

平成31年(ラ)第48号

抗告人

相手方 四国電力株式会社

令和元年 10月 15日

即時抗告準備書面 (6)

広島高等裁判所第4部 御中

相手方訴訟代理人弁護士 田代



同弁護士 松繁



同弁護士 川本 賢



同弁護士 水野 絵里奈



同弁護士 河本 豊彦



同弁護士 井家 武男



目 次

第1 地震動評価について	1
1 耐震設計における基準地震動 S_s の位置づけ等について	1
(1) 耐震設計の基本的な考え方について	2
(2) 地域特性を踏まえた保守的な基準地震動 S_s の策定について	2
(3) 耐震安全性の保守的な評価について	9
2 北傾斜を基本ケースとした評価を行う必要がないことについて	14
(1) 長期評価は震源断層が鉛直とする見解を否定しておらず、震源断層を鉛直とする評価の合理性は失われていないこと ...	15
(2) 北傾斜を基本とすれば、むしろ非保守的な評価となることについて	18
(3) 原子力規制委員会の了承を受けていること	24
(4) 仮に北傾斜を基本ケースとして応力降下量 1.5 倍の不確さを考慮したとしても、本件 3 号機の耐震安全性に問題を生じるものではないことについて	25
(5) 小括	28
3 佐田岬半島北岸部の活断層の有無について	28
(1) 伊予灘における断層運動の変遷について	29
(2) 佐田岬半島北岸部の調査について	31
(3) 長期評価の記載について	51

(4) 震源断層が北傾斜であっても佐田岬半島北岸部に活断層は生じないと考えられること	53
(5) その他早坂康隆氏のプレゼンテーションの内容について	54
(6) 活断層が敷地に極めて近い場合の評価が必要ないことについて	58
4 本件発電所がダメージゾーンに位置するとの主張について	62
(1) 本件 3 号機基礎地盤の地すべりに対する安定性について	65
(2) 基準地震動 S s による地震力に対する本件 3 号機の周辺斜面の安定性	77
(3) 小括	83
第 2 火山評価について	84
1 現在の火山学の知見において、巨大噴火の可能性が十分小さいことを確認することは可能であること	84
(1) 火山学的な調査手法	84
(2) 相手方の評価	86
(3) 抗告人らの主張について	89
2 火山事象による危険性に関して、抗告人らは、保全の必要性があることを疎明できていないこと	100

別図 1 ~ 別図 3

相手方は、令和元年9月11日に開かれた本件仮処分の第1回審尋（以下、単に「第1回審尋」という。）を踏まえて、以下のとおり、主張を補充する。

第1 地震動評価について

1 耐震設計における基準地震動 S_s の位置づけ等について

抗告人らは、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて、中央構造線断層帶の震源断層が中角度の北傾斜である不確かさと応力降下量¹を通常の1.5倍とする不確かさとを重畠評価した場合や、佐田岬半島北岸部に活断層が存在するとして評価をした場合には、現在相手方が策定している基準地震動 S_s を上回る評価になる可能性がある旨を主張したが、従前の相手方準備書面等において主張し、また、第1回審尋におけるプレゼンテーション（乙479）において相手方が説明したとおり、そもそもそれらの評価は必要なく、基準地震動 S_s を上回る評価になるとする抗告人の主張は前提において失当である。

この点については、後記2及び3において詳述することとするが、まず、それに先立ち、そもそも原子力発電所の耐震設計において基準地震動 S_s がどのような位置づけのものであるかを含めた基準地震動 S_s に基づく原子力発電所の耐震設計の全体像、具体的には、本件3号機の基準地震動 S_s は多くの保守性を確保して設定されたものであること及び耐震安全性評価における保守性の積み重ねにより十分な耐震安全余裕が確保されていることについて説明する。

1 震源断層面上における地震発生直前の応力と地震発生直後の応力との差を指す。地震は、岩盤に蓄積されていた応力が、震源断层面がずれるエネルギーとなって解放されるものであるため、岩盤に応力を蓄積しやすい、すなわち、岩盤がずれに耐える力が強いほど蓄積される応力も大きくなり、応力降下量も大きくなりやすい。

(1) 耐震設計の基本的な考え方について

本件 3 号機も含めた原子力発電所の耐震設計の流れを大きく分けると、次の 2 つが挙げられる。これら 2 つの段階のそれぞれにおいて適切な考慮が行われることによって原子力発電所は高い耐震安全性を確保している。(乙 237, 乙 238)

- ① 原子力発電所の立地する敷地の「地域特性」を十分に把握し、「保守性」を踏まえて基準地震動 S_s を策定すること
- ② その基準地震動 S_s を基に、「耐震安全性」を「保守的」に評価すること

(2) 地域特性を踏まえた保守的な基準地震動 S_s の策定について

ア 基準地震動 S_s の策定における基本方針

上記(1)の①の基準地震動 S_s の策定にあたっては、大きく分けて、⑦「十分な調査で地域特性を知る」, ①「信頼性の高い手法を用いて保守的に評価する」という 2 つの基本方針がある。

まず、⑦「十分な調査で地域特性を知る」とは、基準地震動 S_s を策定する対象地点、すなわち、本件発電所の敷地周辺の「地域特性」を詳しく知ること、具体的には、本件発電所の敷地地盤に地震動を特異に増幅させるような要因がないかを確認することや地震動評価を行う対象となる震源断層の性状を正確に見定めることである。次に、①「信頼性の高い手法を用いて保守的に評価する」とは、詳細に把握した「地域特性」を踏まえて、適切な地震動評価手法を選択し、さらに不確かさを考慮して保守的に地震動評価を行うということである。ここでは、評価手法として信頼性の高いものを適切に選択し採用すること、そして、基準地震動 S_s が原子力発電所という高い安全性の求められ

る施設の耐震設計に用いられるものであることに鑑みて、様々な不確かさを考慮して保守性を持たせること、すなわち、自然現象の不確実さが拭えない点については、保守的な地震動が算定されるよう様々な配慮をすることが重要となる。（乙237、乙238）

イ 相手方による本件発電所の地震動評価について

相手方が、敷地周辺の地域特性を詳細な調査によって適切に把握した上で基準地震動 S s を適切に策定していることは、原審答弁書をはじめとしてこれまでに詳細に主張してきたとおりであるが、改めて概要を述べると、以下のとおりである。

(ア) 検討用地震の選定

まず、相手方は、敷地周辺における過去の被害地震から、規模、位置等に関する最新の知見を基に、本件発電所敷地に影響を及ぼすと考えられる地震を選定し、これらの地震に、国の機関等による知見、活断層の分布状況から敷地周辺に想定した地震を加え、地震発生様式ごとに整理・分類して、検討用地震を選定した。具体的には、プレート間地震については内閣府検討会による南海トラフの巨大地震を、内陸地殻内地震については中央構造線断層帯による地震を、海洋プレート内地震については1649年安芸・伊予の地震をそれぞれ抽出した。（原審答弁書「債務者の主張」第7の2(3)イ（ア）～（イ）（125～147頁））

(イ) 地下構造の把握

次に、地震動評価においては、当該地点における地域特性を十分に把握することが不可欠であるところ、相手方は、本件発電所敷地地盤の地下構造が、地震動を增幅させる特異な性質のない良質な地

盤であることを確認するため、本件発電所の地下構造について調査・検討した。具体的には、平成22年から実施した地下2kmにも及ぶ深部ボーリングの結果等も活用しながら詳細に本件発電所の地下構造を調査した結果として、本件発電所の地下構造が成層かつ均質な速度構造を有するものであり、地震動を增幅させる特異な性質のない地盤であることを確認した。（原審答弁書「債務者の主張」第7の2(3)（ウ）（147～153頁））

この点については、2014年3月14日伊予灘地震の際に実際に観測された地震波を解析した結果からも、本件発電所の地盤は、地震動を特異に増幅させるものではなく、むしろ地震動を減衰させる特性を有する堅硬な地盤であることが明らかになっている（乙237（35頁））。

(ウ) 中央構造線断層帯の地震に係る地震動評価

上記（ア）で述べた検討用地震の中でも特に敷地への影響が大きいと考えられる中央構造線断層帯による地震については、原審債務者準備書面（3）第2（21頁以下）で主張したとおり、断層位置、断層長さ、断層傾斜角、断層幅等について様々な調査手法による詳細な調査を行った上で、なるべく保守的な評価（安全側の評価）となるよう、震源断層パラメータを設定した。なお、早坂康隆氏は、本件発電所の敷地沖合い約8kmにある活断層群が副次的なものである旨（「偽物の活断層」である旨）を述べたが（乙480（8頁）），原審債務者準備書面（3）第2の1（22頁以下）で述べたとおり、基本的に「活断層」とは震源断層の活動の痕跡として地表に現れたものを指すため、本件発電所の敷地沖合い約8kmにある活断層群は「偽

物の活断層」ではないし、仮に早坂康隆氏が「活断層」を震源断層の意味で用いており、沖合い約8kmにある活断層群から直ちに震源断層の傾斜角を判断できない旨を述べているのだとしても、原審債務者準備書面(3)第2の1(22頁以下)で述べたとおり、相手方としても、活断層と震源断層とを正確に区別した上で、地下深部に存在する震源断層を調査対象としている(本件発電所の敷地沖合い約8kmにある活断層群を震源断層と考えているわけではない)ため、相手方の評価は何ら問題ないことを付言しておく。

そして、相手方は、地震動評価に用いる地震動評価手法についても、原審債務者準備書面(3)の補充書(1)第1の3(2)(51頁以下)で主張したとおり、それぞれの経験式が十分な信頼性を有していることを適切に確認した上で地震動評価に用いている。

さらに、相手方は、原審債務者準備書面(3)第1の2(1)イ(ア)(8頁以下)で主張したとおり、不確かさを考慮することにより評価の保守性を確保している。すなわち、相手方は、不確かさの考慮にあたって、地震動評価における各種の不確かさの分類・分析を行い、地震発生時の環境に左右される偶然的な不確かさ(破壊開始点)及び事前に平均的なモデル(信頼性の高いモデル)を特定することが困難な不確かさ(断層長さ(運動), アスペリティ深さ等)についてあらかじめ基本震源モデルに織り込むこととした。具体的には、基本震源モデルの設定において、隣り合う活動セグメントとの運動、アスペリティ深さ等の不確かさをあらかじめ織り込んだ(乙36(20~24頁))。隣り合う活動セグメントとの運動については、最大規模を想定するとの観点から、①敷地前面海域の断層群を含む中央

構造線断層帯（約360km）と九州側の別府一万年山断層帯とが全区間（約480km）において運動するケースを基本とし、部分破壊の場合も想定して、②四国西部の区間（約130km）で運動するケース及び③敷地前面海域の断層群（約54km）単独で活動するケースについてもすべて基本震源モデルと位置付けて解析を行うこととした（乙13（6-5-31頁），乙36（36～37頁））。また、アスペリティ深さについては、浅く敷地に近い方が地震動が大きくなることから、保守的な評価となるようすべてのアスペリティを断層上端に固定している。通常、複数のアスペリティがすべて断層上端に存在することは考え難いことから（例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下「地震本部」という。）の中央構造線断層帯の震源断層モデル（乙443（224頁，227頁））においてもアスペリティは断層上端には配置されていない。），相手方がアスペリティをすべて断層上端に設定したことにより大きな不確かさを考慮した保守的な震源断層モデルとなっている。一方、事前の調査、経験式等によって平均的なモデルを特定することが可能な不確かさ、すなわち、①応力降下量、②地質境界断層の傾斜角（北傾斜）、③断層傾斜角（南傾斜）、④破壊伝播速度及び⑤アスペリティの平面位置については、基本震源モデルに重畳させる不確かさ、換言すれば独立した不確かさとして考慮することとした。（乙36（20～24頁，37頁））

以上のとおり、相手方は、基本震源モデルを設定する段階で、既に破壊開始点、断層長さ、アスペリティ深さ等については地震動が大きくなる方向にすべて重畳させており、基本震源モデル自体が十分

に保守的なものになっている。そして、その上で、一定の性状を評価できた場合についてもその評価結果に不確実さを伴っているかもしれないことを勘案して、事前の調査、経験式等によって平均的なモデルを特定することが可能な不確かさ、すなわち、①応力降下量、②地質境界断層の傾斜角（北傾斜）、③断層傾斜角（南傾斜）、④破壊伝播速度及び⑤アスペリティの平面位置については、独立した不確かさとして考慮している。以上のような不確かさの考慮の結果として、相手方による地震動評価全体としては、大きな保守性が確保されている。

ウ 相手方が通説的見解にのみ依拠した評価をしているとの抗告人らの主張について

抗告人らは、相手方の地震動評価の合理性が通説的見解のみに依拠したものであって、科学的知見の不確かさを十分に考慮できていないかのように主張する（令和元年9月9日付け「抗告理由書1－補充書1」第6（28頁以下））。

しかしながら、上記のとおり、相手方は基本震源モデルの設定や独立した不確かさの考慮において、各種の知見を保守的に考慮しており、抗告人らの主張には理由がない。

具体的に相手方の評価が通説的な見解のみに依拠したものではなく十分な保守性を確保していることの例を挙げると、まず、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて相手方が示したとおり、中央構造線断層帯のような長大な断層については、一般的には複数の活動区間に分かれて活動すると考えられるところ（乙479（15頁）），相手方は、最も保守的に、中央構造線断層帯のすべてが連動すると想定

し、さらに、中央構造線断層帯の長期評価では中央構造線断層帯の一部とされていない区間についてまで連動すると想定した保守的な評価をしている（乙479（46頁））。

次に、地震を発生させる震源断層は、一般的に地下数km以深の深いところにある。この点については、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて早坂康隆氏も述べていたところであるし（乙480（6頁）），原審債務者準備書面（3）の補充書（4）の図3（15頁）に示したとおり、地震本部が想定する中央構造線断層帯の震源断層モデルにおいても地下4km以深に震源断層が設定されている（乙443（224頁，227頁））。震源断層上端が浅い方が、震源断層面が本件発電所敷地に近くなるため保守的な評価になるところ、相手方は、原審債務者準備書面（3）第2の5（41頁以下）で述べたとおり、領家花こう岩類と三波川变成岩類とが接合する地点の深さが浅くとも地下2km以深と考えられることを踏まえて、最も保守的に、地下2km以深を震源断層として評価している。

次に、上記イ（ウ）でも述べたとおり、複数存在するアスペリティがすべて断層上端に存在するというのは考え難く、乙443のとおり、地震本部が想定する中央構造線断層帯の震源断層モデルにおいてもアスペリティは震源断層面の中間あたりに配置されている。にもかかわらず、相手方は保守的にこれらのアスペリティがすべて断層上端に存在するものと評価しており、一般的なアスペリティ深さのモデル設定よりも保守的な評価をしている。

さらに、相手方は、中央構造線断層帯の長期評価が改訂される以前から、震源断層が北傾斜している可能性を織り込んだ評価をしてきた

のであるから、通説的見解のみに依拠していないことは明らかである。

(なお、後記2で述べるとおり、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角については、今も両論併記の状況であって北傾斜が通説とはなっていない。)

以上のとおり、相手方は、通説的ではなくとも科学的に一定の合理性を有する知見については、保守的にそれらの知見を考慮した上で地震動評価を行っており、相手方の評価が通説的見解のみに依拠しているかのような抗告人らの主張には理由がない。

工 小括

上記のとおり、基準地震動 S s の策定過程においては多種多様な保守性が確保されることにより、策定された基準地震動 S s は十分に保守的なものとなっている。

(3) 耐震安全性の保守的な評価について

上記(2)のとおり保守的に策定した基準地震動 S s は耐震設計のスタートラインとして重要であるが、耐震性能の限界を示すものでは全くない。すなわち、基準地震動 S s の策定に続く耐震設計（上記(1)の②の考慮）において耐震安全余裕が確保されるため、最終的な原子力発電所の設備としては、より大きな耐震性能を有することとなるのである（乙238（2～3頁））。

ア 安全余裕の確保について

相手方が、適切な安全余裕を確保しながら基準地震動 S s に基づく耐震設計を行っていることは、基本的には、原審答弁書「債務者の主張」第7の2(4)ウ（205頁以下）や原審債務者準備書面（3）の補充書（1）第6（220頁以下）で主張したとおりである。以下、改めて

説明する。

(ア) 評価基準値の設定

まず、耐震設計時の判定の基準となる評価基準値（計算により算定した評価値がある基準値を満足していれば耐震設計上問題ないと判定するその基準値のこと）は、設備の限界値として設定しているものでは決してなく、設備が機能喪失する限界値の2分の1～3分の2に設定することで十分な余裕を確保している（乙481（7～8頁）、乙238（3頁））。したがって、評価基準値を設定する時点で、大きな安全余裕が生み出されることになる。例えば、本件3号機の建物・構築物に係る耐震安全性評価において、鉄筋コンクリート造耐震壁の評価基準値は、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1）に基づき、終局せん断ひずみ（ 4.0×10^{-3} ）に対して、2倍の余裕を持たせて、より厳しい値となる 2.0×10^{-3} （高さ10mの耐震壁について変形が2cm）と設定している（乙68）。

(イ) 評価値の算定

次に、評価値を算定する際には、計算結果が保守的となるよう計算条件を設定している。例えば、機器・配管系の耐震安全性評価では、機器・配管系を設置している各階床の揺れ（床応答波）を用いるが（原審答弁書「債務者の主張」第7の2(4)イ(イ)b（194頁以下）），評価に用いる床応答波から応答スペクトル（設計用床応答スペクトル）を作成する際には、得られた床応答スペクトルをそのまま用いるわけではなく、周期軸方向に±10%拡幅することにより余裕を与えて設定する（図1、乙67）。これにより、幅広い周期帯

で大きな応答加速度を考慮することになるため、耐震安全上の余裕が生じる。

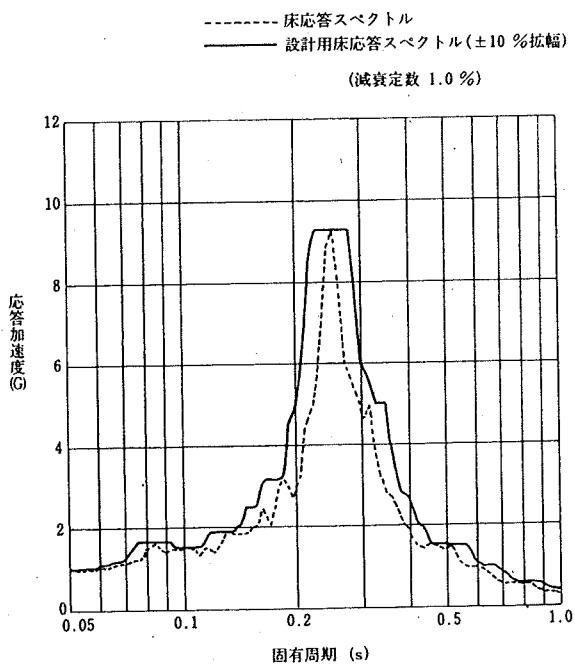


図1 設計用床応答スペクトルの例

また、施設に生じる応力を解析するにあたり、モデルに入力する施設の各位置に対する地震力について、地震応答解析から求められた動的地震力の最大値を静的地震力として用いることで、大きな評価値が算定され、余裕が生じる。すなわち、「動的地震力の最大値を静的地震力として用いる」とは、実際の地震力は、時々刻々と変化する動的地震力であるにもかかわらず、これを静的に用いることを意味しており、この結果、実際には構造物にほんの一瞬作用するだけの動的地震力の最大値が変化せず一定の力で作用し続けると仮定することにより、大きな評価値が算定されることとなるため、安全側

の余裕を生じさせることとなるのである。

(ウ) 設計時の余裕

耐震設計を行う際、基準地震動 S_s を用いて解析を行い、その解析において算定された評価値を基に設計を行うことになるが、その際、設計上の評価値と評価基準値とをぴたりと一致するように設計するのではなく（それ自体困難である。），評価値が評価基準値を十分下回るよう設計する。したがって、評価値と評価基準値との間には必ず差が生じることになり、この差は耐震安全上の余裕となる。

(エ) 地震動以外の算定条件からの余裕

原子力発電所は、地震動の影響のみではなく、自重、内圧及び熱荷重に加え、事故時の荷重に対する強度設計、放射線防護の観点から行われる遮へい設計、回転機器の振動防止対策等の様々な要素を考慮した上で、厳しい条件を満足するように余裕をもった設計を行っている（乙24（8-1-7頁、8-11-1頁））。例えば、内部の圧力等であれば、通常の運転状態だけでなく異常が発生して高温・高圧になった状態で生じる、いわば異常な負荷を計算して、これに耐えられるよう設計している。つまり、設計において想定する合計負荷は、基準地震動 S_s だけによるものよりも大幅に積み増されているのである。

(オ) 小括

このように、本件3号機を含む原子力発電所の耐震設計は、基準地震動 S_s をスタートラインとしつつも、最終的な仕上がりとしては、基準地震動 S_s により設備に生じると考えられる負荷よりも相当大きな負荷にも耐えられるよう設計している。すなわち、①地震

動によって現実に設備等に働く力と評価値との間の余裕（計算条件の余裕。上記（イ）），②評価値と評価基準値との間の余裕（上記（ウ）），③評価基準値と機能維持限界値との間の余裕（上記（ア））が生じているし、そもそも、設計において想定する合計負荷は、地震動以外の条件についても厳しい条件を重畠させているため、基準地震動 S_s だけによるものよりも大幅に積み増されている（上記（エ））。そのため、基準地震動 S_s を超えれば直ちに原子力発電所が危機的な状況に陥るというものでは決してない。換言すれば、基準地震動 S_s は耐震設計において重要な指標となるものではあるが、実際の原子力発電所施設の耐震性能はそれよりも大幅に上回るように設定されているということである（図2参照）。

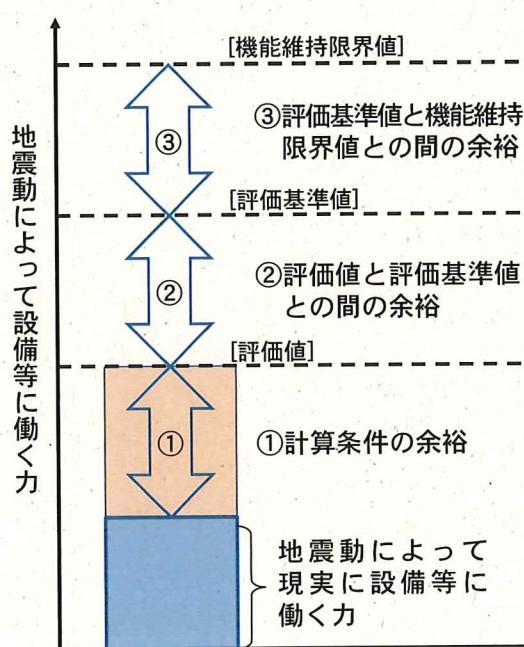


図2 耐震設計上の様々な余裕

イ 耐震安全余裕が存在することの証拠

原子力発電所の設計上、必然的に相当程度の耐震安全余裕が確保されることは、原子力規制委員会も「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について」において述べているとおりである(乙450(281頁以下))。

そして、実際、2011年東北地方太平洋沖地震の際の福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所及び女川原子力発電所では、基準地震動S sをやや上回る地震動を観測したものの、地震動による損傷はなかった(なお、原審債務者準備書面(2)の補充書(1)第2の1(2)(13頁以下)で述べたとおり、福島第一原子力発電所について地震動による損傷がないというのは国際的なコンセンサスが得られていると考えるのが妥当である(乙210(44頁))。また、当時の基準地震動を大幅に上回る地震動を観測した2007年新潟県中越沖地震の際の柏崎刈羽原子力発電所においても、地震動による損傷はなく、その理由については安全余裕の確保が適切になされていることに起因するとIAEAによって評価されている(乙71)。

さらに、原子力発電所において、このような耐震安全余裕が実際に存在することは、原審答弁書「債務者の主張」第7の2(4)ウ(オ)b(211~212頁)で述べたとおり、財団法人原子力発電技術機構(当時)による実験によっても実証されている(乙69、乙70)。

2 北傾斜を基本ケースとした評価を行う必要がないことについて

即時抗告準備書面(3)第2(5頁以下)等でこれまで詳細に主張してきたとおり、相手方は、中央構造線断層帯の長期評価が、平成29年12月に中央構造線断層帯の震源断層が北傾斜である可能性が高いという見解を公

表する以前から、中央構造線断層帯の震源断層が北傾斜であるとする見解に一定の合理性があることを踏まえ、中央構造線断層帯の地震動評価においては、中央構造線断層帯の震源断層が北傾斜している可能性を適切に考慮した評価を行っており、中央構造線断層帯の長期評価の改訂を踏まえても、従来の相手方による地震動評価の合理性は何ら損なわれるものではない。

また、原決定も認定するとおり、北傾斜の不確かさと応力降下量を通常の1.5倍する不確かさとを重畠して評価することは、中央構造線断層帯の長期評価が震源断層を北傾斜とする根拠に鑑みて矛盾をはらむことになるため不合理であり、その結果、北傾斜を基本ケースとすることにより、むしろ非保守的な（地震動が小さめになる）評価になるため、その点からしても、鉛直を基本ケースとする相手方の評価が妥当である。

以上について改めて述べると、次のとおりである。

(1) 長期評価は震源断層が鉛直とする見解を否定しておらず、震源断層を鉛直とする評価の合理性は失われていないこと

まず、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて相手方が説明したとおり（乙479（44頁）），中央構造線断層帯の長期評価は中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角について、北傾斜と鉛直との両論併記となっている（乙343（33頁））。

また、相手方によるアトリビュート解析²の結果や文部科学省・京都大

2 地震探査データからアトリビュート（地震波形の振幅、卓越周波数など地震波形に対して何らかの数学的な変換を適用して得られる数値）を用いて地中の物性などを推定する解析のことをいう。用いるアトリビュートには、エンベロープ（波形の包絡線で位相情報（位相とは周期的に繰り返される現象の時間情報のこと）を含まない振幅。反射強度の強い面が強調される。）、瞬間位相（振幅情報を含まない位相。振幅の小さい反射面の連続性の追跡に有効とされる。）などがある。

学による「別府一万年山断層帯（大分平野－由布院断層帯東部）における重点的な調査観測」（乙345。以下「別府重点」という。）の評価の例も踏まえれば、中央構造線断層帯の長期評価が震源断層の傾斜角を北傾斜の可能性が高いと判断した根拠の1つである「高角である中央構造線断層帯（活断層）が下方において中角である中央構造線を切断していることを示す事実は確認されていない」（乙343（33頁））ことについては、必ずしもそのようにいえないことになる。すなわち、別府重点は、「北に向かって低下する三波川変成岩類の上面深度が会合部付近を境により深く変位しているように見え、地質構造と断層が斜交している可能性を示唆する。」（乙345（413頁））、「会合部付近にて三波川変成岩類上面に食い違いが見られる。」（乙345（416頁））としており（図3）、相手方も、海上音波探査による探査断面を対象にアトリビュート解析を実施した結果、海底下浅部に見られる高角度の断層の下方において、別府重点と同様に、北傾斜する地質境界（地質境界としての中央構造線）が高角度の断層によって変位を受けている可能性が示唆されていることを確認している（図4）。これらは、いずれも、北傾斜した三波川変成岩類と領家花こう岩類との接合面（地質境界としての中央構造線）が震源断層であってその活動の痕跡が浅部の高角の活断層群として現れているとする中央構造線断層帯の長期評価の考え方にはそぐわず、相手方が想定するように、古い時代に縦ずれ運動の卓越する断層として活動していた地質境界としての中央構造線とは別に、約70万年前以降の横ずれ運動と対応する断層として三波川変成岩類をほぼ鉛直に切る形の震源断層が存在しており、その震源断層の活動の痕跡が浅部の高角の活断層群として現れていることを示唆する知見である。

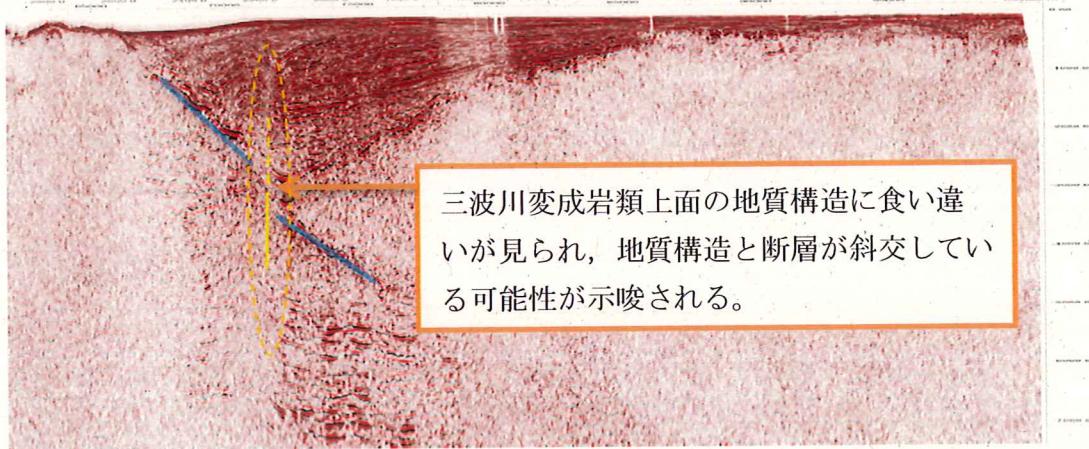


図 3.3.9-7 J 溝線（由佐・他, 1992）の再解析結果深度断面（右が北、振幅 Hilbert 変換表示、縦約 2 倍）。CDP（最上部の番号）2400 から 2150 に掛けて堆積層が大きく変形し、基部は三波川変成岩類と領家花崗岩類の会合部に収斂する。さらに、会合部付近にて三波川変成岩類上面に食い違いが見られる。

（乙 345（416 頁）の図に加筆）

図 3 別府重点における音波探査図の判読結果

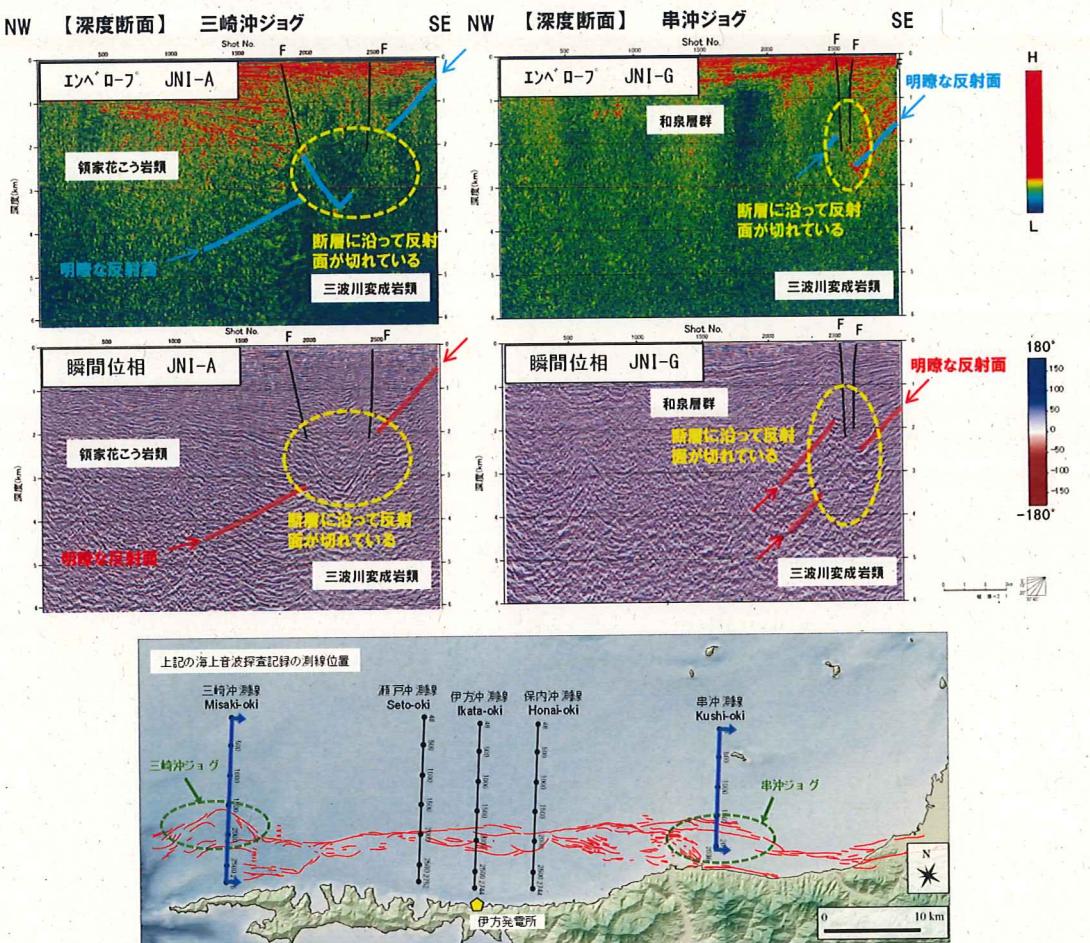


図4 音波探査結果（エアガン）のアトリビュート解析結果

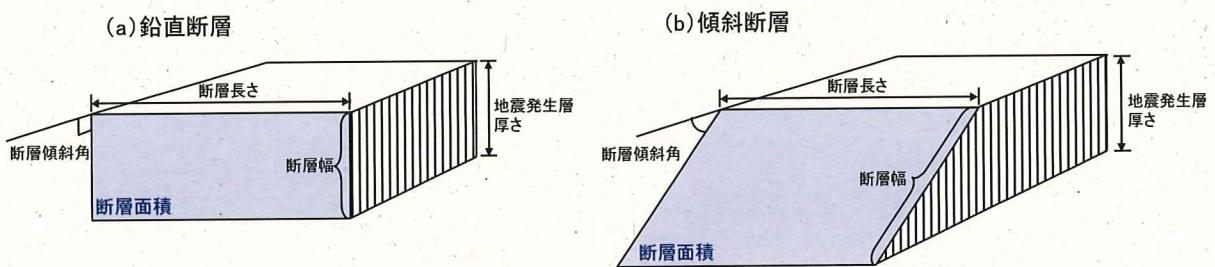
以上のとおり、相手方のアトリビュート解析結果や別府重点の知見があることに鑑みれば、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角を鉛直と評価することには合理性があると考えるが、上記のとおり、相手方は、従来から、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角を北傾斜とする不確かさを考慮しており、中央構造線断層帯の長期評価の知見も織り込んだ評価を行っているといえる。

(2) 北傾斜を基本とすれば、むしろ非保守的な評価となることについて
原審「裁判所の釈明事項に対する回答書」の3(2)(6頁以下)、原審債務者準備書面(3)の補充書(3)第1の2(2)(12頁以下)及び即時抗

告準備書面（3）第2（5頁以下）で主張し、また、第1回審尋における相手方のプレゼンテーション（乙479（44頁））においても説明したとおり、数千万年間以上にわたって活動してきた地質境界としての中央構造線における断層の強度や摩擦係数等が通常の断層よりも小さいと考えることで、はじめて横ずれ断層であることと中角度に傾斜した震源断層が両立し得るのであるから（乙343（33頁）），震源断層の傾斜角について北傾斜を基本ケースとする場合には、鉛直を基本ケースとする場合と比べて応力降下量が小さめになることが想定される。このことについては、乙430において、「北に中角度で傾斜する断層が、横ずれの応力場のもとで活動することは、もちろん最適の角度ではない。」「応力場の観点から・・・断層の摩擦抵抗が小さいことが要請される」とされ、「傾斜した中央構造線が動くためには、これより少ない・・・断層摩擦が必要になる。こうした弱い断層の証拠は、断層破碎帯の研究からも報告されている。」「MTL（相手方注：中央構造線のこと）のような特別な特性を持つ断層に対して、現実に即した強震動予測を行っていくために、低い断層摩擦抵抗、相対的に小さな応力降下などを考慮した検討が必要になる。」とされていることからも裏付けられている。

そもそも物理学的な観点からして、中角度での横ずれ運動は断層摩擦係数が通常よりも小さいという条件がなければ成立し難いことから、中央構造線断層帶の長期評価が震源断層を北傾斜と評価するための条件として断層の強度や摩擦係数等が通常の断層よりも小さいことを挙げているのは当然のことといえる。この点について、敷衍して説明すると、早坂康隆氏も述べるとおり、断層運動は摩擦則に従うところ（乙480（4頁）），強震動予測レシピも横ずれ断層の傾斜角は基本的に鉛直としてい

るとおり（乙149（4頁）），理論的に横ずれ断層が最も活動しやすい最適の角度は鉛直であって，それ以外の角度で活動するためには，鉛直の断層面よりも滑りやすい面がなくてはならない。図5のとおり，傾斜角を北傾斜30度とする場合でも，中央構造線断層帯の長期評価のように北傾斜40度とする場合でも，いずれにしても北傾斜断層の方が鉛直断層よりも大きな断層面積となるところ，仮に，断層の強度（ここでは「強度」とは，ある単位面積当たりの耐力（すれに耐える力）を指すこととする。）が同じであるとすると，面積が大きくなるほど断層全体の耐力も大きくなるため，北傾斜の断層面は，鉛直の断層面よりも滑りやすい面とはならない。北傾斜の断層面の方が滑りやすくなる，すなわち北傾斜した断層面全体の耐力が鉛直の断層面全体の耐力よりも小さくなるためには，北傾斜した断層面の強度（単位面積当たりの耐力）が鉛直の断層面の強度（単位面積当たりの耐力）よりも相当小さくなければならない。



『断層面積=断層長さ×断層幅』であり、同じ断層長さの場合、傾斜断層の方が断層幅が長くなるため、傾斜断層の方が鉛直断層より断層面積が大きくなる。

図5 鉛直断層と傾斜断層の断層面積のイメージ

第1回審尋において、御庁から、震源断層の傾斜角が北傾斜の場合には鉛直の場合と比べてどの程度応力降下量が小さくなるのかについて質

問がなされた。応力降下量とは、ある単位面積当たりにおいて、岩盤に蓄積された力がどの程度解放されたかを意味していること（応力降下量の単位「Pa（パスカル）」とは、ある単位面積当たりに作用する力を意味するものである。）を踏まえれば、ある単位面積当たりのずれに耐える力、すなわち強度が大きく岩盤に力を蓄積できるほど応力降下量（Pa）の値は大きくなり、逆に強度が小さいほど応力降下量（Pa）の値は小さくなると考えられる。この点、上記からすれば、理論上は、断層面積に反比例して強度が小さくなければ（つまり面積が2倍になれば強度は0.5倍にならなければ）傾斜した断层面で活動することはできないと考えられるものの、このような関係性で応力降下量が小さくなることを定量的に示す知見はなく、強震動予測レシピ（乙149）においてもそのような場合のパラメータ設定方法については言及していないことから（強震動予測レシピは一般的な断層を前提にしたものであり、乙430に述べられているとおり、中央構造線断層帯のような特別な特性を持つ断層に対して、現実に即した強震動予測を行っていくためには、強震動予測レシピとは別に、低い断層摩擦抵抗、相対的に小さな応力降下などを考慮した別途の検討が必要になると考えられる。），現時点では定量的に答えることは難しいといわざるを得ないのが実情である。

そこで、以下では、北傾斜の場合に鉛直の場合と比べてどの程度応力降下量が小さくなるのかについて定量的に答えることは難しいことを前提としてもなお、北傾斜を基本とすれば、鉛直を基本とするよりも非保守的な評価となるといえることについて説明しておく。

すなわち、中央構造線断層帯の長期評価が示すとおり、震源断層の傾斜角が北傾斜で活動するためには、断層の強度が通常の断層よりも小さ

いものであることが前提条件として必要であり、その場合、上記のとおり、定量的には明言できなくとも通常の断層よりも応力降下量が小さいものとなることは明らかである。したがって、北傾斜を基本ケースとする場合の応力降下量は、最大限を想定する（定量的にいえない部分を最大限保守的に考慮する）としても、通常の断層と同等の応力降下量（すなわち、震源断層の傾斜角を鉛直とする現在の基本ケースの応力降下量の1.0倍）を上回ることは考えられないことから、現在の基本ケースの応力降下量の1.0倍の考慮をすることにより十分な保守性が確保できる（少なくとも、応力降下量が通常の断層よりも特異に大きい場合を考慮するための応力降下量を1.5倍とする不確かさは、断層の強度が通常の断層よりも小さいものであるという前提と矛盾するものであるから、考慮する必要がない。）。そして、北傾斜を基本ケースとした場合に、独立して考慮する不確かさとして、鉛直を基本ケースとした場合に考慮した不確かさ以外に新たに付け加えるべきものはないところ、抗告人らも応力降下量が支配的なパラメータである旨を指摘するとおり（乙482（5頁）），中央構造線断層帯の地震動評価における不確かさの影響としては、応力降下量を1.5倍する不確かさの影響が支配的であり、それ以外の不確かさの影響は比較的小さいことから、北傾斜を基本ケースとした上で、応力降下量を1.5倍する不確かさ以外の不確かさを考慮しても、震源断層の傾斜角を鉛直として応力降下量を1.5倍とした地震動レベルを超えることは考え難く、したがって、現在の基準地震動Ssを超えることはないと考えられる（この点については、後記(4)において示す87km北傾斜40度のケースについて各種の不確かさを考慮した評価の地震動レベルを参照）。その結果、北傾斜を基本とすれば、むし

る現在の基準地震動 S s よりも非保守的な評価となる。換言すれば、震源断層の傾斜角が北傾斜の場合には鉛直の場合と比べてどの程度応力降下量が小さくなるのかという点に関しては、定量化が直ちに困難であることに鑑みて、仮に最も保守的に考え、通常よりも小さくならない（1.0 倍である）と想定しても、それでもなお現在の基準地震動 S s を超えることはないと考えられるため、現在の基準地震動 S s よりも非保守的な評価となるのである。

以上のようなことから、相手方は、北傾斜を基本とすれば、むしろ現在の基準地震動 S s よりも非保守的な評価となると考え、下記(3)で述べるとおり、原子力規制委員会にもその旨を説明し、了承されている（乙 4 5 7（44 頁））。

付言するに、震源断層を鉛直とする方が北傾斜とするよりも地震動が大きくなる（保守的である）という点については、専門家の間では極めて一般的な認識であって、だからこそ原子力規制委員会の審査会合においても特段の議論なく了承されているのである。そして、第 1 回審尋において抗告人側のプレゼンテーションを行った早坂康隆氏さえも、第 1 回審尋後の抗告人側の報告集会において、「実を言うとですね、私の印象は、鉛直の方が地震動に関しては、揺れが大きいと実は私自身は思っています。いくつか理由があるんですが、摩擦係数のことと震源距離のこと³と 2 つ理由があるんですけども。」と同様の認識を述べている（乙 4 8 3）。

3 鉛直よりも北傾斜の方が震源断層面との距離が遠くなることを意味していると思われる。一般に、震源断層面が遠くなれば地震動も小さくなる。

(3) 原子力規制委員会の了承を受けていること

鉛直を基本とする相手方の評価が長期評価を踏まえても妥当であることについては、即時抗告準備書面（3）で主張したとおり、原子力規制委員会にも説明し、了承されている。

すなわち、相手方は、

- ・中央構造線断層帯の長期評価の改訂は、震源断層が高角である可能性と中角である可能性の両論を併記したものであって、高角であるという相手方の評価を否定するものではなく、別府重点（乙345）によれば、相手方が実施したアトリビュート解析と同様に北傾斜する地質境界断層が高角度の活断層によって変位を受けている可能性が示唆されていること
 - ・中央構造線断層帯の長期評価は、震源断層が北傾斜である可能性が高いと判断した理由の一つとして「断層の強度や摩擦係数等が他の断層より小さい」ことを挙げていることを踏まえると、北傾斜する断層が横ずれ運動を起こすためには断層の応力降下量は相対的に小さくなると想定されることから、敷地との位置関係も踏まえれば、断層傾斜角は鉛直を基本とする方が保守的であると考えられること
 - ・相手方の地震動評価のうち北傾斜を想定したケースでは、地質境界断層の傾斜角が30度から40度という知見を踏まえた上で、地震規模が長期評価よりも保守的な設定となるよう30度の傾斜角を採用していること
- から、従前の相手方の地震動評価に問題はないことを確認している旨を原子力規制委員会に説明し（乙457（27～31頁）），原子力規

制委員会の了承を得ている（乙458）。その際、「北傾斜する断層が横ずれ運動を起こすためには断層の応力降下量は相対的に小さくなると想定されることから、敷地との位置関係も踏まえれば、断層傾斜角は鉛直を基本とする方が保守的であると考えられる」とする相手方の評価について特段の異論はなく、北傾斜を基本ケースとした評価を求められることもなかった。

(4) 仮に北傾斜を基本ケースとして応力降下量1.5倍の不確かさを考慮したとしても、本件3号機の耐震安全性に問題を生じるものではないことについて

上記(1)～(3)のとおり、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角について北傾斜を基本ケースとした評価を行う必要はなく、原子力規制委員会にもその旨を説明し、了承されているため、相手方としては、基本的には、北傾斜を基本ケースとした解析評価を実施しておらず、具体的な数値も持ち合わせてはいない。（なお、抗告人らは、計算の前提となるデータを抗告人らが保有していないため解析評価を実施できないとする一方で、相手方の手元には計算の前提となるデータがあるから容易に解析評価を実施できると誤解しているようであるが（令和元年9月9日付け抗告人ら「回答書」），実際のところ、地震動の解析評価を行うには、専門の業者に委託して詳細な解析計算を実施してもらう必要があるため、少なくとも数か月程度の期間と数千万円規模の費用を要するのであって、手元に計算の前提となるデータがあるからといって決して容易に実施できるものではない。）

ただし、中央構造線断層帯の長期評価の改訂を踏まえた検討ケースとして第1回審尋における相手方のプレゼンテーション（乙479（52

～53頁))において示した、断層長さを87kmとして震源断層を北傾斜40度としたケースについて、相手方は、中央構造線断層帯の長期評価の改訂を踏まえた影響について原子力規制委員会に説明するに先立ち、念のため、各種の不確かさ(断層傾斜角以外の不確かさ)を重畠させた評価を実施していた。上記(3)のとおり、実際には、原子力規制委員会に対して、震源断層の傾斜角を北傾斜とするケースを基本ケースとした評価を実施する必要はない旨を説明し、了承されているので、結果として原子力規制委員会に提示することのなかった評価結果であるが、第1回審尋における御庁から相手方への質問の趣旨を踏まえ、評価結果を示すと本書面末の別図1～別図3のとおりである。これは、断層長さを87kmとしたケースであるが、第1回審尋における相手方のプレゼンテーション(乙479(48頁))でも示したとおり、断層長さが変わっても地震動レベルには大きな影響がないため、断層長さを130kmや480kmにしても概ね同等の地震動評価結果になるものと考えられる(乙36(180頁、186頁)参照)。

そして、本書面末の別図1～別図3を見ると、最も地震動レベルが大きくなる「応力降下量を1.5倍とする不確かさ」を重畠させたケース(別図1)でも、ごく一部の周期において現在の基準地震動Ss-1にかなり接近はするものの、超過するには至っていない(なお、アスペリティ平面位置や破壊伝播速度の不確かさを重畠させたケースでは現在の基準地震動Ss-1を十分に下回っている。)。したがって、仮に、物理的な合理性を無視して、北傾斜を基本ケースとして応力降下量を1.5倍とする不確かさを重畠させたとしても、現在の基準地震動Ssに収まるか、あるいは現在の基準地震動Ssを超過することがあるとしてもごく

わずかであると考えられるところ、上記1(3)で述べたとおり、本件3号機は十分な耐震安全余裕を有していることに鑑みれば、それをもって直ちに安全性に問題を生じるものではない。

より具体的に本件3号機の有する耐震安全余裕の存在について説明すると、まず、評価基準値と限界値との間の安全余裕だけでも、上記のとおり1.5～2倍程度の余裕が存在するし（乙238、乙481（7～8頁）），さらに保守的に、その評価基準値と限界値との間の安全余裕がないものとして（つまり、評価基準値を超えると直ちに機能喪失するという保守的な前提を置いて）評価しても、新規制基準策定以前の本件発電所の基準地震動Ss（最大加速度570ガル）の1.5倍（現在の基準地震動Ss（最大加速度650ガル）の約1.3倍）まで安全性が確保されることは既に確認されている（乙16）。なお、これはいわゆるストレステストによる評価であるが、原審答弁書「債務者の主張」第7の2(4)ウ(才)a（210頁以下）において述べたとおり、ストレステストは、設計上の想定を超える事象（発電所にとってのストレス）が発生した場合に、安全上重要な設備の安全性にどの程度の裕度があるのかを評価するもので、あくまで一定の仮定に基づいて地震動等に関する安全余裕の評価を行うものであり、当該評価を上回る事象が生じたからといって直ちに安全性が損なわれるわけではないため、ストレステストの結果を原子力発電所の終局的な耐力を測る手段として扱うのは適切ではないし、相手方は、ストレステストの結果や新規制基準の制定を踏まえて耐震性向上工事を実施しており（乙61），福島第一原子力発電所事故後に国の指示でストレステストを実施した当時よりも安全余裕は増している。さらに、相手方が実施したストレステストはあくまで燃料損傷に関する裕度

を評価したものであるところ、相手方は、新規制基準の制定を踏まえて重大事故等対策を強化しており、原審答弁書「債務者の主張」第10の3(2)イ(271頁以下)で述べたとおり、仮に燃料損傷に至った場合であっても原子炉格納容器の健全性を維持することにより放射性物質を閉じ込め、環境に大量に放出するに至らないよう対策を強化している(乙13(10-7-2-1頁以下))。したがって、この点でも、ストレステストで評価されたクリフエッジ⁴を上回る事象が生じたからといって直ちに放射性物質の大量放出に至る具体的危険があるわけではない。

(5) 小括

以上のとおり、平成29年12月の中央構造線断層帯の長期評価の改訂を踏まえても相手方の地震動評価の妥当性は何ら変わらないのであって、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角について北傾斜を基本ケースとした評価を行う必要はないし、まして、本件3号機に十分な耐震安全余裕が存在することに鑑みれば、本件3号機の安全性に問題が生じることはない。

3 佐田岬半島北岸部の活断層の有無について

抗告人らは、中央構造線断層帯の地震動評価を行うにあたって、「震源が敷地に極めて近い場合」の評価を行う必要があるにもかかわらず、相手方がかかる評価を行っていないとして、相手方の評価が不十分であるかのように主張する(乙482(7頁)等)。

この点、確かに、地震ガイド⁵には、「震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては、地表に変位を伴う断層全体（地表地震断層から震源

4 燃料が重大な損傷に至る状態等、事象が進展、急変し状況が大きく変わる境目

5 正式には、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」という。

断層までの断層全体)を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討されていることを確認する。」(地震ガイドI. 3. 3. 2(4)④1), 乙43(5頁)と定められており、震源が敷地に極めて近い場所にある場合には地表地震断層から震源断層までの浅部地盤(地震発生層の上端よりも浅い領域)の影響も考慮した地震動評価を行う必要があることが定められているが、具体的な目安となる距離は、原子力規制委員会(2015)(乙296(9頁の「まとめ」))に示されているとおり、2km程度以内とされている。

これに対し、原審債務者準備書面(3)の補充書(3)第2(14頁以下)、即時抗告準備書面(3)第3の1(8頁以下)等で主張し、また、第1回審尋における相手方のプレゼンテーション(乙479)においても説明したとおり、相手方は、詳細な海上音波探査等を踏まえて佐田岬半島北岸部に活断層がないことを確認しており、本件発電所の敷地から半径2km程度以内に活断層はなく、「震源が敷地に極めて近い場合」の評価を行う必要はない。

この点については、これまでにも詳細に主張してきたところではあるが、以下、伊予灘における断層運動に係る変遷の歴史も踏まえつつ、改めて述べることとする。

(1) 伊予灘における断層運動の変遷について

原審債務者準備書面(3)の補充書(3)第1の1(1)(5頁以下)において述べたとおり、中央構造線断層帯の長期評価を踏まえて公表された「四国地域の活断層の長期評価(第一版)」(甲972)において、中央構造線断層帯について、「東部で北側隆起、西部で北側低下の垂直運動

は、約70万年前以降の横ずれ運動が卓越する前に顕著に進行していた」、「伊予灘から別府湾にかけては鮮新世以降堆積したと推測される地層が厚く分布している」（甲972（7頁））と記載されているように、伊予灘では鮮新世⁶以降に北側低下の鉛直運動（正断層運動）があり、約70万年前以降は横ずれ運動が卓越しているとされる。

正断層の運動は、中角度の断層を生じやすいので（強震動予測レシピ（乙149（4頁））でも45度を基本とするとされている。），伊予灘で正断層運動が卓越していた古い時代においては、領家花こう岩類と三波川変成岩類との地質境界、すなわち、地質境界としての中央構造線が震源断層として活動していたと考えるのが自然であり、その活動に伴って、伊予灘の堆積盆が形づくられたと考えられる（つまり、伊予灘の堆積盆（堆積物が溜まるような盆地状の地形）の形成過程に関して、早坂康隆氏の見解と相手方の見解とが完全に相違しているわけではない。）。

上記のとおり、少なくとも約70万年前以降は、中央構造線断層帯において横ずれ運動が卓越するに至っているところ、相手方と中央構造線断層帯の長期評価とでは、そのように横ずれ運動が卓越するに至って以降も、領家花こう岩類と三波川変成岩類の地質境界、すなわち、北傾斜の地質境界としての中央構造線が震源断層として活動し続けているのか、それとも、断層運動が横ずれに変化したことと対応して、鉛直の震源断層が活動しているのか、という点について、どちらの可能性が高いとみるかに係る見解が異なっているのであるが、「中央構造線（相手方注：地質境界としての中央構造線を指す。）が地下深部まで中角傾斜であること、中央構造線断層帯（活断層帯）が高角傾斜であることは両論とも一致

している。」（乙343（33頁））と記載されているとおり、震源断層の傾斜角を北傾斜と考える見解及び鉛直と考える見解のいずれの立場に立っても、震源断層が横ずれした痕跡としての活断層が沖合い約8kmの高角の活断層群として現れていると考える点は一致している。

これに対し、早坂康隆氏は、以上のような伊予灘における断層運動の変遷を踏まえず、現在もなお正断層を主体とする断層運動が継続しているという中央構造線断層帯の長期評価の内容に明確に反する前提で議論している。早坂康隆氏が繰々述べる見解は、いずれも、現在もなお伊予灘において正断層を主体とする断層運動が継続していなければ成立しない推論であり、その前提認識が誤っているのであるから、失当というほかない。

早坂康隆氏の推論が前提において失当であることは以上のとおりであるが、下記(2)で述べるとおり、相手方は、調査結果から直接的に佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないことを詳細な海上音波探査等により確認していることから、より一層、佐田岬半島北岸部に活断層が存在する可能性を指摘する早坂康隆氏の推論が誤りであることは明白なものとなっている。

(2) 佐田岬半島北岸部の調査について

ア 相手方の評価について

相手方は、原審債務者準備書面（3）の補充書（4）第4（18頁以下）や即時抗告準備書面（3）第3の1（8頁以下）に示すとおり、詳細な海上音波探査に基づいて明瞭な反射面を確認できる記録を得ており、変位の累積性の観点や上載地層法の観点から、佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないことを確認している。そして、相手方の評価が

妥当であることについては、原子力規制委員会はもとより、中央構造線断層帯の長期評価の改訂に携わった首都大学東京の山崎晴雄名誉教授や広島大学の奥村晃史教授によっても認められている（乙442及び乙344）。

以下は、すでにこれまで主張してきた内容ではあるが、佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないことを示す最も直接的かつ決定的な主張であるため、念のため、佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないと判断した相手方の評価について再論しておく。

(ア) 佐田岬半島北岸部における海上音波探査について

海上音波探査⁷は、海面付近の水中から海底に向けて音波を発し、海底、堆積層、基盤岩等からの反射音波を観測して海底下の地質構造を調査する手法である。具体的には、船で発振器及び受振器を曳航し、発振器から出た音波が海底下の地層の境界等で反射し、戻ってきたものを検知することにより、地層の重なり及び連続性を調査する。

海上音波探査のうち、例えば大深度を調査対象とするエアガン音波探査では、大型の船の後方に受振器の付いた長尺のケーブルを曳

7 音波を発する音源によって、調査範囲、精度等が異なる。音源の周波数が高いほど分解能が高くなるが、探査深度は浅くなり、逆に、周波数が低いほど分解能は低下するが、より深い深度まで探査が可能となる。本件発電所の敷地前面海域では、探査深度の浅い順に、セラミックあるいは金属板の振動を音源とするチャーピソナーやソノプローブ、金属板の振動を音源とするブーマー、水中放電を音源とするスパークー、高圧水の噴出を音源とするウォーターガン及び圧縮空気の噴出を音源とするエアガンによる各種音源を用いた調査を実施している。

チャーピソナー、ソノプローブ及びブーマーは、主に深さ数十～百m程度までの海底下浅部の構造を、スパークー及びウォーターガンは、主に深さ数百m程度までのやや深い構造を、さらにエアガンは、深さ数kmに達するようなさらに深い構造をそれぞれ調査するのに適しており、震源断層上端付近まで達する情報として重要である。

航する必要があるため（乙444（3～4頁）），沿岸部近くまで探査することが困難である⁸が，海底下浅部を調査対象とするブーマー等を用いた音波探査であれば，沿岸近くまで探査可能であり，湾入部の地形を利用するなどして，直線的に伸びる佐田岬半島の北岸を横断するように探査することができる。そこで，相手方は，佐田岬半島北岸部について，湾入部の地形を利用して，ブーマー及びチャーピソナーを用いた詳細な音波探査を実施し，乙126に示すように，沿岸部近くについても，音響基盤面（B層）にまで到達する精度の高い音波探査記録を得た⁹。沿岸部の音波探査記録は第1回審尋における相手方のプレゼンテーションにおいて複数示したところであるが（乙479（27～30頁，63～71頁）），その中でも，特に代表的な音波探査断面図として，乙442にも採用されている音波探査断面図を以下に示す。

8 小松正幸氏は，原審証人尋問において，沿岸部近くのエアガン音波探査が可能であるにもかかわらず，相手方が殊更に調査を怠っているかのように述べたが（原審証人調書（41頁）），その実施方法からして沿岸部近くの探査は困難であり，乙445（2頁）のとおり，国（原子力安全・保安院）のエアガン音波探査も，相手方と同様，沿岸部近くまでは達していない。

9 海底下の堆積層から音響基盤面（B層）に達する高解像度の音波探査記録が得られているということは，音響基盤である三波川變成岩類の上面が活断層であるか否かを判断する上でこれに加えてエアガン音波探査を実施する意義は乏しい（エアガン音波探査を実施しても活断層か否かを判断するのに必要な堆積層の記録について，ブーマー等よりも高解像度のものは得られない。）。

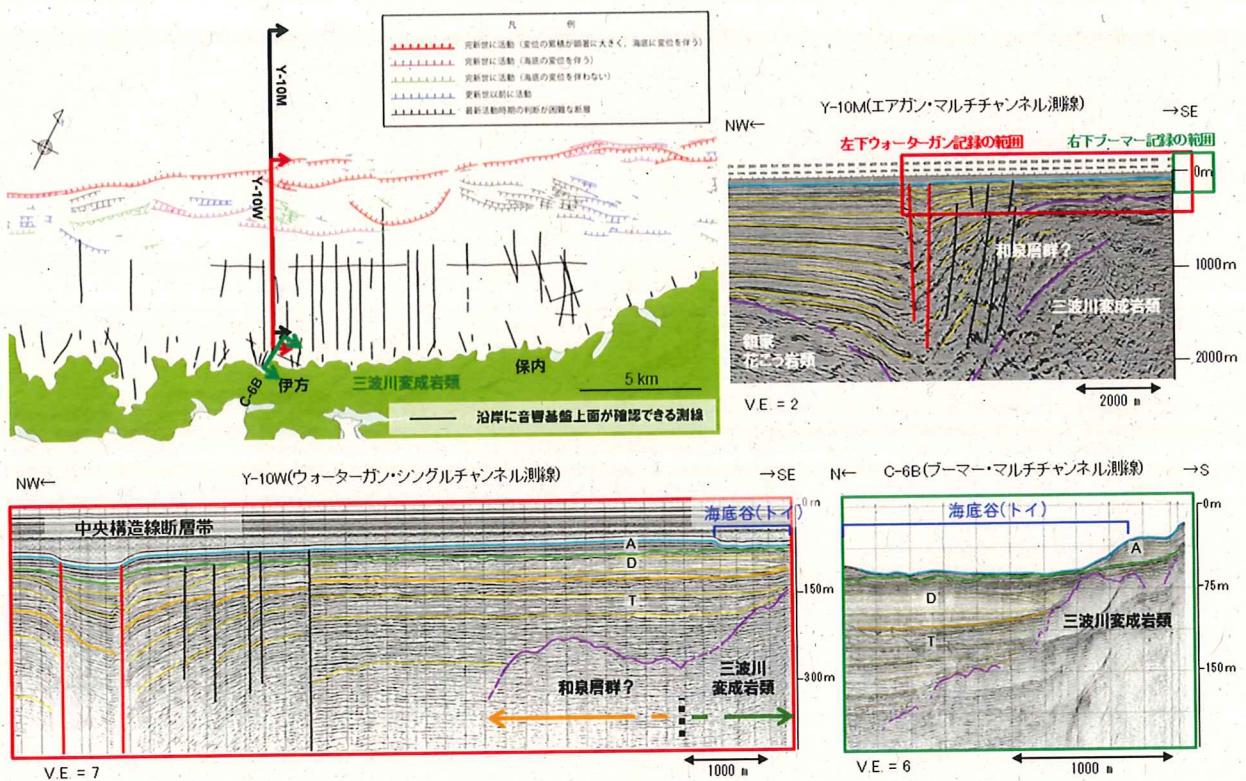


図 6 音波探査図 (Y-10M, Y-10W, C-6B)

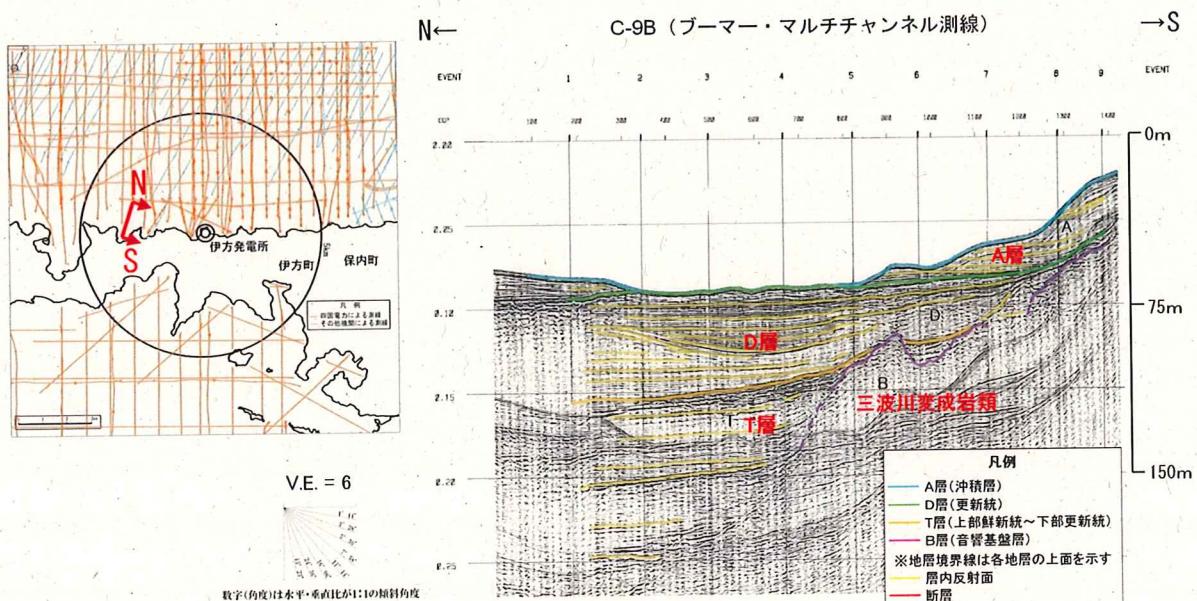


図 7 音波探査図 (C-9B)

(イ) 音波探査記録による活断層の判読

a 変位の累積性の観点からの判読

海上音波探査の結果得られた図6及び図7を見れば、三波川変成岩類の上を堆積層がほぼ水平に覆っていることが確認できる。例えば、図6の左下の「Y-10W（ウォーターガン・シングルチャンネル測線）」を見ると、沖合い約8km付近にある活断層群よりも南側では、A層、D層及びT層¹⁰がそれぞれほぼ水平に分布していることが読み取れる。原審の証人尋問において小松正幸氏も認めたように、三波川変成岩類の上面に沿って正断層の活動が繰り返されているのであれば、甲885(21頁)の図18-1に示されるように、佐田岬半島北岸部の三波川変成岩類の上面に向かって扇状の層を成すような変位の累積性が見られるはずであるが(原審証人調書(36頁))、そのような変位の累積性は確認されない。

ここで、正断層の活動が繰り返された場合に扇状の層を成すような変位が累積する過程を説明しておくと、まず、正断層の活動があり、上盤側がずり落ちたとき、上盤の上には盆(空隙)が生じることになり、そこに堆積物が溜まる(図8)。

10 現在堆積が進行中の海底面を形成する地層をA層、そのすぐ下の更新世(約258万年前から約1万年前までの期間)の後期に形成された地層をD層、鮮新世(約500万年前から約258万年前までの期間)の後期から更新世の前期にかけて形成された地層であって、D層の下位の堆積層をT層と呼称している。なお、三波川変成岩類等の音響基盤面はB層と呼称している。

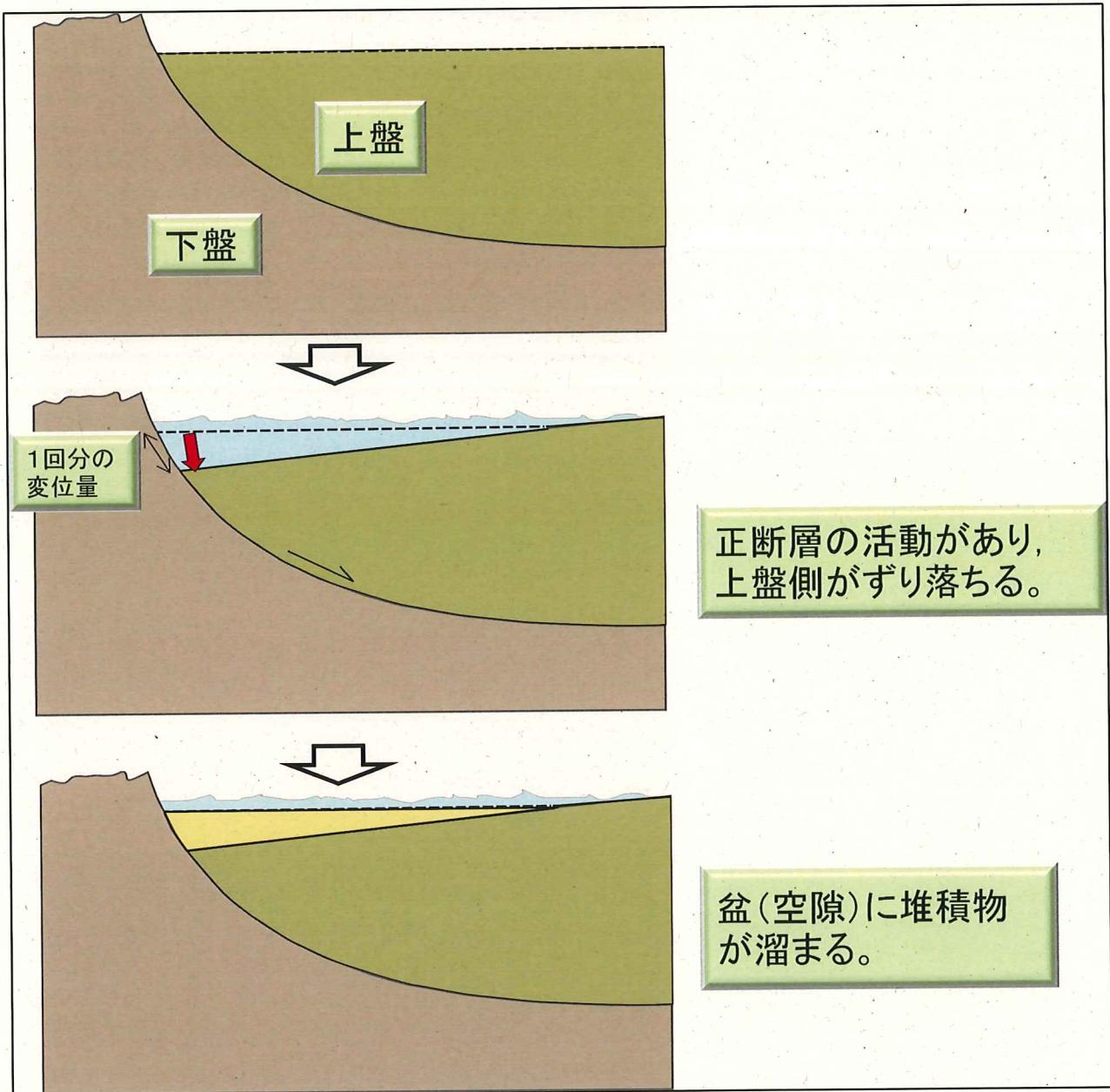


図8 正断層による変位（概念図）

次に、年月を経て、再び正断層の活動があったとき、同じように上盤側がずり落ちて、上盤の上には盆（空隙）が生じるが、このとき、以前の正断層の活動でずり落ちた地形はさらにずり落ちることになる（2回目の変位を受けて、変位が累積することになる。）。

そして、これが繰り返されたとき、扇状の層を成すような変位が徐々に累積されることになる（図9）。

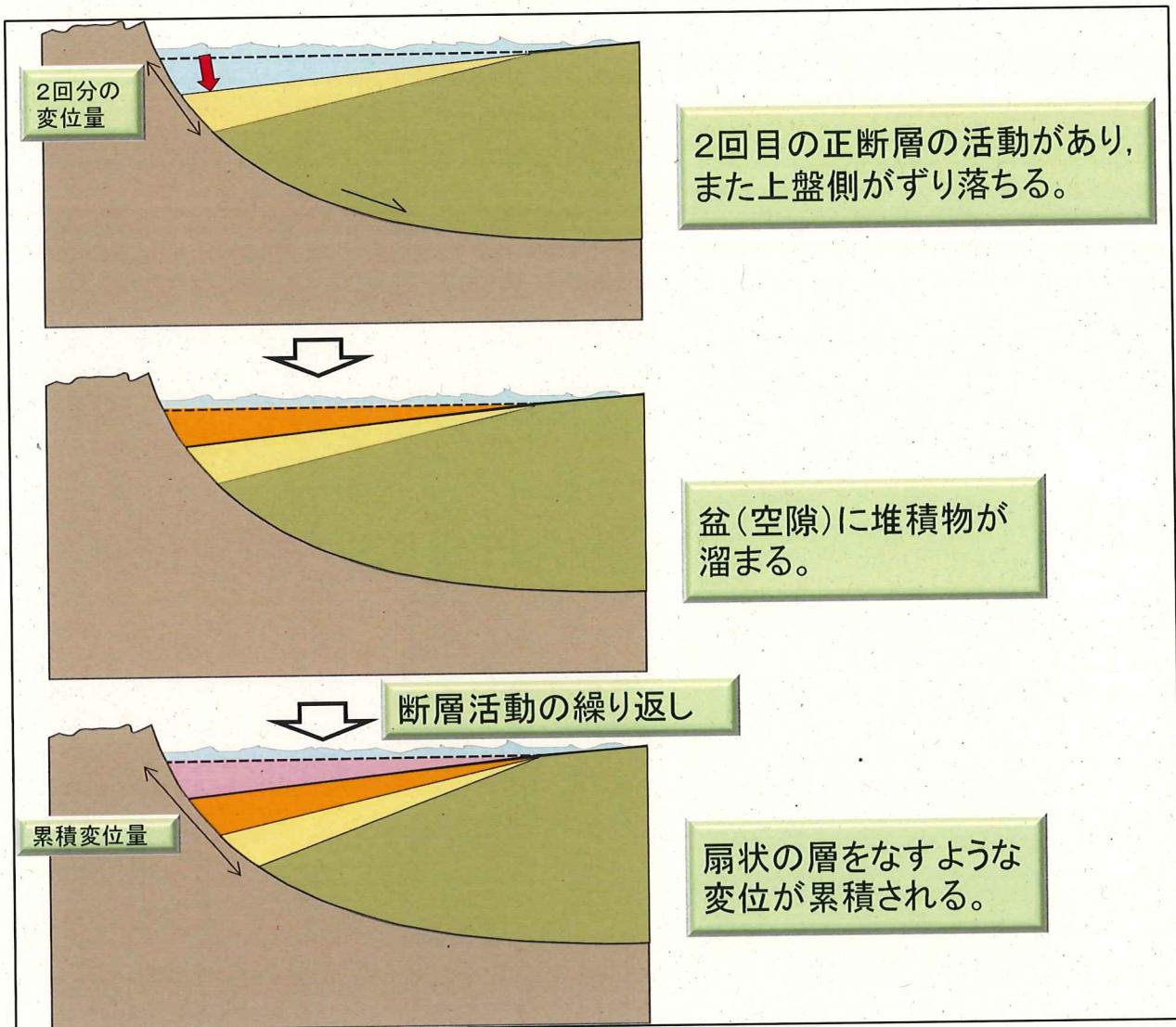


図9 正断層による変位の累積（概念図）

以上のとおり、三波川変成岩類の上面に沿って正断層の活動が繰り返されているのであれば、三波川変成岩類の上面に向かって扇状の層を成すような変位の累積性が見られるはずであるが、上記のとおり、沖合い約8km付近にある活断層群よりも南側の佐田

岬半島北岸部では、A層、D層及びT層がそれぞれほぼ水平に分布していることから、T層が堆積した少なくとも約100万年前以降、三波川変成岩類の上面に沿って正断層の活動が繰り返されていないことが明らかである。

この点については、首都大学東京の山崎晴雄名誉教授も「活断層の認定根拠の一つとして先に言及した変位の累積性の観点からも、沖合の活断層帶ではA層、D層と比較してT層が大きく変位していますが、沿岸部ではそのような変位の累積は確認できず、三波川帶上面と堆積層が断層関係ではなく不整合関係にあることがわかります（小松正幸氏が言うように沿岸に正断層の活動があるとすれば、扇型で南へ向かって深くなる変位の累積が認められるはずですが、そのような傾向も認められません。）。（乙442（8頁））と述べているとおりである。

b D層堆積物に着目した判読

上記aのとおり、約100万年前以降の変位の累積性の観点から三波川変成岩類上面が活断層であることが否定されることに加えて、少なくとも後期更新世以降（12～13万年前以降）の期間に三波川変成岩類上面と堆積層との地質境界を境に堆積層がずり落ちるような正断層の活動がないことは、D層（中期更新世¹¹～後期更新世¹²相当層）の分布状況から明確に判読できる。

すなわち、三波川変成岩類上面と堆積層との地質境界が断層だと仮定した場合（なお、実際には、乙442（8頁）のとおり、変

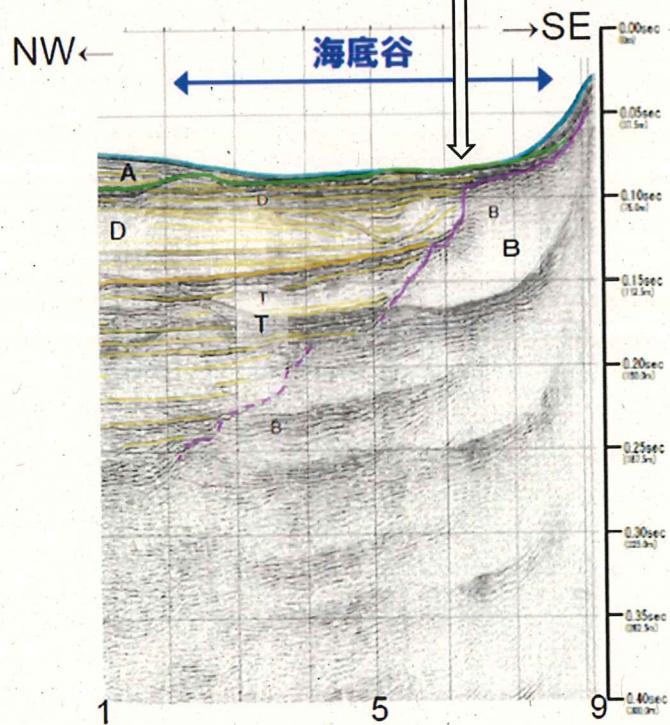
11 約78万年前～約13万年前

12 約13万年前～約1万年前

位の累積性の観点からして当該境界は断層関係ではない。），三波川變成岩類が平坦になったり，あるいは北傾斜から南傾斜に転じたりする地点があれば，少なくとも当該地点が正断層の活動の南端部になると考えられ，当該地点の上部の地層に変位が見られるはずである（なお，本件発電所の敷地前面を含む中央構造線断層帶の伊予灘区間は，約6700年前以降だけでも3回は活動しているとされており（乙343（16頁）），活断層であれば，それらの活動に伴い変位が生じているはずである。）。しかしながら，例えば，正断層の活動が続いているとの見解を述べる小松正幸氏が原審の証人尋問において同氏の考える中央構造線（活断層）の位置を示した図（図10）を見ても，三波川變成岩類が平坦になる地点をD層が水平に覆っていることが確認できるし，上記の図6や図7においても同様にD層が水平に分布していることが確認できる。特に，図7においては，三波川變成岩類の上面が北傾斜から南傾斜に転じる地点の上に中期更新世～後期更新世相当層であるD層の大部分を占める厚い堆積物が水平に分布していることが確認でき，少なくとも後期更新世以降（1.2～1.3万年前以降）に変位が生じていないことが明確に判読できる（図11）。

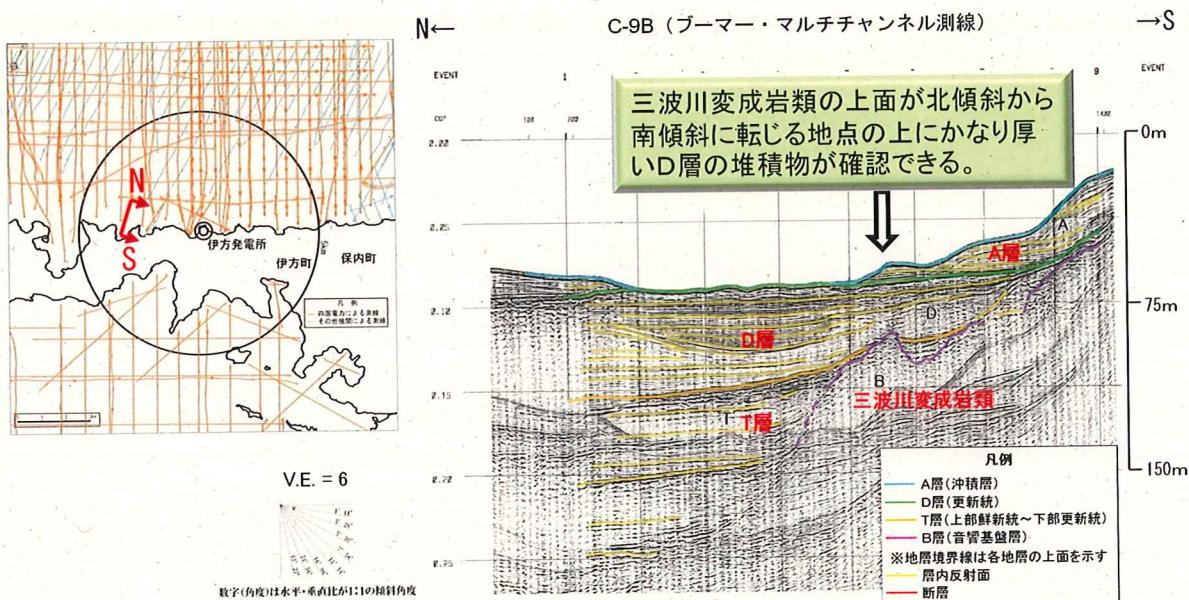
約200m

V. E. = 6 小松正幸氏の指摘する中央構造線？



(乙442(16頁)から抜粋)

図10 音波探査図 (C-7B)



(図 7 に一部加筆)

図 1 1 音波探査図 (C - 9 B) (再掲)

以上のとおり、音波探査断面図から、少なくとも後期更新世以降（12～13万年前以降）の期間に三波川變成岩類上面と堆積層との地質境界を境に堆積層がずり落ちるような正断層の活動がないことは明らかである。

このようなD層の変位の有無に着目した相手方の活断層評価手法は、活断層の明確な評価手法とされる「上載地層法」を踏まえたものであって、妥当な評価手法である。ここで上載地層法について説明を補充しておくと、上載地層法とは、断層を覆う地層（上載地層）の堆積年代を基に当該断層の活動時期を判断する方法のことといい、典型的には、図12に示すように上載地層の堆積年代に基づき断層の活動時期を判断する方法である。

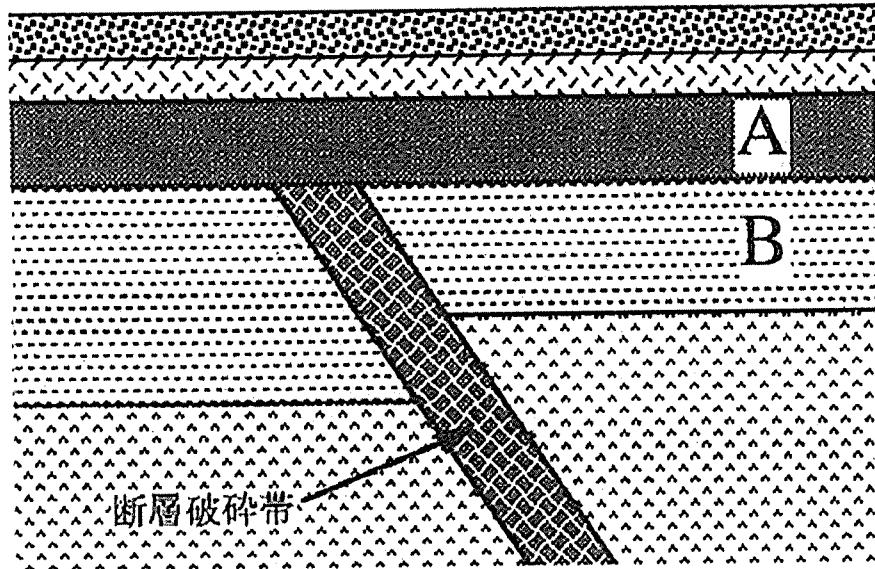


図3.2(1) 断層上載地層法の概念図

上図で最終活動年代は、B層堆積以後、A層堆積以前となる。両層の年代を決めてやれば、相対的な最終活動年代が決定される。

(乙446(90頁)から抜粋)

図12 上載地層法による典型的な活断層判定手法

このような上載地層との関係に基づき断層の活動時期を判断する方法は、「断層とその上位に分布する地層の切り切られたの関係から判定する手法」であり、従来から断層の活動年代評価の中心とされてきた極めて一般的なものである(乙446(87頁))。

小松正幸氏も、「上載地層法」という名称自体は知らなかったようであるが、「活断層である中央構造線が海底に顔を出す部分を覆っている堆積物、これが何かということを認定する必要があります。もしこれが沖積層、A層であれば、沖積層がたまつたいうことですね。1万7000年、7200幾つか、それ以降は活動していないっていうことは証明されますし、もしD層の上部が覆ってるとすれば、更新世後期以降、動いていない可能性がある。」(原審証人

調書（50頁）)と述べていることからして、上載地層法の考え方自体に反対するものではないと考えられる。

そして、上記のとおり、小松正幸氏自身が示した図10のほか図6や図7においても上部を覆うD層に変位がないことが確認でき、特に図7においては中期更新世～後期更新世相当層であるD層の大部分を占める厚い堆積物に変位がないことが確認できることを踏まえれば、後期更新世以降（12～13万年前以降）において三波川変成岩類上面と堆積層との地質境界を境に堆積層がずり落ちるような正断層の活動がないことは明らかなのである。

c 地層の層序区分の正しさ

相手方が音波探査断面の判読に用いた層序区分は、伊予灘東部海域で実施したボーリング調査（乙303及び乙447）を適切に踏まえたもので、電力中央研究所、国土地理院、産業技術総合研究所といった他機関の評価とも整合する妥当なものであり、その信頼性は高いといえる。

この点については、首都大学東京の山崎晴雄名誉教授も「これらの断面では、詳細な（音響）層序区分が行われています。この層序区分は、伊予灘東部海域で行われたボーリング調査の層序および周辺陸域の地質分布との対比から推定される地質年代を全音波探査断面に適切に反映したものであり、電力中央研究所、国土地理院、産業技術総合研究所といった他機関の区分とも整合した妥当なものと言えます」（乙442（8頁））と述べているとおりである。

(ウ) 小括

以上のとおり、相手方が実施した詳細な音波探査の結果として得られた精度の高いデータに基づいて、佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないことが確認できている。

佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないとした相手方の評価が妥当であることについては、原子力規制委員会による審査において認められていることに加え、地震調査委員会の長期評価部会の委員である広島大学の奥村晃史教授によって、「四国電力（2014）による音波探査では、佐田岬半島北岸の沿岸部も含めた海陸境界付近までの活断層の有無を判読できる明瞭な記録が得られており、筆者は、四国電力（2014）に示された音波探査記録だけでなく、調査で得られた数多くの音波探査記録を確認したが、それらの音波探査記録から判断すると、佐田岬半島北岸の沿岸部に活断層は見当たらないと結論づけることができる。」（乙344（5頁））と述べられ、また、同じく地震調査委員会の長期評価部会の委員である首都大学東京の山崎晴雄名誉教授によっても、「Y-10W, C-6B及びC-9Bの断面を見てみると、三波川変成岩類の上を堆積層がほぼ水平に覆って分布しているのが観察され、これは三波川変成岩類の上面が活断層として活動していないことを明確に示しています。」（乙442（8頁）），「四国電力による佐田岬半島沿岸部の活断層調査・評価は十分なものであり、佐田岬半島沿岸部に活断層は存在しないと評価できる」（乙442（18頁））と述べられているとおりである。

イ 相手方の評価に対する抗告人らの主張について

(ア) 潮流によって沿岸部のA層が消失していることについて

抗告人らは、「若い地層は潮流によって消失しているのであるから、音波探査により断層の有無を把握することは不可能である。」

(令和元年9月6日付け「抗告理由書3－補充書1」（以下、単に「抗告理由書3－補充書1」という。）（6頁））と主張する。

この点、確かに、第1回審尋における相手方のプレゼンテーション（乙479（22～31頁））でも示したとおり、佐田岬半島北岸部の海底谷は潮流の影響によって形成されたものであり、海底谷にあたる部分では、A層が一部侵食されて失われていることが確認されている（つまり、海底谷が潮流の影響でできたものであるについて相手方と抗告人ら及び早坂康隆氏（乙480（36頁））との間で認識に齟齬はない。）。しかしながら、活断層の明確な評価手法とされる前述の上載地層法に基づくと、後期更新世以降に変位がないか否かを判断するうえで、A層は必須ではない。つまり、A層は約1万年前以降に堆積した新しい堆積層であって、A層に変位がないから後期更新世（12～13万年前以降）に変位がないとは言い切れない。むしろ、伊予灘における活断層評価において最も重要な地層は上載地層法に基づいて後期更新世以降の活動を判断できるD層であり、上記ア（イ）bでも述べたとおり、D層中の堆積層に変位がないことにより、少なくとも後期更新世以降に断層運動がないことが確認できるのである。さらに言えば、これも上記ア（イ）aのとおり、T層まで含めて水平な堆積が確認できる（変位の累積が見られない）ことから、T層が堆積した少なくとも約100万年前以降、三

波川変成岩類の上面に沿って正断層の活動が繰り返されていないことが明らかである。

なお、早坂康隆氏は、第1回審尋におけるプレゼンテーションの際、D層についても、海水準が現在よりも低かった時代に陸化しており、その際に削られて途中の地層が失われていることが活断層の判読に支障となるかのように述べたが（乙480（37頁）），上載地層法に対する理解を欠いた主張である。陸化した時代にD層の一部が削られているとしても、上記図10や図11のとおり、D層が残っており、その中の層理は明瞭に確認できるため、活断層の判読に何ら支障はない。具体的に言えば、例えば、伊予灘が陸化していた時代にD層上面付近の数万年間分の堆積物が削られて失われているとしても、もしその期間以降に地下の断層が活動すれば、断層が上方へ延びて、D層中の層理に変位を与え、その痕跡は削られずに残された古い時代のD層中の変位として確認できることとなるが、上記のとおり、D層中の層理に変位は見られないことから、伊予灘が陸化してD層が削られた期間も含めて、残されたD層の堆積以降に断層運動がないことが分かるのである。

(イ)海上音波探査が海底の活断層調査に適さないとする主張について
抗告人らは、鈴木康弘氏の著書を引用し、海上音波探査は活断層の有無を判断するのに必ずしも適さない旨を主張する（抗告理由書3－補充書1（7頁））。しかしながら、現在、地震本部の長期評価部会の海域活断層評価手法等検討分科会（会の名称のとおり、地震本部として海域の活断層評価を行う手法を検討することを目的とした分科会である。）の主査を務める岡村行信氏が「海域では海底を

目視観察することが困難なので、音波（地震波）を用いて地形や地質構造の情報を得ることが基本である。」（乙459（8頁））と述べるとおり、海域の活断層調査においては海上音波探査が最も有効な手法である。

そもそも抗告人らの主張は鈴木康弘氏の著書の曲解に基づくものである。鈴木康弘氏の著作を改めて引用すると、「筆者らは、原発設置許可申請書の中に公開されている周辺海域の音波探査記録を確認し、設置許可に際して海底活断層が見落とされていることに気づいた。このことは7月20日に新聞報道された（図11）。その後、事業者から音波探査の解析記録を入手して、今後の再発防止のため、なぜ見落とされていたかを考察した。その結果を一言で言えば、音波探査記録で断層が見えるか見えないかに過度にこだわり、「見えなければ断層はない」としてきたことが原因だった。音波探査はそもそも地層のつながりを追うための技術であって、地層の不連続を確実に捉えるためのものではない。データ解析を繰り返すうちに、わずかな不連続は消えてしまうこともある。こうした限界を考慮せず、不連続が見えなければ断層はないとしてはいけない。重要なことは断層の可視性ではなく、その動きによって地層に落差や撓み上がり等が生じているか否かである。また、その変形が急（短波調）であれば、たとえ海底まで突き抜けていなくとも、断層はすぐ下まで延びていることを意味する。」（甲1036（45～47頁））。傍点は相手方による。）というものであり、抗告人らが引用しなかった上記傍点部まで含めて読めば、鈴木康弘氏自身も海上音波探査の記録に基づいて活断層の存在を見出していることは明らかである。敷衍

するに、鈴木康弘氏は、海上音波探査が活断層の有無を判断するのに適さないと述べているのではなく、浅部の堆積層で地層の不連続が見えるか否かだけに拘泥せず下部の地層まで含めて断層運動の影響が見られないかを検討することが重要であることを述べているのであって、この点、相手方は、浅部だけでなく深部（D層やT層）まで含めた明瞭な反射面を把握した上で、それらの地層が水平な堆積をしていることを確認しており、鈴木康弘氏の指摘は相手方の調査結果には当てはまらない（現に、相手方は、海底面にまで達しない断層についても適切に認定している（乙479（59頁））。また、鈴木康弘氏のいう落差や撓み上がり等を確認するには、複数の音波探査測線に基づいて浅部から深部にかけての変位の累積性を把握することが重要であるところ、乙479（73頁）に示すとおり、相手方は、相手方の実施した調査に加え、各種機関による多数の断面をも総合して伊予灘の海底地形及び海底下の各地層面の形状を面的に把握して沿岸部に扇状の変位の累積性が認められることなどを確認しており、その点でも相手方の評価は妥当である。

(ウ) 伊予灘を全体としてみれば扇状の変位の累積があるとする主張について

第1回審尋におけるプレゼンテーションの際、早坂康隆氏は、沖合い約8kmよりも南側の早坂康隆氏の考える「主断層」付近は水平な層が分布しているという認識を示しながら、伊予灘を全体としてみたときに南側に向かって沖合い約8kmで深くなるハーフグラーべン状の構造が見て取れ、その成因が示されていない旨を述べたが（乙480（10～17頁）），上記(1)で述べたとおり、相手方としても、

約70万年前より古い時代に伊予灘の堆積盆を形成する正断層の活動があったことを否定するものではなく、伊予灘を全体として見たときにハーフグラーベン状の堆積盆がないとは主張しない。早坂康隆氏は、正断層の運動がなければなぜ伊予灘の堆積盆が形成されたのか説明できない旨を繰り返し述べたが、相手方としても伊予灘の堆積盆が形成された古い時代には正断層運動があったことは認めているのであって、早坂康隆氏は相手方の主張を誤解していると思われる。相手方は、約70万年前より古い時代には正断層の運動が卓越して伊予灘の堆積盆の形成が進んだが、約70万年前以降までは横ずれを主体とする運動に変化しており、その結果、沖合い約8kmに活断層群が生じたと考えているのであり、その沖合い約8kmの活断層群より南側では堆積層は水平である（なお、約70万年前以降は横ずれ運動であるので基本的には沖合い約8kmの活断層群よりも北側でも浅部ではほぼ水平な堆積層が見られるが、原審債務者準備書面（3）の補充書（4）第3（12頁以下）で述べたとおり、わずかに正断層成分（北落ち成分）を有しているため、沖合い約8kmよりも北側では、かつての正断層運動があった時代よりは小さいものであるとしても、現在でもわずかに南側に向かって深くなるような扇状の層の堆積があつてもおかしくはない。）。

ここで、現在の佐田岬半島北岸部に活断層が存在するか否かを判断する上で重要なのは、伊予灘の深部でも沖合い約8kmの活断層群よりも北側でもなく、沖合い約8kmの活断層群よりも南側の堆積層に南側に向かって深くなるような扇状の変位の累積が認められるか否か、あるいは沖合い約8kmの活断層群よりも南側でD層に変位が

認められるか否かである。したがって、沖合い約8kmの活断層群よりも南側の堆積層は水平だが伊予灘を全体としてみたときにハーフグラーベン状の構造があるとする早坂康隆氏の見解は、活断層評価の観点から意味をなさない主張である。山崎晴雄名誉教授も述べるように(乙442)、沖合い約8kmの活断層群よりも南側が水平な堆積を示しており、変位の累積性も認められないことから、後期更新世以降に活動した活断層がないことが明確に判断できるのである。

ちなみに、第1回審尋において御庁から抗告人らに指摘があったとおり、抗告理由書3－補充書1(8頁)の記載は沿岸部の堆積層が水平であることを認めた早坂康隆氏の説明と食い違っている。これは、本来なら、上記のとおり、沖合い約8kmの地点よりも北側まで含めた広域の音波探査図(例えば、乙479(21頁)の図など)において主張すべき内容を、誤って「C-9B」図(即時抗告準備書面(3)(11頁))を使って主張してしまったことによるものと考えられる。「C-9B」図は沖合い約8kmの活断層群よりもずっと南側の沿岸部付近の堆積層の音波探査図であるから、当然ながら図の全体を見たところで南側に向かって深くなるような扇状の変位の累積は全く見られない。

なお、早坂康隆氏は、カナダ・ノバスコシア州のFundyハーフグラーベンの断面を示して(乙480(17頁))、正断層であっても主断層側に向かって堆積層が扇状に厚くなる構造になっていない事例がある旨を説明したが、伊予灘の現在の断層運動が正断層とする前提が誤りであることはひとまず措いたとしても、この断面をより詳細に示したWade et al. (1996)(乙484)に

において、堆積盆の最深部付近だけでなく主断層側に向かって浅くなる地点にも多数の正断層変位が生じていることから（図13），沖合い約8kmの活断層群（堆積盆の最深部付近）よりも南側に向かって浅くなる地点のD層に変位が認められない伊予灘に当てはめて佐田岬半島北岸に主断層があることを裏付けられるものでは全くないし、そもそも図13の主断層付近の正断層変位をみても主断層側に向かって堆積層が扇状に厚くなる構造が見て取れる。

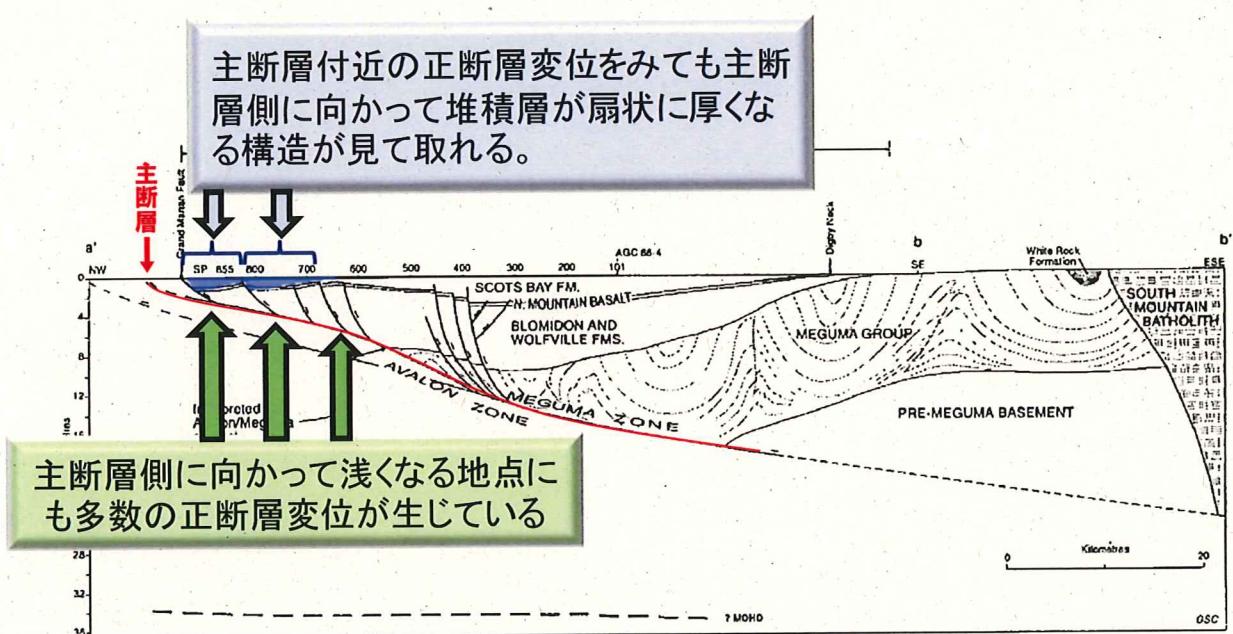


Fig. 5. Structural cross section a'-b' based on line AGC 88-4 and other seismic and geological data. V.E. = ~1:1. For location see Figure 1.

(乙484(195頁)の図に加筆)

図13 カナダ・ノバスコシア州のFundyハーフグランベ恩の断面

(3) 長期評価の記載について

抗告人らは、中央構造線断層帯の長期評価において、佐田岬半島の北岸部の調査等の必要性が指摘されていることを主張するが（抗告理由書

3－補充書1（9頁）），そもそも佐田岬半島北岸部の調査等の必要性を指摘する旨の長期評価の記載は，長期評価の結論として記載されたものではなく（乙344），原子力規制委員会も新たな知見として取り上げていない（乙431）。また，原審債務者準備書面（3）の補充書（4）第3（12頁以下）や即時抗告準備書面（3）第3の3（25頁以下）で主張したとおり，佐田岬半島北岸部の調査等の必要性を指摘する旨の中央構造線断層帯の長期評価の記載については，中央構造線断層帯の長期評価の改訂に携わった広島大学の奥村晃史教授や首都大学東京の山崎晴雄名誉教授が，相手方が行った調査の結果（乙126等）の存在を見落としたまま（山崎晴雄名誉教授は，地震本部は基本的に学術論文を評価対象としているために原子力発電所の審査資料（特に，正式な審査会合ではなくヒアリングの資料）として示された調査が正確に考慮されていない面がある旨を述べている（乙442（5頁））。）主張された内容が残ってしまったものである旨を述べていることから（乙344及び乙442），上記の中央構造線断層帯の長期評価の記載があることをもって，相手方の調査が不十分であることにはならない。何より，相手方が詳細な調査により佐田岬半島北岸部の海上音波探査記録を取得した上で適切に活断層の有無を検討していることは，現に，第1回審尋における相手方のプレゼンテーションの際，多数の音波探査記録を示しつつ説明したとおりであり（乙479（27～30頁，63～71頁）），「今までのところ探査がなされていない」（乙343（31頁））との記載は明らかに事実に反しているのであるから，広島大学の奥村晃史教授や首都大学東京の山崎晴雄名誉教授が述べるとおり，信頼性のある記載とは言い難い。なお，原決定も，中央構造線断層帯の長期評価の記載があることをもつ

て、相手方の調査が不十分であることにはならない旨を認定している（原決定 177～178 頁）。

(4) 震源断層が北傾斜であっても佐田岬半島北岸部に活断層は生じないと考えられること

抗告人らは、中央構造線断層帯の震源断層が中角度であれば当然に、中角度の震源断層の延長部にあたる佐田岬半島北岸部には活断層があるはずと考えているようであるが（抗告理由書 3－補充書 1 第 3 の 4(3)（10～11 頁）），かかる認識は、断層運動に対する理解を欠いたものであって、失当である。原審債務者準備書面（3）の補充書（3）第 2 の 2（17 頁以下）及び即時抗告準備書面（3）第 3 の 1(4)（21 頁以下）で主張したとおり、実験結果（乙 432）からすると、震源断層が中角度に傾斜していたとしても、横ずれを主体とする断層運動であれば、中角度の震源断層の延長部にあたる佐田岬半島北岸部に活断層は生じないことが自然なのである。長期評価においても、「地下深部で中角度に傾斜した横ずれ断层面が地表付近で高角度になることは・・・（中略）・・・不自然ではない」（乙 343（32 頁））と説明されている。敷衍すれば、活断層と震源断層とが一直線である必要はなく、震源断層は北傾斜でも浅部に生じる活断層は高角（鉛直に近い）ということがあり得るし、むしろ、横ずれ断層においては何ら不自然ではないということである（乙 479（44 頁）の震源断層と浅部の活断層のイメージ図を参照）。

抗告人らは、中央構造線断層帯の長期評価の「中角である中央構造線の活動に伴って浅部における中央構造線断層帯（活断層）が形成・成長している」（乙 343（33 頁））という記載について、佐田岬半島北岸部に活断層が存在するはずであるとの認識を示す記載であると誤解してい

るようであるが（抗告理由書3－補充書1（10～11頁）），当該記載に先立って，上記の「地下深部で中角度に傾斜した横ずれ断層面が地表付近で高角度になることは・・・（中略）・・・不自然ではない」（乙343（32頁））との記載がなされ，また，その上で，「高角な中央構造線断層帯と中央構造線はどのような関係か」（乙343（33頁））について検討した上での当該記載なのであるから，北傾斜である中央構造線の活動に伴って形成・成長しているとされる「中央構造線断層帯（活断層）」とは，明らかに沖合い約8kmの高角の活断層群を指しているのであって，抗告人らによる中央構造線断層帯の長期評価の記載の解釈は誤りである。

（5）その他早坂康隆氏のプレゼンテーションの内容について

第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて，早坂康隆氏は，佐田岬半島北岸部を挟んで両端に活断層が存在する，重力異常が熊本地震の震源域に繋がっているなどとして，佐田岬半島北岸部に活断層が存在する可能性があるとの推論を述べたが（乙480（22～24頁，27～33頁）），早坂康隆氏の推論の合理性を吟味するまでもなく，上記（2）のとおり，調査結果から直接的に佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないことが確認できているのであるから，早坂康隆氏の主張には理由がない。

なお，念のため付言すると，まず，両端に活断層が存在することが佐田岬半島北岸部に活断層が存在することの根拠とならないことについては，原審債務者準備書面（3）の補充書（2）第2の4（19頁以下）等で主張したとおりであり，原審の証人尋問において小松正幸氏も「両端が活断層だから真ん中もそうだというふうに，単純には推定というか認定はできない」（原審証人調書（52頁））と述べている。また，山崎晴雄名

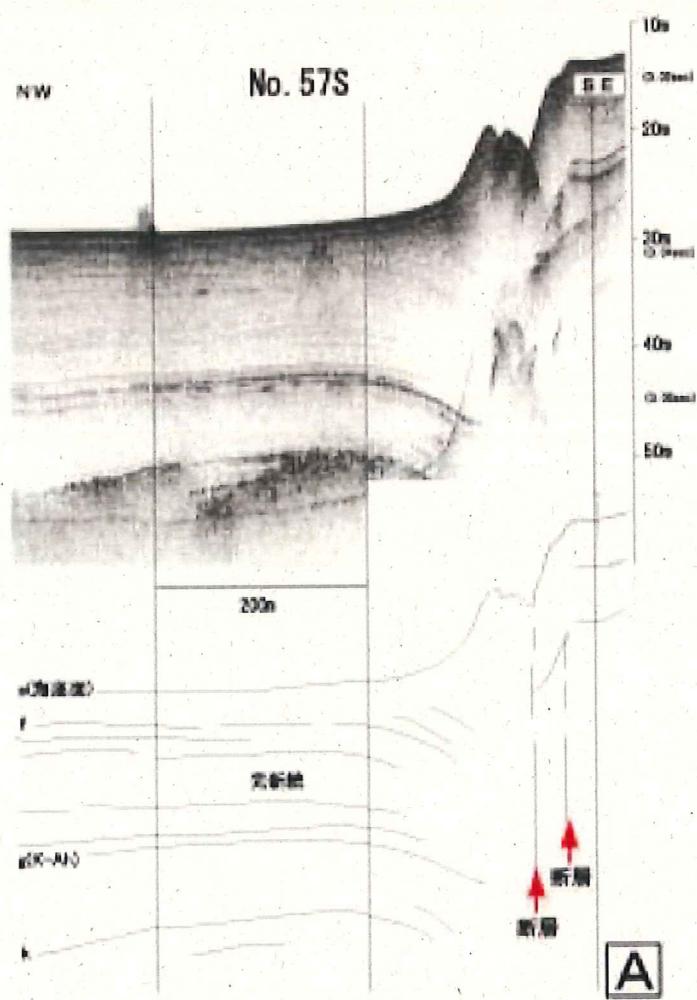
誉教授も「両端が活断層であればその間も活断層であるというのは、あまりにも乱暴な議論です。」（乙442（15頁））と述べている。次に、重力異常については、原審債務者準備書面（3）第3の1(3)（52頁以下）で主張したとおり、重力異常図において佐田岬半島北岸から北の領域に重力異常が見られるのは、三波川変成岩類を覆う堆積層（堆積層は岩石と比べて密度が小さい。）の存在を示すものに過ぎず、活断層や震源断層の存在の有無を判断するには別途の調査が必要である。この点については、原審の証人尋問において小松正幸氏も「そこの異常部分（相手方注：重力異常が存在する部分）と断層は、必ず一致すると言つていいんでしょうか。」という質問に対し、「いや、必ずしもそうではありません」（原審証人調書（36頁））と述べ、重力異常が存在することそのものから活断層の存在が当然に導かれるわけではないことを認めており、山崎晴雄名誉教授の意見書においても、「小松正幸氏は、重力探査の結果得られた重力異常図から、佐田岬半島沿岸部に重力異常の急変部が存在しており、活断層が存在することが強く疑われるとの見解を述べておられるようですが、重力異常図から分かることは、あくまで地下の密度差であって、活断層を直接判別できるわけではありません。もちろん、地下の密度が変化する場所には、活断層が分布することもあるわけですが、伊予灘では活断層の位置について言及するほどの分解能が重力異常にありませんし、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）も重力異常から活断層を直接的に評価するようなことはしていません。」（乙442（17頁））と述べられているとおりである。

ちなみに、第1回審尋におけるプレゼンテーションの際、早坂康隆氏は、ボーリング調査の断面図を示して「下灘－長浜沿岸活断層」が長浜埋

立地を通ることを示し、海上音波探査ではこの活断層延長部が捉えられておらず、海上音波探査により沿岸部の活断層を把握することは困難と述べた（乙480（24頁））。

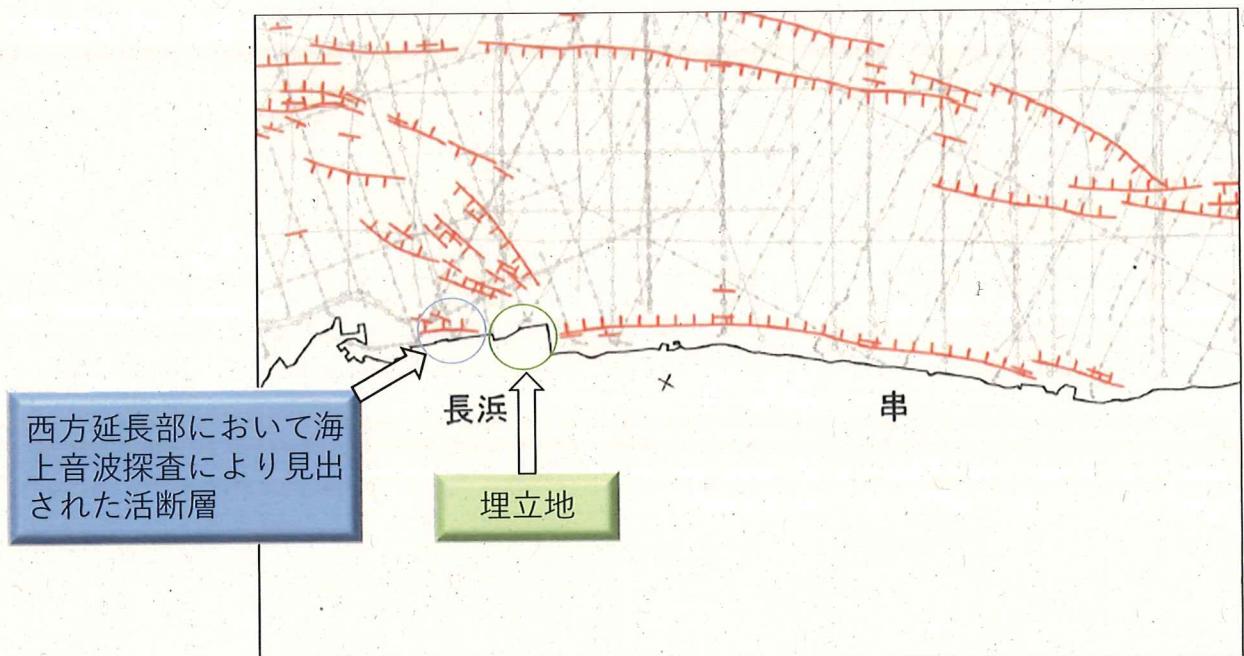
早坂康隆氏が主張の根拠として用いるボーリング調査自体、ボーリングコア中の地層の対比の根拠や堆積時の地形に関する検討¹³が十分に示されていないために活断層の認定根拠として十分とはいえないが、その点を撇くとしても、乙293（9頁、11頁）に示すとおり、海上音波探査が実施された測線上において、「下灘－長浜沿岸活断層」は適切に把握されている（図14）。そもそも、早坂康隆氏が指摘する地点は、海域ではなく埋立地であるために海上音波探査を実施していない（できない）から、海上音波探査で捉えられないのは当たり前であるし、また、当該埋立地より更に西方延長部においては海上音波探査によって延長部となる活断層が把握されているのであるから（図15），海上音波探査で活断層を適切に把握できないかのように述べる早坂康隆氏の主張には何ら理由がない。

13 堆積時の地形自体が傾斜していれば、火山灰などの堆積物が同じ高さに堆積しないのは当然であるから、離れた2地点をボーリングした結果として堆積物の高さの違いが見られたとしても、それがそのまま断層によって生じた落差を表すとは言い切れない。



(乙293(11頁)から抜粋)

図14 伊予灘東部海域における音波探査記録その解釈図 (No. 57S)



(相手方作成の活断層分布図を拡大し、一部加筆)

図15 長浜の埋立地と西方延長部の活断層

(6) 活断層が敷地に極めて近い場合の評価が必要ないことについて

以上のとおり、佐田岬半島北岸部に活断層は存在しないため、活断層が敷地に極めて近い場合の評価は必要ない。

なお、第1回審尋において御府が指摘したとおり、「震源が敷地に極めて近い場合」の評価として抗告人らがプレゼンテーション資料で示した図（乙482（6頁）の図）は誤っている。すなわち、地震ガイドに記載されている「震源が敷地に極めて近い場合」の評価とは、上記でも述べたとおり、地表地震断層から震源断層までの浅部地盤（震源断層とはならない比較的軟らかい地盤）が活動することの影響について、2km程度以上離れていれば浅部地盤の影響は無視しうるもの、震源が敷地に極めて近く、2km程度以内の浅部地盤が変位する場合には、比較的軟らかい地盤の活動といえどもその影響を一概に無視できないことから、その影

響を評価することを求めるものであり、もし伊予灘の中央構造線断層帯について、北傾斜の震源断層を延長した佐田岬半島北岸部に活断層があると仮定した評価をするならば、図16のように震源断層と浅部地盤の断層とを区別して考えなくてはならない。例えば、浅部地盤の影響を考慮することを求められている日本原子力発電株式会社敦賀発電所の評価も震源断層と浅部地盤とを明確に区別して評価している（乙297）。

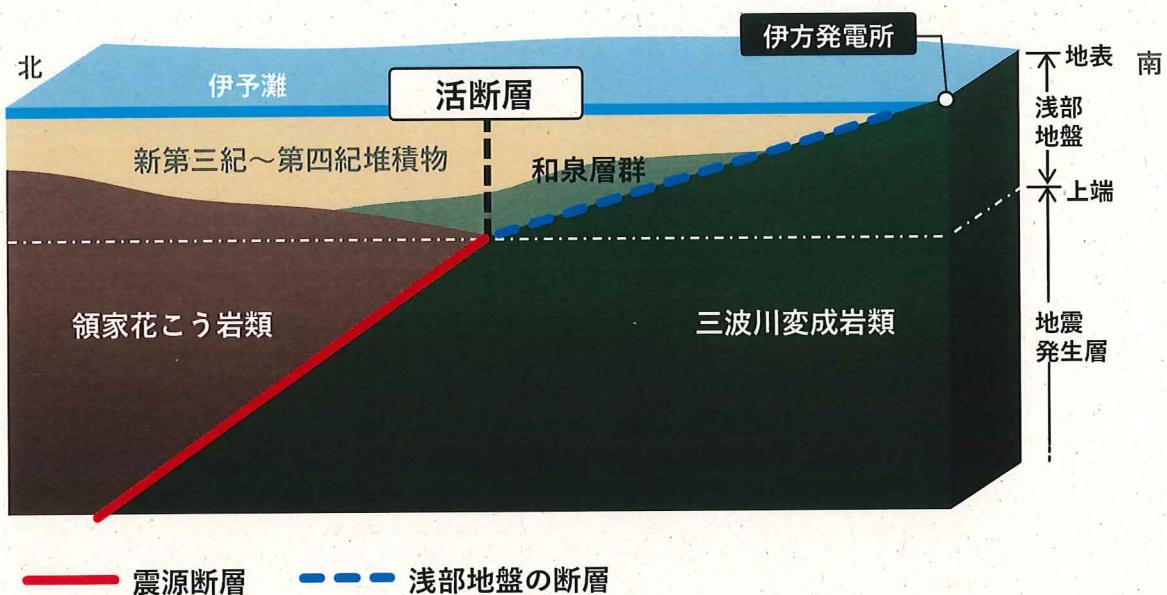


図16 佐田岬半島北岸部に活断層があると仮定した場合の評価イメージ

これに対し、抗告人らの示す図は、そのようになっていない。抗告人らが作成した図の意味するところが判然としないものの、

①沖合い約8kmの地下約2kmにある震源断層を沖合い約2kmの地下約2kmに移動させて記載している

若しくは、

②地表地震断層から震源断層までの浅部地盤をも震源断層として捉え

て記載している
のいずれかであると思われる（図17参照）。

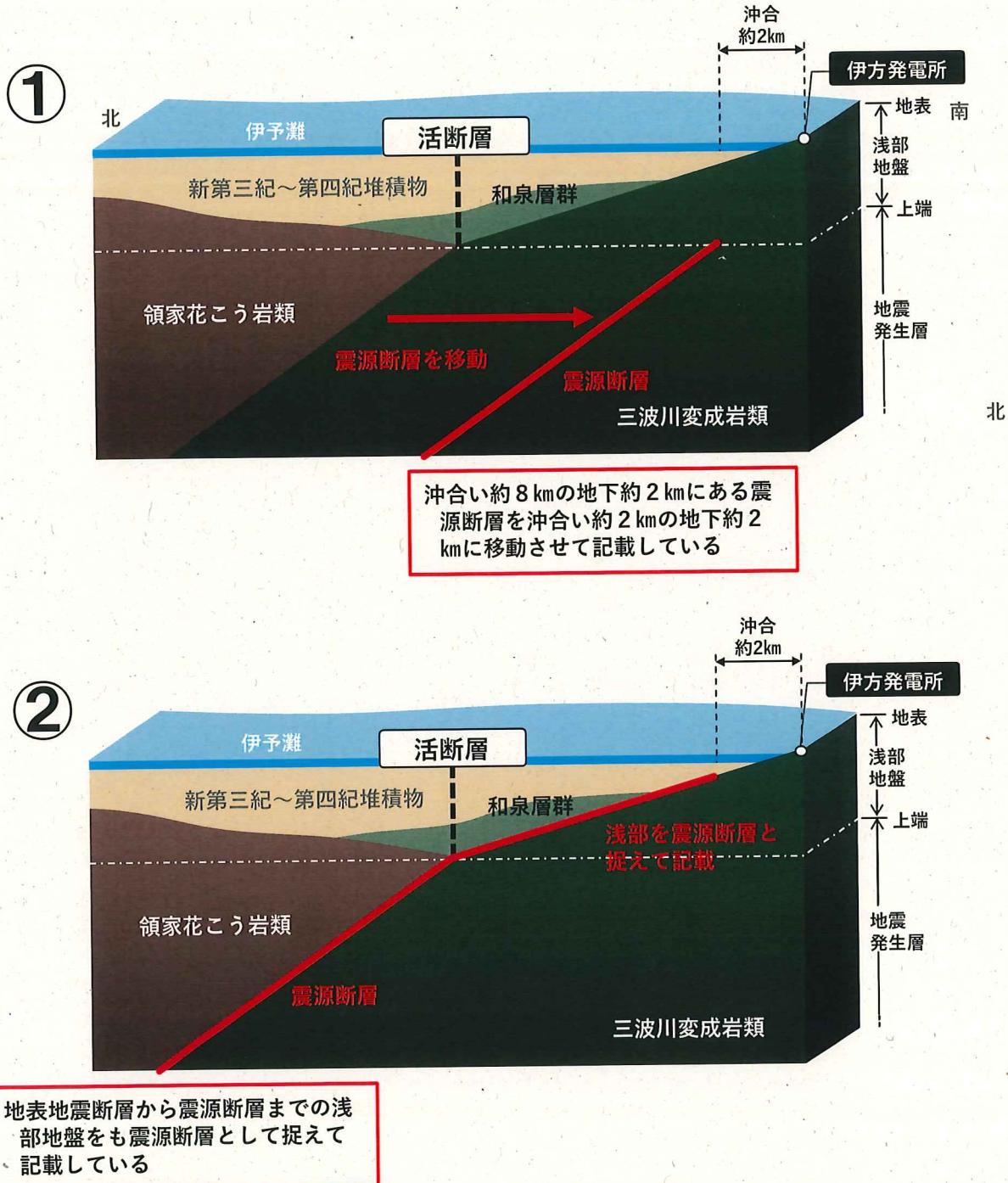


図17 抗告人らの示す図の意図を推察したイメージ

もし抗告人らの意図が上記①であれば（抗告人らの図は震源断層面の長さが変わっていないことから、どちらかと言えば上記①である可能性の方が高いと思われる。），抗告人らの示す図は、沖合い約8kmに存在する領家花こう岩類と三波川変成岩類の接合地点（これは小松正幸氏や早坂康隆氏も含めて全く異論なく認められている。）を沖合い2kmの地点に勝手に移動させていることを意味しており、明らかに失当である。また、もし抗告人らの意図が上記②であれば、中央構造線断層帯の震源断層は領家花こう岩類と三波川変成岩類との会合部以深であり（長期評価もそういう理解である（乙443（224頁，227頁））。），上記のとおり、地表地震断層から震源断層までの浅部地盤については震源断層とは別に考慮しなければならないにもかかわらず、震源断層になり得ない浅部地盤までを震源断層として評価しているため、これもやはり失当である（なお、早坂康隆氏も震源断層は地下数km以深の場所にあると述べている（乙480（6頁））。）。

ちなみに、相手方としては、上記のとおり、「震源が敷地に極めて近い場合」の評価は必要ないと判断し、原子力規制委員会の審査においても認められていることから、「震源が敷地に極めて近い場合」の地震動評価は行っておらず、具体的な数値も持ち合わせてはいないが、いずれにしても、原審債務者準備書面（3）の補充書（2）第2の6（23頁以下）でも述べたとおり、比較的軟らかい浅部地盤は短周期の地震動を生じにくい（乙298）。地震発生層以浅の浅部地盤による地震動への影響が主に長周期成分にみられることは、2016年熊本地震による地震動の再現解析の結果（例えば、入倉・倉橋（2017）（乙435（8頁）））

等からも明らかになっている。したがって、長周期側に安全上重要な機器のない本件3号機（乙299（添付－2（3／3）頁）のとおり、最も周期の長い「燃料集合体」でも0.3秒未満である。）への影響は限定的と考えられる。

4 本件発電所がダメージゾーンに位置するとの主張について

即時抗告準備書面（5）第2の1（11頁以下）で主張したとおり、本件発電所の敷地岩盤に亀裂が存在する旨の早坂康隆氏の指摘は、相手方が詳細な調査により把握し、本件3号機の地盤安定性評価の前提としている事実を指摘するものに過ぎず、何ら意味をなさない。抗告人らは、なおも本件発電所が中央構造線断層帯のダメージゾーンに位置しているなどとして縷々主張し（抗告理由書3－補充書1第4（12頁以下）），早坂康隆氏も、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて、本件発電所敷地周辺の地盤の亀裂をことさらに強調した写真を並べて示したが（乙480（40頁以下）），相手方は、早坂康隆氏の上記指摘や上記写真で示された亀裂の存在を前提とした上で、本件3号機の地盤が十分な安定性を有していると評価しているのであって、抗告人らの主張は、このような相手方の評価を正解しないでなされたものであり、何ら理由がない。そもそも亀裂の大部分は断層ではなく節理¹⁴であるし、三波川変成岩類は地下深部で低温高圧型の変成作用を受けた後、地表まで上昇してきた岩石であって、地下深部において変成作用を受けていることから、古い時代に地下深部で生成された小断層が認められることは、三波川変成岩類の形成過程に鑑みてむしろ当

14 節理とは、岩石の変形、風化等によって生じた岩石及び岩盤中の明瞭かつ平滑な割れ目で、割れ目の両側にずれがみられないもの、及びずれがみられてもごくわずかなものをいう。

然のことである（なお、岩盤の亀裂が活断層でなく古い断層等であることは第1回審尋における御序からの質問において早坂康隆氏も認めていた¹⁵。）。山崎晴雄名誉教授も「小松正幸氏は、佐田岬半島北岸の岩盤に多数の破碎帯や断層粘土が見られるとして、中央構造線のダメージゾーンに当たり、沿岸に活断層が存在しているとの見解を述べておられるようですが、これも乱暴な議論です。岩盤は、長い年月を経る過程で多くの傷が生じるものであり、言ってみれば、古い岩盤であれば破碎帯はどこにでもあるものです。」（乙442（17頁））と述べているとおり、古い断層等の亀裂が存在すること自体は何ら問題となるものではなく、その古い断層等によって地盤の安定性が損なわれないか否かが重要であるところ、即時抗告準備書面（5）第2の1（11頁以下）で主張したとおり、相手方は、それらの亀裂を詳細に把握し、それらが存在することを踏まえた上で本件3号機の地盤が十分な安定性を有していると評価し、原子力規制委員会による確認を受けているのである。

早坂康隆氏が、活断層ではない古い断層等の亀裂の存在を指摘する意図は、おそらく、地震時等に当該亀裂で地盤がずれる（地すべりが生じる）可能性等を主張することにあるものと考えられることから、以下、念のため、本件3号機の地盤が地すべりに対する十分な安定性を有すると判断した相手方の評価内容について詳細に主張しておくこととする。

すなわち、相手方は、本件3号機の地盤について、極めて詳細な調査を行い、その地質、地質構造を明らかにするとともに、各種試験等によって、地

15 そもそも岩盤の亀裂だけを見て活断層を認定することはできない。この点については、山崎晴雄名誉教授も「陸域の活断層の調査においては、まず空中写真を用いて活断層の疑いのある地形を判読し、現地で地形と対応する破碎帯と地形・地層の変位の累積性の有無等を確認し、それを詳細に分析するのが一般的なアプローチです。」（乙442（17頁））と述べるとおりである。

盤を構成する岩盤の物理的・工学的性質を十分に把握している。

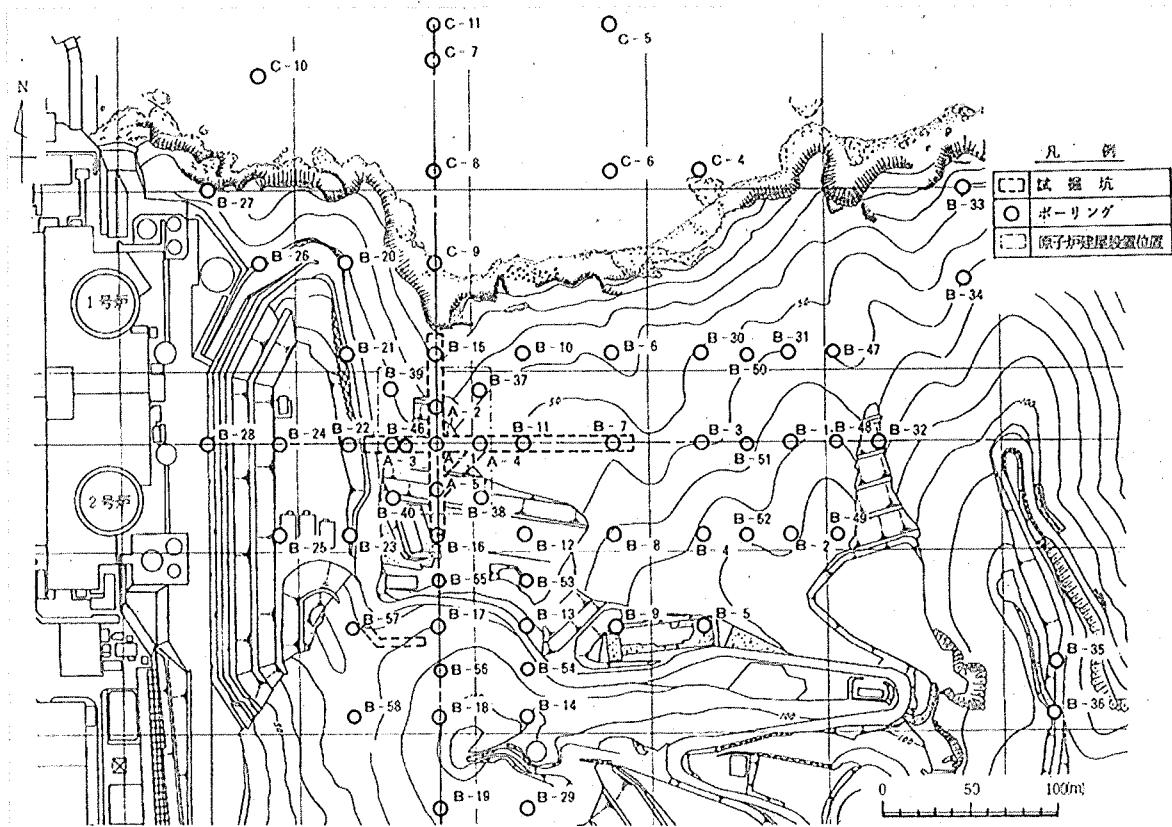


図18 原子炉設置位置付近の地質調査位置図

具体的には、本件発電所の敷地において、地表地質調査、地表弾性波探査¹⁶、ボーリング調査、試掘抗調査¹⁷、深部ボーリング調査等を実施している。地表弾性波探査では、34測線、総延長14600mにわたる探査を実施し、ボーリング調査では、孔数約150孔、総掘進長約7900mのボーリング調査を実施した。深部ボーリング調査では、深度約2000mまでの連

16 弾性波探査とは、地下を伝わる弾性波が物性(主に地震波速度及び密度)の異なる境界で屈折や反射などの現象を生じることを利用して地下構造を調査するための手法

17 試掘坑は、基礎岩盤を直接確認したり、岩盤試験を実施したりするために掘削する坑道のこと。試掘坑内での調査により、基礎地盤の地質及びその分布並びに岩盤の特性等を詳細に把握することができる。

続したボーリングコアを採取して地下深部までの地質及び地盤物性を把握した。また、原子炉設置位置付近での試掘抗調査では、原子炉設置位置の直上部で十字に交わる南北方向約110m、東西方向約150mを中心に合計300mの試掘抗を掘削し、構成岩石及びその分布、断層の有無、片理面¹⁸及び節理面の走向・傾斜等を直接観察し、基礎岩盤の地質学的性質を把握・検討した。そして、試掘坑内においては、岩盤試験（平板載荷試験¹⁹、岩盤せん断試験²⁰等）を実施し、亀裂を含めた基礎岩盤の工学的性質を把握した。

(乙13(6-3-73~6-3-112頁))

(1) 本件3号機基礎地盤の地すべりに対する安定性について

ア 評価の方針

原子力発電所の安全性を確保するためには、原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」という安全機能に關係する耐震重要施設²¹の基礎地盤の安定性が基準地震動Ssによる地震力によって損なわれることが重要である。また、運転時の異常な過渡変化²²及び

18 岩石が、地下深部において長い間、圧力、温度等の作用（これを「変成作用」という。）を受けた場合には、鉱物が再結晶し、鉱物の配列に方向性が生じる。片理とは、この方向性を有する組織をいい、その面を片理面という。

19 岩盤の荷重に対する支持力等を測定する試験（乙13(6-3-311頁参照)）

20 岩盤の原位置でのせん断強度特性を求める試験方法で、試掘トレンチ内の岩盤上にコンクリートブロックを置き、そのブロックを介して直下の岩盤をせん断する試験（乙13(6-3-313頁参照)）

21 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（以下「設置許可基準規則」という。）3条1項において、「設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの」と定義される施設。なお、設計基準対象施設は、設置許可基準規則2条2項7号において、「発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの」と定義される施設のこと

22 通常運転時に予想される機械又は器具の单一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には発電用原子炉の炉心又は原子炉冷却材圧力バウンダリ（一次冷却設備による循環回路により形成する放射性物質を閉じ込めるための障壁となる範囲）の著しい損傷が生ずるおそれがあるものとして安全設計上想定すべきもの

設計基準事故²³を超える事象が発生した場合において炉心の著しい損傷を防止し、炉心の著しい損傷に至る事象が発生した場合においても原子炉格納容器の破損を防止し、又は、炉心の著しい損傷等の影響を緩和する設備を設置する常設の施設（常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備²⁴が設置される重大事故等対処施設（以下「常設重大事故等対処施設」という。）を設置する基礎地盤の安定性が損なわれないことも重要である。

そこで相手方は、本件3号機の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤について、基準地震動S sによる地震力が作用した場合においても、本件3号機の基礎地盤がすべりに対して安定的であること、すなわち地すべりが生じないかどうかについての評価を行った（評価対象となる耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の配置図を図19に示す。図中、赤字で示したものは耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の両方に該当する施設であり、青字で示したものは、常設重大事故等対処施設にのみ該当する施設である。また、施設ごとにアルファベットを付しているが、具体的な施設名称は次のとおりである。すなわち、(a)原子炉建屋（原子炉補助建屋等を含む）、(b)海水管ダクト、(c)海水ピット、(d)海水取水路、(e)海水取水口、(f)軽油タンク、(g)緊急時対策所、(h)空冷式非常用発電装置、(i)軽油移送配管、(j)重油移送配管、(k)重油タンクである。このアルファベットと名称の対応関係

（設置許可基準規則2条2項3号）

- 23 発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきもの（設置許可基準規則2条2項4号）
- 24 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備については原審答弁書表12（202頁）を参照

については、図21及び図24も同じとする。)。²⁵

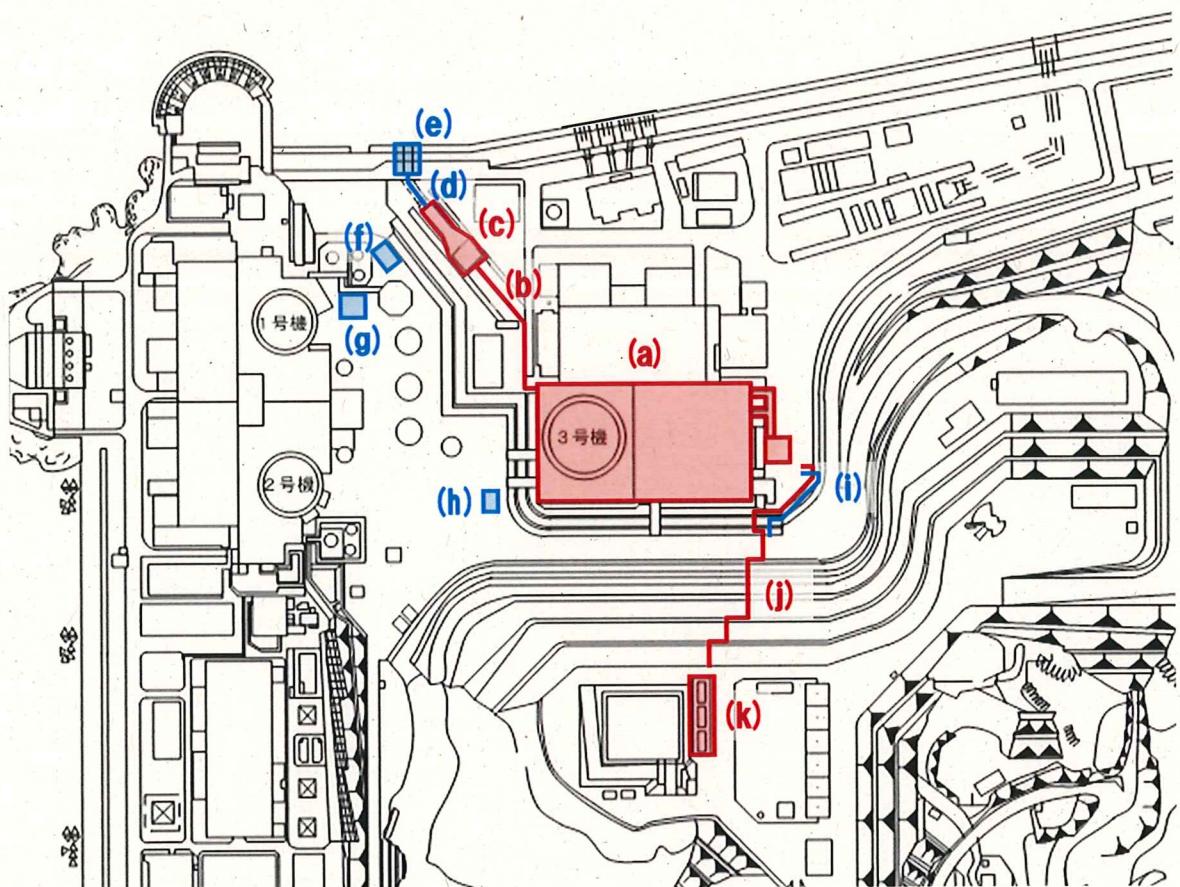


図19 評価対象施設（耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設）配置図

イ 評価の方法

相手方は、まず、本件3号機の基礎地盤を構成する岩盤について、相手方が実施した詳細な調査の結果に基づき、解析用物性値（解析を行うために、岩盤の持つ様々な性質を数値化したもの）を設定し、評価対象とする断面を選定して解析モデルを作成した上で、基準地震動Ss

25 なお、乙480（46頁）の山側斜面は、評価対象施設とは離れており、その地盤安定性が問題となるものではない。また、新鮮で堅硬な岩盤に達する前の掘削途中の岩盤を示しても何ら意味がない。

を用いた解析を行うことにより、本件3号機の基礎地盤の安定性を評価した。

(ア) 解析用物性値の設定

相手方は、本件3号機の基礎地盤を構成する岩盤について解析用物性値を設定するにあたり、まず、一般的に広く用いられている電中研方式（田中治雄氏が「土木技術者のための地質学入門」（1964年）で明らかにした、風化の有無、節理間隔、ハンマーの打音等に基づいて岩盤を分類する方式）の分類法を参考に、地質調査結果に基づき、堅い岩盤から順に、CH級、CM級、CL級及びD級の4段階に岩盤分類を行った。その上で、同一の岩盤分類においても、風化の程度、割れ目の状態等によって強度特性等に幅があることを考慮し、解析用岩盤分類として、I級①～③（CH級）、II級（CM級）及びIII級（CL級、D級及び表土等。評価対象の地盤に応じてより詳細にIII級①及び②を設定）に分類した（図20参照）。

そして、それらの解析用岩盤分類に応じて、強度特性のばらつきを安全側に考慮した上で解析用物性値を設定した。例えば、岩盤は「片理面に沿う方向」（片理面に平行な方向）に割れやすく、「片理面を切る方向」（片理面に垂直な方向）には割れにくい性質を有するところ、解析を行う場合には、想定されるすべり面における実際の岩盤の片理の方向にかかわらず、一律、強度の下限相当に対応する「片理面に沿う方向」に割れる際の岩盤強度を解析用物性値として設定している。また、敷地内にみられる断層の解析用物性値については、断層内部に粘土状の軟質部を介さず岩石相当の物性を有していると判断できる断層とそれ以外の断層とに分けて設定した。（乙

13 (6-3-112~6-3-113頁, 6-3-163~6-
3-164頁), 表1)

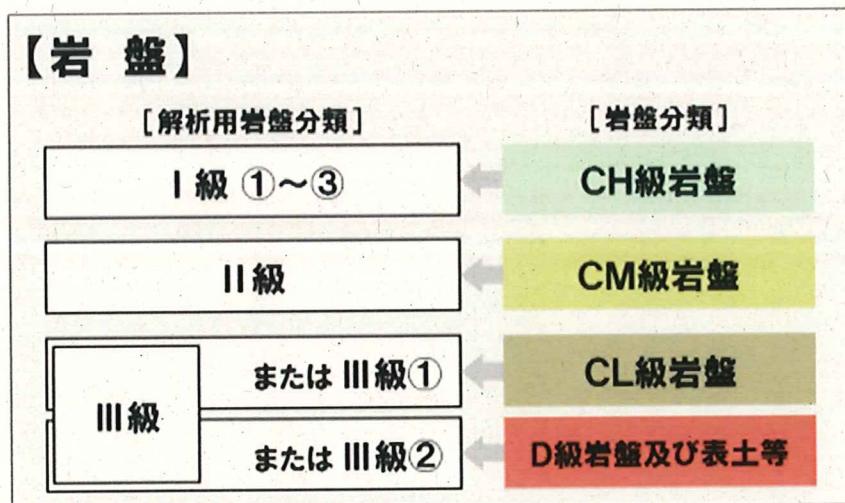


図20 岩盤の解析用岩盤分類について

表1 相手方の設定した解析用物性値

	岩盤						断層		
	I級			II級	III級①	III級②	III級	軟質無	
	①	②	③					軟質含	
単位体積重量 (kN/m ³)	29.4			27.5	25.5	18.6	26.5	19.6	
せん断強度 (kN/m ²)	981			490	130	39	324	78	
内部摩擦角(°)	50			41	23	17	34	24	
残留強度 (kN/m ²)	$\tau = 569 + \sigma \tan 43^\circ$			$\tau = \sigma \tan 41^\circ$	$\tau = \sigma \tan 23^\circ$	$\tau = \sigma \tan 17^\circ$	$\tau = \sigma \tan 34^\circ$	$\tau = \sigma \tan 24^\circ$	
静弾性係数 (kN/m ²)	3.63×10^6			1.18×10^6	0.49×10^6	0.0392×10^6	$27000 (\sigma_s)^{0.34}$	$1750 (\sigma_s)^{0.60}$	
静的ボアソン比	0.29			0.32	0.32	0.45	0.36	0.45	
動弾性係数 ($\times 10^6$ kN/m ²)	*1 58.8	*2 42.2	*3 23.5	10.8	3.51	$G_d/G_0 \approx 4$ $= 1/(1+10.4 \gamma^{0.737})$ $G_0 = 43900 \text{ MN/m}^2$	0.127	$G_d/G_0 \approx 4$ $= -0.33 \log \gamma - 0.58$ $G_0 = 294000 \text{ MN/m}^2$	$G_d/G_0 \approx 4$ $= -0.40 \log \gamma - 0.60$ $G_0 = 4130 (\sigma_s)^{0.53} \text{ MN/m}^2$
動的ボアソン比	0.34			0.36	0.38	0.45	0.40	0.45	
減衰定数	2.0 (%)			3.0 (%)	3.0 (%)	$h = 1/[0.062 + (3.90 \times 10^{-1}/\gamma)] + 1.3$	10.0 (%)	$h = 0.08 \log \gamma + 0.36$ $(\gamma > 10^{-1})$ $h = 0.017 \log \gamma + 0.09$ $(\gamma < 10^{-1})$	

*1 Vs=2.7km/s *2 Vs=2.3km/s *3 Vs=1.7km/s *4 動せん断弾性係数

(イ) 評価対象断面の選定

相手方は、地形、地質及び敷地内断層の性状を考慮し、図21のとおり、本件3号機原子炉建屋に対する評価対象断面として本件3号機原子炉建屋の炉心で直交する2断面（X-X'断面、Y-Y'断面）、緊急時対策所に対する評価対象断面として緊急時対策所通り直交する2断面（A-A'断面、B-B'断面）及び斜面に正対する1断面（C-C'断面）、重油タンクに対する評価対象断面として重油タンクを通り直交する2断面（D-D'断面、E-E'断面）を選定した（評価対象断面の地質断面図の例を図22に示す。）。

本件3号機原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクを除く耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、本件3号機原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクのいずれかと同等の標高、岩種及び岩級の地盤に支持されていることなどから、本件3号機原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクの基礎地盤の評価で代表させることとした。

（乙13（6-3-113～114頁、6-3-426～433頁））

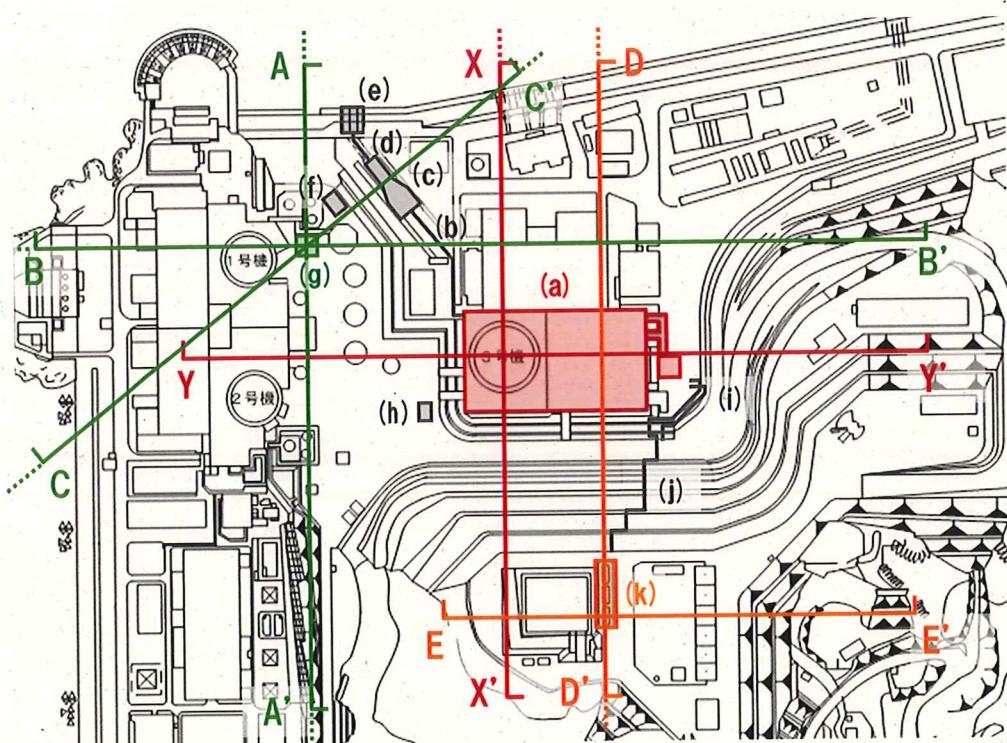


図 2-1 評価対象断面位置図

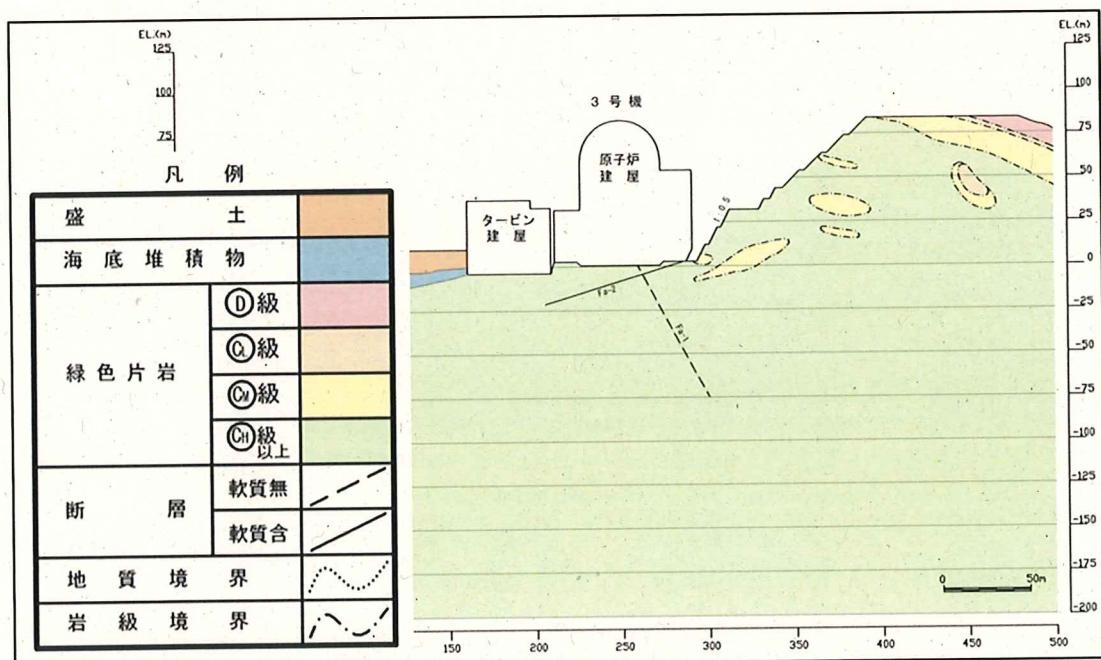


図 2-2 地質断面図の例 (X-X' 断面)

(ウ) 解析モデルの作成

解析モデルの作成にあたっては、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 - 2 0 0 8 , 乙 4 8 5) を参考に、まずは簡易的な評価手法を用いて、本件 3 号機原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクの各施設に係る評価対象断面の中で最も評価が厳しくなる断面を絞り込んだ上で、当該断面について解析モデルを作成することとした。

このため、相手方は、まず評価対象断面に対して簡便法（円弧すべり面及び複合すべり面を想定し、静的地震力²⁶を用いて簡易にすべり安全率²⁷を算定する手法（図 23））による評価を行い、最も評価が厳しくなる断面の絞り込みを行った。

26 実際には時々刻々と変化する地震動を時間とともに変化しない一定の力として仮定した地震力

27 すべり面上のせん断抵抗力（すべりに抵抗する力）の和をすべり面上のせん断力（すべらそうとする力）の和で除して求める。理論上、1を上回れば、すべりに抵抗する力がすべらそうとする力を上回るため、すべりに対する安全性が確保されることになる。

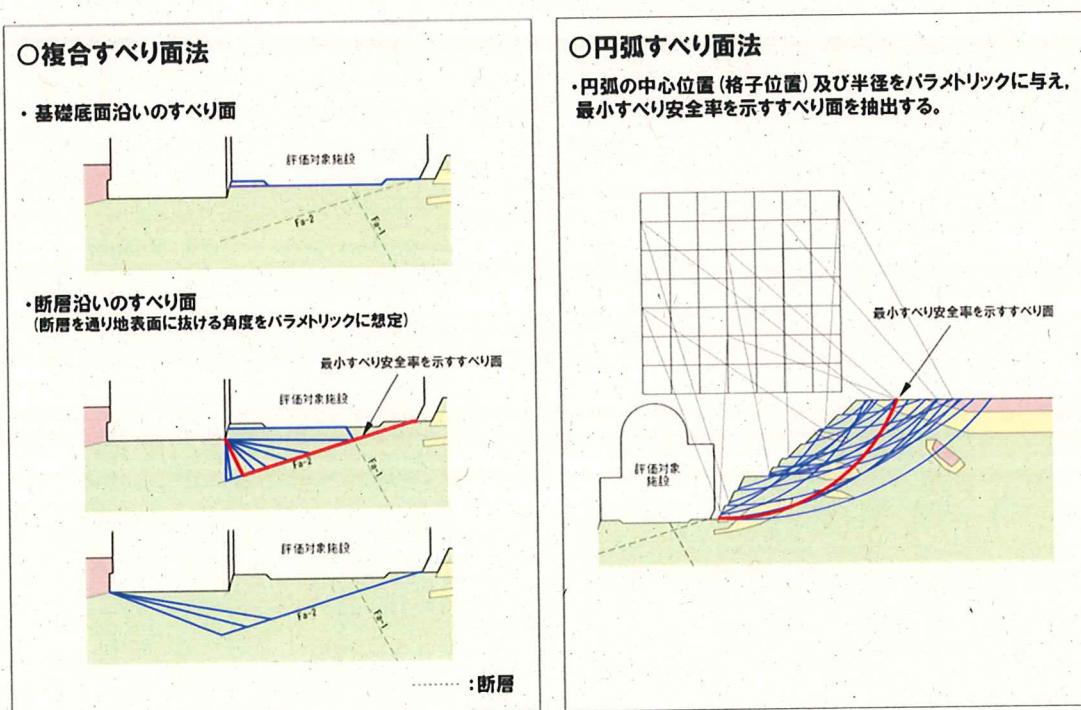


図 2-3 簡便法のイメージ

そして、絞り込みの結果、表 2 のとおり、すべり安全率が最も厳しくなる（すなわち、すべり安全率の数字が最も小さくなる）1 断面（本件 3 号機原子炉建屋については X-X' 断面、緊急時対策所については A-A' 断面、重油タンクについては D-D' 断面）をそれぞれ選定した上で、上記の解析用岩盤分類を踏まえて解析モデルを作成し、動的解析（時々刻々と変化する地震動に対して地盤が受けれる力、変形等を求める解析）による詳細なすべり安全率評価を行った。

（以上、乙 1-3 (6-3-1 14 頁, 6-3-1 65 頁, 6-3-4 34 ~ 4 39 頁))

表2 簡便法による絞り込みの結果（基礎地盤）

(本件3号機原子炉建屋)

	簡便法による最小すべり安全率	解析モデル作成
X-X' 断面	2.4	○
Y-Y' 断面	3.1	

(緊急時対策所)

	簡便法による最小すべり安全率	解析モデル作成
A-A' 断面	5.6	○
B-B' 断面	7.3	
C-C' 断面	7.0	

(重油タンク)

	簡便法による最小すべり安全率	解析モデル作成
D-D' 断面	2.8	○
E-E' 断面	14.9	

ウ 評価内容及び評価結果

地震発生時には、地震力が作用することにより、地盤をすべらそうとする力（せん断力）が働くため、原子炉施設の基礎地盤は、地震発生時にも十分なすべり安全性（せん断抵抗力）を有するものでなければならない。

そこで相手方は、基準地震動 S s による地震力が作用した場合でも本件3号機の基礎地盤が十分なすべり安全性を有していることを確認

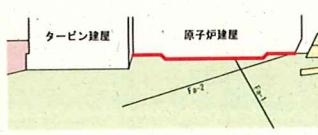
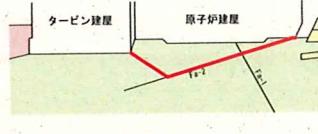
するため、基準地震動 S_s として策定した全 11 波 ($S_s - 1$ (1 波), $S_s - 2$ (8 波) 及び $S_s - 3$ (2 波)) を用いて、本件 3 号機原子炉建屋 ($X - X'$ 断面), 緊急時対策所 ($A - A'$ 断面) 及び重油タンク ($D - D'$ 断面) の想定すべり面におけるすべり安全率を解析・評価した。想定すべり面としては、構造物基礎底面沿いのすべり面、簡便法により抽出したすべり面、断層沿いのすべり面及び応力状態を考慮したすべり面 (局所安全係数 (地盤の小部分ごとの安全係数) やモビライズド面 (岩盤がせん断破壊しやすい方向) を考慮したすべり面) をそれぞれ検討した。

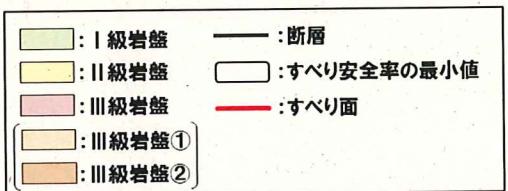
以上の解析・評価により得られたすべり安全率について、各想定すべり面において最小となったすべり安全率 (最小すべり安全率) を表 3～表 5 に示す。この結果、基礎地盤におけるすべり安全率の最小値は、本件 3 号機原子炉建屋基礎地盤 ($X - X'$ 断面) で 1.8, 緊急時対策所基礎地盤 ($A - A'$ 断面) で 2.1, 重油タンク基礎地盤 ($D - D'$ 断面) で 2.0 であり、いずれも評価基準値 (1.5)²⁸を上回っている。

(以上、乙 13 (6-3-116 頁, 6-3-166～168 頁)。)

28 前述したとおり、すべり安全率は、理論上、1を上回れば、すべりに抵抗する力がすべらそうとする力を上回るため、すべりに対する安全性が確保されることになるが、物性値のばらつきなどを考慮して評価基準値は一般的には 1.2 が用いられる (つまり、1.2 以上であれば、十分に安定的であると評価される。)。ただし、原子炉建屋の基礎地盤については、その重要性等から、すべり安全率の評価基準値として 1.5 を用いている。

表3 すべり安全率一覧表 (X-X'断面, 原子炉建屋基礎地盤)

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1		Ss-1	3.6
2		Ss-1	1.8
3		Ss-3-1	1.9
4		Ss-1	2.6
5		Ss-1	2.5



- I級岩盤 (Green)
- II級岩盤 (Yellow)
- III級岩盤 (Pink)
- III級岩盤① (Light Orange)
- III級岩盤② (Dark Orange)
- 断層 (Fault) (Black line)
- すべり安全率の最小値 (Minimum safety factor of sliding) (White box)
- すべり面 (Sliding surface) (Red line)

表4 すべり安全率一覧表 (A-A'断面, 緊急時対策所基礎地盤)

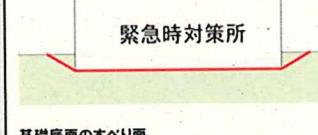
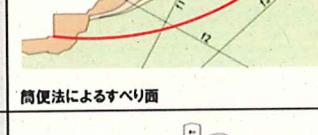
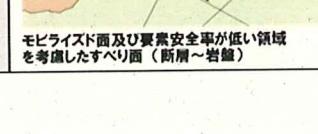
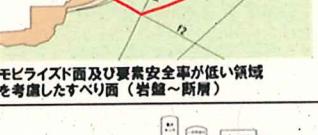
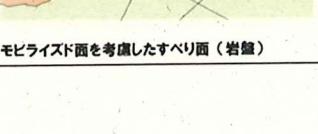
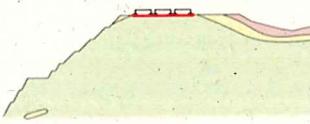
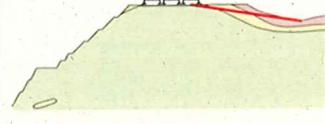
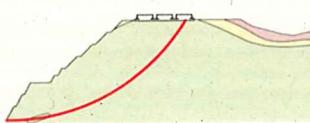
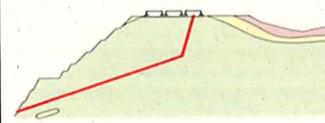
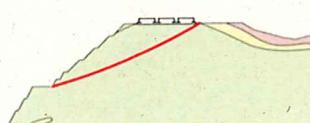
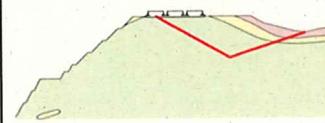
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1		Ss-1	16.9
2		Ss-1	2.7
3		Ss-1	3.0
4		Ss-1	2.1
5		Ss-1	3.5
6		Ss-1	2.6

表5 すべり安全率一覧表 (D-D'断面, 重油タンク基礎地盤)

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率		すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1	8.1		 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-3-2 EW	2.7
2	 簡便法によるすべり面	Ss-1	2.0		 モビライズ面を考慮したすべり面	Ss-3-1	2.3
3	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-1	2.2		 モビライズ面を考慮したすべり面	Ss-1	3.5

また、全体で最もすべり安全率が小さくなるすべり面（表3の2「断層（軟質含）沿いのすべり面（モビライズド面を考慮したすべり面）」、すべり安全率は1.8）に対し、更なる地盤物性のばらつき（断層等の非岩盤物性のばらつき）等を考慮した場合でも、すべり安全率は同等の値であった（有効数字未満の値に若干の減少はあったが、すべり安全率は変わらず1.8となった。）（乙13（6-3-117頁））。

以上から、本件3号機の基礎地盤は、十分なすべり安全性（せん断抵抗力）を有している。

(2) 基準地震動 Ss による地震力に対する本件3号機の周辺斜面の安定性 ア 評価の方針

基礎地盤と同様の観点から、本件3号機の周辺斜面についても、基準地震動 Ss による地震力により崩壊し、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の安全機能が重大な影響を受けないかどうかについて

の評価を行った。

イ 評価の方法

相手方は、本件3号機の周辺斜面について、基礎地盤の安定性評価と概ね同様の手順で解析モデルを作成し、基準地震動Ssを用いた解析を行うことにより、周辺斜面の安定性を評価した。

(ア) 解析用物性値の設定

解析用物性値は、基礎地盤と同様に、風化の程度、割れ目の状態等を考慮して設定した(乙13(6-3-119頁, 6-3-163~6-3-164頁))。

(イ) 評価対象斜面の抽出及び評価対象断面の選定

相手方は、まず、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と周辺斜面との離隔距離や崩壊した場合のすべりの向きを考慮して、安定性評価の対象とする斜面として、本件3号機原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面及び海水ピットの周辺斜面をそれぞれ抽出した。その上で、各評価対象斜面について、周辺斜面の岩級、勾配、高さ、敷地内断層の性状等を考慮して、斜面の高さが高い断面、斜面の勾配が急な断面等、最も厳しい評価となると想定される断面を選定し、評価対象断面とした。(評価対象斜面及び評価対象断面位置図を図24に示す。)(乙13(6-3-120頁, 6-3-427~6-3-433頁, 6-3-445頁))

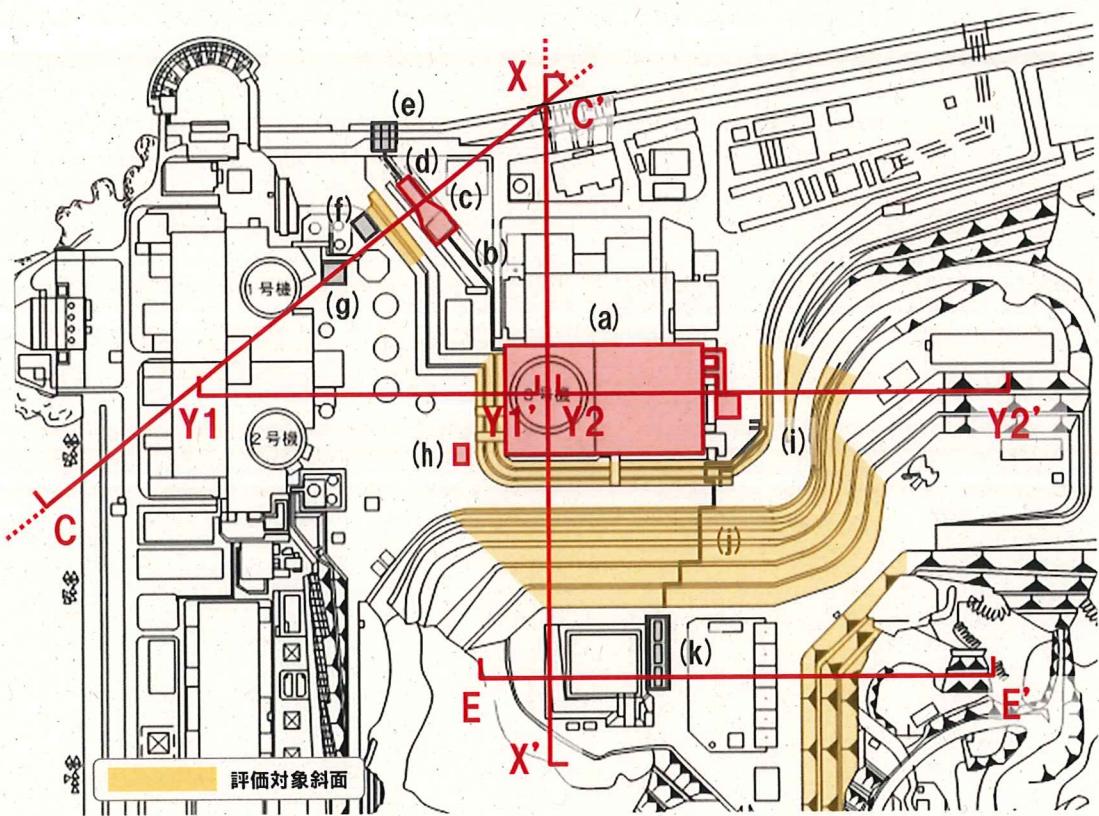


図 24 評価対象斜面及び評価対象断面位置図

(ウ) 解析モデルの作成

解析モデルの作成にあたっては、基礎地盤と同様に、評価対象断面に対して簡便法を用いた絞り込みを行い、すべり安全率が最も厳しくなる1断面（本件3号機原子炉建屋及び空冷式非常用発電装置の周辺斜面についてはいずれもX-X'断面、海水ピットの周辺斜面についてはC-C'断面）をそれぞれ選定した上で解析モデルを作成した。

（以上、乙13（6-3-120～6-3-121頁、6-3-171頁、6-3-434～6-3-439頁、6-3-446～6-3-447頁））

ウ 評価内容及び評価結果

相手方は、本件3号機の周辺斜面が十分なすべり安全性を有することを確認するため、基準地震動 S s として策定した全 11 波 (S s - 1 (1 波), S s - 2 (8 波) 及び S s - 3 (2 波)) を用いて、3号機原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面（いずれも X-X' 断面）及び海水ピットの周辺斜面 (C-C' 断面) の想定すべり面におけるすべり安全率を解析・評価した。想定すべり面としては、簡便法により抽出したすべり面、断層沿いのすべり面及び応力状態を考慮したすべり面（局所安全係数やモビライズド面を考慮したすべり面）についてそれぞれ検討した。

以上の解析・評価により得られたすべり安全率について、各想定すべり面において最小となったすべり安全率（最小すべり安全率）を表 6 及び表 7 に示す。すべり安全率の最小値は、X-X' 断面で 1.3, C-C' 断面で 2.3 であり、いずれも評価基準値 (1.2)²⁹ を上回る。

また、全体で最もすべり安全率が小さくなるすべり面（表 6 の 3 「要素安全率が低い領域を考慮したすべり面」、すべり安全率は 1.3）に対し、更なる地盤物性のばらつき等を考慮した場合でも、すべり安全率は同等の値であった（有効数字未満の値に若干の減少はあったが、すべり安全率は変わらず 1.3 となつた。）。

(以上、乙 13 (6-3-122 ~ 6-3-123 頁, 6-3-172 ~ 6-3-173 頁))

29 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイドの 5.2 (5 頁) に定められている。

表 6 すべり安全率一覧表 (X-X' 断面, 周辺斜面)

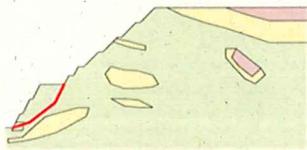
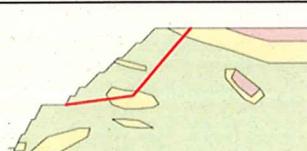
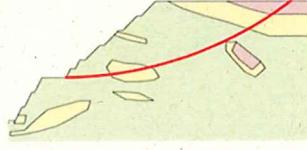
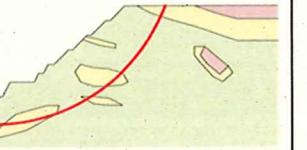
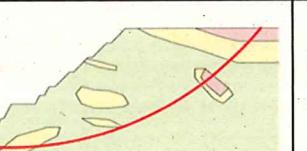
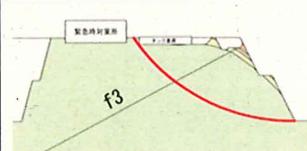
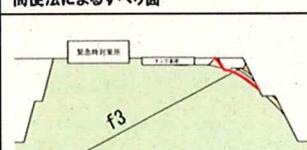
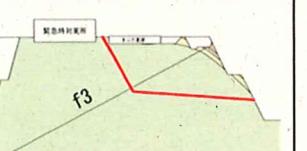
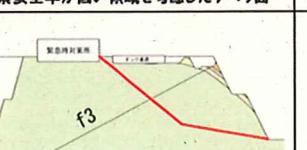
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1		Ss-1	4.0
2		Ss-1	2.1
3		Ss-1	1.3
4		Ss-3-1	1.7
5		Ss-3-1	1.7

表 7 すべり安全率一覧表 (C-C' 断面, 周辺斜面)

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率
1		Ss-1	2.6
2		Ss-1	3.1
3		Ss-1	4.6
4		Ss-1	2.6
5		Ss-1	2.3

ちなみに、全体で最も小さなすべり安全率となったすべり面を含む X-X' 断面の斜面は、本件 3 号機原子炉建屋の南側斜面であるが、当該斜面を含む本件 3 号機原子炉建屋周辺斜面は、図 25 のとおり、斜面表面に保護工（ロックアンカー³⁰、ロックボルト³¹、鉄筋コンクリート製の擁壁・格子枠）を施した上で、適切に保守管理を実施しているところ（乙 16（43～44 頁、図表-10 頁）），すべり安全率の解析にあたっては、これらの保護工の効果を考慮していない。

また、解析用物性値として、一律、強度の下限相当に対応する「片理面に沿う方向」の強度を採用することなどによっても大きな裕度が生じている（上記(1)イ（ア）参照）。

このように、実体上の余裕、解析上の余裕がそれぞれ存在するため、本件 3 号機の南側斜面を含む本件 3 号機周辺斜面は、実際には、上記の安定性評価の結果よりもさらに大きな裕度を有していることになる。

30 岩盤の表層部にアンカ一体（セメント等で形成する定着部）を挿入し、常時緊張力を生じさせることで積極的に土塊を安定させるもの

31 岩盤の表層部に鋼材を挿入し、土塊が変形しようとする際に鋼材に受動的に生じる引張力により地すべりの発生を抑止するもの

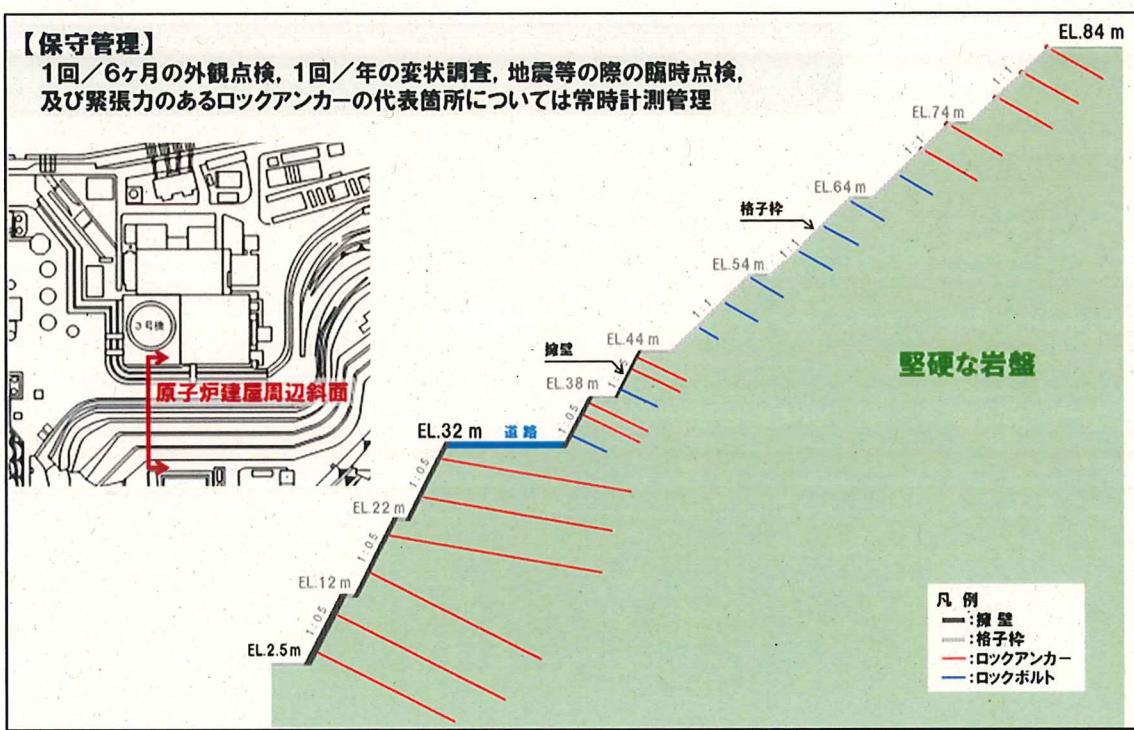


図25 本件3号機の原子炉建屋周辺斜面における保護工

(3) 小括

以上のとおり、相手方は、詳細かつ保守的な検討に基づき本件3号機の地盤が十分な安定性を有すると判断した。

なお、抗告人らは、求釈明として、本件3号機建設当時の岩盤等の写真や図面等をすべて提出するよう求めるが（抗告理由書3－補充書1（13～14頁）），本件3号機を設置する基礎地盤の強度や亀裂・断層の有無等については、上記のとおり、ボーリング孔や試掘坑において適切に調査しており、地盤の強度や亀裂・断層の有無等を確認する上で必要な図面や写真については、既に必要十分なものを乙13に掲載している。そして、従来の原子力安全・保安院による審査や現在の原子力規制委員会による審査においても、現地で岩盤を直接確認するとともに（乙127参照），乙13に示した図面等を用いて本件3号機を設置する基礎地

盤が十分な安定性を有することを確認しているのであって、それ以外に抗告人らが要求するような資料を提出する必要性を認めない。また、実際のところ、写真やスケッチを見ただけで本件3号機の地盤の強度や小断層の性状などを把握することはできないはずである（第1回審尋において、早坂康隆氏も、写真だけではマンガン焼けを確認できないなどと述べていた。）。

第2 火山評価について

1 現在の火山学の知見において、巨大噴火の可能性が十分小さいことを確認することは可能であること

(1) 火山学的な調査手法

火山学においては、様々な調査手法があり、現在の火山学の分野において、それぞれ相応の合理性があるものとして広く用いられている。以下、主な調査手法について述べる（なお、下記に述べる以外にも、地震観測、火山ガス観測、MT探査³²といった調査手法もある。）。

ア 活動履歴に関する調査手法

(ア) 地質学的調査手法

野外において地層調査を行い、火山噴出物の種類、堆積分布範囲、噴出体積、噴出年代、噴火位置（火口）などを確認して、当該火山における噴火履歴をまとめることなどにより、経験的に、当該火山の噴火の傾向や、火山活動の変化を推定できる。また、火山噴出物の種類から一般的な噴火傾向（例えば、爆発的な噴火は珪長質な噴火が多いことなど）を分析したり、類似火山の噴火の活動と比較検討し

32 電離層や磁気圏起源の電磁場変動を地表で観測し、電磁場間の周波数応答（振幅比、位相差など）により地下構造の比抵抗を推定する電磁探査手法の一種。

たりできる。また個々の噴火について、火山噴出物の堆積層の層変化から、当該噴出物を噴出した噴火時におけるマグマ溜まりの状態を推定できる場合もある（例えば、堆積層が、下部から上部に向かって、珪長質から苦鉄質に推移していくなら、マグマ溜まりは、上部から下部に向かって、珪長質から苦鉄質であったと推定できる。）。さらに、侵食等によって地上に露出した岩脈や岩床（過去のマグマの経路や固結したマグマ溜まり）を観察して、噴火の機構を推定することもできる。例えば、過去に巨大噴火を起こしたカルデラ火山について、環状断層等のカルデラ構造を把握するなどして、巨大噴火の噴火機構等が推定できる。（乙368（101～108頁）参照）

(イ) 岩石学的調査手法

マグマが固結した火成岩には、珪長質、苦鉄質といった特徴だけでなく、マグマの生成とマグマ溜まりでの進化から、火道での上昇と噴出に至るまでの情報が、化学組成や組織の形で記録されている。例えば、火成岩に含まれる元素の特徴（同位体比率、微量元素の含有量）を確認することで、マグマの発生プロセス、進化過程を推定でき、それらの変化は、マグマ供給系の変化を示唆する。（乙486参照）

イ 地球物理学的調査手法

(ア) 地震波探査

地震波は、低温の固い岩盤を通るときは速度が速く、岩盤が一部融解するなどした高温の岩盤や、マグマ、熱水等の流体が多く含まれている岩盤を通るときには速度が遅くなる。したがって、地震波探査によって地震波が遅くなることが把握された領域には、その原

因となるマグマ溜まりや熱水等が存在する可能性がある。特に、流体は S 波³³を通さないので、P 波に比べて S 波の減速が大きいときは、流体が存在する可能性は高くなる。地震波探査の手法には、トモグラフィー、レシーバ関数法等複数の手法があり、個々に特徴があるため、複数の手法を利用することで、より信頼度、解像度が上がる。（乙 3 9 7 参照）

(イ) 測地観測

火山の地下にある体積と質量をもったマグマ等の物質が、地中を移動するときや地表に流出するときなどに、地表では様々な現象が引き起こされ、その一つに地表面の変形がある。火山活動に伴う地表面の変形を観測することによって、マグマ溜まりの場所を推定することやマグマの増減などを捉えることが可能になる。地表面の変形、すなわち地殻変動を捉えるための手法には、測量や衛星を用いた手法がある。（乙 3 4 7 参照）

(2) 相手方の評価

第 1 回審尋における相手方のプレゼンテーション（乙 4 8 7（7 頁））で説明したとおり、噴火の規模や時期を予測することが困難であったとしても、上記(1)で述べたような様々な調査手法を用いて、あるいは組み合わせて検討することで、巨大噴火の発生可能性が十分小さいかどうか判断することは可能である。この点については、令和元年 9 月 25 日の福岡高等裁判所決定（乙 4 8 8）においても、噴火の規模や時期の予測が困難であるとする知見と巨大噴火の発生可能性が十分小さいかどうかの

33 地盤及び岩盤中では、縦波及び横波の 2 種類の弾性波が伝わる。地震学では、縦波を P 波 (Primary wave)，横波を S 波 (Secondary wave) と呼ぶ。

判断は可能であるとする知見との両者の知見について、「両者の火山学の知見は、それぞれが求める予測レベルは異なるものの、必ずしも矛盾するものでもないと考えられる。」（乙488（47～48頁））と判示されている。

火山は少なくとも地下に噴火可能なマグマが準備されなければ噴火しないのであって、短時間で大量のマグマを噴出し大規模な陥没地形を形成する巨大噴火は、マグマの地殻内への大量蓄積が必要条件である（乙364（283頁））。そして、大規模な噴火に適したマグマの性質や過去の巨大噴火等規模の大きな噴火の事例からすれば、巨大噴火は、大量の珪長質マグマを必要とする（原審債務者準備書面（4）の補充書（6）第3の1（3）イ（32～33頁）及び第3の1（2）ウ（26～27頁））。すなわち、地下に巨大な珪長質マグマ溜まりが蓄積されているなど噴火のための準備が整っているかどうか判断することで（準備が整った場合に、それがいつ噴火するのか、噴火した場合に巨大噴火となるのかより小規模な噴火となるのか、あるいはそのまま噴火しないのかといった判断とは別の判断である。），巨大噴火の発生可能性が十分小さいかどうか判断することは可能である。

阿蘇においては、阿蘇の活動履歴について、後カルデラ期における噴出物の特徴、噴火の態様について検討すれば、巨大な珪長質マグマ溜まりが存在していないと考えられる（原審債務者準備書面（4）の補充書（6）第3の3（2）ア（ア）（48～65頁））。また、湖、湾部となって水没しているカルデラも多い中で、阿蘇は、全域が陸化しているという調査に有利な条件が備わっており、地震波トモグラフィー等の地球物理学的探査が豊富に行われている。地殻変動についても、長期にわた

ってデータが蓄積されている恵まれた条件にあり、地下構造や火山ガス等の火山活動に対応した地殻変動が観測されている。そして、地下構造の探査結果からは、現在の阿蘇の地下には巨大な珪長質マグマは確認されないし、地殻変動から推定されるマグマの蓄積状況・増減によっても、現在の阿蘇は巨大噴火が起きるような状態ではないと考えられる（原審債務者準備書面（4）の補充書（6）第3の3（2）ア（イ）（65～78頁））。

火山学が発展段階にある学問であって、その知見に不確かさを伴うことは事実だとしても、上記(1)で述べたように、火山学には様々な観点からの調査手法があり、それら複数の手法による調査結果を組み合わせて、多面的に検討して評価することは可能であるし、特に阿蘇については、多くの調査結果が巨大噴火を否定する方向を示しているのであるから、一層、阿蘇の巨大噴火の可能性が十分小さいとする相手方の評価は妥当である。

なお、上記(1)で述べた調査手法以外にも、新たに、地下水、湧水、温泉水、河川水に関する地球化学的調査を用いて深部マグマの状態を推定する手法の開発に当たって、阿蘇を対象とする検討も試みられているところ、その結果は、「阿蘇カルデラの地下には苦鉄質マグマが存在し、珪長質マグマは存在していない可能性を強く示唆している。」というものであって（乙489（5頁、465頁）），やはり近い将来の巨大噴火を否定する方向を示している。

以上に述べたような観点から巨大噴火の発生可能性が十分小さいか否かの判断を行うことが可能であることについては、Dr. Brittain E. Hill の意見書（乙411）や榎原正幸教授の意見書（乙3

93），また、大倉敬宏教授の報告書（乙347）からも明らかである。

なお、IAEAのSSG-21も運用期間中の火山活動の可能性が高いか否かを考慮することが可能であることを前提にしている。すなわち、IAEAのSSG-21における項目2.19は、「原子力施設のサイトに影響を与える危険な現象を潜在的に生じることが可能な火山及び／若しくは火山域を示すために、「可能性のある」火山若しくは火山域の概念を本安全指針に導入している。可能性のある火山若しくは火山域とは、(i)施設の耐用年数期間において将来活動を経験する可能性に信憑性があり、(ii)施設のサイトに影響を与える現象を生じる可能性を有しているものである。」としており（乙450（334頁）），運用期間中における活動可能性を評価するという枠組みを採用している。IAEAのSSG-21が運用期間中における火山の活動可能性を評価できるとの前提を探っていることについては、SSG-21の主著者であるDr. Brattain E. Hillの意見書の内容（阿蘇4噴火のような噴火が起こることを考慮すべきかどうかを判断することが可能であるとしている。）からしても明らかである（乙411の和訳（1枚目））。

(3) 抗告入らの主張について

ア 火山ガイド³⁴が巨大噴火について別異に考える旨を記載しているとは解釈できないとの主張について

抗告入らは、「主位的主張」として、火山ガイドが巨大噴火について別異に考える旨を記載しているとは解釈できない旨を主張する（令和元年9月9日付け「抗告理由書2－補充書1」（以下、単に「抗告理由書2－補充書1」という。）第2（4頁以下））。

34 正式には、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」という。

この点、確かに、原子力規制委員会の更田豊志委員長も述べるよう（乙468（12頁）），火山ガイドの規定は読みにくく、巨大噴火の取り扱いが文言上明確でないのは事実である。しかしながら、原子力規制委員会が火山ガイドに込めた趣旨としては「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について（乙362。以下「巨大噴火の考え方」という。）として明らかにされたとおりであり（新規制基準の考え方にも明記されている（乙450（346～349頁））。），原子力規制委員会も、「我々としては、従来もこの考え方で規制を行ってまいりましたし、これからもこの考え方で行っていくということ」（乙358（19頁））と、従前から「巨大噴火の考え方」に示された考え方に基づいて安全審査を行ってきたことを明言しているのであるから、火山ガイドが巨大噴火について別異に考えていることは明らかである。なお、火山ガイドの規定については、令和元年7月3日の第16回原子力規制委員会において、今後、記載内容を明確化するために、「巨大噴火の考え方」を取り込むなどして表現を修正する方向性が示されている（乙469）。

また、上記のとおり、短時間で大量のマグマを噴出し大規模な陥没地形を形成する巨大噴火は、マグマの地殻内への大量蓄積が必要条件であることなど、火山学的にも、それ以外の噴火とは発生条件に違いがあるのであって、巨大噴火をそれ以外の噴火と別異に解釈することには科学的な裏付けもある。この点に関し、噴火規模と噴火頻度のべき乗則の関係性がVEI 6～7前後で変化する（巨大噴火になると発生頻度が極端に小さくなる）原因是、このような発生条件、発生メカニズムの違いにあるとする研究もある（乙490：菅野・石橋（56頁））。

イ 巨大噴火が差し迫った状態か否かを判断できないとの主張について
抗告人らは、「予備的主張」として、巨大噴火が差し迫った状態か否
かは判断できない、あるいは、逆に抗告人らが巨大噴火が差し迫った
ことを示すこともできない旨を主張する（抗告理由書2－補充書1第
4の2及び3（20～26頁））。

しかしながら、上記(1)において述べたとおり、噴出物の特徴や噴火
の傾向、地下構造、火山活動に関連した地表変位などについて、多種多
様な火山学的調査を行い、それらの調査結果の積み重ねに基づいて巨
大噴火の準備が整ったかどうか、ひいては巨大噴火が差し迫っている
かどうかを判断することは可能である。すなわち、「多くの入手可能な
技術的な知見が、近い将来に阿蘇4タイプの噴火が発生しないとの合
理的な解釈を支持している場合」には巨大噴火は差し迫っていないと
判断できるのである（乙411和証（1枚目））。逆に言えば、相手方
が挙げる事実とは逆の傾向が阿蘇で確認できるとする具体的な事実が
積み重なっているのならば（すなわち、「多くの入手可能な技術的な知
見が、近い将来において、阿蘇4タイプの噴火が発生するとの合理
的な解釈を支持しているのであれば」（乙411和証（1枚目）），巨大
噴火の準備が整った、あるいはさらに進んで巨大噴火が差し迫ってい
ると判断すべき場合もあると考えられる。

これに対して、抗告人らは何ら具体的な科学的根拠を示しておらず、
相手方が巨大噴火の有無を判断する上で一般的に有用と考えられてい
る事項（相手方プレゼンテーションで説明した巨大噴火の一般的な条
件）に例外があり得ることを強調するばかりである。巨大噴火の一般
的な条件に例外があり得ることが否定できないとしても、上記でも述

べたように、阿蘇については、多種多様な調査結果を参照しても、一般的には巨大噴火の前提と考えられる条件にことごとく当てはまらないことから、少なくとも阿蘇において巨大噴火が発生する可能性が十分小さいと判断することが可能であるにもかかわらず、そのような相手方の詳細な調査に基づく事実の積み重ねを無視して、個々の条件に例外があり得ることばかりを強調する抗告人らの主張は極めて失当である。

抗告人らは、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて、阿蘇に相手方が見落としているマッシュ状のマグマが存在する可能性を主張したが（乙491（22～25頁）），阿蘇においては、地震波探査、MT探査等による地下構造の調査が豊富に行われているところ、「それらによって求められているマグマ溜まりの描像としては、すべて部分溶融したメルトを含むマッシュ状のマグマ溜まりである」（乙492（109頁））とされている。すなわち、マッシュが主体の領域とメルトが主体の領域の線引きやマグマ溜まりと周囲の母岩との明確な線引きは困難であるから、マッシュ状の部分だけを明確に区別して検出することに困難があることは否定できないとしても、全体としてメルト及びマッシュ状のマグマを含む領域を把握することは可能であり、相手方もそのように把握しているのであるから、抗告人らのマッシュ状のマグマが存在する可能性を見落としているとの主張は当を得ない。

また、即時抗告準備書面（4）第2の1（20頁以下）で主張したり、マッシュ状のマグマは「そのままで噴火できないマグマの領域」（乙378（283頁））であり、マッシュ状のマグマが存在する

ことは巨大噴火が「差し迫っている」ことを根拠づけるものではない。この点に関して、抗告人らは、第1回審尋におけるプレゼンテーションにおいて、マッシュ状のマグマが短いタイムスケールで再流動化して巨大噴火を生じさせる可能性を主張したが（乙491（24頁）），そもそもマッシュ状のマグマが短期間で再流動化する可能性について指摘した東宮昭彦氏自身が、「新燃岳2011年噴火のように、新たな高温マグマの供給が、マッシュの再流動化、さらにはマグマ溜まりのオーバーターンを引き起こし、噴火に至ったと考えられる例もある。ただし、このような「注入トリガー」が働くのは、マグマシステムが比較的小さい場合に限られる。システムが大きくなると、注入による影響が相対的に低下するため、噴火するかわりにマグマ溜まりは膨張していく。こうして生じた巨大マグマ溜まりについては、自身の浮力と外的トリガー（マグマ溜まりの天井が力学的不安定によって破壊）が噴火を引き起こすらしい。」と述べているように（乙493），マッシュの再流動化は、巨大噴火のきっかけ（トリガー）ではないと考えていることを明らかにしているのであるから、抗告人らの主張には理由がない。

ちなみに、巨大噴火は、一般に通常の噴火よりもその準備に長い時間をして要するものと考えられている（乙490（56頁）においても、「カルデラ形成噴火の準備過程のタイムスケールが、非カルデラ形成噴火に比べて系統的に長いということは確からしいと考えられる。」と述べられている。）。巨大噴火の準備に要する時間として、例えば、文部科学省測地分科会では「カルデラ形成噴火では噴火の数百年前から大規模珪長質マグマの集積過程が進行しているなどの準備過程も明

らかになった。」（乙494（2枚目））とされ、原子力規制委員会による産業技術総合研究所への委託研究報告書（平成29年度）でもカルデラ形成噴火の準備過程は数百年以上のタイムスケールで起こるものであるとされるなど（乙489（4頁，91頁）），いずれも数百年程度以上の長いタイムスケールが指摘されている。

ウ 草千里ヶ浜軽石の噴火を想定することが過小であるとの主張について

(ア) 抗告人らは、阿蘇における巨大噴火以外の噴火を考慮する場合に、後カルデラ期既往最大の草千里ヶ浜軽石の噴火では不十分であって、最後の巨大噴火以前の噴火（すなわち、カルデラ形成期以前の噴火）も考慮する必要がある旨主張する（抗告理由書2－補充書1第4の4（3）（28頁以下）等）。

しかしながら、原審債務者準備書面（4）補充書（6）第3の3（2）ア（ア）b（b）（54頁以下）でも主張したとおり、阿蘇においては、阿蘇4噴火後（後カルデラ期）は、噴火の態様がカルデラ形成期と異なっており、統計的にも噴火活動に相当な変化があったと解釈する方が妥当な状況にある。また、原審債務者準備書面（4）補充書（6）第3の3（2）ア（ア）b（a）の③（53頁以下）でも主張したとおり、マグマの成因の違いを示す指標となる噴出物に含まれる微量元素であるストロンチウムの同位体比及びストロンチウム等の含有率の傾向の違いから、阿蘇4噴火によるカルデラの形成を境に火山直下のマグマ供給系に大きな変化があったことが推察されるとともに、後カルデラ期のマグマの生成の状況は、先カルデラ期あるいはカルデラ形成期の状況と異なると考えられる（乙38

8 (6-13~6-14頁)。以上のような阿蘇の状況を踏まえると、約9万年続く阿蘇4噴火後（後カルデラ期）の現在の状況（マグマ供給系）における既往最大の噴火である約3万年前に発生した草千里ヶ浜軽石の噴火を考慮することは、何ら不合理ではない。むしろ、後カルデラ期の火山活動は、最近1万年間はプリニー式噴火のような大規模噴火を起こしにくい玄武岩質の噴火が卓越する傾向にあることや、マグマの蓄積状況からは1930年代の火山活動のような大規模なもの（VEI 3程度）とはならないと考えられること（乙347（28頁））からすれば、十分に保守的といえる。

(イ) 抗告人らは、約9万年前の阿蘇4噴火以降で最大の噴火は草千里ヶ浜軽石の噴火ではなく野尻軽石の噴火等が存在するとも指摘する（乙491（34頁））。その根拠は、産業技術総合研究所の山元孝広氏が作成した「日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図」（乙495。以下「山元（2015）」という。）において、野尻軽石噴火のマグマ噴出量が草千里ヶ浜軽石の噴火よりも大きく記載されていることであるが、山元（2015）は、「日本の主要56火山について、過去数十万年間のマグマ噴出量の時間変化に関する情報を既存文献から抽出し、積算マグマ噴出量階段図が作成できるデータセットに取りまとめ、結果を図示」したものであって（乙495（1枚目）），新たに何らかの調査を行ったものではない。そして、山元（2015）における野尻軽石噴火に関する情報は，Miyabuchi (2009)に基づくとされているところ（乙495（10枚目）），そのMiyabuchi (2009)では、草千里ヶ浜軽石の噴火が後カルデラ期最大の噴火と明記されている（乙496（1

69頁))。

ところで、野尻軽石噴火の噴出量については、Miyabuchi (2009) には、後カルデラ期最大の噴火とされる草千里ヶ浜軽石の噴火とともに「 1 km^3 (VEI 5)」のオーダーとの記載があるのみ(乙496(169頁))で具体的な噴出量の記載はないところ、山元(2015)には、野尻軽石噴火の噴出量について、Fiersstein and Nathenson (1992)³⁵に基づくと記載されている(乙495(9枚目))。しかしながら、Miyabuchi (2009)は、宮縁ほか(2003)(乙353)が基となっているところ、宮縁ほか(2003)は、噴出量(見かけ体積)の計算に関して、「層厚分布がある程度明らかになった軽石層に関しては Fiersstein and Nathenson (1992) の方法を用いて見かけ体積を計算しその量から VEI (Volcanic Explosivity Index; Newhall and Self 1982) を決定した(Table 2)。見かけ体積が計算できなかった軽石層については、およその層厚や分布から VEI を推定した。」(乙353(197頁))としており、2地点(高森町祭場(A0218地点)及び波野村山崎(A0236地点))でしか確認されていない野尻軽石(乙353(197頁))については、層厚分布図を示しておらず、VEI 4~5程度と推定して、具体的な噴出量の推定はしていない(乙353(201頁))。本来、わず

35 Exponential法とも呼ばれる。分布面積の平方根と層厚の指數の関係を基に体積を計算する方法であるため、層厚分布図を作成して、噴出物が堆積している面積を算出しなければ、噴出物の体積は計算できない。

か2地点のデータから信頼性のある層厚分布図を作ることはできないので³⁶、宮縁ほか（2003）と同様に、Fiersstein and Nathenson（1992）の方法で噴出量を計算することはできないはずである。そもそも、山元（2015）に関しては、作成者である山元孝広氏自身が、「日本の主要な第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図については既存文献情報をもとに取りまとめ公開しているものの（山元、2015），使用した文献情報には不十分なものが多く、すべての火山について信頼性の高い活動履歴情報が整備できている状況はない。」（乙497（1頁））としている。

また、Miyabuchi（2009）の著者である宮縁育夫熊本大学教授（現地を調査した人物でもある。）は、その後に著した宮縁（2015）でも、草千里ヶ浜軽石の噴火について後カルデラ期最大級の噴火と記載しており、査読も受けているし（乙498（175頁）），さらに、同教授以外の著者による最近の文献を見ても、草千里ヶ浜軽石の噴火は、後カルデラ期最大規模の噴火であるとされている（例えば、永石ほか（2017）（乙499），佐藤ほか（2017）（乙500（432頁）））。

以上からすれば、後カルデラ期既往最大の噴火として草千里ヶ浜軽石の噴火を想定する相手方の評価は妥当である。

(ウ) 念のために付言しておくと、仮に野尻軽石噴火を考慮しても火碎流が本件発電所敷地に到達することもあり得ず、立地評価には影響しないことが明らかであるし、降下火碎物についても、草千里ヶ浜軽石の噴火の噴出物も野尻軽石噴火の噴出物も含めて後カルデラ

36 層厚分布図（等層厚線図）の作成方法については、乙501（6～9頁）を参照。

期の阿蘇を起源とする堆積物は本件発電所の敷地周辺では確認されておらず、九州からの降灰記録を高精度に保存する宇和盆地のボーリングコアでも確認できない（乙487（19頁））。

また、そもそも降下火碎物の影響評価において、相手方が本件発電所の敷地で考慮している15cmの層厚は、阿蘇よりも本件発電所の敷地に近い位置に位置する九重山において、九重山既往最大規模の噴火（6.2km³）を想定し、かつ、原審債務者準備書面（4）の補充書（6）第3の4(1)イ（140頁以下）で述べたような保守的な条件で算定したものであるところ、15cmの層厚は、原審債務者準備書面（4）の補充書（6）第3の4（1）ウ（141頁以下）で主張したとおり、宇和盆地における堆積物を用いた確率論的評価を踏まえても、妥当な水準であると評価できるものである。

さらに言えば、本件3号機は、原審債務者準備書面（4）第2の2(1)イ（37頁以下）でも主張したとおり、降下火碎物の荷重に対して十分な余裕を有していることに加え、原審債務者準備書面（4）の補充書（4）及び原審債務者準備書面（4）の補充書（7）で主張したとおり、降下火碎物の大気中濃度に関しても余裕を持って非常用ディーゼル発電機の安全機能を確保するための対策を実施し、さらには、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合の原子炉冷却手段をも確保していることから、仮に降下火碎物の堆積量が15cmを超えたからといって当然に本件3号機の安全性が損なわれるわけではない。

エ 国際基準との比較について

抗告人らは、国際基準との比較について述べ、我が国は巨大噴火に

ついて国際基準と異なる取り扱いをしているかのように主張するが（乙491（35頁以下）），原子力規制委員会も述べるように（乙450（333～334頁）），我が国の火山規制は国際基準と齟齬するものではない。

また，相手方の評価が国際基準と齟齬するものではないことは，SG-21の主著者であるDr. Brittain E. Hillの意見書において，相手方の評価の妥当性が認められていること（乙411）からしても明らかである。

ちなみに，我が国同様に国内に原子力発電所を有し，かつ，国内にカルデラ火山が存在する国であるアメリカにおける以下の事例を見れば，国際的な巨大噴火に対する考え方も，原子力規制委員会が示した「巨大噴火の考え方」と大きく異なるものではないことは明らかである。

すなわち，アメリカに存在する巨大なカルデラ火山であるイエローストーンカルデラ（地下に数百km³を超えるメルトを含む巨大な珪長質のマグマ溜まりが存在し，地表でも活発な噴気活動が見られるカルデラ火山）が巨大噴火を生じさせる可能性を考慮して原子力発電所の停止を求める旨の請願が出されたことに対し，アメリカの原子力規制機関であるNRC（米国原子力規制委員会）は，以下のように述べた上で，当該請願を却下している（乙502）。

・イエローストーン国立公園で破局的な噴火が差し迫っているという証拠はない。イエローストーンにおける現在の地質学的な活動は，地球科学者が約30年前に最初に監視を開始して以来，比較的一定のままである。カルデラを形成する次の噴火は理論的には可能であるが，次の千年，さらには一万年後に起こることはほと

んどありそうもない。

- ・現時点では、マグマが地殻内の浅いレベルまで上昇したとか、火山噴火が起こりそうだと信じる理由はない。
- ・カルデラの大部分の地下において、大量のマグマの貫入や脱ガスを示す強い前兆現象がない中では、イエローストーンにおける次の巨大なカルデラ形成噴火の可能性は、計算上有意となるしきい値を下回るものと見なすことができる。

2 火山事象による危険性について、抗告人らは、保全の必要性があることを疎明できていないこと

本件は、仮の地位を定める仮処分であり、保全の必要性として「債権者に生ずる著しい損害又は急迫の危険を避けるため」であることが求められる(民事保全法23条2項)。

一般的に、仮の地位を定める仮処分は、債務者側に与える影響が大きいことから、その保全の必要性は高度のものが要求され、債権者側は、本案判決による救済を待っていたのでは債権者側の権利が実質的に満足されなくなるような事情を具体的に示さなければならない。また、債務者側に与える影響が大きく、その保全の必要性では債権者側の損害や危険という債権者側の事情が考慮されることから、保全の必要性は抽象的なもので足りるわけではなく、具体的に疎明されなければならない。

本件に関して、上記のような保全の必要性についての主張、疎明の責任は、当然ながら抗告人らにある。そもそも、民事保全は、本案訴訟による確定判決が得られるまでの時間の経過により、権利の実現が不能又は困難になる危険から権利者を保護するために裁判所が暫定的な措置を講ずる制度である。特に仮の地位を定める仮処分の目的については、債権者側に生ず

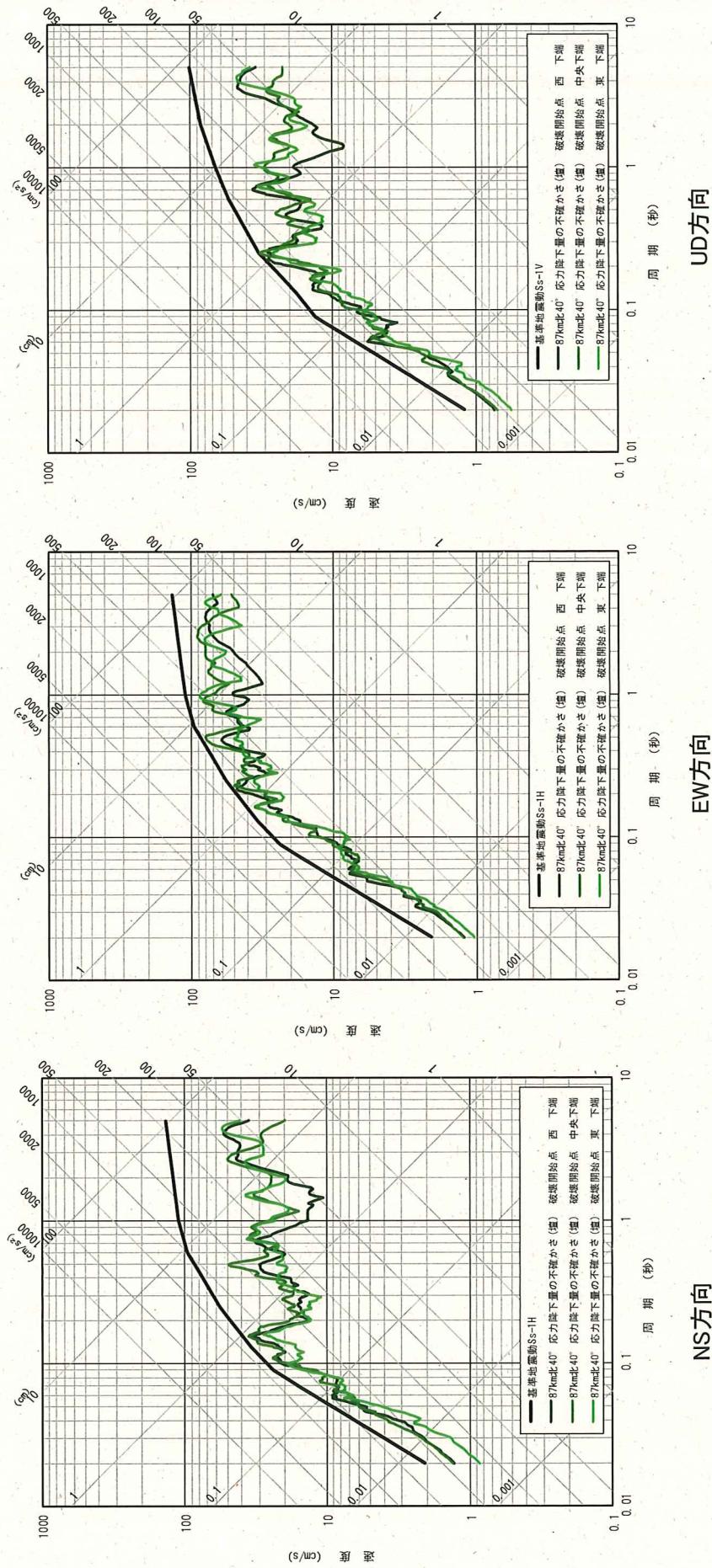
る現在の危険や不安を除去するために本案判決の確定に至るまでの間暫定的な法律状態を形成し、これを維持することにあるなどと説明される。そうであれば、仮処分命令を発するためには、保全の必要性として、本案訴訟の確定判決が得られるまでの間において、本件発電所に影響を及ぼし得る火山において本件原子炉で放射性物質を大量に放出するような事故を引き起こす巨大噴火が発生することが疎明されていなければならない。なお、地震や津波のように有史以来、我が国において多数の経験がある自然現象と異なり、火山事象は発生件数自体が少なく、特に破局的被害をもたらす巨大噴火については、我が国では有史以来、経験がない極めて稀な事象であることから、地震や津波と同列にいつ発生してもおかしくないものとして、本案訴訟の確定判決が得られるまでの間における発生可能性を検討せず、噴火する前提を置くのは不適切である。

以上からすれば、抗告人らは、本件において、本案訴訟の確定判決が得られるまでの間において巨大噴火が発生することを疎明しなければならないところ、これを全く疎明していない。阿蘇カルデラで巨大噴火が発生すれば、火山周辺の住民の生命、身体に直接的な損害が発生することはもとより、日本全域に深刻な影響が生ずることになるのであるから、巨大噴火が短期間のうちに発生する状況にあるというのであれば、全国の活火山の観測、監視等を行っている気象庁から噴火警報が発表されるなどして、報道等でも大きく取り上げられていてしかるべきであるし、国家レベルでの対策が講じられ地元住民らが具体的に移住や避難を開始する事態に至っていなければならぬが、事実として、そのような事態に至っていないことに照らしても、短期間のうちに阿蘇カルデラにおいて破局的被害をもたらす巨大噴火が起こる危険が存在しないことは明白である。

以上に述べた点については、広島地方裁判所平成30年10月26日決定（乙503）も、「本件は、本案判決が確定するまでの間の暫定的な救済として仮処分命令を求めるものであり、債権者らに生ずる著しい損害又は急迫の危険を避けるため仮処分命令を必要とすると認められることを要する（民事保全法23条2項）。そのため、問題となるのは、本件原子炉の運用期間中に巨大噴火による過酷事故が起こるリスクではなく、より短期間の本案判決が確定するまでの間の上記リスクであり、しかもその程度が著しい損害又は急迫の危険と評価されるものであることを要する。」（乙503（86頁））と判示している。

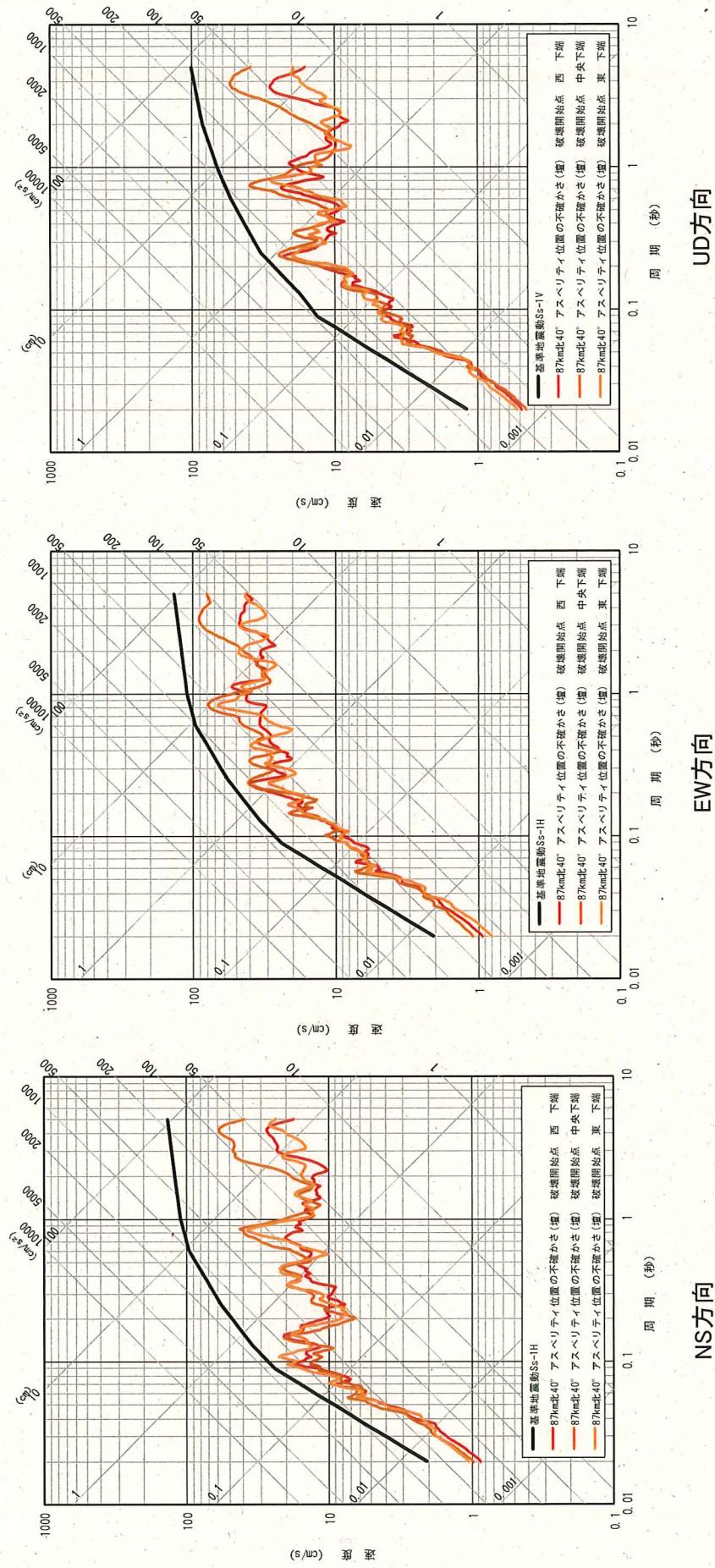
以 上

別図 1



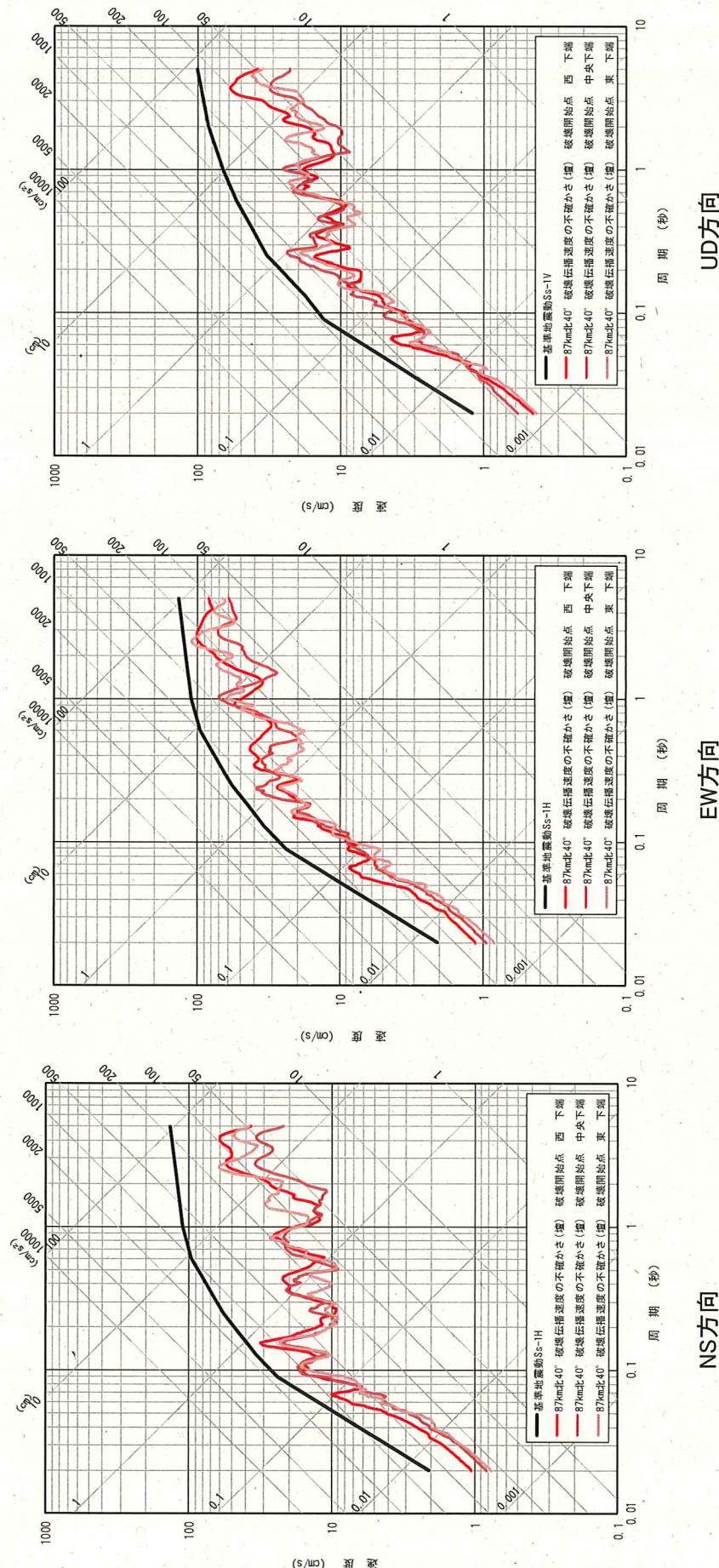
別図 1 北傾斜を基本として応力降下量を 1.5 倍とする不確かさを考慮した評価結果

別図 2



別図 2 北傾斜を基本としてアスペリティ平面位置の不確かさを考慮した評価結果

別図 3



別図3 北傾斜を基本として破壊伝播速度の不確かさを考慮した評価結果