

令和5年度空間線量率等評価結果に係る検証委員会 第4回 議事録

1. 日 時：令和6年1月25日（木）13:30～15:30
2. 場 所：BIZcomfort 水戸(MYMビル10階 会議室4)
3. 議事内容

<事務局>

それでは、第4回検証委員会を開催いたします。

検証委員会は、最初に申しましたように第5回で終了させていただくことになります。

最初にご報告事項として、12月21日に第4回委員会を開催予定でありましたが、日本原電から報告する予定の内容が確定できない状況となったため、第4回を1月25日に延期し、第5回(最終回)を茨城県庁にて2月16日に開催することといたしました。第5回は報告書案を事務局からお出しして、委員の方々に議論していただくことといたします。

本日、第4回目につきましては、これまでの数々のご質問等がございますので、それを日本原電からご回答または資料でのご説明をいただくことといたします。本日の議事次第、質問事項、説明資料、ご出席いただいている方をご紹介させていただきます。まずは、日本原電からご出席いただいている説明者は、資料3をご覧ください。

事前質問については、資料2の各委員よりいただいた質問事項をご覧ください。

最初に日本原電より横長の第4回という資料からご説明をお願い致します。また、ご質問については、その項目ごとにするのか、それとも全体の説明を行った後、質疑応答に入るのかについてですが、どちらの方がよろしいでしょうか。

<日本原電>

どちらでも大丈夫です。

<事務局>

委員の先生方どういたしますか。テーマごとの説明が終わった後にご質問する方法と、または、全体をご説明いただいて、最後に質疑応答を行っていく方法の何れがよろしいでしょうか。テーマごとでよろしいですか。それではテーマごとの説明が終わった後のご質問の形式で進めさせていただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

それでは、議長に議事進行をお渡しいたします。

<日本原電>

私の方から、今回その解析の数が多くなりまして、そのため12月に予定しておりました、第4回についてはご理解いただき、スライドさせていただきありがとうございました。データの取りまとめも出来ましたので、そちらも含めてご説明したいと思います。ご審議の方よろしくお願ひしたいと思ひます。

<議長>

それでは早速議論に入っていきたいと思うんですけど。議事次第に出ておりますように、順次やっていきます。議題が多いんですけども、一つ一つその都度、質疑応答という形で進めていければと思います。どうかよろしく願いいたします。今日第4回で、こういう日本原電からの今回のシミュレーション評価についてはおそらく最後になるかと思うんですけども、そろそろその結果をまとめて、第5回では説明があるかもしれませんけども、今回の検証委員会のまとめということで、報告書を作っていくということになると思いますので、そういったことも念頭に、今日の第4回の検討委員会を進めていければと思いますので、ご協力よろしく願いします。

<事務局>

ご発言またはご説明をする際に、議事録をとりますので、お名前を言っていただいてからご説明、またはご質問していただけるようお願いいたします。

<日本原電>

本日もよろしく願いします。早速ですけども、説明の方からさせていただきます。まずですね、今回のご説明の前段としまして、これまでの検証委員会を踏まえた整理の方向性ということで、前回までに、気象条件を中心にその不確かさによる変動幅の算出をしていくところについてご議論させていただいたところでもあります。それを、どのように具体的に進めていくかというところを3ページの表のとおりまとめております。これはですね少し濃い青になっているところが大項目になってまして、そこから個別に何をやるかというところが、水色で書いてあるところとなります。まず、一番最初のところに書いてありますが、シミュレーションⅡが最大規模となっていることの確認ということで、以前からランダムサンプリングの評価の結果をお示ししてきているところですけども、実気象を用いた評価によって、シミュレーションⅡですね、気象条件②とか③とか、この実気象を使って評価してますけれども、それが十分最大規模と思われる領域から抽出されてきているものであるというところをランダムサンプリングで確認をしていると、そういう位置付けとしております。次に、気象条件による変動幅の算出というところで、こちらに仮想的な気象条件を用いた評価というものはこの二つ目のステップのところに合わせてございます。大きく二つございまして、一つはこれは既に結果はお示ししてありますが、シミュレーションⅡで気象条件の風速とかですね、降雨率とか大気安定度とか、そういうものを個別に振らせていた、そういう局所感度解析を実施しておりますので、シミュレーションⅡの気象条件が、さらに厳しい組み合わせというのがないのかとか、そういうところをこの局所感度解析の中で、確認をしているというものとなります。二つ目の気象条件①、②、③以外の観点で設定した仮想気象を用いた確認とございますけれども、これは前回の検証委員会の冒頭ですね、〇〇委員から1枚ペーパーいただいておりますので、それにお答えする形になりますけれども、気象条件②、③以外で90度曲がるような、そういう気象というのも一時移転の範囲が広がりうるのではないかとご指摘いただいておりますので、それについて検討していくということで記載をしております。最後に、感度解析等を通じて得られた知見の整理ということで、これ解析ではないんですけども、この感度解析の結果を分析しまして、避難・一時移転の範囲、その評価の特徴とかですね、そういうものを知見として整理してはどうかということでまとめてございます。本日、大きくこのような流れでご説明をしていきたいと思っております。

4 ページ目につきましては、今お話したような内容をフローで書いておりますけれども、一番上の青の太い線、もともと茨城県さんから当社に対して追加で要請いただいた事項となります。それに対してこのように、先ほどの冒頭ですれ照らし合わせていうことで進めていくということでございます。2. ですけども、ランダムサンプリングの結果と分析についての説明をさせていただきたいと思っております。6 ページ目です。前回までに、100 ケース分のランダムサンプリングの結果をお示しをしております、今回さらにケースを追加実施して、サンプルサイズを200としております。その結果を下に表で書いてますけれども、地点数が左にありまして、ランダムサンプリングの結果ですれ、それぞれ地点数に対して、該当した数、何かあったかっていうものを整理をしている点です。右下に書いてありますけれども地点数0が91個あったと。なので、この上の地点数1以上の結果を足していくと、109個足し算すると出てくるということになります。今回、地点数が31というものが最大値となっております。このような結果になります。

2 つ目の. ですけども、ランダムサンプリングによって得られた確率分布をフィッティングして、今回のシミュレーションⅡの最大値が38となっておりますので、それがどの程度の確率になるかというものを確認したところ、99.8%となったということです。7 番目ですけども、今回、200 ケース分のランダムサンプリングを実施しましたけれども、100 サンプルのときもお示しをしていたんですが、今回サンプルした200個のケースと、そもそも年間の気象の傾向というものが一致しているかどうかというのを確認しております。例えば降雨なしと降雨ありのケースだと、2020 年度の全体で言うと、降雨ありが7.1%だったんですけども、今回サンプルした割合でいうとですね、6.5%ということで、若干差はあるんですけども、随分近い水準のところまで拾えているということなんです。このような確認を、大気安定度であったりとか、あとは昼と夜、風向について確認をしています。気象条件を拾ってきたものについて、2020 年度の年間の統計と、概ね一致しているということがいえるというふうに考えています。

次に8 ページ目になります。確率分布をどうやってフィッティングしたかということになります。今回ですれ、ワイブル分布というものを使ってフィッティングをしております。少し細かな導出プロセスを四角の枠の中に書いてますけれども、時間もないので、細かい説明は省きますけれども、まずはそのランダムサンプリングした結果をですれ、少ない順に並べて、それに対する確率分布を出しました。地点数をXとしてログにしたものを横軸にして、少し複雑な式ですけども、こういう確率密度に対する変数を縦軸として取ると、概ね直線になる。その直線からワイブル分布の α と β を求めてフィッティングをしてみると、そういう方法で評価をしております。今回、このやり方に沿ってプロットをしてみると、地点数が少ないところと、多いところで少し直線の傾向が変わる分岐点というものがございます、理想的には1本になる方がよいんですけども、何か理由があれば、2分割するのもありうるということですので、分析をした結果ですれ、この分岐につきましては、今回評価をして、PAZ であつたりだとか、海に出ている 20μ を超えてるところを省いている、そういうところの影響が出ているのではないかと考えております。なので、今回、この13 地点以上のプロットを使って、確率分布についてフィッティングをさせているということになります。9 ページ目がですれ、サンプルから得られた確率分布と、ワイブル分布を同じ図に書いたものになります。左下にですれ、オレンジの点、プロットがございます、これがランダムサンプリングで得られた確率。この13 地点から黒線が伸びていますが、これがワイブル分布によって求めたフィッティングの式ということとなっております、よく一致するような結果となりました。今回ですれ、38 地点になるときの確率をワイブル分布から求

めたところ、99.8%という結果となっております。グラフの上です、茨城県に2022年12月に報告した報告書の中で、気象条件①や気象条件②の範囲が大体この範囲であるというものを参考までに記載してございます。気象条件②については、常陸太田もそうですし、水戸も31ですので、大分広いところを拾ってきているというふうに考えております。

10 ページ目ですけれども、今回200サンプルしましたけれども、「もっとふやさなくていいのか」というところに対するスライドとなります。今回です、結論から言うと、更なる追加は不要というふうに考えておりますけれども、理由としては、2つ書いております。1つは、今回シミュレーションⅡの評価に用いた気象が、実気象の中で最大規模であることを確認するために、分布の概形を算出するというのが主な目的だと考えてございます。下にです、このグラフ二つ書いてますけれども、左側がサンプリング結果そのものの確率分布となります。この赤の点が前半の100サンプル、前回お示した100サンプルです。青が、101ケース目から200ケース目でプロットしたものととなります。あとはオレンジの線が今回合算した200サンプル分の結果となりますけれども、100サンプル分の前半と後半を比較したところですね、地点数が少ないところについてはばらつきはあるんですけれども、大体地点数が15を超えてくると、収束をしていくような形になっております。地点数15の時に差分が3%程度となっているんですけれども、30ぐらいになってくると、もうほとんど上の方の領域になっているということです。あと右側にです、同じくワイブル分布で100ケース分、前半と後半と、200ケースと並べて書いてますけれども、それぞれの線で、地点数38の予測をしましたが、100サンプルの後半の部分が99.5%になってますけれども、概ね99%以上のところということは分かります、そのような結果になっておりますので、これから100サンプル分追加をしたとしても、これが急に下がるようなことはないだろうというふうに考えております。理由の二つ目は冒頭ご説明したとおり、200個の放出開始時点の気象データの統計が年間統計とおおむね一致しているということを確認しておりますので、厳しいところを拾ってきてるようなサンプリング結果となっているというふうに考えております。2.についてのご説明は以上となります。

<議長>

どうもありがとうございます。以上のご説明に対して何かコメント、あるいはご質問ございませんか。

<委員>

ご説明ありがとうございます。ちょっと少し確認していただきたいんですけども、今99.8%の確率ということで、例えば38となる確率ということなんですけれども、それは38となる確率ではなくて例えば38以下とか、そういう表現ではないでしょうか、ピンポイント38になると、それはちょっと誤解を招くと思いますけど、どうでしょうか。

<日本原電>

修正いたします。

<議長>

他にどうでしょう。

<委員>

10 ページなんですけども。それでこのテーブルの左側の図と右側の図の中の縦軸について、100%という意味は、左側ランダムサンプリングの中から一番最大値を 100%にする。右側はワイブル分布の中からの 100%ということですよ。

<日本原電>

ここの 100%は同じ意味で使ってます。左側の図はですね、このランダムサンプリングの結果から求めた確率分布そのものから求めた確率、右側はランダムサンプリングによって求めた確率になります。9 ページ目の縦軸と同じ確率です。

<委員>

そうすると、10 ページの左側の 100%に対する数字は 31 だと言えるんでしょうけども。

<日本原電>

実際には、0.995 となるんで 99.5%です、左側のオレンジの最後の部分の点は、6 ページ左下に表がありますが、サンプリング結果から累積確率を求めるときに、 $i/(n+1)$ で求めています。

<委員>

ありがとうございます。

<議長>

ちょっと言葉のことでコメントしたいんですけども。8 ページの確率密度とありますけれども、これ $F(x)$ というのは累積確率と思われまので、累積確率というふうに直された方がいいのではないかと思います。あわせてその下の 9 ページの左の軸、これは累積確率分布という言い方なんですけれども、これは累積確率にして、細かい話で申し訳ないんですけども、そういうことです。だから 9 ページの右の方ですね、このワイブル分布も、適切な用語にしていただければと思います。

<日本原電>

修正いたします。用語の統一がとれてないところがありますので、きれいにしたいと思います。

<議長>

これ細かい話かもしれませんが、いわゆるワイブル分布という形で、関数形で書く時は ∞ は無限大まである。ところが実際これは、地点の数というのは、もともとマックスがあり、メッシュの数、本当の上限 100%っていうのは、これそのままずっといったら、最大のその地点の数を入れたときに、100%にはならないはずですよ。ただ実際にはもうそこで 1、100%なわけですので、これは正規分布にしてもそうなんですけども、いろんな分布を仮定する場合、本当は無限大までいかないけど無限大までいくと仮定して、そういう扱いを普通はやりますので、今回、それと同じ考え方でいいかと思うんですけど、ちょっとそういったところはあるかなというコメントです。他になければ、次の議題に進みたいと思います。

<日本原電>

はい、ありがとうございます。では 11 ページ目からですね、仮想的な条件を用いて、気象条件による変動幅の算出ということでスライドを準備してございます。

1 枚めぐりまして概要ですけれども、今ほどですね、ランダムサンプリングの結果によりシミュレーションⅡの気象条件②が実気象の中で最大規模となっていることを確認したということに記載しております。一方ですね、降雨、風向、風速、大気安定度等、気象条件は無数の組み合わせが存在しますので、今やっているその気象条件②が最大であることを証明するというのは事実上困難というふうに考えてございます。なので仮想的な気象を用いた感度解析を行うことで、気象条件による検討幅の算出を行ったと書いております。感度解析 1、2 と書いてますけれども、冒頭ご説明した局所感度解析については感度解析 1、別の観点で設定した気象条件については感度解析 2 ということで、以降のスライドでは使い分けをさせていただきます。13 ページ目から、感度解析 1 の結果となります。結果自体につきましては、前回ご説明しておりますので、この結果の分析について今回、スライドをご用意しております。

<日本原電>

感度解析 1 につきまして説明させていただきます。それでは 3. (1) 感度解析 1 としまして、シミュレーションⅡに対する局所感度解析結果の考察について説明いたします。14 ページをお願いいたします。今回実施しました感度解析の評価条件になります。こちらは第 3 回検証委員会資料より抜粋したのになっております。次のページ、15 ページをお願いいたします。こちら第 3 回検証委員会にて説明いたしました、常陸太田方面と水戸方面の気象条件②及び③の気象データを示しております。次のページをお願いいたします。こちら第 3 回検証委員会でお示しました、気象条件②に対する感度解析結果のトレンドデータになっております。

次のページ、17 ページをお願いいたします。こちら前回お示しました、気象条件③に対する感度解析結果のトレンドデータになっております。

次のページ、18 ページをお願いいたします。こちらは参考としておりますが、第 3 回検証委員会で暫定結果としておりました、感度解析結果の表になっております。

正式に本解析結果につきまして、今回考察いたしましたので、次のページ以降説明いたします。気象データ②に対する感度解析結果のうち、降雨の影響の結果になります。右側に示しています図は、今回感度解析の評価条件としました気象データになっております。上が常陸太田方面と、下が水戸方面となっております。それぞれ今回感度解析を行った気象項目をグラフに追記しております。ここでは降雨量に倍率を掛けているため、グラフ上の降雨量のパラメータが段階的に上昇しております。

次ページ以降も感度解析の評価条件を示したグラフを記載しております。それでは左側の結果をご覧ください。解析の結果としましては、常陸太田方面及び水戸方面ともにシミュレーションⅡの結果が最大となりました。避難・一時移転の対象範囲に関する考察としましては、まず降雨がない場合は、降雨がある場合と比較して、プルームからの放射性物質の地表面への沈着量が大きく減少し、避難・一時移転の対象範囲が狭くなりました。また、降雨量が多い場合は、沈着量が多くなるため、避難・一時移転の対象範囲が広くなりました。降雨量がさらに多くなりますと、プルームが遠方に移動する前に、発電所近傍の地表面の沈着量が多くなり、避難・一時移転の対象範囲が遠方まで広がらないため、対象範囲が狭くなりました。右上の常陸太田方面の気象データをご覧ください。常陸太田方面で

は、プルーム放出開始時、1 から 3 時間の降雨量、赤い丸枠部分になりますが、そこで降雨量が極めて少なくなっております。このため、プルームが地表面に落ちずに、移動した後に降雨量が多くなったため、避難・一時移転の対象範囲が広がったものと考えております。それでは次のページをお願いいたします。

20 ページになります。こちらは降雨開始時間の影響の感度解析結果です。左側の結果をご覧ください。降雨開始時間を後送りした解析結果では、常陸太田方面及び水戸方面ともに、シミュレーションⅡの結果が最大となりました。考察としましては、プルーム放出時に降雨がある場合、プルームからの放射性物質の地表面への沈着量が多くなるため、対象範囲が大きくなりました。降雨開始時間が遅れますと、プルーム放出時に降雨がないため、放射性物質の地表面への沈着量が少なくなり、対象範囲が小さくなりました。そして先ほど説明いたしました、降雨の影響の考察と同様に、常陸太田方面では、降雨開始時の降雨量が極めて少なく、プルームが地表面に落ちずに移動した後に降雨量が多くなったため、対象範囲が広がったものと考えております。

次のページ、21 ページをお願いいたします。こちらは風速の影響の感度解析結果となっております。右側の気象データですが、見にくくはなっておりますが、ここでは風速に倍率を掛けているため、グラフ上の風速のパラメータが変化しております。左側の結果をご覧ください。結果としましては、常陸太田方面はシミュレーションⅡの結果が最大となりました。水戸方面は風速が弱い場合にシミュレーションⅡの結果よりも、避難・一時移転の対象範囲が大きくなりました。考察としましては、風速が弱い場合は、プルームが発電所近傍に滞留するため、対象範囲が遠方まで広がりませんでした。また風速が強くなるにつれてプルームの移動速度が速くなり、放射性物質の地表面への沈着が遠方まで広がり、対象範囲が大きくなりました。風速がさらに強くなりますと、拡散効果により、プルーム中の放射性物質量が減少するため、地表面の沈着量が少なくなり、対象範囲は減少に転じました。これらの考察より、風速に対して極大値を持つ分布となっており、常陸太田方面、水戸方面ともに、気象条件②は極大値付近の風速となっていると考えております。

次のページ、22 ページをお願いいたします。続きましては大気安定度の影響の感度解析結果となります。右側の気象データですが、ここでは、大気安定度のパラメータを一定としているため、大気安定度の項目をそれぞれ追加しております。ただし赤線のベースケースにつきましては実気象となっております。左側の結果をご覧ください。結果としましては、常陸太田方面はシミュレーションⅡの結果が最大となりました。水戸方面は、大気安定度 E、F がシミュレーションⅡの結果よりも大きくなりました。考察としましては、大気安定度 A は、拡散幅が広いいため、プルーム中の放射性物質量が減少し、対象範囲が遠方まで広がりませんでした。大気安定度 B から D は拡散幅が徐々に狭くなり、プルームからの放射性物質の地表面への沈着量が多くなるため、対象範囲が大きくなりました。常陸太田方面では、大気安定度 E、F は A から D よりも拡散幅が狭く、拡散せずにプルームが遠方まで移動しますが、対象範囲も狭くなりシミュレーションⅡの結果よりも小さくなりました。大気安定度 E、F は地形に沿った経路でプルームが移動するため、地形の影響により、大気安定度 E、F の常陸太田方面と水戸方面の傾向が違っていると考えております。地形の影響につきまして、次のページで説明いたします。こちらは常陸太田方面と水戸方面の大気安定度別の防護措置範囲図になります。左側に縦から大気安定度 A、B、C となっております。A から C は拡散幅が大きいいため、拡散によりプルーム中の放射性物質量が少なくなり、地表面への沈着が小さくなります。よって、不安定な A では B と C に比べて遠方まで広がっていないということになっております。次に右上の方の大気安定度 D のところですが、これがベ

ースケースになっております。こちらベースケースのDは中立であり、AからCよりも拡散幅が小さいため、地表面の沈着が大きくなり、遠方まで広がったものと考えております。常陸太田市の大気安定度E、Fのところですが、E、Fは地形の影響を受けやすく、常陸太田方面では、地形の影響もあり対象範囲はDよりもさらに細く、発電所近傍の沈着量が多くなり、プルーム中の放射性物質量が少なくなるため、Dに比べて対象範囲が広がらなかったと考えております。また、その右側の水戸方面の大気安定度のE、Fですが、こちらも地形の影響でDに比べて、E・Fはちょっと西側の方にプルームが寄っており、細くなりDに比べ対象範囲が遠方まで広がったものと考えております。このような地形の影響もあり、E、Fの結果の傾向に相違があったものと考えております。

次のページをお願いいたします。24 ページになります。こちらは、気象条件③に対する風速の影響の感度解析結果です。今回1.8と2.2、2.5の倍率を追加いたしました。結果としましては、風速が強い場合、倍率2のところになります。そこにシミュレーションⅡの結果よりも避難・一時移転の対象範囲が大きくなりました。そして、右上の気象データにも示されておりますが、風向の影響もあり、プルームは一度海側に移流した後、陸側に戻ってくる挙動となりました。また、陸側に戻った時点で降雨があり、地表面の沈着量が多くなりました。考察としましては、風速が弱い場合はプルームが発電所近傍に滞留するため、対象範囲が遠方まで広がりにませんでした。風速が強くなりますと、陸側に戻った際のプルームが遠方に広がり、対象範囲が大きくなりました。さらに風が強くなりますと、拡散効果でプルーム中の放射性物質量が減少し、地表面への沈着量が少なくなるため、対象範囲が小さくなったものと考えております。

次のページをお願いいたします。こちらは気象条件③に対する大気安定度の影響の感度解析結果です。結果としましては、大気安定度A、B、CでシミュレーションⅡの結果よりも避難・一時移転の対象範囲が大きくなりました。先ほど説明しました風速の影響の感度解析結果と同様に、こちらもプルームが一度海側に移流した後、陸側に戻ってくる挙動となりました。また、陸側に戻った時点で降雨があり、地表面の沈着量が多くなりました。考察としましては、拡散幅が広い大気安定度Aは、風速が弱いために広がったまま滞留し、対象範囲が大きくなりました。大気安定度E、Fは拡散幅が狭いため、大気安定度AからDに比べて、対象範囲も狭くなったものと考えております。

次のページをお願いいたします。こちら最後になります。まとめ及び考察となっております。細かくなっておりますが、まず結果としましては、常陸太田方面の気象条件②の結果は、全てのパラメータに対してベースケースが極大値となっていることを確認いたしました。続いて、水戸方面の気象条件②の結果は、風速が弱い場合でベースケースを上回り、最大で36地点となりました。気象条件③の結果では、大気安定度が不安定な状態において、避難・一時移転の対象範囲が最大となり、43地点となりました。

今回の結果より、気象条件による避難・一時移転の対象範囲への影響をまとめました。まず、風速に関しましては、プルームの移動速度は風速に依存するため、風速が強い場合は対象範囲が遠方に広がる。さらに風速が強くなると、拡散効果によりプルーム中の放射性物質量が少なくなり、対象範囲は小さくなる。風速が弱い場合は、プルームは同じ場所に滞留するということになります。

降雨に関しましては、4.目からになります。晴天時は放射性物質の地表面への沈着量が少なくなり、対象範囲は小さくなりました。降雨時は沈着量が多くなり、対象範囲は大きくなりました。なお、降雨量が多いと対象範囲における空間線量率は高くなる傾向がありました。また、プルーム放出開始時に降雨がない場合は、プルーム中の放射性物質量が多いまま移動するため、移動中に降雨があった場

合は対象範囲が遠方に広がりました。発電所近傍で降雨量が多くなるとプルームの放射性物質量が減少するため、発電所近傍と比較して遠方の方が沈着量が少なくなり、対象範囲が遠方まで広がりました。

大気安定度に関しましては、不安定型 A から C では風速が弱い場合、拡散幅が広いほど対象範囲が広がったまま同じ地点で滞留するため、対象範囲が大きくなりました。安定型 E、F では、拡散幅が狭いため対象範囲も狭くなり、また、安定型は地形の影響を受けやすいことを確認いたしました。

これらの結果より考察としまして、記載しておりますが、まず降雨率、風速、大気安定度といった気象条件の設定により、避難・一時移転の対象範囲がシミュレーションⅡの結果より広がるケースが存在しましたが、各パラメータに対する感度はベースケースの気象条件にも依存するため、どのパラメータが一番影響するかとの判断は難しいと考えております。しかしながら、今回常陸太田方面の気象条件②では、プルーム放出開始時の降雨量が極めて小さいため、プルームが広がってから雨が降ることで対象範囲が大きくなるという結果となり、避難・一時移転の対象となる範囲が最大となると見込まれる気象条件をベースとし、実気象では生じにくいものの対象範囲が広くなり得る気象条件を仮定した感度解析を行ったことで、気象条件の持つ変動の幅を把握することができたと考えております。また、感度解析の気象条件は仮想的な条件設定であり、これらに類似した気象条件の発生頻度はより低くなると考えております。

よって、気象条件②、③の抽出条件は、気象条件の変動を考慮しても、避難・一時移転の対象範囲が最大となると見込まれる評価結果を与え得る条件であると考察いたしました。感度解析 1 の局所感度解析の説明につきましては以上になります。

<議長>

どうもありがとうございます。

<委員>

26 ページの気象条件における避難・一時移転の対象範囲への影響の考察の 1 番目なんですけど、プルームの速度は、風速に依存するため、風速が強い場合は、対象範囲が遠方になるっていうのはちょっと言葉足らなかなと思うんですけど。真っすぐ行けば、風速は強くても、距離の方程式で拡散パラメータって決まっているんで、一言、「地上沈着の量が少なくなるため」とか何か入れないと、ちょっと見落としていることが理解できないなっていうことになるかなと思います。

<日本原電>

風速につきましては、この沈着量との関係も記載したいと思います。

<議長>

他にございますか。

<委員>

今の〇〇委員の発言とちょっと似ているところですが、26 ページ目のこの書き方を見てましてですね、厳密なこと言い過ぎているのかもしれませんが気になっていることがあります。例えば真ん中ぐ

らいで、プルーム放出開始時に降水がない場合はプルームの放出量が多いまま移動するためとありますが、今回この形でもよろしいかとは思いますが、将来的な説明時にはR-Cubicでは質量保存は満足してないかも知れません。地表へ落ちた分だけ、大気中に存在する量を減らすことはしてないと思います。だから、物質が多いままというか、遠方に行くと広がって濃度が薄くなっていくことも原因かと考えます。これは要するに、そのような誤解を生みやすいのかなあというところが気になりました。それが1点目です。

あと下から4行目ぐらいで、類似した気象条件の発生頻度はより低くなるとありますが、これは仮想的な条件で類似した発生頻度はもっと低い、「より」という言葉と考えられます。ほとんどないってことなんですかね、先ほどの99.8%と同じようなイメージとの関係がありますか、この考え方がちょっと何かの折りの説明でフォローされた方がいいのかなあとは思いますが。一応その辺が気になりました。以上です。

<日本原電>

ありがとうございます。言葉に関しましては、再度確認し、記載を見直したいと思います。気象の方に関しても、この報告書の前後と整合をとって考えたいと思います。ありがとうございます。

<委員>

降雨での減衰は考えてんじゃないの。降雨の中で。じゃないと多分整合性合わないと思うから、考えていると思いますけど、今度調べられた方がいいと思います。式でもそれを考えるような式が提案されているはずだと思います。

もう1点すみません。先ほどのパラメータの図で、23ページの大気安定度Fのこの常陸太田のところが、ちょっとあのEよりもFが小さい距離っていうか、飛んでないのはなぜかなっていうのはちょっと、地形の影響でどうなのかなっていう気はするんです。

<日本原電>

はい。地形の影響といいますか、Fは拡散幅が狭くなっておりまして、発電所の、近いところでの沈着量が多くなっておりまして、それで遠方の方の沈着が低くなってOILまで達してなくて、遠方まで届いてなくて、範囲としては小さくなっているのかなという考察をしております。

<議長>

今の件につきましてですね、22ページのその前のページの、左下の下から2番目の、ですかね、ここに「常陸太田方面では大気安定度E、FはAからDよりも拡散幅が狭く、拡散せずにプルームが遠方まで移動する」という記述があるんですけども、23ページの図を見ると、どうもそういうふうに見えなくて。そんなに大気安定度Eで、30kmを超えたのかなと思ったんですけど、図を見るとそうじゃなくて、Dとほとんど変わらないんですよ。だからそこに書いてあるちょっと内容をどう考えるべきかという気がしました。

<日本原電>

内容を確認して、改めてこちらの記載を確認したいと思います。

<議長>

もう 1 点お願いします。26 ページの考察で、最初の.の後半のところ、「実気象では生じにくいものの対象範囲が広くなり得る気象条件を仮定した感度解析を行ったことで、気象条件の持つ変動の幅を把握することができたと考える」という、この変動の幅ってというのは、防護措置範囲の変動の幅であろうかと思うですね。ここはそのまま読むと気象条件の幅に見えてしまうので、これはあらかじめ設定したことで、そこは書き方を気を付けないといけないと思います。

<日本原電>

正確に記載したいと思います。

<議長>

他にございませんか。

今回のシミュレーションⅡに対する局所感度解析、この内容をいろんなパラメータで設定して、それをよくまとめられているかなというふうに感じがしております。では、他になければ、次の議題に移りたいと思います。よろしくをお願いします。

<日本原電>

それでは、27 ページ目から感度解析 2 ですね、こちらのご説明をさせていただこうと思います。

まず、概要ですけれども、冒頭申し上げた通りですね、今回、第 3 回の検証委員会でご提示のありました気象条件に対する評価を行うということとしております。気象条件のご提示いただいたものを抜粋して書いていますけれども、要約するとですね、2 つ目の.にあるように、UPZ 内で避難・一時移転の対象範囲を広くするという観点から、一つ目は PAZ 内の地表沈着量を少なくするということ。二つ目は、ブルームが PAZ を通過した後に、風向が変化するとともに降雨が開始することによって、UPZ の中でたくさん沈着すると、できるだけその面積を増やしたというそういう設定の気象だというふうに認識をしております。今回、三つ目の.に書いていますけれども、感度解析については、避難・一時移転の対象範囲に対する知見を得ることも念頭に、①から③のプロセスで実施をしております。

まず、①ですけれども、いきなり気象条件が合うようなものを仮想的に設定する方法もあるんですけども、まずは 2020 年度の気象データから類似の気象を抽出をしてみると。90 度曲がるような気象がそもそもあるかないか、そういう気象の有無について調査をするというのが①です。②については、もし抽出されたらその気象データを用いて評価するということ。③については、②の評価をベースケースとして感度解析すると、こういう 3 つのプロセスで分けています。先にお話をすると、2020 年度の中で一つ該当する気象見つけましたので、それをベースケースとして評価をしております。

29 ページ目がですね、気象データの抽出についてのスライドとなっています。冒頭の四角で書いていますけれども、今お話したとおり、左下のプロセスで抽出した結果、一つの気象が抽出されております。29 ページ目の右下の方が、ターゲットとする気象のイメージということで、左側に放出開始後の時間が 1・2・3・4・5 と続いていて、最初の 6 時間については、陸側にどこかに向かって風が吹いていると、この時点で降雨なしということで、これ備考に書いていますとおり、最初の 6 時間は PAZ 内で地表沈着量が少なくなるような、そういう気象になります。7 時間目以降に、風向が 90 度程度変化をしまして、ここから同時に雨が降るような、しかもその 7 番の気象がですね、その後も継続するような

そういう気象というものを探しております。備考欄に書いていますけれども、UPZ での避難・一時移転の対象範囲が広がるような設定ということです。左側に気象データの抽出プロセスと書いていますけれども、右側のような気象を探すような、そういうプロセスを書いております。

30 ページ目がですね、実際に 2020 年 4 月 24 日に、90 度ほど風向が変わっていて、そこから雨が降っているような気象ございましたので、そのデータを示しております。黄色のところは風向を示していますけれども、概ね風下が西方向ですね、西に向かって風が吹いていたものが、途中から南東方向に変わっているということです。それと同時に雨が降っているというそういう気象になっています。降雨については 4 時間継続ということで、7 時間目から 10 時間目まで降雨がありますけれども、11 時間目以降は雨が降っていないと、そういう気象が見つかりましたので、避難・一時移転の対象範囲の評価を実施しております。もともと、〇〇委員からご指摘のあったペーパーの中に放出高さについての言及がございましたので、地上放出だけじゃなくて、原子炉建屋放出についても、そういう二つのパターンで評価をしています。その結果が下になります。左側が地上放出ですけども、こちらの場合に対象範囲は 12 地点となっております。建屋放出ですね、こちら EL64m 程度ですけども、対象範囲については 1 地点というふうになっております。左側見ていただくと、だいたい風向が最初の 1 から 3 時間こちらの西側に吹いていて、4 から 6 時間に少しだけ変わって、7 時間目以降に南東の方向に向かって風が吹いていると、それによってこの左下の方ですね、飛び地のような形で対象範囲が出ているというそういう結果になっております。

補足しておきますと、今回ですね、放出継続時間 4 時間というふうにご説明はしていますが、ヨウ素 131 については二段階で出すようなソースタームにしまして、11 時間までその放出が続くということもあって、この下に伸びている、真南に伸びているようなのは、その 11 時間まで放出がある設定としてることによって、南側に対象範囲が発生していると、そういうような形となっております。ここまでが実気象を用いた評価となります。

次に感度解析になります。今回、今の地上放出の方ですね、12 地点出ているシミュレーションをベースケースとしまして、気象条件による変動幅の考察のために感度解析を実施しております。感度解析につきましては、少しずつ想定を加えていったような評価にしまして、まずは、もともとこの 90 度、6 時間から 7 時間目になって変わるとしていただんですけども、その全部、当然わずかに風向がばらついているようなところがあったり、風速も 5m/s と割と強い風が吹いていて、遠く遠方までプルームが飛んで行ってというような状況になっていきますので、まず感度解析の方で風向を綺麗に東から西、あとは北から南とそういうふうに整理をして、風速についても遠方まで飛び過ぎないように 2m/s の風速にしました。あとは降雨と大気安定度については、ベースケースのまま用いてまして、そうすると避難・一時移転の対象範囲については 34 地点になりました。風向、風速を仮想的に変化させると、これ位増えましたということです。

そのあとはですね、感度解析②として、今回雨が 4 時間、7 時間目から 10 時間後という数時間しか降雨がなかったのもっと雨の時間を延ばしたというのが解析②になります。そうすると、2 地点位増えているんですけども、初期に 4 時間降っているというので、大体そこで沈着するんだらうというのがここで分かりました。

次に、感度解析③としまして、大気安定度を F にして評価してみました。これ完全に濃いプルームが遠方まで行ってそのあと降雨に晒されるというので、遠方で沈着する数が増えるというようなそういう設定なんですけれども、そういう設定を加えることで対象範囲は 10 増えて、36 から 46 地点となり

ました。

最後に、感度解析として、もう一つということですね、雨の強度を7時間だけ弱い雨にして、8時間目から強い雨にしました。いきなり強い雨にしたのは、中位の雨も試してみたんですけども、強い雨にした方が対象範囲が広がったことからということがありまして、その場合で49地点になったということです。今回実施した感度解析の中での最大地点数は49となっております。この49地点の時の解説を右側の図の上の方に記載をしております。発電所の周りで、図が小さくて申し訳ないんですけども、やはりPAZの周りではあまり沈着をしていなくて、5km付近から沈着しているというような形になっています。ここの一つ赤のOIL1に相当するような、そういう地点が出ているんですけども、今回ですね、降雨①で書いていますけれども、この西から東に行く経路上ってというのは、降雨前より線量率が高い、そういう地点になっています。大気安定度Fでずっと濃いプルームが同じ方向に飛んでくるので、この赤のところから地表に接して付くんだろうと思うんですけども。そういうところで高くなっているというのは、この辺りは降雨の想定での回避は不可かなと思っています。

二つ目は、実際に図で言うと、北から南ですね、風が変わった後にこの下の部分付き始めるんですけども、この②のオレンジで囲っている部分については、概ね20から50 μ Sv/hになっているということは確認はしております。先ほどの実気象と同じように、③については、南側にヨウ素131だけ付いていると、そういう領域がございます。感度解析④でこのような分布が出てきましたということです。あと最後にですね、参考解析として、これも前回の〇〇委員からの資料で放出高さ200mということがございましたので、今回の地上放出を想定しますけれども、放出高さについての感度というか、そういうところも参考感度解析として実施しています。200mにしたときなんですけれども、下に※で入れていますけど、放出高さが高いとプルームの地形影響受けずに拡散するので、風速の影響を受けやすくなるということで、この風速をここは2m/sから1m/sに変更して解析をしています。なぜこうしているかという、最初2m/sでこの参考解析をしたんですけども、プルームが遠方まで飛び過ぎて、プルームが薄くなってあまり沈着の範囲が出なかったということで、濃いまま雨の瞬間を迎えられるというようなそういう設定で、1m/sという想定で評価しています。そのほかは感度解析の結果の条件に合わせています。

その放出高さは200mという仮想的な条件ですけども、放出高さ1m/sに変更して評価した結果がこちらの図となっていて、この場合でも避難・一時移転の対象範囲というのは49地点となりました。感度解析④と同じ値になったということです。

3章を最後までご説明させていただきます。今回ですね、感度解析1、2と実施をしましたけれども、当然、気象条件、仮想的なものを振っているんで、シミュレーションⅡより大きな値となるものが出ています。今回、気象条件による変動幅というものが、最大で49地点までというような結果になってございますけれども、ソースタームの保守性に包絡されることを示すということで、このソースタームについて一部保守性を排除したもので評価をしております。下に表をまとめておりまして、左の二つは前回ご説明したスライドから持ってきています。感度解析1では気象条件③と大気安定度Aです。今回、感度解析では最大値が43、感度解析2では最大値が49になったんですけども、保守性を一部排除したソースタームを使うと23とか24になります。なので、これ前回のスライドの中でご説明していますけれども、気象条件による変動幅というのがソースタームの保守性に包絡されているという結果となっているので、茨城県に報告したですね、避難・一時移転の対象範囲が最大となると見込まれる評価結果になっているというふうに言えると思っています。

まとめですけれども、34 ページ目がまとめになりまして、今回ですね、感度解析 1 と 2 を実施して仮想的な気象条件を用いて変動幅の算出をしましたということです。感度解析 1 につきまして、気象条件②については水戸方向とですね、常陸太田方面どちらも評価をしまして、シミュレーションⅡが概ね極大値付近となっていることを確認をさせていただきます。あと感度解析 1 における最大値が、気象条件③に対して大気安定度を A とした評価で、その値が 43 地点となります。感度解析 2 につきましては 49 地点ということを確認したということです。最後の、ですけれども、先ほどご説明したとおり、2022 年 12 月付けの報告書の内容については最大となると見込まれる評価結果になっているということを確認させていただきます。3 章についてのご説明は以上となります。

<議長>

どうもありがとうございます。

<委員>

32 ページの一番下のところの下から 3 行目のところの、「放出高さが高いとプルームは地形の影響を受けずに拡散するため、風速の影響を受けやすい」というのは、多分そうじゃなくて、風速の補正項が入っているんじゃないかと思う。一般的に高さに対してべき乗の補正項を入れてあるはずなので、地上の放出の風速に対して高度を上げるとべき乗で風速早くしているから、地上で 2 で入れても、上の方ではもっと早くて流れちゃって、じゃないかと思うんで、そこはちょっとコードを確認されて、地形じゃなくて高度における風速の補正を行っていて、早く流れているというふうに、じゃないかなと思いますんで、そこはちょっと確認で。じゃないと、一連の流れの話が、例えばその前の 31 ページで 64m にしたときにもちょっと行っちゃっているのは、これ、さらに 5m よりも風速が早くて 30km の外の方まで行っちゃったみたいな、濃度も薄まっちゃったっていうか。それから 32 ページのも多分、これは大体いいんだと思うんです。だから、感度④と 3 項が風速が 2 分の 1 にして、頂点同じぐらいになるっていうのはちょっとその補正項がその位効いていて、風速が実質 2m ぐらいでプルームを移動させているっていうコード上になってないか確認してください。

もう 1 点、ここであれなんですけど、たぶん今 32 ページの参考の風速 1m でずっとやってた時に、それ 20 から 50 位あるとすると、7 時間後は風速 1.5m とかにすると、もう少し下側に伸びるかなっていう気はしますけど。そこは大体仮想的な話なんで、そういうふうな事象で若干あるっていう、ただ実気象にはそういうのはなかったということで纏めるのと。だけどただそのさっき言ったべき乗でちょっと補正、風速を補正しているんじゃないかっていうだけ確認しておいて。地形の影響ではないと思います。

<日本原電>

ご助言ありがとうございます。調べて記載適正化いたします。

<委員>

以前のですね、資料が脇になくて、ちょっと失念しちゃっているんですけど、この 33 ページの一番最後、この感度解析をやってきて、最後にその保守性を一部排除したソースタームという形で書かれてしまっていて、これが具体的にどういう内容だったかっていうのは、もうちょっと分かり易く書い

で欲しかったなというところなんですけど。

<日本原電>

こちら前回ご説明した資料でして、茨城県に提出する報告書を作るときに、放出量、MAAP の解析で放出割合のトレンドというものを求めるんですけども、それをそのまま使わず、7 日間積算の放出量を4時間にまとめて放出するような、そういう想定の評価にしております。今回、保守性を一部排除したという、保守性の中には他にも原子炉建屋で沈着してないとか、そういうところもいろんな保守性あるんですけども、一トレンドのとおり放出量を入れてみた。そういうソースタームを使うことを、「一部保守性を排除したソースターム」というふうに言っています。

<委員>

つまり、この4時間で放出というのを止めるというか、もう実際の MAAP の結果をそのまま使うということにすると、こういうかなり極端な気象の条件を振ってやってもその影響はほとんどないよということを行っているわけですね、ここは。

<日本原電>

そうですね、影響がほとんどないというところまでは言っていないんですけども、茨城県に報告した38地点というところを超えるような結果にはなっていないことを言っています。

<委員>

そういうことを言いたい。ここは大事だと思うんで、詳しく書いておいてください。

<日本原電>

はい、承知しました。

<委員>

一つ確認、個人的な確認かもしれないですけど、31 ページの飛び地についての説明ですが、これは降雨の影響であるということで、その右図の放出高さの影響、今〇〇委員から質問ありましたが、これは次の32 ページにある風速の影響ということなんでしょうけれども、この放出高さを、もし連続的に変えた場合に、だんだん低くしてくると飛び地が現れてくるという理解でよろしいですか。例えば右図での放出高さ64mでは飛び地はないですよ。

<日本原電>

放出高さの想定の方というのは連続的ではなくて、いろいろ考える根拠みたいなものはあると思いますけれども、仮にその建屋放出と地上放出の間に何か放出高さがあるとすると、どこかでこの右と左の図の間みたいなそういう図が出てくることになるのかなと思います。

<委員>

右も左も、もちろん雨降っているわけですからね、その影響があると。

<議長>

表の書き方で、32 ページの感度解析、「実施ケース及び結果」という表なんですけれども、その係数ごとに横に線が入っていたら、もっと見易いっていうんですかね、例えばね、感度④という割合のところは、7時間までは軽度の雨で、8から24時間は重度の雨で、これが7時間の感度③に入っているのか、④に入っているのか、ちょっとプリントの方は線がなくて分かり難いので、そこは線が入っているとはっきりするかなというふうに思います。

それからですね、今の資料の風速を2mじゃなくて1mにしたっていうケースですけども、これは気象条件③で仮定したのも風速が1m以下で小さかったんですよ。だからそれにある意味では近い面もあるかなという気がしますので、風速という観点がちょっと考え難いと思います。考え難いと言いますかね、いわゆる1m以下が、静穏と言いますか、その部類に入るのかなという感じですね、ちょっとそのこの区別が私もそこはよく分からないんですけども。いずれにしても、ちょっとそれを思い出してですね、そのときも結構大きい数字が出ていますから、それとはもちろん違っていますけども、それを思い起こして。これは単なるコメントです。

あともう1点はですね、33 ページの二番目の. で、「ソースタームの保守性に包絡される」というこの言い方がよく分からない。下に書いてある表は分かったんですけども、保守性を一部排除したソースタームを使っていると。それは理解できるんですけども、その二番目の. にある、そのソースタームの保守性に包絡されるという、この意味がどうも理解できなくて、それを説明されるためにこの下の表があるんですよ。それとどう関わるのか、言葉で「ソースタームの保守性に包絡される」という意味ですよ、そこをもう少し分かり易く説明してもらいたい。

<日本原電>

前半の部分について、表のところは拝承です。後半はですね、やはり我々としては2022年12月に茨城県に出している報告書の中で、最大値が38になっていると。その中にはいろんな保守性が含まれている形で38と出ているわけですけども、今回その気象条件だけを振らせて、この値が43になったとか、49になったとか、そういう議論で終わらせるわけではなくて、その気象条件というのがソースタームというものを精緻化すると、38というに最大値の中に収まっているというところまできちんとお示しをしたいという、そういう趣旨で記載をしております。

<委員>

これに関連する質問ですけども、前回も多分私同じ質問をしたと思うんですけども、ここですけども、1と2ですね。説明の仕方といいますか、まずは例えば2を説明していただいて、そこからどういうところを修正を取ったかによってこういう結果になりましたという方が、分かり易い、説明し易いかと思うんです。先に保守性を、1にしてから2にするといった、考え方としては戻るっていうか、もうちょっと、分かりにくいというか説明しにくいんじゃないかと思うんですけども。

<日本原電>

はい、そうですね。少し説明の仕方というか、ロジックのところかなと思うので、考えますけれども、自分たちの頭の中にはやっぱり茨城県にまず報告書を出しましたと。そういうのがあって、その後その気象条件の不確かさを確認しようという話が出てきて、それは当然、38を超えるようなこ

ともあるから、そういうところまで見ましようという話になりました。それは当然、否定できるような話ではないので、そういうところの解析をするんですけども、そういう形が出たときに、本当に現実的というか、報告した内容に含まれる保守性みたいなところをきちんと考えると、我々考えている幅の中には当然そういう気象の振れ幅みたいなところも、ソースタームとしての広がりの中で見ていますよと、そういうご説明の仕方があるんじゃないかと思って記載をしています。我々の前提が、表の形で出てはいるんですけども、仕立てとしては、どんどん厳しくなっていくような、そういう形の方が見やすいのかも知れないですけど、少し検討させていただきます。

<委員>

例えば、今回も色がついているところが多分強調されているところかなと思うんですけども、そうすると、39の場合1を、そして23と24は、2番に関して色がついてるから、こういう観点でも少し混乱する。場合によっては1のケースを、場合によっては2のケースをとるのは何でしょうかとか、ちょっと、混乱するところがあるんじゃないかと思いました。

<日本原電>

そうですね。もう少し分かり易くということですね。

<委員>

私からもちょっと分かり易くという観点で、2点ほどよろしいでしょうか。2点目はちょっと勘違いだったら申し訳ないんですけど。例えば、細かいところでいくと、31ページで建屋放出を対象としておられて1点となり随分と沈着からの点数が少ないなと考えます。これは何かちょっと今回の説明だけだと分かり難いところ、もっと分かり易くならないかということになると思うんですが、例えば、建屋の初期拡散でバツと広がって薄くなっていることはありませんか。先ほど〇〇先生からもあったけれど、風速も、いろんな条件の入れ方あると思うんですね。加えて、R-Cubicも建屋の初期拡散があったかな、どうだったかな。これを入れたためなのか、どうしてこんな薄くなるのかなんていうことは、ちょっと気になりますので、必要に応じてそういうところを分かりやすく対応して頂きたいと考えます。

2点目は、これ議長からだったのですが、32ページの横線を入れないと、私からもこれは分かりづらいついて考えています。例えばこれ感度解析①、②、③、④とありますが、これは実気象からそれぞれ①、②、③、④となり一時移転の対象の数が12、34、36、46と増えていったっていう、こういう説明だと私は解釈したのですが、合ってますかね。ここからは自信がないのですが、大気安定度でFにして増えていますか。一方、これも他の先生も言われていますが、33ページのところの表を見ると、大気安定度Aで地点数が増えていますでしょうか。これらは感度解析なんですけどね。これらは勘違いしそうなところがあって、前の感度解析で大気安定度Aで増えており、何で今回はFで増えているのかですね。それちょっと分かり易くストーリー的に展開してもらえたら助かるなと思います。今後の説明の時にこれは補足されれば分かると思うんですけどね。一応そんな感じで分かり易くと、お願いいたします。

<日本原電>

そのようにいたします。

<委員>

今の質問のあれなんですけど、この 64m でやったときはパフがもう本当に全部出ちゃってんじゃないかなって感じがしますけど。広がりじゃなくて、風速がもう、さっき言ったように、風速を測定したときの値を、高さを Z_0 とすると、放出の高さを Z とすると、 Z/Z_0 のべき乗で U_0 っていう風速の、気象の部分を入れて U を作ってるんで。そのために風速が、これが 5m ぐらいだったら、さっき 2m/s と 1m/s で大体同じだがら、2倍になるとしたら、もう 10m ぐらいの風速でいっちゃうと、4 時間後には、36 キロぐらい行っちゃう。ただ、大気が全部外にこう出ちゃったような、そういう評価をして、こっち側の地上放出で若干残ってるのも、最後の方の尻尾の方辺りが若干残って、その分だけ沈着したような、そういう、だからパフの位置をちょっと、先ほど言ったように確認じゃないかなってというのが（不明瞭）。それで、今の質問に対しては多分そういうところを確認すること。

<日本原電>

中身確認してみても、R-Cubic の結果など見ながら考察してみます。

<議長>

ちょっと今のお話と関係するんですけども、前から〇〇委員も言っているが、メッシュだけの値じゃなくて、等値線といいますかね、そういう形で全体の 5、10、20、30、40 そういう等値線で結果が表示されると、しかも 30 キロを超えた範囲で表示されると、プルームの動きとモデルの関係っていうのもっとこう見やすくなると思うんですけども、R-Cubic にはそのような作図機能がないということだと思うので。今、知りたい情報を、OIL でどうなるかという、そういう形での表示になるので、その分布は分かるんですけど、それ以外に、それがどう他のところと関わってるかという、そういった情報があればもっとこう、いろいろモデル上、だからこうなるねとかね、中身に突っ込めるんじゃないかと思うんですけども、ちょっとこれ、前からそういう話、今更っていう感じがしますけど。これはコメントです。他にはよろしいですかね。それでは、時間のこともありますので、4 番目のところをお願いします。

<日本原電>

35 ページ目以降がですね、検討を通じて得られた知見ということで纏めております。2 ページぐらいのスライドになります。まず 36 ページ目ですけれども、主に今回、感度解析、局所感度解析が解析 1 の方で、いろいろとパラメータを変化させて、それに対する考察等をまとめてますので、そういうところから得られた知見をこのような形で整理をしております。まとめ方どうしようかなと、悩むところもありますので、そういう全体的なところも含めて、ご意見いただけると幸いです。まず一番左にですね、一般論という形で書いてまして、避難や一時移転の範囲は風下方向に広がるとか、あとは降雨の有無というのが、その地表沈着量に大きな影響を与えると、そういう「まあそうだよね」と言われるところを一番左に書いてます。ただ、いろいろ検討を進める中で、例外的なものとか、特記事項みたいなのところを右側というか真ん中の列に書いております。例えば一つ目につきましては、〇〇

委員の気象ですね、今回探してみたら 90 度程度曲がるような気象もあつたりしましたので、プルーム飛散中に風向が変化して、必ずしも直接上の分布にはならない場合もありますということ、その頻度がどれぐらいかという話もありますけれども、そういうことも念頭に置く必要があるということ。風速については、早かったり遅かったりっていうのも対象範囲の広がり方というところに影響しますということを書いています。あと三つ目については、大気安定度 F の場合は、地形の影響を受けやすく、水戸方向の感度解析の方で、実際には南西方向に風が吹いているのにプルームが西側に広がっていったみたいなの、そういうこともございましたので。そういう風下だけでなく地形の影響を受けるっていうこともありますよということを書いています。あとは雨の有無については、降雨がある場合には降雨量の増加で対象範囲が増加する傾向がある、これ気象条件 2 という厳しいところまでいってるといところで明らかなのですけども、ただ強ければ強いほど増えるかということ、そういうわけではなくて、一定の水準を超えた場合は、対象範囲が減少に転ずる傾向があるということです。ただし、この場合ですね、対象範囲自体は狭くなるんですけども、地表沈着濃度が濃くなりますので、抵触するところの空間線量率が高くなる傾向があつて、OIL1 の初期設定値 500uSv/h を超える地点というのが発生しやすくなる、この強い雨の場合にはそういうことが言えるのかなと思います。加えて、放出開始時点で降雨がなく、数時間後に降雨開始となる場合には、遠方に避難・一時移転の対象区域が発生する可能性がある、飛び地が発生する可能性があるということを書いています。一番下については、降雨がない場合でも同じ方向に風が継続する場合には、避難・一時移転の範囲が生じる可能性もありますということに記載しています。このような形で、いろいろと分析した結果を知見として整理をしました。

あと 37 ページ目のところ、気象の特徴ということで、こちらどちらかということ、評価に用いる気象の分析をするんですけども、そのときの気づき等から、当たり前といえば当たり前のことなんですけれども少し丁寧に記載しました。主に大気安定度 A、B、C とか、大気安定度に関することですけども、そもそも大気安定度 A、B、C は日射量が多い昼間に出現する気象です。日射量が多いときにしか A、B、C にならないので、そもそも降雨とともに出現する頻度は低いということです。あとは、昼間は風下が陸側で、夜間は風下が海側になると、これも一般的な話で、そういう結果でございます。大気安定度 E、F っていうのは、夜間に現れるということで、風下が海側になる傾向があるということ。この二つを組み合わせるとですね、風下が、陸側でかつ降雨があるという、そういう避難・一時移転が広がるような時はですね、大気安定度は D となる頻度が高いというふうなことが言えるかなと思つてます。下に二つ図をつけてますけれども、左側が、風下が陸側かつ降雨ありの場合の大気安定度を円グラフで示したものとなります。このデジタル値をに書いてますけれども、ほとんど 9 割方大気安定度 D になっているということですね。いろいろ感度解析で、降雨と大気安定度を組み合わせた評価というのはしてますけれども、実際には D になることが多いということです。あと右下の方には、大気安定度が E、F の時の風向ですね、これは降雨なしの時も含んでますけれども、75%ほどについては、海側にいてまして、残りの 25%が陸側に吹いているような、そういう風になっているということです。これも 2020 年度の気象から分析をしてグラフを作っています。

38 ページ目は、大気安定度についての解説書のようなもので、A、B、C がどういうふうになっているか、そもそも日射量と放射収支量ですね、それぞれ何月になるか、何時から何時というのが決まっていますのでそれを載せています。大気安定度 A、B、C、D、E、F ということで、それをビジュアルで記載をしております。4. についてのご説明は以上になります。

<議長>

はい、ありがとうございます。

<委員>

37 ページの一番最初の降雨とともに出現する頻度が低いっていうんですけど、これ雷雨とか考えているか。あり得るんじゃないかなと思う。急に雷とか、そういうのが起きて、降雨が降るときは大気安定度はAかBで、非常に安定じゃない状態で、雷がその局所的に起こるよなんてあるから、一概にA、B、Cだからって雨が起らないっていうのは言えるかなという。

<日本原電>

起らないとまでは言ってなくて、頻度が低いという話です。下の表は、あくまでも2020年度で探したらありませんでした、という話なので、これ事実です。他の年度も探せばあるんだとは思いますがけれども、相対的に頻度が低いということは十分言えると思ってます。

<議長>

他にございますか。

<委員>

36 ページ目のところは、色々と検討されたようなことがまとまっています。それを受けて、ちょっと気になったという程度の話かもしれないですが、37 ページ目のことを加えています。例えばこれは海陸風の話です。海陸風であれば、気象会社にはデータも存在するかも知れませんが、必要があれば今後、社会に説明する時とか県と折衝されるときとかでも、この検討で海陸風が新たに分かったということもあるかも知れません。しかし、一般的なことでそういった論文とか文献も存在する訳で、そのような他の一般的な知見を引用すれば、この検討がより補強できる場所があるのではないかと思いますので、参考までに申し上げます。以上です。

<日本原電>

ありがとうございます。

<議長>

それでは、気象に関する不確かさ評価につきましては、以上とさせていただきます。それでは、続きまして、事故シナリオを増やしたらどうかという観点で、不確かさ評価をご説明させていただきます。

<日本原電>

それでは5.以降についてご説明いたします。これまで過去3回の検証委員会の中で、大体のことをご説明させていただいていますので、時間も少ないので、割愛しながら進めていきたいと思っております。今回、大破断LOCAを起因とした事故を考えました。そのときに使用する設備としましては、このシミュレーションIというのが、国の審査で用いている事故条件なんですけれども、そこからさらにフィルタバントが使えなくなった、そういう事故を想定して評価をしましたということです。

41 ページ目は、シミュレーションⅡとの比較ですね、違いとしましては、起因事象がシミュレーションⅡでは過渡事象となっているのが、今回は大破断 LOCA ということ、あとは注水するタイミングですね、シミュレーションⅡの場合は常設が一斉に使えなくなるという想定をしましたが、今回、常設が使えるという形にしております。事象発生後 25 分で原子炉への注水と格納容器のスプレイを実施すると、そういう想定にしております。それによってシミュレーションⅡの時は圧力容器が破損するような状況を想定してたんですけども、今回の評価では、原子炉圧力容器が健全という事象になるということ。ただ圧力容器は健全なんですけれども、大破断 LOCA が発生してますので、LOCA の破断口を通じて原子炉圧力容器内の FP が格納容器に流れてくるパスができていく状況となります。

42 ページ目は今回、こういうシナリオを考えましたということで、たくさんある格納容器の除熱系がどれも機能しなくなる、そういう事故まで考えているということです。シミュレーションⅡでも一緒ですけども、改めて記載をしています。43 ページ目が放出量の評価についてです。シミュレーションⅡの時は、セシウム 137 が 430TBq 程度ですけども、今回評価では 270TBq ということになっています。ヨウ素については大体同程度ぐらい、Te とか他の核種については今回のほうが一桁多いという評価結果になっています。基本的に、放出量評価の考え方については、シミュレーションⅡと今回で変わってないんですけども、一定だけ注意事項というか、特記事項ございまして、MAAP だと原子炉圧力容器が健全なケースにおいて、中・低揮発性核種の放出量を過度に保守的に評価する傾向がございますので、国の審査では NUREG-1465 というそういう文献を使って補正をしまして、今回の評価でも国の審査と同様の扱いにしております。次のページも簡単に解説を書いていますけれども、左下に表がございますけれども、これが今回評価した放出量です。表の真ん中の放出割合、(MAAP 解析より算出) というのが、これの MAAP 解析を基に解析した放出割合ですけども、この左側の核種、色をつけているのが、中・低揮発性核種と言っているものですけども、この放出量割が、下の方に行くんですね、マイナス 1 乗だとかマイナス 2 乗とか、非常に多くのものが出ていく、セシウムよりも放出割合が大きいというそういう評価結果になっています。これが MAAP の特徴として、原子炉圧力容器が健全な状態で解析していくと、ここの核種の放出量が大きくなる傾向がございまして、それは要因まで分析がされています。上の一つ目の、の※印です。炉心が再冠水したときに、燃料デブリ表面から放射性物質が放出されるような評価をするんですけども、そのときにデブリの表面の温度ではなくて、デブリの平均温度を使っていると、デブリの中心部というのはかなり温度が高い状態になってますので、そういう意味でたくさん出てしまうような傾向がある。一方、TMI とか福島事故の観測事実から、この赤字で書いているような核種というのは放出量は少量であるということが分かっています。この MAAP の解析をそのまま拡散シミュレーションに用いるとですね、セシウムとかヨウ素よりも、こちらの非常に揮発性が低いと思われる核種による寄与が大きくなってしまいますので、そういうものを NUREG-1465 という図書を用いて補正をしているということです。右側がその NUREG-1465 で補正した後の解析ですけども、補正してやるのは中・低揮発性核種だけです。ヨウ素とかセシウムについては高揮発性なので、そのままの解析値から算出すると。他の核種については、NUREG-1465 ですね、例えば、Te ですと、NUREG-1465 においてセシウムが 0.25 で、TeO₂ が 0.05 というそういう放出割合となっておりますので、簡単に言うと、セシウム放出量の 5 分の 1 にしたものを TeO₂ の放出割合としていると、そういう補正をしているということです。圧力容器が健全か健全でないかによってそういう補正をする必要があるかないかが決まるということです。

45 ページ目が解析結果になりますけれども、上がシミュレーションⅡ、下が今回評価したケースで

すけども、ほぼ同様な分布となっています。今回評価した方が多少小さくなっているんですけども、常陸太田方面ですと 31 地点ですし、分布の外見もほとんど変わっていない。水戸方面も 25 地点と多少少なくなっているんですけども、もともとちょっと付いていた、一番外側の部分が地点としては減っているんですけども、分布の傾向としては変わらないと。まとめですけども、今回新しく大破断 LOCA という（不明瞭）を起因とする事故シナリオに対する評価を実施しましたけれども、シミュレーションⅡの結果とおおむね一致したということが確認できました。ご説明は以上となります。

<議長>

ありがとうございます。なにかございませんか。私の方から 1 点、大破断 LOCA のときのソースタームについて、先ほどちょっと話があったように、MAAP の結果そのものを使うと、シミュレーションⅡの場合は、放出継続時間について 7 日間を 4 時間に集約して厳しくした、保守的だという話がありました。この場合は、その点はどうなってるのでしょうか。

<日本原電>

そうですね。おおよそ 4 時間ぐらいで切ると包絡できます。

<議長>

MAAP の結果をそのまま使ってないで、保守的な 4 時間ぐらいにしたということですか。

<日本原電>

おっしゃる通りです。説明の時は端折ってしまったんですけども、43 ページ目の放出継続時間を 4 時間と設定していますということです。

<委員>

これ複数のシナリオを、どういうものを選択するかって非常に難しいんですけども。もうちょっと何かこうバリエーションの違うのは、出せないのかなあという印象ですね。結局、前は常設が使えないで、可搬型のポンプを使ってシミュレーションⅡにはやりましたと、ただ今回は大破断 LOCA なので、可搬型は間に合わないですよ、だからもう常設使うしかない。何か、結果をうまくまとめるような形でねシナリオ作られてるんで、こういうので申請をやってるんですけども、ちょっとだから選択の幅っていうのかな、そういうのをもうちょっと。唯一、ソースタームでちょっとこう、変化が出てくるのかもしれないんですけども。ちょっとね。感想的なコメントで恐縮なんですけどね。なんかちょっと人為的に設定しすぎてるかなと、もちろんそのシミュレーションⅡというのもかなり人為的ではあるんですけども。当然常設がないと、压力容器ももたないというか、大 LOCA はこれ、再循環ラインの破断ですよ。こういうものをシナリオとして選定する理由というか、そういうのもちょっと説明が欲しいかなという。

<日本原電>

ありがとうございます。設定した事故の説明性というか、今回、大 LOCA で評価する目的みたいなものは、大分前になっちゃいますが、第 2 回の時にご説明をしまして、今回大 LOCA のシナリオを加え

ることによって、網羅性とか、代表性とかそういうところが説明しやすくなるだろうということで実施をしたものです。どのような説明かという、簡単に言うと、国の審査で格納容器破損防止対策の有効性評価のために想定してる事故シナリオが二つございまして、それをそれぞれ発展させていったという、そういう形で二つ事故を想定しています。それがシミュレーションⅡに関しても、今回の大破断 LOCA の事故にしても、国の審査でやっている事故シナリオの延長線上として出てくる。国の審査の有効性評価に用いている事故シナリオというのが、事象進展の速さとか、設備の容量とかそういう観点で代表的なものを設定してますので、それを活用することで網羅性の説明になるかなと思います。今回の事故シナリオについては、そのような考え方で設定をしています。

<委員>

わかりました。

<議長>

それではですね、今回の議題について議論し終わったかと思えます。それについてはここで、終わりいたします。この後は、事務局の方からよろしくお願いします。

<事務局>

ご議論いただきありがとうございます。各委員の先生方からのご意見やコメントをご説明資料に反映していただき、修正の程、よろしく願いいたします。これを反映した、報告を作成することといたします。議長と今後の事で相談するところもありますので、ここで 5 分間休憩することといたします。よろしく願います。

(5 分間休憩)

<事務局>

それでは、第 5 回に向けてどのように進めていくか、ご説明させていただきます。まずは、今回の委員会で、最終報告案をいただいたものと考えております。そのご議論に基づいて、報告書案を取りまとめしていくこととします。取り纏めた報告書案は委員の先生方に、事前にメールコメントをいただくことにいたします。それを基に修正していくという形にしたいと思っています。

説明資料については、いろいろご意見をいただいておりますので、第 1 回から第 4 回までの資料を修正いただき、ファイナル版を事務局宛て提出いただきたくよろしくお願い致します。

2 月 16 日茨城県庁で、第 5 回最終の検証委員会を開催いたします。その際には報告書のドラフト版になるものを皆さんにお示しした上で、ご議論をいただくという形にしたいと思っています。ご協力の程、よろしくお願い致します。本日はこれで終了いたします。

<委員>

一つだけ。SPEEDI の話はどのように最終報告書に反映させるのでしょうか。

<事務局>

議論の中では、SPEEDI の話は出てましたので、最終報告書に入れさせてもらいます。まだ、SPEEDI と R-Cubic との比較ができませんので、今後どのように進めていくかについては、関係者の方々と議論させていただくことといたします。また、議事録の中にも、記載されることとなります。

何かその他、ご質問等々ありましたら。

無ければ第4回検証委員会はこれで終了させていただきます。今後の予定につきましては、メール等で周知いたします。よろしくお願ひします。ありがとうございました。

以 上