

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

議事録

平成 25 年 11 月 19 日（火）13:00～

愛媛県水産会館 6 階 大会議室

1. 開会

○事務局 それでは、定刻となりましたので始めさせていただきます。

まず、傍聴者の皆さま方に傍聴に際しての遵守事項を申し上げます。

会議の開会中は静粛に傍聴し、会議における言論等に対して拍手などにより公然と可否を表明したり、威圧的行為をしたりしないこと。

飲食・喫煙をしないこと。

写真・ビデオ等の撮影、録音等はしないこと。

その他、会議の秩序を乱すなどの行為をしないこと。などとなっておりますので、ご協力をお願いいたします。

会議の傍聴をされる方は、事務局の指示に従って頂くとともに、先ほどの遵守事項に違反する場合には、退場して頂く場合があります。

また、携帯電話等をお持ちの方はマナーモード等に設定頂きますようお願いいたします。

本日はご都合により岡村委員、奈良林委員、渡邊委員がご欠席されております。

議事に入ります前に、お手元にお配りしている資料の確認をいたします。

原子力安全専門部会資料目次。目次に示しましたとおり、資料は 1-1、1-2 は 1、2、2 つあります。1-3、1-4 は 1 と 2、2 つ。1-5 につきましても 2 つ。また、参考資料につきましては 1 から 5 までございます。また、委員の皆さまには机上資料として、四国電力から提出されました事前協議書の写しを置かせて頂いております。資料の不足等がございましたら、事務局にお申し出ください。

それでは、岡田県民環境部長からご挨拶を申し上げます。

○岡田県民環境部長 失礼します。本日はお忙しい中、委員の皆さまにはご出席を頂きましてありがとうございます。また、本日オブザーバーといたしまして、規制庁のほうから野中調整官にご出席を頂いております。ありがとうございます。

さて、当専門部会ですが、先月 17 日に現地調査を実施して頂きました。当日ご参加頂かなかった先生方にも、順次現地に入って頂いております。大変お疲れでございました。調

査では設備の設置状況や機器の配置などを確認頂きまして、今後、審議を進めて頂く上で、参考にして頂けるものと考えております。調査実施後、宇根崎部会長代行からは、「設備面の対策は十分取られているという印象を受けたが、それらをどのように運用するのか、ソフト面の備えについても今後確認していきたい」とのお言葉を頂いておりますので、今後、適切な時期に訓練等の現地調査も実施して頂きたいと考えておりますので、どうかよろしくお願ひしたいと思ひます。

さて、審査の状況のほうですが、伊方3号機の原子炉設置変更許可申請等につきましては、原子力規制委員会におきまして安全審査が現在も進められておりますが、本日は9月11日に当部会で審議を頂きました論点に沿ひまして、重点的に確認して頂く項目であります電源の信頼性、それから、火災に対する考慮、火山、竜巻、森林火災等の自然現象に対する考慮につきまして、四国電力から規制基準の適合性や対応状況について説明頂き、ご審議をして頂く予定としております。

どうか、委員の皆さま方には忌憚のないご意見を賜りますようお願いを申し上げまして、開会のご挨拶とさせていただきます。

どうか、よろしくお願ひいたします。

○事務局 これから審議に移りますので、報道機関の方は事前にお知らせしましたとおり、カメラでの撮影は取材区域でお願いいたします。

それでは、以降の議事進行につきましては、要領に基づき望月部会長さんをお願いいたします。

○部会長 ありがとうございます。

ただ今から「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」を開催いたします。

2. 議題

(1)伊方3号機の新規制基準への適合状況等について

○部会長 まず、議題の「伊方3号機の新規制基準への適合状況について」です。

当部会では9月11日に今後の審議の進め方について議論し、お手元の参考資料1のとおり決定された審議の論点に基づいて議論を進めることにしておりますが、その論点からまず「電源の信頼性」について四国電力のほうから説明をお願いいたします。なお、これまで審議の中で委員からコメントのあった事項についても併せて回答をお願いいたします。

○四国電力 皆さま、こんにちは。四国電力原子力本部長の柿木でございます。原子力安全専門部会の委員の先生方には、日頃から伊方発電所の運営につきまして、ご理解とご指導を賜りましてありがとうございます。

さて、伊方3号機の新規制基準適合性確認審査につきましては、前回の10月16日の専門部会以降、7回の審査会合と、それから、更田委員による現地調査も行われております。

本日は、先ほど岡田部長さんからあるいは部会長さんからご説明ございましたように、当専門部会での審議の論点となっております内容のうち電源設備の信頼性、それから火災防護、それから自然現象に対する考慮について、当社よりこの後ご説明をさせていただきますので、ご審議をよろしく願いをいたします。

では、最初に電源設備の信頼性につきまして、原子力部計画グループの大政のほうから説明をさせていただきますので、どうかよろしく願いいたします。

電源の信頼性

○四国電力 四国電力の大政と申します。それでは、資料1-1「伊方発電所3号機新規規制基準への適合性確認申請における原子力安全専門部会の重点審議事項について（電源の信頼性）」こちらの資料に基づきまして説明をさせていただきます。失礼ながら座らせていただきます。

1ページおめくりください。目次が書いてございまして、まず、本資料の構成でございますが、8ページ目までがいわゆる設置許可基準規則といわれますが、以下規則と申しますが、そちらへの適合状況を表形式でまとめさせて頂いております。また、要求事項のポイント箇所につきましては、下線をしております。また、適合性の詳細に関しましては、9ページ以降に図表等を用いてまとめております。

それでは、新規規制基準の要求事項としまして、8ページまでを要求事項のポイントについて簡単にご説明させていただきます。また、9ページ以降で適合状況の説明をさせていただきますと思います。

それでは、1ページ目をご覧ください。まず、表の中の規則第1項になりますが、こちらのほうは重要安全施設の機能を維持するため、電力系統に連系することの要求でございます。

また、規則第2項でございますが、非常用電源設備として、ディーゼル発電機や蓄電池の設置に関することでございます。これらの要求事項に関しましては、規制要求としてこれまでと変更はございません。

2ページ目をご覧ください。規則第3項ですが、安全施設への電力の供給が停止することがないように、故障その他の異常を検知し拡大防止することや、所内電源の切り替え操作の容易性についての要求でございます。

3ページ目をご覧ください。規則第3項の解釈の続きでございます。こちらのほうも機器の損壊、故障、その他の異常を検知、それと拡大防止としまして、保護装置等の要求でございます。

4ページ目をご覧ください。規則第4項でございます。こちらのほうは接続される送電線の独立性ということでございまして、伊方3号機に接続されます送電線のうち、少なくとも2回線は位置的、機能的に独立した変電所に接続することが要求されてございます。

5 ページ目をご覧ください。規則第 5 項でございますが、こちらのほうは送電線の物理的分離といたしまして、全ての送電線が同一鉄塔に架線されないことが要求されてございます。

また、規則第 6 項でございますが、複数の原子炉を電力系統に連系する場合、いずれの 2 回線が喪失した場合におきましても、電力供給が同時に停止しないことを要求されてございます。

6 ページ目をご覧ください。大きく 5 項目ほどの要求がございます。

まず、1 つ目でございますが、2 以上の原子炉を電力系統に連系する場合、外部電源系が 3 回線以上の送電線で電力系統と接続されること。

それから、2 つ目といたしましては、開閉所や主発電機側の送受電設備におきましては、十分な支持性能をもつ地盤に設置されること。

3 つ目といたしましては、碍子および遮断器等は耐震性の高いものが使用されること。

4 つ目といたしましては、津波に対して隔離、または防護すること。

5 つ目といたしましては、塩害を考慮したものであることの要求が課せられてございます。

7 ページ目をご覧ください。規則第 7 項でございますが、非常用電源設備であるディーゼル発電機、それから蓄電池におきまして多重性、独立性の要求でございます。こちらのほうは新たな要求ではございませんが、同解釈におきまして非常用ディーゼル発電機の燃料につきましては、7 日間以上を構内に確保することが要求されてございます。

8 ページ目をご覧ください。こちらのほう下線は引いておりませんが、規則第 8 項としましては、非常用電源設備に関します共有に関することについての要求でございます。伊方 3 号に関しましては、特に非常用ディーゼル発電機、蓄電池等の他号機との共有はしてはございません。

以上、新規制基準の要求事項を簡単にご説明させて頂きました。9 ページ以降で図表等を用いて、もう少し詳細にその適合状況を説明させて頂きます。

それでは、9 ページ目をご覧頂けたらと思います。四国の図を示しておりますが、ご存じのとおり、伊方発電所は四国の西端の佐田岬半島の根元に位置してございます。送電線といたしましては、ちょっと見にくいですが、太線で書いておりますのが 500kV 送電線。それから、細線で書いておりますのが 187kV 送電線。あと一部さらに細かい線で 66kV の送電線も書いてございますが、こうした送電線によりまして各変電所、それから、火力・水力等の発電所と連系されてございます。

伊方 3 号機でございますが、太線で示しております伊方から赤丸の川内という変電所まで、このライン 500kV 送電線 2 回線が敷設してございます。これを主回線としてございます。また、伊方から大洲のところ、ちょっと細かい線になりますが、187kV 送電線 4 回線、こちらを予備回線としてございます。また、四国のこの図の右のほうでございますが、香

川県のほうからは中国地方へ、また、徳島県のほうからは近畿地方へも系統が連系してございます。

10 ページ目をご覧ください。伊方3号機でございますが、先ほどの説明とちょっと重複いたしますが、この図の上側でございます500kVの四国中央西幹線、(2回線)と書いてございますが、こちらのほうで川内変電所と接続されております。また、図の下側のほうになります。187kVの伊方北幹線(2回線)、それから伊方南幹線(2回線)と合わせますと計6回線になりますが、こちらのほうで送電線と連系できる構成となっております。また、伊方3号機で発生した電力890MWでございますが、こちらのほうは四国中央西幹線の2回線、500kV送電線で十分送電できるものでございます。また、500kV送電線でございますが、1回線でも3号機の発生電力を送電し得る容量を有しております。1回線送電停止のような事故が起きても、3号機は運転できるといった容量のものでございます。

所内の電源につきましては、後ほどご説明をいたしますので、ここでは割愛をさせていただきます。

次に、送電線の接続先でございますが、500kV送電線は伊方から送電線の長さで約73km離れた川内変電所、こちらのほうに接続してございます。また、187kV送電線は伊方から約27km離れた大洲変電所のほうに接続してございます。これら川内変電所、大洲変電所でございますが、こちらも送電線の長さでございますが、43km程度離れた地点に位置的に分散しておりますとともに、その直下には活断層は認められておりません。

次に、伊方3号炉の送電線が接続される川内変電所と大洲変電所の独立性についてご説明をさせていただきます。

11 ページをご覧ください。こちらの図ですが、上側の川内変電所のところバツを付けておりますが、川内変電所が停電した場合を示してございます。この場合、図の右下のほうにございますが、小田変電所というところがございまして、こちらのほうは66kVの送電線でございますが、こちらのほうで遮断器等の操作を行いまして、この右側のほうからピンク色で示しておりますラインにおきまして、大洲変電所を経由して伊方北幹線、もしくは伊方南幹線、こういった送電線を使いまして、伊方3号のほうには電源供給ができるようなこととなっております。

12 ページをご覧ください。こちらのほうは今度大洲変電所のほうが停電した場合の状況を示してございます。この場合、川内変電所は健全でございまして、特に系統の切り替え等の操作はなく、ピンク色のラインになりますが、ちょっと矢印が伊方からは反対向きになってございますが、四国中央中幹線、それから、川内変電所。そして、四国中央西幹線を通して、伊方3号機のほうには電源供給できるといったことになってございます。

以上ご説明しましたとおり、片方の変電所が停止いたしましても、伊方3号機に接続された送電線が全て停止する事態にはなりません。

13 ページをお願いいたします。伊方発電所の構内の送電線等の状況をお示ししております。ちょっと見にくいですが、ちょうど平面図の真ん中のほうに500kVの開閉所がござい

まして、そちらから青色のラインで東のほうに線を引っ張っておるものが、こちらのほうが四国中央西幹線の2回線分でございます。また、その下に赤線で2本ほど東西に線を引いておりますが、こちらのほう上から伊方北幹線、それから、その下が伊方南幹線でございます。これら送電線でございますが、500kV送電線の四国中央西幹線、それから、187kVの伊方北幹線、南幹線とも同じ鉄塔には併架しておりません。また、構外におきまして、この500kV送電線と187kV送電線は、同一鉄塔には架線してないといった状況になってございます。

また、伊方発電所電源線の送電鉄塔基礎の安定性等についてでございますが、盛り土の崩壊や地滑り、急傾斜地の崩壊に対しまして、鉄塔基礎の安定性は問題ないことを評価、確認しております。しかしながら、この平面図に示しておりますが、黄色でちょっとハッチングしております箇所、3カ所ほどございますが、こちらのほう、評価上では問題はないでございますが、われわれの自主的な対策といたしましては、盛り土の対策のほうを自主的に進めてございます。平成26年度末の完了を目指して実施中でございます。

また、伊方の特殊性ということでございますが、災害時には機動性と申しますか、迅速な復旧に期待できると考えております。亀浦変電所、伊方のすぐそばにある変電所でございますが、こちらからの配電線を敷設しております。この図の中で説明しますと、ちょっと見にくいですが、ちょうど真ん中の辺りに東西にピンク色のラインで1本、それから、薄緑色で1本線を引いておりますが、こちらのほうが亀浦からの配電線ということになります。ピンク色のほうが伊方1、2号向けのラインでございます。1ルートで2回線分を引いてございます。薄緑色のほうは3号用のものでございまして、1ルートで1回線と、そういったものを引いてございます。これらの配電線によりまして、各号機ともプラントの冷却等に必要最低限の電気を供給できるようにしております。

14ページをご覧ください。こちらのほう、送電線の交差状況を示しております。左端に伊方発電所がございますが、こちらのほうから先ほど説明いたしました大洲変電所、それから川内変電所、あと西条火力の発電所も示してございますが、その辺りまでの送電線の交差状況等を示しております。

伊方3号機に接続されます送電線でございますが、発電所外において図のように交差箇所がございます。しかしながら、伊方3号機に接続される送電線におきましては、先ほど申しました四国中央西幹線、この青く太いラインで書いておりますライン、それから、赤で書いております伊方北幹線、それから伊方南幹線と3つのルートを有してございまして、この交差状況からは、この3つのルートが共に損壊するといったようなことはないと考えております。例えば、図A部のところを見て頂きたいのですが、こちらのほう、四国中央西幹線の青いラインと、伊方北幹線の赤いラインとが2カ所ほどで交差するような形になってございますが、これを避けるように伊方南幹線が敷設されてございますので、全ての送電回線が喪失するようなことはないと判断してございます。

15 ページをご覧ください。伊方の構内のほうの電気系統でございます。こちらのほう、電気系統や非常用所内の電源系からの切り替えに関するご説明をさせていただきますが、所内電源におきましては①の緑色のラインの発電機からの電源供給ライン。それから、赤色の②で示しております 500kV 送電線からのライン。それから、右のほうに青色で示しております 187kV 送電線からのライン。また、ちょっと、見にくいですが、下のほう、ディーゼル発電機 3 A と書いてあるところに、茶色のラインでディーゼル発電機からのラインということで、このように発電機から送電線、それから、非常用のディーゼル、こういったものから非常用の所内の母線というのは受電できるようになっております。

また、何らかの形で事故というか発電機が停止するといったようなことがございますと、自動もしくは手動での切り替え、容易な切り替え操作により、所内の電源が確保されるといったことになってございます。

また、下のところに⑤で号機間融通によるということで、紫色で示しているラインがございますが、こちらのほうは重大な事故等が発生した場合におきましては、他の号機から電源融通ができるといったような設備構成をしてございます。

16 ページをご覧ください。先ほど重大事故等での号機間の融通といったところの詳細な図になります。こちらのほう、例えば伊方 3 号とは直接接続されてない 66kV の送電線、図の右上のほうになりますが、こちらのほうからも受電を、例えば右下に書いております伊方 1 号機の 6.6kV 非常用 C 母線、もしくは D 母線、こちらのほうを経由しまして、一番左のほうになりますが、伊方 3 号機への電源供給ができるよう、ケーブルでタイライン接続をしてございます。こういったような構成にしてございます。

17 ページをご覧ください。こちらのほう、電気系統の故障拡大防止というところでの保護装置のご説明でございますが、短絡や地絡といったような電気事故が発生した場合は、保護装置が動作いたしまして、図に示しております左側が送電線での、例えば事故の場合、右側が所内での変圧器等での事故の場合を示しておりますが、事故の区間の中におきましては、速やかに事故を検知いたしまして、その両端の遮断器等で事故箇所の分離を図るといったことができるような設備構成になってございます。このような保護装置を設けておりまして、万一の事故が起きた場合には、故障影響を局在化できるようになってございます。

18 ページ目をご覧ください。こちらのほう、500kV 開閉所設備や 187kV の開閉所設備に用いられております低重心で耐震性の高いタンク型の遮断器等で構成されますガス絶縁開閉装置、いわゆる G I S といわれるものですが、こちらのほうを使用してございます。写真のほうは伊方 3 号機の 500kV の G I S の写真でございます。500kV のこの G I S および伊方 3 号の主要な変圧器、主変圧器、それから所内の変圧器、また予備の変圧器がございましたが、こちらのほうに関しましては、基準地震動 S_s での機能維持の耐震性を確認してございます。また、1、2 号の G I S、それから、変圧器に関しましては現在確認作業を行っておるところでございます。

19 ページ目をご覧ください。こちらのほう、塩害対策についてでございます。伊方3号の500kV開閉所では送電線の引き込み箇所には、このような屋外に碍子を用いたような装置を用いておりますので、塩害対策といたしましては、碍子を水噴霧洗浄できます碍子洗浄装置を設置してございます。また、この碍子洗浄装置におきましては、送電線を受電した状態のまま実施することができるといったような装置となっております。

20 ページ目をご覧ください。保安電源といたしまして、非常用ディーゼル発電機、それから、安全系補機の開閉器と申しまして、高圧の遮断器とか低圧の遮断器類、また、蓄電池等でございますが、図で示しておりますとおり、緑の枠と赤の枠で囲っておりますが、2重化、2系統にしておりまして、なおかつ区画化を行っております、別々の場所に設置しておるといったものでございます。また、これらの保安電源設備でございますが、3号炉専用としまして十分な容量を有する設備としておりまして、他号炉の非常用電源等を共有してはございません。

21 ページ目をお願いいたします。こちらのほうは外部電源の喪失時におきまして、2基の非常用ディーゼル発電機を配備してございますが、それぞれ7日間以上の連続運転ができるように、既設の、ちょっと見にくいですが、平面図の真ん中の辺り、3号機の格納容器がございまして、その東側のところに既設3号のDG燃料貯油槽が2基あります。これに加えて、そこから下の500kV開閉所のすぐ東側のところになりますが、新たに重油タンク3基を設置してございます。この燃料タンクでございますが、位置的に分散させておりまして、特に新たに設けた重油タンクからの燃料供給といたしましては、この場所から主にミニローリー等を用いまして、燃料運搬を考えてございます。

以上で説明としては終わりますが、22 ページ目のほうに添付資料ということで、これまでに頂いたコメントおよびその回答を記載してございます。

23 ページ目のほうをご覧くださいと思いますが、ご質問といたしましては竜巻の海水巻き上げによる送電線への影響についてのご質問がございました。その回答でございますが、現状におきましても送電線は台風や冬場の季節風により、常時塩分を含んだ海風にさらされている状況でございまして、それを考慮した絶縁の設計、そういうものにしてございます。そういうことから、竜巻時の海水巻き上げに関しましては、特段の考慮は必要無いかと考えてございます。

また、送電線でございますが、電源供給の信頼性を高める観点から、複数のルートを確認した設計としてございます。

それから、24 ページ目をお願いいたします。2つ目のご質問ですが、送電線の信頼性につきまして、交差している送電線の場所だと思いますが、上側の送電線が破断すれば下側に接触する可能性があるがどのように考えているのでしょうかというご質問ですが、こちらのほうは先ほど14 ページでも説明をさせて頂きましたが、伊方発電所の外部の送電線におきましては3ルートございまして、いずれの交差部等におきましても、もう一つのルー

トが確保できるといった構成になっておりまして、十分供給できることは確認してございますと、そういった回答をさせて頂いております。

資料といたしましては、以上で説明を終わらせて頂きます。

○部会長 どうもありがとうございました。

この項目について、ご欠席の委員からのご意見とかありますでしょうか。事務局いかがでしょう。

○事務局 本日ご欠席の3名の方から、この項目につきまして特段の質問はございませんでした。

○部会長 それでは、委員の皆さまからご意見、ご質問はございませんでしょうか。

はい、森委員。

○森委員 手際の良いいご説明ありがとうございました。

私から2つ質問しようと思います。昨日現地調査を私と岡村委員とで参りましたが、そのときに1つ気付いたことございました。13ページのご説明の際に、この送電線の物理的分離というご説明の際のこの図面でちょっと質問したいわけですけれども、この図の右端に3つの幹線の文字が書いてありますが、地図上でこの文字付近、もしくはそれより少し東に風力発電がたくさんあったと思うのですが、要するにその風力発電のプロペラが壊れたことを想定しているかどうかという質問です。それが1つ目の質問。

それから、もう一つ質問がございまして、18ページのご説明で、開閉所の設備は碍子型遮断器を使用せずということで、それは理解できたのですけれども、それに続いて19ページで引き込み箇所には碍子型を用いているってということで、ですから、碍子型は全般には用いてないけれども、ここだけは別だというご説明だったのですが、この碍子型の耐震性についてご説明頂きたいと思います。

以上2点、よろしくお願ひします。

○部会長 よろしくお願ひいたします。

○四国電力 四国電力の松本と申します。まず、1つ目の風力発電所のプロペラに関するお話について回答させて頂きます。おっしゃるように、この付近の送電線の近傍で複数の風力のタワーが建設されております。ただ、先ほどからもご説明しましたとおり、伊方発電所に供給する送電線は全部で3ルート、6回線ございます、そのいずれか1回線が生き残っていれば大丈夫ということでございますので、風力のほうのプロペラが仮に何らかの事象で送電線のほうに飛来するという事態があった場合でも、全てのルートが停止するということはないと考えてございます。

○森委員 プロペラが何基あって、それから、あと離間距離がどれぐらいかという定量的な情報についてお分かりでしたら教えて頂きたいのですが。

○四国電力 すいません。風力のほうのプロペラについて、この場では定量的な数字は持ち合わせておりません。

○森委員 風力発電のプロペラがこれまでも確か大きな風で損傷したというようなことは1つではなく聞いていますので、ある意味竜巻だとか、あるいは台風だとかっていったようなことで、台風も大型化しているとなると、昨日もびゅうびゅうと半島を過ぎて来るときに峰の部分では風がきつくなりますので、その意味でもちょうどこの3本が分離しているとはいえ、最近多いアメリカや日本の竜巻の映像なんかを見ても、ああいうプロペラがぶるんぶるんっていっぱい回ってくると、ちょっとやっぱり楽観的な見方で検討から外すというよりはむしろ悲観的に考えても残るのだったっていったような、そういう論理的な説明をして頂けると安心できるなというところです。

○部会長 どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。

先ほどのプロペラの件でございますが、竜巻のほうで、いわゆるわれわれは送電線に当たるかどうかというよりも、竜巻に対する防護施設、すなわち安全的に重要な設備が発電所構内にある。そのこのところの影響というものは評価しておりまして、ちょっと実際の具体的な距離っていうのは今データ持ち合わせておりませんが、後ほど竜巻のお話はしますが、一応100m/sというようなところでございまして、重要設備のほうに影響はないというふうな確認は取っております。

また、改めまして具体的な数値については、別途次の場でご説明できたらと思います。

以上です。

○部会長 より安心できるというような距離を保って頂けると安心できますので、距離とか分かりましたらお願いします。

もう1点、はい。

○四国電力 四国電力の大政でございます。もう1点目のご質問でございますが、500kVの開閉所のところに用いておりますGISのところにおきまして、一部引き込みのところにおきましては碍子型のものを用いているといったところの、その耐震性というご質問だと思いますが、こちらのほうはGISと一体になった碍子でございまして、先ほどの基準地震動 S_s での機能維持を確認しているといったご説明をしましたが、こちらの碍子もモデル化して、耐震評価を行っております。特に基準地震動 S_s での評価におきましても、この碍子が破損しないと、そういったところまでの確認をさせて頂いております。

以上です。

○部会長 ありがとうございます。

その他、ございませんでしょうか。

現地調査を実際に皆さんされて、いろいろ感じたところがあると思いますけれども、いかがでしょう。

○吉川委員 今の碍子ですけども、これの用途は何ですか。 それともう1点は、風力発電所は現地に行ったときには、四電さんの所有物ではなくて、別のところの所有と聞きます

したが、風力発電所はどこが竜巻とかいろんな災害に対して規制しているのですか。というのは四電さんは所有されていなくても、それがもし何か発電、原発に影響与えるようでしたら、それは困るというような話ですね。風力発電所は原発のそばに置いていいとか、そういうことはどこが規制してるんでしょうか。変な質問ですけど。○部会長 いかがでしょうか。はい。

○四国電力 すいません。四国電力の大政です。まず1つ目のちょっとご質問というかご説明ですけど、こちらのほうの碍子でございますが、用途といたしましては、500kVの送電線がいわゆる絶縁がない裸の電線で引き込まれておりますので、これをガス絶縁の開閉装置につなぎ込むときに、絶縁、電界強度とかを緩和して引き込む必要があります。こういった碍子で中に電界緩和するような仕組みをつくってございまして、それで、こう引き込んでガス絶縁開閉装置を接続すると。そういう接続のための装置としてこういうものを使ってございます。

○吉川委員 GISに引き込む間に碍子があつて、それ自身は遮断機の役はするものでない。しかし、なぜここで説明されているかということ、碍子は耐震的に持つということを言いたいのであつて、これが倒れるとGISが全部共倒れになるということになる。だから、碍子は大丈夫ですということを言いたい、そういうことでしたか。

○四国電力 四国電力の大政でございます。

そのとおりでございます。

○部会長 はい、ありがとうございます。その他、ございませんでしょうか。

○吉川委員 もう一つのほうは。

○四国電力 四国電力の松本でございます。先ほど風力発電所のほうの規制とかがどうなっているかというご質問かと思えます。技術的な関係で申しますと、電気事業法に基づいた電気設備の技術基準というものがございまして、技術的にはそういうものに従って業者さんが建設されているものと考えております。ただ、立地場所につきましては、原子力の近傍で建設しては駄目だとか、そういうような規制はないというふうに認識しております。

○吉川委員 原子力のほうは規制庁のほうが管轄しているわけですけど、今の話ですと、風力発電所は経産省のほうの電力安全課のほうが管轄しているということで、原発と風力発電所の間になにか問題があったら、二つの官庁のほうで調整してもらおうと、こういうことですね。この場合は規制庁と電力安全課の間で調整してもらおう。そういう性質のものであつて、そういう取り合いがいろいろありますので、何でもかんでも規制庁のほうで全部規制できない。送電線の交差の問題も、規制庁にやめてくれと言われても、これは多分、その電力安全課のほうの管轄の話であつて、規制庁のほうは規制できない。そういうような国の規制の担当が違うことで矛盾が生じる場合もある。電力会社さんのほうで送電線の交差の問題はどこが規制の担当かということだけは確かめてもらいたいですね。

○部会長 規制庁とのギャップを気が付かないままに何かあってもいけませんので、そういうところは今まで、これまでと同じような姿勢で自主的にですね、穴を埋めるような対策をして頂けたらと思います。

その他、ございませんか。はい、宇根崎先生。

○宇根崎委員 宇根崎です。すいません。2ページのページ番号でいったら2ページのところで教えて頂きたいのですが、新規制基準の項目の解釈の中に、解釈の5行目ぐらいのところに、「個々の機器が信頼性の高いものであって」、それから、「非常用所内電源系からの受電時等の母線の切り替え操作が容易なことをいう」とあるのですが、この切り替え操作が容易に実施可能であると。それと自動切り替えが可能であるということで、この容易に実施可能であるというたとえば自動切り替えが可能であるとか、そういうふうなことを示しておられるかと思うのですが、このあたり、ちょっと信頼性が高いかどうかというの、どういうふうに客観的に判断していくのか。それとか、容易であるかどうかというの、どのように客観的に判断していくのか、されていくのかという点について、何かというかお考えがございましたら教えて頂きたいです。

○部会長 はい、お願いします。

○四国電力 四国電力の大政でございます。

まず、信頼性の観点のお話になりますが、今回特に外部電源として送電線のお話をしているのと、あと所内の非常用ディーゼルとか、安全上重要な機器のお話を2点してございます。おのおのとも送電線等におきまして、この所内の安全系統の重要な電源と同等の信頼性というところはなかなか確保はできませんが、送電線におきましても複数ルートだとか、変電所の独立性まで求めるような形での信頼性、こういったものでわれわれその十分な信頼性を確保しているといったところでございます。また、これら外部電源は仮に喪失した場合におきましては、さらにその信頼性の高い開閉装置、それから、非常用ディーゼル発電機といった電源装置のほうに、自動なり手動なりで容易に切り替わると、そういったことでさらなる信用性を確保している。もともと原子力の安全設計というものがそういうふうなものであるといったところで設計してございます。

あと、切り替えに関しましての補足でございますが、例えば非常用ディーゼル発電機でございますが、外部電源がなくなれば、その電圧がなくなったということを検知いたしまして自動で起動いたします。約10秒ほどで電圧が規定の6,900V、そういった電圧まできちんと出るようになっておきまして、その後はその母線が停電というか停止状態であれば、自動で遮断器が投入されるといったようなことで、まず自動での切り替え、そういったものができるようになってございます。また、当然手動での運転員の判断等による切り替えもできると、そういったことにしてございます。

ちょっと簡単ですが、以上でございます。

○部会長 はい、ありがとうございました。

その他、ございませんか。

審議事項はたくさんあるのですが、一番重要な事項の1つでもありますので、何かご意見がありましたらと思うのですが。

それでは、吉川委員。

○吉川委員 規制庁のほうで審議された後ですが、要するに結論としてはどういうことになったのでしょうか。規制庁としては問題はまだ指摘しておられて、それで対処中であるのかどうか、そういう結論がちょっと分からなかったんですが、こちらとしてはこの場で質問はしておりますけど、そちら、規制庁のほうは審査してどうだったかという全体としての結論はどうなっているのか、これが知りたいというのが第一点です。

もう一つは、電源の信頼性については福島事故の教訓を踏まえれば、いろいろの大災害、自然災害が考えられて、そういう事態においても事故対応するための電源の信頼性という観点では向上しているのか担保されているというようなことは一番気になるところですけども、ここで言うておられるのは、そういうような何が起こっても電源の信頼性はどうなったのだ、という大事なことが何となく分かりにくい。そういう辺はどうなのか。福島の場合は地震が起こって、そして津波が来たというようなケースの場合に、外電はやられました、ディーゼル発電機もやられました、やられないやつもありました。直流電源は水に漬かりました、漬からないのもありました。それから、メタクラというケーブル接続盤が下のほうにあって水が漬かってこれがいかれました、とかいうような話があるんですけど、そういう福島で起こったことの全体を踏まえた場合にも、十分大丈夫ですよというような審査はやられているのでしょうか。

その辺です、2点お願いします。

○部会長 皆さん一番聞きたいところかもしれませんが、いかがでしょうか。

○四国電力 四国電力の大政でございます。

まず、1点目のご質問でございますが、こちらのほう保安電源という形での国のほうには審査会合を2回ほどお図りしてございます。1回目は本資料と全く同じような資料で説明をさせて頂いて、少なくともこの保安電源のこの新基準規則への適合状況としては特段のコメントを頂いておりません。ただ、そのときに2つほど川内の変電所が止まったときに、小田変電所というところで切り替え操作を行うので、そういったところの受電が信頼性的に事故のときにどうなのかというご質問と、あと、送電線が交差しているといったところで、こちらのほうも影響はないのかというコメントは受けておまして、それを回答等はしております。ただ、われわれの今回このように説明しておりますが、そういったものに対しての特段のご指摘等は今ない状況というふうに理解してございます。

○四国電力 あっ、すいません。資料としましては、参考資料のところに26ページのところでございますが、こちらのほうで審査会合を2回ほど8月と10月にかけておまして、10月のほうが後で申しましたコメントの回答といったこととございます。27ページのほうには、その系統の信頼性といったところのご指摘ありましたように、その回答をしていると、そういったところでございます。

○吉川委員 それで一応了解されたということですか。質問があったので答えた、そして、向こうは分かりました、はい合格です、という、そういうような進め方ではないのですか。国のやっていることは聞いて理解しました、というそれだけの感じですか。

○四国電力 四国電力の大政でございます。

最終的な国のご判断に関しましては、ちょっと事業者からは分かりかねないところがございますが、そういった場でわれわれの考えをご説明させて頂いて、特段の今はコメント、ご指摘等は受けてないと、そういったことだと考えております。

○部会長 野中さま、お願いします。

○規制庁 規制庁の野中でございます。

私は直接そういう審査の担当をしている者ではございませんけれども、これまでこういった規制基準をつくった経緯と、それから、今現在どういう状況かにつきまして簡単にご説明したいと思います。

3. 1 1の事故からいろんな教訓が得られました。それで、3. 1 1以前の規制について何が問題だったのかとか、今後どのようにするべきかということについて、その当時の原子力安全・保安院とか原子力安全委員会とか、あるいは規制委員会になってからもそうですけれども、いろんなことを検討してまいりました。一方で、国会の事故調とか政府の事故調なんかでも、これまで何が問題だったのか、今後どういうふうにあるべきかということについて検討がなされました。それで、例えばですけれども、これまでの問題点ということでは、外部事象も考慮したシビアアクシデント対策が十分な検討もしないまま、事業者の自主性に任せていたということで、国のほうで規制はしていなかったということ。それから、バックフィット制度という法的な仕組みがなかったとか、そういった問題点が洗い出されてきました。それを踏まえまして、昨年6月に新規制基準の前提となる法改正がなされました。そこではこれまでなかった項目の追加とか、あるいは重大事故も考慮した安全規制等について新規に追加したり、あるいは強化したりということで、規制内容はずいぶん強化しております。その法改正を基にして新規制基準を昨年来から公開の場でもって議論をしまして、それから、パブコメも頂きまして、その上でそれを反映し、最終的には今年の7月に新しい基準ができました。今回、全ての事業者ではないのですけれども、

その新基準ができたことを踏まえ、新基準に照らした適合性を事業者の方で確認したということで、四電の場合には伊方の3号機について、申請がなされました。まだ全部の項目について評価が済んでいるわけではありませんが、出てきたものから順次、現地調査等も実施し、これまで審査をしてきました。まだ審査中でございますので、そのときにたまたまそういうふうな何というのですかね、大きな意見がなかったのかどうかは存じませんが、いずれにしても、その内容が妥当かどうかということについては、まだ評価は終わってはおりません。それについてはまだ審査中、全ての項目において審査中という状況です。

○部会長 ありがとうございます。よく分かりました。

四電側としたらそれは各論一つ一つの項目がOKっていうふうなことをまだ回答は得られていないという状況で、こちらから推測するしかないと思うのですが、各論の一つ一つの項目で、大きな注文とか意見とかなかったっていうことは、そのことについては大きな問題はなかったのかなというふうに推察ができるかなと思いますけど、全体として、後でまたぶり返してまた問題が発生したときに、それはもう一度こういう視点ではどうかっていう意見が出てくる可能性があるということかなと思うのですが、全体で各論一つ一つ丸ということで、これはOKって出さないというのは、そういうやり方でしているのかなという推定します。

○事務局 すいません、事務局ですけども、規制庁の審査が終わった時点においては、この会合においても、あらためて規制庁の審査担当の者に来て頂いて説明を受ける予定にさせていただきますので、その点は踏まえて、この会合進めて頂ければと思います。よろしくお願いたします。

○部会長 その他、ございませんでしょうか。

はい、どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。

ここの電源の信頼性でございますが、今回外部電源関係の電源の信頼性といった形でご説明させて頂きました。それで、先ほど来の吉川先生の質問の中では、やはりシビアアクシデントまで至るような電源車うんぬんというような、全体的なトータルとしての電源関係のほうの信頼性というようなことについても、ちょっと言及すべきというふうにわれわれ考えておりますので、できましたら、また今後シビアアクシデント対策の審議がありますので、その中でも電源の信頼性についてあらためてご説明したいと考えております。

以上です。

○部会長 はい、ありがとうございます。

シビアアクシデント対策に関するのはまた別の日についてということで、詳しく審議したいと思います。

○部会長 はい、どうぞ。

○森委員 専門ではないので非常に初歩的な、ひょっとしたら幼稚な質問になるかも知れませんが、この川内変電所が停電の場合と、それから、もう一つ大洲が停電の場合、分けて検討して頂いているわけなのですが、これは両方が停電になるっていったような場合でも、それぞれ伊方の中で号機間融通でそうした短期間の場合はそれでしのげる、そういう理解でよろしいのですか。

○四国電力 四国電力の松本でございます。ただ今のご質問ですけれども、川内変電所と大洲変電所、両方が全部停電となった場合でも、具体的には11ページの、このピンクの線は今大洲変電所の中を通過しておりますが、この場合の予備としまして、このピンク色の伊方北幹線、南幹線の下側に平瀨支線というものがございますが、こちらのほうの系統を使って供給が可能であると考えております。

ただ、この資料では規制基準としまして、それぞれの変電所が停電となった場合ということが予想事故としてなされておりますので、この資料ではここまでの説明とさせて頂いています。

○森委員 ありがとうございます。

それともう一つ、これは考え方を気にしたいのですが、例えば今この11ページをご説明されたので、11ページで川内変電所が駄目になった場合という、こういう条件ですけれども、これは変電所そのものが駄目になった場合と、それから伊方3号機と川内変電所を結ぶ送電系が駄目になった場合ということも含めるという理解でよろしいのですか。

○四国電力 四国電力の大政でございます。

そのとおりでございます。一番重大なものというのが、この変電所の停電ということで、これを例に挙げております。

○部会長 はい、ありがとうございます。

よろしいでしょうか。

それでは、質問も一通り済んだと思いますので、次の項目ですね「火災に対する考慮」について審議したいと思います。四電からの説明をお願いいたします。

火災に対する考慮

○四国電力 四国電力の多田でございます。それでは資料1-2-1を用いまして、「火災に対する考慮」として、近隣の産業施設の火災・爆発および航空機墜落による火災の影響の評価についてご説明いたします。着席させていただきます。

次のページをご覧ください。

まず、目次でございますが、本日は「新規規制基準への適合の状況」。次に「外部火災に対する防護対象と影響評価の考え方」。続きまして「近隣の産業施設の火災・爆発の影響評価」。それと「航空機墜落による火災の影響評価」についてご説明いたします。

次に1ページをご覧ください。まず、新規規制基準、設置許可基準規則への適合状況でございますが、右側に記載している適合状況につきましては、7月8日の設置変更許可申請時点での内容でございます。一部国による審査の過程で基準に適合させるための評価や、また対策内容が変更となっております。

3ページ以降の評価におきましては、現状の評価内容を示しており、これらにより新規規制基準に適合できるものと判断しております。

本日はこの資料を用いまして、近隣の産業施設、工場等、コンビナート等の火災・爆発、それから、航空機落下による火災に対する評価についてご説明します。

なお、本資料におきましては、それぞれ近隣の産業施設、それと航空機落下による火災等を総称して外部火災と表現しておりますので、外部火災というふうな名前でご説明いたします。

3 ページをご覧ください。まず、防護対象設備についてでございますが、外部火災の影響を受けた場合におきまして、原子炉の安全性を確保するため、重要度分類指針で規定されているクラス1、2、3機器を防護対象としております。また、海水を取水、送水するためのポンプ車等、重大事故等の対処設備につきましては、外部火災により損傷を受けた場合、炉心損傷等の原子炉の安全性に係る対策に大きな影響を与える恐れがあることから、機能喪失しないよう、外部火災に係る対策が及ばない場所へ移動、または防火帯の確保、外部火災に対する消火活動を行うことにより、熱影響等を受けないよう配慮することとしております。

各設備の防護対策につきましては、表の記載のとおり、クラス1、クラス2、すなわち安全重要度の高い設備につきましては、高い信頼性が要求されておきまして、外部火災に対して機能を喪失しないように、隔離ならびに建屋により防御することとしておきまして、屋外に設置しております機器については、屋外の消火栓等を用いた消火活動により防護することでの対応としております。

このような考えのもと、今回の外部火災に対する影響評価につきましては、クラス1、クラス2、重要度の高いものにつきましては、外部火災の消火活動による防護手段を期待しない条件のもと、熱影響評価を行っております。

次に具体的な影響評価でございますが、まず近隣の産業施設の火災・爆発に関してご説明いたします。

5 ページをご覧ください。国が策定いたしました外部火災影響評価ガイドにおきましては、近隣の産業施設の火災・爆発の影響評価を求めておりますが、今回の評価に当たりましては、それに加えまして発電所敷地内の危険物貯蔵施設についても評価を実施しております。

まず、発電所敷地外ですが、発電所敷地外 10 km以内に設置されている石油コンビナート施設の有無を確認し、当該施設の火災・爆発による防護対象設備への影響を評価しております。また、10 km以内の危険物貯蔵施設につきましても設置の有無を確認し、発電所との間の地形等を考慮いたしまして、火災・爆発が発生した場合の防護対象設備への影響を評価しております。

次に、発電所敷地内につきましては、重油や軽油を貯蔵している危険物貯蔵施設の火災を想定いたしまして、防護対象設備への影響を評価しております。

次、6 ページをご覧ください。近隣の産業施設ということで、石油コンビナート、敷地外の危険物貯蔵施設の影響評価を示しておりますが、施設の有無やその影響評価に当たり考慮する地形を、伊方発電所における地域性として挙げております。まず、左側の図に示すとおり、石油コンビナートの有無を確認した結果、最も近いところで 50 km離れた松山区のものであり、10 km以内に石油コンビナート施設はないことから、石油コンビナートの火災影響は発生しないと評価しております。

次に右側の 10 km 以内の危険物貯蔵施設についてでございますが、10 km 以内につきましてはガソリンスタンド、軽油タンクの収納施設など危険物貯蔵施設がありますが、発電所との間には標高 200m 以上の山林がありまして、これが障壁となりまして、危険物貯蔵施設の火災時の熱影響およびガス爆発による爆風の影響は受けないと評価しております。

また、危険物貯蔵施設の火災により、森林火災が発生することも想定されますが、最も近いもので発電所から 1.5 km 離れておりまして、次の説明項目であります森林火災を想定した解析、評価におきまして、危険物貯蔵施設より近い発電所から約 1.2 km から 1.4 km の位置を発火点とした評価を行っており、敷地外の危険物貯蔵施設の火災の延焼により、森林火災に発展した場合においても、解析した森林火災の延焼状況結果に代表されるものと評価しております。

次に 7 ページをご覧ください。敷地内の危険物貯蔵施設の影響評価でございますが、発電所内にあります重油や軽油等を貯蔵しております危険物貯蔵施設の火災を想定して、燃料が燃え尽きるまでの建屋への熱影響を評価しております。評価につきましては、補助ボイラーの燃料タンクをはじめとする、上の表に示した危険物タンク等の火災を想定いたしまして、評価の結果、補助ボイラー燃料タンク火災の場合、原子炉補助建屋の外壁表面温度が 118.7℃ に上昇するとの評価となりましたが、コンクリートの許容温度 200℃ より低い温度に収まるというふうな形で評価しております。

その他の危険物タンク等の火災におきましても、コンクリート許容温度評価 200℃ より低い温度に収まるということの結果を得ております。

また、屋外に設置されている機器についての熱影響を評価しており、例えば、海水ポンプにつきましては、近くの補助ボイラー燃料タンクに火災が発生した場合においても配置上、地上表面より低い位置に設置されていることから、直接輻射熱というものを受けない評価としており、また、補助給水タンクにつきましては、熱影響による温度上昇は 2℃ 程度でありまして、設備への熱影響はないと評価しております。また、屋外設置の重油タンク内部の温度は約 58℃ となりますが、重油の自然発火温度 240℃ を十分下回るため、熱影響はないと評価しております。

続いて、航空機墜落による火災の影響評価です。

次ページから 3 ページにわたりまして、航空機墜落による火災の影響評価についてまとめておりますが、本影響評価につきましては、8 月 29 日開催された原子力規制委員会の第 15 回審査会合におきまして、自衛隊機または米軍機の落下確率評価に関しまして、評価対象とする母集団を明確にしまして、航空機落下確率評価のカテゴリー区分の論理性を提示することとの指摘がありましたため、見直し後の影響評価内容についてご説明いたします。

18 ページをご覧ください。18 ページ以降が 10 月 3 日の第 28 回の審査会合において説明した内容でございます。まず、前回の審査会合にて指摘を受けました航空機落下確率評価についてでございますが、当初の評価におきましては、航空機落下確率評価で考慮している落下事故実績等より燃料積載量の最も大きい機種を選定し、航空機落下確率評価でのカ

テゴリーごとに評価しておりました。その際頂いた論理性を持ったカテゴリーごとに区分分けすること、具体的には落下事故実績のない機種、さらに具体的には大型の自衛隊機等も含めて評価すべきとのコメントを踏まえ、右側の見直し後の評価におきましては、自衛隊機または米軍機についてカテゴリーを整理し、自衛隊が保有する全ての機種を対象とした上で、燃料積載量の最も大きいと考える機種を対象として評価しております。

表1にてカテゴリーの比較をしております。計器飛行方式および有視界飛行方式の民間航空機についての変更はございません。

次、19ページをご覧ください。用途による飛行形態を踏まえましてカテゴリーを整理しておりますが、自衛隊機または米軍機の航空機落下確率評価におきましては、訓練空域外を飛行中の落下事故と、基地と訓練空域間の往復時の落下事故がございます。そのため大きく2つに分けまして整理しました。

まず、訓練空域外を飛行中の落下事故でございます。用途としては連絡偵察等が挙げられますが、これを飛行形態で整理しますと、高高度の巡航を行う機種があります。また、哨戒等目的地や海上、基地、あるいは空港での低高度での航行が考えられるものの、移動中、つまり原子力発電所付近を通過した場合を考えますと、高高度の巡航を行うものと考えられます。したがって、これを空中給油機等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機として整理しております。その他の機種につきましては、その他の大型固定翼機、小型固定翼機および回転翼機として整理しました。

表2におきましては、それを黄色と白の色分けをして区分しております。この2区分に分類して落下確率、これが10マイナス7乗(回/炉・年)に相当する範囲より、外部火災に対する防護施設との離隔距離を算出しております。また、火災の影響評価におきましては、航空機落下火災の継続時間が必要なため、その算出に当たっては表2の赤線で囲っております燃料積載量が最大の機種を選定しております。

次に20ページをご覧ください。ここでは基地ー訓練空域間往復時の落下事故を示しております。表3に自衛隊のホームページより伊方発電所で評価対象となっている岩国航空基地に所属する自衛隊機、大型固定翼機の用途、寸法をまとめております。燃料は他の文献から推定値を記載しております。このカテゴリーにおける対象航空機としましては、燃料積載量は最大の機種としてUP-3Dとしました。当該機種はP-3Cを原型機としており、燃料は同定量と推定しております。

次に22ページをご覧ください。防護対象としまして原子炉建屋、原子炉補助建屋、海水ポンプエリアおよび重油タンクが挙げられますが、先ほどの落下確率評価の手法を用いまして、10マイナス7乗(回/炉・年)に相当する面積から、先ほど整理したカテゴリーごとの離隔距離を算出しております。評価結果を表4に示しますが、左側の図は指摘のあった第15回審査会合における離隔距離でございますが、自衛隊機と米軍機と一緒にグループ化したために、22mと短い距離となっておりますが、右側はそれぞれ用途に応じてカテゴリー

を整理した結果、基地－訓練空域間往復時においては39mとなっております。この離隔距離を用いて防護対処設備の熱評価を実施しております。

次に26ページをご覧ください。ここには結論を述べさせて頂いておりますが、表5でございませぬ。右から2列目の評価結果におきまして、上段が原子炉施設外壁コンクリート表面温度、下段に重要度の高いDGに給油するための重油タンク内の温度を示しております。原子炉施設外壁コンクリート表面温度および重油タンク内の重油の温度は、自衛隊機または米軍機のうち、基地－訓練空域間往復時のカテゴリーが最も厳しい温度となり、それぞれ139℃および40℃となっております。いずれも許容温度、コンクリートですと保守的にコンクリートの圧縮強度が変化しないと考える200℃、重油ですと自然発火温度では240℃を下回っていることを確認し、防護施設に影響のないことを確認しております。

その他、審査会合において外壁温度等の評価方法について指摘がありまして、13ページから16ページに記載した内容で10月3日の第28回審査会合にて説明を行い、大きなコメントは出ておりませぬ。

近隣の産業施設の火災・爆発および航空機墜落による火災の影響評価に関する説明は以上でございます。

○部会長 はい、ありがとうございました。

そしたら、この項目につきまして、欠席の委員からのご意見とかございませぬでしょうか。事務局、いかがでしょうか。

○事務局 はい、事務局でございます。

この項目につきましても、欠席委員からのご質問等はございませぬでした。

○部会長 はい。それでは、委員の先生方から、皆さまからご意見、ご質問がございましたら、よろしくお願ひいたします。

宇根崎先生、どうぞ。

○宇根崎委員 宇根崎でございます。私これ全く専門ではないのですけれども、解析等はさまざまなガイダンスがございませぬとか、評価方法に沿って国のほうから示されている評価方法されているということと理解しているのですけれども、この評価、例えば表面温度なんかでも、例えば7ページなんかでしたら、何十何点何度というふうな、結構細かいところまで評価がされているのですが、この数字そのもののことですね、その保守性といいますか計算モデルとかの、それとか使っているパラメーターの保守性っていうものが、どれくらい考えられているものか。それから、この出てきた結果ですね、温度の結果というのが、それらの計算モデルの保守性等を考えたその不確かさとかマージンを含んだ評価なのかどうかという、そこについてのお教え頂きたいのですが。

○四国電力 四国電力の多田でございます。まず、これは一般的な伝熱に関する方程式を使用してやっておりますが、例えば15ページをご覧になって頂けますでしょうか。これはここの右のほうに書いておりますコンクリート内部、コンクリート表面の温度というふうなものを評価する場合のものでございます。実際にはコンクリートの表面のほうに熱を受

けまして、現在の評価については壁内面のほうに拡散される熱の評価というようなことをやっております。通常ですと外壁表面への対流によって熱損失等というのがありますけれど、それは考慮せずに、全て中に熱が入り込んでいくと。こういったような、まずは保守的な評価をやりながら評価をしております。それとあと、コンクリートですと今、評価の値で、評価の許容温度ということで200℃としていますけど、それも圧縮強度というものが低下しないというふうなところで、材料でいうなら弾性域の中での話ということなので、実力値はもっとあるということで。そういったような許容値の中での保守的な評価というふうなところで、今回の評価を行っております。

以上です。

○部会長 ありがとうございます。その他、ございませんか。

はい、じゃ、森先生。

○森委員 森でございます。

8ページで10 マイナス7乗（回/炉・年）というふうな数字がいきなり出てきて、それからのご説明は仮に理解できたとしてっていうか、それもちよっとどうやって算定しているのか、特に分からないのですが、私の質問はこの10 マイナス7乗の根拠とか背景とか、そのあたりを教えて頂ければと思うのですが。

○四国電力 四国電力の多田でございます。この航空機落下の確率でございますが、この確率につきましては、国のほうが策定した評価ガイドがあります。そここのところで航空機の落下確率というものを10 マイナス7乗というふうなものを想定して、それでいわゆる各施設への被害離隔の距離、それから、あとは温度評価を行うというふうなことで、そこで条件設定がされておりますので、その確率っていうものを使いまして、どの範囲の中で落下していくかというふうなことを評価しております。その落下確率は10 マイナス7乗ということで、あとはそれぞれの用途に応じて落下の確率というものが今までの実績の中で出ておりますので、それとの兼ね合いで発電所のどこまでの近い位置に落下していくかといったようなところの評価を行っております。したがって、この条件については、そのガイドに基づいて評価を実施したものでございます。

以上です。

○森委員 つまりガイドに基づいてやっただけで、その意味は実績に基づいているという理解で行ったと、そういうことなのですね。今の答えは。そうするとこれはそのガイドにどういう根拠を持って書かれているのかっていうのは、国の方に聞くべき内容だと理解してよろしいでしょうか。

○四国電力 そう思いますね。

○森委員 もし、今の時点でお答えができるのであれば、難しければまた次回にでも教えて頂ければと思います。

○部会長 野中さん、何かコメントございますか。

○規制庁 大変申し訳ありませんが、次回にでもご説明させてもらいたいと思います。

○部会長 私もそう思ったのですが、根拠はどうかかなと思ったのですが、なかなか難しいかなというふうな予測はしますけど。これは標的面積っていうのは炉の近くっていうのじゃなくて、発電所全体の面積を想定しての確率になるのでしょうか。

○四国電力 今評価しておりますのは、発電所の中でも先ほど言いましたように重要な設備の面積っていうのを出しまして、そこでの確率の中から、それに対しての離隔というか、そういう範囲に当たるという形で考えていまして、発電所全体ということではございません。

○部会長 ありがとうございます。その他、ございませんでしょうか。

吉川先生。

○吉川委員 これは電力会社さんのほうからこういうような方法でという話でなくて、国のほうが指定してこれでやってくださいと、かなり国の指導が強い。ですから、国のほうでこれでいいんだとみんなが納得する説明をされないといけないのではないかな。こういった火災の防護の場合は最悪の事態を考えて、それでどここの施設は絶対もつようにするという、そういう考え方のほうがすっきりすると思うのですね。ですからこれは何を守るのかをもうちょっと明確にしてやらないと、やっていることの妥当性があまり信ぴょう性がないように聞こえるわけです。ですから国のほうで踏み込んで、そういう指導をするという場合ですと、それだけ十分の説得力を持つような考え方で、火災というものについて規制側ではどういうふう考えたのか。確率なんか持ち出すより最悪の飛行機が落ちる場合は一番危ないと想定して、それでもどこどこがもつというような考え方をされたほうが説得力がある。それでも防げない場合は規則を設けて飛行機が上空を飛行するのを禁止する、そういったことをするわけです。ですから、この辺は非常に注意して、私たちが規制庁がそういうのならば基準をきちっと、根拠を示して頂きたいと思いました。

○部会長 ありがとうございます。

高橋先生。

○高橋委員 だから、今皆さんお話している飛行機のことですが、基本的には自衛隊機とか米軍機飛ばなければいいのですよね。落ちる確率があるのが飛んでもらっては困るわけで、そこでそういう原因つくるものを確率で議論しながら、落ちてきてもそれに耐えられるようにだとかいう話は本当に矛盾していると思います。ですから、そういう落ちてくるものを飛ばさない。それをやらない限りは原子力発電所の安全性は保てないわけですので、その辺を訴えるしかないと思いますけど。

○部会長 非常に根本的な治療対策というか、いうことじゃないかなと思いますけど。原子力発電所の上は飛ばないようにすると本当は一番いいかなと思いますけど。

はい、どうぞ。

○四国電力 四国電力の多田でございます。ちょっと先ほど私ガイドにのっとなってというように、確かにガイドにのっっております。われわれのほうの解釈としましては、これデザインベースっていうようなところと、それから、今後これ以降に話すシビアアクシ

デントということで、いわゆるそういうふうな過酷事故といったものがあると思います。一般的にこのデザインベースでいきますと、だいたい10の5乗から6乗、7乗というところまでの確率をフォローしてやっておるといふことなので、そういった面から、この10マイナス7乗っていうのもあるのかなという感じで考えております。それと確かにこれが10マイナス7乗であれば、それ以降のいわゆる確率がもっと低いやつについてもあるわけなのでございますが、これについてはシビアアクシデント側のほうで、航空機というものがそういうふうな、いわゆるCVの外壁とかに当たったときのところでの、大規模火災への対処関係、これらについても今回の評価の中で行っておりますので、そういったようなデザインベースのところと、シビアアクシデントとして扱っている領域の対策等も併せて、原子力の安全性というようなものも担保していきたいというふうにわれわれ考えております。

以上です。

○部会長 ありがとうございます。

○事務局 すいません。事務局ですけども、1点だけ、すいません。

原子力発電所上空の飛行禁止に関しては、各立地県の団体からも国のほうに働きかけている状況ということをちょっと補足させていただきます。

○部会長 ぜひ、大きな声でそれを言って頂けたらいいかなと思います。よろしくお願います。

よろしいですか。

○森委員 先ほど私が質問したときには答えられずに、後になってっていうふうな、そのお答えの仕方ちょっとあまり納得しにくいんですけども、つまり、例えば航空機に対してはリスクマネジメントっていうか確率論的にどうこう取り扱うときにはここで述べます。それから、そうじゃなくて起きた場合にはっていうふうに最初に言って頂かないと、航空機は全部シビアアクシデントしなくて、ここで取り扱っているのかなと思うから、10マイナス7乗に対して言っているわけです。だって、もともと原子力発電所がシビアアクシデント起こすのは大昔で10マイナス7乗とか8乗とか10乗とかって、どういう根拠にあるのか、そういう数字が出されていながら、それをスリーマイル、チェルノブイリときて、今回もどンドンきているわけですから、ですから、やっぱりこういう確率論的に扱うのは、あくまでこういう事象だとか、大規模損傷に対してはシビアアクシデントとしてやるんだとかって、その事象をどういうマネジメントをしていくのかっていう捉え方を最初に説明して頂かないと、航空機はこれで終わりだと思うから、ちょっといろいろ聞いているっていうわけですので、できたら今後のご説明も、どういう立場でのご説明で、それ以外は後でやるとか、そういうふうにご説明頂いたほうが、私たち本当に集中して聞いていますので、できたらそういう説明の仕方をお願いしたいと思います。

○部会長 ありがとうございます。よろしくお願いたします。

その他ご意見、ご質問ございませんでしょうか。

それでは、次に移らせて頂きたいと思います。

自然現象に対する考慮（森林火災）

○部会長 「自然現象に対する考慮」のうちの「森林火災」についての四国電力からの説明をお願いいたします。

○四国電力 四国電力の多田でございます。それでは、資料1－3を用いまして「自然現象に対する考慮」のうち、「森林火災」に対する影響評価についてご説明いたします。着席させていただきます。

次のページをご覧ください。本日は目次に示す項目についてご説明いたしますが、2の外部火災に対する防護対象につきましては、先ほどの説明と重複いたしますので、説明を省略させていただきます。

次、1ページをご覧ください。1ページには新規規制基準への適合状況をまとめております。適合状況の右側でございますが、下から6行目から記載しておりますとおり、森林火災が安全施設に延焼しない距離、防火帯幅の確保。森林火災を伴う熱影響が安全施設の安全機能に影響を及ぼさないことを確認。消火設備の設置等により、安全施設の安全機能を損なう恐れがない設計となっていることを確認としておりまして、新規規制基準に適合できるものとわれわれ判断しております。

次の2ページの防火対象の考え方は、先ほど述べたとおり省略いたしまして、3ページをご覧ください。森林火災につきましては、発電所敷地外10km以内の発火点から発電所に迫る森林火災として、森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)を用いまして解析を行い、防護対象に対する熱影響を評価しております。評価項目といたしましては、防火帯幅の評価、熱影響評価、危険距離の評価を行っております。

次、4ページをご覧ください。ここでは森林火災シミュレーション解析コード：FARSITEを用いました、森林火災の評価の手順を説明いたします。

FARSITEの入力条件でございますが、これにつきましては伊方発電所の地形、気象、森林状況といった立地環境のデータとなりますので、伊方発電所の地域性として挙げております。具体的には発電所北側は瀬戸内海のため、発火点は3号機原子炉施設から南側約1km離れた道路沿いに設定しております。また、気象条件につきましては、愛媛県の森林火災の発生件数が多い2月から5月の気象条件のうち、火災の強度にとって最も保守的な条件を使用しております。森林状況につきましては、航空写真や現地調査により植生データを入力しております。

以上の条件に基づき、FARSITEで解析を行いまして、森林火災のデータであります火線強度や延焼時間などを算出しております。この算出結果を用いまして、防火帯幅の設定および防護対象を内包する建屋の熱影響評価などを行っております。また、延焼拡大時間を考慮した消火活動の成立性につきましても評価しております。

次、5ページをご覧ください。FARSITEの解析により得られた結果の例でございます。左の図は火災規模として火線強度の分布を示しております。算出結果といたしまして、発電所内での森林と境界である火線最前線で得られた最大火線強度、防火帯幅の算出に用いるデータでございますが、その値が1万8,600kW/m程度。防護対象設備の熱評価に用います最大火災輻射強度は984kW/m²となっております。

また、右の図は発火点からの火災の延焼の状況を示した図でありまして、気象データとしては南側からの風を設定しておりますので、南側から北側に向かって延焼し、東西方向にはほぼ対称に延焼しております。この結果から火線最前線に火災が到達する時間は発火後約5時間後でありまして、発電所内の森林が全部全焼する時間は約9時間との結果が得られております。なお、今回の解析におきまして、日照による草地および樹木の乾燥に伴う火線強度等の変動が確認されたことから感度解析を実施し、最も火線強度が高くなるように発火時刻というものも調整して評価しております。

次、6ページをご覧ください。FARSITEでの解析結果を用いました防護対象設備への影響評価についてでございますが、左側に防火帯幅の評価結果を示しております。解析で得られた最大火線強度1万8,600kW/m程度の値から、火線強度と最小防火帯幅の関係を示す表に照らしまして、火線強度2万kW/mでの必要な防火帯幅が34.4mであることをもとに、今回の評価におきましては防火帯幅を35mとしております。この評価を基に幅35mの防火帯を整備することとし、樹木伐採等を実施してきております。

次に防護対象の熱影響評価結果を右側に示しております。防護対象を内包する建屋の外壁の温度評価を行っておりまして、最も森林と接近している建屋の外壁までの距離、左側の図で50mと書いてあるところが最も接近しているわけでございますが、その距離を基に森林火災が迫ってきたときの壁の表面の温度上昇を評価した結果、外壁表面温度は約96℃となり、コンクリート許容温度200℃より低い値となるということを確認しております。また、外壁コンクリートの許容温度の200℃となる最短の距離を評価した結果、約22mとなりまして、この距離以上の防火帯幅35mを設定し管理していることから、火災の影響というものは無いというふうに判断しております。

次、7ページをご覧ください。続きまして、森林火災発生時の消火活動の評価について説明いたします。森林火災が3号機の周辺に延焼してきた場合を想定しまして、延焼してきた周辺の施設を防護するため、屋外消火栓や消防自動車を用いた消火活動、予防散水を行うこととしており、このような場合の具体的な配置を図に示しております。これらの消火活動につきましては、発電所に24時間常駐している消防当番者を含む初期消火活動要員11名が対応する体制を整備しております。

これらの森林火災に対する消火活動の成立性につきましては、ここで示した配置、要員で検証しており、右下にその際のタイムチャートを示しておりますが、発火からの最短ケースとして設定した発火後2.5時間を十分にクリアできることを確認しております。

右上に記載しております連絡経路につきましては、初動からの指揮命令系統の明確化を図る観点から整理するよう、8月29日の原子力規制委員会の審査会合において指摘されたことを受け、連絡経路の見直しを行っております。その結果を13ページに示しますのでご覧ください。

当初、火災発生時の連絡経路といたしまして、初期消火要員に対しては参集に余裕を持たせる観点から当直長から連絡し、一方、消防当番者への連絡につきましては、消防機関への連絡状況などの情報連系も含めて、連絡責任者から行うこととしておりました。

今回の指摘を受けまして、初動時からの指揮命令系統の明確化を図る観点から、右側のように当直長からの連絡を消防当番者へ行うこととし、消防当番者から初期消火活動要員へ連絡するように変更することとしました。今回の連絡経路の変更を含め消防当番者、初期消火活動要員の連絡経路および消火活動準備に係る人の動きについては、下の図の変更後の連絡要領、消火活動準備で示しております。

続きまして、森林火災におきまして発生するばい煙等に対する影響評価について説明します。

8ページに戻ってください。ばい煙等に対する影響評価でございますが、まず、外気を直接設備内に取り込む機器としまして非常用ディーゼル発電機を評価しております。運転時にばい煙を機関内に吸い込む恐れはありますが、通気経路の隙間よりばい煙の粒径が小さいため、通気経路が閉塞することはないなど、運転に影響はないと評価しております。

次に外気を取り込む空調設備については、外気取り入れ口にフィルタを設置しており、一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに、外気取り入れダンパを閉止、または空調系の停止や循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止できると評価しております。

また、原子炉保護系の計装盤等が設置しているエリアの空調設備につきましては、平型フィルタに加え、細かな粒子を捕集することが可能な粗フィルタを設置しております。室内のばい煙の粒径はそれにより約 $5\mu\text{m}$ 以下となります。そこで集積回路、これは数 μmm 、数 μm の線間距離というものがございますが、これにつきましてはモールド樹脂で保護したりとか、それから、端子間、これはだいたい充電部でございますが、数 mm 程度あるということで、粒子の粒径からしますと短絡は発生しないというふうにわれわれ評価をしております。

また、屋外機器であります海水ポンプモーターは、電動機本体にばい煙が侵入しない密閉構造であること。また、外気が通っている空気冷却についても、冷却管の大きさから閉塞することはないため、機能への影響はないと評価しております。

また、建屋外部に開口部を有する主蒸気逃がし弁等は、動作時の吹き出し圧力が十分大きいので、ばい煙侵入による機能への影響はないと判断しております。

次に外部火災発生時での活動を行う中央制御室、緊急時対策所の居住性に関しましては、これらの施設の空調設備については、ばい煙等の影響が懸念される場合は、外気取り入れ

ダンパを閉止し、閉回路循環運転により酸素濃度および炭酸ガス濃度を考慮しても、長時間室内へのばい煙侵入を阻止することが可能であると評価しており、いずれも影響はないということを確認しております。

次、9ページをご覧ください。評価のまとめを記載しております。評価結果に記載しているとおり、森林火災につきましては安全施設に影響を及ぼさないということを確認しております。

森林火災の影響評価に関する説明は以上でございます。

○部会長 はい、ありがとうございます。

皆さまも視察の中で35mの幅がどれぐらいのものなのかなというのを実感できたんじゃないかなと思いますけども、この件につきまして、欠席の委員からの意見とか質問とかございませんでしょうか。事務局のほう、いかがでしょう。

○事務局 はい、事務局でございます。

この件に関しましても、欠席されている3名の方からご意見等はございませんでした。以上です。

○部会長 はい、ありがとうございます。

それでは、委員の先生方、皆さまからご意見、ご質問頂戴したいと思いますけど、いかがでしょうか。

はい、吉川先生。

○吉川委員 この火災評価は別に福島事故と直接関係がないようですが、この際先ほどの飛行機の落下も含め、こういうものが入ってきている。今までは多分こういうことはやられてなかったようなふうに憶測するわけですが、ここで用いられている方法等でFARSITEとかアメリカの森林火災評価、こういうものが突然出てくるのですが、これはなぜそういう方法を使ってやるのかということについて、その前提が分からないです。つまり四国電力さんが評価結果を説明する前に、アメリカのやり方とか、その辺の経緯の説明が欲しい。アメリカおよびヨーロッパその他の国ではこういうことをやっていて、これはアメリカの森林火災での評価方法とは思いますが、アメリカではどういうふうに、こういうものを使ってやっているのは、こういう理由でやっているというような説明があって、アメリカの森林と日本の森林とは木とか地域が違うわけで、同じように適合できるのか、また結果からどういうことが言えるのか。そういった前提の話を初めに説明して頂いて、そうすると全体に35mで大丈夫なのかどうかなどの結論には至るのではないかなと思うのですが、その辺の話のちょっとご説明頂けませんでしょうか。

○部会長 よろしくお願ひします。

○四国電力 四国電力の多田でございます。このFARSITE、これはアメリカで使用されている影響評価コードでございますが、これにつきましてもガイドのほうには記載しております。これを用いて評価するようになっておりますが、われわれ、この解析をやってみまして、この解析コードというものは、先ほど吉川委員のほうから、アメリカのそう

というような植生データと日本の植生データは違ふと。そういった中で適応できるのかというふうなご質問もありましたが、全てこれについてはいわゆる樹齢であったりとか、どういふふうな草地であったりとか、いわゆる広葉樹、それから針葉樹。そういったようなもの。それとかあとは気温、それから湿度、それから風向、そういったような火災に関する全てのデータっていうものを入力すると。この入力に当たりましては、先ほど地域性というふうなところでご説明しましたけれど、われわれのところでは愛媛県の中で森林火災が一番多く発生されている2月から5月の間での気象データで、いわゆる湿度とかきいてきますから、一番厳しい湿度であったりとか温度であったりとか、そういったような入力データを入れて評価しております。

また、植生につきましても先ほど説明しました航空写真と、それから、あと現地調査という話をしましたけれど、これにつきましても調査等も十分やまして、植生に間違いのないというふうなデータで全てインプットして評価をしておりますので、評価コードももちろんのこと、その入力条件についても整理した中でやっておりますので、まず確からしい、いわゆる森林火災の評価ができていふものとわれわれ評価しております。

以上です。

○吉川委員 私としてはその前に、その前提のほうのアメリカの状況、そういったものを開発したアメリカでは具体的にどうやっているのか、そういう話をしたい。聞いていふとなんだか国の方がそのようにするように決めたみたいな感じですが、では、規制庁はどのような根拠でそう決めたのか。また森林の火災というのは、別に原子力関係者に聞かなくても、これは消防関係者は多分知っているのではないかと思うのですが、消防庁の意見を聞いてやっているのか。原子力村の中の原子力出身の人がそんなことをやってくれても専門ではないからあんまり信用できないから、消防の専門家がやったほうがいいのではないか。その辺の背景を私は聞いているのです。アメリカのほうではこういう、これも使っているとかという、そういうバックデータでも、日本で導入するについては、森林火災というのは別に何も原発の周りばかり起こるわけでもなくて、山火事はアメリカでいろいろあるし、日本だって起こる。これは森林学会のほうで最新式のものであったりとか、非常に時代遅れであるとかいふようなことを規制庁が民間の四国電力さんに説明した上で、これでやりなさいよというふうなことをやっているのか。その辺の前提をまずどういう背景でこういうのが突然出てきたのか。それは妥当性があるのか。どれぐらい汎用性があるのか。それを踏まえて規制庁さんが四国電力さんにこうしてくださいと言ったのでそれに従ってやっているのか。そういうふうなことを全部聞いているわけです。

○部会長 その辺、いかがでしょうか。

これは規制庁のほうで、このFARSITEを使って解析しなさいというふうなアドバイスというか、言われて、これで解析したっていうことなのでしょう。いきさつ。

○四国電力 このガイドのほうでは、このFARSITEを使った場合というふうな形での流れを整理しておりますので、これを使って評価しなさいとか、そういったようなこと

ろはない。ガイドはあくまでも、ガイドにそういうふうなこと書かれていましたので、それを使って評価をやって、評価の中でデータというものを正しく評価した。確かにちょっとわれわれの中でもその背景というか、そこまでの確認というものはやっております。これが事実でございます。

○部会長 これは一般的に使われている評価方法なのでしょうか。日本のパラメーターを入れて使っているというふうに言われたので、それは納得できたのですが、こういう森林火災については、影響というのをこの解析コードを使ってされているのは一般的なのでしょうか、きっと。

○森委員 部会長、この1、2の説明はなかったですけど、今ずっと見ていたら資料1-2-2の5枚目に書いてあります。本評価ガイドにおいてはPARSITEという森林火災シミュレーション解析コードの利用を推奨しているって。このあたりの説明が何にもないままに、やった結果だけ説明されてもちょっと吉川委員のご質問のとおり、位置付けが分からない。どういうふうにわれわれが回答を理解していいのかがちょっと分からないなというところがあります。

○部会長 ありがとうございます。探して頂きます。

○森委員 よろしいですか。

○部会長 どうぞ。

○森委員 森です。質問させていただきます。

私さっき質問でいろいろ申し上げましたけど、これ火災に関する考慮という議題で火災だけを取り扱う。つまり構造的に何かはどうなるっていうことは取り扱わないという、そういう前提での話なのですね。今、火災の影響だけをやっている。

その上でちょっと質問がありますが、先ほどのこの森林火災の発火点とか5ページですね、PARSITE森林解析と書かれたものですが、これ見えて教えて頂きたいのは、こんだけ燃えたときに先ほどの3つの幹線の送電線が燃えないのですか、いっぺんに。3幹線通っているのに、それちょっとお聞きしたいのですけど。

○部会長 私もそれをちょっとお聞きしたかったところなんですけど、いかがでしょうか。

○四国電力 四国電力の松本です。この5ページの絵のとおり、全面的に火災ということになれば、送電線自体も一時的に止まることになるかと思えます。それは火災で電離された気体、送電線というのは基本的に裸の電線ですので、空気の距離で絶縁されております。これが火災に見舞われると電気的な絶縁は保てなくなって事故になると。それは送電線のほうはいつも電氣的に監視しておりますので、事故が発生しますとコンマ数秒というオーダーで直ちに電気を遮断しまして、ですから、このとおり全面的になれば3幹線とも電気は止まることになるかと思えます。ただ、その場合は伊方のサイトの中のディーゼル発電機で電力の供給を継続すると。ただ、設備につきましては、送電線は、碍子という瀬戸物の他は、金属できておりますので、それが火災から復帰した後は再使用可能だと考えております。

○森委員 森でございます。今のご説明は予想されていたのですけれども、その際に送電鉄塔がこれだけの森林火災ということはとても長い時間にわたって、この輻射温度を受けた場合に、鉄塔は熱にそんなに強くないと思いますが、その構造安全性っていうのはご検討されているんですか。

○部会長 火災で鉄塔壊れてしまわないかと。例えば、7日間ディーゼル発電でやったとしても、7日以内にちゃんと直るかどうかとか、そういうの含めて。

○森委員 7日間やり繰りはできる、それは先ほどからのご説明でさうだろうなと思います。でも、7日間でやらないと破綻するということになりますから、そうすると燃えたときには7日間で、こういうふうな復旧するようなことを考えているというようなご回答があれば、また、なるほどと思えるのですけど。そのあたりがどうかという意味。

○四国電力 送電鉄塔、金属でできておりますので、火災に見舞われても大丈夫というふうには考えてございます。

○森委員 多分点検にも行かれますよね、これ通常だと。点検に行くということは森林火災の、この真っ黒焦げの中をずっと行くわけですから、通常の点検ルートですと行くわけではない。そういうようなことを考えて、例えば自衛隊だとか、あるいはアメリカとかヨーロッパの森林火災は、日本の事象よりずっと多いですから、そういった場合に彼らはどれぐらいの消火のためにどんどん進んでいけるのかとか、そういったようなことを基にしてでも7日間で復旧というか確認ができるのか。そのあたりまでしないと、今のこの第2議題だけで、火災だけであればいいのしょうけど、第1議題の電源の信頼性にまで足して考えると、今連続して聞いていますとですね、いきなりこういう結果が出てきて、それに対してはどう考えているのかなというのが素直な質問です。

○四国電力 四国電力の多田でございます。先ほどのご質問の中で、森林火災の中でいわゆる送電鉄塔の3基ともというか系統の破壊というか、送電機能喪失ということでございますが、内部的にはディーゼル発電機、これは7日間というふうなところでは燃料を保有しておりますので、7日間は連続運転できると。現状の想定は7日間は過ぎれば、例えば外部からの復旧と、外部からの応援というふうなところで手当てをしていくというふうな計画になっておりますので、それをもって安全性が低下するというふうなところはなくて、全体として外部からのほうの支援と併せて7日間以降というものは、安全性等を担保していくというふうなことをわれわれとしては考えております。

○森委員 もう一度確認したいのですが、これ特にこの敷地内の施設に問題がなければ、仮に森林火災で送電系がやられて7日も1週間も2週間もそれが動かなかった場合でも、電気の供給は途絶えてはしまうけれども、原子力発電所そのものの安全性を保つための最低限の電気は目の前の海などを使いながら十分やってけるのだという、そういう理解をして私はできるのかと思って聞いたのです。それで、よろしいのですか。

○四国電力 そのとおりです。

○森委員 はい、分かりました。

○部会長 ちょっと追加で、ディーゼル発電機っていうのは送電線全部壊れるっていうのは、もしかしたらあるかもしれないと思うんですけど、そのときはディーゼル発電でして、燃料は供給できるということで、もうちょっと長い間燃料はもつと思うんですけど、ディーゼル発電機の性能って、そう長いことずっと続けてっていうのはできるものなのでしょうか。大丈夫なのですか。

○四国電力 四国電力の大政でございます。ディーゼル発電機自体は信頼性のあるもので、よく離島とかでもディーゼルエンジンで発電というか電源供給というのは行っておりますもんですから、それは可能だと思います。さらには今回シビアアクシデントといったような対応で、恒設の非常用発電装置 1,825kVA、例えば3号では2台用意しております、そういったものの活用もできるようにしておりますので、7日間以上とか、十分な電源供給は行えるとは考えてございます。

○部会長 ありがとうございます。

はい、高橋先生。

○高橋委員 原子力発電所がトラブルなく電気を送ることができないだけだから、原子力発電所の自前のやつで対応できないのですか。何か電気途絶えて冷却だとかいろんなポンプを動かさないといけないときに、ディーゼルで7日間は頑張れるという話と聞いていたら、それ使わないかんことはないと思うのです。使わないかんのですか。送電がストップしたときに。

○四国電力 四国電力の大政でございます。おっしゃるとおりでございます、発電機自体が動いている状態であれば、所内の電源というのは発電機側から所内変圧器を介して電源供給は可能です。ただ、どういった送電系統で事故が起こるか分かりませんので、それに応じては発電機も止まってしまうと。そういった場合においても所内のディーゼル発電機から非常用電源、それからシビアアクシデントで用意しました発電機車とかそういったものもあると。そういったものでございます。

○高橋委員 分かりました。ただ、並行しているいろんなトラブルが起こったら大変だけれども、火災で送電線が全部やられても何の問題ないわけですよ。そこだけ今。

それと、こういう火災のときには多分立地条件で真水で消火というわけにはいかないから、多分海水をかけることになると思うのですけども、そうなることさきから話題になっている鉄塔だとかのいろんな復旧に時間かかりますので、その辺だけこうこう順番追ってやれば大丈夫なのですよという。それだけをお聞きしたらもう安心するのです。なら、はい、話分かりました、大丈夫です。

○吉川委員 送電線がだめになっても自分だけで電気を起こせる。自分の電気だけつくっていたらいいわけですから。だから、いちいち全部止める必要もない。

○部会長 ありがとうございます。

ちょっと確認したいのですが、私はちょっと理解では、もし送電線全部切れたときに、外電切れたときに、自分でつくった電気を自分を冷やすためにとか使えるってということなのでしょう。

○吉川委員 ええ、そうです。

○部会長 そうですか。ちょっと余談ですけど、私は心臓をよくやっているんですね。心臓は血液たくさん中にあるのですが、その血液を自分を動かすエネルギーに出来ないんですよ。1回大動脈に出て、大動脈から出た送電線で冠動脈っていう心臓を併用する血管を経てしないと直接使えないものですから、原発と似ているのかなとちょっと理解していたんです。そういう場合は原発の中が壊れてなければ大丈夫と。

○四国電力 はい。吉川先生がおっしゃったように、所内にだいたい発電機の5%ぐらいの電気を使うモータとか何かありますから、その負荷をもって生き残ることはできます。ただ、大政が言いましたように、送電線側の切れ方によって、発電機も飛んでしまう可能性もある。そういうことも考えて自分の電気もなくなった。送電線もなくなった。そのときにディーゼルが7日間もつけど、7日あれば外部から燃料を運んでこられますから運転できる。それも駄目になったら発電機車っていいですか、そういうものもあるということで、今日の説明はデザインベースで設計するとき、こういう手だてをなささいということのご説明なものですから、シビアアクシデントとちょっと別々になっておりまして、今日一緒に説明できなかつたのでちょっとあれなんかもかもしれませんが、そういうことで、例え火災で送電線が駄目になっても電源がなくなるということではありません。

○部会長 はい、よく分かりました。どうもありがとうございました。吉川先生ありがとうございました。

その他、ございませんでしょうか。はい、どうぞ。宇根崎先生。

○宇根崎委員 ちょっと今ご議論にあった森林火災によって、外部からの電源の供給がシャットされる。それで、自分の中の発電で必要な電気を確保するという観点では、今回このご説明にはなかつたんですが、この資料の1-2-2の14ページの2. 3. 3の右側の一番下の「また」の重油タンクが健全だっていうの、これかなり重要なポイントではないのかなと思いますので、これはぜひもう一度ご説明頂ければと。

○四国電力 ああ、すいません。四国電力の多田でございます。宇根崎委員のこの評価ガイドとの比較の中で、資料の1-2-2の中で記載している14ページですね。「また」以降のところでは重油タンクのところですね。確かにこの重油タンクにつきましては、現状、既存のタンクが3.5日分ということで重油タンクによりまして3.5日分の燃料、重油というものを確保するというで今回増設しました。これにつきましては森林火災、それから、あと航空機落下による火災、それぞれいろんなケースの火災がございますが、それとあとは近くのほうの燃料タンクの火災ありますが、それぞれのケースにつきまして評価しておりまして、その重油タンクのほうには影響がないというふうな評価をやっておりま

す。この評価につきましても、温度関係について平衡となる一般の式を使った評価をやっております。

以上です。

○部会長 はい、ありがとうございました。

その他、ございませんでしょうか。ご質問、ご意見。

それでは、ちょっと時間も長くなって、ちょっと区切れのいいところなので、トイレ休憩を10分くらいしたいと思いますので、よろしくお願いします。

3時15分ごろから始めたいと思います。

<休憩>

○部会長 それでは、再開させて頂きたいと思います。傍聴者の皆さまもご着席お願いいたします。

それでは、審議を続けたいと思います。本日は伊方3号機の新規制基準への適合状況等についてということで、話し合っているわけですが、電源の信頼性、火災に対する考慮、自然現象に対する考慮の中で森林火災についてこれまで話し合ってきましたけれども、あと2点、自然現象に対する考慮ということで「火山」、同じく自然現象に対する考慮の「竜巻」ということで、火山と竜巻について審議したいと思います。

それでは、自然現象に対する考慮のうちの「火山」について四国電力からの説明をお願いいたします。

自然現象に対する考慮(火山)

○四国電力 四国電力の松崎と申します。火山についてご説明させていただきます。資料1-4-1に基づきましてご説明差し上げます。1枚めくって頂きまして目次のところに1番から12番までございますが、内容的には1番から8番までのところが火山として考慮する火山灰の厚さは幾つにするかという内容です。それに対して施設側の評価が9番以降です。

まずは、1ページ目ですがこちらが新規制規準およびその適合状況についてまとめたものでございます。左側に新規制規準の項目が書かれてございまして、その適合状況としまして、火山の影響としまして、概略として降下火砕物、火山灰の厚さを5cmと想定して、それに基づく荷重を想定いたしました。それに基づいて、2ページのところで、影響評価ということで堆積荷重に対してこのように設計しますということが書いています。詳細は、3ページ以降で詳しく述べておりますので、そちらでご説明させていただきます。

3ページでございまして、火山影響評価の流れをここでまとめてございます。原子力規制委員会の「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に従って、まず立地評価を行ってその後影響評価を行うようになっております。立地評価とは何かと申しますと、火山現象の

中で、設計で対応不可能なもの。例えば溶岩流、火砕流などは設計で対応のしようがありませんので、そういうものが想定されるサイトであるかをまず検討いたします。そういうところだと立地は不可能だという判断で立地評価をいたします。その後に影響評価ということで、設計で対応が可能なものとしたしまして降下火砕物、火山灰の厚さというものを検討する、2段階の評価になっております。もう少し詳しく申しますと、立地評価のところでは、近くに第四紀、258 万年前までの火山があるかどうか、さらに新しい時代に活動した火山があるかを調べて対象とする火山を絞り込んで、そういうものから火砕流や溶岩流が想定されるかを検討していったら立地不適だとそこはNGになりますが、そうでない場合には影響評価について火山灰の影響だとかあとは火山ガス、津波などの影響がどの程度あるか評価し、それに耐えるような設計をしていく流れになっております。

4 ページをご覧ください。第四紀火山の抽出を行いました。約 260 年前から現在までに活動した第四紀火山を網羅した文献として「日本の火山(第3版)」というものがあるのですが、これに基づいて伊方発電所を中心に 160 kmの範囲の円を描きましたけれども、その中に 45 の第四紀火山が分布いたしますが、主に九州側でございますが、山口県側にも幾つかございます。まずはこういうものが選定されました。

さらに5 ページ目で将来活動可能性がある火山の抽出ということで、完新世、約 1 万年前以降で活動を行った 5 火山、これは赤の三角でお示ししていますが、鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇山と山口県の阿武火山群の 5 つを抽出しました。それと、火山活動が終息する傾向が顕著ではない 3 つの火山も抽出しまして、青の三角で示しております。姫島、高平火山群、阿蘇カルデラの 3 つ、合計 8 つを対象と考えました。その他の火山については、活動年代が古くて最後の活動終了から期間が過去の最大休止期間より長いなどのために将来の火山活動の可能性はないと評価しております。

6 ページ目ですが、そこからまず先ほど申しました立地評価という意味では何を考えなければいけないかですが、溶岩流などは敷地から 50 km以内の火山を対象としますので、そういう意味で見ますと 1 番近いのは姫島ですが 65 kmですので、溶岩流等は考慮しなくてよい。考慮すべきものとしては火砕流ということになるのですが、過去最大の火砕流を考えると阿蘇山の火砕流が考えられるのですが、敷地周辺の地質調査をした結果、敷地周辺では阿蘇山の火砕流は確認されていない。さらにシミュレーションも行ったのですが、伊方のほうには流れて来ないということを確認しましたので、敷地には火砕流は想定されないということで、まず立地評価としては大丈夫であるということで影響評価に移っていくわけですが、その対象とする火山としては先ほど 8 つ挙げましたけれども、その中でさらに最新の活動を見ていった場合に、阿蘇カルデラと姫島につきましては、地下のマグマの状況や深部低周波地震などの状況を見ますとあまり活動性はないということで考慮しなくてもいいだろうと判断しまして、この 5 つを評価するようにいたしました。

7 ページ目はその評価結果、もう少し細かくみていったものですが、結果的には 1. 降下火砕物ということで火山灰ですが、これの評価を以下で見えていきます。火砕物の密度流に

関しましては、先ほど申しましたとおり 160 km以内に火山がありますので、対象とはなりますが伊方では到達した形跡がないので考慮しなくていいだろうと。以下、影響なしが続きます。津波に関しましては9. 津波で書いておりますが、大分県側の鶴見岳で山体崩壊を起こしまして、その土石流が海に入って、それによって津波が起こるという検討を津波の評価で行っておりますけれども、それほど大きな津波高さにはならないので影響もないだろうという評価をさせていただきます。12. 火山性地震ということで、5火山ということで、前回ご質問を受けましてマグニチュード 7.1 の地震というものを火山の下に置いて評価したと申しましたが、前回、私が姫島の下に置いたと申し上げてしまったのですが、私の勘違いで右上にお示ししています鶴見岳、由布岳、九重山、阿武火山群、阿蘇山の下に過去最大の火山性地震の最大規模 7.1 を置いて敷地での地震動の大きさを評価してそれが基準地震動に包含されることを確認させていただきます。そういうことで、影響を評価するものは火山灰ということになります。

8 ページ目が、その火山灰の厚さをどう評価したかということですが、過去の最大規模の火山活動として鶴見岳山頂溶岩噴火とか由布岳噴火、九重第一軽石、草千里ヶ浜軽石というものを対象として、まず敷地付近で火山灰が認められるかどうかということを確認するために右側の図を見て頂きたいのですが、川之石だとか宇和盆地でボーリング調査をしました。そういうところで火山灰が認められるかどうか調査したのですが、ほとんどが認められなくて九重第一軽石だけほぼ0 cmと書いておりますけれども、川之石におけるボーリングでわずかにではあります、九重第一軽石らしきものが見つかったのですが、あまり飛んできてはいないということになりました。実際に過去の九重第一軽石がどういうふうに分布するかということ右側の図に示しておりますが、こういうふうな分布をしているということで、伊方発電所の辺りで分布していなくても不自然ではないということになろうかと思えます。さらに、調査ではほとんど見つけられなかったのですが、風向によっては降灰することもあるだろうということで、降下火山灰のシミュレーションを行いました。過去最大級の火山灰の量でシミュレーションをして、さらに風向につきましては月ごとの平均風向、風速などを入れまして、伊方発電所にどのくらい火山灰が積もるかを計算した結果、九重第一軽石で約2 cmと計算上求まりました。この辺のところから、多少安全側を見て敷地において考慮すべき降下火砕物の厚さは5 cmと評価したものでございます。

9 ページでまとめてありますが、降下火砕物の厚さは5 cm、粒径は1 mm 以下、密度もこのように書いてありますが、この辺は宇和町で行ったボーリング調査の結果からその辺の資料に基づいて地質調査結果に基づき求めたものでございます。このように火砕物、火山灰の評価条件を設定いたしました。

説明者代わります。

○四国電力 評価対象施設以降は多田より説明させていただきます。

それでは、10 ページをお願いいたします。評価対象施設の抽出フローを示しております。評価対象施設につきましては、先ほど来申し上げているクラス1およびクラス2、いわゆる

る安全重要度の高い構築物、系統および機器のうち、火山灰の直接的影響を考慮し、安全機能を損なう恐れがある施設を評価対象として抽出しております。具体的には、1番左側のフローでございますが、クラス1およびクラス2に属する構築物、系統および機器を収納しております原子炉建屋および原子炉補助建屋を評価対象としております。続いて真ん中のフローでございますが、安全重要度の高い設備のうち火山灰の影響を受ける施設として屋外に設置されている機器、また屋外に開口部を有する機器を評価対象としております。右側のフローです。安全重要度が低い機器であっても、機能喪失することによって上位の安全重要度の設備に影響を及ぼす屋外の設備を抽出しております。抽出結果につきましては、フローの下ほどに青色の線で囲んだ設備について影響評価を実施しております。

次に11ページをご覧ください。直接的影響に関する評価でございます。これにつきましては、火山灰が施設に与える可能性のある因子を選定しまして、その評価方法と詳細検討の要否判断の結果について表にまとめております。個別の評価につきましては、①構築物への静的負荷といたしまして、湿潤状態での火山灰堆積荷重を考慮した強度評価、③水循環系の閉塞として火山灰の粒径によって懸念される狭隘部等における閉塞評価、④水循環系の内部における摩耗として、火山灰による設備内部の摩耗影響評価、⑤換気系、電気系および計装制御系に対する機械的影響と⑥の化学的影響として火山灰の系統内へ侵入や腐食等の影響評価、⑦発電所周辺の大気汚染としまして、換気空調設備の給気系の影響評価、⑧化学的腐食として火山灰の付着および海水中に溶出した場合の影響評価、⑨給水の汚染として補給水の製造装置に対する影響評価の8因子に対して影響評価を実施しております。また、間接的影響につきましては、長期の外部電源喪失や伊方発電所内外のアクセス制限時の対応について評価しております。

次に12ページをご覧ください。先ほどの評価項目に対する対象設備の評価結果のうち直接的影響について本ページと次ページにまとめてございます。結果としまして、全ての施設について直接的影響がないことを確認しております。結果の概要でございますが、まず a. 原子炉建屋・原子炉補助建屋につきましては、火山灰に加えまして積雪による荷重評価を実施し、十分な耐力を有すること、また外壁塗装により短期的腐食による影響を及ぼすことはないことを確認しております。続いて b から d 項でのタンクやポンプについても、堆積荷重に対して十分な耐力を有していること、塗装、ライニングにより腐食防止、火山灰による閉塞が回避されるということを確認しております。また、e 以降の主蒸気逃がし弁消音器や主蒸気安全弁の排気管等につきましては、火山灰が侵入し難い構造であること等により機能に影響を及ぼさないことを確認しております。

次に13ページをご覧ください。先の評価項目と異なるものとして、h. 非常用ディーゼル発電機につきましては、ディーゼル機関内に火山灰が侵入した場合においてもシリンダ一部の構成材の硬度が高いため摩耗に与える影響は小さいと判断しております。また、i. 換気空調設備における大気汚染の影響としては、その対象として中央制御室が挙げられますが、外気取入ダンパを閉止した循環運転が可能であり、中央制御室の居住環境を維持で

きると考えております。その他設備につきましても、これまでの説明と同様な評価結果であり、いずれも火山灰による直接的な影響がないことを確認しております。

次に 14 ページをご覧ください。ここでは間接的影響評価についてご説明いたします。まず、長期間の外部電源の喪失につきましては、非常用ディーゼル発電機により電源供給を行います。今回燃料貯蔵タンクを増強したことにより 7 日間連続運転が可能となりまして、原子炉の停止ならびに停止後の原子炉および使用済み燃料ピット内の燃料の継続的な冷却に必要な電源の供給が維持できることから影響がないと判断しております。また、アクセス制限のうち、発電所外につきましては、火山噴火前の兆候の確認により事前準備が可能であることから、これを踏まえて火山噴火対応体制を整備することとしております。発電所内につきましては、火山灰が構内道路上に堆積した場合においても、人力またはホイールローダーにより除灰できることから、燃料の構内運搬に影響がないことを確認しております。以上により間接的影響がないことを確認しております。

次に 15 ページをご覧ください。火山灰に対応するための運用管理についてでございますが、火山灰に備え、手順を整備し以下のフローのとおり段階的に対応することとしております。まず、近隣火山の噴火兆候がある場合につきましては、火山情報の収集、換気空調設備の取替用フィルタの準備、火山灰除去のための資機材の準備を行います。続いて、火山灰の飛来の恐れがある場合につきましては、火山噴火対策対応体制を整備し、プラントの対策状況の確認を行います。また、火山灰が堆積した場合、プラントの監視強化を行い屋外設置機器の火山灰の除去、換気空調設備のフィルタ差圧の確認と必要に応じてフィルタを取り替えることとしております。また、火山灰により安全機能を有する設備の機能確保ができなくなれば、保安規定にのっとり必要な措置を行うこととしております。

添付資料として 17 ページに森委員からアイスランドでの火山噴火時の原子力発電所での影響に関する情報収集についてコメントが出されておりますが、回答のとおりアイスランドでの火山噴火による欧州の原子力発電所への悪影響や問題は生じていないということをドイツの当局から確認を取っております。

火山の影響評価に関する説明は以上でございます。

○部会長 どうもありがとうございました。今日欠席の委員からのご意見、質問はございませんでしょうか。事務局のほうはいかがでしょう。

○事務局 事務局でございます。本日欠席の 3 名の方から本件に関するご意見、ご質問は特段ございませんでした。以上でございます。

○部会長 ありがとうございます。それでは委員から質問、ご意見はございませんでしょうか。幸いといえますが、火山に対する影響はないわけではないですが、少ないということだと思うのですがいかがでしょう。

森先生。

○森委員 森でございます。ご説明を聞く限り、特になのですが、確認したいことがございます。昨日、現地に行っているいろいろなものを見せて頂きまして、外に置いてある電源

喪失の際にディーゼル車だとか何とか車だとかたくさんありました。あるいは非常用に取り付けられるパイプをカチャンとやる口なども見せて頂きました。あの辺りのものも全部火山灰に対して問題がないのかということを確認されたことがこの中に入っていると思っていいのでしょうか。

○四国電力 四国電力の多田でございます。先般ご覧になったのが恐らくミニローリー、電源車、ポンプ車等であったと思います。結果としまして、エンジン部についてはエンジン周りにフィルタが付いているので走行の点は大丈夫であると把握しております。それから、機器についても系統内は密閉構造になっているということで、その際に吸い込みということがないことと表層5 cm程度ということで、これについては除灰をすることで問題ないということで、車両関係についてもわれわれとしては評価しております。以上です。

○森委員 もう1つよろしいですか。火山灰が続いた場合、量が多くなっても非常に細かい微粒子が長期間浮遊することが考えられますので、例えば伊方原子力発電所内で従事されている労働者の皆さんのゴーグル。メガネ式ゴーグルではなくて、完全密閉型ゴーグルが準備されているのか、もしくは準備をする段取りがなされているのかという点について、直接この影響評価ガイドでチェック項目として入っておりませんが教えて頂ければと思います。

○部会長 よろしくお願ひします。

○四国電力 四国電力の多田でございます。今、まさにこういった体制関係について評価ができたばかりなので、今から具体的な体制につきましてはいわゆる資機材の準備等も入りますので、その中でどういったものを準備すべきか、というところも検討いたしまして、それについては今後の要領の中に反映し、必要なものについては準備を整えたいと考えております。

○部会長 ありがとうございます。その他にございませんでしょうか。アイスランドの火山の爆発のときにはジェットエンジンは火山灰が詰まるとエンジンが壊れたりして、空を飛んでも落ちるしかないのですが、非常用の電源車やポンプ車はエンジンについては最低限の影響はないということでした。火山につきましてはよろしいでしょうか。

それでは、続きまして今日最後の項目ですが、竜巻に対する影響につきまして、四国電力から説明をお願いいたします。

自然現象に対する考慮(竜巻)

○四国電力 四国電力の多田でございます。それでは資料1-5-1を用いまして、竜巻の影響評価のご説明をいたします。

次のページをご覧ください。まず目次でございます。本日は新規制規準への適合状況、基準竜巻・設計竜巻の設定、構造健全性確認とそれを踏まえた竜巻防護対策など8項目について説明いたします。

次に1ページをご覧ください。本ページと次ページに新規規制標準への適合状況を記載しております。これにつきましては、7月8日の設置変更許可申請時点での内容でございます。当初基準竜巻の最大風速を69m/sと設定しておりました。審査の過程で評価に用いる竜巻の最大風速を100m/sに変更しております。以降の資料につきましては、変更後の最大風速に基づきました内容としております。変更後の内容により対策を講じることで、竜巻に対する防護施設の安全機能に影響を及ぼさず、新規規制基準に適合できるものとわれわれは判断しております。

次に3ページをお願いします。竜巻に対する影響評価でございます。国が策定しました「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づきまして図のフローに示した内容で評価を実施しております。評価の流れは、まず評価対象施設の抽出を行いまして設計竜巻の設定、設計飛来物の設定、また構造健全性評価の前提となります設計荷重の評価を行っております。構造健全性の確認につきましては、健全性が確認できない場合、対策を施し、その後再度、健全性評価により健全性を確認することとしております。さる11月14日開催の原子力規制委員会の審査会合におきましては、青の鎖線の囲んだ部分、すなわち評価対象施設の抽出から設計荷重の評価までを審議頂いております。

次に4ページをご覧ください。竜巻影響評価の対象でございます。これも従来どおりクラス1およびクラス2に属する構築物、系統および機器、いわゆる安全重要度の高いものならびに耐震設計上の重要度分類におけるSクラスの系統および機器を竜巻防護施設として設定しております。今回の評価対象施設としましては、図に示すフローに基づき抽出しており、竜巻防護施設を収納する原子炉建屋、原子炉補助建屋、竜巻防護施設のうち屋外に設置されている設備を抽出しております。

次に5ページをご覧ください。ここでは、竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設について記載しております。該当する施設につきましては、竜巻を起因とする一次的影響、具体的には竜巻の風荷重による影響、竜巻の気圧差による影響を考慮して図のフローに基づき抽出しております。抽出の結果、風荷重による施設の倒壊による影響ということで、離隔距離と施設の高さからタービン建屋、海水ピットクレーン等を抽出しております。また、気圧差による影響の観点から外気とつながっている換気空調設備、また吸排気管が外気とつながっている主蒸気逃がし弁（消音器）などを対象として影響評価を実施しております。

次に6ページをご覧ください。竜巻影響評価の対象設備を構内平面図に落としたものがございます。屋外に設置されている竜巻防護施設については写真を掲載しております。また、波及的影響を及ぼし得る対象施設につきましては、図の薄い青色の範囲に設置されている設備に対しまして影響の発生の可能性の観点から対象施設を抽出しております。

次に7ページをご覧ください。竜巻検討地域の設定でございます。これも評価ガイドにIAEAの基準を参考とすればと記載されておりますので、それにのっとりまして、伊方発電所を中心とします10万km²（半径約180km）の円を描きまして、その範囲の竜巻の発

生関係を評価しております。瀬戸内海におきましては、竜巻の発生が少ないという結果が得られておりますが、四国地方は台風の通り道となっており、台風起因の竜巻が多く発生している宮崎県、高知県を含むことにより保守的な設定としております。また、伊方発電所が海岸線に立地していること、竜巻の発生はほとんど海岸線付近であることから竜巻検討地域を海岸線より海側・陸側とも5 kmの範囲としております。これについてもガイドにのっとり設定の仕方でございます。この設定の中で、当初瀬戸内海に限定していわゆる気象条件等を設定して検討を行っていたために、竜巻発生頻度が少ない、規模が小さいということで69 m/sと設定しましたが、この範囲を九州、四国全域にわたりましたので、結果として100 m/sという結論としております。

次に8ページをご覧ください。基準竜巻の設定でございますが、最大風速(V_B)につきましては、①の過去に発生した竜巻による最大風速(V_{B1})と②竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速のうち大きいほうの風速を設定しております。ここで過去に発生した竜巻は、竜巻の規模の指標で藤田スケール(F3スケール)というものを使っておりますが、その風速の上限値が92 m/sでございますので、これを過去最大の風速(V_{B1})として設定しております。一方、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速、これが(V_{B2})でございますが、その設定につきましては、気象庁の「竜巻等の突風データベース」から竜巻検討地域内における竜巻データを抽出しまして、右の図に示したフローに基づき算定しております。算定の過程につきましては、9ページから11ページにかけて示しておりますが、算定結果を11ページに示しておりますのでご覧ください。

竜巻検討地域で発生、侵入した竜巻をもとに算定しました竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V_{B2})でございますが、算定した結果を図に示しております。保守的な値としまして赤の矢印で示した値、最大風速(V_{B2})をそれにより79 m/sとしました。したがって、基準竜巻の最大風速(V_B)は過去の最大の92 m/sと今回の79 m/sの大きいほうということになりますので、92 m/sとして設定しております。

次に12ページをご覧ください。ここでは設計竜巻の設定でございます。伊方発電所は敷地背後に急峻な傾斜地をもつ狭隘な地形に立地しているため、これを伊方発電所の地域性として地形効果による風の増幅について確認しております。

確認結果を13ページに示しておりますが、海上から上陸して斜面を上がっていく西側から襲来するケース。海上から上陸して半島を乗り越え斜面を下っていく南側から半島を直行して襲来するケース。この2ケースとも解析の結果いずれも海上での最大風速を下回っており、増幅効果がないことを確認しております。したがって、この結果により設計竜巻の最大風速は基準竜巻の92 m/sと設定されますが、以降の評価に用いる竜巻の風速はこの基準竜巻に余裕を見て100 m/sとして以降の評価は実施しております。

次に14ページをご覧ください。ここでは竜巻の特徴であります設計飛来物の設定でございます。これに当たりましては、伊方発電所構内に存在する飛来物になり得る物品、建設資機材などろもろの物品でございますが、現地調査を行いまして図に示す設計飛来物の

選定フローに基づき、評価に使用する設計飛来物を設定しております。設計飛来物の設定に関する主な観点は風荷重により浮き上がるか、また固縛対策等により飛来物発生が防止できるかの2点としております。その観点で選定を行った結果、最終的には鋼製パイプ、鋼製材、乗用車の3つを設計飛来物としております。

15 ページには、設計飛来物の飛距離や飛散高さを求めるために用いた運動方程式を示しておりますが、説明は省略させて頂き、発電所における飛来物の発生防止対策について説明します。

16 ページをご覧ください。飛来物の発生防止対策でございますが、ワイヤー、アンカーによる固縛、固定化および竜巻防護施設との離隔の3手段を取っております。固縛、固定化につきましては、竜巻の風速 100m/s から必要な強度を有する部材を選定し、確実な発生防止対策を講じることとしております。また、離隔につきましては、竜巻風速による飛散距離を算出し、それに基づき竜巻防護施設との離隔を図ることとしております。これらの対策につきましては、定期的なパトロールによる状況確認を行い適切に維持することとしております。

次に 17 ページをご覧ください。ここでは電源車の固縛要領を示しております。風荷重に耐えられるよう、地面にアンカーを打ちまして片側 5カ所、両側で 10カ所となりますが、ワイヤー等により固縛することとしております。これらについては、必要な風荷重ということの評価をしまして、ワイヤー、ターンバックルそれぞれの仕様を設定しております。

次に 18 ページをご覧ください。固縛が必要となる車両および竜巻防護施設に影響を与えないために設定している駐車禁止エリアを図示しております。竜巻防護施設であります原子炉建屋、原子炉補助建屋、重油タンクと比較的距離の近い場所に配備されている電源車、重油運搬用ミニローリー等を固縛対象設備としております。

次に 19 ページをご覧ください。本ページと次ページに設計荷重の設定を示しております。先に説明したとおり、評価に用いる竜巻の速度を 100m/s として 6-2 に示す風圧力による荷重、6-3 に示す気圧の低下によって生じる気圧差による荷重、20 ページの 6-4 に示す設計飛来物による荷重について評価対象となる施設の設置場所等を考慮して荷重の組み合わせを行って評価を実施しております。

次に 21 ページをご覧ください。先に説明しました設計荷重を用いまして確認する構造健全性評価でございますが、本ページに建屋・構築物の構造健全性確認フロー。また次ページに機器の健全性確認フローを示しております。上段のフローでございますが、竜巻防護施設の外殻となる建物、原子炉建屋、原子炉補助建屋が該当しますが、まず構造骨組みの評価、いわゆる倒壊に至らないことの確認を行いまして、続きまして屋根、扉等の各部位につきまして健全性確認を実施しております。また、下段には竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の評価を示しておりますが、これにつきましては倒壊に至らないということを確認しております。

次に 22 ページをご覧ください。ここでは機器の構造健全性確認フローを示しております。

2段階での評価としており、その評価の考え方は左上に記載しているとおりでございます。まず、STEP1におきまして竜巻現象において設備の健全性に最も影響を及ぼすと考える飛来物による貫通評価を行いまして、飛来物防護対策の要否のスクリーニングを実施し、STEP2では、飛来物防護対策や運用管理の状況を踏まえ、荷重の組み合わせを設定し、それに応じた強度評価を実施しております。

次に23ページをご覧ください。建屋の構造健全性評価を実施した結果、一部の建屋の壁面、扉等について飛来物防護対策を施す必要があります。ここでは現段階での飛来物防護対策例を示しておりますが、左上、扉前面へ防護板の設置、左下、空調の外気取入れ口となる塔屋につきましても緩衝材もしくは内張り材の設置、右上、燃料取扱棟における防護金網の設置、右下、扉前面の防護ネットもしくはコンクリート防護壁の設置というものを考えております。現在、工事の計画の具体化を進めているところでございます。

次に24ページをご覧ください。機器における飛来物防護対策でございますが、海水ポンプ・配管のエリア、重油タンクの施工例を示しております。海水ピットにつきましても、防護金網を覆う対策、重油タンクについてはタンク外表面への防護カバーの設置により防護するという事で、重油タンクにつきましてもすでに工事にかかっているところでございます。なお、建屋、機器とも現段階での防護対策を示したものであり、今後、国による審査状況を踏まえ必要に応じて防護対策内容について見直しをしていくこととしております。竜巻の影響評価に関する説明は以上でございます。

○部会長 どうもありがとうございました。この項目につきまして、欠席委員からの質問、ご意見はいかがでしょうか。事務局のほう。

○事務局 事務局でございます。本日欠席の3名の委員から本件に関するご意見、ご質問もございませんでした。以上でございます。

○部会長 ありがとうございます。それでは、委員の先生方からご意見、ご質問はございませんでしょうか。森先生。

○森委員 森でございます。基本的なことをお聞きします。この設計ということで、設計法は許容応力度設計法によっているのかどうか、もしそうであれば安全率をどのように考えているかという点についてご説明をお願いします。

○四国電力 四国電力の多田でございます。機器の設計の評価につきましては、弾性範囲内ということでⅢAsとして評価をしております。したがって、最終的な引張強さという意味ではなくて、降伏点以下のところでやっておりますので、十分裕度は与えていると思います。すみません、建屋につきましても弾性域内での評価という形で機器は評価しております。建屋につきましても終局の応力値であるのですが、これにつきまして1.5倍の裕度ということで割戻しをしたりしておりますので、十分な裕度を持った評価ということをやっているとわれわれは考えております。以上です。

○森委員 今のご説明で前半が分からなかったのですが、弾性範囲内で設計しているというのは、降伏強度を下回るように設計しているという意味でしょうか。

- 四国電力 そのとおりです。
- 森委員 そうすると、この設計荷重を越えた分は降伏強度を越えるという、弾性強度は失って塑性域に入るといえることでしょうか。
- 四国電力 塑性域まで入らない状況で評価を行っているということです。塑性域には入っておりません。弾性域の中で収まるように評価しております。
- 森委員 そうすると安全率というのは幾らを取っているのですかということが私の質問なのです。
- 四国電力 安全率といいますか、許容値というものは弾性域での評価にしておりますので、個々の評価の結果としましては、発生応力と許容応力との比率になっておりますので、個々の評価につきましては、数倍から数十倍という評価結果は得ております。
- 部会長 森先生がまだ納得されていないようですけれども。
- 森委員 納得といいますか、まだ理解できていないのですが、どういう意味でしょうか。要するに設計対象によって設計法が異なっていて、基本方針としては弾性範囲内で挙動させたいということがあるのですが、物の材料特性によっては必ずしも許容応力度設計法ではないという意味ですか。
- 四国電力 四国電力の多田です。それはちょっと違まして、全て弾性領域の中に収めています。それを依存するものはありません。弾性領域というところを許容応力としまして実際の荷重によって発生します発生応力と比較しまして、その裕度というものが数倍から数十倍であることを確認しております。現状、このパワーポイントにはその記載をしておりますので、もし次の機会があればその評価結果についてはリスト等でご提示したいと考えております。
- 森委員 分かりました。そこのところは次回にでもご説明頂きますとして、私がかつと聞いたのは、竜巻の定義ですが、もう1つの資料に竜巻の定義は特になのですが、資料1-5-2の1ページ左の「1.1 目的」と書いてあるところの5行目「本ガイドは、当該規定に関連して、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻およびその随件事象等」と書いてありますので、ここでは竜巻という定義であるかどうかもあるのかもしれませんが、定義としては突風・強風を引き起こす自然現象と捉えていいのかなという。もし、そうであるとすれば、これは必ずしも竜巻という定義の現象だけではなくスーパータイフーンという今回フィリピンを襲ったこれまで60、70 m/s程度の風速に対して未確認情報で、ニュースでやっていた中では、米軍か何かの施設が85 m/sだとか105 m/sだとかいろいろな数字を出したとか。あるいはけさ方のニュースでは津波のような段波が来ていると。相当な風速だと思うわけです。それは恐らく今後調べられているいろいろな計測や推測がなされると思うのですが、今、ご説明を聞いた限りにおきましては、設計風速100 m/sの値の設定に関しては過去最大であるとか、ハザード曲線が最大であるとか、いわゆる最大、最大を狙って要するにリスクが残らないように、積み残しが出ないようなというとても安全を意識した物の見方をしておられるよ

うなので、もしそうであるとすれば地震で失敗した、つまりチリでマグニチュード9が起これ、インドネシアでマグニチュード9が起これ、2つも起こっていながら日本では起これらなるとほとんどの地震学者が言っていたマグニチュード9が起きたように、特に竜巻ということで主に陸地付近を想定しているわけですが、スーパータイフーンのような海洋上で起きているものがそのままドーンと来るのであれば、今後、当然想定すべきものであろうと。もしそうであるとすると、フィリピンを襲ったもののようなものがそのまま衰えずに来た場合は、当然自然現象として想定すべきであろうということを私はニュースを見ながら考えていて、そういう視点から竜巻影響評価ガイドを見ますと、いわゆる「オズの魔法使い」でいうようなアメリカの大陸の竜巻ではなくてここで書いてあるのは突風・強風を引き起こす自然現象という定義ですので、スーパータイフーンのようなものも入ってくるかと思えます。その点についてはどう考えますかということをお聞きしたかったのと、それからもし許容応力度設計法で設計していて、安全率は1.5とか何とか取ってあるのであれば余裕がまだあるので、ある意味そういうものを考えたとしても最終的には安全なのかなという、そういう2つの見方で理解をしたかったので今、お聞きしました。長い質問で申し訳ございません。

○四国電力 四国電力の多田でございます。確かにこのガイドに書いておるとおり、竜巻というものは突風うんぬんと書いております。気象庁のデータベースのところからわれわれはひもといてハザードを引くわけですが、確かにそのところでは突風等という形でインデックスを打っておりまして、そのデータというのはそこを拾い上げながらやっていくこととしております。そういったところで、竜巻といいますか、そういうデータベース自体が1960年から約50年間のデータしか取れていないというところで、まだ十分なデータというところまでは行きついていないということで、今回の評価に当たりましてもいろいろ保守的なところも入れておるところでございます。今回のフィリピンのところでも100m/s超と言われる台風が起きております。今回の竜巻についても台風起因の竜巻というのがすごく多くて、今回われわれの検討地域としました宮崎県、高知県等は台風起因の竜巻が発生しております。台風起因の竜巻が出てきておりますので、そういった発生は考慮してやっていると。それと、100m/s超というところがありますが、現在のところわれわれは評価は100m/sというところで、通常竜巻は15m/sの移動スピードがあるのですが、今回の評価にあたりましてはある一定期間とどまってどういう影響を及ぼすかということも評価しておりますので、そういう中では、ある程度の耐力を有しているということと、今回の具体的なデータをパワーポイントに示しておりませんが、機器の持つ裕度というところを先ほど森先生から教えて頂きましたけれども、それっていうものもありますので、トータルとしてはある程度のプラスアルファのものが起きてても原子力発電所の安全性維持できると現在のところは考えております。

○森委員 よく理解できました。ということは、そのことを口頭だけではなく、やはり書かれたものとして根拠を示した上で、論理立てたご説明を頂ければ、今後いいかなと思

ますのでよろしくお願いします。

○四国電力 承知しました。

○部会長 ありがとうございました。

吉川先生。

○吉川委員 森先生がおっしゃったように、最近のフィリピンを襲った台風 30 号ですか、ああいう事態も考えなくていいのか。ここは竜巻と書いてあるのですが、台風はまだやっていないというだけなのか。台風はもちろん自然現象ですね。それは竜巻の中あるいは津波の中に吸収されるのか、しなくていいと考えているのか、まだやっていないのか、どういう位置付けなのでしょう。台風は自然現象で日本には多いです。四国も室戸台風とか大きいものが来たわけで、どう考えたらいいですか。

○部会長 いかがでしょうか。

○四国電力 四国電力の多田でございます。これは今まで 3 号の建設に当たっては、台風ということで風荷重という中で考慮しておりまして、確か 72m/s くらいのところで風荷重を考慮して設計しております。屋外施設、建屋のほうですが。今回は竜巻というところが自然現象というところで加わりまして、それに対する評価というところで本日説明させて頂きました。従来から風荷重については設計段階のところで考慮しているところでございます。以上です。

○吉川委員 フィリピンみたいなああいうケースですね。あのときの台風は 100 m/s 強の風速以外に高潮も来た、時間も長かった、被害が広域に及んだということもあって、ああいうような台風は、フィリピンのように熱帯性低気圧が頻繁に通過するところであって、その辺だけのことで日本はあまり考えなくていいということで従来からしなくていいのかということも私の質問の中にあっただけです。もう 1 点は、台風でも何でもそうですけど、送電線の設計基準は 60 m/s の風に持つというのが設計基準なのです。それ以上だったら倒れてもいいという考えです、日本では。ですから、こういう大きい台風を仮定すると、当然先ほどの火災のときの話ではないですが、送電線もバタバタと切れたり倒れたりということが複合的に生じることを想定しないといけないわけですね。先ほどから火災だけ、風だけと単発的にそれだけを取り出して議論しているけれども、それを仮定すると他にも影響が結構あるのですが、1 つだけ取り出してやるというのは直線的思考ですね、そういうことは考えなくていいというのが規制庁審査の前提になっているのでしょうか。つまり新規制基準における自然現象の取り扱いというものではどういう考えなのか。前提を 2 つ聞いただけですけれども。

○部会長 規制庁のほうからご意見というか。

○規制庁 想定される自然現象ですが、これは新規制基準のほうでも外部からの衝撃による損傷の防止という項目があります。その中に、そこで想定される自然現象というのは敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑りとといったもの、他にも火山の影響とか生物学的事象とか森林火災等も含まれます。それを想定するこ

とについて個別にこういうふうに想定しなさいという基準ではなくて、これは性能規定でするので、そこは事業者がいろいろなデータを集めて合理的に評価をし、重要な設備等に影響があるかどうかを評価した結果を規制庁に報告することになっています。現在、その内容の妥当性等について、審査しているところでございます。

○森委員 性能規定ということですか。

○規制庁 性能規定です。

○部会長 ありがとうございます。文字にすると火山、竜巻、森林火災とここでは書かれていますけれども、他の自然現象、台風も含めて含まれていることだと思います。

○高橋委員 四国電力が言うべきことですが、今のお話ですが、愛媛県の東のほう、香川県寄りのところに法皇山脈という山があって、すぐそれから北は瀬戸内海に入りますが、そこ法皇山脈の尾根に四国電力の鉄塔が建っていました。この地方はやまじ風という局地風が吹くので、十数年前にこの強風による共鳴現象で十数基壊れるということが起こりました。それ以降、そういう風当たりの強いところ、山頂沿いではなくてももう少し下に鉄塔をたてるとか、徹底的に地質調査をして壊れない場所を選定しながら伊方原子力発電所からの電気を香川県のいろいろなところへ送るといって、今日も説明がありましたよね、あそここの選定に当たっても注意深い選定を行いました。送電線の下にはお墓があってはならないとかいろいろな基準で、そして地質がガッチリしたところ。だから今のところ地滑り、崩壊で壊れたようなところはないし、人為的によその業者が足元をすくうような工事で危なくなっかしくなったというのがありますけれども。そうですよね。そういう意味ではノウハウはあるのですよ。

○四国電力 四国電力の松本でございます。おっしゃるとおり平成3年頃でしょうか、愛媛県の東のほうで送電鉄塔が風で倒壊するということがございました。それ以降、その地点につきましては尾根のてっぺんにあるとどうしても風が増速するという事象がありますので尾根を避けたルートを選定するとか、あるいはその後、伊方発電所の近くの先ほども出ました四国中央西幹線という送電線をその後建設しておりますが、その建設に当たっては地質面でもそうですし、風の面においても事前に風速等の調査を行って、シミュレーション等も行なって設計基準内であることを確認した上で行っております。ですから、過去の経験によって送電線も自然災害に対して十分な強度を有している。さらに、今日の最初の説明でもありましたが3ルートの構成としておりますので、仮に万が一どれか1つのルートに何かあったとしても、その多重性も重ねて考えるとそれなりの信頼性を有しているとわれわれは評価しております。

○吉川委員 要するに送電線そのものが今の時点で強風でも四国電力管内の送電線は耐力があるというふうに今お聞きしてそのように受け取ったわけですが、今日の規制庁のお話だといろいろ書いているのは性能規定であって、それぞれをどういうふうに性能規定を満たすためにはどうやりました。台風は入れませんでした。そういうものは竜巻の評価でもって包含されています。そういう説明であれば、台風というのは風が吹くことは書いてあ

りますからね。そういう話ではないかと思えます。ですから、最終的に性能規定だから考えるところはそれでよろしいと言われれば、これは国のガイドでやりなさいとか、ちょっと混乱しているなど聞いていて思ったのですが。ですから、書いてあるから台風についてはどうするという事は答えてもらわないといけないと思えます。四国においては。

○部会長 台風についても想定内に入れて欲しいということですね。竜巻は一時だと思うのですが、台風ですごい強風が、この前の台風 30 号みたいになったら壊れたときに修理するのも外に出られない状況になると思うので、そういうことも少し頭の中に入れておいて頂ければと思えます。

○四国電力 台風の件ですが、先ほど多田が説明しましたように、今回性能規程といいますが、100 m/s の風が普通の竜巻ですとスーッと通過してしまうのですが、それが吹き続けるということで風に対する荷重を評価していますので、100 m/s の台風が来たということで設計をしているというふうに考えていいのではないかと考えています。高潮は、この中でももちろん評価を求められているわけではないですが、高潮が来たとしても、すでに実際の設備として 10m 超の津波が来ても安全上重要な施設の中に水が入らないように水密扉を設置するとか、いろいろと対策を取っておりますので、そういう対応に伴う高潮が来たとしても安全上重要な施設は保護できると考えております。今日の説明の中の評価にはそれは入ってございませんけれども。

○事務局 事務局から補足をさせていただきますと、現在、規制庁においては審査が続行中ということで、今、皆さまから頂いた考慮すべき自然現象というのが、規制庁において考慮すべきと判断されればその説明は四国電力に当然求められるものとわれわれは考えてございます。

○部会長 規制庁のほうの説明に答えなければいけないのもそうなのですが、愛媛県の地域として自主的にこういうものを考えていますということを一言書いておくといいと思えます。

森先生。

○森委員 森でございます。少しお聞きしたいことがございまして、今の柿木さんのご説明は全く同じ理解を私はしているつもりですので、これは突風ということで台風も考慮していると。台風はもとより設計で考慮されている荷重だという理解はしておりました。今から質問したいのは、先ほど 11 ページの年超過率 10 のマイナス 5 乗に相当するものとして 79m/s、でも過去のほうが大きいので 92m/s といいつつ、論理構成で 100m/s に到達しているわけです。100m/s に到達するところに書かれたハザード曲線と書かれていますので、非常に少ないデータに基づくハザード曲線だろうと思えますけれども、結果的に 100m/s というのが、10 のマイナス 6 乗とか 7 乗になっているという理解はできるわけです。ところが、積み上げの段階ではまず 5 乗を設定してというふうに始まりましたよね。一方で、先ほどの航空機の落下確率は 10 のマイナス 7 乗であると。その辺がもし確率をベースにした信頼性、あるいは安全率といったようなことを検討するのであれば、やはり 10 のマイナス

7乗であるならば10のマイナス7乗を基本に据えてといったような想定する確率の統一というものはある程度考えとしては必要になってくるのではないかと。特に、今、規制庁の方からご説明があったように性能設計規定というような考えがもしそうであるとするならば、なおさらのこと破壊確率が幾らだといったようなことを統一しない限り、それをさらに10の3乗を下回るようなめったなことではないのは起きても仕方ない、起きたときにシビアアクシデントにならないという思想、つまり設計、そういう思想にはなるのではないかと思います。その辺の確率といった意味で何か統一すべきなのか、あるいはそういったことをご考へにならなかったのか。その辺を四国電力にお伺いしたいと思います。

○部会長 いかがでしょうか。どうぞ。

○四国電力 ここではそういったような設計基準事故の確率と申しますか、ばらつきもありますので、文書にして整理しましてあらためましてご説明したいと思っております。今、口頭になってしまうとあれなんで、一度持ち帰りさせて頂きたいと思っております。

○森委員 ぜひそうしてください。特に、やはり過去四国電力は創立以来、安全に対して気を使ってやって来られたと、あるいは高橋先生からそういう説明がありましたけれども、例え50年一生懸命やったとしても、50年の経験で100年とかのことはリスクマネジメント上、言うことができませんので、姿勢はヒューマンエラーが少なくなるだろうという意味では重要なことだと思いますが、ここでは厳密に科学的に数値で披露して頂いたらと思います。

○高橋委員 次回までに今、森先生や皆さんから次までに用意して下さるということに関して秒速100mも大切ですが、先ほどちょっとご紹介したような法皇山脈みたいなことが起こったときの共振現象、だから100m/sずっと続くのではなくて止まったりする、確かあの鉄塔は共振現象で倒れているから、そういうことについてもまた何か情報があれば教えて下さい。言いたいことは、とにかく風速が大きいだけでなく共振現象によるダメージもあるということの何かデータがあれば付け加えて頂ければと思います。

○部会長 どちらも非常に数字として出しにくいというか、誤差がすごく大きなものかもしれないけれども、できる範囲で正確なデータを出して頂けるとありがたいです。よろしく願います。その他ございませんでしょうか。

○宇根崎委員 これは解析そのものとは直接関係ないのですが、先ほどから委員の先生方からもご発言があったのですが、自然現象が生じて発電所のトラブルになったときに、通常時といいますか何もない状態で行うべき復旧活動とか保全活動というのがかなり大幅に損なわれると人員の結集と機器の移動というのはかなり大幅に影響があると思っております。それは当然部分的には考慮されているかと思うのですが、実際にこういうハザードが来て何か対応しなければいけないときに通常の訓練でされているタイムラインがどの程度影響が出て、それが必要なアクションとのタイムラインとの整合性において十分余裕があるのかというところは今後の大きな課題となると思っておりますので、私は現地調査のときにハード的な面、それを活用するソフトの面というものが大事と申し上げさせて頂いたのですが、自

然現象に関してもその自然現象に対応するためのソフト面の評価というのはぜひ四国電力として独自に分析して行って、こういう場でご報告頂ければと思います。これは私からのお願いでございます。よろしくお願いいたします。

○部会長 シミュレーションでいろいろ値を出すというのと、実際の訓練で時間を検証するという2系統でやって頂ければいいと思います。よろしくお願いいたします。その他ございませんでしょうか。

(2)その他

○森委員 その他に入っても構いませんか。

○部会長 その他でも構いません。

○森委員 森でございます。先ほど吉川委員もご指摘になりましたが、私は今から2つ言いますが、自然現象の事象の複合だとか重畳の考え方ですね。つまり重ね合わせてどうなるかという影響の検討については、性能設計という基本方針を知った以上、四国電力のほうで積極的にこれまでのものにとらわれずにお考え頂ければと思いました。それが1つです。それからもう1つ、参考資料として資料1-4-2、1-5-2という2のほう、これは予習していなかったのですが、ずっと見ていますと何となくですが、IAEAの基準にのっとなっているとか、あるいは米国でこうやっているというものを参照にしたというスタンスで書いてあるのですが、私は一度IAEAの基準の現物を一部少し見たことがあったのですが、あくまで本当の基本方針を書いているだけで、性能としてどう担保するのかというのは、性能基準であるが故にそれぞれの事業者がそれぞれの環境においてどう考え、それが十分考え尽くされているかという視点でのものなので、よくマスメディアでIAEA基準を満足しているから世界一だという言い方がありますが、そんなものは全く論理的ではなく、性能規定なのでどれだけ考慮しているか。FARSITEという今日お使いの森林火災のものでも向こうのデータではこう出ているからという入れ方をしてしまうと、草木のないような土地もあるし、木の高さは日本よりはるかに高いようなところもあるし、それを使う際の使い方というものもいろいろと試行錯誤なさって他のところもあると思うのです。そういったことを性能規定だということで、必ずしもここでガイドとして書いてあるものにとらわれずに恐らく推奨というのは思い付かない人のために最低これくらいはという意味のものかなと思いついていたのですが、ぜひこれまで積極的に安全に対して真摯に取り組んでおられる四国電力だからこそ、性能規定という趣旨を一層ご理解頂いてご説明を聞けたらと思いますのでよろしくお願いいたします。

○部会長 より安全・安心というところを安心という面を担保するためにはそういったような努力が今までもされていますけれども、ますますしてほしいということです。その他、「その他」でも構いませんがございませんか。

それでは、事前に吉川先生から質問事項がありまして、それについて規制庁のほうから

お答え頂けますでしょうか。

○規制庁 はい、お答えいたします。今日幾つか議論があったものの中にも含まれていますが、吉川先生から大項目としましては6つの質問を頂いております。まず1点目ですが、これは海難事故に関することです。そのまま読ませて頂きますと、日本の原発は海岸立地である。以前、日本海を航行のロシアタンカーが海難事故を起こし転覆、大量の重油が原発が林立する若狭湾内や能登半島にまで流れてきて、重油の掃除が大変だったことが想起される。このような海難事故の原発への影響については、規制庁はどう対応されているのか、ということをございますけれども、これにつきましてはどう評価がなされているかというのは先ほど四国電力から説明がありましたけれども、これについては規制庁では7月8日に定めました新規制基準の中に書いてありまして、要約しますと、発電用原子炉を設置する工場または事業所、事業所というのは発電所を含みますけれども、その敷地の中や敷地周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となる事象であって、先ほどもご議論がありましたが、船舶の衝突、近隣工場等への火災、航空機の落下等の人為によるものに対して安全機能を損なわないものでなければならないとしてあります。これについても審査中でございます。

2つ目ですけれども、これも先ほどから森林火災うんぬんでご議論がありましたけれども、中越沖地震で東電の柏崎刈羽原発で所内変電所が火災を起こしたことから、その後、火災防護のハード、ソフト対策が強化されたことと記憶しているけれども、今回の新規制基準とはどう関係があるのかというものです。これについては、もともと旧指針のときから火災防護対策についても記しておりました。中越沖地震が起きた後の対応ということですが、これは敷地の中の火災ということでトランスなどが火災になったわけですが、そこで消火できなかったことが問題となりましたので、そのときはまずは自衛消防隊の設置を事業者に対して求めました。今年の7月に策定した新規制基準ではこれに加えて以下の新たな要求を追加しました。従前の対策を強化するものと新たに加えたものということですが、追加したものについて言えば、大きく分けると2つありまして、1つは内部火災対策ということで燃え難いケーブルの使用や燃え広がりを防止するための建屋の中の壁の設置とか、そういったもので内部火災対策の徹底を求めています。もう1つは、敷地外の森林火災などを想定して、安全施設への影響の有無を確認するといった外部火災対策を追加しております。

それから3つ目ですが、先ほどご議論があったことですが自然現象では台風はどうなっているのかということです。今回のフィリピン台風の被害や昔の室戸台風を考えますと、頻度からみても台風の通り道である四国では大変気になるところです。このあたりの審査はもう済んだのでしょうか、ということをございますけれども、先ほど申し上げたように審査中でございます。

それから安全目標についてもご質問がありました。日本原子力学会の発刊する月刊誌「アトモス」の今年11月号に永崎隆雄氏が中国の原子力発電事情を紹介されていて、そこに中

国が福島の事故後に設定していると思われる同様の数値が記載されている。それによると炉心損傷頻度は日本は10のマイナス4乗/年程度、中国は10のマイナス6乗/炉・年、格納容器機能喪失頻度は日本が10のマイナス5乗/年程度、中国は10のマイナス7乗/炉・年である。これからがご質問ですが、まずは日本と中国の炉心損傷頻度の数字の単位は同じかということ、それから炉心損傷頻度について日本は中国と比較して2桁大きいのがこれによいのかというご質問でした。単位は日本も炉・年で中国と同じです。ただ、中国の数値がどのようなデータのものか分かりませんので、2桁違うといったことについては申し訳ございませんが分かりません。そもそもその数字そのものが安全目標なのか、あるいは計算した結果なのかによっても異なると思います。ちなみに日本は安全目標の数字です。したがって一般論ですが、計算するともっと小さな数値になると思います。

それから規制委員会の基準についてのご質問ですが、規制委員会の規制基準は世界的にも遜色のない基準と言えるのか。PSAを電力会社に課してどのように科学的で合理的な規制活動に反映されるのか。まず、今回策定した基準というのは、これも先ほど申し上げましたとおり、福島の事故からこれまでに得られた教訓は全て入れてあります。また、海外の基準を見ても抜けのないものをつくったというふうを考えておりました、そういった意味から世界最高の水準だと考えております。PSAにつきましては、まだ事業者からの報告はございませんが、PSAの使い方等についてご説明します。7月の基準では、炉心損傷防止対策に係る有効性評価ということで、原子炉設置者は、炉心の著しい損傷のおそれがある設計基準事故を超える事故の発生を想定し、炉心の著しい損傷に至るのを防止するための適切な措置を講じなければならない、としております。それで、事故シナリオをまず考えなければならないのですが、これはPWRとBWRに分けて、PWRとしては伊方のようなところですが、これはPWRとBWRに分けて、PWRとしては伊方のようなところですが、規制委員会が定めました全交流電源喪失ほか7シナリオでございますが、それに加えて個別プラントの事故シナリオを求め、考慮する事故シナリオを洗い出す作業に使うということを求めています。これによりまして、炉心損傷の相対的なしやすさが分かると思います。いわば、設備等の弱点探しが可能になると考えております。また、今年の12月に施行する予定の総合安全評価制度というものがございまして、そこではPSAを活用して基準を超えた事業者の自主努力も考慮して、実際の安全性の説明と継続的改善がされているかどうかを判断するツールとしてPSAを求めています。

それから、コアキャッチャーについてご質問がございました。最近の欧州の軽水炉の設計ではシビアアクシデント対策としてコアキャッチャーが設置されているようだが、これについて新規制基準ではどう考えているかといったご質問です。新規制基準の基本的考え方ですが、先ほどらい触れております性能規定になっており、このことは、国際的に見ても満足すべき性能水準を要求し、それを実現する技術は指定しないというのが一般的であると考えております。これはなぜかといいますと、ご存じだとは思いますが、技術の進歩に合わせて事業者が規制要求の実現方法を柔軟に選択できる仕組みとするほうが、新技術の取り入れが進み、安全性向上に寄与するとの考えによります。新規制基準においても溶

融炉心の冷却機能とか格納容器による放射線物質の閉じ込め機能、航空機衝突への備えを求めています。具体的な対策の有効性は審査の中で確認していくこととしています。なお、ご指摘の欧州の加圧水型炉は新設の原子炉に係るものであり、欧州でもすべての既設の原子炉に対して、ご指摘のありましたような技術の導入を義務付けるような基準にはなっていないと承知しております。

最後に審査、評価の進め方みたいな話ですけれども、最先端の地球科学分野の一線の研究者はどの程度審査や助言に参画されているのか。自然災害に関わる気象や地殻変動などの学問分野の知識の最先端の進展を各種の原子力施設立地の安全性確保にどのように反映するのかというご質問です。まず、原子力発電所の安全性に関係する外部事象の評価に当たっての基本的な姿勢でございますが、これは最新の科学的・合理的な知見を取り入れつつ行うということにしております。それから今年の7月に施行されました新規規制基準の検討につきましても、地震、地形、津波などの多様な分野の専門家を含めた検討チームを設けまして、最新の知見を取り入れた基準を策定しました。新しい規制基準に基づく原子力発電所の審査に当たっても外部の専門家の意見を求めるなど、最新の科学的・合理的な知見を取り入れつつ、審査を進めているところでございます。説明は以上です。

○部会長 どうもありがとうございました。吉川先生、追加質問とかございませんか。

○吉川委員 PSAについてはまた今後出てくるだろうと思うので、またそのときにでもできると思うのですが、一言いいますと、日本は昔から随分やっていたのですが、今まで内容が公表されたことがない。単にチャートだけでこういう事象はどうかという形だけで、どういう事象を扱っているのか、外部事象もどれくらい扱っているかなどは不明です。PSAの結果で一番不確定性をもたらすのは共通要因事象の取り扱いとヒューマンファクターの取り扱いで、これらの扱いは非常に結果を左右する。さらにこれらはいまでもPSAの手法向上の研究課題になったままです。数値目標を掲げてPSAによって確かめるといったところで、モデルの取り方や前提のその数字をいじるだけで結構なんとでもできるわけです。中身をオープンにしないと意味がないわけです。事業者がやっていることも審査をやっている人も何をやっているか全然国民に分からないというような閉じた世界の中でやっただけの数値目標で10マイナス4乗でこれは世界最高と言われても誰も信用しないのではないかと思います。方法論としても、もともと確率論には学問的にいろいろ議論があることがいわれているものです。それを持ってきてさらに原発の安全性の数値目標が10マイナス4乗といわれてもその数字そのものも相当甘い。中国も数値目標ですが、日本より2桁低くしている。日本の福島事故が起こってから中国の新設原発の数値目標はそうすると言っているわけです。韓国も同じようなものでしょうけれども、ヨーロッパも同じです。ですから、日本の規制の原発数値目標は大変甘いということは挙げられます。さらに数字だけで議論するのではなくて中身の精度を上げるということ。それに特定の専門家仲間だけでやっているのでは外部から精査のしようがない。中身をオープンにしないとイケない。日本では昔からPSAをやってきたのですが、今までオープンになっている資料はない。

そういうことを踏まえているいろいろ思うわけです。そういうものを中心に据えると言われれば言われるほど今後の日本の原子力の高度の安全性を達成する上での PSA のやり方を相当変えてもらわないといけない。日本では従来 PSA の結果でシビアアクシデントは 100 万年に 1 回の確率とだけ宣伝されてきた。ところが福島のようにドンと起こったわけです。数値がこれだから實際上起こらないですよ、とごまかしかけに使っているのではこれは怪しい。ですから、そういうところも非常に気を使って頂きたいです。PSA はそういう歴史のある方法で、日本もやっていたけれども、その中身が今までオープンになっていないということも指摘しておきたいと思います。

3. 閉会

○部会長 ありがとうございます。吉川先生も高所に立った全体を見る目というのはすごく大事だと思いますので、ご配慮して頂けるとありがたいと思います。

その他ございませんでしょうか。それではご意見もないようですので、議論もだいぶ出尽くしましたのでよろしいですか。今回の委員の皆さまから出た宿題と申しますか、その辺も次回以降に教えて頂ければと思いますのでよろしくお願いします。

今後も部会の進め方に基きまして、論点ごとに審議を進めていきたいと思っております。次回とその次というのは、シビアアクシデントに対する対応とかをあと 2 回くらいしないと議論できないと思っておりますので、またよろしく願いいたします。

以上で本日の審議事項は全て終了いたしました。

四国電力におきましては、今後も新たな知見等の収集に努めるとともに、自主的な対応も含め、積極的に安全対策のさらなる向上に取り組み、伊方発電所の安全確保に万全を期して頂くようお願いいたします。

これで本日の環境安全管理委員会原子力安全専門部会を終了いたします。

委員の皆さま、傍聴の皆さま、記者の皆さまお疲れさまでした。どうもありがとうございました。