

令和3年(行コ)第15号 玄海原子力発電所3号機, 4号機運転停止命令義務付け
請求控訴事件

控訴人 石丸ハツミ 外
被控訴人 国
参加人 九州電力株式会社

答 弁 書

令和3年10月15日

福岡高等裁判所 第3民事部 御中

〒810-0074 福岡市中央区大手門一丁目1番12号
大手門パインビル7階
徳永・松崎・斉藤法律事務所(送達場所)

参加人訴訟代理人弁護士 永 原 豪
同 熊 谷 善 昭
同 家 永 由 佳 里
同 恩 穂 井 達 也
電 話 092-781-5881 FAX 092-781-5996



〒810-0001 福岡市中央区天神二丁目14番8号
福岡天神センタービル6階
堤・古江・渡邊法律事務所

参加人訴訟代理人弁護士 渡 邊 洋 祐
電 話 092-712-1267 FAX 092-771-0027



目 次

控訴の趣旨に対する答弁	4
控訴の理由に対する答弁	4
第1章 はじめに	4
第2章 地震に対する安全性について	5
第1 はじめに	5
第2 本件原子力発電所の地震に対する安全性について	6
1 本件原子力発電所の地震動評価に用いた強震動予測レシピの合理性	6
2 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式について	8
3 本件原子力発電所の基準地震動について	19
4 本件原子力発電所の耐震安全性について	25
第3 控訴人らの主張に対する反論	27
1 震源インバージョンによらずに得られた断層面積を用いて入倉・三宅式により地震モーメントを推定しても過小評価になるとはいえないこと	27
2 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式を武村式に置き換えることは不適切であること	35
3 「ばらつきの考慮」について	43
第4 小括	47
第3章 火山に対する安全性について	47
第1 はじめに	47
第2 控訴人らの主張に対する反論	48
1 「基本的な考え方」について	48
2 噴火予測（火山ガイドが的確な予知・予測を前提にしているか）について	52
3 破局的噴火の発生可能性の評価について	55

4	影響評価について	58
第3	小括	60
第4章	重大事故等対策について	61
第1	はじめに	61
第2	控訴人らの主張に対する反論	62
1	設置変更許可基準規則 51 条違反について（控訴理由書 81～83 頁） ...	62
2	設置許可基準規則 37 条 2 項違反について（控訴理由書 84～87 頁） ...	63
3	設置許可基準規則 55 条違反について（控訴理由書 87～93 頁）	65
第3	小括	66
第5章	結論	66

控訴の趣旨に対する答弁

- 1 本件控訴を棄却する
 - 2 控訴費用は控訴人らの負担とする
- との判決を求める。

控訴の理由に対する答弁

第1章 はじめに

参加人は、玄海原子力発電所3号機及び4号機（以下それぞれ「玄海3号機」及び「玄海4号機」といい、総称して「本件原子力発電所」という。）について、自然的・社会的立地条件に十分配慮した上で設計・建設を行い、通常運転時の放射性物質の放出を極力低く抑えるように管理するとともに、万一事故が発生した場合にも放射性物質が周辺環境に異常に放出されることのないよう安全確保対策を講じている。

本件原子力発電所においては、その安全確保対策により、放射性物質が周辺環境に異常に放出される事態の発生は考えられないが、参加人は万が一の事態に備えて、国及び地方公共団体と連携して原子力防災の措置も講じている。

また、参加人は、原審最終準備書面第3章「安全確保に関する基本的な考え方」で述べた通り、本件原子力発電所について、地震や火山等の自然現象が大きな事故の誘因とならないよう、自然的立地条件について十分安全側に考慮している。

具体的には、本件原子力発電所の敷地及び敷地周辺の自然的立地条件について詳細に調査し、調査結果及び最新の知見等を踏まえた検討を行い、敷地及び敷地周辺において想定される自然現象を保守的に評価しており、本件原子力発電所において放射性物質の異常放出となるような事故は起きないことを確認している。

このように、本件原子力発電所の安全は十分確保されており、新規制基準における各基準に適合し、本件原子力発電所の設置変更許可処分に違法がな

いことは、原判決においても認められた通りである。

以下では、控訴人らの控訴理由書における主張について必要な範囲で反論を行い、原判決は妥当なものであることを述べる。

第2章 地震に対する安全性について

第1 はじめに

控訴人らは、原子力規制委員会による平成29年1月18日付本件原子力発電所に関する原子炉設置変更許可に関して、参加人が策定した耐震安全性確保の基礎となる基準地震動が入倉・三宅式等の式を用いて策定されており過小であるとして、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）第43条の3の6第1項第4号及び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。）第4条第3項に違反するとして、本件許可は取り消されるべきである旨主張する。

しかしながら、参加人は、原審最終準備書面等で主張したとおり、福島第一原子力発電所の事故を受けて平成25年7月に施行された改正原子炉等規制法等の各法律、新たに作成された設置許可基準規則及び技術基準規則等の各規則（以下「新規制基準」という。）における規制要求に従って、最新の科学的知見及び詳細な調査結果を踏まえて地域的な特性（「震源特性」、「伝播経路特性」及び「サイト特性」）を把握し、安全側の評価を実施して基準地震動を策定しており、控訴人らの主張には理由がない。

以下、入倉・三宅式を含む強震動予測レシピ及び参加人が策定した基準地震動が合理的であり、本件原子力発電所の安全性が確保されていることを説明した後、控訴理由書における控訴人らの主張について、個別に反論する。

第2 本件原子力発電所の地震に対する安全性について

1 本件原子力発電所の地震動評価に用いた強震動予測レシピの合理性

(1) 強震動予測レシピの位置づけ

強震動予測レシピは、地震調査研究推進本部の下部組織である地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算並びに予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定に当たっての考え方をとりまとめたものであり、震源モデルの設定（震源の各種パラメータの設定）に際し一般的に用いられる代表的な手法である。強震動予測レシピは、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指しており、策定以降も強震動予測手法の検証・高度化を目的に地震動評価の知見の進展を踏まえ、随時修正・改訂がなされてきた。【乙33（付録3-1頁）、乙57（1頁）】

(2) 入倉・三宅式を含む強震動予測レシピの合理性

地震による揺れ（強震動）は、震源となる断層の性質や震源から観測点に至る地下構造により異なり、結果として構造物に対する強い破壊力の地震動が生じた地域で大きな被害が引き起こされることになる。構造物に対する地震動の破壊力を1つの指標で表すのは困難であり、構造物・施設の動的な耐震性を知るためには地震動の時刻歴波形あるいは応答スペクトルの評価が必要となる。そのためには震源断層の破壊過程及び震源から対象地点までの地下構造による伝播特性に基づいた強震動の予測がなされなければならない。強震動予測を行うには、地質・地形学的アプローチだけでなく、地下にある断層の動きを知るために地震記録や測地記録から断層運動を推定する地震学的アプローチとの連携が重要であって、精緻な調査や観測、そしてそれらのデータ解析から得られる震源や波動伝播に関する高精度の情報が必要となる。すなわち、活断層や地震活動の調査に基づ

く活断層ごとの地震危険度評価、これまでの地震動記録のインバージョン（逆解析）に基づく震源のモデル化、さらには地下構造調査や地震動観測によるグリーン関数の評価などを総合して、各地の地震動の推定が可能となる。このようにして予測された地震動は、これまでに得られている強震動の関係式や過去の大地震の被害分布などとの比較により、その有効性を検証されることになる。

入倉・三宅式を採用した強震動予測レシピによれば、強震動予測のための震源モデルは、巨視的断層パラメータ、微視的断層パラメータ及びその他のパラメータにより、決定論的に与えられる。巨視的断層パラメータとしては、活断層調査により同時に活動する可能性の高い断層セグメントの総和から断層長さ L 、また地震発生の浅さ限界及び深さ限界から断層幅 W がそれぞれ推定され、長さ \times 幅との積から断層面積 S 、そして断層面積 S と地震モーメント M_0 との経験的關係から地震モーメント M_0 が推定される。断層の走向と傾斜角は、地質・地形・地理的調査、さらには反射法探査などから推定される。微視的断層パラメータは、断層面上のすべり不均質性をモデル化するものであって、アスペリティ面積の総和、最大アスペリティ面積、アスペリティの面積及びそこでの応力降下量が与えられる。

このように震源を特性化することの有効性は、1995年兵庫県南部地震の震源モデル化及びそれに基づいた経験的グリーン関数法、並びにハイブリッドグリーン関数法を用いて合成された強震動が観測記録とよく一致することで確認されている。そのため、強震動予測レシピは、現在の科学技術水準に照らして特定の活断層を想定した強震動の予測手法として合理的であり、また、上記巨視的断層パラメータの1つである地震モーメント M_0 と断層面積 S とのスケーリング則（関係式）について入倉・三宅式を用いることも合理的である。

(3) 観測記録との整合性

地震調査委員会は、強震動予測レシピ策定以降に発生した2000年鳥取県西部地震及び2005年福岡県西方沖地震等の各観測波形と、これらの地

震の震源像を基に強震動予測レシピを用いて行ったシミュレーション解析により得られる理論波形とを比較検討した結果、整合的であることを確認している【乙 33（付録 3-1 頁），乙 57（1 頁）】。

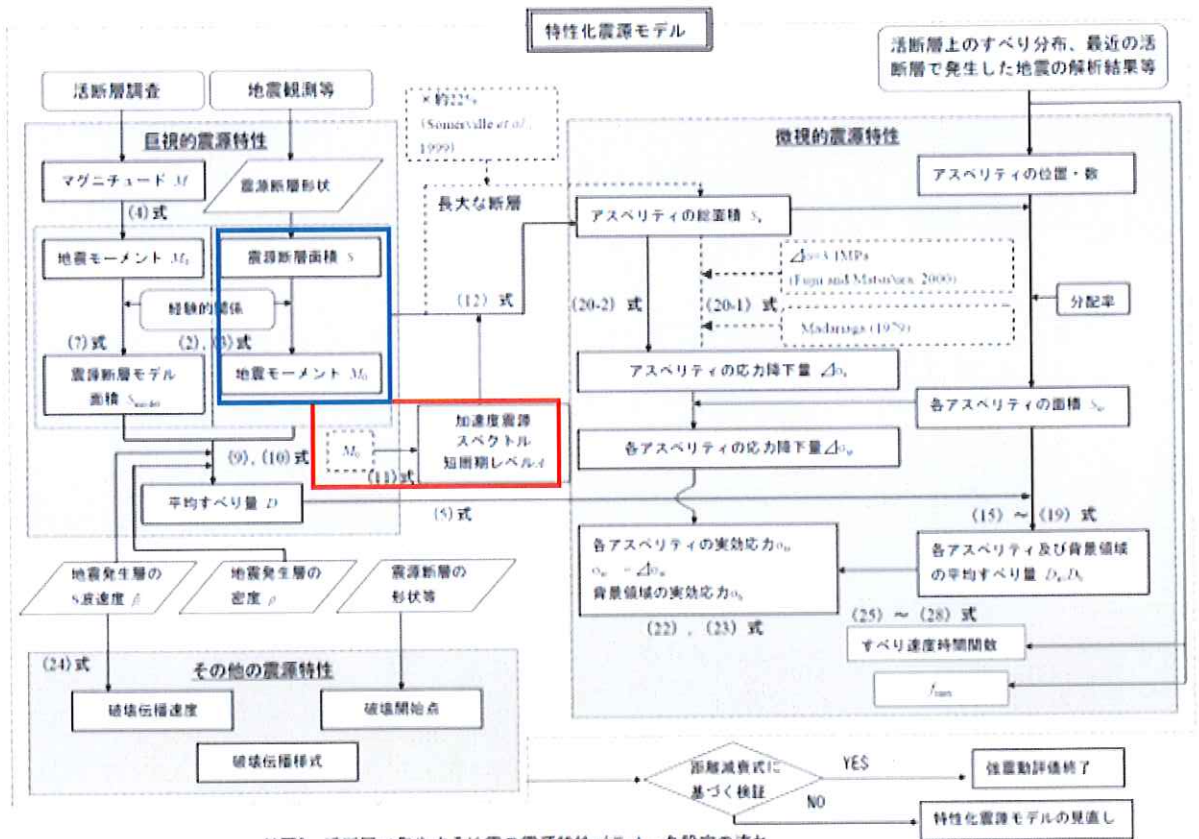
また、参加人は、強震動予測レシピに基づく地震動評価により、2005 年福岡県西方沖地震の敷地の観測記録を再現できること、すなわち本件原子力発電所周辺の地域的な特性に適合していることを確認している【丙 16（100 頁）】。

以上から、「入倉・三宅式」を含む強震動予測レシピが現在の科学技術水準に照らして合理的なものであることは明らかである。

2 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式について

(1) 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式の位置づけ

強震動予測レシピにおいては、図 1 に示すフローのように、震源断層面の形状（断層長さ L 及び断層幅 W ）から震源特性を表す様々なパラメータを設定する方法が体系的に整理されている。



付図2 活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の流れ
(過去の地震記録や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合)

図1 強震動予測レシピにおける震源パラメータの設定フロー

(【乙33付録3-36 付図2】に加筆)

強震動予測レシピにおいて、「過去の地震記録などに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」に、断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係式として採用されているのが上記図1の(2)式及び(3)式である。

$$\begin{cases} M_0 = (S/2.23 \times 10^{15})^{3/2} \times 10^{-7} & (M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ (Nm)}) & \text{(2) 式} \\ M_0 = (S/4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7} & (M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ (Nm)}) & \text{(3) 式} \end{cases}$$

上記 (2) 式は, Somerville et al. (1999) により提案された関係式であり, Mw 6.5 相当未満の地震に適用される関係式である。

他方 (3) 式は, Mw 6.5 以上の地震に適用される関係式であり, 論文「シナリオ地震の強震動予測」(入倉・三宅 (2001) 【乙 31】) により提案された関係式であって, この (3) 式が入倉・三宅式と呼ばれるものである。

上記 (2) 式及び (3) 式を用いた断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係を図 2 に示す。

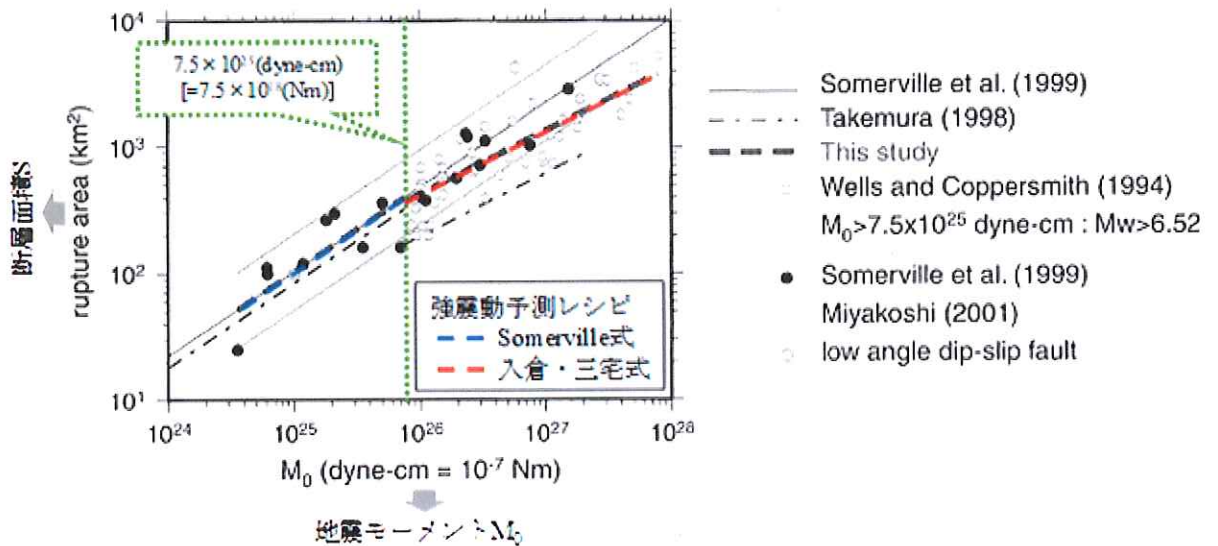


図 2 強震動予測レシピによる断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係

(入倉・三宅 (2001) 【乙 31 (858 頁)】 の図 7 に加筆)

(3) 入倉・三宅式の信頼性

ア 震源インバージョンという手法は信頼性が高いこと

入倉・三宅式は, 入倉・三宅 (2001) において, もともと主として海外で発生した地震の震源インバージョンデータを基に作成された経験式である。震源インバージョンとは, 地震観測記録を用いて, 実際に起きた地震における地下の断層面の動きを把握する手法の一つである。

複数の観測地点で得られた観測記録を基に断層面を仮定し、当該断層面の各地点において生じるすべり量及びすべりの方向等を解析によって求め、それらの結果から震源断層を推定する方法であり、地震学においては確立された手法である。【乙 37 (46 頁)】

かかる震源インバージョンについては、Somerville et al. (1999) によってその成果が取りまとめられたものであり、震源インバージョンによる断層パラメータは最も精度が高いとされている。また、国内外の研究者により、1999 年トルコ・Kocaeli 地震 (Mw7.4)、1999 年台湾・Chi-Chi 地震 (Mw7.6)、さらに鳥取県西部地震 (Mw6.8) をはじめとする最近の日本の 5 つの内陸地震 (Mw5.8~6.9) について、同様の手法で震源パラメータの特性化が行われ、Somerville et al. (1999) の関係式がこれらの地震についても有効であることが確認されている。

イ 震源インバージョンにおけるトリミングと国内で最近発生した 18 地震について

一般に観測波形に基づく震源インバージョンによる震源過程の推定 (震源断層面のすべり分布推定) は「震源断層面」を仮定して設定し、その断層面上でのすべり分布を推定する。

「震源断層面」は、分析の対象とする地震直後の余震分布や CMT 解 (地震の発生機構 (横ずれ型, 縦ずれ型)), 地表の断層情報 (断層による地変動の痕跡, 測地データ等) を基に設定されるが、破壊過程を説明するため実際の震源の破壊領域よりも大きめに設定される場合がある。

仮に大きめの破壊領域が設定された場合、断層端部のすべり量は小さくなるが、この領域を一定のルールに基づき除外して適切なすべり分布を有する震源断層面積を求める行為 (すべり量の小さい領域の除外) が「トリミング」であり Somerville et al.により示された考え方

である。

具体的には、「震源インバージョン」の結果、「断層面を基盤の目に分けたとき、端の行または列におけるすべり量の平均値が全体のすべり量の平均値×0.3 未満であれば、その行又は列を削減する（トリミング）」というものであるが、近年は、地震観測網の充実により余震分布の情報等から地震の際の震源の動き（すべり量が大きい領域）が精度高く設定想定できるようになってきており、「震源インバージョン」において仮定した断層面が、上記 Somerville et al.の考え方によるトリミングを経ることなく、そのまま破壊領域として適用できる場合が多い。

そして、入倉ほか（2014）【乙 38】においては、平成 7 年以降に国内で発生した最新の 18 個の内陸地殻内地震のうち、入倉・三宅（2001）の式が対象とする Mw6.5 以上の地震について、Somerville の考え方に従い断層破壊面積（破壊領域）の抽出を試みた結果、いずれもすべり量が 0.3 以上であるためトリミングの実施は不要であることが確認された。すなわち震源インバージョンにおける仮定断層面がそのまま破壊領域として適用可能であることが確認された結果、入倉・三宅式による計算結果と調和的であることが確認されている。（表 1，図 3）。

表 1 1995 年以降に国内で発生した最新の 18 個の内陸地殻内地震

(入倉ほか (2014)【乙 38 (1528 頁)】の表 3 に加筆)

No.	地震名	Reference	地震モーメント		断層面積		Av. Slip	Max. Slip	断層面積		Av. Slip		$\Delta \sigma_{rup}$	$\Delta \sigma_{ssp}$	
			M_0	M_b	Length	Width			Rupture Area	km ²	km ²	km ²			/Area
1	1995年兵庫県南部地震	Schikuchi et al.(2002) ¹⁶	3.75E+19	5.9	64	21	1303	0.79	4.01	244	0.19	1.74	2.20	1.9	10.4
2	2006年岩手・宮城内陸地震	Asano and Inata(2011b) ²³	2.72E+19	5.9	39	18	702	1.31	11.20	112	0.16	3.22	2.511	2.45	2.341
		Suzuki et al.(2010) ⁷⁶			40	18	720	1.44	5.74	120	0.17	3.88	2.50		
3	2007年能登半島地震	Asano and Inata(2011a) ²³	1.38E+19	5.7	26	10	460	0.92	11.05	62	0.18	1.96	2.321	2.14	2.131
		Horikawa(2008) ⁷⁴			22	10	440	1.07	3.73	61	0.18	1.65	2.14		
4	2011年福島県浜通り地震	引田(2012) ²²	8.55E+18	5.6	40	16	640	0.52	2.51	144	0.23	1.25	2.40	1.4	6.4
5	2007年新潟県中越沖地震	Aoi et al.(2008) ²⁵	8.30E+18	5.6	30	12	720	0.91	2.68	70	0.11	2.09	2.30	1.8	11.1
		引田・三宅(2006) ²¹			20	19	537	0.76	2.66	92	0.16	1.69	2.24		
		Horikawa(2008b) ⁷⁴			25	17	425	0.94	2.12	100	0.24	1.27	2.35		
		Mykoshi et al.(2008) ²⁶			26	18	504	1.22	3.28	72	0.14	2.12	1.74		
6	2000年鳥取県西部地震	岩田・関口(2002) ²⁴	8.82E+18	5.6	24	16	598	0.51	4.44	101	0.17	2.40	2.64	1.4	6.5
7	2005年福岡県西方沖地震	Asano and Inata(2006) ²³	7.60E+18	5.6	26	15	468	0.78	3.17	64	0.14	1.97	2.53	1.9	13.7
8	2004年新潟県中越沖地震	Asano and Inata(2009) ²⁴	7.55E+18	5.6	28	15	504	0.67	3.08	84	0.17	1.49	2.13	1.6	9.7
9	2011年長野県北部地震	筑波大(2012a) ²⁸	2.13E+18	5.2	22	14	308	0.43	1.13	72	0.23	0.88	2.05	1.0	4.1
10	2003年宮城県北部地震	Hikima and Koketsu(2004) ⁷¹	1.53E+18	5.1	18	10	180	0.51	1.04	20	0.11	0.78	2.52	1.5	13.2
11	1997年鹿児島県北西部地震(3月)	宮匠・佐(2004) ⁷³	1.40E+18	5.1	12	10	120	0.46	1.20	18	0.15	0.88	1.91	2.6	17.3
12	1997年鹿児島県北西部地震(9月)	Horikawa(2001) ⁷⁵	1.22E+18	5.0	17	10	170	0.21	0.41	15	0.09	0.36	1.21	1.3	16.2
13	2011年福岡県北部地震	筑波大(2012b) ²⁸	8.38E+17	5.9	8	12	88	0.32	1.10	10	0.17	0.80	2.50	2.2	13.0
14	1998年岩手県内陸北部地震	Mykoshi et al.(2008) ²⁶	7.53E+17	5.9	10	10	100	0.15	0.52	16	0.16	0.43	2.69	1.8	11.5
15	1997年山口県北部地震	宮匠・佐(2004) ⁷³	5.66E+17	5.8	8	14	112	0.14	0.53	18	0.16	0.41	2.93	1.2	7.2
16	2013年栃木県北部地震	筑波大(2014) ²⁹	5.64E+17	5.5	12	7	84	0.28	0.86	12	0.14	0.60	2.30	1.8	12.5
17	2013年茨城県地震	筑波大(2013) ²⁷	5.47E+17	5.8	10	6	60	0.20	0.71	12	0.20	0.58	2.50	2.9	14.3
18	2005年福岡県西方沖地震 最大余震	Asano and Inata(2006) ²³	1.31E+17	5.4	8	6	64	0.14	0.51	9	0.14	0.33	2.36	0.6	4.4

Av. 0.18 S.D.= 0.04 Av. 2.37 S.D.= 0.32

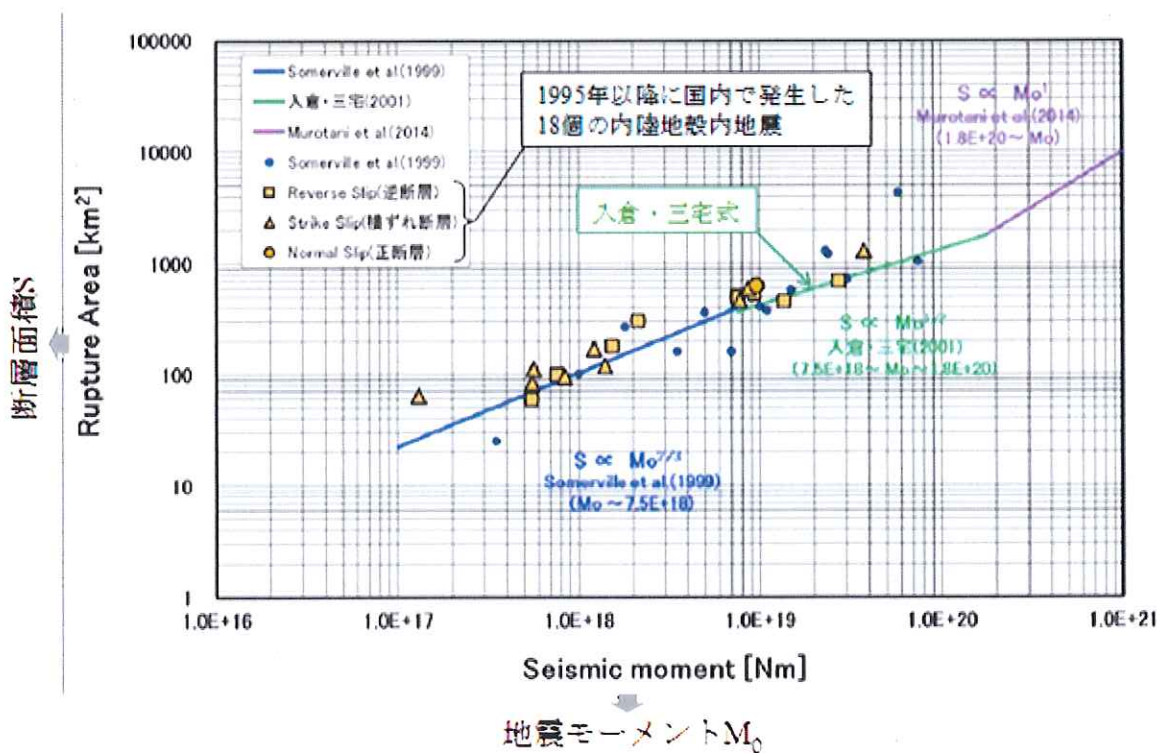


図 3 1995 年以降に国内で発生した 18 個の内陸地殻内地震の断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係

(入倉ほか (2014)【乙 38 (1529 頁)】の図 2 (a)に加筆)

(4) 武村式との比較

ア 武村式の意義

武村（1998）【甲 8】は、断層長さ L と地震モーメント M_0 の関係式として式(3)及び式(4)を、断層面積 S と地震モーメント M_0 の関係式として式(5)及び式(6)を、それぞれ提案している（総称して「武村式」という）【甲 8（215～216 頁）】。

$$\begin{cases} \log L(\text{km}) = 1/3 \log M_0(\text{dyne} \cdot \text{cm}) - 7.28 & (M_0 < 7.5 \times 10^{25}(\text{dyne} \cdot \text{cm})) \text{ 式(3)} \\ \log L(\text{km}) = 1/2 \log M_0(\text{dyne} \cdot \text{cm}) - 11.82 & (M_0 \geq 7.5 \times 10^{25}(\text{dyne} \cdot \text{cm})) \text{ 式(4)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \log S(\text{km}^2) = 2/3 \log M_0(\text{dyne} \cdot \text{cm}) - 14.74 & (M_0 < 7.5 \times 10^{25}(\text{dyne} \cdot \text{cm})) \text{ 式(5)} \\ \log S(\text{km}^2) = 1/2 \log M_0(\text{dyne} \cdot \text{cm}) - 10.71 & (M_0 \geq 7.5 \times 10^{25}(\text{dyne} \cdot \text{cm})) \text{ 式(6)} \end{cases}$$

イ 武村式は不十分なデータを基に構築された手法であること

(ア) 武村式と入倉・三宅式は、いずれも過去の地震のデータを基にして、各パラメータ（断層長さ L 、断層面積 S 及び地震モーメント M_0 ）の関係式を導き出したものであり、その関係式としての正確性は、基にするデータの信頼性に依存することになる【乙 38（1526 頁）】。

地震動は、地下の断層運動（断層面での動き）により生成されるものであるため、断層長さ L については、地下にある震源断層の長さを把握する必要がある。

この点、日本国内では、1995 年の兵庫県南部地震以前においては、強震観測網（K-NET, KiK-net 等）が貧弱であり、地震学的情報が必ずしも十分には取得できなかったため、地震直後の地表断層調査や測地学的な情報から震源パラメータを間接的に推定する場合が多く、断層長さ L についても地表断層長さに近い不十分なデータしか取得できないことが多かった【乙 38（1526 頁）】。

これに対して、1995 年の兵庫県南部地震以降においては、強震観測網

(K-NET, KiK-net 等) が整備され、強震動記録を用いた震源インバージョン解析結果が数多く蓄積され、地下の震源断層の長さが把握できるようになり、より信頼性の高いデータが集積された【乙 38 (1526~1527 頁)】。

- (イ) 以上に関し、武村式で用いられたデータは、表 2 のとおり、1995 年兵庫県南部地震以前に国内で発生した地震の測地学的データが大半であった。

表 2 武村式の基となった震源パラメータ及び解析データ

(入倉ほか (2014) 【乙 38 (1532 頁)】の表 4 に加筆)

No.	発生年	地震名	Mech.	文献	地震モーメント		断層長さ		断層面積	測地学データ	地震動記録
					Mo (Nm)	Mw	L(km)	W(km)			
1	1891年	濃尾地震	SS	Makumo and Ando(1976)	1.5E+20	7.38	85	15	1275	3.8	○
2	1927年	北丹後地震	SS	Kanamori(1973)	4.8E+19	7.04	33	18	627	3.7	○
3	1943年	鳥取地震	SS	Kanamori(1972)	3.6E+19	6.97	33	13	429	2.5	○
4	1948年	福井地震	SS	Kanamori(1973)	3.3E+19	6.95	30	13	390	2.0	○
5	1930年	北伊豆地震	SS	Abe(1978)	2.7E+19	6.89	22	12	264	3.0	○
6	1995年	兵庫県南部地震	SS	武村(1998)	2.5E+19	6.87	25	15	375	2.2	○
7	1939年	男鹿地震	SS	吉岡(1974)	1.7E+19	6.75	16	12	192	2.0	○
8	1978年	伊豆大島地震	SS	Shimazaki and Somerville(1978)	1.1E+19	6.63	17	10	170	1.9	○
9	1961年	北茨城地震	OB	Kawasaki(1975)	9.0E+18	6.57	12	10	120	2.5	○
10	1945年	三河地震	RV	Ando(1974)	8.7E+18	6.56	12	11	132	2.3	○

【表 2 の説明】: 表 2 は、武村式の基となった 10 地震のデータがどのような手法によって決定されたかを示した表である。表 2 には、各地震の発生年・地震名、その震源パラメータが示されている文献 (Reference)、震源パラメータ (地震モーメント Mo, モーメントマグニチュード Mw, 断層長さ L, 断層幅 W, 断層面積 S, すべり量 D) 及びその決定方法 (測地学データ (Geodetic data), 地震動記録 (Seismological data)) が示されている。

これに対して、武村式で用いられたデータについて、入倉ほか (2014) により、既往の震源インバージョン結果を整理したもの (つまり「地下の震源断層の長さ」) 【乙 38 (1532~1533) 頁】が、表 3 である。

表3 武村式の基となった地震のうち震源インバージョン解析による震源パラメータ

(入倉ほか (2014)【乙38 (1532 頁)】の表5に加筆)

No.	発生年 地震名 Name	Mech.	文献 ↑ Reference	地震モーメント ↑		断層長さ ↑		断層面積 ↑			断層破壊 領域の抽出
				Mo (Nm)	Mw	L_{sub} (km)	W(km)	S(km ²)	D(m)		
1	1891年濃尾地震	SS	Murata et al.(2014) ⁴⁾	1.8E+20	7.44	122	15*	1830	3.3	x	
2	1927年北丹後地震	SS	x	-	-	-	-	-	-	-	
3	1943年鳥取地震	SS	x	-	-	-	-	-	-	-	
4	1948年福井地震	SS	菊池・他(1999) ²⁾	2.1E+19	6.81	30	10	300	2.3	x	
5	1930年北伊豆地震	SS	x	-	-	-	-	-	-	-	
6	1995年兵庫県南部地震	SS	Sekiguchi et al.(2002) ¹⁾	3.8E+19	6.98	64	21	1303	1.7	○	
7	1939年明礪地震	SS	x	-	-	-	-	-	-	-	
8	1978年伊豆大島地震	SS	Kikuchi and Sudo(1984) ²⁾	1.9E+19	6.78	35*	-	-	-	-	
9	1961年北茨城地震	OB	Takao(1990) ³⁾	5.8E+18	6.44	16	12	192	0.9	○	
10	1945年三河地震	RV	Kikuchi et al.(2003) ²⁾	1.0E+19	6.60	20	15	300	1.1	x	

*Estimated value in this study

【表3の説明】:表3は、武村式の基となった10地震のうち6地震について、既往の震源インバージョン解析結果の震源パラメータを整理した表である。表3には、各地震の発生年・地震名、その震源インバージョン結果が実施されている文献(Reference)及び震源パラメータ(地震モーメントMo, モーメントマグニチュードMw, 断層長さLsub, 断層幅W, 断層面積S, すべり量D)が示されている。

表2及び表3から明らかなように、表3の断層長さLは、表2の断層長さLよりも、大幅に長くなっている【乙38 (1533 頁)】。これは、武村式が用いた表2のデータが「地表断層長さ」に近い不十分なデータであったことを示している。

(ウ) 以上に対して、入倉・三宅式については、上述したとおり、入倉ほか(2014)において、1995年以降に国内で発生した最新の18個の内陸地殻内地震に関する震源インバージョン結果についても、入倉・三宅式による計算結果と調和的であることが確認されている【乙38 (1527~1529 頁)】。

また、入倉ほか(2014)において、武村式に用いられた地震データについて、既往の震源インバージョン解析結果によるデータ(表3)が、入倉・三宅式と整合的であることが確認されている【乙38 (1532~1533 頁)】(図4)。

このように、入倉・三宅式は、地下の震源断層長さLと地震モーメントMoの関係を適切に表す関係式となっている。

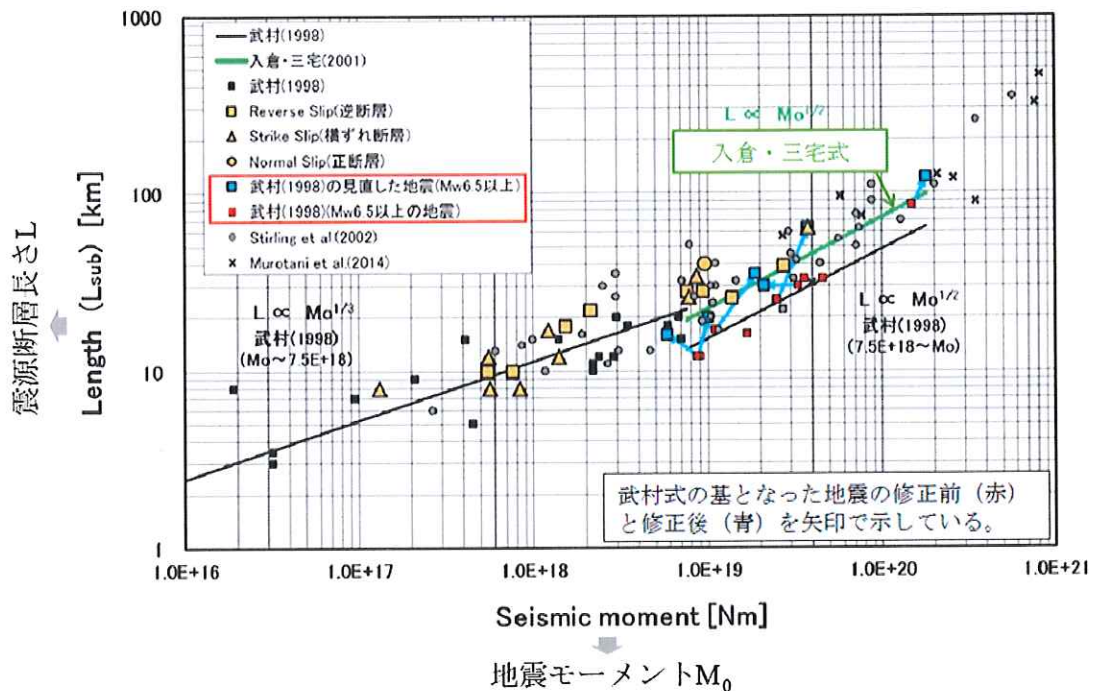


図4 震源断層長さと地震モーメントの関係

(入倉ほか (2014) 【乙 38 (1532 頁)】 の図 5 に加筆)

【図4の説明】: 図4は縦軸に震源断層長さ L 、横軸に地震モーメント M_0 を示したものである。図4には、入倉・三宅式及び武村式が示されているとともに、1995年以降に国内で発生した18個の内陸地殻内地震のデータ及び武村式の基となったデータ(表2)と震源インバージョンによる見直し結果のデータ(表3)が示されている。

(エ) なお、入倉ほか(2014)による図4において、武村式と入倉・三宅式を比較すると、同じ断層長さ L では、地震モーメント M_0 は武村式の方が大きくなる(言い換えると、同じ地震モーメント M_0 では、断層長さ L は武村式の方が短くなる)。また、断層長さ L が短くなることで、断層長さ L に依拠する断層面積 S も武村式の方が小さくなる。

これは、上述したように、武村式においては、本来「地下の震源断層長さ」であるべき断層長さ L について、「地表断層長さ」に近い不十分なデータ(「地下の震源断層長さ」よりも短い長さ)を基にして、地震モーメント M_0 との関係式を導いているためである(図5)。

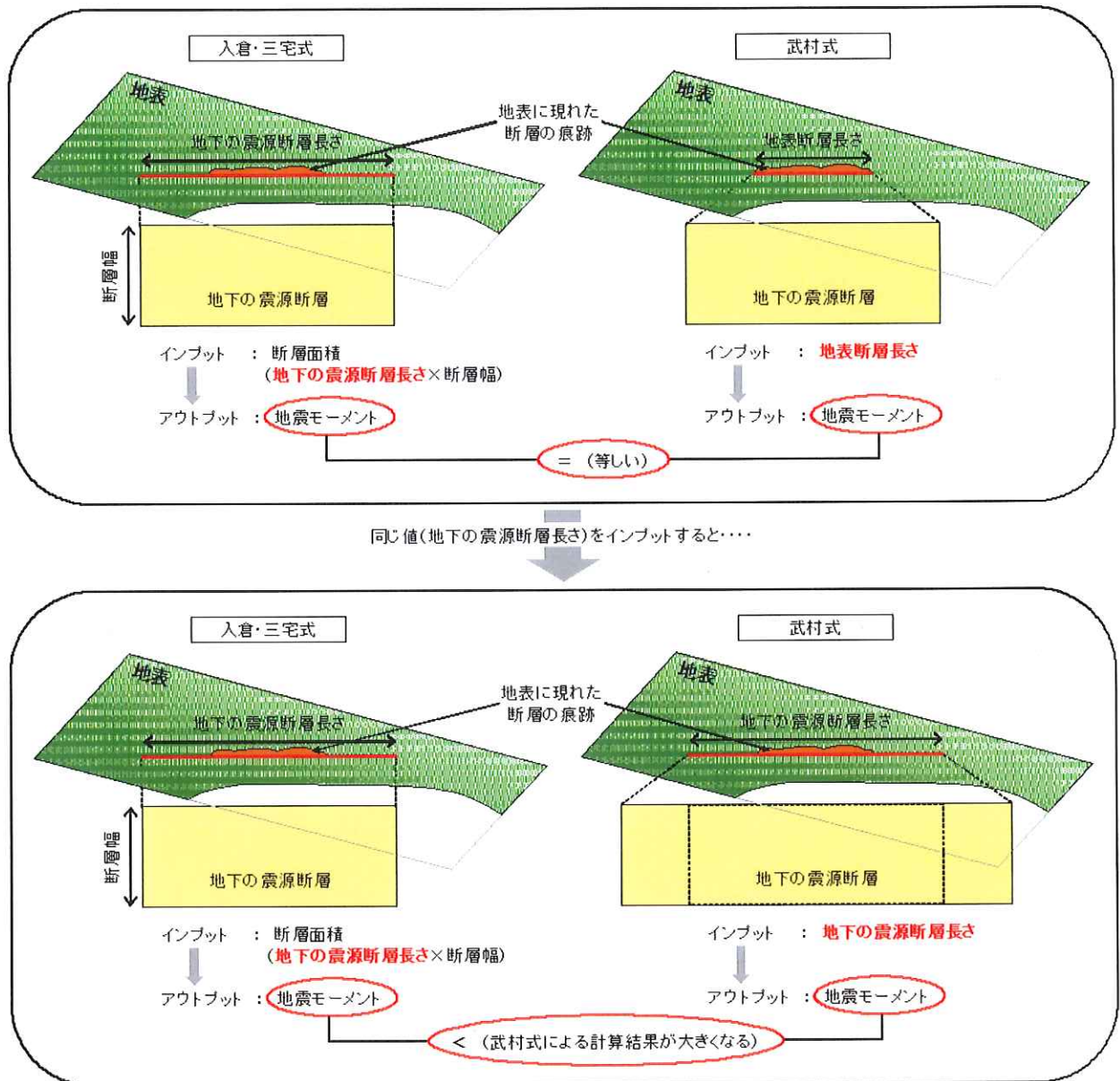


図5 入倉・三宅式と武村式の違いのイメージ

(オ) 以上のとおり、入倉・三宅式は、断層長さ L について、震源インバージョン解析による「地下の震源断層長さ」として信頼性の高いデータとの整合性が確認されている手法であるのに対して、武村式は、「地表断層長さ」に近い不十分なデータを基に構築された手法であり、入倉・三宅式が武村式に比べて信頼性を有することは明らかである。

以上のとおり、断層面積 S から地震モーメント M_0 を設定するにあたって入倉・三宅式を適用することは、現在の科学技術水準に照らし合理的である。

3 本件原子力発電所の基準地震動について

基準地震動については、新規制基準において、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとして策定することが求められており（設置許可基準規則解釈・別記 2 第 4 条 5 項）【乙 9（126 頁）】、「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「敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動」としてそれぞれ策定することとされている。

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について

参加人は、地質・地震に関する詳細な調査・観測結果を踏まえ、敷地に特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、それぞれ「震源モデル」（「基本震源モデル」及び「不確かさ考慮モデル」）を設定した。「震源モデル」の設定に当たっては、詳細な調査・観測結果に基づき把握した地域的な特性を反映させ、安全側となるように設定した。

その上で「応答スペクトルに基づく地震動評価」による地震動と「断層モデルを用いた手法による地震動評価」による地震動とを考慮した上で、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を策定した。

以下、参加人が実施した基準地震動策定の概略を述べる。

ア 地域的な特性の把握

参加人は、本件原子力発電所の基準地震動策定において、本件原子力発電所敷地周辺の地域的な特性を把握するため、敷地内、敷地近傍及び敷地周辺の広範囲にわたる地質調査（地表地質調査、ボーリング調査、試掘坑調査、トレンチ調査、海上音波探査等）や、地震調査、微動アレイ探査等を実施するとともに、敷地で実際に観測された 76 地震の観測記録やその他敷地周辺の観測点で収集された観測記録、さらには多くの学識者等の最新知見を幅広く収集し、参考にしながら多角的な分析を行い、本件原子力発電所敷地周辺の地域的な特性を把握した。

イ 検討用地震の選定及び基本震源モデル・不確かさ考慮モデルの設定

上記調査結果を踏まえ、参加人は、敷地に特に大きな影響を及ぼすと想定される地震（検討用地震）として、「竹木場断層による地震」及び「城山南断層による地震」の 2 つを選定した。【丙 16（13,92 頁）】

選定した検討用地震について、地震動評価を行うにあたっては、基準地震動の策定過程に不確かさが存在することを念頭に置き、不確かさを考慮した地震動評価を行った。具体的には、まず、把握した地域的な特性を踏まえ、基本とする地震の震源モデル（以下「基本震源モデル」という。）を構築した上で、上記調査及び観測記録に基づく分析によっても十分に把握されていない、またはできないものについては、更に不確かさとして考慮し、不確かさを考慮したモデル（以下「不確かさ考慮モデル」という。）を構築した。

① 基本震源モデルの設定【丙 16（117～119,121 頁）】

本件原子力発電所では、2005 年 3 月 20 日福岡県西方沖地震の震源特性に関する既往の知見の収集・分析を行い、地震調査研究推進本部（2009）による強震動予測レシピに基づき、2005 年 3 月 20 日

福岡県西方沖地震の震源パラメータを算出し、算出された震源パラメータを用いて、特性化震源モデルを構築し、経験的グリーン関数法による地震動評価を実施した。その結果、福岡県西方沖地震で得られた本件原子力発電所敷地地盤の観測記録を概ね再現することができ、北部九州地域における入倉・三宅式等の経験式を含む強震動予測レシピの適用性を確認できたため、強震動予測レシピに基づき、「基本震源モデル」を設定した。具体的には、基本震源モデルを設定する際に必要となる地震モーメント M_0 等のパラメータについて、強震動予測レシピに組み込まれた入倉・三宅式等の経験式を用いてパラメータを算出した。

また、この基本震源モデルの設定においては、調査及び観測記録をそのまま用いるのではなく、詳細な調査や観測記録に基づく分析等によって把握した敷地周辺の地域的な特性を基に、不確かさを考慮した上で十分安全側に設定を行った。

② 不確かさ考慮モデル【丙 16 (107～118 頁)】

検討用地震について、基準地震動の策定過程における不確かさを考慮した場合の地震動評価を行った。

不確かさを考慮するパラメータとしては、調査結果及び地震観測記録の分析から不確かさを考慮する必要のないパラメータを除き、①断層長さ及び震源断層の拡がり、②断層傾斜角、③応力降下量、④アスペリティの位置及び⑤破壊開始点の5つとした。

これら5つの不確かさを「地震発生前におおよそ把握できるもの」と「地震発生前に把握が困難なもの」とに分類し、前者については独立して考慮することとし、後者については重畳させて考慮することとした。

なお、「応答スペクトルに基づく地震動評価」では、③応力降下量

及び⑤破壊開始点の不確かさについて考慮できないものの、参加人が用いた Noda et al. (2002) の手法では、震源断層面の拡がりや断層面の不均質（アスペリティの分布）を考慮して補正した等価震源距離を用いているため、その余の不確かさは考慮可能であり、①断層長さ及び震源断層の拡がり、②断層傾斜角及び④アスペリティの位置については不確かさを考慮している。特に④アスペリティの位置の不確かさを考慮したケースでは、アスペリティを敷地近傍に設定することによって、等価震源距離を短くし、敷地に激しい地震動を与えるような評価を実施している。

ウ 応答スペクトルに基づく地震動評価

「応答スペクトルに基づく地震動評価」では、まず、「過去の地震動の平均像」に関する知見として、「関東・東北地方の平均像」を導き出す手法である Noda et al. (2002) による手法を用いて評価を行った。この「過去の地震動の平均像」は、関東・東北地方の地域的な特性を反映したものであるが、当該平均像と本件原子力発電所敷地での観測記録とを比較したところ、本件原子力発電所敷地での観測記録の方が相対的に小さい傾向であった。つまり、本件原子力発電所敷地周辺の地域的な特性として、関東・東北地方で発生する地震に比べ地震動が小さくなりやすい傾向にあるということを表している。

「応答スペクトルに基づく地震動評価」においては、Noda et al. (2002) を用いるにあたり、上記地域的な特性を踏まえ「過去の地震動の平均像（関東・東北地方の地域的特性が反映されたもの）」を補正すること（実際の観測記録が相対的に小さいことを踏まえ下方修正すること）も可能であったが、より安全側となるよう、あえて補正せず、実際の観測記録を上回る「過去の地震動の平均像」を「応答スペクトルに基づく地震動評価」による地震動とした。【丙 16 (101～102,363 頁)】

エ 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「応答スペクトルに基づく地震動評価」に比べ、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は、地域的な特性をより詳細に反映することが可能である。

参加人は、設定した基本震源モデルを基に、「伝播経路特性」や「サイト特性」といった地域的な特性を精度よく反映できる経験的グリーン関数法及びハイブリッド合成法（経験的グリーン関数法と理論的方法）を用いて精緻な評価を行い、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」による地震動とした。

(2) 震源を特定せず策定する地震動について

「震源を特定せず策定する地震動」とは、敷地及び敷地近傍における詳細な調査結果に関わらず、全ての原子力発電所において共通的に考慮すべき地震動である。

「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以下「審査ガイド」という。）【乙 32】には、震源を特定せず策定する地震動において考慮すべき 16 地震が選定されているところ、参加人はこの 16 地震について検討を行い、2000 年鳥取県西部地震の観測記録及び 2004 年北海道留萌支庁南部地震の観測記録を用いて「震源を特定せず策定する地震動」として策定した。

(3) 基準地震動の策定について

ア 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動【丙 16 (363～365 頁), 丙 18-5 (6(3)-7-5-125, 127, 129～130 頁)】

参加人は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動の策定において、まず、敷地に大きな影響を及ぼす可能性があるとして選定した 2 つの検討用地震（「城山南断層による地震」及び「竹木場

断層による地震)それぞれについて、基本震源モデルおよび不確かさ考慮モデルの「応答スペクトルに基づく地震動評価」による地震動を求め、これらの地震動を全て包絡する「設計用応答スペクトル」を設定し、これを基準地震動 Ss-1 (最大加速度 540 ガル) とした。

次に、それぞれの検討用地震について、基本震源モデル及び不確かさ考慮モデルの「断層モデルを用いた手法による地震動評価」による応答スペクトルを求め、基準地震動 Ss-1 (設計用応答スペクトル) と比較を行った。その結果、「城山南断層による地震」の断層傾斜角の不確かさ考慮モデル及び「竹木場断層による地震」の断層傾斜角の不確かさ考慮モデルの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果が、一部の周期帯において基準地震動 Ss-1 (設計用応答スペクトル) による応答スペクトルを上回ったため、前者を基準地震動 Ss-2 (最大加速度 268 ガル)、後者を基準地震動 Ss-3 (最大加速度 524 ガル) とした。

イ 震源を特定せず策定する地震動について【丙 18-5 (6(3)-7-5-25,135~136 頁)】

「震源を特定せず策定する地震動」は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の基準地震動 Ss-1~3 と比較した結果、一部の周期帯で基準地震動 Ss-1~3 を上回ったため、基準地震動 Ss-1~3 とは別個に取り扱うこととし、2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録を用いて求めた地震動を基準地震動 Ss-4 (最大加速度 620 ガル) とし、2000年鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録を基に策定した地震動を基準地震動 Ss-5 (最大加速度 531 ガル) として策定した。

(4) 小括

このように、参加人は、本件原子力発電所の基準地震動を策定するにあたっては、詳細な調査・観測等により把握した地域的な特性を踏まえ、更

に不確かさを考慮し、安全側となる地震動評価を行っている。

4 本件原子力発電所の耐震安全性について

(1) 地震に対する安全確保対策の概要

ア 原子力発電所の地震に対する安全確保に関しては、設置許可基準規則4条において設計基準対象施設の、同規則39条において重大事故等対処施設のいずれも地震による損傷の防止をそれぞれ求めている。具体的には、設置許可基準規則解釈において、「建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力との組み合わせに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること」、「機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること」等と定めている。（設置許可基準規則解釈・別記2【乙9（11,82～83,129～130頁）】）

イ 本件原子力発電所が、前述のとおり安全側に評価した基準地震動による地震力に対して耐震安全性を確保していることを確認するため、参加人は、上記定めに従い、安全上重要な建物・機器等について、運転時に作用する荷重等と基準地震動による地震力との組合せに対する評価値（応力値）を求め、それが評価基準値（許容応力）を下回ることを評価（耐震安全性評価）している。

また、参加人は、基準地震動に対する耐震安全性評価を実施し、本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等の評価値が評価基準値を下回ることを確認している。すなわち、本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等は、基準地震動による地震力に対し、建物・構築物は構造物

全体として十分変形能力の余裕を有し、機器・配管系は過大な変形を起して必要な機能が損なわれないことから、いずれもその安全機能を喪失することではなく、地震に対する安全性が確保されている。あわせて、安全上重要な動的機器（ポンプ、弁、制御盤等）についても、必要な機能が地震時または地震後に維持できることを確認している。

(2) 耐震設計上の余裕

耐震設計においては、規格・基準類で決められた評価基準値に対してギリギリとならないよう工学的な判断のもと余裕を持たせ、また、地震によって働く力を計算する過程で、計算結果が非安全側とならないように計算条件の設定等で余裕を持たせている。そもそも、耐震設計時の判定の基準となる評価基準値も、実際に建物等が壊れる限界値に対し、十分余裕を持った値に設定されている。

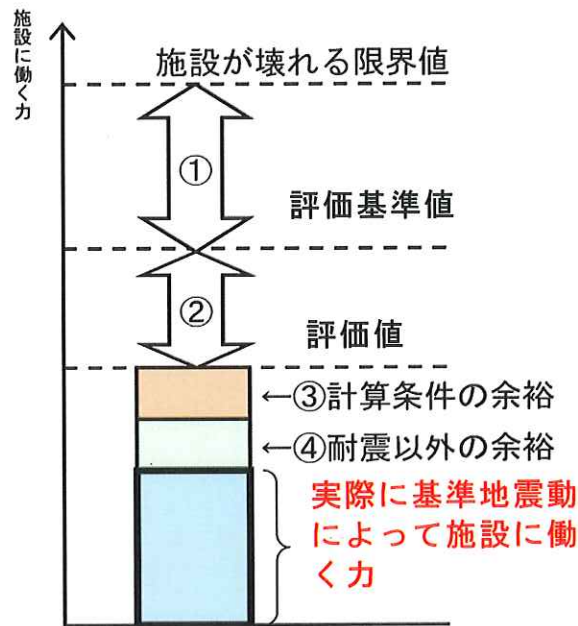
これらの余裕に加え、原子力発電所の施設は、放射線に対する遮蔽の要求や、運転等に伴って発生する温度に対する耐熱の要求から、建物の壁の厚さがより厚く設計されるなど、耐震以外の要求から更なる余裕が付加されている。

この余裕に関しては、実際の建物等での地震観測データの蓄積とその分析により、地震時の挙動が正確に把握されるようになり、より詳細な計算が可能な計算機の発達も相まって、より大きいこと（実際に建物に働く力はもっと小さい）が明らかになっている。

また、大型高性能振動台等の実験設備が整備された財団法人原子力発電技術機構の多度津工学試験所において、原子力発電所の実機を模擬した振動実験を実施したところ、設計に用いる揺れに対して十分な余裕を有すること等も明らかになっている。

以上のように、本件原子力発電所は、新規制基準の定めを踏まえて、地震

力に対して十分な余裕をもった設計となっており，設計当時からの累々たる知見の蓄積や設計手法の高度化によって，基準地震動の見直し（増大）に対してもなお十分な余裕を有していることが明らかになっている。（図6）



- ① 耐震評価の基準となる評価基準値は，実際に建屋等が機能を失う限界値に対して十分余裕を持った値に設定されている。
- ② 耐震評価において算定される評価値は，評価基準値を十分下回るよう設計されている。
- ③ 基準地震動によって働く力（地震力荷重）を計算する過程で，評価値が安全側となるよう計算条件等を設定している。
- ④ 耐震設計だけでなく，放射線に対する遮へい設計など，様々な荷重，要素を考慮した上で最も厳しい条件で設計している。

図6 原子力発電所における耐震安全性の概念図

第3 控訴人らの主張に対する反論

- 1 震源インバージョンによらずに得られた断層面積を用いて入倉・三宅式により地震モーメントを推定しても過小評価になるとはいえないこと
 - (1) 控訴人らの主張には理由がないこと

控訴人らは，原判決が，控訴人らの「日本の地震で震源インバージョンによらずに得られた断層面積を用いて入倉・三宅式により地震モーメント

ントを推定すると過小評価になる」との主張を正解しておらず、妥当ではないと主張する（控訴理由書・14頁）。

かかる控訴人らの主張は、入倉・三宅（2001）に「規模の大きな地震と小さな地震とでは、地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係性について系統的なずれがある」との記載があることを曲解した独自の主張に過ぎない。

入倉・三宅式では、地震規模を示す地震モーメント M_0 を震源断層面積 S から導くところ、控訴人らの主張は、過去に大きな地震観測記録が存在しない場合の震源断層面積 S の事前把握が困難であることを主張するものに過ぎず、入倉・三宅式による地震モーメントが過小評価になるか否かは、同式に用いられる断層面積を適切に設定できているかどうかにかかわるのであって、同式に用いられる断層面積が震源インバージョンに基づくものであるか否かによるものではない。

参加人は、後述する通り、本件原子力発電所敷地周辺の詳細な調査及び知見の収集を実施し、本件原子力発電所近傍の活断層の状況を把握し、明確な根拠がない限り断層を連続するものとして取扱う等の保守的な評価をおこなったうえで基本震源モデルを設定している。さらに、詳細な調査で把握できない可能性を踏まえ不確かさモデルを設定したうえで地震動評価を実施しているところであり、入倉・三宅式に用いる震源断層のパラメータは十分に安全側に設定されており、入倉・三宅式による地震モーメントは過小評価ではない。

- (2) 入倉・三宅式の二系統のデータセットは控訴人らの主張の根拠とはならないこと

控訴人らは、入倉・三宅（2001）において Somerville et al（1999）のデータと Wells and Coppersmith（1994）のデータとは、「地震モーメントが 10^{26} dyne-cm を超える大きな地震で系統的なずれを示す」と

記載されていることを根拠とし、両者のデータが震源インバージョンによるものであるか否かの相違があることから、震源インバージョンによるものとそうでないものとの間で系統的なずれが生じると曲解したうえで、震源インバージョンによらずに得られる断層長さ、面積から入倉・三宅式を用いて地震モーメントを求めて正しい数字が導かれるかどうか検証するには、震源インバージョンによらないデータで検証しないと意味がないと主張する（控訴理由書 23～29 頁）。

しかしながら、以下のとおり、入倉・三宅（2001）は、Somerville et al.（1999）と Wells and Coppersmith（1994）のデータの比較において、規模の小さな地震と規模の大きな地震では、地震モーメントと断層面積の関係が変化する（系統的なずれがある）ことを分析しているに過ぎず、震源インバージョンによるかよらないかで系統的なずれが生じるとするものではなく、控訴人らの主張は理由がない。

入倉・三宅（2001）では、Somerville et al.（1999）の地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係式が M8 クラスの規模の大きな地震に適用可能か検証されていないことから、M8 クラスの地震のデータ（断層長さ、断層幅、断層面積及び地震モーメント等を各文献からコンパイル）を含む Wells and Coppersmith（1994）を用いて、規模の大きな地震の地震モーメントと断層面積の関係式を検討している。

かかる検討にあたり、まず、Wells and Coppersmith（1994）のデータの有効性が確認されているところ、Wells and Coppersmith（1994）のデータは、地下の震源断層（破壊域）推定に精度の高い余震分布や活断層情報が用いられたものもあるが、一部は測地学的データが用いられているため、Somerville et al.（1999）と共通する 11 地震について、Somerville et al.（1999）の震源インバージョンによる精度の高いデータと Wells and Coppersmith（1994）のデータの比較が行われ、その結果、規模の大きな地震では、Somerville et al.（1999）の断層面積等が

よく一致したため、Wells and Coppersmith (1994) のデータが、震源インバージョンのデータと同等に、規模の大きな地震の地震モーメントと断層面積の関係式（スケーリング）の検討に有効であることが確認された。そして、M8 クラスの規模の大きな地震における地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係の検討では、有効性を確認した Wells and Coppersmith (1994) の規模の大きな地震（地震モーメント $1.0 \times 10^{26} \text{dyne}\cdot\text{cm}$ ）の地震モーメント M_0 と断層面積 S のデータの分布が分析され、その結果、規模の大きな地震における地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係は、Somerville et al. (1999) の関係式よりも、データの分布が小さい方向にずれている（規模の大きな地震では、Somerville et al. (1999) の地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係は整合しない）ことが確認され、「規模の大きな地震と小さな地震とでは、地震モーメント M_0 と断層面積 S の関係性について系統的なずれがある」とされたのであって、震源インバージョンによるデータとそれによらないデータのずれが確認されたわけではない。なお、この系統のずれは、地震の規模と断層面積は比例関係にある（地震規模が大きくなるにつれ地下の断層面積も広がって大きくなる）ものの、一定以上の地震規模においては、断層幅が飽和する（深さ方向で断層面積が広がらなくなる）ため、地震の規模と断層面積の比例関係が変化することから生じるものである。【乙 31（852～854 頁）】

- (3) 参加人の震源断層面積の評価は合理的なものであり入倉・三宅式によって算定した地震モーメントが過小となるものではないこと

参加人は、本件原子力発電所敷地周辺の詳細な調査及び知見の収集を実施し、発電所近傍の活断層の状況を把握し、明確な根拠がない限り断層を連続するものとして取扱う等の保守的な評価をおこなったうえで基本震源モデルを設定している。さらに、詳細な調査で把握できない可能

性を踏まえ不確かさモデルを設定したうえで地震動評価を実施しているところである。

具体的には、参加人は、基本震源モデルでは、断層長さに関し、「地質調査結果に基づき、設定する。ただし、『孤立した短い活断層』については断層傾斜角及び地震発生層を考慮した断層幅と同じ長さに設定する。」とし、検討用地震である竹木場断層については、文献調査による断層長さは約 3.5 km、空中写真によって判読されるリニアメントは約 5 km、同じく検討用地震である城山南断層については、文献上確認できる断層長さはなく、空中写真によって判読されるリニアメントは約 11 kmであった【丙 18-4 (6(3)-7-3-28~33 頁)】にもかかわらず、竹木場断層を 17.3 km、城山南断層を 19.5 kmと保守的な設定を行っているところである。【丙 16 (119,121 頁)】

また、断層面積算定に必要な断層幅については、「地震発生層上下端深さは、2005 年福岡県西方沖地震の臨時余震観測等を踏まえ、上端 3 km、下端 20 kmと設定する。地震発生層厚さは、17 kmとする。」とし、本件原子力発電所敷地における既往地震の観測値に基づく地震発生層厚さ等を踏まえて安全側の設定がなされている。具体的には、本件原子力発電所敷地に近い北部九州地域で発生した 2005 年福岡県西方沖地震の知見、本件原子力発電所敷地周辺の微小地震分布（気象庁一元化震源データ）、2005 年福岡県西方沖地震の際の臨時余震観測 データ（高い精度で余震分布領域を把握できる）等の多くのデータを用いて検討を行った。気象庁一元化震源による地震の震源鉛直分布に基づき地震発生層の上端深さ・下端深さを求めた原子力安全基盤機構（2004）によれば、本件原子力発電所敷地を含む九州北部地域の地震発生層は、6.4 km（上端 7.2 km、下端 13.6 km）と評価されている。また、地震調査委員会は 2005 年福岡県西方沖地震の余震分布から 2005 年福岡県西方沖地震の震源周辺の地震発生層を 16 km（上端 3 km、下端 19 km）と評価している。【丙 16 (73

～78頁】これらを踏まえ、本件原子力発電所敷地周辺の微小地震分布（気象庁一元化震源データ）を基に地震発生層の評価を行った。

その結果、本件原子力発電所敷地周辺は、2005年福岡県西方沖地震の地震発生域と比べて、地震発生層が薄い（上端は深く、下端は浅い）傾向が見られるものの、2005年福岡県西方沖地震の震源周辺の地震発生層16 km（上端3 km，下端19 km）よりも更に安全側の評価となるよう地震発生層を17 km（上端3 km，下端20 km）に設定した。【丙16（87,89頁）】

断層傾斜角については、北部九州地方では、東西圧縮の応力場により横ずれ主体の活断層が分布していること、また、検討用地震と同等規模（M7）で、同じ北部九州地域で発生した2005年福岡県西方沖地震のメカニズムが鉛直横ずれ断層であることを踏まえて、強震動予測レシピに基づき、断層傾斜角を鉛直（90度）に設定した。竹木場断層については、本件原子力発電所から最も近くに位置し、地質調査結果により断層露頭で傾斜の傾向が見られること等を踏まえて、安全側に敷地への影響の度合いが大きくなるように西側傾斜（80度）に設定した。【丙16（108,110,119,121頁）】

そして、2つの検討用地震の基本震源モデルの断層幅Wについて、城山南断層は基本震源モデルの断層傾斜角を90度としているため17 kmと設定（地震発生層と同じ幅）し、竹木場断層は基本震源モデルの断層傾斜角を安全側に80度としているためそれに伴って17.3 kmと設定しており、安全側に設定されている。【丙16（119,121頁）】

さらに、不確かさ考慮モデルにおいては、断層長さ及び震源断層の拡がりの不確かさを考慮したケースについて、「Stirling et al. (2002)の知見によると、地表地震断層長さと震源断層長さの関係から地表断層長さが小さくなっても震源断層長さは約20 km付近に漸近することから、20 kmと設定する。」とされており、これに基づいて設定された断層長さは竹木場断層・城山南断層とともに20.0 kmと、基本震源モデルによる設

定値以上の長さとなっている。【丙 16 (108,120,122 頁)】

断層傾斜角の不確かさを考慮したケースについては、2つの検討用地震ともに断層傾斜角を60度と設定し、本件原子力発電所側に断層面を傾斜させることにより、基本震源モデルに比べて、震源断層面が敷地に近づき、断層長さ19.7 km、断層幅19.7 kmと、基本震源モデルによる設定値以上の断層長さ及び断層幅となっている。なお、竹木場断層は、断層傾斜角の不確かさを考慮することにより、敷地直下まで震源断層を想定している。【丙 16 (108,120,122 頁)】

以上のとおり、参加人が入倉・三宅式に基づいて地震モーメントを算定した竹木場断層による地震、城山南断層による地震については、断層面積の算定に必要な断層長さ及び断層幅といったパラメータが十分に安全側に評価されるとともに合理的な根拠に基づいて設定されており、さらに不確かさ考慮モデルでこれを超える断層長さを設定した合理的なものであり、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを推定したとしても、過小評価となるものではない。

(4) その他の控訴人らの主張について

ア 過去の特定の地震の観測記録による評価だけをもって入倉・三宅式の合理性は否定されないこと

控訴人らは、原判決が「1948年福井地震のデータのみをとりあげて『入倉・三宅式』を用いて算定した数値が過小評価にあるから用いるべきではないということとはできない」とした点について「暴論である」と主張する。

しかしながら、原判決も指摘する通り、経験式の基となる個々のデータセットにはばらつきが存在するのであるから、過去の特定の地震の観測記録を用いて、入倉・三宅式によって評価した結果、観測記録よりも過小評価となっただけをもって、入倉・三宅式を用いて地震モーメント

を算定すると過小評価となるものではなく、原判決の判断は妥当なものである。

なお、強震動予測レシピに基づく地震動評価に当たっては、地域的な特性を踏まえ、強震動予測レシピが適用できることは確認することが重要であるところ、参加人は、2005年3月20日福岡県西方沖地震について算出された震源パラメータを用いて地震動評価を実施した結果、同地震で得られた本件原子力発電所敷地地盤の観測記録を概ね再現することができたこと、つまり、北部九州地域において入倉・三宅式を含む強震動予測レシピが適用できることを確認したうえで、地震動評価を行っているところである。

イ 日本の地震の評価でも入倉・三宅式を用いることが合理的であること
控訴人らは、入倉・三宅式のデータセットの53のデータのうち日本の地震は4つに過ぎず、入倉・三宅式は外国の地震の特徴を表しているため、日本の地震について断層面積等から地震モーメントを推定する手法として適さないとも主張する。

この点、入倉・三宅式は、もともと主として海外で発生した地震の震源インバージョンデータを基に作成された経験式であるが、1999年トルコ・Kocaeli地震 (Mw7.4)、1999年台湾・Chi-Chi地震 (Mw7.6) のみならず、鳥取県西部地震 (Mw6.8) をはじめとする最近の日本の5つの内陸地震 (Mw5.8~6.9) についても、震源インバージョンと同様の手法で震源パラメータの特性化が行われ、震源インバージョンの成果を取りまとめた Somerville et al (1999) の関係式の有効性が確認されている。【乙 31 (852~854 頁)】

さらに、上記のとおり、Wells and CopperSmith (1994) における M8 クラスまでの大地震データが震源インバージョンによるデータと同等に扱えることが確認されていることや、入倉・三宅式と国内の最新の

18 個の内陸地殻内地震に関する震源インバージョン結果との整合性が確認されていることなどに照らすと、入倉・三宅式のデータセットの多くが外国の地震のデータによるものであるとしても、入倉・三宅式が日本の地震について断層面積等から地震モーメントを推定する手法として適さないなどということとはできない。

なお、控訴人らは、日本と北西アメリカの地殻内地震について、同じ地震モーメントの地震に対し、日本の地震の破壊面積は小さく、平均すべり量が大きい旨の指摘がある入倉ほか(1993)を根拠として主張する。しかしながら、入倉ほか(1993)は、1995年兵庫県南部地震を契機として地震観測網整備が大規模かつ網羅的に実施され、より多くの情報を収集することができるようになる以前の論文であることからすれば、かかる過去の論文だけを根拠として日本で発生した地震と海外で発生した地震との間で相違があるとの科学的知見があると判断することはできず、原判決の判断は合理的である。

2 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式を武村式に置き換えることは不適切であること

(1) 控訴人らの主張

控訴人らは、震源インバージョンによらずに得られた断層面積を用いて入倉・三宅式により地震モーメントを推定すると過小評価になるとの見解を前提として、震源インバージョンによらずに得られたデータに基づく強震動予測に当たっては、入倉・三宅式ではなく、武村式によるべきであると主張する。

しかしながら、震源インバージョンによらずに得られた断層面積を用いて入倉・三宅式により地震モーメントを推定すると過小評価になるとするのは控訴人らの独自の主張であり、理由がないことは上記のとおりである。

また、強震動予測レシピは、全体が体系的にひとまとまりの方法論として策定され、過去に発生した地震の観測記録を概ね再現できることが確認されたものであり、入倉・三宅式を武村式に入れ替えた場合、強震動レシピの体系を変更することになるうえ、武村式によった場合、過去の地震の観測記録との再現性も確認できておらず、控訴人らの主張には理由がない。

以下、武村式によるべきであるとする控訴人らの主張に個別に反論する。

(2) 武村式を用いた強震動予測レシピは確立していないこと

控訴人らは、震源インバージョンによらないで得られた断層面積に入倉・三宅式を用いて推定された地震モーメントが過小評価となる以上、これに代わる手段が採用されなければならない、そのようにしないことは「今後も強震動評価における検討により、修正を加え、改訂されていくことを前提としている」とする強震動予測レシピ自体の考え方に反すると主張する。

しかしながら、震源インバージョンによらないで得られた断層面積に入倉・三宅式を用いて推定された地震モーメントが過小評価とするのは控訴人らの独自の主張であることは前述のとおりであり、理由がない。

また、強震動予測レシピは全体が体系的でひとまとまりの方法論として策定されたものであり、多くの震源特性パラメータが一連の体系・フローに従って順次算定されるものであり、この体系全体をもって観測記録との整合性が確認された合理性を有する地震動評価手法である。単にその一部の経験式を別の経験式に変更をした場合、観測記録との整合性の確認などの検証が行われていないものとなるなど、科学的な裏付けがなく合理性に欠けるものとなる。

強震動予測レシピは、科学的知見の進展に伴い、修正、改訂を予定し

ているものであるが、この修正および改訂は、専門家らにより構成された強震動評価部会及び強震動予測手法検討分科会における議論を経て行われることを予定しているものであり、同部会及び分科会による科学的合理性が検証されることもなく経験式の置き換えを行うことは許容されないものと言わざるを得ない。

したがって、強震動予測レシピに組み込まれた入倉・三宅式による方が合理的であり、入倉・三宅式を武村式と置き換えるべきであるとする控訴人らの主張には理由がない。

なお、控訴人らは、参加人が川内原子力発電所において、入倉・三宅式を用いずに地震規模を推定していることをもって入倉・三宅式によらず武村式を用いることができる根拠として主張する。しかしながら、川内原子力発電所においては、1997年5月13日鹿児島県北西部地震の震源パラメータが川内原子力発電所周辺の地域的な特性を反映していることから、かかる地震の知見を収集し、川内原子力発電所の敷地地盤の地震観測記録と整合する震源パラメータを構築した。その結果、強震動予測レシピよりも保守的な評価となったため、1997年5月13日鹿児島県北西部地震に基づく震源パラメータを採用したものであり、強震動予測レシピの経験式の一部を別の式に置き換えて地震動の評価を行ったものではないため、控訴人らの主張は理由がない。【丙 184 (38,47～52,56, 84～85 頁)】

(3) 入倉・三宅式を武村式に置き換えた場合の不具合の発生

原子力規制庁が、関西電力株式会社大飯発電所の地震動について、関西電力が設定した基本ケースを基にして入倉・三宅式を武村式に置き換えて試算したところ、①アスペリティの総面積が震源断層面積より大きくなり、アスペリティが震源断層の一部であることとの矛盾が生じ、②この矛盾に対応するため、アスペリティ総面積を関西電力の設定と同じ

にしてアスペリティの応力降下量を算出し、地震モーメントが変わらないように背景領域の応力降下量を大きく設定したところ、背景領域の応力降下量が通常の約3倍と非現実的なものとなったことについては原判決も認定する通りであり、当事者間にも争いはない。かかる矛盾や非現実的な評価となった事実は、強震動予測レシピにおいて武村式を用いた場合の体系的な評価が確立していないことを如実に示すものである。

控訴人らは、かかる矛盾や非現実的な評価となった事実に関して、現行レシピの方法では、入倉・三宅式を用いる場合でも、アスペリティ面積比が大きくなるなど非現実的なパラメータ設定になることが認められ、その場合はアスペリティ比を22%、静的応力降下量を3.1MPaとする暫定的な取扱いが認められており、アスペリティ総面積が過大となるなどの矛盾は武村式を用いたことから生じたものではなく、現行レシピの計算方法自体の限界から生じたものであると主張する。

しかしながら、強震動予測レシピにおいて、長大な断層に関して円形の破壊面を仮定してアスペリティを算出することができない場合に、アスペリティの静的応力降下量を求める方法を定めていることと、大飯発電所における武村式による矛盾や非現実的な評価は関連するものではなく、控訴人らの主張には理由がない。このような矛盾や非現実的な評価となるのは、強震動予測レシピにおいて「武村式」による地震モーメントを用いた地震動評価について、地震観測記録の再現性の確認等を経た評価体系として確立されていないことが要因であり、武村式を用いることは合理的でない。この点、原子力規制庁（原子力規制委員会）も、「入倉・三宅式から武村式に置き換えて評価すると、非現実的なモデルとなり、この結果をもって、大飯発電所の基準地震動の妥当性を議論することは適切ではないこと、大飯発電所の基準地震動策定に用いた「入倉・三宅式」は、震源断層の詳細な調査結果をもとに断層モデルを用いて地震動を策定するまでの一連の手法として広く検証されたものであり、審

査にあたっては断層長さや断層幅等に係る保守性の考慮が適切になされていることを確認していることから、基準地震動を見直す必要がなく、入倉・三宅式以外の方法については、規制において要求または推奨すべき手法として位置づけるまでの科学的・技術的な熟度には至っていない（基準地震動 S_s の妥当性を議論するのに適さない）」としている【丙 185（3頁）】。

(4) 震源インバージョンによらずに得られる断層面積の評価において武村式によるべき必然性はないこと

控訴人らは、震源インバージョンデータが存在しない活断層に関する地震予測を行うに当たっては、震源インバージョンによらずに得られたデータセットに基づく経験式である武村式を用いるべきである旨主張する。

しかしながら、そもそも震源インバージョンによらないデータセットによって構築された経験式が、震源インバージョンデータが存在しない活断層の強震動予測に馴染むといった論理必然性は存在せず、控訴人らの主張は理由がない。

そもそも、地震動評価においては、経験式が震源インバージョンによるデータから成り立っているかどうかではなく、適用性の確認された経験式を用いて、適切な震源パラメータを設定することが肝要である。

この点、参加人においては、適用性の確認された入倉・三宅式を含む強震動予測レシピにしたがって、検討用地震に選定した竹木場断層、城山南断層について、断層長さ、断層幅を設定するに際し、これまでの知見や調査結果のみによることなく、十分に安全側に評価された設定を行うとともに、不確かさも考慮して地震動評価を行っていることは前述のとおりである。

- (5) 入倉・三宅式と武村式を単純に比較して入倉・三宅式による地震モーメントが過小評価であるとすることはできないこと

控訴人らは、原判決が、「武村（1998）と入倉・三宅（2001）とでは、関係式ないし経験式を策定する過程における震源断層 S の捉え方を異にしているというべきであるし、後者の用いたデータが精度において劣っているとも言えない」と判断している点に対し、原判決は、武村式は震源インバージョンによらないデータ、入倉・三宅式は震源インバージョンによるデータと理解していることになるが、明確な誤りである旨主張する。

しかしながら、原判決は、武村式で用いられたデータセットが、強震動観測網が整備される契機となった 1995 年兵庫県南部地震以前に国内で発生した地震であることから、基本的には測地学的データによるものであり、断層長さ L は、「地表地震断層長さ」に依拠しているとする一方で、入倉・三宅式は震源インバージョン解析によるデータまたはこれと同視できる程度の「信頼できるデータ」を用いていることから、両者は震源断層 S の捉え方を異にしていると判断しているのであって、入倉・三宅式が震源インバージョンによるデータと理解して判断したわけではなく、控訴人らの主張には理由がない。

また、控訴人らは、入倉・三宅（2001）を根拠として、震源インバージョンによるデータと震源インバージョンによらないデータとでは系統的な違いがあり、同一の地震規模に対して前者はより大きな断層面積を与えることが確認されているとして、震源インバージョンによる再評価で得られた震源断層長さが元の断層長さよりも長くなったからといって、元の断層長さが誤りとか過小評価とすることはできないとも主張する。

しかしながら、原判決は、入倉ほか（2014）において、武村（1998）が用いたデータセットのうち、一定規模（Mw6.5）以上の地震について震源インバージョンの手法を用いて再評価したところ、震源インバージョン結果が得られたほとんどの地震において、震源断層長さが武村（1998）

で用いられた震源断層長さに比べて長くなるとされているところ、断層面積 S は断層長さ L に依拠して算定されているので、武村（1998）の断層面積 S は過小評価になっている可能性があるとして判断しているにすぎず、控訴人らの主張には理由がない。

かかる原判決の判断は、入倉・三宅式及び武村式の成り立ちや震源断層の捉え方を正解したうえで、武村式と入倉・三宅式によって算出される地震モーメントを単純に比較して入倉・三宅式が過小評価であるとする事ができないと判断したものであり、合理的な判断である。

なお、控訴人らは、島崎邦彦の発表や論文を踏まえても入倉・三宅式を用いることが不合理ではないとした原判決に対し、入倉・三宅式を變形することはしばしばなされることであること、均質モデルか不均質モデルかは地震モーメントの評価とは関係ないとして原判決を批判する。

しかしながら、原判決は、島崎の発表や論文に対し、入倉・三宅（2001）の著者である地震の専門家である入倉孝次郎が、「島崎論文が入倉・三宅（2001）のスケーリング則と比較するには不適切な解析結果のみを引用して、恣意的な結論を誘導している可能性がある」とする旨の反論をしていること、2016年熊本地震の震源インバージョンの解析結果が「入倉・三宅式」の基となったデータのばらつきの範囲内にほぼ収まっており、「入倉・三宅式」に整合していること、島崎自身も経験式そのものとして問題があるわけではないと証言していることに加え、島崎の指摘を踏まえた大飯発電所における試算結果を踏まえて、総合的に「入倉・三宅式」を用いることが不合理とは言えないと判断しているものであり、控訴人らの主張には理由がない。

控訴人らは、各種経験式によって、震源インバージョンによらない断層長さをを用いて国内の既往地震について地震モーメントを算出し、実測値と対比したところ、入倉・三宅式は武村式に比べて過小であったなどとする島崎邦彦、小山英之の主張を自らの主張の根拠とするところ、かかる検証

において島崎, 小山が使用している震源インバージョンによらない断層長さの正確性は明らかではないものの, 1995年兵庫県南部地震以前に国内で発生した地震の測地学的データを大半の構成データとする武村式と同様のデータであるとするれば「地表断層長さ」に近いデータであるものと考えられる。しかしながら, 震源インバージョンデータに基づいて構築されている入倉・三宅式に震源インバージョンデータよりも小さな値となる「地表断層長さ」に近いデータを用いて地震モーメントを算出した場合, 実測値よりも小さな地震モーメントが算出されるのは当然であり, かかる検証は控訴人らの主張の合理的な根拠とはなり得ない。

(6) 基準津波における評価と統一する必要はないこと

控訴人らは, 原判決が, 基準津波の設定において「武村式」を用いることがあるからといって, 地震動評価における震源モデルの設定に当たり, 「入倉・三宅式」ではなく「武村式」を用いるべきであるとは言えないとした点に対して, 地震動評価と津波評価のどちらも, その影響の大きさを決めるすべり量の大きさは「地震規模」で表され, 地震規模は断層面積から経験式によって評価される点は共通であり, 用いる経験式という点で両者を区別する理由はないと主張する。

この点, 参加人は, 本件原子力発電所の基準津波の策定における海域活断層による津波評価で用いる地震モーメント M_0 について, 武村式を用いて評価している (なお, 断層長さについては「地下の震源断層長さ」の数値を用いて解析している)。

これは内陸地殻内地震に起因する津波の観測データが少なく, その検証が十分になされていない現状に鑑み, 土木学会が定めた「原子力発電所の津波評価技術 (2002)」【丙 186】に基づいて, 津波評価においては, 入倉・三宅式との上述の相違は承知の上で, 津波評価の観点からはすべ

り量，すなわち海底面の変動が大きくなる武村式をあえて用いているのである。

参加人は，地震動評価及び津波評価のいずれの場面においても，科学的知見に基づいて確立した評価手法を適切に選択しているのであって，地震動評価において基準津波と同様に武村式を用いるべきであるとはいえないとした原判決は合理的であり，控訴人らの主張には理由がない。

3 「ばらつきの考慮」について

(1) 控訴人らの主張

- ① 原判決は，審査ガイド「I. 3. 2. 3 (2)」におけるばらつき条項の第二文は，経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する際には，経験式の基となった観測データのばらつきも踏まえて検討されていることを確認する必要があると定めているとし，第一文と同じ意味であるとする。

これに対して控訴人らは，審査ガイドのような「必要な記載」のみに通常徹底されるような規定集に同趣旨の2文を重ねて記載することはありません，川瀬氏や入倉氏の発言やばらつき条項の変遷からも，第二文は地震規模の上積みを要求するものである旨主張する。

- ② 原判決は，ばらつき条項は審査ガイドの構成上，「検討用地震の選定」に関するものであり，地震動評価そのものに関するものではないとする。これに対して控訴人らは，検討用地震の震源特性パラメータを設定することは地震動評価の出発点となる震源の大きさを策定する重要な過程であり，その過程において経験式によって地震規模の数値が算出される場所，その数値は平均値であるから，これにばらつきを上乗せして次の過程である地震動評価に送るべしというのが審査ガイドにおける検討用地震の選定項目の下で行われる策定過程である旨主張する。

③ 原判決は、ばらつき条項は、経験式そのものないし経験式から得られる数値を修正して地震規模を設定するという、一旦採用した経験式を無視した恣意的な操作が可能となるような考慮を求めているとは解することはできず、レシピにもそのようなことを求める記載はないとしている。

これに対して控訴人らは、入倉・三宅式で算出される平均値と現実に生じた地震には当然乖離が存在するところ、経験式自体が有する乖離を一定の信頼性のある計算方法（標準偏差の式）をもって、平均化した数値の上乗せをすることは、恣意的なものではなく、経験式の有するばらつきを合理的に評価し考慮することであり、また、レシピにおいても、震源断層の設定において、現象のばらつきや不確定性の考慮を特に指摘していることから、ばらつきの考慮による上乗せをして地震規模を設定することを含意している旨主張する。

(2) 参加人の反論

ア 経験式の有するばらつき

そもそも経験式とはある事象（関係性）を最も確からしく表す（求める）ために策定されるものであり、実際に発生した事象の各データを基に、最小二乗法によって求められるものである。

そのため、当然のことながら、最小二乗法で求められた経験式とその基となった各データとの間には乖離（ばらつき）が存在する。

地震動評価に用いる経験式においても同様であり、経験式とその基となった各データとの間には乖離（ばらつき）が存在する。

イ 審査ガイド上の「ばらつきの考慮」の意味

「新規制基準の考え方」によれば、第一文の規定については「検討用地震の選定過程において、経験式を用いて地震規模を設定する場合は記

載されているが、これが、審査ガイドの経験式の適用に係る規定としては初出となることから、確認的に、経験式の適用範囲が十分に検討されていることが必要であることを『経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する』として記載したものである」とされている。

第二文の規定についても「審査ガイドの経験式の適用に係る規定としては初出となることから、確認的に、当該経験式の適用範囲を確認する際の留意点を記載したものである」とされている。【乙 108 (293～295 頁)】

また、前述の設置許可基準規則解釈別記 2 には、「地震動評価に当たっては、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮すること」や「基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、…）については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮すること」との記載はあるが、「ばらつきの考慮」に関する記載はない。

実際の審査においても、原子力規制委員会は「審査では、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを計算する際、式の基となった観測データのばらつきを反映して計算結果に数値を上乗せする方法は用いていない。このような方法は、強震動予測レシピで示された方法ではなく、かつこのような方法の科学的根拠を承知していないからである。」との認識を示している【丙 187】。

また、この「ばらつきの考慮」については、これまでに複数の裁判所の判断が示されており、例えば福岡高等裁判所における平成 29 年（ラ）第 246 号玄海原子力発電所 3 号機、4 号機再稼働差止仮処分抗告審の令和元年 7 月 10 日決定においては、「相手方が行った基準地震動の策定・評価においては、震源断層の規模が経験式の適用範囲を満たしてい

ることを確認した上で、震源特性パラメータの相互の関係を示す経験式が内包するばらつきをその経験式による算出結果に幅を設けるなどして直接考慮するのではなく、各種の不確かさを考慮して、その経験式に算入する断層長さ等の個々の値のばらつきを考慮したものであり、原子力規制委員会も、…設置許可基準規則解釈別記 2 の規定に適合しているものと判断したものである。」や「経験式は、観測データ（データセット）を回帰分析して得られるものであって、抗告人らが主張するような手法を用いることは、こうしたデータセットの回帰分析により得られた経験式自体を事実上修正し、経験式がその基としたデータセットを回帰分析した結果を放棄しているのと同じこととなってしまえばかりか、上記のような地域的な特性の相違の軽視につながるものであって、到底科学的合理性を認めることはできない。審査ガイドの上記規定も、『経験式が有するばらつき』の考慮について、飽くまでも経験式の適用範囲を検討する際の留意事項として定めているにすぎず、経験式そのものを修正する趣旨で定めているわけではないというべきである。」と判示されている。【丙 114 (35～38 頁)】

以上から、「ばらつきの考慮」とは、「経験式を用いて地震規模を設定する際の留意事項」として記載されているものであり、経験式から算出された値に上積みを求める等という控訴人らの主張が誤りであることは明らかである。

ウ 参加人による「ばらつきの考慮」

参加人は、経験式が有する「ばらつき」は地域的な特性によって生じるものと考え、かつ審査ガイドにおいて「ばらつきの考慮」が記載されていることに鑑み、本件原子力発電所敷地周辺における詳細な調査及び地震観測記録の分析により把握した地域的な特性を十分考慮して、基準地震動を策定している。

また、上述したとおり、参加人は、入倉・三宅式などの経験式を含む強震動予測レシピが、本件原子力発電所敷地周辺を含む北部九州地域に適合すること（北部九州地域の震源特性が強震動予測レシピの標準的な震源特性と整合すること）を確認している。

以上の通り、参加人の策定した基準地震動は、敷地周辺における詳細な調査及び地震観測記録の分析により把握した地域的な特性を反映させ、不確かさを考慮し、安全側に考慮して策定した合理的なものであり、基準地震動が過小であるとの控訴人らの主張に理由はない。

第4 小括

以上のとおり、参加人は、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈の要求事項及び詳細な調査結果等を踏まえ、最新の科学的・技術的知見である強震動予測レシピに基づき、安全側となるよう適切に基準地震動を策定しているものであり、その内容は合理的なものである。

第3章 火山に対する安全性について

第1 はじめに

原子炉等規制法 43 条の 3 の 6 第 1 項第 4 号を受けた設置許可基準規則 6 条 1 項では、地震及び津波を除いた火山等の自然現象について「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない」と定めている【乙 9（11 頁）】。

原子力規制委員会は、国際的な安全指針である IAEA・SSG-21【乙 169】を踏まえて、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下、「火山ガイド」という。）を策定した【乙 245】。火山ガイドは、火山学における最新の知見に基づいた合理的な基準である【乙 195】。

参加人は、火山ガイドを基に、本件原子力発電所の火山影響評価として、文献調査及び地質調査を行って、将来の活動可能性を否定できない火山とし

て5つのカルデラ火山（阿蘇，始良，加久藤・小林，阿多，鬼界）を含む21火山を抽出した上で，各火山の火山活動に関する個別評価，すなわち設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性を評価した。

そして，5つのカルデラ火山については，運用期間中における破局的噴火の可能性が十分小さいことを確認したため，現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮し，また，その他の16火山については，各火山の既往最大規模の噴火を考慮して評価した結果，火山事象が本件原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は極めて低いと判断した。

また，参加人は，破局的噴火が発生する可能性が十分に小さいことを継続的に確認するため，5つのカルデラ火山について地殻変動や地震活動等の火山活動のモニタリングを実施している。2020年度の最新のモニタリング（評価期間：2020年4月1日～2021年3月31日）における各カルデラ火山の評価結果でも，いずれも「活動状況に変化なし」という結果であった【丙188】。

以下，火山に対する安全性に関する控訴人らの主張に対して必要な範囲で反論し，原判決が妥当なものであることを述べる。

第2 控訴人らの主張に対する反論

1 「基本的な考え方」について

(1) 控訴人らの主張（控訴理由書52～65頁）

ア 原判決は，①「基本的な考え方」が「巨大噴火によるリスクは社会通念上容認される水準である」としていることについて「直ちに不合理であるということとはできない」旨判示し，②「基本的な考え方」は，巨大噴火の可能性評価を行うことを求め，また，評価の根拠が継続していることを確認するため火山活動のモニタリングを行うことを求めており，「巨大噴火を無視することなく，そのリスクを適切に評価し，管理していくことを求めている」旨判示し，③原子力規制委員会ないし原子力規制庁は，発電用原子炉設置変更許可の申請に係る審査において，当該申請の内容が火山ガイドを踏まえているかを確認するに当

たって、「基本的な考え方」に記載されているものと同様の考え方に基づき審査をしていたと認められる旨判示した。

イ これに対して、控訴人らは、「基本的な考え方」は、①巨大噴火によるリスクは社会通念上容認される水準であるとする点、②判断枠組みについて「危険性が十分小さいと評価できなければ立地不適（疑わしきは立地不適）」とする火山ガイドの原則と例外を逆転させている点、③火山ガイドに反するルール変更である点において不合理であり、原判決の判示のように火山ガイドが「基本的な考え方」記載のとおり解釈・運用されるものであれば、火山ガイドに不合理な点があることは明らかである旨主張する。

(2) 参加人の反論

ア 巨大噴火によるリスクと社会通念（上記(1)イ①）

(ア) 控訴人らは、原判決が「巨大噴火を想定した法規制や防災対策が原子力安全規制以外の分野で行われていない」としたことは事実誤認であるとして、「巨大噴火によるリスクは社会通念上容認される水準である」とする「基本的な考え方」が不合理であると主張する。

しかしながら、各種法令において破局的噴火を含む巨大噴火を想定した法規制は行われておらず、国の防災基本計画等においても破局的噴火を含む巨大噴火は想定されていない【乙 211～213】。

控訴人らがその主張の根拠として挙げる資料【甲 115～118】は、以下のとおり、いずれも巨大噴火を想定したものとは言えず、控訴人らの主張の根拠にはなり得ない。

① 「阿蘇山火山防災マップ」【甲 115】

この資料は、「阿蘇山の過去の火山活動から、今後も起こりやすいと予想される噴火現象を紹介し、噴火した場合の災害予想

区域を示す」ものであり【甲 115・1 枚目】、「過去 1 万年間に生じた活動」を基にした想定を行っている【同 5 枚目】。

阿蘇山において「過去 1 万年間」に生じた火山噴火としては、4000 年前の杵島岳噴火及び 3600 年前の往生岳噴火（いずれも VEI4）が最大規模であり、巨大噴火には該当しない。

② 「富士山ハザードマップ検討委員会報告書」【甲 116】

この資料は、「富士山が噴火した時に、いつ、どのような現象が、どの範囲まで到達するかを示した火山ハザードマップの作成」のために報告されたものであり【甲 116・2 頁】、「約 1 万年前以降を対象に」富士山の噴火史の整理を行った上で【同 4 頁】、「約 3200 年前以降を火山防災マップ作成上の対象とすべき活動時期」としている【同 6 頁】。

富士山において「約 3200 年前以降」に生じた火山噴火としては、1707 年の宝永噴火（VEI5）が最大規模であり【同 6 頁】（なお、「約 1 万年前以降」でも同噴火が最大規模である）、巨大噴火には該当しない。

③ 「大規模火山災害対策への提言」【甲 117】

この資料は、内閣府等が開催した「広域的な火山防災対策に係る検討会」において、「今後、国と地方公共団体が大規模火山災害に備えて取り組むべき事項」を「提言」として取りまとめたものであり【甲 117・2 頁】、そもそも現時点で実際に行われている法規制や防災対策を示すものではない。

また、この資料において、「大規模火山災害」は「大規模噴火及び中小規模だが影響が広域又は長期にわたる噴火又はその被害」と定義され、「大規模噴火」は「火砕物の総噴出量が 1 億 m³

から数十億 m^3 程度の規模の噴火」と定義されているのであり【同2頁】、巨大噴火（数十 km^3 、すなわち数百億 m^3 程度を超えるような噴火）は含まれていない。

④ NHK その他の報道【甲 118】

国の中央防災会議の作業部会等に関する報道であるが、富士山における上記 1707 年の宝永噴火（約 0.7 km^3 ）等に関するものであり、巨大噴火に関するものではない。

イ 「基本的な考え方」と火山ガイドの関係（上記(1)イ②及び③）

控訴人らは、火山ガイドが「設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合」は立地不適とするもの（「疑わしきは立地不適」）であるのに対して、「基本的な考え方」は「巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合」は立地適当とするもの（「疑わしきは立地適当」）であり、「基本的な考え方」は火山ガイドの原則と例外を逆転させ、火山ガイドに反するルール変更を行った不合理なものである旨主張する。

この点、原子力安全規制以外の分野において巨大噴火を想定した法規制や防災対策は行われておらず、原子炉等規制法及び設置許可基準規則などの発電用原子炉に関する法規制においても、巨大噴火について、それ以外の火山活動等の自然現象とは異なる取扱いをすることが許容されているものと解される。

そして、火山ガイドは「設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいかどうか」の評価を求めているところ、「基本的な考え方」は、過去に巨大噴火が発生した火山に関する上記評価の方法について、巨大噴火によるリスクが社会

通念上容認される水準であることを踏まえて、その具体的な考え方（「火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことが確認でき、かつ、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合は、少なくとも運用期間中は、巨大噴火の可能性が十分に小さいと判断できる」）を示したものである。

このように「基本的な考え方」は、過去に巨大噴火が発生した火山に関する火山ガイド上の評価方法について、他の自然現象とは異なる巨大噴火の特殊性を踏まえて具体化したものであり、火山ガイドの原則と例外を逆転させたり、火山ガイドに反するルール変更を加えたりするものではない。

「基本的な考え方」は、原子力規制委員会が、原子力規制庁に対して、火山の巨大噴火に関する基本的な考え方について改めて分かりやすくまとめるように指示したことから、原子力規制庁において火山ガイドにおける考え方を整理して作成されたものであり【乙 158】、「基本的な考え方」の作成経緯からみても、控訴人らの主張が誤っていることは明らかである。

ウ 小括

以上のとおり、控訴人らの主張はいずれも理由がなく、原判決は妥当である。

2 噴火予測（火山ガイドが的確な予知・予測を前提にしているか）について

(1) 控訴人らの主張（控訴理由書 65～71 頁）

ア 原判決は、①「現段階では、数十年程度先の火山噴火に関する状況を的確に予知ないし予測することは困難である」、②「火山ガイドは、運用期間中の検討対象火山の活動可能性が十分小さいかどうかを判断

することを求め、上記可能性が十分小さいと判断できない場合には、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいかどうかを判断することを求めている」、③「火山ガイドは、噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認することを目的として運用期間中のモニタリングを行うことを求めている」、④「火山ガイドは、将来の火山活動を的確に予知ないし予測することを目的としているわけではなく、原子力発電所の運用期間という火山活動の歴史からみれば非常に限られた期間において、火山活動の可能性等が十分小さいかどうかの評価ないし判断を求めている」、⑤「このことは、火山ガイドの策定過程、特に中田節也教授による噴火の予測の限界に関する意見を含む火山学の知見を踏まえて火山ガイドが策定されたことから裏付けられている」旨を述べた。

イ これに対して、控訴人らは、上記ア②及び③の「可能性が十分小さいかどうか」の判断は、数十年単位での的確な予知ないし予測ができることを前提にしているのであるから、上記ア①のとおり「数十年程度先の的確な予知ないし予測が困難である」以上、原判決は、「火山ガイドは不合理」との結論を導くべきであった旨主張し、また、火山ガイドの策定過程は火山ガイドの内容が正当なものでないことを示している旨主張する。

(2) 参加人の反論

ア 火山ガイドは、将来の火山活動について不確実性があることを踏まえつつ、各種調査の結果を踏まえて分析すれば、検討対象火山の活動可能性等について一定の評価をすることができることを前提として、原子力発電所の運用期間という火山活動の歴史からみれば非常に限られた期間において、火山活動の可能性等が十分小さいかどうかの評価

ないし判断を求めているものであって、検証対象火山の噴火時期及び規模を的確に予測することを求めているものではない。

そして、破局的噴火を含む巨大噴火については一定の前兆現象が生じ得るのであり、各種調査の結果を踏まえて分析すれば、当該火山の活動可能性について一定の評価をすることができるのであって、このことは火山学に関する専門的知見からも裏付けられている【乙 167, 168, 179, 195, 196, 丙 49, 50, 142】。

イ なお、控訴人らは、上記の専門的知見のうち小林（2017）【丙 50】について、全てのカルデラ噴火で前兆現象が起きるとしているわけではなく、原判決が専門的知見として採用していることは失当である旨主張する。

しかしながら、上記のとおり、破局的噴火を含む巨大噴火について一定の前兆現象が生じ得ることについては、小林（2017）以外の専門的知見からも裏付けられている。小林（2017）が「全てのカルデラ噴火で前兆現象が起きる」としているわけではないからといって、一つの専門的知見として採用することすら不合理であるとする控訴人らの主張には、根拠がない。

ウ 上記アのとおり、「火山活動を的確に予知ないし予測すること」と「火山活動の可能性等について一定の評価をすること」は別物であり、火山ガイドは、検討対象火山の噴火時期及び規模を的確に予知ないし予測することを求めるものではないのであって、上記(1)ア②及び③の「可能性が十分小さいかどうか」の判断が「数十年単位での的確な予知ないし予測ができることを前提にしている」との控訴人らの主張は誤りである。

3 破局的噴火の発生可能性の評価について

(1) Nagaoka (1988) について

ア 控訴人らの主張（控訴理由書 72 頁）

(ア) 原判決は、「被告は、Nagaoka の噴火ステージに関する知見を参考にし、破局的噴火の発生可能性を評価するに当たり、噴火ステージを一つの観点として考慮しているのであって、噴火ステージのみから評価をしているわけではなく、その他の知見等を踏まえ、総合的な評価をしている」旨判示した。

(イ) これに対し、控訴人らは、原判決において「その他の知見等を踏まえ」の内容が全く不明であり、原判決は長岡論文にのみ依拠している等と主張する。

イ 参加人の反論

控訴人らの主張の趣旨は明らかでないが、控訴人らが問題視する「その他の知見等を踏まえ」との判示は、参加人が、「噴火ステージ」の他に、「噴火間隔」及び「マグマ溜まりの状況」を考慮していることについて述べたものであることは明らかである。

原判決は、Nagaoka (1988) のステージ論の有用性を認めたとうえで、参加人が、噴火ステージの他、噴火間隔やマグマ溜まりの状況等を踏まえて総合的な評価を行ったことを合理的であると判断したものであり、Nagaoka (1988) のみに依拠して判断したものではない。

(2) Druitt et al. (2012) について

ア 控訴人らの主張（控訴理由書 72～73 頁）

(ア) 原判決は、「Druitt et al. (2012) の知見は、カルデラ火山に関する一般則を示しているとするのは困難であるが、カルデラ火山に関する

る知見であるから、本件 5 カルデラについて、これを参考にすることは合理的である」「Druitt et al. (2012) 以外にも、カルデラ噴火ないし破局的噴火の前にマグマ溜まりの膨張があったと考えられる点等を裏付ける専門的知見が存在するのであるから、Druitt et al. (2012) の知見を火山学の知見の一つとして考慮することは合理的である」旨判示した。

(イ) これに対し、控訴人らは、Druitt et al. (2012) がすべての火山に当てはまる一般則ではない以上、少なくとも数十年単位での火山噴火の的確な予測の場面では、「火山学の知見の一つとして考慮すること」すら不合理である旨主張する。

イ 参加人の反論

控訴人らは「少なくとも数十年単位での火山噴火の的確な予測の場面」との前提で主張を展開しているが、上述のとおり、火山ガイドは「火山活動を的確に予知ないし予測すること」ではなく、「火山活動の可能性等について一定の評価をすること」を求めているのであり、そもそも前提が誤っている。

また、破局的噴火の前にマグマ溜まりの膨張がある点については、大倉 (2017) 【丙 49】及び小林 (2017) 【丙 50】等の専門的知見が存在するのであり、Druitt et al. (2012) の知見を火山学の知見の一つとして考慮すること自体は何ら不合理ではない。「火山学の知見の一つとして考慮すること」すら不合理であるとする控訴人らの主張には、根拠がない。

(3) 東宮 (2016) について

ア 控訴人らの主張 (控訴理由書 73～74 頁)

(ア) 原判決は、「東宮 (2016) は、・・・マグマ溜まりは必然的にマッ

シュ状になりやすく、噴火に当たっては噴火可能なマグマが準備される必要があり、その準備はマッシュの再流動化によって起こり得るところ、再流動化は比較的短期間であることを指摘する。しかし、上記指摘から直ちに巨大噴火の発生に要する期間が比較的短期間であるとはいえない」東宮（2016）は、その内容に照らせば、巨大噴火の発生可能性を評価するに当たり、マグマ溜まりの状況を一つの検討対象とすることの合理性を否定するものとはいえない」旨判示した。

- (イ) これに対し、控訴人らは、「原判決は何らかの科学的知見を援用して東宮論文に反論するものではなく、特に理由を付すことなく感想を述べているに過ぎない」とした上で、いつどのようにマグマ溜まりが増減し、マグマ溜まりがどのような状態になれば噴火に至るのか不明な火山学の現状においては、「マグマ溜まりを火山噴火予測における検討対象とすること自体に合理性がない」旨主張する。

イ 参加人の反論

- (ア) 東宮（2016）は、マッシュ状マグマが存在することを前提に、マッシュ状マグマの下に高温マグマが定置すれば比較的短期間でマッシュ状マグマの再流動化が発生しうることを指摘するものであり、マッシュ状マグマが形成される期間も含めた期間について「比較的短期間」であると指摘するものではない。原判決は、このことを踏まえて「直ちに巨大噴火の発生に要する期間が比較的短期間であるとはいえない」としたものであり、何ら不合理ではない。

参加人は、破局的噴火には非常に大規模なマグマ溜まりが必要であり、そのようなマグマ溜まりは数万年をかけて蓄積されるものである【丙 170】ため、現時点で巨大なマグマ溜まりが蓄積されていないのであれば、原子力発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性

は十分小さいと主張しているのであり、蓄積後の再流動化に関する東宮（2016）の指摘は、参加人の主張を否定するものではない。

- (イ) 破局的噴火を発生させるためには、深さ 10 km よりも十分浅い位置に、破局的噴火を発生させ得るほど多量の珪長質マグマが蓄積されている必要があることは、多数の知見や実例に裏付けられているものであり【丙 170】、破局的噴火の発生可能性の評価において、マグマ溜まりの状況を一つの要素として考慮することは合理的である。

「マグマ溜まりを火山噴火予測における検討対象とすること自体に合理性がない」とする控訴人らの主張は理由がない。

4 影響評価について

- (1) 阿蘇カルデラのマグマ溜まりの考慮について

ア 控訴人らの主張（控訴理由書 75～77 頁）

- (ア) 原判決は、須藤ほか（2006）において阿蘇カルデラの地下に直径 3～4 km のマグマ溜まりの存在が指摘されていることについて、噴火可能なマグマは、マグマ溜まりのうち結晶量が 50%未満で熔融した部分が大半を占める部分であるとされていること等からすると、噴火可能なマグマはそのごく一部に過ぎない可能性が高い」旨判示した。

- (イ) これに対して、控訴人らは、「原判決は文献の都合よい部分のみを用いて誤った判示をしている」とし、青木（2016）【丙 171】を前提にすると、マグマ溜まりの推定から噴火の有無や噴火規模を推定すること自体が不合理であり、阿蘇 4 噴火の噴火規模からして、VEI 7 以上を考慮すべきである旨主張する。

イ 参加人の反論

青木（2016）は、「マグマの噴出に必要な圧力の観点から、噴火によって噴出できるマグマの量はマグマ溜まり全体の体積のうちごく少量である」との知見を示すものであり、原判決が、この知見を踏まえて、「阿蘇カルデラの地下に直径3～4 kmのマグマ溜まりが存在したとしても、そのマグマ溜まりのうち噴火可能なマグマはそのごく一部に過ぎない可能性が高い」旨を判示したことは合理的である。

控訴人らは、青木（2016）が「一般的には、マグマだまりから放出されたマグマの多くは噴火に至らないことを考えると、主に噴出物の体積だけを考慮してマグマだまりの体積を推定する彼らの研究は、マグマだまりの体積を過小評価していると思われる」と述べた部分を引用して、「マグマ溜まりの推定から噴火の有無や噴火規模を推定すること自体が不合理」と主張するが、青木（2016）は「噴出物の体積だけからマグマ溜まりの体積を推定すること」について「（マグマ溜まりの体積の）過小評価」と述べるものであり、控訴人らが主張する「マグマ溜まりの体積から噴火の有無・噴火規模を推定することの不合理性」について述べるものではなく、控訴人らの主張には理由がない。

(2) 降下火砕物に係る過小評価について

ア 控訴人らの主張（控訴理由書 77～79 頁）

(ア) 原判決は、参加人が、本件5カルデラについては現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮し、その他の16火山については既往最大規模の噴火を考慮した結果、本件原子力発電所の敷地に対して最も影響が大きい降下火砕物は九重第1噴火（噴出量6.2 km³）であり、降下火砕物の最大層厚を10 cmと設定したことに関して、「火山ガイドに基づき、自然の不確かさを踏まえ、より保守的ないし安全側に評価したといえる」と判示した。

(イ) これに対して、控訴人らは、①約3万年前の始良カルデラ噴火(VEI7)や約7000年前の鬼界アカホヤ噴火(VEI7)による降下火砕物を想定しておらず不合理である、②阿蘇カルデラの地下にはマグマ溜まりが存在し、VEI6以上の噴火が生じる可能性が十分に小さいと評価することはできない等として、最大層厚を10cmと設定したことが過小評価である旨主張する。

イ 参加人の反論

(ア) 控訴人らの上記ア(イ)①の主張に関して、上記第1及び原審最終準備書面で述べたとおり、参加人は、5つのカルデラ火山について、運用期間中に破局的噴火が発生する可能性が十分小さいことを確認した上で、現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮して評価したものである。

控訴人らは、始良カルデラ噴火及び鬼界アカホヤ噴火を考慮すべきとする具体的な根拠を一切述べておらず、控訴人らの主張には理由がない。

(イ) 控訴人らの上記ア(イ)②の主張に関して、阿蘇カルデラの地下のマグマ溜まりについては、上述のとおり、マグマ溜まりのうち噴火可能なマグマはそのごく一部に過ぎない可能性が高いのであり、控訴人の主張には理由がない。

第3 小括

以上のとおり、本件原子力発電所の運用期間中に、火山事象が本件原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は極めて低く、本件原子力発電所の火山事象に対する安全性は確保されており、控訴人の主張はいずれも理由がなく、原判決は妥当なものである。

第4章 重大事故等対策について

第1 はじめに

参加人は、本件原子力発電所の事故防止のための安全確保対策を講ずるにあたって、異常発生防止対策（第1段階）、異常拡大防止対策（第2段階）、放射性物質異常放出防止対策（第3段階）における安全上重要な設備について、従前より、本件原子力発電所に係る自然的立地条件（地盤、地震、津波等）を十分に把握した上でその特性を踏まえた設計及び建設を行い、建設以降も随時、最新の知見に基づいた評価・検討を実施し、安全上重要な設備が機能喪失しないことを確認してきた。

そのうえで、福島第一原子力発電所事故を契機として、参加人は、地震や津波など安全上重要な設備が一斉に機能喪失するような共通要因故障の原因となりうる自然的立地条件の想定を従前以上に厳しく（安全側に）した上で、更に火山や竜巻などの他の自然現象も想定し、これらが本件原子力発電所に及ぼす影響について再評価し、既存の安全上重要な設備が機能喪失しないことを確認するとともに、これらの安全上重要な設備が機能喪失するような事態においても、事象の進展、拡大を防止し、炉心の著しい損傷や原子炉格納容器の破損を防止するための、「更なる安全確保対策」を講じた。具体的には、「第4段階 放射性物質異常放出防止対策」及び「第5段階 放射性物質の放出を極力抑える」ための対策として、常設及び可搬式の設備（注水設備、電源設備等）を新たに配備した。

例えば、事故時における原子炉容器の閉じ込め機能確保のための原子炉冷却手段として、通常 ECCS（高圧注入ポンプや余熱除去ポンプ）を使用するところ、万一これらが機能喪失したとしても、原子炉の冷却が可能となるよう常設電動注入ポンプを新たに設置している。常設電動注入ポンプは、既存の非常用ディーゼル発電機に加えて、新たに設置した大容量空冷式発電機からの電源の供給が可能となるよう電源を多様化しており、また、燃料取替用水タンクに加え、復水タンクを水源とすることが可能となるよう水源につい

でも多様化している。

また、仮に炉心が著しく損傷し原子炉容器の閉じ込め機能が確保できなくなった場合でも原子炉格納容器の閉じ込め機能を確保するため、通常、格納容器スプレイポンプを用いて容器内の圧力を低下させるところ、万一この格納容器スプレイポンプが機能喪失したとしても、原子炉格納容器内の圧力の上昇を抑えることが可能となるよう常設電動注入ポンプや電源を必要としない可搬型ディーゼル注入ポンプを設置している。

さらに、炉心が著しく損傷した際に発生する水素の爆発を防止するため、電気式水素燃焼装置（イグナイタ）と、静的触媒式水素再結合装置（PAR）を原子炉格納容器内に設置するといった水素爆発防止対策を行っている。

そして、安全確保対策がすべて機能せず、万一原子炉格納容器が損傷したとしても、発電所外への放射性物質の拡散を抑制することができるよう破損箇所に放水するための放水砲を配備している。

上記のとおり、異常発生防止対策（第1段階）、異常拡大防止対策（第2段階）、放射性物質異常放出防止対策（第3段階）における既存の安全上重要な設備により、本件原子力発電所の多重の障壁の健全性が損なわれることはないが、参加人は、あえてこれらの安全上重要な設備が機能喪失するような事態も想定し、第4、第5の更なる安全確保対策を講じており、そのうち重大事故等対策についても、控訴人の主張するような設置許可基準規則違反はないことは、原判決で認められたとおりである。以下では、重大事故等対策に関する控訴人らの主張について、必要な範囲で反論を行い、原判決が妥当であることを述べる。

第2 控訴人らの主張に対する反論

1 設置変更許可基準規則 51 条違反について（控訴理由書 81～83 頁）

- (1) 控訴人は、設置許可基準規則 51 条の規定は、現有設備（格納容器スプレイや代替格納容器スプレイ等）とは別に、下部キャビティへの給水設備を設置することを求めていると解釈されなければならないとして、参加人が要求事項に対応する設備であるとする格納容器スプレイ等によ

り本規定の要求を満たすということになれば、外から供給している水での炉心の冷却が無理な状態になったと判断したら、下部キャビティへの注水を格納容器スプレイによる上部からの放水で行うこととし、原子炉を冷やすことを止める、ということになる旨主張する。

- (2) しかしながら、原審準備書面 1 (55 頁) で述べたとおり、設置許可基準規則 51 条及び同規則解釈は、①原子炉格納容器下部注水設備を整備すること、②原子炉格納容器下部注水設備は多重性又は多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ること等を要求するものであって、新たな設備を要求するものではない。また、参加人は、設置許可基準規則 51 条及び同規則解釈に基づき落下した熔融炉心を冷却するための対策及び熔融炉心の落下の遅延または防止のための対策を講じており、これら対策に何ら不合理な点はないことが原子力規制委員会から確認されており、控訴人の主張には理由がない。

2 設置許可基準規則 37 条 2 項違反について (控訴理由書 84~87 頁)

- (1) 控訴人は、地震によるひび割れが想定されていないことについて、原判決は、地震による損傷防止については 37 条 2 項ではなく 4 条及び 39 条の問題であるとするが、改正法は重大事故を想定すべきとしたものであり、37 条 2 項の「重大事故」には地震とその他の事故の重畳も含むはずであり、37 条 2 項は、4 条及び 39 条と次元が異なる問題である旨主張する。

しかしながら、原審準備書面 1 で述べた通り、下部キャビティ内の構造上、汚染水が外部に漏洩する事象は想定されない。地震による損傷防止は 39 条の要求事項であるが、参加人は、耐震安全性についても問題ないことを確認している【乙 9 (82~83 頁), 丙 7-3 (3(3)-17-7-3-2-24-24~25 頁), 丙 8-3 (3(4)-17-7-3-2-24~25 頁)】。

- (2) 控訴人は、水蒸気爆発について、参加人は小規模な実験（最大でも実機炉心の0.2%程度の質量）を参照したのみで、水蒸気爆発は起こらないと頭から決めつけている旨主張する。

しかしながら、参加人は、COTELS, FARO, KROTOS 及び TROI の各種実験結果等を踏まえ、膜沸騰状態を不安定化させる外乱がない場合や溶融物の過熱度が実機想定と同程度の場合には水蒸気爆発が起きることとはなく、本件原子力発電所において水蒸気爆発が発生する可能性は極めて小さいことを評価・確認している。この参加人の評価は、各種実験における条件と本件原子力発電所における条件との比較を踏まえたものであり、この点については原子力規制委員会においても、慎重に審査がなされた上で、水蒸気爆発の生じる危険性が極めて低いことが確認されている【乙54（193～194頁）、丙6（39～42頁）】。

- (3) 控訴人は、水素爆轟について、ジルコニウム合金と水とが反応して発生する水素による水素爆発が考えられるが、参加人の評価によれば、水素濃度は13%にほぼ達することとなり、この計算に用いられたMAAPコードの不確実性を考慮すれば水素爆轟が生じて格納容器が破損する可能性があること、参加人は水素濃度について、一方ではイグナイタが機能することを期待せず12.8%という際どい数値を出しながら、一方で不確かさの影響評価についてはイグナイタの効果に期待するという、いわば下駄を履かせた評価をしている旨主張する。

しかしながら、参加人は、水素爆発による格納容器破損を防止するための対策を講じており、本件原子力発電所における格納容器破損モード「水素燃焼」の有効性評価において、事故条件や機器条件を厳しく設定した上で解析を行い、静的触媒式水素再結合装置（PAR）の効果により水素爆発（水素爆轟）が発生しないことを評価・確認している。

また、MAAPコードの不確実性について、参加人は同コードの不確か

さの影響性評価を行っており、本評価においては MAAP コードで得られた水素発生量を多めに補正して評価していることから、本コードの不確かさが評価結果に与える影響は小さい【丙 4-4 (3.4.11~12 頁)】。

さらに、参加人は、原子炉下部キャビティ床面での熔融炉心の広がり小さく、局所的に熔融炉心が堆積するような極端な条件を想定して「熔融炉心・コンクリート相互作用 (MCCI)」に伴う水素の発生 (全炉心内のジルコニウム量の約 6% の反応割合) も合わせて評価を行い、この場合であっても静的触媒式水素再結合装置 (PAR) 及び電気式水素燃焼装置 (イグナイタ) により、原子炉格納容器内の水素濃度は最大約 9.5vol% に留まることを確認しており、水素爆発 (水素爆轟) が発生する可能性のある水素濃度 13vol% に達することはないことを確認している【丙 4-4 (3.4.12~13 頁)】。

- (4) 以上のとおり、設置許可基準規則 37 条 2 項違反にかかる控訴人の主張は、いずれも理由がない。

3 設置許可基準規則 55 条違反について (控訴理由書 87~93 頁)

- (1) 控訴人は、55 条が想定する事故を考えると冷却汚染水の流出対策として必要な設備は当然設置が義務付けられていると解すべきである旨主張する。また、ソフト面を規定する技術的能力審査基準においては、「海洋への放射性物質の拡散を抑制する手順等を整備すること」とされているところ、これは 55 条の解釈における「e」の文言と同じであり、55 条においても、汚染水の流出を抑制する設備を要求する趣旨と解される旨主張する。
- (2) しかしながら、そもそも、設置許可基準規則 55 条は、原子炉格納容器等の破損などに際し、放水設備により放射性物質の拡散を抑制するこ

と等を要求するものであって、汚染冷却水の漏えいへの対策を要求しているものではない。また、参加人は、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において本件原子力発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため、移動式大容量ポンプ車及び放水砲、シルトフェンスの配備等の整備を行っており、控訴人の主張には理由がない【丙 9-3 (55 条-1~28 頁)】。

第 3 小括

以上のとおり、重大事故等対策にかかる控訴人の主張はいずれも理由がなく、原判決の判断は妥当である。

第 5 章 結論

以上のとおり、参加人は、本件原子力発電所の建設時から現在に至るまで、放射性物質を多重の障壁に「閉じ込める」ことに万全を期しており、通常運転時の放射性物質の放出について極力低く抑えるよう適切に管理している。

また、参加人は放射性物質が周辺環境に異常に放出されるような事態に至らないよう、福島第一原子力発電所事故以前から多重防護の考え方に基づいた事故防止に係る安全確保対策を講じるとともに、福島第一原子力発電所事故以後には地震等の自然現象の想定をより厳しいものに引き上げてもお、多重防護の考え方に基づく安全確保対策に要する設備がその機能を喪失しないことを確認した上で、機能喪失した場合をあえて想定しても、放射性物質の有する危険性が顕在化することがないように、更なる安全確保対策を講じることにより放射性物質を「閉じ込める」ことに万全を期している。

こうした対策により、放射性物質が周辺環境に異常に放出されるような事態が生じることは考え難く、控訴人らの人格権を侵害するような具体的危険性が生じるとは考えられない。

したがって、原判決は妥当なものであり、控訴人らの請求はいずれも理由がないから、速やかに棄却されるべきである。

以 上