

第3回「令和4年度空間線量率等評価結果に係る検証委員会」議事録

<事務局>

少し時間が早いですが、皆さんお揃いなので、予定時間前ではありますが第3回検証委員会を始めさせていただきたいと思います。

それでは、司会進行につきましては、前回から引き続き務めさせていただきます。よろしくお願いいたします。日本原電からの出席者につきましては、資料2-3改訂版をご参照下さい。

前回より、課題になっておりました第4回目の開催時期につきましては、茨城県とお打合せさせていただき3月10日開催予定として進めております。皆様には確定次第ご連絡いたしますので、よろしくお願いいたします。また、委員名簿で〇〇委員の所属でございますが、ご本人より東京工業大学 科学技術創生研究院に変更して欲しいとご連絡いただきましたので、差替えております。なお、特任準教授に変更はありません。

今お手元に日本原電から第三者検証委員会第3回という資料がございます。お手元にないという方はございませんでしょうか。

それでは、本日の議題につきましては、当初の予定では第1回、第2回の審議における指摘及び確認事項を踏まえた検証結果の検討という形になりますけれども、前回1、2回のときに、各委員から確認事項及び質問事項がございましたので、その回答を先に日本原電からご説明をお願いいたします。進行については、前回と同じように議長にお任せいたします。よろしくお願いいたします。

<議長>

先ほど事務局から説明がありました、第3回の検証委員会では、第1回、第2回で出された質問事項やコメントについて、日本原電から説明をお願いします。

<日本原電>

お手元の資料に基づきまして、第1回、第2回で委員の先生方からいただきましたご質問についてまとめてきましたので、こちらでご説明させていただきたいと考えております。資料に通しページが振ってありますので、そちらに従ってご説明する形となりますのでどうぞよろしくお願いいたします。それでは個別の事項につきまして、各担当からご説明させていただきます。

<日本原電>

それではお手元の資料に沿ってご説明させていただきたいと思います。まず2ページ目に本日のご説明内容ということで、前回、前々回の検証委員会でいただいたコメント、また

その後にいただいたご質問を踏まえまして、本日このようにご説明の内容を整理してございます。

まず一つ目の資料 3-1 と記載しているところですが、ここは前回、前々回、少しご質問やコメントをいただきながら、少しこういう説明を最初しておくべきだったなと思って、そういう反省も踏まえて、今回準備させていただいております。そもそも茨城県に出した報告書がどのようなものなのか、要請文書を当社がどのように受け止めて、どういう評価を行ったのか、それに沿って何を説明したかったのか、そういうところを冒頭にご説明させていただきたいと思っております。その上でですけれども、事故設定について、今回全交流電源喪失が起こって可搬型のみで対応する事故というものを評価しておりますけれども、なぜその一つでいいのかとご質問いただいておりますので、それに対してどのように対応していこうかというところ、まだ本日結果が出ておりませんが、方針の方でまずはご意見いただきたいなというふうに思っているところでございます。

二つ目が、システム・解析コードの信頼性、必要条件の妥当性に係る補足説明ということで、特に R-Cubic に関しては、他コードとの比較ですとか、どのように妥当性を確認しているのかというところで、そここのところもう少し補強が必要であるというコメントをいただいておりますので、その部分について資料 3-2 を使ってご説明させていただきたいと思っております。また気象条件につきまして、大気安定度を考慮すると厳しいものができるのではないかとご指摘もいただいておりますので、それに対しても資料 3-2 の中で回答させていただきます。

資料 3-3 につきましてはご質問回答ということで、資料 3-1 と 3-2 の中ではご説明できなかった部分について資料 3-3 の中でご説明させていただきます。どうぞよろしくお願い致します。

早速ですけれども、3 ページ目ですね、資料 3-1 ということで、今回提出した報告書についてです。4 ページ目、これは茨城県に出した報告書の 4 ページ目にあるものをそのまま持ってきたものですけれども、要請の趣旨、要旨としては、避難計画の実効性を検証すると、そのために、東海第二の事故を想定した放射性物質の拡散シミュレーションを下記の条件を踏まえて実施するよう要請するというふうに、要請文書をいただいております。その下記の部分が何かというと、国の新規制基準に基づき新たに設置する安全対策が十分に機能しないと、東海第二発電所から 30km 周辺まで避難・一時移転の対象となる区域が生じること、で、かつその区域が最大となると見込まれる事故・災害を想定することと、このような要請文書をいただいているところです。これに対してですけれども、当社がどのように対応したかというところに少し色を付けて、吹き出しで示しておりますのが 5 ページ目となります。

まず、避難計画の実効性を検証するというところですが、この部分、まさに命題になるところですけれども、どのように捉えているかというところで、例えばですけれども、2022 年 9 月 22 日の予算特別委員会の中で、30km 周辺まで避難等の対象となる最大の区域を想定した上で、避難・一時移転を行う際に必要な資機材数等を確認するという趣旨の答弁

がされているところでございます。まさにこういうところに今回の拡散シミュレーションを活用いただくというところで、我々報告書を作成したところでございます。次に、東海第二発電所における事故を想定したシミュレーションというのが、まさにこの上に書いた検証の目的に照らして、原子力災害対策指針の考え方に基づいて 0IL の初期設定値をもとに避難・一時移転の範囲の評価を実施するということになります。これはもう少し②で補足させていただきます。

三つ目のところが、この青字で書いてるところですけれども、国の新規規制基準に基づき新たに設置する安全対策が十分に機能せず、東海第二発電所から 30km 周辺まで避難・一時移転の対象となる区域が生じると、こういうところで、まさに事故の設定をしていくわけですが、この際には、仮想的な事故条件であることを対外的に説明することを念頭に、分かりやすさにも配慮して事故を設定したということになります。30km まで届かせる、結局は放出量になるんですけれども、その放出量を算出する事故の考え方より、そういうところが説明性のないものだとする、こういう設備が動くとか動かないとかそういう考え方が、芯の通ったものでないと、なかなか事故としての理解が得られないだろう、その仮想的であるというところの理解が得られないだろうということなので、今回の事故を設定しているということになります。後は緑で書いてるところですね、その区域が最大となると見込まれる事故・災害を想定することということに関しては、複数の気象に対して評価を行って、その中で最大となるものを評価したということで、それで最大と見込まれる事故を想定したということに答えていることになるのかなと思っています。まず我々としては、こういう考え方で報告書を作成したということになります。

次にこの赤字の部分、0IL の初期設定値をもとに設定したというところですが、上のポツは繰り返しになります、0IL 1, 2 の初期設定値を参照しました。これは茨城県に提出した報告書の 31 ページ目に指針から抜き出してきたものを載せておりますけれども、まずその 0IL 1 というものは、地表面からの放射線等による被ばくの影響をできる限り低減する観点ということで、継続的に高い空間放射線量率が計測された地域については、0IL 1 としますというようなことが記載として書かれております。0IL 2 につきましては、それと比較して低い空間放射線量率が計測された地域ということで、不要な被ばくを回避する観点から、一週間以内に一時移転等の早期防護措置を実施するというようになっております。それですね、補足に書いておりますけれども、基本的に東海第二発電所から 5km から 30km が UPZ になるわけですが、その防護措置の基本は屋内退避というふうにされております。5km 以内の方々は、事前に、予防的に避難すること、放射性物質の放出がなされる蓋然性が高まった時点で事前に避難するんですけれども、5km 以遠の方はむしろ避難することによるリスクもあるだろうということで、まず防護措置として屋内退避が基本となっております。その上で放射性物質の放出後に、地表面からの継続的な被ばくについて、避難ないし一時移転ができる限り低減する観点で線量率が上がった部分については、避難ないし一時移転がなされるようになっていくと、そういうのが基本的な指針の考え方となっております。仮

にと書いてますけれども、プルームが通過中に避難・一時移転を開始した場合には、かえって被ばくが増加する可能性があるということがありますけれども、我々これ以上資料に記載できないのが、結局、避難・一時移転の判断を緊急事態のときに実際にするのは国となりますので、その時にはおそらくいろいろな状況を加味して、柔軟、臨機応変に対応されるものだと思うんですけれども、今この時点で我々がこういう評価をしようと思うとあくまでも指針の考え方に基づいて、地表面の放射性物質から出てくる放射線というものを前提に評価するだろうということで、今回はあくまでも指針の記載に基づいて評価をしているということです。

補足の三つ目のポツが、今お話ししたようなところですが、今回の事故設定に関しては、初期から注水ができないという仮定を置いています、実際、空間線量率を高める方向になる、プルームの放射線量を高める方向になりますけれども、今回はそういうところは評価しないものとして事故設定をしております。MAAP 解析においてもプルームが継続的に出るような挙動で出てきておりましたけれども、実際に福島事故の時は、プルームがびよこびよこと実際にモニタリングポストのあたりでは出ております。そういうところは、今回のMAAP 解析ではモデル化はしていないということで、継続的になっているように見えますけれども、あくまでも地表沈着の放射性物質に着目をして評価を実施しているということになります。これが②ですね。

少し補足をしておきますと、なかなかOIL 1で $500\mu\text{Sv/h}$ とか、OIL 2で $20\mu\text{Sv/h}$ となってもその全体の量というのがなかなかイメージできないかもしれないのですが、もともとOIL 1とかOIL 2というのはIAEAの考え方によるもので、IAEAではOIL 1は $1000\mu\text{Sv/h}$ とされております。この $1000\mu\text{Sv/h}$ というのはどういう値かといいますと、1週間に 100mSv の被ばくをしないようにという、そういう包括的判断基準というものを設けて、それを守るために $1000\mu\text{Sv/h}$ というものをIAEAとしては引いているということになります。同じようにOIL 2については、IAEAでは事故後10日までは $100\mu\text{Sv/h}$ というふうになっております。この値は何かというと、年間 100mSv を守るための値として、そういう値が設定されているということです。なので、OIL 2になった場合には一週間程度で一時移転と記載されておりますけれども、OIL 2になったからすぐに逃げないと、何か緊急的なものがあるかというわけではなくて、継続的にそこで被ばくが続くのを避ける、そういう目的で設定をされているものでございます。国内で $500\mu\text{Sv/h}$ とか $20\mu\text{Sv/h}$ というのは、これは実際の福島のときのモニタリングポストの値などから、その時の実績とですね、あとは福島の時も避難行動があったわけですが、そういうのを鑑みて現実的に防護措置をとり得る値として $500\mu\text{Sv/h}$ 、 $20\mu\text{Sv/h}$ というふうに決まっているものとなっております。

次に8ページ目、ここから設定した事故について、仮想的な事故条件であることを対外的に説明することを念頭に分かりやすさにも配慮して事故を設定したというふうに記載をしておりますけれども、それがどういうことなのかというものをその下にポツ4つで示してございます。

まず一つ目のポツ、これが大前提なんですけれども、東海第二発電所では、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえて、様々な安全対策を追加することとしてございます。当社としては、その環境中に大量の放射性物質が放出されないように、これらの安全対策を徹底していくということが使命だと考えておりますし、そのために、本当に様々な対策をとってきてございます。これがまず大前提としてございまして、その一方、今回茨城県からの要請を踏まえて、30km まで避難・一時移転の範囲が生じる事故条件の検討を開始したというところなんですけれども、上の最初のポツの安全対策の強化を考慮した場合には、この茨城県からの要請を満足しなかったのも、仮想的な事故条件というものを置いて拡散シミュレーションを実施した、当社としてはこのように理解しています。

三つ目のポツですけれども、茨城県が住民の皆様を設定した事故をきちんとお伝えをして、その上で避難計画を検証する範囲を定めましたということを説明していく上で、こんなことまで考えているのか、ということをつかりやすく伝えていく必要があるというふうに思っております。そういうことを考え、1ポツに記載のとおり福島事故の後に安全対策を強化しておりますけれども、そのほとんどが機能せずに、福島第一原子力発電所と同等の事故が発生して、可搬型設備のみで対応すると設定としたというのが背景でございます。

下に①②③と書いてますけれども、主張していくべきことだと思っておりますというところを箇条書きにしております。

最後のポツですけれども、第1回の検証委員会で、こういうご説明をせずにいきなり本題に入ってしまったもので、混乱を招いてしまったかもしれないんですけれども、ご説明しなかったのは、この設定した事故が仮想的な条件ということをご確認いただくということを目的として、例えば、新たに設置する対策の有効性評価の結果ですとか、確率論的リスク評価結果、あとは自然現象に対する対策分析っていうものをご説明させていただいたというそういう次第でございます。

我々としては、やはりこの検証委員会の中で確認いただけるとありがたいのは、まさに今回設定している事故が仮想的だということ、こういうところをご確認いただけると、一つのポイントになるのではないかなと思っております。そういう観点で、ご説明をさせていただいたというのが前々回の資料となります。

次のページですけれども、これは前々回にご質問いただいた内容として、評価しているのが一つの事故であると。世の中には、大 LOCA であつたりとか、PRA のいろんな事故シーケンスグループというものがありますけれども、そういうところをなぜ評価しないのかというところが、ご質問としていただいたポイントでしたので、きちんと説明性を補強したいと、そういうことを考えてございます。

こちらに対応例というものを書かせていただいておりますけれども、実施しているのはレベル 1PRA とかレベル 1.5PRA の結果を踏まえて、炉心損傷頻度の高いものとかそういうものに対しては対策を打つというもので、要は安全対策を考えるベースというか、そういうものとして確率論的リスク評価を実施しているというのが実態でございます。なので、1

とか 1.5 を実施して、それに対してきちんと有効な対策をとっていくということで、確率論的リスク評価を実施しております。あとは、元々今回設定した事故というのも、30km に届かせるというのは、やはりかなり難しい答え（課題）なんです。それをまた全然別の事故で新しくやり直すというのは、なかなか現実的ではないのかなと思っております、そういう意味での対応例としては、すでにある文献、アメリカの NRC が更新ソースターム、NUREG1465 というものを公表してございますけれども、そういうものを活用して、核種の比率が違うことによってどれだけ影響が変わりうるのか、というところを評価してはどうかというふうに思っております。結局、30km 付近まで 0IL 2 が到達しうる事故というのと同じ気象条件というものを組み合わせると、全く一緒ではないんですけれども、いろんな事故シーケンスグループを考えても、だいたい同じような影響範囲に留まるのではないかなと思っております。それを、全く別のソースタームというものを使って評価をしてみて、だいたい一致することが確認できれば、より今回評価した事故に対しての説明性が向上すると思っております。

そもそも NUREG1465 は、1995 年に米国の NRC が発行したものです。NUREG1150 というもののの中で、5 つの原子炉施設の確率論的安全評価結果をまとめていますけれども、それらの分析結果から標準的なソースタームを使ったというのがこの NUREG1465 の趣旨となっておりまして、下に抜粋書いてございますけれども、BWR プラントを対象にしたこのソースタームがここに記載してございまして、左の列が例えば希ガスとかハロゲンとか、そういう核種グループに対応するものとなっております、それが Gap Release とか、Early In-Vessel とか、Ex-Vessel とか、それぞれのフェーズに応じてどの程度の量が格納容器に放出されるかというものをこの表の中で示しております。こういうものを活用してはどうかと思っております。

この考え方自体は、今回オリジナルで出したかというところではなく、NUREG1465 はいろんなところで活用されてございまして、その一つの例として、原子力規制委員会が出している「原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやすについて」という文書がございまして、その中で事前対策において備えておくことが合理的であると考えられる事故は、Cs-137 の放出が 100TBq に相当するものとするというふうに記載されております。ここに脚注の 2 というものがついてございまして、Cs-137 については 100TBq で、その他の核種については NUREG1465 から算出するということが記載されてございます。なので、NUREG1465 というものを使うことについては説明性があると考えておるところです。

11 ページ目が検討のイメージということで、左にイメージとして、拡散シミュレーションの図を載せておりますけれども、これはイメージとしてますが、暫定的に東海第二で 100TBq 相当で、NUREG1465 の比率に応じて放射性物質を放出させたときの拡散シミュレーション、これは報告書で常陸太田市方面の気象条件②で評価したものがこのイメージと書いてある図になります。この時 NUREG1465 の比率が、この Cs-137 が 100TBq になるように放出割合を設定して、他のを NUREG1465 の比率に応じて設定するわけですが、この比

率を徐々に上げていくと当然青の部分が多くなっていきますので、それが 30km 付近まで到達するときの絵を書いてみて、それが今回評価した結果と比べてどうだったかというのを比較することで、それが概ね一致していたら、核種のその比率によって若干違いはあるけれども大局は変わらないと、そういう説明が可能になるのかなというふうに思っております。なので、こういう評価というのを進めていきたいというふうに思っているところですが、これを言っても、あまり説明性の向上にならないとか、そういうご意見があればいただきたいと、そういうふうに思っている次第です。

資料 3-1 についてのご説明は以上になります。ここで一旦コメント等いただけたらと思います。よろしくお願いします。

<議長>

ご説明ありがとうございました。今回は、茨城県からの要請の受け止め方について整理して、あらためて補足説明していただいたということだと思います。そして後半の方で想定した事故、これの妥当性と言うんですかね、それがどの程度の代表性があるかとか、そういった観点について、アメリカの NUREG のデータなども参考に説明していただいたということだと思います。30km 圏というのが茨城県からの要請の中で一つの条件になっていると思いますので、それをどのようにして実現されたのか、どこまでの事故を考えたのか、その上で気象条件も厳しいものを選んだということを第 1 回、第 2 回で説明されてこられているわけで、今回、委員の皆さまからの質問・コメントを受けて、かなりわかりやすい説明になったかと思います。

ただいまのご説明について何かご質問があればよろしくお願いします。

<委員>

一つ、仮想的な事故を考えたということで、実際には東海第二では色々な対策をされているということで、じゃあもう現実には起こりにくいだろうと、可能性として低いということについては、私なりには理解したんですが、現実には起こりにくい、可能性が低いと言うことをもう少し定量的に説明することはできるのでしょうか。例えば確率論とかですね。そういうのがあると住民の方々も納得できるんじゃないでしょうか。

<日本原電>

ありがとうございます。第 1 回の検証委員会において安全対策の前後でどの程度炉心損傷頻度が低減するについてご説明させていただいています。第 1 回のご説明資料の中で、内部事象の PRA と、あと地震と津波と示させていただきましたけれども、それによって炉心損傷頻度が安全対策の前後でどの程度変化したのか、というところを評価してお示しをさせていただきます。内部事象だと 4.4×10^{-9} 、地震ですと 2×10^{-6} 、津波だと 3.4×10^{-7} ということで、十分低い水準まで低下しているという示し方をさせていただいております。

<委員>

わかりました。もし他の方からそのような質問が出ましたら、こういうもので説明されると良いと思います。

<議長>

私の方から質問です。9 ページの NUREG1465 のデータですが、ここに出ている GapRelease とか EarlyInVessel、ですから、事故進展と言いますか事故そのもののプラントの中での話であって、今回使う外側の影響ということを考えると、環境へのソースタームということになるかと思います。同じソースタームという言い方ではあるんですけども、ちょっとソースタームの意味合いが違うような気がします。11 ページには実際の環境放出という意味でのソースタームということで示してありますので、こちら 11 ページの方がわかりやすいかなという気がします。で、ここも一つの例だけなんですけれども、NUREG1465 にもいくつかシーケンスがあるはずですが・・・1 ケースだけ？そうですか。

<日本原電>

色々なシーケンスを総合的に判断して一つのソースタームを作ったのが NUREG1465 です。

<議長>

いろいろなシーケンスごとに実際はデータがあると思うんですけども、それをもとにこういう一つの形に代表させたということですか。そういう意味ではこういう環境放出ソースタームと比べながら、そしてそれによる拡散がこうなる、ということで、今回の想定したソースタームの位置付けといいますかね、それが大分わかりやすくなってきたかなと、個人的にそう思います。

<委員>

ご説明ありがとうございます。先ほどの 9 ページの NUREG1465 のデータなんですけれども、数字の読み方を教えていただけますか。

<日本原電>

例えばハロゲンという核種については、右に 4 つ数字が並んでいますけれども、GapRelease の時には時間が 0.5 時間、一番上が時間です。大体どれぐらいの時間で格納容器に出ていくかっていうものなんですけれども、GapRelease は 0.5 時間でハロゲンが 0.05 の割合で出て行くと。EarlyInVessel というものは GapRelease から、0.5 時間から 1.5 時間の間に、インベントリの 0.25 の割合が格納容器に移っていくということです。あとは ExVessel というのは、さらに 1.5 時間から 3 時間の間に 0.30 が出ていくということで、例えば、こ

の ExVessel のフェーズに入るまでに格納容器に移行する割合というのは、このハロゲンで言うと「 $0.05+0.25+0.30=0.6$ 」のインベントリが格納容器に移行するという、そういう趣旨の資料となっています。

<委員>

ありがとうございます。

話が変わりますが、先ほど議長からも質問があった件、これ（NUREG1465）はあくまでも炉内のことであって、環境中に放出される割合とは違うということですよ。

<日本原電>

格納容器の中の割合となりますので、格納容器から環境に出ていくときにはそれと同じ比率で、縦の比率ですね、希ガスは必ず 1 ですが、ハロゲンとかアルカリ金属ですね、それらが格納容器の中と同じ割合で環境中に出て行くと、そういう前提になるので、おっしゃる通りですね、この 0.6 という割合で環境に出ていくわけではなくて、格納容器の中に 0.6 あって、その何%かが環境中に出て行くということです。

<委員>

非常に細かい話ですが、この表の下の方にセリウムグループですか、セリウムグループとランタノイドとあるのですが、これ違いは为什么呢。セリウムは 4 価だからということですか、グループとあってね、ランタノイドの中に普通セリウムが入るんですよ。だからそういう意味でちょっと細かいところですけども、気になったもので。

<日本原電>

11 ページの表の下二つにそれぞれ分けて整理をしておりますので、この NUREG1465 で、核種ごとに格納容器への放出割合が設定されているという前提で、炉内内蔵量からどの程度が放出されるのかというのを整理してございますので、NUREG1465 そのものの定義については我々ではどうしようもないところでもありますけれども、この表を踏まえて設定したところ、結局この二つのグループは放出割合もかなり低めなので、その影響程度は小さいというふうには考えてございます。

<議長>

ソースタームを考えるときには、格納容器の健全性というのがキーポイントだと思いますが、今回は格納容器が破損するのに思ったよりは（放出量が）少ないような気がしたんですけども、格納容器スプレイが可搬型を使って入ってくるので、コアコンクリート反応から出るような FP が抑制されるからじゃないかと思ってるんですけども、そういうことでよろしいでしょうか。

<日本原電>

ご理解の通りです。少し補足しますと、東海第二のペデスタルと呼ばれる原子炉压力容器の下の部分については、MCCI が起こらないように、コリウムシールドというものを設置しております。そこに事前に水を張っておいて、压力容器からデブリが落ちてきても、すぐに MCCI を起こすわけではなくて、そのコリウムシールドで保持されると。そこに一定の注水が続けてやることによって MCCI を抑えることができます。今回の解析ですと、そういう効果もあって MCCI は起きていないことになっております。

<委員>

今回の NUREG1465 をもとにセシウムが 100TBq の場合の放出割合を資料に記載されたと思いますけれども、その場合、炉内のトータルセシウム量というか、要は今の NUREG の炉心のタイプと言うか、条件が違ふんですけれども、それで、セシウムだけ 100TBq に設定することは妥当なんでしょうか。

<日本原電>

あくまでも今回使うのは放出割合の部分だけで、初期のインベントリは東海第二の値を使います。東海第二のインベントリを前提に、それぞれの核種がどの程度出のかということに NUREG1465 の値を使おうとしているということです。その NUREG1465 の放出割合というのは、今回評価に用いた放出割合とはその比率が違ふので、出方といいますか、例えばセシウムとヨウ素の比率は変わってくるので、その感度を解析して確認してみようと思っているということです。

<委員>

先ほど 9 ページのテーブルは環境への放出割合ではなくて、あくまで炉内の割合ということでしたが、そうすると計算に使われた放出割合はどれでしょうか。

<日本原電>

例えばこのハロゲンとアルカリと言うのがヨウ素とセシウムになるんですけれども、どちらも ExVessel フェーズまで足すと 0.6 になります。今回何をしたかということ、まずはそのセシウムが 100TBq になるようにその 0.6 を、セシウムが 100TBq になるときの放出割合、この 2.3×10^{-4} のマイナス 4 乗というのを出して、あとはここの 0.6 が一緒だったら、ヨウ素も同じ値になるということです。NUREG1465 の値そのものを書いていけばわかりやすかったのですが、そのものの値を書くと、ヨウ素は 0.6 で、セシウムは 0.6 で・・・となっています。かたや環境に出たのはセシウムの 2.3×10^{-4} だと考えているので、同じ比率でヨウ素が出たというような形になります。

<委員>

私の方で考えを整理します。

<日本原電>

少し補足をさせていただくと、11 ページに表がありまして、この右側の方が今回 MAAP 解析をもとに評価した結果で、どの程度の放出割合があるかというのを書いております。そして左側が NUREG1465 の放出割合をもとに、東海第二の炉内内蔵量から比率計算して、設定するとこの数値になると、ということになります。この NUREG1465 の方は、炉内内蔵量がどの程度の割合で格納容器に出てくるか、というところまでの比率でしか書いてないので、その比率が東海第二に適用された場合の量がこの数字になってきて、結局格納容器内の雰囲気の状態がそのまま環境に出てくると、その出方は時間をかけて出てくるんでしょうけれども、格納容器の雰囲気はずっとキープされている、同じ状態がずっと継続した状態で放出されていくというふうに想定しております。ソースタームは先ほどありましたとおり格納容器内のソースタームではあるんですけども、それが出てくるときも同じソースタームになるので、それが出てきたという想定をしたときに、NUREG1465 に比べて右側の報告書の方がかなり数値が高めになっております。そのためソースタームとしては今回の評価のほうが厳しくなっていると、その結果、NUREG1465 を適用した場合の拡散、この放出が出る場合の拡散シミュレーションは左側の図に書いてある通りですけれども、今回の拡散シミュレーション結果よりもかなり影響範囲が小さくなります、というふうに理解いただければと思います。

<委員>

ご説明ありがとうございます。今回の NUREG1465 を元にした計算で、ヨウ素とセシウムは、今回の計算が保守的な数値になったと思います。そうしたら、他の核種によっては、逆に NUREG1465 のほうが保守的な結果に、数値は小さいんですけども、それは説明できるでしょうか。ヨウ素とセシウムだけがピンポイントで保守的で、それ以外は逆方向になっているのは何か説明できるんでしょうか。

<日本原電>

そこはもう事故条件の結果として、MAAP で今回の評価をするとういう値でしたと。そこに代表性があるのかどうかっていう議論になっておりますので、他の文献と比較をして、この放出割合の個別の大小がどうこうというよりはですね、こういう違いを考慮して拡散シミュレーションしたときに、どんな違いが生まれるかというところに着目して評価しようというふうに思っております。

結局拡散シミュレーションで支配的に効いてくるのは上のヨウ素とセシウム等で、テルルも少し効いてきますけれど、下の部分はあまり拡散シミュレーション上、支配的ではない

というところで、今（セシウムが）100Tbq でこのような図になっていますけれども、少しずつ比率を上げていくと、あるものが超えてあるものが超えない、と言う形になると思うんですけれども、そういうものでも結果が変わらないと、大体ヨウ素とセシウムが同じぐらいの効き具合なので、そう考えています。

<議長>

今の議論で、NUREG1465 はデータを一つに集約したといいますか、代表性で書いてあるもので、実際は色々なソースタームがあって、バラついているわけですかね。そうするとその中で、もっと高い方を見ると、今回の想定した事故のソースタームのレベル、影響範囲が出てくるものも当然あると思うわけですね。ですから今回の NUREG1465 を用いた評価は 30km まで届いていないわけです。実際は他のもっと厳しい事故もあるので、そういうものまでサーベイしていくと、超えるものもあるんじゃないかという気がします。

<日本原電>

NUREG1465 というものは、具体的に環境にどれぐらい出るといふところの評価はしておりませんで、格納容器にどれだけ移行するかという評価です。今回ここに書いてある放出量は、セシウムが東海第二で 100TBq 放出されたという想定を置いたときにその放出割合が各核種でどれぐらいの割合になるかというものを示してございます。

<議長>

それは元々100TBq という条件があるわけですよね、100TBq の合理性ですね、そこはまた別な背景があるかと思うんですけど、それを前提とすればこうなるということは理解できます。

<日本原電>

東海第二の格納容器破損防止対策を考えると「環境に出ていくセシウム 137 を 100TBq 以下」という基準の中で対策を考えてございます。それが一つあるのと、ここにも記載していますが、事前対策の策定において参照すべき線量の目安というものが 100mSv/week、そういうものが規制庁から示されてるんですけども、資料の中で備えておくべき事故としては 100TBq が合理的であると結論付けられております。その上でですけども、11 ページの左の図が、今回 100TBq であればこうですということをお見せしたかったというのはありますが、これが結論とは思ってございません。これを 30km まで伸ばしていったときに影響の範囲かどうかというところを確認したいというふうに思っております。

<議長>

わかりました。それでは、次の議題をよろしくお願いします。

<日本原電>

場資料 3-2、12 ページのところからになります。第 1 回第 2 回でいただきました、システムの解析コードの信頼性と気象条件の妥当性に関するコメントの回答をしていきたいと思っております。13 ページのところに、いただいたご質問、コメントの概要ということでまとめてございます。一つ目としまして、システム解析コードの信頼性の部分につきまして、福島の実績との比較ができるかどうかというところと、他のコードとの比較をもう少し、というところでコメントいただいております。右の方に今回の説明の概要ということで示しておりますけれども、その事故の実績との比較というところと、他コードとしまして MACCS2 と第 2 回の時に比較をお示ししたと思っておりますけれども、追加で比較したものと。ガウスプルームとパフモデルというところをお示ししようと思っております。二つ目としまして、気象条件、抽出の考え方等の妥当性のところでは、大気安定度を考慮した条件の抽出というのをしてみるべきではないかということでご指摘いただきましたので、そのご指摘に基づきまして、大気安定度を変更した場合、抽出した気象条件に対して安定度を変更した場合どうなるかという感度解析的なところと、その実際の実気象の中から安定度も含めて考慮して抽出を行った場合、どの程度年間の気象からそれが抽出できるかというところと、実際の評価結果というところをお示ししようと思っております。1 ページめくっていただきまして、14 ページですけれども、R-Cubic における 1F の事故との比較、できるかできないかというところも含めまして持ち帰りとさせていただいたところでございますけれども、結論から先に申し上げますと、1F 事故の再現がちょっと難しいということで、今回実施をしておりません。上の青い四角のところに記載しておりますけれども、R-Cubic につきましては、納入されたサイトごとに、プラントのデータですとか地形データを設計しております、当社の所有する R-Cubic におきましては、東海のサイトのみということで、福島第一原子力発電所周辺のデータの整備ということは含まれておりません。この事故と比較することが困難となっております。メーカーの方におきまして、福島第一への適用実績というものが無いものでして、地形モデル等の整備から実施する必要がある状況となっております。当社の所有している R-Cubic は東海第二用に作られているものですが、こちらに 1F 事故のソースタームですとか気象条件を入れること自体は不可能ではないんですが、実際にその環境条件が違うということで、1F 事故との比較ということはできないというふうに考えております。下の方参考として記載させていただいておりますけれども、すでに委員の方からも「こういう資料ありますよね」ということでお知らせいただいているんですが、放射エネルギーの評価機能の再現性というところにつきましては、開発者の INS S がレポートを出しておりますけれども、その中で、福島第一プラントを模擬した状態を用いて解析を行いまして、国の出している放出量の算定結果とおおむね一致するという結果が記載されてございます。次のページですが、R-Cubic に関する公開文献が他にないかということで調べてたりもしたんですが、こちらにつきましても、先ほど申し上げた通

り I N S S のレポートのような放射エネルギー評価機能、こちらに関するものはレポートとして公開されているものがございますけれども、拡散評価機能につきましてはそれぞれ個別で評価したとか、他のコードと比較したという文献がございません。そこで、第 2 回の検証委員会におきまして、2020 年度の気象を用いて MACCS2 で評価した結果をお示ししておりましたけれども、こちらの評価条件というものを、R-Cubic と MACCS2 で少し近似させた形で比較を行いました。下に①②と二つ記載してございますけれども、一つ目は MACCS2 の気象条件からピックアップした気象条件を R-Cubic に入力した場合、二つ目としましては、R-Cubic でやった報告書のほうに記載した気象条件①②を MACCS2 に入れた場合どうなるか、というところで二つ評価を実施しております。

次のページにいきまして、一つ目の MACCS2 の気象条件を R-Cubic へ入力した場合、この場合の防護措置の比較というのを実施しました。MACCS2 で前回お示ししたのがグランドシャインの 97% 値、こちら空間線量率を評価しております。模擬的に、23 時間の積算線量と 24 時間の積算線量の差分を用いて模擬的に空間線量率を出すという形をとっております。この時の MACCS2 の空間線量率の方位別の 97% 値を確認しまして、空間線量率の評価をした際に、 $20 \mu\text{Sv/h}$ になる距離を確認しておりますけれども、それが東海第二発電所から見て陸側の方において最も遠くなったものが南西の方位で 12km でしたけれども、こちらの時の 23 時間の積算線量を与える気象条件、日時というものを MACCS2 のデータから確認しまして、その日時をスタートとする気象条件を設定して R-Cubic に入力したという手順になっております。R-Cubic に入力した気象条件ですけれども、開始日時は MACCS2 と合わせるということで、その通りなんですけれども、風向の時系列変化につきましては、こちらでも MACCS2 を模擬するというので、開始日時の風向で一定とするという仮想条件にしております。結果は右下の図のほうに記載しておりますけれども、OIL1 というのが 1 地点出ていて、風下の方に OIL2 というのが伸びております。方位線の方、赤い矢印で記載しておりますけれども、方位としては南西まっすぐではなくて西南西に少しずれた形になっております。R-Cubic のパフモデルの解析としてやはり地表、地形を考慮するというのが少し効いているので、少しずれた形となったというふうに考えております。距離も同心円で 12km のラインを引いていますが、それよりも少し延びた形なので、MACCS2 の結果と R-Cubic の結果で対一の比較というのはできないかなというふうにとらえております。

続きまして次のページから、もう一つの比較ということで、今度は R-Cubic で評価した気象条件①②を MACCS2 に入力した場合の結果をお示ししております。こちらでも前回と同様、23 時間後と 24 時間後の積算線量から疑似的に空間線量率として算出しております。風上の方には、下の表にまとめて記載しておりますけれども、こちらは MACCS2 の仕様で固定になりますので、気象条件①②の開始時点の風向が継続したという形での評価になります。気象条件①と気象条件②の $20 \mu\text{Sv/h}$ となる到達距離を下にまとめております。日立方面につきましては気象条件①と②、前回ご説明した通り同一ということで、同じ条件となつてございます。気象条件①②含めまして、最も遠くなったのが気象条件②の大洗方面で 24km という

ことになってございます。こちらを R-Cubic の評価結果と比較したものを次のページにお示ししております。一つ代表して抜き出した形でありますけれども、気象条件②の水戸方面、風下が南西になる方ですね、そちらの R-Cubic における空間線量率と MACCS2 の先ほどのグラフの結果を並べて記載してございます。R-Cubic の空間線量率が上昇した地点の方位と風向が固定となっている MACCS2 では少しずれがございまして、右の方の図に示しておりますけれども、評価したセルの中からピックアップする形で、空間線量率を読み込んでグラフ化しております。到達距離としてはおおむね一致したかなというふうに思うんですけども、MACCS2 に比べますと R-Cubic のメッシュが粗いというところもありまして、あと地形の考慮ですとか、そういうところもございまして、完全な一致、傾向が同じかという、直接的な比較はやはり困難かなという風に考えております。

次の 19 ページ目でございますけれども、総括ということで四角の方に記載しております。R-Cubic と MACCS2 とでは、拡散モデルの違いとガウスプルームモデル・パフモデルの差、地形の考慮ということも含めまして、気象データですとか、線量換算とかその辺の取り扱いがやはり異なりますので、出力された結果による直接的な比較というのが困難であると。地形を考慮できるコードとして、代表的なところはやはり SPEEDI が皆さん頭に浮かぶかと思っておりますけれども、こちらと比較した場合においても、評価計算を行うメッシュのサイズですとか、粒子モデルとパフモデルの違いなど、モデルが違いますので、同等の結果を得られるとは限らないかなというふうに思います。

そこで何か別の比較方法がないかなというところで。真ん中の辺りのポツですけれども、R-Cubic のユーザー向けに配布されているマニュアルの中で、R-Cubic の濃度と線量の計算プログラム、ガウスプルームとパフについて規格化した条件を与えて、それぞれその結果を比較するというものを記載してあります。R-Cubic のユーザーマニュアルの中では、パフの計算プログラムとプルームの計算プログラムそれぞれの計算結果を、既定の式と比べまして、一致するというを確認しております、またその結果パフとガウスプルーム、それぞれの計算結果もおおむね一致するというで記載されております。今回、我々も個別にガウスプルームモデルとパフモデル、それぞれの計算を行って R-Cubic のマニュアルに記載されている、R-Cubic のプログラムの中で計算された結果がマニュアル内に記載されておりますので、それと我々の計算が一致するかというところで比較を行いました。20 ページのところですけども、やはり拡散計算の核となる部分ということで、この計算結果がちゃんと一致するかどうかというところを計算によって比較するというを実施しております。ガウスプルームモデルは風向が変わらないとか、そういうところがございまして、パフモデルの地形を考慮しない場合は通常 R-Cubic を使っているとできないんですが、今回はそれを廃して、計算式だけで評価するという形になります。これらを同じ条件で比較するために、下の四角に書いてありますように、標準気象ということで風向を 1m/s で固定し、放出率も 1 GBq/h に固定しています。地形を考慮しない計算結果の比較という形になります。

次のページが計算結果の比較なんですけれども、赤いラインで記載しておりますのが R-Cubic のマニュアルで記載されていた計算結果、大気安定度別にそれぞれ計算した結果であります。青いラインが MACCS2 とかで使われるというガウスプルームの計算式の結果であります。放出点に近いところで少し誤差があったりするんですけれども、これらの結果が一致を示しておりますので、拡散評価の機能としてこれらは同等の性能というふうに考えてございます。ここまではプログラムの比較になります。

続いての説明となりますけれども、22 ページからですね、気象条件の抽出の考え方の妥当性について説明させていただきます。こちらコメントいただきました、大気安定度を考慮した場合の気象条件の抽出というところでございます。R-Cubic における気象データ、前回もご説明しましたけれども、風向風速降雨のほかには大気安定度という入力がございます。今回の着目点としては、大気安定度が大気安定の場合と不安定の場合にどれくらい差異があるかということと、これらに基づいた気象条件の抽出ができるのか、というところを検証しております。矢印の下の緑色の四角のところなんですけれども、こちら先に抽出している気象条件①②、これらから大気安定度だけを変更して固定した場合どうなるかという解析を行っております。二つ目に、気象条件①②の条件にさらに大気安定度が安定の場合を考慮して抽出ができるかということと、評価結果を記載しております。

次のページに、大気安定度のみを変更した場合の結果を記載してございます。代表として、北西方面の気象条件②と、南西方面の気象条件②について大気安定度だけを変更した結果を載せてございます。大気安定度以外の気象条件につきましては、抽出した気象条件②と同じとしまして、大気安定度自体は地上の風速によって ABCD が決まるんですけれども、今回は仮想条件ということで大気安定度はすべて A または F で固定という条件にしております。見ていただきますと大気安定度 A の方ですと少し到達距離が短くなっていると思います。

次のページの表の中に地点数で比較した場合についてまとめてございます。OIL 1 が左、OIL 2 が右に数値を示してございます。大気安定度を A に固定した場合は若干の減少傾向、大気安定度を F に固定した場合、北西ですと少し減っていますけれども、南西ですと少し増えているという傾向でございます。先にこの結果を確認した時に、我々としては大気安定度が変わったところで、影響というのはあまりないのかなと考えたところなんですけれども、続きまして、実気象データで大気安定度を考慮した場合、出現回数としてはどれぐらいなのかということと、実際に R-Cubic で評価した場合どうなるかというところをやってみたというのが次のページでございます。上の四角で囲っておりますのが、実際に抽出して、年間どれぐらいの回数その出現があるかというものをまとめております。大気安定度 E, F が継続するような時間帯を抽出するという形になります。表の左、大気安定度 E, F が連続するということで確認したんですけれども、最大で 14 時間続くものが年間 39 回あるというところがわかりました。そこに評価で使いました気象条件①②を加えていくと、当然少し数は減るんですけれども、気象条件①の風向が継続する条件と、かつ大気安定度が E, F にな

る時間というのが大体 5 時間から 8 時間続くのが年間 1 から 5 回あったと。こちら、各条件 1 から 5 とか 5 から 8 と幅を持って書いてございますけれども、5 方面すべての中で見て、1 回しか出ないところと 5 回しか出ないところがあったということで、幅持たせて書いております。同様に、気象条件②で降雨が継続する条件も含めると、継続時間としてはちょっと短く 1 から 2 時間程度。出現回数を年間 1 回から 3 回というところになってございます。一番右側、参考なんですけれども、E,F の条件に降雨だけ継続するという条件で確認したところ 4 時間のところが 1 回あったということです。下の表が、実際に R-Cubic でこれらの条件で抽出できたところを評価したものになります。こちらを OIL の発生した地点数で比較したものを次のページにつけてございます。

少し画面ではわかりづらいかもしれませんが、お手元の資料で、数字の所を薄い黄色でハッチングしているのが報告書に記載したものと比べて大気安定度を考慮した場合に、数字の上では増えているというところでございます。結果としては、真ん中の緑色のところに記載しておりますけれども、大気安定度が安定となりますと、放射性物質の拡散というのは、大気中での拡散というのは抑制されます。そうするとパフの地表空気中の濃度が上昇しますので地表沈着の影響というのは大きくなる傾向にございます。気象条件①②との複合条件として考えた場合は、年間の出現頻度というのはあまり多くはございません。大気安定度を考慮しない場合に比べますと、風向の継続時間というのは短くなりますので、放出点から到達距離まで、距離が短くなる場合もありますので、30km 圏内で最大化をするという条件というのは言いにくいかと思っております。風向の継続時間が短くても、ずれた風向がまた対象の方向に戻るという場合がありますと、防護措置範囲はより広がる場合がございます。大気安定度を考慮すると、気象条件①②のみの評価よりも防護措置範囲がより広くなり得るという結果を得ましたので、次のページに、気象条件①のみで出した場合と、気象条件①に大気安定度を加えて広くなった場合のパターンを掲載してございます。

こちら水戸方面の気象条件①という形ですけれども、大気安定度を考慮して抽出した場合、風向の継続時間自体は短くなるんですけれども、そちらに飛んでいく風向が何回か出れば、28km 程度まで OIL2 の範囲が延びるという結果が得られました。

次のページは気象条件②の場合ですけれども、あまり見た目的には変わらないんですけれども、少し地点が増えた状態を比較のため掲載しております。3 つ目が気象条件①の西(那珂)方面ですけれども、こちらは顕著に差が出ております。

次のページは、気象条件②の大洗方面ですけれども、こちらは地点数としては増えたんですけれども、風向の継続時間が短いというところが影響して、海側の方に少し伸びてしまっている部分がございます。

最後に参考として、風向と大気安定度の出現頻度をまとめています。東海第二発電所で観測した気象観測結果をまとめた気象観測年報から抜粋したデータになります。左上の表が、大気安定度別風向出現頻度の表になってございます。風向毎に大気安定度 A から G までございますけれども、それぞれがどれぐらいの割合であったかというところを示してござい

ます。陸側の方位で見ますと、左側に少し枠で書いておりますけど、NNE から SSW と下の方の NNW と N が陸側の方位として今回評価している範囲となります。E, F 型のところの数字を見ていきますと、出現頻度が高いのがやはり西側に寄っており、W とか WNW のあたりが EFG 型の大気安定度が出やすくなっています、こちら下の風配図を見ていきますと、こちら大気安定度型別の風配図ということで、一番左が不安定型、真ん中が中立、右側が安定型の風配図となるんですけれども、安定型の風向は、やはり西寄りが多いないところが見て取れるかと思います。その右側なんですけれども、昼夜別風向出現頻度というものを記載してございまして、ちょっと画像が粗いかもしれないんですけれども、点線で西北西に引いてある 30.3% と書かれた風向、こちらが夜間に出てる風向が一番多いところで、総合していきますと、「夜間に西側の風が吹く、また、安定型の風向が多い」ということで、安定型でかつ陸側の風向というのは、出現頻度としてはあまり多くないというところがこれから得られるんですけれども、実際にそういう条件のときに拡散評価をした合、例えば水戸の気象条件①ですとか②のように、防護措置の範囲が少し広くなるという可能性が検証の中で分かったというところになります。今回の説明内容としては以上となります。

<議長>

ありがとうございました。ただいまのご説明に対して、ご質問、コメント等ありましたらよろしくお願いします。

<委員>

左のページで 18 ページ、MACCS2 との比較ということでいろいろご提示いただいておりますが、例えば左の図で、最初の 2.5km から 7km 位のところで一つのピークが出ていますが、これがどういう原因でそうなったのか、地形の影響ということが例示されておりますが、本当にそうなのか、あるいはそのメッシュサイズの影響はないのか。MACCS2 と比較する上でそのあたりを詰めた上で、この後に提示いただく、理論的な式は大丈夫です、という説明ができてくるかなと思いました。これがもし地形の影響であれば、なぜこういうピークが出てくるのか、という説明をしていただけると信頼性が増すかなと思われませんが、いかがでしょうか。

<日本原電>

ありがとうございます。メーカーさんと相談しながら、何か示せるものがないかというところで検討したいと思います。ありがとうございます。

<委員>

13 ページ目の、「大気安定度が F 型の時が一番範囲が広がる」という点について、私が前回説明したのは F 型の時に一番遠方まで飛ぶということで、広がるのとは少し違う、安定した状態で遠くまで行くので、大気安定度が安定した場合に遠方まで飛ぶと言うことで

す。

この評価で気になったのは、多分これ計算コードがそうなんだと思うんですけども、16方位の中を振ってないんですよね、気象指針にありますけれど、早期放出になると16方位の中を平均化して振ると、要するに30kmで行くと16方位って11kmかそれ位なんですよ。それを16方位の真ん中だけに飛ばしてるとそこには溜まるんだけど、長期放出になると、要するに16方位でしか今風向きを持っていないから、その方位の中で振られる可能性があるわけで、風向きって要するに16方位、北と言っても、その隣の間の中で振れている可能性がある。1時間放出ならそうだけど、それが長期放出なら振られるんで、8時間放出になるとその16方位の中で平均した値でつくれということで、遠く行くと広がる可能性がある。それでコード、これ多分16方位の真ん中にしか飛ばしていないから、そういう効果ってないんで、大気安定度が安定して遠くに行くと広がると、振られるともっと広がる可能性というのがあるわけです。だから、その辺の効果があってもっと広がりうるなというのが、結果に対する感想です。もし本当に外側が多分広がっている・・・ガウス分布ですね、だから、その中心から両側にある程度広がって、 $20\mu\text{Sv/h}$ 以下にならない分布だけが出て来ている。それを振ると広がりながらガウス分布が平均化されてもっと高くなる、広がる可能性がある。だから、その黒いやつの濃度が $20\mu\text{Sv/h}$ に対して $100\mu\text{Sv/h}$ みたいなところがあって、裾の方が $20\mu\text{Sv/h}$ だというような感じだと、この $100\mu\text{Sv/h}$ だったところが5倍に増える可能性っていうのがあるわけで、その辺の方位以外の考え方っていうのをもう少し議論されないとちょっと難しいかなっていう。

前の説明を聞いたあと、面積がどれが最大になるんだったら、逆にですね、換算係数から求める方法・がありますよね、被ばく線量係数がありますね。地上に平均的にあった $20\mu\text{Sv/h}$ になるのはどの位の核種があればいいっていう、それが1.6km角なんで、だから、そこにだいたい $20\mu\text{Sv/h}$ になると1.6km角の中に平均どれだけあるかっていうのが逆算できるわけですね。放出タームのソースタームって決まっているから、ちょっと半減期をどう考えるかありますけど。それが、放出されたやつが1.6km角の中の平均であって、放出終われば1.6kmの数が大体どれぐらいになるか、それよりは必ず少ないですよと、極論から言うとなうなる。それがガウス分布で少し減るから、端にいった部分はもう少し減るから、それよりはガウス分布的に考えて、半分ぐらいには、最大のその半分ぐらいには減るでしょうみたいな。そういうことがあって、わざわざ最大になる面積を求めたいんだったら、シミュレーションしなくてもいいのかという気はしたんですけど。以上です。

<日本原電>

ご意見ありがとうございます。おっしゃる意味は非常にその通りなんですけれども、今与えられた事故想定をやりましたし、あと茨城県からの要請で、要は可視化っていうのを意識しているところがございます、何が一番コードとして妥当かということで、R-Cubic っていうのを使いました。当然のことですけど R-Cubic はおっしゃった通り16方位の気象限定

で、面積 1.6km はメッシュ内平均ということも十分承知の上で、今回与えられた命題としてはこれも一つの答えじゃないかというふうに思っております。

ガウス分布でやればいいんじゃないかと言うのもおっしゃる通りなんですけれども、今回は先ほど事故の想定の時も前提をお話しましたがけれども、県民の皆様にも分かっていたかどうかということがございましたので、ある程度模擬的といいますか、見た目といいますか、そういう可視的なところを重視したいということで、ここからこういう制限もある中で、やらせていただいたということが一つの答えかなということです。ご意見ありがとうございます。

<委員>

最大の面積を求めるんならガウスじゃなくても、ソースタームで 1.6km 角の中にどれだけあれば $20\mu\text{Sv/h}$ になります、それをソースタームで 1.6km になった平均というか総量でソースタームの総量を割れば、最大になりうる面積がガウス分布に関係なく出るだろうと言う話です。

<日本原電>

おそらく安全審査でも使ってるガウスブルームモデルが最たる例だと思うんですけど、要するに地図に載せて表現しなかったということで、今回はこういう結果を出させていただいております。どちらが合っている間違っていることはないと思うんですけど、今現状の中では我々の答えとしては一つ R-Cubic というもので可視化した形で、先生がおっしゃったようなメッシュ上の考慮が若干理想化してますけれども、メッシュ内の平均ということで、出させていただいてるということでご理解いただきたいと思います。

<議長>

ありがとうございます。他にございませんか。

<委員>

私なりに調べたというか理解したことなんですけれども、原子力機構に SPEEDI というものがありまして、それで放出量推定してるわけなんですけども、この SPEEDI というのは単位放出というものを仮定した大気拡散の予測値とですね、実測値を比較して推定してるんですね。ただしこの場合でも大気拡散に相当の誤差があるということが一つの課題であります。それでちょっとどのぐらい実際と合ってるかっていうことはですね、FA10 というパラメータなんですけれども、これは測定値の 10 分の 1 から 10 倍の範囲に入る計算値の割合のことですが、この FA10 というのは、大体 70% ぐらいに入れば非常に一致しているということでもあります。ただし SPEEDI の場合はですね、1 回の計算で推定できる核種の数も 15 しかないということなんです。ですからいろいろ問題がありまして、例えば福島の場合は、

実測値が入手できなかったということから、精度のよい推定が困難であったというのが事実であります。一方、今回の評価はですね、ご説明されたように、非常事態の発生の時刻とかですね、あるいは粒子状物質の状況、施設の作動と停止の時刻、それから異常漏えいの開始の時刻とかその漏えい経路とか、継続時間とか漏えい率なども考慮されているので、それをもとに放出予測されてると思いますので、SPEEDI に比べてそういう点では優れているかなと思います。ただし、漏えいの開始時刻とか経路とか、どの位続いたのかとか、漏えい率は本当に正しいのかということが、いわゆる信頼性にも影響してくるのではないかと考えられます。それでどちらが良いかということは一概に言えませんが、結論からしますと、どちらも一長一短はあります。ただし原子炉での事故推移までで考えられているということは、若干今回の評価の方が信頼性高いのかなということですけど。私が言いたいのはですね、資料の 19 ページですね、この SPEEDI と書いてありますけれども、同等な結果が得られるとは限らないということではありますが、私がちょっと調べた限りでも、やはり同じような結果にならないんじゃないかなと。ただし、どちらが信頼されるか、信頼かというのはいろいろ議論して進むべきではないかなと。

<日本原電>

ありがとうございます。このくだりは SPEEDI との比較のようなご意見がございましたので書かせていただいたんですけども、この SPEEDI ができないと言ってるわけではなくて、我々は直接 SPEEDI を持っていないというのがまず一つ、それから最終的にメッシュサイズですね、R-Cubic の良さといいますか、逆に弱点でもあるんですけども、先ほど杉田先生からもあったように、1.6km メッシュでだいぶ粗いんですね、その代わりスピードを重視しているということがありますので、そういったメッシュは SPEEDI に比べてだいぶ粗いので、たぶん一緒の結果は出ないだろうなということを申し上げたかったということで、単純に R-Cubic の妥当性をどういうふうに示すべきかというお題に対して、SPEEDI による評価をもしやっただとしても、R-Cubic の妥当性の証明にはならないかなという思いを書かせていただいたもので、決して SPEEDI 自体がどうだ、と言うことを申し上げているつもりはございません。ただ SPEEDI はメッシュが細かくて、気象も非常に細かいので、おそらくもっと細かい結果が得られるのではないかなという予想はしているんですけども、SPEEDI までは手が広げられたなかったということで今回このような形で結んでおります。

<委員>

14 ページの、今回の 1F 事故とのベンチマーク、検証は実施しないということなんですけれども、これについては理解しました。ただ確認お願いしたいんですけども、R-Cubic のデータと言うか、福島第一原子力発電所のプラントデータとか地形データが整備されていないということなんですけれども、わからないところがですね、例えばプラントデータは今回のシミュレーションにとってそれほど重要ではないのではないかなと思うところと、そして地

形データについて、東海第二発電所の地形データはどの辺まで整備されているのか、それだけか、他の日本全国のデータはないということでしょうか、それが理解できなかったです。普通の地形データは基本的に日本全体をカバーするとか、あるいは世界全体をカバーするとか、いわゆるあるデータを使うことなんだと理解しているんですけども、この R-Cubic で使われてる地形データが理解できなくて御説明をお願いしたいと思います。

<日本原電>

ありがとうございます。R-Cubic というのは、例えば私どもの東海第二発電所であれば周辺 40km の地形データだけを入れて納品されるものになります。これは先ほど申し上げました通り、SPEEDI のように正確さを重視するというよりは、スピードを重視したということなので、例えばコンピューターに入ってる地形以外は計算打ち切ってやらないということになってますので、我々としては茨城県、東海第二発電所周辺の地形データしか持っておりません。

<委員>

ありがとうございました。

<議長>

他にないようであれば、私の方からコメントを言わせてもらいます。

今回のシミュレーションでソースタムがあつて、気象状況があつて、それぞれどういう計算コードを使って解析したということになってるわけですけども、我々はそれぞれの部分についてそれなりの不確かさがあることを承知してると思うんですけども、住民の方々は「科学計算してるのにそんなに確かではないのか」とかすぐにそういうふうになるかと思いますので、結局こういう計算シミュレーションには不確かさが含まれているんだということを、これはもう本当にエグザクトではないわけですから、その辺のニュアンスが伝わるような表現の仕方、そういった工夫が住民の方々への説明という点で大事であると思いました。

<日本原電>

ありがとうございます。どのような表現かということ、趣旨は十分理解しているつもりではありますが、どのようにするか、例えばどこの項目にどういう表現をしていくかというのは考えさせていただきたいと思います。おっしゃる意味は重々承知してまして、我々技術者には当たり前のことでも、説明となると、そういったことを含んでいるということは示すべきだというご意見はもっともだと思いますので、少し預らせていただきたいと思います。

<議長>

ありがとうございます。それでは、次の議題をお願いします、

<日本原電>

32 ページ目以降です。その他にご質問いただいたことに対する回答をまとめて来ております。

まず 33 ページ目、ORIGEN に関する部分です。一つ目が ORIGEN のコードバージョンと、ライブラリーがなんなのかについて即答できなかったんですけども、使っているコードが ORIGEN の 2.2 で、ライブラリーは JENDL3.2 ということで、国の審査で使ったものをそのまま活用しているということになります。

二つ目ですけれども、MAAP 解析で ANSI/ANS の崩壊熱曲線を用いて炉心平均燃焼度 33GWd/t という入力をして評価しているんですけども、ORIGEN と比較することによってその保守性が示せるんじゃないかという趣旨のご質問いただいておりますので、それに対する回答をしております。下に二つボツを書いているんですけど、実際に ORIGEN と比較評価した結果というものを 34 ページ目に記載してございます。この ORIGEN2 というのが、今回評価したものではなくて、国の審査のときに評価したものがありましたので、それを単純に平衡炉心ですね、サイクル末期を想定して出された ORIGEN の崩壊熱というものがありますが、ポイントにはなってしまうんですけども、6 時間後と 12 時間後と 24 時間後と、それが ANSI/ANS で解いた崩壊熱と比べてどうかと言うものを左の図で示してございまして、ANSI/ANS については、事象進展初期ですね、この数時間とかというオーダーでは ORIGEN よりも高く崩壊熱を評価しているということが確認できたということでございます。

よろしいですか。1 個 1 個行きますか、それとも全部説明してしまいいましょか。

<議長>

全部説明をお願いします。

<日本原電>

承知しました、35 ページ目行かせていただきます。こちらですね、注水に必要な水源がどの程度確保されているのかということで、第 2 回の検証委員会の後にご質問いただいたんですけども、新設するその代替淡水貯槽、西側淡水貯水設備と言った新しい水源を確保してまして、重大事故が発生したときはそういう水源から使うことを考えているんですけども、それぞれの容量としては 5,000 m³ほど準備をしました。その 5,000 m³が何なのかですけども、表の設定根拠のところに書いてますけれども、事象発生後 3 日間は補給なしで足りるような容量ということで 5,000 m³を準備しております。二つございますので、どちらかの水源を使って注水していくということになります。参考なんですけれども、下に二つ書いてまして、それぞれの水源は地下に設置してございまして、例えば想定を超える竜巻が

来て、地上の色々な設備に悪影響を及ぼすようなことがあったとしても、水源については地下に設置しているので被害を免れる、そういったことを考えて設計をしているということでございます。

<日本原電>

説明者替わりまして 36 ページ目、R-Cubic のメッシュサイズについてご質問いただきましたので、回答記載してございます。今回評価した領域メッシュが $1.6\text{km} \times 1.6\text{km}$ ですが、これがコード組み込みなのか、それともユーザー指定できるのかというところで、ご質問いただきましたけれども、こちらコード組み込みでしてユーザー指定でフレキシブルな設定というのはできないようになってございます。R-Cubic でも、評価領域というのが 3 種類ございまして、真ん中の表に記載してございますけれども、今回 U P Z を含む範囲ということで真ん中にあります $80\text{km} \times 80\text{km}$ の領域を使用しておりますけれども、小さい方で $20\text{km} \times 20\text{km}$ 、大きい方で $120\text{km} \times 120\text{km}$ というものが選択可能となっております。ただ、それぞれ分割するサイズが固定されておまして、 50×50 の形になっておまして、メッシュサイズはそれぞれの計算領域に応じて変わるという形になります。

もう一つご質問いただいていたのが、地形情報のメッシュの大きさと、R-Cubic の領域メッシュの大きさは整合しているのかというところですが、前回ご説明したところですが、地形情報自体は元データが国土地理院の数値地図の 50m メッシュを用いていますけれども、そのままですと R-Cubic と大きさが合わないということで、こちらを R-Cubic 用のメッシュサイズに設定して使用していると、ブロックを積み上げるイメージということで前回、メーカーからご説明あったかと思っておりますけれども、ブロックを積んだような地形データを作り上げてそこで評価しているという形になります。このページの回答につきましては以上となります。

<議長>

ご説明ありがとうございました。

<委員>

今回お使いになった ORIGIN のコード、バージョンのご説明ありがとうございます。ですが、今回 2.2 ということで、多分これはそうですね、実際我々炉物理やってますけれども、炉物理では今の ORIGIN は、結構 ORIGIN2.2 にもバグがいろいろありましてですね、それを修正というか訂正というかしたのが、今 JAEA が提供している ORIGIN2.2UPJ というバージョンです。それが一般的に使われてると思っております。そしてさらに JENDL3.2 ですが、今現在 JENDL4.0 が一般的で、それも 10 年前に公開されたので、3.2 の後に 3.3 もあるし、だいぶちょっと古いかなの印象を持っております。さらについ最近 JENDL5、ORIGIN 用にはまだ公開されておりますけれども、ライブラリーも少し古いかなの気が

します。今回の評価にはそんなに影響ないと思うんですけども、せっかくコードを使うのであれば、一般的に使われてる最新のコードを使った方がよいかなと思ってるところです。

そして崩壊熱の評価、これはありがとうございました。以上です。

<日本原電>

ありがとうございます。コードバージョンとライブラリーが古いんじゃないかというご指摘、おっしゃる通りなんですけれども、この部分は、まさに国の審査の中で使ってるものでございまして、今回この評価のために新しくやるというよりかは、きちんと国の審査で妥当性が確認されているという、そういう前提のコードを使った方がよいかなと思って今回使ったというのが背景になります。

<議長>

ありがとうございます。他にございますか。

それではですね、今の資料以外にこれまでの第1回、第2回、そして本日の資料も含め、何か聞き足りないものがありましたらお願いします。

<委員>

細かい質問なんですけれども、20ページのところで、今回のいろいろ R-Cubic の信頼性のためにコードの比較と言うことで、実際にガウスブルームモデルとパフモデル用いて計算されたと思うんですけども、これは教科書的な数式なので、当然結果は一緒になるはずだと思うので、その結果をもとに今回 R-Cubic というモデルの信頼性があるというのはちょっと別かなと個人的に思っておりますので、参考にさせていただきたいと思います。

<日本原電>

ありがとうございます。今回示したかったのは、式の比較というよりは、ガウスブルームモデルは我々が安全審査で使っている実際にコードで回した結果です。それから R-Cubic も具体的に計算機でまわした結果です。ですので我々が言いたかったのは、この式がちゃんと計算機で実現できてるかと、そういうことでコードの妥当性の一助にならないかなということでお示したということでもありますので、R-Cubic そのものがというよりは、R-Cubic の拡散モデルは、一般的なガウスブルームとか、そういったもので比べても同等の計算ができていて、コンピューターのソフト自体が合っていることを示したかったということになります。

<議長>

それでは、議論出尽くしたようですので、今日の委員会はこれで終わりにしたいと思います。事務局が次回の検証委員会についてご説明します。

<事務局>

お疲れ様でした。ここで5分ほど休憩いたします。そのあと閉会させていただきます。
それから次回の第4回について、どのように進めるかということも含めてご説明させていただきますと思います。よろしくお願いします。

(5分休憩)

<事務局>

それでは、本日の閉会について進めさせていただきます。

議事メモにつきましては、いろいろ精査しないといけないところもございますので、1回2回、今日の3回目も含めて事務局で作成いたします。その点につきましては、作り上げたところで委員の皆さまに確認いただくことになると思いますが、もう少しお時間いただければと思います。

それでは第4回目開催は、3月10日金曜日、13時30分から15時30分の2時間で、この会場で開催いたします。議題につきましては、今までご議論いただいた内容を、事務局で報告書案に纏めて、それについて委員の先生方からご意見等をいただく形にしたいと思います。第4回では報告書案をご提示させていただきます。本日はこれで閉会とさせていただきます。今日はお疲れ様でした、ありがとうございました。

—以上—