

別紙

第7回佐賀県原子力安全専門部会報告書

令和元年7月

佐賀県原子力安全専門部会

佐賀県原子力安全専門部会 委員名簿

(敬称略)

氏名	所属・職名	専門分野
工藤 和彦 (部会長)	九州大学名誉教授	原子力工学 (原子炉工学、 原子力安全工学)
井嶋 克志	佐賀大学大学院 工学系研究科 教授	地震工学
出光 一哉	九州大学大学院 工学研究院 教授	原子力工学 (核燃料工学)
片山 一成	九州大学大学院 総合理工学研究院 准教授	原子力工学 (核融合工学)
竹中 博士	岡山大学大学院 自然科学研究科 教授	地震学
續 輝久	九州大学名誉教授	基礎放射線医学
守田 幸路	九州大学大学院 工学研究院 教授	原子力工学 (原子炉工学、 熱流動)

(令和元年 5 月 17 日時点)

1 開催実績

第7回原子力安全専門部会の開催実績については以下のとおり。

○ 第7回

日 時：令和元年6月4日（火曜日）13時00分～16時00分

場 所：佐嘉神社記念館

内 容：九州電力(株)玄海原子力発電所3、4号機の特定重大事故等対処施設の設置について（説明及び質疑）

出席者：

【原子力安全専門部会委員】

工藤委員（部会長）、井嶋委員、出光委員、片山委員、竹中委員、
續委員、守田委員

【九州電力株式会社】

中村取締役常務執行役員、
原子力発電本部 中牟田原子力建設部長、楠本原子力機械グループ課長、
福島原子力電気計装グループ長
土木建築本部 赤司原子力土木建築部長、香月原子力グループ課長

【原子力規制庁】

実用炉審査部門 渡邊安全規制調整官、鈴木審査チーム員
地震・津波審査部門 佐口主任安全審査官

【佐賀県】

県民環境部 落合部長、伊東副部長、諸岡原子力安全対策課長

議 題：

（1）設置変更許可申請の概要について（九州電力株式会社）

- 7-1-1 玄海原子力発電所3、4号機特定重大事故等対処施設の概要について
- 7-1-2 玄海原子力発電所3、4号機地盤（敷地の地質・地質構造）及び基礎地盤及び周辺斜面の安定性について

（2）審査結果の概要について（原子力規制庁）

- 7-2-1 九州電力(株)玄海原子力発電所3号炉及び4号炉の特定重大事故等対処施設に係る審査について
- 7-2-3 書面質問一覧

2 質疑及び意見

九州電力及び原子力規制庁からの説明に対し、次のとおり質疑を行い、回答を得るとともに、意見を述べた。

(1) 設置変更許可申請の概要について

① 施設の概要

委員	質問・意見	九州電力回答
井嶋委員	特重設備AとBは、もうどちらか決まっているのか。	公開は出来ないが配置は確定している。
片山委員	格納容器と各設備をつなぐケーブルとか配管は、例えば、複数本あって、1つの事象だと一遍に壊れることがないというような対応はされているのか。	既存の設備と同じように多重性を持たせたり、多様性を持たせたりは当然考慮している。 更に、新しく建てる建物からのラインについても、航空機の落下等があったとしても壊れないようなところを通すなど、設計上の配慮をしている。
片山委員	テロ対策という意味では、それ(ケーブル等)が地下でどういうふうになるのか。そういったラインがあるかということも、秘密事項として公にできないのか。	いろいろ工夫して、頑健な建物に入れるとか、地下とか、いろんな組み合わせを考えているが、詳細については、公にできない。
守田委員	再稼働をした後には、今現在は特重施設がない状態、これから特重施設をつくれるということで、当然、故意による大型航空機の衝突とか、そのほかのテロリズムということに対する対応能力が違うというふうに我々は思ってしまう。 信頼性をさらに向上させるためのバックアップ施設というふうに書かれているが、具体的にはどのような想定で信頼性が向上されているのか。	再稼働のときにも、テロリズムについてはある程度考慮した設計をしている。(いわゆるシビアアクシデント対策) 例えば、炉心に水を注入したり、水を降らすということは、可搬の設備で基本的に対応するという事で再稼働した。 今回はそういう可搬設備で対応できる、今ある発電所の姿に対して、恒設、常設の設備を設置することで、さらに安全性を向上させるということでご理解いただきたい。
守田委員	主として可搬型設備と特重設備では、本質的に対応できるテロリズムに大きな差はないと考えてよいのか。	現在の重大事故等対処施設は、可搬設備を分散配置しており、大型航空機衝突に対しても、どれらかの可搬設備は残り、それらの設備を使って対応ができる。(大規模損壊への対応ができる状態)

委員	質問・意見	九州電力回答
		それを更に信頼性を向上させるため、常設の特重施設を今回新たに設けるといこと。
續 委員	特重施設として考えられている緊急時制御室は、外部から支援がなくても7日間使える施設にすると明記してあるが、どれくらいの人数を目安に想定しているのか。	各号炉1名ずつ、それから、もう1名プラスの一応3名以上で対応が可能かというところで、今は検討を進めている。
出光 委員	例えば、冷却用のスプレイであるとか、注水系であるとか、そういったものは基本的には多重で複数つくるという理解でよいか。	動的機器については、信頼性向上のため多重性を持たせる設計としている。
出光 委員	多重性を有する配管系だが、格納容器の部分で貫通孔をつくるということになると思う。貫通孔の最終的な検査の工程は、どの程度の期間が必要なのか。	現時点ではどのくらいの時間をかけて検査するとか、まだそこまで具体的に検討が進んでいない。
出光 委員	13ページ目の水素濃度の低減設備というのは、今までもイグナイター等があったと思うが、これとは別につくるということか。	特重設備として専用の水素濃度低減設備を別途設ける。 今設置しているパー(PAR)と同じ装置を別系統で設ける。
片山 委員	フィルタベントの設備は、100メートル以上配管がつながった先で放出されるというイメージか。 もし長いと水蒸気圧が高い状態で流していくと冷えて、結露が結構ひどいと思う。	基本は、格納容器の中の圧力が高まって、その圧力を駆動源としてフィルタ装置に導いて外に出すので、あまり配管が長過ぎると、圧力損失、圧損がたつので、それほど長い配管ではないように設計している。
出光 委員	フィルタベントは、格納容器の中で放射性のものが発生して内圧が上がっている状態で抜くので、結構、放射エネルギーの大きいのが出てくると思う。途中の配管の遮蔽と、あと中の状況によっては、火災等で粉塵等が飛んでくる可能性もある。そういったものの閉塞であるとか、あるいは線量の上昇に対して、どのような検討をされているか。	途中の配管、フィルタ装置については、遮蔽等を考慮した設計をきちんとしている。 フィルタベントを実際実施するのが、事象が発生してから38時間以降になるので、格納容器の中で火災等が起こることはないと思うが、起きたとしても鎮火している状況と思う。フィルタベント前の38時間までは代替スプレイを行っているので、浮遊物も全部沈着している状況。フィルタベントに影響を与えることはないと思っている。
守田 委員	特重施設用の配管とか弁を新たに設けるといことだが、原子炉の補	既設建屋そのものは、待機施設関連自体を補強するとかいことは考

委員	質問・意見	九州電力回答
	助建屋そのものを航空機の衝突とかテロ用に頑丈にするとか、そういったような工事は想定されているか。	えてない。既設建屋の中に設置している配管とかバルブについて、大型航空機の衝突の影響を受けない場所を想定している。
出光委員	<p>内圧が、格納容器内の圧力が高くなっている状態で注水、あるいはスプレイするということになるが、逆流についての対策、例えば、逆止弁がついているとか、ある程度圧力が高くなったら、ここは止めるとか、フィルタベントのほうに移行するとか、そういったシーケンスのような考え方についてはどうなっているのか。</p> <p>仮に、内圧が上がっている状態で注水しようとして、例えば、ポンプが急に故障したと、そういった場合に逆流のおそれはないのか。</p>	<p>特重の注入ポンプの揚程は格納容器内の圧力にも勝るように設計しているので、逆流が発生することはないと考えている。</p> <p>このポンプは、格納容器に入る前に、既設の配管に注入するような系統構成をとっているため、既設のラインに逆止弁がついており、逆流は防止できると考えている。</p>

② 地盤及び基礎地盤及び周辺斜面の安定性

委員	質問・意見	九州電力回答
竹中委員	<p>(今回の説明ではなかったが) 地震応答解析の原理的なところで、解放地盤モデルの地表面の地震動は、いろんなテクニックで合成されたと思うが、近くの断層からの波はかなり斜め入射、いろんなパスの波が入ってくると思われるものを、それをエイヤと鉛直に下げて、上昇波と下降波に分けて上昇波を取り出す、という操作は、どのくらい現実味、精度があるのか心配している。例えば、波数積分法などを使ってモデル地点の詳細な構造で計算して、それをどのくらい今のやり方で満足できるのかというチェックはしたのか。</p>	<p>敷地周辺を2次元でもう少し広く、深いところまで地盤を切って、いわゆる鉛直下方入射、それから、例えば、竹木場断層の方向を想定したある程度の斜め入射等を、計算によってどれぐらいの違いが出るかという検証はしてみたことがある。もちろん違いはゼロではなかったが、結果に大きな違いを与えるようなものにはならないという確認をした上で、鉛直下方入射の仮定で評価を進めることとなった。</p>
竹中委員	<p>解放基盤モデルから1次元で下げる。FEMのほうは面内で計算される。そうすると、水平動だけでなく上下動も必要になる。それを鉛直に入射してしまうと、上下動はP波として扱われてしまうが、そこら辺は</p>	<p>まず、1次元波動論による計算は先生のおっしゃるとおり、1方向で取り扱うので、まさにそういう取り扱いになる。けれども、斜め入射での検討していたときは、当然、例えば、S波の入射でも当然Sv等発生するの</p>

委員	質問・意見	九州電力回答
	<p>どういふふうに折り合いをつけているのか。</p> <p>解放基盤のほうの記録がある。それを鉛直入射を仮定すると、上下動は即P波になってしまう。だが、モデル地点の斜め入射ということになると、Pではない。SvだったりいろんなSがあるわけだけれども、その場合、もちろん面内なので上下動も入射に入れている。その折り合いのつけ方が、片や上下動はP波だという理論から出ているもので、片やFEMモデルでも違うが、その折り合いのつけ方というか、どういふふうに考えているのか。</p>	<p>で、その辺を考慮して、水平上下同時に作用した場合の検討も行った上で、それが結局1次元波動論で上げたものと大きな差異はないというか、結局1次元波動論で上げ下げするのに包絡されているけれども、そういった確認を行った上で1次元波動論であとは持ちましようというよな結論を得ているもの。</p> <p>(竹中委員:理論的には、それはかなり矛盾したものだが、余り結果は変わらないという折り合いのつけ方をされているということでも分かりました。)</p>
井嶋委員	<p>f-113の断層は300万年前以降動いていないということだが、このf-113の断層の方向は城山南断層や水縄断層に連続する方向にほぼ一致するように見える。さらに、この資料の1-1.5、14ページに示されている微小地震の発生分布を見ると、f-113断層に直交方向の断面図D、E、Fに示されているように、断面図Dの横方向ゼロの位置が玄海原発近辺を示しその深さ10km付近に微小地震が発生している。断面図Eでは横方向右約10kmの深さ10kmにも、さらに断面図Fでは横方向右15km付近にも同様の深さで微小地震が起こっている。深さ10kmでは活断層と同じような微小地震活動が発生していることをどのように考えているのか。</p>	<p>敷地に出ていた、我々が調査結果として突きとめた断層については、やはり上載層、まさに玄武岩、300万年前以降、それを切っているか切っていないか、切っていないということ、やはりその間動いていないという判断のもと、それは活断層ではないという評価、判断をしているもの。</p> <p>先生のおっしゃるとおり、微小地震の分布を見ていると気になる場所があり、例えば、敷地周辺の断層、城山南断層が敷地の方向に延びている。敷地への方向を見た結果、あるところまでは活動性が認められたが、そこから先は最近、まさに数百年前以降の活動性はないことまで確認している。</p> <p>さらに、この微小地震は、敷地周辺も含めた、いわゆる広く活断層の分布、あるいは地震発生の状況を見てとるために、継続的にそのデータの収集を図り、常にウォッチは重ねているので、もしそこで何らかの知見が得られれば、何がしかの検討、反映を行っていくというような取り組みは進めているところ。</p>

委員	質問・意見	九州電力回答
出光 委員	<p>300万年動いていないという部分で、東松浦玄武岩の部分が動いていないので300万年というふうにおっしゃったが、この12ページの図で見ると、下の八ノ久保砂礫層のところも動いていないのかなというふうにも見える。年代的には、下にある八ノ久保のほうが古いと思うが、こちらを使わずに東松浦のほうを使われた理由は何か。</p>	<p>少しへこんでいる部分がある。恐らくこの八ノ久保砂礫層が堆積する時期あたりの浸食によってこうなっているのではないかというふうには見てとれるけれども、もしかすると、その時期の断層活動によるものかもしれないということで、念には念を入れて、さらにその上を見たところ、ここはきれいに水平一直線になっているので、ここも300万年前の地層なのだが、そこは変位はないということがよりはっきり見てとれるところなので、この上側の玄武岩によって判断をした。</p>
竹中 委員	<p>地殻変動の影響の絵がたくさん載っている、10月24日以前になるのかな。最後に地盤の傾きの評価をしてある地殻変動の、動的な場合と静的な場合の足し算がしてある、コンターが書いてある図には、今回評価とかあって、これより前にも資料にも同じような絵が幾つかあるけれども、これは、結果だけ書いてあるので、これは何が違うのか、何を变えたのか。文面等は全く同じだが、数値はちよつとずつ違うので。</p>	<p>地盤モデルが少しずつ改定されたから変わったと理解いただきたい。</p>
井嶋 委員	<p>2次元解析によって地盤の安定性を評価するため、X_{34}を含め全部で3つの断面を用いて計算されている。X_{34}断面においてS_s-4の(正、正)入力では、滑り安全率が2.8、2.6と小さい値になっているが、これがX_{34}断面から少し方向が変わったときにはこれより小さい値が出たりしないか検討されたのか。</p>	<p>このすべりの断面、結果的に3号、4号をきれいに直交するような方向で、例えばX_{34}の3号、4号をちょうど通る断面に切っているが、その断面に出るすべりを判断するに当たり、簡易的なブロックモデルを組み、すべりが最も厳しくなる方向を見定め、おおむねその方向と一致しているという判断でこの断面での評価を行っているもの。おっしゃるとおり、これがちよつと変わると数字がやっぱり変わるんじゃないのという観点は審査の中でもあったので、そのブロックモデルで少し動かしてみても、やはりここが一番厳しいということを確認して評価をしているもの。</p>

委員	質問・意見	九州電力回答
片山 委員	<p>施設は全て佐世保層群の上に直接建てるということによろしいか。</p> <p>全体を埋め戻して地下にしまうと場所が特定されにくいかなというふうに思う。</p>	<p>そのとおり。</p> <p>詳しいことは余り言えないが、イメージとしては、できるだけ地下にしたほうが良いというのは理解している。</p> <p>ただし、どうしてもその機能を持たせるために、一部、地上でないといけないような設備も若干ある。そういうものは離して置く。いろいろ工夫して同時にやられないような設計をしている。</p>

(2) 審査結果の概要について

① 書面質問（資料7-2-3）への回答

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
規制基準関係	1	片山委員 緊急時対策所と特重施設の役割について 特重施設は、炉心周辺の制御に特化し、全体をみる緊急時対策所と連携して安全を確保するというような理解でよいのか。	その理解でよい。 特重施設というのは、あくまでも格納容器の加圧破損を防止するための設備を新たに設けていて、その制御だけに特化しており、緊急時制御室の役割は基本的にその設備だけを動かすもの。 通信連絡設備を整備しており、緊急時対策所と連携をして全体の事故対応を行う。基本的には緊急時対策所（事故対策本部）の指示に従うが、仮に連絡がとれなくなったとしても、緊急時制御室の要員の独自の判断で特重施設を動かす体制を整備することも確認している。
	2	片山委員 想定する特定重大事故等の妥当性について 想定する特定重大事故等について、大型航空機で代表させていることの妥当性を教えて頂きたい。 故意による飛来物としては、様々なものが想定され、必ずしも大型航空機による衝突が最大の損害を及ぼす事象とは言えないようにも思います。 大型航空機以外の様々な飛来物を想定したシミュレーションと評価を求める必要はないでしょうか。	想定される飛来物は、いろんな種類あると思うが、こちらで今考えているのが、故意による航空機の衝突である。民間の航空機と軍用の航空機を比べると軍用の航空機のほうが最高速度は出せるが、狙って当てようとする場合、ある程度スピードを落とさざるを得ないので、大型の民間航空機で代表させることが可能。 国内に飛来する民間の航空機の中で、大型のもの、燃料の搭載量などが最大状態で衝突をするということを仮定している。
	3	續委員 停止中の原子炉におけるテロ対策について 原子力規制委員会は、「再稼働」を目指す原子炉に対しては、大型航空機衝突による特定重大事故対応を求めておられます。一方、現在停止中の原子炉についても、停止中とは言え核燃料は保管されている訳ですから、テロの対象にならないとは言えないと考えます。	停止中の原子炉にも当然燃料はあるが、稼働しているときよりリスクは相対的に小さいかと思う。 ただ、特重施設は、格納容器内の破損の防止に特化しているため、使用済燃料プールはカバーしていないのは事実。 使用済燃料プールについては、既に新規制基準の適合性審査の

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
規制基準関係	3	續委員 稼働中と定期点検中（停止中）の原子炉の「危険性」をどの程度と評価されているのでしょうか？	中で（事故対策を）確認している。
	4	守田委員 設置の猶予期間について 新規制基準では、可搬型設備の設置などにより「故意による大型航空機衝突事故その他テロリズム」も想定した対応を整備することが求められているが、これによって特重施設の施設竣工前に一定期間のプラント運転が許容されたものと理解して良いか？	可搬型の設備、常設のシビアアクシデント設備で、テロ対策に対してはある程度担保ができたと考えている。 そこから安全性をさらに高めるために、特重施設を新たに設けたということで、ここについては、一定の猶予期間を与えるというのは合理的であろうと考えたところ。
	5	守田委員 猶予の根拠について 特重施設がない状態では「故意による大型航空機衝突事故その他テロリズム」に対する対応能力が異なると考えられるが、それにも関わらずプラント運転が許可された科学的な根拠は何か？	これはバックフィットを行う際の考え方で議論しており、さらなる安全性を向上させるためには、一定の猶予期間を置いた上で、どんどんアプローチを向上していくという姿勢が大事なのではないかと考えている。
	6	守田委員 バックアップ設備としての考え方について 特重施設がその他の重大事故等対処設備のバックアップであるなら、その他の重大事故等対処設備（主として可搬型設備の活用）は、「故意による大型航空機衝突事故その他テロリズム」に全て対応できるような機能を有していると考えているのか？	航空機の衝突その他のテロリズムに対して、いろいろな対応はあろうかと思う。 特重施設とは、基本的に設備側の対応（新しい設備をつくって、それをちゃんと動かすための手順を整備する）で、他にも核物質防護の対策というものがあり、不審者の侵入を防止するとか、セキュリティの対策は講じられており、この二本立てでテロの対策をある程度網羅的にカバーできていると考えている。
非公開情報	7	守田委員 非公開情報について 核物質防護上等の観点から公開出来ない情報が多いとのことだが、その範囲は具体的にどのように定められているのか。	基本的には行政機関が保有するような情報に関しては、行政機関の保有する情報の公開に関する法律、いわゆる情報公開法により、すべからず公開することが原則であるが、ある一定のカテゴリーに入るもの、例えば「公にすることによって、公共の安全と秩序の維持に支障を及ぼすおそれが

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
非公開情報	7	守田委員	<p>あるような情報」は、非開示の対象とすることができると定められている。</p> <p>規制委員会の中でも、公にすることによって、テロ等の人の身体、財産への不法な侵害とか、あるいは建造物やシステムへの不法な侵入や破壊を招くおそれがあるとか、そういった犯罪を誘発し、または犯罪の実行を誘引するおそれがあるような情報は非公開の情報として扱うと審査基準を設けている。</p> <p>特重施設の場合、1つは、建造物への不法な侵入や破壊を招くおそれがあるような情報。例えば特重施設の名称、設置場所、強度、壁の厚さなどに関する記載があるようなもの。</p> <p>2つ目が特定のシステムへの不法な侵入や破壊を招くおそれがある情報。例えば施設の数。</p> <p>3つ目は、テロの立案を容易にするおそれがあるような情報。特重施設に係るテロリズムの想定。例えば、大型航空機については、機種、スピード、燃料の積載量、テロリズムによって生じる重大事故の発生の対応に関する体制、手順。加えて、これらについて詳細に示している非公開のガイドの内容、あるいはそれを類推することができるような情報も非公開の扱いになっている。</p>
	8	守田委員	<p>大型航空機衝突事故時の想定されるプラント状態が非公開なのは何故か。</p>
	9	守田委員	<p>大型航空機衝突事故時の想定される事故シーケンスが非公開なのは何故か。</p>
	10	守田委員	<p>大型航空機衝突事故時の対応手順が非公開なのは何故か。</p>

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
テロ対策関係	11	守田委員 我が国の重大事故対策の特徴について 想定を上回る自然災害やテロ攻撃などに備えた特重施設を含む我が国の重大事故対策は、設備対応を中心とする欧州の「Hardened Core」や人的要因や可搬型設備を含めた米国の「FLEX」等と比べてどのような特徴を持っているのか？	我が国の基準を定めるときには、世界最高水準の安全性を目指すというコンセプトもあり、両方（米国と欧州）のいいところ取りをしようというところ。 常設のシビアアクシデント設備、可搬型のシビアアクシデント設備を設けて対応する。さらには、今回の特重をつけ加えることによって、もう一段上乗せをするというふうな形で、両方の特徴をあわせ持ったようなことができているかと考えている。
	12	守田委員 日本の重大事故対策が欧米のそれとは異なるのであれば、そのような特徴をもたせた理由についてご教示いただきたい。	
	13	片山委員 テロ対策について 危険な思想を持つ人物を敷地内に立ち入らせないことは当然重要だが、もともと立ち入る資格を持つ人物が、その後危険な思想を持つということも考えられる。 このような想定に対して、国は事業者は何らかの対策を求めているのか。	防護上の秘密を業務上知り得る者については、内部脅威対策の一環として、個人の信頼性を確認する制度を平成29年11月から運用が開始している。具体的には、事業者が、対象者から氏名、犯罪歴とか、破産の状況とか、アルコール、薬物の依存の有無とか、そういったことの自己申告を求めた上で、適性検査なども行うことによってその信頼性を確認し、措置がとられる。
事故対策評価結果関係	14	守田委員 事故時のCs-137放出量の評価について 事故時のCs-137放出量の評価値が7日間で約8.8TBqと評価されている。これは再稼働前の新規制基準への適合性審査時の評価値（約4.5TBq）とは異なる結果となっている。 事故に伴うプラント状態や事故シーケンス等が非公開なので評価値を比較することは出来ないが、特重施設が設置された状態で、再稼働前の新規制基準への適合性審査時の事故シーケンスを再度評価した場合、どのような結果が予想されるのか。	今回の特重の審査では、これまでの新規制基準で整備した常設のSA設備や可搬のSA設備は全部使えない想定でやっている。そのため、特重施設を加えた形で全部の施設を最適に回したときにどうなるかという評価まではやっていない。ただ、特重施設だけでやってもこのくらいに抑えられると御理解いただければ。

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
事故対策評価結果関係	15	守田委員 設備の性能レベルについて 新規設備の基本設計は非公開とのことだが、フィルタベントなど国外で実績のある設備と比較して、どのようなレベルのものが設置されるのか。（同等なのか、それ以上の性能なのか。）	性能について具体的には言えないが、基本的に国外の施設と遜色がないものと認識している。
	16	守田委員 安全性の向上について 詳細な内容が分からない中で、我々は「安全性が向上する」ことをどのようにして確認できるのか。特重の設置が安全性向上になることについて、できる範囲でその「考え方」を示していただきたい。	今までの常設のSA設備、可搬のSA設備に加えて新たにもう一段上乘せをしている設備なので、定量的に言うのは難しいが、定性的には、さらに信頼性が上がって安全性が向上するというものであるということはあると思っている。
	17	守田委員 審査結果のレビューの有無について 仮に、我々が「安全性の向上」を確認できない場合、将来、第三者機関によって国の審査結果に対してレビューなどを行うことは考えていないのか。（例えば国際機関によるレビューを受けるといったことはないのか）	今のところそういう予定はない。 国際機関などから情報提供の依頼があれば、必要に応じて情報提供はすることにはなるかと思う。
	18	井嶋委員 長時間に及ぶ火災評価について（施設の強度） 航空機燃料等の火災時には相当な高温になると聞いている。 高温下では鋼材の強度は劣化し、比較的長時間の火災時には9・11における高層ビルのように全体的な崩壊も考えられるが、対象とする建屋の構造が分からないので、少なくともこのようなシミュレーションを行ったのかどうか、回答いただきたい。	建屋の詳細な設計は、工事計画認可の具体的な機能評価等の中で火災に関しても審査を行うことになっているので、基本的には防護、設計の方針を確認している。 （建屋の近傍に航空機が墜落する、あるいは壁に当たるとか、そういった状況で油が漏れて火災が発生したときに、その躯体の熱影響の評価をすとか、あるいは、仮に開口部があったときには、そこから燃料が流れ込み、燃えたときに中にある設備に対して影響があるかどうかという、機能の評価なども行うことになる。そういう開口部などができないような設計であれば、そこは評価

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
事故対策評価結果関係			自体をやる必要がない)
	19 井嶋委員	<p>テロ情報など緊急情報への対応について（マニュアル等）</p> <p>テロやハイジャックなどの緊急情報を把握した際の対応について、対応方法（マニュアル等）が構築されているのか、教えていただきたい。</p>	<p>マニュアル自体は事業者がテロやハイジャックの情報を察知した時点で対応する具体的な手順を、事業者が事業者の規定として定めることになっている。</p> <p>ただ、対応マニュアルを定めて、それで事前の準備操作を開始するといった大枠の方針というのは確認をしている。詳細については、今後事業者がその事業者のマニュアルとして整備することになる。</p>
地質調査関係	20 井嶋委員	<p>f-113 断層の活動性について</p> <p>f-113 断層は、その方向性から城山南断層、水縄断層帯に連なる断層のように見えます。さらに、これらの断層の方向と左横ずれ断層の動きは福岡西方沖地震が発生した警固断層と同じようです。</p> <p>ボーリングやトレンチ調査の他に、f-113 断層付近における微小地震の活動状況なども活動性の評価に必要ではと考えます。</p> <p>また、今後においても同様の観察が必要ではないかと考えますが、御意見を伺いたい。</p>	<p>九州電力の説明により回答済（微小地震の分布を見ると気になるところがあり、例えば、敷地周辺の断層、城山南断層が敷地の方向に延びている。敷地への方向を見た結果、あるところまでは活動性が認められたが、そこから先は最近、まさに数百年前以降の活動性はないことまで確認している。微小地震については敷地だけではなく、敷地周辺も含めて、広く活断層の分布や地震発生状況を見るために、継続的にデータの収集を図り、常に監視は重ねているので、そこで何らかの知見が得られれば、検討、反映を行っていく。）</p>
	21 井嶋委員	<p>地盤の変位、支持、変形のための2次元動的解析について</p> <p>炉心を通る3つの断面についてのみ2次元解析によって地盤の安定性を評価されています。</p> <p>2次元解析であれば、断層における滑り等、最も不利な断面を定めて行うべきと考えますが、九電が行われた3つの断面のみについての判断で十分と言えるでしょうか。</p>	<p>九州電力の説明により回答済（その断面に出るすべりを判断するに当たり、すべり面や、土砂構造を模擬したような簡易的なブロックモデルを組んで、すべりが最も厳しくなる方向を見定め、おおむねその方向と一致しているという判断でこの断面での評価を行っている。断面が変わった際に数字が変わるのではないかとこの観点は審査の中でもあり、</p>

No.	委員	質問事項（書面質問）	原子力規制庁回答
	21 井嶋 委員		ブロックモデルで少し動かしてみ、この断面が一番厳しいことを確認している)
		もう一点は、入力地震動は水平動とともに上下動も当然用いられているものと思いますが、明記されていないので質問いたします。	※H30.10.24の審査会合資料TC-005改2のP.73に記載有
地質調査関係	22 井嶋 委員	V-1.2 地震による損傷防止の1. 耐震設計方針について 機能維持等の方針のなかで、多様性ある対策を講じると定められています。九電の解答は白抜きです。どのような耐震対策を行っているかは公開できないのでしょうか。	対策自体がどの程度の頑健性があるかとか、どういう方法でその頑健性を高めているかという具体的な方針が書いてあるため、強度などに関連してくる情報が含まれているので、非公開である。 多様性を講じるということもあるが、もっと強度を高めるようなやり方とかもあるので、非公開である。

② 書面質問回答後の質疑

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
片山 委員	先ほど九州電力の回答のところ、緊急時制御室の人数は1名を検討中というような発言があったと思うが、これは審査の段階では人数を幾らかかというのは特に評価はしてなくて、今後、九州電力のほうで検討するという内容でオーケー（許可）が出ているということか。基本的に複数名必要なのかなと思うが。	先ほど回答があったのは、各号機1名ずつということなので、2名が緊急時制御室にいるという理解だと思うが、我々の審査の中ではそれが最低ラインだというふうな理解をしていた。今後それを実際には増やすかどうかとか、そういったものを多分考えておられる。我々は先ほどお話があったような人数でも対応がとれるということを確認した。 なので、各号機1名プラス予備1名、確かに部会長がおっしゃったように、そういう御発言であった。
出光 委員	特重施設の緊急時対策所ですけど、通常の運転ですと炉主任が必要だと思うが、この緊急時のときにはそのような制約はあるのか。	緊急時対策所、要は全体指揮のところには炉主任がいるけれども、この緊急時制御室の中には特にそのような要件は課していない。 基本的にある程度設備も限られていて、特に何かプラント状態を見きわめて判断をするという形ではない

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
出光 委員		<p>ので、当然、緊急時対策所と連絡を取り合いながら最終的には作業をするので、何らかのアドバイスはあると思うが、炉主任の指導がなくてもできるような体制になっている。</p>
守田 委員	<p>6番の質問に対するところで、ちょっと質問の仕方が悪かったようなので、改めてお伺いするが、特重の施設がまだできる前とできた後で想定している航空機の衝突とか、その他のテロリズムに、そのシナリオの詳細は別として、そこに差異があるのか。</p>	<p>特に差異は設けてない。</p>
出光 委員	<p>こちらの資料の審査の経緯の中で、原子力委員会と経済産業大臣への意見聴取を実施とあるが、この際に、今回のように結構白抜きの状態で審査を、意見聴取をされたのか。あるいはどこまで公開というのか、そういったことはあるか。</p>	<p>まず、原子力委員会に関しては、原子力の平和利用の目的に関して意見聴取をやっている。プルトニウムをほかの用途に使わないという確認をしたということ、原子力委員会のほうに諮っているところ。</p> <p>経済産業大臣に関しては、全体に関して意見を聴取しているけれども、詳細なところがなくても特に意見はないというふうなことであった。</p>
竹中 委員	<p>先ほど九電から回答があった井嶋先生の21番目の地盤の変位、支持、変形のため、2次元動的解析、2次元のFEMの解析の件でお伺いしたいのだが、例えば、鉛直入射では上下動は必ず縦波にはなるが、スピードだけS波にしてごまかすとか、そういう工夫をされているのか。いずれにしても理論的には大きく矛盾してしまうわけだが、これをどういうふうに規制庁のほうは考えられておられるか。</p>	<p>先ほど九州電力の赤司部長のほうから御説明があったとおり。</p> <p>我々はあくまでもどういう形でそれを入力させて、その結果、例えば、すべり安全率だとこの程度になるといところを確認をしたところ。</p>
	<p>普通に考えると、P波は圧力波なので、ジョイントとか、閉じたり開いたり、そういう効果もあるわけなので、S波だけ入る場合とは当然異なってくると思うが。なので、上下動がいいほうに作用するのか、悪いほうに作用するのかというのは、またちょっと難しいところかなと思う。なので、単純</p>	<p>特重施設の審査に関しては、地震動のところは既許可と変更がないことから、地震動の解析のところについて今回やっていない。地盤の安定性の解析はやっている。地震動の入力とか、モデルのところについては新規基準の適合性審査で使ったものをそのまま用いている。</p>

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
竹中委員	<p>に考えると、上下動をいれない場合でも計算してみるとか、ほかにもやり方がないのかとか、そういったことは当然考えなきゃいけないんじゃないかなと思う。そういう方針というか、規制庁の内部でもそういうのはないのか。</p>	<p>そこについて今我々のほうでお答えする準備ができていない。改めてこちらのほうから事務局を通じて御回答させていただければと思う。</p> <p style="text-align: center;">→次章（③会議後回答）参照</p>
竹中委員	<p>資料の7-2-2にあるが、例えば、平成30年4月3日の原子力規制委員会の審査書IV-1、その14ページの(4)「動的解析に用いる地盤パラメータについて、各種の調査結果をもとに設定した。解析に当たっては、せん断強度のばらつき、地下水位観測結果、入力地震動の位相の反転についても考慮した。」とあり、今と同じようなところで、同様のことが21ページにも同じことが書いてあるが、この文章を読んだだけでは、「地震動の位相の反転について考慮」と書いてあることが、具体的にどういうことを考慮されているのか。</p>	<p>本日の資料だと、九州電力さんの7-1-2の15ページに、基礎地盤のすべりということで示されている。この中のすべり安全率というのが$Ss-1$に対して括弧して(正、正)と、それから(逆、正)とかという形で書かれており、こういった形で、この場合ですと水平動は正と、上下動は正。次の場合は、水平動は逆という形で、プラスマイナスを反転させた形でいろいろ組み合わせて、その中から評価の最も厳しいものを評価しているということは審査で確認している。</p> <p>(竹中委員：位相の反転というのは、この水平動と上下動の正負の組み合わせを考えられているということですね。</p> <p>そうすると、なおさら上下動はP波で、水平動はS波であると、分けていると考えなきゃいけない。同じS波、S_v波というか、同じS波ですと、上下方向と水平方向が両方ともS波ですと、連動しているわけなので、独立に正負の反転はできませんので、なおさらそういう操作をされているということですね。わかりました。)</p>
井嶋委員	<p>外国やアメリカでも原発の規制および安全評価は行われているのか。また、アメリカ西海岸側では相当大きな地震が起こったりするが、地震に対する安全評価は参考にされているのか。</p>	<p>福島事故後の新規制基準策定時、今回の特重の規制も含めて、アメリカ、あるいはヨーロッパ各国、各国に義務づけられているものではないけれども国際原子力機関のセーフティスタンダードという標準的なガイドみたいなものも参考にしながら、各国の上の方の水準を目指すような形</p>

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
井嶋 委員		<p>で基準をつくった。</p> <p>航空機テロ対策についても、アメリカにB5 b という基準があり、これは2001年の9.11のテロ後に策定されたもので、その知見も取り入れている。</p> <p>それから、地震動の評価については日本のほうがハザードが大きいというところもあり、評価手法はかなり厳しくやっている。例えば、アメリカとかヨーロッパなどでは、いわゆる距離減衰式という比較的簡便な手法で評価をしているところが多いけれども、日本の場合、距離減衰式とあわせて発電所の近傍の断層の調査をやった上で地震動の大きさというのにも考慮をするとか、特に地震とか津波に関してはかなり厳しい基準であり、かなり水準が高い調査を要求している。</p>
片山 委員	<p>先ほど大型航空機の衝突の仮定の妥当性のところで、戦闘機などが意図的に衝突してくるといってお話もあった。そうなると、電力事業者で対応できる範囲を超えて、議論の中では衝突を防ぐという話も出てくると思う。それと、テロリストの人たちが施設に入ってくる場合を防ぐということも電力さんではできないということだが、そうなってくると、国の安全保障というか、少し高いレベルの話になるかもしれないが、原子力設備のテロ対策という意味で、電力さんと能力のある組織の方々が一緒に議論をする場はあるのか。</p>	<p>テロ対策に関して、何か統一的に例えば、原子力規制庁が音頭取りをして関係者を集めてという会議体は特に設けていない。当然発電所の安全対策、テロ対策も含めての安全、セキュリティ対策の部署と、治安当局とかはある程度連絡をとってやっているというふうに仄聞はしております。あとは警察ですとか海上保安庁とかの巡視艇とかについては定期的に警備をやっているもので、何かが起こったときの情報連絡体制などはあらかじめある程度は整備されている。</p>
守田 委員	<p>特重施設については、先ほどもCVの過圧破損防止に特化した設備であるという御説明をいただいた。これは想定によっては、もう既にCVが破損しているようなことを前提に何か対応をとらないといけないというようなことも当然出てくるかと思うが、そ</p>	<p>5層の対応は、避難が基本。それでも大量の拡散を抑制する、できるだけ抑制するという観点から、これは新規制基準の対応のときに「放射性物質の拡散を抑制するための措置」とか、あるいは「大規模損壊対応」と言っていますけれども、格納容器の</p>

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
守田委員	れについては、深層防護上はもう第5層のところに対応するという考え方でよいのか。	閉じ込め機能が失われたようなときでもできるだけ拡散を抑制するための体制とか手順をあらかじめ整備しておくということを事業者には求めている。 なので、そういう意味では4.5層というか、4.2層みたいなところというのは一応あるということ。

③ 会議後回答

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
竹中委員	<p>基準地震動の評価モデルにおける入力地震動の取扱いについて</p> <p>今回九州電力が用意した補足資料3（平成30年10月24日提出の審査資料）73ページ「5. 評価方法（入力地震動）」に解析方法の説明があります。2次元FEMによる地震応答（面内成分）の解析に関する質問です。</p> <p>この解析では、解析モデルに下から入力地震動を鉛直入射を仮定して水平成分と上下成分を入射しています。この場合、鉛直入射のため、上下成分は全てP波（たて波＝圧力波）としてモデル内に入っていきます。そのため、基準地震動の主要動は水平・上下成分共にS波（横波＝せん断波）であるにもかかわらず、解析モデルでは、入射地震動は上下成分が（S波ではなく）P波（たて波）としてモデル内に入り、P波のスピードで（せん断波ではなく）圧力波として伝わることとなります。</p> <p>しかし、現実には（理論的にも）基準地震動の主要動部分の上下成分は水平成分と連動してS波（せん断波）として地中を伝わってきたはずですが、上下成分が全てP波（圧力波）として入射することになってしまう今回のような入力地震動の取扱いは、実態と異なり理論的に大きく矛盾をしていると考えます。</p>	<p>基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド（以下「審査ガイド」という。）では、地震応答解析における入力地震動が水平及び上下方向の基準地震動を基に設定され、それらが同時に解析モデルに作用されていることを審査で確認することとしています。</p> <p>規制委員会は、九州電力が実施した地震応答解析について、審査ガイドで示されている手法で行われており、適切であることを審査で確認しています。</p> <p>加えて、九州電力が実施した敷地地盤の振動特性の評価においては、2次元地下構造モデルによる地盤の増幅特性の検討の際に、鉛直下方及び鉛直下方に対して±30度の斜め入射とした際の地盤の振動特性への影響に関する検討が実施されており、斜め入射による増幅特性が、鉛直入射による増幅と同等、もしくは下回っていることから、鉛直入射で代表できるとしていることを審査の中で確認しています。</p> <p>したがって、上記のことから、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価において、原子力施設の安全性へ与える</p>

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
竹中委員	<p>原子力規制庁はこの評価モデル、特に地震動の上下成分の取扱いについて、どう評価しているのか教えてください。</p> <p>また、原子力規制庁において、この評価モデルを見直すような研究や今後の動きが行われているようでしたら、その内容なども教えてください。</p>	<p>影響の観点から、九州電力が実施した入力地震動の鉛直入射を仮定した地震応答解析は適切であると考えます。</p> <p>なお、原子力規制庁において、地盤安定性評価モデルを見直すような研究は行われておらず、今後も予定されておられません。</p> <p>(回答日:令和元年7月4日)</p>
竹中委員	<p>【原子力規制庁回答に対する意見】</p> <p>質問の趣旨は、実施されたFEM解析が明らかに自然法則に反していることを指摘するものでしたが、残念ながら回答ではそれについて触れられていないように思います。このFEM解析は、審査ガイドを基に設定されたものかもしれませんが、「科学的に正しく」地震波動を模擬（シミュレート）しているとはいえません。一部質問文に書いたことの繰り返しになりますが、水平なモデル下端に鉛直入射で上下動と水平動の地震動を入力すると、弾性波動理論から上下動はP波、水平動はS波の平面波として伝播します。今回の地下構造モデルでは、P波の伝播速度はS波の約2倍ですので、上下動の進むスピードは水平動の約2倍となり、さらに波長（深さ方向）も上下動の波長は水平動の約2倍になります。今回の基準地震動（実地震動記録）の主要動はS波であり、その上下動も水平動同様に主にS波（せん断波）として（水平動と連動して）地下を伝わって地表に届いたはずですが、今回のFEM解析では、地下では上下動はその伝播速度も波長も水平動の約2倍のP波（圧力波）として伝わりますので、実際の自然法則に従って伝播する地震波動を模擬していません。実際の自然現象と大きく矛盾しています。従ってこのFEM解析については、その数値をそのまま認めることは、科学的見地か</p>	

委員	質問・意見	原子力規制庁回答
竹中 委員	<p>らはできません。</p> <p>上述のように今回のFEM解析が自然法則に違反している（科学的に正しくない）ことは明らかですが、自然法則に矛盾しないで審査ガイドを実装するにはどうしたら良いのか、具体例を示していただくことを強く望みます。</p> <p>（回答日：令和元年7月16日）</p>	

3 まとめ

当専門部会は、九州電力株式会社玄海原子力発電所3、4号機の再稼働に関して技術的な助言のために6回の部会を開催し平成29年3月に報告書を提出した。

本書は令和元年6月4日（火）に開催された第7回専門部会の報告書である。

専門部会開催に先立ち、県から玄海原子力発電所の特定重大事故等対処施設の設置に関する原子炉設置変更許可申請書（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）及び原子力規制委員会が取りまとめた同申請書に関する審査書などの各種資料の提供を受けた上で、各委員がそれぞれの専門的な立場から九州電力及び原子力規制庁へ書面で質問事項・意見等を提出した。

第7回専門部会（6月4日）では、九州電力からは、申請の概要及び地質調査の結果といった主要な審査項目について説明を受け、原子力規制庁からも、審査結果等について説明を受けるとともに、書面での質問事項等に関する回答がそれぞれなされ、質疑を行った。各委員の質疑は、テロ対策施設としての機能・役割、施設内の設備・運用、他の安全設備との関連、想定する特定重大事故の妥当性、及び施設周辺の地盤、周辺断層の活動性、耐震設計方針等多岐にわたった。

特定重大事故等対処施設は、テロ対策施設という性質上、非公開情報が含まれることを理解した上で、非公開とされている理由やその範囲を定めた規定等を確認するとともに、説明者との間でさまざまな質疑、意見交換が行われ、本報告書の作成にいたった。

県におかれては、本報告書を特定重大事故等対処施設による安全性向上の判断の参考とされ、今後とも更なる安全性向上への取組を国と事業者に対して求めるとともに、その取組状況をしっかりと確認していただくことにより、関係者全体で安全性向上への取組を継続していただきたい。

以上

【参考資料】

- 1 第7回佐賀県原子力安全専門部会配付資料
- 2 第7回佐賀県原子力安全専門部会議事録