

平成23年(ワ)第1291号, 平成24年(ワ)第441号, 平成25年(ワ)第516号, 平成26年(ワ)第328号, 平成31年(ワ)第93号, 令和4年(ワ)第381号

原告 須藤昭男 外
被告 四国電力株式会社

令和6年 5月 24日

最終準備書面

松山地方裁判所民事第2部 御中

被告訴訟代理人弁護士

田 代



同弁護士

松 繁



同弁護士

安 藤



同弁護士

寄 井 真 二 郎



同弁護士

山 内 喜



同弁護士

井 家 武



目次

第1章	本件訴訟における判断枠組み	1
第1	人格権侵害に基づく差止請求に係る差止要件と主張立証責任 ..	1
第2	本件3号炉では安全性が確保されていること	1
第3	原告らは具体的危険の存在を主張，立証できていないこと	2
第2章	被告及び本件発電所	3
第1	被告	3
第2	本件発電所の概要	4
1	本件発電所の概要	4
2	本件1号炉及び本件2号炉	4
(1)	設置経緯	4
(2)	廃止の経緯	5
3	本件3号炉の設置経緯	5
第3	本件発電所の必要性	6
1	原子力発電の必要性	6
(1)	エネルギーの供給安定性	6
(2)	経済性及び価格安定性	6
(3)	地球温暖化問題への対応（環境性）	7
2	本件発電所の運転の必要性	8
3	原子力発電の仕組みと本件発電所の設備	8
第3章	自然的立地条件等に対する安全性	9
第1	地盤に係る安全性	11
1	敷地周辺の地質的安定性	11
2	敷地の地盤の安定性	12

3	基礎地盤の安定性.....	14
4	本件3号炉の周辺斜面の安定性.....	15
5	本件3号炉は地盤に係る安全を確保していること.....	16
6	原告らの地盤に関する主張について.....	17
	(1) 三波川帯において地すべりが多発しているとの主張について	17
	(2) 液状化に関する主張について.....	18
第2	地震に対する安全性.....	19
1	地震について.....	19
	(1) 地震発生の仕組み及び地震の分類.....	19
	(2) 地域特性の把握の重要性.....	20
	(3) 地震動の評価手法.....	21
	ア 応答スペクトルに基づく地震動評価.....	21
	イ 断層モデルを用いた手法による地震動評価.....	22
2	基準地震動の策定.....	23
	(1) 基準地震動策定の流れ.....	23
	(2) 地震動評価のための敷地地盤の評価.....	24
	ア 本件発電所の敷地近傍の地質・地質構造.....	25
	イ 被告の調査.....	26
	ウ 実地震記録による実証.....	33
	(3) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動.....	35
	ア 検討用地震の選定.....	35
	イ 内陸地殻内地震に係る地震動評価.....	36
	(ア) 中央構造線について.....	36
	a 地質境界としての中央構造線.....	37

b	中央構造線断層帯（活断層としての中央構造線）	38
(イ)	中央構造線断層帯の性状の把握	42
a	震源断層の位置	43
b	震源断層の長さ	49
c	震源断層の傾斜角	51
d	震源断層の幅（地震発生層の上端と下端）	54
(ウ)	基本震源モデルの設定	59
a	把握した中央構造線断層帯の性状を踏まえた設定	60
b	地震規模の設定	62
c	アスペリティ位置及び個数の設定	65
d	アスペリティの応力降下量及び面積の設定	68
e	断層の破壊伝播速度の設定	70
f	破壊開始点の設定	70
g	基本震源モデルの保守性	71
(エ)	基本震源モデルに独立して重畳する不確かさ	76
a	応力降下量に関する不確かさ	76
b	地質境界断層に関する不確かさ	77
c	断層傾斜角に関する不確かさ	78
d	破壊伝播速度に関する不確かさ	79
e	アスペリティの平面位置に関する不確かさ	80
(オ)	断層モデルを用いた手法による地震動評価	80
(カ)	応答スペクトルに基づく地震動評価	82
a	用いた距離減衰式	82
b	地震規模	83

c	検討ケース.....	83
d	耐専スペクトルの適用性の検証	84
ウ	海洋プレート内地震に係る地震動評価	91
(ア)	応答スペクトルに基づく地震動評価	91
(イ)	断層モデルを用いた手法による地震動評価	92
エ	プレート間地震に係る地震動評価	92
(ア)	応答スペクトルに基づく地震動評価	92
(イ)	断層モデルを用いた手法による地震動評価	93
(4)	震源を特定せず策定する地震動	93
ア	震源を特定せず策定する地震動を評価する趣旨と評価方法	93
イ	本件発電所における震源を特定せず策定する地震動において 考慮した観測記録.....	95
(5)	基準地震動の策定.....	98
(6)	年超過確率による基準地震動の妥当性の確認	101
(7)	新規制基準適合性審査における地震動評価以降の長期評価の改 訂及び設置許可基準規則解釈等の改正	103
ア	中央構造線断層帯の長期評価の改訂	103
(ア)	主な改訂内容.....	103
(イ)	震源断層の長さに関する改訂（全長の延長）は、本件発 電所の基準地震動 S_s に影響しないこと	105
(ウ)	活動区間の再整理は、本件発電所の基準地震動 S_s に影 響しないこと.....	105
(エ)	震源断層の傾斜角に係る考え方の整理は、本件発電所の 基準地震動 S_s に影響しないこと	107

(オ)	説明文中の佐田岬半島沿岸部に係る「現在までのところ 探査がなされていない」との記載について	110
(カ)	原子力規制委員会による確認	112
イ	震源を特定せず策定する地震動に係る設置許可基準規則解釈 等の改正	113
(ア)	令和3年改正設置許可基準規則解釈及び令和3年改正地 震ガイドへの一部改正の経緯及び内容	113
(イ)	標準応答スペクトル	116
(ウ)	標準応答スペクトルを採用した基準地震動の追加 ..	117
(エ)	追加した基準地震動に対する耐震安全性	118
3	耐震安全性の確保について	119
(1)	耐震設計方針	119
ア	耐震設計の基本的方針	119
イ	耐震重要度分類に応じた耐震設計	119
ウ	基準地震動 S_s に対する耐震安全性	120
(2)	耐震裕度	121
ア	弾性設計による余裕	122
イ	耐震設計の過程で生まれる余裕	122
ウ	耐震設計以外の設計から生まれる余裕	124
エ	静的地震力により生まれる余裕	124
オ	耐震安全上の余裕に係る評価，実証試験等	125
4	本件3号炉は地震に対して安全を確保していること	128
5	原告らの地震に関する主張等について	129
(1)	地震学の限界についての原告らの主張について	129

(2)	基準地震動は平均像であるとの主張について	130
(3)	経験式が有するばらつきに関する主張について	131
	ア 「経験式が有するばらつき」の考慮に関する主張について	131
	(ア) 経験式の基となった個々のデータのばらつきを考慮する 必要はないこと	132
	(イ) 評価対象地点において起こり得る地震動が経験式からば らつくことは不確かさとして考慮できること	133
	イ 文献に記載された標準偏差等の数字を引用したばらつきの幅 に関する主張について	136
(4)	中央構造線断層帯の性状に関する主張	139
	ア 震源断層を確認することはできないとの主張について ..	139
	イ 断層の位置に関する主張について	141
	ウ 震源断層の傾斜角に関する主張について	143
	エ ジョグに関する主張について	145
(5)	その他主張について	148
	ア 他の地点で観測された地震動と比較する主張について ..	148
	イ 他の構造物の耐震性と比較した主張	150
	ウ 経験式等に関する主張	151
(6)	岡村回答書について	151
	ア 南傾斜の逆断層を考慮すべきとの見解について	152
	イ 敷地前面海域の断層群の震源断層までの水平距離に関する見 解について	157
	ウ 他地点の観測記録と対比して被告の地震動評価を過小とする	

見解について.....	158
エ 中央構造線断層帯の地震によって本件発電所で想定される地震動は、少なくとも1000ガルを超えるとの見解について.....	165
オ 壇ほか(2011)の手法を用いる地震動評価は過小であるとの見解について.....	168
カ 本件発電所の敷地正面にアスペリティを配置しないことは問題であるとの見解について.....	170
キ 過去の中央構造線断層帯の評価に関する見解.....	172
(7) 芦田証人について.....	172
ア 芦田証人の見解は、被告の調査の目的を踏まえていないこと.....	172
イ 芦田証人の証言の誤り等.....	176
(ア) 地震が発生する深さに関する証言について.....	176
(イ) 地球物理学的探査に関する証言について.....	176
(ウ) 深部ボーリングの調査に関する証言について.....	179
(8) 野津証人について.....	180
ア 周期1～5秒や2秒程度の大振幅パルスについて.....	181
(ア) 東北地方太平洋沖地震の観測記録が周期1～5秒や2秒程度のパルスによって最大加速度・速度が決定付けられていないこと.....	182
(イ) 大振幅パルスの発生には地盤条件が大きく影響し、本件発電所敷地の地盤では発生が想定し難いこと.....	188
(ウ) 壁式の鉄筋コンクリート構造物は兵庫県南部地震で観測	

	された強震動パルスによっても被害は軽微であること	190
(エ)	小括	192
イ	SPGAモデルの合理性に関する証言について	193
(ア)	応力降下量が1500MPaという異常なレベルとなること	194
(イ)	断層面積1%未満の極狭小領域のみから全地震動が放出する異常な想定となること	197
(ウ)	本件発電所に係る野津証人の地震動試算は検証不足であること	199
(エ)	港湾の施設の技術上の基準・同解説について	202
(オ)	強震動予測レシピは耐震設計に用いられることを念頭に置いていないとの証言について	204
(カ)	小括	206
ウ	内陸地殻内地震に関する証言について	207
(ア)	地殻変動から南傾斜の逆断層が想定されるとの証言について	207
(イ)	音波探査断面図において南傾斜の逆断層が確認できるとの証言について	213
(ウ)	本件発電所に係る野津証人の地震動試算条件に根拠はないこと	214
(エ)	アスペリティを偏在させる必要があるとの証言について	218
(オ)	壇ほか(2011)のスケーリング則は過小であるとの証言について	221

(カ) ジョグにこそアスペリティを置くべきとの証言について	223
(キ) 岩手・宮城内陸地震を基準地震動に考慮する必要がある との証言について	224
第3 津波に対する安全性	226
1 基準津波の策定	226
(1) 波源	226
(2) 重畳津波の検討	228
(3) 基準津波の策定	229
2 耐津波安全性について	229
(1) 津波による水位上昇に対する安全性	229
(2) 津波による水位低下に対する安全性	230
3 本件3号炉は津波に対して安全を確保していること	231
4 原告らの津波に関する主張について	232
(1) 津波高さに関する主張について	232
(2) 津波による本件3号炉の設備への影響に係る主張について	232
第4 火山に対する安全性	233
1 火山事象について	234
(1) マグマの発生と噴火	234
ア マグマの種類	234
イ 巨大噴火	235
(2) 火山学的調査手法	237
ア 活動履歴に関する調査手法	238
(ア) 地質学的調査手法	238

(イ) 岩石学的調査手法	239
イ 地球物理学的調査手法	239
(ア) 地震波探査.....	239
(イ) 電磁探査.....	240
(ウ) 測地観測.....	240
(エ) 地震観測.....	240
(オ) その他の地球物理学的手法	241
ウ 地球化学的手法.....	241
2 本件発電所に影響を及ぼし得る噴火	241
(1) 本件発電所に影響を及ぼし得る火山	241
(2) 本件発電所の運用期間中に阿蘇において考慮する噴火規模の検討	242
ア 阿蘇に関する調査内容	242
(ア) 阿蘇の火山活動履歴の概要	242
(イ) 噴出物に係る検討	244
a 苦鉄質マグマと珪長質マグマの活動分布に基づく検討	244
b 噴火頻度の高い時期に卓越するマグマに基づく検討	246
c 微量元素に基づく珪長質マグマの生成プロセスや進化過程に係る検討.....	246
d 後カルデラ期の噴出物の岩質に基づく検討	248
(ウ) 噴火の態様に係る検討	248
a カルデラ形成期と後カルデラ期との噴火傾向の比較に基づく検討.....	248

b	他のカルデラ火山において巨大噴火発生前に見られた活動の傾向と阿蘇の現在の状況との比較に基づく検討 ..	251
(エ)	地震波探査等の各種地球物理学的探査に基づく地下構造の検討	252
(オ)	測地学的手法に基づくマグマの蓄積状況の検討	254
イ	本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性について	255
ウ	本件発電所の運用期間中に考慮する噴火の規模	256
3	立地評価	257
4	影響評価	258
(1)	本件発電所の安全性に影響を及ぼす可能性のある火山事象の抽出	258
(2)	降下火砕物に係る影響評価	260
ア	本件発電所において影響を考慮する火山	260
イ	設計において考慮する降下火砕物の層厚	261
ウ	降下火砕物の影響に対する設計	263
5	本件3号炉は火山事象に対して安全を確保していること	264
6	原告らの火山に関する主張等について	266
(1)	異証人の証言について	266
ア	異証人の証言は、自然災害のリスクに対して社会がどのように対処してきたかについて正解していないこと	266
イ	自然科学的に否定しきれないものはあるものと考えなければならないという姿勢でなされた証言について	271
(ア)	巨大噴火のマグマは珪長質とは限らないとの証言につい	

て	271
(イ) 微量元素に係る検討に関する証言について	273
(ウ) 巨大噴火の前後でマグマ供給系が大きく変化するかどうか 検証された例は存在しないとの証言について	276
(エ) マッシュ状のマグマ溜まりは検出できないとの証言について	277
(オ) 阿蘇におけるマグマ溜まりに関する証言について	279
(カ) マッシュ状マグマ溜まりの再溶融のタイムスケールに関する証言について	282
ウ 被告の評価, 主張を正解していない証言について	288
(ア) 阿蘇4を対象としたBBN評価の趣旨の不正解	290
(イ) 阿蘇4 BBN評価の付録5の内容の不正解	292
(ウ) 浮力中立点に係る被告の主張の不正解	293
(エ) 被告の阿蘇4火砕流シミュレーションの目的の不正解	295
エ その他の証言について	296
(ア) 巨大噴火と巨大噴火に至らない噴火とのメカニズムの違いに関する証言について	296
(イ) 火山ガイドの巨大噴火の噴出量に関する証言について	299
(ウ) 阿蘇の観測体制はイエローストーンの体制に劣るとの証言について	302
(エ) 風向に関する証言について	312
(2) 町田証人の証言について	313

ア	本件発電所の敷地周辺で確認されたとする阿蘇4テフラ（Y m試料）に関する証言について	314
イ	調査地点の適格性に関する証言について	315
ウ	ボーリング調査の地点に関する証言について	317
エ	四国地域はその温暖さが火砕流堆積物に与える影響はないと する証言について.....	318
オ	海を渡る火砕流に関する証言について	320
カ	火砕流が海を渡る機序に関する証言について	321
キ	地形の影響に関する証言について	323
ク	その余の証言について	325
(3)	原告らの主張について	326
ア	火山ガイドに関する主張について	326
イ	巨大噴火に関する主張について	327
	(ア) 巨大噴火の発生可能性に関する主張について	327
	(イ) 宝田ほかの論文（甲918の1）に基づく主張について	328
ウ	降下火砕物の影響に関する主張について	331
	(ア) 想定する噴出量に関する主張について	331
	(イ) 降下火砕物のシミュレーションに関する主張について	332
	(ウ) 降下火砕物の大気中濃度に関する主張について	334
第5	外部人為事象に対する安全性	335
1	外部人為事象（故意によるものを除く。）に対する設計上の考慮	335

2	外部人為事象（故意によるもの。）に対する設計上の考慮	336
(1)	可搬型重大事故等対処設備	336
(2)	特定重大事故等対処施設	337
(3)	体制の整備	338
3	本件3号炉は外部人為事象に対する安全を確保していること	339
4	原告らの外部人為事象に関する主張について	340
第4章	平常運転時における被ばく低減対策	341
第1	放射線の影響と放射線防護の考え方	341
第2	本件3号炉における平常運転時における被ばく低減対策	345
第3	本件3号炉においては平常運転時における安全が確保されていること	347
第5章	事故防止に係る安全確保対策	347
第1	事故防止に係る基本的な考え方	347
第2	事故防止に係る安全確保対策の各対策の詳細	350
1	異常発生防止対策	350
(1)	原子炉の安定した運転を維持するための対策	350
ア	自己制御性を有する原子炉の採用	350
イ	原子炉出力等の安定制御	351
ウ	誤作動及び誤操作を防止するシステムの採用	352
(2)	放射性物質を閉じ込める機能を有する設備の健全性確保	353
2	異常拡大防止対策	353
(1)	異常の早期検知	353
(2)	原子炉の停止と冷却	354
3	放射性物質異常放出防止対策	355

(1) 原子炉の冷却.....	356
(2) 放射性物質の閉じ込め	357
第3 本件3号炉では、異常が発生して放射性物質が環境中に大量に放出される事態に至ることがないように安全が確保されていること ..	359
第6章 福島第一原子力発電所事故後の安全確保対策	360
第1 福島第一原子力発電所事故と規制の強化	360
1 福島第一原子力発電所事故の概要	360
2 福島第一原子力発電所事故を踏まえた規制要求の強化	362
(1) 新規制基準の制定経緯	362
(2) 新規制基準の概要.....	365
第2 事故防止に係る安全確保対策の強化	365
第3 更なる安全確保対策.....	368
1 重大事故等対策の位置付け	369
2 重大事故等対策で活用する設備	370
(1) 電源の確保.....	370
(2) 計測設備の強化.....	372
(3) 設備の追加設置.....	373
(4) 既存設備の本来の用途以外の用途での活用方法の整備	374
(5) 既存設備の多様性の強化	375
(6) 特定重大事故等対処設備の活用	376
3 重大事故等対策等の有効性	377
(1) 炉心損傷防止対策.....	378
ア 原子炉の自動停止機能喪失時の対策	378
イ 原子炉を冷却するための対策の例	380

(2)	格納容器破損防止対策	381
(3)	大規模損壊時の対応.....	383
第4	安全確保対策の実効性の確保	384
1	事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策を実施するための体制の整備.....	384
2	事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策に係る手順書の整備.....	385
3	事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策に係る教育及び訓練の実施.....	388
第5	本件3号炉において、放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性は、なおのこと認められないこと	390
第6	原告らの被告の安全確保対策に対する主張等について	391
1	佐藤証人の証言について	391
(1)	ナイトメア・シナリオに関する証言について	391
(2)	SOARCA報告書に関する証言について	393
(3)	可搬型設備に依存してはならないとの証言について	395
(4)	当直員等に対するフォローが必要との証言について	396
2	原告らの主張について.....	397
(1)	制御棒の挿入性に関する主張	397
(2)	劣化，加圧熱衝撃に関する主張	397
(3)	外部電源及び主給水ポンプに関する主張	398
(4)	その他の主張.....	399
第7章	国による被告の安全確保対策の確認	400
第1	原子力発電所に係る規制の概要	400

1	原子炉等規制法による規制の概要	400
2	新規制基準による規制の概要	402
第2	本件3号炉の安全確保対策に係る国の確認	403
1	新規制基準適合に係る国の確認	403
2	新規制基準適合性審査後の国による確認	404
第3	原告らの主張について.....	405
第8章	原子力災害対策.....	408
第1	本件発電所に係る避難計画等の原子力災害対策について....	409
1	避難計画等の原子力災害対策に関する我が国の法規制における位置付けについて.....	409
2	放射線防護の考え方と原子力災害対策指針について	410
(1)	緊急時対応における放射線防護の戦略について	410
(2)	原子力災害対策指針における定め	411
3	原子力災害対策の性質.....	412
(1)	減災（緩和）と継続的な対策の改善	412
(2)	原子力災害対策に求められる柔軟性	416
4	伊方地域の緊急時対応に係る計画について	417
(1)	伊方地域の緊急時対応の概要	417
(2)	緊急事態における対応体制	418
(3)	住民の避難.....	419
(4)	継続的な訓練と実効性の更なる向上の取り組みについて..	421
第2	原告らの原子力災害対策に関する主張等について	424
1	令和6年能登半島地震を踏まえた主張について	424
2	原告らの伊方地域の緊急時対応に対する主張について	428

3	原子力災害対策への原子力規制委員会の関与に関する原告らの主張及び佐藤証人の証言について	430
4	佐藤証人が証言したショアハム原子力発電所について	431
5	本件発電所の緊急時対応に係る佐藤証人の証言について	433
6	上岡証人によるシミュレーションについて	434
第9章	結論	437

第1章 本件訴訟における判断枠組み

第1 人格権侵害に基づく差止請求に係る差止要件と主張立証責任

本件訴訟は、原告らが、伊方発電所（以下「本件発電所」という。）の3号炉（以下「本件3号炉」という。）の運転によって原告らの人格権が侵害される危険があるとして、原告らの人格権に基づく妨害予防請求として、本件3号炉の運転の差止めを求める事案である（この原告らの本件3号炉の運転差止請求を、以下「本件差止請求」という。）。

人格権に基づく妨害予防請求が認められるためには、単に論理的ないし抽象的に原告らの人格権が侵害される危険が生じているというのでは足りず、原告らの人格権が侵害される具体的危険が認められなければならない。そして、人格権に基づく妨害予防請求としての差止請求においては、差止めを求める原告側において、人格権侵害の具体的危険の存在について主張立証すべき責任を負う。

したがって、本件差止請求が認められるためには、原告らにおいて、本件3号炉の運転に伴い、原告らの人格権が侵害される具体的危険が存在していることを主張、立証しなければならない。

第2 本件3号炉では安全性が確保されていること

後述のとおり、被告は、本件3号炉において、五重の障壁により放射性物質を閉じ込め、平常運転時における放射性物質の放出を合理的に達成可能な限り低減するとともに、異常が発生した場合においても、放射性物質を障壁内に確実に閉じ込めることで、その安全性を確保している。この安全確保対策は、深層防護の考え方に基づき講じている。すなわち、①事故の原因やその発端となる異常が発生することを未然に防止する対策（異常発生防止対策）を講じた上で、②仮に何らかの異常が発生した場合でも、その異常を放射性物質の放出の

おそれのある状態までには拡大させないための対策（異常拡大防止対策）を講じ、③万が一、異常が拡大した場合であっても、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を防止するための対策（放射性物質異常放出防止対策）を講じている。これら事故防止に係る安全確保対策によって、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態は防止されるが、2011年東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）による津波で東京電力株式会社（現、東京電力ホールディングス株式会社。以下「東京電力」という。）の福島第一原子力発電所（以下「福島第一原子力発電所」という。）において放射性物質を放出する事故（以下「福島第一原子力発電所事故」という。）が発生したことを踏まえ、更なる対策として、④重大事故等の発生を仮定した対策（重大事故等対策）を講じている。さらには、地方公共団体等によって、⑤放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を仮定した対策（原子力災害対策）が講じられている。

被告は、上記①から③の安全確保対策を講じるに当たって、本件発電所における自然的立地条件に係る特性を十分に踏まえた上で、地震、津波、火山等が本件3号炉の安全に影響を与えることがないように設計するとともに、偶発的な故障が発生しても安全性に影響が及ばないように、設備の信頼性を確保し故障の発生をできる限り抑えた上で、多重性又は多様性及び独立性を有する設計としている。これにより、本件3号炉では、異常が発生する可能性自体小さく抑えられているし、異常が発生したとしても、その拡大を防止できる。そして、仮に異常が拡大したとしても、放射性物質異常放出防止対策によって、放射性物質が環境中に大量に放出されることは防止される。

第3 原告らは具体的危険の存在を主張、立証できていないこと

原告らが、本件3号炉の運転によって原告らの人格権が侵害されるというのであれば、原告らにおいて、原告らの人格権が侵害される具体的危険の存在と

して、本件3号炉において放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性を主張、立証しなければならない。そして、放射性物質が環境中に大量に放出される前提として、異常発生防止対策から放射性物質異常放出防止対策に至る対策がいずれも機能しないことの主張、立証が必要となる。

しかしながら、後述のとおり、原告らはこの蓋然性を主張、立証できていないので、本件差止請求は理由がない。

第2章 被告及び本件発電所

第1 被告

被告は、昭和26年5月1日に設立された株式会社であって、一般の需要に応じて電気の供給を行う事業（電気事業法2条1項2号に定められた小売電気事業）及び発電事業（電気事業法2条1項14号に定められた発電事業）を行っており¹、小売電気事業者として、四国の需要の大部分に相当する被告の顧客の最大需要に対応する供給能力の確保の義務を負うとともに（電気事業法2条の12第1項）、平成28年4月1日に施行された電気事業法の改正法（平成26年6月18日法律第72号）附則2条2項に定められたみなし小売電気事業者として、特定小売供給に応じる義務を負っている（同附則16条1項）。

そのため、被告は、相応の供給力を確保する必要があり、令和5年3月31日現在、水力発電所57か所（合計出力115万3196kW）、火力発電所4か所（合計出力323万5000kW）、原子力発電所1か所（出力89万0000kW）及び太陽光発電所1か所（出力2042kW）の発電設備を所有し

1. 電気事業法の改正法が平成28年4月1日に施行され、小売電気事業、送配電事業、発電事業の各事業区分に応じたライセンス制が導入された。また、令和2年4月1日の改正電気事業法の施行に伴い、同法第22条の2により一般送配電事業者の発電事業又は小売電気事業との兼業が制限されたため、被告の営んでいた一般送配電事業は、同日に発効した吸収分割契約によって、四国電力送配電株式会社に承継された。

ている（乙F97（30頁））。

第2 本件発電所の概要

1 本件発電所の概要

本件発電所は、被告が愛媛県西宇和郡伊方町九町字コチワキ3番耕地40の3他に設置し、運転を行っているものである。本件1・2号炉の電気出力はそれぞれ56万6000kW、本件3号炉の電気出力は89万kWであり、いずれも加圧水型原子炉（PWR²）を使用する原子力発電所である。

建設工事開始日は、本件1号炉が昭和48年6月15日、本件2号炉が昭和53年2月21日、本件3号炉が昭和61年11月1日であり、営業運転開始日は、本件1号炉が昭和52年9月30日、本件2号炉が昭和57年3月19日、本件3号炉が平成6年12月15日である。

（以上、乙A1（131頁））

2 本件1号炉及び本件2号炉

(1) 設置経緯

被告は、昭和45年5月から建設地点（愛媛県西宇和郡伊方町）の地質調査（ボーリング調査）を開始し、同年9月21日、同地点を原子力発電所の建設地として正式決定した。

本件1号炉について、内閣総理大臣は、昭和47年2月25日の第58回電源開発調整審議会³での承認を経て、電源開発促進法に基づく昭和46年度電源開発基本計画⁴に組み込んだ。昭和47年5月8日には、被告が内

2 Pressurized Water Reactor の略。

3 電源開発調整審議会とは、旧電源開発促進法に基づき、電源開発に伴う諸事項を調査審議するための機関として総理府に設置されていた審議会をいう。

4 電源開発基本計画とは、旧電源開発促進法に基づく電源開発に係る国の計画をいい、国土の総合的な開発、利用及び保全、電力需要その他電源開発の円滑な実施を図るために必要な事項を考慮して、内閣総理大臣が電源開発調整審議会に諮問して策定することとなっていた計画をいう。

閣総理大臣に原子炉設置許可申請を行い、これに対して、同年11月29日、内閣総理大臣が原子炉設置許可処分を行った(乙C7)。そして、昭和52年9月30日、運転を開始した(乙A1(131頁))。

本件2号炉について、内閣総理大臣は、昭和50年3月17日の第66回電源開発調整審議会での承認を経て、昭和49年度電源開発基本計画に組み込んだ。昭和50年5月30日には、被告が内閣総理大臣に原子炉設置変更(増設)許可申請を行い、これに対して、昭和52年3月30日、内閣総理大臣が原子炉設置変更(増設)許可処分を行った(乙C12)。そして、昭和57年3月19日、運転を開始した(乙A1(131頁))。

(2) 廃止の経緯

本件1号炉は、平成23年9月4日に原子炉を停止して以降、運転実績がなく、平成28年5月10日付けで、電気事業法上の電気工作物として廃止されている。被告は、本件1号炉に係る原子炉等規制法43条の3の34第2項の廃止措置計画(以下「廃止措置計画」という。)について、平成29年6月28日に原子力規制委員会の認可を得て、廃止措置計画に基づく廃止措置作業を平成29年9月12日より開始している。

また、本件2号炉は、平成24年1月14日に原子炉を停止して以降、運転実績がなく、平成30年5月23日付けで、電気事業法上の電気工作物として廃止されている。被告は、本件2号炉に係る廃止措置計画について、令和2年10月7日に原子力規制委員会の認可を得て、廃止措置計画に基づく廃止措置作業を令和3年1月7日より開始している。

3 本件3号炉の設置経緯

被告は、昭和55年5月7日、伊方町及び愛媛県に対して本件3号炉増設を申し入れ、同町及び同県の上申を得た上で、昭和57年3月15日から、

本件3号炉増設に伴う環境調査を行った。

内閣総理大臣は、昭和58年3月18日の第91回電源開発調整審議会での承認を経て、本件3号炉を昭和57年度電源開発基本計画に組み込んだ。昭和59年5月24日には、被告が通商産業大臣に原子炉設置変更（増設）許可申請を行い、これに対して、昭和61年5月26日、通商産業大臣が原子炉設置変更（増設）許可処分を行った（乙C21）。そして、平成6年12月15日、運転を開始した（乙A1（131頁））。

第3 本件発電所の必要性

1 原子力発電の必要性

電力供給においては、安定供給、低コスト、環境適合等をバランスよく実現できる供給構造を実現すべく、各エネルギー源の電源としての特性を踏まえて活用することが重要である（乙F9（17頁））。原子力発電は、エネルギーの供給安定性、経済性・価格安定性及び地球温暖化対策の面から必要な発電方法であり（乙A1（14～17頁））、エネルギー基本計画においても、その安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源であると位置づけられている（乙F9（17頁、19頁））。

(1) エネルギーの供給安定性

エネルギー自給率が極めて低い我が国において、原子力発電の燃料となるウラン資源は、採掘地域が政情の安定した国々に分散していることから供給の安定性に優れており、一度ウラン燃料を装荷すると1年以上にわたって運転を維持できることから燃料の備蓄性にも優れている（乙A1（7頁、14頁））。

(2) 経済性及び価格安定性

原子力発電は、発電コストが低廉であり、発電コストに占める燃料費の

割合が火力発電と比べて小さいことから価格の安定性にも優れている。原子力発電を推進することは、エネルギー供給源の多様化につながり、燃料調達の場面で資源保有国に対して一定の交渉力を保持することが可能となる（乙A1（14～16頁））。

低廉な電気の重要性、エネルギー供給源の多様化の重要性については、脱炭素社会の実現に向けて化石資源への投資が停滞する中、令和3年以降、新型コロナウイルス感染症からの経済回復に伴うエネルギー需要の急拡大、ロシアによるウクライナ侵攻などにより、化石燃料価格が大幅に上昇（令和2年と令和4年とを比較すれば、LNG価格で1.1倍以上、原油価格で6倍以上、石炭価格で5倍以上に上昇）し、全国的に安価な電力供給が困難となったことで、事業の撤退・縮小を行う小売電気事業者が相次ぎ、一般送配電事業者が提供する最終保障供給⁵に頼らざるを得ない需要家が多数発生する事態に至ったことは公知の事実である。

(3) 地球温暖化問題への対応（環境性）

原子力発電は、発電時に二酸化炭素を排出しない発電方法の一つであり、原子力発電所の建設、ウランの採掘、燃料の加工・輸送等を含めたライフサイクル全体で評価しても、1kWh当たりの二酸化炭素排出量は化石燃料を用いた発電方法に比べて明らかに小さいものとなっている（乙A1（16～17頁））。

5 最終保障供給とは、高圧または特別高圧の需要家であって、いずれの小売電気事業者とも電気需給契約の合意に至らない場合に、一般送配電事業者から電気最終保障供給約款に基づき電気の供給を受けること。全ての需要家が電気の供給を受けられることを制度的に担保するためのセーフティネットと位置付けられている。低圧の需要家については、上記第1で述べた、被告を含むみなし小売電気事業者が供給義務を負う特定小売供給がセーフティネットとなる。

2 本件発電所の運転の必要性

- (1) 本件発電所は、被告の所有する唯一の原子力発電所であり、本件3号炉が発電する電力量は、令和4年度実績において、被告の発受電する電力量（約328億kWh）のうち、約69億kWh、約21%を占めている（乙F97（23頁））。万が一、本件3号炉を運転できないとすれば、四国地域への電力供給に支障をきたし、四国地域の経済活動に多大な影響を与えるだけでなく、仮に電力供給に支障が生じなかったとしても、本件3号炉が賄っている発電量を原子力以外の電源によって行わざるを得なくなり、電力供給における経済性を著しく損ねることとなる。
- (2) また、被告の所有する原子力発電に関連する固定資産は、令和5年3月31日時点で、被告の所有する全ての発電関連の固定資産のうち約69%を占めている（乙F97（60頁））。万が一、本件3号炉を運転できないとすれば、被告の所有する原子力発電に関連する資産は、その投資に見合う回収ができなくなり、被告の株式会社としての事業運営に大きな影響を及ぼすこととなる。この点においても、結果的に四国地域における電力供給の経済性を著しく損ねることとなる。
- (3) 以上の理由から、本件3号炉の運転は、電力の安定供給にとって、また、被告の株式会社としての健全な事業運営にとって、ひいては四国地域の経済活動にとって、必要不可欠なものである。

3 原子力発電の仕組みと本件発電所の設備

原子力発電所では、原子炉において核分裂反応によって生じるエネルギーを熱エネルギーとして取り出して蒸気を発生させ、この蒸気でタービンを回転させることで、発電機を駆動させている。熱エネルギーの取り出し方は異なるものの、蒸気でタービンを回転させて発電を行う点では、火力発電所と

変わらない。

国内で使用されている発電用原子炉は、大きく分けて2種類あり、本件発電所が採用する加圧水型軽水炉（PWR）のほか、沸騰水型軽水炉（BWR⁶）がある。沸騰水型軽水炉は、原子炉内で水を沸騰させ、直接蒸気を発生させ、タービンを回転させ発電する。これに対し、加圧水型軽水炉では、高圧になると水の沸点が上昇することを利用して、原子炉で、液体状態のまま約320℃まで加熱した水（一次冷却材）の持つ熱エネルギーを、蒸気発生器を介して二次冷却材に伝達して蒸気を発生させ、この蒸気でタービンを回転させて発電をする。タービン発電設備の原理は、火力発電所のそれと基本的に同じである。

本件3号炉では、第4章以下で詳述するとおり、多重の障壁を設け、異常発生時においても、内包する放射性物質が環境に異常に放出されないよう安全を確保している。本件発電所には、タービン発電設備等、発電等に必要の機器も多数設置されているが、本件3号炉に内在する放射性物質が環境に異常に放出されることによって原告らの人格権が侵害される具体的危険の有無を争う本件訴訟において主張の対象となる範囲は、多重の障壁の機能を維持し、安全確保のために必要な設備となる。

第3章 自然的立地条件等に対する安全性

被告は、自然的立地条件が事故の誘因とならないよう、本件発電所の敷地及び敷地周辺の自然的立地条件を十分に把握した上で、把握した自然的立地条件を踏まえて、本件3号炉について安全機能を喪失しないよう設計している。

例えば、地震について、後述のとおり、本件発電所の敷地に影響を及ぼし得る

地震である敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震について、詳細な調査を尽くしてその性状を把握し、最新の科学技術的知見も踏まえた上で、様々な不確かさを考慮した保守的な地震動評価をしている。そのような保守的な評価に基づき策定した基準地震動 S_s を超えるような地震動が、本件発電所の敷地において発生する可能性は小さい。そして、被告は、基準地震動 S_s に対して安全を確保できるよう耐震設計しているところ、実際の設備は、設計・工事の過程で生まれる余裕により、基準地震動 S_s に対して相応の耐震裕度を有する。このため、地震による影響によって本件3号炉の安全が損なわれる蓋然性はない。

同様に、被告は、本件発電所の敷地地盤、津波、火山等、様々な自然的立地条件について、調査を尽くすとともに、最新の科学技術的知見を踏まえて評価し、本件3号炉の安全性に影響を与えないことを確認するか、又は影響が考えられる場合には、その影響を考慮した上で本件3号炉の安全機能を維持できるよう対策を講じて、自然的立地条件に対する本件3号炉の安全を確保している。

そして、自然的立地条件について、本件3号炉が設置許可基準規則⁷及び設置許可基準規則解釈⁸が要求する所定の安全を確保していることは、原子力規制委員会の審査によっても確認されているところである。

したがって、地震等の自然現象が本件3号炉の安全機能に影響を及ぼすことはなく、本件3号炉は、その自然的立地条件を踏まえても安全が確保されている。

また、被告は、自然現象同様に外部から本件3号炉に影響を及ぼし得る事象である外部人為事象についても適切に評価し、外部人為事象に対する本件3号炉の安全を確保している。

7 正式には、「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」という。

8 正式には、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」という。

以下では、本件訴訟における争点も踏まえて、地盤、地震、津波及び火山並びに外部人為事象に対する本件3号炉の安全性について述べる。

第1 地盤に係る安全性

原子力発電所において、安全上重要な施設を支持する地盤が、十分な強度を有していなかったり、地震動の影響などで大きく変形（地盤の撓み、傾斜等）したり、変位（地盤のずれ）が生じたりすれば、建屋及びその内部の機器等が損傷し、安全上重要な設備の機能が失われる可能性がある。

このため、被告は、本件発電所の敷地及び周辺地域において、地質、地盤に係る詳細な調査を実施し、本件発電所の敷地周辺地域の地質環境が基礎地盤の安定性を損なうものではないこと、敷地の地盤において本件発電所の安全上重要な設備に損傷を与えるような変位等が生じないこと、基礎地盤が安全上重要な施設を設置するのに十分な地耐力⁹を有することを確認し、更には、周辺斜面の地すべり等によって本件3号炉の安全性が損なわれないことを確認して、本件3号炉の地盤に係る安全性を確認している。

1 敷地周辺の地質的安定性

被告は、本件発電所の敷地周辺の地質を把握するため、陸域において既往文献調査、地形調査、地表地質調査、地球物理学的調査等を、海域において既往文献調査、海底地形調査、海上音波探査、地球物理学的調査等を実施し

9 地耐力とは、荷重の作用に対する地盤の抵抗力の総称であり、支持力、せん断抵抗力及び変形に対する抵抗力に分かれる。

岩盤に荷重を加えていくと最終的には岩盤は破壊するが、支持力とは、岩盤破壊時における最大荷重をいい、岩盤の強度を示している。

岩盤上に設置された構造物は、地震時の揺れによって、岩盤との接触面で岩盤を破壊して横方向に滑り出そうとするが、構造物のこのような現象に対して、構造物を支える岩盤は、岩盤自身のもっている強度により抵抗しようとする。この抵抗力がせん断抵抗力である。せん断抵抗力は、すべり抵抗力とも呼ばれる。

基礎岩盤は、構造物からの荷重等により、変形（沈下）するが、この変形（沈下）の度合いを変形に対する抵抗力という。

た（乙C131（6-3-1～6-3-7頁））。

本件発電所の敷地は、三波川帯¹⁰に属し、三波川変成岩類が分布する。本件発電所敷地周辺に分布する三波川変成岩類は、地下深部で変成を受け、地表に上昇し、古い時代に上昇を終えた後は、大きな構造運動も受けていないことから、本件発電所の敷地周辺の陸域は長期間にわたって地質的に安定している。（乙C131（6-3-8～6-3-19頁））

海域については、各種調査の結果、本件発電所の敷地の沖合いには中央構造線断層帯を構成する断層のうち敷地前面海域の断層群が存在していることなどを確認している。被告は、敷地前面海域の断層群が本件発電所の敷地に連続していないこと、同断層帯が仮に活動した場合の地殻変動に伴う敷地の地盤の傾斜は無視し得る程度であることを確認しており、敷地前面海域の断層群の断層運動は、本件発電所の敷地の安定性を損なうものではない（乙C131（6-3-118～6-3-119頁））。

2 敷地の地盤の安定性

被告は、敷地地盤の安全性を確認するため、本件発電所の敷地内において、地表踏査、ボーリング調査、岩石の強度試験等を実施した（乙C131（6-3-73～6-3-75頁））。さらに、安全上重要な施設の基礎地盤の安定性を確認するため、ボーリング調査、試掘横坑¹¹内での詳細地質調査、地震探査、平板載荷試験¹²、岩石・岩盤の強度試験等を実施した（乙C131（6

10 関東山地にはじまり、西南日本の中央構造線の外側に接して、中部地方の天竜川地域から紀伊半島及び四国を経て九州佐賀関半島まで延長約700キロメートル余にわたって分布する結晶片岩（変成岩）地域をいう。変成岩とは、堆積岩、火成岩及び変成岩に分類される岩石のうちで、高い温度及び圧力によって、元の岩石とは異なった鉱物へと変成してできた岩石のことをいう。

11 試掘横坑は、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。試掘横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。

12 平板載荷試験とは、岩盤の荷重に対する支持力を測定する試験をいう（乙C131（6-3-

－ 3－ 8 4～ 6－ 3－ 9 3 頁))。

本件発電所の敷地の基礎地盤には、小規模な破碎帯が観察されるものの、それらは、いずれも地下深部へ連続するものではなく、また、後期更新世¹³よりはるかに古い時代に地下深部で形成されたものであり、将来活動する可能性のある断層¹⁴ではない(乙C103(12～13頁), 乙D13)。

また、敷地の地盤は、三波川変成岩類のうち主に新鮮かつ堅硬な塩基性片岩(緑色片岩)¹⁵からなり、この塩基性片岩は一般に剥離性が弱く、塊状で片理¹⁶の発達は顕著ではない(乙C131(6-3-76頁))。そして、敷地の地盤を構成する岩石は敷地全般にわたりその物理的性質が一定しているとともに、十分な広さの基礎地盤が存在する(乙C103(11頁), 乙D23)。

さらに、敷地は火山フロント¹⁷から大きく外れて、第四紀火山との間に離隔があり、敷地近傍に火山岩の貫入も認められない(乙C103(64頁), 乙D14(10頁))。

したがって、本件発電所の敷地の地盤は安定しており、大規模な変位(地

334頁参照))。

13 約12～13万年前

14 後期更新世以降の活動が否定できない断層等を指し、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む(設置許可基準規則解釈別記1第3条3項)。

15 結晶片岩のうち、海底火山活動に伴う岩石(塩基性岩)が地下深部で変成作用を受けたもので、緑色に見えることから、緑色片岩ともいう。なお、結晶片岩のうち、粘土及び泥が堆積してできた堆積岩が変成作用を受けたものを泥質片岩という。

16 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。

17 陸のプレートの下に海のプレートが沈み込むところでマグマが形成され、マグマは一旦マグマだまりに蓄えられるなどして地表に噴出し、火山となる。火山は、沈み込んだプレートの深さが100～150kmに達したところの地表に、海溝軸にほぼ平行に分布する。この帯状の火山分布の、海溝側の境界を結ぶ線を火山フロントという。西日本では、山陰から九州を経て南西諸島に跨る火山フロント沿いに火山が分布している。

盤のずれ)等が生じるおそれはない。

3 基礎地盤の安定性

敷地の基礎地盤は、S波速度¹⁸として2600m/秒を有する非常に堅硬な塩基性片岩で構成されており、試掘横坑内の岩盤で実施した平板載荷試験等の結果を踏まえた評価から、本件原子炉施設を支持するのに十分な地耐力を有する。また、後述の基準地震動S_sが作用した場合でも、岩盤破壊及び不等沈下により本件発電所の安全性が損なわれるおそれはない。(乙C103(29~33頁, 266~269頁), 乙C13.1(6-3-103~6-3-106頁, 6-3-112~6-3-118頁), 乙D52(30~81頁))

本件3号炉の安全上重要な施設の基礎地盤にすべりが生じないかどうか(すべり安全率¹⁹)を評価するに当たっては、地質調査等に基づき基礎地盤を構成する岩盤の分類を行い、強度特性のばらつきを安全側に考慮して解析用物性値を設定した上で(例えば、岩盤は、相対的に、片理面に沿う方向に割れやすく、片理面を切る方向には割れにくい性質を有するところ、実際の片理の方向に関係なく、一律に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用いた。),地形、地質及び敷地内断層の性状を考慮し、

18 地盤及び岩盤中では、縦波(波の進行方向と振動方向が同じ波、疎密波とも呼ばれる。)及び横波(波の進行方向と振動方向が直角をなす波、せん断波とも呼ばれる。)との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。P波の伝播する速度をP波速度、S波の伝播する速度をS波速度と呼ぶ。

一般に、S波速度が概ね700m/秒以上であれば、硬い岩盤であるとされているが、本件発電所の基礎地盤である緑色片岩はこの約4倍の2600m/秒であり、特に堅硬な岩盤といえる。

19 すべり安全率は、地質調査結果等を基に、あらかじめすべり面を設定し、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。したがって、すべり安全率が1を上回れば、理論上、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。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、通常、すべりに対する安全率の基準値として、1.5が用いられる。

施設の基礎地盤の評価対象断面を選定した。そして、簡便モデルを用いて各評価対象断面を絞り込み、すべり安全率が最も厳しくなる断面の解析モデルを作成し、基準地震動 S_s を用いて安定性を評価した結果、地盤物性のばらつき等を考慮してもすべり安全率が評価基準値を上回ることを確認している。

(乙C131 (6-3-116~6-3-117頁, 6-3-178~6-3-181頁) 乙D52 (68~73頁))

4 本件3号炉の周辺斜面の安定性

本件3号炉の安全上重要な施設の周辺斜面のすべり安全率の評価に当たって、被告は、上記3と同様に、風化の程度、割れ目の状態等を考慮して解析用物性値を設定し、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評価対象斜面を抽出した上で、各評価対象斜面で最も厳しい評価となると想定される断面を評価対象断面として選定した。そして、簡便モデルを用いて各評価対象断面を絞り込み、すべり安全率が最も厳しくなる断面の解析モデルを作成し、基準地震動 S_s を用いて安定性を評価した結果、地盤物性のばらつき等を考慮しても、すべり安全率が評価基準値を上回ることを確認している(乙C103 (20~21頁), 乙C131 (6-3-119~6-3-123頁, 6-3-184~6-3-191頁), 乙D52 (91~130頁))。ちなみに、被告は原子炉建屋周辺の斜面表面に保護工²⁰を施しているが、すべり安全率の解析に当たっては保護工の効果を検討していないため、実耐力としては評価結果より大きな裕度を有している(乙C65 (43~44頁, 図表-10頁))。

20 ロックアンカー(岩盤の表層部にアンカー体(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)、ロックボルト(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制するもの)、鉄筋コンクリート製の擁壁・格子枠

5 本件3号炉は地盤に係る安全を確保していること

- (1) 以上述べたとおり、本件発電所の敷地及び敷地周辺は地質的に安定しているし(上記1)、本件発電所の敷地の地盤についても、安定しており大規模な変位等が生じるおそれはない(上記2)。また、敷地の基礎地盤は、S波速度2600m/秒を有する非常に堅硬な塩基性片岩で構成されており、本件原子炉施設を支持するのに十分な地耐力を有し、基準地震動Ssが作用した場合でも、岩盤破壊及び不等沈下によって本件発電所の安全性が損なわれることがない(上記3)。また、本件3号炉の安全上重要な施設の周辺斜面についても、最も厳しい評価となると想定される断面に対して保守的な条件で評価した結果、基準地震動Ssが作用した場合でも崩壊することはない、本件3号炉の安全機能が損なわれるおそれはない(上記4)。

したがって、本件発電所の敷地の地盤が要因となって本件3号炉の安全機能が損なわれる蓋然性はなく、本件3号炉は、地盤に係る安全を確保している。

- (2) 本件3号炉が地盤に係る安全を確保していることについては、原子力規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、設置許可基準規則3条及び38条並びに設置許可基準規則解釈3条、38条及び別記1において、発電用原子炉施設の地盤に係る安全に関する要求事項を規定し、また、設置許可基準規則4条4項及び39条4項並びに設置許可基準規則解釈別記2第4条8項において、斜面の崩壊に対する安全に関する要求事項を規定しているところ、本件3号炉がこれらに適合していることを確認している(乙C103(20~21頁, 29~33頁, 266~269頁, 272頁))。

6 原告らの地盤に関する主張について

(1) 三波川帯において地すべりが多発しているとの主張について

原告らは、三波川帯は地すべり地帯であるとし、三波川帯のすべてにおいて、地すべりが起こりやすいかのように主張するが(原告ら準備書面(94)(19頁), 同(110)(16頁)等), 三波川帯の塩基性片岩のうち地すべりが起こりやすいのは風化が進んでいる場合である。被告は、本件発電所の建設に当たって表土や風化した部分は削り取っている。本件3号炉の基礎地盤及び周辺斜面に分布する塩基性片岩は新鮮かつ堅硬であり、一般に剥離性が弱く、塊状で、片理の発達は顕著ではないので、地すべりは起こりにくい(乙D367(26頁), 乙D346(11頁), 森証人調書速記録(51頁))。そして、被告は、上記3で述べたとおり、基準地震動Ssを用いて安定性を評価した結果、地盤物性のばらつき等を考慮しても、すべり安全率は評価基準値を上回ることを確認している(乙C131(6-3-116~6-3-123頁))。評価に際しては、弱面方向(片理面に沿った平行な方向)に載荷した岩盤せん断試験から得られた強度を、片理面とすべり面とのなす角度にかかわらず採用して(実際には弱面方向ではなくても、弱面方向の強度を採用して)、保守的な評価を行っている(乙C131(6-3-113頁, 6-3-120頁), 乙D52(29頁), 被告準備書面(1)第4の5(12頁))。したがって、原告らの本件発電所の基礎地盤及び周辺斜面における地すべりの危険性に係る主張は理由がない。

また、原告らは、敷地東側斜面に「大規模な斜面移動体」があると主張するが(原告ら準備書面(61)(87頁)等), 被告の調査の結果、各所に緩みのない塩基性片岩が確認できることから、大規模な斜面変動による

地形であるとは考え難いし、被告は、そもそも本件発電所の敷地東側には安全上重要な施設を配置していないことから、仮に敷地東側斜面に地すべりが生じたとしても、大量の土砂が原子炉建屋等の重要施設に衝突するなど原告らの主張するような影響は生じ得ない。

(2) 液状化に関する主張について

原告らは、液状化によって地盤が沈下し、本件3号炉の安全上重要な設備が機能を喪失する、あるいは液状化による地下水の噴出による浸水、不等沈下や噴砂による通行への支障による危険性を主張する（原告ら準備書面（70）（86頁））。

しかしながら、被告準備書面（2）第3の2（29頁以下）で述べたとおり、本件発電所敷地の埋立部は、地下水位の状況、埋立材の粒度分布等を踏まえると液状化しづらいし、そもそも、本件3号炉の安全上重要な建物・構築物等は十分な地耐力を有する岩盤に直接支持させており（乙D367（15頁））、また、埋立部に安全上重要な機能を有する機器、配管等は設置していないので、仮に敷地の埋立部が液状化したとしても、そのことによって本件3号炉の安全性が損なわれることはない（乙C131（6-3-118頁））。

また、本件発電所の埋立部の地下水位は低いため、液状化によって地下水が湧出するような事態が生じることは考え難いが、仮に地下水の湧出があったとしても、安全上重要な機器が設置されている区画に対して、浸水防護重点化範囲として浸水対策を施しているため、安全上重要な機器に浸水の影響はない（乙C103（47～49頁）、乙D55（22～25頁））。

そして、主要道路は、非常時のアクセスルートを確保する観点から補強工事を実施した上で、保守的に液状化等による不等沈下等が生じたものと

仮定した評価を行い、電源車・ポンプ車の通行に支障が生じることはないことを確認している（乙C110（資6別添1-32頁））。

したがって、原告らの液状化による危険性の主張は理由がない。

第2 地震に対する安全性

本章柱書でも述べたとおり、被告は、詳細な調査により本件発電所の地域特性を把握するとともに、最新の科学技術的知見も踏まえた上で、様々な不確かさを考慮した保守的な地震動評価をし、基準地震動 S_s を策定している。そして、基準地震動 S_s に対して安全を確保できるよう耐震設計をすることで、本件3号炉の地震に対する安全を確保している。

1 地震について

(1) 地震発生の仕組み及び地震の分類

地下の岩盤に強い力がかかると岩盤は次第に変形するとともに岩盤中に歪みとしてエネルギーが蓄積されていくが、力がかかり続けると岩盤は耐え切れなくなって破壊を起こし、それまでに蓄えられていた歪みのエネルギーを波（地震波）として急激に放出する。この現象が地震である（乙D266（2頁）、乙D361（4頁））。

この地下の岩盤にかかる強い力は、プレート運動に起因して発生するとされており、日本列島が位置する陸のプレートには、東側と南東側から海のプレートが沈み込んでおり、これらの動きが地下の岩盤に強い力をかけており、これにより蓄積した歪みに岩盤が耐え切れなくなると、断層面を境にして岩盤が急激に破壊され、地震が発生する。破壊に伴う断層の動き（断層運動）は、地下の岩盤（断層）に働く力の向きの違いにより（各方向から働く力のバランスにより）、断層面を挟んだ両側の岩盤に異なる動きを生じさせるため、逆断層型、正断層型、横ずれ断層型の3つの基本的な

タイプに分けられる(乙D266(15頁), 乙D350(8頁), 乙D361(5頁))。

また, 地震は発生様式の違いによって分類され, 2つのプレートの境界面で発生するものを「プレート間地震」, 陸のプレートの内部で発生するものを「内陸地殻内地震」, 海のプレートの内部で発生するものを「海洋プレート内地震」と呼ぶ(乙D361(3頁), 乙E24(2頁))。

(以上, 乙D342(8~10頁))

(2) 地域特性の把握の重要性

地震動とは, 地震によって放出された地震波が伝播してもたらされる地盤の揺れである。ある地点にどのような地震動が到来するかを評価するためには, 当該地点の地域特性, すなわち, 震源特性, 伝播特性及び増幅特性を適切に把握することが重要となる。

震源断層で地震が発生すると, 地震波が放出される。震源特性とは, 地震波を放出した地震の規模, ずれのタイプ(横ずれ断層型等), 発生様式(内陸地殻内地震等)などの地震の特性を指す。

放出された地震波は, まず, 地中深くの硬い岩盤を伝播し, 震源断層からの距離が離れるほどその振幅を減じるが, 地震波の伝播の仕方は, 地震波が伝播する間にある岩盤の構造や物性などによっても影響を受ける。伝播特性とは, このような地震波が評価対象地点に到達するまでの間の特性を指す。

そして, 評価対象地点に到達した地震波は, 当該地点の地盤の影響を受けて地表に到達する。一般に, 軟らかい地盤では揺れが増幅され, 逆に, 硬い地盤では揺れが増幅され難い。増幅特性とは, このような評価対象地点における地盤の特性を指す。

このような地域特性は、当然のことながら、評価対象地点によって異なるので、ある地点にどのような地震波が到来するかを評価するためには、当該地点における「地域特性」を適切に把握することが重要になる。

(以上、乙D108(4～6頁)、乙D334(3頁)、乙D342(10～11頁)、乙E24(3頁))

(3) 地震動の評価手法

原子力発電所の耐震設計に用いる地震動評価方法には、「距離減衰式」に基づき応答スペクトルを算定して地震動を評価する方法(応答スペクトルに基づく地震動評価)と、地震の原因となる震源断層を詳細にモデル化して、地震動を評価する手法(断層モデルを用いた手法による地震動評価)がある。これら2つの手法は、相互に異なるアプローチで地震動を評価しようとするものであるが、特徴が異なる両方の手法を用い比較することによって相補的に信頼性の高い地震動評価ができる(乙D334(3頁、6頁)、乙D347(7頁)、乙D349(1頁))。地震調査研究推進本部²¹(以下「地震本部」という。)が策定した「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」(以下「強震動予測レシピ」という。)においても、断層モデルを用いた手法による計算結果(半経験的手法や理論的手法による計算結果)について、距離減衰式を用いた推定値との比較による強震動予測結果の検証が求められている(乙D73(35頁))。

ア 応答スペクトルに基づく地震動評価

「距離減衰式」とは、様々な地震の様々な地点において取得された実際の観測記録を収集した上で、主に「地震の規模」・「震源から観測点ま

21 行政施策に直結すべき地震に関する調査研究を一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき文部科学省に設置された政府の特別の機関

での距離」と「地震による揺れの大きさ（応答スペクトル）」の関係から導いた経験式のことである。距離減衰式の多くは、実際は広がりを持った断層面から放出される地震波を、ある一点の震源（点震源）から放出されるものと仮想して地震動の応答スペクトルを求める。この手法は、実際には複雑な自然現象である地震を、点震源を仮想することなどによりある程度簡略化することで、地震の規模や評価対象地点までの距離といった少ないパラメータにより地震動の応答スペクトルを求めることができる点にメリットがある。

ただし、距離減衰式は、観測記録から回帰して作られたものであるため、回帰に用いた観測記録が豊富な範囲では、信頼性の高い評価をすることが可能である一方、回帰に用いた観測記録が少なかったり、存在しなかったりする範囲では、信頼性あるいは使用自体が保証されていないため、距離減衰式を適用できるかどうかを慎重に検討する必要がある。

（以上、乙D334（3頁）、乙D342（14～15頁）、乙D361（17頁、21頁）、乙E24（3頁））

イ 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は、地震の原因となる震源断層を断層モデルとしてモデル化し、断層モデルを基に、地震動を評価する手法である。距離減衰式が震源断層を点と仮想するのに対し、断層モデルを用いた手法では、広がりを持った面として震源断層を詳細にモデル化し、断層運動により岩盤の破壊が進行する現象を再現する。震源断層面を多数の四角形のマス目に細分化し、それぞれのマス目から放出される小地震の地震波形を合成することで評価対象地点の地震波形を計算する方法が国内で一般的に用いられている。「応答スペクトルに基

づく地震動評価」が、少ないパラメータにより地震動の応答スペクトルを求めることができる簡便な手法であるのに対し、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」は断層モデルを設定するのに多くのパラメータを必要とするものの、地震動の諸特性（周波数特性、継続時間等）を表現することが可能な精緻な手法である。（乙D334（3～4頁）、乙D342（15頁）、乙D361（17頁、32～33頁））

2 基準地震動の策定

(1) 基準地震動策定の流れ

基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、それぞれ敷地の解放基盤表面²²における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する設計用地震動である。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、敷地周辺における地震発生状況、活断層の性質等を考慮し、地震発生様式等による地震の分類を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を検討用地震として選定し、選定した検討用地震に対して地域特性を踏まえた不確かさを適切に考慮し、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を行い、この結果に基づき策定する。

「震源を特定せず策定する地震動」は、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れないとの観点から、震源と活断層とを関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震について

22 基準地震動を策定するために、基盤面上の表層や構造物がないものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項1号）

得られた震源近傍における観測記録に基づき策定する。

(以上、乙E24(2～3頁), 乙E26(134～138頁))

(2) 地震動評価のための敷地地盤の評価

本件発電所が位置する佐田岬半島には三波川変成岩類という極めて堅硬かつ緻密な岩盤が広く分布しており、本件発電所は、S波速度2600m/秒を有する非常に堅硬な岩盤に直接支持されている。被告は、地震観測記録を用いた評価、深部ボーリング等による評価から、本件発電所の原子炉建屋及びその周辺地盤がS波速度約2600m/秒の堅硬な岩盤が十分な広がりを持つていることを踏まえ、被告は敷地高さと同じ標高10mを解放基盤表面として設定した(乙C103(10～11頁), 乙C131(6-5-23頁))。

地震動評価においては評価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、増幅特性は当該評価地点に固有の性質であることから、まずはこれを十分に把握することが重要である。一般に、地震動の増幅は、地下の速度構造に顕著なコントラストがある場合、つまり、地下深部の硬い地盤の上に、軟らかい地盤が厚く存在する場合などに大きくなる。また、速度構造に顕著なコントラストがある地層の重なりが傾斜、褶曲したり、周辺の地盤に比べて顕著に小さな低速度層が存在したりする場合に地震波が重なって増幅することがあり、このような地下構造に起因する増幅が東京電力の柏崎刈羽原子力発電所(以下「柏崎刈羽原子力発電所」という。)や中部電力株式会社の浜岡原子力発電所5号炉で観測されている(乙D42, 乙D367(27～28頁))。

したがって、信頼性の高い地震動評価のためには、発電所の敷地及び敷地近傍の地下において、地震動の顕著な増幅をもたらす速度構造の有無を

把握することが重要となる。

ア 本件発電所の敷地近傍の地質・地質構造

四国では、北から領家帯、三波川帯、秩父累帯及び四万十帯に属する地層が東西方向に帯状に分布している（甲431（6頁））。本件発電所は四国北西部、伊予灘に面した佐田岬半島の付け根付近に位置し、本件発電所付近には、三波川帯に属する塩基性片岩が広く分布しており、本件発電所付近の地質・地質構造はおおむね単一の岩種からなる比較的単純なものであると言える（図1）。



(乙D367(24頁)(原図:乙D114)から引用)

図1 本件発電所付近の地質図

三波川帯に分布する岩石は、三波川変成岩類と呼ばれ、塩基性片岩、泥質片岩、砂質片岩、珪質片岩等の結晶片岩からなる。三波川変成岩類は、火成岩や堆積岩からなる付加体の岩石が、主に白亜紀(約1億年前)

頃に海洋プレートの沈み込みに伴って地下数十kmまで潜り込み、地下の高い圧力と温度の下で変成作用（もとの岩石に高い圧力や温度が加わって鉱物組成や組織が変化する現象）を受けて岩石内の鉱物が再結晶することによって、いずれも非常に堅硬かつ緻密な結晶片岩に変化し、その後上昇して地表付近に位置したものである。被告は、本件発電所の敷地に分布する結晶片岩は、地表付近に位置して以降、大きな変形や破碎を受けていないことを確認している。また、本件発電所敷地は火山フロントから大きく南東に外れ、第四紀火山と隔離があり、本件発電所敷地近傍に変成作用をもたらしたり、地質構造を不均質にしたりする火山岩の貫入も認められない（乙C131（6-3-72頁））。

以上のことから、本件発電所の敷地及び敷地近傍は、地下のS波速度に顕著なコントラストがある特徴を有する地点で観測されたような、速度構造に起因する地震動の顕著な増幅がそもそも考え難い地質・地質構造の特徴を有している。

（以上、乙D290（5～6頁）、乙D336-1（6頁）、乙D367（23～28頁））

そして、被告は、本件発電所建設の際に、表土や風化した地盤を削り取り、風化していない新鮮かつ堅硬な岩盤を露出させた上で、本件3号炉をS波速度2600m/秒を有する非常に堅硬な岩盤に直接支持させていることから、地表付近に軟らかい地盤等が堆積している地点で見られるような地震動の顕著な増幅が生じることは考え難い（乙D367（15頁））。

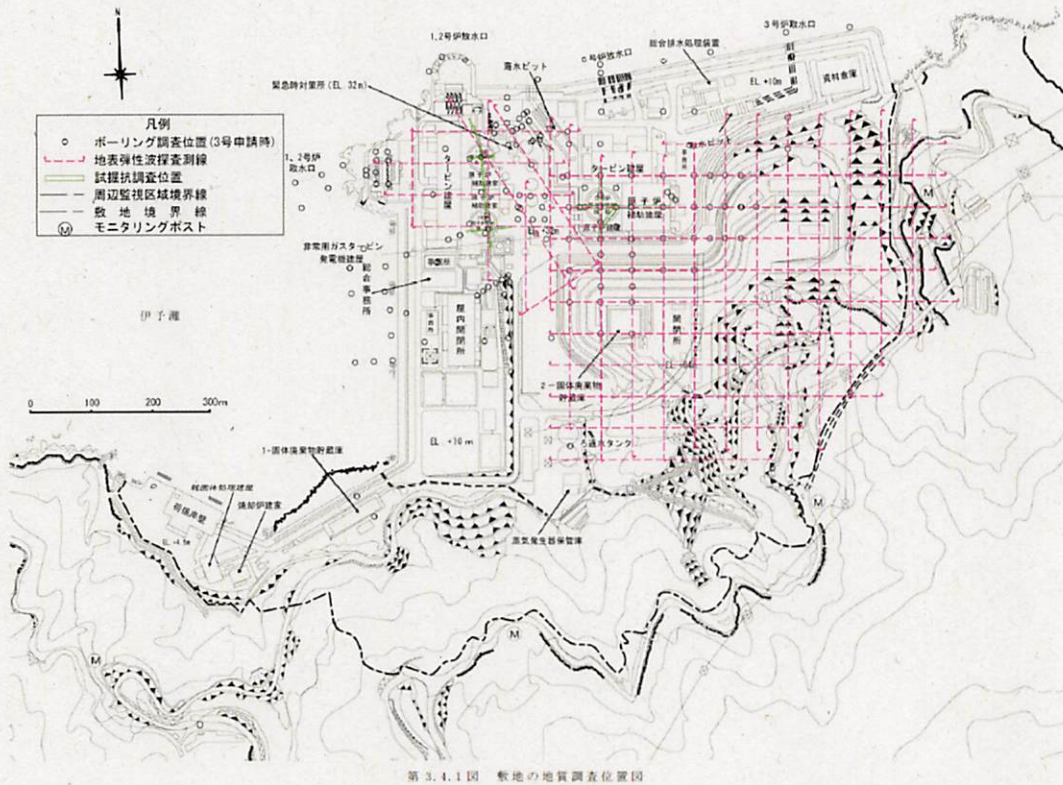
イ 被告の調査

被告は、本件発電所敷地及び敷地近傍の地下構造をより精度良く把握

して地震動評価の信頼性を向上するという観点から、様々な調査・検討を行った。

被告は、本件発電所の建設に際して、敷地において、地表地質調査、地表弾性波探査²³、ボーリング調査、試掘横坑調査等による面的調査を行っている。ボーリング調査については、建設後の調査も併せて孔数150孔のボーリングを行い、他のボーリング孔や試掘横坑、地表の地質情報を併せて地質平面図、断面図を作成するなどして、敷地の地質・地質構造を三次元的な広がりを含めて詳細に把握した(図2、乙C131(6-3-73~6-3-75頁)、乙D342(19頁)、乙D367(25~26頁))。

23 弾性波探査とは、地下を伝わる弾性波が物性(主にP波速度、S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



(乙C131(6-3-303頁)から引用)

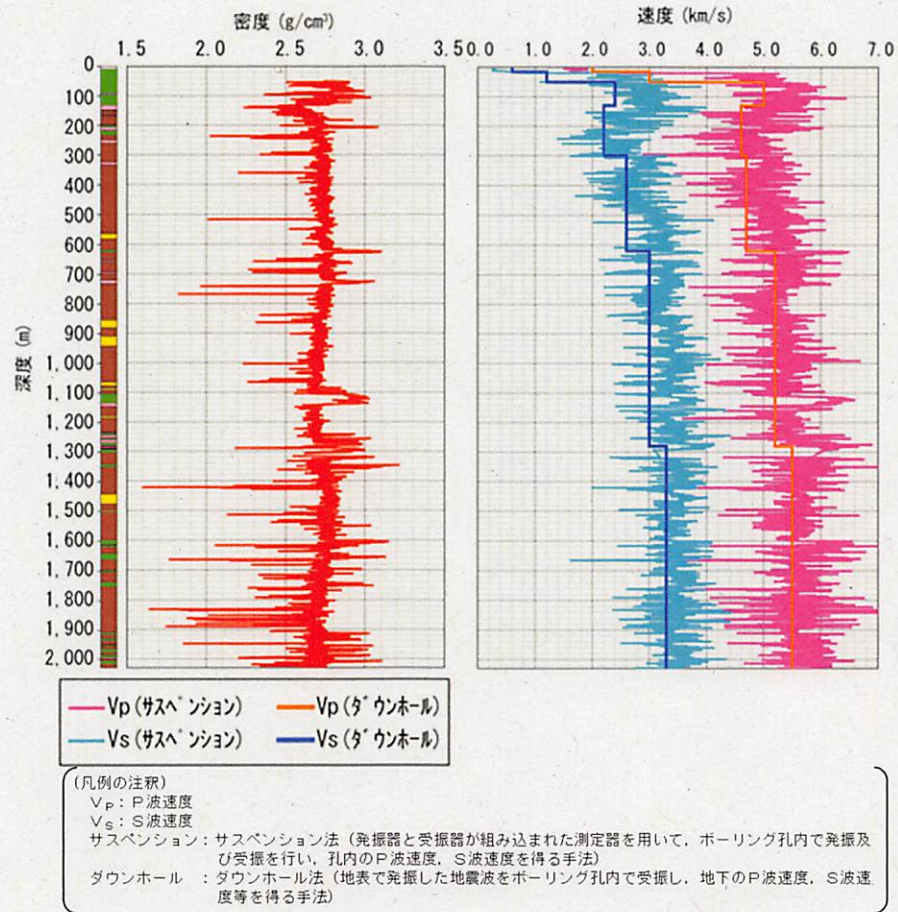
図2 原子炉設置位置付近の地質調査位置図

2010年から2012年にかけては、深度2000mに及ぶ深部ボーリングを掘削し、このボーリング孔を利用した物理検層²⁴やオフセットVSP探査²⁵等の物理探査を行うことで、孔に沿った地盤特性及びその水平的な広がりを確認し、地下2000mまで堅硬かつ緻密な三波川変成岩類が連続して存在しており、速度構造に顕著なコントラストがないことを把握した。(図3, 図4, 乙C131(6-5-20~6-5-

24 ボーリング孔内に各種測定器(検層器)を降下させ、検層器から得られる物理量(S波速度、密度、温度等)を用いて、地層中の地質情報を連続的に計測する手法。

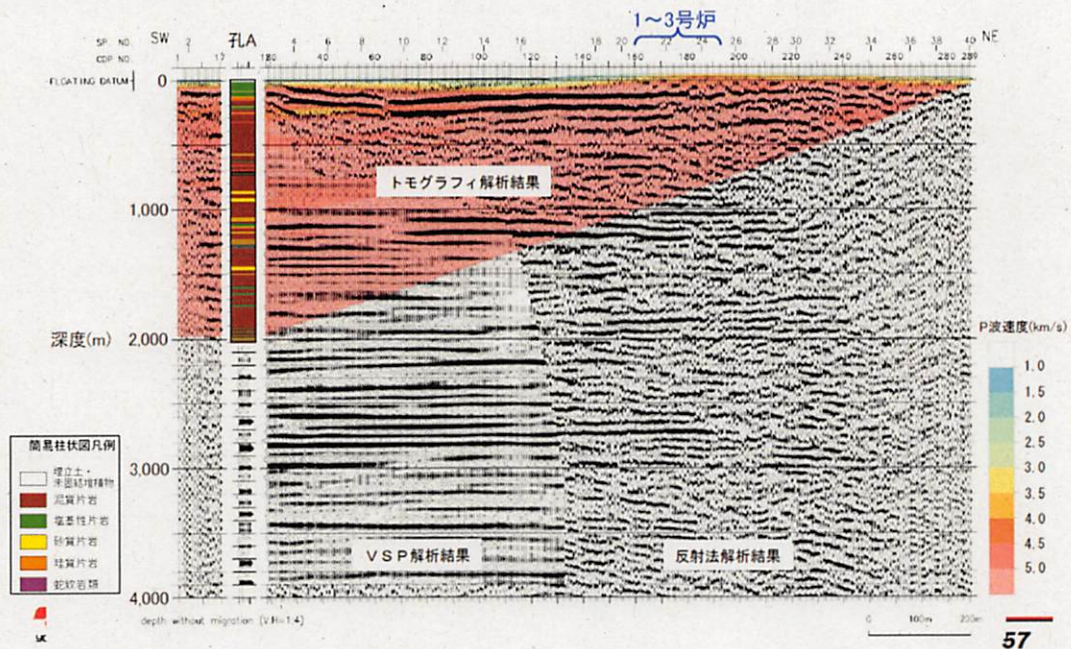
25 地表に震源を設置してボーリング孔内の受振器で地震波を観測することにより、ボーリング孔周辺の地下構造を調査する手法をVSP探査(vertical seismic profiling:鉛直地震探査)といい、特に、震源をボーリング孔から離れた地点に設置する方法をオフセットVSP探査と呼ぶ。

21頁), 乙D342 (19頁), 乙D367 (29~42頁))



(乙D367 (39頁) (原図: 乙C131 (6-3-321頁)) から引用)

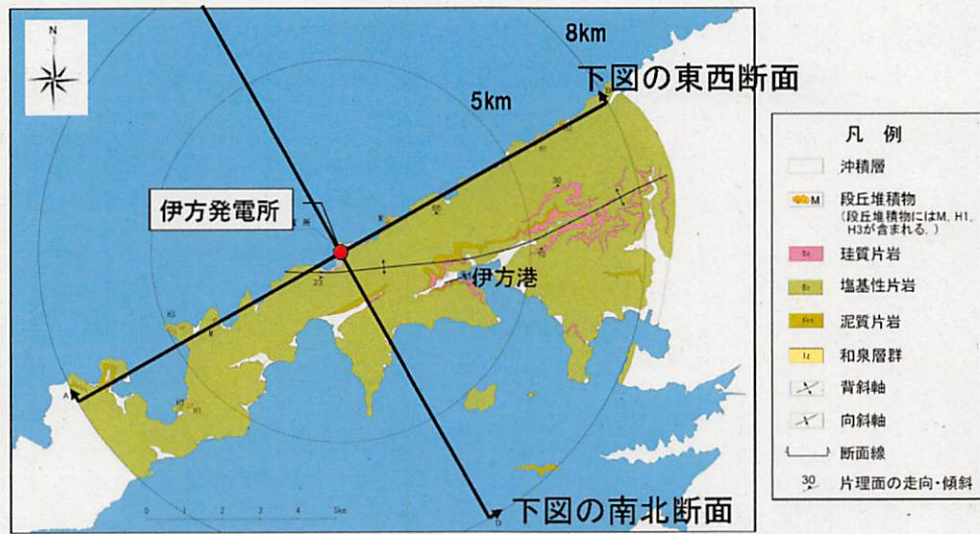
図3 深部ボーリング孔内検層結果



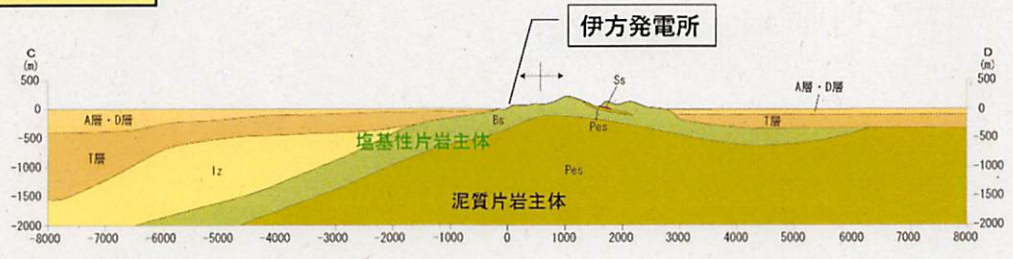
(乙D23 (57頁) から引用)

図4 オフセットVSP探査及び反射法探査による速度構造図

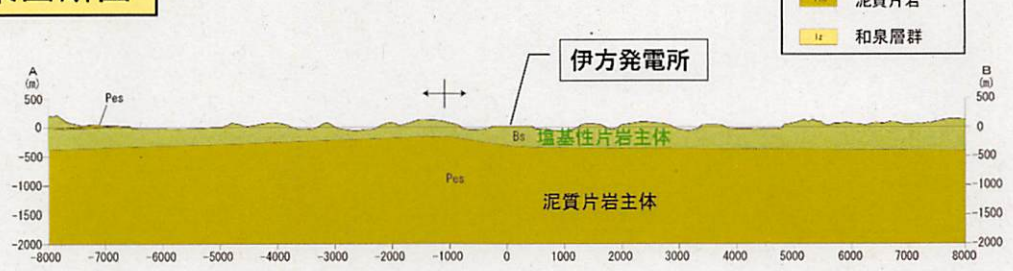
また、深部ボーリングコアの地質と敷地周辺の地質とを地層の重なり方に着目して対比することで、敷地周辺の地質・地質構造は、佐田岬半島に沿う方向にほぼ水平であるとともに、半島に直交する方向には背斜構造（凸状）を示し、本件発電所の敷地地点では緩く北へ傾斜していることを把握した（図5）。これを踏まえ、半島に直交する方向の二次元地下構造モデルを構築して地震動を入力した解析的検討の結果、地下深部からの顕著な地震動の増幅は認められないこと、地震動の到来方向によって増幅傾向が異なることがないことを確認した（図6）。（乙D342 (19頁), 乙D367 (48頁)）



南北断面



東西断面

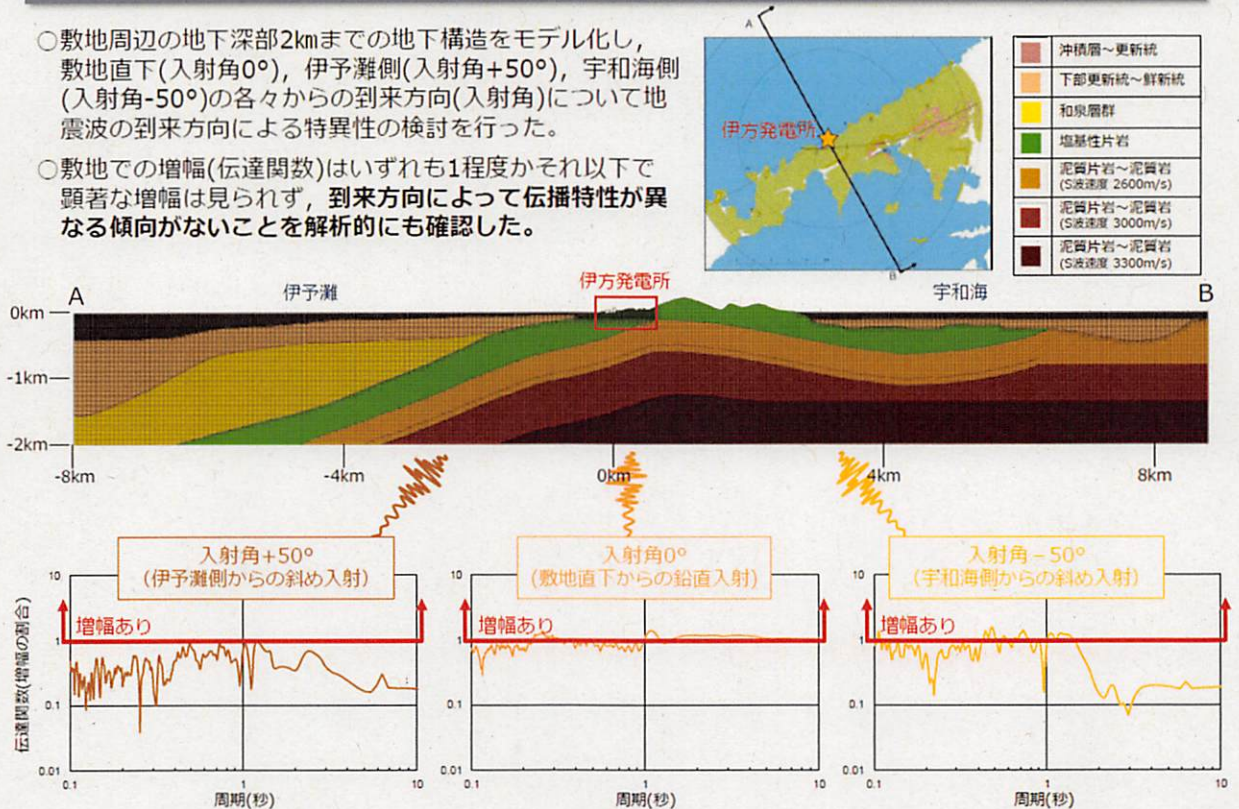


(乙D367 (38頁) (原図: 乙D23 (32~33頁)) から引用)

図5 敷地近傍の地質構造 (上: 平面図, 下: 断面図)

2次元地盤モデルを用いた解析的な分析 ～到来方向による差異の確認

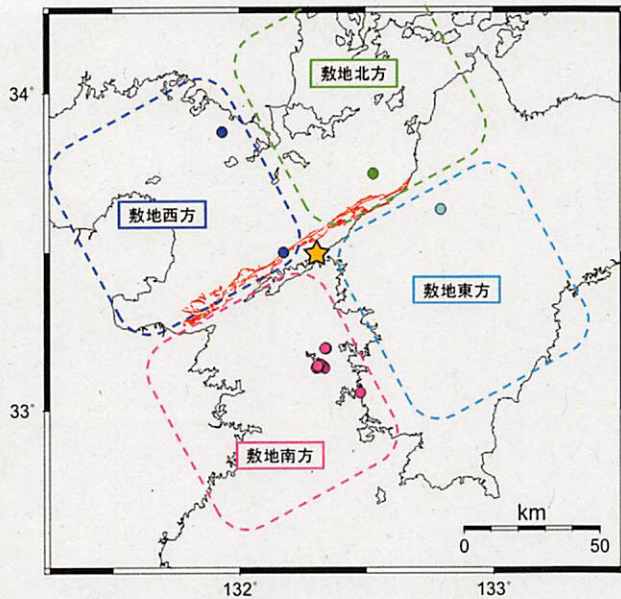
- 敷地周辺の地下深部2kmまでの地下構造をモデル化し、敷地直下(入射角 0°)、伊予灘側(入射角 $+50^\circ$)、宇和海側(入射角 -50°)の各々からの到来方向(入射角)について地震波の到来方向による特異性の検討を行った。
- 敷地での増幅(伝達関数)はいずれも1程度かそれ以下で顕著な増幅は見られず、到来方向によって伝播特性が異なる傾向がないことを解析的にも確認した。



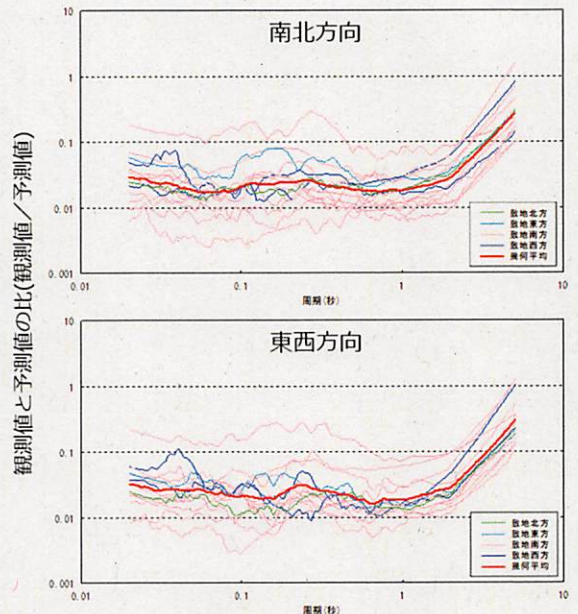
(乙D367 (48頁) から引用)

図6 二次元地下構造モデルを用いた地震動の増幅に関する解析的な検討

さらに、本件発電所の敷地地盤において1975年以降実施している地震観測の記録からも到来方向によって地震動の大きさに有意な差がないことを確認した。(図7, 乙C131 (6-5-146頁), 乙D342 (19頁), 乙D367 (46頁))



到来方向による差異の検討に用いた地震



到来方向による差異の検討

(乙D367 (47頁) (原図: 乙C131 (6-5-147頁, 6-5-148頁)) から引用)

図7 観測記録を用いた到来方向による差異の分析

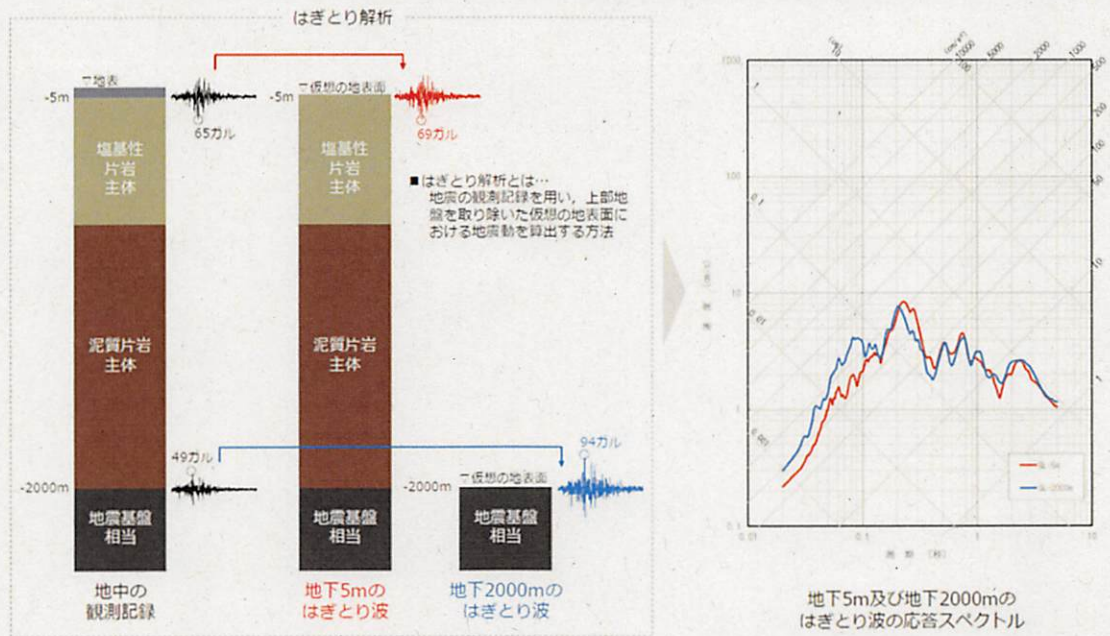
以上のような調査結果を総合して地下構造を三次元的に把握した上で、地震動評価上、地下構造が成層かつ均質であり、地震動の著しい増幅がないと判断した(乙C103 (11~12頁), 乙D23)。

ウ 実地震記録による実証

本件発電所の地下構造が地震動評価上成層かつ均質であり、特異な増幅をもたらすものではないことは、実際に観測された地震記録によっても明確に裏付けられている。具体的には、2014年3月に発生した伊予灘を震源とするM6.2の地震において、深度2000mから地表にかけて設置していた地震計で取得した地震観測記録を分析した結果、本件発電所の地下構造は、地震動の顕著な増幅をもたらすものではなく、

むしろ地下2000mから地下5mに向けて地震動が減衰する特性を有している。(図8, 乙D108(35頁), 乙D342(19~20頁), 乙D346(11~12頁), 乙D347(12~13頁), 乙D367(50頁))

○2014年3月14日伊予灘地震において、深部ボーリング孔に設置した地中の地震計で得られた観測記録を用いたはぎとり解析を実施し、地下2000mから地下5mへの顕著な増幅が無いことを確認した。



(乙D342(20頁)から引用)

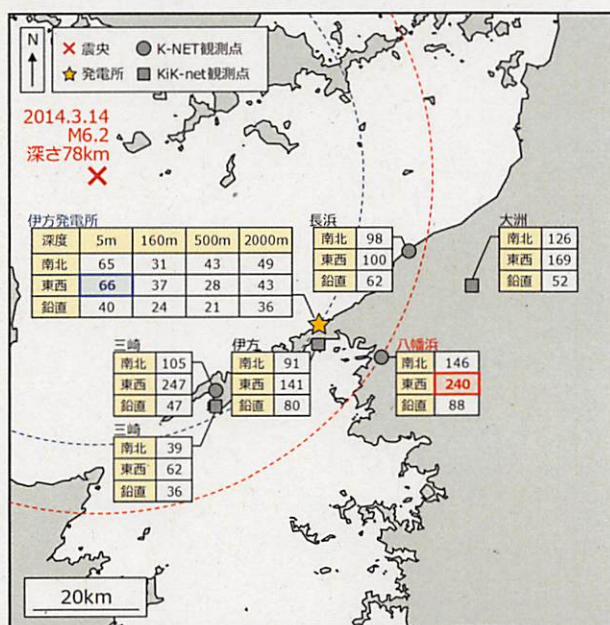
図8 2014年3月14日に伊予灘で発生した地震の観測記録を用いた分析結果

ちなみに、この2014年3月の伊予灘の地震では、震源から見て本件発電所と同じ方角にあり、本件発電所の敷地よりも震源から遠い八幡浜地点(地表から地下20mにかけてのS波速度は170~340m/秒程度と、比較的地盤が軟らかい地点))においても観測記録があり、本件発電所の敷地における観測記録と八幡浜地点の観測記録とを比べると、距離の観点では本件発電所の敷地の方が震源からの距離が近い(地震動

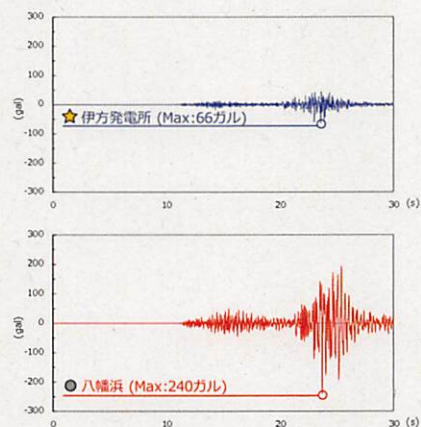
が大きいまま到達しやすい) にもかかわらず、本件発電所の敷地で観測された地震動の方が有意に小さい。これにより、本件発電所の敷地の地盤条件が良好で、地震動が増幅し難いことが実証されている。(図9、乙D342(19~20頁))

増幅特性が異なるだけでも揺れは全く異なる

■ 2014年3月14日伊予灘の地震における観測記録



- 地盤の硬い(=揺れにくい)伊方発電所では最大でも66ガル。
- 一方、伊方発電所と比べて地盤が軟らかい(=揺れやすい)八幡浜では、伊方発電所よりも震源からの距離が遠い(=揺れが減衰し易い)にもかかわらず、最大240ガルを観測している。



(乙D342(20頁)から引用)

図9 2014年3月14日伊予灘の地震における観測記録の比較

(3) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

ア 検討用地震の選定

被告は、本件発電所の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もとに本件発電所の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

層の分布状況に基づき本件発電所の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の候補とする地震を選定した(乙D35(6~11頁))。

そして、検討用地震の候補として選定した地震から、地震発生様式の分類ごとに距離減衰式を用いて敷地で想定される地震動を比較し、内陸地殻内地震として中央構造線断層帯及び別府-万年山断層帯(以下、これら2つの断層帯を総称して「敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)」という。)による地震を、海洋プレート内地震として1649年安芸・伊予の地震を、プレート間地震として内閣府検討会による南海トラフの巨大地震(陸側ケース)を、それぞれ検討用地震として選定した(乙D35(13~17頁))。

イ 内陸地殻内地震に係る地震動評価

被告は、内陸地殻内地震に係る検討用地震として選択した敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)について、その性状を把握した上で保守性を考慮して基本震源モデルを設定し、更に基本震源モデルに追加で各種の不確かさを重畳したケースを設定した。そして、これらのケースについて、断層モデルを用いた手法による地震動評価及び応答スペクトルに基づく地震動評価を、それぞれの手法を用いる段階でも保守性を考慮しながら行った。

(ア) 中央構造線について

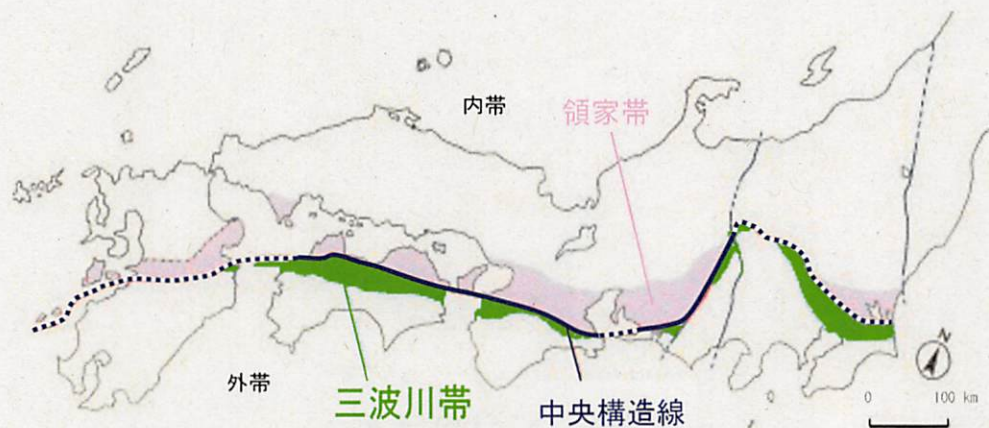
一般に、中央構造線という語は、「地質境界としての中央構造線」と「活断層としての中央構造線」との両者を包含して若しくは混同して、又は区別せずに用いられているが、地震動を評価する上で考慮すべきは「活断層としての中央構造線」である。

a 地質境界としての中央構造線

日本列島の骨格が形成された約7000万年前以前に形成されたと考えられる西南日本の中央部をほぼ縦断する地質構造上の境界線があり、地質境界としての中央構造線と呼ばれる(図10)。これは、関東地方から九州地方に至る長大な地質構造であるが、四国地方においては、四国山地北麓をほぼ東西に走り、愛媛県西条市丹原町鞍瀬付近で南へ曲がり、湾曲しながら同県伊予市双海町上灘付近から海中に没している。地質境界としての中央構造線は、上記鞍瀬付近から上記上灘付近で海中に没するまでの間は新生代第三紀の末期(約1000万年前)以降は全く活動していないこと、及び上記上灘付近の海域における音波探査記録によれば地質境界上の古い地質時代の地層を含めた堆積層(上位からA層(現在堆積が進行中の海底面を形成する地層)、D層(更新世²⁶の中期から後期にかけて形成された地層)、T層(鮮新世²⁷の後期から更新世の前期にかけて形成された地層))に概ね水平に覆われ乱れが認められないことから、地震を発生させる可能性はない。つまり、地質境界としての中央構造線とは、地震発生の可能性とは関係なく、地質構造の観点から認定されているものである。なお、中央構造線の長さについて、例えば、約800kmとか約1000kmと言及されることがあるが、これは、地質境界としての中央構造線の長さに関するものであり、地震発生の可能性の観点からは意味をもたない。

26 約258万年前から約1万年前までの期間

27 約500万年前から約258万年前までの期間



(大鹿村中央構造線博物館ウェブサイトの図に加筆)

図10 地質境界としての中央構造線

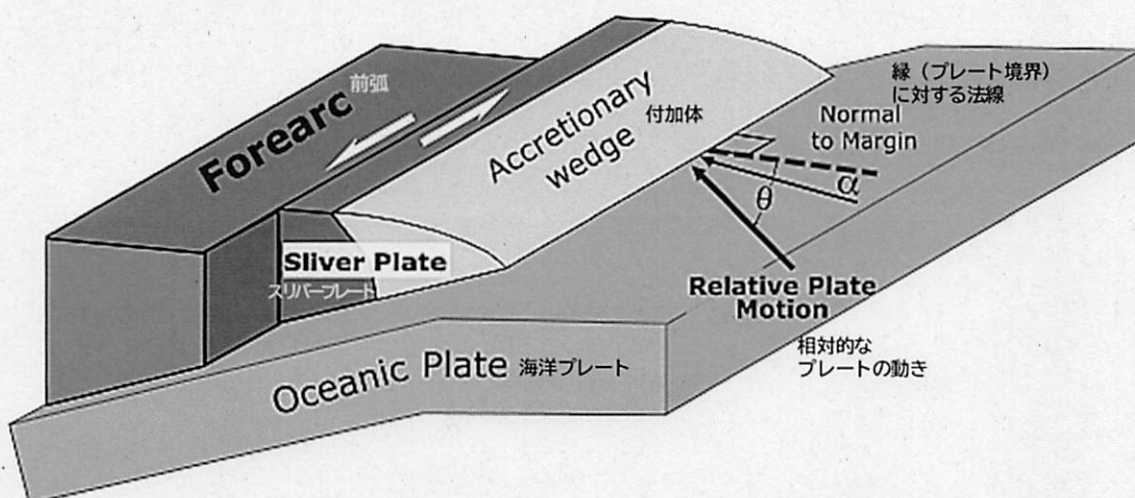
b 中央構造線断層帯（活断層としての中央構造線）

近畿地方から四国地方西部あるいは九州地方にかけて、地質境界としての中央構造線と同じ位置、あるいは多少離れた位置に、最近の地質年代における活動が確認される断層が存在する（乙D348（2～3頁）、奥村証人調書速記録（2頁））。これらは、活断層としての中央構造線として、将来、地震を発生させる可能性があるかどうかの観点から、地質境界としての中央構造線とは区別して検討しなければならない、この活断層としての中央構造線を本書面では中央構造線断層帯と呼ぶ。

中央構造線断層帯の活動は、南海トラフ²⁸におけるフィリピン海プレートの北西に向かう斜め沈み込みが原動力となっている。その沈み込みの南海トラフに直交する成分は、海溝沿いで発生するプレート間地震で解消されるが、南海トラフに平行な西へ向かう成分は

28 南海トラフとは、西南日本の南側の海底にある帯状の深みをいう。このトラフの北端は駿河トラフ、南端は琉球海溝に続いている。

プレート間地震では解消されず、中央構造線断層帯で起きる右横ずれ運動で解消されている（このような運動で横ずれ変位する海溝に沿う大陸プレートの細長い地塊を前弧スリバーという（図11））。このようなプレートの沈み込む際の島弧に平行な方向の運動成分によって横ずれ変位をする長大断層を島弧中央断層といい、中央構造線断層帯以外にフィリピン断層やスマトラ断層などが典型例として知られている。（乙D348（3頁）、奥村証人調書速記録（3頁））

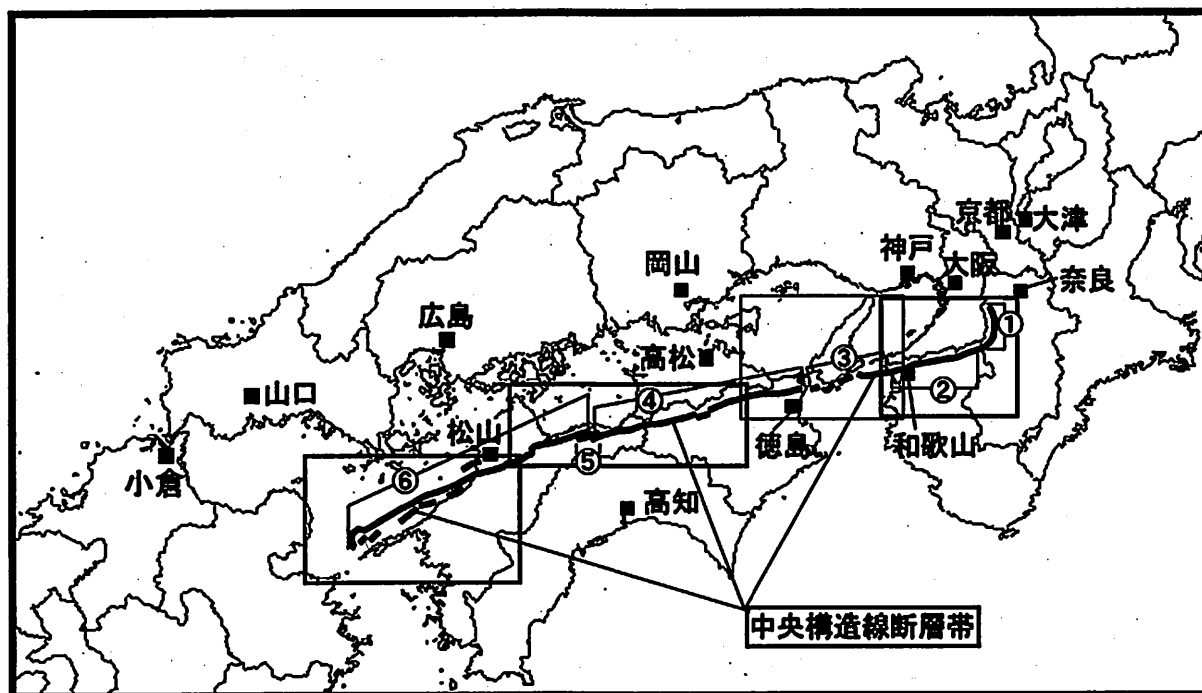


(乙D348（4頁）から引用)

図11 前弧スリバーの横ずれ運動の概念図

地震本部は、活断層の長期評価を公表しており、被告が新規制基準適合性審査に当たって地震動を評価した当時において公表していた中央構造線断層帯の長期評価は第一版改訂版（乙D21。以下「中央構造線断層帯の長期評価（第一版）」という。）である。中央構造線断層帯の長期評価（第一版）は、中央構造線断層帯について、

近畿地方の金剛山地の東縁から淡路島南部の海域を経て四国北部を東西に横断し、伊予灘に達する断層帯全体としての長さを約360 kmとし、過去の活動時期の違いなどから、①金剛山地東縁（長さ約23 km）、②和泉山脈南縁（長さ約44～52 km）、③紀淡海峡－鳴門海峡（長さ約43～51 km）、④讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部（長さ約130 km）、⑤石鎚山脈北縁（長さ約30 km）及び⑥石鎚山脈北縁西部－伊予灘（長さ約130 km）の6つの区間に区分した（図12）。一般的には、中央構造線断層帯のような長大な断層帯はいくつかの区間に分割して活動すると考えられているが、中央構造線断層帯の長期評価（第一版）は、中央構造線断層帯の将来の活動について、上記6つの区間が個別に活動する可能性、複数の区間が同時に活動する可能性、これら6つの区間とは異なる範囲が活動する可能性、更には、断層帯全体が同時に活動する可能性も否定できないとしている。（乙D21（1～3頁））



- ①: 金剛山地東縁 ②: 和泉山脈南縁 ③: 紀淡海峡-鳴門海峡
- ④: 讃岐山脈南縁-石鎚山脈北縁東部 ⑤: 石鎚山脈北縁
- ⑥: 石鎚山脈北縁西部-伊予灘

(乙D21(4頁)から引用)

図12 中央構造線断層帯の長期評価(第一版)による中央構造線断層帯の区分

また、地震本部は、中央構造線断層帯の西側に位置する別府-万年山断層帯について、その長期評価(以下、これを「別府-万年山断層帯の長期評価」という。)(乙D22)において、ほぼ東西方向の多数の正断層から構成されるとし、また、断層の走向や変位の向きから「別府湾-日出生断層帯」(76km)、「大分平野-由布院断層帯」(40km)等に区分していた。このうち敷地に最も近い別府湾-日出生断層帯は、東部と西部で最新活動時期が異なり、それぞれが単独で活動すると推定され、全体が同時に活動する可能性、更には、その東端が中央構造線断層帯に連続している可能性があるとして

いた。(乙D22(1~4頁))

上記で述べた中央構造線断層帯の長期評価(第一版)及び別府一万年山断層帯の長期評価については、平成29年12月に、中央構造線断層帯の長期評価等の改訂があったことから、その内容が見直されている(甲430。以下、この改訂後のものを「中央構造線断層帯の長期評価(第二版)」という。)。被告は、本件発電所の基準地震動の策定に当たって、中央構造線断層帯の長期評価(第一版)及び別府一万年山断層帯の長期評価の記載を踏まえて地震動評価を行っているところ、この平成29年12月の改訂によって、被告の地震動評価に影響がないことを確認しており(乙D76(44頁))、詳細は後記(7)アにおいて述べる。

(イ) 中央構造線断層帯の性状の把握

地震動は、地下のやや深いところにあるP波速度で言えば6km/秒程度以上の硬い岩盤に大きな歪みが溜まり、これに耐えきれなくなった岩盤の割れ目(断層)が破壊(強い衝撃を伴う急激な破壊)され、この衝撃が地震波として伝播することによって生じる。このように地震動を生じさせる地下の断層を震源断層といい、地震動評価においては、地下の震源断層を把握することが重要となる。

これに対し、震源断層の活動によって地表又は地下の浅い部分に現れた断層は地表地震断層という。さらに、過去の活動の繰り返しによって変位・変形が蓄積し、地形や地質構造に痕跡として残された断層のうち、比較的新しい時代に活動し、今後も活動する可能性を有するものを活断層という。地表又は地下の浅い部分にある活断層は、地下の震源断層の活動の結果現れたものであるため、震源断層の性状を知

るための重要な手掛かりとなる（奥村証人調書速記録（4頁））が、通常、地表付近の岩盤は地震基盤に比べて軟らかく、また、地下の圧力が小さく、大きな歪みが溜まりにくいいため、強い衝撃を伴う急激な破壊（地震）が生じることはない。

（以上、乙D108（12頁）、乙D342（23頁）、乙D367（13～14頁）、奥村証人調書速記録（4頁））

被告は、本件発電所の敷地周辺において詳細な地質調査を実施し、断層の分布形態、活動様式等の性状を特定した結果、中央構造線断層帯を構成する活断層として、伊予断層（断層長さ約23km）、川上断層（断層長さ約36km）及び敷地前面海域の断層群（断層長さ約42km）が存在すること、さらに、それぞれの断層の間に、ジョグと呼ばれる断層破壊の末端（セグメントの境界）を示唆する地質構造が分布することを確認した。

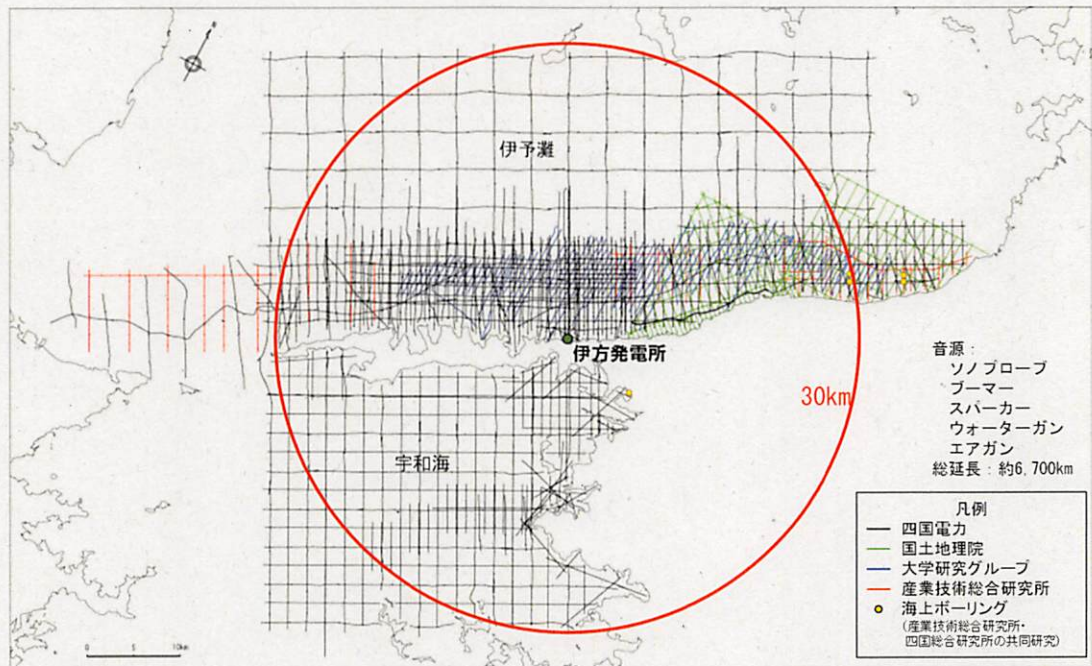
以下では、当社が中央構造線断層帯の震源断層の位置、長さ、傾斜角及び幅について、どのような調査・検討によって把握したかについて述べる。

a 震源断層の位置

敷地前面海域の断層群のように海域にある震源断層の位置を知るには、まずは海底及び海底下の構造を対象とした調査によって活断層の分布や性状を把握・検討することが重要となる。活断層は、後期更新世以降に堆積した浅い地層における変位・変形の有無によって判断できるため、海底下浅部の構造を詳細に調査して活断層の分布や性状を把握することが重要となる。

本件発電所の敷地周辺の海域では、国土地理院、大学等の各種研

究機関及び被告自らによって、総延長約6700kmに及ぶ海上音波探査²⁹がなされており、その探査測線は密に格子状に張り巡らされている(図13)。



(乙D68(7頁)から引用)

図13 海上音波探査の実施位置(測線)

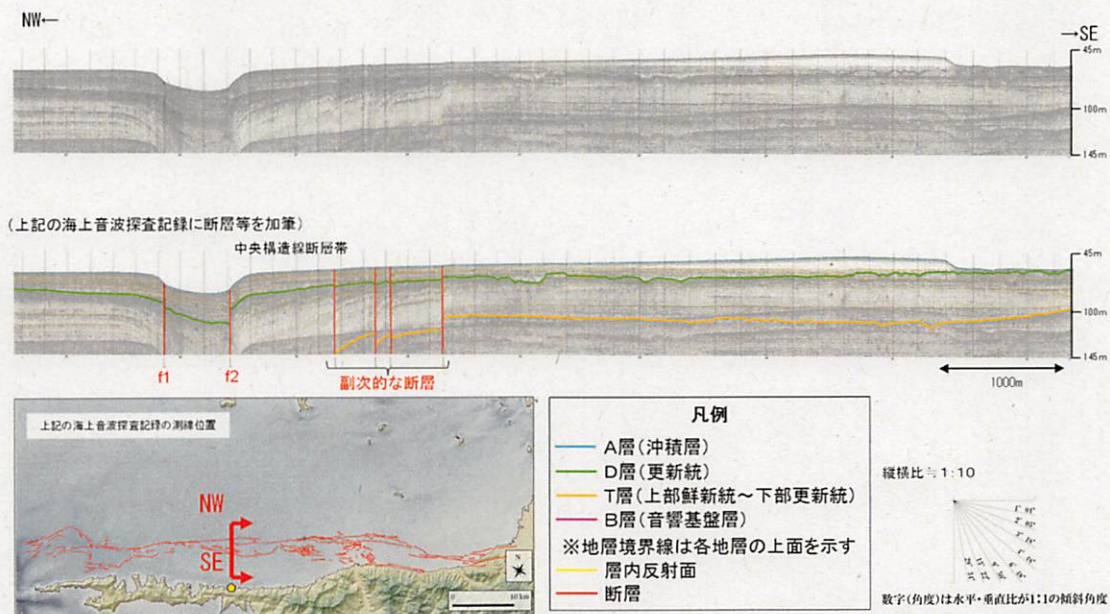
これらの膨大な海上音波探査から、本件発電所の敷地前面海域の海底下浅部には、本件発電所の沖合い約8kmから約5kmに、水平方向に連続する反射面に食い違いが生じた箇所が確認でき、これが変位・変形のある場所、すなわち活断層に相当する。一般に、地表面(海底面)付近に現れている断層には、震源断層の動きと直接的に

29 海上音波探査とは、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、基盤岩等の地層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探査方法をいう。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。

対応する主断層と、主断層から分岐した副断層がある。副断層は、断層に折れ曲がり等があるとき、周囲に力が働くことによって生じる断層であり、震源断層の位置を推定するためにより重要なのは副断層ではなく、主断層の情報である（乙D348（12頁）、奥村証人調書速記録（6～7頁））。

本件発電所の敷地前面海域の海底下浅部に存在する活断層のうち、本件発電所の沖合い約8km付近にある2条の断層（以下「f1断層」及び「f2断層」という。）とそれより南方の断層とでは、海底面やその下側に位置する地層面に着目すると、変位の程度に明瞭な差がある。すなわち、f1断層及びf2断層は、海底面にも明瞭な凹みをもたらしているのに対し、両断層より南側に位置する断層は変位が小さく、海底面に明瞭な変位を与えていない。このことは、f1断層及びf2断層は、その下方にある震源断層の活動の影響を直接的に受けているのに対し、その他の断層は、副次的に形成された小規模な断層であることを示している。（図14）

（以上、乙D342（23～25頁））



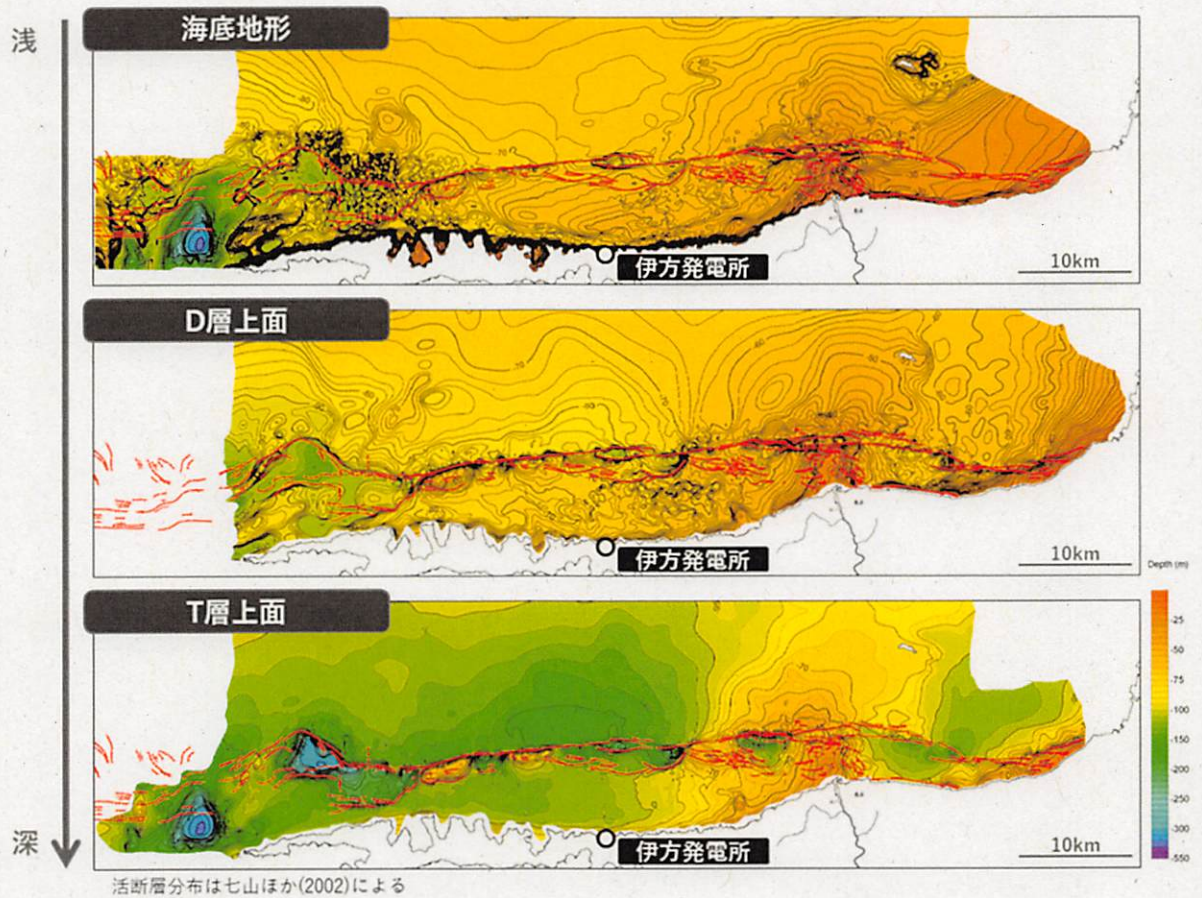
(乙D69から作成(乙D342(25頁)から引用))

図14 海底下浅部の海上音波探査記録

次に、震源断層は同じ場所で繰り返し活動するので、変形の累積性が顕著に認められる箇所は、その下で繰り返し活動している震源断層と対応していると考えられる。そこで、変形の累積性が認められる箇所を確認するため、海上音波探査の結果を基に、海底地形、D層上面及びT層上面の形状を平面図上で比較すると、地溝やバルジのような変動地形は、より古い時代の地層ほど変形の程度が顕著であり³⁰、このことは、古い地層ではこれまでに繰り返し断層の活動に伴う変形を受けてきたこと、すなわち変形の累積性が認められる。そして、上述のf1断層とf2断層との間は地溝を形成し、変形の

30 図15において、海底地形では周辺とほとんど色が変わらない(深さが変わらない)一方、D層、T層と古い時代の地層になるほど色の違い(深さの違い)が鮮明になる部分が、赤線で示す活断層に沿うように認められる。色の違い(深さの違い)が鮮明であるほど、変形の程度が顕著であることを意味している。

累積が特に顕著であることから、f1断層とf2断層との中間（本件発電所の沖合い約8kmの地点）の地下深部に敷地前面海域の断層群の震源断層が存在していると考えられる。（図15，乙D342（25～26頁））

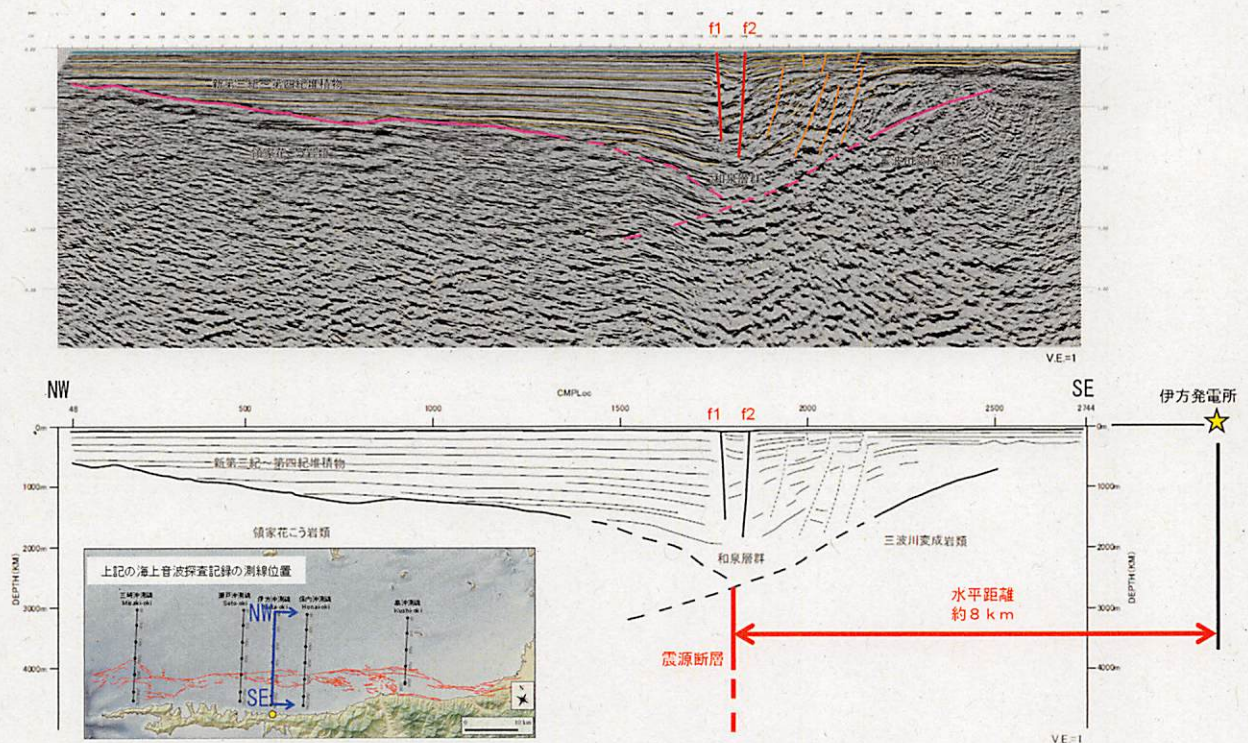


（乙D342（26頁）から引用）

図15 海底地形及び海底下浅部の地層（D層及びT層）上面の形状

また、深部の地層の構造の音波探査結果を参照すると、f1断層及びf2断層は海底面から海底下深部までほぼ鉛直に達するのに対し、f1断層及びf2断層より南方の断層は、いずれも海底下の

浅いところで途切れて地下深部まで達していない断層又は比較的
海底下深部にまで達していても海底下浅部の堆積層には変位を与
えていない断層であり、副次的に形成された断層や古い断層と判断
できる。そして、本件発電所の敷地から沖合い約8kmの海底下約2
kmに、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部が確認
できるところ、f1断層及びf2断層は、この三波川変成岩類と領
家花こう岩類の会合地点へ収斂するように地下に延びており、また、
南方の断層も全体として同会合地点へ収斂していることが見て取
れる。また、f1断層より北方の反射面は緩く南側に傾斜している
のに対し、f2断層より南方の反射面は緩く北側に傾斜又は水平に
分布しており、反射パターンが大きく異なることから、f1断層
とf2断層との間の地下深部、つまり三波川変成岩類上面と領家花
こう岩類上面とが会合する地点の下方（本件発電所の敷地から沖合
い約8km）に震源断層が存在すると考えられる。（図16、乙D34
2（26～27頁））



(乙D342 (27頁) から引用)

図16 海底下深部の音波探査記録 (縦横比≒1:1)

以上の調査結果を踏まえると、本件発電所の敷地前面において、敷地の沖合い約8 kmで、堆積層を高角に切って海底面に大きな変形をもたらしている f 1 断層及び f 2 断層が主断層であり、これら2条の主断層は沖合い約8 kmに存在する三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合地点へ収斂するような構造をしていることが見て取れる。また、これら2条の主断層よりも南側に存在する活断層群は、主断層の活動に伴って生じた副断層と判断できる。(乙D342 (26~27頁), 乙D348 (12頁))

b 震源断層の長さ

中央構造線断層帯のような長大な断層は、同時に全体が活動するのではなく、いくつかの区間 (セグメント) に分割して活動すると

考えられている。

そこで、被告は、本件発電所の敷地周辺において詳細な地質調査を実施し、断層の分布形態、活動様式等の性状を特定した結果、中央構造線断層帯を構成する活断層として、伊予断層（断層長さ約2.3 km）、川上断層（断層長さ約3.6 km）及び敷地前面海域の断層群（断層長さ約4.2 km、本件発電所の敷地の沖合い約8 kmに分布）が存在すること、さらに、それぞれの断層の間に、ジョグと呼ばれる断層破壊の末端（セグメントの境界）を示唆する地質構造が分布することを確認するとともに、上述の中央構造線断層帯の長期評価（第一版）等の既往文献におけるセグメント区分の知見も踏まえ、四国北西部から豊予海峡における中央構造線断層帯の活動セグメントを川上セグメント（断層長さ約3.6 km）、伊予セグメント（同約2.3 km）、敷地前面海域の断層群（同約4.2 km）及び豊予海峡セグメント（同約2.3 km）の4つに区分した（図17）。

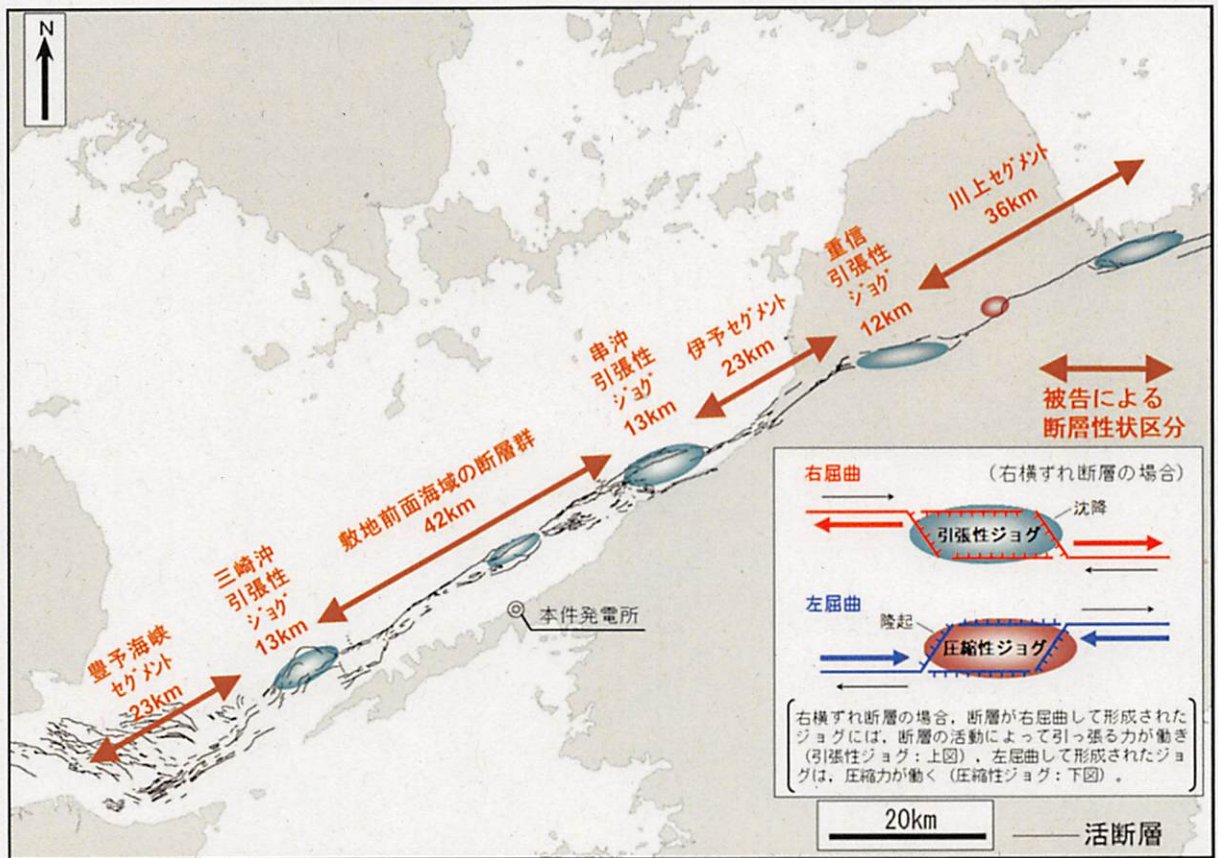


図17 被告の調査による四国北西部における中央構造線断層帯の区分

c 震源断層の傾斜角

被告は、本件発電所の敷地前面海域の断層群の断層傾斜角について各種調査結果を基に、変動地形学的観点、地震学的観点及び地球物理学的観点から検討した。

まず、変動地形学的には、敷地前面海域の断層群の分布域において、D層上面には断層群の南北で顕著な高低差は認められず、断層群に沿って地溝やバルジが交互に並び、非常に直線的な配列を示している(図18)。断層模型実験では、震源断層面の傾斜が緩くなるとわずかな上下変位成分でもバルジと地溝の配列が見られなくなることが確認されており、地溝やバルジが交互に並ぶ配列は、鉛直

な横ずれ断層の活動によって形成される典型的な地形である（乙D 348（21頁））。このため、少なくとも海底下浅部における活断層は、ほぼ鉛直と評価できる。（乙D 342（32頁））

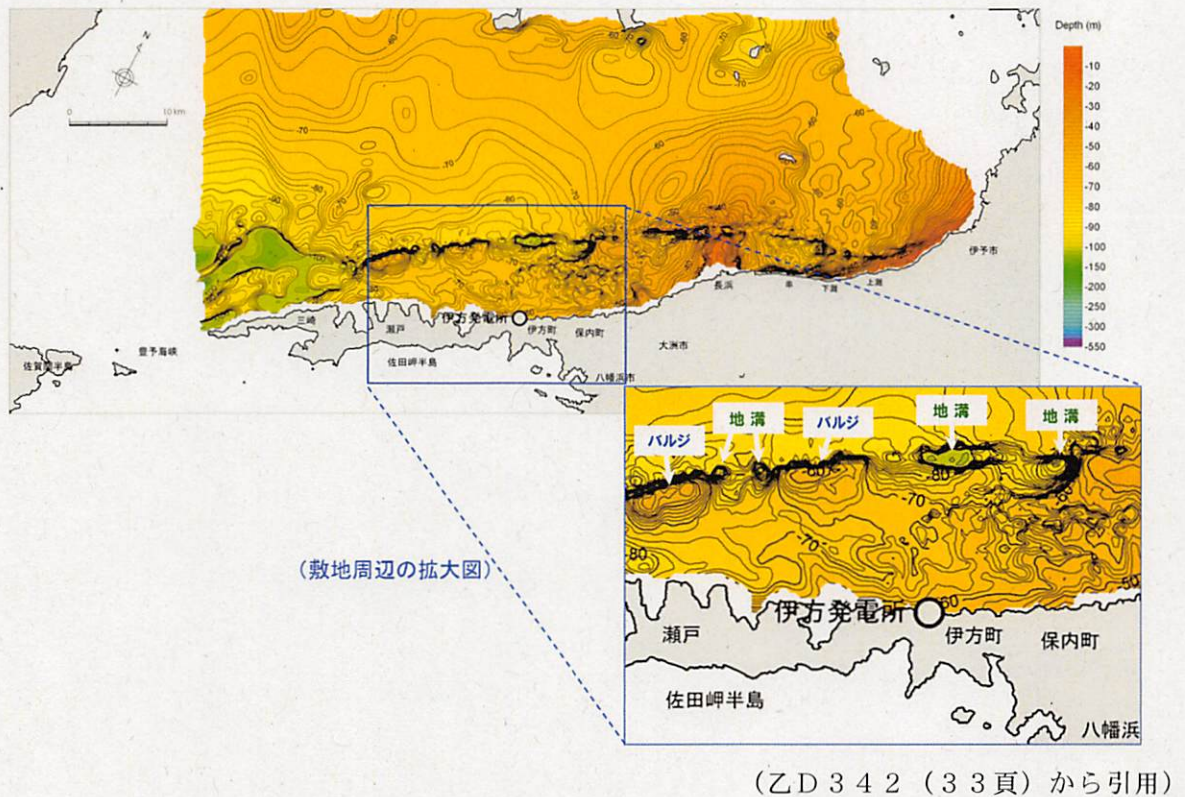


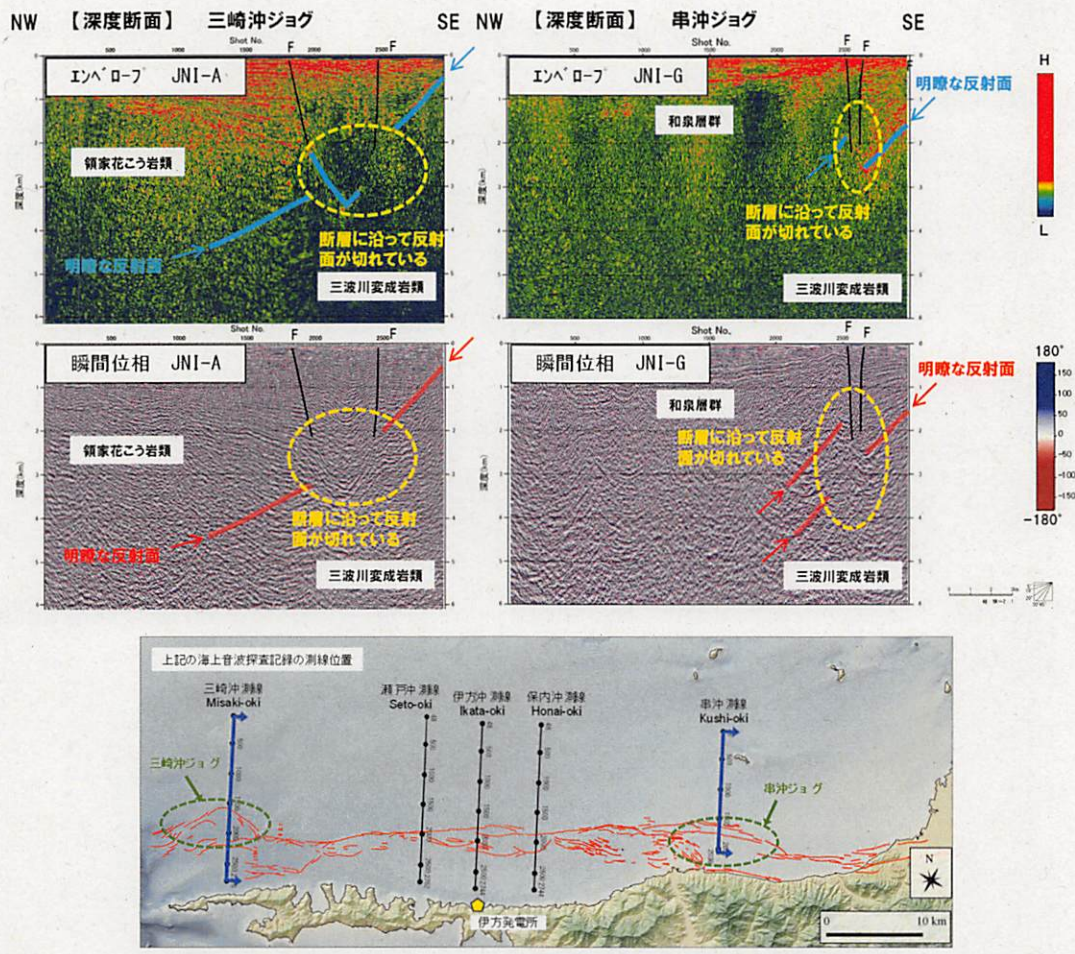
図18 敷地前面海域における更新世の地層（D層）上面の標高

次に、地震学的観点からは、広域応力場を基に横ずれ断層の活動を考える場合、蓄積された歪を解放する面として、摩擦力が小さく横ずれしやすい鉛直な断層面を類推し易く（奥村証人調書速記録（17～18頁））、横ずれ断層の震源断層の傾斜角は鉛直として考えるのが一般的である。強震動予測レシピにおいても、地質調査等による断層の傾斜角を推定する情報がない場合、横ずれ断層の傾斜角は90度を設定することとなっている（乙D 73（4頁））。

さらに、地球物理学的には、海上音波探査の結果から海底下浅部の断層はいずれも高角度であることが確認され、また、当該海上音波探査による探査断面を対象としたアトリビュート解析³¹の結果、海底下浅部に見られる高角度の活断層の下方において、北傾斜する地質境界断層（地質境界としての中央構造線）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（図19）。

（以上、乙D342（32～34頁））

31 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（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。



(乙D342 (34頁) (原図:乙D68 (63頁)) から引用)

図19 音波探査結果(エアガン)のアトリビュート解析結果

d 震源断層の幅(地震発生層の上端と下端)

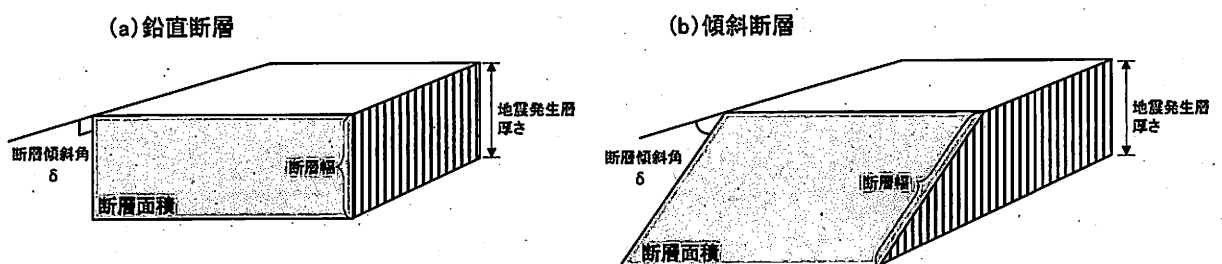
断層幅は、断層長さとともに震源断層の面積を求めるのに必要となるパラメータである。断層幅は、地震発生層の厚さ及び断層傾斜角(この角度を δ とする。)から、断層幅=地震発生層の厚さ/ $\sin \delta$ で求めることができる(図20)。このため、断層幅を求めるためには、断層傾斜角に加えて、地震発生層の厚さを把握する必要がある。

地震は、岩盤が破壊することによって発生するので、岩盤に力が

加わった場合において、ひずみエネルギーを蓄えるだけの強度があることが必要となり、岩盤に十分な強度がなければ、岩盤が一気に破壊して強い地震波を放出するような地震は発生しないと考えられている。一般に、地下の岩盤は、浅いところでは比較的軟らかく、地下深くなるにつれて硬い層（硬い岩盤）が現れる。浅いところでは、岩盤が多くひずみエネルギーをため込むほど十分に硬くないため、ある程度の深い位置でなければ構造物等に被害を及ぼすような強い地震動（強震動）は発生しない。一方、地下の温度は、深度を増すほどに高くなり、一定以上の深さになると、高温により岩盤の剛性が低下して、延性を帯びるので、強い衝撃を伴う急激な破壊、すなわち、強震動は発生しなくなる。このように、強震動が発生する条件を満たす一定の深さの範囲があると考えられており、その範囲のことを地震発生層という。地震発生層の厚さはその上端の深さと下端の深さととの差として求めることができる。

そこで、被告は、以下のとおり、地震発生層の上端と下端について、調査・検討した。

（以上、乙D268（29～30頁）、乙D342（35頁））



（乙D342（35頁）から引用）

図20 鉛直断層と傾斜断層の模式図

(地震発生層の上端深さ)

地震発生層の上端深さと下端深さは、微小地震の深さ分布等から推定することができる。大きな規模の内陸地殻内地震は滅多に起きないが、小さな規模の地震は起こっており、これらの小規模な地震の分布状況を確認することにより、地震が地下のどの深さで生じるか、すなわち、震源断層がどの深さに位置しているかを把握することができる。

そこで、被告は、本件発電所を中心に半径100km程度、深さ50km以浅で発生した地震を気象庁が公表しているデータに基づき検討し、本件発電所周辺における内陸地殻内地震の発生状況を把握した。この結果、本件発電所周辺で発生した内陸地殻内地震は深さ2～12kmで発生している。

また、内陸地殻内地震の分布のうち、D10%（浅い方から地震をカウントして地震数が全体の10%に達する深さ）が地震発生層の上端に相当し、D90%（浅い方から地震をカウントして地震数が全体の90%に達する深さ）が地震発生層の下端に相当するとされ、地震発生層を推定する際には、一般的に、このD10%及びD90%を用いることが多い。被告が把握した地震の発生状況からすると、地震発生層の上端とされるD10%は5～6km程度と推定される。

また、強震動は軟らかい岩盤では発生しないので、岩盤の硬さ（地震波速度の速さ）の面からも検討した。まず、地震発生層の上端深さはP波速度が6km/秒相当の地層の上面に対応すると言

われており、これから地震発生層の上端深さを推定した。具体的には、本件発電所構内で実施した深さ2 kmに及ぶ深部ボーリング孔を用いたP S検層³²及び敷地前面海域で実施した屈折法地震探査³³の結果、P波速度は、深度2000 mにおいて約5.5 km/秒であり、また、Ito et al. (2009)³⁴では、四国東部の知見ではあるものの、中央構造線断層帯周辺におけるP波速度6 km/秒相当の深さは5 km程度であることが示されている。これらの知見からすると、6 km/秒の地層上面の深さは少なくとも2 km以深(5 km程度)ということになる。

また、軟らかい堆積層中に確認できる活断層は、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部に向かって収斂している。強震動は軟らかい堆積層の破壊によって発生するとは考え難く、硬い基盤岩が存在する領域で発生すると考えられるので、地震発生層の上端は、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部以深と評価できる。三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部の深さは、屈折法地震探査の結果から、浅くても2 km程度と考えられる。

(以上、乙D342 (35～37頁))

32 ボーリング孔を利用して地盤内を伝播するP波及びS波の速度を測定する方法

33 地中を伝わる波の中で、地層の境界面(速度と密度が変化する面)で屈折し、地層の境界を伝わり、地表に帰ってくる波を利用して地下構造を解明する方法

34 「Crustal structure of southwest Japan, revealed by the integrated seismic experiment Southwest Japan 2002」Tanio Ito, Yuji Kojima, Shuichi Kodaira, Hiroshi Sato, Yoshiyuki Kaneda, Takaya Iwasaki, Eiji Kurashimo, Noriko Tsumura, Akira Fujiwara, Takahiro Miyauchi, Naoshi Hirata, Steven Harder, Kate Miller, Akihiro Murata, Satoshi Yamakita, Masazumi Onishi, Susumu Abe, Takeshi Sato, Takeshi Ikawa, Tectonophysics, 472, 124-134, 2009.

(地震発生層の下端深さ)

内陸地殻内地震の地震発生層の下端深さについて、上述の本件発電所周辺で発生した内陸地殻内地震の検討から、地震発生層の下端を示すとされるD90%は10km程度と推定される。一方、D90%に関する知見には、中央構造線断層帯を含め、地震発生層の深さ分布について検討した文献である伊藤(2006)³⁵があり、これによると、本件発電所の敷地周辺におけるD90%は12~14kmとされている。

また、岩石は、高温になると軟らかくなる性質があるため、地震発生層の下端深さを検討するためには、温度に関する知見を参照することも有効であり、D90%が地下の温度250~450℃に対応するという知見を踏まえ、本件発電所の敷地周辺におけるD90%を推定すると15km程度となる。

地殻内の温度分布の関係性という観点からは、関連する指標として V_p/V_s 比がある。地殻内部が高温になり地殻内物質が熔融すると、P波速度には大きな変化はないものの、S波速度が急激に低下するので、P波速度とS波速度の比率(V_p/V_s 比)が大きくなる。つまり、 V_p/V_s 比の大きい領域は、高温のため岩盤の剛性が低下して強震動が生じにくい領域であることを示していると考えることができる。地震波トモグラフィ解析から V_p/V_s 比を推定した弘瀬ほか(2007)³⁶によると、本件発

35 「地震発生層の深さ分布と活断層のセグメンテーションとの関係」伊藤潔，京都大学防災研究所年報，第49号B，227-238，2006.

36 「Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定」弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭，地震 第2輯，第60巻，1-20，2007.

電所周辺において、 V_p/V_s 比の大きい領域の上端の深さは、約13kmと示されている。また、岩石は高温になると磁性を失う性質があり、大久保(1984)³⁷によると、この磁性を失う温度であるキュリー点深度³⁸は、本件発電所の敷地周辺では約11kmとされている。

(以上、乙D342(37~39頁))

(ウ) 基本震源モデルの設定

被告は、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)の地震によって本件発電所の敷地にもたらされる地震動を評価するために、上記で述べた調査・検討によって把握した中央構造線断層帯の性状(震源特性)を踏まえて、基本震源モデルの断層位置、断層長さ、断層傾斜角及び断層幅を設定した。

また、震源断層をモデル化するためには、これら以外にも多くの情報(パラメータ)が必要となる。具体的には、震源断層の地震規模、アスペリティ³⁹の特性(位置、個数、応力降下量⁴⁰及び面積)、断層の破壊伝播速度⁴¹、破壊開始点等の設定が、それぞれ必要となる。

37 「全国のキュリー点解析結果」大久保泰邦、地質ニュース、352号、12-17、1984.

38 地下の広域的な熱構造を示す指標の1つであり、岩石が磁性を失う温度(キュリー点温度)に達する深度のことである。キュリー点温度は、岩石が含有する最も一般的な強磁性鉱物である磁鉄鉱のキュリー点温度(約580℃)に支配されると考えられており、キュリー点深度は磁鉄鉱が約580℃に達する深度を意味する。

39 アスペリティとは、地震を起こす震源断層面の中でも強く固着した領域のことであり、この部分がずれると特に大きなずれを生じ、大きな揺れが生じる。

40 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、震源断層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、応力降下量は、地震により解放されたエネルギーを示しているともいえる。

41 破壊伝播速度とは、破壊開始点から始まった破壊が震源断層面上を拡がっていく速度のことをいう。

以下では、被告が、基本震源モデルのモデル化に必要な上述したパラメータをどのように設定したかについて述べる。

a 把握した中央構造線断層帯の性状を踏まえた設定

(a) 震源断層の位置について、海上音波探査によって把握した堆積層における活断層の分布や性状から、本件発電所の敷地付近では、敷地の沖合い約8kmの三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部を通るよう設定した(乙D35(22頁), 乙D342(27~28頁))。

(b) また、震源断層の長さについて、地質・地質構造調査で把握したジョグの分布や既往文献におけるセグメント区分の知見も踏まえ、四国北西部から豊予海峡における中央構造線断層帯の活動セグメントを川上セグメント(断層長さ約36km)、伊予セグメント(同約23km)、敷地前面海域の断層群(同約42km)及び豊予海峡セグメント(同約23km)の4つに区分した。その上で、敷地前面海域の断層群(約42km)の長さは、断層破壊の停止域とされる両端の引張性ジョグの中まで断層破壊が及ぶ可能性を考慮し、保守的に活動セグメントの両端をそれぞれ引張性ジョグの中間まで「延ばす」ことにより、地震動評価に用いる断層長さを約54kmとした。ちなみに、敷地前面海域の断層群の中間辺り(本件発電所の敷地正面の海域)にもジョグが存在しているが、規模が小さいことから安全側に判断し、セグメントの境界とみなさずに敷地前面海域の断層群を一連の活断層とした。

さらに、活動セグメントが単独で又は連動して活動するかを事前に判断するのは困難であるため、本件発電所の敷地に影響を及

ばす最大規模の地震を想定する観点から、保守的に、中央構造線断層帯とその西側に位置する別府-万年山断層帯とが全区間（約480km）において連動するケースを基本としつつ、川上セグメント、伊予セグメント及び敷地前面海域の断層群の四国西部の区間（約130km）で連動するケース並びに敷地前面海域の断層群（約54km）単独で活動するケースの3つのケースを基本震源モデルとして考慮することとした。

（以上、乙D35（23頁，29頁），乙D342（31～32頁））

(c) 震源断層の傾斜角は、変動地形学的観点、地震学的観点及び地球物理学的観点から、各種調査結果を総合的に評価して、鉛直とすることが妥当と判断し、これを基本震源モデルとして考慮した。

もともと、地震が自然現象である以上、鉛直に近い角度での多少のばらつきがあることまでは否定できないので、後記（エ）cのとおり、地震動評価に当たっては、不確かさの考慮として角度をばらつかせた評価も行った。また、浅部ではほぼ鉛直の活断層としての敷地前面海域の断層群が深部で北へ傾斜する地質境界へつながる可能性も考慮し、後記（エ）bのとおり、不確かさの考慮として震源断層の傾斜角が北傾斜の場合の評価も行った。

（以上、乙D35（22頁，30～31頁），乙D342（34頁））

(d) 震源断層の幅は、地震発生層の上端及び下端に係る調査・検討を踏まえて上端及び下端の深さを設定し、断層傾斜角から求めた。

地震発生層の上端深さについて、敷地周辺の地震発生状況から

は5 km程度、P波速度等からは少なくとも2 km以深（5 km程度）となるものの、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面の会合部が浅くても2 km程度と考えられることも踏まえて、基本震源モデル策定に当たっては、地震発生層の上端深さを2 kmと設定した。

また、地震発生層の下端深さについて、下端深さに関連性の高い情報として、D90%は12～15 km、高い V_p/V_s 比を示す領域の上端深さは約13 km、キュリー点深度は約11 km、本件発電所の敷地周辺における内陸地殻内地震の発生深さは2～12 kmであり、これらのデータはいずれも整合的であるので、各種データを踏まえ、基本震源モデル策定に当たっては、地震発生層の下端深さを15 kmと設定した。

以上を踏まえて、被告は、震源断層の上端深さを2 km、下端深さを15 km、すなわち、地震発生層の厚さを13 kmと設定し、これに上記（イ）cで述べた震源断層の傾斜角との関係から、基本震源モデルの震源断層の幅は13 kmに設定した。

（以上、乙D35（22頁）、乙D342（39頁））

b 地震規模の設定

地震規模（地震モーメント）は、一般的に、断層長さや面積との間で一方が大きくなればもう一方も大きくなるという比例関係にあることが知られており、過去の地震記録により得られた経験式（スケーリング則）によって設定することが可能である。ただし、本件発電所の新規制基準適合性審査当時は強震動予測レシピにおいても断層長さ約480 kmまで適用できる手法の記載がなかった

ことも踏まえて、被告は、①壇ほか(2011)⁴²(乙D25)、②Fuji and Matsu'ura(2000)⁴³(乙D270)及び③入倉・三宅(2001)⁴⁴(乙D271)の複数のスケーリング則をいずれも基本震源モデルに採用した(乙C131(6-5-33頁), 乙D35(23頁))。

① 壇ほか(2011)は、内陸地殻内の長大な横ずれ断層について震源断層モデルの作成に必要な断層パラメータの一連の設定手順を提案する論文であり、新規制基準適合性審査当時には強震動予測レシピにおいても断層パラメータの設定手順が示されていない長大断層にも適用できる手法であり、2002年アラスカDenali地震の長大断層における地震の観測記録等を対象とした検証で妥当性が確認されている信頼性の高い手法である(乙D35(196~207頁), 乙D85, 乙D86, 乙D89, 乙D334(26~27頁))。また、IAEAの基準においても、長大断層に適用できる断層パラメータの設定手法として紹介されている(乙D88(65頁))。被告は、壇ほか(2011)が、複数のパラメータを一連で設定できることに加えて、被告が基本震源モデルとして採用した3つの震源断層の長さの全てに対して適用が可能であり、一貫した考え方で評価できることを踏まえて、これを用いて3つの震源断層の長さの各ケースの地

42 「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用」壇一男, 具典淑, 入江紀嘉, アルズペイマ サマン, 石井やよい, 日本建築学会構造系論文集, 第670号, 2041-2050, 2011.

43 「Regional difference in scaling laws for large earthquakes and its tectonic implication」Y. Fujii, M. Matsu'ura, Pure and Applied Geophysics, Vol. 157, 2283-2302, 2000

44 「シナリオ地震の強震動予測」入倉孝次郎, 三宅 弘恵, 地学雑誌, Vol. 110, 849-875, 2001

震規模を設定した（乙D35（25頁））。

② Fuji and Matsu'ura（2000）は、長大な横ずれ断層に対して、断層形状（断層幅と断層長さ）と地震モーメントとの関係式を提案するとともに、観測データに基づく回帰計算により平均応力降下量を3.1MPaと設定することなどを提案している。この平均応力降下量3.1MPaについては、強震動予測レシピにおいて、「円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等」、すなわち円形の破壊面を想定することが困難な横長の断層に対して用いる方法として採用されている。新規制基準適合性審査当時、強震動予測レシピには、長大断層の評価手法が整備されていなかったが、Fuji and Matsu'ura（2000）の応力降下量が採用されていたことを踏まえて、断層長さ約130km及び約480kmのケースの地震規模の設定に用いた。（乙D35（40頁、42頁）、乙D36（付録3-10～付録3-11頁）、乙D334（27～28頁））

③ 入倉・三宅（2001）は、強震動予測に必要なパラメータ設定の方法及びその手順を提案したものであり、強震動予測レシピを通じて広く実用されている（壇ほか（2011）と同様に、IAEAの基準でも紹介されている。）。入倉・三宅（2001）のスケーリング則は、一定程度の規模以上の地震では断層幅（地震発生層の厚さ）が飽和し、スケーリング則が変化することに着目して、地震規模が小さい領域（地震モーメントが 7.5×10^{18} N・m未満）においては、地震モーメントが長さ \times 幅とすべり量

⁴⁵に比例するSomerville et al. (1999)⁴⁶のスケーリング則に従い、ある程度地震規模が大きくなり、断層幅の上端から下端まで破壊が達したあと（地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$ 以上、 $1.0 \times 10^{21} \text{N} \cdot \text{m}$ 以下）は、地震モーメントが長さとしべり量に比例する入倉・三宅（2001）のスケーリング則に従うことを提案するものである。新規制基準適合性審査当時も、強震動予測レシピに採用されるなど広く使用されていた信頼性の高い手法であることから、被告は、入倉・三宅（2001）をその適用範囲を踏まえて、断層長さ約54kmのケースの地震規模の設定に用いた。（乙D35（44頁）、乙D36（付録3-4頁）、乙D334（28~29頁））

（以上、乙D342（40~42頁））

c アスペリティ位置及び個数の設定

アスペリティは、震源断層面の中でも強く固着した領域のことであり、震源断層面の中でも特に大きなずれ及び大きな揺れを生じさせる領域である。アスペリティが評価対象地点に近いほど強い地震波が近距離から到来することになるため、アスペリティの位置をどのように設定するかは敷地における地震動を評価する上で重要となる。

アスペリティの位置に関し、水平方向の位置に関する情報として、

45 断層面のずれ動いた量。変位量も同義。

46 「Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion」Somerville, P.G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada, Seismological Research Letters, 70, 59-801, 1999.

強震動予測レシピにもあるとおり、「アスペリティ分布と地表で変位量が大きかった部分がよく一致」することが知られており、強震動予測レシピにおいても、震源断層浅部の変位量分布と起震断層の変位量分布とがよく対応することが明らかにされていることを踏まえ、活断層調査から得られた1回の地震イベントによる変位量分布、もしくは平均変位速度（平均的なずれの速度）の分布からアスペリティの位置を設定することができるかとされている。これに対して、深度方向の位置は推定が困難であるとされている。（乙D73（9頁）、乙D268（56～57頁））
（以上、乙D342（42～43頁））

本件発電所の敷地正面の海域には、ジョグという断層破壊の末端（活動セグメントの境界）を示唆する地質構造が存在している。このジョグの存在は、中央構造線断層帯の研究の権威である岡田篤正京都大学名誉教授も認めている（乙D276（15頁））。被告は、断層長さを設定する際にこの場所でセグメント区分をしていないが、例えば、断層の形態的特徴に着目して活動セグメントを区分し国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「産業技術総合研究所」という。）⁴⁷が公開している「活断層データベース」に採用されている吉岡ほか（2005）⁴⁸は、本件発電所の敷地正面の海域のジョグで「伊予長浜沖活動セグメント」と「三机沖活動セグメント」とに区分しており（乙D368（1頁、84頁）、乙D369）、ジョグ

47 明治15年創立の地質調査所にルーツを持つ、科学技術の研究開発を行う日本最大級の公的研究機関である。

48 「全国主要活断層活動確率地図及び同説明書（200万分の1）」吉岡敏和、栗田泰夫、下川浩一、杉山雄一、伏島祐一郎、2005、産業技術総合研究所地質調査総合センター

の屈曲の幅と破壊の停止の関係を報告するWesnousky (2006)⁴⁹の知見によれば、3回に1回はここで破壊が停止するような場所である(乙D348(6頁, 8頁), 奥村証人調書速記録(13頁))。ジョグが断層破壊の停止域になるということは、ジョグで変位量(すべり量)が小さくなることにほかならず(奥村証人調書速記録(10頁)), このことは杉山(2003)⁵⁰においても示されている。また、本件発電所の敷地正面のジョグについては、耐震バックチェックにおける専門家の議論において、動力学的な分析等も参照しながら、このジョグで破壊が停止しない場合にも変位量が大きくなると考えられることなどについて議論されている(奥村証人調書速記録(14頁))。

被告は、本件発電所の敷地正面にジョグが存在すること、アスペリティの分布と地表で変位量が大きな部分とが対応することを踏まえ、アスペリティの水平方向の位置は、保守的にジョグが存在する位置を除いて敷地に最も近い位置(ジョグに隣接して東西に2箇所)に設定した(乙D35(51頁))。ジョグにアスペリティが想定されにくいことは奥村証人も証言したとおりである(奥村証人調書速記録(14頁))。

(以上、乙D35(22頁, 51頁), 乙D342(43頁))

一方、アスペリティの深度方向の位置については、設定するための具体的な情報がないところ、このような場合、中央付近に設定す

49 「Predicting the endpoints of earthquake ruptures」 Wesnousky, S. G., Nature, 444, 358-360, 2006.

50 「活断層情報の現状とその活用法—強震動予測への貢献の観点から—」 杉山雄一, 第31回地盤震動シンポジウム, 5-14, 2003.

るのが平均的な方法であり、強震動予測レシピでもそのように設定することとなっている（乙D73（9頁））。しかしながら、アスペリティ位置は、地震動レベルへの影響が大きなパラメータでもあることも踏まえ、被告の地震動評価では、保守的に、本件発電所の敷地に近づく（地震動レベルが大きくなる）ように震源断層の最上端に設定した。

（以上、乙D35（22頁，51頁），乙D342（43頁））

d アスペリティの応力降下量及び面積の設定

応力降下量は、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し、地震により解放されたエネルギーを意味する。アスペリティから放出される地震波の大きさは、アスペリティの応力降下量に大きく依存するので、アスペリティの応力降下量は、評価対象地点において計算される地震動レベルへの影響が大きなパラメータといえる。

アスペリティの応力降下量は、震源断層を調査することによって直接的に把握することはできないため、過去の地震記録により得られた経験的な値によって設定する。

壇ほか（2011）（乙D25）は、アスペリティの応力降下量として12.2MPaを提案するとともに、アスペリティの面積の設定方法も規定している。

一方、強震動予測レシピでは、中央構造線断層帯のような横長の震源断層に対しては、内陸地殻内の横ずれ地震における震源断層全体の平均応力降下量として3.1MPaを提案するFuji and Matsu'ura（2000）の使用が提案され、また、ア

スペリティの面積については、内陸地殻内地震におけるアスペリティ総面積の割合は、震源断層全体の面積の平均22%とするSomerville et al. (1999)の使用が提案されている。この震源断層全体の平均応力降下量と、震源断層全体のうちアスペリティが占める割合との関係から、アスペリティの応力降下量は14.4MPaと求まる。(乙D73(11~12頁))

被告は、これらの応力降下量を、地震規模を設定する際に用いたスケーリング則に応じて、壇ほか(2011)によって地震規模を設定したケース(断層長さ約480km、約130km及び約54kmの各ケース)では、壇ほか(2011)の提案するアスペリティの応力降下量と面積を、Fuji and Matsu'ura(2000)によって地震モーメントを設定したケース(断層長さ約480km及び約130kmの各ケース)及び入倉・三宅(2001)によって地震モーメントを設定したケース(断層長さ約54kmのケース)では、強震動予測レシピが提案するアスペリティの応力降下量と面積の算出方法をそれぞれ採用して設定した(乙D35(47~50頁))。

なお、上記cで述べたとおり、被告は、アスペリティの位置について、地震動レベルへの影響が大きなパラメータであることも踏まえて、保守的に震源断層の最上端に設定しているところ、アスペリティの応力降下量の大きさはアスペリティの深さが浅くなるにつれて小さくなるという知見もある(Asano and Iwata

(2011)⁵¹)。この知見を踏まえると、本来小さめの応力降下量が想定される震源断層最上端のアスペリティに対して、経験式から求まる応力降下量をそのまま想定することは、保守的な地震動評価につながる(乙D334(14頁))。

(以上、乙D342(43~44頁))

e 断層の破壊伝播速度の設定

破壊伝播速度とは、断層破壊が断層面上で伝播する速さを指す。破壊伝播速度について、強震動予測レシピで採用されている知見としてGeller(1976)⁵²によるS波速度の0.72倍が知られており(乙D73(13頁))、過去に発生した地震の分析から震源域での破壊伝播速度を検討した宮腰ほか(2003)⁵³からも、その平均値がGeller(1976)とほぼ一致する結果が得られている。そして、被告の地質調査等の結果からは、破壊伝播速度を修正すべき特段の事情は得られていないことから、基本震源モデルにおいては、強震動予測レシピに基づき、S波速度の0.72倍を設定した(乙D35(24頁))。(乙D342(44頁))

f 破壊開始点の設定

震源断層の破壊の開始の位置、すなわち破壊開始点が、評価対象地点に向かって断層破壊が進行してくるような場所にある場合、一

51 「Characterization of stress drops on asperities estimated from the heterogeneous kinematic slip model for strong motion prediction for inland crustal earthquakes in Japan」, Asano, K., Iwata, T., Pure and applied geophysics, 168, 105-116, 2011.

52 「Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes」 Geller, R. J., Bulletin of the Seismological Society of America, 66, 1501-1523, 1976.

53 「すべりの時空間的不均質性のモデル化」宮腰研, 科学技術振興調整費報告書「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」

般に、地震波が重なり合い、揺れが大きくなる。

破壊開始点については、設定するための具体的な情報がないため、保守的に、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の破壊が敷地の方向に向かって進行するように、複数の破壊開始点を設定し、基本震源モデルに織り込むこととした。具体的には、断層の西端、東端及び中央（敷地正面下部）のそれぞれの下端を破壊開始点に設定した複数のケースを想定した（乙D35（23頁、36頁））。これは、それぞれの方向から本件発電所の敷地に向かって地震波が重なり合う厳しい想定をしていることとなる（断層破壊は放射状に広がるため、実際の地震において仮に上記以外の場所から破壊が開始すると、敷地から遠ざかる方向に断層破壊が進行し、敷地での地震動が現在の評価結果よりも小さくなる場合もある。）。また、後記（工）aの応力降下量の不確かさを考慮するケースでは、更に、敷地前面海域の断層群のアスペリティ下端を破壊開始点とするケースを追加で考慮している。（乙D35（36頁）、乙D342（44～45頁））

g 基本震源モデルの保守性

以上のように、被告は、中央構造線断層帯について詳細な調査を行いその性状を把握した上で、複数の不確かさを保守的に重畳して考慮した基本震源モデルを設定しており、基本震源モデル自体が非常に保守的なものとなっている。

敷地前面海域の断層群が単独で活動するケースから、約480kmまで連動するケースまで3つの断層長さのケースを考慮し、地震規模を設定する際には複数のスケーリング則を用いている。本件発電

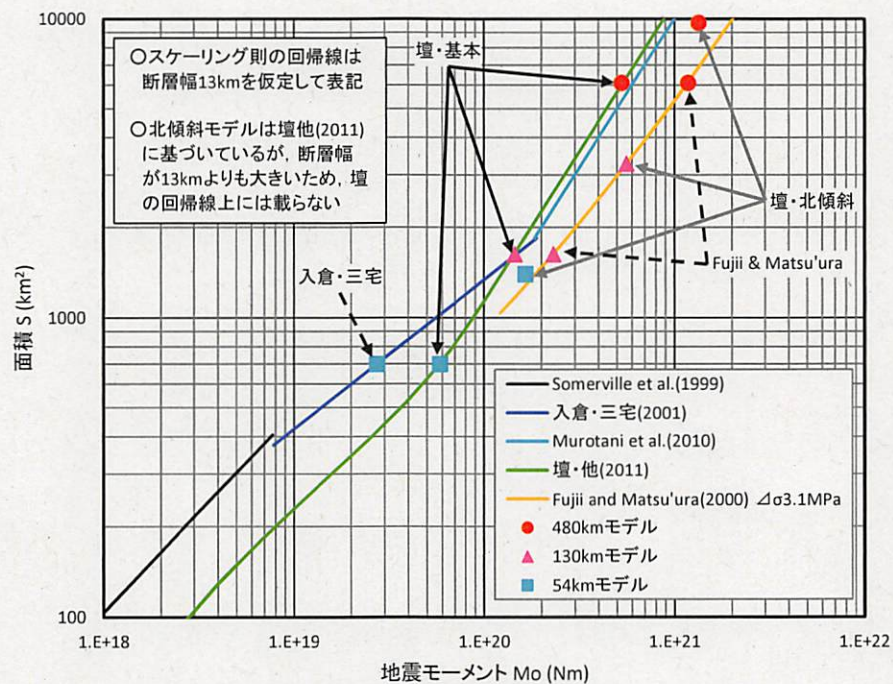
所の新規制基準適合性審査後、強震動予測レシピには、長大断層の評価手法として、Murotani et al. (2015)⁵⁴のスケーリング則が採用された(乙D73(5頁))。Murotani et al. (2015)は、すべり量が断層長さに比例して一様には大きくなり一定程度で飽和すること、中央構造線断層帯のような長大断層に限れば、地表最大変位量は平均すべり量の概ね2~3倍、地表最大変位量は断層長さがほぼ100kmで約10mに飽和することを踏まえたスケーリング則である。

Murotani et al. (2015)は、室谷ほか(2009)(乙D95)、室谷ほか(2010)(乙D94)等の知見を査読論文としたものであり、Murotani et al. (2015)のスケーリング則は、室谷ほか(2010)のスケーリング則と一致する。そこで、被告が用いたスケーリング則と室谷ほか(2010)のスケーリング則を比較した図21を見ると、室谷ほか(2010)(Murotani et al. (2015))が適用できる長さ約130km及び約480kmのケースについて、壇ほか(2011)を適用した結果評価される地震規模は、室谷ほか(2010)(Murotani et al. (2015))を適用した結果評価される地震規模と整合的である。一方、Fuji and Matsuura(2000)を適用した結果評価される地震規模は、強震動予測レシピに採用されている室谷ほか(2010)(Murotan

54 「Scaling Relations of Source Parameters of Earthquakes Occurring on Inland Crustal Mega-Fault Systems」, Murotani, S., S. Matsushima, T. Azuma, K. Irikura, and S. Kitagawa, Pure Appl. Geophys., 172, 1371-1381, 2015.

i e t a l.(2015)) よりも大きい。また、長さ約54kmのケースについては、強震動予測レシピに採用されている入倉・三宅(2001)を適用した結果評価される地震規模よりも、壇ほか(2011)を適用した結果評価される地震規模の方が大きい。これらのことから、被告は、現行の強震動予測レシピを用いて得られる地震規模と統合的な地震規模を求めるスケーリング則とそれよりも大きめの地震規模を与えるスケーリング則とを併用しているということになり、地震規模の設定の保守性を示している。(図21)

(以上、乙D342(41~42頁))

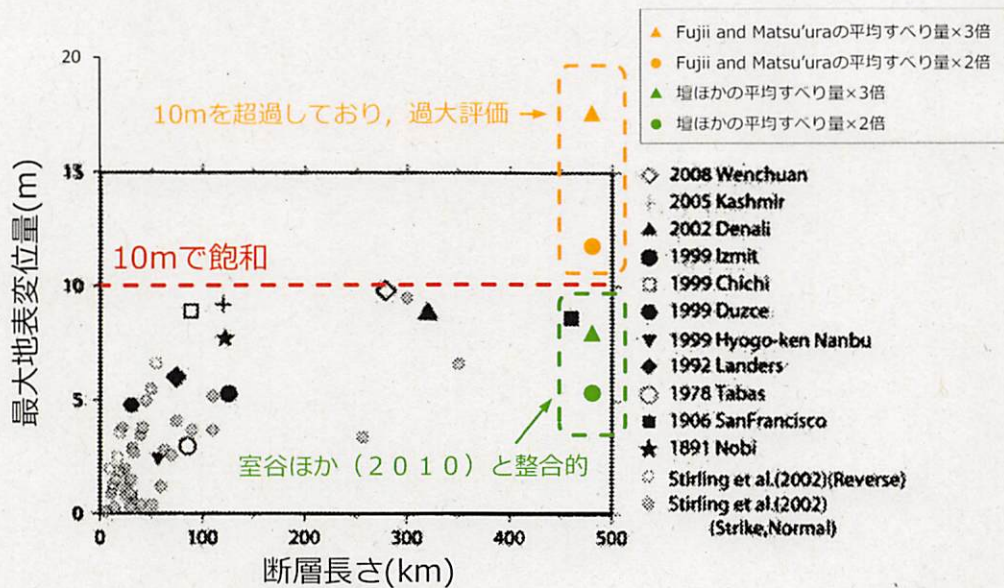


(乙D35(55頁)から引用。凡例のMurotani et al. (2010)は、室谷ほか(2010))

図21 被告が用いたスケーリング則の比較

以上の被告が用いたスケーリング則のうち、Fujii and M

a t s u ' u r a (2 0 0 0) については、強震動予測レシピ等で考慮されるすべり量の飽和という考え方に照らしても、これを用いていることの保守性が示される。具体的には、長大断層の地表最大変位量は震源断層の平均すべり量の概ね2～3倍であるとする室谷ほか(2009)の知見(乙D95)及び地表最大変位量は断層長さが概ね100kmで約10mに飽和するとの室谷ほか(2010)の知見(乙D94)に照らした場合(いずれもMurotani et al.(2015)が踏まえている知見)、壇ほか(2011)の手法で求まる平均すべり量の2～3倍を地表最大変位量と考え、これと室谷ほか(2010)で示されているデータベースとを比較すると、室谷ほか(2010)の知見と整合的である(図22の緑色のプロット)のに対し、Fuji and Matsu'ura(2000)の手法で求まる平均すべり量を2～3倍すると10mを超え、室谷ほか(2010)の知見からは過大な値となる(図22の橙色のプロット)。このように、被告は、強震動予測レシピ等で考慮されるすべり量の飽和という考え方に照らして過大となるスケーリング則も併用して地震動を評価することで、十分に保守的な評価を行っている。



(乙D 3 5 (2 6 頁) から引用, 加筆)

図 2 2 最大地表変位量と断層長さの関係 (断層長さ約 4 8 0 km の例)

また、震源断層の上端深さは、複数の調査結果から推定される範囲から保守的に 2 km と設定した上で、その最上端にアスペリティを配置している。この結果、被告のアスペリティの設定は、地震本部が、全国地震動予測地図の評価 (中央構造線断層帯伊予灘区間) において、震源断層の上端深さを 4 km、アスペリティの上端深さを震源断層の上端から更に 2 ~ 4 km 深い位置に設定していること (乙D 7 8 (2 2 3 頁)) と比較して、4 ~ 6 km 浅い保守的な設定である。
(乙D 3 4 2 (4 3 頁))

そして、破壊開始点は設定するための具体的な情報がないところ、被告は、本件発電所の敷地に向かって地震波が重なり、地震波が大きくなるよう破壊開始点を設定している (乙D 3 4 2 (4 5 頁))。

したがって、被告が設定した敷地前面海域の断層群 (中央構造線断層帯) の基本震源モデルは、本件発電所の敷地において平均的な

地震動をもたらす震源像ではなく、大きな地震動をもたらす保守的な震源像である(乙D334(15~16頁),乙D342(45頁))。

(エ) 基本震源モデルに独立して重畳する不確かさ

上述のとおり、中央構造線断層帯の性状について十分に調査・検討を尽くした上で、地震規模(地震モーメント)の設定やアスペリティの配置等に配慮を払うことで、保守的な基本震源モデルを設定しているところではあるが、一方で、自然現象の評価には不確かさが残ることを踏まえ、被告は、更に以下に述べる不確かさを基本震源モデルに独立して重畳させた(乙C131(6-5-31~6-5-32頁,6-5-69~6-5-75頁),乙D35(21~24頁,37頁))。

a 応力降下量に関する不確かさ

応力降下量について、2007年新潟県中越沖地震(以下「新潟県中越沖地震」という。)では、応力降下量(正確には、応力降下量と相関関係にある短周期レベル)が平均的な値の1.5倍程度大きかったという指摘がある(乙D42)。これは、ひずみ集中帯に位置する逆断層タイプの地震という地域性によると考えられ、本件発電所が立地するような横ずれ断層の卓越する地域で想定されるものではない。また、中央構造線断層帯のような横ずれ断層の短周期レベルは、逆断層の短周期レベルより小さい傾向にあるとの知見もある(乙D370(930頁))。また、応力降下量については、破壊が地中に留まる断層と、破壊が地表に達する断層とを比較すると、前者の応力降下量は、後者の応力降下量よりもほぼ2倍大きいという知見もある(乙D371(日本語訳3頁))。中央構造線断層帯は、過去の地震活動に伴って地表及び海底に明瞭な活断層が現れてお

り、これが活動したときには地表地震断層として出現すると考えられることから、この点でも、応力降下量が大きくなる傾向の性質を持っていない。

以上からすれば、中央構造線断層帯については、平均的な応力降下量よりも大きな値を想定すべき特段の事情はみられないものの、応力降下量は、評価対象地点において計算される地震動レベルを大きく左右するパラメータであることなども踏まえ、被告は、不確かさの考慮として、基本震源モデルの応力降下量を1.5倍又は20 MPaの大きい方とした場合の評価を行った。

(以上、乙C131(6-5-32頁)、乙D334(30~31頁)、乙D342(46頁)、乙D350(35~36頁))

b 地質境界断層に関する不確かさ

被告は、敷地前面海域の断層群の震源断層の断層傾斜角について、地質調査等の結果から、ほぼ鉛直と評価し、90度を基本震源モデルとしている。

一方、活断層としての中央構造線断層帯が、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合地点以深で地質境界としての中央構造線につながる可能性も考慮し、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合地点以深で北へ傾斜する地質境界としての中央構造線を震源断層と想定したケースを評価した。この際、傾斜角は、地質境界としての中央構造線の傾斜角が30度から40度であるという知見を踏まえ、保守的に、断層面積が広くなる(地震規模がより大きくなる)傾斜角30度を設定している。

(以上、乙C131(6-5-32頁)、乙D334(31頁)、乙

D342 (46頁), 乙D350 (37~43頁))

c. 断層傾斜角に関する不確かさ

断層傾斜角について、被告は、地質調査等の結果から、中央構造線断層帯の震源断層の傾斜角はほぼ鉛直と評価し、鉛直(90度)を基本震源モデルとしている。

一方で、自然現象である以上、鉛直に近い角度での多少のばらつきがあることまでは否定できないので、断層傾斜角の不確かさとして、角度のばらつきを考慮した場合の影響を評価した。具体的には、南北の傾斜のうち、より敷地に近づく方向である南側に80度で傾斜するケースを評価した。

(以上、乙C131(6-5-32頁), 乙D334(31頁), 乙D342(47~48頁), 乙D348(20~23頁))

敷地前面海域の断層群の震源断層が南に傾斜している可能性を述べる見解は、地震本部における中央構造線断層帯の長期評価における議論においてもなかったところであるが、本件発電所の基準地震動に関する耐震バックチェックに係る議論において、鉛直の断層面を想定した場合に、本件発電所の沖合い約8kmに見られる2本の主断層のうち1本がわずかに南に傾斜していること、南に傾斜した場合には断層面は本件発電所の敷地に近づくことなどを踏まえて、念のため南側に80度に傾斜した場合の考慮が求められたもので、数多くの専門家の議論の結果である。(奥村証人調書速記録(18~21頁))

(以上、乙D334(31頁), 乙D342(47~48頁), 乙D348(20~23頁), 乙D350(37~43頁), 乙D361

(5頁))

d 破壊伝播速度に関する不確かさ

破壊伝播速度について、被告は、強震動予測レシピに基づき、S波速度の0.72倍を基本震源モデルとしている。

一方、2001年Kunlun地震や2002年Denali地震等の海外の長大な横ずれ断層で発生した地震において、破壊伝播速度が地震発生層のS波速度よりも速い事例が観測されているところ、このような例は、断層トレースが直線的で、断層変位量が大きい領域において見られるという特徴がある。中央構造線断層帯において具体的にこのような指摘はないものの、断層トレースについて、紀伊半島から四国東部において直線的な分布を示すこと、変位量の大きき傾向として、四国中東部の区間では変位量が大きく、その東西両側で小さくなる傾向が認められていることから、不確かさの考慮として、念のため、断層長さが長大な約480km及び約130kmのケースでは、破壊伝播速度とS波速度が一致する条件の場合を評価した。破壊伝播速度については、S波速度より速く設定すると、震源断層の破壊が地震動より先行して伝播し、震源断層から放出された地震動が重なりにくくなるので、被告が設定したように、破壊伝播速度とS波速度が一致して破壊の進行方向に地震動が重なる場合が保守的な想定となる。併せて、約54kmのケースでは、宮腰ほか(2003)に示されている破壊伝播速度のばらつきを考慮した場合の影響も評価した。

(以上、乙C131(6-5-32頁)、乙D334(31頁)、乙D342(48頁)、乙D350(44頁))

e アスペリティの平面位置に関する不確かさ

アスペリティの平面位置（水平方向の位置）については、活断層調査から得られた1回の地震イベントによる変位量分布、もしくは平均変位速度（平均的なずれの速度）の分布から設定することができる。本件発電所の敷地正面には、断層破壊の停止域、すなわち変位量が小さな領域と対応するジョグが存在しているところ、基本的にはジョグにアスペリティは想定されないため、基本震源モデルにおいては、当該位置にアスペリティは配置していないが、不確かさの考慮として、敷地正面のジョグにアスペリティを配置（深さ方向には、保守的に震源断層の最上端に配置）した場合の評価を行った。

（乙C131（6-5-33頁）、乙D334（31頁）、乙D342（48頁）、乙D350（45～47頁））

(オ) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、策定した断層モデルに基づき、断層運動によって岩盤の破壊が進行する現象を表現する。具体的には、震源モデルの断層面を細分化した各マス目から放出された小地震の地震波形を合成することで評価対象地点の地震波形を計算する。この際、各マス目から放出される地震波形（要素地震）の合成方法として、経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法の2種類の方法がある。経験的グリーン関数法は、想定する断層の震源域で実際に発生した中小地震の観測記録を要素地震として用いる方法であり、評価対象地点と震源との位置関係（地震波が伝播する間にある岩盤の構造や物性など）を踏まえた伝播特性及び評価対象地点の増幅特性が自ずと反映される点にメリットがある。一方、評価対象地点において、

要素地震として適切な観測記録がない場合の方法として、地震波の伝播特性及び評価対象地点の増幅特性を考慮して人工的に作成した要素地震を用いる統計的グリーン関数法が用いられる。

本件発電所周辺では、要素地震として適切な敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震が発生していないものの、海洋プレート内地震では適切な規模の地震観測記録が得られている。この観測記録は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の震源特性を反映したものではないものの、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）と同じ本件発電所の北側に震源があるため伝播特性が似ているとともに、本件発電所の地盤の増幅特性が反映されている。被告が、経験的グリーン関数法及び統計的グリーン関数法の両方を用いて評価した結果、両者の地震動レベルはほぼ同等の結果であったものの、南北方向の地震動レベルについて、経験的グリーン関数法の方が、要素地震の特徴から、本件発電所の施設の耐震安全性に与える影響が大きい短周期側の地震動レベルが大きくなった。被告は、これを踏まえ、基準地震動の策定においては、保守的に経験的グリーン関数法を採用した。（乙C131（6-5-41頁））

そして、基本震源モデル（断層長さ、スケーリング則、破壊開始点の組み合わせで複数ケースがある）の各ケースに加え、基本震源モデルのケースに、不確かさの考慮として、応力降下量、地質境界断層、断層傾斜角、破壊伝播速度及びアスペリティの平面位置に関する不確かさを組み合わせたケースを合わせた、約100通りのケースに対して地震動を評価した。

（以上、乙D35（4頁、23～24頁、144～150頁、153

～155頁), 乙D342 (55～56頁), 乙D361 (32～33頁, 44頁))

(カ) 応答スペクトルに基づく地震動評価

a 用いた距離減衰式

本件発電所の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、①解放基盤表面の地震動として評価できること、②水平方向及び鉛直方向の地震動が評価できること、③震源の広がりを考慮できること、④敷地における地震観測記録を用いて地域特性等が考慮できることに着目して検討した結果、基本として用いる距離減衰式として耐専スペクトル⁵⁵を採用した。そして、耐専スペクトル以外にも、国内外で標準的に用いられている距離減衰式であって本件発電所の敷地での適用が考えられる9つの距離減衰式(以下、総称して「その他距離減衰式」という。)でも評価を行うこととした。ちなみに、いずれの距離減衰式も、本件発電所の敷地の地盤よりも軟らかい地盤を評価の前提としており、被告がこれをそのまま用いていることは保守側の評価となっている。(乙D35 (94～107頁), 乙D334 (16～20頁), 乙D342 (49～50頁), 乙D347 (16～17頁), 乙D361 (21～22頁))

55 Noda et al. (2002) が提案する応答スペクトルを求める手法。岩盤における観測記録に基づく距離減衰式が示されている。一般社団法人日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会にて、議論・検討されたことから、「耐専スペクトル」又は「耐専式」とも呼ばれており、本書面では「耐専スペクトル」との呼称を使用している。なお、Noda et al. (2002) は、英文の論文であるが、その手法については、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601 (日本電気協会) において具体的内容が紹介されている。なお、乙D24は、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601 (日本電気協会) の2007年版 (JEAG 4601-2007) の抜粋であるが、同指針は2015年に改訂されており、乙D81が改訂後の指針 (JEAG 4601-2015) の抜粋である。

b 地震規模

被告が基本として用いた耐専スペクトルが、地震規模として気象庁マグニチュード⁵⁶を用いる距離減衰式であることから、被告は、応答スペクトルに基づく地震動評価に当たって、断層長さと気象庁マグニチュードとの関係式である松田式（乙D79, 乙D269）から地震規模を求めた。松田式は、断層の長さから地震規模を求める経験式（スケーリング則）であるところ、特に震源断層の長さによく対応することが確認され、強震動予測レシピにおいても、地表の活断層の情報（断層長さ）をもとに簡便化して震源断層を推定する場合に用いる経験式として示されるなど、震源断層の長さと言語庁マグニチュードとの関係を表す信頼性の高い式である。（乙D35（95頁）、乙D342（49頁）、乙D372）

c 検討ケース

断層長さは、上記（ウ）aで述べた基本震源モデルの約480km、約130km及び約54kmの3つのケースに加え、等価震源距離を用いるという耐専スペクトルの特性を踏まえて、約69kmとするケースを評価対象とした。断層長さを約69kmとするケースは、敷地前面海域の断層群（約54km）の両側を構成するジョグの端部まで破壊することを想定するものである。ジョグは、断層の破壊が停止し、または破壊が隣のセグメントに乗り移る（伝播する）領域であって、

56 マグニチュードにはいくつかの種類がある。気象庁マグニチュード（M_j）は、地震計で観測される波の振幅から計算したマグニチュードである。一方、モーメントマグニチュード（M_w）は、断層面積と平均すべり量の積に変形した岩盤の硬さを表す剛性率をかけて示されるエネルギー量（地震モーメント）に対応させたマグニチュードである。単にMとだけ表記されている場合は、どの種類のマグニチュードを指すかは、その時々による。

ジョグの端まで破壊した場合には、ジョグで破壊が停止せず更に長い区間で連動することとなるので、断層長さ約69kmのモデルは地震学的には考え難いものである。しかしながら、耐専スペクトルは、等価震源距離を用いるために、長い断層を想定した場合には地震規模は相対的に大きくなる一方、等価震源距離は相対的に遠くなってしまい、結果として、短い断層の地震動レベルよりも長い断層の地震動レベルが小さくなる可能性があるという特性を持つことを踏まえ、念のため考慮したものである（その他距離減衰式は、断層最短距離を用いるので、このような特性はない。）。

以上の4つの断層長さのケースそれぞれについて、不確かさの考慮として、断層傾斜角が鉛直のモデルと北傾斜のモデルを考慮して評価を行った。

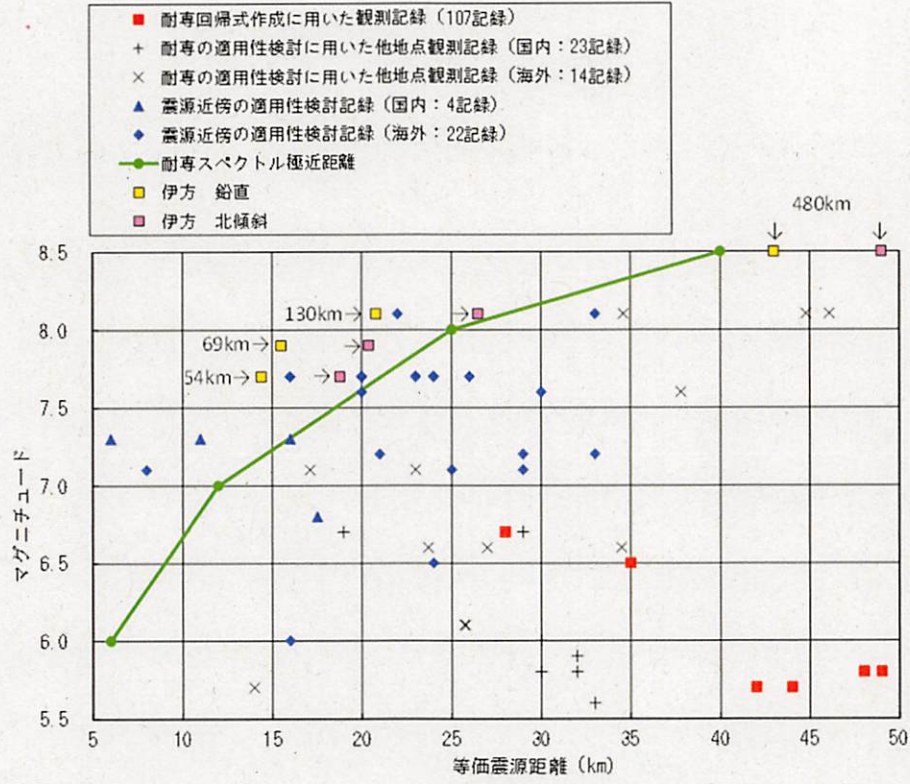
（以上、乙D35（95頁）、乙D342（49～50頁）、乙D348（5～10頁）、乙D361（27頁））

d 耐専スペクトルの適用性の検証

距離減衰式は、実際の地震観測記録等のデータを回帰分析し、科学的に有意な関係を表す関係式として作成されるものであるため、基本的には、その基となるデータなどから決まる適用範囲において信頼性が担保されている。このため、距離減衰式は、基となるデータの地震規模、震源距離等から、適用条件、適用範囲について検討した上で適切に適用性を検証する必要がある。

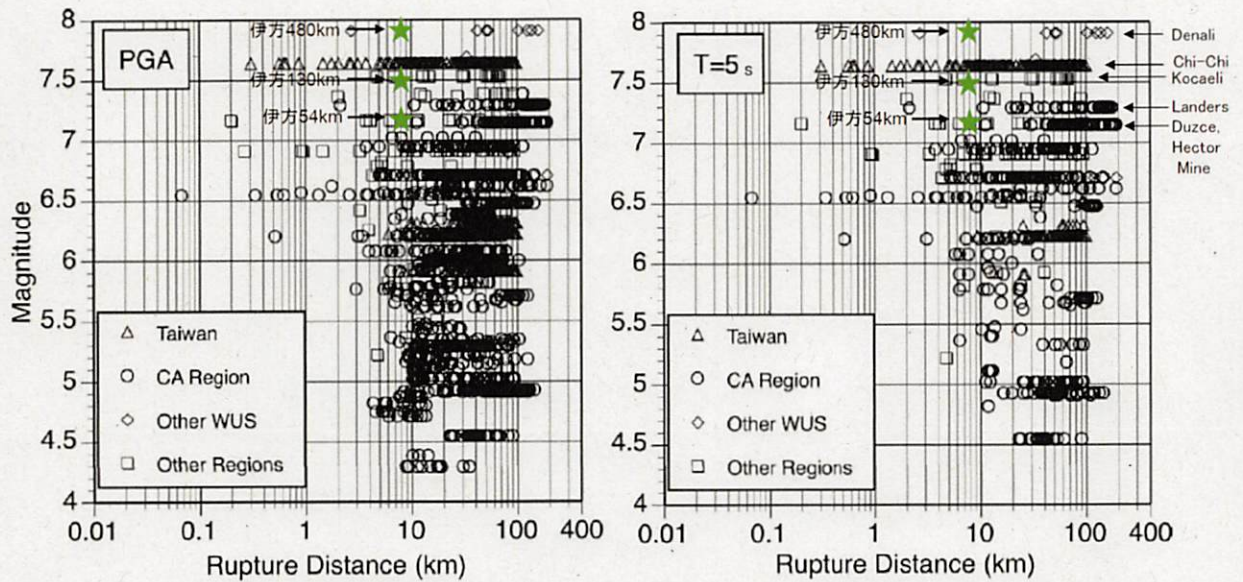
被告の応答スペクトルに基づく地震動評価における検討ケースと耐専スペクトルの適用範囲とを比較すると、断層長さ約480kmのケースは鉛直及び北傾斜ともに耐専スペクトルが適用できる範

囲にある。一方、断層長さ約130km、約69km及び約54kmのケースは、いずれも、基本的には適用外の範囲にある(図23)。そこで、被告は、耐専スペクトルによる評価結果とその他距離減衰式及び断層モデルによる評価結果とを比較して、各ケースの適用性について検証を行った。その他距離減衰式の中には全てのケースについて適用可能なものもある(図24、乙D35(110~120頁)、乙D347(18頁))。評価結果を比較すると、いずれのケースにおいても、その他距離減衰式の評価結果は相互に整合的であるし、断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果とも整合的であった(乙D35(122~131頁)、乙D342(50~51頁)、乙D347(17~18頁))。



(乙D35 (111頁) から引用)

図23 地震規模及び距離による耐専スペクトルの適用性の検証



（ 緑色の星が検討ケース， 黒色の記号（三角形や丸）が距離減衰式の元データを示す。検討ケースが元データの存在する範囲にあること，つまり適用可能であることが分かる。 ）

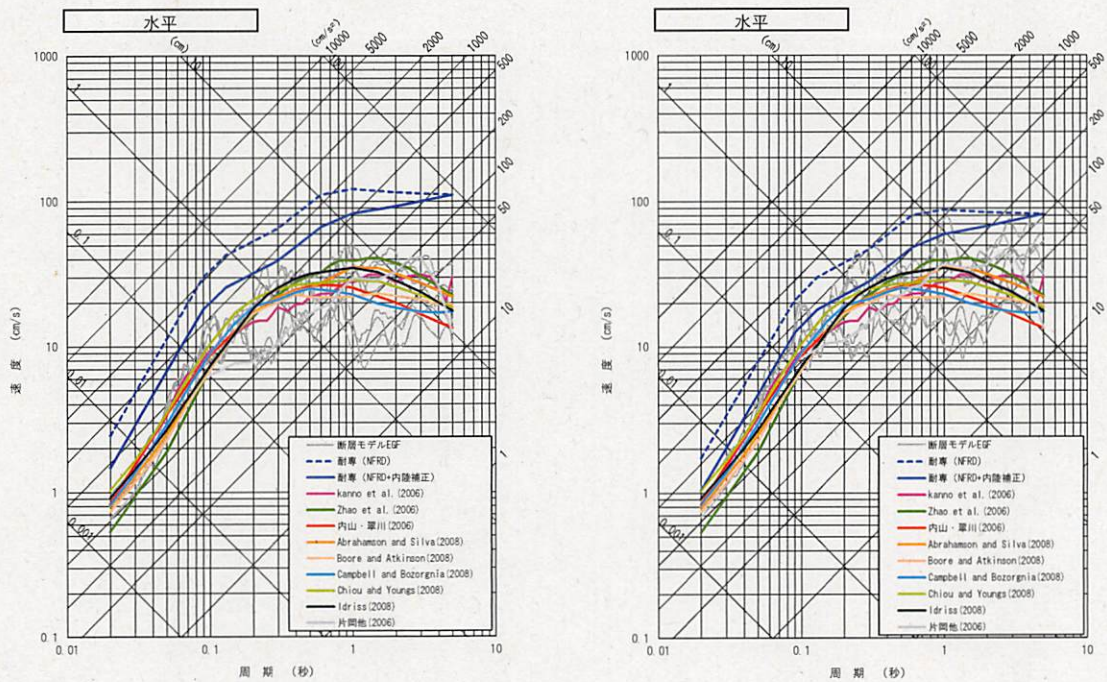
乙D35（115頁）から引用）

図24 その他距離減衰式（Abrahamson and Silva(2008)⁵⁷）の適用性の例

これに対して，耐専スペクトルを用いた評価結果は，断層長さ約54 km，約69 km及び約130 kmのケースでは，断層傾斜角が鉛直のケースにおいて，内陸補正（同じ規模，同じ距離であれば，内陸地殻内地震による地震動は，耐専スペクトルの回帰分析に用いたその他のタイプの地震（海洋プレート内地震及びプレート間地震）と比べて地震動が小さくなるという震源特性を反映させる補正項）を考慮しない場合，内陸補正を考慮した場合のいずれにおいてもその他距離減衰式の地震動レベルと大きく乖離した。また，断層傾斜角

57 「Summary of the Abrahamson & Silva NGA Ground-Motion Relations」 Norman Abrahamson, Walter Silva, Earthquake Spectra, Vol. 24, No. 1, 67-97, 2008

が北傾斜のケースにおいては、内陸補正を考慮した場合にはその他距離減衰式の地震動レベルと比較的整合的であったが、内陸補正を考慮しない場合には乖離が大きいことから、内陸補正を考慮した評価が適切であると評価できる。(図25, 乙D35 (122~127頁), 乙D342 (52~55頁))



[断層傾斜角：鉛直ケース]

[断層傾斜角：北傾斜ケース]

(乙D35 (122~123頁) から引用)

図25 断層長さ約5.4 kmにおける地震動レベルの検証の例

一般に、断層モデルを用いた手法と比較することによって相補的に信頼性の高い地震動評価ができ(乙D347 (7頁), 乙D349 (1頁)), 両者を比較検証することは強震動予測レシピにおいても要求がある(乙D73 (35頁, 37頁))。そして、結果が大きく

乖離する場合、断層モデルのパラメータ設定に誤りがある、あるいは適用できない距離減衰式を適用しているといった可能性がある(乙D347(7頁))。また、震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震の場合には、地震ガイドにおいて、断層モデルを用いた手法による地震動評価が重視されている必要があるとされている(乙A4(262頁), 乙D35(108頁), 乙E24(3頁))。これらを踏まえると、断層傾斜角が鉛直のケースにおいて、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果とその他距離減衰式(対象ケースを適用範囲に含むものもある。)の評価結果が互いに整合的である一方、対象ケースが外挿となる耐専スペクトルの評価結果のみが大きく乖離していることは、耐専スペクトルがその適用範囲を超えているために過大な評価結果となっていると判断することが自然である。

断層長さ約480kmのケースについては、内陸補正を考慮した場合にその他距離減衰式の地震動レベルと整合的であり、内陸補正を考慮しない場合でも、その他距離減衰式の地震動レベルとの乖離はそれほど大きくない(乙D35(128~129頁), 乙D342(55頁))。

以上の結果から、被告は、断層長さ約480kmのケースについては、鉛直ケース、北傾斜ケースともに内陸補正を適用せずに耐専スペクトルにより評価を行った。また、断層長さ約54km, 約69km及び約13.0kmの北傾斜のケースについては、内陸補正を考慮した場合にはその他距離減衰式や断層モデルを用いた手法による地震動レベルと比較的整合的であることから、本来であれば内陸補正を

適用して耐専スペクトルにより評価することが適切と判断されるものの、保守的に内陸補正は考慮せず耐専スペクトルにより評価することとした。一方、断層長さ約54km、約69km及び約130kmの鉛直のケースについては、いずれも耐専スペクトルの適用は適切ではないと判断し、その他距離減衰式により評価することとした。

(乙D35(130~132頁), 乙C131(6-5-36~6-5-39頁), 乙D342(55頁), 乙D346(4~8頁), 乙D361(29~30頁))

念のため断層傾斜角について南傾斜を考慮する不確かさケースについて付言すると、等価震源距離が近くなりすぎ、耐専スペクトルの適用範囲を外れる断層傾斜角が鉛直のケースよりも更に等価震源距離が近くなるので適用範囲外となることが自明である(480kmケースの場合、断層傾斜角が南傾斜のケースも鉛直のケースも耐専スペクトルの適用範囲に入るが、逆に、等価震源距離が遠くなりすぎ、評価結果は鉛直ケースとほとんど同程度となるため、基準地震動の策定に与える影響はない。)。そして、その他距離減衰式はいずれも断層の傾斜角に左右されない断層最短距離を用いるので、評価結果は鉛直と同じになる。したがって、応答スペクトルに基づく地震動評価では、南傾斜のケースを評価する意義はない。(乙D35(95頁), 乙D351(上部に「43」及び「43の続き」と表記の頁), 乙D361(27頁))

また、アスペリティの平面位置に関する不確かさを基本ケースに重畳して考慮するケースについては、アスペリティが敷地に近づくことで等価震源距離が近くなる場所、南傾斜ケースと同様に、等

価震源距離が鉛直ケースよりも敷地に近づくことになるから耐専スペクトルの適用範囲外になるし、断層最短距離を用いるその他距離減衰式の評価結果は鉛直と同じになる（乙D35（95頁））。応力降下量及び破壊伝播速度については、いずれの距離減衰式においてもパラメータとして採用されていないことから、応答スペクトルに基づく地震動評価では考慮できるものはない。

ウ 海洋プレート内地震に係る地震動評価

被告は、海洋プレート内地震について、1649年安芸・伊予の地震（M6.9）を検討用地震として選定した上で、基本震源モデルの設定に当たっては、地震発生位置と地震規模の不確かさをあらかじめ織り込むこととし、敷地直下に既往最大規模の地震（1854年伊予西部地震（M7.0））の地震規模を仮定するなどし、「想定スラブ内地震」として地震動評価を行った。さらに、不確かさの考慮として、2001年芸予地震（M6.7）を再現したモデルをM7.0に較正したケース⁵⁸、M7.2の地震規模を想定したケース、アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、敷地東方の領域に水平に近い断層面を考慮したケース（M7.4）の4つのケースを設定した（乙C131（6-5-33～6-5-34頁）、乙D35（16頁）、乙D342（56～57頁））。

（ア） 応答スペクトルに基づく地震動評価

被告は、設定した各ケースがいずれも耐専スペクトルの適用範囲内にあると判断し、耐専スペクトルを用いて地震動評価を行った（乙C

58 被告準備書面（5）第2の4(3)エ（イ）b（76頁）の13～14行目の「1649年安芸・伊予の地震（M6.9）を再現したモデルをM7.0に較正したケース」は誤記であるので、これを「2001年芸予地震（M6.7）を再現したモデルをM7.0に較正したケース」に訂正する。

131 (6-5-39頁))。

(イ) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

2001年芸予地震の余震である安芸灘の地震(M5.2)の本件発電所の敷地における観測記録を要素地震とした経験的グリーン関数法により評価を行った(乙C131(6-5-42~6-5-43頁))。

エ プレート間地震に係る地震動評価

被告は、プレート間地震について、敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として内閣府検討会が作成したモデルである南海トラフの巨大地震(陸側ケース)(Mw9.0)(乙D277(8頁,31頁))を検討用地震として選定し、基本震源モデルとした。このモデルは、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大地震として過去最大規模の宝永地震(M8.6)や中央防災会議(2003)⁵⁹の想定南海地震モデル(Mw8.6)を上回る想定で十分に不確かさが考慮されたものであるが、内閣府検討会によって設定された強震動生成域⁶⁰に加え、更なる不確かさの考慮として敷地直下にも強震動生成域を追加配置するケースを設定した(乙C131(6-5-35頁),乙D342(56~57頁))。

(ア) 応答スペクトルに基づく地震動評価

被告は、内閣府検討会が南海トラフの巨大地震(Mw9.0)の応答スペクトルに基づく地震動評価のパラメータとしてMw8.3を採用していることを踏まえ、地震規模としてMw8.3を採用した上で、設定した各ケースが耐専スペクトルの適用範囲にあることから、耐専

59 「東南海、南海地震等に関する専門調査会(第16回)、東南海、南海地震に関する報告(案)、平成15年12月16日」中央防災会議、2003。

60 断層面の中で特に強い地震波(強震動)を発生させる領域。

スペクトルを用いて地震動評価を行った（乙C131（6-5-39頁））。

(イ) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

被告は、内閣府検討会の震源モデルに基づき地震規模としてMw 9.0を採用した上で、適切な要素地震が得られていないこと及び内閣府検討会が統計的グリーン関数法を用いていることを踏まえ、統計的グリーン関数法と理論的手法によるハイブリッド合成により評価を行った（乙C131（6-5-43頁））。

(4) 震源を特定せず策定する地震動

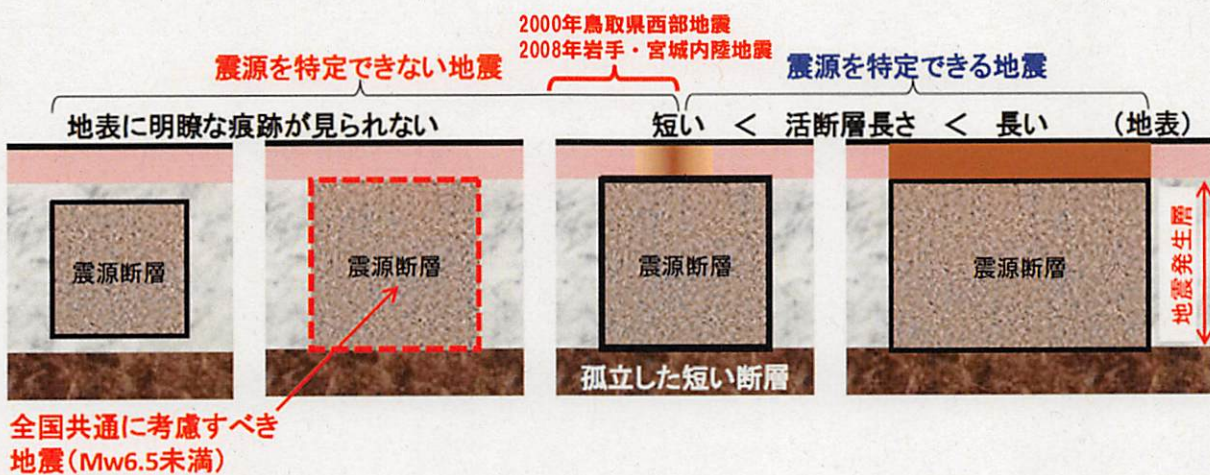
ア 震源を特定せず策定する地震動を評価する趣旨と評価方法

原子力発電所の地震動評価に当たっては、発電所敷地に影響を及ぼす震源を特定するため、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を行うことに最大限の努力を払うが、内陸地殻内地震については、地震規模等によっては、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり地表に痕跡が現れないため、敷地近傍において発生する可能性がある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとは言い切れない。そこで、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の策定に最大限の努力を払うことを前提に、これを補完する位置付けとして、念には念を入れる観点から震源を特定せず策定する地震動の策定が求められている。すなわち、震源を特定せず策定する地震動は、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、工学的な判断として、敷地のごく近傍において地震が発生することを仮定し、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と意味付けられたものである。

震源を特定せず策定する地震動の評価手法として、かつては、敷地直

下に地震規模M6.5の地震を仮定して、地震動を評価する方法が採られていたが、活断層を事前に特定できるかどうかは、地震規模以外の要因にも依存することが知られるようになった（地表に断層が出現するか否かの要因としては、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩、火山岩又は堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる）ことから（図26）、平成18年の原子力発電所の耐震設計審査指針の見直し以降、実際に活断層との関係が特定できなかった過去の地震の地震動の応答スペクトルに基づき設定する方法が採用されるようになり、新規制基準においても、この考え方が採用された。

（以上、乙D342（57～58頁））



（乙D342（59頁）から引用）

図26 事前に震源を特定できない地震の概念図

イ 本件発電所における震源を特定せず策定する地震動において考慮した観測記録

本件発電所の敷地周辺は、活断層の密度が小さい地域とされ(例えば、活断層研究会編(1991)⁶¹)、また、中央構造線断層帯のような成熟した長大な活断層の分布域では、長大な活断層が広域な歪み解放を効率良く行っているため、周辺に小規模な断層が少ないとする知見もある(遠田(2013)⁶²)。このような面から見れば本件発電所のごく近傍に事前に特定できない活断層が存在する可能性は低いといえるが、被告は、詳細な調査を行い、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の策定に最大限の努力を払った上で、震源を特定せず策定する地震動を策定している。(乙D342(58頁))

被告は、震源を特定せず策定する地震動に関する代表的な知見である加藤ほか(2004)⁶³(乙D3)の応答スペクトルを考慮するとともに、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録を収集するに当たり、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」及び「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」について検討を行った。

(ア) 加藤ほか(2004)は、我が国及び米国カリフォルニア州における震源近傍で得られた観測記録を収集し、詳細な地質学的調査に

61 「[新編]日本の活断層 分布図と資料」活断層研究会編、東京大学出版会、1991.

62 「内陸地震の長期評価に関する課題と新たな視点」遠田晋次、地質学雑誌、119、105-123、2013.

63 「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー」加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大榮・上田圭一・壇一男、日本地震工学会論文集、第4巻、第4号、2004.

よっても震源位置と地震規模を事前に特定できない地震の地震動を複数設定しており、本件発電所における震源を特定せず策定する地震動として用いるのに適切である。そして、被告は、本件発電所の地盤特性（S波速度が2600m/秒）を考慮し、加藤ほか（2004）が提案する地震動のうち「地震基盤における地震動」の応答スペクトルを考慮することとした（乙D3、乙D37（151頁））。

(イ) 「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」(Mw6.5未満の地震)については、震源近傍の観測記録を収集し(108地点)、加藤ほか(2004)が提案する応答スペクトルと対比して敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる5地点の観測記録を抽出した。5地点のうち、2004年北海道留萌支庁南部地震(以下「留萌支庁南部地震」という。)におけるK-NE T港町観測点(HKD020)(以下「K-NE T港町」という。)の観測記録は、解放基盤表面で基準地震動を設定するために必要となる、表層地盤の影響を取り除くはぎとり解析を実施するための調査、解析、検討をした結果、精度の高い地盤情報が得られ、信頼性の高いはぎとり解析ができたことから、これを評価対象として選定した。一方、残る4地震の観測記録については、地盤の非線形⁶⁴性による影響が含まれているところ、はぎとり解析の信頼性に課題があり、現時点では適切な評価ができないと判断した。(乙D37(70~121頁))。

留萌支庁南部地震のK-NE T港町の記録を採用するに当たって

64 非線形とは、もともとは数学の用語で比例関係(線形)ではないことを指し、非線形挙動とは、通常は、単純な比例関係(線形)ではない複雑な挙動のことをいう。地震学の分野では、軟弱な地盤において地震動が非常に大きくなったり小さくなったりすることを指す場合が多い。

は、観測記録に保守性を考慮した。佐藤ほか(2013)⁶⁵は、ボーリング調査、PS検層等から深さ41mまでの地盤の物性値(S波速度等)を、また、室内試験により、深さ6mまでの地盤の非線形特性に係る詳細なデータを得ている(乙D26(5~8頁), 乙D37(93~98頁))。そして、S波速度が938m/秒となる深さ41m(乙D26(4頁))を基盤層に設定した上で解析評価を行い、観測記録の加速度は地盤の影響によって増幅している(基盤地震動の最大加速度は585ガルで地表観測記録の約1/2となる)ことを明らかにした(乙D26(10頁))。また、佐藤ほか(2013)以降に電力中央研究所において実施された追加調査から得られた試験データを用いて深さ41mまでの地盤の非線形特性を考慮した解析を行ったところ、基盤地震動の最大加速度は561ガルとなり、佐藤ほか(2013)よりもやや小さめに評価された。本件発電所の敷地地盤は、S波速度2600m/秒のより硬い地盤であることを考慮すれば、この観測記録を本件発電所の敷地地盤相当の地震動に補正すれば更に小さい評価となると推定されるところ、保守的に地盤条件の補正を行わず、また、減衰定数に不確かさを保守的に考慮した上で、更に原子力発電所の耐震性に求められる保守性をも勘案して、留萌支庁南部地震の基盤地震動を620ガルに引き上げた地震動を考慮することとした。(乙C131(6-5-46~6-5-47頁), 乙D37(125~153頁))

(ウ) また、「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において

65 「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点(HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価」佐藤浩章・芝良昭・東貞成・功刀卓・前田宜浩・藤原広行, 電力中央研究所報告, 2013.

発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」(Mw 6.5以上の地震)としては、2000年鳥取県西部地震について、地震ガイドを踏まえて本件発電所の敷地との地域差等について慎重に検討を進めた結果、活断層の成熟度の相違等の地域差が認められるものの、自然現象の評価と将来予測には不確かさが残ることや大局的には本件発電所の敷地と同じく西南日本の東西圧縮横ずれの応力場にあることを踏まえ、原子力安全に対する信頼向上の観点などから、より保守的に同地震の観測記録を震源を特定せず策定する地震動として考慮することとし、鳥取県にある賀祥ダムの監査廊(ダム堤内の管理用通路)に設置された地震計で得られた信頼性の高い観測記録を震源を特定せず策定する地震動として採用した(乙C131(6-5-45~6-5-46頁), 乙D37(4~58頁), 乙D38)。

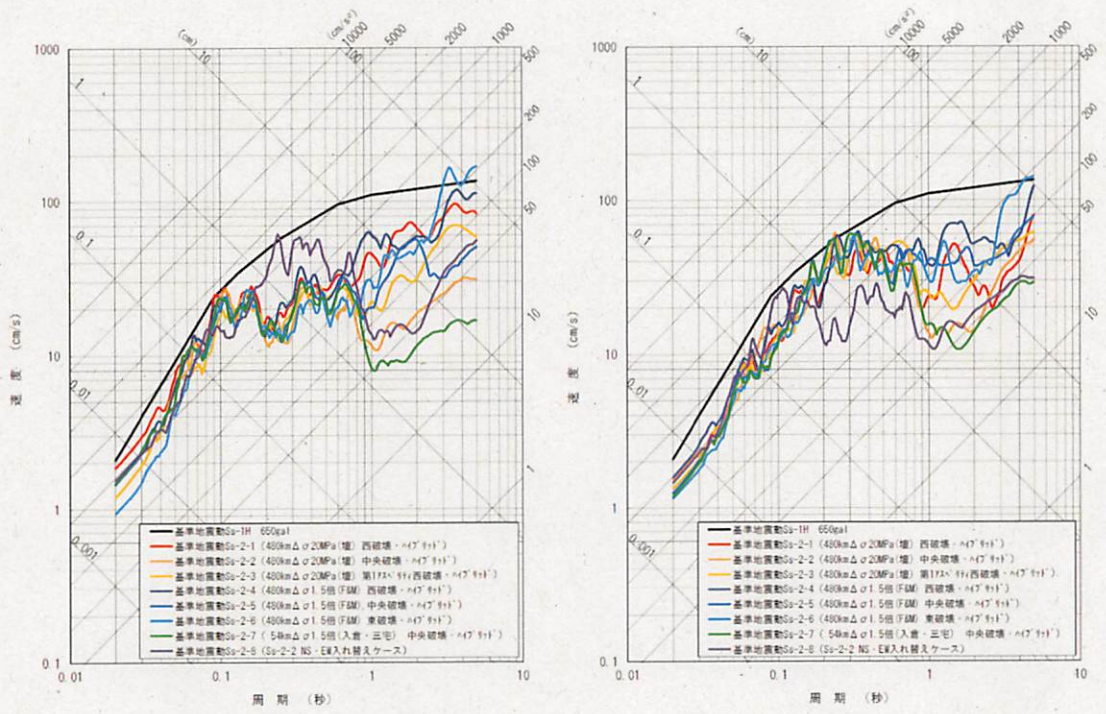
(5) 基準地震動の策定

応答スペクトルに基づく地震動評価より策定した基準地震動については、内陸地殻内地震、海洋プレート内地震及びプレート間地震に関する同評価によって算定された応答スペクトルを全て包絡するよう設計用応答スペクトルを設定し、基準地震動 S_s-1 (1波)(最大加速度650ガル)を策定した(乙C131(6-5-48頁), 乙D35(221~228頁), 乙D342(61~62頁))。

断層モデルを用いた手法による地震動評価より策定した基準地震動については、内陸地殻内地震、海洋プレート内地震及びプレート間地震に関する評価の結果、内陸地殻内地震では、本件3号炉の施設に与える影響が大きいケースとして、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震における検討ケースを選定し、経験的グリーン関数法と理論的手法によ

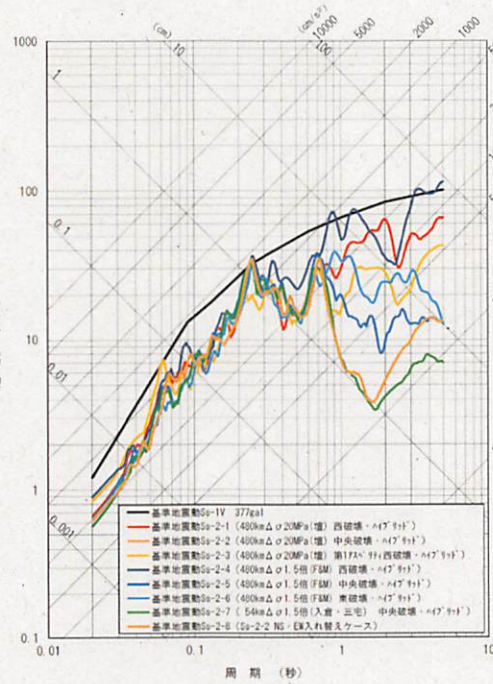
るハイブリッド合成⁶⁶を行った。その結果、一部の周期帯において地震動レベルが基準地震動 $S_s - 1$ を上回った7ケースを基準地震動 $S_s - 2 - 1$ から基準地震動 $S_s - 2 - 7$ とした。また、経験的グリーン関数法で用いた要素地震の特徴として、東西方向と比較して、南北方向の地震動の長周期側で比較的小さく評価される傾向があることを踏まえて、東西方向の周期 $0.2 \sim 0.3$ 秒（南北方向の地震動が比較的小さく評価される周期帯でかつ東西方向で基準地震動 $S_s - 1$ を超過するケースがある周期帯）で基準地震動 $S_s - 1$ を超過するケースのうち、基準地震動 $S_s - 1$ を超過する度合いが大きいケースについて、工学的判断として、東西方向と南北方向の地震波を入れ替えたケースを仮想して基準地震動 $S_s - 2 - 8$ とし設定し、計8波の基準地震動 $S_s - 2$ （最大加速度579ガル）を策定した（図27）。なお、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の他の約100通りのケース並びにプレート間地震及び海洋プレート内地震の各ケースでは、いずれも基準地震動 $S_s - 1$ を下回る結果となったことから、基準地震動 $S_s - 2$ としては設定していない。（乙C131（6-5-48～6-5-50頁）、乙D35（229～239頁）、乙D342（62頁））

66. 短周期領域の評価に適している経験的グリーン関数法又は統計的グリーン関数法により計算した地震動と、長周期帯の評価に適している理論的手法（断層のずれ方や、震源断層から地震波が評価地点まで伝播する経路上の地盤構造を詳細にモデル化して、理論的に揺れを計算する方法）により計算した地震動を組み合わせることで広い周期帯で精度よく地震動を評価する手法



NS方向

EW方向

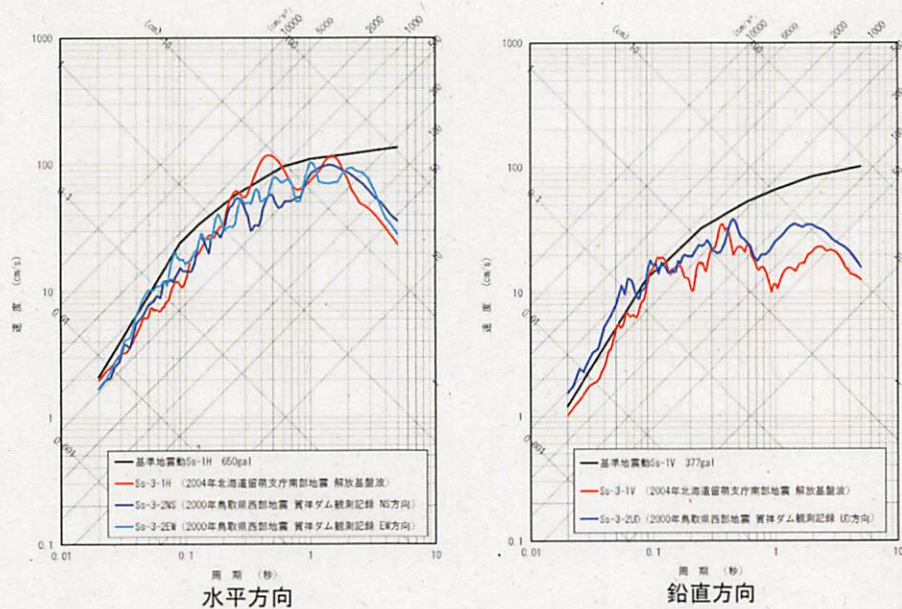


UD方向

(ZD334 (42頁) から引用)

図27 基準地震動Ss-1及び基準地震動Ss-2の応答スペクトル

震源を特定せず策定する地震動については、一部の周期帯において地震動レベルが基準地震動 $S_s - 1$ を上回った留萌支庁南部地震の基盤地震動（最大加速度 620ガル）及び2000年鳥取県西部地震における賀祥ダムの観測記録（最大加速度 531ガル）を基に「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動 $S_s - 3$ （2波）を策定した（図28）。なお、加藤ほか（2004）は基準地震動 $S_s - 1$ に包絡されることから、基準地震動 $S_s - 3$ としては設定していない。（乙C131（6-5-50頁），乙D37（157頁），乙D342（62頁））



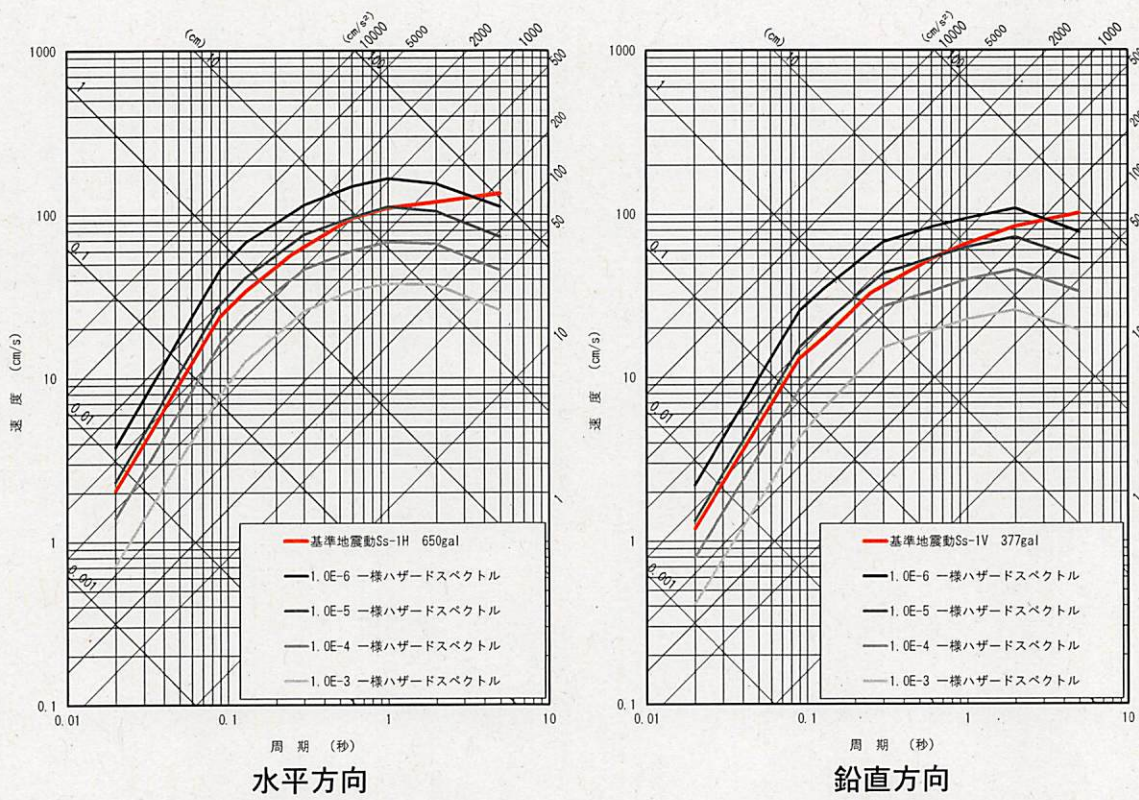
（乙D334（42頁）から引用）

図28 基準地震動 $S_s - 1$ 及び基準地震動 $S_s - 3$ の応答スペクトル

(6) 年超過確率による基準地震動の妥当性の確認

被告は、本件3号炉の耐震安全性を確保するため、決定論的な考え方（過去の地震歴や活断層の分布などの情報を参考にして、将来発生する地震の

物理的な諸元を予め特定の値に設定し、それに基づき地震動評価を行う考え方)に基づき基準地震動 S_s を策定しているが、策定された基準地震動の地震動レベルの妥当性を確率論的な観点から確認するために、地震ガイドに基づき年超過確率を評価した。年超過確率の評価に当たっては、学識者及び実務者の長年にわたる議論と公正な手続きを経て作成された「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」(実施基準)に沿って、敷地周辺の詳細な調査結果や最新の科学的、専門技術的知見を用い、本件発電所において将来の一定期間内にもたらされる地震動の強さ・頻度(確率)を算定し、その結果に基づいて一様ハザードスペクトルを作成し、これと基準地震動 S_s の応答スペクトルとを比較することにより、基準地震動 $S_s - 1$ の年超過確率が $10^{-4} \sim 10^{-6}$ /年程度、つまり、1万年～100万年に1回程度と、基準地震動 $S_s - 1$ を超過する地震動が発生する可能性が極めて低いことを確認した(図29)。同様の比較から、基準地震動 $S_s - 2$ 及び $S_s - 3$ の年超過確率も同程度であることを確認した。(乙C131(6-5-51～52頁)、乙D342(64頁))



(乙C131 (6-5-258頁) から引用)

図 2 9 基準地震動 S s - 1 の年超過確率

(7) 新規制基準適合性審査における地震動評価以降の長期評価の改訂及び設置許可基準規則解釈等の改正

ア 中央構造線断層帯の長期評価の改訂

地震本部は、被告の新規制基準適合性審査に係る地震動評価の後の平成 2 9 年 1 2 月に、中央構造線断層帯の長期評価 (第一版) を中央構造線断層帯の長期評価 (第二版) (甲 4 3 0) へと改訂したが、以下のとおり、この改訂は、被告の地震動評価に影響を及ぼすものではない (そのことは原子力規制委員会においても確認されている。)

(ア) 主な改訂内容

平成 2 9 年 1 2 月の中央構造線断層帯の長期評価の主な改訂内容

は、次の3点である。

まず、1点目は、活動区間が追加され、結果として、中央構造線断層帯の全長が従来の約360 kmから約444 kmに延長されたことである。従来、中央構造線断層帯の西端は豊予海峡とされていたが、改訂により、更に西方に連続する別府-万年山断層帯の一部（豊予海峡-由布院区間の約6.1 km）を中央構造線断層帯の西端活動区間として整理している。（甲430（11頁，80頁），乙D72（11頁，16頁））

2点目は、活動区間が再整理されたことである。従来、全長約360 kmが6区間に区分されていたものが9区間となり、更に、上記で述べた豊予海峡-由布院区間（約6.1 km）の1区間が追加されたことにより、最終的に全長約444 kmが10区間に区分されることとなった。これに伴い、敷地前面海域の断層群を含む区間が、従来は石鎚山脈北縁西部-伊予灘区間の約130 kmであったのが、伊予灘区間の約88 kmとなった。（甲430（11頁，80頁），乙D72（11頁，15頁））

3点目は、中央構造線断層帯の断層面の傾斜角についての考え方が整理されたことである。従来は、「本断層帯（金剛山地東縁を除く）のような活動的な横ずれ断層の場合、力学的にみて一般には断層面の傾斜は高角度と考えられている」と指摘するとともに、伊予灘での断層傾斜については、反射法弾性波探査結果に係る知見を踏まえ、「深さ2 km以浅では高角度で北傾斜の可能性がある」とされていた（乙D21（23頁））が、改訂後の中央構造線断層帯の長期評価（第二版）では、深部における傾斜角（震源断層の傾斜角）として、北傾斜中角度と高

角度との両論を併記した上で、断層帯全体(金剛山地東縁区間を除く)としては、北傾斜中角度の可能性が高いとの判断が示されている。(甲430(31~33頁), 乙D72(29頁))

(イ) 震源断層の長さに関する改訂(全長の延長)は、本件発電所の基準地震動 S_s に影響しないこと

上記(3)イ(ウ) a (b)で述べたとおり、被告は、本件発電所の地震動評価において、平成29年12月の改訂前の中央構造線断層帯(約360km)に、別府-万年山断層帯(平成29年12月の改訂後の豊予海峡-由布院区間及び万年山-崩平山断層帯に相当)を連動させた約480kmの断層を考慮している。

つまり、被告は、本件発電所の基準地震動 S_s の策定に当たって、地震本部における最新の評価である中央構造線断層帯の長期評価(第二版)で延長された全長約444kmを含み、更により長い断層(大きい地震規模)を想定している。

したがって、平成29年12月の改訂で中央構造線断層帯の全長が延長されたことを踏まえても、本件発電所の基準地震動 S_s に影響はない。

(乙D76(26頁, 31頁), 乙D138(1~3頁), 乙D334(45~46頁))

(ウ) 活動区間の再整理は、本件発電所の基準地震動 S_s に影響しないこと

上記(3)イ(ウ) a (b)で述べたとおり、被告は、本件発電所の地震動評価において、上記(イ)で述べた約480kmにおいて連動するケースのほか、川上セグメント、伊予セグメント及び敷地前面海域の

断層群の四国西部の区間（約130km）で連動するケース並びに敷地前面海域の断層群（約54km）単独で活動するケースも基本震源モデルとして考慮している。

平成29年12月の改訂に伴い、長期評価における敷地前面海域の断層群を含む活動区間（本件発電所に最も近い活動区間）は、改訂前の断層長さ約130kmから約88kmに短縮された。この断層長さ約88kmの区間（伊予灘区間）は、被告が地震動評価において考慮した伊予セグメント（断層長さ約33km）と敷地前面海域の断層群（断層長さ約54km）とを合わせた区間にほぼ相当するところ、上記のとおり、被告の地震動評価では、伊予灘区間を含み、かつより断層長さが長い場合も短い場合も考慮しているため、この被告の評価に包含されている。

そして、断層長さが約480km、約130km及び約54kmの断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果から、敷地前面海域の約54kmの区間が本件発電所の敷地に最も大きな影響を及ぼし、それ以上断層長さを長くしても、基本的には地震動の大きさは変わらないことが分かっていること（乙D35（180, 183, 186, 189頁）、乙D346（4頁）、乙D348（6頁））、さらには、仮に断層長さ約88kmケースの地震動を評価するとしても、地震動の大きさに直結するパラメータであるアスペリティの応力降下量の値は、断層長さ約54kmや約130kmのケースと同じ⁶⁷であることを踏まえると、断層長

67 被告が断層モデルを用いた手法による地震動評価で採用している壇ほか（2011）やFuji and Matsu'ura（2000）から求まる応力降下量の値は一定である。例えば、アスペリティの応力降下量は、断層長さ約88kmのケースでも、断層長さ約130kmや約54kmのケースと同じ、14.4MPa（Fuji and Matsu'ura（2000）から

さ約 88 km ケースの地震動は、断層長さ約 130 km や約 54 km のケースの地震動と同レベルのものになるといえる。

したがって、平成 29 年 12 月の改訂で活動区間が再整理されたことを踏まえても、本件発電所の基準地震動 S_s に影響はない。

(エ) 震源断層の傾斜角に係る考え方の整理は、本件発電所の基準地震動 S_s に影響しないこと

a 上記(3)イ(ウ) a(c) で述べたとおり、被告は、敷地前面海域の断層群の震源断層の傾斜角については、変動地形学的観点、地震学的観点及び地球物理学的観点から、各種調査結果を総合的に評価し、鉛直(90度)を基本ケースとした。その上で、上記(3)イ(エ) b 及び同 c で述べたとおり、地質境界としての中央構造線は北傾斜していると考えられており、震源断層がこれと一致することも否定はできないことから、北傾斜 30 度とする不確かさを考慮するとともに、傾斜角に多少のばらつきが生じることも否定できないことから、南傾斜 80 度の不確かさを考慮している。

b 中央構造線断層帯の長期評価(第二版)では、中角度の場合の傾斜角を 40 度(北傾斜 40 度)としているが(甲 430(13 頁, 32 頁)), 被告の地震動評価においては、より断層面積が大きくなり、地震規模が大きくなる北傾斜 30 度を不確かさとして考慮している。

c ところで、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)は、中央構造

求まる値)又は 12.2 MPa (塩ほか(2011)から求まる値)となる。ちなみに、強震動予測レシピを用いたとしても、断層長さ約 88 km のような長大な断層のアスペリティの応力降下量は、Fuji and Matsu'ura(2000)から求まる 14.4 MPa を用いることになる(強震動予測レシピ 1.1.2(d)(ZD73(11~12 頁))。

線断層帯の傾斜角について、中角度と高角度のいずれにもそのように判断できる根拠がいくつがあることから、両論を併記しているところ、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）は、地下深部の中央構造線断層帯（震源断層）の傾斜角が中角度（北傾斜）とする見解と高角度とする見解において議論が分かれているのは、①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ということと、②中角である中央構造線が横ずれ卓越の運動を担えるかということとの2点であるとしている。その上で、中角度（北傾斜）の可能性が高いとする理由として、①については、反射法地震探査断面が多数公表されているが、それらの中で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こと、②については、中央構造線は数千万年間以上にわたって断層活動を行ってきたと推測され、断層の強度や摩擦係数等が他の断層より小さいと想像されることなどを挙げている。（甲430（31～33頁））

①については、被告が海上音波探査による探査断面を対象に実施したアトリビュート解析による検討の結果だけでなく、文部科学省・京都大学が豊予海峡部の中央構造線断層帯について独自の検討を行った最新の知見でも、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おり（乙D74（416頁））、また、②については、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）においても、「世界でこれまでに生じた大地震のメカニズムや力学的見地から、活動度の高い横ずれ断層が中角度で活動した事例はない」（甲430（61頁））とされているとおり、中央構造

線断層帯のような横ずれ断層において高角度の断層傾斜を想定することには、これまでの知見からしても合理性があることは明らかである。

そして、中角度、高角度の両論を併記していることは、地震本部としても高角度と考えることにも合理性があると評価したということであり、それは地震本部の長期評価部会の委員である奥村証人も述べるとおりである（奥村証人調書速記録18頁）。

そもそも、中角度の場合には、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）に言及されているとおり、断層強度や摩擦係数が相対的に小さいことは地震本部も認めるところである（甲430（33頁））。そうであれば、応力降下量が相対的に小さいと想定されるので、敷地との位置関係も踏まえれば、地震動評価の観点からは、断層傾斜角について鉛直を基本震源モデルとして想定する方が保守的となる（乙D76（31頁）、乙D334（46頁））。

したがって、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）を踏まえても、鉛直の震源断層を基本震源モデルとして想定し、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合地点以深で北へ傾斜する地質境界としての中央構造線に震源断層が一致することを、基本震源モデルに独立して重畳する不確かさとして想定することは合理的である。

- d 以上のとおり、被告の地震動評価においては、より断層面積が大きくなり、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）が中角度の場合に示す北傾斜40度よりも地震規模が大きくなる北傾斜30度を不確かさとして考慮している（上記b）。また、中央構造線断層帯の

震源断層を高角と考えることにも合理性があることに加え、地震動評価の観点からは高角を考えた方がより保守的となる(上記c)。

したがって、平成29年12月の改訂に伴い、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)で示された震源断層の傾斜角に係る考え方の整理を踏まえても、本件発電所の基準地震動Ssに影響はない。

(オ) 説明文中の佐田岬半島沿岸部に係る「現在までのところ探査がなされていない」との記載について

中央構造線断層帯の長期評価(第二版)では、その説明文の中に、北に傾斜する地質境界としての中央構造線の三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部(接合部)以浅について、「現在までのところ探査がなされていない」ので活断層と認定されていない、活断層の可能性を考慮に入れておくことが必要と考えられるとの記載がある(甲430(31頁))。

しかしながら、実際には、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)公表の時点で、被告は既に探査を実施済みであり、その結果、佐田岬半島の北岸に位置する地質境界としての中央構造線の三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部(接合部)以浅について、活断層でないことを確認していた。具体的には、平成25年から平成27年にかけて行われた新規制基準適合性審査において、平成26年夏に実施された原子力規制委員会による本件発電所の現地調査の際、佐田岬半島北岸部については海底谷という活断層を疑わせる地形が見られることから、佐田岬半島北岸部の海陸境界部に極めて近い領域を含む詳細な海上音波探査記録を提示するよう求めがあり、これを受けて、被告は、平成25年に実施した海上音波探査の記録及び海底地形調査

結果を踏まえた海底地形図を提示して、海底谷の成因が潮流によるものであり、佐田岬半島北岸部に活断層が分布しないことについて、新規規制基準適合性審査に関する事業者ヒアリングで確認を受けている(乙D139(34~40頁))。そして、その後、令和2年には、本件発電所敷地の面する伊予灘中部における地質境界としての中央構造線が活断層ではないことを報告する高橋ほか(2020)⁶⁸が査読誌に掲載され、学術的にも報告されるとともに、多くの専門家からその妥当性が認められている(乙D275, 乙D276(12頁), 乙D348(11頁), 乙D373(16頁))。

また、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)は、伊予灘における活断層分布として、被告の地震動評価でも採用している七山ほか(2002)⁶⁹(乙D102)を採用していること、被告が平成25年に最新の探査手法であるブーマー・マルチチャンネル方式の探査等も実施していたこと、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)の公表後に高橋ほか(2020)(乙D275)が報告されたことを踏まえれば、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)の説明文中の「伊予灘南縁、佐田岬半島沿岸の中央構造線については現在までのところ探査がなされていないために活断層と認定されていない。」との記載は、七山ほか(2002)の活断層分布、すなわち被告の評価の信頼性を損なうものではない(乙D348(11頁))。

68 「地震探査結果に基づく四国北西沖伊予灘海域における中央構造線の分布及び活動性」高橋恭平・池田倫治・佐藤蒼司・足達健人・西坂直樹・大西耕造・大野裕記・露口耕治・辻健, 活断層研究, 53号, 13-32, 2020.

69 「伊予灘～佐賀関沖 MTL 活断層系の広域イメージングとセグメント区分」七山太, 池田倫治, 大塚一広, 三浦健一郎, 金山清一, 小林修二, 長谷川正, 杉山雄一, 佃栄吉, 活断層・古地震研究報告, No. 2, 141-152, 2002.

そもそも、実際には、佐田岬半島北岸部において、既に、被告によって、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）が求める活断層の有無を確認するための「詳細な調査」はなされているのであるから（乙D 119（5頁））、「探査がなされていない」との記載は明らかに客観的な事実と反している。地震本部の長期評価部会の委員として主要な活断層の長期評価に携わってきた奥村証人によると、地震本部における長期評価に係る議論において、必ずしも電力事業者が原子力発電所周辺で実施した評価が活用されているわけではない（乙D 348（29頁））とされているところ、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）の策定に当たって被告の調査の存在が地震本部に認知されていなかった理由について、原子力規制委員会は、佐田岬半島北岸部に活断層が分布しないことを確認した新規制基準適合性審査に関する事業者ヒアリングで被告が提出した資料の内容が中央構造線断層帯の長期評価（第二版）において引用されている被告の審査資料に反映されていなかったこと、当該ヒアリング資料は原子力規制委員会のウェブサイトで公開されていたものの検索が困難な状況であったことを指摘している（乙D 139（37～40頁））。

したがって、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）における、佐田岬半島の北岸に位置する地質境界としての中央構造線について、現在までのところ探査がなされていないので活断層と認定されていない、活断層の可能性を考慮に入れておくことが必要と考えられるとの記載は、被告の地震動評価結果の妥当性を左右するものではない。

(カ) 原子力規制委員会による確認

中央構造線断層帯の長期評価（第二版）が被告の地震動評価に影響

を及ぼすものでないことについては、原子力規制委員会において、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）の公表後に行われた本件発電所の使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に係る設置変更許可申請に関する審査の際に、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）を踏まえてなお従前の基準地震動策定時における評価が妥当であることについて確認がなされている（乙D140（19～21頁））。

イ 震源を特定せず策定する地震動に係る設置許可基準規則解釈等の改正

(ア) 令和3年改正設置許可基準規則解釈及び令和3年改正地震ガイドへの一部改正の経緯及び内容

原子力規制委員会は、「震源を特定せず策定する地震動」のうち「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」（Mw6.5程度未満の地震）について、共通に適用できる地震動の策定方法を明確にすることが望ましいとの考えから、外部専門家が参加する震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム（以下「震源を特定せず策定する地震動検討チーム」という。）を設け、所要の検討を進めることとした。そして、平成30年1月から令和元年8月まで計11回実施された震源を特定せず策定する地震動検討チームの会合の議論を踏まえて取りまとめられたものが「標準応答スペクトル」である。

震源を特定せず策定する地震動検討チームによる標準応答スペクトルに係る検討結果は、令和元年8月28日開催の令和元年度第24回原子力規制委員会において報告、了承され（乙D294（25～37頁））、令和元年9月11日開催の令和元年度第28回原子力規制委員会において規制上の対応について審議された（乙D374（14～24頁））。その結果、「継続的改善を図る観点から、標準応答スペクトル

ルを基に基準地震動を策定する手法を基準地震動の策定プロセスにおいて用いるべきことを要求するよう基準を改正し、留萌地震を基に基準地震動を策定した既許可の原子力施設を含め、事業者に対してこの手法による評価を求める」こととしながら、「今回策定した標準応答スペクトルと留萌地震の応答スペクトル⁷⁰との間に大きな差はないことから、これまでの留萌地震を基にした基準地震動を用いた審査を否定するものではない。また、今回の規制への取り入れに当たっての考え方は、基準地震動の策定プロセスを改善するものであり、新しい標準応答スペクトルによる手法で評価を行った結果、基準地震動が見直される可能性はあるものの、施設・設備に対する要求レベルそのものを変更するものではない。これらを踏まえ、留萌地震を基に基準地震動を策定した原子力施設に対して、現時点で直ちに使用の停止や標準応答スペクトルの審査・検査での適用を求める必要はない」(乙D.375 (2頁))との見解が原子力規制委員会より示され、「本件の安全上の重要性、事業者が対応するために必要な期間等を総合的に判断し経過措置を定める必要がある」として、設置許可基準規則解釈及び地震ガイド⁷¹等の一部改正に際しての経過措置期間が議論されることとなった(乙D.375 (3頁))。

そして、原子力規制委員会は、令和3年1月20日開催の令和2年度第50回原子力規制委員会において、標準応答スペクトルの策定に

70 留萌支庁南部地震において観測されたK-NET港町観測点の解放基盤表面での地震波に余裕を持たせた地震動(硬岩サイトの基準地震動策定に当たって使用されている地震動で、本件3号炉の基準地震動Ss-3-1と同じもの)に対して、震源を特定せず策定する地震動検討チームが地震基盤相当面に地盤補正を行って推定した応答スペクトル。

71 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド(原子力規制委員会、平成25年6月)

係る設置許可基準規則解釈及び地震ガイド等の一部改正案について了承するとともに、同改正案を意見募集に付することを了承し（乙D 376（23～31頁））、意見募集の結果を踏まえて当該改正案の一部を修正の上、令和3年4月21日、設置許可基準規則解釈及び地震ガイド等の一部改正を行った。

この改正により、「震源を特定せず策定する地震動」の策定に当たっては、従前、改正前地震ガイドにおける審査の確認事項とされていた「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」及び「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」が、それぞれ、「全国共通に考慮すべき地震動」及び「地域性を考慮する地震動」と名称が変更され、審査基準である令和3年改正後設置許可基準規則解釈における要求事項として規定された。また、「全国共通に考慮すべき地震動」の策定に当たっては、留萌地震の観測記録から推定した基盤地震動に加えて、原子力規制委員会が策定した標準応答スペクトルを用いることが、令和3年改正後設置許可基準規則解釈における要求事項として新たに規定された。また、令和3年改正後設置許可基準規則解釈別記2第4条5項の規定の適用については、上記施行の際、現に設置され又は設置に着手されている発電用原子炉施設（原子炉等規制法43条の3の5第2項5号に規定する発電用原子炉施設）に対しては、令和6年4月20日までの間は、なお従前の例によることとされ（令和3年改正後設置許可基準規則解釈附則2条本文（乙E 26（2～3枚目））、施行日（令和3年4月21日）からの3年間の経過措置期間が設けられた。

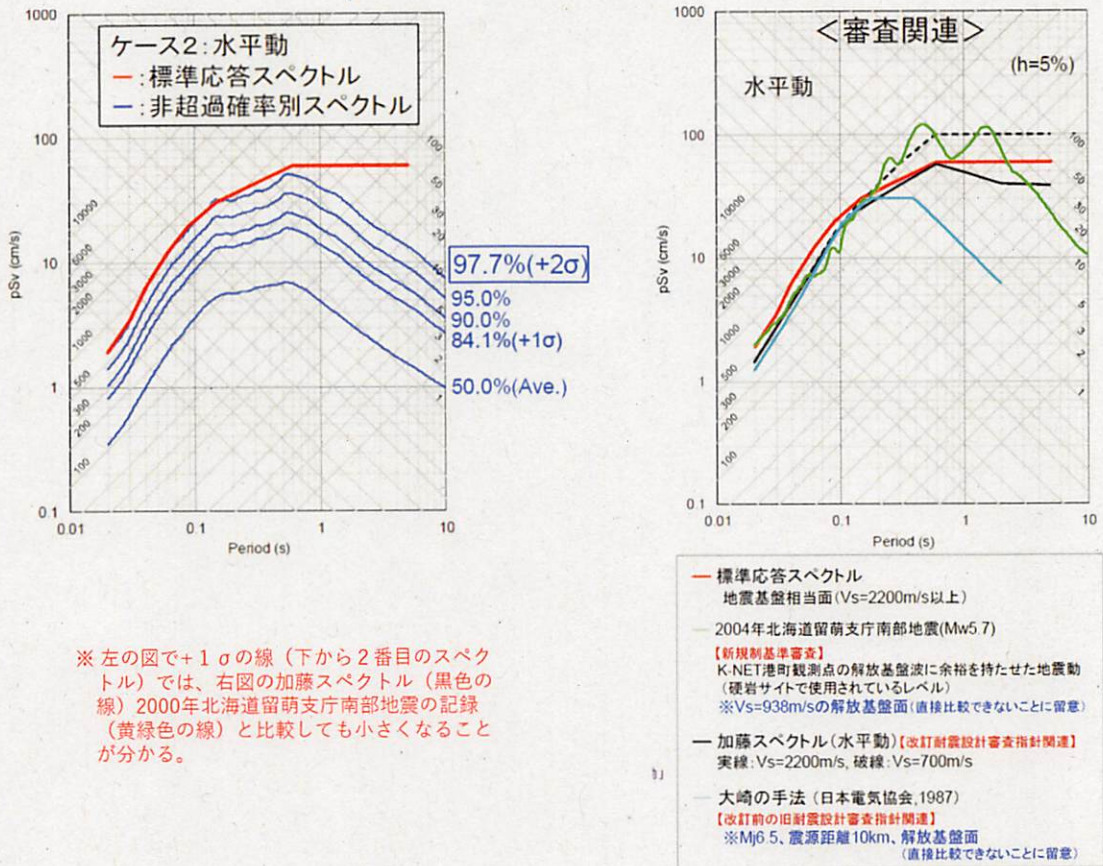
(イ) 標準応答スペクトル

「標準応答スペクトル」は、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」について、地域的な特徴を極力低減させて普遍的な地震動レベルを設定し、全国の原子力発電所等において共通に適用できる地震動として、全国共通に考慮すべき地震（ M_w 6.5程度未満の地震）を対象に観測記録を収集・分析し、震源距離や地盤条件等の補正を行いながら算出した多数の地震動について統計的な処理を行って作成された、震源近傍での地震基盤相当面における地震動の応答スペクトルである。

標準応答スペクトルは、他の手法により求めた「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」の対象地震規模の上限に近い M_w 6.5相当の地震の震源近傍における地震動の平均に対して保守性を考慮したレベルであることなどの確認を行うことにより、観測記録を収集・分析して算出した多数の地震動のデータベースの平均 $+2\sigma$ のレベルに設定することで、妥当なレベルとなることを確認して設定された。

すなわち、標準応答スペクトルは、 M_w 6.5相当の地震について、距離減衰式による震源近傍での推定値の平均 $+1\sigma$ をやや上回るレベルとなることや、断層モデルを用い M_w 6.2及び M_w 6.5相当の地震動について検討した独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「原子力安全基盤機構」という。）の検討の計算結果の平均 $+1\sigma$ を上回ることが確認されている。さらに、従前の新規制基準適合性審査でも使用されている地震動レベルとも比較し、加藤スペクトルを上回ること、留萌支庁南部地震のK-NE T港町の解放基盤波に余裕を持たせた地震動（被告がS s - 3 - 1に採用している地震動）と比較して、概ね

同等又は上回るなどが確認されている（図30）。（以上，乙D377（25～27頁））



（乙D377（112頁，115頁）から引用，加筆）

図30 標準応答スペクトルと関連する他のスペクトルとの比較

また，原子力安全基盤機構が検討した年超過確率別スペクトルとの比較等を行い，標準応答スペクトルのレベルが地震動の年超過確率の 10^{-4} と 10^{-5} の間程度に対応していることが確認されている（乙D377（23頁））。

(ウ) 標準応答スペクトルを採用した基準地震動の追加

標準応答スペクトルは，地震基盤相当面（標準応答スペクトルの策

定に当たって定義された基盤面でS波速度2200m/秒以上)で策定された地震動レベルであり、解放基盤表面における地震動に補正して用いるものであるが、被告は、本件発電所の解放基盤表面のS波速度が2600m/秒とより堅硬であることを踏まえ、地盤補正(地震動レベルの補正)は行わず、標準応答スペクトルをそのまま「震源を特定せず策定する地震動」として採用した。その結果、標準応答スペクトル(最大加速度600ガル)は、水平方向では最大加速度650ガルの基準地震動 S_s-1 に全周期帯で包絡されているものの、鉛直方向の一部の周期帯でごくわずかではあるが現行の基準地震動を上回ることから、新たに基準地震動 S_s-3-3 として策定し、原子力規制委員会の原子炉設置変更許可を受けた(乙C155, 乙C156)。

(エ) 追加した基準地震動に対する耐震安全性

標準応答スペクトルを採用して追加した基準地震動 S_s-3-3 は、耐震安全上の影響が相対的に大きい水平方向では、従来の基準地震動を上回る周期帯はなく、鉛直方向では一部周期帯で従来の基準地震動を上回るものの、その範囲は限定的かつ超過している割合も極めて小さい(乙D334(43~44頁), 乙D347(24~25頁, 56~57頁, 66頁))ことから、本件3号炉の施設の耐震安全性を損なうことはない。原子力規制委員会にも、その影響は軽微と考えられ、現時点において追加の工事は発生しない見込みである旨を報告している(乙D378(8~9頁))。また、地震工学の専門家である森伸一郎愛媛大学特定教授が、一般構造物であれば新たな検討を要しないようなレベルのものと述べていることから、本件3号炉の施設の耐震安全性を損なうことはないとの見通しが妥当であることが分かる

(乙D379(33頁))。

以上のとおり、標準応答スペクトルの規制への取り込みを受けて新たに基準地震動 S_s-3-3 を設定したものの、本件発電所の地震動評価の妥当性が揺らぐものではない。

3 耐震安全性の確保について

(1) 耐震設計方針

ア 耐震設計の基本的方針

本件発電所の設計において、被告は、表層地盤による地震動の増幅を回避し、地震時に安全上重要な施設の変形をできる限り抑え、かつ、地盤破壊及び不等沈下による影響を避けるために、建物・構築物を原則として剛構造とし、重要な建物・構築物は岩盤に直接支持させることを基本方針とするとともに(乙C131(8-1-180~8-1-181頁, 8-1-196~8-1-197頁, 8-1-211頁)), 機器については多数の基礎ボルトで構築物に取り付け、配管については多数のサポートで構築物に支持させている(例えば、本件3号炉の蒸気発生器支持構造につき、乙C131(8-5-7頁, 8-5-265頁)参照)。

イ 耐震重要度分類に応じた耐震設計

被告は、グレーデッドアプローチの考え方にに基づき、本件発電所の構築物及び機器・配管を安全上の重要度に応じてSクラス、Bクラス及びCクラスにそれぞれ分類し、この分類に応じた耐震設計を行っている。グレーデッドアプローチは、安全確保のための資源は有限であり、その有限の資源をどのように分配すれば最も有効で、最も高い安全性を確保できるかという観点から相対的なグレードを定め、そのグレードに応じた資源の分配を行うことによって、より高い安全性を確保しようとする

考え方である。この考え方は、IAEAの基本安全原則（IAEA安全基準シリーズNo. SF-1（2006））の原則5にも、「許認可取得者が安全のために投入する資源及び規制の範囲と厳格さ並びにその適用は、放射線リスクの程度及びそれらの実用的な管理のしやすさに見合ったものでなければならない。」（乙C76（11頁））と規定されており、原子力発電の安全確保に対する基本的かつ重要なアプローチの方法として、国際的にも広く採用されている。

被告は、最も重要度が高いSクラスの施設に対して、基準地震動 S_s による地震力に対して安全機能を維持するとともに、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は建築基準法が定める3倍（機器・配管系は3.6倍）の静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲に耐えられるもの（弾性設計）としている。（乙C131（8-1-153～8-1-178頁））

そして、一定程度の揺れを検知した場合などに自動で挿入される制御棒についても、原子炉内への挿入時間は、評価基準値を下回っており、制御棒が安全に原子炉内に挿入されることを確認している（乙C130）。

ウ 基準地震動 S_s に対する耐震安全性

被告は、上記ア及びイの設計方針に従って耐震安全性評価を行い、本件3号炉の安全性を確保する上で最も重要なSクラスの施設が基準地震動に対する耐震安全性を有すること、すなわち、本件3号炉が耐震安全性を有していることを確認した。

Sクラス以外の施設についても、重大事故等対処設備のうち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が設置される重大事故等対処施設については基準地震動による地震力に対して必要な機能が損

なわれるおそれのない設計とし（例えば、緊急時対策所は、Cクラスの施設であるが、常設重大事故緩和設備に該当するので、基準地震動による地震力に対する耐震安全性を有する（乙C88）。）、また、Sクラスの施設及び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が設置される重大事故等対処施設がそれ以外の施設に対する基準地震動の波及的影響により機能を損なわないよう設計するなどして、基準地震動によって安全機能や重大事故等に対処するための機能を損なわないことを確認している（乙C131（13頁，8-1-181～8-1-195頁））。

また、使用済燃料に関する耐震安全性については、使用済燃料を保管する使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットをはじめ、使用済燃料ピット水補給設備、燃料取扱棟の上部、使用済燃料ピットクレーン等が基準地震動に対する耐震安全性を有していることを確認している（乙C92～乙C102）。

(2) 耐震裕度

基準地震動は、耐震設計のスタートラインとして重要であるが、本件3号炉の耐震性能の限界を示すものではない。すなわち、基準地震動の策定に続く耐震設計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施設としては、より大きな耐震性能を有することとなる。本件3号炉についても、設計及び建設時において耐震安全上の余裕を十分確保するとともに、これを向上させるための対策を不断に講じてきたことから、基準地震動はもとより、基準地震動を上回る地震動にも耐えることができる大きな耐震安全上の余裕を有している。

ア 弾性設計による余裕

被告は、本件3号炉の建設に当たって、本件3号炉建設時の基準地震動S1に対して、安全上重要な施設に発生する応力及び変形量が弾性範囲内（荷重が加わって損傷しないだけでなく、変形しても荷重を除去した後は変形を残さずに元に戻る範囲）に収まるよう本件発電所を設計した（弾性設計）。すなわち、基準地震動S1を超える地震動が発生したとしても、施設に生じる応力が弾性範囲内であれば、変形を残さずに元の形に戻ることができるし、弾性限界を超え、荷重を除去しても元の形に戻らない塑性領域に入ったとしても、破壊・破断が生じて要求される安全機能を失う（機能維持限界）までには更に余裕を有する（この余裕の存在は、本件3号炉の建設時には基準地震動S2により評価・確認している。）。一般に、原子炉建屋の弾性限界と機能維持限界との間には、概ね2倍以上の裕度があるとされている（乙D17）など、適切に耐震設計の基準となる地震動を設定し、これに基づく弾性設計を行うことにより、自ずと大きな耐震安全上の余裕を有することになる。

イ 耐震設計の過程で生まれる余裕

(ア) 耐震設計を行う過程においても耐震安全上の余裕が生まれる。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、建物・構造物について基準地震動Ssを入力した際の機器・配管系を設置している各階床の揺れ（床応答波）を基に生じる応力等（評価値）を求めるが、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、基準地震動Ssを建物・構造物に入力して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（長周期方向，短周期方向にそれぞれ10%拡幅）することにより余裕を与えて設定する（乙C115）。

また，耐震設計において施設にかかる応力を解析するに当たり，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，地震応答解析において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際には，大きな発生値が算定され，余裕が生じる。これは，実際の地震力は，時々刻々と変化する動的地震力であるのに対し，静的に用いることで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ものであり（乙C134（12頁）），このような仮定は安全側の余裕を生じさせる。

(イ) また，耐震設計を行う際，基準地震動等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，設計上の評価値とこの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る。この差も耐震安全上の余裕となる。例えば，評価基準値と評価値との間の倍率が，蒸気発生器（管台）については約1.5倍，余熱除去ポンプ（ボルト）については約8.4倍，原子炉容器（管台）については約1.5倍，原子炉格納容器本体（胴部）については約1.1倍などとなっており，各設備の評価値が評価基準値に対して十分に余裕を有している。ちなみに，上記（ア）及び下記（ウ）のように，評価値や評価基準値も余裕を持って設定しているため，実際には評価値と評価基準値との間の倍率から読み取れる以上の余裕が存在することになる。

(ウ) 耐震設計時の判定の基準となる評価基準値も、機能維持限界値に対して十分余裕を持った値を設定することなどにより余裕を生じさせている。例えば、本件3号炉の建物・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、既往の実験結果のばらつきも考慮して評価したコンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみ（ 4.0×10^{-3} ）に対して、更に2倍の余裕を持たせて、より厳しい値となる 2.0×10^{-3} と設定している（乙C116）。

ウ 耐震設計以外の設計から生まれる余裕

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、そのうちで最も厳しい条件を満足するように設計を行っている（乙C2（8-1-5頁，8-11-1頁），乙C3（8-1-7頁，8-11-1～8-11-2頁））。これらの設計、製作及び施工の各段階において、必要とされる強度を上回るよう材料の強度、寸法等に余裕を持たせており、出来上がったものは相応の実力を有している。

そして、耐震設計において、地震荷重に、自重、内圧及び熱荷重、更には事故時の荷重を組み合わせる強度設計を行っており（乙C2（8-1-60～8-1-61頁），乙C3（8-1-7頁，8-1-111～8-1-114頁））、これによっても耐震上の余裕が生まれる。

エ 静的地震力により生まれる余裕

一般建物では、建築基準法に基づき、過去の地震で被った被災状況の経験を踏まえて、工学的判断によって設定された静的地震力を用いた設

計がなされる(乙D343(11~12頁), 乙D380(7頁))。建築基準法の耐震設計に関し, 昭和56年の建築基準法改正により導入されたいわゆる新耐震基準に基づき設計された建築物は, 1995年兵庫県南部地震(以下「兵庫県南部地震」という。)においても被害が小さく, 新耐震基準において設定する地震力の大きさや設計手法が概ね妥当であることが確認されている(乙D343(12頁))。原子力発電所では, この一般建物に要求される静的地震力の3倍の静的地震力を用いてSクラスの施設の耐震設計を行っている(機器・配管系については, 3.6倍)。こうした静的地震力を用いた耐震設計によっても耐震安全上の余裕が生じる。

このことは, 一般建物に関する地震被害調査結果を見るとわかる。例えば, 兵庫県南部地震後の鉄筋コンクリート造建物に対する全数被害調査結果によれば, 原子炉建屋と同じ壁式鉄筋コンクリート造建物に関しては被害率4.5%に過ぎず, その被害も大半が軽微なものであり, 大破・中破の被害の原因はほとんどが地盤の変状によるものであった(乙C117(516頁))。このように, 一般建物であっても, 静的地震力で耐震設計を行うことにより, 高い耐震安全上の余裕を有しているのであり, その3倍の静的地震力を耐震設計に用いている原子力発電所は, 相応の耐震安全上の余裕を有している。

オ 耐震安全上の余裕に係る評価, 実証試験等

(ア) 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当然のこととして認めているし(乙A4(281頁以下)), 実証試験等によっても実証されている(乙C64~乙C67, 乙D18~乙D19)。例えば, 安全上重要な設備に

つき、実機に近い縮尺模型試験体を試験台に乗せ、地震動を模擬した振動を与えて実際に揺さぶることにより、設備の耐震安全性及び耐震裕度を確保するための試験等を行った財団法人原子力発電技術機構（当時）による原子力発電施設耐震信頼性実証試験では、基準地震動（当時の耐震設計審査指針に基づく基準地震動S2に相当する実証試験用の地震動で、試験結果が厳しくなるよう設定したもの）を超える地震動に対しても十分な耐震安全性の余裕を有することを確認している。例示すると、原子炉格納容器は、振動台の性能限界（試験体の重量、寸法により異なる）である887ガルまで加振しても損傷せず（乙D19（14頁，19頁））、また、配管は、同約1900ガルで加振した結果、5回目の加振でようやく機能喪失に至った（乙D18，乙D19）。

また、新潟県中越沖地震の際には、柏崎刈羽原子力発電所に基準地震動S2（当時、同発電所で設定していたもの）の約1.2倍～3.8倍の地震動がもたらされたと推計されたが、同発電所の基本的な安全機能（原子炉を「止める」、炉心を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」）は維持されており（乙D42）、IAEAの調査報告書では、大きな損害が生じなかった要因として「設計プロセスの様々な段階で設計余裕が加えられていることに起因している」と評価された（乙D31）。

(イ) 被告は、本件3号炉について、これまでに、福島第一原子力発電所事故の後、原子力安全・保安院の指示を受け、発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価、いわゆるストレステストを実施して耐震余裕を確認してきた。また、新規制基準への適合とは別に愛媛県独自の

追加安全対策としての耐震裕度の確保についても確認してきた（乙C 87, 乙D 346(12～13頁), 森証人調書速記録(13～14頁)）。この愛媛県独自の追加安全対策に係る評価の意義について、森証人は、自主的に安全性を高めること、あるいは耐震裕度があることを分かりやすく説明する材料となること、すなわち安心の観点にあるとしている（森証人調書速記録（34頁））。

ちなみに、本件3号炉が大きな耐震裕度を有していることは、原子炉等規制法に基づく手続きにおいても確認している。すなわち、原子炉等規制法43条の3の29第3項に基づく安全性に関する評価の結果等の届出において、「実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイド」（参考資料2）の手法（乙E 27（33～38頁））に基づき、炉心損傷に至るクリフエッジ地震加速度を約1020ガル（1.04G）⁷²と確認していることでも裏付けられる（乙D 381（4～5頁））。この確認は、継続的なリスク低減や裕度向上のための改善活動の一環として実施したものである。クリフエッジ地震加速度は、保守的に算出した加速度に対する損傷確率において、損傷確率5%を破壊と見做して損傷確率が5%となる加速度をクリフエッジ加速度に設定しているものであり、実際にはクリフエッジ地震加速度で破壊に至る可能性は低く（保守的に見ても95%の確率で損傷しない。）、更なる余裕がある。この届出については、原子力規制委員会は、原子炉等規制法43条の3の29第4項に基づき、「評価に係る調査及び分析並びに評定の方法が原子力規制委員会規則で定める方法に適合していない

72 1Gは、980ガルに相当。

と認めるとき」には、「調査若しくは分析又は評定の方法を変更することを命ずる」権限を有するが、被告の届け出についてそのような命令は発せられていない。

4 本件3号炉は地震に対して安全を確保していること

- (1) 以上述べたとおり、被告は、詳細な調査により本件発電所の敷地の地域特性について把握した。その結果、本件発電所の地下構造は、地震動評価上成層かつ均質であり、特異な地震動の増幅をもたらすものではない（上記2(2)）。

本件発電所の敷地に影響を及ぼす震源については、内陸地殻内地震として、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）について、詳細な調査を尽くして把握したその性状、最新の科学技術的知見も踏まえた上で、様々な不確かさを考慮して保守的に地震動を評価した（上記2(3)イ）。また、海洋プレート内地震、プレート間地震及び震源を特定せず策定する地震動についても適切に評価し、これらと敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震動評価結果を併せて基準地震動 S_s を策定した（上記2(3)ウ、同エ、同(4)及び同(5)）。そして、年超過確率を参照した結果、本件発電所の敷地において基準地震動 S_s を超過する地震動が発生する可能性は極めて小さい（上記2(6)）。

また、本件3号炉は、基準地震動 S_s に対して安全を確保できるよう耐震設計しているところ、実際の設備は、基準地震動 S_s に対して相応の耐震裕度も有している（上記3）。

したがって、地震によって本件3号炉の安全が損なわれる蓋然性はなく、本件3号炉は地震に対して安全を確保している。

- (2) 本件3号炉が地震に対する安全を確保していることについては、原子力

規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、設置許可基準規則4条及び39条並びに設置許可基準規則解釈4条、39条及び別記2において、発電用原子炉施設の地震に対する安全に関する要求事項を規定しているところ、本件3号炉がこれらに適合していることを確認している(乙C103(9~29頁, 269~272頁))。

そして、上記2(7)で述べたとおり、原子力規制委員会は、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)を踏まえても、本件発電所の基準地震動 S_s を変更する必要がないことについても確認している(乙D140(18~21頁))。また、標準応答スペクトルを取り入れて策定した基準地震動についても、その妥当性を確認している(乙C156)。

5 原告らの地震に関する主張等について

(1) 地震学の限界についての原告らの主張について

原告らは、甲17等を挙げて地震を正確に予測することは不可能である(原告ら準備書面(70)(38~42頁)等)などと地震学の限界を主張する。

しかしながら、原子力発電所の耐震設計において求められるのは、寸分違わぬような地震動予測ではなく、地震学の不確実性を踏まえた上で、保守的に考慮して十分に保守的な地震動評価が可能であればそれで問題ない(乙D347(3頁), 松崎証人調書速記録(3~4頁))。また、我が国では、防災対策のほか、建築基準法に基づく超高層建築物の耐震設計に用いる地震動評価をはじめとする様々な分野において、強震動に係る科学的、専門技術的知見が広く活用されており(乙D277, 乙D334(4頁)等)、十分に実用の水準に達している合理的な手法であることから、地震動レベルを推定する手法について、原子炉施設に係る地震動予測に強震動に

係る知見を用いることができないとすることに合理的な理由はなく、原告ら主張に理由はない。

(2) 基準地震動は平均像であるとの主張について

原告らは、新聞に掲載された入倉孝次郎⁷³京都大学名誉教授の発言を引用するなどして、強震動予測レシピを用いて設定された基準地震動は平均像であると主張する（原告ら準備書面（108）（18～19頁）等）。

しかしながら、原告らの指摘する入倉孝次郎京都大学名誉教授の発言は、基準地震動が平均像であると述べたものではなく、同名誉教授が提案している「科学的な式」、すなわちスケーリング則が、特定のパラメータにおける平均像を求めるものであるという公知の事実を述べたものである。かえって、同名誉教授は、平成27年4月14日に福井地裁で出された関西電力電力株式会社の高浜発電所3・4号炉の運転差止めを命じる仮処分決定において、上記新聞に掲載された自身の発言が「基準地震動が平均像である」との趣旨で引用されたことについて、別の新聞の取材に対し、同名誉教授の発言が「曲解」されているとして、同決定を批判するとともに、「基準地震動は原発ごとに考えられる最大の揺れを計算する」ものであり、「基準地震動は地震の平均像を基礎にして決めていない」ことを明言している（乙D58、乙D59）。

また、上記2(3)イ(ウ)gで述べたとおり、中央構造線断層帯を検討用地震とする地震動評価において被告が設定した基本震源モデルが保守的であり、平均的な震源像をモデル化したものではないから（乙D347（10頁）、乙D349（2頁））、「検討用地震について、まず「強震動予測レ

73 2023年10月30日付け原告ら準備書面（108）（19頁）では、入倉「幸」次郎氏となっているが、正しくは入倉「孝」次郎氏である。

シビ」を用いて平均的な揺れを求め」たわけではない。

原告らは、応答スペクトルに基づく手法で求めた各周期の地震動の大きさは実現象の平均像であるとも主張するが（原告ら準備書面（108）（19頁））、被告の評価は、上記2(3)イ（カ）で述べたとおり、耐専スペクトルを用いる際に本来内陸補正すべきところを内陸補正しないことなどによって保守性を確保し、実現象よりも大きな地震動となっている（乙D346（7頁）、乙D347（20頁））。

したがって、原告らの主張に理由はない。

付言すると、中央構造線断層帯の地震や南海トラフの巨大地震を想定して愛媛県がまとめた愛媛県下の地震被害想定調査によると、本件発電所において想定される地震動は、最大加速度（地表面加速度）で約384ガルであり（乙D65）、こうした想定と比較しても、本件発電所の基準地震動 S_s は、平均的な揺れではないことが分かる。

(3) 経験式が有するばらつきに関する主張について

ア 「経験式が有するばらつき」の考慮に関する主張について

原告らは、例えば甲107の図49を示すなどして、地震動（経験式の基礎となったデータ）には倍半分のばらつきがあるから、倍半分の余裕をもって基準地震動を策定しなければならない（原告ら準備書面（16）（32頁））等、距離減衰式をはじめとする経験式の有するばらつきを考慮しなければならないと主張する。あるいは、ばらつきと不確かさは異なるとして、不確かさを考慮しただけでは不十分であり、経験式から導かれた結果に対して、ばらつきを上乗せしなければならないと主張する（原告ら準備書面（93）等）。

しかしながら、経験式の基となる個々のデータにばらつきが生じてい

るのは、それぞれのデータの背景にある地域特性が反映された結果であるから、経験式の基となった個々のデータのばらつきの幅を、地域特性の異なる本件発電所の敷地の地震動評価において考慮する必要はない。また、経験式は、特定のパラメータにおける平均像を求めるものであって、地震動評価対象地点において起こり得る地震動が経験式と寸分違わず一致するものではないこと（経験式からばらつくこと）は確かであるが、このような経験式のばらつきは、地震動評価上、不確かさによって考慮できるのであって、原告らの主張に理由はない。以下では、(ア)において、経験式の基となった個々のデータのばらつきを考慮する必要はないことについて、(イ)において、評価対象地点において起こり得る地震動が経験式からばらつくことは不確かさとして考慮できることについて主張する。

(ア) 経験式の基となった個々のデータのばらつきを考慮する必要はないこと

経験式は、実際の地震観測記録等のデータから回帰分析されたものであるところ、経験式の基となったデータ（地震観測記録）が有する地域特性は様々であるので、地域特性の違いが反映されて、経験式とその基となるデータの間には乖離（ばらつき）が生じる。例えば、同じ規模の地震でも、大きな地震動につながるような震源特性の有無や震源との距離だけでなく、観測点と震源との位置関係、地盤の硬軟等の影響によっても観測値は変わり、これらに起因してデータの「ばらつき」が生じる。この「ばらつき」の要因となる地域特性、すなわち「震源特性」、地震波の「伝播特性」、地盤の「増幅特性」は、当然ながら地点ごとに異なるのであるから、別の地点の地震動を評価する際

に、そのばらつきの幅をそのまま考慮するような評価方法（例えば、ばらつきの幅に相当する値を経験式から導かれた値に上乘せするような評価方法）は、本件発電所の立地する地域とは全く特性の異なる地域で発生する地震を基に地震動評価を行うことと同じであり、科学的に不合理である。例えば、地域特性のうち、観測点ごとに異なるサイト増幅特性（地盤の増幅特性）の影響を取り除くだけで、倍／半分から2.5倍／2.5分の1レベルの変動が、1.5倍／1.5分の1レベルまで低下するといったような分析例もある（乙D297（96頁））。地域特性（乙D297が述べるサイト増幅特性）によって地震動が大きく変動することは、上記2(2)ウで述べた2014年伊予灘の地震における観測記録にもよく表れている。

したがって、経験式の基となったデータベースの個々の観測記録のうち、最も大きな観測記録の乖離の幅を考慮しなければならないといった主張には理由がない。

(イ) 評価対象地点において起こり得る地震動が経験式からばらつくことは不確かさとして考慮できること

経験式は、経験式の基となったデータベースから回帰したものであるから、特定のパラメータにおける平均像を求めるものであって、現実に起こり得る地震動が経験式と寸分違わず一致するものではないこと（経験式からばらつくこと）は確かであるが、このような経験式のばらつきは、地震動評価上、不確かさによって考慮することができる。

基準地震動策定の実務においては、決定論的評価手法が基本とされ、全てのモデル・計算式とそのモデル・パラメータは事前に決定されており、使用される経験式や物理式から導かれた値は、全て建前上は真

値として扱われる。もっとも、実際にはそれらの値の全てが真値であるという保証はないことから、できる限り真値に近い値や真値と思われる値を用いてモデルを構築しつつも、それらの値に含まれる「不確かさ」は別途考慮することとされている（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号⑤（乙E6（128頁））。そして、ここでいう「不確かさ」が、実際の観測値の散らばり、つまり「ばらつき」が生じた原因ともいうべきものであることからすると、基準地震動の策定の実務においては、使用される経験式や物理式から算出される建前上の真値からの偏差は、これを観測値（結果）としてみると「ばらつき」であり、他方、モデルに取り込んで検討すべきもの（原因）と考えれば「不確かさ」である。

以上の点は、地震学や地震工学等の専門家であり、地震等検討小委員会⁷⁴の委員であった川瀬博京都大学特任教授、入倉孝次郎京都大学名誉教授及び釜江克宏京都大学特任教授が一致して述べているところである（乙D320（3～4頁）、乙D321（5～10頁）、乙D322（1～2頁））。

このように、決定論的評価手法を採用する基準地震動の策定の実務においては、「ばらつき」と「不確かさ」とを全く別の概念と捉えるのではなく、「ばらつき」は「不確かさ」を考慮することによって解決するという関係にあるものと理解されており、原子力規制委員会も、経

74 地震・津波関連指針等検討小委員会。原子力安全委員会の原子力安全基準・指針専門部会において、それまでに蓄積された知見、東北地方太平洋沖地震及び津波に係る知見、福島第一原子力発電所における事故の教訓を踏まえ、安全確保策の抜本的な見直しに関する検討を行うに当たり、専門的かつ効率的な審議に資するために設置された小委員会であり、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」及び関連の指針類に反映すべき事項等について検討を行うことを目的に平成23年6月に設置された。

験式が上記のような「ばらつき」を有することを当然の前提とした上で、設置許可基準規則を具体化する設置許可基準規則解釈を策定するに当たって、支配的なパラメータの「不確かさ」を考慮することで保守的な地震動評価を行うべきものとしているのであり（乙D297）、設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号⑤（乙E6（128頁））はその現れの一つであると考えられる。

そして、被告においても、ばらつきに対して、例えば、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層長さを長くするなど不確かさを考慮することによって保守的な評価をしている（乙D347（8頁、31～32頁））。

したがって、ばらつきと不確かさは異なるものとして、不確かさとは別にばらつきを考慮しなければならないとの原告らの主張に理由はない。

ちなみに、そもそも、原告ら自身、「今の耐専スペクトルでは、このような地域性に基づいたデータの分類は不可能であり、平均像からのバラツキは、「震源特性、伝播経路特性、偶然変動の混在したもの」として扱うしかない。」（原告ら準備書面（58）（8頁））として、地域特性に由来してばらつきが生じることを認めているし、「発生する現象である地震や津波も、同じ場所であれば常に同じ範囲で、同じ規模、同じ様相で生じるというわけではなく、発生する現象自体にもばらつき（不確かさ）がある。」（原告ら準備書面（26）（47頁））との主張、あるいは、被告の不確かさを考慮しているとの主張に対して「「被告の主張はあくまで認識論的不確定性のばらつきを小さくする枠内での話にすぎない」ことに全く気付かず・・・」（原告ら準備

書面（66）（17頁）との主張といった、ばらつきを不確かさとして扱った主張をしている。

イ 文献に記載された標準偏差等の数字を引用したばらつきの幅に関する主張について

原告らは、経験式のばらつきの幅について、文献の記載に基づき、偶然的な不確かさによるばらつきとして記載された標準偏差等の数字や標準応答スペクトルの検討に際して考慮された標準偏差の数字を取り上げて、当該数字をばらつきの幅として考慮すべきと主張するが、原告らの主張は、そのばらつきの幅の背景、すなわち、数字が意味するところ、あるいは採用するに至った理由を検討することなく、ひたすらに表面上の数字だけに固執した主張であり、理由はない。

(ア) 原告らは、内山・翠川（2013）⁷⁵（甲811）に基づけば、偶然的な不確定性の標準偏差は、距離減衰式における地震間のばらつきの標準偏差に比べ、最大加速度で60%程度、最大速度で80%程度になるとして、パラメータ設定の際に不確かさを考慮することによって認識論的不確かさをカバーできても、偶然的な不確かさはカバーできないと主張する（原告ら準備書面（66）（13頁以下）、原告ら準備書面（103）（8頁））。

そもそも、ある不確かさについて、それを認識論的不確かさと偶然的な不確かさのいずれに分類するかという整理上の考え方は、必ずしも一定ではない。特に、内山・翠川（2013）は、地震動の確率論的評価（地震の発生や地震動の予測に関わる種々の不確定性を確率モデ

75 「距離減衰式における地震間のばらつきを偶然的・認識論的不確定性に分離する試み」内山泰生、翠川三郎、2013、日本地震工学会論文集 13(1)、37-51

ルで表現することにより、全体の不確定性を総合評価するもの)における不確かさについて述べているのであり(甲811(37頁)),内山・翠川(2013)が偶然的な不確定性の要因として挙げる震源メカニズム等(甲811(38頁))について、被告は、相当程度保守的に考慮している(例えば、上記第2の2(3)イ(カ)dで述べた内陸補正を適用しないことによる保守性。)。また、内山・翠川(2013)は、内陸地殻内地震、スラブ内地震(海洋プレート内地震)及びプレート境界地震(プレート間地震)の地震を一括して検討の対象としており、こうした地震のタイプの違いによるデータの多様性(すなわち、ばらつき)が含まれている(甲811(41頁,47頁))。このため、内山・翠川(2013)に示された地震間のばらつきは、各地震タイプの地震動評価(例えば、内陸地殻内地震である中央構造線断層帯による地震動評価)において考慮すべきばらつきとして、そのまま妥当なものではない。

したがって、内山・翠川(2013)が述べるばらつきをそのまま被告の地震動評価においても当てはめる理由はない。

(イ) 原告らは、震源を特定せず策定する地震動において取り入れられた標準応答スペクトルが作成される過程で、標準応答スペクトルの基となったデータベースの $+2\sigma$ のばらつきが考慮されたとして、経験式を用いる際には、 $+2\sigma$ のばらつきは考慮しなければならないと主張する。

しかしながら、標準応答スペクトルは、実際の観測記録を統計解析して策定するという考え方の基で、データの信頼性等を考慮して非超過確率97.7%($+2\sigma$)を考慮して震源を特定せず策定する地震

動評価に活用するものとして策定されたものであるのに対し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動評価」は、活断層の連動やアスペリティの配置などを保守的に設定した上で、実際には観測されたことのないような地震動を想定するものである。このような全く異なる手法である敷地ごとに震源を特定して策定する地震動評価に、標準応答スペクトルにおいて考慮されたばらつきを採用しなければならない理由はない。

また、上記2(7)イでも述べたとおり、そもそも、標準応答スペクトルが $+2\sigma$ のばらつきを考慮したのは、 $+2\sigma$ のばらつきを考慮した場合に導出される地震動のレベルについて、既存の震源を特定せず策定する地震動に関する知見、審査に用いられてきた観測記録等の観点から比較検証した結果、 $+2\sigma$ のばらつきを考慮することで標準応答スペクトルを策定することとなった趣旨に照らして適切なレベルになったからである（ちなみに、 $+1\sigma$ のばらつきを考慮したスペクトルは、従前から被告が震源を特定せず策定する地震動として考慮していた留萌支庁南部地震のK-NE T港町の観測記録を用いた地震動よりも小さなレベルである（図30）。）。

また、様々な地域特性（例えば、震源特性の中の特性の一つとして応力降下量）の違い（ばらつき）の集合体が観測記録のばらつきとなって表れているのであるから、最終的に観測されるあるいは評価する地震動の大きさそのもののばらつきの幅と、地震動の大きさを決定する過程で必要となる地域特性（パラメータ）のばらつき幅とを同列に比較してその大小を論じることはできない（森証人調書速記録（23～24頁））。

加えて、どの程度のばらつきを考慮すれば良いかということは、一つ一つの対象となる現象、事案によって異なるのであり（森証人調書速記録（19～20頁））、一律に一定の標準偏差をばらつきとして見なければならぬとする原告らの主張は不合理である。

(ウ) 念のため付言すると、原子力発電所全体としての安全性を確保することが目的なのであるから、リスクの低減に寄与しないような、自然現象として非現実的で極端な地震動にまで備えることは合理的でなく、そのような極端な不確かさの考慮が適切でないことは、原子力規制委員会の発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム（以下「地震津波基準検討チーム」という。）における藤原広行防災科学技術研究所社会防災システム研究領域領域長の、「でも、全部を重ねると、またこれは極端なことになるかもわからない。そういった中で、一体、我々は何にどこまで備えようとして、その適切さですね、ここについて何らかの判断を示した上で、それを基準として盛り込んだ上で、実際の個別のチェックを行わなければいけないんじゃないのかと思っています。」との発言（（乙D382（33頁））、あるいは地震ガイドにおいて、「地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなどの適切な手法を用いて考慮されていることに留意する必要がある」とされていること（乙E24（7頁））からも明らかである。

(4) 中央構造線断層帯の性状に関する主張

ア 震源断層を確認することはできないとの主張について

原告らは、地表面で見える活断層は震源断層ではなく、震源断層を確認することはできないので、その性状を把握することはできないと主張

する（原告ら準備書面（66）（32頁），原告ら準備書面（70）（61頁以下）等）。

しかしながら，多くの場合，地下深部の震源断層が活動した結果として地下浅部の活断層が存在するのであり，地表で見られる地殻変動，隆起や沈降は，震源断層が動いたときにどのように地形が変形するかということを示すものであるから，地下浅部の活断層の情報から震源断層の性状を推定することができる（奥村証人調書速記録（4頁））。そして，本件発電所の敷地前面海域では，活断層の情報を把握する上で十分な，地形，表層地質の調査や地球物理学的な探査がなされている（奥村証人調書速記録（5～6頁））。この得られた情報を活用して震源断層の情報を把握できることに関して，例えば，岡田篤正京都大学名誉教授も，敷地前面海域の断層群の震源断層のずれのタイプについて，直線的に配列する地溝とバルジは，地溝の方がやや多いことや下位の境界面では活断層帯の北方がわずかに沈降していることなどの地下浅部の情報に加えて，正断層群が分布する別府湾に隣接することを踏まえることで，右横ずれ成分が卓越する断層で，わずかに正断層成分を含むことを読み取ることができるとしている（乙D276（10頁））。正断層，逆断層はいずれも断層を挟んで一方が隆起し一方が沈降するという縦ずれ断層であり，断層の一方が隆起し一方が沈降するという特徴を示すので，地溝とバルジとが直線的に配列しているという地形上の特徴は，横ずれ運動が卓越することを示す（奥村証人調書速記録（16～17頁））。また，西方の別府湾では正断層が卓越することなど伊予灘周辺の地震テクトニクスや地溝の形成環境（引っ張りの力で沈降する）を踏まえると，正断層成分を含むと評価できる（乙D348（18頁），奥村証人調書速記録（38

～39頁))。

以上のように、地表面あるいは地下浅部の活断層の情報から震源断層の性状を把握することは可能であり、これをできないとする原告らの主張に理由はない。

イ 断層の位置に関する主張について

(ア) 原告らは、海底面あるいは浅部の堆積層に沖合い約8kmよりも敷地に近い位置(沖合い約5km)に活断層が存在する旨を主張するが(原告ら準備書面(17)、原告ら準備書面(35)等)、強震動は、地下の深くにある硬い岩盤にひずみが溜まって生じるものであり、海底面あるいは浅部の堆積層に存在する活断層の活動で生じるものではない。また、原告らが主張する敷地の沖合い約5kmから約8kmの海底面あるいは浅部の堆積層に存在する活断層は、上記2(3)イ(イ)aで述べたとおり、副断層と判断されるものであるが、海底面あるいは浅部の堆積層に存在する活断層から震源断層の位置を特定する上では震源断層の動きと直接対応する主断層を判別する必要がある。そして、本件発電所の敷地の沖合いの主断層は、沖合い約8kmに位置している図14のf1断層及びf2断層である。

原告らは、令和2年1月17日広島高裁決定を引用して敷地に極めて近い位置で地質境界としての中央構造線が活断層として活動する可能性を主張するものの(原告ら準備書面(76)第3(31頁))、同決定が根拠とした中央構造線断層帯の長期評価(第二版)の記載が被告の調査の存在を知らずになされたものであることは、上記2(7)ア(オ)で述べたとおりであり、同決定も取り消されている(乙A6)。また、敷地前面海域の断層群より南側に分布する地質境界としての中央構造

線(三波川帯と和泉層群の地質境界)は第四紀以降の活動がないこと、すなわち、当該地質境界は活断層ではないことは、学術的にも認められた査読論文(乙D275)からも明らかであるほか、新規制基準適合性審査においても原子力規制委員会が確認していたところであるし、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)の公表後に行われた本件発電所の使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に係る設置変更許可申請に関する審査の際に、基準地震動策定時の評価が妥当であることについて確認がなされている(乙D140)。

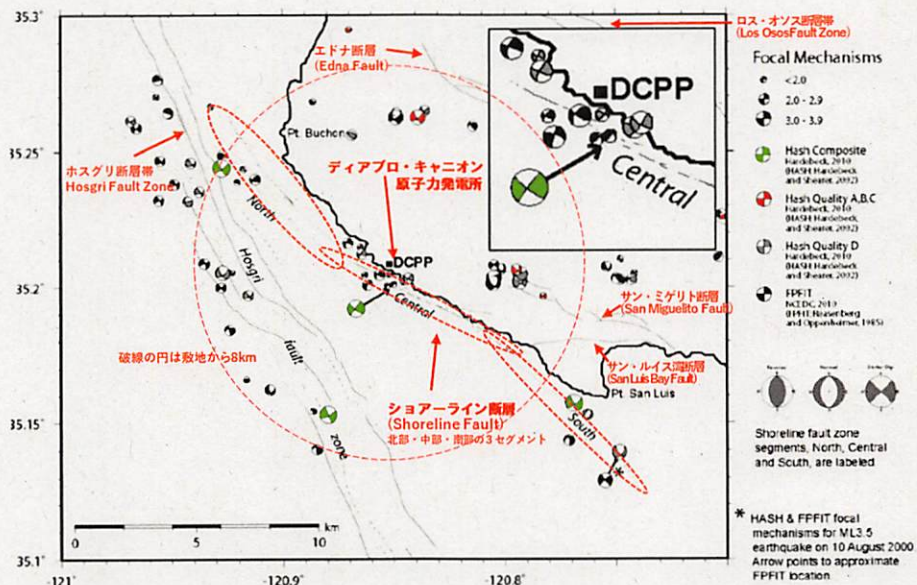
したがって、敷地の沖合い約8kmよりも近い位置に活断層が存在するとの原告らの主張は理由がない。

(イ) 原告らはアメリカにおいては、原則8km(5マイル)以内に活断層があるようなところでは、立地が認められていないと主張する(2014年10月6日付け原告ら準備書面(32)(43~44頁))。

しかしながら、甲157で引用されているRG(レギュラトリーガイド)4.7(Rev.2)の記載も「それでも事業者がそのような土地への立地を進めたいというのであれば、AECとしては、相当詳しい調査を要求する」(甲157(46頁))というものであり、原子力発電所の立地地点として一律に禁止しているのではなく、原子力発電所の安全性に与える影響の観点から、周辺地域において詳細な調査を求めるものであり、その調査範囲の目安として「半径8km以内」という基準を示していたものである。また、最新のRG4.7(Rev.3)においては、そのような規制がなされておらず、佐藤証人も、活断層の存在について8km(5マイル)といった数値を示した規定は消えていることを認めた(佐藤証人調書速記録(34~36頁))。そして、

現実には、アメリカにおいても、活断層に近い位置に原子力発電所が存在している事例（佐藤証人が、活断層が8 km以内にあると証言したディアブロ・キャニオン原子力発電所（佐藤証人調書速記録（34～36頁））。ショアーライン断層から0.6 kmの距離に位置している（図31，乙D383（51頁））がある。

したがって、原告らの主張は理由がない。



(乙D383（29頁）に赤字，赤線を加筆)

図31 ディアブロ・キャニオン原子力発電所と周辺活断層

ウ 震源断層の傾斜角に関する主張について

(ア) 原告らは、中央構造線断層帯の震源断層は南傾斜の逆断層の可能性があるとし、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）も、断層傾斜角が中角度である可能性も考慮しなければならないとしていると主

張する（2022年8月30日付け原告らの主張の要約書面（第1から第17まで）（110～111頁））。

しかしながら、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）の中角度に関する記載は、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部以深で北に傾斜する地質境界としての中央構造線が震源断層として活動する可能性（既存の断層面を利用することで摩擦係数等が小さくなり、中角度でも横ずれを担える可能性）を踏まえてのものであるから（甲430（32～33頁））、中央構造線断層帯の震源断層の南傾斜も考慮しなければならないという原告らの主張を何ら裏付けるものではない。

(イ) また、原告らは、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）の「伊予灘区間では南側隆起0.2m/千年程度の可能性」といった記載（甲430（37頁））を根拠に南傾斜の逆断層（逆断層成分を含む）と主張する（原告ら準備書面（70）（70頁）、原告ら準備書面（84）（6頁））。

しかしながら、一般に断層活動に伴う上下動に係る「隆起」、「沈降」という表現は相対的なものに過ぎず、「隆起」とあるからといって逆断層を意味するものではない。実際、同じ地震本部の長期評価であっても、「四国地域の活断層の長期評価」においては、「中央構造線断層帯は、紀伊半島から豊後水道付近までの区間で右横ずれの活断層であるが、第四紀以降の累積的な上下変位は、伊予三島を境に東側では北側隆起、西側では別府湾や伊予灘、燧灘（ひうちなだ）などの北側に相対的な沈降域が存在する」と記載して、伊予灘、すなわち敷地前面海域の断層群の北側を「沈降」としているし（甲431（7頁））、正断

層主体の活断層の長期評価において、正断層の活動に伴う上下変位について「隆起」で記載している例も多数みられる（甑断層帯の長期評価（乙D358（1頁））、九州地域の活断層の長期評価（第一版）（乙D121（2頁））、出水断層帯の評価（乙D384（1頁））⁷⁶。そして、専門家の間では、「隆起」、「沈降」は相対的な動きとして捉えるものであって、「沈降と記載があれば正断層」、「隆起と記載があれば逆断層」という捉え方をするものではない（奥村証人調書速記録（15～16頁））。

したがって、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）において、敷地前面海域の断層群の活動に関連して「南側隆起」という記載があることは、敷地前面海域の断層群が南傾斜の逆断層であるという原告らの主張を何ら裏付けるものではない。

エ ジョグに関する主張について

原告らは、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）におけるセグメント区分を引き合いにするなどして、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）においても、本件発電所の敷地正面にジョグは認められていないとして、敷地正面にジョグがあることを前提とした被告のアスペリティの配置が不適切であるかのように主張する（原告ら準備書面（70）（71頁）、原告ら準備書面（84）（9頁）等）。

しかしながら、本件発電所の敷地正面のジョグは、当該ジョグにおいて必ず破壊が停止する（破壊が次の断層に移らない）とは言えない

76 本文中に掲げた事例以外にも、正断層系が発達する九州地方の活断層について地震本部が公表している長期評価をみると、正断層である人吉盆地南縁断層、雲仙断層群、水縄断層帯、佐賀平野北縁断層帯及び緑川断層帯に係る長期評価のいずれも「隆起」と記載している。また、正断層の日出生断層帯及び万年山－崩平山断層帯の長期評価は、「隆起」と「低下」が混在している。

としても、破壊が停止する可能性が考えられる場所であり、上記2(3)イ(ウ) cで述べたとおり、Wesnousky (2006)の知見に従えば、3回に1回はここで破壊が停止する(奥村証人調書速記録(12~13頁))。ジョグは、セグメント区分を検討する上で重要な情報ではあるが、必ずジョグで破壊が停止するわけではなく、ジョグの規模(屈曲の幅)によって破壊が停止するのか破壊が進展するのか、そのいずれになるかの確率が左右されることから(図32)、ジョグの存在を認定することとセグメント区分が一致するわけではない(セグメントを区分していないことは、ジョグの存在を認めていないこととは同義ではない)。被告自身も、敷地正面にジョグが存在することを認識する一方で、セグメント区分に際しては、ここで区分してはいない。

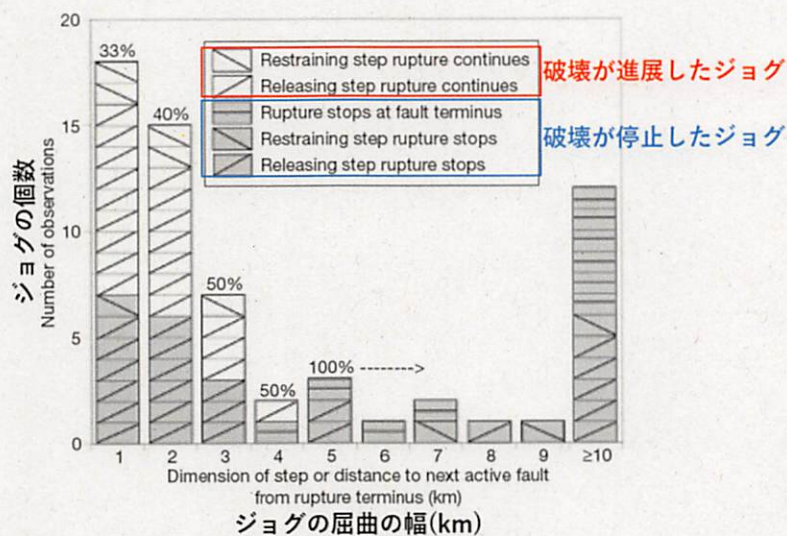


図4-1-2 ジョグの屈曲の幅と断層破壊の停止との関係
(Wesnousky(2006)から引用・一部加筆)

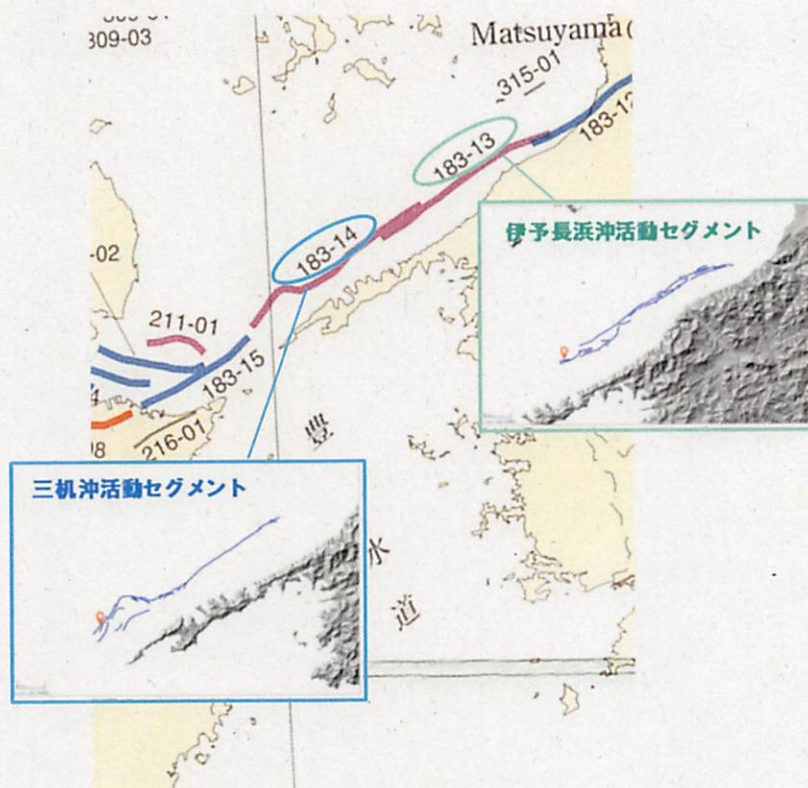
(乙D348(8頁)から引用)

図32 ジョグの屈曲の幅と断層破壊の停止との関係

したがって、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）が敷地正面においてセグメントを区分していないことは、中央構造線断層帯の長期評価（第二版）が敷地正面のジョグの存在を否定していることを意味しない。

また、セグメント区分に当たって、あるジョグでセグメントを分けるか当該ジョグをまたいで連続したセグメントとみるかには複数の判断があり得るところ、敷地正面のジョグでセグメントを区分している例には、産業技術総合研究所の活断層データベースがあり、同データベースは、敷地正面のジョグで区分して、伊予長浜沖活動セグメントと三机沖活動セグメントに分けている（図33、乙D368、乙D369）。また、敷地正面の海域にジョグがあることは、中央構造線断層帯研究の第一人者である岡田篤正京都大学名誉教授も認めているし（乙D276（15頁））、耐震バックチェックの際の専門家での議論においても、変位量が大きくなることについて知見が示されるなどしている（奥村証人調書速記録（14頁））。

したがって、敷地正面の海域にジョグがあることを前提とした被告のアスペリティの配置が不適切であるかのように述べる原告らの主張に理由はない。



(乙D368, 乙D369から引用, 加筆)

図33 産業技術総合研究所の活断層データベースの区分

(5) その他主張について

ア 他の地点で観測された地震動と比較する主張について

原告らは、2008年岩手・宮城内陸地震（以下「岩手・宮城内陸地震」という。）におけるKiK-net—関西観測点（IWTH25）（以下「KiK-net—関西」という。）の観測記録、新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所の解放基盤表面においてはぎとり解析された地震動等と、本件発電所の基準地震動 S_s とを比較して、本件発電所の基準地震動が過小であるかのように主張する（原告ら準備書面（66）（40～41頁）等）。

しかしながら、地震動は地域特性の影響を受けることから、地域特性

を踏まえた適切な補正を行うことなく地域特性が異なる観測記録等と本件発電所の基準地震動とを比較してその大小を比較しても意味はない。

柏崎刈羽原子力発電所においては、その地下構造の特性として、深部地盤の不整形性の影響により増幅する傾向があることや、海域の地震では、荒浜側（柏崎刈羽原子力発電所の敷地のうち、1号炉～4号炉側）において、褶曲構造による増幅があることが確認されているが、上記2(2)で述べたとおり、本件発電所の敷地においては、このような地域特性は確認されていない。被告準備書面（14）で詳述したとおり、地下深部で広域変成作用を受けた結果、堅硬な結晶片岩が広がりを持って形成されている本件発電所周辺と、軟岩（堆積岩）が厚く分布し褶曲構造が発達している柏崎刈羽原子力発電所周辺とでは、地質環境が全く異なっており、本件発電所の敷地は、そもそも柏崎刈羽原子力発電所のような地震動の著しい増幅が起こるとは考え難い堅硬かつ均質な地下構造をしている（乙D290（6頁）、乙D334（34～35頁）、乙D336-1（6頁）、乙D367（27～28頁））。

また、岩手・宮城内陸地震におけるK i K-net一関西の記録については、岩盤上ではなく、揺れの大きくなる傾向にある軟らかい地盤上に設置されており地盤の増幅特性が本件発電所の敷地とは異なっているし、被告準備書面（6）で詳述したとおり、そもそも上下動が片方にのみ大きくぶれており、トランポリン効果の存在や地震動によって地震観測小屋が浮き上がって地面と再接触した際の衝撃力の影響が指摘されているようなものであるから（乙D28、乙D29）、同観測記録を本件発電所の基準地震動と比較してその大小を比較する意味がない。

このように、地域特性の違いを踏まえない比較あるいは本件発電所で

は考え難い特殊な要因によって地震動が大きくなったことが指摘されているような観測記録との比較に基づき、本件発電所の基準地震動が過小であるかのように述べる原告らの主張に理由はない。

イ 他の建造物の耐震性と比較した主張

原告らは、本件3号炉の耐震性とダム、鉄道、ハウスメーカーの住宅の耐震性とを比較した主張をする(原告ら準備書面(76)第2の11, 13(1)及び同(2)(24頁以下))が、そもそも、設計用地震動は耐震設計の対象となるそれぞれの建造物において地震に対する必要な安全性が確保できるよう設定されればよいのであって、他の建造物と優劣を比較すること自体に意味がない。それを措いても、原告らの主張は、建設地点の差異、あるいは比較している地震動の意味等を何ら踏まえないものであって、基本的な条件をそろえないまま比較して耐震性の優劣を論じても意味がない(乙D343(3頁以下)、森証人調書速記録(13頁)。ダム及び鉄道の耐震設計については、被告準備書面(15)(32頁以下)で詳述したとおりである。)。また、当該建造物の耐震性を論じる上で適切でない地震動指標を用いて比較している点、設計用地震動と実耐力という異なるものを比較している点についても不適切である(乙D343(8頁以下))。まして、内容を検討することもなく、「最大級」、「最強」といった言葉の語感だけにに基づく比較(例えば、原告ら準備書面(70)(17頁))に何ら意味はない。

原告らは、ハウスメーカーの住宅との比較に際しては、ハウスメーカーの住宅は、震度7の揺れにも何十回も耐えることのできるとして、繰り返し地震に対して本件発電所の耐震性が劣るかのように主張するが、被告準備書面(15)第1の5(2)(25頁以下)でも述べたとおり、原

告らのいう加振実験は、ハウスメーカーの住宅が如何なる震度7の地震動の繰り返しにも耐えることを証明するものはない。そして、本件発電所の敷地において、そもそも基準地震動Ssクラスの地震動が繰り返し発生することは考え難く、また、被告は、本件3号炉の安全上重要な設備について、弾性設計をしていること、耐震設計上の余裕があること、適切に疲労評価を行っていることから、繰り返し地震によって、本件3号炉の耐震安全性が損なわれることはない。

ウ 経験式等に関する主張

原告らは、被告が耐専スペクトルが適用できないと判断したケースであっても耐専スペクトルを適用すべきである旨、あるいは、入倉・三宅(2001)や壇ほか(2011)は地震モーメントや応力降下量が過小評価となるとして、被告が地震動評価に用いた距離減衰式やスケーリング則を利用することで地震動が過小評価となる旨主張するが(原告ら準備書面(58)第3(5頁以下)等)、原告らの主張に理由がないことは、被告準備書面(13)第4(77頁以下)等で主張したとおりである。

(6) 岡村回答書について

岡村証人が書面尋問において回答した内容について(以下、書面尋問に対する回答書(令和5年7月17日付)を「回答書①」と、書面尋問に対する回答書(令和5年11月22日付)を「回答書②」とそれぞれいう。)、岡村証人の主たる見解を要約すると、被告による中央構造線断層帯の地震動評価は、断層傾斜角、断層までの水平距離、アスペリティの位置の想定などが不十分であり、あるいは、他地点の観測記録と比較するなどすれば、本件発電所の敷地における地震動は、少なくとも1000ガルは下らず、

2000ガル以上も当然あり得るというものである。

しかしながら、以下に述べるとおり、岡村証人の回答は、いずれも具体的根拠に乏しい単なる抽象的な可能性若しくは岡村証人の考えと異なることを指摘するもの又は事実関係を確認することもなく誤解した前提に基づくものであり、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

ア 南傾斜の逆断層を考慮すべきとの見解について

(ア) 岡村証人は、自身が執筆した平成25年9月16日付け意見書(甲90。以下「岡村意見書①」という。)及び平成28年5月13日付け意見書(甲329。以下「岡村意見書②」という。)において、敷地前面海域の断層群は逆断層成分を有する南傾斜の横ずれ断層と考えるべきであり、南傾斜80度を基本ケースとして検討を尽くすべきと述べる(甲90(7~9頁), 甲329(3~11頁))。

(イ) 岡村証人の上記見解を踏まえて敷地前面海域の断層群の傾斜角として南傾斜を考慮する必要性があるとする原告らの主張に理由がないことは、既に被告準備書面(13)第2の1(27~29頁), 4(33~36頁)及び6(37~41頁), 第4の3(1)ウ(97~102頁), 被告準備書面(15)第1の4(13~17頁), 被告準備書面(19)第2の6(42~44頁)等で述べたとおりである。すなわち、被告は敷地前面海域の断層群の震源断層の断層傾斜角について詳細な評価を行い、南傾斜であることを示唆する地形、地質構造等はないことを確認した上で基本震源モデルの断層傾斜角を鉛直と設定していること、原告らは南傾斜であることを裏付ける知見(査読論文等)を提出していないこと、地震本部の中央構造線断層帯の長期評価(第二版)(甲430)が中央構造線断層帯の断層傾斜角について高角度と中角度(北

傾斜)の両論を併記しつつ、南傾斜の可能性には何ら言及していないこと(甲430(13~14頁))などから、かかる原告らの主張に理由はない。

(ウ) これに対し、岡村証人は、書面尋問において、断層傾斜角について南傾斜を考慮すべき理由とその場合の危険を問う質問への回答として、断層傾斜角が南傾斜であれば震源距離が近くなったり、上盤効果により地震動が増大したりするため、断層傾斜角を鉛直としたケースよりも危険になると回答した(回答書①別紙(10頁))。

このように逆断層成分の南傾斜を考慮すれば地震動が増大するからといった回答をする一方、岡村証人は、なぜ敷地前面海域の断層群について逆断層成分の南傾斜が考えられるかという根拠は何ら回答しなかった。

a そこで、岡村証人が岡村意見書①及び岡村意見書②で述べるところをみると、深部で形成された緑色片岩(三波川変成岩類)が上昇して地表面に達していることは地盤が隆起してきたことを裏付けるものであること(甲90(7~8頁))、D層上面が敷地前面海域の断層群を挟んで南側の方が高いこと、佐田岬半島に段丘面が配列していること(甲329(3~4頁))、すなわち敷地前面海域の断層群の南側の方が北側よりも高さがあることを理由に挙げている。

しかしながら、緑色片岩(三波川変成岩類)が地表に露出していること自体が南傾斜・逆断層の根拠であるとする推測は、地質学におけるテクトニクスの基礎的な知識を欠いていると言わざるを得ない。すなわち、三波川変成岩類は前期白亜紀(約1億年前)をピークとして低温・高圧型の変成作用を受け、その後、地表まで上昇

し、古い時代に上昇を終えた後は、大きな構造運動も受けていないところ（被告準備書面（5）第2の2(2)ア（7頁））、本件で争われているのは、新しい地質時代である後期更新世以降（約12万～13万年前以降）の断層の活動性であって、岡村証人は、非常に古い時代の三波川変成岩類の上昇と、後期更新世以降の断層の活動性とを混同して議論しており、テクトニクスに係る基礎知識を正解していない。

また、敷地前面海域の断層群を挟んで南側の方が北側よりも高さがあることを南傾斜の逆断層の根拠とする岡村証人の推測について、被告が、伊方沖の一測線だけではなく他地点の調査等も俯瞰してD層上面に顕著な標高差がないと判断していることは、被告準備書面（13）第4の3(1)ウ（99～100頁）で述べたとおりである。佐田岬半島に段丘面が配列していることについても、断層を挟んで一方が広域的に隆起することは、正断層の場合を含め、通常観察されていることであるし（奥村証人調書速記録（20頁））、また、被告準備書面（13）第4の3(1)ウ（101頁）で述べたとおり、段丘面が示す佐田岬半島の隆起速度は日本国内の一般的な速度であり、断層運動により隆起したことを示すものではないことから、敷地前面海域の断層群が南傾斜の逆断層成分を含むことの根拠にならない。

したがって、岡村証人の上記見解は、科学的な知見について誤解した前提に基づくものであり、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

b また、岡村証人が岡村意見書②で述べるところでは、南傾斜の逆

断層を想定すべきとの見解の根拠として考えられるものとして、伊予灘の海上音波探査記録から南傾斜の断層が「確認できるはず」との見解がある（甲329（6頁））。

しかしながら、かかる岡村証人の見解は、次の①及び②の観点から不合理である。

① まず、岡村証人は、敷地前面海域の断層群が南傾斜の逆断層であるとする論文を自ら発表したことさえないばかりか、他の研究者による同趣旨の論文も存在しないだろうと証言した（回答書②別紙（1頁））。

一方で、被告の評価の妥当性は、査読論文として活断層研究に掲載された高橋ほか（2020）によって学術的にも裏付けられている（被告準備書面（19）第1の2(2)（5頁）参照）。

また、岡村証人は、「逆断層に関しては学問的には興味がありません」などと、学術的な根拠に依らずとも自身の証言が正当化されて然るべきであるかのように回答した（回答書②別紙（1頁））。しかしながら、科学的・専門技術的知見に基づく客観的証拠を踏まえて具体的危険の有無が争われる本件訴訟において、岡村証人は「科学者としてあるいは海底活断層の専門家として」意見を述べることを表明しているところ（甲329（8頁））、学問的に興味がないから調べられていないという理由で、その調べられていない事柄が存在するはずだという推論はあまりにも抽象的な可能性であり、それを根拠とする批判に科学的な合理性はない。

岡村証人は、「（引用注：敷地前面海域の断層群が南傾斜の逆断層成分を伴う可能性について）論文にないことは、ないことの証

拠にはなりません」(回答書②別紙(1頁))と回答するが、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)への改訂に当たって、専門家の中で議論がありながら(甲430(33頁)、奥村証人調書速記録(18頁))、誰もその可能性について触れないようなあらゆる可能性(あるいは極端な異説)を遍く全て完全に否定しない限り考慮しなければならないといった考え方に科学技術的な合理性はない。

② 次に、岡村証人は、岡村意見書②において、「私には、南傾斜の断層面が図面5のようにみえます」と述べ(甲329(6頁))、海上音波探査記録図に線分を描き加えている。

しかしながら、岡村証人は、何ら根拠を明らかにすることなく、単に「みえます」と述べるのみであり、およそ科学技術的な見解とは言えない。一方、高橋ほか(2020)の解釈は、複数の専門家による査読を受けた科学技術的な合理性が認められたものである。

これらのことから、岡村証人の解釈は自身にはそう見えるというのみで、高橋ほか(2020)などで示された解釈を覆す具体的な科学技術的な根拠を何ら示すものではない。

以上、海上音波探査記録によって南傾斜の断層が「確認できるはず」などとして、南傾斜の震源断層を基本に想定すべきとする岡村証人の見解には何ら具体的な根拠がない。

(エ) 以上のとおり、南傾斜の逆断層を考慮すべきとの岡村証人の見解は、科学的な知見について誤解した前提に基づくもの又は何ら具体的な根拠がない抽象的な見解を述べるものに過ぎず、被告の評価の妥当

性を左右するものではない。

イ 敷地前面海域の断層群の震源断層までの水平距離に関する見解について

(ア) 岡村証人は、書面尋問において、本件発電所から敷地前面海域の断層群の震源断層までの水平距離について、8 kmだけではなく5～6 km程度での不確かさの確認が必要と回答した（回答書①別紙（9～10頁））。

(イ) しかしながら、本件発電所沖合の地下浅部に分布する複数の活断層は、地下深部に向かうにつれ、沖合い約8 kmの地点に収斂しており、その下の硬い岩盤中に震源断層が存在すると推定されることから、地震動評価上、震源断層までの水平距離として、約8 kmと考えることが適切であることは、被告準備書面（1）第4の9（13～15頁）、上記2(3)イ（イ）a等で述べたとおりである。

また、沖合い約8 kmの地下浅部の活断層は、その他の断層と比較して変位の累積が特に顕著であるため、地下深部の震源断層の動きと直接的に対応する主断層であると評価できること、このことは最新の査読論文である高橋ほか（2020）において、「その他の断層と比較して変位の累積が特に顕著で海底面まで達する高角断層が認められ、中央構造線活断層系の主断層と考えられる」（乙D275（28頁））とされていることから明らかであることは、被告準備書面（19）第2の6（42～44頁）で述べたとおりであるし、奥村証人も同趣旨を証言している（奥村証人調書速記録（6～7頁））。

(ウ) このような自然科学的に合理的な知見があるにもかかわらず、岡村証人がそれでもなお沖合5～6 km程度に震源断層を設定すべきと主

張るのであれば、変位の累積が顕著でない断層（海底面まで達しなかったり、堆積層中で途切れたりする断層）の直下にあえて震源断層を見出さなければならないとする科学的な根拠を示して然るべきであるところ、そのような具体的な根拠を岡村証人は示していない。

結局、岡村証人のかかる見解は、「より保守的」になる可能性のある評価は、科学的な妥当性を吟味することなくすべて実施しなければならないというものであり、科学的・専門技術的見地からは合理的な見解とはいえない。

したがって、岡村証人の見解は、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

ウ 他地点の観測記録と対比して被告の地震動評価を過小とする見解について

(ア) 岡村証人は、他地点の観測記録等との対比により、以下①ないし⑤の観点に基づき、被告による敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価が、以下⑥の観点に基づき、被告によるプレート間地震の地震動評価が、いずれも過小であると述べる。

① 東北地方太平洋沖地震における東北電力株式会社の女川原子力発電所（以下「女川原子力発電所」という。）の観測記録との比較（甲 329（8～9頁））

② 岩手・宮城内陸地震の4022ガルという観測記録との比較（甲 329（9～10頁）、甲90（4頁））

③ 2016年熊本地震（以下「熊本地震」という。）の1399ガルという観測記録との比較（甲329（10頁））

④ 2023年トルコ・シリア地震の東アナトリア断層において断層

長さ約300kmにわたって連動したこと(回答書①別紙(12頁))

⑤ 震源を特定せず策定する地震動との比較(甲329(9頁), 回答書①別紙(11~12頁))

⑥ 東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の観測記録との比較(回答書①別紙(12~13頁))

(イ) しかしながら, 新規制基準においては, 敷地ごとに震源を特定して策定する基準地震動は, 各発電所の敷地ごとの地域特性を踏まえた「断層モデルを用いた手法」や「応答スペクトルに基づく手法」から策定することが求められており(被告準備書面(5)第2の4(48~49頁)), 岡村証人が提唱するような, 地域特性の異なる他地点の観測記録等からの類推により策定するという手続きは採られていない。ましてや「いくらなんでも181ガルはないでしょう。」(回答書①別紙(13頁))といったような, 漠とした感覚に基づいて大雑把に策定する手法はなおのこと採られていない。

書面尋問(回答書②)においても, 国内の原子力発電所の中で最も硬い基礎岩盤を有する本件発電所の敷地とは地域特性が異なる地点の観測記録をもって被告の地震動評価を批判することに関し, 本件発電所の敷地のS波速度を考慮したのかを問う質問に対し, 「地震動は私の専門外であり, 詳しい計算方法はまったくわかりませんし, 計算を行ったこともありません。ただ, 地震の研究を行っている地質学者として, それらの計算結果にまったく納得できないだけです。」とのみ回答し, 質問に対する証言を避けた(回答書②別紙(1頁))。また, 異なる増幅特性を有する地点間の観測記録同士を比較するに当たり, 重複反射理論による解析(はぎとり解析)等を実施したか否かを問う質問

に対しても、先と同じ回答にとどまり、やはり証言を避けた（回答書②別紙（1頁））。

これらの回答から、岡村証人が、地盤のS波速度という基礎的な指標すら比較することなく、本件発電所の敷地固有の地域特性を考慮事項とせずに主張を行っていること、すなわち、具体的・定量的な根拠を持ち合わせないまま本件発電所の地震動評価を批判していることは明らかであり、かかる証人は被告の地震動評価の妥当性を左右するものではない。

加えて、岡村証人による上記①ないし⑥の見解には相当でない事項や看過できない事項が含まれているため、以下（ウ）ないし（ク）において、必要な範囲で述べる。

(ウ) 岡村証人は、上記①の比較に当たって、東北地方太平洋沖地震において震源断層面からの距離50kmに位置する女川原子力発電所で観測された加速度と、敷地前面海域の断層群の震源断層面からの距離10km（ママ）の本件発電所において想定される加速度とが同程度であるはずがないなどとして、本件発電所の基準地震動は、「少なくとも1000ガル、2000ガル以上も当然あり得る」と述べる（甲329（8～10頁））。

しかしながら、本件発電所の方が増幅の生じにくいという増幅特性の違いや、プレート間地震の方が内陸地殻内地震よりも短周期レベルが大きくなる傾向にあるという震源特性の違いなどの地域特性を何ら考慮することなく、単純に震源距離だけを基準として同列に論じようとする岡村証人の見解が不合理であることについては、被告準備書面（13）第4の3(3)（103～106頁）で述べたとおりである。

(エ) 岡村証人は、上記②の比較に当たって、「特に岩手宮城内陸地震では、揺れを表す単位として用いられている加速度で4022ガルを記録しました。このことにより活断層が知られていない場所でも4000ガルを越える地震が発生することを私たちは知りました。」などと、本件発電所の基準地震動が過小であるかのように述べる（甲90（4頁）、甲329（9～10頁））。

しかしながら、当該記録（KiK-net—関西の観測記録）は特異な要因が見られる事例であり、単純に比較することができないことは、被告準備書面（6）第4の2(2)ア（24～25頁）、上記(5)アで述べたとおりであり、このような差異を検討もしない岡村証人の見解に科学的な合理性はない。

(オ) 岡村証人は、上記③の比較に当たって、熊本地震において1399ガルという上下動が観測されたことに触れ、「驚異的な値」、「地震が発生するたびに、私たちは新しい事実には驚かされているのです。」、「このような新しい事実を「例外」として排除していった先に福島があったことを忘れるべきではありません。」などと、本件発電所の基準地震動が過小であるかのように述べる（甲329（10頁））。

しかしながら、当該観測記録は、KiK-net益城観測点（KM MH16）における、S波速度（せん断波速度）110m/秒という軟らかい地表での最大加速度（上下動成分）であり、同地点における地中の硬い岩盤での最大加速度（上下動成分）はわずか127ガル⁷⁷で

77 被告準備書面（19）第2の7(2)で述べた表層の軟らかい地盤がある地表の最大加速度約1580ガルは三成分合計（南北及び東西方向の水平動成分並びに上下動成分の地震動のベクトルを合成したもの）、地中の硬い岩盤における最大加速度約237ガルは、南北方向の水平動成分の地震動（南北及び東西方向の水平動成分並びに上下動成分の中で最大値）を示している。

ある(乙D291, 乙D292)。

このような事実を知っているかを問う質問に対し、岡村証人は、知っているか否かを答えることなく、「何度でも繰り返しますが、私は地震動の専門家ではありませんので、詳細な分析・判断はできません。」などと回答を避けた(回答書②別紙(2頁))。このことから、岡村証人が上記事実を知らないまま意見書を作成していたと考えられ、結局のところ、岡村証人は、地震動評価の基礎である地域特性の検討・分析を経ないまま意見を述べているにすぎない。

(カ) 岡村証人は、上記④の比較に当たって、2023年トルコ・シリア地震において、断層長さ300kmが活動した事例を挙げ、「日本でも起きる可能性があります。私達は、まだまだ地震のことを知らないことを自覚すべきです。」と証言し、被告の地震動評価が不足しているかのように述べる(回答書①別紙(12頁))。

岡村証人は、自身が「知らな」かったとする観測事実が一体何であるのかすら示しておらず、批判の意図が判然としないものの、「300kmに及ぶ」との証言に照らせば、長大な断層が連動し得ることを「知らないこと」として捉えていたと推察できる。

同地震においては、東アナトリア断層全体(約700~800km)のうち、岡村証人の述べるとおり約300kmの区間が活動した(乙D385)。これに対して、被告が、基本は分割して活動すると考えられている中央構造線断層帯において(奥村証人調書速記録7~8頁)、その全区間に加えて九州の断層までもが一度に連動するというケース(約480km)を基本として評価を行っていることは、被告準備書面(5)第2の4(3)エ(ア)a(72~73頁)、上記2(3)イ(ウ)a(b)

等で述べたとおりである。したがって、被告は、断層帯の一部（約300km）が活動したトルコ・シリア地震を十分に上回る想定として、中央構造線断層帯の全区間を超えて更に西へ連動する想定（約480km）を採用しており、岡村証人の批判は被告の評価の合理性を左右するものではない。

(キ) 岡村証人は、上記⑤の比較に当たって、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震動も考慮して策定した基準地震動S s - 1（敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の一つ）の最大加速度650ガルが、岡村証人が「耐震基準の最低レベル」と呼ぶ基準地震動S s - 3 - 1（震源を特定せず策定する地震動の一つ）の最大加速度620ガルに近接しているのは、被告が中央構造線断層帯による地震動を過小評価しているからであるなどと述べる（甲329（9頁）、回答書①別紙（11～12頁））。

しかしながら、岡村証人は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動S s - 1と震源を特定せず策定する地震動S s - 3 - 1との関係を正解していない。

被告準備書面（13）第4の3(3)（103～106頁）を敷衍すると、基準地震動S s - 1は、敷地周辺の地域特性を踏まえ、震源断層を特定した上で敷地にもたらされる揺れを評価した地震動であり、本件発電所の敷地の地域特性（例えば、解放基盤面のせん断波速度（2600m/秒））を考慮して策定されたものである。一方、震源を特定せず策定する地震動は、活断層が存在するか否かにかかわらず（敷地周辺に震源断層を特定することなく）、過去に発生した地震において観測された地震動記録（S s - 3 - 1は留萌支庁南部地震におけるK

—NET港町の観測記録)に基づき評価した地震動であり、両者は評価方法が全く異なるものであるため、敷地周辺の地域特性によっては、震源を特定せず策定する地震動が敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を一部周期帯で上回ることは何ら不合理ではない。

このように、各々の基準地震動はその概念や策定に当たっての考え方を全く異にするものであり、両者の最大加速度を比較して片方の地震動評価が過小であるなどとする岡村証人の見解に科学的合理性はない。

(ク) 岡村証人は、上記⑥の比較に当たって、東北地方太平洋沖地震において、比較的よい地盤に立地する女川原子力発電所で600ガル超の地震動が観測されたことをもって、南海トラフの巨大地震における本件発電所の地震動に関し、「いくらなんでも181ガルはないでしょう。」と述べ、震源断層面からの距離が40km程度の本件発電所であれば、女川原子力発電所及び日本原子力発電株式会社の東海第二発電所(以下「東海第二発電所」という。)(同距離が50～60km)が想定する1000ガルよりも強い揺れを想定するのは「当然でしょう。」と回答した(回答書①別紙(12～13頁))。

しかしながら、本件発電所の基礎岩盤は、S波速度で2600m/秒という全国の原子力発電所の中で最も硬く地震動の増幅が生じにくい。(乙D342(18頁))という地盤条件の違いや、太平洋プレートの方がフィリピン海プレートよりも地震動が大きくなりやすいという震源特性の違いなどの地域特性を何ら考慮することなく、単純に震源距離だけを基準として同列に論じることは「当然」ではなく、岡村証人の見解は不合理である。すなわち、太平洋プレートは形成年代が古

いためプレートを構成する岩盤が硬く厚いことなどに起因して地震動が大きくなりやすいこと、強震動予測レシピにおいても、想定震源域における経験的關係の傾向を参照することが求められており、その具体例として、宮城県沖や三陸沖北部の太平洋プレートにおけるプレート間地震に関する知見が示されるなど（地震調査委員会（2003）⁷⁸及び地震調査委員会（2004）⁷⁹では、強震動予測レシピで提案されている壇ほか（2001）⁸⁰の2.3倍程度の短周期レベルが与えられる（乙D283（3頁）、乙D284（3頁））。）、太平洋プレートにおける地震動が大きくなりやすいことに留意するよう言及されていること（乙D73（17頁））などは、被告準備書面（19）第1の3(2)ア（15～16頁）で述べたとおりである。

以上、地域特性の違いを無視して単純に震源距離の観点からのみで被告の地震動評価を過小であると判断する岡村証人の見解には科学的合理性はない。

エ 中央構造線断層帯の地震によって本件発電所で想定される地震動は、少なくとも1000ガルを超えるとの見解について

(ア) 岡村証人は、岡村意見書①及び岡村意見書②において、中央構造線断層帯の地震によって本件発電所で想定される地震動は、「少なくとも1000ガル、2000ガル以上も当然あり得る」と述べる（甲90（8～9頁）、甲329（8～11頁））。

78 「宮城県沖地震を想定した強震動評価」地震調査委員会，2003。

79 「三陸沖北部の地震を想定した強震動評価」地震調査委員会，2004。

80 「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」壇一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井透，日本建築学会構造系論文集，第545号，51-62，2001。

(イ) 岡村証人が、「少なくとも1000ガル」、「2000ガル以上」と、具体的な数値を示して主張を行っているにもかかわらず、いかなるデータ・手法を用いて算定したのかといった具体的根拠を何ら示していないことについては、再三にわたって、被告準備書面(7)第4の6(1)(81~82頁)、被告準備書面(12)第2の3(1)ア(51~53頁)等で述べてきたとおりである。

そして、書面尋問においては、回答書②において、「少なくとも1000ガル」などと判断した算定の過程を問う質問、及び数値計算を伴う地震動評価に係る論文の執筆実績の有無を問う質問に対し、「地震動は私の専門外であり、詳しい計算方法はまったくわかりませんし、計算を行ったこともありません。ただ、地震の研究を行っている地質学者として、それらの計算結果にまったく納得できないだけです。」(同別紙1頁)と回答したことからすれば、「少なくとも1000ガル、2000ガル以上も当然あり得る」との岡村証人の見解は、何らかの地震動評価の結果を踏まえたものでないことは明らかであり、証人自身の思い込みによる相場観を表明しているに過ぎない。結局、中央構造線断層帯の地震によって本件発電所で想定される地震動が少なくとも1000ガルを超えるといった岡村証人の見解は、地震動評価によって計算された最大加速度の数値に対して、岡村証人自身が不満を持っているという単なる意見の表明に過ぎないというべきである。

ちなみに、岡村証人は、「断層の長さは360km」、「南傾斜」、「マグニチュード8以上」を同時に想定して計算すれば、「少なくとも1000ガル、2000ガル以上も当然ありうる」と述べているが(甲90(8~9頁))、被告が「断層長さ480km」、「南傾斜80度」、「マグ

ニチュード8.4」を同時に想定したケースの評価を行っており、その結果が最大加速度で340ガル(乙D35(168頁))であったことは、被告準備書面(12)第2の3(1)ア(52頁)で述べたとおりである。

(ウ) また、岡村証人は、「四国電力が基準地震動を1000ガルにできないのは、伊方原発が耐えられないことが、工学的には容易に明らかにされるからです。」とも回答した(回答書①別紙(14頁))。

しかしながら、何ら見解の根拠が示されておらず、証人独自の憶説に過ぎない。

ちなみに、岡村証人は、岡村意見書①において、原子力発電所の多くは、強振動(ママ)を知らなかった時代に建設され、300ガル程度の揺れしか想定していないため、現在の本件発電所の耐震性能が不足しているかのようにも述べるが(甲90(4~5頁))、本件発電所について、建設以降も最新の知見等を踏まえた検討・評価を行い、その結果、設計時よりも大きな地震動に対する耐震安全性の評価を行うことになった場合でも、引き続き耐震安全性を有していることを確認することができるのは、設計及び建設時において耐震安全上の余裕を十分確保するとともに、これを向上させるための対策を講じてきたからであることについては、被告準備書面(5)第2の3(5)(38~48頁)、上記3(2)で述べたとおりであり、かかる岡村証人の見解は当を得ない。

(エ) 以上のとおり、中央構造線断層帯の地震によって本件発電所で想定される地震動は、少なくとも1000ガルを超えるとの岡村証人の見解は、具体的な根拠のない岡村証人の漠とした感覚、憶測に基づく

ものであり、被告の地震動評価の合理性を左右するものではない。

(オ) 岡村証人は、岡村意見書①及び岡村意見書②において、地震の発生する時期や震源断層の性状を正確に把握することはできないとか、正確な地震予知及びその規模を予測することはできないなどと述べるが(甲90(9頁), 甲329(1~2頁)), 被告による地震動評価の目的は、正確に地震を予知するようなことでないことは上記(1)で述べたとおりである。

オ 壇ほか(2011)の手法を用いる地震動評価は過小であるとの見解について

(ア) 岡村証人は、岡村意見書②において、すべり量の飽和を考慮する壇ほか(2011)の手法を用いる被告の地震動評価は過小であると述べ(甲329(7頁)), 書面尋問においても同趣旨の回答をした(回答書①(別紙11頁), 回答書②(別紙2頁))。

(イ) しかしながら、壇ほか(2011)の手法が、過去の地震記録によって妥当性が検証されていること、同手法に基づくすべり量が保守的であること、IAEAでも紹介されている信頼性のある手法であることなどについては、被告準備書面(7)第4の4(3)イ(67~69頁), 被告準備書面(13)第3の2(1)(64~68頁), 上記2(3)イ(ウ) b及びgで述べたとおりである。

また、岡村証人が批判するすべり量の飽和という考え方は、壇ほか(2011)に限らず、地震本部の強震動予測レシピ等においても考慮されているなど、長大断層においては一般的な知見である(被告準備書面(13)第3の2(3)(70頁)及び(4)(73~74頁))。さらに、被告が、壇ほか(2011)に基づくすべり量だけでなく、これ

よりも大きなすべり量を与えるFuji and Matsu'ura (2000)を併用し、既往の知見よりも大きなすべり量となる保守的な評価も行っていることは、上記2(3)イ(ウ)gで述べたとおりである。

(ウ) これに対して、岡村証人は、書面尋問(回答書②)において、すべり量の飽和が強震動予測レシピでも考慮されていることに対する見解を問う質問に対し、原子力発電所の重大事故は絶対に起こしてはならない、女川原子力発電所が津波災害を回避できたのは自主的な方策によるものであった、地震本部も正確な予測はできないなどと、およそすべり量の飽和とは関係のない証言に終始した(回答書②別紙(2～3頁))。

この回答からすれば、岡村証人の見解は、すべり量が飽和するという考え方が科学的に不合理である具体的な根拠は示さずに、単に絶対にそうだとは言えないから、原子力発電所における地震動評価においては用いてはならないという趣旨に基づく見解と考えられ、そうであれば、およそ科学的合理的を有する見解とはいえない。

(エ) 岡村証人は、書面尋問(回答書①)において、「東北の地震と原発事故があったにもかかわらず、いまだにこの論文が使用されていることに驚きを覚えます。」とも証言しているところ(回答書①別紙(11頁))、文脈からすると、岡村証人は、壇ほか(2011)のスケーリング則が東北地方太平洋沖地震以前から被告によって用いられており、同地震を契機に新たな知見が得られたにもかかわらず継続して用いているという前提で証言をしていると推測される。しかしながら、被告が壇ほか(2011)のスケーリング則を用いるようになったのは、

新規制基準の制定後（平成25年以降）であるし、そもそも壇ほか（2011）が発表されたのは、東北地方太平洋沖地震（平成23年3月）よりも後の平成23年12月である。したがって、岡村証人の上記見解は、前提となる事実についても理解を誤ったうえで表明されたものである。

カ 本件発電所の敷地正面にアスペリティを配置しないことは問題であるとの見解について

(ア) 岡村証人は、書面尋問において、被告が敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価を行うに当たり、本件発電所の敷地正面にアスペリティを配置していないことは問題であると回答した（回答書①別紙（10～11頁））。

(イ) 被告が、保守的な地震動評価となるようアスペリティを震源断層の上端に配置した上で、本来はアスペリティが存在するとは考え難い敷地正面のジョグ（当該箇所にジョグがあることは、上記(4)エで述べたとおりである。）にアスペリティを設定するケースを不確かさの考慮として想定していることは、被告準備書面（19）第2の8(3)（53～54頁）、上記2(3)イ（エ）eで述べたとおりである。

(ウ) 岡村証人は、書面尋問において、被告が、ジョグは断層破壊の停止域になると評価されることから、ジョグにはアスペリティが想定し難いという考え方を採っていること（被告準備書面（2）第1の8(2)及び(3)（18～19頁）、同9（19～20頁）等）に対し、甲405で詳細に批判していると回答した（回答書①（別紙（10～11頁）））。その甲405において、岡村証人は、被告が新規制基準適合性審査で引用した岩城ほか（2006）を挙げ、同論文が「アスペリティ分布

と地表で変位量が大きかった範囲がよく一致している」ことを示してはいるものの(甲405(66頁)),証人の見解としては、「ジョグがアスペリティにならない,などというのは『たわごと』と述べている(甲405(65頁))。

ジョグにはアスペリティが想定し難いとの評価が妥当であることは,上記2(3)イ(ウ)cで述べたとおり,強震動予測レシピの記載,耐震バックチェックにおける多数の専門家による議論,奥村証人の証言,動力学的な分析等からも裏付けられているのであり,具体的な根拠も示さずに「たわごと」であると切って捨てる岡村証人の見解は,到底,科学技術的に具体的な根拠に基づく見解とはいえず,被告の地震動評価の妥当性を左右するものではない。

(エ) ちなみに,被告が本件発電所の敷地正面にあるジョグにアスペリティを設定した場合の不確かさを考慮することになったのは,愛媛県の伊方原子力発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会において,森証人から,ジョグにアスペリティを配置しないことの自然科学的合理性を認めた上で,工学的観点から,アスペリティが正面に位置した場合に地震動にどのような影響が生じるかについて把握しておく必要があるとの意見があったことを踏まえたものである(乙D346(8頁))。

これに対して,岡村証人は,岡村意見書①及び岡村意見書②において,不確かさの考慮においては,全てのパラメータを地震動が大きくなる方向に設定して重畳させるべきであるとも述べている(甲90(8頁),甲329(11頁))。被告は,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及び事前に平均

的なモデルを特定することが困難な不確かさについてはあらかじめ基本震源モデルに織り込み、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については独立した不確かさとして考慮している。独立した不確かさとは、基本震源モデルにおいて信頼性の高い想定がなされている（平均的なモデルが特定できる）にもかかわらず保守的にあえて想定することとした条件等を考慮するものであり、それらが相互に重畳する蓋然性は極めて小さい。そうした独立した不確かさを全て重畳させるべきとの岡村証人の見解は、不確かさの性質や程度の違いを一切無視するものである。科学的な妥当性を吟味することなく「より保守的」になる可能性のある評価はすべて実施しなければならないという態度で述べる岡村証人の見解は、あくまで一個人としての見解であって、科学者の立場で述べられたものとはいい難い。

キ 過去の中央構造線断層帯の評価に関する見解

岡村証人は、書面尋問において、1990年代以前の被告による中央構造線断層帯の評価を縷々論難する（回答書①別紙（5～8頁））。

しかしながら、かかる指摘は、現在の被告の地震動評価の合理性と何ら関係せず、反論の要を認めない。被告が本件発電所の各号炉が原子炉設置（変更）許可を得るに当たり、中央構造線断層帯を適切に考慮していることは、平成24年5月7日付け答弁書「請求の原因に対する認否」第7の3(4)（82頁）等で述べたとおりである。

(7) 芦田証人について

ア 芦田証人の見解は、被告の調査の目的を踏まえていないこと

甲456及び証人尋問における芦田証人の見解を要約すると、「最先端

の調査手法である三次元探査で調査を行わなければ、活断層や地下構造の調査を尽くしたとはいえない」というものである。

一方、被告が海域及び陸域において地球物理学的探査を実施し、あるいは深部ボーリングを実施した目的は、あくまで本件発電所の地震に対する安全性を確保するための地震動評価に当たって、本件発電所の敷地周辺の活断層を把握すること、本件発電所の敷地の増幅特性（地震動の顕著な増幅をもたらす特性の有無）を把握することにある。

活断層を把握する目的においては、活断層の存在を把握し、把握した活断層の性状に関する情報を踏まえて、保守的な震源モデルを設定することができれば目的を達することができる。二次元探査であっても、測線を密に格子状に配置することで、活断層を把握することが可能であり（奥村証人調書速記録（5頁）、森証人調書速記録（47頁））、敷地前面海域の断層群においては、活断層評価をする上で、十分な地形、表層地質の調査や地球物理学的な探査がなされている（奥村証人調書速記録（6頁））。被告が、伊予灘における活断層分布を詳細な調査により把握していること並びに本件発電所の敷地及び敷地近傍の地下構造を詳細な調査により把握していること、これを踏まえて保守的な基準地震動を策定していることは、上記2(3)イで述べたとおりである。

そして、被告による調査・検討とそれらに基づく評価が適切であることは、岡田篤正京都大学名誉教授が「伊予灘では、四国電力をはじめとする各種機関によって膨大な数量の海上音波探査が実施されておりますので、そのデータによって地層境界面の等深線図を作成することが可能であり、中央構造線断層帯の活動に伴う三次元的な変形構造(地下構造)を詳細に把握できます」（乙D276（10頁））と述べているところで

ある。芦田証人は、海域で三次元探査による活断層調査が行われた事例として八代海における調査の事例を証言したが(芦田証人調書速記録(26頁)), 当該調査を行った当事者である阿部信太郎地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部部長も「中央構造線断層帯が通過する伊予灘では各種機関による海上音波探査が膨大な数量で行われており、佐田岬半島北岸部に活断層がないことを含め、活断層分布の把握や震源断層のパラメータ設定に必要な調査データが十分に揃っていること、すなわち四国電力株式会社による海域調査の内容(測線配置、音源の選択、取得データの処理等)が妥当であることを確認しました。」「伊方発電所の耐震設計上考慮すべき活断層の抽出という観点からは、伊予灘における活断層調査として、現状の音波探査測線に加えて三次元探査を実施する必要性は認められません。」と述べている(乙D373(14頁, 17頁))。

また、本件発電所の敷地の増幅特性の把握という目的においては、設置許可基準規則解釈別記2において、「評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施すること。」と定められているように(乙E6(129頁)), 立地地域の特性も踏まえつつ、様々な手法を組み合わせで評価するものである。そして、本件3号炉の地震動評価にあたって、本件発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造について、地質調査、ボーリング調査、物理探査、地震波記録の評価を通じて、地震動評価に必要となる三次元的な構造を十分に把握し、地下構造に起因する顕著な地震動の増幅がないことを確認していることは、上記2(2)で述べたとおりである。

本件発電所の敷地の地盤に関して、地震動の顕著な増幅の要因となるような特異な地下構造の有無を確認するという目的に照らして十分な情報、つまり、地震動評価のための適切な地下構造モデルを作成する上で必要な情報が三次元的な地質構造が地質調査に基づいて明らかにされ、地震動の増幅特性を把握することを目的とした調査としては十分な結果が得られていることは、地質学の専門家である鈴木茂之岡山大学名誉教授、物理探査の専門家である鈴木浩一元北海道大学特任教授らが述べるとおりである（乙D290（6頁）、乙D386（8頁））。

これに対し、芦田証人は、自身が執筆した2019年9月1日付け意見書（甲456。以下「芦田意見書」という。）において、三次元探査の必要性を根拠付けるために、地震津波基準検討チーム第3回会合における専門家らの発言を挙げるが（甲456（17～18頁））、同会合における専門家らの発言が本件発電所の敷地において三次元探査を求める根拠となり得ないことは、被告準備書面（14）第3の1（26～27頁）で述べたとおりである。その他、芦田証人が証言等で示した見解は、三次元探査についての一般的な有用性、優位性を述べるにとどまり、被告による調査・検討とそれらに基づく評価の合理性を覆す具体的な根拠は何ら示されておらず、被告の地震動評価の妥当性を左右するものではない。ちなみに、芦田証人は、別訴大分地裁に係属した本件3号炉の運転差止請求に係る事件においても本件訴訟における証言と同趣旨の証言をしていたところ、芦田証人の見解はいずれも排斥されている（乙A23（185～189頁、201～215頁、230～242頁））。

芦田証人の証言の証拠価値については以上に尽きるが、芦田証人の見解には看過できない誤りや相当ではない事項が含まれるため、以下、必

要な範囲で述べる。

イ 芦田証人の証言の誤り等

(ア) 地震が発生する深さに関する証言について

芦田証人は、本件発電所の敷地周辺の震源深さ40～70kmで発生した地震が中央構造線断層帯で発生した地震であるかのように証言するが(芦田証人調書速記録(41～43頁))、震源深さ40～70kmで発生している地震は海洋プレート内で発生した地震である。

つまり、この深さ40～70kmで発生した地震は、内陸地殻内地震及びこれを評価するための活断層調査等とは関係がない。

(イ) 地球物理学的探査に関する証言について

a 芦田証人は、被告が実施したエアガンによる音波探査は震源断層に届くような調査ができていない、震源エネルギー(空気の吐出し量)をもっと大きくしなければ深くまで探査できないなど(芦田証人調書速記録(12頁))、音波探査によって震源断層を直接捉えるべきであるとの前提で見解を述べる。

しかしながら、活断層長期評価部会の委員として中央構造線断層帯の長期評価の改訂に関わった奥村証人が「私の知る限り、大出力の音波探査、三次元探査で、このような横ずれ断層、高角断層が明らかとなった例は存じ上げておりません」と述べるように(奥村証人調書速記録(45頁))、音波探査の調査結果のみによって、震源断層までを含む断層面全体の性状を的確に捉えることはできない。海上音波探査は、海面付近で人工的に発生させた音波が、海底下の地盤の密度と音波の伝達速度(速度と密度の積で示し、これを「音響インピーダンス」という。)が変化する境界面(反射面)で跳ね返

り（反射し）、再び海面付近へ戻ってきたものを受振器で観測し、その記録を処理・解析することによって海底下の速度構造（反射面の分布）を捉えるものである。芦田証人が専門とし経験を有する石油探査においては、一般に、地盤内部の音響インピーダンスの差が顕著かつ明瞭である（音響インピーダンスの異なる地層が縞状に分布している）ことなどから、内部の構造（反射面）を捉えやすい堆積岩を対象として探査を行うところ、三波川変成岩類や領家花こう岩類は内部が物性的にほぼ均質、つまり、音響インピーダンスがほぼ一定であることから、仮にエアガンのエネルギーを増大させたとしても、断層を含む内部構造を捉えることが困難であることに変わりはなく、奥村証人も、断層の両側が三波川変成岩類であれば、それを見ることはほぼ不可能と述べておりである⁸¹（奥村証人調書速記録（45頁））。

一方、被告は、海上音波探査によって、敷地前面海域の断層群の活動によって生じた変位地形、海底面から震源モデルの断層上端を設定した地下2km付近までの主断層等の分布状況や三波川帯、領家帯の上面構造といった地震動評価に必要な情報を把握し（奥村証人調書速記録（6頁））、海上音波探査のほかにも、文献調査、地形調

81 海域では、一般に、硬い音響基盤（三波川変成岩類、領家花こう岩類など）の上側に、軟らかい地層（音響インピーダンスが小さく、かつ、内部の音響インピーダンスの差が顕著・明瞭な砂泥互層などの地層）が分布しているため、発振器（音源）から音響基盤の上面に到達した音波の大部分は上方へ反射し、それ以深には音波（シグナル）が届きづらく（乙D373（7頁））、また、硬い音響基盤の内部は音響インピーダンスがほぼ一定であるため、僅かに届いた音波（シグナル）から硬い音響基盤の内部構造を明瞭に捉えることは困難であり、仮に、発振器（音源）のエネルギーを増大させることで音響基盤内部から反射してくる音波（シグナル）の振幅が大きくなったとしても、音波（シグナル）が上部層（軟らかい地層）を往復する際などに発生するノイズも増加するため、両側を三波川変成岩類とする断層を捉えることは困難である。

査、地表地質調査、海域地質調査、地球物理学的調査等の詳細な調査によって得た情報も踏まえて、敷地前面海域の断層群の性状を適切に把握し（被告準備書面（13）第1（1～27頁））、これに基づき震源モデルを保守的に設定することで本件発電所の耐震安全性を確保している（松崎証人調書速記録（61～63頁））。

b 芦田証人は、芦田意見書において、被告が本件発電所の敷地において実施した反射法探査結果に関して、「CDP No. 65付近にも反射面の不連続部がみられます。四国電力はここについては追加解析を行い、この不連続部の解釈として解析測線の設定位置による影響と速度フィルターを原因としています。・・・速度フィルターは通常の反射法の処理では使われないものです。四国電力が消そうとした傾斜の波は、むしろ断層の端から派生する特徴的な回折波であり、断層の存在を示している可能性があります。」との見解を示し、証人尋問においても同様の証言を行っている（甲456（14～15頁）、乙D335（34～35頁）、芦田証人調書速記録（7～8頁））。

しかしながら、CDP No. 65付近に認められる反射面の不連続部については、解析測線と受振測線の位置が異なる影響及び速度フィルターの影響によって生じたものであり、断層の存在を示しているとは考えられない。すなわち、芦田証人の指摘する不連続部について、被告は、詳細な追加解析を行った結果、これらは解析測線の位置や速度フィルターの影響による見かけ上のノイズであると判明しており、むしろ、速度フィルターを適用しない場合に反射面の不連続部が目立たなくなることが検証されているのであって、

不連続部が断層の存在を示している可能性がある旨の芦田証人の見解は事実関係の誤解に基づくものである。(乙D387(86~90頁), 乙D388(9~10頁), 乙D386(5頁))

芦田証人は、被告が実施した反射法処理における速度フィルターの適用について、断層を示す傾斜が速度フィルターの適用により消えてしまうため通常は使用されない(芦田証人調書速記録(8頁), 乙D335(34~35頁))との見解を示しているが、速度フィルターは見かけ上のノイズを除去する目的で適用するものであるところ、地震本部が示す反射法データ処理の流れにおいても、速度フィルターの一つである「時間-空間フィルター」が明記されていることから分かるとおり(乙D389(6枚目))、陸域の反射法処理における速度フィルターの適用は一般的である(乙D388(9頁), 乙D386(5頁))。

(ウ) 深部ボーリングの調査に関する証言について

a 芦田証人は、被告が本件発電所の敷地において実施した深部ボーリング調査について、深度1800~1900mにおいてPS検層による速度と密度から見れば破碎帯と解釈される旨証言した(芦田証人調書速記録(29~32頁, 48頁))。

しかしながら、地震動が増幅する原因となるような破碎帯がないことは、鈴木茂之岡山大学名誉教授(特命教授)が2000mのボーリングコアの全長を、直接目で見えて観察した上で、「伊方の深部ボーリングでは、その全長にわたって連続して良好なコアが取得されており、顕著な破碎帯もなく、伊方発電所の岩盤は非常に堅硬かつ緻密で発電所を支持する岩盤として申し分のないものがあることが

よく分かりました。また、深くなるほどコア採取が難しくコアリングで劣化しやすいですが、伊方の深部ボーリングでは、1800m以深の最深部においても連続した良好なコアが採取されていました。」と述べるとおりである（乙D290（4頁））。

- b 芦田証人は、被告が実施した深部ボーリング調査の位置について、本件3号炉から1kmも離れた地点で実施しても駄目だと証言したが（芦田証人調書速記録（32～33頁））、被告が実施した深部ボーリングの調査目的は、地下構造そのものを精緻に把握することではなく、特異な地震動増幅の有無を評価することであるから、森証人が、深部ボーリング調査地点が本件3号炉から約1km離れていても、「地震動増幅を評価するのが目的であるのであれば、まあ、同じ地質構造だとか、地形というか、広い意味での地形であれば、問題ないんじゃないかというふうに思います。」と述べるとおり（森証人調書速記録（51頁））、深部ボーリング調査の目的に照らして、深部ボーリング調査位置の選定は適切である。

(8) 野津証人について

野津証人は、平成28年9月9日付け意見書（甲392。以下「野津意見書」という。）等において、周期1～2秒の地震波は、加速度・速度の両方が大きくなりやすいため、構造物にとって脅威であるとして（甲392（14頁））、そのような地震波が観測された兵庫県南部地震での被害事例を挙げた上で、東北地方太平洋沖地震においても、宮城県などにおいて構造物に脅威となる周期1～5秒のパルス波が到来していたとして（甲392（4～6頁））、これを再現可能なSPGAモデルを用いなければ、同地震の教訓を踏まえた強震動予測はできない旨を述べる（甲392（7頁、

21～22頁))。

しかしながら、SPGAモデルが地震動予測手法として確立して実務に浸透しているものといえないことなどは被告準備書面(19)第1の3(7～36頁)で述べたとおりである。

ところで、野津証人は、尋問全体を通じて、東北地方太平洋沖地震の観測記録に周期1～5秒(1～0.2Hz)のバンドパスフィルタ⁸²による処理を施した速度波形を多数示しながら、当該波形の中にSPGAで生成されたパルス波が含まれているとか、周期1～5秒の地震波によって最大振幅が決まっている記録が多数あるとかと、観測記録の解釈に関する見解を頻りに述べた上で、このような地震波によってもたらされる構造物の脅威が本件発電所にも当然に妥当する旨証言した。そこで、以下、まずアにおいて、そもそも野津証人がSPGAモデルの必要性の根拠とする周期1～5秒や2秒程度の大振幅パルスを本件発電所の地震動評価で考慮する必要性がないことについて述べた上で、イにおいて、SPGAに関する証言について述べる。また、野津証人は、中央構造線断層帯に係る地震動評価など内陸地殻内地震に関する証言もしていることから、ウにおいて、内陸地殻内地震に関する証言について述べる。

ア 周期1～5秒や2秒程度の大振幅パルスについて

被告は、野津証人も用いた周期1～5秒のバンドパスフィルタを、野津証人が頻りに示した速度波形だけではなく、加速度波形にも合わせて適用することで、東北地方太平洋沖地震の観測記録における周期1～5秒の地震動強さを俯瞰して把握し、これらが脅威を与えるレベルといえ

82 地震動の信号からある周波数帯域に含まれる周波数成分だけを通過させそれ以外を遮断するフィルタのこと。

るのか否かを確認した。以下、(ア)において、野津証人が周期1～5秒のパルス波が到来したとして縷々挙げる観測記録は、そもそも周期1～5秒のパルスによって決定付けられているとはいえないものが大半を占めるなど、パルス波を生成させる震源特性を結論付けることはできないこと、(イ)において、そもそも周期1～2秒の大振幅パルスが励起されるような地盤条件が本件発電所において想定されないこと、(ウ)において、壁式の鉄筋コンクリート構造物である本件3号炉の原子炉建屋をはじめとする安全上重要な構造物は、周期1～2秒の大振幅パルスによっても、安全機能を喪失するような被害を受ける蓋然性が極めて小さいことを説明する。

(ア) 東北地方太平洋沖地震の観測記録が周期1～5秒や2秒程度のパルスによって最大加速度・速度が決定付けられていないこと

野津証人は、野津意見書において、東北地方太平洋沖地震の際、S P G Aで生成された周期1～5秒や2秒程度のパルスによって最大加速度・速度が決まっているような地震波が、宮城県や茨城県で数多く観測されていることを前提事実として、本件発電所の地震動評価においても、そのようなパルスが再現されなければならない旨を述べる(甲392)。

しかしながら、以下①ないし③で述べるとおり、野津証人の挙げる観測記録が周期1～5秒や2秒程度のパルスによって最大加速度・速度が決定付けられているとはいえない。

① 宮城県の観測記録

野津証人は、野津意見書において、東北地方太平洋沖地震における宮城県の「MYGH12」等の観測記録に対し、バンドパスフィ

ルタをかけた周期1～5秒の速度波形を図示した上で、「構造物にとって脅威となるパルス波が含まれている」などと述べる（甲392（4頁，8頁））。

しかしながら，野津証人が図示する速度波形に加え，加速度波形も合わせて検討すると，フィルタをかける前の「MYGH12」の最大加速度が527ガル，最大速度が27カインであるところ，周期1～5秒のバンドパスフィルタをかけると，わずか78ガル，17カインとなっており，最大加速度・速度に対する周期1～5秒の成分の寄与は小さい（乙D390（3頁））。また，東北地方太平洋沖地震で最も大きな加速度を記録した「MYG004」⁸³についても，周期1～5秒のフィルタをかける前と後の最大加速度・速度は，2700ガルと95ガル，105カインと28カインであり，やはり周期1～5秒の寄与は小さい（乙D390（3頁））。このような傾向は，他の観測点，具体的には，野津証人が2012年の論文（甲657（33～34頁））で検討対象とした他の宮城県の観測点についても，「MYG001」が426ガルと42ガル，26カインと10カイン，「MYG011」が921ガルと113ガル，38カインと26カイン，「SENDAI-G」が624ガルと36ガル，25カインと10カイン，「MYG015」が411ガルと184ガル，76カインと59カイン，「MYGH10」が219ガルと65ガル，28カインと23カインであり，同様である（乙D390（3～4頁））。

83 野津証人が野津意見書において，「2700Galの大加速度」が観測された観測点として示す「K-NET築館」（甲392（13頁））のこと。

このように、宮城県の観測点の最大加速度・速度に対する周期1～5秒の成分の寄与はいずれも小さく、少なくとも周期1～5秒のパルスによって決定付けられているとはいえないし、そもそも周期1～5秒のパルスが観測されたといえるかどうかについても疑念が残る。

そして、振幅の大きかった幾つかの観測点については、その要因分析がなされている。例えば、上記「MYG004」は、極表層地盤の非線形挙動や崖地形による増幅特性が要因として指摘されているし（乙D391（8頁））、野津証人が野津意見書で挙げる七郷中学校（「CCHG」観測点）についても（甲392（5頁））、増幅要因は、同地点の表層地盤の増幅特性及び非線形の影響を受けたものであるとされ、また、同観測点の周辺で顕著な被害はなく、そもそも同観測点の強震動はこの地域の揺れを代表するものでないともされている（乙D392（130～131頁、136～137頁））。このように、振幅の大きかった観測点をみても、その原因として表層地盤の増幅特性が要因として指摘されているところ、SPGA等の震源特性が原因であるとする報告は知られていない。

② 女川原子力発電所の観測記録

次に、野津証人は、野津意見書において、女川原子力発電所における東北地方太平洋沖地震の観測記録について、「女川原子力発電所では、周期2秒程度のパルス状の地震波が観測され、これが最大加速度の値が大きくなる原因であったことが、入倉先生のグループにより明らかにされています」と述べる（甲392（3頁））。そして、入倉孝次郎京都大学名誉教授らの論文であるKurahash

i and Irikura (2013) (1378頁)に記載のある女川原子力発電所の深さ128m (ONG128)で観測された加速度波形を表したFigure 5 (b)を図6として再掲した上で、「この図面上の97秒付近に周期2秒程度のパルス波が到来しており、これがこの地点での最大加速度を決めていることが読みとれます」とも述べる(甲392(13頁))。

しかしながら、Kurahashi and Irikura (2013) (甲651の1, 甲651の2)に「周期2秒程度のパルス波が到来した」、「これが最大加速度を決めている」などという記述は見当たらない。これは、訳文(甲651の2(1378頁))の図5の説明文に、「(訳注:この図(b)の97-98秒窓に周期1~2秒程度のパルス波が見られ(枠内が1秒の振幅を示していることから);これがこの地点の最大加速度を示していることが読み取れる)」という、原文にはない、訳者の意見が訳注として付されており、野津証人が、これをそのまま野津意見書に転載したためと考えられる。

したがって、「入倉先生のグループにより明らかにされています」という見解は、明らかに誤りである。

この点に関し、「ONG128」の観測記録について、前記①と同様、周期1~5秒の波形を取り出したところ、フィルタをかける前と後の最大加速度・速度は、366ガルと55ガル、28カインと12カインであるし(乙D390(25頁))、一方、周期1秒以下の短周期成分のみを取り出すフィルタをかけると356ガル・24カインであり、同観測点の最大加速度はむしろ周期1秒以下の短周

期成分の寄与がほとんどであることが分かる（乙D390（25頁））。

③ 茨城県の観測記録

さらに、野津証人は、茨城県においても女川原子力発電所に類似するパルスが観測されたと述べるが（甲392（15頁））、具体的な記載はない。この点、証人が野津意見書（甲392）で引用する、自身が主著者の論文（甲653）においては、茨城県の「IBR007」観測点の周期1～5秒（0.2～1Hz）の速度波形を取り出して示した上で、「明瞭なパルスによって特徴付けられている」と見解を述べているところ（同210～211頁）、その具体的な解釈・判読の過程までは述べられていない。

このことに関連し、別訴水戸地裁に係属した東海第二発電所の運転差止請求に係る事件の尋問において、茨城県の観測記録で周期1～2秒のパルス波が最大加速度を決めている地点はあるのかを問う被告代理人からの尋問に対し、野津証人は、最大加速度は記憶していない、地点により異なる、茨城県では少しパルスがなまってくるような傾向があるなどと証言するだけで、結局のところ、周期1～2秒のパルス波によって最大加速度を決めている茨城県の地点を一例も挙げることがなかった（甲633（95～98頁））。

そこで、上記①及び②と同様、最大加速度・速度につき、同観測点の周期1～5秒のフィルタをかける前と後を比べると、546ガルと71ガル、47カインと15カインであり、やはり周期1～5秒の寄与は小さい（乙D390（16頁））。このような傾向は、他の茨城県の観測点（野津証人が甲657の36頁で検討対象とした

観測点)についても、「IBR002」が588ガルと210ガル、54カインと38カイン、「IBR003」が1598ガルと39ガル、66カインと11カイン、「IBR018」が651ガルと76ガル、39カインと25カインであり、同様である(乙D390(16頁))。

このように、茨城県の観測点の最大加速度・速度についても、少なくとも周期1～5秒のパルスによって決定付けられているとも特徴付けられているともいえないし、そもそも周期1～5秒のパルスが観測されたといえるかどうかについても疑念が残る。

そして、宮城県の観測点と同様、振幅の大きかった幾つかの観測点については、その要因分析がなされており、例えば、上記「IBR007」は、野津証人が「IBR007では後続位相が過大評価となっているが、これは表層地盤の非線形挙動を考慮していないためである可能性がある」と注記しているとおりの(甲653(219頁))、表層地盤の非線形性の影響を受けているとされているし、東北地方太平洋沖地震のK-NE T観測点の中で3番目に大きい加速度が得られた「IBR003(K-NE T日立)」も、表層地盤の地盤増幅特性によって、同観測点の近傍数mの範囲で局所的に地震動が大きくなっていることが明らかにされている(乙D393、乙D394)。このように、振幅の大きかった観測点をみても、その原因として表層地盤の増幅特性が要因として指摘されているところ、SPGA等の震源特性が原因であるとする報告は知られていない。以上①ないし③で述べたとおり、東北地方太平洋沖地震の際、構造物に脅威となる周期1～5秒のパルス波が宮城県に到来したとか、女

川原子力発電所の最大加速度は周期 2 秒程度のパルス波が原因で大きくなったとか、茨城県にも周期 1～5 秒のパルス波が到来したなどとする点は、いずれも観測波形の分析、表層地盤等の増幅要因の検討等を適切に踏まえたものではない。したがって、野津証人が縷々挙げる観測記録から、パルス波を生成させる震源特性を結論付けることはできない。

(イ) 大振幅パルスの発生には地盤条件が大きく影響し、本件発電所敷地の地盤では発生が想定し難いこと

野津証人は、周期 1～2 秒の大振幅パルスに着目する理由として、当該周期の地震波は加速度・速度の両方が大きくなりやすく、構造物に影響を及ぼしやすいと述べ（野津証人調書速記録（48～49 頁））。さらに、影響を懸念すべき水準の目安として、兵庫県南部地震で観測された「800ガル」、「100カイン」という値を示し、「このとき神戸市内で観測された最大加速度800ガル、あるいは最大速度100カインという数字は、非常に強い地震波を表すんだということで御理解頂ければと思います。」（乙D359（5頁））、「例えば800ガルであり、かつ、最大速度も100カインを超えているというような、パルスのような波形がもし観測されたならば、それは大振幅パルスであるなというふうに、思うであろう」（野津証人調書速記録（49頁））などと証言した。

確かに、兵庫県南部地震では、周期 1 秒程度の大きな揺れ、いわゆる野津証人のいう「大振幅パルス」が到来し（乙D271（869頁））、「震災の帯」と呼ばれる帯状の地域に集中して大規模な被害が発生した（図34）。そして、「震災の帯」の発生原因として、堆積層及び深

部地下構造の影響を受けた地震波の増幅により、周期1秒程度の大振幅パルスが発生したためであることは、被告準備書面（7）第3の3（28～29頁）で述べたとおりである。

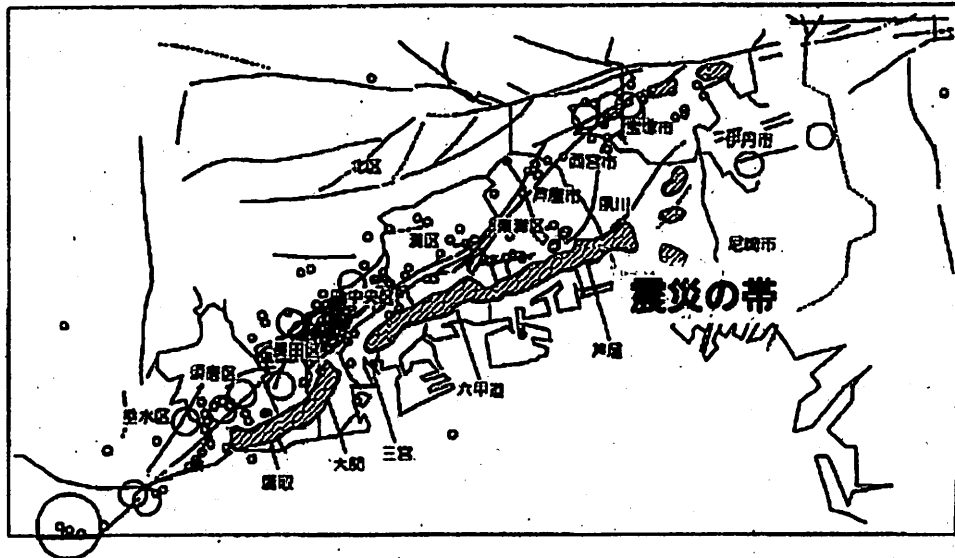


図34 兵庫県南部地震における「震災の帯」

敷衍すると、「震災の帯」は、平野の軟らかい地盤により増幅された地震波と、固い岩盤からなる六甲山地から伝わった地震波とが重なり、帯状の地域で揺れが大きくなったことにより発生したことが分かっている（乙D395（37頁）、乙D396）。具体的には、神戸市地下の段差構造において、盆地端部で発生し水平に伝播するエッジ生成波と鉛直下方から上昇してくる直達S波が増幅的に干渉するエッジ効果により、周期1秒前後の速度パルスが増幅されたことが明らかになっているところ、このようなパルスは全国至る所で同じように生じるわけではなく、震源域になりうる場所であって、かつ地盤がそれを増幅

するような場所に限定されるものである（乙D397（886頁のⅡの2段落目，897頁の左段の下から4行目以下））。このことは，同地震において，「震災の帯」北側の六甲山系では倒壊家屋も死者もほとんど無かったこと（乙D398（35～36頁）），岩盤での揺れの大きさが表層地盤の2分の1から3分の1程度であったこと（乙D399）からも裏付けられる。

一方，本件発電所の敷地は，詳細な地下構造調査，実際の観測記録の分析，解析的検討等により，S波速度2600m/秒という非常に堅硬な岩盤で構成され，地震動の顕著な増幅特性がないことを確認していることは，上記2(2)で述べたとおりである。また，本件発電所の地盤条件が兵庫県南部地震における「震災の帯」とは大きく異なり，国内の原子力発電所の中でも特に堅硬で，地震動の顕著な増幅が生じるとは考え難いものである（乙D290，乙D334（35頁），乙D346（11頁），乙D347（12～13頁，16～17頁），森証人調書速記録（11～12頁），松崎証人調書速記録（64頁））。

以上，周期1～2秒のパルスが構造物に脅威を及ぼす大振幅パルスとなるには，敷地の地盤条件が大きく影響するものであるところ，本件発電所の敷地には顕著な増幅特性がないため，周期1～2秒の大振幅パルスが本件発電所の地震動評価において考慮されなければならないとする根幹的な理由がない。

(ウ) 壁式の鉄筋コンクリート構造物は兵庫県南部地震で観測された強震動パルスによっても被害は軽微であること

野津証人は，兵庫県南部地震で観測された周期1～2秒程度の強震動パルスが「構造物」にとって脅威である旨を述べて，本件3号炉で

もこれを考慮する必要性を述べているところ（甲392（4～5頁，13頁）からすれば、「周期1～2秒程度の強震動パルスが「構造物」にとって脅威であること」が原子炉建屋のような壁式の鉄筋コンクリート構造物に対しても当然に妥当するという前提のもと，本件発電所の地震動評価及び耐震設計を論難しているものと考えられる。

しかしながら，尋問の結果，野津証人は，周期1秒程度の大振幅パルスが生成された兵庫県南部地震における壁式の鉄筋コンクリート構造物の被害状況を把握していないことが明らかになった（乙D448（11～12頁））。同構造物の被害状況は次のとおりである。

まず，兵庫県南部地震における被害は木造住宅で多く見られ，柱と土台，またその筋違などにおける接合部に補強金物を使っていない古い仕様の木造軸組仕様（木の柱・梁で支える構造）の住宅において，接合部が一瞬にして破壊したことが被害の原因とされている（乙D400（29～33頁，129～132頁），乙D401（125～128頁））。

一方，壁全体で建物を支える，いわゆる壁式の構造物である枠組壁構法住宅（ツーバイフォー構法）や壁式の鉄筋コンクリート構造物にはほとんど被害が生じていない（乙D401（143～150頁），乙D402（25頁），乙C117（509頁の1. 1. 2（2），516頁の2. 1. 2））。特に，高い水平剛性と大きな水平強度を有する箱形の構造形式である壁式の鉄筋コンクリート構造物は，兵庫県南部地震のほか，1968年十勝沖地震，1978年宮城県沖地震も含め，過去の被害地震における被害状況は極めて小さく，その耐震性は他の構造形式の構築物に比べて十分に高いとされている（乙D403（5

頁))。さらに、1981年改正以降の建築基準法(いわゆる「新耐震基準」と呼ばれる規定)で設計された構造物については、兵庫県南部地震での総被害率が1%程度という極めて小さい値にとどまっている(乙D397(896頁の右段12行目以降))。そして、本件発電所を含む原子力発電所の安全上重要な施設は、その建築基準法が定める3倍の地震力又は弾性設計用地震動 S_d による地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、概ね弾性状態に留まることが設計基準として求められており、一般の壁式の鉄筋コンクリート構造物よりもはるかに高い耐震性が要求されている(乙C75(資13-1-10~資13-1-12))。

以上、周期1~2秒のパルスが本件3号炉にとっても当然に脅威であるとする前提を採る野津証人の見解は、壁式の鉄筋コンクリート構造物の特徴及び本件発電所の耐震設計方針を正解しないものであるから、本件3号炉の地震に対する安全性を否定するものでない。

(エ) 小括

以上、野津証人が周期1~5秒のパルス波が到来したとして縷々挙げる東北地方太平洋沖地震の観測記録は、そもそも周期1~5秒のパルスによって決定付けられているとはいえないものが大半を占めるなど、パルス波を生成させる震源特性を結論付けることはできないし(上記(ア))、この点を措くとしても、そもそも周期1~2秒の大振幅パルスが励起されるような地盤条件が本件発電所において想定されるものではなく(上記(イ))、更なる仮定としてそのような大振幅パルスが本件発電所の敷地に到来したとしても、壁式の鉄筋コンクリート構造物である本件3号炉の原子炉建屋をはじめとする安全上重要な構造物が、

その安全機能を喪失するような被害を受ける蓋然性は極めて小さい（上記(ウ)）。

したがって、周期1～2秒の大振幅パルスをも本件発電所の地震動評価において考慮すべき必然性がないのであるから、その再現を目的とするSPGAモデルを用いて地震動評価を行うべき理由もない。

イ SPGAモデルの合理性に関する証言について

野津証人は、野津意見書等において、被告によるプレート間地震の地震動評価について、被告が用いたSMGAモデルだけでは不十分であり、野津証人が提案するSPGAモデルを用いた評価を行わなければならないと述べ（甲392（21～22頁）等）、原子力発電所の耐震設計においては、当然SPGAモデルが使われるべきである旨証言した（乙D448（37～38頁））。

しかしながら、SPGAモデルは物理的な妥当性や予測問題への適用性などに課題を有しており、現状では地震動予測手法として確立して実務に浸透しているものとはいえないことなどから、将来の地震動予測においてSPGAモデルを用いる必要がないこと、強震動予測レシピ等で広く有効性が認知されているSMGAモデルを用いつつ、不確かさを考慮して保守的な想定を行うという一般的なアプローチが十分に機能していることについては、被告準備書面（19）第1の3（7～36頁）で述べたとおりである。

また、上記ア（ア）で述べたとおり、東北地方太平洋沖地震で大振幅となった観測点について、その原因として表層地盤の増幅特性が要因として指摘されており、上記ア（イ）のとおり、構造物に脅威となるようなパルスは全国至る所で同じように生じるわけではなく、地盤の増幅特

性にも影響される場所に限定されるものであるが、SPGAモデルは、大振幅パルスを説明しようとするに当たり、震源特性にその要因の大部分を担わせようとするものであるから、たとえ結果として特定の観測記録の地震波形が再現できたとしても、実現象としての地震動の生成・伝播の過程を再現するものとは言い難い。そして、実現象とは異なる地震動の生成・伝播の過程をモデル化した結果、震源断層モデルの設定において、極めて狭小な領域に極めて大きな応力降下量を与えることによって初めて大振幅パルスを再現することができるモデルとなっており、必ずしも物理的な妥当性を有するとはいえない。尋問において、野津証人は、SPGAモデルの物理的妥当性あるいはSPGAモデルを用いることの正当性を述べる証言をした。しかしながら、以下で述べるとおり、いずれの説明も肯首し得るものではなく、野津証人の証言は、原子力発電所の地震動評価においてSPGAモデルを用いなければならないことを裏付けるものではないし、被告の地震動評価の合理性を左右するものではない。

(ア) 応力降下量が1500MPaという異常なレベルとなること

- a 野津証人は、SPGAの応力降下量が1500MPaという異常なレベルに上り不合理であるとの指摘(甲633(75頁))があるとしても、Byerleeの式⁸⁴によれば500MPaに近い応力降下量があってもおかしくはないため、SPGAモデルは物理的な妥当性を有する旨証言した(乙D359(36~37頁)、乙D448(18~21頁)、甲985(26頁))。

84 「Friction of Rocks」 J. Byerlee, Pageoph, Vol. 116, 1978.

しかしながら、以下で述べるとおり、野津証人の証言はいずれも SPGA の応力降下量が合理性を有する根拠足り得ない。

b 第一に、Byerlee の式から求めることができる指標は、地震時の応力降下量ではない。すなわち、野津証人も、2023 年 1 月 12 日付け「伊方発電所の基準地震動の問題点」と題する資料（以下「野津尋問資料」という。）で認めるとおり（甲 985（26 頁））、Byerlee の式は「岩盤の強度」を与える式である。岩盤の強度とは、岩盤を破壊させ、すべらせ始めるために必要なせん断応力（岩盤が蓄えられる上限のせん断応力ということもできる。）であるところ、地震時の応力降下量とは、地震前後での断層面上の応力の減少量（差分）である。このように、両者が表す物理的な意味は当然に異なるのであって、特段の検討を加えることなく両者を同一視できるとする野津証人の見解は不合理である。

また、野津証人が「証人以外に、Byerlee の式において地震時におけるアスペリティの応力降下量の推定を検討した研究事例」として挙げる書籍「Modern Global Seismology」(乙 D 404) (乙 D 448 (19 頁)) は、Byerlee の式を用いて「破壊のためにどれくらいの応力が必要かという検討」(乙 D 448 (19 頁)) を行っているものであって、地震時の応力降下量を検討しているのではない。このことは、同書籍において、①地震時に推定される応力降下量 (σ_s : presumably stress drop) を求める式が、Byerlee の式とは別に用意されていること (乙 D 404 (394 頁) の 9.4.3 式)、②「The stress drop observed

in an earthquake may represent only a fraction of the total stress supported by the rock. (被告訳：地震で観測される応力低下量は、岩石が支える全応力のほんの一部に過ぎないだろう。)」と記載されていること(乙D404(358頁))からも明らかである。

c 第二に、Byerleeの式が与える岩盤の強度は、室内(地上)での岩石試料を用いた基礎的な摩擦実験(せん断応力を与え、岩石試料を破壊させる(すべらせる)実験)に基づいて提案されたものであり、実際の地震の条件とは大きく異なる。

すなわち、実際の地震は、地下深くの高圧環境下において高速度(数m/秒)で岩盤がすべる現象であるため、岩盤の摩擦溶融や物質変化といった特殊な変化が生じることがある。一方、Byerleeの式の基となった1970年代以前の基礎的な摩擦実験は、その岩石試料の大きさ(小ささ)に制限される形で、約1mm/秒以下という極めて遅いすべり速度で行われたものであって、高速すべりでみられる実際の地震時の摩擦の挙動・性質を再現できているとはいえない。(乙D405(s527~528頁の§1))

野津証人は、Byerleeの式の基となった実験の条件が実際の地震と大きく異なるという点を被告代理人から指摘された際、「すべらせる速度ということについては、すべり始める前は全部速度はゼロですので、そういう意味では条件は同じだと思います。」と、なぜかすべり始める前の条件について証言するにとどまり、すべらせる速度の差異を踏まえてもByerleeの式を適用できるこ

との根拠を証言することができなかった(乙D448(19頁))。

d 第三に、野津証人は、被告代理人から実際の地震においてSPGAで想定されるような1000MPa超の応力降下量が報告された研究事例の有無を問われた際、「それでは、ないですね。」「1000メガパスカルを超える数値を出してる論文は、ないと思いますね。私自身の論文も含めて。」と証言した(乙D448(15~17頁))。また、数百MPaに上ると報告する研究事例の有無についても、「報告している事例はないと思います。」と証言した(乙D448(20~21頁))。

e 以上bないしdのとおり、地震時の応力降下量を与えないByerleeの式を用いて地震時の応力降下量が500MPa程度に及ぶと推定することはできず、また、実際の地震において応力降下量が数百MPaに上るなどと報告した研究事例もない。結局、1500MPaという異常なレベルの応力降下量が想定されるSPGAモデルが物理的な妥当性を有しているとはいえず、ましてや確立した方法論であるということとはできない。

(イ) 断層面積1%未満の極狭小領域のみから全地震動が放出する異常な想定となること

a 野津証人は、SPGAモデルが断層面積の1%未満という極めて狭小な領域のみから全ての地震動を放出させるという異常な想定となっているという指摘があるとしても、そのような想定で「十分にうまく説明でき」ているから、物理的な妥当性を有する旨証言した(乙D448(12~13頁))。

b しかしながら、当該証言は、地震動放出を担う面積比の異常な小

ささに対する指摘への回答となっていない。

すなわち、野津証人は、「SPGAの外部の領域で地震動が生じないというふうに仮定しているわけではありません。」「外側では地震動が長周期の成分しか生じないので、そこを考慮しなくても（中略）十分にうまく説明できると。」「これは、SMGAモデルも同じこと」と証言していることから分かります。単にSPGA以外の領域からの地震動放出を省略して差し支えないことの弁明に終始しており、面積比の異常性に関する指摘への回答となっていない（乙D448（12～13頁））。

c 以上、尋問を踏まえても、面積比1%未満という極めて狭小な領域のみから全ての地震動を放出させるという、実現象に即しているとは到底考えられない想定となっているSPGAモデルが物理的な妥当性を有しているとはいえない。そして、このことと帳尻を合わせるかのように、上記（ア）で述べた1500MPaにも及び得る非現実的な応力降下量を対で設定しなければならず、このようなSPGAの配置を予測問題において誤れば、実現象としての地震動から大きく外れ、非現実的で科学的合理性のない地震動を算定することにもなりかねないのであって、確立した方法論であるということとはできない。

d ちなみに、野津証人は、「これは、SMGAモデルも同じこと」と証言したが（乙D448（13頁））、被告は、プレート間地震の評価において、断層全体に占めるSMGAの面積比を11～12%に設定した上で、SMGA以外の領域（背景領域）からの地震動放出を無視することなく応力降下量を付与している（甲650（60

頁))。

- (ウ) 本件発電所に係る野津証人の地震動試算は検証不足であること
- a 野津証人は、SPGAモデルを用いて本件発電所の地震動を試算するに当たり、強震動予測レシピ(乙D73(35頁))が求める検証(距離減衰式による推定値との比較等)は行っていないが、観測記録を精度良く再現できていることをもって適切な検証ができている旨証言した(乙D448(24~25頁))。
- b 当該証言を踏まえれば、野津証人が「再現計算時の再現性の確認」と強震動予測レシピが求める「予測計算時の予測結果の検証」とを混同していることがうかがえる。すなわち、前者は、任意の断層モデルを用いた地震動評価手法を提唱するに当たり当然に必要な前提的な確認行為であるところ、後者は、当該手法を用いて予測計算を行った場合に、その予測結果の妥当性を検証する行為である。そして、強震動予測レシピは、後者に関し、「4. 予測結果の検証」(乙D73(35頁))として、距離減衰式による推定値との比較等を求めている。
- 野津証人の証言は、予測計算を行う場合であっても、既往の観測記録さえ再現できていれば、距離減衰式による推定値との比較等を行う必要はない、すなわち予測結果の妥当性検証は不要であると述べているに等しい。
- c 仮に、このような考え方に立脚するならば、被告が採用する強震動予測レシピや壇ほか(2011)の手法もまた、当然に多数の観測記録を精度良く再現し、広く実用されていること(被告準備書面(13)第3の2(1)(64~68頁))のみを根拠として、その予測

結果の妥当性が検証されていることになるため、野津証人がこれらのSMGAモデルを採用する被告を批判すること（甲392，甲410等）はできないはずである。

- d その上で、野津証人は、強震動予測レシピが求める検証（距離減衰式による推定値との比較等）を行わない理由を問う被告代理人からの質問に対し、強震動予測レシピは平均的な地震動計算を規定したものであるから、万が一の厳しい条件での地震動を想定した証人の試算とは目的が異なるためと証言した（野津証人調書速記録（46～47頁））。

加えて、M9クラスのプレート間地震に適用できる距離減衰式が存在しないことも理由の一つであると証言した（野津証人調書速記録（54～55頁））。

- e 強震動予測レシピが求める検証は、距離減衰式との比較によるものであるところ、距離減衰式は、設定したパラメータの下での平均的な地震動を算定する経験式である。しかしながら、距離減衰式を用いた地震動評価においても、これらのパラメータの設定において不確かさを考慮することが可能であり、保守的な評価はできるのだから、野津証人のいう平均的な地震動ではなく厳しい条件での地震動を評価するという目的の差異は、強震動予測レシピの求める検証を省略する根拠にはならない。

- f また、M9クラスのプレート間地震に適用できる距離減衰式が存在しないとしても、予測計算の結果を何ら検証しないことが合理的であるとは言い難い。例えば、南海トラフの巨大地震（M9）を対象とした予測計算のうち、最も広く認知されている内閣府検討会に

よる計算結果と比較することは当然に可能である。実際に、後記(エ) bのとおり、野津証人の挙げる港湾の施設の技術上の基準・同解説においても、仮にSPGAモデルを選択して地震動評価を行った場合であっても、SMGAモデルを採用する内閣府検討会による予測計算結果と整合させるような手当がなされているのであり、このような手当では、まさしく「予測結果の検証」そのものである。また、被告も、内閣府検討会の予測結果と被告の予測結果とが同レベルとなっていることを確認した上で(乙D406(194~196頁))、敷地直下にもSMGAを追加配置したケースで地震動評価を行っているところである。

このように、M9クラスのプレート間地震であっても、他の断層モデルを用いた手法による予測計算の結果との比較により検証を行うことは可能であるから、予測結果の検証を省略してもよいということにはならない。

g 以上、上記dないしfのとおり、目的の差異や距離減衰式の不存在を理由として、強震動レシピの求める検証行為を省略してよいことにはならない。

むしろ、SPGAモデルは、上記(ア)及び(イ)で述べたとおり、応力降下量や地震動を放出する領域の断層面積において異常なレベルとなるという物理現象としての妥当性に欠けるという問題を内在するところ、予測問題においては、SPGAの配置を誤るなどすれば、実現象としての地震動から大きく外れ、非現実的で科学的合理性のない地震動を算定することにもなりかねないことから、なおさらのこと慎重な検証が求められるというべきである。

さらにいうと、野津証人が導出したとする最大加速度1900ガル（甲392（30頁））という試算結果のレベル感からしても、①被告が適用可能と判断して採用した距離減衰式による評価結果（最大加速度は100ないし200ガル程度以下に収まる）（乙C131（6-5-165頁，200頁））、②上記fで述べた、内閣府検討会の想定よりも保守的となるよう本件発電所敷地の直下にSMGAを配置した断層モデルによる評価結果（最大加速度181ガル）、③愛媛県による南海トラフの巨大地震及び中央構造線断層帯による地震による被害想定として、想定震源を問わず本件発電所において想定されるとした最大加速度384ガル（乙D65）のいずれをも過大に超過し、そればかりか、④内陸補正を適用しないなどの保守的な条件のもとで想定した敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震動評価結果（最大加速度650ガル）さえをも過大に超過するレベルとなっているのだから、何ら予測結果の検証を行うことなく試算結果が妥当であるなどということとはできない。

h 以上、野津証人は、SPGAモデルを用いて本件発電所の地震動を試算するに当たり、必要な検証を怠っており、野津証人による試算は本件発電所の基準地震動の合理性を左右するものではない。

(エ) 港湾の施設の技術上の基準・同解説について

a 野津証人は、SPGAモデルは港湾の施設の技術上の基準・同解説で採用されており、標準的な手法として予測問題の実務にも適用できる旨証言した（乙D359（39頁）、野津証人調書速記録（57～58頁））。

b 被告準備書面（19）第1の3(1)（7～14頁）で述べたとおり、

SPGAモデルは、その物理モデルとしての妥当性や予測問題への適用性などに課題を有しており、現状では、地震動予測手法として確立したものとはいえず、SPGAモデルを採用しているのは野津証人が基準の作成に当たって部会の主査を務める形で関与した港湾の施設の技術上の基準・同解説のみであり、しかも、同解説においてもSMGAモデルを採用する内閣府の想定震度分布と整合させるような手当がなされている。一方、上記(ウ)で述べたとおり、野津証人は本件発電所に係る地震動試算では、他の手法による検証は不要であるとして、同解説の求める内閣府の想定震度分布との検証もしていない。

そうであれば、SPGAモデルが港湾の施設の技術上の基準・同解説で採用されているからといって、SPGAモデルを必ず採用しなければならない合理性はないし、野津証人による本件発電所に係る地震動試算の合理性が裏付けられているということとはできない。

c 付言すると、野津証人は、広島地裁の尋問において、港湾構造物の設計では必ずSPGAモデルが用いられると証言したが(乙D359(39頁))、実際には、港湾の施設の技術上の基準・同解説においては、「歴史地震を越える規模の海溝型巨大地震を想定する場合」には「SPGAモデルを用いることができる」とされているだけであり、必ず用いるという手続きは採用されていない(甲664(390頁))。

野津証人は、本件訴訟の尋問において上記の事実を指摘されると、「実務として、必ずSPGAモデルを用いています。」と証言するとともに、同解説は方法の詳細を細かく規定したものではなく、「性能

規定」,「できる規定」となっている旨も証言した(野津証人調書速記録(59頁))。

まさしく野津証人のいうとおり,昨今の工学分野の基準類は性能規定化が進んでおり,性能を満足する限りにおいて設計手法・工法を子細に規定しないことが主流である。だからこそ港湾の施設の技術上の基準・同解説においても,SPGAモデルは選択可能な手法の一つとしては位置づけられているが,必須とまではされていない。

そして,仮にSPGAモデルを選択した場合でも,SMGAモデルを採用する内閣府の想定震度分布と整合させるような手当が同解説においてなされていることは上記bで述べたとおりである。

(オ) 強震動予測レシピは耐震設計に用いられることを念頭に置いていないとの証言について

a 野津証人は,SPGAモデルを導入していない強震動予測レシピは耐震設計に用いられることを念頭に置いていないものであると証言した(乙D448(37頁,39頁))。

b 野津証人は,強震動予測レシピが作成された経緯を正解していない。

すなわち,強震動予測レシピを公表している地震本部が「建物が損壊しないように耐震設計を行うには,強震動を受けた構造物がどのような挙動を示すかを解析・評価することが重要です。そのために,ある特定の断層が活動した場合に,ある特定の場所でどのような強震動が観測されるかを推定できることが望ましいとされます。そのために様々な強震動の推定手法が考案されており,地震本部では,その標準的な方法論として強震動予測レシピを公表していま

す。」としていることから明らかなとおり、強震動予測レシピは耐震設計を念頭に置いているばかりか、耐震設計そのものが目的であることに疑いの余地はない（乙D407）。

他にも、強震動予測レシピの基となった入倉・三宅（2001）においても、そのFig. 1（乙D271（851頁））の（5）に「setting seismic design criteria（被告訳：耐震設計基準の設定）」とあることから明らかなとおり、強震動予測レシピは耐震設計を念頭に置いて作成されたものである。

c したがって、野津証人の証言は、強震動予測レシピが作成された経緯について事実と反している。

d ちなみに、野津証人は、耐震設計との関係において、SPGAモデルでしか再現できない周期1～2秒の大振幅パルスは、共振と関係なく構造物に大きな影響をもたらす得るから、損傷による構造物の非線形化（固有周期の長周期化）を考慮した耐震設計がなされなければならないとも証言した（乙D359（31～34頁））。

しかしながら、被告は、仮に構造物の非線形化が安全上重要な施設の機能維持に影響を及ぼすと考えられる場合は、当然にこれを考慮した入力地震動による耐震設計を行うのであって、結局のところ、かかる野津証人の見解は、証人がSPGAモデルで試算した周期1～2秒の大振幅パルスが本件発電所に襲来するという前段的・原因的な前提が成立する場合に紐づく後段的・結果的な事情の適示にすぎないところ、そもそもそのような前提を採ることに合理性がないことは、上記ア及び（ア）ないし（エ）で述べたとおりである。

(カ) 小括

野津証人は、自身が提案するSPGAモデルを用いた評価を行わなければ不確かさを十分に考慮したとはいえないとするが、以上述べたとおり、SPGAモデルの物理的な妥当性や予測問題への適用性を説明する野津証人の証言は肯首できるものではなく、SPGAモデルの物理的な妥当性や予測問題への適用性などへの課題は解決されていると言えない。原子力発電所の地震動評価においてSPGAモデルを用いなければならないことを裏付けるものではなく、また、SMGAモデルを用い不確かさを考慮して保守的な想定を行う評価方法が否定されるものでもないから、野津証人の証言は、被告の地震動評価の合理性を左右するものではない。

ちなみに、森証人は、「モデルとしてのアスペリティの中に、より強いSMGAだとかといったようなものを取り入れて」の検討について「積極的にしていった方がいいと思います」と証言しているが（森証人調書速記録（46頁））、この証言をもって、SPGAモデルを用いなければならないことを裏付けられたということにはならない。すなわち、森証人は、「アスペリティ内の不均質性については、たしか検討をやっていただいたと思います。」（森証人調書速記録（42頁））とも証言し、その具体的な内容については、「アスペリティ全体に一律の大きな応力降下量を設定することで問題ないと考えられるものの、実現象としてはアスペリティ内の応力降下量にばらつきがある可能性があり、これによって、伊方発電所の地震動にどのような影響が生じるか確認する観点から評価を求め」、「四国電力が行った、アスペリティ全体に1.5倍又は20MPaの応力降下量を一様に設定した評価の妥

当性を確認した」としている(乙D346(9~10頁))。つまり、被告の地震動評価においては、応力降下量について1.5倍又は20MPaの大きい方を考慮することで応力降下量に関する不確かさを考慮しているところ、こうした考慮によってどの程度の不確かさがカバーされているかを確認するための検討である。したがって、アスペリティ内部の不均質をモデル化した地震動評価によって基準地震動を策定しなければならないという趣旨ではない。

ウ 内陸地殻内地震に関する証言について

野津証人は、本件発電所の敷地における中央構造線断層帯の地震動評価についても独自の試算をするが、証人自身による独自の考えで敷地前面海域の断層群の震源断層を南傾斜の逆断層とするなど前提に誤りがあり、およそ被告の地震動評価の妥当性を左右するものではない。また、被告が地震動評価に用いた壇ほか(2011)のスケールリング則について過小である、あるいは震源を特定せず策定する地震動として岩手・宮城内陸地震を基準地震動に考慮する必要があるなどとも証言するが、事実誤認に基づくものであり、被告の地震動評価の妥当性を左右するものではない。

(ア) 地殻変動から南傾斜の逆断層が想定されるとの証言について

- a 野津証人は、敷地前面海域の断層群について、断層傾斜角が南傾斜であれば本件発電所で想定される地震動はより大きくなると述べた上で(甲392(37頁)等)、西南日本の地殻変動を踏まえれば、敷地前面海域の断層群に逆断層が混じり、南傾斜であることは明らかである旨証言した(乙D448(2~3頁)、甲392(37頁)、甲409、甲985(40~43頁)等)。

b しかしながら、野津証人の証言には相当でない事項や誤った事実に基づく事項が含まれており、いずれも敷地前面海域の断層群の震源断層が南傾斜の逆断層成分を有することを示すものではない。

c 第一に、野津証人が平成28年10月27日付け意見書(甲409)において地殻変動の検討が追いついていないと指摘する中央構造線断層帯の長期評価(第二版)(甲409(5頁))は、Tabei et al. (2002)⁸⁵等の地殻変動に関する知見を引用している(甲430(32頁, 57頁))。その上で、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)は、多数の地質・活断層や測地学の専門家による検討の結果として、南傾斜の可能性を示していないし、その策定過程において、その可能性を主張する意見もなかった(奥村証人調書速記録(18頁))。

一方、野津証人は尋問において、Tabei et al. (2002)を「読んでおりません。」と証言したこと(乙D448(4頁))からも分かるとおり、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)の内容すら正しく把握していない。また、野津証人が地殻変動をはじめとするテクトニクス専門家でないことについては、証人自身も認めている(甲408(712頁))。

d 第二に、野津証人が、自身が執筆した雑誌の論考(甲408(714頁, 716頁))で引用するNishimura and Ha

85 「Subsurface structure and faulting of the Median Tectonic Line, southwest Japan inferred from GPS velocity field」 Tabei, T., Hashimoto, M., Miyazaki, S., Hirahara, K., Kimata, F., Matsushima, T., Tanaka, T., Eguchi, Y., Takaya, T., Hoso, Y., Ohya, F., Kato, T., Earth Planet Sp. 54, 1065-1070, 2002.

shimoto (2006)⁸⁶ (ZD408) 及び Wallace et al (2009)⁸⁷, 並びに自身の見解を裏付ける見解として引用する Ikeda et al. (2009)⁸⁸ (甲987, ZD123) には, いずれも敷地前面海域の断層群が南傾斜・逆断層であることを論じる記載はない。

とりわけ, Nishimura and Hashimoto (2006) は, 中央構造線断層帯が北傾斜であることを前提とした解析を行った論文である (奥村証人調書速記録 (55頁))。すなわち, 同論文は, 西南日本を内弧・外弧・琉球北部に分割したブロックモデルを作成し, 各ブロックの境界のパラメータ (中央構造線断層帯の断層傾斜角等) を変数として試行計算 (グリッドサーチ) を行った結果, 観測されている地殻変動 (同論文193頁の Fig. 4) を最も精度よく説明できる中央構造線断層帯の傾斜角が北傾斜となったことを報告⁸⁹している。さらに, そのモデルで再現した地殻変動から, 南海トラフの地震で解放されるような弾性変形の成分を取り除いた回転成分 (同論文201頁の Fig. 11) を示している。これに対して野津証人は, 上記雑誌の論考において, Nish

86 「A model with rigid rotations and slip deficits for the GPS-derived velocity field in Southwest Japan」 Nishimura, S., Hashimoto, M., *Tectonophysics*, 421, 3-4, 2006.

87 「Enigmatic, highly active left-lateral shear zone in southwest Japan explained by aseismic ridge collision」 Wallace, L. M., Ellis, S., Miyao, K., Miura, S., Beavan, J., Goto, J., *Geology*, 37 (2), 143-146, 2009.

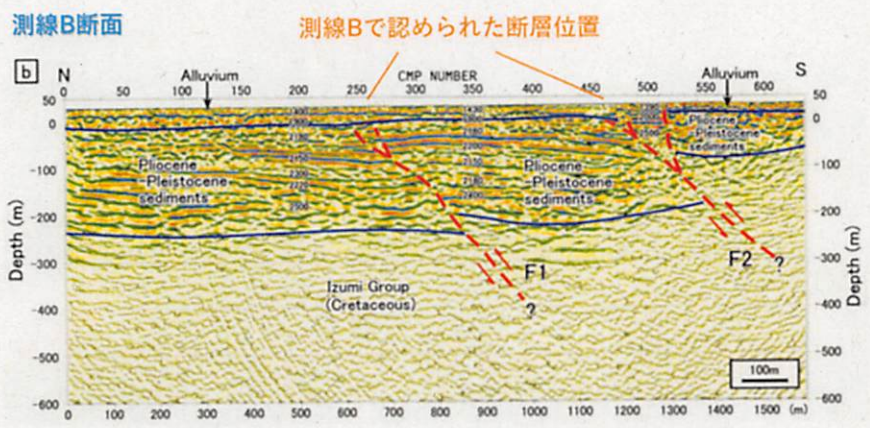
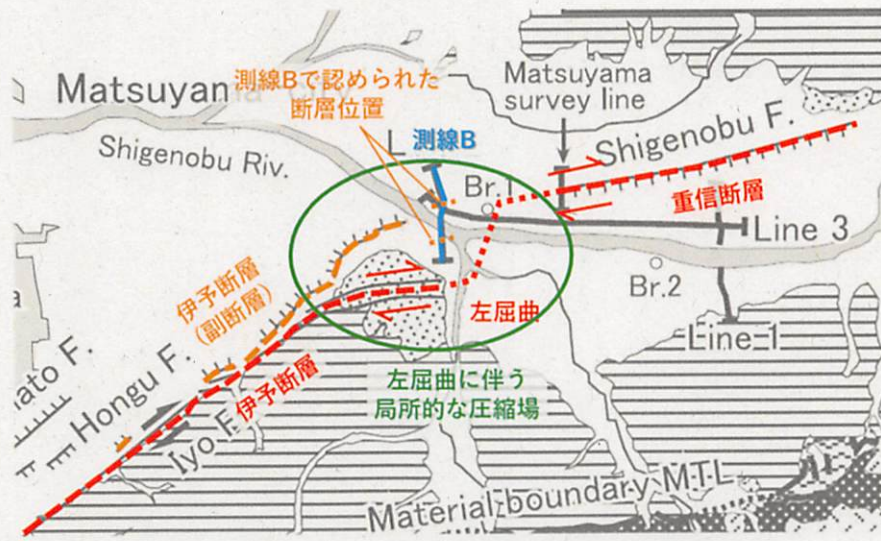
88 「Tectonic model and fault segmentation of the Median Tectonic Line active fault system on Shikoku, Japan」 Ikeda, M., Toda, S., Kobayashi, S., Ohno, Y., Nishizaka, N., Ohno, I., *Tectonics*, 28, TC5006, 2009.

89 Nishimura and Hashimoto (2006) は, 「中央構造線断層帯の断層面は垂直であると考えられているが, 本研究で決定したセグメント5-8の傾斜角が45度 (北向き) であることから, 断層面は傾斜している可能性がある。」と記載されている (ZD408 (日本語訳2頁))。

imura and Hashimoto (2006) が検討した「結果」を踏まえれば、「南傾斜の逆断層」の可能性があると指摘する(甲408(714頁右段の4~18行目))。しかしながら、同論文の検討「結果」は、上述のとおり、中央構造線断層帯が北傾斜であることを前提として求めた「結果」となっているのであって、同論文の知見から「南傾斜の逆断層」を根拠付けることはできない。

また、Ikeda et al. (2009) (乙D123) についても、その著者である池田倫治氏が、池田ほか(2005)において中央構造線断層帯の本体をなす伊予断層を高角(わずかに北傾斜)と評価⁹⁰しており(乙D409(435頁))、やはり野津証人の見解を支持するものではなく、むしろ逆の見解を示している。そして、野津証人がIkeda et al. (2009)に南傾斜の逆断層が記載されているという断層(図35下側のF1及びF2)は、右横ずれ断層が屈曲して、局地的に圧縮する力が働いて形成されているものであり、ごく浅い地下の副断層であって震源断層の性状を示すものとはいえない(図35, 奥村証人調書速記録録(19~20頁))。

90 池田ほか(2005)は、Fig. 9において、中央構造断層帯の本体をなす伊予断層(Iyō fault)は高角で僅かに北へ傾斜する横ずれ断層として描画されている(乙D409(435頁))。



(乙D123 (4頁, 11頁) から引用, 加筆)

図35 左屈曲に伴って生じる局所的な圧縮応力場

e 第三に、野津証人は、南海トラフや中央構造断層帯のテクトニクスについて正解していない。

プレートの斜め沈み込みに伴い蓄積するひずみのうち、プレート境界に直交する圧縮成分はプレート境界の地震によって、プレート境界に平行な横ずれ成分はその前弧と背弧との境界に位置する島弧中央断層(スマトラ断層, フィリピン断層, 中央構造線断層帯等)

の地震によってそれぞれ解放される地域があるところ、第四紀の日本列島においては南海トラフの地震が圧縮成分を、中央構造線断層帯の地震が横ずれ成分をそれぞれ解放している（乙D348（3頁））。

Nishimura and Hashimoto (2006) が南海トラフの地震で解放される成分を取り除いた図（同Fig. 11）を用いて検討を加えていること（このことは、野津証人も認めている（野津証人調書速記録（63～64頁）））は、当然に前回の南海地震と次に発生する南海地震との間にある「現在の状態の視点」を有し、島弧中央断層としての中央構造線断層帯でのひずみ蓄積を検討するためにほかならない。

一方、野津証人は、南海トラフの地震が起きる前の段階である現在の状態では、四国西部の地殻が北西向きに動いているため、断層を境に押し合う状態にあり、中央構造線断層帯が逆断層成分を持って活動するなど証言したが（乙D448（29～32頁））、そのような説は知られていないし、むしろ裏付ける知見もない。

そもそも、地下の岩盤には、常時、地圧（上載荷重等に起因する圧縮力）が鉛直方向にも水平方向にも作用していることは自明であり、その上で、それら圧縮力（主応力）の鉛直方向と水平方向との相対的な大小関係に応じて、正断層・逆断層・横ずれ断層といった様々な断層運動が発生する（乙D350（8, 37頁）、乙D361（5～6頁）、乙D410（111～112頁「断層の力学的分類」））。野津証人のというような、単に水平方向に圧縮力が作用していれば逆断層成分を持つなどという説はおよそ科学的でない。

さらにいうと、仮に野津証人の理論に基づいた場合、野津証人の引用する地殻変動ベクトル図（甲408（714頁））において本件発電所周辺と同様に北西向きの地殻変動がみられる別府湾においても逆断層運動が卓越しなければならないことになるが、実際には別府湾では正断層運動が卓越していること（このことは、野津証人も認めている（野津証人調書速記録（40～41頁））。）からも、野津証人の見解が誤りであることは明らかである。

(イ) 音波探査断面図において南傾斜の逆断層が確認できるとの証言について

野津証人は、伊予灘の海上音波探査断面図を見れば、敷地前面海域の断層群に逆断層成分が混じり、南傾斜であることは明らかであり、地質・活断層の専門家のうち6割以上がこの見解に賛同するであろうとも証言した（野津証人調書速記録（43～44頁））。ほかに、同趣旨のものとして、乙D448（2頁）等）。

しかしながら、まず、野津証人が音波探査の専門家ではなく、音波探査の解釈を行った経験がないことは、証人自身が認めているところである（野津証人調書速記録（40頁））。それにもかかわらず、野津証人は、野津尋問資料において、音波探査断面図に自ら線分を描き加えたり、「南傾斜の断層面が読み取れるように思える」などと主観的な判読を試みたりと、より踏み込んだ判断を示している（甲985（32～39頁））。しかしながら、具体的な位置や解釈・判読の根拠などを示しておらず、いずれも抽象的な可能性を指摘するばかりである。

また、野津証人は、自身の見解に賛同するであろう「大半の専門

家」(甲409(3頁))の名前を問われた際、具体的に賛同している専門家がいたわけではなく、おそらく地質・活断層の専門家のうち6割以上が賛同するのではなかろうかという、証人自身による推測としての意見である旨証言している(乙D448(2頁))。続く尋問においても、専門家集団に探査記録を示せば賛同する人がかなり多いのではなかろうかという、やはり証人自身による推測としての意見である旨証言している(野津証人調書速記録(43~44頁))。しかしながら、このような推測が当を得ないことは、まさしく地質・活断層や測地学の専門家集団による検討の結果として公表された中央構造線断層帯の長期評価(第二版)が、敷地前面海域の断層群の震源断層が南傾斜である可能性すら指摘していないこと、その改訂に当たって南傾斜の可能性を主張する意見すらなかったこと(奥村証人調書速記録(18頁))からも明らかである。

以上のとおり、音波探査断面図を見れば南傾斜の逆断層が確認できるとの野津証人の証言は、敷地前面海域の断層群の震源断層が南傾斜の逆断層であることを裏付けるものではない。

(ウ) 本件発電所に係る野津証人の地震動試算条件に根拠はないこと

野津証人は、敷地前面海域の断層群に関し、震源断層の傾斜角を南傾斜60度あるいは30度としたケースや震源断層上端との水平距離を5kmとしたケースで独自に本件発電所の地震動を試算したところ、最大で1860ガルが推計されたなどと述べる(野津証人調書速記録(19~20頁)、甲816)。

南傾斜の逆断層を考慮する必要がないこと及び震源断層との水平距離は約8kmとすることが妥当であることについては、上記2(3)イ(イ)

及び上記(ア)及び(イ)で述べたとおりであり、また、野津証人は、震源断層との水平距離を5kmとする根拠を岡村証人の見解に求めるが(甲816(2頁))、上記(6)イで述べたとおり、岡村証人は具体的な根拠を持ち合わせていない。すなわち、震源断層と本件発電所との水平距離の設定に当たって、野津証人の試算はその前提において合理的な根拠のないものであることは明らかである。また、野津証人の試算には、以下のとおり、その他の試算条件の設定においても、看過し難い見解や不適切な設定が含まれている。

a. 南傾斜に対して60度という値を設定した理由につき、野津証人は、熊本地震の再現計算において断層傾斜角が60～75度とされたためと証言した(野津証人調書速記録(4頁, 41～42頁))。

しかしながら、熊本地震は、中角度が想定される正断層成分を相当程度含んで発生した地震であり、わずかに正断層成分を含むのみで、横ずれ断層に典型的な鉛直に近い断層面を持つと想定される敷地前面海域の断層群(奥村証人調書速記録(43頁))とでは状況が異なる。さらに、熊本地震は地震発生前から地震本部の長期評価において北西傾斜の断層面が想定されていたのに対し、中央構造線断層帯は地震本部の長期評価において南傾斜の断層面が想定されていない。これらのことは、被告準備書面(15)第1の4(1)(14～15頁)で述べたとおりである。

したがって、熊本地震の再現計算において断層傾斜角が60～75度とされたことは、本件発電所に係る地震動試算に当たって、中央構造線断層帯の震源断層について南傾斜60度という値を設定する根拠足り得ない。

- b 南傾斜に対して30度という値を設定した理由につき、野津証人は、力学的に逆断層は低角で生じやすいためと証言した（野津証人調書速記録（42頁））。

確かに、一般論として、力学的には、純粋な正断層であれば45度よりやや高角、純粋な逆断層であれば45度よりやや低角の断層傾斜角で生じやすいという基礎的・理論的な知見があることについては被告としても争いが無い。しかしながら、本件で想定すべきは、現在、横ずれ断層として活動している中央構造線断層帯の震源断層であって、純粋な逆断層が初生的に形成されるような場合の震源断層ではない。

野津証人は、純粋な逆断層が存在することを前提とした場合の基礎的・理論的な理由以外の理由、すなわち被告が北傾斜30度を考慮することとしたような地域特性としての自然科学的な理由（地質境界としての中央構造線に一致する可能性の考慮）に相当するような理由の有無を問われた際、再度、一般論としての力学的な基礎的・理論的な事情を挙げるにとどめ、証言できなかった（野津証人調書速記録（42～43頁））。

結局、野津証人の証言は、30度という南傾斜の逆断層が存在することを何ら具体的に裏付けるものではない。

- c 上記のとおり震源断層の傾斜角の設定に根拠がないことに加え、野津証人による試算は、用いた地盤条件も適当でない。

すなわち、野津証人は、独自の試算を行うに当たり、本件発電所の増幅特性にEHMH07地点の増幅特性を用いている（甲816（2～3頁））。しかしながら、このような取扱いが適切でないこと

は、プレート間地震における試算と同様であり、被告準備書面（19）第1の3(2)（14～36頁）で述べたとおりである。すなわち、野津証人は、地盤の増幅特性について5 Hz以上の地盤増幅率を1（増幅し難い設定）とするなどしているものの、証人自身が執筆した論文（甲653（209頁の下から4行目以降の段落））において工学上の重要性が極めて高いと述べる0.2～1 Hz（周期1～5秒）については、本件発電所の基礎地盤とは地盤条件が大きく異なるEHMH0.7地点の地盤増幅率（増幅しやすい設定）をそのまま用いており、依然として過大な評価であることは解消されていない。

d また、上記イ（ウ）で述べたとおり、断層モデルを用いた手法により予測計算を行った場合、強震動予測レシピ（乙D73（35頁））は、距離減衰式による推定値との比較等による予測結果の検証を求めているが、野津証人は当該検証を行っていない。

被告は、断層モデルを用いた手法により求まる地震動レベルと、耐専スペクトル以外の複数の距離減衰式により求まる地震動レベルとが、相互に整合的であることを確認・検証している（被告準備書面（13）第4の1(2)イ（85～86頁）参照）。その上で、応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たっては、より保守的となるよう内陸補正を用いない耐専スペクトルにより求めた地震動を上回るように基準地震動 $S_s - 1$ を策定している（被告準備書面（13）第3の1(2)（43～58頁）参照）。野津証人が示す最大加速度1860ガルを与えるというケースを含め、野津証人が本件発電所の敷地における中央構造線断層帯による地震動を計算したいずれの検討ケース（震源断層との水平距離が8 km又は5 km，断層傾

斜角が90度、南傾斜60度又は南傾斜30度、及びそれらの組合せ(甲816(2頁))も、試算された地震動レベルは、強震動予測レシピの示す手順に従って確認・検証された地震動レベルを大きく上回るように保守的に策定した $S_s - 1$ (最大加速度650ガル)をも更に大きく上回り、過大に乖離するものである。強震動予測レシピは、このように「検証の結果、距離減衰式のばらつきの傾向と強震動予測結果の傾向にかなり差が出て妥当性に問題がある場合には、「設定した特性化震源モデルや地下構造モデルを修正する」ことを求めており(乙D73(35頁))、野津証人が試算に用いた断層モデルは修正されなければならないということになる。

e 以上、南傾斜60度・30度を想定することに自然科学的な合理性はなく(上記a及びb)、野津証人が行ったいずれの検討ケースについても、試算には不適切な設定が含まれることなどから(上記c及びd)、当該試算に基づいて被告の敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)の地震動評価が過小であるとはいえない。

(エ) アスペリティを偏在させる必要があるとの証言について

野津証人は、1999年Kocaeli地震(以下「Kocaeli地震」という。)ではアスペリティが断層の片方(西側)に偏在していたから、中央構造線断層帯においてもアスペリティを局所的(敷地正面付近)に偏在させて評価しなければ、十分に不確かさを考慮したとはいえないと証言した(乙D359(39~42頁)、乙D448(6頁))。

しかしながら、野津証人がKocaeli地震でアスペリティが偏在していたとする根拠として野津尋問資料で示したDan et a

1. (2019)⁹¹ (甲985 (13頁)) は、アスペリティの偏在を示す論文ではないし、同論文が引用する知見を確認すれば、むしろKocaeli地震ではアスペリティが偏在していなかったことが示されている。

Dan et al. (2019) は、壇ほか (2011) の手法を用いてKocaeli地震の観測記録の再現を試みた論文である。その際、アスペリティの配置・数等を設定するに当たっては、釜江・入倉 (2002)⁹²に基づいている⁹³ (乙D411 (日本語訳1頁))。さらに、その釜江・入倉 (2002) は、Sekiguchi and Iwata (2002)⁹⁴を参考にアスペリティの配置・数等を設定している⁹⁵ (乙D412 (546~547頁))。そして、Sekiguchi and Iwata (2002) では、断層の東半分は地震観測点の数が不十分であったため、東側にはすべりを与えない設定としたが、実際にすべりがないと評価したわけではなく、断層東側には

91 「Validation of the New Procedures for Evaluating Parameters of Crustal Earthquakes Caused by Long Faults for Ground-Motion Prediction」 Dan, K., Ju, D., Fujiwara, H., Morikawa N., Bulletin of the Seismological Society of America, 109 (1), 152-163, 2018.

92 「トルコ・コジャエリ、台湾・集集地震の震源特性と強振動シミュレーション」 釜江克宏, 入倉孝次郎, 第11回日本地震工学会シンポジウム予稿集, 2002.

93 Dan et al. (2019) は、本地震のアスペリティモデルを示した Figure 2. に関する文章 (154頁右段の下から13行目以降) において、「アスペリティの数や位置は、本地震のパラメータは十分に制約されていない部分があるものの (例えば, Yalcinkaya et al., 2012), 釜江・入倉 (2002) で得られた本地震の断層モデルに基づいて設定した。」としている (乙D411 (日本語訳 (1頁)))。

94 「Rupture Process of the 1999 Kocaeli, Turkey, Earthquake Estimated from Strong-Motion Waveforms」 Sekiguchi, H., Iwata T., Bulletin of the Seismological Society of America, 92 (1): 300-311, 2002.

95 釜江・入倉 (2002) は、「ここでは Sekiguchi and Iwata (2002) の結果を初期モデルとし、すべり量の大きいところに矩形アスペリティを設定した。」としている (乙D412 (546頁))。

香川(1999)⁹⁶が推定したようなアスペリティがあることが示唆されると述べている⁹⁷(乙D413(日本語訳1頁))。実際、香川(1999)は、断層東側にもアスペリティを配置している(乙D414(Fig. 3))。

したがって、Dan et al.(2019)は、観測点が十分な断層西側の観測記録の再現計算を主たる目的とした論文であり、野津証人がいうような、アスペリティを偏在させなければうまく計算ができなかったというような性格の論文ではない。むしろ、Dan et al.(2019)が引用した知見を順にたどれば、断層東側にもアスペリティを均等に配置した、強震動予測レシピの求めるバランスのよい配置であったとする知見に容易にたどり着くところ、野津証人はかかる引用文献を確認することなく、単にDan et al.(2019)が図示した断層モデルのみを見て独自の見解を述べていると言わざるを得ない。このことは、野津証人による「西側に主要なアスペリティがあるというような研究結果が多いのではないかというふうに思っておりますが、全部チェックしたわけではないですので、私が知らない論文もあると思います。」という証言からも明らかである(乙D448(8頁))。

以上、野津証人がKocaeli地震でアスペリティが断層の片方

96 「トルコ1999年Kocaeli地震の強震動simulation」香川敬生、地震学会講演予稿集、A73、1999。

97 Sekiguchi and Iwata(2002)は、「区間Dでは1~2mのすべり量が得られているが、この区間、特に東半分は余震の波形が干渉し、また強震観測点のカバー率が十分でないため、すべりの拘束が不十分である。」、「This discrepancy suggests an additional large slip on this segment, which Kagawa(1999) estimated to be an asperity. (被告訳: この矛盾は、香川(1999)がアスペリティと推定したこの区間に、追加の大きなすべりがあることを示唆している。）」としている(乙D413(1頁))。

(西側)に偏在していた根拠として挙げるDan et al.(2019)は、偏在を根拠付ける論文ではなく、同論文が引用する知見を確認すれば、偏在していないこと(断層東側にもアスペリティが存在すること)が支持されるのであって、野津証人の見解は前提を欠いたものである。

(オ) 壇ほか(2011)のスケーリング則は過小であるとの証言について

野津証人は、被告が内陸地殻内地震の地震動評価で用いる壇ほか(2011)のスケーリング則は、その検証を目的とした論文であるDan et al.(2019)において、再現対象とした8つの観測波形のうち2つの波形の最大値で最大3倍程度の過小評価が生じるなどして検証に失敗しており、過小評価を防止するためには通常の3倍程度の応力降下量を考慮しなければならないと証言した(乙D448(9~10頁)、野津証人調書速記録(28~29頁)、甲985(25頁))。

しかしながら、そもそもDan et al.(2019)は波形の最大値のみに着目して再現を試みていない。強震動予測レシピにおいても「強震動評価の目的は計算波形を観測波形にあわせることではないため、この作業に終始することのないよう留意する必要がある」(乙D73(37頁))との考え方が示されているとおり、強震動評価においては、観測記録の波形と完全に一致するよう再現することは目的ではなく、Dan et al.(2019)においても、応答スペクトルを用いて地震動レベルを比較することにより、観測記録との整合性

を確認している⁹⁸ (乙D414 (156頁, 158頁))。

野津証人は, Dan et al. (2019) が「応答スペクトルの比較を一つ一つの地点で丁寧に行っているわけではありませんので, 本来は, この地震動の過小評価が生じた地点について, 応答スペクトルの比較をする必要がありますが, そういうことを壇ほかの論文では行っていませんので, その点が, 少しというか手落ちだと思います。」と証言したが (乙D448 (10~11頁)), 上述のとおり, Dan et al. (2019) は, 波形だけではなく応答スペクトルも用いて地震動レベルを比較することにより, 観測記録との整合性を確認しているのであって, かかる野津証人の証言は事実と反する。

また, Dan et al. (2019) は, 波形の過小評価の原因として地盤の影響 (増幅特性) が考えられるなどと分析しており, 野津証人が指摘するような応力降下量が原因であるとは述べていない⁹⁹ (乙D414 (156頁))。

これに対して野津証人は, 尋問において, Dan et al. (2

98 Dan et al. (2019) は, 野津証人が指摘する2つの観測地点 (GBZ及びIZN) について, 「断層トレースから20km以内の予測擬似速度応答スペクトルは, 断層トレースから14.2km離れたGBZ観測点の応答スペクトルをカバーする偏差を持つ。」 (乙D414 (日本語訳1頁)), 158頁 (左段1行目以降) において, 「断層トレースから20~65kmの予測擬似速度応答スペクトルは, 断層トレースから28.4km離れたIZN観測点の応答スペクトルをカバーする偏差を持つ。」 (乙D414 (日本語訳2頁)) としている。

99 Dan et al. (2019) は, 「この過小評価の原因の一つは, 鉛直横ずれ断層からのSH波の放射パターンが東西成分波形に純粋に含まれすぎていること, つまり地震波が散乱して理論的な放射パターンに従わないことであると考えられる。もう1つの原因は, 2次元的にも3次元的にもモデル化できなかった地盤の構造にあると考えられる。」 (乙D414 (日本語訳1頁)), 「これも, 東西成分のSH波の放射パターンや, 地盤の2次元または3次元の影響によるものと考えられる」 (乙D414 (日本語訳2頁)), 「これは, 鉛直横ずれ断層からのSH波とSV波の放射パターン, あるいは地盤の2次元または3次元の影響によるものと考えられる。」 (乙D414 (日本語訳2頁)) としている。

019)の著者である壇一男氏¹⁰⁰も地盤の影響が原因であることを証明したわけではないとか、証人自身としても応力降下量が原因であると決定付けているわけではないが過小評価を防ぐには応力降下量を3倍にしなければならないなどと証言したが(乙D448(9~10頁)), 仮に、野津証人の見解に従って応力降下量を3倍とした場合、8つの波形のうち、整合している残りの6波形の最大値や応答スペクトルの全周期帯の地震動レベルが逆に過大評価になり、全体として再現性が低下することはいうまでもない。結局のところ、野津証人は、原著者による原因分析が証明されたものではないと論難しながら、一方で自身の見解としては、原因の追究や自身の提案内容の妥当性は措いたまま応力降下量の操作を提案するものであり、およそ科学的な手順を経た見解とは言えない。

以上のとおり、野津証人の証言は、Dan et al.(2019)の論文の目的や内容を正解していないことに加え、再現結果の一部のみを持ち出した上で、根拠を示すことなく原著と異なる見解を述べるものであるから、壇ほか(2011)のスケーリング則が過小であることを示すものではない。

(カ) ジョグにこそアスペリティを置くべきとの証言について

野津証人は、本件発電所の敷地正面のジョグに関し、中央構造線断層帯全体がすべる中で、敷地正面のジョグだけがすべらないのであれば、ひずみが蓄積され、最後には強い破壊を起こしてしまうおそれがあるため、敷地正面にアスペリティを想定すべきであると証言した(野

津証人調書速記録（26～27頁，61～62頁）。

しかしながら，野津証人は，地震時におけるジョグでの変位量のふるまいを正解していない。ジョグとは断層線の不連続であり，例えば二本の断層が並行する区間がジョグに該当する。地震時には，ジョグにおいて，一方の断層での変位量が徐々に小さくなり，終端点でその変位量がゼロになるが，もう一方の断層の変位量は逆にゼロから徐々に大きくなることで，断層帯を挟む岩盤は全体としてスムーズに移動することができる。このようなことから，ジョグが他の場所と比べてひずみが蓄積しやすい場所ではない（地震時の変位量が大きくなる場所ではない）（奥村証人調書速記録（10～11頁））。そして，本件発電所の敷地正面にジョグが認められることは，上記2(3)(ウ)c等で述べたとおりである。

したがって，ジョグにアスペリティを想定すべきとの証言は，被告の地震動評価の合理性を左右するものではない。

(キ) 岩手・宮城内陸地震を基準地震動に考慮する必要があるとの証言について

野津証人は，令和5年3月7日付け意見書（甲817）において，震源を特定せず策定する地震動に関し，地震ガイドを素直に読めば，岩手・宮城内陸地震を基準地震動に考慮する必要があると述べ（甲817（1頁）），尋問においても同趣旨を証言した（乙D448（25～28頁））。

しかしながら，野津証人は，地震ガイドにおける岩手・宮城内陸地震の位置付けを正解していない。地震ガイドは，震源を特定せず策定する地震動を「全国共通に考慮すべき地震動」と「地域性を考慮する

地震動」とに分類しており、岩手・宮城内陸地震は「地域性を考慮する地震動」に分類されている。その上で、地震ガイドが「「地域性を考慮する地震動」の検討対象地震の選定においては（中略）必要に応じて選定されていることを確認する」（乙E24（8頁））としていることを踏まえ、本件発電所の敷地周辺には軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布していないことから、被告は岩手・宮城内陸地震を検討対象地震の収集対象外としている。これらのことは、上記(5)ア、被告準備書面（7）第2の2（11～16頁）で述べたとおりであるし、松崎証人の証言によっても裏付けられる（乙D347（50～54頁））。一方、野津証人は、岩手・宮城内陸地震が「全国共通に考慮すべき地震動」と「地域性を考慮する地震動」のどちらに分類されているかについて、「存じていません。」と証言した（乙D448（27頁））。このことから、野津証人が震源を特定せず策定する地震動の評価体系を正解していないことは明らかである。

また、野津証人は、地震ガイドの「必要に応じて選定」という記載について、「言葉をどう読むかですけれども、ただこれを考えることによって、原子力発電所がより安全になると。そして、安心できるということを考えて、この必要に応じてというのは、より我々が安心できるために必要だというふうにも読めると思います。」と、曲解といわざるを得ないような独自の解釈を述べた（乙D448（28頁））。「必要に応じて」は「常に必要」と同義ではないため、野津証人が地震ガイドの内容を正解していないことは明らかである。

以上のとおり、野津証人の証言は地震ガイドにおける岩手・宮城内陸地震の位置付けを正解しておらず、岩手・宮城内陸地震を考慮しな

ければならないということにはならない。

第3 津波に対する安全性

被告は、様々な波源を想定した上で、本件発電所の敷地に及ぼす影響が大きくなるよう、保守的な基準津波を設定している。そして、基準津波による水位上昇及び水位低下によって本件3号炉の安全機能に影響が生じることがないよう対策を講じ、本件3号炉の津波に対する安全を確保している。

1 基準津波の策定

(1) 波源

被告は、津波の評価において、過去に本件発電所の敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について調査し、これを考慮した上で敷地に影響を及ぼすと考えられる海域の活断層による地震及びプレート間地震に伴う津波並びに火山現象、地すべり等の地震以外の事象に起因する津波について、数値シミュレーションによる津波水位の算定を行った(乙C131(6-7-1~6-7-7頁, 6-7-30~6-7-34頁))。

数値シミュレーションを行う対象津波について、海域の活断層による地震に伴う津波は、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震に伴う津波を選定し、海域の中央構造線断層帯として最大限の連動、すなわち、伊予灘から別府湾にかけての伊予セグメント並びに敷地前面海域の断層群及び別府-万年山断層帯の3区間(全長約130km)の連動を考慮した(図36)。数値シミュレーションの実施に当たって、断層傾斜角、すべり角、すべり量等、計算に必要なデータをそれぞれ複数設定し、様々な組み合わせを検討するなど、各種の不確かさを考慮した(乙C131(6-7-12~6-7-16頁, 6-7-36~6-7-40頁, 6-7-66~6-7-71頁))。

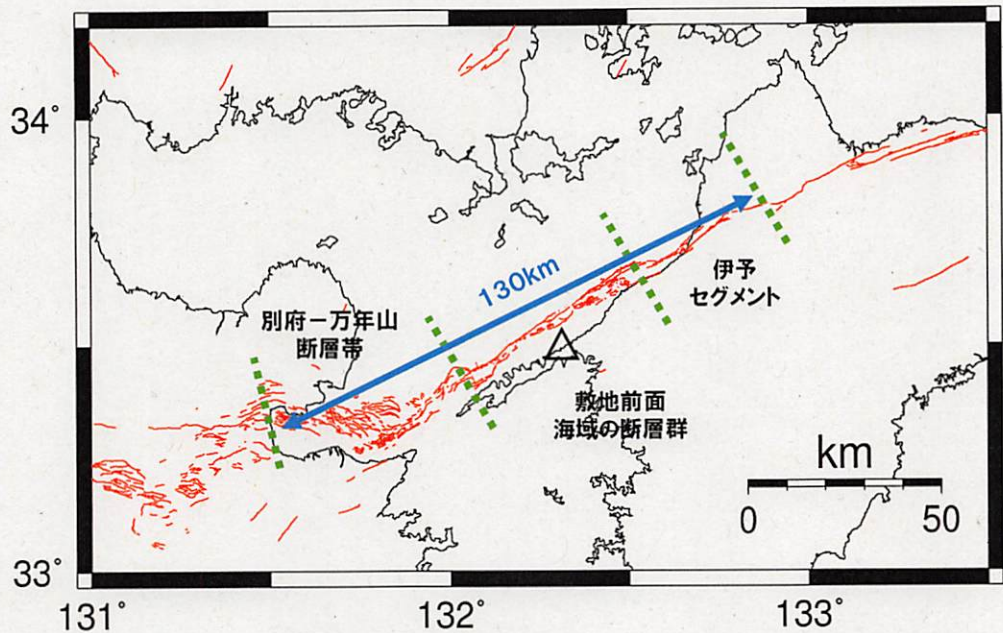


図36 敷地前面海域の断層群による地震に伴う津波の評価
 において連動を考慮した区間

プレート間地震に伴う津波としては、内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会の南海トラフの巨大地震に伴う津波を考慮するとともに、南海トラフから南西諸島海溝までの領域を対象とした津波を考慮した（乙C103（35頁）、乙C131（6-7-7～6-7-12頁、6-7-35頁、6-7-63～6-7-65頁））。

地すべりに伴う津波については、本件発電所の敷地周辺で見られる地すべりの痕跡の多くは地形の開析状況等から形成時期が非常に古く、現在は安定していることなどから、本件発電所に影響を与えるような津波が生じる可能性は低い。しかしながら、津波に対する備えに万全を期する観点から、地すべり地の規模と敷地までの距離等から敷地への影響の大小を比較・検討し、沿岸部の5地点において自然斜面で地すべりが発生すると仮定し

た上で、これに伴う津波を選定した（図37。乙C131（6-7-19～6-7-23頁，6-7-43頁，6-7-78～6-7-85頁））。

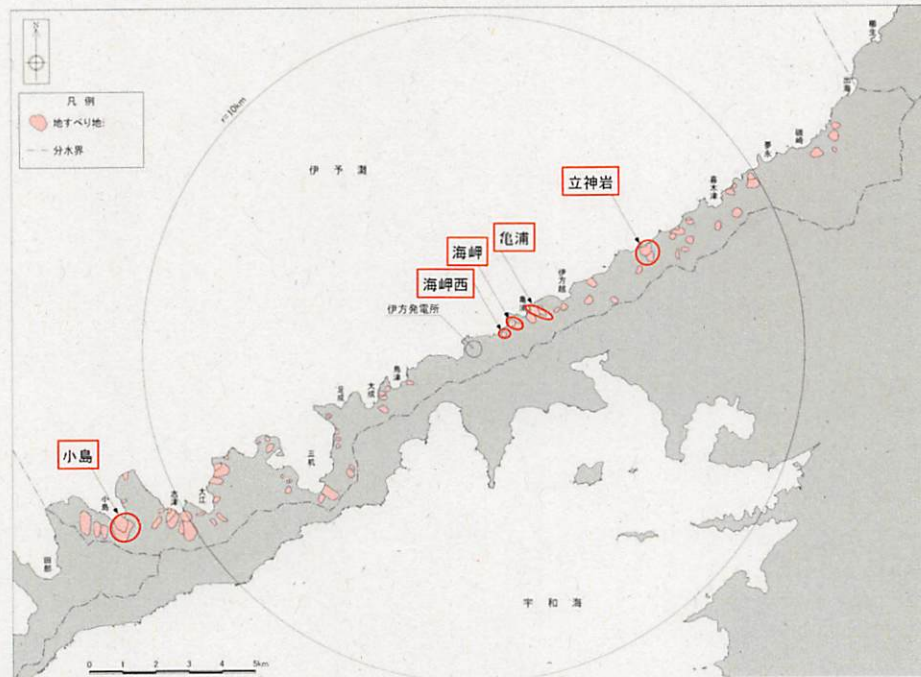


図37 地すべり津波の評価対象とした5地点

さらに、火山現象に伴う津波として、別府湾沿岸の火山の山体崩壊に起因する津波を考慮することとし、中でも活火山であり山体規模も突出して大きい鶴見岳（伽藍岳含む。）の山体崩壊による津波を選定した（乙C131（6-7-16～6-7-19頁，6-7-42頁，6-7-72～6-7-77頁））。

(2) 重畳津波の検討

上述の津波発生要因は相互の関連性が低く、基本的にはこれらの組合せを考慮する必要はないと考えられるが、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震によって上記(1)で検討した地すべりよりも小規模な

地すべり又は斜面崩壊が発生する可能性は否定できないことから、津波に対する備えに万全を期し、更なる安全性向上を図る観点から、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波に、上記(1)で検討した地すべりに伴う津波（地震に伴う小規模な地すべり又は斜面崩壊はこれに包含される）を重畳させることとし、地すべりが発生するタイミングを調整するなどの不確かさを考慮し、十分に安全側の結果が得られるよう複数の検討ケースを設定し、数値シミュレーションによる評価を行った（乙C131（6-7-23～6-7-25頁，6-7-44～6-7-45頁））。

(3) 基準津波の策定

以上の数値シミュレーションによる結果を踏まえ、本件3号炉に最も大きな影響を与える津波を基準津波とした。基準津波による水位変動は、水位上昇の最大でT.P.+8.12m（評価地点：本件3号炉敷地前面）、水位下降の最大でT.P.-4.60m（評価地点：本件3号炉海水取水口（補機冷却取水口））である（乙C131（6-7-25～6-7-27頁，6-7-46～6-7-47頁，6-7-49頁））。

2 耐津波安全性について

(1) 津波による水位上昇に対する安全性

本件3号炉については、安全上重要な設備を内包する建屋を設置する敷地において、基準津波による遡上波が、地上部から到達又は流入することも、取水路、放水路等の経路から流入することもない。すなわち、地上部からの流入については、地上部の高さT.P.+10m（乙C103（40頁））に対し、津波による最高水位は朔望平均満潮位を考慮してもT.P.+8.12mであり、地殻変動による沈降量（約0.3～0.4m）及び高

潮等の更なる潮位の不確かさ(約0.5m)を考慮しても津波による溯上波が地上部から敷地に到達及び流入することはない。また、取水路、放水路等の経路については、海水ポンプエリアの床面の高さがT. P. + 3.0mであるところ、海水ピットポンプ室における基準津波による津波高さが最大でT. P. + 4.9mとなることから、流入の可能性のある経路として海水ピットを特定し、この流入経路から敷地に溯上波が流入することのないよう水密ハッチ、床ドレン逆止弁、水密扉等を設置し、必要な浸水対策を講じている。このため、津波による溯上波が海水ピットの流入経路から敷地に流入することもない。(乙C103(42~45頁), 乙C131(6-7-27~6-7-28頁, 8-1-219~8-1-224頁, 8-1-226~8-1-227頁), 乙D55(12頁))

さらに、被告は、原子炉格納容器、海水ポンプエリア等の安全上重要な機器を内包する区画を浸水防護重点化範囲として設定し、浸水防護重点化範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸入口を特定し、扉を水密扉とするほか貫通部の隙間に仕切板を取り付けるなどの浸水対策を施すことにより、安全上重要な機器を浸水(津波による浸水に限らない)の影響から隔離している。こうした対策はT. P. + 14.2mまで講じており、万が一、敷地に津波が流入する事態、屋外タンクの損傷による溢水等が生じた場合にも安全性に影響はない。(乙C103(45~49頁), 乙C131(8-1-227~8-1-231頁), 乙D55(22~25頁))

(2) 津波による水位低下に対する安全性

海水ポンプによる海水の取水が維持できることについては、海水ポンプの吸込口が位置する海水ピットポンプ室の水位で判断する。被告は、海水ピット内に堰内外の水圧差で作動する開閉式のゲート(フラップゲート)

を有する海水ピット堰を設置し、基準津波により海水ピットポンプ室の水位が最も低下する時間においても海水ポンプの継続運転が可能となるよう対策を講じている。

海水ピットポンプ室の水位低下の最も厳しいケースは、朔望平均干潮位を考慮してもT. P. - 3. 26 mであり、地殻変動による隆起量（約0. 3 m）及び更なる潮位の不確かさ（約0. 2 m）を考慮した場合でも海水ポンプの取水機能を保持するために必要な最低水位T. P. - 4. 10 mを上回っており、海水ポンプの取水機能を維持することができる（乙C103（42～43頁，49～50頁），乙C131（6-7-27～6-7-28頁，8-1-231～8-1-233頁），乙D55（26～28頁））。

3 本件3号炉は津波に対して安全を確保していること

- (1) 以上述べたとおり、被告は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波に地すべりに伴う津波が重畳するという保守的な想定のもと、十分に安全側の結果が得られるよう地すべりが発生するタイミングを調整するなど複数の検討ケースを検討し、保守的な基準津波を設定している（上記1）。

そして、基準津波による水位上昇及び水位低下によって、本件3号炉の安全機能に影響が生じることがないよう対策を講じている（上記2）。

したがって、津波によって本件3号炉の安全機能が損なわれる蓋然性はなく、本件3号炉は、津波に対する安全を確保している。

- (2) 本件3号炉が津波に対する安全を確保していることについては、原子力規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、設置許可基準規則5条及び40条並びに設置許可基準規則解釈5条，40条及び別記3において、発電用原子炉施設の津波に対する安全に関する要求

事項を規定しているところ、本件3号炉がこれらに適合していることを確認している(乙C103(20~55頁, 273頁))。

4 原告らの津波に関する主張について

(1) 津波高さに関する主張について

原告らは、都司嘉宣深田地質研究所客員研究員の意見書(甲100)を基に1596年慶長豊予地震に伴う津波による本件発電所敷地における津波高さを6~10mと見積もり、本件発電所においては少なくとも10mの津波を想定すべきである旨主張するが(原告ら準備書面(13))、被告準備書面(7)第4の6(81頁以下)で詳述したとおり、被告は、伊予セグメント、敷地前面海域の断層群及び別府一万年山断層帯が連動する地震を考慮し、同地震に伴う津波を適切に評価しており、原告らの主張には理由がない(乙C131(6-7-12~6-7-14頁))。

(2) 津波による本件3号炉の設備への影響に係る主張について

原告らは、海水ピットにおいて上記浸水防止対策を講じているが、被告は、浸水する事態(乙C103(46頁))や冠水する事態(乙C103(47頁))を想定しているのだから、津波による機能喪失の危険があると主張する(原告ら準備書面(47))。

しかしながら、原告らの指摘する浸水、冠水する事態の想定は、設置許可基準規則解釈別記3第5条3項2号が、「取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定(以下「浸水想定範囲」という。)する」こと、「浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること」を要求していることに対応して、海水ポンプの安全機能について検討したものである。そして、漏水による

浸水量を保守的に評価した結果、海水ポンプエリアの浸水高さは、床面高さT. P. + 3. 0 mに対しT. P. + 3. 1 4 mであり、海水ポンプの機能を喪失する浸水高さT. P. + 4. 3 9 mを下回ることから、海水ポンプの安全機能を阻害することはない(乙D55(19~21頁))。

また、原告らは、フラップゲートについて、地震による損傷並びに津波による砂移動及び漂流物によるフラップゲートの機能不全を主張するが、津波防護施設であるフラップゲートを含む海水ピット堰は、Sクラスの施設であり(設置許可基準規則解釈別記2第4条2項1号)、基準地震動Ssに対する耐震安全性を有すること(乙C107)、基準津波に伴う砂の堆積、船舶を含めた漂流物の影響についても評価し、機能不全とならないことを確認していること(乙C103(50~51頁))から、原告らの主張は理由がない。原告らは、海水ピット堰や海水ポンプを支える海水ピット本体の耐震クラスは「Cクラス」であり、基準地震動Ssに至らない地震によって損傷する旨主張するが、屋外重要土木構造物及び常設重大事故緩和設備として基準地震動Ssによる地震力に対して耐震安全性を確保している(乙C75(資13-1-2~資13-1-3頁)、乙C108、乙C109)。原告らは、耐震設計がSクラス、Bクラス及びCクラスの分類のみに基づいてなされていると考えているようにうかがわれるが、そのような理解は被告の耐震設計方針(乙C75(資13-1-3~資13-1-3頁))を正解しないものであり、理由がない。

第4 火山に対する安全性

被告は、本件発電所の敷地周辺の火山について調査し、その結果に基づき本件発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出し、抽出した火山それぞれの火山活動の評価を行った。その上で、本件発電所の運用期間中に本件発電所に影響を及

ばし得る火山によって、設計対応が不可能な火山事象が本件発電所の敷地に影響を及ぼすことはないことを確認した。また、設計対応が不可能な火山事象以外の火山事象についても、本件発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、本件発電所に与える影響を評価した上で、当該火山事象の影響に対する対策を講じることで、本件3号炉の火山事象に対する安全性を確保している。

1 火山事象について

(1) マグマの発生と噴火

ア マグマの種類

火山噴火で噴出するマグマは、含む物質の構成（含む物質の種類とその含有割合）によって性質が異なり、特にマグマの性質を特徴づける物質として、 SiO_2 （二酸化ケイ素）がある。玄武岩質マグマのように SiO_2 が少ないマグマを苦鉄質マグマと呼び、流紋岩質マグマ、デイサイト質マグマのように SiO_2 が多いマグマを珪長質マグマと呼ぶ。 SiO_2 が多く含まれると粘性が大きくなり、マグマを発泡させる、すなわち爆発的な噴火の要因となる揮発成分がマグマの中から抜けにくくなる。このため、 SiO_2 を多く含む珪長質マグマの方が爆発的な噴火を起こしやすく（ZD141（117～118頁））、実際、規模の大きな爆発的な噴火のほとんどで珪長質マグマが噴出している。

日本のような海洋プレートの沈み込み帯においては、沈み込む海洋プレートからの脱水等の影響で、地下深部のマントルにおいて初生マグマが発生するが、この初生マグマは苦鉄質である。この苦鉄質なマグマが

地表に向けて上昇する過程において、結晶分化作用¹⁰¹、地殻の溶融による同化作用¹⁰²、マグマ混合¹⁰³を通して、流紋岩質マグマ等、様々な種類のマグマが生じ得る。(乙D142 (66~67頁), 乙D146 (80~83頁), 乙D141 (13~18頁))

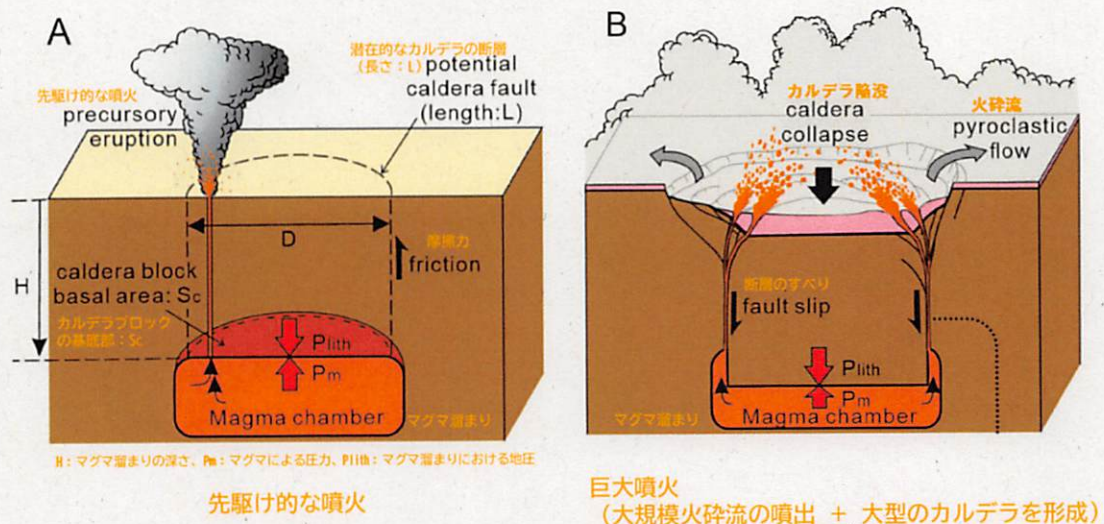
イ 巨大噴火

(ア) 被告は、大規模火砕流及び降下火砕物として膨大なマグマを短時間に噴出し、これによって大型のカルデラを形成する噴火を巨大噴火と呼んでおり、火山ガイドにおける定義(「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火」(乙E21 (10頁))と同義である(図38)。このような噴火は、およそVEI6以上の規模の噴火で見られ、過去のVEI7以上の噴火は、ほぼ例外なくこのタイプの噴火である。

101 マグマの冷却が進むと、マグマから鉱物が結晶化して晶出、沈殿することで分離し、それに伴いマグマの組成も変化して、一般的には苦鉄質なマグマからより珪長質なマグマに分化していく。これを、マグマの結晶分化作用という。

102 マグマが自身の熱で周囲の岩石を溶かし込むと、周囲の岩石を取り込んだマグマ自身の化学組成が変化する。例えば、苦鉄質マグマが、自身よりも珪長質な花崗岩に貫入して周りの花崗岩を取り込むと、苦鉄質マグマの組成は、取り込んだ花崗岩の影響に応じて、元の苦鉄質マグマよりも珪長質寄りに変化する。これを同化作用という。

103 異なる化学組成のマグマが混合して、その中間組成のマグマが生成されることもある。例えば、玄武岩質マグマと流紋岩質マグマが混合すると、その中間組成の安山岩質マグマが生成される。このような作用を、マグマ混合という。



(Geshi et al., 2023 から引用, 加筆)

図 3 8 巨大噴火の概念図

(イ) 巨大噴火によって噴出する大量の火砕流は、広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こす。例えば、現時点で阿蘇カルデラにおいて阿蘇 4 噴火のような破局的噴火 (VEI 7 以上の巨大噴火) が起きた場合には、九州の中部以北は火砕流の直撃でほぼ全滅し、死者は 1 0 0 0 万人を超え、北海道を含む日本列島全体が 1 5 cm 以上の厚い火山灰で覆われて家屋の倒壊が相次ぎ、また、ライフラインが機能停止するとともに食料生産も不可能となって、かろうじて生き残った人々も火山灰に覆われた日本列島から海外への避難・移住が必要となると言われる (乙 D 1 5 8)。

一方で、巨大噴火は低頻度の事象であり、火山噴火の発生頻度と噴火規模の関係には負のべき乗則が認められる (乙 D 1 5 6 (1 0 2 頁), 乙 D 3 3 3 (1 4 3 頁))。すなわち、噴火規模が大きくなるに従って発生頻度は指数関数的に小さくなる関係が認められ、巨大噴火は日本

列島全体で1万年に1回程度(乙D 1 4 7(7 0 7頁))の事象である。

(ウ) 巨大噴火のマグマは、一般に珪長質マグマが主体であり、巨大噴火によって形成されたカルデラの周囲には膨大な珪長質マグマが作った火砕流台地が広がる。また、巨大噴火は、膨大なマグマを短時間に噴出する噴火であることから、噴火に先立って大量のマグマを蓄積する、すなわち巨大なマグマ溜まりを形成する必要がある(乙D 1 5 6(1 0 4~1 0 5頁))。そして、大規模なマグマ溜まりを地殻内に安定して定置させる場所として浮力中立点が考えられるところ、珪長質マグマの浮力中立点は浅いことや、環状割れ目に沿って沈下する大型カルデラの生成機構からは、天井が浅く、扁平な形状のマグマ溜まりが想定されることから、巨大噴火のマグマ溜まりは地下浅部に達していると考えられる(乙D 1 5 6(1 0 4頁), 乙D 1 6 0(2 8 5~2 8 6頁), 乙D 1 6 1)。そして、開析¹⁰⁴された古い第三紀中期中新世(約2 3 0 0万年前~約5 0 0万年前)のカルデラ火山でも、これに整合する地質的な証拠が認められている(乙D 1 6 0(2 8 8~2 9 0頁))。

(2) 火山学的調査手法

火山は、地質学、岩石学、地球物理学といった多彩な学問分野から研究対象とされており、多種多様な火山学的な調査手法が存在し、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。各調査手法は、それぞれ独立した異なる観点に基づくものであり、ある単独の調査手法のみから評価することも可能であるが、複数の手法を組み合わせることによって評

104 侵食作用によって地表が削られる現象。

価の信頼性、精度を向上させることもできる。

ア 活動履歴に関する調査手法

(ア) 地質学的調査手法

地質学的調査手法とは、地質調査を行い、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）などを確認することを通じて当該火山の噴火履歴等を調査する手法をいう。これにより、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）を分析するなどして、複数の火山の活動を比較検討できる。そして、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¹⁰⁵。（乙D141（47～48頁）、乙D150（101～108頁）参照）

105 環状断層とは、図38に示すような円環状の断層。巨大噴火では、マグマ溜まりの肩部で応力集中が起こり、地表に向かって環状に割れ目（断層）が発生して、そこに沿ったマグマの流出が発生すると考えられている。

(イ) 岩石学的調査手法

岩石学的調査手法とは、火山噴出物の岩石学的特徴から活動したマグマの特徴、地下におけるマグマの成因、火山の活動履歴等を推定する調査手法をいう。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D 141 (48~50頁), 乙D 179参照)

イ. 地球物理学的調査手法

(ア) 地震波探査

地震波探査とは、地震波の伝播状況を観測して地下の地震波速度構造等を調査する手法をいう。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¹⁰⁶を通さないので、P波に比べてS波の減速が大きいつき (V_p/V_s 比が大きいつき) には、流体が存在する可能性が高くなる。地震波探査の手法には、用いる地震波の種類、解析手法が異なる複数の手法があり、個々に特徴があるため、複数の手法を

106 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。

利用することによって、評価の信頼性、精度を向上させることができる。(ZD168参照)

(イ) 電磁探査

電磁探査とは、物質の電気比抵抗の違いに着目して地下の構造や状態などを推定する手法をいう。地殻岩石の電気比抵抗値（あるいは、その逆数である電気伝導度）は、温度や液相の存在に強く依存して変化する。マグマの電気比抵抗値は、普通の地殻岩石に比べて顕著に小さいため、地殻内の比抵抗構造を調べることでマグマの存在を捉えることができる可能性がある。地下の岩石の電気伝導度を測定する手法には、MT法¹⁰⁷等の手法があり、火山体の構造を知るために使われている。(ZD304参照)

(ウ) 測地観測

測地観測とは、地表面の変形を観測することで、測量や傾斜観測、歪み観測等がある。火山の地下においては、ある体積と質量をもったマグマ等の物質が地中に蓄積されるときや地表に流出するときなどに、地表面の変形が生じる。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やマグマの増減などを捉えることが可能である。(ZD169参照)

(エ) 地震観測

地震観測とは、地震の発生状況（震源領域等）を観測することであり、地下構造を推定できる。一般に噴火可能なマグマは液体であるため、地震を起こすような破壊は生じない（震源とはならない）とされ

る(乙D153(36頁))。他方、マグマ溜まり周辺の母岩はマグマからの様々な影響を受けて強度が下っており、またマグマや熱水が移動したり振動したりするため、地震が発生しやすくなっていると考えられている。このため、地震の発生する場所とその空白域(地震が起きる周辺の母岩とこれに囲まれた地震が起こらない液体が推定される場所)を探することは、マグマ溜まりの位置や広がりやを推定する際に重要である(乙D141(51頁))。

また、地震観測によって火山周辺で観測される震動には、マグマの動きと関連しているとみられる、位相が不明瞭で震動の継続時間が長い火山性微動や、低周波成分が卓越する低周波地震等特徴的な揺れがあり、火山性流体の挙動の推定に利用できる(乙D305(230～233頁))。

(オ) その他の地球物理学的手法

地球物理学的手法には、上記の他に、重力探査、地熱観測等の手法がある。

ウ 地球化学的手法

地球化学的調査とは、火山ガス(噴気)の化学組成分析、温度などの情報から評価する手法である。火山ガスは、気体として放出されるほか、地下水に溶け込むものもあるので、地下水や温泉水などもその調査対象となる。

2 本件発電所に影響を及ぼし得る噴火

(1) 本件発電所に影響を及ぼし得る火山

被告は、本件発電所の地理的領域内(本件発電所から半径160kmの範囲の領域)における第四紀火山のうち、将来の活動可能性が否定できない

火山について個別評価を行い、本件発電所の運用期間中に本件発電所に影響を及ぼし得る火山として鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇（阿蘇カルデラ、阿蘇山、根子岳及び先阿蘇を一括して「阿蘇」という。）及び阿武火山群を抽出した。このうち、阿蘇を除く4火山については、活動履歴、活動様式等の検討の結果、本件発電所の運用期間中に考慮する噴火として、各火山の既往最大の噴火を考慮することとした。阿蘇については、阿蘇4噴火後の期間（後カルデラ期）における既往最大の噴火（草千里ヶ浜軽石の噴火）を本件発電所の運用期間中に考慮する噴火規模とした。（甲492（10～25頁）、甲493（2～60頁）、乙D14（5～29頁））

(2) 本件発電所の運用期間中に阿蘇において考慮する噴火規模の検討

被告は、現在の阿蘇の状態に関し、大きく分けて、活動履歴に関する検討として、噴出物に係る検討（後記ア（イ））、噴火の態様に係る検討（後記ア（ウ））、地球物理学的な調査に基づく検討として、地震波探査等から推定される地下構造（後記ア（エ））、測地的に推定されるマグマの蓄積状況（後記ア（オ））という観点から検討し、本件発電所の運用期間中に阿蘇で巨大噴火が起きる可能性は十分に小さいと評価した。その上で、後カルデラ期の活動に基づき、後カルデラ期の既往最大の噴火（草千里ヶ浜軽石の噴火）を本件発電所の運用期間中に考慮する噴火規模とした。（甲492（18～24頁）、甲493（14～21頁）、乙D14（21～26頁））

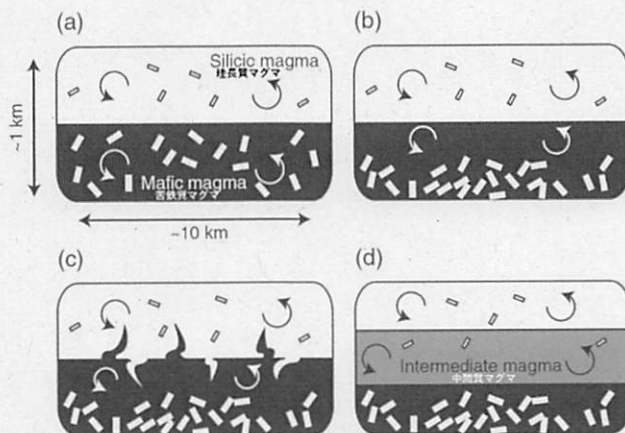
ア 阿蘇に関する調査内容

(ア) 阿蘇の火山活動履歴の概要

阿蘇では、約27万年前に阿蘇1噴火が、約14万年前に阿蘇2噴火が、約12万年前に阿蘇3噴火が、約9万年前に阿蘇4噴火がそれぞれあり、いずれも巨大噴火とされている（乙D167）。巨大噴火

の前には、巨大なマグマ溜まりが形成され、珪長質マグマが存在していたと考えられている(乙D170)。いずれも、初期は珪長質で、噴火活動の後半には苦鉄質マグマが噴出したとされる(乙D171(178頁))。阿蘇2噴火、阿蘇3噴火及び阿蘇4噴火は、大局的に上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定成層した層状マグマ溜まりがあったと考えられており(図39, 乙D172)、阿蘇1噴火でも同様の可能性がある(乙D171(187頁))。これらの巨大噴火のうち、阿蘇4噴火は、阿蘇の既往の巨大噴火の中でも突出して大きく、さらに、第四紀と呼ばれる過去約260万年間に日本列島で起こった噴火の中でも最大規模の噴火とされる(乙D167)。日本列島全体でみても阿蘇4噴火と同規模の噴火は、巨大噴火の中でも稀な、特に低頻度の事象である。

以下、本書面では、阿蘇1噴火以前の期間を先カルデラ期、阿蘇1噴火から阿蘇4噴火までの期間をカルデラ形成期、カルデラ形成期後現在に至るまでの期間を後カルデラ期とそれぞれ呼ぶ。



(乙D236から引用)

図39 上部珪長質、下部苦鉄質な層状マグマ溜まりの模式図(阿蘇3噴火の例)

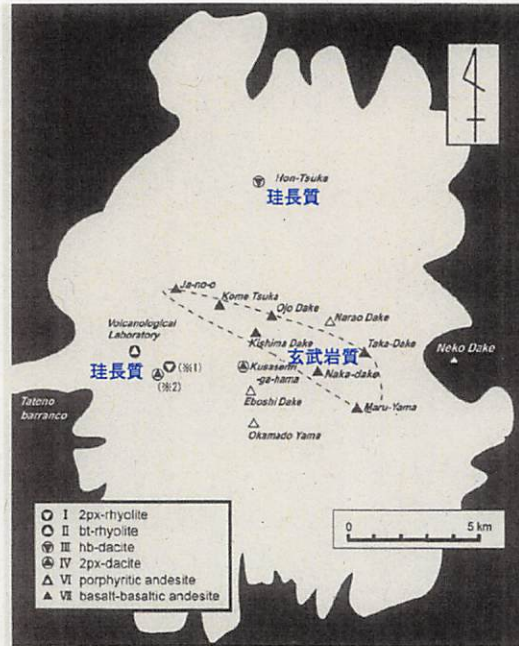
(イ) 噴出物に係る検討

a 苦鉄質マグマと珪長質マグマの活動分布に基づく検討

後カルデラ期においては、苦鉄質から珪長質まで多様な岩質のマグマが活動しているが、その活動分布は、カルデラ中央部において玄武岩質マグマが活動し、その周囲で珪長質マグマが活動しているという傾向がある(図40, 乙D174(282頁))。

一般に、地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが形成されると、密度が高い玄武岩質マグマが地下から上昇する際、密度が低い珪長質マグマが密度障壁となり、その直上の地表には玄武岩質マグマの活動の空白域ができることが予想されている(図41, 乙D165(141頁), 乙D170(99頁), 乙D174(282~283頁))。

カルデラ中央部で玄武岩質マグマが活動する後カルデラ期の傾向は、カルデラ直下に大規模な珪長質マグマが存在する場合の分布と異なるため、後カルデラ期には巨大な珪長質マグマは地下に存在していないと考えられる(乙D14(25頁))。



(乙D14 (25頁) から引用)

図40 後カルデラ期における玄武岩質マグマの活動分布

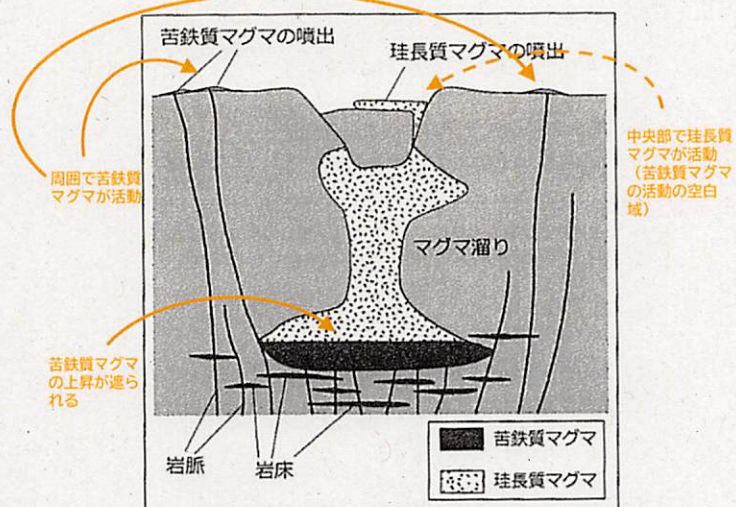


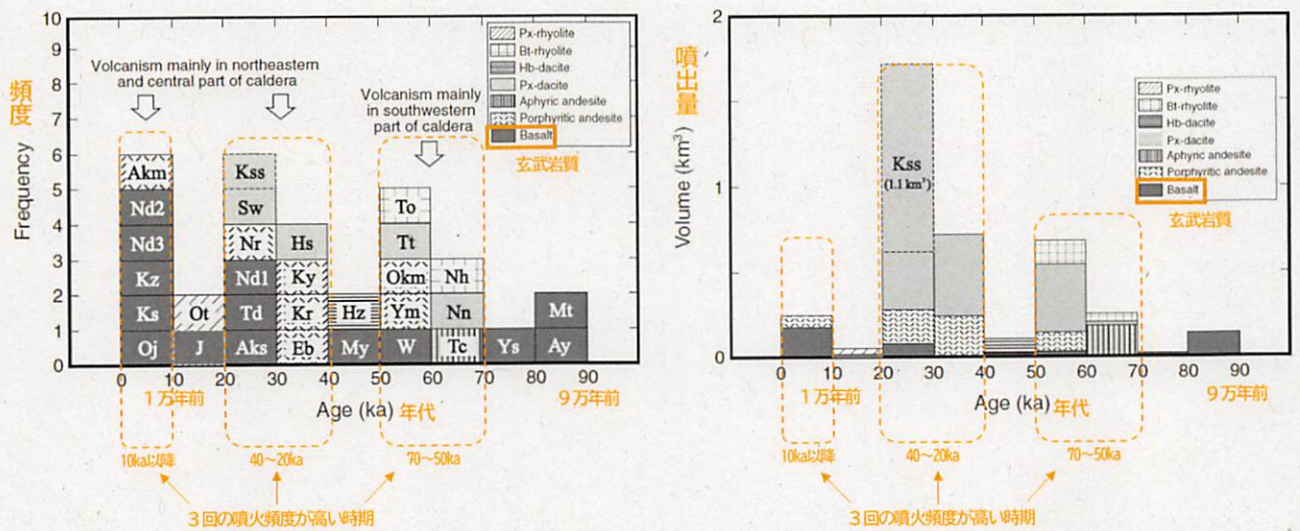
図17. 大規模瑛長質マグマが蓄積されたカルデラ火山のマグマ供給系モデル図(Huppert and Sparks, 1988の図を簡略化). 瑛長質マグマ溜り直下に上昇した苦鉄質マグマ(マントルから供給)は上昇を遮られる。一方、瑛長質マグマ溜りを避けて上昇した苦鉄質マグマは地表へ噴出する。

(乙D179 (22頁) から引用, 加筆)

図41 大規模瑛長質マグマが蓄積された場合の噴出分布の概念図

b 噴火頻度の高い時期に卓越するマグマに基づく検討

噴出した溶岩に基づく検討によると、阿蘇4噴火後の阿蘇には、噴火頻度が高い時期が3回あり、2万年前まではこのような噴火頻度の高い時期には珪長質マグマの噴出量が大きくなったのに対して、1万年前以降は噴火頻度の高い時期も含めて主にカルデラ中央部における玄武岩質マグマが活動する特徴がある（図4 2，乙D 176（72頁），乙D 170（99頁））。このような変化から、珪長質マグマの生産率が減少したこと、つまり、近年の阿蘇カルデラの地下には大規模な珪長質マグマの蓄積がないと考えられる（乙D 176（72頁））。



（乙D 176（Fig5 及び Fig7）から引用，加筆）

図4 2 後カルデラ期の噴火頻度が高い時期に卓越するマグマ

c 微量元素に基づく珪長質マグマの生成プロセスや進化過程に係る

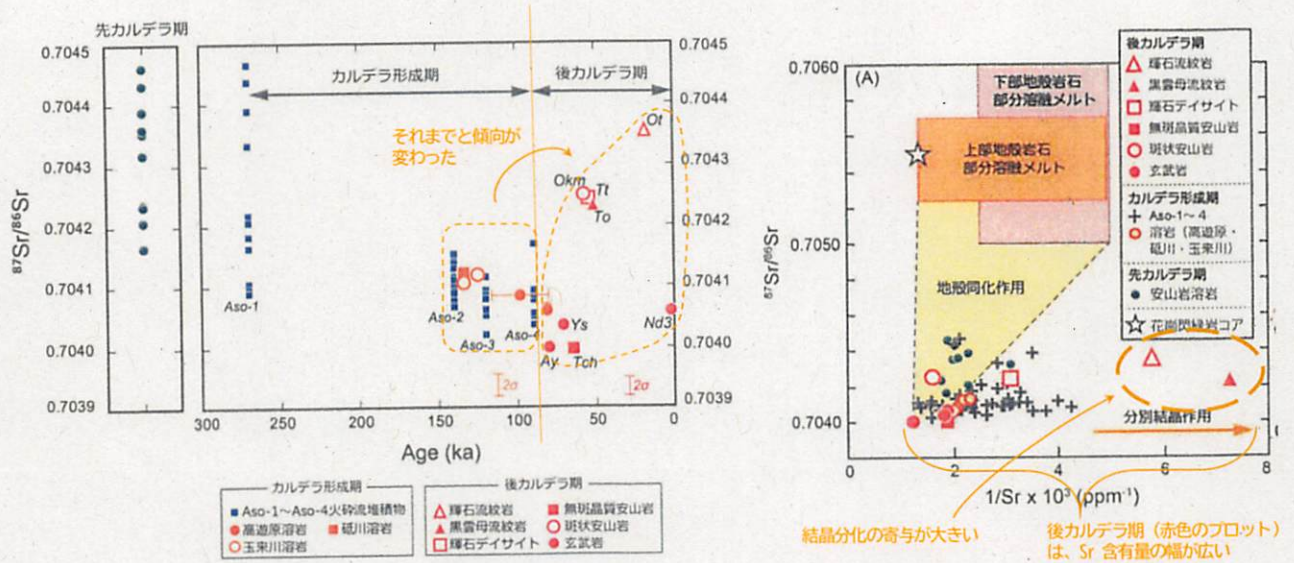
検討

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は珪長質マグマの成因の違いを示す指標となる¹⁰⁸、後カルデラ期の噴出物のストロンチウム同位体比の特徴は、カルデラ形成期の特徴と異なる。また、後カルデラ期の珪長質な噴出物は、ストロンチウム等の含有率がカルデラ形成期の珪長質な噴出物を含む他の阿蘇の噴出物と異なる傾向を示し、この傾向の違いもまたマグマの成因の違いを示唆する¹⁰⁹(乙D177(6-10頁), 乙D178(117~118頁))。(図43)

これらの違いから、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(乙D177(6-14頁))、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は異なると考えられる。(乙D170(98頁))

108 火山噴出物に含まれる微量元素のストロンチウムについては、含有量が異なっても、その同位体比(同じ元素であっても質量の異なる複数の種類(同位体)が存在する。ここでは、ストロンチウムの同位体のうちSr87とSr86の比率)は、マンツルの部分溶融やマグマの結晶分化の度合いには影響されない。このため、ストロンチウムの同位体比は、マグマの起源物質の推定、すなわち、マグマの成因の違いを推定する指標として用いられている(乙D177(6-3~6-4頁))。後カルデラ期の噴出物は、幅広いストロンチウム同位体比を持つため、複数の小規模なマグマ溜まりの存在を示唆する(乙D170(99頁))。

109 ストロンチウムは、火山岩に含まれる鉱物の一つである斜長石の結晶に入り込みやすい元素(適合元素)であるため、ストロンチウムが負異常を示す(ストロンチウムの含有率が低い傾向を示す(1/Sr値が高い))ことは、マグマから斜長石が結晶分化した(斜長石の結晶化に伴ってマグマの液体部分に含まれるストロンチウムが減る)ことを示唆する(乙D178(117頁))。珪長質マグマは様々な成因で生成され得るが、後カルデラ期の珪長質マグマは、ストロンチウムについて負異常を示すため、斜長石の結晶分化を伴って生成されたと考えられる(乙D177(6-13頁))。



(乙D 179 から引用, 加筆)

図 4 3 ストロンチウム同位体比, ストロンチウム含有量に着目した比較

d 後カルデラ期の噴出物の岩質に基づく検討

後カルデラ期は, 阿蘇山全体としては多様な岩質の噴出物を噴出している。その理由は, カルデラ形成期の大規模マグマ溜まりが, 阿蘇 4 噴火による陥没カルデラの形成に伴う天井の崩壊によって分割され, 後カルデラ期には新たに複数の独立した小規模マグマ溜まりが形成された結果と考えられている (乙D 14 (25 頁), 乙D 174 (270 頁))。

(ウ) 噴火の態様に係る検討

a カルデラ形成期と後カルデラ期との噴火傾向の比較に基づく検討

カルデラ形成期には, 四国の宇和盆地の堆積物に残る阿蘇起源の火山灰の状況から, 四国まで降灰が及ぶ相当程度大規模な噴火が繰り返されたことが推定される。また, 巨大噴火と巨大噴火との間の期間の噴火について, 次の巨大噴火に向けて時間とともに苦鉄質な

噴火から珪長質な噴火に移行し、噴火の規模が大きくなっていく傾向にあったとされている（図44，図45，乙D184，乙D185）。

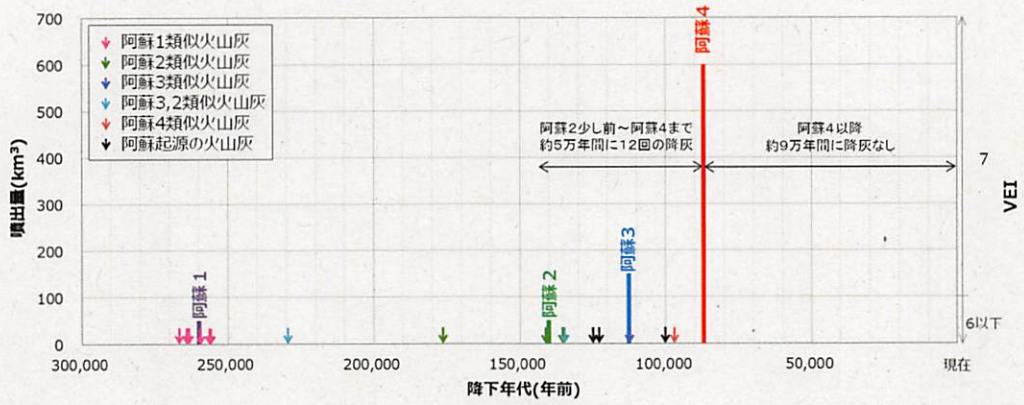
一方、後カルデラ期には、宇和盆地の堆積物に阿蘇起源の火山灰は確認されない。また、後カルデラ期の噴火は、時代が新しくなるにつれ、珪長質な噴火が減っていく傾向があり、現在、活動している中岳は、玄武岩～安山岩質の成層火山¹¹⁰で、有史以降、玄武岩質安山岩の噴火をしている（図46，乙D14（26頁）¹¹¹，乙D157（859頁），乙D173（1189頁，1195～1201頁））。

宇和盆地における火山灰の堆積記録において、カルデラ形成期と後カルデラ期で生じている差異は、統計学的に見て、単なる偶然による揺らぎとみるよりも、カルデラ形成期と後カルデラ期で噴火活動に相当な変化があったと解釈する方が妥当である（乙D186（4頁））。

以上から、カルデラ形成期以前と後カルデラ期とでは、阿蘇の活動性が異なっていると考えられる。

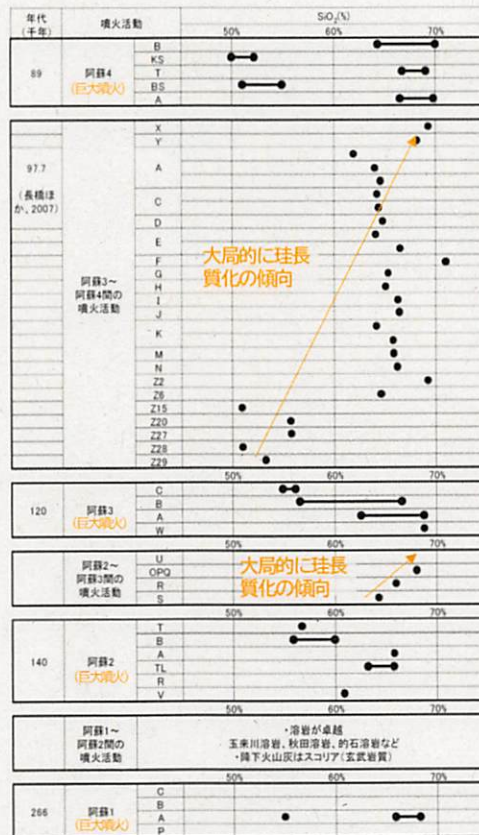
110 同一の火口から噴火を繰り返すことにより、火口の周囲に溶岩と火山碎屑物とが交互に積み重なり、それが層を成して火山体を形成する火山（乙D142（68頁））。噴出口が同一であることから、火山体の形状は円錐状となる。富士山も成層火山の1つ。

111 乙D14（26頁）で引用されている「高橋（2003）」は、乙D157のこと。



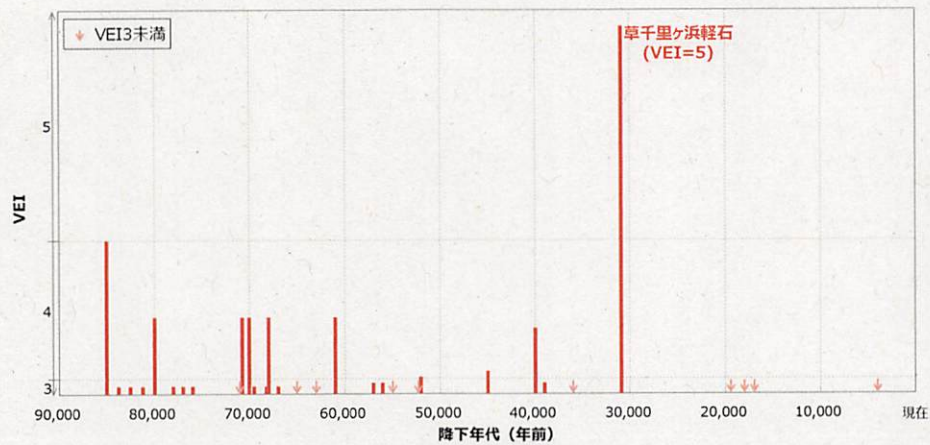
(乙D 1 8 2 から作成, 巨大噴火の噴出量は乙D 1 4 8 を参照)

図 4 4 宇和盆地に降下した阿蘇起源の火山灰



(乙D 1 8 3 から引用, 加筆)

図 4 5 巨大噴火と巨大噴火の間の期間の噴火の珪長質化の傾向



(乙D 1 4 9 から作成)

図 4 6 後カルデラ期の軽石噴出履歴 (珪長質マグマの活動)

- b 他のカルデラ火山において巨大噴火発生前に見られた活動の傾向と阿蘇の現在の状況との比較に基づく検討

Nagaoka (1988)¹¹²は、南九州のカルデラ火山(始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラ)の活動様式の変遷について噴火ステージを整理したものである(乙D 2 4 4)。この噴火ステージに阿蘇の後カルデラ期の態様をあてはめると、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返す後カルデラ火山噴火ステージに相当する。そして、現在の阿蘇の噴火活動は、大規模なプリニー式噴火が多発するような態様への移行を示唆するような傾向はなく、むしろ逆の傾向にある(甲492(22頁))。

また、多くのカルデラ火山を対象に巨大噴火の直前の活動につい

112 「The late quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around kagoshima bay, southern kyushu, japan」 Nagaoka, S., Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 23, 49-122, 1988.

て事例を検討した小林（2017）¹¹³の知見（乙D155）によると、巨大噴火の前兆現象として数百年前にカルデラ噴火と組成の類似する珪長質マグマの流出的噴火が発生すると推定されている。最近の阿蘇の活動において、そのような珪長質マグマの流出的噴火は発生していない（乙D155（35頁））。

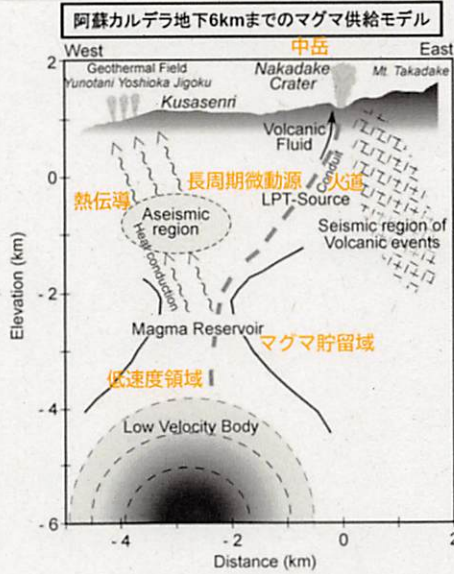
(エ) 地震波探査等の各種地球物理学的探査に基づく地下構造の検討

阿蘇においては、これまで各種機関によって行われてきた多種多様な地球物理学的調査によって地下構造が調査されている。すなわち、複数の種類の地震波探査（自然地震や人工地震を用いた探査（例えば、乙D14（23頁））、遠地地震を用いたレシーバ関数解析（例えば、乙D249）等）、電磁探査（MT探査）（例えば、乙D192）、地震観測（例えば、乙D190）等の地球物理学的探査から、苦鉄質な活動をしている中岳に関連する地下約6kmのマグマ溜まり及び地下約15kmのシル状のマグマ溜まりが推定されている（図47）。実際の2003年の中岳の噴火では、地下約15kmのマグマ溜まりに下部から貫入した苦鉄質マグマが地下約6kmのマグマ溜まりを經由して噴火したと考えられている（図48、乙D196（10頁、12頁））。

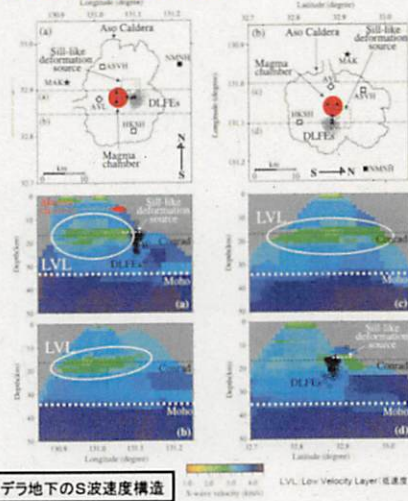
地下約6kmのマグマ溜まりについて、そこに蓄積されているマグマは、中岳の活動との関係性から苦鉄質と考えられるとともに、熊本地震の断層（余震分布）との位置関係と地熱の温度分布を踏まえれば、その大きさは制限され、カルデラ内に大きく広がるような大規模なものではないことが分かる（乙D197、乙D198）。

113 「カルデラ噴火の前兆現象に関する地質学的研究」小林哲夫，平成29年度原子力規制庁請負調査報告書，2017

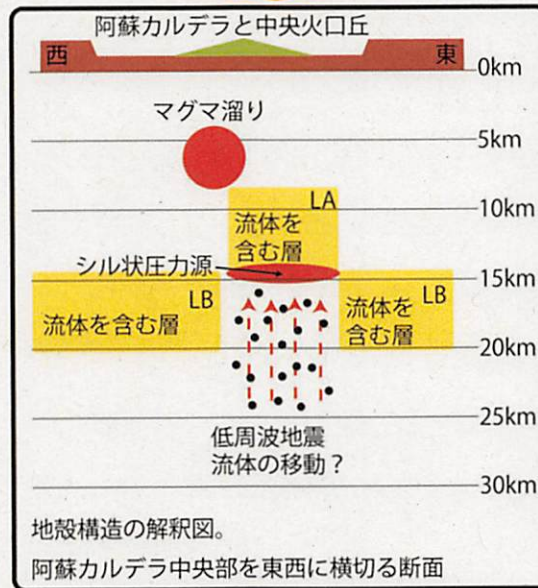
したがって、各種の地球物理学的探査から明らかにされている阿蘇の地下構造からは、巨大噴火を起こすようなマグマ溜まりは存在していないと考えられる。



白字: Sill like deformation source = シル状圧力源、LVL = 低速度層
 黒字: DEFEs = 深部低周波地震



カルデラ地下のS波速度構造



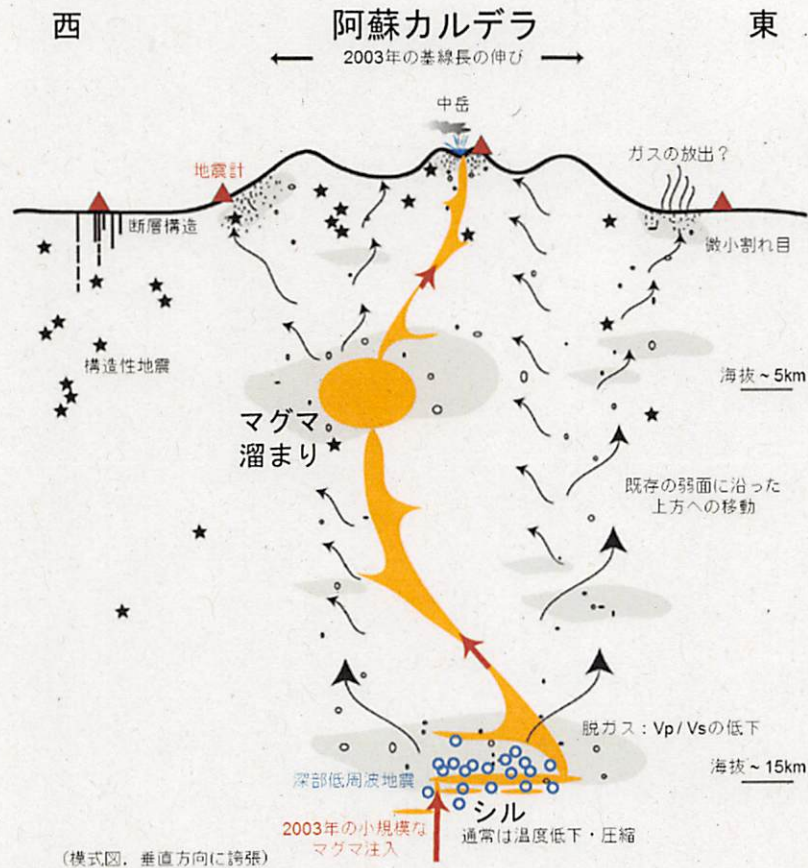
地震波探査、地震観測、測地探査を踏まえた東西断面の模式図

注1: MT探査でもこれと整合的な調査結果が得られている。

注2: 上側右図はAbe et al. 2010のものだが、乙D169で参照されているのは、その後継のAbe et al. 2017。

(乙D14 (23~24頁)), 乙D169 (22頁) から引用, 加筆

図47 阿蘇カルデラの地下構造



(乙D183から引用)

図48 阿蘇のプロセスの概略図

(オ) 測地学的手法に基づくマグマの蓄積状況の検討

阿蘇では、カルデラ内の全域にわたって測地学的手法による火山観測が行われ、火山活動に伴う地殻の変動が観測されている。変動の圧力源（収縮している箇所）の場所と地球物理学的探査の結果マグマ溜まりが推定される場所との整合性、変動の幅と火山ガスの放出量との整合性を確認した上で、地下約6 kmのマグマ溜まりは全体として縮小傾向にあり、長期間の水準測量データを踏まえると、大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではないと推定される（図49，乙D169（28頁））。

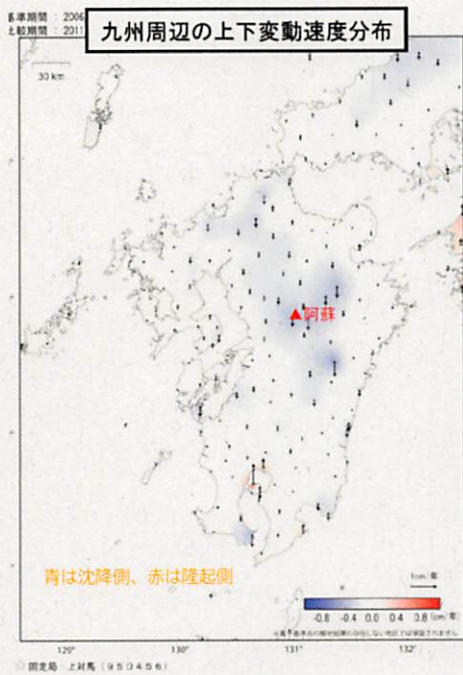


図7-4-1 GNSS連続観測による九州周辺の上下変動速度分布(国土地理院作成) 06年3月から2011年3月までの観測結果から求められた平均的な変位速度を示す。上対向観測に対する相対的な上下変位速度を表している。スケールは1cm/年。

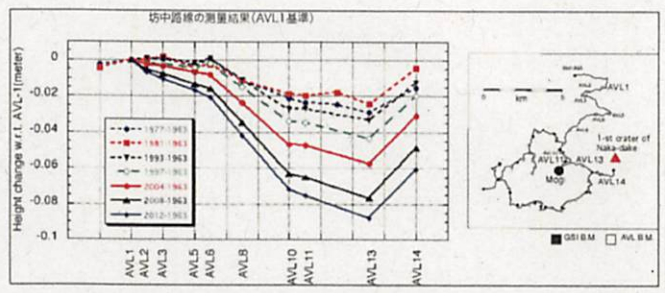


図17 阿蘇火山の北登山道路沿いの水準測量結果 (1963年から2012年)。AVL11など草千里に近い水準点で顕著な沈降が観測された。この沈降を引き起こす変動源が地図上にMogiとして記されている。その深さはおおよそ6kmである。
測地的に推定される変動源の場所 (地震波探査で確認される低速領域等と整合)

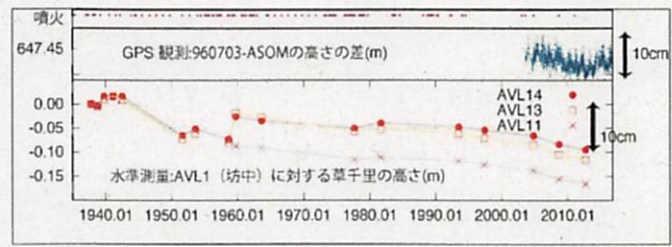


図18 阿蘇における水準測量データ
測地的に確認された沈降量 (火山ガスから推定されるマグマの消費量と整合)

(乙D14 (26頁), 乙D169 (25~26頁) から引用, 加筆)

図49 測地的に推定されるマグマの状況

イ 本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性について

噴出物に係る検討として、後カルデラ期における苦鉄質マグマと珪長質マグマの活動分布 (上記ア (イ) a), 1万年前以降の苦鉄質マグマの活動の卓越 (上記ア (イ) b), 後カルデラ期の噴出物の岩質の多様性 (上記ア (イ) c), 地球物理学的調査に基づく検討として、これまで各種機関によって行われてきた多種多様な地球物理学的調査によって明らかにされた地下構造 (上記ア (エ)), カルデラ全体の地盤の継続的な沈降 (上記ア (オ)) といった調査結果は、いずれも巨大な珪長質マグマ溜まりの蓄積を支持しない。

また、カルデラ形成期と後カルデラ期を比較すると、噴出物に係る検討としてストロンチウム同位体比等から確認される珪長質マグマの生成

プロセスや進化過程の差異（上記ア（イ）c）、噴火の態様に係る検討としてカルデラ形成期と後カルデラ期との間にみられる噴火傾向の差異や宇和盆地の堆積記録に残る統計学的にも有意な差異（上記ア（ウ）a）といった調査結果があり、さらに、他のカルデラ火山において巨大噴火発生前に見られた活動の傾向との差異（上記ア（ウ）b）といった調査結果もある。これらは、いずれも現在の阿蘇の活動の傾向がカルデラ形成期の活動の傾向や他のカルデラ火山の巨大噴火発生前に見られた活動の傾向と異なることを示している。

被告は、以上のような調査結果を総合的に評価し、現在の阿蘇の状態は巨大噴火が起こるような状態ではなく、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価している。そして、本件発電所の運用期間中において阿蘇の巨大噴火が発生する可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠もないことから、本件発電所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと判断している。

加えて、阿蘇において巨大な珪長質マグマ溜まりは準備されていない状態にあると考えられるから、火山学的な知見に照らし、巨大噴火は通常の噴火よりもその準備に時間を要すること（乙D205）を踏まえても、本件発電所の運用期間中における巨大噴火の発生可能性は十分小さいと考えられる。

以上の評価結果は、産業技術総合研究所の報告や多くの専門家の見解とも整合している（乙D169、乙D183、乙D206、乙D210、乙D208-2、乙D214ほか）。

ウ 本件発電所の運用期間中に考慮する噴火の規模

阿蘇に係る知見について、噴出物に係る検討として珪長質マグマの生

成プロセスや進化過程の差異(上記ア(イ)c), 噴火の態様に係る検討として噴火傾向の差異や宇和盆地の堆積記録に残る統計学的にも有意な差異があること(上記ア(ウ)a), 南九州のカルデラ火山の噴火履歴を整理した知見に当てはめると後カルデラ火山噴火ステージに整理されること(上記ア(ウ)b), 地球物理学的調査に基づく検討として多種多様な調査によって明らかにされた地下構造から推定される供給系は, カルデラ形成期に想定される供給系と差異があること(上記ア(ウ))を踏まえれば, 阿蘇4噴火後, 阿蘇のマグマ供給システムは大きく変化したと考えることが合理的であり, 専門家の見解もこれを支持する(乙D162ほか)。

このように, カルデラ形成期と後カルデラ期では非常に大きな変化が生じており, 明らかに火山活動が異なっているといえることを踏まえ, 本件発電所の運用期間中に考慮する阿蘇の噴火規模は, 後カルデラ期の活動に基づき評価した。具体的には, 後カルデラ期既往最大の噴火である草千里ヶ浜軽石の噴火を考慮することとした(乙D14(21頁))。同噴火の規模は測地学的な検討から想定される今後の火山活動の規模(乙D169)よりも大きい。

したがって, 本件発電所の運用期間中に考慮する阿蘇の噴火規模として草千里ヶ浜軽石の噴火規模を考慮することは合理的である。

3 立地評価

被告は, 本件発電所に影響を及ぼし得る火山の火山活動に関する評価結果を踏まえ, 立地評価として本件発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象の影響が本件発電所に及ぶ可能性を評価した。原子力発電所が設計対応

不可能な火山事象は、火山ガイド¹¹⁴（乙E21（9頁））を踏まえ、「火砕物密度流」、「溶岩流」、「岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊」、「新しい火口の開口」及び「地殻変動」の5事象とした（甲492（17頁）、乙C131（6-8-1頁）、乙D14（10頁））。そして、過去の噴火による堆積物の分布、各火山と本件発電所との離隔などを踏まえ、本件発電所に影響を及ぼし得る火山による設計対応不可能な火山事象は、本件発電所の立地に問題となることはないことを確認した（甲492（25頁）、乙C131（6-8-12頁）、乙D14（29頁））。

また、本件発電所の運用期間中に考慮する噴火ではないが、阿蘇4噴火については、阿蘇における同規模の噴火の発生可能性が十分に小さいことを定量的にも確認している。すなわち、世界的に著名な専門家らによるBBNに基づく評価によって、今後100年以内に発生する可能性が限りなく低いことが定量的に示されており（乙D208-1～乙D208-3、乙D303）、本件発電所の立地評価上、同規模の噴火を考慮する必要はないことが裏付けられている。さらに、阿蘇4噴火の火砕流は、火砕流堆積物の調査結果、地形的条件等から、本件発電所の敷地に到達していないと評価されるので、この観点からも立地評価上問題となることはない（甲492（20～21頁）、甲493（61～69頁）、乙D14（11頁）、乙D216、乙D220）。

4 影響評価

(1) 本件発電所の安全性に影響を及ぼす可能性のある火山事象の抽出

被告は、本件発電所の運用期間中に本件発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇及び阿武火山群の5つの活

114 原子力発電所の火山影響評価ガイド（原子力規制委員会、平成25年6月）

火山で噴火があった場合に本件発電所の安全性に影響を及ぼす可能性のある火山事象を抽出し、本件発電所の運用期間中に本件発電所の安全性に与える影響の有無について検討した。原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象については、原子力発電所が設計対応不可能な5事象に、「降下火砕物」、「火山性土石流¹¹⁵、火山泥流¹¹⁶及び洪水¹¹⁷」、「火山から発生する飛来物（噴石¹¹⁸）」、「火山ガス¹¹⁹」、「津波及び静振¹²⁰」、「大気現象」、「火山性地震とこれに関連する事象」及び「熱水系及び地下水の異常」を加えた13事象を抽出した（甲492（28頁）、乙C131（6-8-1頁））。

これら13事象のうち、設計対応不可能な5事象については、上記3の立地評価によって本件発電所の安全性に影響を及ぼさないことを確認した。津波に係る影響評価は、上記第3の1で述べたとおりである。また、火山性地震については、いずれの評価対象火山も本件発電所の敷地から遠方に位置するためその地震動は小さく（乙D14（32頁））、上記第2の2(3)

115 岩屑と水との混合物が地表を流れる現象のうち非粘着性のもの。流路にある建屋や樹木を押し流すほどの大きなエネルギーを伴うことが多い。土石流は、水で飽和した地滑りによる岩塊から形成されるか、豪雨や急速な融雪や火口湖からの水、若しくは山体系から押し出された水が、火山堆積物を再移動させる場合に形成される可能性がある。豪雨による堆積物の再移動は、噴火の数年後に起きることもある。

116 火山砕屑物と水との混合物が地表を流れる現象の総称で、一般にラハールと呼ばれているものとほぼ同じものである。強い降伏強度を持つ、粘着性の泥流に限定される場合もある。

117 火山噴火に伴う火砕流や火山泥流等が河川へ流入し、一時的なせき止め後、それが決壊した場合や火砕流等が直接湖水へ流入した場合等に大洪水を引き起こす原因となる。また、岩屑なだれの際に火山体の中に含まれる大量の水によって洪水が発生することがある。

118 火口での爆発活動の結果として激しく噴出される火砕粒子であり、多くの場合は粒径が大きく、火口から地表への高角度の軌道に従い、重力によって落下する。

119 マグマ中に含まれる揮発成分が噴気口や火口から噴き出し、生物や施設に被害を与えることがある。また、高濃度の火山ガスは金属を腐食させる。

120 火山性地震や気圧・風向の局所的気象急変により湖沼や湾内のような閉じられた領域の水に生じる振動

アで述べた検討用地震の対象にもならない。そして、残る火山事象のうち、降下火砕物を除く火山事象については（降下火砕物に係る影響評価は、後記(2)で述べる。）、本件発電所の敷地と本件発電所運用期間中の活動可能性を考慮する各々の火山との離隔距離等から、本件発電所の敷地への影響はないと評価した（甲492（29頁）、乙D14（31頁）。（乙C131（6-8-17～6-8-19頁））

(2) 降下火砕物に係る影響評価

ア 本件発電所において影響を考慮する火山

降下火砕物について、本件発電所の地理的領域内（本件発電所の160km圏内）に存在する本件発電所の運用期間中の活動可能性を考慮すべき5つの火山のうち、九重山を除く4つの火山の本件発電所の運用期間中に考慮する噴火規模の噴火の火山灰堆積物は、本件発電所の位置する四国で確認されていない。残る九重山については、本件発電所の運用期間中において考慮する噴火である約5万年前の噴火の火山灰堆積物が、本件発電所の敷地周辺ではほぼ0cmであるものの、四国南西端の高知県宿毛市で確認されている。噴火規模や位置関係から、九重山の約5万年前の噴火が、本件発電所の敷地に最も大きな影響を及ぼすと考えられる。

（甲492（36～40頁）、甲493（84～92頁）、乙D14（33～39頁））

また、本件発電所の160km圏外には、南九州にカルデラ火山があるものの、いずれも巨大噴火が差し迫った状態ではなく（甲493（70～83頁）、乙D168（17頁）、乙D169（32頁）、乙D224（23頁））、かつ本件発電所の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ことから、本件発電

所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断した。そして、これらのカルデラ火山と本件発電所の敷地の位置関係を踏まえれば、降灰の主軸が本件発電所の敷地の方角に長く延びることは考え難いことから、巨大噴火を除く噴火は、本件3号炉に及ぼす影響は小さいと考えられるし、本件発電所の敷地周辺では、実際にこれらのカルデラ火山の巨大噴火を除く噴火の降下火砕物の堆積物に厚いものは確認されない(甲492(42~65頁), 乙D182)。

以上から、本件3号炉において考慮する降下火砕物の影響評価は、九重山における約5万年前の噴火に伴う降下火砕物を基に評価することが妥当である。

イ 設計において考慮する降下火砕物の層厚

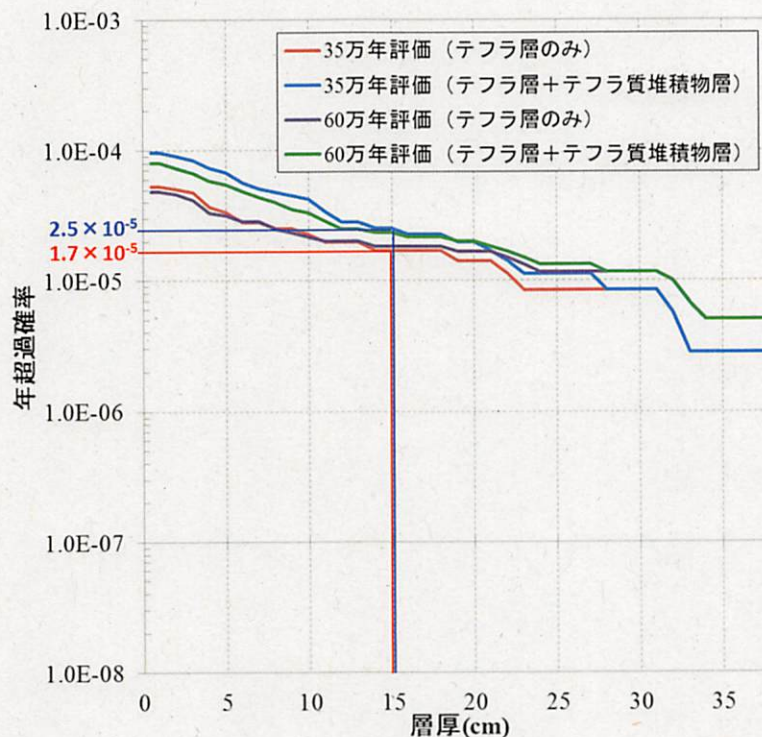
九重山の約5万年前の噴火について、地質調査の結果、本件発電所の敷地付近への九重山の約5万年前の噴火による火山灰の降下厚さはほぼ0cmであることを確認した。その上で、現在の気象条件を考慮して本件発電所の敷地にどのような降灰が想定されるかを降下火山灰シミュレーションにおいて検討した。まず、国内に分布する火山灰に関する既往の知見をよく整理して充実したデータベースを提供する須藤ほか(2007)¹²¹に基づき、火山灰体積(噴出量)2.03km³を用いて、シミュレーションを行ったところ、本来は風(ジェット気流)が安定して吹き難い九重山から本件発電所の方角(北東~東北東方向)に、降灰中、連続して吹き続けるという保守的な条件設定に基づけば、本件発電所の敷地において厚さ数cmの降下火山灰が想定される。さらに、算定根拠等がは

¹²¹ 「わが国の降下火山灰データベース作成」須藤茂, 猪股隆行, 佐々木寿, 向山栄, 地質調査研究報告, 58, 261-321.

つきり示されていない知見ではあるものの、須藤ほか（2007）に基づく火山灰体積より大きな火山灰体積（6.2 km³）を提唱する知見（長岡・奥野（2014）¹²²）を採用し、同じ風の条件でシミュレーションした結果、本件発電所の敷地における降下火砕物の層厚は最大で14 cm となった。設計において考慮する降下火砕物の層厚は、これに保守性を加味して15 cmに設定した。（乙C131（6-8-13～6-8-16 頁））

また、被告は、宇和盆地のボーリング調査によって取得した良質な火山灰データを活用して本件発電所における降下火砕物の層厚についての確率論的評価を行った。このような良質な火山灰データを活用した降下火砕物の層厚に関する確率論的評価の有効性は、IAEAのSSG-2 1の策定にも参加した専門家も認めている。この確率論的評価の結果からは、層厚15 cmを超える降灰は非常に低い頻度であり、被告の設定が十分に保守的であることを確認しており（図50、乙C131（6-8-16～6-8-17頁）、乙D186、甲492（66頁）、甲493（126頁））、本件発電所の敷地で15 cmを超える降灰は客観的にも相応に低確率として認識される値であることは統計学の専門家も支持している（乙D186）。

122 「九重火山のテフラ層序」長岡信治，奥野充，月刊地球，36，281-296，2014.



(乙D186に加筆)

図50 降下火山灰層厚の確率論的評価結果

ウ 降下火砕物の影響に対する設計

被告は、降下火砕物の特徴を踏まえ、降下火砕物が直接及ぼす影響（直接的影響）とそれ以外の影響（間接的影響）とを考慮し、本件3号炉の安全性が損なわれないよう安全対策を講じている。

直接的影響のうち、降下火砕物の大気中濃度が及ぼす影響については、火山ガイドに定める手法のうち「降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」（乙E21（29～30頁））を用い、降下火砕物の粒度に関係なく24時間のうちに全量が降灰すると仮定し、凝集も考慮しないなど保守的な想定の下、本件発電所の敷地で想定する堆積厚さ15cmに対して気中降下火砕物濃度3.1g/m³を算出した。

その上で、吸気口に着脱可能なフィルタを用いることで、気中降下火砕物濃度のまま吸気するとしても（吸気口は、下向きに設置して、降下火砕物が侵入し難い設計となっていることから、保守的な想定である（乙C144（添12-5頁）。）、非常用ディーゼル発電機2系統を同時に機能維持できることを確認している。また、被告は、タービン動補助給水ポンプを用いた炉心冷却手段、建屋内に搬入又は配置した可搬型ポンプを用いた炉心冷却手段などを確保しており（乙C103（138~139頁））、万が一、非常用ディーゼル発電機が降下火砕物の影響によって機能を喪失したとしても、長期間にわたって原子炉の冷却を継続し、本件3号炉の安全性を確保することができる。

さらに、被告は、降下火砕物に対する安全裕度評価を行い、実現象よりも厳しい条件設定のもとでも少なくとも70cmの降下火砕物の堆積厚さに対して本件3号炉の原子炉の冷却が可能であること、すなわち、被告の安全確保対策が堆積厚さ15cmに対して十分な安全裕度を有していることを確認している（乙C144）。

5 本件3号炉は火山事象に対して安全を確保していること

(1) 以上述べたとおり、被告は、詳細な調査に基づき、本件発電所の運用期間中に本件発電所に影響を及ぼし得る火山として、阿蘇等の5つの火山を抽出した上で、運用期間中に考慮する噴火規模について検討した（上記2(1)）。とりわけ、阿蘇については、様々な視点からの知見を参照して評価した結果、運用期間中に巨大噴火が発生する可能性が十分小さい（上記2(2)）。

そして、本件発電所に影響を及ぼし得る各火山の運用期間中に考慮する噴火規模の噴火によって、設計対応不可能な火山事象が本件発電所の敷地に影響を及ぼすことはないから、本件3号炉は、火山事象との関係で立地

不適とならない（上記3）。

また、本件3号炉に影響を及ぼし得る火山事象と判断した降下火砕物について、保守的な条件のもと、本件発電所の敷地において15cmの堆積厚さを想定し、確率論的評価によってもこの想定保守性を確認している。そして、被告は、この堆積厚さ15cmの降下火砕物に対して、本件3号炉の安全機能を維持できるよう対策を講じているところ、被告の安全確保対策は十分な安全裕度を有している。（上記4）

したがって、火山事象によって本件3号炉の安全機能が損なわれる蓋然性はなく、本件3号炉は、火山事象に対する安全を確保している。

- (2) 本件3号炉が火山に対する安全を確保していることについては、原子力規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、設置許可基準規則6条において、発電用原子炉施設の想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対する安全に関する要求事項を規定し、ここでいう想定される自然現象には火山の影響が含まれているところ（設計許可基準規則解釈6条2項）、原子力規制委員会は、本件3号炉が設置許可基準規則6条に適合していることを確認している（乙C103（55～56頁、63～71頁））。また、原子力規制委員会は、実用炉規則83条1号口において、火山事象による影響に対する発電用原子炉施設の必要な機能を維持するための安全対策に関する要求事項を規定しているところ、本件3号炉がこれに適合していることを確認している（乙C137）。

6 原告らの火山に関する主張等について

(1) 異証人の証言について

ア 異証人の証言は、自然災害のリスクに対して社会がどのように対処してきたかについて正解していないこと

(ア) 異証人は、「巨大噴火の被害をできる限り防ぐためには、事前の法規制や防災対策が必要です」との巨大噴火に対する備えに係る異証人の意見（甲948（11頁）¹²³）について、具体的にどのような法規制や防災対策が有効かとの質問に対して、国、社会が知恵を絞ることが必要といった回答に終始し（乙D353（49頁）、異証人調書速記録（45頁））、また、尋問においては証言をしていないが、同証人が他の書籍等において述べるところによれば、巨大噴火（巨大カルデラ噴火）に対する備えについて、マグマ溜まりを地震波で観測することに成功しモニタリング技術を完成させることといった自然科学的なアプローチに言及（提案）している（乙D415（117頁））。さらに、異証人は、火山ガイドが巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうかを総合的に評価するとしていること（甲953（16頁））に関し、「私は、この総合的という意味が、何を指しているのかよく分かりません。」と証言し（異証人調書速記録（33頁））、あるいは、「現状の火山学及び観測のレベルでは、マグマ溜りの規模や位置を正確に求めることはでき」ない（乙D353（17頁））といったことを根拠に、現状の火山学の水準では巨大噴火の可能性を完全には否定できない、正確には予測できないから、巨大噴火が発生することを前提とした法規制がな

123 乙D353（49頁）の「甲C43号証」は、本件訴訟における甲948と同一のもの。

されるべきと証言した（巽証人調書速記録（54頁））。

自然科学的な知見が重要であることは被告としても認識しているし、これを踏まえることは当然であるが、自然科学的な知見によって正確に証明し切れていることのみを拠って解決し、自然科学的な知見によってリスクを排除しきれないものは発生することを前提に考えなければならぬとする考えは、自然科学、物理学的に唯一解を導けないとしても一定の判断を行い自然災害等のリスクに対処するなど、自然科学、物理学的な知見を踏まえてそれを社会へ活用していくという工学的なアプローチ（森証人調書速記録（1～2頁，5頁））を正解しないものであって妥当でないし、伊方最高裁判決に係る調査官解説や本件訴訟の保全事件における高松高裁決定も指摘するように、科学的、技術的知見に基づく総合判断に当たっては、社会がどの程度の危険性であれば容認するかという観点も考慮に入るのであり（乙A5（418～419頁），乙A10（25頁）），判断要素は、自然科学的、物理学的な知見に限られない。火山事象については、地質学、岩石学、地震学等、様々な分野で蓄積されてきた自然科学的な知見があるところ、これらの知見の一つ一つが自然科学、物理学的に唯一解を導ける精度がないとしても、これらの知見を全体として踏まえた総合的な判断をすることは可能である。この判断は、自然現象そのものだけでなく、自然科学の知見に対する評価等も入ることから、純粹に自然科学だけにに基づく判断とは言えないが、このような自然科学的な知見を実社会に活用する上では何ら不合理なものでなく、本年4月に発足した火山調査研究推進本部も「火山に関する観測，測量，調査又は研究を行う関係行政機関，大学等の調査結果等を収集し，整理し，及び分析し，

並びにこれに基づき総合的な評価を行うこと」を職掌としている（活動火山対策特別措置法31条2項4号）。火山現象に係る自然科学的な知見の原子力分野への応用に関しては、国内では平成21年に民間規格である「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）が、国際的には平成24年にIAEAのSSG-21¹²⁴が制定されている。そして、新規制基準では、火山事象に対する評価に関して、SSG-21やJEAGの策定にも関与していた原子力安全の専門組織である原子力安全基盤機構（後に原子力規制庁に統合）において、SSG-21やJEAGも踏まえつつ、外部の火山専門家が参加する研修会を開催するなどしながら検討を重ね、原子力規制委員会の議論を経て、現在の科学的・技術的知見を踏まえた評価手法の一例として火山ガイドが定められた（乙D416, 乙D417, 乙D418）。

したがって、異証人の証言は、原子力発電所における火山評価あるいは被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(イ) 異証人は、九州でVEI7以上の噴火（異証人のいう破局的噴火）を想定した場合の「危険値」¹²⁵は、既に法規制・防災対策が採られている交通事故等の危険値と同程度であるから、交通事故等と同様、法規制・防災対策が採られるべきと述べ（甲807（14～15頁）、乙D353（43～44頁）、異証人調書速記録（39～40頁））、巨大噴火に対する法規制・防災対策が検討されていない現状の社会が「未

124 さらに、2016年には、SSG-21の内容について、実践的な例を示す技術文書として、TECDOC-1795（乙D213）が制定された。

125 異証人は、「期待値＝死亡者数×発生確率」を「危険値」と定義している（乙D419（205～207頁））。

成熟」,「無知」(乙D353(44頁))であり,「リテラシーが不足している」(異証人調書速記録(40頁))と証言していることから分
かるとおり,異証人の理想と現実社会との乖離を端緒として見解を述
べている。

しかしながら,日々起こり得る様々な事故や災害に対して,法規制・
防災対策をどの程度採るかという判断の根拠に,すべからく異証人が
いうところの危険値だけに基づいて判断されているのであれば,例え
ば,危険値が小さい豪雨台風災害に対する優先度は,隕石衝突よりも
低いはずであるが(乙D415(114頁)),そのような様子は,現
状,我が国において認められない。そして,交通事故等と同等の危険
値を有する巨大噴火に係る法規制・防災対策が採られていないことは,
むしろ判断根拠として危険値が用いられていないことの証左である。

また,異証人の危険値を根拠に巨大噴火のリスクと交通事故のリス
クとは同レベルで捉えるべきものとする証言も到底肯首し得るもので
はない。まず,異証人は,「死者数」と発生確率で災害の危険値を算出
するが,リスクは「死者数」だけではなく,例えば,異証人が比較に
挙げる交通事故であれば,死亡に至らずとも後遺症を伴うものを含め
た重軽傷を負うリスクも存在するのであり,明らかに,リスクを適切
に把握して比較したものとは言えない。次に,異証人が算出した交通
事故の危険値は,道路交通法,交通安全対策基本法,自動車運転処罰
法等による各種の法規制や,信号機による交通制御,車体の頑健化,
運転支援装置の導入といった様々な安全対策が採られた結果としての
危険値であり,巨大噴火について何ら対策が採られていないというの
であれば同列に比較できるものではない。さらに,リスクの性質を考

えたとき、人の感情を考えると、数値上は同じリスクの大きさであったとしても、自然災害という不可抗力によって生じる人の死亡と、基本的には人の故意又は過失によって生じる死亡（しかも、遺族が残されることが多い。）とでリスクとして受容できるかどうかを同等に扱えるかも甚だ疑問である。まして異証人は、九州で破局的噴火が発生した場合、1億2000万人の日本国民が死亡することが想定される(甲807(13~15頁, 14頁の表2), 乙D353(50頁)), あるいは火山災害というのは、国家の存亡、日本人の存亡に関わる問題と証言しているのであり(乙D353(45頁)), 仮に危険値が同一と計算されたとしても、国家が破滅する災害と個人がその日常生活において遭遇し得る災害を同列に論じられるものではない。

以上のとおり、交通事故の危険値と、九州でのVEI7以上の噴火の危険値とを同一視した比較に基づく異証人の証言、巨大噴火に対する法規制・防災対策が検討されていない現状の社会を非難する証言は、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

ちなみに、安全とは許容不可能なリスクがないことであり、許容不可能なリスクは現在の社会の価値観に基づいて判断するものとも定義されるところ(乙D346(2頁)), 異証人は、自身が執筆した書籍において、異証人は、これまでに巨大噴火のリスクと対策の必要性を説明し、訴えてきたものの、受け手の反応は、異証人の訴えの趣旨は理解するが他に優先すべき事象があるといったものであったと述べており(乙D419(202~205頁)), 異証人の訴えが社会に受け入れられていない様子がうかがわれる。

イ 自然科学的に否定しきれないものはあるものと考えなければならないという姿勢でなされた証言について

異証人の証言の中には、ある評価手法に対して、裁判とは関係がない別の場面では、肯定的に述べたり、証人自身がその手法を採用していたりするものがあるにもかかわらず、証人尋問（又は意見書）では、その評価手法を被告が採用することに対して、必ずしもその評価手法が正しいとはいえないとの立場で否定的な証言をしているものがある。また、ある一定の仮定をおいた抽象的なリスクについてその可能性を否定できないとの趣旨で行った証言もある。しかしながら、自然災害のリスクに対する対処については上記ア（ア）で述べたとおりであり、自然科学的に否定しきれないものはあるものと考えなければならないという姿勢でなされた異証人の証言は、被告の評価の合理性を何ら左右するものではない。

（ア） 巨大噴火のマグマは珪長質とは限らないとの証言について

被告は、本件発電所の運用期間中に阿蘇で巨大噴火が起きる可能性を評価するに当たって、上記1(1)イで述べたとおり、巨大噴火のマグマは一般に珪長質マグマが主体であることを踏まえて評価している。これに対して、異証人は、2023年4月21日付け意見書（以下「異意見書②」という。）において、珪長質マグマでなくとも巨大噴火は起き得るとして、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火は「安山岩質マグマで巨大噴火を起こしたことが確認されている」と述べる（甲948（8頁））。尋問においても、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火は安山岩質マグマが主体であり、珪長質マグマの関与に懐疑的ともうかがわれるような証言をした（乙D353（58～59頁））。

しかしながら、異証人自身、自ら執筆した著書において、「陥没カルデラを作るほどの巨大カルデラ噴火には、大きな特徴がある。それは、噴き出すマグマが、例外なく二酸化ケイ素の多いデイサイト質～流紋岩質のマグマであることだ。」と述べているように、「例外なく」巨大噴火のマグマ溜まりは珪長質マグマの噴火であることを認めている（乙D419（103頁））。そうすると、異証人の証言は、巨大噴火のマグマは珪長質との認識をもった上で、珪長質と言い切ることはできないというものであって（「例外なく」といえるほど強い認識を持ちながら、「例外があるかもしれない」というものであって）、被告の評価の合理性を否定するものではない。

ちなみに、被告準備書面（16）（157頁）で述べたとおり、原告らも巨大噴火で発生する火砕流について、「カルデラ噴火型は、流紋岩～デイサイト質の粘性の高いマグマが・・・」と述べ（原告ら準備書面（72）（19頁））、珪長質マグマによって発生するものであることを認めている。

また、同証人の阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火のマグマは安山岩質であることを強調する証言は、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火について誤解を招くものであり適切でない。すなわち、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火では珪長質マグマが大量に噴出しているのであって（乙D172、乙D185、乙D236）、大量の珪長質マグマの蓄積を要しなかったわけではない。阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火は、大局的に上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定成層した層状マグマ溜まりがあったと考えられており（乙D172）、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火は、いずれの噴火も珪長質マグマを大量に噴出している（乙D185）。ま

た、比較的研究が進んでいる阿蘇3噴火について述べると、阿蘇3噴火では、安山岩質マグマ（中間質マグマ）も大量に噴出しているところ、この中間質マグマは、珪長質マグマに貫入した苦鉄質マグマが混合した結果生じたものであるとされており、そうであれば、噴火に先んじて大量の珪長質マグマの蓄積を要したことになる（乙D236）。また、阿蘇2噴火で噴出した2つの大規模火砕流（先に噴出したものから順に「2A」及び「2B」と呼称されている。）のうち、2Bは安山岩質マグマが噴出したものであるものの、2Aはデイサイト質マグマが噴出したものであり、それに相応した珪長質マグマの蓄積があったこととなる（乙D420（49～51頁））。結局、阿蘇2噴火及び阿蘇3噴火は、大量の安山岩質マグマを噴出したことは確かであるから、その点においては異証人の証言は正しいが、大量の珪長質マグマの蓄積があったことを否定するものではない。

以上のとおり、異証人の証言を踏まえても、巨大噴火は一般的に噴火に先立って巨大な珪長質マグマの蓄積を要すると考えられることの合理性に変わりはない。

(イ) 微量元素に係る検討に関する証言について

マグマに含まれる微量元素であるストロンチウムの同位体比を用いたマグマの成因に係る検討は、岩石学の分野では古くから多くの研究がなされていたものであり、上記2(2)(イ)cで述べたとおり、被告は、このストロンチウム同位体比の違いやストロンチウムの含有量の違いを踏まえて、カルデラ形成期と後カルデラ期とでは珪長質マグマの成因が異なり、これはマグマ供給系に大きな変化が生じたと考えられる根拠の一つとなると評価している。これに対して、異証人は、

阿蘇では阿蘇4噴火を契機としてマグマ供給系に大きな変化が生じたとする被告の評価につき、ストロンチウム同位体比だけの議論でそのように結論付けることはできないと証言した(乙D353(26頁, 59~60頁))。

しかしながら、被告は、マグマ供給系に大きな変化が生じたと考えられる根拠の一つとしてストロンチウム同位体比の違い等に着目した検討を行ったが、それだけでマグマ供給系の変化を議論しているわけではない。

そして、ストロンチウム同位体比に依拠してマグマの成因を議論することは、異証人自身も否定していない。すなわち、異証人自身が執筆に関与している(第二著者となっている¹²⁶)始良カルデラに関する検討(乙D421)では、ストロンチウム同位体比に依拠して、始良カルデラのマグマの成因について論じている(この論文の投稿は2023年8月であるから、同年7月の異証人の証言はこの論文の投稿の準備が進められる中でのものということになる。)。そうすると、異証人自身は、ストロンチウム同位体比に依拠してマグマの成因を議論することに一定の合理性があること自体は否定していないと考えざるを得ない。

したがって、異証人の証言は、科学的に合理性があるとして自身が深く関与する論文において用いた手法に対し、被告がこれを用いる場合にはそれだけで言い切ることができないという趣旨のものに過ぎず、

126 第二著者とは、論文に記載されている著者の順番で2番目に記載されている著者を指す。論文の著者の順番は、通常、貢献度が大きい順番で記載される(ただし、研究プロジェクトの責任者等が最後に記載されることもある。)

被告の評価の合理性を左右するものではない。

ちなみに、異証人は、研究者の間において微量元素のうちストロンチウムだけに着目することはないとも述べたところ（乙D353（26頁））、被告が参照したMiyoshi et al.（2011）は、ストロンチウム以外の微量元素についても検討し、特にその中でもカルデラ形成期と後カルデラ期とで差異を示したストロンチウム同位体比に着目して検討したものである（乙D422）。また、異証人の言うストロンチウム以外の微量元素について、阿蘇において他の微量元素に着目したものでは、令和5年5月に公表された産業技術総合研究所の大規模噴火研究グループの下司信夫研究グループ長¹²⁷らの研究グループの検討があり、 MnO/Al_2O_3 比¹²⁸に着目した微量元素に係る検討と、地球物理学的な調査等その他の知見とを総合的に検討して、後カルデラ期以降に見られる変化を論じ、現在の阿蘇は巨大噴火に向かって成熟していく前の段階にあると評価されることから、ますます苦鉄質な噴火が増加していく状態が長引いていることから、完全にマグマシステムが停止するシナリオが考え得るとまで論じている（乙D423）。被告として、本知見をもって今後阿蘇で巨大噴火が起こることはないという趣旨の主張をするつもりはないが、現在も火山活動が続くカルデラ火山で、活動停止の可能性にまで言及される火山は珍しく、このような議論がなされていること自体、それだけ阿蘇4噴火を契機とした変化が大きいことの証左といえる。

127 現 九州大学教授

128 酸化マンガン（ MnO ）と酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）の含有比率

(ウ) 巨大噴火の前後でマグマ供給系が大きく変化するかどうか検証された例は存在しないとの証言について

被告は、阿蘇では、カルデラ形成期と後カルデラ期とでは非常に大きな変化が生じていることを踏まえて、本件発電所の運用期間中に考慮する噴火規模について、後カルデラ期の既往最大の噴火である草千里ヶ浜軽石の噴火規模を考慮している。

これに対して異証人は、巨大噴火の前後でマグマ供給系が大きく変化するかどうか検証された例はこれまでに存在していない、変化するか変化しないかは分からないと証言した(乙D353(61頁))。

しかしながら、巨大噴火によるカルデラ崩壊後の噴出物や噴火活動の変化は、多くのカルデラ火山において確認されているし(乙D424)、例えば、産業技術総合研究所の報告書においても、巨大噴火を契機として新たにマグマ供給系が構築されたことが考えられるといった例が報告されている(乙D425(58頁, 104頁))。異証人がこれまでに存在しないとする検証がどのレベルを指すのか(例えば、変化のメカニズムについて自然科学、物理学的に解明するレベルまで求めるのか)判然としないが、少なくとも、巨大噴火を契機として変化が生じることは多く報告されているし、その変化が供給系の変化(新しい供給系の構築)を示していると考えられている例も多くあるのであるから、変化のメカニズムが自然科学、物理学的に明らかにされていなかったり、個々の巨大噴火によって変化の程度に差異があったりするとともに、総合的な判断に当たって、こうした経験的に知られていることを加味して検討することに何ら不合理はない。また、火山現象の特性の変化を考慮することができることは、被告準備書面(16)

第3の5(2)ア(198~200頁)で詳述したとおり、IAEAのTECDOC-1795にも記載されているところである(乙D213(19~20頁))。そして、阿蘇に関しては、阿蘇4噴火を契機として非常に大きな変化が生じていると考えられることは、上記2(2)ウ及び(イ)でも述べたとおりであり、後カルデラ期の活動を踏まえて評価することは妥当である。

したがって、異証人の証言は、被告の評価の合理性を左右するものではない。

(エ) マッシュ状のマグマ溜まりは検出できないとの証言について

被告は、上記2(2)(エ)で述べたとおり、地震波探査等の各種地球物理学的探査に基づき、阿蘇の地下構造について検討している。これに対して、異証人は、地下浅部に巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在していたとしても、その検出は困難である旨証言した(乙D353(24頁)、異証人調書速記録(7頁))。

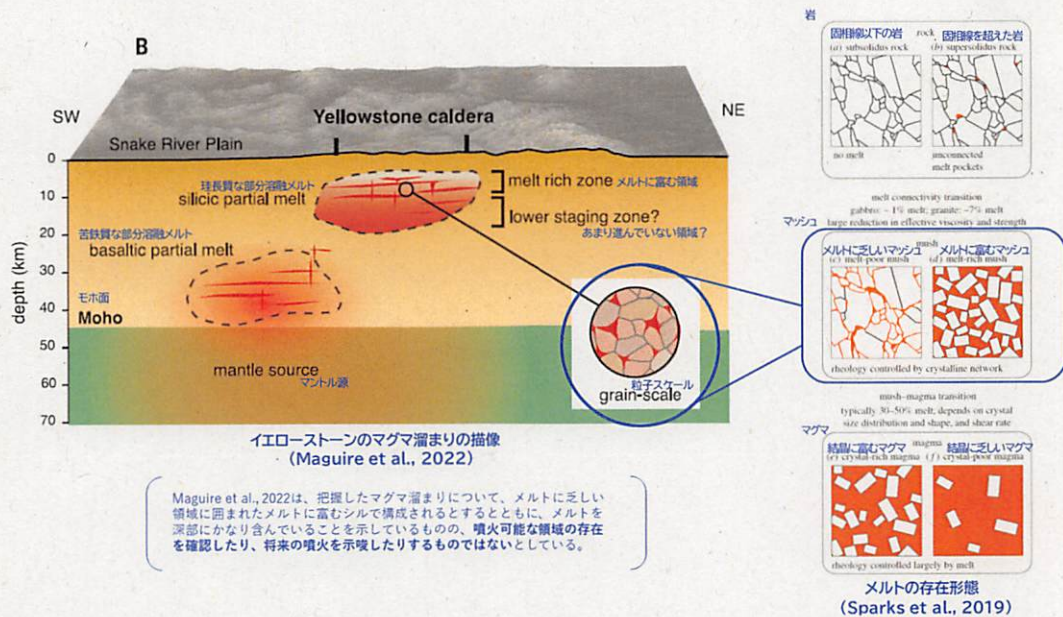
確かに、マッシュ状の部分だけを明確に区別して検出することが困難であるのは事実としても、全体としてメルト及びマッシュ状のマグマを含む領域を把握することは可能であるとされている。例えば、マッシュ状のマグマ溜まりは、岩盤と比べると地震波等の伝わる速度が遅くなるという特性があるため、その特性を用いてマッシュ状のマグマ溜まりを見いだすことは可能であり(乙D168(4頁))、産業技術総合研究所も、「現在、探査の主力となっているのは、自然地震を用いた地震探査やMT法による電磁探査であるが、それらによって求められているマグマ溜まりの描像としては、すべて部分熔融したメルトを含むマッシュ状のマグマ溜まりである。」としている(乙D426(1

09頁))。異証人がマグマ溜まりを捉えた例として証言したイエローストーン・カルデラに係る文献(乙D355, 異証人調書速記録(43頁))においても, 把握された低速度領域について, マッシュ状のマグマ溜まりを含む領域がその描像として示されているし(図51), また, 産業技術総合研究所は, 異証人がマグマ溜まりを捉えた例として証言したイエローストーン・カルデラに係る文献(異証人調書速記録(43頁), Farrell et al. (2014)¹²⁹(乙D356))も参照して, イエローストーン・カルデラのマグマ溜まりについて, 「マッシュ状の珪長質マグマ貯留層」としているほか(乙D427(12頁)), アメリカの連邦政府機関であるアメリカ地質調査所(USGS¹³⁰)やユタ大学等によって構成されるイエローストーン火山観測所も地球物理学的探査によって描かれた現在のイエローストーンのマグマ溜まりは, 「crystal mush (結晶マッシュ)」と表現するのが最も適切としている(乙D428)。

このように, 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って, 異証人がマグマ溜まりを捉えた例として証言したイエローストーン・カルデラのマグマ溜まりも, 一般的にマッシュ状と解されているのであるから, マッシュ状のマグマ溜まりが存在した場合にその検出ができないということにはならない。

129 「Tomography from 26 years of seismicity revealing that the spatial extent of the Yellowstone crustal magma reservoir extends well beyond the Yellowstone caldera」 Farrell, J., Smith, R. B., Husen, S., and Diehl, T., *Geophys. Res. Lett.*, 41, 3068–3073, 2014.

130 United States Geological Survey.



(Maguire et al. 2022 (乙D 4 2 9) , Sparks et al. 2019 から引用, 加筆)

図 5 1 イェローストーンのマグマ溜まりの描像

したがって、マッシュ状のマグマ溜まりの検出が困難である旨の異証人の証言は、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(オ) 阿蘇におけるマグマ溜まりに関する証言について

異証人は、阿蘇の地下にマグマ溜まりがあるかどうか分からないと証言する (乙D 3 5 3 (18頁, 72~73頁))。

阿蘇カルデラは、カルデラの全域が内陸に位置しており、かつ、カルデラ湖もないことから多様な調査が可能であるという特性があり、複数の地震学的な手法 (一般的な地震波速度構造探査, レシーバ関数を用いた探査等) に加えて、メルトや水の存在に敏感なMT探査¹³¹,

131 MT観測 (地磁気・地電流法。Magnetotelluric observation)。電気伝導度の違い (比抵抗構造) を調査して地下に存在する流体などの存在を調査する技術。高比抵抗の物質 (電気伝導度の低い物質) の中に、マグマや水などの比較的比抵抗の物質が連続的に存在すると、たとえその量が少なくても岩石全体の比抵抗が大幅に下がる (乙D 4 3 0 (195頁))。

測地学的な調査等、他のカルデラ火山と比較しても非常に多面的・多角的な手法による綿密な調査が行われている。その結果として、地下約6 kmのマグマ溜まり、地下約15 kmのシル状マグマ溜まり等の地下構造が確認されており、これらは巨大噴火を起こすものではないと考えられることは、上記2(2)ア(エ)で述べたとおりである。

また、上記2(2)(イ)及び(ウ)で述べたとおり、様々な地質学的検討あるいは岩石学的な検討(噴出物に係る検討や噴火の態様に係る検討)を踏まえても、巨大噴火を発生させるような大規模な珪長質マグマ溜まりは想定されない。

さらに、産業技術総合研究所は、阿蘇において、地下水、湧水、温泉水、河川水の地球化学的調査に基づき珪長質マグマの存在について検討をして、「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」としている(乙D209(5頁, 465頁))。そして、火山影響評価のための調査研究に係る平成25年度から平成30年度までの研究期間に得られた成果として、阿蘇について「MT法による地下構造探査では、深さ20 kmまでの地下比抵抗構造を明らかにすることが出来た。すなわち、深部から現在活動中の中岳に繋がるマグマ供給路の存在と、カルデラ浅部には巨大なマグマ溜まりがないことが明らかになっている。また、地下水の H_2O 、 CO_2 、Clに関するマグマへの溶解度やマグマ-熱水流体間の分配のデータを用いて、深部マグマから脱ガスする熱水流体の化学的特徴を推定する手法を開発し、阿蘇カルデラ下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在しない可能性が示唆された。」としている(乙D210(484頁))。さらに、大倉敬宏京都大学教授(乙D16

9 (28頁)) , 榊原正幸愛媛大学教授 (乙D183 (15頁)) , 三好雅也福井大学准教授¹³² (乙D179 (24頁)) , Dr. Britain E. Hill (乙D214) , Prof. Sir R. Stephen J. Sparks FRS (乙D208-2 (日本語訳15頁)) ら多くの専門家が同様の見解を示している。

これに対して、異証人は、阿蘇の地下にマグマ溜まりがあるかどうか分からないと証言するけれども、その根拠は、マッシュ状のマグマ溜まりは地震波探査で把握できない、日本ではイエローストーンのような調査がなされていないなどと述べるだけであり、巨大噴火のマグマ溜まりの存在を示唆する具体的な根拠を何ら言及していない。

しかしながら、マッシュ状のマグマ溜まりを把握できないという証言については、上記(エ)で述べたとおりであるし、後記エ(ウ)で述べるとおり、阿蘇の観測体制は、イエローストーンの観測体制に劣るものではない。上記のような調査が行われた上で、それでもなお、阿蘇の地下浅部に把握されていない巨大噴火をもたらすほどに巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在する可能性が否定できないという異証人の証言は、絶対にないとはいえないという意味での抽象的な可能性に言及したにすぎず、阿蘇の地下浅部にそのようなマグマ溜まりが存在する蓋然性があることを示すものではない。

したがって、異証人の証言は被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(カ) マッシュ状マグマ溜まりの再溶融のタイムスケールに関する証言について

a 被告は、本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性を判断するに当たって、地球物理学的探査をはじめとする様々な観点による各種調査結果を確認しているところ、それらの調査結果は、巨大な珪長質マグマ溜まりの蓄積を支持していない。これに対して、異証人は、阿蘇の深さ2～3kmに大規模なマグマ溜まりがある可能性は非常に低いとしながらも（乙D353（54頁））、詳細な調査によっても把握することが困難であるとするマッシュ状のマグマ溜まりが、阿蘇の地下に巨大なマグマ溜まりとして存在する可能性は否定できないと証言した（乙D353（20～24頁））。また、そのようなマッシュ状のマグマ溜まりは、直ちに噴火する性質のものではないものの（乙D353（57頁））、「再活性化」により噴火可能なマグマに変化することで巨大噴火を引き起こすことがあり得、異証人が実施した他の小規模火山での熱計算シミュレーションから規模を外挿して類推すれば、最短10年で巨大噴火の準備が整う可能性も否定できない旨証言した（乙D353（24～26頁））。

しかしながら、異証人の指摘する可能性は、抽象的な可能性を指摘するものに過ぎず、阿蘇において本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠とはいえない。

b 異証人の一連の証言を踏まえれば、マッシュ状のマグマ溜まりの再活性化による巨大噴火が本件発電所の運用期間中に阿蘇において生じるには、①マッシュ状のマグマも含めたマグマ溜まりを捉え

ることが可能であるとされるMT探査等によってもなお確認できない巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが阿蘇の地下浅部に存在し、
②当該マグマ溜まりの深部に、熱源となる親マグマ溜まりが形成され、当該親マグマ溜まりからマッシュ状のマグマを再活性化させるに足る極めて大量かつ高温のマグマが供給される経路が形成され、
③一般的に、マグマ溜まりの規模が大きいほど長期間にわたると考えられるマッシュ状のマグマ溜まりの再活性化がわずか10年オーダーで進むという条件がいずれも満たされる必要があることになる。

しかしながら、以下に述べるとおり、これら①ないし③の条件が満たされる具体的根拠はなく、むしろ科学的知見に照らせばいずれも否定されるべきものである。

① マッシュ状のマグマ溜まりの把握

上記(エ)で述べたとおり、マッシュ状マグマ溜まりについても、明確に区別して検出することが困難であるとしても、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るとされている。

そして、上記2(2)ア(エ)で述べたとおり、阿蘇では、複数の地震学的な手法(一般的な地震波速度構造探査、レシーバ関数を用いた探査等)に加えて、メルトや水の存在に敏感な(マッシュ状のマグマのようにメルトの割合が小さいマグマであっても比抵抗が大幅に下がることで敏感にこれを検知できる)MT探査等の各種の地球物理学的調査手法による調査が行われた結果として、地下約6kmのマグマ溜まり、地下約15kmのシル状マグマ溜まり

等の地下構造が確認されているところ、これらは巨大噴火を起こすものではないと考えられ、産業技術総合研究所は、「カルデラ浅部には巨大なマグマ溜まりがないことが明らかになっている。」と述べている¹³³（乙D210（484頁））。このような様々な調査が行われた結果、阿蘇の地下浅部に把握されていない巨大噴火をもたらす得るほどに巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在する蓋然性を示すような具体的知見は得られていない。

以上のとおり、メルトや水の存在に敏感なMT探査等の各種の地球物理学的調査手法による調査によってマッシュ状のマグマ溜まりを把握することは可能であるし、多様な調査が行われている阿蘇において巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが確認されていないことは、現在の阿蘇の地下浅部には巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在しないことを強く推定させるものであるところ、異証人の証言は、抽象的な可能性を指摘するにとどまるものであって、この推定を覆すようなものではない。

② 親マグマ溜まりからの大量かつ高温のマグマの供給

次に、仮に阿蘇の地下浅部に現在把握できていない巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在するとしても、異証人も認めるとおり、マッシュ状のマグマ溜まりは、「その状態のままでは直ちに噴出する性質のものでない」マグマなのであるから、巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在するからといって、巨大噴火が差し迫

133 より最新の産業技術総合研究所の報告では、「阿蘇カルデラの下部地殻（～15km以深）に顕著かつ巨大なマグマ供給系の存在は示唆されないとの結果が得られた。」としている（乙D427（3頁））。

った状態にあることにはならない。

さらに、仮に、阿蘇の地下浅部に巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが存在するという前提を置いたとしても、その深部に親マグマ溜まりが形成され、かつ、そこから巨大なマッシュ状のマグマ溜まりを溶融させるような極めて大量の高温マグマが供給されなければ噴火に至ることはないが、当該親マグマ溜まりの存在や高温のマグマが大量に供給されていることなどを示す具体的根拠が何ら確認されない現状では、そのような可能性は抽象的なものに過ぎず、巨大噴火が差し迫った状態にあるとはいえない。

③ 再活性化のタイムスケールにおける規模依存性

以上に加えて、巨大なマッシュ状のマグマ溜まりを再活性化させるには極めて大量かつ高温のマグマの供給が必要になるが、そのような大量のマグマが供給されるには、当然、相応の時間を要するのであり、巨大噴火を起こすようなマグマ溜まりの進化に要する期間として数百～数千年のタイムスケールが示されていること（被告準備書面（16）第2の3(1)ウ(ア)a(c)（81～82頁）参照）、異証人がイエローストーンのマグマ溜まりについて述べた文献とする論文（乙D355、異証人調書速記録（43頁））にも、珪長質マグマの急速な移動は、その高い粘性とクリスタルマッシュの低い浸透性のために困難であり、メルトの再注入による圧縮主導型の粘性低下は1000年の時間スケールでメルトの抽出を促進する旨指摘し、マグマ溜まりは将来の噴火を示唆するものではないとしていること（乙D429（日本語訳1頁））なども踏まえれば、10年という極めて短期間のうちに巨大なマッシ

ユ状のマグマ溜まりが再活性化する可能性は抽象的なものに過ぎない。

さらにいうと、そもそもマッシュ状のマグマ溜まりが巨大噴火を起こすような場合、高温のマグマの注入以外に噴火のトリガーが必要とされている。すなわち、マッシュ状マグマの再活性化のメカニズムを提唱した産業総合研究所の東宮昭彦氏¹³⁴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（乙D243）。

- c かかる異証人の指摘が抽象的な可能性を指摘するものに過ぎないことは、上記bで述べたとおりである。このことは、異証人自身の証言によってもなお一層明らかである。

異証人は、阿蘇とは別の火山で「私たちが行ったシミュレーションを外挿す」れば、阿蘇においても10年オーダーで再活性化してもおかしくないなどと証言しているところ（乙D353（25～26頁））、異証人のいうシミュレーションとは、香川県のごく小規模

な火山¹³⁵（小豆島の皇踏山）のマッシュ状のマグマ溜まりの再溶融を対象とした熱計算シミュレーションである（乙D353（54～55頁））。このようなごく小規模なマッシュ状のマグマ溜まりを再溶融させるのに要する期間の計算結果を、阿蘇を巨大噴火せしめるほどの巨大なマグマ溜まりの再溶融の検討に外挿して論じることができない。

外挿については、異証人自身が、「もともと想定されてるパラメータの外挿部分、すなわち外側にあるような適用されない部分を使うということは、シミュレーションの方法としては間違っています。」（乙D353（36～37頁））と証言しているのであるから、証人自ら外挿値を根拠とするのは自己矛盾をきたしている。さらに、異証人は、新燃岳の熱計算シミュレーションも例示し、熱計算シミュレーションの計算結果には「規模が非常に効」と証言していること（異証人調書速記録（14頁））も踏まえれば、規模という最も支配的なパラメータの1つを著しく外挿していることになり、妥当な評価とは言い難い。

これに加えて、異証人は、異意見書②において「一般に、シミュレーションというのはパラメータの設定次第でいかようにもなり得る」とも述べ（甲948（15頁））、尋問においても、被告代理人からの「10年というのもパラメータの設定によって大きく変わり得るということではよろしいんですか。」との問いに対して、「当然そうですね。」と述べた上で、「ただし、そのパラメータがどれ

ぐらい正しいかによります。」と証言した(乙D353(57頁))。そして、被告代理人が、異証人の設定したパラメータが「どれぐらい正しいか」を問う趣旨で、再活性化のための熱源となる深部の親マグマ溜まりの規模(厚さ:500m)の根拠を問うたところ、「それほど確率の高い根拠を挙げて述べているものではありません。」と証言した(乙D353(56頁))。また、「10年というのは、例えば500メートルだと(中略)こうなる可能性がある」とも証言した(乙D353(56頁))。

このように、一連の証言を踏まえれば、異証人はごく小規模な火山を対象として、高くない確度のパラメータによる熱計算シミュレーション結果の一例を引用し、さらにその一例が巨大噴火にも外挿できると仮定して類推したということに他ならない。このことから、かかる異証人の指摘が仮定に仮定を重ねた上での抽象的な可能性を指摘するものに過ぎないことは明らかである。

d 以上のとおり、仮定に仮定を重ねなければ、巨大なマッシュ状のマグマ溜まりが再活性化することによる巨大噴火が本件発電所の運用期間中に阿蘇で発生するとはいえないし、そもそも阿蘇においては多種多様な調査が行われており、その結果を踏まえれば、マッシュ状のマグマ溜まりの再活性化による噴火という可能性を考慮しても、現在の阿蘇は巨大噴火が起こるような状態ではないと判断することは可能であり、被告の評価は妥当である。

ウ 被告の評価、主張を正解していない証言について

異証人は、被告が阿蘇の活動に周期性を見出し、周期性があるという意味で「後カルデラ期」という用語を用いているという前提のもと、後

カルデラ期であるから巨大噴火が起きないとはいえないと被告の評価を批判する異意見書②を作成し（甲948（6頁））、尋問においてもこれに沿う証言をしたが（乙D353（57～58頁））、被告がそのような前提で後カルデラ期という用語を用いていないことは、被告準備書面（16）第2の3(1)ア(ア)（50～52頁）で述べたとおりである。すなわち、被告は、単に阿蘇1噴火前を「先カルデラ期」、阿蘇1噴火以降、阿蘇4噴火以前を「カルデラ形成期」、阿蘇4噴火後を「後カルデラ期」と呼称しているだけである（異証人は、上記被告の評価に対する認識の誤りを正す質問に対しては、「単に言葉の上で後、カルデラが形成された後ですというだけなら、別に問題はありません。」と証言した（乙D353（57～58頁）））。

また、異証人は異意見書②（甲948）において、「2021年意見書で念頭に置いていた「事業者」は九州電力でしたが、本件で問題となっている四国電力についても、九州電力の申請書等を参照している部分が多く、基本的には同意見書で記載したことが妥当だと思います。」と述べている（甲948（1頁））。この記載に関して、尋問において、例えば、上記2021年意見書に記載された火山活動が東へ移動したというような評価（甲807（16頁））を被告は行っていないといった相違点についてどう考えるかという質問に対して、「九電さんがそうおっしゃって、四国電力さんがおっしゃってないのであれば、それはそういう意見の相違はあるのかというふうには理解します」（乙D353（48～49頁））と証言した。このやり取りからは、異証人は、少なくとも例示された評価が被告の評価に含まれているか含まれていなかったのかも認識していなかったことがうかがわれる。

このように異証人は、被告の主張や評価を直接確認することなく、第三者からの曖昧な伝聞、あるいはどの事業者も評価手法は同じという思い込みを前提として、異意見書②（甲948）を作成し、被告を批判していることがうかがえ、以下のとおり、実際に被告の評価を正解していない証言があった。

(ア) 阿蘇4を対象としたBBN評価の趣旨の不正解

異証人は、上記3で述べた阿蘇4規模の巨大噴火の発生確率を検討したBBNに基づく（ベイズ統計学に基づく）評価（以下「阿蘇4BBN評価」という。）の内容について、ある程度知っているとし（乙D353（60～61頁））、ビッグデータ等のデータを用いて修正を加えていく「ベイズ更新」について言及した上で、「現在の火山学、若しくは火山の噴火状況を鑑みると、そういう有益な更新が行われるだけのデータが、どういうデータを付け加えていくのかというのは非常に難しい問題で、余り有効な手段であるというふうには私は考えていません。」と証言した（乙D353（32～33頁））。

しかしながら、この証言は、異証人が阿蘇4BBN評価の内容を正解していないことを示している。ベイズ統計学を活用した手法の特徴の一つに「ベイズ更新」があることは確かであるが、それとは別に、被告準備書面（16）（98頁）の注釈87で示したように、人間の経験則や感性を確率、統計に取り込むことができるという特徴があり、この特徴は、自然科学や物理学の知見だけでは対処できない曖昧性を伴う分野でも活用されている（乙D431（14頁））。阿蘇4BBN評価も、この特徴を活用して、複数の専門家の意見分布を定量化したものであるということは、被告準備書面（16）第2の3(2)ア（97

～102頁)で述べたとおりであり、阿蘇4BBN評価の冒頭にも、「火山学的、地質学的及び地球物理学的な観点に関する課題のほぼ全てに、本質的な科学的不確実性が含まれる。このような不確実性は、観察データ、理論または専門家の判断から得られる範囲内でBBNモデルの中に表現される。」と明確にされている(乙D208-1(日本語訳1頁))。一方で、阿蘇4BBN評価では、必ずしもベイズ更新の活用を期待しておらず、ベイズ更新についてのみ述べる異証人の証言は、同証人が阿蘇4BBN評価の趣旨及び内容を正解していないことを示している。阿蘇4BBN評価は、自然科学・物理学的な手法から唯一解が導かれない場合において不確実性を解釈するための信頼できる専門技術的な手法の一つであり(乙D310)、阿蘇の活動性を評価する上で有用である。

以上のとおりであるから、異証人の証言は、阿蘇4BBN評価の内容を正解しないままになされたものであり、阿蘇4BBN評価の合理性を左右するものではない。

ちなみに異証人は、阿蘇4BBNの信頼性について、「誤った前提事実をもとにした誤った確率論的評価となっている危険があ」とも述べるが(甲948(9頁))、阿蘇4BBN評価が、既存の文献等に関するレビューなど個々の専門家による個別の検討に基づく評価報告を交わした上で実施されていることは、被告準備書面(16)第2の3(2)ア(97～102頁)で述べたとおりである。すなわち、阿蘇4BBN評価は、複数の専門家が多岐にわたる既存の知見や他の専門家の報告を踏まえた上で各人の見識に基づき示した意見の分布に基づき定量的な可能性を評価したものとなっているのであって、所与の知見を

無条件に前提事実として扱ったような性格の評価とはなっていない。

(イ) 阿蘇4BBN評価の付録5の内容の不正解

異証人は、阿蘇4BBN評価の報告者の一人であるPrf. Sir R. Stephen J. Sparks FRSが、阿蘇4BBN評価報告書の付録5¹³⁶においてマッシュ状のマグマ溜まりを考慮した議論をしていないと述べ、このことを「少し奇異に感じています。」と証言した(異証人調書速記録(26~28頁))。

しかしながら、阿蘇4BBN評価報告書の付録5(乙D208-2)において、Prf. Sir R. Stephen J. Sparks FRSは、マッシュ状のマグマの定義を述べた上で(乙D208-2(日本語訳6頁))、他の研究者による研究成果も含めて最新の研究成果をレビューした自らの論文(Sparks et al.(2019)¹³⁷)を引用する形で、マグマ貯留システムにはメルトだけでなくマッシュが含まれることをはじめとして、マッシュについて多数言及している。このことから、Prf. Sir R. Stephen J. Sparks FRSがマッシュを考慮した上で阿蘇4BBN評価に臨んでいることは明らかであり、異証人の上記証言は、Prf. Sir R. Stephen J. Sparks FRSの評価を正解したものとはいえない。

136 異証人調書速記録(26頁)において、原告ら代理人は「意見書」と称しているが、正しくは阿蘇4BBN評価の報告書の付録5である。

137 「Formation and dynamics of magma reservoirs」Sparks RSJ, Annen C, Blundy JD, Cashman KV, Rust AC, Jackson, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 377, 30, 2019

(ウ) 浮力中立点に係る被告の主張の不正解

異証人は、産業技術総合研究所の東宮昭彦氏の論文（甲502（284頁））の図を引用し、マグマが浮力中立点よりも深く定置すること
はあり得るし、浮力中立点のみでマグマ溜まりの存否を議論すること
はできないと証言した（乙D353（12～13頁）、異証人調書速記
録（8～10頁））。

しかしながら、被告は、浮力中立点だけで巨大噴火のマグマ溜まり
が浅部に達していると考えているわけではなく、異証人の証言は、前
提において誤っている。被告は、被告準備書面（16）第1の4(2)イ
（23頁）で述べたとおり、浮力中立点のほかに、環状割れ目に沿っ
て沈下する大型カルデラの生成機構からは、天井が浅く、扁平な形状
のマグマ溜まりが想定されることも踏まえている。つまり、巨大噴火
は環状断層に沿って沈下する大型カルデラの形成を伴うところ、「環状
断層全体を動かすだけのせん断応力が断層にかからないと、断層は地
表まで進展する途中で停止してしまう。従って、カルデラ陥没が進行
する条件は、マグマ溜まりの減圧によるマグマ溜まり天井を引き下げ
る力が、潜在的な環状断層全体の（静止）摩擦力を上回ることである
（Kumagai et al., 2001など）。マグマ溜まり天井
までの深さが深い、すなわちマグマ溜まり天井の厚さが厚いと断層面
の面積はそれだけ大きくなる」ため（乙D156（110頁））、浅い
マグマ溜まりの方が、大型カルデラの形成に適している。このことは、
マグマや地殻を模擬した実験においても、浅いマグマ溜まり（浅くて
扁平な形状のマグマ溜まり）の方が大型カルデラを形成しやすいこと
が確認されている（図52、乙D160（285～286頁））。

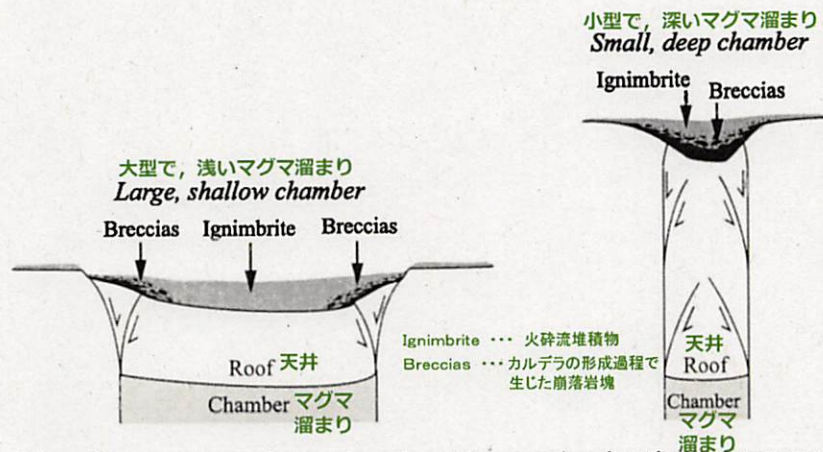


Figure 22. Schematic representation of two end-member caldera types based on the laboratory experiments. The case of a small, deep chamber might relate to some funnel calderas.

室内実験に基づくカルデラのタイプの2つのエンドメンバーの概念図。小さくて深いマグマ溜まりの場合、ファンネル型のカルデラ(小型のカルデラ)に関係すると推定される。

(Roche et al. (2000) ¹³⁸に加筆)

図52 室内実験で得られるカルデラの基本的なタイプの概念図

そのうえで、被告は、浮力中立点についても、大量のマグマの蓄積を要するという巨大噴火の性質に鑑みて、そのような大量のマグマを噴火させずに安定して蓄積させることができる場所となることから、巨大噴火のマグマ溜まりが浅部に達していると考えられることの根拠として挙げている。すなわち、被告の主張は、巨大噴火に不可欠な大量の珪長質マグマを噴火させることなく安定して蓄積するためには、マグマが蓄積しやすい地点が候補として考えられるところ、そのような安定した蓄積を可能とする場所として、密度の小さい珪長質マグマと対応する浅い浮力中立点が挙げられるということであって、浮力中立点以外にはいかなるマグマ溜まりも形成され得ないということではない。そして、異証人が言及した東宮昭彦氏自身もまた、「カルデラ噴

138 「Experimental study of caldera formation」 O. Roche, T. H. Druitt, O. Merle, Journal of Geophysical Research, VOL. 105, NO. B1, 395-416, 2000.

火のような大規模なマグマ溜まりについては、マグマ溜まりが大きくその分大きな浮力がかかり、浮力中立点の位置にマグマ溜まりが蓄積しやすいと考えられるため、カルデラ噴火のような噴火のメカニズムを考える上で、浮力中立点の考え方は多くの火山学者に受け入れられている。」と述べている（乙D241（3頁））ことは、被告準備書面（16）第3の1(2)ウ（160～161頁）で述べたとおりである。

ちなみに、被告は、より地下深部の構造についても、決して無視することなく、巨大噴火の可能性を評価するに当たって適切に検討している。すなわち、阿蘇カルデラの地下深部（地下15km以深）は、珪長質マグマの浮力中立点よりも深い位置であるが、被告は、測地学的な知見や熱源（深部低周波地震）といった知見、実際の噴火との対応関係等も踏まえて、地下約15kmのマグマ溜まり等の構造を把握して、地下約6kmのマグマ溜まりとの対応関係も踏まえた上で、現在の阿蘇は、巨大噴火を生じさせるような状態ではないと判断している。

以上、異証人の批判は、被告の評価を正解しないまま、被告が浮力中立点のみでマグマ溜まりの存否を議論しているかのような誤った前提に基づいたものであり、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(エ) 被告の阿蘇4火砕流シミュレーションの目的の不正解

異証人は、異意見書②において、被告による阿蘇4火砕流シミュレーション（TITAN2D）を「荒唐無稽なもの」と批判する浜田信生氏の指摘は「合理的なもの」と述べる（甲948（3～4頁））。その上で、尋問においては、被告が阿蘇4火砕流シミュレーションを実施した目的が何であると理解しているかを問われると、阿蘇4火砕

流が本件発電所敷地に到達したかということを検討するために実施されたものと理解している旨証言した（乙D353（51～52頁））。

しかしながら、当該シミュレーションの目的が「佐賀関半島等が地形的障害となることを把握すること」であることは、被告準備書面（16）第3の2(2)（172～173頁）で述べたとおりであり、阿蘇4噴火による火砕流を忠実にシミュレーションしようとしたものではない（このことは、阿蘇から東方の流れに限定してシミュレーションを行っていることから明らかである。）。

したがって、異証人の批判は、被告の評価の目的を正解せず、誤った前提に基づいてなされたものであり、被告の検討の合理性を左右するものではない。

エ その他の証言について

(ア) 巨大噴火と巨大噴火に至らない噴火とのメカニズムの違いに関する証言について

a 被告は、被告準備書面（22）第2の3(1)ア（21～22頁）、被告準備書面（26）第2の1(1)（32～34頁）において、原告らの巨大噴火を考慮しない場合には巨大噴火に準ずる噴火（巨大噴火の規模の下限を少し下回る噴火）を考慮する必要があるとの主張に対し、巨大噴火と巨大噴火には至らない噴火とを、別に考える火山ガイドの考え方には合理性があり、両者を一連のものとして捉える原告らの主張に理由がないことを主張するに当たり、その根拠の一つとして、異証人の論文を参照し、巨大噴火と巨大噴火に至らない噴火とは異なるメカニズムによって駆動されていると考えられる旨主張している。

これに対して、異証人は、被告による同論文の解釈が誤っているとし、異意見書②や尋問で縷々指摘するが（甲948（13～14頁）、乙D353（40頁）、異証人調書速記録（39頁）等）、被告の主張の合理性を左右するものではない。

b 2023年4月21日付け意見書において、異証人は、「私の論文では、噴火マグニチュード5.7以下の山頂噴火と、噴火マグニチュード7以上のカルデラ形成噴火」「とでは、メカニズムが異なるという考察をしています」、「この論文は、噴火規模と発生頻度の逆相関関係が、世界的に見られるような単純な直線的関係ではなく、2つの山があるように見えるということを示すもの」と述べている（甲948（13頁））。これは、被告の主張と整合的である。

さらに、異証人は、自らが執筆した書籍で、被告が参照した図と同じ図を示し、「M7以上の噴火はすべて陥没カルデラの形成を伴う巨大カルデラ噴火、M5.7以下ではすべて山体噴火である。その間は、大規模な山体噴火と小規模なカルデラ噴火が混在している。このように、2つの異なる関係式で表される噴火では、明らかに噴火様式が異なっているのだ。」（乙D419（161～162頁））と、噴火規模の表記がVEIによるか噴火マグニチュードによるかの違いがあるものの（もっとも、噴火マグニチュードはできるだけVEIと合うよう作られた指標である（乙D314（147頁）。）、結局、被告の主張と全く同じ趣旨を述べている。

異証人と被告とでは、用いている指標が噴火マグニチュードとVEIという違いがあるので、念のため述べておくと、産業技術総合研究所の下司信夫グループ長も、「噴火規模と頻度の間の逆相関関

係は直線的ではなく、VEI 6 付近を境に二つの頻度分布に区分できるとされる (Tatsumi and Suzuki-Kamata, 2014)。このような噴火規模-頻度分布の不連続性は、ある一定規模よりも大きな噴火が、それより小さい“通常の”噴火とは異なるメカニズムによって駆動されている可能性を示唆している。」と、やはり被告と同じ趣旨を述べており (乙D156 (102 頁)), この記載内容で査読も通っていることから (乙D156 (115 頁)), 火山の専門家から見てもメカニズムの差異をVEIに当てはめることに妥当性があるといえるし、被告の評価は異証人が上記書籍で述べるどころと本質において相違ないことが分かる。

c. そして、被告準備書面 (22) (21 頁) でも主張したとおり、巨大噴火は、カルデラ崩壊がその噴出量に寄与すると考えられている。より詳細に述べると、通常の噴火 (山体噴火) と巨大噴火 (巨大カルデラ噴火) では、前者が過剰圧の解消等によって終息する、蓄えられたマグマの一部を噴出するような噴火であるのに対して (大規模噴火の場合でも、噴出するのは蓄えられたマグマの10%程度と推測されている (乙D432 (163 頁)).), 後者は、カルデラを形成する陥没ブロックがマグマ溜まりの底や噴火不能マグマの層に達して、噴火可能なマグマがなくなって終息するような噴火であるから (乙D433 (126 頁)), その噴火規模が異なることは当然のことである。

したがって、巨大噴火を考慮しない場合には巨大噴火に準ずる噴火 (巨大噴火の規模の下限を少し下回る噴火) を考慮する必要があるとして、両者を一連のものとして捉える原告らの主張に理由がな

いことの根拠の一つとして発生メカニズムの違いを挙げた被告の主張の合理性を左右するものではない。

(イ) 火山ガイドの巨大噴火の噴出量に関する証言について

- a 被告は、大規模火砕流及び降下火砕物として膨大なマグマを短時間に噴出し、これによって大型のカルデラを形成する噴火を巨大噴火と呼んでいる。これは、「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10㎞³程度を超えるようなもの」とする火山ガイドの定義と同義である。

これに対して、異証人は、尋問において、「これもその噴出物量、億トンという欄で重量が1個増える、1桁増えると、マグニチュードが一つ大きくなるという、桁オーダーで区分されてるということですかね。」という質問に対して、そのとおりである旨証言し(乙D353(2~3頁))、その上で、2021年9月19日付けの異証人の意見書(甲807。以下「異意見書①」という。)に示される噴出量に基づく巨大噴火、超巨大噴火等の名称の区分(甲807(2頁))が火山学において一般的であるかとの質問に対して「特に大規模、それから巨大噴火、超巨大噴火に関しては、統計学的な違いに基づいて命名されている一般的な方法かと思えます」と証言した(乙D353(4頁))。そして、「噴火マグニチュード、それからV E Iともに7以上の・・・この7と6の間には、先ほど申し上げたような統計的な差異が存在しています。」(乙D353(4頁))とも証言し、あるいは、火山ガイドの巨大噴火の定義は火山学における巨大噴火の定義とは異なるかとの質問に対して「数十立方キロメー

トルという数値に関して、先ほど来、私が申しましたように、統計学的な差異に基づいて巨大噴火、超巨大噴火の違いを表しているという観点からすると、数十という根拠があるとは思えません。」と証言した(乙D353(4~5頁))。

異証人も証言したように、噴火マグニチュード6と7、あるいはVEI6と7との区分は、噴出物重量あるいは噴出物体積の単位の桁が一つ違うところにあり、異証人のいう統計的な差異が意味するところは不明であるが、いずれにしても、このような噴出物重量あるいは噴出物体積の便宜的な境界に都合よく自然現象が従うものでないことは自明である。一方、異証人も、上記書籍等で繰り返し述べてきたように、異証人が統計的な検討によって噴火のメカニズムの違いを見出しているのは、噴火マグニチュード5.7から7の間(VEI6から7の間程度に相当)であり、噴出物の量で言えば数10^{km³}程度を含む範囲に相当することを踏まえれば、火山ガイドが「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10^{km³}程度を超えるようなもの」としていることに何ら不合理はない。

仮に、異証人の証言が、「巨大噴火」という用語を捉えて、異意見書①に示される噴出量に基づく「巨大噴火」、超巨大噴火等の名称の区分(甲807(2頁))を前提に、火山ガイドが「巨大噴火」の噴出量を数10^{km³}としていることについて根拠がないという趣旨であるとすれば、異証人が異意見書①に示す「巨大噴火」と火山ガイドがいう巨大噴火とは、両者が見ている噴火が違うのであるから、異証人の批判は当たらない。

b 付言すると、異証人は、超巨大噴火、破局的噴火といった用語と規模との関係については共通認識があるかのように述べ（例えば、甲807（2頁））、異意見書①及び異意見書②あるいは証言においては、基本的に、超巨大噴火又は破局的噴火という用語を用いているが、異証人自身が著した他の書籍等では、「巨大カルデラ噴火」を用いているケースが圧倒的に多い（乙D419、乙D434、乙D415、乙D435等）。また、破局的噴火といった用語がVEI7以上を指して用いられることがあるのも確かであるが、VEI6～VEI8に当てはめている例もあるように（乙D436（286頁））、こうした用語やそれが指す範囲については、厳密な学術的統一見解はない。本件で引用されている書証においても、例えば、「大規模火砕噴火」（乙D156）など異なる名称の使用が認められる（ちなみに、「破局的噴火」は、元々、大型のカルデラ火山で大規模火砕流を発生する噴火として、小説の中で用いられた造語である（乙D436（287頁））。

また、異証人は、鬼界カルデラでは、7300年前の巨大噴火後にも溶岩ドームの形成を伴う40km³以上のマグマが海底に噴出されているとして、破局的噴火ないし超巨大噴火が発生していると証言したが（乙D353（31頁）、異証人調書速記録（29～30頁））、7300年前の巨大噴火以降に生じている溶岩ドームの形成は、爆発的噴火を伴わない溶岩の流出によるものであり、少なくとも、大規模火砕流及び降下火砕物として膨大なマグマを短時間に噴出し、これによって大型のカルデラを形成するような噴火ではないので、被告あるいは火山ガイドのいう巨大噴火として認識すべき噴火で

はない。また、7300年前の巨大噴火以降に生じている溶岩ドームの形成が破局的噴火であると考えるのは、火山学的にも一般的な認識とは言い難い。

(ウ) 阿蘇の観測体制はイエローストーンの体制に劣るとの証言について

a 異証人は、巨大なマグマ溜まりの描像が比較的よく把握されているイエローストーンと比較して、日本（阿蘇を含む）の観測体制が劣っていると述べ、とりわけ地震波探査を用いた地下構造調査に関しては、地震計の配置密度（稠密さ）が不足しているため、巨大噴火の可能性を評価できない旨証言した。また、地震計の広帯域性についても不足している旨指摘した（乙D353（17頁、52～53頁）、甲948（4～5頁））。

b しかしながら、阿蘇の観測体制は、イエローストーンの観測体制に劣後していない。両カルデラの地下構造を解析した主な研究論文によれば、各解析に用いられた地震計の配置密度は、イエローストーンが約0.002～0.003地点/km²、阿蘇が0.006～0.008地点/km²である。

具体的には、イエローストーンにおける地震波探査につき、異証人が尋問において挙げたMaguire et al. (2022)¹³⁹ (乙D355, 乙D429), Farrell et al. (2014) (乙D356, 乙D439) 及びHuang et al.

139 「Magma accumulation at depths of prior rhyolite storage beneath Yellowstone Caldera」 Maguire, R., Schmandt, B., Li, J., Jiang, C., Li, G., Wilgus, J., Chen M., Science, 378, 1001-1004, 2022.

(2015)¹⁴⁰(ZD354, ZD440)(ZD353(17頁), 巽証人調書速記録(43~44頁)), 阿蘇における地震波探査につき, Huang et al. (2018)¹⁴¹(ZD194, ZD441), Abe et al. (2017)¹⁴²(ZD249, ZD437) 及び Sudo and Kong (2001)¹⁴³(ZD438) の計6論文を対象とし, それぞれの解析が参照した地震計の総地点数を同解析対象領域の面積で除し, 地震計の配置密度を求めた。以下, ①ないし⑥において具体的に説明する。

① Maguire et al. (2022)(イエローストーン)
Maguire et al. (2022)は, 地震波探査によりイエローストーンの地下のS波速度構造を推定した結果として, 最も顕著な低速度領域を深さ3~8kmに検出し, 約16~20%のメルトを含むことなどを報告する(ZD355(日本語訳1頁))。参照した地震計の総数は227地点¹⁴⁴, 解析対象領域は東西約360km×南北約330km¹⁴⁵であるため, 地震計の配置密度は約0.

140 「The Yellowstone magmatic system from the mantle plume to the upper crust」 Huang, H. H., Lin, F. C., Schmandt, B., Farrell, J., Smith, R. B., Tsai, V. C., .Science, 348, 773-776, 2015.

141 「Shallow volcanic reservoirs and pathways beneath Aso caldera revealed using ambient seismic noise tomography」 Yu-Chih Huang, Takahiro Ohkura, Tsuneomi Kagiya, Shin Yoshikawa, Hiroyuki Inoue, Earth, Planets and Space volume 70, Article number: 169 (2018)

142 「Low-velocity zones in the crust beneath Aso caldera, Kyushu, Japan, derived from receiver function analyses」 Yuki Abe, Takahiro Ohkura, Takuo Shibutani, Kazuro Hirahara, Shin Yoshikawa and Hiroyuki Inoue, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Volume122, Issue3, 2013-2033, 2017.

143 「Three-dimensional seismic velocity structure beneath Aso volcano, Kyushu, Japan」 Y. Sudo, L. Kong, Bull Volcanol 63:326-344, 2001.

144 Maguire et al. (2022)の Fig. 1A(地震計の分布図)(ZD429(2頁))から地震計を示す記号(丸印及び三角形)の総数を判読。

145 Maguire et al. (2022)の Fig. 2A(S波速度(せん断波速度)の分布図)

002地点/km²である。

- ② Farrell et al. (2014) (イエローストーン)
Farrell et al. (2014) は、地震波探査によりイエローストーンの地下のP波速度構造を推定した結果として、深さ約5~17kmにマグマ溜まりを検出し、メルトの割合を5~15%と保守的に仮定すると、メルトの量は約200~600km³と評価できることなどを報告する(乙D439(日本語訳4頁))。参照した地震計の総数は40地点¹⁴⁶、解析対象領域は東西約100km×南北約160km¹⁴⁷であるため、地震計の配置密度は約0.003地点/km²である。

- ③ Huang et al. (2015) (イエローストーン)
Huang et al. (2015) は、地震波探査によりイエローストーンの地下のP波速度構造を推定した結果として、Farrell et al. (2014) の検出したマグマ溜まりに加えて、深さ約30kmの下部地殻に玄武岩質マグマ溜まり(体積は約46000km³)を検出し、約2%のメルトを含むと評価できることを報告する(乙D35(日本語訳1頁))。参照した地震計の総数は80地点¹⁴⁸、解析対象領域は東西約140km×南北約

(乙D429(2頁))の緯度(北緯43度~46度)及び経度(西経108度~約112.7度(「-112°」「-114°」はそれぞれ「-111°」「-112°」の誤記と思われる。))から算定。

146 Farrell et al. (2014) のFigure1(地震計の分布図)(乙D439(日本語訳1頁))から地震計を示す記号(黒・緑・白の三角形)の総数を判読。

147 Farrell et al. (2014) のFigure2(P波速度モデル図)(乙D439(日本語訳2頁))の縮尺から判読。

148 Huang et al. (2015) のFig.1(地震計の分布図)(乙D440(日本語訳1頁))から地震計を示す記号(丸印及び三角形)の総数を判読。

18.0 km¹⁴⁹であるため、地震計の配置密度は約0.003地点/km²である。

④ Huang et al. (2018) (阿蘇)

Huang et al. (2018)は、地震波探査により阿蘇の地下のS波速度構造を推定した結果として、深さ約1~2.5 km及び深さ約5~6 kmに低速度領域を検出し、それぞれが熱水貯留層及びマグマ溜まりと推測されることなどを報告する(乙D 194 (日本語訳1枚目の要旨))。参照した地震計の総数は25地点¹⁵⁰、解析対象領域は約5.6 km (東西) × 約6.7 km (南北)¹⁵¹であるため、地震計の配置密度は約0.007地点/km²である。

⑤ Abe et al. (2017) (阿蘇)

Abe et al. (2017)は、地震波探査により阿蘇の地下のS波速度構造を推定した結果として、深さ8~15 km及び15~23 kmに低速度領域を検出し、いずれも熱源とは対応せず、新たな熔融マグマは生成されていないことなどを報告する(乙D 437 (日本語訳1頁))。参照した地震計の総数は9地点¹⁵²、解

149 Huang et al. (2015)のFig.2 (P波速度モデルの深度毎の断面図) (乙D 440 (日本語訳2頁))の緯度(北緯約43度35分~約45度15分)及び経度(西経約109度45分~約111度33分)から算定。

150 Huang et al. (2018)の「合計25の地震観測点(13のBB (broad bandの略。広帯域の意。)地震計と12のSP (short periodの略。短周期の意。)地震計)でネットワークを構成した(図1参照)。」との記載(乙D 441の4頁(日本語訳1頁))による。

151 Huang et al. (2018)のFig.14 (S波速度の鉛直断面) (乙D 441 (日本語訳3頁))の緯度(北緯約32.55度~約33.15度)及び経度(東経約130.8度~約131.4度)から算定。

152 Abe et al. (2017)の「観測には京都大学火山研究センターの3つの常設観測点、3つの臨時観測点、防災科学技術研究所(NIED)の3つの観測点を使用した(それぞれ図1に菱形、星、四角で示す)。」との記載(乙D 437 (日本語訳1頁))による。

析対象領域は東西約37km×南北約39km¹⁵³であるため、地震計の配置密度は約0.006地点/km²である。

そして、Abe et al. (2017)は、地下深部まで伝播する遠地地震の観測記録を活用するレシーバ関数解析という手法を用いることで、地下深部まで可視化を行った論文であり、深部（深さ8～15km及び15～23km）の低速度領域を検出している（乙D437（日本語訳1頁，3頁））。そして、当該知見を踏まえても、運用期間中における阿蘇の巨大噴火の発生可能性が十分小さいという被告の評価に影響がないことは、被告準備書面（16）第3の1(2)ケ（167～170頁）で述べたとおりである。

⑥ Sudo and Kong (2001) (阿蘇)

Sudo and Kong (2001)は、地震波探査により阿蘇の深さ約6kmに低速度領域を検出し、10%以上のメルトを含むマグマ溜まりを推定している（乙D438（日本語訳2頁，4頁）¹⁵⁴）。参照した地震計の総数は8地点¹⁵⁵、解析対象領域は東

153 Abe et al. (2017)のFigure11（S波速度の分布図）（乙D437（日本語訳3頁））の緯度（北緯32.7度～約33.05度）及び経度（東経約130.85度～約131.25度）から算定。

154 Sudo and Kong (2001)のFig. 14（右段の下から2つ目の図）の深さ約6kmに「LD」という低速度領域が示されており（乙D438（日本語訳4頁））、「本研究におけるLD領域の事例では、Mavko (1980)やSato et al. (1989)の事例とは圧力の状況が異なるものの、LD領域での流速の低下は10%以上の部分熔融によるものであり、LD領域はマグマ溜まりの可能性がある。」とあるとされている（乙D438（日本語訳2頁））。

155 Sudo and Kong (2001)の「これらのデータは、カルデラと活発な中岳火口を網羅する8観測点（3成分，1Hz地震計）のネットワークによって記録された（図2）。」との記載（乙D438（日本語訳1頁））による。

西約 25 km×南北約 40 km¹⁵⁶であるため、地震計の配置密度は約 0.008 地点/km²である。

- c 以上①ないし⑥を俯瞰すると、イエローストーンは、カルデラの面積が阿蘇より有意に大きいため、地震計の総地点数だけでみれば阿蘇より多いが、異証人も述べる稠密さ（配置密度）では、阿蘇がイエローストーンを上回っている。
- d さらに、異証人が「地下構造探査に適」と証言した「広帯域の地震計」（乙D353（53頁））に関して補足する。広帯域の地震計は、より長周期の地震波（長周期側により広い周波数帯の地震波）を検知することが可能な地震計である。長周期の地震波は、伝播に伴う減衰が相対的に小さいことなどから、広帯域の地震計を用いることで、より深部の速度異常を検知しやすくなる。異証人が、阿蘇の深さ 2～3 km に大規模なマグマ溜まりがある可能性は非常に低い、それより深いところに関しては観測が適していない（乙D353（54頁））であるとか、地下構造探査に適した広帯域の地震計がすべてを占めているわけではない（乙D353（53頁））と証言していることから、異証人は、阿蘇では深部の低速度領域が適切に検知されていないことなどへの懸念に基づいて、広帯域の地震計による地震波探査を求めていることが分かる。

しかしながら、地震計の広帯域性（深部領域に対する配慮等）についても、上記⑤で述べたとおり、阿蘇においても深部の低速度領域を検出しているし、定量的にも次のようなことがいえる。

156 Sudo and Kong(2001)の「対象範囲は阿蘇カルデラ周辺 25×40km である。」との記載（乙D438（日本語訳1頁））による。

イエローストーンに関し、異証人が好例として挙げた3論文のうち、Maguire et al. (2022)は、参照した地震計すべてが広帯域地震計¹⁵⁷であると考えられ、広帯域地震計の配置密度は約0.002地点/km²であるところ、他の2論文については、Farrell et al. (2014)は、広帯域地震計が15地点、短周期地震計が25地点¹⁵⁸であり、広帯域地震計の配置密度は約0.001地点/km²、また、Huang et al. (2015)は、広帯域地震計が約45地点、短周期地震計が約35地点¹⁵⁹であり、広帯域地震計の配置密度は約0.002地点/km²である。

一方、阿蘇に関し、上記知見のうち最新のHuang et al. (2018)は、広帯域地震計が13地点、短周期地震計が12地点¹⁶⁰であり、広帯域地震計の配置密度は約0.003地点/km²であり、イエローストーンと比べて遜色ない。

これらのことを俯瞰すれば、地震計の広帯域性（広帯域地震計の配置密度や深部領域に対する配慮など）に関しても、阿蘇が優位とはいわないまでも、殊更に劣後しているわけではない。

157 Maguire et al. (2022)のFig.1は、その説明文において「本研究に用いた広帯域地震データ」と記して地震計の分布を図示していること(乙D429(日本語訳2頁))による。

158 Farrell et al. (2014)のFigure1(地震計の分布図)に示される地震観測点(乙D439(日本語訳2頁))と、イエローストーンにおける地震観測網の情報(<https://ds.iris.edu/ds/>より)とを照らし合わせて確認した結果による。

159 Huang et al. (2015)のFig.1(地震計の分布図)に示される地震観測点(乙D440(日本語訳1頁))と、イエローストーンにおける地震観測網の情報(<https://ds.iris.edu/ds/>より)とを照らし合わせて確認した結果による。

160 Huang et al. (2018)の「合計25の地震観測点(13のBB(被告注:broad bandの略。広帯域の意。)地震計と12のSP(被告注:short periodの略。短周期の意。)地震計)でネットワークを構成した(図1参照)。」との記載(乙D441(日本語訳1頁))による。

- e 以上、阿蘇における地震計の配置密度の稠密さは、イエローストーンの数倍程度に上るし(上記b及びc)、異証人が懸念する地震計の広帯域性(広帯域地震計の配置密度や深部領域に対する配慮など)の面でもイエローストーンに劣後しない(上記d)。
- f 阿蘇のマグマ溜まりについては、一般的な地震波探査だけから裏付けられているものではなく、その他の調査と比較することでも、信頼できるものである。

すなわち、地下約6kmのマグマ溜まりは、自然地震と人工震源による地震波を用いた探査(上記Sudo and Kong(2001))で確認されるとともに、雑微動を用いた地震波干渉法によってもその存在が探知され、中岳に延びる火道が確認されている(上記Huang et al.(2018)(乙D194))。地下約6kmのマグマ溜まりから中岳に延びる火道は、中岳における噴火の際に発生するマグマやガス等が移動することによって発生した火山性微動(地震観測)からも探知されており(Yamamoto et al.(1999)¹⁶¹(乙D190))、この地下約6kmのマグマ溜まりから中岳に至る供給系は、MT探査によっても確認されている(Hata et al.(2016)¹⁶²(乙D192))。また、阿蘇における水準測量、GNSS¹⁶³を用いた測地学的な調査では、

161 「Detection of a crack-like conduit beneath the active crater at Aso volcano Japan」, Yamamoto M, Kawakatsu H, Kaneshima S, Mori T, Tsutsui T, Sudo Y, Morita Y Geophys Res Lett 26(24):3677-3680, 1999.

162 「Crustal magma pathway beneath Aso caldera inferred from three-dimensional electrical resistivity structure」Maki Hata, Shinichi Takakura, Nobuo Matsushima, Takeshi Hashimoto, Mitsuru Utsugi, Geophys Res Lett 43:10720-10727, 2016.

163 Global Navigation Satellite System (全地球測位衛星システム)

地下約 6 km のマグマ溜まりに対応する位置に圧力源が探知されており、その圧力源の変動は、中岳で消費される火山ガスから推定されるマグマの消費量に対応している (乙 D 1 6 9 (23~28 頁))。さらに言うならば、地下約 6 km のマグマ溜まりは、重力測定によって捕捉した絶対重力測定値の変動する場所とも一致している (乙 D 4 4 2)。また、より深部については、測地学的に確認されたシル状の圧力源、遠地地震を用いたレシーバ関数法による地震探査で確認された低速度領域といった構造が推定されるどころ、実際に発生した噴火の際の観測において、更なる深部からの小規模なマグマの供給を示唆する地震波観測で捉えられた深部低周波地震、圧力源の変化などから、深部から地下約 15 km のシル状マグマ溜まり、地下約 6 km のマグマ溜まりを経由して中岳に至るマグマ経路が推定されている (乙 D 1 9 6)。

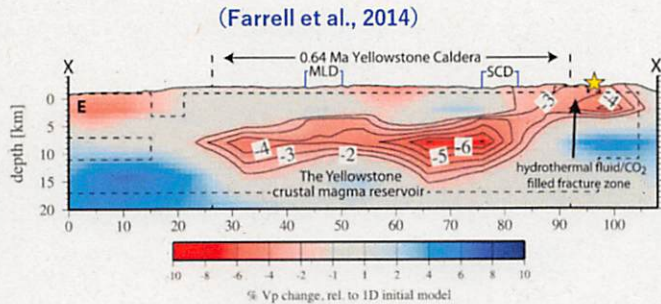
このように阿蘇において一般的な地震波探査から推定されたマグマ溜まりは、他の調査手法による結果ともよく整合しており、逆に見れば、そのようなマグマ溜まりを把握できるだけの地震波探査がなされているといえる。さらには、地球物理学的探査とは別の観点である、苦鉄質マグマと珪長質マグマの活動分布に基づく検討によっても巨大な珪長質マグマは存在しないと考えられるし (この観点からは、巽証人が分担執筆した書籍でも「現在、高密度の安山岩質玄武岩のマグマの噴火がカルデラの中心部で活動していることはカルデラの下に 8 万年前の噴火の直前にあったような大規模なデイサイト質マグマの溜りが存在していないことを示している。」とされている (乙 D 1 6 5 (146 頁))、最近の地下水等からみた

地球化学的検討からも「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。」

(乙D209 (5頁, 465頁))。以上をもって絶対にマグマ溜まりを見落とすことなく把握できていると言い切れないとしても、調査を尽くした結果、巨大噴火のマグマ溜まりはないと判断する合理性がある。

g ここまで述べたとおり、阿蘇の地震波探査がイエローストーンのそれと比較して全く不足しているわけでもなく、イエローストーンで巨大なマグマ溜まりが捉えられたとの証言は、阿蘇において巨大噴火を発生させ得るマグマ溜まりがないと判断することの合理性を左右するものではない。また、異証人は、巨大マグマ溜まりを捕捉したイエローストーンもたまたま浅いから見つかっただけであるとして、同レベルの地震波探査でもマグマ溜まりの捕捉を保証するものではない旨証言するが(乙D353 (17~18頁))、それは調査を尽くしてもなお否定しきれない不確かさを強調しているに過ぎない。ちなみに、異証人は、イエローストーンのマグマ溜まりが捕捉できたことについて、同マグマ溜まりが浅いことを強調するが、異証人も確認したとするイエローストーンの地震波探査に係る文献の一つで(乙D356, 異証人調書速記録(43頁))、異証人も自身の書籍でも参照したと思われる Farrell et al. (2014) は、深さ17kmまで十分な分解能があるとしており(乙D439 (日本語訳4頁))、この探査によって、深さ5~17km程度の領域に、巨大なマグマ溜まりを含む低速度領域が確認されている(図53, 乙D439 (日本語訳3頁), 乙D434 (21

5頁))。



Farrell et al., 2014は、深さ17kmまで十分な分解能があるとするともに、深さ5kmから17kmにかけて、P波速度が最大7%も低下する低速度領域がイメージングされたとしている。

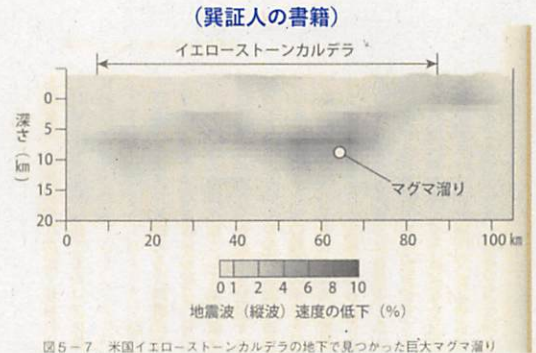


図5-7. 米国イエローストーンカルデラの地下で見つかった巨大マグマ溜り

(左側：乙D439(2070頁)から引用、日本語加筆、右側乙D434(215頁)から引用)

図53 Farrell et al. (2014)に図示された
イエローストーンのマグマ溜りの深さ

以上のとおりであるから、阿蘇の地震計の稠密さが不足していることなどを理由に、現状の阿蘇の観測体制では巨大噴火の可能性を評価できないとする異証人の見解は被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(エ) 風向に関する証言について

被告は、本件発電所の敷地における降下火砕物の設計層厚を設定するに当たって、降下火山灰シミュレーションによる検討をしているところ、このシミュレーションの実施に当たっては、ジェット気流の性質も踏まえている。異証人は、被告による降灰シミュレーションにおける風向の設定に関して、「風向は常に変化し得るものであり、以上のような主張に意味があるとはいえません」と批判する(甲948(1

5頁))。一方、尋問においては、西日本における夏季・冬季それぞれのジェット気流の卓越風向と風速の強弱の特徴を問われた際、「気象学の専門家ではありませんが、科学的な常識はあるつもりです」と述べる一方、「今、ここで正確に説明することはできないと思います。」「正確を期すために、今ここでは述べないことにします。」と述べるにとどまった(乙D353(63頁))。

異証人が述べた「科学的な常識」の内容は判然としないが、結局、我々が日常生活で接している地上風とジェット気流との区別もなく、単に「風向は常に変化し得るものであ」と証言する以上に、何ら具体的な言及がない。それに対して、被告による降灰シミュレーション評価が、季節別のジェット気流の特徴(季節による風向・風速の特徴)を踏まえたものであることは、被告準備書面(18)第2の2(1)(8～10頁)、被告準備書面(22)第2の2(2)(5頁)等で述べたとおりである。

ちなみに、異証人が火砕流や噴煙柱の専門家であると認識していると証言した浜田信生氏(乙D353(50～51頁))も、執筆した論文等は、その大半が地震動に関するもの(一部が火山性地震に関するもの)であって、噴煙柱・火砕流に関するものは確認できないし、ジェット気流等気象学に関するものも確認できない(乙D443)。

(2) 町田証人の証言について

町田証人の主たる見解は、阿蘇4火砕流が本件発電所敷地に到達していたはずであるというものである。

しかしながら、かかる町田証人の証言は、以下述べるとおり、抽象的・理論的な可能性を指摘するばかりであって、被告の評価に影響を及ぼす具

体的な根拠・データを示すものでないもの、あるいは、事実誤認に基づくものであり、被告の評価の合理性を否定するものはない。

ア 本件発電所の敷地周辺で確認されたとする阿蘇4テフラ（Ym試料）に関する証言について

(ア) 町田証人は、本件発電所の敷地周辺で阿蘇4テフラが最大で125cm堆積していることを裏付けるノート（甲925（32～33頁））を見出したとして、「多分、火砕流そのものがすごい影響を与えたに違いないです。」と証言した（町田証人調書速記録（31頁））。

(イ) 当該証言が事実誤認に基づく証言であることは、被告準備書面（29）で述べたとおりであるが、念のため敷衍して説明しておく。

町田証人が甲925（30～33頁）で「Ym7」及び「Ym11」として指摘する試料は、被告が本件3号炉を建設するに当たり実施した地質調査の一環として1983年に採取した試料（以下「Ym試料」という。）である。Ym試料の採取者は、被告から地質調査業務を受託した株式会社アイエヌエー新土木研究所の柳田誠氏であり、柳田誠氏の頭文字（Yanagida makoto）から命名したものである。柳田誠氏は、町田証人が「新井さん」（町田証人調書速記録（27頁、28頁等））と呼んだ群馬大学の新井房夫博士（故人）に試料の分析を依頼した。

町田証人が甲925（33頁）をもって「阿蘇4テフラの厚さ」と指摘した「-75-100cm」（Ym11④）及び「-100～125cm」（Ym7⑤）という値は、阿蘇4テフラの厚さではなく、深度25cm毎に分割された地表面からの区間深度（地表からの深さの区間）であること、すなわち、Ym11④であれば、その丸囲み数字のとおり

地表から25cm毎に分割した4番目(区間深度75~100cm)、Ym7⑤であれば5番目(区間深度100~125cm)の試料であることが、Ym試料の採取者である柳田誠氏によって裏付けられている。

また、Ym試料は崖錐堆積物¹⁶⁴が風化した赤色土から採取されたものであり、25cmの区間深度の全量が阿蘇4テフラの純層として認められたものではなく、新井博士による分析によって阿蘇4テフラの粒子が混入していることが確認されたものである。

(以上、被告準備書面(29))

(ウ) したがって、町田証人の証言は、誤った事実認識を基にした証言である。

(エ) ちなみに、町田証人が「新井さんが残したノート」と証言した甲925(32頁及び33頁)は、他の研究者(新井博士)が手許資料として残したノートであり、証人自らが作成したものではない。したがって、凡例・様式等が自身の基準と異なっている可能性があるところ、町田証人は特段の検討を加えることなく「深さ」を「厚さ」と誤読しており、推論に基づく証言に過ぎない。

イ 調査地点の適格性に関する証言について

(ア) 町田証人は、2023年5月15日付け意見書(甲915。以下「町田意見書」という。)において、被告が佐田岬半島で実施した阿蘇4火砕流堆積物調査のうち、露頭調査の地点選定は適切でないとし(甲915(23~24頁))、尋問においても、「M面(引用注:中位段丘面のこと)と称するものをここで認定されているようだけれども、

164 崖や急斜面から崩落した岩屑類がその斜面の下部に堆積したものの。

段丘を研究している人間にとっては、ここでM面がはっきりと認定できるなんてことは、誰も思ってないです。」と証言した（町田証人調書速記録（37頁））。

また、佐田岬半島には急斜面しかないのかと問われると、「そうですね。」とも証言した（町田証人調書速記録（44頁））。

(イ) しかしながら、佐田岬半島にも調査に適した平坦面は残されており、そのうち被告が選定した露頭調査地点が阿蘇4噴火の時代の地層が残る中位段丘面（M面）であることは、被告準備書面（16）第3の2(3)ア（173～175頁）等で述べたとおりである。

(ウ) 町田証人は、尋問において、自らの目で実際に露頭調査を行うことは重要であるかとの質問に対して、「ええ、もちろん。」と証言し、現地の実態を把握することの重要性を認める（町田証人調書速記録（48頁））一方、本件発電所の敷地及び敷地周辺での露頭調査の経験については、「私はありません。」と証言しており（町田証人調書速記録（48頁））、佐田岬半島の現地の実態について詳しくないことがわかる。

被告としても、自らの目で実際に露頭調査を行うことが必須であると主張するものではないが、町田証人の上記証言に対し、少なくとも被告は、これまでも佐田岬半島の地質調査を多数行っており、現地を詳細に把握しているし、実際に露頭を踏査し、中位段丘面を確認した上で調査を行い、その結果得られた事実をもって評価をしているのであるから、町田証人の証言があるからといって中位段丘面の存在が否定されることにはならない。また、佐田岬半島では、先行研究によっても段丘面が認定されており（乙D444（301～302頁））、伊方町もその自然環境に関して「集落の多くは階段状の平らな面（段

丘面) やわずかな低地に点在してい」るとしている(乙D445(4頁))。佐田岬半島には急斜面しかないかのような証言は、明らかに事実を誤認している。

(エ) 以上のとおり、佐田岬半島には中位段丘面が認定されないとか、佐田岬半島には急斜面しかないといった町田証人の証言は、佐田岬半島の現地の実態をよく知らないままになされた証言であり、被告の評価の合理性を左右するものではない。

ウ ボーリング調査の地点に関する証言について

(ア) 町田証人は、平成28年7月31日付け陳述書(甲485の1。以下「町田陳述書」という。)において、被告が佐田岬半島で実施した阿蘇4火砕流堆積物調査のうち、ボーリング調査の地点選定に関し、「当時湖か湿地のような環境だったところを徹底的に調べる必要がある」として被告を論難し(甲485の1(3頁))、尋問においても、「大体ここにあるなんて考えるのがおかしいです。」と証言した(町田証人調書速記録(36頁))。

(イ) しかしながら、被告が堆積条件の良い地点(低地・小盆地・浅海底)を適切に選定していることは、応用地質学及び地域地質の専門家である長谷川修一香川大学教授並びに地形学及び第四紀学の専門家である柳田誠氏が述べるとおりであり(乙D220(17頁))、これらは被告準備書面(16)第3の2(3)ア(173~175頁)で述べたとおりである。

(ウ) ちなみに、町田証人は、ボーリングが短すぎて阿蘇4噴火があった時代(約9万年前)の堆積層に達していないと述べるが(甲485の1(3頁))、被告は基盤までボーリングを行った(つまり、それ以

上深いところは阿蘇4噴火があった時代よりもはるかに古い時代(約1~2億年前)に形成された三波川帯の結晶片岩が続く。)が、堆積層に阿蘇4噴火があった時代のものは残されていないのであって(乙D220(17頁)),ボーリングが短すぎるというのは町田証人の思い込み過ぎないことも、被告準備書面(16)第3の2(3)ア(175頁)で述べたとおりである。

(エ) そのうえ、尋問においても、被告が調査した各地点について「ここにあるなんて考えるのがおかしい」とする具体的な根拠・データは示されなかった。

被告としては、斜面の多い佐田岬半島が一般的に優れた堆積環境にあるとまでは考えていないが、そうであるからといって、直ちに「ここにあるなんて考えるのがおかしい」などとして調査を放棄するのではなく、残存する堆積条件の良い地点(低地・小盆地・浅海底)を見出し、調査を行ったのである。

(オ) 以上のとおり、町田証人の証言は、被告のボーリング調査をした地点がどのような地点か具体的に把握しないまま漫然と堆積環境が悪いと述べ、また、被告のボーリング調査で阿蘇4噴火があった時代の地層が採取できなかった理由を証人の思い込みで誤認したものであり、被告の調査の合理性を左右するものではない。

エ 四国地域はその温暖さが火砕流堆積物に与える影響はないとする証言について

(ア) 町田証人は、町田陳述書において、阿蘇4火砕流は本件発電所周辺に到達したはずであるが、四国地域の温暖さゆえ火山ガラス等が粘土化し易く、火砕流堆積物が侵食されたのであらうと述べていた(甲

485の1(2~3頁))。

(イ) ところが、尋問においては、阿蘇4火砕流が現在もなお残存し、多数認定されている山口県と比較して四国地域が温暖であると考えるか否かを問う被告代理人からの質問に対し、「そんなに著しい温度差があるとは思えないですね。」「温度との関係は、佐田岬半島とどうであるかという議論はできないと思ってます。そんな数値は分からない。」と、自身の上記陳述書で示した意見と矛盾するような証言を行った(町田証人調書速記録(44~45頁))。

そして、原告ら代理人から、温度差だけでは山口県との差異を説明できないとしても、温度差も大きな要因の一つではあることには同意するかと問われてもなお、「山口県にあるということは、温度条件が寒いから残ったんだというふうな議論はできません。」と明言し、やはり町田陳述書の記載とは異なる趣旨の証言を行った(町田証人調書速記録(57~58頁))。

(ウ) 町田陳述書では、四国地域の温暖さを重要な傍証の一つとして挙げていたものの、尋問においては、これを考慮事項とすらできない旨に意見を変遷させた。すなわち、町田証人は、四国地域の温暖さという事情は、本件発電所の敷地に阿蘇4火砕流が到達していたはずと判断する根拠にはならないことを自認したことになる。

(エ) 以上のとおり、町田陳述書に記載の四国地域の温暖さゆえ火砕流堆積物が侵食されたため阿蘇4火砕流堆積物が残存していないとの見解は適当でないことを町田証人自身が認める旨証言したことで、山口県では、段丘面に阿蘇4火砕流が現在もなお残存し多数認定されているのに対して、佐田岬半島の段丘面では確認できないという差異が生

じていることについて、両地域の気候の差で説明することはできない。

オ 海を渡る火砕流に関する証言について

(ア) 町田証人は、阿蘇4火砕流が豊予海峡を越えて流走し、本件発電所の敷地まで到達していたはずであるとする主張の根拠の一つとして、約7300年前の鬼界アカホヤ噴火の火砕流が大隅海峡を渡ったという事例を多用する(甲485の1(2頁), 甲915(23頁), 町田証人調書速記録(12~13頁))。

(イ) しかしながら、噴火毎に火砕流の流走方向、流走経路の地形条件、噴火当時の気象・海象条件等は異なる。被告としても、鬼界アカホヤ噴火の火砕流の一部が大隅海峡を渡ったことに争いはないが、海域に位置する鬼界カルデラの火砕流が直接海域へ噴出した結果として近傍の大隅海峡を渡ったからとあって、九州内陸に位置する阿蘇カルデラの火砕流が流走の過程でエネルギーを損失してもなお遠方の豊予海峡を越えることの根拠とはならない。町田証人は、本件との関係において、阿蘇4火砕流が豊予海峡を越えて流走し、本件発電所敷地に到達したとする具体的な根拠を示していない。

(ウ) 尋問においても、町田意見書において、阿蘇4火砕流が豊予海峡を渡った理由として「海から供給される水蒸気によって流動化して遠くまで到達したと思われ」と記載していること(甲915(21頁))につき、被告代理人からその具体的な根拠を問われるも、「それは鬼界アカホヤの場合ですね。」、「ほかにも例があります。」などと、阿蘇4火砕流と豊予海峡との関係とは直接的に関連のない事例を示唆する証言に終始し(町田証人調書速記録(54頁))、具体的な根拠・データを示さなかった。

(エ) 豊予海峡を挟んで九州側に位置する大分県国東半島に阿蘇4火砕流堆積物が確認されていないことに関し、町田証人は、阿蘇4火砕流に覆われたはずだが、その後流失したと考えるべきである旨証言した(町田証人調書速記録(55頁))。この証言に関しても、「覆われた筈」(甲915(24頁))、「一生懸命探したわけではないですけどね。見付からないみたい」、「分布しなかったわけではないと思います」、「あったに違いないけども」、「私は想像しています」、「見付からない理由は、多分水流でしょう」(町田証人調書速記録(55頁))(いずれも、傍点は被告による。)などと、推測を述べることに終始し、やはり具体的な根拠・データを示さなかった。

(オ) 以上、町田証人は、鬼界アカホヤ火砕流の事例を根拠として述べるが、阿蘇4火砕流が本件発電所の敷地に到達したことを示す具体的な根拠は何ら示すことはできていない。

カ 火砕流が海を渡る機序に関する証言について

(ア) 町田証人は、町田意見書において、「火砕流が海上を断熱的に流れて海峡を渡り対岸の陸地に上陸する場合がある」、「阿蘇4火砕流の場合も水域との接触が火砕流の威力を減退させたとはまったく考えられません」(甲915(21頁, 23頁))と述べ、阿蘇4火砕流は本件発電所敷地に到達していたはずであると見解を述べた。

(イ) しかしながら、阿蘇4噴火の火砕流は、火砕流堆積物の調査結果、地形的条件等から本件発電所の敷地に到達していないと評価され、この観点からも立地評価上問題となることはないことは、被告準備書面(16)第2の3(2)イ(102~120頁)、第3の2(170~178頁)等で述べたとおりである。

(ウ) S S G - 2 1 の策定などに関わってきた火山専門家である Dr. Brittain E. Hill は、水域での火砕流の挙動に関する多数の知見を収集・統合し、阿蘇 4 火災流は熱源である高密度の下部から海中に沈み、熱源を失った上層流は推進力を失って浮揚する希薄な火山灰に変化し、佐田岬半島に到達しなかったと具体的な機序を示しながら見解を示している（被告準備書面（16）第2の3(2)イ(ウ)（118頁））。

(エ) これに対して、尋問において、町田証人は、火砕流が海域を流走する機序に関し、「滑っていったんでしょう」、「よく分からないですね」などと抽象的な見解を述べる証言に終始した（町田証人調書速記録（52頁））。裁判所からの質問に対しても、「メカニズムは、よく分からない」（町田証人調書速記録（63頁））などと回答した上で、「流動するスピードが、うんと速い。水と接触しているいとまがないほど、広がったという。」と証言した（町田証人調書速記録（65頁））が、具体的に熱力学的・物理学的な機序は証言しなかった。

その一方、町田意見書では、「海から供給される水蒸気によって流動化して遠くまで到達したと思われます。」（甲915（21頁））という、火砕流と海水の相互作用を前提とする記載がある。ただし、尋問においてその記載について根拠を問われた際には、鬼界アカホヤ噴火の火砕流が大隅海峡を横断した事例を挙げるにとどまり、やはり具体的な熱力学的・物理学的な機序について証言しなかった（町田証人調書速記録（54頁））。

(オ) 以上のとおり、町田証人は、鬼界アカホヤ噴火の火砕流の事例があることを述べるばかりで、火砕流が海を渡る具体的な機序を示さない

ままになされた抽象的な可能性を推定する証言であり、阿蘇4火砕流が本件発電所の敷地に到達したことを示す証拠とはいえない。

キ 地形の影響に関する証言について

(ア) 町田証人は、町田陳述書において、巨大噴火の火砕流は山地や半島などの地形の影響は受けないので、阿蘇4火砕流は本件発電所の敷地に到達していたはずであると、尋問においても同趣旨を証言した(甲485の1(1~2頁)、町田証人調書速記録(13~16頁))。

(イ) しかしながら、阿蘇4噴火の火砕流は、火砕流堆積物の調査結果、地形的条件等から本件発電所の敷地に到達していないと評価され、この観点からも立地評価上問題となることはないことは、被告準備書面(16)第2の3(2)イ(102~120頁)、第3の2(170~178頁)等で述べたとおりである。

(ウ) 一方、町田証人は、尋問においても、地形の影響に関し、被告の評価に影響を及ぼす具体的な根拠・データを示すことはなく、以下(エ)及び(オ)のとおり、むしろ条件次第で地形の影響を受けることを当然に肯定している。

(エ) 産業技術総合研究所による阿蘇4火砕流堆積物分布図の解説には、阿蘇4火砕流の流走方向が「局所的な谷の方向を示す地点が多い」と分析・記載されている(乙D339-2(13頁))。町田証人は、このような分析・記載を踏まえれば、阿蘇4火砕流が地形の影響を受けて流れたと理解できるのではないかとの質問に対し、「そうだと思いますよ。」と証言し、阿蘇4火砕流が地形的な影響を受けることを肯定した(町田証人調書速記録(50~51頁))。また、再主尋問において、原告ら代理人から当該証言の意味を問われると、「落ち着いたときには、

選択的に、低いところにももちろん流れる。集中する。」と証言した（町田証人調書速記録（59頁））。

また、町田証人は、同じく火砕流の流走に関し、「縁辺のところに行つて、威力も減退してくれば、多少そういうローカルな水域の影響、地形の影響を受けるに違いないわけです。どこまでも山を乗り越え行くわけではない。当たり前のお話ですよ。」とも証言した（町田証人調書速記録（60頁））。

(オ) つまるところ、町田証人は、巨大噴火であっても、火砕流が縁辺に達したり、落ち着いてきたり、威力が減退してきたりするなど、一定程度の距離を流走した後であれば、地形の影響を当然に受ける旨述べていることとなる。

(カ) 本件訴訟においては、一般的な巨大噴火の火砕流が地形の影響を受けるか否かを争っているのではなく、本件発電所の火山事象に対する安全に関連して、阿蘇4噴火という固有の巨大噴火の火砕流が、100kmを超える遠方にある本件発電所の敷地までの間に存在する地形の影響を受けることなく本件発電所の敷地まで到達していたか否かが争われている。町田証人は、一般論として、巨大噴火の火砕流にとって山地や水域が障壁とはなり難い旨を繰り返し主張するが、阿蘇4火砕流が、大野山地、豊予海峡等の影響を受けることなく、すなわち威力を減退させることなく、少なくとも本件発電所の敷地までは流走したことを示す具体的な根拠・データを示していない。

(キ) 以上のとおり、町田証人の証言は、威力減退時の地形の影響は認めつつ、巨大噴火の火砕流が地形の影響を受けにくいという一般的な見解を証言するだけで、阿蘇4火砕流が本件発電所の敷地に到達した

ことを示す具体的な根拠は何ら示すものではない。

ク その他証言について

(ア) 町田証人は、町田陳述書において、「四国電力が使っているNagaoka(1988)で、記されている噴火ステージのサイクルは、テフラ整理のための一つの考え方に過ぎず、これによって破局的噴火までの時間的猶予を予測できる理論的根拠にはなりません。」と述べ(甲485の1(3頁))、あたかも被告がNagaoka(1988)の噴火ステージ論を、阿蘇の破局的噴火までの時間的猶予を予測するための根拠として用いているかのような前提で被告を論難する。

ところが、尋問において町田証人は、被告がNagaoka(1988)の噴火ステージ論を用いて破局的噴火までの時間的猶予を予測しているということを前提事実として意見を述べたのかと問われると、「いや、そういう事実は余り知りません。」と証言した。続けて、「四国電力のほうがそれを用いたという話は聞いたことがあ」と証言したため、被告代理人が、伝聞ではなく実際に確認をしているか否かを問うたところ、「確認はしておりません。」と証言した。(町田証人調書速記録(43～44頁))

そもそも被告は、本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性が十分小さいかどうかを評価しているのであって、次の巨大噴火までの具体的な時間的猶予を予測しようとするものではないし、当該評価においては、Nagaoka(1988)だけでなく、多様かつ多数の知見を総合して本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性が十分小さいと判断していることは、被告準備書面(16)第2の3(1)(50頁以下)、被告準備書面(21)第3の2(4)(50～6

0頁)等で述べたとおりである(被告準備書面(16)(170頁)でも述べたとおり、Nagaoaka(1988)の知見は、それ以外の検討結果踏まえて、阿蘇カルデラとしての活動の可能性は十分に小さいと評価し、後カルデラ火山である阿蘇山の既往最大の噴火として草千里ヶ浜軽石の噴火を考慮することとしていたところ(乙D14(21~26頁))、その後、先行して新規制基準適合性審査に合格した原子力発電所において考慮された知見として追加考慮したものである。)

以上、町田証人による平成28年時点のNagaoaka(1988)に関する意見は、被告の評価を正解しないまま、第三者からの誤った伝聞を前提事実として被告を批判するものであり、被告の評価の妥当性を左右するものではない。

(3) 原告らの主張について

ア 火山ガイドに関する主張について

原告らは、噴火が起こらないというよほど確実な証拠が存在しない限りは、可能性を否定できないものとして扱うべきと考えることがIAEAのSSG-21に合致し、火山ガイドは国際的な考え方からかけ離れていると主張するが(原告ら準備書面(73)第2の1(3)(10頁以下)、第2の6(1)(78頁)等)、原告らの主張がSSG-21の内容を正解しないものであって理由はないことは、被告準備書面(16)第3の5(2)(197~205頁)等で主張したとおりである。また、原告らは、令和元年の火山ガイドの改正について内容が変更されたことを前提に主張しているが、被告準備書面(21)第3の1(2)(14~21頁)等で述べたとおり、同改正は、分かりやすさの観点から記載を修正・追加したものであって、内容面における変更はない。

イ 巨大噴火に関する主張について

(ア) 巨大噴火の発生可能性に関する主張について

原告らは、現在の火山学の知見では噴火の予測はできないから原子力発電所の運用期間中に巨大噴火の可能性が十分に小さいかどうか判断できないと主張するが（原告ら準備書面（73）第3の7（49頁以下）等）、被告準備書面（16）第3の1(1)ア（143～146頁）等で述べたとおり、様々な分野にまたがる火山学の知見を踏まえて現在の火山の状態を評価することは可能であり、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態かどうか、また、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かどうかを評価して、これをもって原子力発電所の運用期間中に巨大噴火の可能性が十分に小さいかどうかの判断をするものであるから、原告らの主張に理由はない。

原告らは、原子力規制委員会の原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム（以下「モニタリング検討チーム」という。）における議論等も上記主張の根拠とするが、被告準備書面（16）第3の1(1)ウ（149～154頁）等で述べたとおり、モニタリング検討チームは、「原子力規制委員会としても、原子力施設設置者が行うモニタリングによって巨大噴火につながる可能性のある観測データの変化が確認された場合には、運転停止命令を含む対応の要否について判断することが必要となる」ことも踏まえ、原子力規制委員会として、巨大噴火に関する火山学上の知見を整理した上で、具体的にモニタリングについて事業者に求める事項やモニタリング結果について異常判定の基準を設ける際の考え方について議論を求めたことを受けてなされた

ものであり（甲487（別添1頁））、短期間のモニタリングによる観測値に基づき、運用期間中に巨大噴火の可能性が十分に小さいとの判断の前提となった評価の根拠が維持されているか否かを監視する上で、閾値を設けようとするものであるから、モニタリング検討チームの議論は、原告らの主張の根拠となり得ない。

その他、原告らは、巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうか判断するための個々の知見に関して、そうとは言い切れない等の主張をするが、被告準備書面（16）第3の1等で主張したとおりであり、原告らの主張に理由はない。

(イ) 宝田ほかの論文（甲918の1）に基づく主張について

原告らは、原告ら準備書面（107）において、町田・新井（2011）¹⁶⁵等を示して、本件発電所の敷地に阿蘇4火砕流が到達したと主張するが、原告らの主張に理由がないことは、被告準備書面（16）第3の2等で主張したとおりである。

原告らは、「宝田ほかの論文（甲918の1）によっても、本件原発の敷地には阿蘇4火砕流が到達したと推定されている」と新たな知見が得られたかのように主張し、甲918の1の図5を示すが（原告ら準備書面（107）（22頁））、Takarada and Hoshizumi（2020）¹⁶⁶（原告らのいう宝田ほかの論文）の図5は、町田証人が著した町田・新井（2011）で図示した範囲を示してい

165 「新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺] 新編第2刷」町田洋・新井房夫、東京大学出版会、2011。

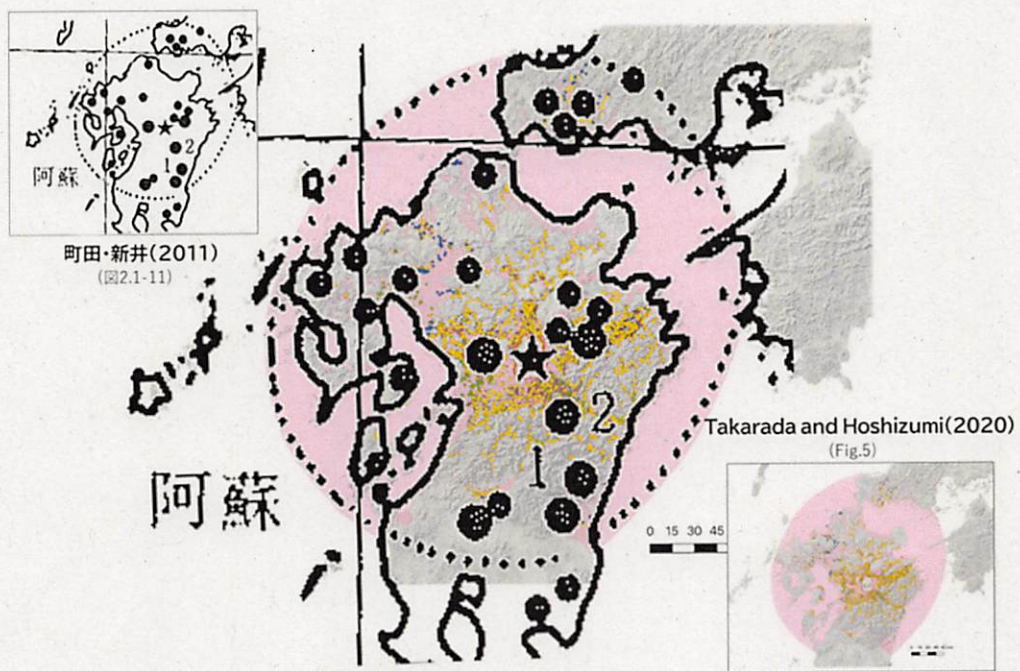
166 「Distribution and eruptive volume of Aso-4 pyroclastic density current and tephra fall deposits, Japan: a M8 super-eruption」, Takarada, S. and Hoshizumi, H., *Frontiers in Earth Science*, 8:170, 2020.

るものであって¹⁶⁷ (乙D446 (日本語訳1頁)。図54のとおり、町田・新井(2011)の分布図と重ね合わせると全く同じになることから一目瞭然である。)、阿蘇4火砕流の到達範囲に係る新たな知見を示すものではない。そして、町田・新井(2011)を根拠にして本件発電所の敷地に阿蘇4火砕流が到達したとの原告ら主張に理由がないことは、被告準備書面(16)第3の2(1)で述べたとおりである。

付言すると、Takarada and Hoshizumi (2020)は、火砕流堆積物の給源(カルデラ)からの最長到達距離は、「火砕物密度流の発生源地域の地形と経路に応じた方向により異なる」として、北北東方向で166km、西北西方向で123km、南南西方向で84km、南南東方向で97kmとした上で、本件発電所敷地の方角である東方向については、80kmと方角によって異なる(乙D446(日本語訳1頁))ことを明らかにしており(カルデラ縁から東方向に80kmの距離は、九州の陸地内に留まる(図55。))、産業技術総合研究所が公開した最新の阿蘇4火砕流堆積物の分布図においても、方角に偏りがあることが示されている(図55。東側では、阿蘇カルデラ中心から約70km離れた大分県臼杵市付近まで分布)。また、Takarada and Hoshizumi (2020)は、「海域の分布限界は楕円形と考えられるが、阿蘇火砕流堆積物の本来の流走距離は、海域の地形的障壁の影響で、場所によって短くなる可能性がある。」とし

167 Takarada and Hoshizumi (2020)の図5の引用元は、町田・新井(2003) (Machida and Arai (2003))が引用されているが(乙D446(日本語訳1頁))、これは、町田・新井(2011)の旧版であり、阿蘇4火砕流の到達範囲については、新旧で何も変わるものではない(町田・新井(2003)から町田・新井(2011)への改訂内容は、噴火等の年代の修正や阿蘇4よりも古い時代の広域テフラ(中・前期更新世の広域テフラ)の記載の追加である。)(乙D447)。

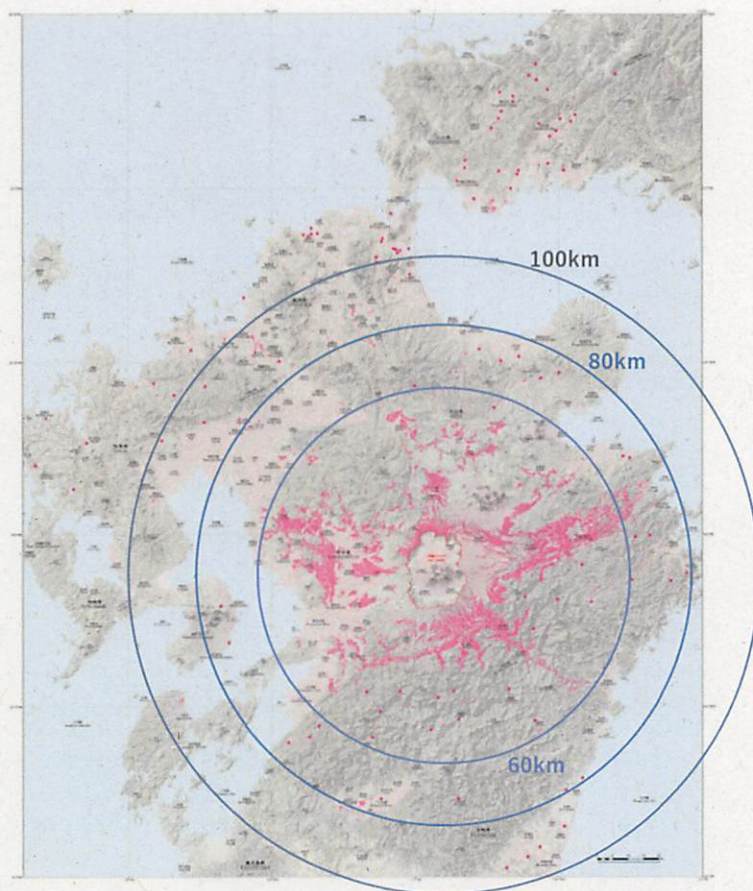
て(乙D446(日本語訳6頁)),阿蘇4火砕流も地形的障害の影響を受け,図示した範囲は地形的な影響によってより狭くなる可能性があることを述べている。このように, Takarada and Hoshizumi(2020)は,被告が被告準備書面(16)第2の3(1)(170頁以下)で主張した,阿蘇4火砕流の分布は方角によって偏りが見られること,阿蘇4火砕流も地形的障害の影響を受けること(町田・新井(2011)に示された範囲よりも分布範囲が狭くなる可能性があること)を示す知見といえる。



(Takarada and Hoshizumi(2020)の図に

町田・新井(2011)の図を重ねたもの)

図54 Takarada and Hoshizumi(2020)と
町田・新井(2011)の比較



※ ピンク色の点（部分）が阿蘇4火砕流堆積物の分布する地点。

（乙D339-2の第3図（8頁）から引用，加筆。）

図55 阿蘇4火砕流堆積物の分布

ウ 降下火砕物の影響に関する主張について

(ア) 想定する噴出量に関する主張について

原告らは、被告が、本件3号炉に係る降下火砕物の影響評価に当たって、本件発電所に影響を及ぼし得る噴火として想定した噴火の規模について過小であると主張する。

その内容は、①南九州のカルデラ火山の巨大噴火、②南九州のカルデラ火山の巨大噴火以外の噴火（原告らのいう巨大噴火に準ずる規模の噴火）③九重第一降下軽石の噴火規模に関するものであるが、①南

九州のカルデラ火山については、本件発電所の運用期間中の巨大噴火の発生可能性は十分小さいと判断できるし、②南九州のカルデラ火山の巨大噴火以外の噴火は、そもそも本件発電所の敷地に影響を及ぼさない。また、③九重第一降下軽石の噴火規模について、被告が長岡・奥野（2014）の知見を参照して想定した噴出量6.2㎥は、国内に分布する火山灰に関する既往の知見をよく整理したデータベースである須藤ほか（2007）の示す噴出量2.03㎥（乙D312）や、長岡・奥野（2014）の知見よりも後に継続的に行われた調査を踏まえて推定された噴出量2.74～4.39㎥（乙D263）と比較しても大きな値であり、保守的な噴火規模である。また、長岡・奥野（2014）の知見は、原告らが述べる、宿毛市で約20cmの火山灰層を示す熊原・長岡（2002）¹⁶⁸を踏まえたものである（甲492（55頁）（被告準備書面（18）第2の1(2)（4頁以下）で述べたとおり、約20cmというのも純層ではない（乙D260（214頁））。原告らは、原告ら準備書面（107）において、若狭湾の水月湖で九重第一降下軽石噴火のテフラが見つかった等述べるが（原告ら準備書面（107）（23～25頁））、当該知見によって噴出量の想定に影響しないことは町田証人も述べたとおりである（町田証人調書速記録（40～41頁））。

したがって、原告らの主張に理由はない。

(イ) 降下火砕物のシミュレーションに関する主張について

原告らは、被告の降下火砕物のシミュレーションに関して不合理と

168 「四国南西部、松田川流域における九重第一テフラの対比と低位段丘の年代」熊原康博，長岡信治，2002，第四紀研究，41，P213-219.

主張するところ、これらについては、被告準備書面（16）第3の4（179頁以下）、被告準備書面（18）、被告準備書面（22）、上記(1)エ（エ）で主張したとおりであり、原告らの主張に理由はない。

原告ら準備書面（104）では、原子力規制委員会が不確かさを理由に原子力発電所の事故時における避難や一時移転等の防護措置の判断に当たってSPEEDIを用いたシミュレーションをしないこととした一方、降下火砕物の設計層厚の設定に当たってはTephra2を用いてシミュレーションをしていることは矛盾していると主張するが（原告ら準備書面（104）（25～26頁））、SPEEDIによるシミュレーションの目的は、放射性物質が環境に異常に放出された場合に、いつ（放出のタイミング、放出されたプルームが到達するタイミング）、どこで（放出されたプルームが通る経路）、どの程度の線量（放出される放射性物質の核種及びその量並びにそれらがある地点に到達した場合の核種及びその量）になるかを迅速に予測しようとしたものであり、これは、火山事象でいえば、いつ、どこで、どれだけの規模の火山事象が発生するか、あるいは開始した噴火が今後どのような推移をするか（噴火が収束に向かうのか拡大するのか、）を予測しようとするに相当し、しかも、第8章第1の3(2)等で述べるとおり、避難にもリスクを伴うから、仮にSPEEDIのようなシミュレーションを用いるのであれば、不要な避難を避ける観点から、寸分違わず一致させるような正確性が求められる（保守的に想定していれば良いというものではない。）。

一方で、降下火砕物の設計層厚の設定に当たっては、保守性が確保される条件でシミュレーションをすればよいのであって、SPEED

Iによるシミュレーションで実施しようとしていたような噴火予測に類するシミュレーションが求められるものではないから、両者を同列に比較する原告らの主張は当を得ない。

(ウ) 降下火砕物の大気中濃度に関する主張について

原告らは、降下火砕物の大気中濃度に係る気中降下火砕物濃度の被告の評価手法や評価に用いた粒径分布に関して過少である等主張するところ（原告ら準備書面（78）、原告ら準備書面（100）等）、被告の評価が保守的であり、原告らの主張に理由がないことは、被告準備書面（16）第3の4(2)、被告準備書面（22）第2の3(3)、被告準備書面（26）第2の3で述べたとおりである。

これに関連して、被告が降下火砕物の凝集の効果を前提としていないことが保守的である旨主張していたところ、尋問においては、異証人は、「1/16mmより小さいシルト粒子と粘土粒子は、単独で空中を落下することがほとんどできない。その終端落下速度が、大気の乱れのスケールと同等またはそれ以下だからである。」との書籍の記載に関して「こういう傾向があるのは間違いない」と証言し、1/16mm以下の降下火砕物は、集まって凝集しないと落下できないかというかという質問に対して、「確かにそうだと思います」と証言し（乙D353（64～65頁））、火山学的にもごく一般的に知られている現象であることがより一層明らかとなった。すなわち、気中降下火砕物濃度の設定や、非常用ディーゼル発電機の火山灰フィルタの閉塞時間の評価に当たって凝集の効果を考慮していないことは、保守的であることが明らかとなった。

第5 外部人為事象に対する安全性

被告は、自然現象だけでなく、本件発電所敷地又はその周辺で想定される外部人為事象についても、適切に抽出、評価して、本件3号炉の安全を確認している。また、外部人為事象のうち、テロリズムその他の犯罪行為という故意によるものについても、事業者として必要な対策を講じている。

外部人為事象に対する本件3号炉の安全性を述べるに当たっては、本件訴訟における争点も踏まえて、外部人為事象（故意によるものを除く。）のうち航空機落下及びこれによる外部火災並びに外部人為事象（故意によるもの。）について述べる。

1 外部人為事象（故意によるものを除く。）に対する設計上の考慮

被告は、本件発電所敷地又はその周辺で想定される外部人為事象（故意によるものを除く。）として、敷地及び敷地周辺の状況を踏まえ、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を選定し、本件3号炉について各事象に対する防護設計を行う必要があるか否か検討を行った（乙C103（56～57頁，80～81頁），乙C131（8-1-540～8-1-541頁））。

これらのうち、航空機落下は、設置許可基準規則解釈に引用されている航空機落下確率評価基準（乙E23）等に基づき、航空機落下確率が 10^{-7} 回／炉・年を超えるか否かを基準に判断した。

航空機落下事故の発生状況について、日本国内における過去の事故実績を基にカテゴリ分類し、航空機落下確率評価基準に定められた手法で航空機落下確率を算定した結果、各カテゴリの航空機落下確率の総和が約 6.5×10^{-8} 回／炉・年となったことから、被告は、本件3号炉においては航空機落下に対する防護について設計上考慮する必要がないと判断した（乙C103

(80頁), 乙C131 (8-1-541頁))。

ちなみに, 原子炉施設の上空は各種航空機に対する飛行規制等がなされており(乙F92, 乙F93), 原子炉施設に落下する可能性は他の地域に比べて十分低いと考えられるものの, 上記落下確率の算定に当たってはこうした事情は考慮しておらず, 上記落下確率は保守性を有している(乙E23(解説-8~解説-9頁))。

また, 被告は, 外部火災の評価として, 評価対象施設から一定程度離れた地点に航空機が落下した場合に発生する火災により, 本件3号炉の安全機能が損なわれないことも確認している(乙C103(71~72頁, 75~77頁))。

2 外部人為事象(故意によるもの。)に対する設計上の考慮

原子力利用に関する法令の規定からすれば, 原子力発電所を含む原子炉のテロリズムその他の犯罪行為に対する安全性の確保については, 基本的には国の責務であるが, 被告は, 原子炉等規制法, 国民保護法等を踏まえ, 故意による外部人為事象への対策を講じている。

(1) 可搬型重大事故等対処設備

設置許可基準規則は, 原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するための設備を設けること, 可搬型重大事故等対処設備について自然現象又はテロリズムによる影響を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管することを求めている(同規則7条, 43条3項5号(乙E6(15頁, 91頁)))。これを踏まえ, 被告は, 安全上重要な設備を含む区域を設定して侵入防止の障壁によって防護した上で, 巡視, 監視等を行うことにより接近管理及び出入管理を適切に行うとともに, 探知施設を設け, 警報, 映像等を集中監視し, 防護した区域内においても, 施錠管理により,

原子炉施設等の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な接近を防止している(乙C103(82~83頁), 乙C131(8-1-546頁))。さらに, 本件発電所に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え, 又は他の物件を損傷するおそれがある物件を持ち込むことを防止するため, 持込み点検を実施するとともに, サイバーテロを含む不正アクセス行為を防止するための必要な措置を講じている(乙C103(83頁), 乙C131(8-1-546~8-1-547頁))。また, 可搬型重大事故等対処設備については, その代替する機能に応じて適切な離隔距離を確保するなどして分散して保管している(乙C103(276~278頁), 乙C131(8-1-657~8-1-660頁))。

(2) 特定重大事故等対処施設

特定重大事故等対処施設は, 重大事故等対処施設のうち, 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合において, 原子炉格納容器の破損による工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を抑制するための施設であるところ(設置許可基準規則2条2項12号(乙E6(5頁))), 原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること(設置許可基準規則42条1号), 原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有するものであること(同条2号)及び原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生後, 発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間, 使用できるものであること(同条3号)が要求されている(乙E6(86頁))。また,

自然現象に対しては、基準地震動を一定程度超える地震動に対して頑健性を高めること、基準津波を一定程度超える津波に対して頑健性を高めることなどが要求されている（設置許可基準規則解釈42条2項、同39条4項、同40条2項（乙E6（82～83頁、84頁、86頁）））。

被告は、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して原子炉格納容器の破損を防止するための施設として、特定重大事故等対処施設を設置し、令和3年10月5日から運用を開始している（乙C151）。具体的には、①原子炉内の圧力を遠隔操作で下げる「減圧操作設備」、②原子炉容器及び原子炉格納容器への「注水設備」、③原子炉格納容器の破損を防止する「原子炉格納容器過圧破損防止設備（フィルタ付ベント設備）」、④上記①～③の設備を制御するための「緊急時制御室」、⑤原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備に電力を供給するための「電源設備（発電機）」等を設置している（乙C151（別紙1））。

(3) 体制の整備

重大事故等防止技術的能力基準¹⁶⁹において、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによって原子炉施設の大規模な損壊が生じた場合における体制の整備に関し、手順書の整備、当該手順書に従って活動を行うための体制及び資機材の整備が要求されている。被告は、こうした要求も踏まえ、原子炉建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる大規模な損壊が生じた場合における体制の整備を行っている（乙C103（422～427頁）、乙C131（10-

169 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」原子力規制委員会、平成25年6月19日

5-37~10-5-103頁))。

また、ミサイル攻撃等の大規模なテロ攻撃に対しては、国民保護法等に基づき、緊急処理事態として国が対策本部を設置し、原子力災害への対処、放射性物質による汚染への対処等に当たり、被告を含む原子力事業者は、国と連携してこれに対処することとしている。

3 本件3号炉は外部人為事象に対する安全を確保していること

- (1) 以上述べたとおり、本件発電所の敷地又はその周辺で想定される外部人為事象（故意によるものを除く。）として、敷地及び敷地周辺の状況を踏まえた評価を行った結果、航空機落下については、その確率が 10^{-7} 回/炉・年以下の設計上考慮する必要がない低頻度事象である。また、万が一、一定程度離れた地点に航空機が落下して火災が発生したとしても、本件3号炉の安全機能は損なわれない。（上記1）

また、外部人為事象（故意によるもの。）について、テロリズムその他の犯罪行為に対する安全性の確保は、基本的には国の責務であるが、被告は、安全上重要な設備を含む区域への侵入に対する安全を確保するとともに、万が一、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムのような事象が生じたとしても、事業者として必要な対策を講じている。（上記2）。

したがって、本件3号炉は、外部人為事象によって安全機能を喪失する蓋然性はなく、これに対する安全を確保している。

- (2) 本件3号炉が外部人為事象に対する安全を確保していることについては、原子力規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、設置許可基準規則6条3項及び設置許可基準規則解釈6条7項及び8項において、発電用原子炉施設の外部人為事象（故意によるものを除く。）に対する安全に関する要求事項を規定しているところ、本件3号炉がこれ

に適合していることを確認している（乙C103（75～77頁，80～81頁））。また，原子力規制委員会は，設置許可基準規則7条及び42条並びに設置許可基準規則解釈7条及び42条，重大事故等防止技術的能力基準2.1において，外部人為事象（故意によるもの。）に対する安全に関する要求事項を規定しているところ，本件3号炉がこれに適合することを確認している（乙C103（82～83頁，118～119頁，422～427頁））。

4 原告らの外部人為事象に関する主張について

原告らは，外部人為事象のうち航空機落下について主張するところ，これらの主張に理由がないことは，被告準備書面（27）で述べたとおりである。その要旨は以下のとおりである。

原告らは，航空機落下確率評価基準について，航空機事故に目を瞑ってよいとした基準であると言わざるを得ないなどと主張するが，同基準は，航空機落下の確率を評価する手法を示し，評価の結果，設計上無視しうる程度であれば航空機落下を設計上考慮する必要がないとしたものであって，航空機落下事故に目を瞑ってよいとするものではない。

また，原告らは，航空機落下の例を列挙し，航空機落下確率評価基準が示す航空機落下確率の算定手法について，確率を下げるため評価対象とする落下事故に関して不当な限定をしているかのように主張するが，いずれも原子力発電所における航空機落下確率を算定する上で合理的と考えられる限定を行っているものに過ぎない。

さらに，原告らは，被告の本件3号炉に係る航空機落下確率の評価と外部火災の評価における航空機落下確率とを照らし合わせて，被告の評価及び原子力規制委員会の審査が不合理であると主張するが，航空機落下による外部

火災の評価において評価対象施設と評価対象施設から一定程度離れた地点との間で航空機落下確率が異なるのは当然であり、原告らの主張は航空機落下による外部火災の評価の仕組みを正解しないものである。

第4章 平常運転時における被ばく低減対策

被告は、本件3号炉における核分裂反応等によって生じる放射性物質を、①ペレット、②燃料被覆管、③原子炉冷却材圧力バウンダリ、④原子炉格納容器、及び⑤コンクリート遮へい壁（アニュラス部）の五重の障壁によって閉じ込めているが、異常がなくとも、平常運転に伴い放射性廃棄物が生じ、このうち気体状及び液体状のものに含まれるごく微量の放射性物質は環境へ放出せざるを得ない。そこで、平常運転時においては、可能な限り放射性物質の放出を防止することが公衆の安全につながる。被告は、後述のとおり、平常運転時に放出する放射性物質を可能な限り低減するための対策を講じるとともに、放出する放射性物質の量を厳格に管理し、周辺環境への影響を監視するなどの対策を講じることで、平常運転時に放出される放射性物質を極めて低いレベルに抑制し、本件3号炉の平常運転時における安全を確保している。

以下では、まず、放射線のリスク（放射線の影響）とそれを踏まえた放射線防護の考え方について述べた上で、本件3号炉における平常運転時における被ばく低減対策について述べる。

第1 放射線の影響と放射線防護の考え方

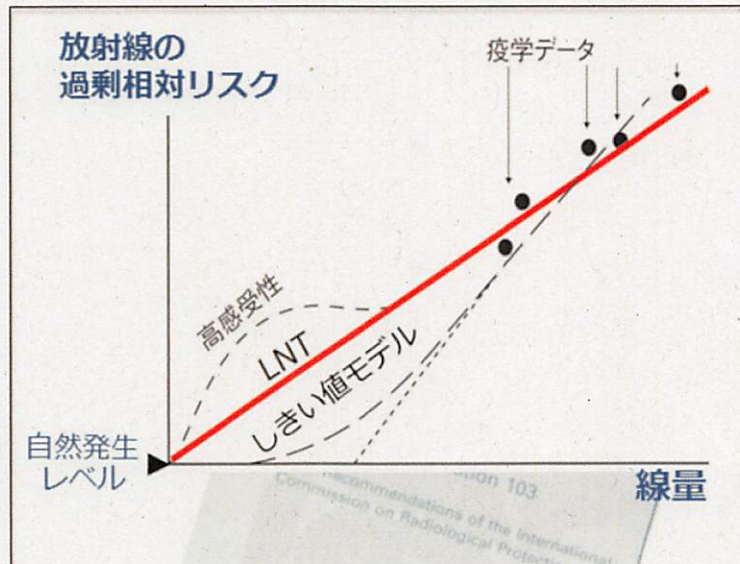
放射線による人体への影響は、その影響の現れ方によって、確定的影響と確率的影響とに分けることができる。

確定的影響は、一定以上の線量を被ばくしない限り発生することのない影響をいい、「しきい線量」が存在するのが特徴である。しきい線量を超えると影響の発生率は急激に増加する。確定的影響が現れる放射線の量は、影響を受け

る組織（身体の部位）等によっても異なるが、約100mSv以下ではいずれの症状も現れないとされる。（乙F29（85頁，86頁，97頁，165頁））

確率的影響は、低い線量でも発生の可能性がゼロではないと考えられている影響をいい、放射線防護においては、しきい線量はないと仮定されている。この仮定に基づくと理論上どんなに低い線量でも影響が発生する確率はゼロではないことになるが、100～200mSv以下の低線量域については、放射線被ばくによる確率的影響を疫学的に検出することが極めて難しいとされている（乙F29（84頁，86頁））。約100mSv以下の低線量被ばくについては、被ばくと発がんリスクとの因果関係が明確ではないことから、少ない放射線量でも発がんリスクが比例して増加するという説、あるしきい値以下であれば影響は出ないという説など様々な考え方があるところ（乙F29（166頁））、放射線防護に関する勧告を行う国際学術組織である国際放射線防護委員会（以下「ICRP」という。）は、低線量での確率的影響について、放射線防護における実用性、予防原則の観点から、「年間およそ100mSvを下回る放射線量において、委員会（被告注：ICRP）は、確率的影響の発生の増加は低い確率であり、またバックグラウンド線量¹⁷⁰を超えた放射線量の増加に比例すると仮定する」モデルを防護措置の前提として採用している（図56，乙F30（9頁，17頁），乙F29（165頁））。

170 我々は、日常生活の中での種々の自然発生放射線（例えば、宇宙線、地球上に存在する放射性物質、体内で自然発生している放射線等）に被ばくしており、一般的に、これらはバックグラウンド放射線と呼ばれている。そして、これらの放射線源から受ける線量をバックグラウンド線量という。



(乙F29 (166頁) から引用)

図56 低線量における放射線被ばくによる影響と直線しきい値なしモデル

確定的影響に対しては、放射線を受ける量を一定量（しきい値）以下に抑えることで回避することができることから、しきい値以下に抑えることが放射線防護の基本となる。一方、確率的影響に対しては、放射線を受ける量を有意なリスクの増加があるとされる年間約100 mSv以下に抑えるとともに、年間約100 mSv以下の放射線量についても、直線しきい値なしモデルの仮定のもと、合理的に達成可能な限り被ばく線量を低く抑えることが放射線防護の基本となる。そこで、放射線防護に当たっては、正当化の原則、最適化の原則及び線量限度の適用の原則が考慮される。正当化の原則とは、放射線防護に関する行為は、害よりも便益が大きくなるべきであるとする原則である。また、最適化の原則とは、被ばくの生じる可能性、被ばくする人の数及びその被ばくする線量の大きさは、全ての経済的及び社会的要因を考慮に入れながら、合理的

に達成できる限り低く保つべきであるとする原則（いわゆるALARA¹⁷¹の考え方）である。さらに、線量限度の適用の原則とは、計画被ばく状況（すなわち、平常時）においては、いかなる個人の被ばく線量も、ICRPの特定する適切な限度を超えるべきではないとする原則である。（乙F29（167～171頁）、乙F30（xvii～xviii頁））

ICRPは、線量限度の適用の原則について、平常時の被ばくの限度の基準（線量限度）が、カテゴリごとに示されている（例えば、実効線量として、一般公衆の被ばくについては、1mSv/年、職業被ばくについては、5年間の平均として20mSv/年、かつ、単年で50mSv/年以内）が、線量限度は、管理の対象となるあらゆる放射線源からの被ばくについて、その値を超えないように管理するための基準値であって、安全と危険の境界を示すようなものではない（乙F29（171頁）、乙F30（64頁）等）。

我が国においては、平常時において原子力事業者等が満たすべき一般公衆が受ける放射線量に係る法令上の規制値として、実用炉規則¹⁷²及び線量限度等を定める告示¹⁷³により、線量限度値である年間実効線量1mSv（乙E5（595頁））並びに努力目標として線量目標値指針で定められた線量目標値である年間実効線量0.05mSv（乙E2（430頁））が定められている。

念のため付言すると、線量限度の対象からは、管理の対象とならない自然放射線¹⁷⁴は除外される。また、医療行為による被ばく（例えば、CTスキャンを

171 「As Low As Reasonably Achievable」の略で、ICRPが示した「全ての被ばくは社会的、経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成可能な限り低く抑えるべきである」という放射線防護の基本思想。

172 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」昭和53年通商産業省令第77号

173 「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」原子力規制委員会、平成27年8月31日

174 地球で生活する限り、元々自然放射線による被ばくを受ける。その被ばく量は、内部被ばくも含めれば世界平均で2.4mSv/年（内部被ばく1.55mSv/年、外部被ばく0.87m

1回受けると、実効線量で2.4～12.9mSv程度被ばくする（乙F29（63頁））についても、正当化の原則を踏まえ除外される。

また、緊急時においては、被ばく以外のリスクも生じるため、被ばくによるリスクとそれ以外のリスクを比較衡量して最適化を図る必要がある。つまり、上記で述べた実用炉規則及び線量限度等を定める告示、線量目標値指針で定められた線量目標値は、平常運転時の状況において合理的に放射線被ばくに対するリスクの低減を達成するべく定められたものであり、被ばく以外のリスクも含めて全体のリスクの最小化を図る必要がある原子力災害対策においては、平常時とは異なった考え方で放射線防護を図らなければならない（上記告示や指針ではなく、原子力災害特別措置法6条の2に基づき原子力規制委員会の定める原子力災害対策指針等を踏まえ対策を講じることとなる。）（乙F29（164頁））。これについては、後記第8章第1で後述する。

第2 本件3号炉における平常運転時における被ばく低減対策

原子力発電所を運転すると必然的に放射性廃棄物が生じ、このうち気体状及び液体状のものに含まれるごく微量の放射性物質は環境へ放出せざるを得ないが、本件3号炉においては、この放射性物質の量を、ALARAの考え方に基づきできるだけ少なくするため、第1に、一次冷却材と接する主な配管や原子炉圧力容器の内部等に耐食性に優れた金属（ステンレス鋼）を使用することにより放射化生成物の発生原因となる鉄さび等の不純物の発生を抑制し、また化学体積制御設備で不純物等を除去することなどにより一次冷却材を浄化し（乙C131（8-5-2頁，8-5-12頁，8-5-133～8-5-1

Sv/年），日本平均で2.1mSv/年（内部被ばく1.47mSv/年，外部被ばく0.63mSv/年）である（乙F29（65頁））。また、例えば、人が居住している地域であっても、インドのケララ地方など、1mSvよりはるかに高線量の自然放射線源が存在する地域もある（乙F29（67頁））。

34頁)) , 第2に, 一次冷却系の機器, 配管等に十分な強度を持たせて, かつ管の接合部を全て溶接構造として漏えいの防止を図ることなどにより一次冷却材中に現れた放射性物質をできるだけ一次冷却系内部に閉じ込めるとともに, これをできるだけ捕捉し(乙C131(8-5-2~8-5-3頁, 8-5-12頁)) , 第3に, 上記化学体積制御設備による一次冷却材の浄化処理過程等において一次冷却系から分離した放射性物質について, 気体, 液体及び固体の各形態に応じて適切に処理している(乙C131(8-5-135~8-5-136頁) (なお, 放射性物質を環境へ放出するに際しては, その濃度を監視するとともに, 本件発電所敷地周辺(周辺監視区域境界付近)に設けたモニタリングポストなどにより環境における空間放射線量率等を監視している(乙C131(9-3-1~9-3-2頁)))) 。

そして, 気体及び液体廃棄物の放出に当たっては, 一般公衆が受ける放射線量について, 実用炉規則及び線量限度等を定める告示により定められた線量限度値(年間実効線量1mSv(乙E5(595頁))並びに努力目標として線量目標値指針で定められた線量目標値(年間実効線量0.05mSv(乙E2(430頁)))) を踏まえて, 被告は, 線量目標値指針等に従って算定した線量評価値(年間実効線量0.011mSv(乙C131(9-5-27頁))) に基づき, 気体及び液体廃棄物の放出管理目標値及び放出管理の基準値を保安規定に定め(乙F98((1)6-5~(1)6-6頁)) , 本件発電所敷地周辺(周辺監視区域境界付近)に設けたモニタリングポストなどにより環境における空間放射線量率等を監視して(乙C131(9-3-1~9-3-2頁)) , 実際の放出量がこれを下回るように管理している。そして, 本件発電所における実際の実効線量(令和4年度の実績は年間実効線量0.00003mSv(0.03μSv)) (乙F99(67頁)) は, 線量目標値指針等に従って算定し

た線量評価値を十分に下回っている。

第3 本件3号炉においては平常運転時における安全が確保されていること

以上述べたとおり、被告は、本件3号炉において、異常がなくとも平常運転に伴い放出せざるを得ない微量の放射性物質について、ALARAの考え方にに基づき、できるだけ少なくなるよう対策を講じている。その結果、実際の放出量に基づく線量評価値は、実用炉規則及び線量限度等を定める告示により定められた線量限度値、線量目標値指針等に従って算定した線量評価値と比較しても、十分に下回っている。

したがって、本件3号炉では、平常運転時における安全が確保されている。

第5章 事故防止に係る安全確保対策

上記第3章で述べたとおり、被告は、自然的立地条件が事故の誘因とならないよう、本件発電所の敷地及び敷地周辺の自然的立地条件を十分に把握した上で、把握した自然的立地条件を踏まえて、本件3号炉の安全機能を喪失しないよう安全を確保している。その上で、以下で述べるとおり、事故防止に係る安全確保対策を講じることで、異常発生時においても、五重の障壁をもって放射性物質を閉じ込め、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を防止することで、公衆の安全を確保している（乙D352（5～7頁））。この事故防止に係る安全確保対策によって、異常が発生する可能性自体小さく抑えられているし、異常が発生したとしても、その拡大を防止でき、仮に異常が拡大したとしても、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態は防止される。

したがって、本件3号炉において、放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性はなく、安全が確保されている。

第1 事故防止に係る基本的な考え方

原子力発電所において、放射性物質が環境中に大量に放出される危険性を顕

在化させないためには、仮に何らかの異常が発生した場合でも、放射性物質を閉じ込める五重の障壁の健全性を維持することが必要である。障壁の機能を維持するに当たって、原子力発電所は、核分裂反応によって発生する莫大な熱エネルギーを利用して発電しているため、異常が発生した場合には、まず、この核分裂反応を止めること（止める）が重要となる。また、核分裂反応を止めた後も、核分裂生成物が崩壊する際に崩壊熱が発生するので、炉心の冷却（冷やす）が重要となる。そして、万が一、原子炉冷却材圧力バウンダリの外に放射性物質を含む一次冷却材が漏えいするなど五重の障壁の障壁機能の一部に異常が生じたとしても、放射性物質を環境中に出さない（閉じ込める）ことが重要となる。（乙C154（4～6頁）、乙D352（7～8頁）、中川証人調書速記録（4～5頁））

そこで、被告は、本件3号炉について、事故防止に係る安全確保対策として、事故の原因やその発端となる異常が発生することを未然に防止する対策（異常発生防止対策）を講じた上で、仮に何らかの異常が発生した場合でも原子炉を確実に「止める」ことによりその異常を放射性物質の放出のおそれのある状態までには拡大させないための対策（異常拡大防止対策）を講じ、万が一、異常が拡大した場合であっても、原子炉を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ことにより、その影響を緩和し、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を防止するための対策（放射性物質異常放出防止対策）を講じている。これらの対策は、それぞれの段階について、前の段階で講じた対策が想定通りに機能しなかったと仮定し、次の対策を用意するという前段否定の考え方に立った上で、後続のレベルに期待せず当該レベルで異常の発生又は拡大を防止するという深層防護の考え方を採用している（乙D352（10頁））。

また、これらの対策に必要となる安全上重要な設備の信頼性は、上記第3章

で述べたとおり、自然的立地条件等に対する安全性を確保することで自然的立地条件が事故の誘因となることを防止した上で、偶発的な故障による影響を防止することで確保されている。偶発的な故障による影響は、次のとおり、①設備の信頼性を確保した上で、②多重性又は多様性及び独立性を有する設計とすることで防止している。

① 安全上重要な設備は、自然的立地条件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設計を行っている。また、設備の使用開始前の時点における確認だけでなく、使用開始以降の保守・点検を通じて健全性及び性能を確認、維持している。こうすることによって、偶発的な故障の発生をできるかぎり抑制している。(乙D352(9頁))

② その上で、単一故障を仮定し、これに備えて多重性又は多様性及び独立性を有する設計とし、偶発的な故障、破損が発生したとしても安全機能が失われないようにしている。

単一故障の仮定とは、単一の原因によって1つの機器が所定の安全機能を失うことを想定するとともに、従属要因、すなわち、その1つの機器が所定の安全機能を失うことで必然的に発生する要因(他の機器の安全機能に影響を及ぼす要因)も当然に想定している。

また、多重性とは、同一の機能を有する同一の性質の系統又は機器が2つ以上あることを、多様性とは、同一の機能を有する異なる性質の系統又は機器が2以上あることを、独立性とは、二以上の系統又は機器が設計上考慮する環境条件及び運転状態において、共通要因(1つの要因)又は従属要因によって、同時にその機能が阻害されないことをそれぞれ指す。安全上重要な

設備は、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計とすることで、単一故障を仮定しても、発電所として有する安全機能が損なわれることはない。

(以上、乙C131(8-1-7~8-1-8頁),乙C154(8~10頁),
乙D352(9頁))

被告は、本件3号炉において、異常発生時においても放射性物質が環境中に大量に放出される事態を防止するため、建設当初からの設計の考え方として、以上のような事故防止に係る安全確保対策を講じており、運転の開始以降も、自然現象に係る最新の知見や、国内外のトラブル情報をはじめとした発電所の安全性向上に資する様々な知見を不断に収集・分析するとともに、設備設計、運転管理・保守管理の継続的な改善を図りながら運転を継続してきた(乙C154(3頁,12頁),乙D352(33~34頁))。

第2 事故防止に係る安全確保対策の各対策の詳細

1 異常発生防止対策

原子力発電所の事故防止に係る安全確保対策の基本は、異常発生時においても放射性物質を閉じ込める五重の障壁の健全性を維持することにあるが、原子炉の安定した運転を維持し、そもそも異常が発生すること自体を未然に防止することが、事故防止の観点からは極めて重要である。そのため、被告は、本件3号炉において原子炉の安定した運転を維持し、放射性物質を閉じ込める機能を有する設備の健全性を確保するための異常発生防止対策を講じている。(乙C154(6~7頁))

(1) 原子炉の安定した運転を維持するための対策

ア 自己制御性を有する原子炉の採用

本件発電所では、何らかの原因で核分裂反応が増加した場合、その核分裂反応が常に自動的に抑制されるという性質、すなわち自己制御性を

有する原子炉を採用している。

この自己制御性には、まず、減速材に水を使用することによる「減速材の温度効果（密度効果）」がある。本件3号炉のような加圧水型軽水炉では、減速材として軽水を用いているところ、何らかの原因で核分裂反応が増加すると、原子炉内において、減速材である水の温度が上がり、体積が膨張し水分子の密度が減少することで減速効果が低下して、核分裂反応の増加は抑制される。反対に、核分裂反応が減少した場合には、この性質が逆向きに作用し、核分裂反応の減少は抑制される。

次に、原子炉内に装荷する燃料として低濃縮ウランを使用することによる「燃料のドップラー効果」がある。低濃縮ウランは、核分裂しにくいウラン238が燃料の大部分を占めているところ、ウラン238には、その温度が上昇すると中性子を吸収しやすくなるという性質がある。ウラン238が中性子を吸収すると、その分、核分裂反応をするウラン235に中性子が吸収されにくくなるため、核分裂反応の増加が抑制される。反対に、核分裂反応が減少した場合には、この性質が逆向きに作用し、核分裂反応の減少は抑制される。

以上の減速材の温度効果(密度効果)と燃料のドップラー効果により、温度が上昇すると自動的に核分裂反応が抑制され、温度が下がると自動的に核分裂反応が促進されることとなり、安定した原子炉の運転が可能となる。(乙C131(8-1-11頁, 8-1-91~8-1-92頁, 8-3-45~8-3-46頁), 乙D352(10~11頁))

イ 原子炉出力等の安定制御

原子炉の安定した運転を維持するということは、原子炉の出力、圧力等を安定して制御することである。このため、本件3号炉では、制御棒

制御系、加圧器圧力制御系等の設備を設けている。本件3号炉では、炉心を冷却する一次冷却材と中性子を減速させるための減速材を同じ水が兼ねているところ、この水に中性子を吸収するほう素を添加している。運転中の原子炉出力は、通常、制御棒を炉心から引き抜いた状態で、一次冷却材のほう素濃度を調整することで比較的緩やかな反応度の変化を制御しているが、タービン出力が変化するなど短時間で原子炉出力を調整する必要が生じた場合には、制御棒制御系によって制御棒を自動で上下駆動させることによって安定的に制御される。一次冷却材の圧力についても、加圧器圧力制御系によって、あらかじめ設定した圧力に維持されるよう自動的に制御される。これらの計測・制御設備は中央制御室の制御盤に配置しており、運転員が常時これらを監視、制御している。(乙C131(8-6-1頁, 8-6-3~8-6-6頁), 乙D352(11頁))

ウ 誤作動及び誤操作を防止するシステムの採用

本件3号炉では、誤作動や誤操作による異常の発生を防止するため、異常が発生した場合に常に安全側に作動するフェイル・セーフ・システムや、一定の条件が揃わなければ操作しようとしても動かないようなインターロック・システムの仕組みを採用している。

フェイル・セーフ・システムの例としては、電源が失われた場合、制御棒を原子炉容器の上部で保持する制御棒クラスタ駆動装置の電源が遮断され、その結果、制御棒が自重で落下し、炉内に挿入されるという仕組みが挙げられる。

インターロック・システムの例としては、運転員が制御棒を引き抜く操作をしようとしても、既に一定以上の出力状態にある場合には、シス

テム上、制御棒を引き抜く操作ができないという仕組みが挙げられる。

また、安全上重要な設備の制御盤は中央制御室に集中して設けるとともに、システムごとにグループ化した配列や色分けによる識別等を行うことにより、運転員が容易に操作できる設計としている。

(以上、乙C131(8-1-1頁, 8-1-8~8-1-9頁, 8-6-1~8-6-2頁, 8-3-32頁, 8-6-9頁), 乙D352(12頁))

(2) 放射性物質を閉じ込める機能を有する設備の健全性確保

放射性物質を閉じ込める機能を有する設備は、原子炉の運転に伴い生じる様々な温度、圧力等の条件下においてもその健全性を維持する必要がある。このため、放射性物質を閉じ込める機能を有する設備は、熱的影響による焼損及び溶融、機械的影響(圧力上昇等)による破損、化学的影響による腐食等により健全性が失われることのないよう、その設計において十分な余裕を持たせるとともに、運転を開始した後も検査等によりその健全性を確認している。(乙C131(8-5-2~8-5-4頁, 8-5-19頁, 8-5-133~8-5-136頁), 乙D352(12頁))

2 異常拡大防止対策

本件3号炉では、異常発生防止対策を講じているにもかかわらず運転中に何らかの異常が発生した場合においてその異常を拡大させないため、異常の発生を早期に検知し、原子炉を安全に止め、原子炉の冷却を継続する異常拡大防止対策を講じている。

(1) 異常の早期検知

何らかの異常が発生した場合、その異常の発生を早期に、かつ、確実に検知することが重要である。そのため、本件3号炉では、炉心の状況を監

視するための原子炉計装設備、一次冷却材等の温度、圧力、流量、水位等を測定するプロセス計装設備等を設置している。これにより、原子炉の状況及び一次冷却材の温度、圧力、流量、水位等の変化が示す異常の兆候を検出器で検知した場合には、中央制御室の制御盤に警報を発することにより、24時間体制で運転状況を監視している運転員は、直ちに原子炉の停止などの適切な対応をとることができる。(乙C131(8-6-11~8-6-30頁, 8-6-59頁), 乙D352(12~13頁))

(2) 原子炉の停止と冷却

上記で述べた検出器が異常の発生又は異常の兆候を検知した場合には、必要に応じ、運転員が手動で原子炉の停止操作を行い、制御棒を炉心に挿入して原子炉を停止する。

一方、燃料被覆管や原子炉容器の健全性に重大な影響を及ぼすおそれがある異常が発生した場合には、自動で原子炉を停止する仕組みとなっている(乙C131(8-6-51~8-6-61頁, 8-6-139頁))。すなわち、核分裂の状況や一次冷却材の流量等を監視する検出器で検知した値があらかじめ定めた設定値を超えた場合には、原子炉保護設備から原子炉トリップ信号が発信され、制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断されて制御棒クラスタを保持する力がなくなることにより、制御棒クラスタが自重で落下して制御棒が挿入されることで、原子炉は緊急停止する。設定値は、例えば、地震発生時の設定値は、本件3号炉の原子炉補助建屋地下2階床において水平動190ガル若しくは鉛直動90ガル又は原子炉建屋3階床において水平動390ガルと、基準地震動 S_s による最大加速度に対して十分に低いレベルに設定している(基準地震動 S_s による最大加速度は、それぞれ約650ガル, 約460ガル, 約1300ガル。)

原子炉の停止に伴い核分裂反応による熱の発生は停止するものの、核分裂生成物の崩壊に伴う崩壊熱は発生し続けるため、この崩壊熱を確実に除去できるよう原子炉の冷却手段を確保することが重要となる。

原子炉の冷却は、蒸気発生器を介して一次冷却材の熱を二次冷却材に伝えることにより行い、一定の温度及び圧力まで低下した後は、余熱除去系を用いた一次冷却材の熱除去に切り替えて冷却を継続して、低温での停止状態とする。

通常の停止操作手順としては、原子炉停止後、通常運転時に用いる主給水ポンプによる給水を継続するという手順を取る。一方で、異常発生時に蒸気発生器を用いて原子炉を冷却することに特化した安全上重要な設備として、補助給水ポンプをはじめとする補助給水設備を設置しており、何らかの異常が発生した場合にはこれを用いて蒸気発生器へ給水して、原子炉を冷却する。補助給水ポンプは、電動のものが2台、交流電源が不要なタービン動のものが1台あり、それぞれが独立して機能し、いずれか1台でも機能すれば十分に冷却できる性能を有している。また、タービン動補助給水ポンプは、交流電源が不要であるため、万が一全交流動力電源喪失に至った場合であっても冷却を継続することができる(乙C154(10～11頁))。

(以上、乙C131(8-5-163頁, 8-5-165頁, 8-5-177～8-5-178頁), 乙D352(13～15頁))

3 放射性物質異常放出防止対策

異常発生防止対策及び異常拡大防止対策を講じているにもかかわらず運転中に何らかの異常が発生し、その異常が拡大した場合であっても、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を防止するため、本件3号炉においては、

異常が拡大した場合においても、原子炉を冷やし、放射性物質を閉じ込めるための放射性物質異常放出防止対策を講じている。

(1) 原子炉の冷却

本件3号炉では、LOCA¹⁷⁵のような異常が発生し、一次冷却材が減少して原子炉を冷却する機能が低下した場合であっても、原子炉にほう酸水を注入して原子炉を冷却し続けることで、燃料の重大な損傷を防止し、放射性物質の環境への大量の放出を防止することができるよう、非常用炉心冷却設備（以下「ECCS」という。）を設けている。ECCSは、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系から成り、それぞれが複数の系統を設け、多重性及び独立性を有した信頼性の高い設計としている。高圧注入系及び低圧注入系のポンプは、外部電源が喪失した場合であっても、独立した2系統の非常用ディーゼル発電機から受電することができ、原子炉圧力等に異常を検知した場合には、非常用炉心冷却設備作動信号により自動起動する（乙C131（8-5-30～8-5-32頁））。蓄圧注入系は、LOCA等が発生し、一次冷却系の圧力が低下すると、予め蓄圧タンク内に封入した窒素ガスの圧力によって自動的にほう酸水が注入される仕組みとなっており、電源等の駆動源を必要としない。

また、高圧注入系及び低圧注入系の水源は、燃料取替用水タンクであるが、燃料取替用水タンクの水位が低くなると、水源を格納容器再循環サンプに切り替え、原子炉格納容器の下部で回収した水を水源として再利用し、注水を継続することができる。

（以上、乙C131（49～50頁、8-5-28～8-5-32頁、1

0-3-6~10-3-20頁), 乙D352 (15頁))

(2) 放射性物質の閉じ込め

LOCAのように一次冷却系外に放射性物質が放出される事態においては、原子炉格納容器及びコンクリート遮へい壁が放射性物質を閉じ込める障壁となる。

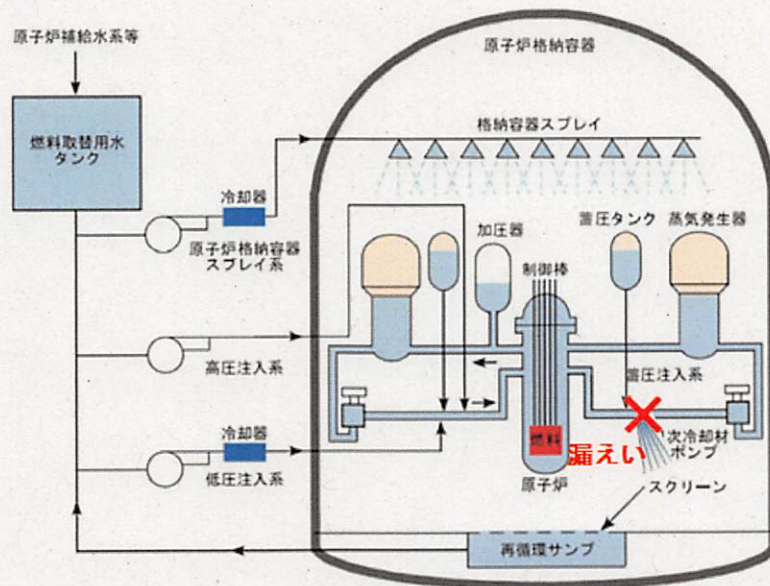
原子炉格納容器は、気密性及び耐圧性に優れた十分な容積を有する炭素鋼製の円筒形容器であり、LOCA等が発生した場合には圧力障壁となり、放射性物質の放出に対する障壁となる。その外側には、鉄筋コンクリート造のコンクリート遮へい壁を設置し、原子炉格納容器との間に設けた密閉された円環状空間であるアニュラス部が放射性物質の放出に対する更なる障壁となる。(乙C131 (8-9-1~8-9-9頁))

LOCA等が発生した場合、一次冷却材配管等から放射性物質を含む一次冷却材が高温、高圧の水蒸気となって放出され、原子炉格納容器内の温度・圧力が上昇する。本件3号炉では、原子炉格納容器内の温度・圧力の上昇を抑制し、閉じ込め機能を維持するため、原子炉格納容器スプレイ設備を設けており、圧力が上昇した場合には、原子炉格納容器スプレイ設備が自動でほう酸水を原子炉格納容器内にスプレイし、原子炉格納容器内雰囲気(原子炉格納容器内の気相部)の水蒸気を凝縮させて温度・圧力を下げること、原子炉格納容器の健全性を保つことができる。また、スプレイ水により原子炉格納容器内に浮遊する放射性物質を取り込み、除去すること、放射性物質の漏えい量を抑制することができる。原子炉格納容器スプレイ系の水源は、ECCSの高圧注入系や低圧注入系と同様に、燃料取替用水タンクを利用しており、同タンクの水位低下後は原子炉格納容器内の再循環サンプルを利用することができる。(図57)(乙C131 (8-

9-11~8-9-16頁))

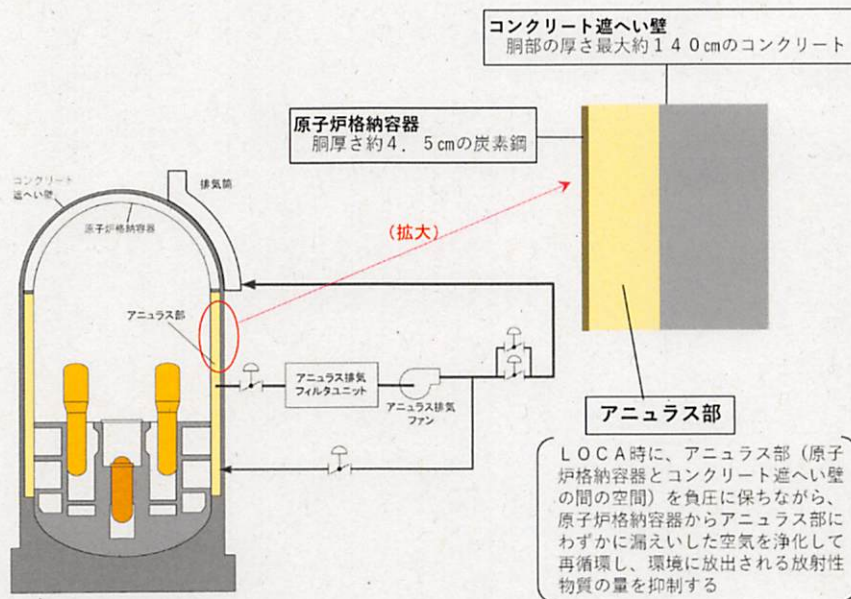
さらに、アニュラス空気再循環設備によって、アニュラス部を負圧（外部よりも低い圧力）に保つことにより原子炉格納容器からアニュラス部にわずかに漏えいする放射性物質の外部への漏えい量を抑制できる。アニュラス空気再循環設備は、ヨウ素除去効率95%以上、粒子除去効率99%以上の性能をもち、アニュラス部から外部へ漏えいする空気中の放射性物質を除去する。(図58, 乙C131 (8-9-17~8-9-31頁))

(以上, 乙D352 (15~17頁))



(乙D352 (16頁) から引用)

図57 非常用炉心冷却設備及び原子炉格納容器スプレイ設備



(乙D352(17頁)から引用)

図58 アニュラス部

第3 本件3号炉では、異常が発生して放射性物質が環境中に大量に放出される事態に至ることがないように安全が確保されていること

以上述べたとおり、被告は、事故防止に係る安全確保対策を講じることによって仮に何らかの異常が発生した場合でも、五重の障壁の障壁機能を維持し、放射性物質の環境への異常な放出を防止している。

すなわち、「異常発生防止対策」によって、原子炉の安定した運転を維持し、ペレット、燃料被覆管及び原子炉容器の障壁の中に放射性物質を閉じ込める(上記第2の1)。仮に本件3号炉において何らかの異常が発生した場合には、「異常拡大防止対策」によって、原子炉を「止める」ことで、放射性物質が環境中に大量に放出されることがないように、確実にペレット、燃料被覆管及び原子炉容器の障壁の中に閉じ込める(上記第2の2)。さらに、万が一、何らかの異常が発生・拡大し、一部の放射性物質が原子炉容器の障壁の外に

流出した場合においても、「放射性物質異常放出防止対策」により、原子炉を「冷やす」ことによって炉心の著しい損傷を防ぎ（大部分の核分裂生成物はペレット、燃料被覆管及び原子炉容器内に保持される。）、原子炉格納容器及びコンクリート遮へい壁によって放射性物質を「閉じ込める」ことで、放射性物質が環境中に大量に放出されることがないように確実に閉じ込める（上記第2の3）。

このように、本件3号炉においては、異常が発生する可能性自体小さく抑えられているし、異常が発生したとしても、その拡大を防止でき、仮に異常が拡大したとしても、放射性物質が環境中に大量に放出される事態は防止される。

したがって、本件3号炉では、異常が発生して放射性物質が環境中に大量に放出される事態に至ることがないように安全が確保されている。

第6章 福島第一原子力発電所事故後の安全確保対策

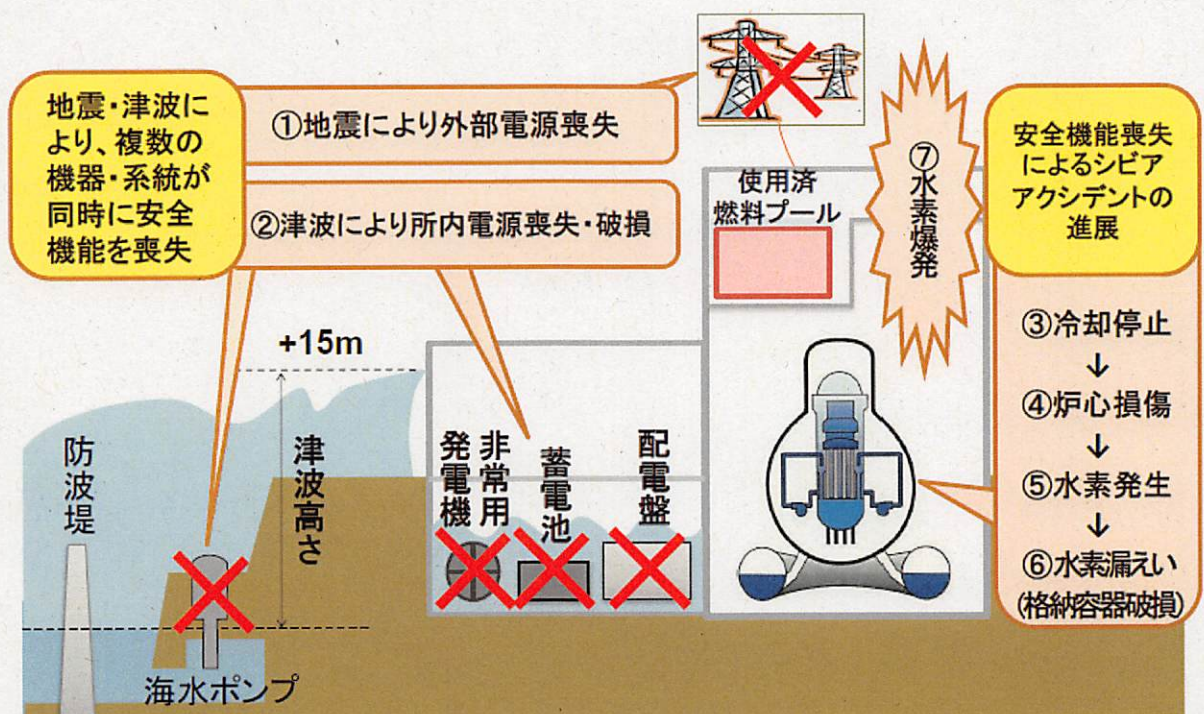
本件3号炉では、放射性物質が環境中に大量に放出される事態に至ることがないように第5章で述べた事故防止に係る安全確保対策を講じているところ、被告は、福島第一原子力発電所事故の発生を踏まえて、これを更に強化して安全性の向上を図っている。その上で、更なる安全確保対策として、重大事故等の発生を仮定しても、炉心の損傷を防止し、原子炉格納容器の破損を防止して放射性物質を閉じ込めるための重大事故等対策を講じて、本件3号炉において放射性物質が環境中に大量に放出される事態に至ることがないように、万全を期している。

第1 福島第一原子力発電所事故と規制の強化

1 福島第一原子力発電所事故の概要

東北地方太平洋沖地震の際、福島第一原子力発電所では、地震動を検知して直ちに原子炉は停止したところ、地震により外部電源を失ったため、代わ

りに非常用ディーゼル発電機が作動して交流動力電源を供給し、原子炉の冷却をしていた。しかしながら、その後襲来した津波によって、非常用ディーゼル発電機が停止し、同時に原子炉の熱を海に逃すための海水ポンプも破損した。さらに、原子炉の冷却にかかわる注水、減圧等に必要な直流電源を損傷・喪失した結果、事故防止に係る安全確保対策による冷却ができず、炉心の著しい損傷に至り、最終的には、原子炉格納容器及び原子炉建屋も破損し、放射性物質の閉じ込めに失敗したため、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態に至った。(図59、乙A4(42~44頁)、乙D352(17~18頁))



(乙A4(44頁)から引用)

図59 福島第一原子力発電所事故の概要

2 福島第一原子力発電所事故を踏まえた規制要求の強化

(1) 新規制基準の制定経緯

平成24年6月20日、原子力規制委員会設置法（以下「設置法」という。）が成立し、同法附則15条ないし18条に基づき、原子炉等規制法の改正・施行が順次行われた。

ア 新たに発足した原子力規制委員会は、国家行政組織法3条2項に基づき、いわゆる3条委員会として高度の独立性が保障され（設置法2条）、原子炉に関する規制をはじめ原子力利用における安全の確保を図るために必要な施策の策定・実施を一元的に司り（設置法1条及び4条）、その運営に当たっては、情報の公開を徹底する（設置法25条）こととされた。原子力規制委員会は、委員長及び委員4人をもって組織され（設置法6条）、委員長及び委員は、人格が高潔であって、原子力利用における安全の確保に関して専門的知見及び経験並びに高い識見を有する者のうちから、両議院の同意を得て、内閣総理大臣が任命し（設置法7条）、独立してその職権を行う（設置法5条）。

このように、原子力規制委員会は、内閣の個別的な指揮監督権が排除されていることに加え、委員長及び委員の任免を国会同意人事とすることにより、任期中は任命権者の一存で委員長及び委員を罷免することができなくなり、身分保障の観点からも独立性が高められている。

また、原子力規制委員会には、その事務を処理させるため、事務局として原子力規制庁が置かれ、原子力規制庁長官は、委員長の命を受けて、庁務を掌理する（設置法27条）。原子力規制庁の職員については、原子力利用における安全の確保のための規制の独立性を確保する観点から、原子力規制庁の幹部職員のみならず、それ以外の職員についても、原子

力利用の推進に係る事務を所掌する行政組織への配置転換を認めないこととされる（設置法附則6条2項）。

（以上、乙A4（3～4頁））

イ また、原子力利用における安全確保について、設置法は、「事故の発生を常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしなければならない」という認識に立って、確立された国際的な基準を踏まえて原子力利用における安全の確保を図る」（設置法1条）と規定しているところ、同委員会の組織理念において、「原子力規制委員会は、・・・原子力の安全管理を立て直し、真の安全文化を確立すべく、設置された。原子力にかかわる者は・・・常に世界最高水準の安全を目指さなければならない」とされた（乙E10）。

ウ 福島第一原子力発電所事故の原因については、様々な機関により調査・検討され、「東京電力福島原子力発電所事故調査委員会」（国会事故調）による調査報告書（甲10）、政府事故調による調査報告書（甲640、甲686、甲747）等が取りまとめられた。また、福島第一原子力発電所事故の発生以降、原子力安全委員会においては、「原子力安全基準・指針専門部会」の下に設置された「安全設計審査指針等検討小委員会」（平成23年7月15日から平成24年3月15日にかけて計13回にわたり開催）、原子力安全・保安院が設置、開催した「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会」（平成23年10月24日から平成24年2月8日まで計8回にわたり開催）、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方に係る意見聴取会」（平成24年2月から8月にかけて計7回開催）において、海外の規制情報、福島第一原子力発電所事故の技術的知見、

今後の規制に反映すべきと考えられる事項等について、検討が行われ、あるいは報告書が取りまとめられるなどした。さらに、原子力安全・保安院は、「地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会」（第2回から「地震・津波に関する意見聴取会」と改称）及び「建築物・構造に関する意見聴取会」を設置、審議を行い、報告書を取りまとめた。（乙A4（41頁，45～51頁））

このような状況の中で平成24年9月に発足した原子力規制委員会は、同委員会の下に「発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討チーム」、地震津波基準検討チーム等が置かれ、新規制基準の検討が行われた。各チームの会合には、原子力規制委員会担当委員、多様な学問分野の外部専門家をはじめ、原子力規制庁及び原子力安全基盤機構の職員らが出席し、それぞれ約8か月間、回数にして12回から23回にわたり会合が開かれ、議論が重ねられた。なお、外部専門家については、「原子力規制委員会が、電気事業者等に対する原子力安全規制等に関する決定を行うに当たり、参考として、外部有識者から意見を聴くに当たっての透明性・中立性を確保するための要件等について」（乙E11）に基づき、透明性・中立性を確保するため、電気事業者等との関係について自己申告を行うことが求められ、申告内容は同委員会のウェブサイト上で公開された。また、新規制基準の検討に当たっては、意見公募手続（パブリックコメント）が2度にわたって行われ、原子力規制委員会規則等に加え、同委員会の内規（審査基準に関する内規、規制基準に関連する内規及び許認可等の手続に関連する内規）についても、同手続の対象とされた。（乙A4（42頁，51～57頁），乙D227，乙F18）

(2) 新規制基準の概要

原子炉等規制法は、改正により、同法1条に、「原子力施設において重大な事故が生じた場合に放射性物質が異常な水準で当該原子力施設を設置する工場又は事業所の外へ放出されることその他の核原料物質、核燃料物質及び原子炉による災害を防止し」、「原子炉の設置及び運転等に関し、大規模な自然災害及びテロリズムその他の犯罪行為の発生も想定した必要な規制を行う」等の文言が明記された。また、原子力規制委員会が、設置許可基準に係る規則を定めること(原子炉等規制法43条の3の6第1項4号)、当該基準に適合していない場合には、発電用原子炉の設置者に対して、使用停止等の処分を行うことができる旨規定すること(原子炉等規制法43条の3の23第1項。いわゆる「バックフィット制度」)、40年の運転期間の制限の原則を設けること(原子炉等規制法43条の3の32)などの改正が行われた。

新規制基準では、原子力発電所における安全確保に関し、より保守的な考慮を行うことなどにより結果として地震及び津波への備えが強化されたほか、設計上考慮すべき事象の想定が追加・強化された。また、万一重大事故等が発生した場合においても、放射性物質が環境中に大量に放出されるような事態に進展しないようにするための対策を規制要求するなど、福島第一原子力発電所事故により得られた知見を反映した諸対策が規定された。

(以上、乙D352(18～19頁))

第2 事故防止に係る安全確保対策の強化

福島第一原子力発電所事故における教訓の1つとして、津波の脅威に対して適切に防護できていなかった結果、原子炉を「止める」機能を除き、安全上重

要な機能がいずれも喪失し、炉心の著しい損傷に至る事態を食い止めることができなかつたばかりでなく、多重の障壁の機能も維持できなかつたことが挙げられる。

そこで、被告は、本件3号炉において、福島第一原子力発電所事故の教訓、新規制基準の制定を踏まえ、安全性を更に向上させる観点から、上記第5章で述べた事故防止に係る安全確保対策を強化した。

被告は、本件発電所に係る自然的立地条件を十分に把握し、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、自然的立地条件によってその安全機能を失うことがないことを確認してきた。しかしながら、福島第一原子力発電所事故では、津波の脅威に対して適切に防護できていなかったことが直接的な原因となったことを踏まえ、地震、津波等の自然的立地条件に対してより余裕を持たせた評価を行い、これに対する安全性を確保した。例えば、中央構造線断層帯の地震動評価に係る断層長さについて、従前は、敷地前面海域の断層群を西端としていたところ（全体で約360km）、敷地前面海域の断層群に西端で接する別府-万年山断層帯を含むより長い区間（約480km）での連動を想定するなど、これまで以上に不確かさに対する考慮を手厚くして基準地震動を新たに策定した上で（最大加速度で比較すると、従前の570ガルから650ガルとなった。）、これに対する耐震評価を実施し、必要なものは耐震性向上工事を実施した。また、津波について、中央構造線の海域活断層による津波に加えて地すべりによる津波の重畳を考慮するなどの厳しい条件においても、津波の高さは本件発電所の敷地高さ（標高+10m）未満であることを確認した上で、更に標高+14.2mまで浸水防止対策を講じた。加えて、地震、津波だけでなく、その他本件発電所に影響を与える可能性がある事象について、改めて洗い

出しを行い、その影響を評価するとともに、その影響が共通要因故障の原因とならないよう、新たな対策を講じた。例えば、福島第一原子力発電所事故以前は考慮していなかった竜巻を新たに考慮し、竜巻の影響によって安全上重要な設備の機能が損なわれないよう防護壁の設置等の対策を講じた。

また、自然的立地条件以外にも、安全上重要な設備の安全機能を失う共通要因となり得る火災や溢水に対する対策も強化した。火災に対する対策のうち、外部火災に対する対策として、森林火災による本件3号炉への延焼を防止するため、敷地境界付近に防火帯（約35m以上）を新たに確保した。また、内部火災への対策として、安全上重要な設備への不燃材料の使用、難燃性ケーブルの使用、安全上重要な設備を設置する区域への持ち込み可燃物の管理など、火災の発生を防止する対策を行うとともに、安全上重要な設備を設置している区域には、異なる種類の火災感知器の追加設置や自動消火設備の増設等、火災の感知及び消火のための対策を実施した。さらに、火災の影響軽減対策として、安全上重要な設備やそのケーブルに対して、離隔距離の確保、耐火隔壁等による分離を行うことで延焼防止を図っている。火災時の煙の充満等により消火活動が困難となる区画には、基準地震動に対する耐震性を有するとともに、系統分離に応じて独立性を考慮したハロン自動消火設備を新たに設置した。溢水対策については、消火のための放水、地震等による容器、配管等の破損で生じた溢水又は蒸気により、多重性又は多様性を有する安全上重要な設備が同時に安全機能を喪失しないよう、当該設備を別区画でそれぞれ没水しない高さに設置するとともに、水密扉の設置や配管貫通部の止水措置等の浸水防止対策を実施した。（乙C131（31～41頁，66～71頁，98～109頁），乙C132（11～18頁））

さらに、福島第一原子力発電所事故において、その機能喪失が事故の大きな

要因となった電源設備についても強化した。具体的には、非常用ディーゼル発電機及びその附属設備は、福島第一原子力発電所事故以前は、外部からの支援なしにそれぞれ定格出力で3.5日にわたって連続して給電できるよう燃料を貯蔵していたところ、福島第一原子力発電所事故後は、それぞれ定格出力（各6200kW）で7日間以上にわたって連続して給電できるよう、重油タンクを増設した（乙C131（62～63頁））。これを定格出力ではなく、例えば、重大事故等に至った場合に非常用ディーゼル発電機からの供給を期待する設備に限って、これらすべてを同時使用した場合の負荷でも4529kW（現実にはすべてを同時に用いることは考え難い。）であること（乙C157（資40-7～資40-9頁））を踏まえると、現実的には外部からの支援なしに運転可能な期間は更に延びることとなる（中川証人調書速記録（56頁））。また、異常発生時において第一義的に期待する電源設備ではないものの、外部電源についても福島第一原子力発電所事故において、付近の盛り土の大規模崩落が原因で、福島第一原子力発電所に接続する送電線を架線していた鉄塔が倒壊したことを踏まえ、送電線路の鉄塔基礎の安定性を確認、確保した（乙C103（114～115頁）、乙C131（8-10-40～8-10-42頁））。（以上、乙C68、乙D352（19～22頁））

第3 更なる安全確保対策

福島第一原子力発電所事故においては、外部電源及び非常用ディーゼル発電機が機能喪失、すなわち全交流動力電源喪失といった基本設計上考慮されていない状況に至った後において、このような状況を想定した対策がなく、電源車のつなぎ込みや消防車を利用した注水等も予め手順が整備されていなかったため、実施に手間取るといったことが起きた。

このような福島第一原子力発電所事故の教訓も踏まえて、被告は、上記第2

で述べたとおり、従前から講じていた事故防止に係る安全確保対策を強化したところであるが、深層防護の観点から、それでもなお万が一事故防止に失敗するような状況に至る場合を想定した更なる対応として重大事故等対策を整備した。

1 重大事故等対策の位置付け

本件3号炉を含め原子力発電所の基本設計としては、①異常発生の防止のための対策を講じ、②それでもなお異常が現れた場合には、異常の拡大及び事故への進展の防止のための対策を講じ、③それでもなお異常が拡大した場合に、周辺環境への放射性物質の異常放出防止のための対策を講じている。安全上重要な設備について、共通要因故障を防止した上で、多重性又は多様性及び独立性を有する設備とすることにより、現実には発生する可能性のある様々な異常を包絡して想定された設計基準事故に対して対策を講じている。被告は、これらの対策について、上記第2で述べたとおり、福島第一原子力発電所の事故を踏まえて強化しているもので、これら全ての対策が失敗し、炉心損傷等の重大事故等に至る可能性は極めて低いと考える。その上で、重大事故等対策は、設計上、多重性又は多様性及び独立性を有する設備によって信頼性の高い対策を講じているにもかかわらず、あえてこれを否定して、これらの対策が失敗した場合にはどのような対応が考えられるのか、その対策や手段を整理・整備しているものである。

そして、深層防護の観点からは、更に、原子炉格納容器が破損し放射性物質が環境中へ大量に放出されるような事態の発生に備えた措置として、放射性物質拡散抑制対策を講じている。

(以上、乙C154(22～23頁)、乙D352(24～25頁)、中川証人調書速記録(10～11頁))

2 重大事故等対策で活用する設備

被告は、本件3号炉において重大事故等対策を整備するに当たって、新たな設備を追加設置するとともに、既存の設備を最大限活用するための手順を整備した。また、常設の設備だけではなく、状況に応じて柔軟な活用が可能となる可搬型設備を整備した。

(1) 電源の確保

本件3号炉では、外部電源が喪失した場合には、非常用ディーゼル発電機によって必要な電力を供給することが基本的な設計となっている。非常用ディーゼル発電機は、安全上重要な設備として、共通要因故障による機能喪失を防止した上で、多重性と独立性を備えた2台を設置している。重大事故等対策においては、深層防護の観点からあえてこれらが同時に機能喪失する状態を仮定した対策を整備している。

具体的には、空冷式非常用発電装置を設置するとともに、可搬型設備である電源車を設置することで電源の多様化を図っている(乙C131(276~277頁))。これらにより新規制基準に適合する重大事故等対策を講じていたところ、電源の重要性に鑑み、非常用ガスタービン発電機を追加設置することで、電源の更なる信頼性を確保した(乙C131(275~276頁)、乙C150)。なお、非常用ディーゼル発電機は水冷式であるのに対して、空冷式非常用発電装置及び非常用ガスタービン発電機はいずれも空冷式であり、冷却方式について多様性を持っている(乙C131(280頁))。さらに、非常用ディーゼル発電機、空冷式非常用発電装置及び非常用ガスタービン発電機は、いずれも常設設備であるのに対して、電源車は可搬型設備であるという点でも多様性がある。また、電源車は、共通要因によって同時に機能を損なうことを防止する観点から、複数個所

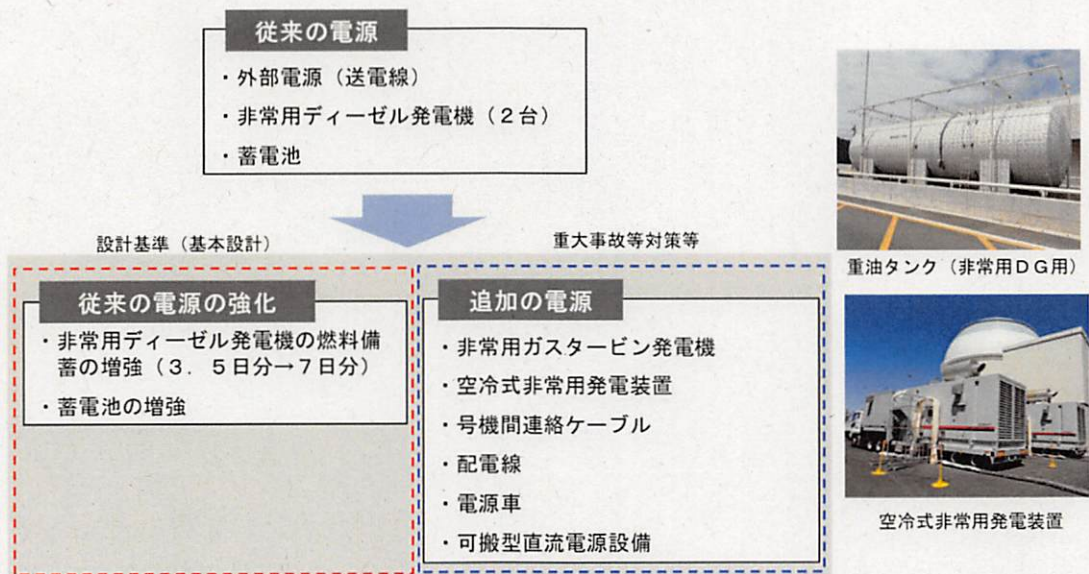
に分散して保管している（乙C131（281頁））。また、計測設備等に用いる直流電源について、これまで2系統の所内直流電源設備を設置していたところ、更に3系統目の所内直流電源設備を追加している（乙C151）。また、可搬型設備である電源車によっても直流電源を供給できるよう整備し、多様性を確保している（乙C131（279頁））。

以上の空冷式非常用発電装置、非常用ガスタービン発電機設備及び電源車は、いずれも耐震重要度分類がSクラスの設備の安全機能を代替する常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備又は可搬型重大事故等対処設備として（乙C131（8-1-924頁））、基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性を有している（乙C89（資13別添3-3-1頁、資13別添3-3-36、資13別添3-3-39～資13別添3-3-41頁、資13別添3-3-45～資13別添3-3-48頁）、乙C158（資13-17-8-2-1-30頁、資13-17-8-2-2-16頁、資13-17-8-2-3-14頁、資13-17-8-2-4-13頁）、乙C159（資17-16-1-5-12頁）、中川証人調書速記録（49頁））。

この他、交流電源としては、送電線と比較して迅速な復旧が可能な外部電源として配電線を敷設したほか、本件1、2号炉の電源（66kV送電線、本件1号炉の空冷式非常用発電装置1台及び本件2号炉の非常用ディーゼル発電機2台）を本件3号炉でも利用できるよう、各号機間で電源を融通するための対策を整備している（乙C103（108頁、384頁））。

（以上、図60、乙C154（14～16頁）、乙D352（25～26頁）、

中川証人調書速記録（11～12頁）



（乙D352（23頁）から引用）

図60 電源設備の信頼性向上対策

(2) 計測設備の強化

本件3号炉では、炉心の中性子束及び中性子束分布、原子炉水位、原子炉冷却材系の圧力、温度及び流量等のパラメータに加え、異常が発生した場合において状況を把握して対策を講じるために必要な原子炉格納容器内の圧力、温度等のパラメータについて、異常発生時に想定される環境下においても十分な測定範囲及び期間に連続して監視、記録できるよう計測設備を設置している。

被告は、重大事故等対策を講じるに当たって、これらの計測設備の故障により重大事故等に対処するために必要なパラメータを監視することが困難となる状況も仮定して、事態の収束に必要なパラメータ（原子炉容器圧力・温度・水位、原子炉格納容器内圧力・温度・注水量等）を推定するための「重要代替監視パラメータ」を計測する設備を整備するとともに、可搬型計測器等も整備した。これらの重要代替監視パラメータを計測する設

備は、重大事故等時における環境条件（高温・高圧の環境）を考慮して設計している。

（以上、乙C131（72～73頁）、乙D352（26頁））

(3) 設備の追加設置

被告は、上記で述べた電源設備等に加えて、原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ための設備を追加設置した。

原子炉の自動停止機能（制御棒を用いた原子炉トリップ）が喪失する事象に対しては、炉心が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、主蒸気ライン隔離、補助給水ポンプ、加圧器逃がし弁等を自動作動させて原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性を維持しながら原子炉出力を抑制させる多様化自動作動盤を新たに設置した（乙C131（198～199頁））。

また、蒸気発生器へ給水し二次冷却系から原子炉を冷やす、あるいは一次系に注水して原子炉を冷やすための設備として、中型ポンプ車、加圧ポンプ車を設置した。これら可搬型設備は、複数設置し、保管場所についても、例えば、津波による影響を考慮して高台にも配置するなど、位置的分散を図っている。さらに、自主的な設備である多様性拡張設備として、補助給水ポンプに代わる蒸気発生器への注水手段として、免震構造とすることで耐震性に多様性を持たせた蒸気発生器代替注水ポンプを追加設置するなど、新規制基準への適合性に捕われたい対策の多様化を図っている。（乙C68（6頁））

さらに、原子炉の冷却及び原子炉格納容器の破損防止対策に用いるものとして、代替格納容器スプレイポンプを設置した。設置に当たっては、ポンプの冷却方法について格納容器スプレイポンプと異なる方式を採用する

など差別化し、多様性を確保している。(乙C68(7頁))

そして、原子炉格納容器の破損防止対策に用いる設備としては、原子炉格納容器内の雰囲気冷却し圧力の上昇を抑えることを目的とする設備として、福島第一原子力発電所事故以前から自主的な対策として基本設計に設備を追加して、格納容器内自然対流冷却による手段も整備していたところ、これも重大事故等対策として活用することとしている(乙C131(32~235頁))。さらに、福島第一原子力発電所で発生したような水素爆発を防止するための設備として静的触媒式水素再結合装置、イグナイタを追加設置した(乙C131(247~250頁))。

(以上、乙D352(27~28頁))

(4) 既存設備の本来の用途以外の用途での活用方法の整備

設備の中には、手順を整備すれば、その設備本来の用途以外の用途でも活用できる場合、すなわち、他の設備の機能を代替できる場合があるので、被告は、本件3号炉の重大事故等対策を講じるに当たって、対処方法に多様性を持たせるため、既存設備の本来の用途以外の用途での活用方法を整備した。

例えば、LOCAが発生したような場合、原子炉への注水は、非常用炉心冷却設備を用いることが本件3号炉の基本設計となっており、格納容器スプレイポンプは、基本設計上、原子炉格納容器内にほう酸水をスプレイして、原子炉格納容器内雰囲気の温度・圧力を下げる機能が期待される設備であるところ、格納容器スプレイポンプを用いた炉心への注水も可能となるよう、配管を追設した上で炉心注水のための手順を整備した。これにより、ECCSのうち、低圧注入系の持つ機能は、格納容器スプレイポンプでも代替することが可能となっている。

また、通常運転時において一次冷却材の浄化、ほう素濃度の調整などの目的で高圧時に一次系に注水することができる充てんポンプについて、重大事故等対策として一次系に注水して炉心の冷却に活用できるよう手順を整備した。

(以上、乙C131(157～159頁)、乙C154(16～17頁)、乙D352(27頁))

さらに、本来、火災対策を目的とする設備である消火ポンプ(電動とディーゼル駆動の2種類)や消防車について、自主的な設備である多様性拡張設備の位置付けで、これらを用いて蒸気発生器への給水ができるよう手順を整備した(乙C103(310～312頁))。

(5) 既存設備の多様性の強化

本件3号炉では、補機冷却のための設備として、冷却水である海水を取水するための海水ポンプを4台設置するなど多重性を確保しているが、被告は、万が一補機冷却機能を全て喪失すると、これを利用する設備の共通要因故障の原因になり得ることを踏まえ、それぞれ多重性を持たせている充てんポンプ、格納容器スプレイポンプの一部について、補機冷却機能喪失時においても機能維持できるよう、補機冷却機能を必要としない自己冷却式に変更することで多様性を持つ設備とした(乙C103(146頁))。

また、新たに設置した非常用電源である空冷式の非常用ガスタービン発電機等の電源が、補機冷却機能を必要とする水冷式の非常用ディーゼル発電機に対して多様性を持つことは、上記(1)で述べたとおりである。さらに、補機冷却機能については、重大事故等対策を講じるに当たって、新たに中型ポンプ車による機能回復の手段を整備している(乙C103(146頁))。

水源についても、既存の給水タンクへの海水供給手段を追加するなど水

源の多様性を確保した（乙C103（370頁））。さらに、新規制基準適合性審査後には、自主的な取り組みとして、多目的水源ピットを設けて、水源を充実させている（乙C161（1枚目，8頁，21頁））。

また、一次冷却材や二次冷却材の圧力を制御するための加圧器逃がし弁や主蒸気逃がし弁のような弁について、これらは、通常、制御用空気を駆動源として自動で開閉、あるいは中央制御室からの操作で開閉するよう設計されたものであるが、重大事故等対策を講じるに当たって、可搬型コンプレッサー、窒素ポンペ、可搬型蓄電池等を用いた現場操作による開閉を可能とするなど、駆動源の多様化を図っている（乙C103（292～297頁））。

（以上、乙D352（26～27頁））

(6) 特定重大事故等対処設備の活用

第3章第5の2(2)で述べたとおり、被告は、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して原子炉格納容器の破損を防止するための施設として、特定重大事故等対処施設を設置し、令和3年10月5日から運用を開始しているところ、特定重大事故等対処設備には、①原子炉内の圧力を遠隔操作で下げる「減圧操作設備」、②原子炉容器及び原子炉格納容器への「注水設備」、③原子炉格納容器の破損を防止する「原子炉格納容器過圧破損防止設備（フィルタ付ベント設備）」、④上記①～③の設備を制御するための「緊急時制御室」、⑤原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備に電力を供給するための「電源設備（発電機）」等を設置している（乙C131（8-1-56頁）、乙C151）。

特定重大事故等対処設備のこれらの機能は、大規模損壊発生時の対策に用いるだけでなく、格納容器破損防止対策をより充実させるものである。

すなわち、被告は特定重大事故等対処設備が持つ機能は、格納容器破損防止対策にも活用できることから、被告は、これらの機能を格納容器破損防止対策においても活用するための手順を整備した（乙C131（445～462頁、616～630頁）、乙D352（29～30頁））。

3 重大事故等対策等の有効性

基本設計として講じている事故防止に係る安全確保対策が奏功しなかった場合においても、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」という安全機能を確保するという基本的な考え方は変わらない。炉心損傷防止対策では、炉心損傷に至る可能性のある事故シナリオを、起因事象や機能の喪失などの組み合わせとして整理した想定シナリオ（事故シーケンス）ごとに、原子炉を「止める」、「冷やす」機能を確保して炉心の著しい損傷を防止できることを確認している。また、格納容器破損防止対策では、炉心損傷に至った場合でも、原子炉格納容器の健全性を維持して、放射性物質を「閉じ込める」機能を確保して、放射性物質の異常な放出を防止、抑制できることを確認している。

さらに、原子炉格納容器の健全性を維持できなくなった場合を想定し、放射性物質の拡散抑制を図る対策を講じている。

重大事故等対策を講じるに当たっては、重大事故等のそれぞれについて、事故シーケンスのグループ化を行っている。この炉心損傷防止対策及び運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策の有効性を確認する事故シーケンスグループ並びに格納容器破損防止対策の有効性を確認する格納容器破損モード¹⁷⁶の選定に当たっては、基本設計を対象に確率論的リスク評価を実施し

176 著しい炉心損傷後に原子炉格納容器の破損及び放射性物質の異常な水準の放出に至る可能性がある事象を原子炉格納容器への負荷の種類に着目して類型化したもの。

て、その結果を活用している。このようにグループ化を行って対策を講じるのは、様々なケースを網羅的に扱って漏れなく対策を講じて、有効性を確認するためである。仮に設計基準を超えて重大事故等対策を講じることとなったとしても、評価条件どおりの状況になるとは限らないため、有効性を確認した対策の中から状況に応じて適切な対策を選択、組み合わせて対応することが重要であり、被告は、そのための手順を整備している（乙C131（405～420頁，463～573頁），乙C154（19頁））。

（以上，乙D352（28頁），中川証人調書速記録（13～14頁））

(1) 炉心損傷防止対策

炉心損傷防止対策は、上記第2で述べた強化を講じた事故防止に係る安全確保対策が機能しなかった場合においても、炉心の著しい損傷を防止するために講じた対策である。事故シーケンスグループごとに有効性評価の対象とする重要事故シーケンスを選定し、重大事故等対策のために整備した既存設備の活用手段及び新設設備も前提に、同対策の有効性評価を行い、いずれの事故シーケンスについても、事態を収束できることを確認した（乙D352（28～29頁））。

以下では、原子炉を「止める」機能にかかわる事象として制御棒の挿入に失敗して原子炉の停止機能が喪失する事象、原子炉を「冷やす」機能にかかわる事象の一例として全交流動力電源が喪失する事象における炉心の著しい損傷を防止するための対策の概略を述べる。

ア 原子炉の自動停止機能喪失時の対策

原子炉の自動停止機能が喪失する事象に対して、炉心が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、被告は、主蒸気ライン隔離、補助給水ポンプ等を自動作動させる多様化自動作動盤（AT

WS緩和設備)を整備した。また、長期的な安定停止のための対策として、未臨界を確保するためにホウ酸水を緊急注入する手順を整備するとともに、炉心を冷却するために余熱除去系により冷却する手順を整備した(中川証人調書速記録(12~13頁, 55~56頁))。

これらの対策により、原子炉の自動停止機能が喪失する事象は、次のとおり進展し、炉心の損傷は防止される。すなわち、起因事象発生後、原子炉の自動停止機能が喪失することにより、蒸気発生器の水位が低下するが、ATWS緩和設備が原子炉の自動停止機能喪失を検知することにより、自動的に主蒸気ラインを隔離するため、トリップ失敗直後の原子炉出力に見合った蒸気発生器からの除熱が抑えられ、一時的に一次冷却系の温度が上昇して、減速材の温度効果により原子炉出力を抑制する。その後、自動起動した補助給水ポンプによって、蒸気発生器及び主蒸気逃がし弁を用いた冷却を行うことができるため、一次冷却系の圧力が過度に上昇することはない。また、ATWS緩和設備により原子炉出力を抑制した後は、化学体積制御設備を用いた炉心へのホウ酸水の注入により未臨界を確保するとともに、長期的には、余熱除去系による炉心冷却を継続することにより、安定的に原子炉を停止した状態を保つことができる。

そして、被告は、これらの対策の有効性評価を行い、解析の結果、例えば「主給水流量喪失」の場合において、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は最高値で約18.5 MPa [gage]¹⁷⁷(有効性を確認するための評価項目として設定した事項は「20.59 MPa [gage]

177 MPa [gage] (メガパスカルゲージ) とは、大気圧を差し引いた圧力の単位である。

を下回ること」)にとどまるなど、原子炉の自動停止機能が喪失する事象に係る炉心損傷防止対策が有効であることを確認している。

(以上、乙C103(153~160頁)、乙C131(10-7-1-91~10-7-1-115頁))

イ 原子炉を冷却するための対策の例

全交流動力電源が喪失する事象が発生した場合においても、炉心の損傷に至らないようにするため、被告は、必要な機器への電力供給を回復するための代替電源設備として非常用ガスタービン発電機(及び空冷式非常用発電装置)を設置するとともに、タービン動補助給水ポンプによる二次系の冷却手段及び充てんポンプ(自己冷却式)による炉心注水手段を整備している(ちなみに、通常の充てんポンプは、稼働時にポンプモータ部を原子炉補機冷却系から供給される水によって冷却する必要があるため、原子炉補機冷却機能が喪失している場合には使用ができなくなる。これに対して、自己冷却式の充てんポンプは、ポンプの吐水口側からポンプモータ部に配管を接続することにより、自ら供給した冷却水によってモータ部を冷却することができるため、原子炉補機冷却機能が喪失した場合でも使用が可能である。)

これらの対策により、全交流動力電源が喪失する事象は、次のとおり進展し、炉心の損傷は防止される。すなわち、全交流動力電源が喪失することにより、原子炉は自動停止する(これはフェイル・セーフ・システムを採用している結果である。)。原子炉の停止とほぼ同時に、動力源として電力を必要としないタービン動補助給水ポンプが起動し、蒸気発生器二次側(蒸気発生器の伝熱管の外側(熱を受け取る側))への給水を行い、主蒸気逃がし弁から大気に原子炉の熱を放出することにより原子

炉の冷却を行う。また、一次冷却材ポンプのシール部から一次冷却材が漏えいした場合には、漏えい規模に応じて一次冷却材の保有水量が減少するとともに、一次冷却系の圧力が低下するため、蓄圧注入系が作動する。上記の対応と並行して代替電源により交流動力電源を回復する作業を行い、充てんポンプ（自己冷却式）の起動準備を行う。そして、電源回復後に蓄圧注入系による注水を停止した後は、充てんポンプ（自己冷却式）による炉心注水を行うことによって、一次冷却材の保有水量を確保することができる（ちなみに、充てんポンプ（自己冷却式）の使用ができない場合には、代替格納容器スプレイポンプにより冷却水を炉心に直接注入することができる。代替格納容器スプレイポンプは、格納容器スプレイポンプが作動しない場合にこれを代替して原子炉格納容器へ注水を行うものであるが、系統構成を変更することにより、炉心への注水が可能となるようにしている。）。

そして、被告は、これらの対策の有効性評価を行い、解析の結果、一次冷却材ポンプから一次冷却材が漏えいした場合でも、炉心の冠水状態を維持することが可能であり、燃料被覆管温度は事故初期値の温度である約38.0℃（有効性を確認するための評価項目として設定した事項は「1200℃以下」）にとどまるなど、全交流動力電源が喪失する事象に係る炉心損傷防止対策が有効であることを確認している。

（以上、乙C103（138～145頁）、乙C131（10-7-1-25～10-7-1-59頁））

(2) 格納容器破損防止対策

格納容器破損防止対策は、炉心損傷防止対策を講じているにもかかわらず、更に著しい炉心損傷に至った場合も想定して講じた対策であり、著し

い炉心損傷の発生後、原子炉格納容器が破損に至る可能性があるとして想定する格納容器破損モードを、本件3号炉を対象とした確率論的リスク評価の結果を踏まえて選定するとともに、格納容器破損モードごとに評価の対象とする事故シーケンスを選定し、各事故シーケンスについて、必要な格納容器破損防止対策を講じ、それらの対策の有効性評価を行った。

本件3号炉のような3ループの加圧水型軽水炉においては、水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損が特に支配的な破損モード（確率論的に見たときに可能性が最も高い破損モード）になるので、これを例に述べると、この破損モードは、原子炉格納容器内へ流出した高温の原子炉冷却材、熔融炉心の崩壊熱によって発生した水蒸気及び熔融炉心・コンクリート相互作用等によって発生した水素等の非凝縮性ガスの蓄積によって、原子炉格納容器内圧力が上昇し、放置すれば原子炉格納容器の過圧破損に至るといふものであり、これに対しては、原子炉格納容器内圧力の上昇を抑制するために原子炉格納容器内雰囲気減温・減圧すること、また、非凝縮性ガスの発生による原子炉格納容器内圧力の上昇を抑制する観点及び原子炉格納容器下部の熔融炉心を冠水・冷却し、原子炉格納容器内雰囲気の過熱状態を防止する観点から、原子炉下部キャビティへ注水することなどが対策の基本的な考え方になる。事故シーケンスとしては、大口径の配管破断のような極端なLOCAにECCS及び格納容器スプレイ注入機能の喪失並びに全交流動力電源喪失等の仮定を重畳したケースを選定し、このような厳しい条件においても、代替格納容器スプレイポンプ、格納容器再循環ユニット、非常用ガスタービン発電機等を用いて冷却を行うことで、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させ、原子炉格納容器の破損を防止できることを確認している。

その他の格納容器破損モードに係る事故シーケンスについても、講じた格納容器破損防止対策により、原子炉格納容器の健全性を維持して、放射性物質を「閉じ込める」機能を維持し、事態を収束できることを確認している。

また、特定重大事故等対処施設は、原子炉格納容器過圧破損防止機能（フィルタ付ベント設備）、原子炉格納容器への注水機能も有しており、格納容器破損防止対策にも活用できることから、これらの機能を活用する手順も整備している。

（以上、乙C103（177～213頁）、乙C131（10-7-2-1～10-7-2-261頁）、乙D352（29～30頁））

(3) 大規模損壊時の対応

本件3号炉では、炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策を講じることで、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態となるリスクは極めて小さいといえる。それでもこれらの対策が功を奏せず、放射性物質が環境中へ大量に放出される可能性がゼロとは言えないので、そのような事態となった場合を想定して、大型放水砲等を用いた放射性物質の拡散抑制の対策を整備している。また、海洋への拡散抑制のため、シルトフェンス、放射性物質吸着剤を設置することとしている。これらの対策は、放射性物質の放出を防止するものではないが、深層防護の観点から、このような事態に至った場合においても、影響を緩和するための手段として講じているものである。（乙C131（252～253頁）、乙C154（20頁））

また、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる大規模損壊発生時には、重大事故等対策において整備する手順等に加えて、可搬型重大事故等対処設備による対応を中心とし、給水や

電源の接続口を状況に応じて選択できるよう複数設けるなど多様性及び柔軟性を持たせた手順等を整備している。さらに、原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズムに対処するための施設として、常設の特定重大事故等対処施設を設置し、令和3年に運用を開始している(乙C151)。可搬型設備を用いた対策と特定重大事故等対処施設を用いた対策は、それぞれ単独でも有効に機能するものであるが、可搬型設備と常設設備の両方を利用できることで、多様な対応が可能となっている。

以上述べたような原子炉格納容器が破損するような段階まで事故が進展した場合あるいは大規模損壊に至るような場合には、損壊部位など事故の態様に係る不確かさが非常に大きくなり、そもそも事故の態様を事前に特定することには非常に困難がある。そこで、このような事態の想定に対しては、施設の損壊状況等の迅速な把握を試みるとともに断片的に得られる情報、確保できる人員及び使用可能な設備により、環境への放射性物質の放出低減を最優先に考えた対応を行うこととし、放射性物質の拡散を抑制するために整備した設備や手順を状況に応じて組み合わせて臨機応変な対策を講じることができるよう、手順、体制、資機材を整備している。

(以上、乙C103(422~427頁)、乙C131(10-5-37~10-5-103頁)、乙D352(29~30頁))

第4 安全確保対策の実効性の確保

1 事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策を実施するための体制の整備

本件3号炉では、運転員として起動・停止、故障・事故処理等の原子炉施設等の運転に必要な知識を有する者を確保し、運転中であれば、6直2交替の勤務形態(1日を2つの当直時間に分割し、6組の10名で構成さ

れるグループで順番にこの当直時間を担当する勤務形態)により当直業務に当たっている(乙F98((1)4-3~(1)4-4頁))。

被告は、本件発電所の構内において、運転員の他に、緊急時対応要員として計22名を常駐させ、重大事故等が発生した場合、各要員の任務に応じた対応を行うこととしている(乙F98((1)4-3~(1)4-4頁))。上記第3で述べた重大事故等対策は、運転員に緊急時対応要員を加えた計32名を前提に、各要員の移動時間、操作に要する時間等を考慮して対策の有効性を確認するとともに、その前提条件を実際に満足することを、訓練を通して継続的に確認している。

さらに、発電所外からは、上記の緊急時対応要員が起動した緊急呼出システム等による招集の連絡を受けて要員を参集することとしている。また、愛媛県内において震度5弱以上の地震が発生した場合や、愛媛県内において大津波警報が発表された場合等には、招集連絡の有無にかかわらず参集することとなっている。参集のための移動ルートは複数設定し、いずれのルートも実際に歩行して所要時間等を確認しているほか、夜間の参集訓練等を行うことで実効性を高めている。そして、実際の呼び出しの事例においても、良好な結果が得られている(乙C144(添9-3頁)、乙F100(1.0.10-7~1.0.10-8頁、1.0.1024頁))。

(以上、乙D352(31頁))

2 事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策に係る手順書の整備

本件発電所において重大事故等対策を講じる際、財産(発電所設備)保護より安全を優先するという共通認識を持って行動できるよう、これを社長があらかじめ方針として示している(乙C131(10-5-14頁))。この

方針の下、例えば、仮に災害対策本部体制¹⁷⁸が構築されるまでの間の初動対応において、海水を炉心へ注入するなど重大な判断を要する事態が生じたとしても、当直長が迷うことなく判断できるよう、予め、発電所長等が参加する伊方発電所安全運営委員会で審議・承認し、実施すべき処置等を各種手順書に定めている（乙C103（4～5頁）、乙C131（5-1～5-3頁）、乙F101（1.0.6-1～1.0.6-2頁））。

被告は、事故防止に係る安全確保対策について、運転員又は発電所災害対策本部の運転班（以下「運転員等」という。）が使用する手順書、すなわち、警報が発せられた場合の手順書として警報処理内規、設計基準事象である運転時の異常な過渡変化¹⁷⁹や設計基準事故¹⁸⁰に関する手順書として、事象ごとの事故収束操作手順を定めた故障・事故処理内規を整備、運用している（乙F98（(1)4-6頁）、乙F101（1.0.6-4頁））。

また、被告は、重大事故等対策に関する手順書として、運転員等が使用する故障・事故処理内規（第二部）及び故障・事故処理内規（第三部）、緊急時対応要員又は発電所災害対策本部の調査復旧班（以下「緊急時対応要員等」という。）が使用する緊急時対応内規を整備、運用している。これらの手順書

178 被告は、災害対策本部体制として、本件発電所においては、原子力防災管理者（発電所長）を本部長とし、本件発電所内の事故収束活動について実施の権限を有する災害対策本部（発電所災害対策本部）を設置して、必要な対策を実施する（乙C131（413～419頁））。また、本件発電所外においては、原子力本部非常災害対策室に設置される災害対策本部（松山）及び本店非常災害対策室に設置される災害対策本部（高松）を設置して、本件発電所における活動を支援することとしている。（乙C131（419～420頁））

179 通常運転時に予想される機械又は器具の単一の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パウンダリ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（設置許可基準規則2条2項3号）

180 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）

を用いて、運転員等は、事故直後の初動対応を実施するとともに緊急時対応業務のうち主に系統構成のための操作を実施し、緊急時対応要員等は、中型ポンプ車等の可搬型設備を主体として多様性のある活動を基本に実施することとしている。被告は、各種手順書を整備するに当たって、手順書間の移行・つながりを明確にする（移行条件（講じた対策の成否の判断条件、他の対策を優先すべきかどうかの判断条件等）や移行先（次に講じる対策）を記載する）ことで全体が一体化して機能するよう体系化するなど、手順書を使用する者が利用しやすいように工夫している。（乙F98（添3-11～添3-15頁、添3-19～添3-91頁）、乙F101（1.0.6-4～1.0.6-7頁））

また、被告は、重大事故等対策のための操作手順書について、安全機能ベースマニュアルと事象ベースマニュアルの2つのアプローチによる構成としている。安全機能ベースマニュアルは、原子炉の冷却維持といった安全上重要な機能を確保するための手順を安全機能別に定めており、ある手順によって対策を講じている際に、より優先度の高い安全機能が脅かされた場合にはそちらを優先して実施するよう優先度を予め定めるなど、ある決まったシナリオに囚われない柔軟な対応を可能としている。事象ベースマニュアルでは、ある決まったシナリオに沿った手順を整理しているが、あくまで事象の判定ができた場合に使用するものとしている。（乙F98（添1-1～添1-23頁）、乙F101（1.0.6-4～1.0.6-5頁））

さらに、被告は、重大事故等対策に関する手順書とは別に、炉心損傷へ至った際に重大事故等対策の効果や原子炉の状況をチェックする上で参考とするためのアクシデントマネジメントガイドラインを整備、運用している。アクシデントマネジメントガイドラインは、運転員が手順書に沿って実施する

操作が期待通りの効果を発揮しているか、また、予期せぬ事態へと至っていないかのチェックや、予想外の事態となった場合の実施すべき措置の判断、選択の際の参考とするためのガイドラインとして整備している。(乙F101(1.0.6-6~1.0.6-8頁))

以上のとおり、被告は、異常が発生したとき(最初に警報が発せられたとき)から重大事故等対策に至った場合まで生じる可能性がある一連の事象の進展について対応するとともに、想定外の事象の進展に対しても臨機に対応できるよう手順を備えている。

(以上、乙D352(31~32頁))

3 事故防止に係る安全確保対策及び重大事故等対策に係る教育及び訓練の実施

被告は、保安規定に基づき、毎年度、原子炉施設の運転及び管理を行う所員への保安教育実施計画を作成し、これに沿った保安教育を実施している(乙F98(1)10-1頁)。

このうち、重大事故等対応のための教育及び訓練については、知識の習得のため、重大事故等及び大規模損壊発生時における活動に関する事項や重大事故等発生時におけるプラントの挙動に関する事項についての教育を繰り返し実施するとともに、技能の習熟のため、個別の手順ごとの個別訓練(要素訓練)、個別訓練の成果を検証するための、中央制御室や現場が一体となって実施する検証訓練(総合訓練)を繰り返し、改善すべき事項があればこれを抽出して、確実に手順書に反映し、あるいは該当の個別訓練による技能向上を図り、その実効性を高めている。(乙F98(1)4-11~(1)4-12頁、(1)9-3頁、(1)10-1~(1)10-10頁)

さらに、本件発電所だけでなく、本店(高松市)、原子力本部(松山市)、

東京支社を含めた全社的な訓練も実施しており、訓練実施者には事故シナリオを知らせることなく、自然災害などの複合災害、通信設備などの防災資機材が使用できない状況等、多様な事態を想定して実施している。

訓練の中には、原子力防災管理者である発電所長のほか、社長、又は社長不在時に代行の立場にある者が参加するものや、協力会社や緊急時の相互協力の協定を締結している他の原子力事業者が参加するものもある。

訓練は、夜間等の悪条件下においても実施しているほか、実機では再現し難い長時間の全交流動力電源喪失のような事象に対する運転操作の訓練は、原子力保安研修所（松山市）に設置している実物を再現した中央制御室のシミュレーターを活用して実施している。

また、重大事故等対策については、有効性評価の前提条件とした移動時間、操作に要する時間等を満足できることを、訓練を通して継続的に確認している。

被告の実施する訓練状況については、被告から原子力規制委員会に報告しているほか、本件発電所に駐在している原子力規制庁の職員も直接確認する。また、WANO¹⁸¹（世界原子力発電事業者協会）やJANSI¹⁸²（一般社団法人原子力安全推進協会）によるピアレビューの対象ともなっており、第三者の視点からのチェックも受けながら、より実践的な知識の習得と技術の習熟に努めている¹⁸³。

（以上、乙D352（32～33頁）、乙F102（15頁）、乙C161（1

181 World Association of Nuclear Operators

182 Japan Nuclear Safety Institute

183 近年では、WANOのピアレビューは、2015年10月、2016年12月、2019年4月、2023年12月及び2024年4月に行われた。JANSIのピアレビューは、2018年5月及び2020年10月に行われた。

4～17頁))

第5 本件3号炉において、放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性は、なおのこと認められないこと

1 以上のとおり、被告は、福島第一原子力発電所事故が発生したことを踏まえ、事故防止に係る安全確保対策を強化した(上記第2)。これによって、上記第5章で述べた本件3号炉の安全性は、更に向上している。その上で、更なる安全確保対策として、重大事故等の発生を仮定しても、炉心の損傷を防止し、原子炉格納容器の破損を防止して放射性物質を閉じ込めるための重大事故等対策を講じるとともに(上記第3)、対策の実効性を確保している(上記第4)。

したがって、本件3号炉において、放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性は、なおのこと認められない。

2 被告が、事故防止に係る安全確保対策(上記第5章で述べた対策を上記第2で述べたように強化したもの)及び更なる安全確保対策として重大事故等対策を講じることによって安全を確保していることについては、原子力規制委員会による確認を受けている。すなわち、原子力規制委員会は、被告が事故防止に係る安全確保対策に係る事項に関して、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈の第2章において、安全上の要求事項を規定しているところ(乙A4(67～69頁))、本件3号炉がこれに適合することを確認している(乙C103(104～116頁, 394～396頁, 400～403頁, 409～412頁, 417～419頁)。ただし、乙C103で審査されている内容は、新規制基準適合性審査に際して変更申請した内容に限られており、炉心の設計(設置許可基準規則15条)等の従前の設計から変更がない内容は含まれていない。)

また、原子力規制委員会は、重大事故等対策に関して、設置許可基準規則第3章及び重大事故等防止技術的能力基準において、安全上の要求事項を規定しているところ、本件3号炉がこれに適合することを確認している（乙C103（116～427頁））。

第6 原告らの被告の安全確保対策に対する主張等について

1 佐藤証人の証言について

被告が重大事故等対策を適切に講じていることは、被告準備書面（5）第5（124頁以下）等で述べたところである。これに対して、佐藤証人は、日本の原子力発電所の安全性について、IAEAの深層防護の考え方という第3層の対策まではかなり充実しているとしつつ、第4層の重大事故等対策以降の対策が不十分であるかのように証言した。

しかしながら、上記佐藤証人が証言するところは、以下に述べるとおり、佐藤証人が被告の重大事故等対策に関して多くの誤解をし、それを前提としたものであることから、佐藤証人の証言は、本件3号炉の重大事故等対策の合理性を左右するものではない。

(1) ナイトメア・シナリオに関する証言について

佐藤証人は、ナイトメア・シナリオと称する重大事故のシナリオを示すところ、尋問において、「飽くまでも仮想的なシナリオですので、解析的な裏付けがあるわけではなくて、・・・考えられるシナリオの一つ」と証言し（佐藤証人調書速記録（30頁））、「ちょっと飛躍し過ぎてるといふふうに批判されるかもしれませんが」も」と断りを入れた上で、一応そういうシナリオを立てて、そういうことが起こらないのだという裏付けをとっておくべきだと思うと証言した（佐藤証人調書速記録（31頁））。また、

「本来であれば、そのPRA¹⁸⁴の解析に基づいて、一番この頻度の高いところを決めて、それに対する重大事故評価、これをすべきじゃないのかなど。そこが、いきなり決定論的に、SBOと、ECCSの全滅とか、あとLOCAですかね、その組み合わせというふうになっているのが、一体どのぐらいの確率、あるいは頻度の事象に対して計算しているのかなというの分からない」とも証言する（佐藤証人調書速記録（25頁））。

上記証言からすると、まず、佐藤証人は、被告の重大事故等対策は、ある状況の組み合わせを決定論的に決め打ちで想定して対策していると考えているようであり、これを前提として佐藤証人がナイトメア・シナリオのようなシナリオを決定論的に除外することを問題としているように解される。しかしながら、ここには確率論的リスク評価（PRA）に基づいていないという前提に誤解がある。

確かに、設置許可基準規則解釈には、必ず想定しなければならない状況（重大事故等のシナリオ）が定められているものの、被告は、重大事故等対策の有効性評価に当たって、設置変更許可規則解釈に掲げられているシナリオだからという理由だけで重大事故等対策のシナリオを選定したわけではなく、確率論的リスク評価を活用して、網羅的にシナリオを抽出し、抽出したシナリオを事象進展や対策の類似性の観点からグループとしてまとめ整理し、グループの中で厳しいシナリオを選択している（乙C103（119～127頁）、中川証人調書速記録（13～14頁））。これはすなわち、事象の発生頻度や仮に発生した場合の影響度合い等を勘案し（確率論的リスク評価の結果を活用し）、対策を講じておくのが適切と考えられ

る有意な事象(整理した複数のグループの中で、それぞれ厳しいシナリオ)を選定した上で、対策を講じてその有効性を評価したということである。

したがって、決定論的に重大事故等のシナリオを決めているかのように述べる佐藤証人の証言は、被告の対策について正解せずになされたものであるから、被告の重大事故等対策の合理性を左右するものではない。

ちなみに、佐藤証人が重大事故等対策のシナリオ選定の際に用いることに肯定的な考えを示した確率論的リスク評価について、中川証人の尋問において原告ら代理人から、原子力規制委員会の更田豊志委員長が確率論的リスク評価を酷評しており、このような考え方で新規制基準はできているのではないかと質問がなされたのに対して、中川証人は、質問で引用されている更田豊志委員長の発言は、あくまで安全目標との議論で使えるかどうかという文脈での発言だと考えられる旨証言している(中川証人調書速記録(27~29頁))。これについて補足すると、平成27年9月2日に開催された電力中央研究所主催のシンポジウムにおいて、更田豊志委員長は、「PRAはリスクを系統的な手法で定量化するものであり、当然のこととして、原子力規制委員会はPRAから得られる情報を積極的に利用」といった趣旨を述べ、確率論的リスク評価(PRA)の利用の重要性を述べている(乙F103(1頁))。こうしたことから、中川証人の尋問において示された更田豊志委員長の発言は、限られた場面における限られた趣旨の発言を切り取ったものであって、そこから更田豊志委員長がPRAを酷評したと解すべきでないことは明らかである。

(2) SOARCA報告書に関する証言について

佐藤証人は、「審査書を読んだりしますと、こういうアクションがあるので、事故は防げますというようなことで埋め尽くされているんですけど

も。」と証言し、日本の場合は楽観的過ぎる、アメリカのサリー原子力発電所では事故対策を講じない場合にはどうなるかということ把握していると証言する(「サリー原発なんかでは、事故対応に失敗した場合も想定していろいろ対策を講じている」かという質問については、佐藤証人は、事故対応に失敗した場合を想定した対策を講じていることは否定し、対策を講じないとどうなるかを把握していると証言した。)(佐藤証人調書速記録(24～25頁))。

佐藤証人がいう審査書は、乙C103を指すと考えられるが、新規制基準適合性審査で確認がなされているのは、講じた対策の有効性である。つまり、講じた対策が想定した状況下においては、機能し得ることを確認することが目的であるから、設置変更の許可がなされるに当たっては、「有効に機能する」ということが結論となるのは当たり前である。これに対して、佐藤証人が比較対象としているサリー原子力発電所の評価結果に係るSOARCA報告書¹⁸⁵は、佐藤証人も証言したように重大事故等対策の有効性を確認するためのものではなく、原子力発電所で事故が起きた場合の影響を評価しようとするものであるから(佐藤証人調書速記録(42～43頁))、そもそも目的が異なる評価を比較して論じることに意味はない。

ちなみに、佐藤証人は、平成26年6月20日付け意見書(甲157。以下「佐藤意見書」という。)において、「伊方3号機の事故進展」として、サリー原子力発電所の対策と比較するなどしながら本件3号炉の重大事故等対策を論難するが(甲157(28頁以下))、本件3号炉の重大事故等対策が合理的なものであることについては、被告準備書面(12)第3(7

185 State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses Report (NUREG-1935)

4頁以下)で主張したとおりである。

(3) 可搬型設備に依存してはならないとの証言について

ア 佐藤証人は、福島第一原子力発電所事故後の安全対策が、「人に依存している、可搬式のものに依存しているというところに、私としては、非常に安心できないところがあるのではないかと感じております。」と証言した(佐藤証人調書速記録(6頁))。

しかしながら、例えば、本件3号炉の交流電源についていえば、2台の非常用ディーゼル発電機がいずれも機能喪失したことを仮定した場合に備えた、重大事故等対策に用いる代表的な電源として、非常用ガスタービン発電機、空冷式非常用発電装置があるところ、これらの電源は常設(恒設)の設備である。佐藤証人は、これら本件3号炉の重大事故等対策に用いる電源について十分に把握していないことがうかがわれるが(佐藤証人調書速記録(44~45頁))、被告は非常用ディーゼル発電機の機能喪失に備えた複数の常設の電源を備えているのであり、可搬型の電源に依存しているわけではない。炉心の冷却手段についても同様であり、可搬型設備であるポンプ車等にだけ依存しているわけではなく、代替格納容器スプレイポンプ、充てんポンプ等の常設の設備を用いた冷却手段を確保している。(乙C154(15~17頁))

したがって、佐藤証人の証言は被告の重大事故等対策について十分に把握してなされたものではなく、被告の重大事故等対策の合理性を否定するものではない。

イ もっとも、可搬型設備には、使用に際して、常設の設備と比較して時間がかかるというデメリットはあるものの、複数の設備を分散配置できる、あるいは接続口を複数準備することによってプラント(原子炉施設)

の状態に応じて柔軟に接続することができる、すなわち、リスク分散、多様性の確保という点でメリットがある対策であって、重大事故等対策を講じる上では重要な対策である（乙C154（15～16頁））。佐藤証人は、アクティブな設備よりもパッシブな設備の方が良いと述べるところ、可搬型設備は典型的なアクティブな設備であるが、このように多様な対応が求められる重大事故等対策においては、柔軟性の高いアクティブな設備には、パッシブな設備にはない別の価値がある（乙F104（30頁））。

(4) 当直員等に対するフォローが必要との証言について

佐藤証人は、佐藤意見書において、マニュアルや訓練だけでは不十分であり、当直員や重大事故等対策に当たる人員に対するフォローが必要である旨述べるが（甲157（71～73頁））、被告は、炉心損傷に至った場合において、重大事故等対策の効果や原子炉の状況をチェックする（予期せぬ事態へ至っていないかチェックする）上で参考とするためのアクシデントマネジメントガイドラインを整備している（乙D352（32頁））。被告は、このアクシデントマネジメントガイドラインも参照しながら、発電所外において、シミュレーターを活用したプラントの事故進展予測等を行い、発電所の活動を支援する体制を構築している（乙F100（1.0.10-13頁））。また、運転操作等を担う発電所員の教育・訓練においては、運転操作等の失敗が発電所全体の安全性に与える影響の程度等を把握できるよう、確率論的リスク評価の結果を活用した教育も行っている（乙D352（34頁））。したがって、佐藤証人の見解は被告の緊急時における体制等を十分把握したものではなく、被告の重大事故等対策の合理性を否定するものではない。

2 原告らの主張について

(1) 制御棒の挿入性に関する主張

原告らは、P波が到達してからS波が到達する前に制御棒の挿入ができない等々主張しているが（2011年12月8日付け訴状「請求の理由」第6の4④（26頁）等）、被告準備書面（3）第5（8頁以下）、被告準備書面（12）第3の2(2)（113頁以下）等で主張したとおり、本件3号炉の制御棒は、P波、S波といった地震動の種類に関係なく、既定の強さの地震動を感知すれば挿入され、原子炉を止めることができる。すなわち、基準地震動Ssの揺れの中で、様々なタイミングで挿入開始される場合を想定して計算し、挿入時間の観点から最も厳しいタイミングで挿入を開始した場合であっても、評価基準値の時間内に挿入できることを確認して安全性を確保している。原告らは、藤原節男氏の意見書（甲108）に基づき、地震の影響による鉛直動が考慮されていない等主張するが（原告ら準備書面（17）等）、原告らの主張に理由がないことは、被告準備書面（7）第4の5（72頁以下）、被告準備書面（9）等で述べたとおりである。

(2) 劣化、加圧熱衝撃に関する主張

原告らは、熱疲労や腐食等の劣化を原因として配管が破断する危険性を主張する（2011年12月8日付け訴状「請求の原因」第8の1及び2（29頁以下））が、本件発電所においては、設備の保守管理について保全プログラムを策定して点検等を行うとともに、その有効性評価を行って継続的な改善に努めているし、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価を行うとともに、これに基づく長期保守管理方針を定め、劣化等により配管が破断することがないように適切に管理している（乙C35、乙C36、

乙F98)。そして、万が一、配管が破断したとしても、そのような事態に備えてECCS等の設備を設置しており、原子炉を冷却することができることは、上記第5章第2の3で述べたとおりである。したがって、配管が破断したからといって、直ちに炉心が空焚き状態となりメルトダウンに至ることはない。

また、原告らは、原子炉容器について、中性子照射脆化と加圧熱衝撃の危険があると主張するが（2011年12月8日付け訴状「請求の原因」第8の3（34頁以下））、被告は、原子炉容器について、一次冷却材の温度及び圧力の制限範囲を定めて運転管理を実施するとともに、監視試験片を用いた試験等により中性子照射による将来の脆化度合いを把握し、加圧熱衝撃（PTS）に対する評価（万一の事故時に原子炉容器に冷却水が注入され、急冷された場合の原子炉容器の健全性を確認するもの）を行い、原子炉容器の健全性には問題がないことを確認しているので、本件発電所において加圧熱衝撃（PTS）により原子炉が損傷することはない（乙C35、乙C36、乙C62、乙C162（19～20頁））。

(3) 外部電源及び主給水ポンプに関する主張

原告らは、外部電源がSクラスの設備ではないことから、被告の想定する基準地震動 S_s による地震動によってこれらの設備の機能が失われる可能性があるとして主張している。原告らは、主給水ポンプについても同様の主張をし、非常用ディーゼル発電機や補助給水設備に頼らなければならない事態が想定されるなどと主張する（原告ら準備書面（36）第3の4（58頁以下）等）。

しかしながら、被告は、グレーデッドアプローチの考え方に基づき耐震設計を行っており、設計上予定された姿として、非常時において安全確保

に係る冷却及び電源供給を担うのは、主給水ポンプ及び外部電源ではなく、補助給水設備及び非常用ディーゼル発電機である（乙C154（10～11頁）、中川証人調書速記録（11頁））。すなわち、主給水ポンプは、発電するためには（発電所の通常運転には）不可欠な設備であるが、原子炉の安全性を確保するための冷却機能の維持のために必要な安全上重要な設備としては位置づけられていない。同様に、外部電源も、緊急時における原子炉の安全性確保のために必要な電力供給を担うことを第一義的には期待されているものではないため、Sクラスの設備には分類されていない。非常時の原子炉の安全確保に係る冷却及び電源供給は、それぞれ補助給水設備及び非常用ディーゼル発電機がその役割を担うこととし、これらの設備をSクラスの設備として特に高い信頼性を持たせることにより原子炉の安全性を担保することが原子力発電所（PWR）の設計上予定された姿である。もちろん、非常時においても主給水ポンプ及び外部電源が使用可能な状態であれば、これらの設備を利用することはあり得るが、設計上の考え方としては、これらの設備に非常時における原子炉の安全を確保するための冷却及び電力供給の役割を担わせてはいない。なお、仮に補助給水設備及び非常用ディーゼル発電機が使用できないとしても、重大事故等対処設備を用いて重大事故等の拡大等を防止することもできる（乙C103（119～131頁））。

したがって、外部電源及び主給水ポンプが基準地震動によって破損する危険性を述べる原告らの主張は、本件3号炉の設計を正解しないものであり、理由がない。

(4) その他の主張

原告らは、その他、使用済燃料、水素爆発（水素爆轟）、プルサーマルに

ついても主張するところ、これらの主張に理由がないことは、それぞれ被告準備書面（6）第4の3、被告準備書面（11）第4の8、被告準備書面（12）第3の1(7)（111頁以下）等で述べたとおりである。

第7章 国による被告の安全確保対策の確認

被告が講じた安全確保対策が適切であることは、設計、建設及び運転のそれぞれの段階で種々の規制を受け、国の確認を受けている。既に述べたとおり、福島第一原子力発電所事故が発生したことを踏まえ、原子炉等規制法が改正されるとともに、これを補う原子力規制委員会規則等（新規制基準）が制定されたことから、被告は、本件3号炉が改正後の原子炉等規制法及び新規制基準に適合することを確認し、国による確認を受けている。もっとも、このことは本件3号炉における安全確保対策が、新規制基準の範囲にとどまることを示すものではなく、本件3号炉においては、本件発電所の自然的立地条件などを踏まえた多岐にわたる安全確保対策を講じ、更に安全性を高めるための対策も講じている。

第1 原子力発電所に係る規制の概要

1 原子炉等規制法による規制の概要

原子炉等規制法では、原子力発電所に係る規制の枠組みの概要が、以下のように定められている（なお、これらの規制の枠組みについては、原子力規制委員会の設置に伴う原子炉等規制法の改正（平成24年法律第47号附則15条から18条による改正）の前後を通じて特段変更はない。）。

発電用原子炉を設置しようとする者は、まず、①原子力規制委員会の原子炉設置許可を受けることを要するとされている（原子炉等規制法43条の3の5及び43条の3の6）。次に、工事に着手するためには、②工事の計画について原子力規制委員会の認可を受けなければならないとされている（原子炉等規制法43条の3の9）。そして、発電用原子炉の運転を開始するために

は、③原子力規制委員会の使用前検査を受け、これに合格しなければならないほか（原子炉等規制法43条の3の11）、④保安規定を定め、原子力規制委員会の認可を受けなければならないとされている（原子炉等規制法43条の3の24）。

また、発電用原子炉設置許可を受けた者が、原子炉等規制法43条の3の5第2項2号から5号まで又は8号から10号まで（後述の令和2年4月の改正原子炉等規制法の施行後は11号まで）に掲げる事項を変更しようとするときは、⑤原子力規制委員会の設置変更許可（原子炉等規制法43条の3の8）を受けた上、必要により、工事計画認可、使用前検査及び保安規定変更認可を受けなければならないとされている（それぞれ原子炉等規制法43条の3の9、43条の3の11及び43条の3の24）。

なお、これら原子炉等規制法の改正については、設置法附則により経過措置が設けられており、例えば、従前の国の機関が改正原子炉等規制法の施行前にした許可、認可その他の処分又は通知その他の行為は、施行後は、設置法による改正後のそれぞれの法律の相当規定に基づいて、相当の国の機関がした許可、認可その他の処分又は通知その他の行為とみなすとされている。

（以上、乙A4（9～10頁））

以上の手続きに関し、令和2年4月の改正原子炉等規制法（平成29年法律第15号）の施行に際して、工事計画の認可（上記②）は、設計及び工事計画の認可に（原子炉等規制法43条の3の9）、使用前検査（上記③）は使用前事業者検査（原子炉等規制法43条の3の11）に名称が改められている（使用前検査合格証は、使用前確認証に改められた。いずれも名称の変更のみで、内容に変更はない。）。

さらに、運転開始後においても、⑥発電用原子炉設置者は、原子力施設の

基準適合性を維持し、その状況を自ら検査する義務を負い(定期事業者検査。原子炉等規制法43条の3の16)、原子力規制委員会は、発電用原子炉設置者の保安活動全般を常時チェックするとともに(原子力規制検査)、その結果に基づき、総合的な評定を行い、必要があると認めるときは、命令その他必要な措置を講ずるものとされている(原子炉等規制法61条の2の2。従前一定の時期ごとに、原子力規制委員会が行う施設定期検査を受けなければならないとされていたところ(旧原子炉等規制法43条の3の15)、令和2年4月の改正原子炉等規制法の施行に伴い、制度が改正された(旧原子炉等規制法43条の3の15が削除され、原子炉等規制法61条の2の2が新設された。))。

2 新規制基準による規制の概要

原子炉等規制法の改正を受けて、原子力規制委員会規則等が制定又は改正され、原子炉設置許可から使用前検査に至る規制の具体的な内容が定められている。以下、概要を説明する。

まず、原子炉設置許可(上記①)については、原子炉等規制法43条の3の6第1項各号に適合することが求められるところ(なお、原子炉設置変更許可(上記⑤)についても、原子炉等規制法43条の3の8第2項において同条の規定が準用されている。)、同項4号において、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」と規定されている。この「原子力規制委員会規則」として、設置許可基準規則が定められており、その解釈として、設置許可基準規則解釈(乙E6)が定められている。(乙A4(13~15頁, 25~26頁))

次に、工事計画の認可（上記②）については、原子炉等規制法43条の3の9第3項各号に適合することが求められるところ、同項2号において、「発電用原子炉施設が第43条の3の14の技術上の基準に適合するものであること」が工事計画認可の要件の一つとされている。この「技術上の基準」として、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）が定められており、その解釈として、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「技術基準規則解釈」という。）が定められている。（乙A4（16～18頁，25～26頁））

また、使用前検査（上記③）については、原子炉等規制法43条の3の11第2項各号に適合することが求められるところ、同項2号において、「第43条の3の14の技術上の基準に適合するものであること」が使用前検査の合格要件の一つとされている。この「技術上の基準」として、技術基準規則が定められており、その解釈として、技術基準規則解釈が定められている。

（乙A4（18頁，25～26頁））

第2 本件3号炉の安全確保対策に係る国の確認

1 新規制基準適合に係る国の確認

被告は、上記で述べた福島第一原子力発電所事故後の安全確保対策を踏まえ、平成25年7月8日に本件3号炉に係る原子炉設置変更許可、工事計画認可及び保安規定変更認可に係る各申請を原子力規制委員会に対して行った。そして、原子炉設置変更許可申請については、平成27年5月21日から同年6月19日までの間、原子力規制委員会が作成した本件3号炉の審査書案に対する科学的・技術的意見の公募手続（パブリックコメント）が実施された上で（乙D67等）、同年7月15日に開催された平成27年度第19回原

子力規制委員会において、「四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号原子炉施設の変更）に関する審査書」の案が付議、了承され、被告の申請に対する同委員会の許可処分がなされた（乙C103、乙C104）。また、工事計画認可及び保安規定変更認可に係る各申請については、原子炉設置変更許可申請に係る審査と並行し、同申請の許可後も引き続き、審査が進められ、工事計画については平成28年3月23日に、保安規定の変更については、同年4月19日に、それぞれ原子力規制委員会の認可処分がなされた（乙C132、乙C163、乙C164）。上記許認可申請に係る審査は、その終了までに、原子力規制委員会において78回に及ぶ審査会合、事務局による約600回に及ぶヒアリングがそれぞれ行われている。

そして、本件3号炉で実施した安全対策工事が認可を受けた工事計画のとおりであることなどを確認する原子力規制委員会による検査（使用前検査）を経て、本件3号炉は、平成28年9月7日に通常運転を再開した。

2 新規制基準適合性審査後の国による確認

上記第6章第1の2(2)で述べた、いわゆる「バックフィット制度」が取り込まれたことにより、原子力規制委員会が、設置許可基準に係る規則等を改正し、当該改正された規則等に適合していない場合には、発電用原子炉の設置者に対して、使用停止等の処分を行うことができる旨規定されている（原子炉等規制法43条の3の23第1項）。そして、被告は、平成28年9月7日の通常運転開始後も、改正された規則等に適合するための設置変更許可申請等を行い、原子力規制委員会の審査、許可を得て、適法に本件3号炉を稼働している。また、被告としても、新規制基準適合性審査後も、独自に安全対策の信頼性向上を図っており、電源等の設備の追加設置に伴う設置変更許可申請等を行い、原子力規制委員会の審査、許可を得ている。

例えば、平成29年10月4日には特定重大事故等対処施設及び非常用ガスタービン発電機の設置に関する申請（乙C165、乙C166）、平成30年6月27日には常設直流電源設備（3系統目）の設置に関する申請（乙C151）、令和2年9月16日には使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に関する申請（乙C143）、令和5年5月24日には標準応答スペクトルを踏まえた基準地震動の追加に関する申請（乙C155、乙C156）、それぞれについて原子力規制委員会の許可処分がされている。また、工事計画認可申請については、例えば、令和2年3月26日には非常用ガスタービン発電機の設置に関する申請（乙C167、乙C168）、同月27日等には特定重大事故等対処施設の設置に関する申請¹⁸⁶（乙C151、乙C169）、保安規定変更認可申請については、例えば、平成30年12月17日には火山影響等発生時の体制整備に関する申請（乙C136、乙C137）、令和2年11月4日には非常用ガスタービン発電機の設置に関する申請（乙C170、乙C171）、令和3年4月28日には特定重大事故等対処施設の設置等に関する申請（乙C151）、それぞれについて原子力規制委員会の認可処分がされている。上記のうち、非常用ガスタービン発電機、特定重大事故等対処施設及び常設直流電源設備（3系統目）については、使用前検査を終了し、供用を開始している（乙C150、乙C151）。

第3 原告らの主張について

原告らは、九州電力株式会社の川内原子力発電所の審査書案を取り纏めた直後の記者会見における原子力規制委員会の田中委員長（当時。以下同じ。）

186 特定重大事故等対処施設の設置に係る工事計画認可申請については、施設の設置工事を効率的に行うため、工事計画を5分割して申請しており、令和2年3月27日の認可により、5分割した工事計画全ての認可処分がされた（乙C169）。

の「安全だと言うことは、私は申し上げません。」との発言を引用して新規制基準によって安全が確保されないことを原子力規制委員会の委員長が認めていると主張するが（原告ら準備書面（40）（5頁）、原告ら準備書面（41）（22～23頁）等）、この発言は、「絶対安全とは言えない」という趣旨でなされたものである。すなわち、リスクが全くないという意味での「絶対安全」はそもそも達成不可能なものである上に、「絶対安全」という表現を使うことで今後の安全性向上の努力を妨げるものになりかねないとの認識に基づくものである（乙E13～乙E15）。したがって、原告らの主張は、発言の趣旨を正解しないものであり、理由がない。

また、原告らは、新規制基準に他国の規制よりも緩やかな点があるとして、原子力規制委員会の田中委員長らが新規制基準を「世界で最も厳しい基準」などと評していることが誤りであるかのように主張するが、その発言内容からして、あらゆる項目、機器の仕様等が全て世界一厳しいものとなっているわけではなく、全体として世界最高レベルの安全性が担保されるものとなっている旨を説明しているのである。したがって、原告らの主張は、発言の趣旨を正解しないものであり、理由がない。

原告らは、新規制基準が立地審査指針を無視し、立地審査を行わないこととしたと主張する（原告ら準備書面（51）（3頁））。しかしながら、原子力規制委員会が定めた設置許可基準規則解釈においては、従前の審査において用いられていた安全審査指針類の一部を引用するとされており、立地審査指針については、同解釈において引用されていないが、これは、新規制基準においては、設計基準を超える事故の発生に対して原子炉施設と公衆との離隔を確保することによって影響を回避するのではなく、重大事故等対処施設を備えることによって、大量に放射性物質が外部に放出されることを防ぎ、

周辺の住民及び環境を保全することとしたためであり、原告らが主張するように「無視され」たものではない（乙E17、乙E18）。したがって、原告らの主張は、新規制基準の内容を正解しないものであり、理由がない。

原告らは、欧米の対策と比較して、新規制基準において、コアキャッチャーや二重構造の格納容器といった対策が講じられていない旨主張するが（原告ら準備書面（5.1）（3頁）等）、新規制基準は、設置すべき機器の具体的な「仕様」を示し、これを満足するよう求める規定（仕様規定）ではなく、炉心の溶融や格納容器の破損を防止するなどのために必要な「性能」を備えることを求める規定（性能規定）を採用しており、要求される性能水準を満たしていれば、必ずしも特定の機器を設置することを要求するものではない（乙C105）。

佐藤証人は、以上述べたコアキャッチャーに関連して、フランスでは厳しく要求された旨証言したが、実際には、佐藤証人もフェッセンハイム原子力発電所以外にはそのような対策がなされた発電所は知らない旨、フェッセンハイム原子力発電所の対策も上記で述べたコアキャッチャーとは全く仕様が異なる旨証言した（佐藤証人調書速記録（52～53頁））。いわゆる新型炉で設計されるコアキャッチャーは、原子炉から溶融炉心が落下した場合に、MCCIを防止しつつ、溶融炉心を冷却しようとするものである。一方、フェッセンハイム原子力発電所は、フランスで最も古い原子力発電所（1977年稼働）であり、同発電所で講じられた対策は、ベースマットのコンクリートが他の発電所よりも薄く、溶融炉心が落下した場合にベースマットの貫通が危惧されたことを受けて、ベースマットのコンクリートを厚くしたものであって、MCCIの発生を防止できるようなものではない。

フランスにおいても、新型炉で設計されるコアキャッチャーが既設炉も含

めた原子力発電所で要求されているわけではないし(乙C172(62頁)),ヨーロッパの基準においても,コアキャッチャー(及び二重構造の格納容器)の設置は,現在建設中の(又は今後新設される)原子炉に限られたものであり,既存の原子炉に対して設置が義務づけられている設備ではない(乙C105)。佐藤証人も,少なくとも新しく建てる発電所には必要と考える旨証言し(佐藤証人調書速記録(53頁)),裏を返せば既設炉も含めた全ての原子力発電所に必要とまでは証言できなかったということである。したがって,原告らの主張は,新規制基準の要求の趣旨や海外における規制の内容を正解しないものであり,理由がない。

第8章 原子力災害対策

人格権に基づく差止請求が認められるためには,本件3号炉の運転により,原告らの人格権が侵害される被害が生じる具体的危険のあることが必要であり,本件訴訟においては,本件3号炉の運転により放射性物質が環境中に大量に放出される具体的危険が存在することが必要となる。原告らは,原子力災害対策について主張するが,本件3号炉の運転により放射性物質が環境へ大量に放出される事故が発生する蓋然性がなければ,本件3号炉の運転により原告らの人格権が侵害される具体的危険はないのであるから,本件3号炉の運転により放射性物質が環境中へ大量に放出される事故が発生する蓋然性が認められないのであれば,原子力災害対策についての原告らの主張はその前提を欠くことになる。そして,これまでに述べたとおり,被告は,本件3号炉について,自然的立地条件に対する安全を確保し,事故防止に係る安全確保対策を講じているので,本件3号炉の運転により放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性がない。これに対して,原告らは,本件3号炉の運転により放射性物質が環境中に大量に放出される事故が発生する根拠について縷々主張しているが,これまでに述べたとおり,いずれも

理由がない。したがって、原告らの原子力災害対策に係る主張の内容の如何にかかわらず、本件差止請求は認められない。これは、多くの裁判例においても判示されているところである¹⁸⁷。

原子力災害対策等の内容の如何が本件差止請求の理由とならないことは以上のとおりであるが、本件発電所に係る原子力災害対策は適切に講じられている。そこで、以下、第1においては我が国における原子力災害対策あるいは本件発電所に係る原子力災害対策について述べ、第2においては、原告らの主張に対して、必要な反論を行う。

第1 本件発電所に係る避難計画等の原子力災害対策について

原告らの主張には、原子力災害対策の位置付け等について誤りが見られるので、以下、原子力災害対策について述べる。

1 避難計画等の原子力災害対策に関する我が国の法規制における位置付けについて

避難計画等の原子力災害対策に係る事項については、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法によって措置されており、国は防災基本計画及び原子力災害対策指針を定める責務を有し、地方公共団体は同基本計画及び同指針に基づく各地域の地域防災計画を作成する責務を有し、原子力事業者は原子力事業者防災業務計画を作成する責務を有する。

また、原子力規制委員会は、原子力災害対策特別措置法6条の2に基づき、災害対策基本法2条第8号に規定する防災基本計画に適合して、地方公共団体、原子力事業者等による原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子

187 例えば、名古屋高裁金沢支部平成30年7月4日判決(乙A11(79~80頁))、大阪高裁令和6年3月15日決定(乙A24(22頁))、広島高裁令和3年3月18日決定(乙A6(264~265頁))、広島高裁松江支部令和6年5月15日決定(乙A25(101~102頁))、福岡高裁令和元年9月25日決定(乙A12(42頁))。

力災害事後対策の円滑な実施を確保するための原子力災害対策指針を定める責務を有するとともに、災害対策基本法2条3号に基づき内閣総理大臣が指定した指定行政機関として、地方公共団体の原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策の実施が円滑に行われるよう当該地方公共団体に対し、勧告、助言等を行う責務（原子力災害対策基本法4条2項）等を有する。

（以上、乙A4（71～80頁））

2 放射線防護の考え方と原子力災害対策指針について

(1) 緊急時対応における放射線防護の戦略について

ICRPは、上記第4章第1で述べた正当化の原則及び最適化の原則が、緊急時対応においても考慮されることを明らかにしている（乙F31（17頁））。すなわち、正当化の原則に基づき、「害よりも大きな便益をもたらす場合に、防護戦略を実行することが正当化される」、「個々の防護措置それ自体も正当化されなければならないが、全体の防護戦略も害より多くの便益がもたらされるように正当化されなければならない」としている（乙F31（18頁））。

また、最適化の原則に基づき、緊急時においては、「被ばく管理は線量限度という厳格な考え方より、むしろ拘束値を組み込んだ最適化の考え方に依るべきである」との考え方を示し（乙F31（17頁））、この考え方に基づき、最適化の原則に基づいて措置を講じるための目安としての参考レベルに基づく防護措置を提案している（緊急事態において設定すべき参考レベルとしては、20～100mSv/年の範囲が推奨されている（乙F30（58～59頁）、乙F31（28頁））。緊急時対応の計画全体の最適化については、「緊急時被ばく状況においては、重篤な確定的傷害の発生を

回避するために、あらゆる実行可能な努力を払うべきであり、また重篤な確定的傷害の発生を防止するための計画策定は、確率的リスクを防止するための計画策定より優先されるべき」とし（乙F 3 1（5頁））、「初期防護措置は、最大のリスクにさらされている人々に有効な防護を提供するものであり、緊急性がそれほど高くない他の防護措置を実行する決定では、状況の実際の諸事情と防護戦略全体の最適化について更に慎重に検討する必要がある。したがって、急を要しない防護対策に対して事前に実施判断基準を綿密に規定することは、いつも適切というわけではないであろう。」としている（乙F 3 1（6頁））。

(2) 原子力災害対策指針における定め

上記(1)で述べたとおり、緊急時においては、上記第4章で述べた平常時とは異なる放射線防護が求められる。我が国では、平常時における放射線防護が線量限度等を定める告示、線量目標値指針に基づいてなされるのに対して、緊急時における公衆の放射線防護対策は、原子力災害対策特別措置法6条の2に基づき原子力規制委員会が定める原子力災害対策指針に基づいてなされる。

原子力規制委員会が定める原子力災害対策指針（乙F 3 5）は、ICRP、IAEA等の緊急時における放射線防護の考え方を参照し、福島第一原子力発電所事故の経験も踏まえて、緊急事態の初期対応において、原子力施設の状況に応じ防護措置の実施を判断する基準（緊急時活動レベル、EAL¹⁸⁸）を設けるとともに（乙F 3 5（6～8頁、18～50頁））、放射性物質の放出後において、放射性物質の放出、拡散状況に応じ放射線モ

188 Emergency Action Level.

ニタリングなどで計測された値に沿って防護措置の実施を判断する基準（運用上の介入レベル，O I L¹⁸⁹）を設けることで（乙F 3 5（9～10頁，51～52頁）），発生した事態に応じて臨機に対処できるものとなっている。また，住民等に対する被ばくの防護措置を短期間で効率的に行うため，あらかじめ異常事態の発生を仮定し，原子力施設の特性¹⁹⁰等を踏まえて，その影響の及ぶ可能性がある区域を定めた原子力災害対策重点区域（P A Z¹⁹¹及びU P Z¹⁹²（発電用原子炉施設につき乙F 3 5（54頁））を，地域に固有の自然的状況等も勘案しつつ定め（乙F 3 5（56～57頁）），原子炉施設からの距離に応じて，この地域区分に基づく防護措置を講じることで，合理的に確定的影響の回避と確率的影響の低減を図るものとなっている。

3 原子力災害対策の性質

(1) 減災（緩和）と継続的な対策の改善

原子力防災対策の目的は，一切の被ばくを防止することを目的とするのではなく，あくまで被害の低減（減災）であって，放射性物質が環境に放出される場合であってもその影響を軽減し，リスクを抑制することにある。そして，可能な限り被害を低減させる観点から，訓練による検証等を積み

189 Operational Intervention Level.

190 発電用原子炉施設，試験研究用等原子炉施設，加工施設，再処理施設等，原子炉施設の種類に応じた特性（乙F 3 5（54～56頁））

191 Precautionary Action Zone（予防的防護措置を準備する区域）。急速に進展する事故において放射線被ばくによる確定的影響を回避するため，放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域のことであり，原子力施設から概ね半径5 kmを目安とする（乙F 3 5（54頁））。当該区域においては，全面緊急事態が発生した場合，基本的に全ての住民を対象に避難等の予防措置が講じられる（乙F 3 5（8頁））。

192 Urgent Protective action planning Zone（緊急防護措置を準備する区域）。放射線被ばくによる確率的影響のリスクを最小限に抑えるため，E A L及びO I Lに基づき緊急時防護措置を準備する区域であり，原子力施設から概ね半径30 kmを目安とする（乙F 3 5（54頁））。

重ね、継続的な充実強化が求められる。以下、詳述する。

ア 原子力災害対策特別措置法は、災害対策基本法の特別法であるところ、災害対策基本法は、「災害の発生を常に想定するとともに、災害が発生した場合における被害の最小化及びその迅速な回復を図ること」を基本理念の一つとしており（災害対策基本法2条の2第1号）、原子力災害対策もこの基本理念に基づく。

防災に関し、国は、国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護する使命を有することに鑑み、組織及び機能の全てを挙げて防災に関し万全の措置を講ずる責務を有し（災害対策基本法3条1項）、都道府県及び市町村は、防災計画の作成ないし実施に係る責務を有する（同法4条1項、5条1項）。国及び地方公共団体がこれらの責務に従い防災に係る施策を講ずる上で、災害対策基本法34条に基づき中央防災会議の作成する防災基本計画が、わが国の災害対策の根幹をなし、防災分野の最上位計画に当たる（乙F22）。

防災基本計画においては、「我が国の国土は、地震、津波、暴風、竜巻、豪雨、地滑り、洪水、崖崩れ、土石流、高潮、火山噴火、豪雪など極めて多種の自然災害が発生しやすい自然条件下に位置する。また、社会・産業の高度化、複雑化、多様化に伴い、海上災害、航空災害、鉄道災害、道路災害、原子力災害、危険物等災害、大規模な火事災害、林野火災など大規模な事故による被害（事故災害）についても防災対策の一層の充実強化が求められている。」（乙F23（1頁））として、災害対策基本法2条1号及び災害対策基本法施行令1条所定の「放射性物質の大量放出」による被害に当たる「原子力災害」を含むこれらの災害について、「災害の発生を完全に防ぐことは不可能であるが、衆知を集めて効果的な災害

対策を講じるとともに、国民一人一人の自覚及び努力を促すことによって、できるだけその被害を軽減していくことを目指すべきである」(乙F 23 (1頁))、「災害の発生を完全に防ぐことは不可能であることから、災害時の被害を最小化し、被害の迅速な回復を図る「減災」の考え方を防災の基本理念とし、たとえ被災したとしても人命が失われないことを最重視し、また経済的被害ができるだけ少なくなるよう、さまざまな対策を組み合わせ、災害に備え、災害時の社会経済活動への影響を最小限にとどめなければならない。」(乙F 23 (2頁))としているとおり、災害の発生を完全に防ぐことは不可能であることを前提とする減災の考え方を防災の基本理念としている。

上記の基本理念を踏まえ、国及び地方公共団体は、それぞれの責務に従い、各方面において減災に係る施策を講じることになるが、「災害の発生を完全に防ぐことは不可能」であるが故に、その施策には限りがない。このため、災害対策に当たっては、防災基本計画において、「本計画が「防災に関する基本的な計画」としての使命を確実に果たしていくため、中央防災会議は、本計画の実施状況並びにこれに基づく防災業務計画及び地域防災計画の作成状況及び実施状況を定期的に把握するとともに、防災に関する学術的研究の成果や発生した災害の状況等に関する検討と併せ、その時々における防災上の重要課題を把握し、これを本計画に的確に反映させていくものとする。」(乙F 23 (8頁))としているとおり、実効性をより高めるための不断の見直しを欠かすことはできず、その不断の見直しに当たっては、減災に資する知見、訓練等によって得られた教訓、地域住民の理解ないし情報共有といった様々な事項が考慮されることになる。

以上の基本的な理念は、原子力災害特別措置法6条の2に基づき原子力規制委員会が定める原子力災害対策指針にも現れている。原子力災害対策指針は、原子力災害事前対策の基本的考え方として「原子力災害が発生した場合には、原子力事業者、国、地方公共団体等が、住民の健康、生活基盤及び環境への影響を、事態の段階に応じた最適な方法で緩和し、影響を受けた地域が可能な限り早く通常の社会的・経済的な活動に復帰できる」ことを目的とするとともに、緊急事態の初期対応段階における防護措置の考え方として、「放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため」に対応を行う必要があるとしている(乙F35(5~6頁))。また、原子力災害対策指針は、緊急事態における防護措置実施の基本的考え方として、「準備段階では、原子力事業者、国、地方公共団体等がそれぞれの行動計画を策定して関係者に周知するとともに、これを訓練等で検証・評価し、改善する必要がある。」としている(乙F35(5~6頁))。

イ こうした理念は、IAEAの考えとも整合的である。すなわち、IAEAは、放射性物質が環境中へ大量に放出される可能性がある事態に至った場合の対策を講じる目的について、「重大事故に起因して発生しうる放射性物質の放出による影響を緩和すること」とし(乙A26(66頁))、また、緊急時対応の目標として、「事態の制御を回復し、影響を緩和すること」、「重篤な確定的影響を回避又は最小化すること」、「確率的影響のリスクを低減すること」等を挙げている(乙F107(7頁))。さらに、「研究及び実際の緊急事態への対応と緊急事態訓練から得た教訓に基づき、緊急事態への準備と対応において適用される基準及びガイドライン、並びに該当する取決めを見直し更新しなければならない」とし、訓練等

を繰り返すことで継続的に改善していくものであることを明らかにしている（乙F107（50頁））。

ウ 以上のとおり、原子力災害対策においては、防災基本計画がその基本理念として示すとおり、他の災害と同様に災害の発生そのものを完全に防ぐことは不可能であるとした「減災」の考え方に立って、不断の見直しを前提とする措置が講じられる。どこまでの措置を講ずれば、国、地方公共団体等の負う責務が果たされることになるかをあらかじめ決めることは困難であるから、かかる継続的検討を行うことによって、国、地方公共団体等の負う責務が果たされることとなる。

(2) 原子力災害対策に求められる柔軟性

大規模損壊対策においては、事故の態様に係る不確かさが非常に大きくなり対策の前提を事前に特定し難く、また、事故の態様等に係る特定の想定を前提に用意した対策が実際の事故において機能しないなどといった事故対処上の困難をもたらすおそれがあることから、特定の想定を前提とした対策ではなく、その時点において機能が維持されている設備を柔軟に活用して重大事故等対策を講じることができるよう、体制・手順等を整備するなど、必要な技術的能力を備えることを要求されている（乙A26（137～138頁））。原子力災害対策についても同様の面があるため、そのときの状況に応じて柔軟に対応できるようにしておくことが重要となる。原子力防災対策において柔軟性が重要になることは、原子力規制委員会に設置された原子力災害事前対策等に関する検討チームにおける有識者の発言にもあるとおりであるし（乙F108（43頁））、中川証人も、「防災対策が必要となる、そういう状況というのは、どんな事故が発生するかとか、どんな規模でというふうに、あらかじめ特定することができません。一方、

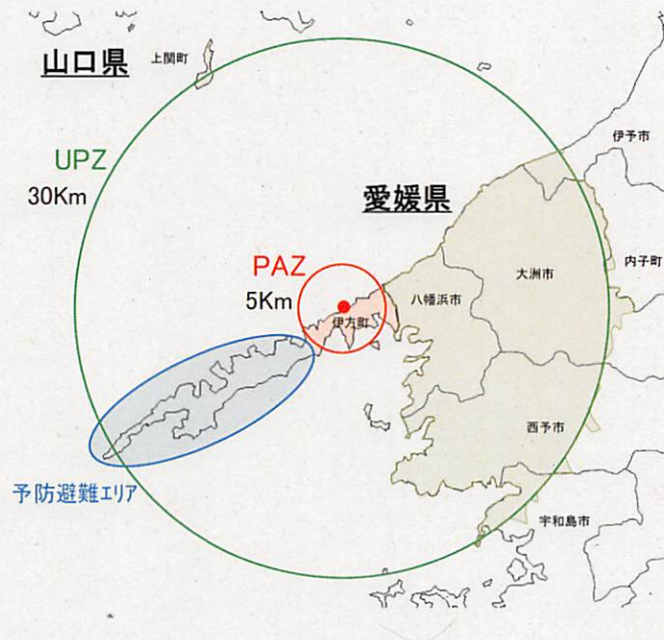
避難にもリスクがあるというのは、福島第一原子力発電所事故での教訓の一つだと思います。なので、どんな事故が起こっても最大の規模の事故を想定した避難計画を発令するというか、そういうことをするのは適切ではないのかなと思います。プラントの状況に応じて臨機に対応するというこ
とで、そのために選択肢を多く持つというのは重要なことだと思います。」
「重大事故等対策の設計の条件でも、避難計画でも、あらかじめ把握とい
うか、特定することができないというのは共通だと思います。そのために
複数、そういう手段を準備して臨機に対応すると、そういうことは重要だ
と思います。」と証言したところである（乙C154（22頁））。

4 伊方地域の緊急時対応に係る計画について

(1) 伊方地域の緊急時対応の概要

「伊方地域の緊急時対応」（乙F39）は、地方公共団体が定める地域防
災計画（原子力災害対策編）に加え、愛媛県、伊方町及び本件発電所から
30km圏内の市町の避難計画を取りまとめて、ベースモデルとなる避難先、
避難ルート及び避難手段をあらかじめ明示するものとして策定され、状況
に応じた最適な防護措置を追求するものとなっている。

伊方地域においては、PAZ（原子力施設から5km）は伊方町1町であ
り、UPZ（同30km）は5市3町（伊方町、八幡浜市、大洲市、西予市、
宇和島市、伊予市、内子町、上関町（山口県））にまたがっている。また、
PAZ圏以西の佐田岬半島地域の住民については、陸路で避難する場合に
は本件発電所の近傍を通過しなければ避難できないことから、特に「予防
避難エリア」と位置付け、PAZに準じた避難等の防護措置を講じる。（図
61、乙F39（7頁））



(乙F39(7頁)の図の一部を抜粋)

図61 伊方地域の原子力災害対策重点区域

(2) 緊急事態における対応体制

原子力施設周辺に放射性物質若しくは放射線の異常な放出又はそのおそれがある場合には、まず、被告が、施設の状況等に基づき該当する緊急事態区分を判断し、国、地方公共団体等に対して緊急事態の通報を行う。

愛媛県及び愛媛県内の全ての関係市町等は、EAL(乙F35(24頁以下))に基づく緊急事態の段階に応じて、災害警戒本部、災害対策本部等を設置するとともに、避難の準備に当たる。

国においても、緊急事態の段階に応じて、原子力規制委員会・内閣府原子力事故合同警戒本部、原子力規制委員会・内閣府原子力事故合同対策本部、原子力災害対策本部及び原子力災害現地対策本部等を設置し、情報収集活動、現地への要員搬送や緊急時モニタリング等を行う。

愛媛県オフサイトセンター(西予市)が原子力災害対応の拠点として配

置され、これが機能不全に陥った場合をも想定して、代替オフサイトセンター（愛媛県庁又は砥部町文化会館（砥部町））が用意されている。

関係市町は、防災行政無線等を活用し、住民、社会福祉施設等へ情報を伝達する。また、消防団や自主防災組織は、住民に情報伝達を行うため、地域コミュニティを活用した情報共有を実施する。さらに、愛媛県において、ホームページ、アプリ等を活用した情報伝達が行われる。

（以上、乙F39（10～25頁，160～170頁））

(3) 住民の避難

住民避難に係る基本的な流れは、緊急事態の段階に応じて、①警戒事態が発生した場合には、PAZ内の避難行動要支援者の避難準備を開始し、②施設敷地緊急事態になった場合には、PAZ内の避難行動要支援者に避難を指示し、PAZ内の一般住民の避難準備を開始し、③全面緊急事態に至った場合には、PAZ内の一般住民に避難を指示し、プラントの状況に応じてUPZ内の住民に屋内退避を指示し、④放射性物質が放出された場合には、UPZ内外の住民等に対し、緊急時モニタリングの結果等を踏まえて、OILに基づき、一時移転等の防護措置の実施を指示する、というものである。また、予防避難エリアにおける避難は、地理的条件等を考慮し、本件発電所や周辺の道路・港湾等の状況に応じ、多様な対応（陸路避難、海路避難、空路避難、屋内退避）を準備し、これらの防護措置を組み合わせ対応する。愛媛県及び伊方町は、警戒事態が発生した段階から、道路や港湾等の状況を確認して避難方法の検討を行い、施設敷地緊急事態が発生した段階で、防護措置の方法を決定し、住民らに広報を実施することとしている（図62）。（乙F39（11～12頁，48～51頁））

そして、陸路、海路及び空路の具体的な避難方法等については、地域、

避難者等に応じて様々なケースを想定し、バス、船舶、ヘリコプター等による避難又は屋内退避を発電所や道路・港湾等の状況に応じて適切に組み合わせることで対応することとしている（乙F 39（52～118頁））。

【状況の確認】

- ①警戒事態：愛媛県及び伊方町が、道路や港湾等の状況を確認し、避難方法の検討を開始
- ②施設敷地緊急事態：防護措置の方法を決定し、住民に広報を実施

【状況に応じた防護措置】

想定される状況		防護措置	
放射性物質放出まで時間的猶予がある場合	国道197号が使用可能な場合 港湾が使用可能であり船舶が利用できる場合	陸路避難	ケース1
	国道197号が使用可能な場合 港湾が使用不可もしくは船舶が利用できない場合	陸路避難 海路避難 空路避難	ケース2
	国道197号の一部が使用不可の場合 港湾が使用可能であり船舶が利用できる場合	海路避難 空路避難	ケース3
	国道197号が使用不可の場合 港湾が使用可能であり船舶が利用できる場合	陸路避難 海路避難 空路避難	ケース4
放射性物質放出のリスクが高まった場合		屋内退避	ケース4

（乙F 39（51頁）から引用）

図62 予防避難エリアにおける状況に応じた防護措置

また、伊方地域の緊急時対応では、他の関係地方公共団体、関係機関等からも必要な支援が受けられる体制が確立されている。愛媛県は、他の都道府県と応援協定を締結し、人員の派遣、資機材の提供等の応援を受け、また、輸送能力を確保するため、民間事業者の協力を得る。また、被告は、原子力事業者間で協力協定を締結し、人的・物的な支援を相互に行う体制を整備している。さらに、不測の事態の場合は、愛媛県等からの要請により、必要に応じて、全国の実動組織（警察、消防、海上保安庁、自衛隊）による各種支援が実施される。（乙F 39（143頁，148～159頁，

181～186頁))

(4) 継続的な訓練と実効性の更なる向上の取り組みについて

伊方地域の緊急時対応の策定に当たっては、愛媛県をはじめとする地方公共団体、原子力規制庁を含めた国の組織、警察組織、被告等が参加する伊方地域原子力防災協議会作業部会（当初はワーキングチーム）をのべ11回開催して原子力災害が発生した際の緊急時における対応について検討された（乙F114（73頁））。その上で、災害対策基本法11条2項1号に基づき中央防災会議が作成する防災基本計画の定めに則り（乙F23（251頁））、第1回伊方地域原子力防災協議会において、原子力災害対策指針等に照らし、その内容の具体性及び合理性が確認された（乙F1）上で、第5回原子力防災会議で了承され、その合理性が認められている（乙F2）。そして、その後も防災基本計画の定めに則り、訓練の実施と事後評価を継続的に実施し、計画の検証、改善が重ねられ、実効性の向上が図られている。伊方地域原子力防災協議会作業部会は、伊方地域の緊急時対応の策定後22回（通算で33回）にわたって開催されるとともに、伊方地域の緊急時対応も3回にわたって改定され、より充実したものと向上している（乙F115）。

訓練及び実効性の更なる向上について具体的に述べると、国は、原子力災害対策特別措置法13条に基づき、原子力災害の対応体制の検証を目的として、地方公共団体、原子力事業者と合同で、対象地域、発電所を巡回しながら、毎年、原子力総合防災訓練を実施している。また、愛媛県は、愛媛県地域防災計画（原子力災害対策編）に基づき、平成28年度以降、毎年、警戒事態から全面緊急事態に陥り、放射性物質放出に至るまでの一連の流れについての訓練を行っている。さらに、愛媛県では、避難計画の

実効性を高めるために、一斉避難等の事象について避難シミュレーションなどを実施し、その結果を基により効率的な住民避難対策の検討を進め、避難計画に反映している（乙F26（50頁，195～216頁））。

伊方地域の緊急時対応は、平成27年11月に実施された原子力総合防災訓練（乙F4）、平成28年以降毎年実施されている愛媛県原子力防災訓練（乙F40～乙F53，乙F116～乙F121）を通じて、計画の検証、改善が重ねられ、実効性の向上が図られている。例えば、平成28年及び平成31年には、避難経路明確化¹⁹³、自然災害時における防護措置の具体化など、緊急時対応のより一層の具体化・充実化が図られている。また、避難状況把握・渋滞緩和対策の強化として、ヘリによる映像伝送の活用、住民避難に必要な避難道路の被災状況等の把握について、ドローンを活用した情報収集体制が構築され、住民への情報伝達体制の強化として、臨時災害放送局（FM放送）の開局等がされた。施設面でも、放射線防護施設や屋内退避施設が追加整備された（乙F54～乙F55）。また、令和2年12月には、今般の新型コロナウイルスのような感染症の流行下において、万が一、原子力災害が発生した場合の各種防護措置を具体化する改定も行われ、避難の過程（避難車両等）又は避難先（避難所等）における感染拡大を防ぐため、感染者とそれ以外の者との分離、人と人との距離の確保、マスクの着用等の感染対策を講じること、屋内退避を行う場合には、

193 より具体的には、平成28年の改定において、予防避難エリアの避難道路が途中で寸断された場合における、陸路避難・海路避難時での避難先、避難経路、避難手段等の対応方法の具体化、UPZ内に位置する地方公共団体の避難経路の明確化、PAZ及び予防避難エリアにおける一時集結所までの移動手段の適正化（避難経路の設定、道路の幅員等を考慮した搬送用車両のサイズの設定）などが図られ、平成31年の改定において、予防避難エリアにおいて、放射性物質放出まで時間的猶予があり、国道197号が使用不可であって港湾が使用可能・船舶が利用できる場合における海路避難及び空路避難に係る避難経路や避難先、避難手段の明確化などが図られている。

放射性物質による被ばくを避けることを優先して屋内退避を実施し、屋内退避の指示が出されている間は換気を行わないことなどが明記された（乙F56、乙F39（38頁、142頁））。住民の屋内退避場所としての放射線防護施設は、想定人数に対する収容可能人数を確保しているものの、より防護対策の選択肢を増やす観点から、予防避難エリアの一時集結所に、放射性物質防護機能を備えたクリーンエアドームを配備した（乙F39（152頁）¹⁹⁴）。また、感染症対策の更なる徹底、車椅子等が必要となる要配慮者の避難手順を確認できる避難訓練の実施、ドローンで撮影した映像をAI解析し、避難経路等の状況や土砂災害等の発生位置を特定するためのシステムの構築などが行われた（乙F53）。

このように、伊方地域の緊急時対応の策定後も、実効性向上のための継続的な努力がなされてきたところ、今後に向けても、防災対策にゴールはないとの認識の下（乙F66～F67）、ドローンを用いた初動体制の強化、避難経路となる道路の機能向上などの対応が進められている（乙F122）。

このように、愛媛県をはじめとする地方公共団体等においては、訓練による検証等を積み重ねながら、実効性の更なる向上のため、不断の充実強化が図られているところである。そして、被告としても、伊方発電所原子力事業者防災業務計画を作成し継続的に見直す（乙F28）など、事業者としての責務を果たしつつ、原子力災害対策の充実に向けて取り組んでいる（乙C161）。

194 一時集結所は、元々屋内退避施設として位置付けられている施設だが、クリーンエアドームの設置によって、より長期的な滞在が可能となる。

第2 原告らの原子力災害対策に関する主張等について

1 令和6年能登半島地震を踏まえた主張について

原告らは、令和6年能登半島地震¹⁹⁵による被害を指摘し、地震によって原子力発電所で事故が発生した場合には、「避難経路の遮断により避難ができない」、「家屋倒壊や余震により屋内退避ができず屋外で被ばくを強いられる」、「避難経路の遮断により安定ヨウ素剤の配布が受けられず適時の服用ができない」などとして、伊方地域の避難計画は地震による原子力発電所事故を想定したものとはいえない旨主張するが（原告ら準備書面（110））、以下に述べるとおり、原告らの主張は理由がない。

まず、原告らの主張は、地震によって本件3号炉から放射性物質が環境中へ大量に放出される事態が発生することを前提としているが、その根拠は不明である。被告が、本件3号炉の自然的立地条件を十分に考慮した上で、深層防護の考え方に基づく多層的な安全確保対策を講じ、また、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえて対策を強化し、放射性物質が環境中に大量に放出される事態の発生を防止していることは、上記第3章、第5章及び第6章で述べたとおりである。

そして、原告らの「外気が放射線で汚染された地域で屋内退避をしたとしても、放射線防護設備のない建物であれば、外気と放射性物質の進入を完全に遮断することは出来ず、放射線被ばくは避けられない」といった主張（原告ら準備書面（110）（17頁））、また、これまでの原告らの主張（例えば、原告ら準備書面（52）（2頁）、原告ら準備書面（105）（20～21頁））も踏まえれば、原告らの主張は、住民が放射線被ばくする可能性が残る避難

195 令和6年1月1日16時10分に石川県能登半島で発生した地震。M7.6、断層長さ約150km、震源深さ約15km、逆断層型の内陸地殻内地震と推定されている。

計画は実効性に欠ける、すなわち、住民の被ばくが一切生じないような安全性を有するものでなければ有効な避難計画が策定されたとはいえないというものである。

しかしながら、原子力防災対策は、原子力発電所において放射性物質を閉じ込めるための対策がどれだけ尽くされようとも、なお絶対的な安全は存在し得ないとの前提から深層防護の考え方に基づき講じられる対策であり、放射性物質が環境中に異常に放出される場合であってもその影響を軽減し、リスクを抑制するための対策である。放射線以外のリスクも考慮して、害よりも便益が大きい場合に防護戦略の実行が正当化されることは、上記第1の2(1)で述べたとおりである。したがって、原子力防災対策において、一切の被ばくを防止すること求める原告らの主張は、原子力防災対策に対する誤った理解に基づくものであり、理由はない。

伊方地域の緊急時対応では、陸路による避難経路が敷地付近を通っていることによって住民の避難が困難とならないよう計画が策定されているし、仮に陸路による避難が困難となった場合も想定し、大分県又は愛媛県内等へ海路で避難する手段、愛媛県等のヘリコプターにより空路で避難する手段も併用し、その上で、仮にすべての避難方法がとれない場合や避難することがかえって危険を伴うような場合に屋内退避を指示する「ケース4」も設定していることから（被告準備書面（24）第4の4（78～94頁））、特定のケースにおいて特定の手段による避難ができない可能性があるとの指摘は、多

様な対応手段（陸路避難¹⁹⁶，海路避難¹⁹⁷，空路避難¹⁹⁸，屋内退避）を準備し，これらの防護措置を組み合わせた対応をとることとしている伊方地域の緊急時対応に係る計画を正解しないものである（被告準備書面（24）第4の5（94～95頁））。また，原告らは，家屋倒壊や余震により屋内退避ができないと主張するが，自然災害による人命に対する差し迫った危険がある場合にまで屋内退避を強行することが想定されているものではないし，令和5年9月に佐田岬防災センターが新たに設置されるなど，屋内退避施設の充実化も図られている（乙F119）。

そして，災害対策の基本は人命の確保であって，防災基本計画の原子力災害対策編において，「複合災害が発生した場合においても人命の安全を第一とし，自然災害による人命への直接的なリスクが極めて高い場合等には，自然災害に対する避難行動をとり，自然災害に対する安全が確保された後に，原子力災害に対する避難行動をとることを基本とする。」（乙F23（282頁）），愛媛県広域避難計画の基本方針として，「複合災害時において自然災害による人命への直接的なリスクが極めて高い場合等には，自然災害に対する

196 陸路避難の実効性を高めるために，道路の渋滞・寸断を想定した訓練（乙F40，乙F43，乙F51等）や要配慮者（車椅子利用者）を福祉車両で搬送する訓練（乙F116～乙F118）を実施するとともに，ドローンによる自律飛行・遠隔操作，映像伝送・AI解析するシステムを構築することで，土砂災害の発生等の避難道路の状況把握の迅速化・効率化（乙F44，乙F46，乙F49，乙F51，乙F53，乙F116～乙F121），伊方町内に車両の離合可能箇所を設置することで避難円滑化（乙F51）が図られている。

197 海路避難の手段としては，三崎港や三机港からのフェリーによる避難に加えて，砂浜からの海上自衛隊の揚陸艇（ホバークラフト（LCAC））。約200人を収容して，時速約80kmで航行することができ，条件が悪い場所であっても上陸できる（乙F123，乙F124（1頁））。による避難も予定されており，井野浦海岸から別府港へホバークラフトによる避難訓練も実施されている（乙F43，乙F44）。令和5年度愛媛県原子力防災訓練では，避難ルート上の空間放射線量率を測定する海上モニタリングが実施されており，海路避難前に先立って，測定結果（異常なし）が住民に情報提供されている（乙F119，乙F121）。

198 空路避難の実効性を高めるために，令和5年度愛媛県原子力防災訓練では，自力歩行が不可能な要配慮者を車椅子やストレッチャーのまま航空自衛隊大型ヘリに搭乗させ空路搬送する訓練が実施されている（乙F119，乙F121）。

避難行動をとり、自然災害に対する安全が確保された後に、原子力災害に対する避難行動をとり」(乙F26(15頁))とされているとおり、自然災害による人命に対する差し迫った危険がある場合には、直ちに人命に影響があるとはいえない原子力災害による被ばくのリスクの回避よりも、自然災害によるリスクの回避を優先すべきであることは、人命確保の観点からは当然のことである(被告準備書面(24)第4の4(2)イ(85~89頁))。以上に関連して、原子力規制委員会では、令和6年能登半島地震を踏まえても、現在の原子力災害対策指針において複合災害時の基本的な対応と考え方は示されており、変更の必要がないことが確認されている(乙F125(23頁))

199。

また、安定ヨウ素剤は、放射性物質に対する万能の治療薬ではなく、甲状腺以外の内部被ばく及び希ガス等による外部被ばくには全く効果がないことから、避難、一時移転、屋内退避、飲食物の摂取制限等の他の措置と組み合わせる活用することが重要であるところ、伊方地域においては、安定ヨウ素剤の配布及び服用の計画が立てられており、愛媛県広域避難計画等で、PAZ、UPZ及びそれ以外の地域で講じられるそれぞれの防護措置の段階に応じて、安定ヨウ素剤の配布方法及び服用の時期が適切に定められている。伊方地域では、PAZの住民を対象として安定ヨウ素剤の事前配布が行われているが、安定ヨウ素剤の不適切なタイミングの服用は効果がほとんどないだけでなく、有益性よりも有害性が大きくなることも指摘されていることを踏

199 屋内退避については、自治体との意見交換の中で、屋内退避の考え方についての意見等が多かったことを踏まえて、屋内退避の実施期間や屋内退避の解除または避難・一時移転への切替の判断基準等の具体化を目的として、本年3月、原子力規制委員会に「原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム」が設置されて、同チームにおいて検討されている(乙F126(1頁)、乙F127)。

まえば、むやみに事前配布を行うことが有効ともいえない（被告準備書面（24）第4の9（106～116頁）。「過剰に防護措置をとった場合には、かえって、防護対策そのものによる害の方が大きくなる可能性」は原子力規制委員会でも指摘されており、例えば、重大事故等対策が全く機能しないと
いった極端な事故²⁰⁰、あるいは平常時と同水準の被ばく限量とといった極端な要求に基づき無暗に避難すると、かえって過度な避難によって人命が失われてしまったという福島第一原子力発電所事故の教訓に反することが指摘されている（乙F109（24～26頁，29頁，31頁））。

2 原告らの伊方地域の緊急時対応に対する主張について

原告らは、伊方地域の緊急時対応に対して縷々主張するが、以下に述べるとおり、いずれも伊方地域の緊急時対応の内容を正解せずになされたものであって、理由がない（上記1と重複するものは、再論しない。）。

- (1) 原告らは、予防避難エリア内の人口4137名に対して放射線防護対策施設の定員は1449名であり、定員が不足している旨主張するが（原告ら準備書面（94）第5の8（32頁以下））、予防避難エリアにおける屋内退避は「最寄りの屋内退避施設」での実施が基本であり（乙F27（8頁））、全住民が放射線防護対策施設で屋内退避をすることは前提となっていない。そして、予防避難エリア内において、放射線防護対策施設での屋内退避が必要とされる者180名に対する放射線防護対策施設の収容可能人数は1449名（津波の影響が少ない施設を選定した場合）となって

200 深層防護の各層の独立性は、独立であることが目的ではなく、あくまで各層における対策の信頼性を高めるために考慮するものである。SSR-2/1（Rev. 1）においても「実行可能な範囲で深層防護のレベルが独立」することが求められており（乙F106）、他のガイド等において、各層の間で一切の関係性を認めないといった極端な独立性は求められていない（乙F111，乙F112，乙F113）。

おり、十分に余裕がある（乙F39（114～115頁））ことは、被告準備書面（24）第4の4(2)エ（91頁以下）等で述べたとおりである。

また、原告らは、伊方町内の放射線防護施設の一部が土砂災害警戒区域ないし浸水想定区域に立地している旨（原告ら準備書面（94）第5の10（34頁））、屋内退避施設の半数以上が土砂災害危険区域内にあり緊急時に利用できないおそれがある旨（原告ら準備書面（94）第5の7（32頁））主張するが、全ての施設が同時に被災することは考え難いし、放射線防護対策施設及び屋内退避施設での屋内退避が必要な住民に対する収容人数には十分な余裕がある（乙F39（112頁、114～115頁、152頁等））ことは、被告準備書面（24）第4の4(2)ウ（89頁以下）、同エ（93頁以下）等で述べたとおりである。

- (2) 原告らは、民間運輸関係団体等との協定書等では運転手等の被ばく線量が1mSvを下回る場合でなければ協力要請ができないとして、避難計画に実効性がない旨主張するが（原告ら準備書面（94）第6（35頁））、PAZ及び予防避難エリアの住民は、放射性物質が大量に放出される事態に至る前に避難等の防護措置を講じることにしており（乙F26（1頁）、乙F39（11頁））、避難を実施する事態に至ったとしても直ちに1mSv以上の被ばくが生じ得るわけではないことは、被告準備書面（24）第4の5（94頁以下）で述べたとおりである。また、上記第1の4(3)で述べたとおり、避難手段は、県等が手配したバスや船舶、鉄道等の公共手段のほか、防災関係機関の車両や船舶、ヘリコプター等も想定されており（乙F26（33頁））、「不測の事態により確保した輸送能力で対応できない場合、関係自治体の要請により実動組織（警察、消防、海保庁、自衛隊）が必要に応じて支援を実施」することとなっている（乙F39（3

4頁, 43頁, 58頁, 62頁等))。

- (3) 原告らは, UPZの住民は, PAZの住民の避難が完了するまで屋内退避を継続することで, 長時間の被ばくを強いられる旨(原告ら準備書面(94)第7の4(38頁以下)), UPZ外でも避難計画の策定が不可欠である旨主張するが, 我が国の原子力災害対策重点区域の範囲は過去の事故を踏まえた適切なものであるし(被告準備書面(24)第4の6(2)(97頁以下)), 適切な防護措置を講じる観点からも, UPZ外で事故時に直ちに避難することを前提とする避難計画を策定する必要性はない(被告準備書面(24)第4の8(101頁以下))。

3 原子力災害対策への原子力規制委員会の関与に関する原告らの主張及び佐藤証人の証言について

- (1) 原告らは, 新規制基準では避難計画が原子力規制委員会の審査対象となっておらず, 避難計画を審査せずに原子力発電所の運転を認める新規制基準は国際基準を満たさないと主張する(原告ら準備書面94(15頁)等)。

しかしながら, IAEAのGSR-Part 7の4.7も, 政府に対して, 原子力又は放射線緊急事態への準備と対応に関する全ての役割と責任を前もって明確に割り当てること, すなわち避難計画の責任主体を明確にすることは求めるものの, 政府(原子力規制委員会)に避難計画の審査を求めるものでないし(乙A4(70頁), 乙F107(9頁)), そもそもIAEAの安全基準は, 我が国を含むIAEA加盟国を法的に拘束するものではなく, 加盟各国が, それぞれの判断により国の規制に取り入れるものとされていることから(甲724(v~vi頁), 乙A4(65頁), 乙D257), 原告らの主張に理由がないことは被告準備書面(24)第4の1(61頁以下)で述べたとおりである。

そして、我が国においては、上記第1の1、3(1)及び4(1)で述べたとおり、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法によって、中央防災会議の定めた防災基本計画及び原子力規制委員会の定めた原子力災害対策指針に基づき、地方自治体が地域防災計画を策定し、各自治体の策定した地域防災計画を含む緊急時対応について、関係省庁で構成された地域原子力防災協議会の確認を経て、全閣僚と原子力規制委員会委員長で構成された原子力防災会議によって国として了承するという枠組みが採られており、「災害」の一形態としての「原子力災害」に対し、国、地方公共団体等がそれぞれの責務を果たすこととされている（乙A4（70頁，77～80頁））。

- (2) 上記で述べた我が国の枠組みに関連して、佐藤証人は、避難計画に関しては、必ずしも原子力規制委員会が主管庁でなければならないということはないとする一方、原子炉事故と整合性のある避難計画を何らかの機関が審査を行うことが必要で、本来の原子力規制委員会の専門的な分野ではないが、全く関与しないのは違和感があると証言した（佐藤証人調書速記録（7～8頁））。

しかしながら、上記で述べたとおり、原子力規制委員会は、原子力災害対策指針を策定するなどして計画策定の段階から関与するとともに、原子力防災会議において避難計画を含む緊急時対応が同指針等に照らして具体的かつ合理的であることを了承するという形を採っているのであるから、佐藤証人の上記証言は誤解に基づくものである。

4 佐藤証人が証言したショアハム原子力発電所について

佐藤証人は、避難計画に関して、本件発電所は、アメリカのショアハム原子力発電所と環境が似ているとしつつ、本件発電所の立地する地域における

避難はシヨアハム原子力発電所よりも更に困難であると述べ、また、シヨアハム原子力発電所は、安全な避難が困難であるなどの理由から一度も運転されぬまま廃炉とされたと述べたが(甲157(43頁)、佐藤証人調書速記録(11~13頁))、これらの証言は、前提となる事実を誤っている。

アメリカでは、原子力発電所の運転許可に際し、電力会社と地元自治体に緊急時避難計画の策定を義務づけていたところ、シヨアハム原子力発電所は、1983年に主要建設工事が完了したものの、ニューヨーク州知事を中心とした反対運動があり、地元自治体であるサフォーク郡及びニューヨーク州が緊急時避難計画への参加を拒否したことなどから、運転許可が得られない状態が続いていた。このようななか、1987年になって、連邦政府は、地元自治体が緊急時避難計画への参加を拒否する場合にはFEMA²⁰¹(連邦緊急時管理庁)が代わりに計画に参加し、良好な結果が得られた場合には許可を与えるよう制度を変更した(乙F128(24頁、26頁))。そして、FEMAは、関係各省が参加したシヨアハム原子力発電所の緊急時避難訓練が良好であり、十分信頼できるとNRC²⁰²(アメリカの原子力規制委員会)に報告し(乙F129(8頁))、1989年NRCはシヨアハム原子力発電所の全出力運転を許可した(乙F128(26頁)、佐藤証人調書速記録(40頁))。しかしながら、同年、シヨアハム原子力発電所の運転に強硬に反対していた当時のニューヨーク州知事が、発電所の廃止と引き換えに発電所建設費用回収のための電気料金値上げを確約し、これにシヨアハム原子力発電所を所有する会社が応じたことから廃止された(乙F128(29~31頁))。シヨアハム原子力発電所に係る経緯は以上のとおりであり、シヨアハム原子力発

201 Federal Emergency Management Agency

202 Nuclear Regulatory Commission

電所が廃炉となったのは安全な避難が困難であったためではない。

ちなみに、シヨアハム原子力発電所と本件発電所とでは立地する地域の人口に大きな差があることなどから、避難計画に関して、本件発電所は、米国のシヨアハム原子力発電所と環境が似ているとはいえない。すなわち、シヨアハム原子力発電所の立地するロングアイランドの人口が約700万人であるのに対し（佐藤証人調書速記録（11頁））、伊方地域は、予防避難エリアに約4000人、予防避難エリア、PAZ内及びUPZ内の合計でも、約11万人であり（乙F39（8頁））、それぞれ約1750倍、約64倍もの人口差があることから²⁰³、避難計画に関して、本件発電所の環境とシヨアハム原子力発電所の環境には、大きな違いがある。

以上のとおりであるから、シヨアハム原子力発電所に係る佐藤証人の証言は、本件発電所に係る伊方地域の緊急時対応の合理性を左右するものではない。

5 本件発電所の緊急時対応に係る佐藤証人の証言について

佐藤証人は、佐藤意見書において、本件発電所の避難計画に関する意見を述べているところ（甲157（41～47頁））、尋問においては、佐藤意見書の作成後に、伊方地域の緊急時対応においては海路による避難方法も整備されていることを知ったと証言する一方、海路による避難方法が整備されたとしても悪天候の場合は使えない、その場合に渋滞の心配もあるので不利な環境にはある旨証言した（佐藤証人調書速記録（9～10頁））。

伊方地域の緊急時対応は、佐藤証人のいうように、特定の手段による避難

203 当時のロングアイランドの人口について、約280万人とされており（乙F128（26頁））、これを前提としても、伊方地域の予防避難エリアとの人口差は約700倍、伊方地域の予防避難エリア、PAZ内及びUPZ内との人口差は約25倍である。

が難しい場合も想定し、状況に応じて、そのときの最善の選択肢を選択できるよう多様な対策手段を用意していることは、上記第2の1で述べたとおりであるから、佐藤証人の証言は伊方地域の緊急時対応の合理性を左右するものではない。

6 上岡証人によるシミュレーションについて

上岡証人は、シミュレーションにより避難に要する時間を算定した上で被ばく量を推定し、300mSvの被ばく量が推定される避難計画に実効性はないと述べるが(甲812(114~115頁, 153~154頁), 上岡証人調書速記録(42頁)), 上岡証人のシミュレーションは、およそ現実的なシミュレーションではない。

(1) 上岡証人は、シミュレーションに当たって、「PWR5²⁰⁴により出現する空間放射線量率が継続している場合に、避難経路でのばく露時間から、自動車で移動あるいは待機(退域時検査ポイント等)している期間の全経路でどのくらい被ばくするかを推定した」(甲812(153頁))としているが、「PWR5により出現する空間放射線量率」の具体的な数値は示されておらず、シミュレーションの前提とした空間放射線量率は不明である。しかしながら、上岡証人がシミュレーションにおいて示した避難所要時間と被ばく量を元に逆算すれば、上岡証人のシミュレーションは、明らかに過大で、現実的でない空間放射線量率を前提としていることが分かる。

すなわち、空間放射線量率と時間の積である空間放射線量と実効線量とが同値であると仮定し、かつ上岡証人による避難所要時間の算定が正しいものと仮定した場合(後記(2)及び(3)の通りこれらの仮定は非現実的であ

204 WASH1400が想定するCs137に換算して炉心保有量の0.5%が放出されるケース(甲812(44頁))

る。), 甲 8 1 2 の表 2 0 (総合的な所要時間の例) 及び表 3 0 (総合的な被ばく量の例) に基づけば (甲 8 1 2 (1 1 5 頁, 1 5 3 ~ 1 5 4 頁)), 八幡浜市から大洲市 (菅田公民館) までの空間放射線量率を約 5 mSv/h , 大洲市 (菅田公民館, 新谷公民館など) から松山市までの空間放射線量率を約 1 mSv/h とし, これが所要時間にわたって継続する場合に相当する²⁰⁵。しかしながら, 上岡証人自らによる「福島原発事故の S P E E D I 試算を伊方に当てはめた範囲」(甲 8 1 2 (3 0 頁)) と比較しても, 八幡浜市から大洲市までの空間放射線量率を約 5 mSv/h , 大洲市から松山市までの空間線量率を約 1 mSv/h と想定することは過大であるし, 4 機の原子炉施設が事故を起こした福島第一原子力発電所事故において同原子力発電所正門付近で測定された空間線量率も 5 mSv/h ($5000 \mu\text{Sv/h}$) を上回ったのは極めて短時間でしかない (乙 F 1 3 0)。以上からすると, 上岡証人のシミュレーションはおよそ現実的ではない過大な空間線量率を前提とするものである。

- (2) 放射線の人体への影響の判断基準は, 空間放射線量ではなく, 実効線量であるところ, 上記(1)では, 空間放射線量と実効線量とが同値であると仮定したが, 空間放射線量 (周辺線量当量) は, 常に実効線量よりも大きな値を示すようにされている (乙 F 2 9 (4 2 頁))。上岡証人が空間放射線量と実効線量との関係をどのように評価したのか不明であるが, 少なくとも上記(1)のように空間放射線量と実効線量とが同値であると仮定した場合には, 実現象よりも過大な被ばく量が計算されることとなる。

205 例えば, 八幡浜市広瀬一丁目から松山市までの避難経路について, 八幡浜市広瀬一丁目から菅田公民館までが約 5.3 mSv/h ($= 27.1 \text{ mSv} \div 5.1 \text{ h}$), 菅田公民館が約 1.0 mSv/h ($= 262.6 \text{ mSv} \div 258.1 \text{ h}$), 菅田公民館から松山市が約 1.0 mSv/h ($= 13.7 \text{ mSv} \div 13.4 \text{ h}$) と推定される。

また、上岡証人は、「換気を行わざるをえず気密ではないから浮遊放射性物質に対する車両乗車中の遮へい効果は屋外と同じ（低減効果なし）としている資料もある」とするのみで（甲812（153頁））、上岡証人が車両による被ばく低減効果をどのように評価したのか不明であるが、内閣府は、車両による被ばく低減効果について、車両の走行速度（0 km/h・15 km/h・30 km/h・50 km/h）、種類（コンパクトカー・ミニバン・軽自動車）、空調管理方法（内気循環・外気導入）の区分に応じた評価を整理・取りまとめているし（乙F131（34～35頁））、佐藤証人が証言したように、トンネルを通過して避難する際にはトンネルが遮へい場所となり（佐藤証人調書速記録（11頁））、被ばく量は低減される。上記(1)で述べた空間放射線量と実効線量とが同値であるとの仮定は、このような被ばく低減効果も無視しているのので、実現象よりも過大な被ばく量が計算されることとなる。

以上のとおり、上記(1)で述べたように空間放射線量と実効線量とが同値であると仮定して上岡証人のシミュレーションが前提とした空間線量率を求めると、現実的ではない過大な空間線量率が計算されるが、そもそも空間放射線量と実効線量とが同値であるとの仮定も、実現象よりも過大な被ばく量を導くものであるから、実現象としては、上岡証人がいう被ばく量に達するには更に高い空間線量率を必要とする。

- (3) さらに、上岡証人は、大洲市の避難退域時検査場所である菅田公民館、新谷公民館でそれぞれ258.1時間、298.0時間の滞在を想定するが（甲812の表20（115頁））、10日間以上（菅田公民館の258.1時間は10日と18.1時間、新谷公民館の298.0時間は12日と10時間となる。）にわたって、高い空間放射線量率が継続する環境（上記

(1)の仮定の下では約 1 mSv/h で漫然と滞在するという、およそ考え難い状況を想定していることとなり、現実的な被ばく量推定とはいえない。

(4) 以上のとおり、上岡証人は 300 mSv の被ばく量が推定される避難計画に実効性はないと述べるが、およそ非現実的な想定によるシミュレーションによって推定した被ばく量であり、本件発電所に係る避難計画の実効性を否定するものとは言えない。

第9章 結論

本件訴訟において主張立証を積み重ねてきたとおり、被告は、本件3号炉において、平常運転時の放射性物質の放出を合理的に達成可能な限り低減するとともに、異常発生時においても五重の障壁に閉じ込めている放射性物質の危険が顕在化しないよう、自然的立地条件を十分に把握し、地震等の自然現象が本件3号炉の安全に影響を与えることがないよう安全を確保した上で、事故防止に係る安全確保対策を講じて放射性物質の閉じ込めに万全を期している。これにより、本件3号炉では、異常が発生する可能性自体小さく抑えられているし（異常発生防止対策）、異常が発生したとしても、その拡大を防止できる（異常拡大防止対策）。そして、仮に異常が拡大したとしても、放射性物質が環境中に大量に放出されることは防止される（放射性物質異常放出防止対策）。その上で、福島第一原子力発電所事故が発生したことを踏まえ、更なる安全確保対策として、重大事故等の発生を仮定し、重大事故等対策を講じているのであるから、なおのこと放射性物質が環境中へ大量に放出される蓋然性はない。

一方、本書面冒頭で述べたとおり、本件差止請求が認められるためには、原告らにおいて、原告らの人格権が侵害される具体的危険が存在する前提として、本件3号炉において放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性を主張、立証しなければならない。しかしながら、原告らは、放射性物質が環境中に大量に放出

されるそもその前提となる，異常発生防止対策から放射性物質異常放出防止対策に至る対策がいずれも機能しないことについて，主張，立証ができていない。

したがって，本件差止請求は棄却されるべきである。

以上