な波源と地震動評価で考慮している震源との関係について整理し、敷地への影響を検討する。

- 東北地方太平洋沖地震に関する内閣府(2012)等、津波インバージョン解析によるすべり量の大きな領域
- 当社の津波評価で考慮している東北地方太平洋沖型の津波波源(網掛け部は大すべり域)
- 当社の津波評価で考慮している茨城県沖に想定する津波波源(網掛け部は大すべり域)

東北地方太平洋沖地震の強震動生成域

- Asano and Iwata(2012)
- Kurahashi and Irikura(2013)
- 川辺・釜江(2013)
- 佐藤(2012)



津波評価及び地震動評価で考慮している主な波源、震源

■津波評価, 地震動評価の基本方針

過去に発生した地震や、今後発生が想定される地震等の中から敷地に与える影響の大きいものを選定し、詳細評価を行う。

■津波評価と地震動評価の着目点

- ・Mw9.0程度の規模の大きい地震では、大すべり域と強震動生成域が空間的に分離し、また分布の範囲も異なる。
- ・津波評価では大すべり域を海溝軸付近に配置する場合に影響が大きく、一方、地震動評価では強震動生成域を敷地に近い場所に配置するほど影響が大きい。

| 地震 | 津波評価での扱い | 地震動評価での扱い |
|-------------------------------------|---|--|
| 1677年磐城・常陸・安房・上総・下総の地震(延宝の地震)(M8.0) | 敷地に影響を及ぼした既往津波として評価 | <ul style="list-style-type: none"> ・中央防災会議(2013)等によれば、大きな揺れの被害はなく、津波地震の可能性が高いとされている。 ・しかしながら宇佐美ほか(2013)の諸元に基づきM-Δ図で評価すると震度5程度以上となるため、地震動評価を実施 |
| 2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0) | <ul style="list-style-type: none"> ・敷地に影響を及ぼした既往津波として評価 ・今後発生が想定される津波として評価を実施 | 敷地で震度5程度以上であり、また敷地に最も大きな影響を与えた地震として地震動評価を実施 |
| 茨城県沖に想定する津波波源(Mw8.5) | 過去に発生していないが、今後発生が想定される津波として評価を実施 | <ul style="list-style-type: none"> ・東北地方太平洋沖地震の強震動生成域は、大すべり域と異なり茨城県沖にも存在し、敷地での揺れは茨城県沖の強震動生成域の影響が大きい。 ・従って、茨城県沖に想定する津波波源による地震動は東北地方太平洋沖地震の地震動で代表させることとする。 |

表中の網掛け: 敷地に与える影響が最も大きい波源または震源

■プレート間結合度の分布について

- ・ Uchida et al.(2009)は、繰り返し小地震のすべり量から推定したプレート間結合度の分布を検討し、フィリピン海プレート端部を境にして、その境より南ではプレート間結合度が低くなっているとしている。
- ・ また、長谷川ほか(2013)では、Uchida et al.(2009)等の分析結果を踏まえ、東北地方太平洋沖地震について、「北から伝播してきた破壊が、上盤側がフィリピン海プレートに変わり、プレート間結合度が小さく、すべり遅れがほとんどない領域に入ると、そこで破壊がとまったということになる。すべり遅れのない領域には破壊が広がっていかないはずであり、すべり域の南限はそれで規定されたと考えられる。」としている。

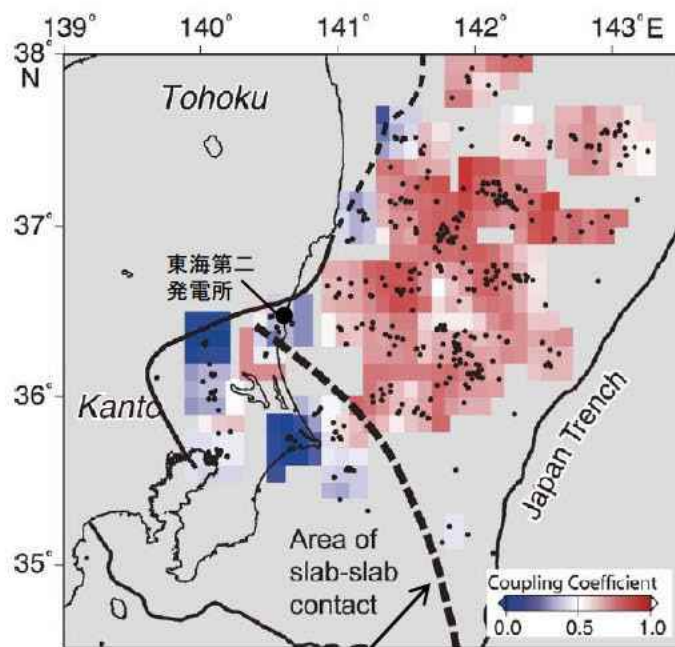


図 4 繰り返し小地震のすべり量の積算から推定されたプレート間結合度の分布 (Uchida et al., 2009). 各領域で推定されたカプリング係数をカラースケールで示す. 黒点は推定に用いた繰り返し小地震の各グループの位置を示す. 太破線はフィリピン海プレートの北東端.

Fig. 4 Spatial distribution of interplate coupling (color) estimated from cumulative slip of repeating earthquakes sequences (Uchida et al., 2009). Black dots and thick broken curve denote locations of repeating earthquake sequences and northeastern edge of PHS plate, respectively.

フィリピン海プレート北東端

長谷川ほか(2013)に一部加筆

プレート間結合度の分布

長谷川昭・中島淳一・内田直希・海野徳仁(2013):東京直下に沈み込む2枚のプレートと首都圏下の特異な地震活動, 地学雑誌, 122(3)398-417, 2013, doi:10.5026/jgeography.122.398

不確かさ重畳について



■ 主要な断層パラメータについて、敷地周辺のプレート間地震に関する知見等を踏まえて認識論的不確かさと偶然的不確かさに分類し、敷地での地震動に大きな影響を与えるパラメータを不確かさとして考慮する。

【認識論的不確かさ】：事前の詳細な調査や経験式などに基づき設定できるもの ⇒ それぞれ独立させて考慮することを基本とする。

【偶然的不確かさ】：事前の詳細な調査や経験式からは設定が困難なもの ⇒ 重畳させて考慮する。

■ コメントを踏まえSMGA位置の不確かさについては下記のとおり扱うこととし、SMGA位置の不確かさと短周期レベルの不確かさを重畳させることとした。

【2014年頃】：SMGA位置の不確かさは認識論的不確かさとして扱う

【2018年】：SMGA位置の不確かさは認識論的不確かさと偶然的不確かさが混在した不確かさとして扱う

| 評価ケース | 認識論的不確かさ | | | 偶然的不確かさ | |
|----------------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|---|---------------------------|
| | 断層設定位置 | 地震規模 | 短周期レベル | SMGA位置 | 破壊開始点 |
| 基本ケース | フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定 | Mw9.0 | 宮城県沖、福島県沖、茨城県沖で発生する地震の平均※1 | 東北地方太平洋沖地震のSMGAや、それぞれの領域で過去に発生したM7～M8クラスの地震の震源域を参考に配置 | 2011年東北地方太平洋沖地震の気象庁震源位置※3 |
| SMGA位置の不確かさ | フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定 | Mw9.0 | 宮城県沖、福島県沖、茨城県沖で発生する地震の平均※1 | 基本震源モデルのSMGA位置に対し、茨城県沖のSMGAを敷地に最も近い位置に移動 | 2011年東北地方太平洋沖地震の気象庁震源位置※3 |
| 短周期レベルの不確かさ | フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定 | Mw9.0 | 基本震源モデルの1.5倍※2 | 東北地方太平洋沖地震のSMGAや、それぞれの領域で過去に発生したM7～M8クラスの地震の震源域を参考に配置 | 2011年東北地方太平洋沖地震の気象庁震源位置※3 |
| SMGA位置の不確かさと短周期レベルの不確かさの重畳 | フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定 | Mw9.0 | 基本震源モデルの1.5倍※2 | 基本震源モデルのSMGA位置に対し、茨城県沖のSMGAを敷地に最も近い位置に移動 | 2011年東北地方太平洋沖地震の気象庁震源位置※3 |

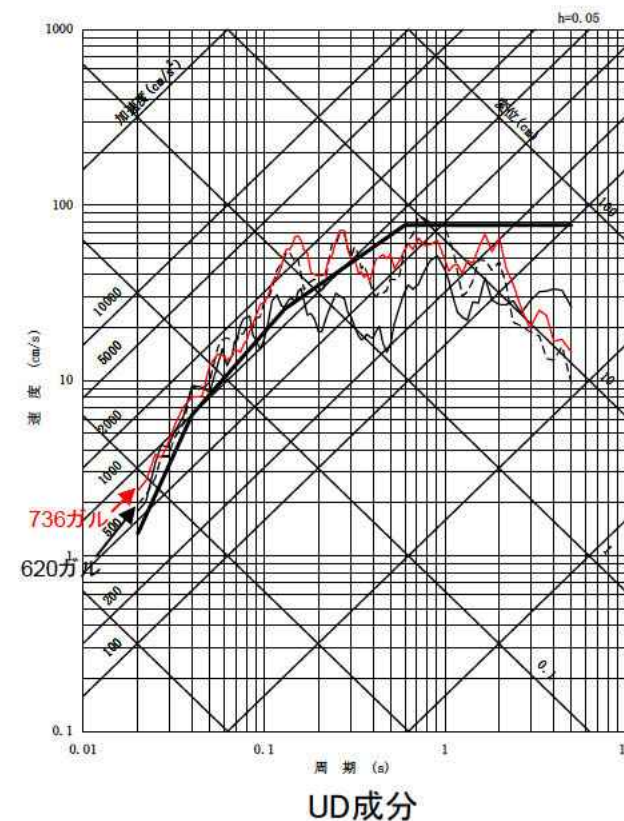
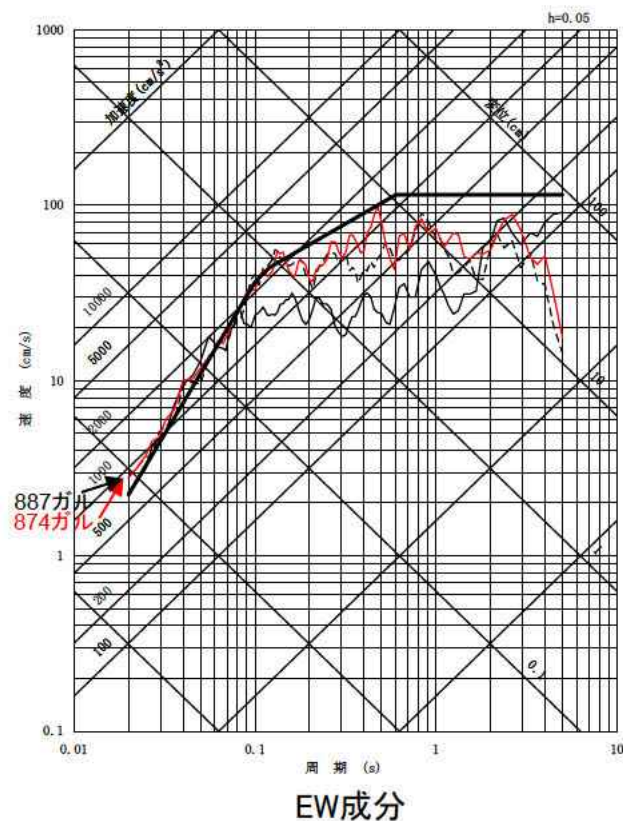
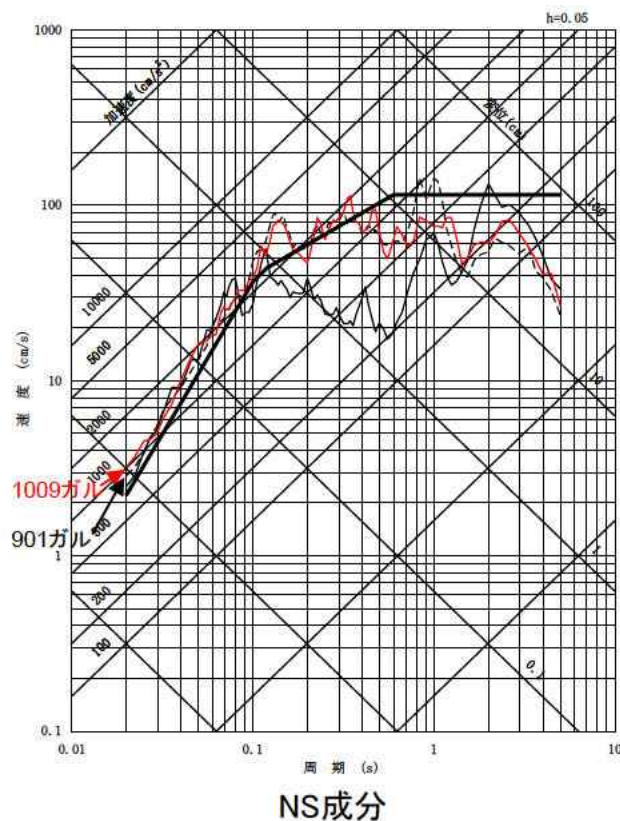
不確かさを考慮して設定するパラメータ
 追加したケース

※1 茨城県沖で発生する地震に対しては大きめの設定となっている。

※2 すべてのSMGAの短周期レベルを1.5倍している。

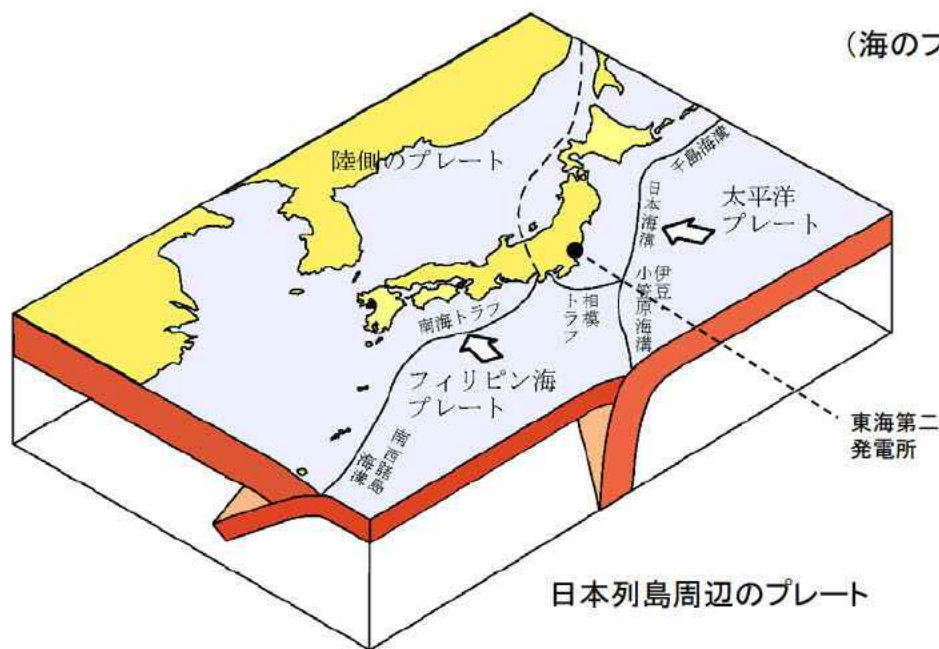
※3 破壊が敷地に向かう位置に設定されている。

■SMGA位置と短周期レベルの不確かさを重畳させたケースは、NS成分で1009Galの地震動評価結果となり、短周期レベルの不確かさを考慮したケース(申請時Ss-2, NS成分で901Gal)を上回った。

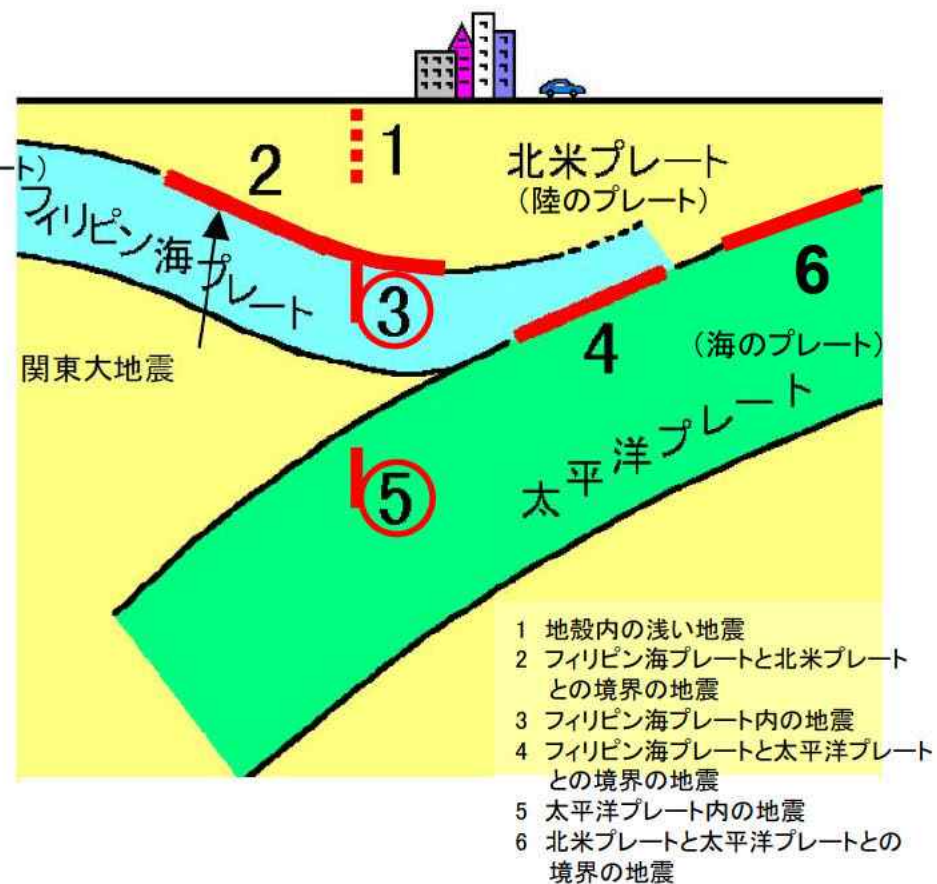


- Ss-D
 - Ss-1
 - Ss-2 短周期レベルの不確かさを考慮(NS:901Gal, EW:887Gal, UD:620Gal)
 - SMGA位置と短周期レベルの不確かさを重畳(NS:1009Gal, EW:874Gal, UD:736Gal)
- プレート間地震

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち 海洋プレート内地震



日本のプレートテクトニクスモデル概念図
(防災科学技術研究所)



南関東地域で発生する地震のタイプ
(中央防災会議に一部加筆)

- 内陸地殻内地震は陸のプレートの内部で発生する地震で、図の1のタイプである。
- プレート間地震は異なるプレートの境界で発生する地震で、図の2, 4, 6のタイプである。
- 海洋プレート内地震は海のプレートの内部で発生する地震で、図の3, 5のタイプである。

概要

■内容

- 検討用地震(敷地に最も大きな影響を与える地震)として、中央防災会議(2004)に基づいた茨城県南部の地震(M7.3)を選定
- 地震動評価ケース
 - ・基本ケース
 - ・不確かさケース 強震動生成域の位置(敷地最短位置に設定)



■ポイント

- 応力降下量など、重要な断層パラメータの妥当性
- 不確かさ考慮の妥当性



■反映事項

- 検討用地震の候補として下記を追加
 - ・太平洋プレート内地震としてM7.3を茨城県沖に設定(地震調査研究推進本部)
 - ・太平洋プレート内地震としてM8.2を海溝寄りに設定(地震調査研究推進本部)
- 検討用地震の地震動評価において中央防災会議(2013)の知見反映(応力降下量が21MPa→62MPaに増大)
- 地震動評価ケースの追加(青字)
 - ・基本ケース
 - ・不確かさケース1 断層傾斜角(基本ケース90度→断層破壊が敷地に向かうよう傾斜)
 - ・不確かさケース2 強震動生成域の位置(敷地最短位置に設定)
 - ・不確かさケース3 応力降下量(基本ケース62MPa→78MPa)
 - ・不確かさケース4 地震規模(基本ケースM7.3→M7.4)

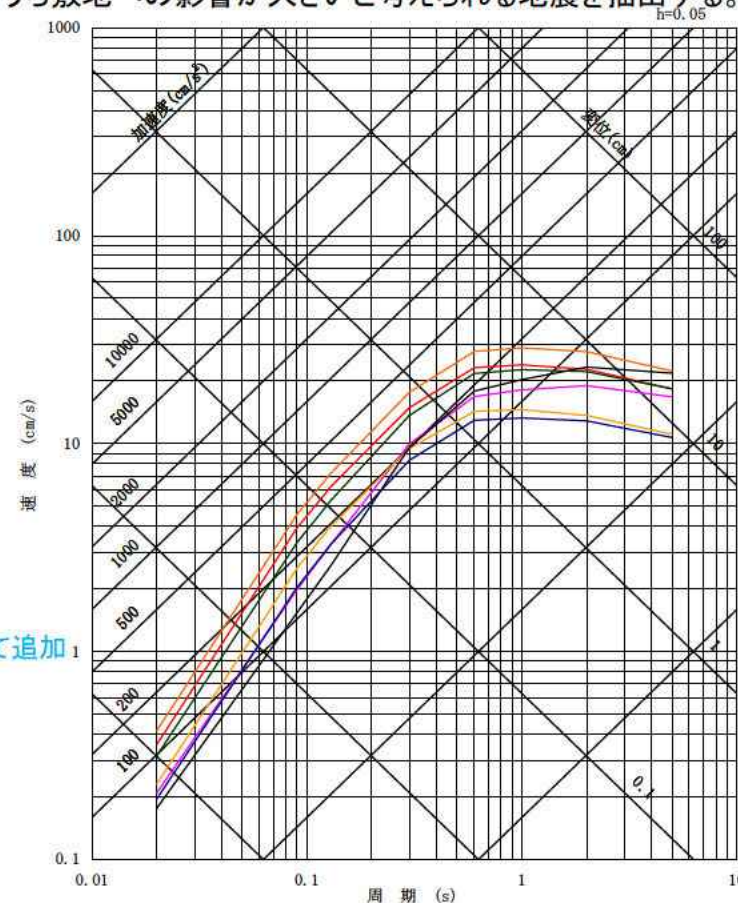
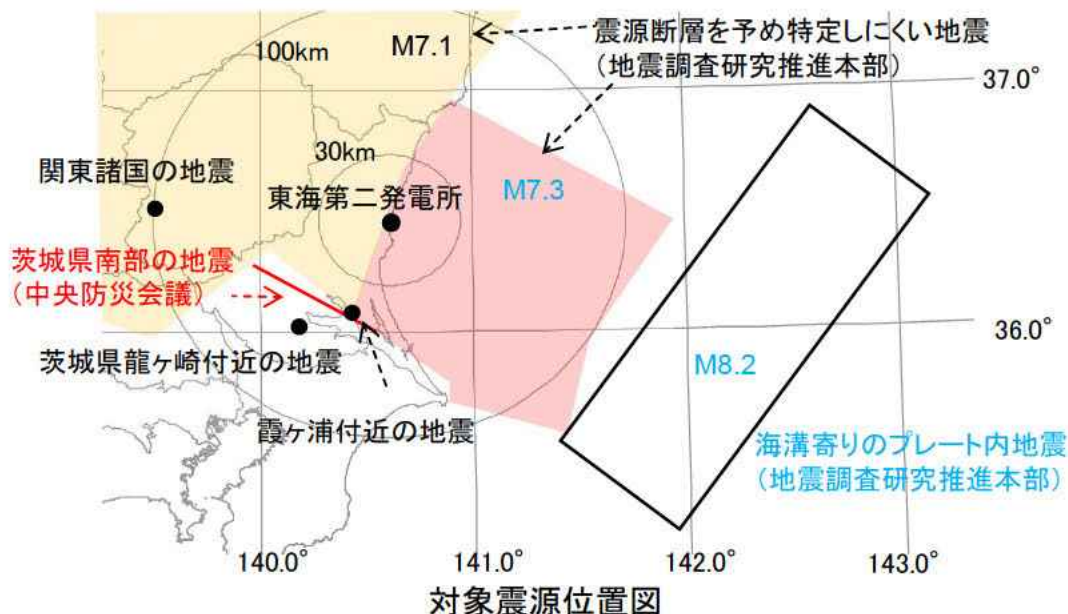
検討用地震の選定

■敷地で震度5程度以上となる過去の被害地震、各機関の想定した海洋プレート内地震のうち敷地への影響が大きいと考えられる地震を抽出する。

| 年月日 | 地名(地震名) | 地震規模 M | 等価震源距離 (km)※1 | プレート | 補正係数※4 |
|------------|-------------------------------------|--------|---------------|--------|--------|
| 818.-.- | 関東諸国の地震 | 7.5 | 123 | フィリピン海 | 考慮 |
| 1895. 1.18 | 霞ヶ浦付近の地震 | 7.2 | 69 | フィリピン海 | 考慮 |
| 1921.12. 8 | 茨城県龍ヶ崎付近の地震 | 7.0 | 74 | フィリピン海 | 考慮 |
| - | 茨城県南部の地震(中央防災会議) | 7.3 | 69 | フィリピン海 | 考慮 |
| - | 震源断層を予め特定しにくい地震(陸域)
(地震調査研究推進本部) | 7.1 | 89※2 | 太平洋 | 考慮 |
| - | 震源断層を予め特定しにくい地震(海域)
(地震調査研究推進本部) | 7.3 | 81※3 | 太平洋 | 考慮 |
| - | 海溝寄りのプレート内地震
(地震調査研究推進本部) | 8.2 | 164 | 太平洋 | |

- ※1 地震カタログによる位置情報やプレート境界等深線等に基づいて算出
- ※2 敷地直下のプレート境界から30km下方に震源を想定して算出
- ※3 敷地からプレート境界最短となる線上でプレート境界から30km下方に震源を想定して算出
- ※4 陸域寄りの場所で発生した海洋プレート内地震による補正係数

審査コメントを踏まえて追加



- 関東諸国の地震, M7.5, Xeq=123km
- 霞ヶ浦付近の地震, M7.2, Xeq=69km
- 茨城県龍ヶ崎付近の地震, M7.0, Xeq=74km
- 茨城県南部の地震(中央防災会議), M7.3, Xeq=69km
- 震源断層を予め特定しにくい地震(地震調査研究推進本部, 陸域), M7.1, Xeq=89km
- 震源断層を予め特定しにくい地震(地震調査研究推進本部, 海域), M7.3, Xeq=81km
- 海溝寄りのプレート内地震(地震調査研究推進本部), M8.2, Xeq=164km

検討用地震としてフィリピン海プレート内地震である茨城県南部の地震(M7.3, 中央防災会議)を選定した。

■基本震源モデルの設定

中央防災会議(2004)「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書で想定されている茨城県南部のフィリピン海プレート内地震を参考に設定する。

地震規模

同報告書に基づき, $M_j 7.3$ とする。

断層面の位置・形状

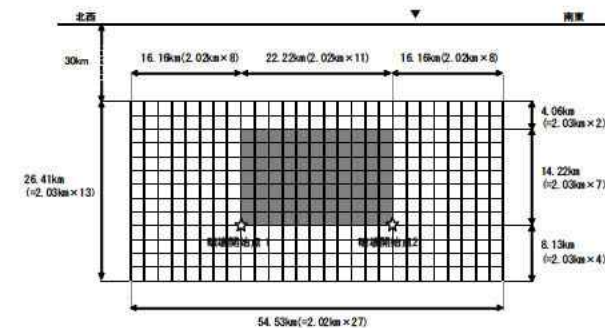
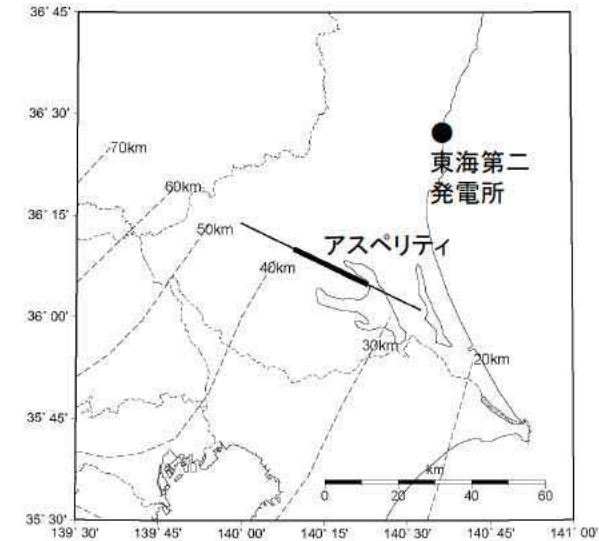
- ・断層位置は, 同報告書の茨城県南部のプレート境界地震の断層面の北端(フィリピン海プレートの敷地に最も近い位置)とした。
- ・断層傾斜角は同報告書を基に90度とした。

断層面の深さ

同報告書(図表集)によるフィリピン海プレートの上面位置となる深さ30kmに設定する。

アスペリティの位置

同報告書(図表集)による東京湾北部直下のプレート内地震のモデルを参考に, 断層の中央に設定する。

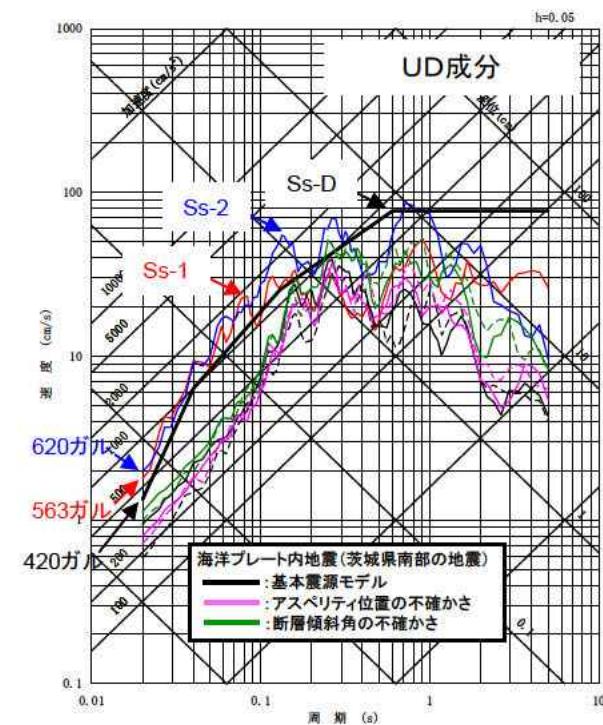
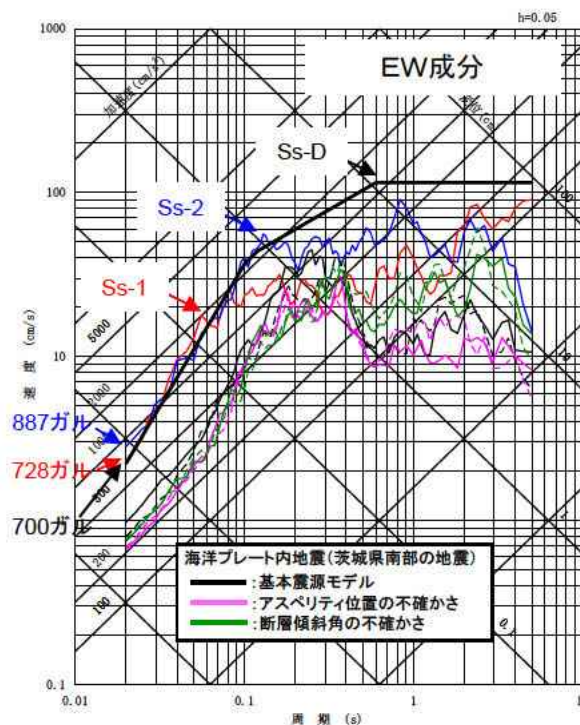
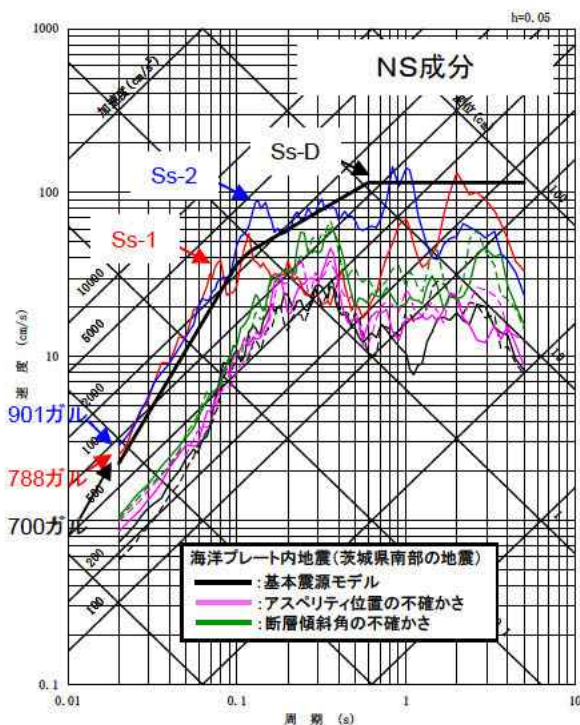


基本震源モデル

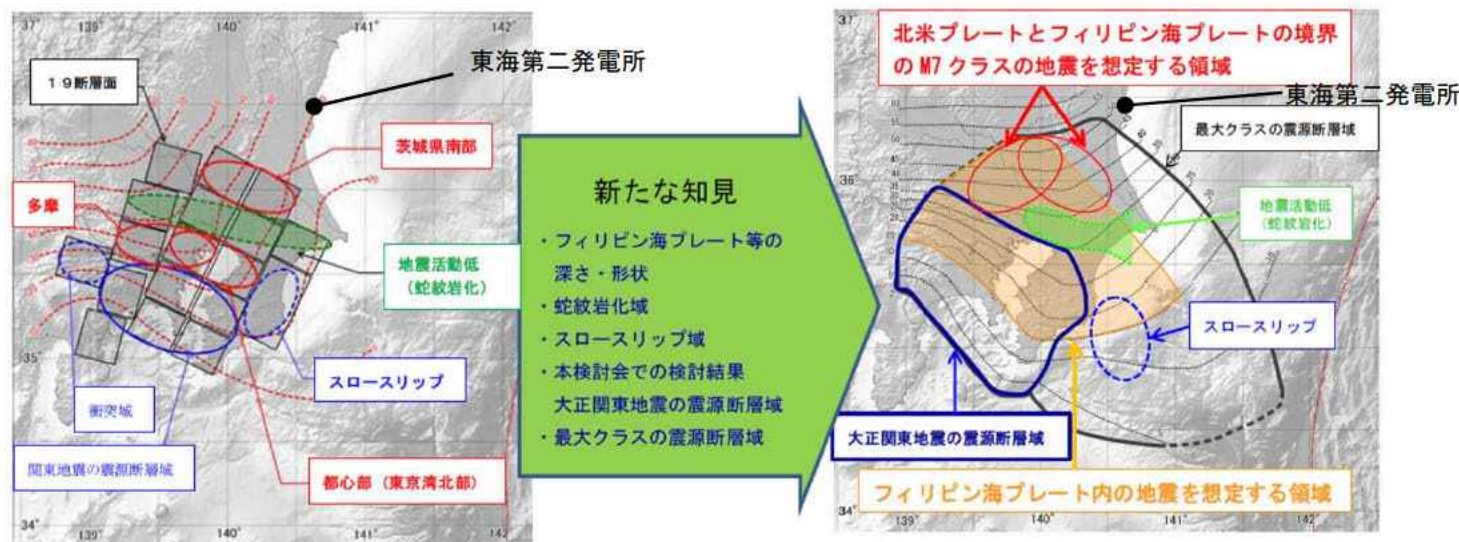
中央防災会議(2004): 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書, 平成16年11月
 中央防災会議(2004): 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」(第12回)地震ワーキンググループ報告書(図表集), 平成16年11月

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 S_s

| 地震発生様式 | 検討用地震 | 地震規模 | 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 | 断層モデルを用いた手法による基準地震動 |
|-----------|-----------------------|-------|---|--|
| 内陸地殻内地震 | F1断層, 北方陸域の断層の運動による地震 | M7.6 | S_s-D_H (700ガル)
S_s-D_V (420ガル)
(すべての検討用地震を包絡させて設定) | S_s-1_{NS} (788ガル)
S_s-1_{EW} (728ガル)
S_s-1_{UD} (563ガル) |
| プレート間地震 | 2011年東北地方太平洋沖地震 | Mw9.0 | | S_s-2_{NS} (901ガル)
S_s-2_{EW} (887ガル)
S_s-2_{UD} (620ガル) |
| 海洋プレート内地震 | 茨城県南部の地震 | M7.3 | | 他の基準地震動に包絡されるため設定していない。 |



■中央防災会議(2013)「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」では、中央防災会議(2004)以降の新たな知見を考慮し、フィリピン海プレートの深さ・形状の見直しや各震源の見直しがされている。



大正関東地震の震源断層域の拡大 ⇒ **プレート境界地震の東京湾北部地震、多摩地震を対象外**
 ⇒ 首都直下の**M7クラスの地震としてフィリピン海プレート内地震を想定**※
 ※前回検討では、フィリピン海プレート内の地震は、その震度分布はプレート境界の地震に震度分布が包含されるとして検討対象外としていた。
 蛇紋岩化の領域の縮小 ⇒ プレート境界型の地震として茨城・埼玉県境地震を追加

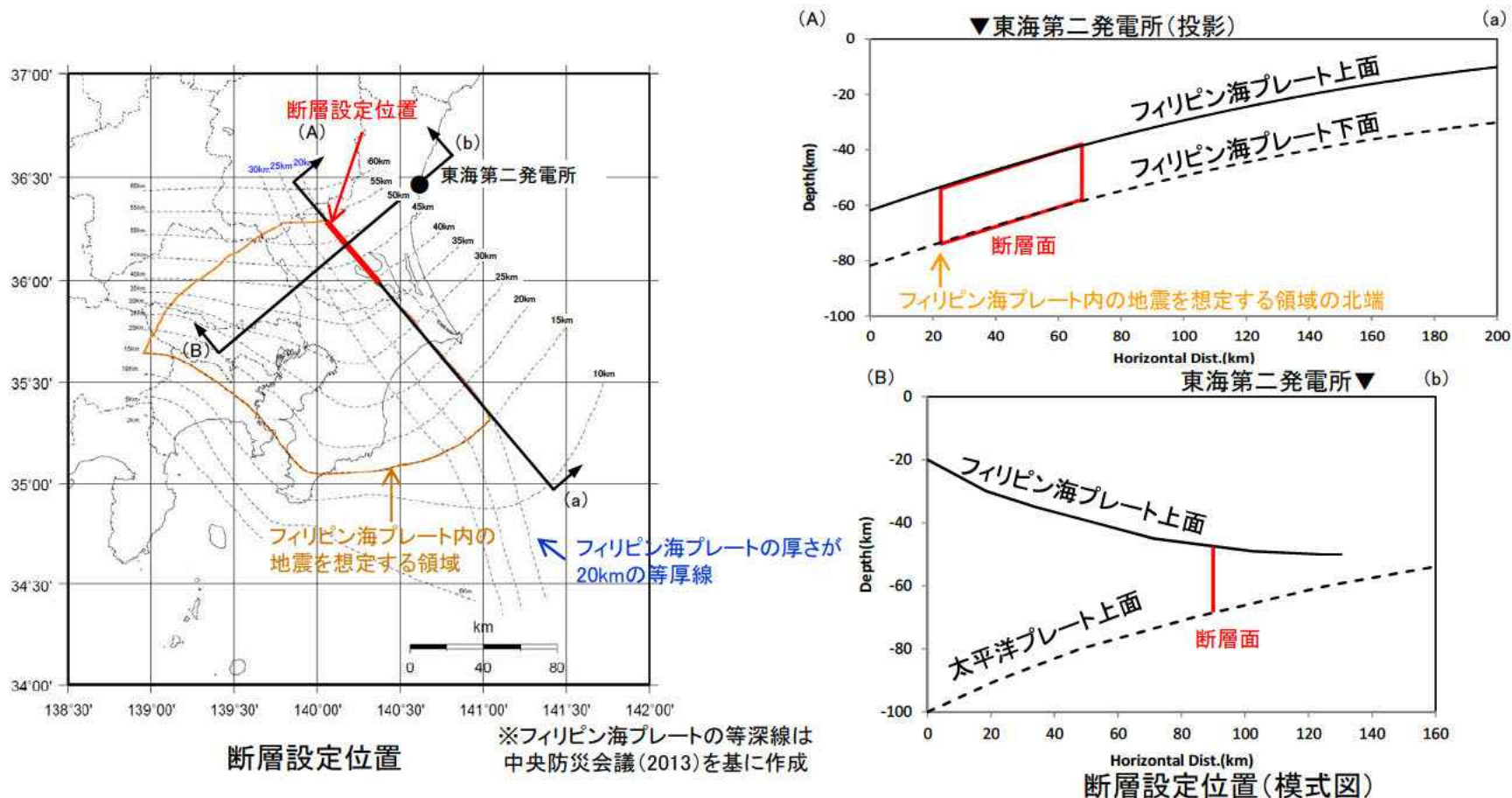
中央防災会議(2013)で新たに考慮された知見

中央防災会議(2013)に一部加筆

中央防災会議(2013):首都直下地震モデル検討会「首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」,平成25年12月

■基本震源モデルの断層面位置・形状

- ・海洋プレート内地震の発生位置については事前情報が乏しいので、断層中心と敷地の投影位置が概ね一致するように配置することを基本とする。
- ・中央防災会議(2013)では、フィリピン海プレート内の地震はプレートの厚さが20km以上となる左図の「フィリピン海プレート内の地震を想定する領域」で発生するとしているため、その範囲に断層面を設定する。
- ・上記に従い、プレートの厚さが20kmの等厚線に沿って断層幅と断層長さの比を概ね1:2とし、傾斜角90度として設定する。
- ・断層位置・形状の設定に際しては、次頁以降に示す長谷川ほか(2013)の知見も参考とする。



中央防災会議(2013)を踏まえた震源モデルの設定について(2/2)

■断層パラメータ(基本震源モデル)

| 項目 | | 設定値 | 設定方法 |
|----------------|-----------------------|----------|---|
| 基準点
(断層北西端) | N(度) | 36.291 | 中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端 |
| | E(度) | 140.06 | |
| 上端深さ | h(km) | 38~54 | フィリピン海プレートの上端位置 |
| 気象庁マグニチュード* | M _j | 7.3 | M _j =M _w |
| モーメントマグニチュード* | M _w | 7.3 | 中央防災会議(2013) |
| 地震モーメント | M ₀ (N・m) | 1.12E+20 | logM ₀ =1.5M _w +9.1 |
| 走向 | θ(度) | 140.7 | 中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域 |
| 傾斜角 | δ(度) | 90 | 中央防災会議(2013) |
| ずれの種類 | — | 右横ずれ | 長谷川ほか(2013) |
| すべり角 | λ(度) | 180 | 長谷川ほか(2013) |
| 平均応力降下量 | Δσ(MPa) | 10.3 | 中央防災会議(2013) |
| 断層面積 | S(km ²) | 900 | 中央防災会議(2013) |
| 長さ | L(km) | 45 | L=S/W |
| 幅 | W(km) | 20 | 中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ |
| 密度 | ρ(g/cm ³) | 2.875 | μ=ρV _s ² |
| せん断波速度 | V _s (km/s) | 4.0 | 佐藤(2003) |
| 剛性率 | μ(N/m ²) | 4.6E+10 | 中央防災会議(2013) |
| 平均すべり量 | D(m) | 2.55 | D=M ₀ /(μS) |
| 破壊伝播速度 | V _r (km/s) | 2.9 | 中央防災会議(2013) |

| 項目 | | 設定値 | 設定方法 | |
|--------|------------|-----------------------------------|----------------------|--|
| アスペリティ | 面積 | S _a (km ²) | 150 | 中央防災会議(2013) |
| | すべり量 | D _a (m) | 5.1 | D _a =2D |
| | 地震モーメント | M _{0a} (N・m) | 3.52E+19 | M _{0a} =μD _a S _a |
| | 応力降下量 | Δσ _a (MPa) | 62 | 中央防災会議(2013) |
| | 短周期レベル(参考) | A(N・m/s ²) | 8.61E+19 | A=4πr _a Δσ _a V _s ² |
| 背景領域 | 面積 | S _b (km ²) | 750 | S _b =S-S _a |
| | すべり量 | D _b (m) | 2.23 | D _b =M _{0b} /(μS _b) |
| | 地震モーメント | M _{0b} (N・m) | 7.7E+19 | M _{0b} =M ₀ -M _{0a} |
| | 実効応力 | Δσ _b (MPa) | 12.4 | Δσ _b =0.2Δσ _a |
| Q値 | | Q | 110f ^{0.69} | 佐藤(1994) |

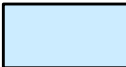
不確かさの考慮について


■ 不確かさの検討の要否を踏まえ、基本震源モデルに対し、地震動評価の観点から影響が大きいと考えられるパラメータに対し不確かさを考慮する。認識論的不確かさについては単独で考慮し、偶然的不確かさについては重畳させて考慮する。

| 評価ケース | 認識論的不確かさ | | | 偶然的不確かさ | | |
|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| | 地震規模 | 断層傾斜角 | 応力降下量 | アスペリティ位置 | 震源位置※2 | 破壊開始点 |
| 基本震源モデル | 中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1 | 中央防災会議(2013)に基づき90度に設定 | 中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定 | 海洋性マントルの最上部に配置 | フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地から十分近い位置 | アスペリティ下端に複数設定 |
| 断層傾斜角の不確かさ | 中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1 | 敷地へ向く傾斜角37度に設定 | 中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定 | 海洋性マントルの最上部に配置 | フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地から十分近い位置 | アスペリティ下端に複数設定 |
| アスペリティ位置の不確かさ | 中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1 | 中央防災会議(2013)に基づき90度に設定 | 中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定 | 断層上端に設定 | フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地から十分近い位置 | アスペリティ下端に複数設定 |
| 応力降下量の不確かさ(笹谷ほか(2006)に基づく) | 中央防災会議(2013)で想定されている最大規模である Mw7.3※1 | 中央防災会議(2013)に基づき90度に設定 | 77.59MPaに設定 | 海洋性マントルの最上部に配置 | フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地から十分近い位置 | アスペリティ下端に複数設定 |
| 地震規模の不確かさ | 2004年紀伊半島南東沖地震を参考にMw7.4 | 中央防災会議(2013)に基づき90度に設定 | 中央防災会議(2013)に基づき62MPa※1に設定 | 海洋性マントルの最上部に配置 | フィリピン海プレート内の地震を想定する領域のうち敷地から十分近い位置 | アスペリティ下端に複数設定 |

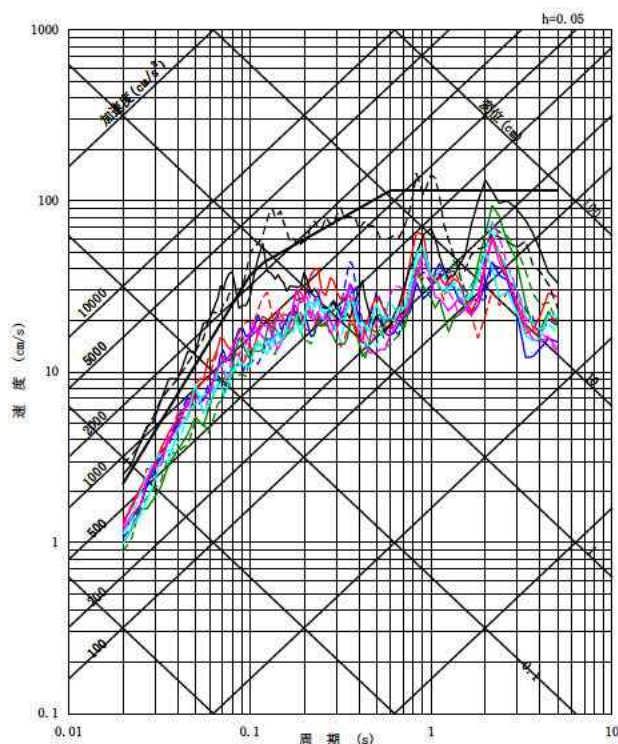
※1 地震規模、アスペリティの応力降下量については、1855年安政江戸地震の最大震度を再現する強震断層モデル(それぞれMw7.2, 52MPa)に2割程度の大きな地震を想定し、それぞれMw7.3, 62MPaとしている。

※2 震源位置を敷地に十分近く設定することにより、予め不確かさを考慮した。また、震源域付近のフィリピン海プレートの厚さを考慮し、断層上端をプレート上面に合わせて設定した。

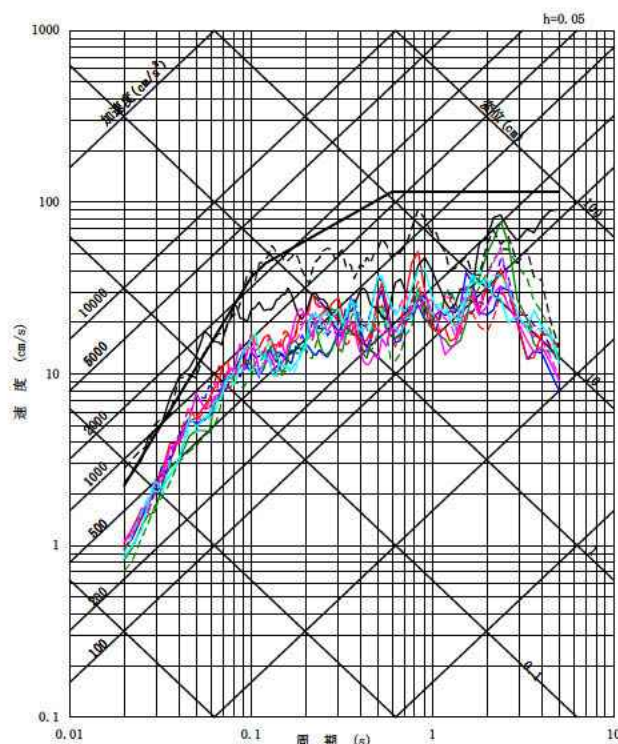
 基本震源モデルの設定の段階で予め不確かさを考慮するパラメータ

 不確かさを考慮して設定するパラメータ

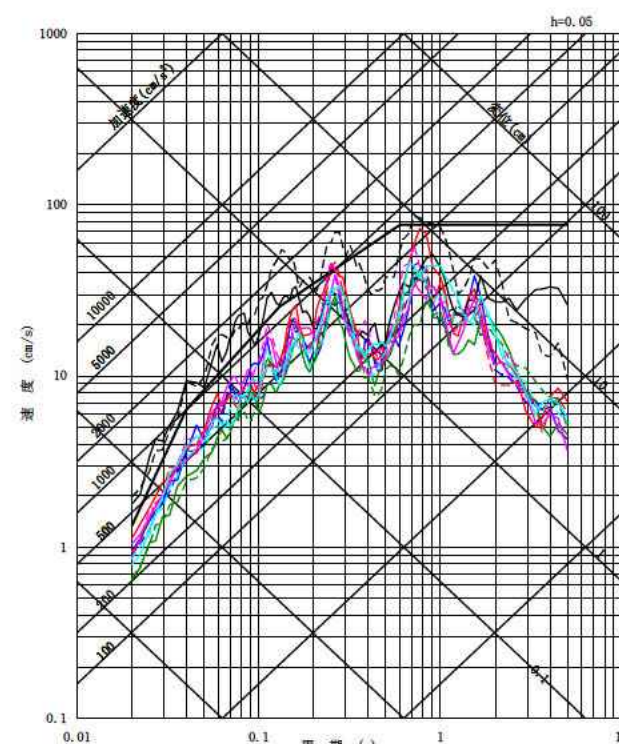
■茨城県南部の地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価は、基準地震動 S_s に包絡される結果となった。



NS成分



EW成分



UD成分

- 基本震源モデル
- 断層傾斜角の不確かさを考慮したケース
- アスベリティ位置の不確かさを考慮したケース
- 応力降下量の不確かさを考慮したケース
- 地震規模の不確かさを考慮したケース

〔実線:破壊開始点1
破線:破壊開始点2〕

- S_s -D(応答スペクトルに基づく手法による各評価結果を包絡し策定)
- S_s -1(F1断層, 北方陸域の断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさを考慮))
- S_s -2(2011年東北地方太平洋沖地震(短周期レベルの不確かさを考慮))

※基準地震動 S_s は設置変更許可申請時のものを記載している。