

クリアランスの測定及び評価の不確かさに関する
事業者との意見交換会

第1回

令和2年3月26日（木）

原子力規制委員会

クリアランスの測定及び評価の不確かさに関する事業者との意見交換会

第1回 議事録

1. 日時

令和2年3月26日（木） 13：30～14：35

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室BC

3. 出席者

関西電力株式会社

西谷 英樹 原子力事業本部 原子力発電部門 放射線管理グループチーフマネージャー

上市 陽二 関西電力株式会社 原子力事業本部 原子力発電部門 放射線管理グループリーダー

中村 達也 関西電力株式会社 原子力事業本部 原子力発電部門 放射線管理グループ

中国電力株式会社

野崎 誠 電源事業本部 放射線安全グループマネージャー

梶谷 博康 電源事業本部 放射線安全グループ担当副長

原子力規制庁

大村 哲臣 長官官房 審議官

小野 祐二 原子力規制部 安全規制管理官（研究炉等審査担当）

前田 敏克 原子力規制部 研究炉等審査部門 安全規制調整官

青木 広臣 原子力規制部 研究炉等審査部門 技術研究調査官

中本 舞 原子力規制部 研究炉等審査部門 係員

川崎 智 原子力規制部 研究炉等審査部門 技術参与

酒井 宏隆 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 技術研究調査官

吉居 大樹 技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門 技術研究調査官

4. 議題

(1) クリアランスの評価に係る不確かさの考慮について事業者の考える具体的な方法

5. 配布資料

資料1-1 クリアランスに係る不確かさの考慮の具体的な方法（関西電力株式会社・中国電力株式会社）

資料1-2 クリアランスに係る不確かさの評価方法について 補足説明資料（中国電力株式会社）

資料1-3 クリアランスに係る不確かさの評価方法について 補足説明資料（関西電力株式会社）

6. 議事録

○大村審議官 それでは、定刻になりましたので、クリアランスの測定及び評価の不確かさに関する事業者との意見交換会を開催いたします。

本日は本会合に御出席いただきまして、ありがとうございます。

私は、今日の司会の進行を務めさせていただきます、審議会の大村です。どうぞよろしくをお願いします。

今日は、クリアランスの測定及び評価の不確かさに係る意見交換ということで、関西電力、それから中国電力の2社にお越しいただいています。

お手元に座席表とともに議事次第、本日の資料が配付されております。資料は、資料の1-1として関西電力・中国電力の連名のクリアランスに係る不確かさの考慮の具体的な方法という資料があります。それから、資料の1-2、1-3でそれぞれ補足の説明資料があります。特に確認はいたしませんけども、過不足等ございましたらお知らせいただきます。よろしいでしょうか。

それでは、まず、本会合の位置付けについてですけれども、昨年5月の規制委員会資料でありましたように、クリアランスの審査基準の制定に伴いまして、事業者の考える不確かさの考慮の具体的な方法を把握し、今後の規制上の検討に役立てようとする趣旨であります。ということですので、本会合は審査会合というものではありません。それから、事前審査に当たるものでもないということはここで申し上げておきたいと思います。本日提出いただいた資料の、ですから善し悪しというものを議論するということでもありません

ので、これは事業者側、それから規制庁側も双方よく理解の上、議論をしていただければというふうに思います。

クリアランスでは、極めて放射能の低いものを測定または評価をするということですので、測定装置等の設定において、さまざまな不確かさというものが存在します。この不確かさは、クリアランスの対象物の種類、汚染の形態、測定装置の特性、各発電所、各原子力施設によって多種多様であるというふうに理解をしております。そのため、クリアランスを計画している事業者が計画しているクリアランス固有の不確かさについてどのように考慮をしようとしているのかと、その具体的な方法についてお伺いをし、技術的に突っ込んだ議論する場として設定をしたと、こういう趣旨でございます。

この意見交換によりまして、規制庁としましては、具体的な不確かさの取り扱いについての情報で今後の審査基準のブラッシュアップに活用するということだと考えております。

事業者側としては、本会合の技術的な議論を踏まえて、将来の認可申請をされる予定があるということを理解しておりますけども、この不確かさの取り扱いについて理解を深めていただいて、この不確かさの幅を狭めるためのデータを拡充する等の準備に今日の議論を役立てていただければというふうに考えております。

それでは、議事に入りたいと思いますけども、まず、資料の1-1、先ほど御紹介しました、この資料について説明をお願いしたいというふうに思います。よろしく申し上げます。

○関西電力（西谷チーフマネジャー） 関西電力、西谷です。

本日は、クリアランスに関して意見交換の場を設けていただきまして、ありがとうございます。至近で申請を考えております中国電力さん、それから、弊社関西電力のほうから申請の概要について御説明させていただければと思います。本日は忌憚のない御意見をいただければと思います。

では、まず、中国電力さんのほうから申し上げます。

○中国電力（野崎マネージャー） 中国電力の野崎でございます。

それでは、資料1-1、1-2につきまして、担当者のほうから御説明申し上げたいと思います。よろしくお願いたします。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

資料の1-1について説明いたします。

目次をめくってもらいまして、資料の目次の1の(1)を当社中国電力が説明いたします。

(2)のケース2と2.の今後の検討事項につきましては関西電力さんから説明いたします。

では、2ページ目から説明いたします。2ページがケース1の概要でございます。対象機器がBWRタービン設備。材質としては金属、具体的には、炭素鋼、ステンレス鋼、合金鋼になります。汚染の形態は二次的な汚染。評価の対象とする核種につきましてはCo-60になります。このCo-60を専用のトレイ型放射線測定装置で測定いたします。

3ページ目に、このBWRのタービン設備の選定における不確かさ、放射濃度の決定方法及びその測定条件の不確かさの扱いを示します。

3ページの表の左から審査基準、評価方法、不確かさの扱いでございます。審査基準として対象になりますのは、放射性物質の選定と放射能濃度の決定方法になります。

評価方法の欄で、まず、炉内の機器情報等、これは元素情報等ですが、これを計算ソフトにインプットいたします。その次に核種の放射エネルギーを算出いたします。これは燃料表面における核種の放射エネルギーでございます。これが剥離いたしまして、炉水中の放射エネルギーで評価。タービン設備としての付着量の評価。タービン設備としての放射性物質の選定。今回はCo-60を選定してございます。放射能濃度の決定方法では、Co-60のみですので、放射線測定法を採用しております。なお、核種の放射エネルギーから放射性物質の選定までは計算による評価となっております。

この評価方法に対しまして、不確かさの扱いでございますが、まず、不確かさの存在箇所と不確かさへの対応に分かれます。不確かさの存在箇所としましては、元素情報のインプット、これは元素情報の分析結果に不確かさが存在すると考えております。この不確かさへの対応ですが、未検出の元素への検出下限値を設定することと、低Co材の設定等でございます。*に飛びまして、濃度不明の元素につきましては1,000ppmに設定いたします。低Co含有量の材質等の設定によりまして幅広く放射性物質を選定いたします。

放射濃度の決定につきましては、放射線測定法の採用、この不確かさの存在箇所につきましては、この放射線測定法の構成要素でございます全 γ 線計数率、放射能濃度換算係数、測定重量等に不確かさが存在すると考えます。

この不確かさへの対応ですが、放射線測定法の処理フローから不確かさの要因を抽出いたしまして、合成標準不確かさを出します。これは低量化するという作業でございます。それから拡張不確かさを評価いたします。

この評価につきましては、測定における不確かさの表現のガイドに基づきます不確かさの評価でございます。

以上でケース1の評価方法の説明を終わります。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

右肩4ページを御覧ください。こちらにつきましては、クリアランス測定における不確かさの扱い方法のケースの2ということで御説明になります。

ケース2につきましては、PWRの事例ですが、対象機器が旧燃料取替用水タンクで、材質がステンレス鋼のものとなります。対象核種選定においては、汚染形態を二次的な汚染としまして、評価対象核種はCo-60のみとなります。また、放射線測定においては、測定装置を専用のトレイ型放射線測定装置を用いまして測定いたします。

PWR燃料取替用水タンクの放射性物質の選定における不確かさ、放射能濃度の決定及び測定条件の不確かさについては次のページ、右肩5ページを御覧ください。

こちらでは、審査基準の評価に用いる放射性物質の選定及び放射能濃度の決定方法における評価方法と不確かさの扱いについて御説明いたします。

評価に用いる放射性物質の選定におきましては、炉内機器情報等の条件をインプットいたしまして、計算により炉水放射エネルギー、対象物の付着量を求めた後、対象核種がCo-60として選定してございます。

審査基準においては、放射性物質の核種を幅広く選定するようにとの規定がございことから、評価に用いておりますパラメータのうち、FP/CP組成比の比率、粒子状成分割合について、実機分析データの不確かさを考慮しても、放射性物質の選定に影響がないことを確認するなど、検証することとしております。

放射能濃度の決定方法においては、選定されましたCo-60を専用のトレイ型放射線測定装置を用いまして測定いたします。全γ線計数率による不確かさ及び測定装置における測定の高さ、重量等の不確かさを設定し、放射能濃度に反映することとしております。

なお、全γ線計数率の不確かさについては、標準偏差の 3σ を設定いたしまして、放射線測定装置における測定高さや重量等の不確かさについては、測定における不確かさの表現のガイドに基づき不確かさを評価し、設定することとしてございます。

続きまして、右肩6ページ、こちらについては事業者が考える検討事項となっております。

今回、御説明いたしました二つの事例のクリアランスの不確かさの考慮の方法は、クリアランスの対象物や放射線測定装置の仕様等により異なることから、より具体的な不確かさの考慮方法については、個別の審査において判断されるものと考えてございます。

また、今後申請の準備を進めているプラントにおいては、廃止措置を円滑に進めていく

ために、遅滞なく合理的・効率的に運用していくための以下のような対応が必要と考えてございまして、事業者としても、必要な検討を行ってまいりたいと考えております。

一つ目といたしましては、不確かさの中には、CL判定に影響しないものも想定されますことから、考慮しなくてもよい不確かさを明確にしておくため、審査基準の解説書・ガイドの策定や民間規格のエンドース等が必要と考えております。

二つ目といたしましては、今回は不確かさの考慮に関する基本的な事項の説明になっておりますが、個別のCL対象物のプラント履歴等の特性を踏まえ、不確かさの取扱いを明確にしておく必要があるものが生じた場合には、改めて議論の場を設けていただきたいと思いますと考えてございます。

以上で資料1-1の御説明となります。

続きまして、資料1-2、資料1-3の御説明をいたします。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

資料の1-2について説明いたします。1ページ目に島根原子力発電所の申請内容、表-1に申請案を示します。これは資料1-1の2ページ目を補足するものであります。

対象物としましては、1、2号機の蒸気タービンで二次的な汚染でございます。放射性物質の種類はCo-60。評価単位が1tで、測定単位は100kg以内となります。これを主要核種測定法で測定いたします。測定装置につきましては、専用のトレイ型専用測定装置であります。

2ページ目に、審査基準の3.1.の評価対象を示します。

審査基準の3.1.で対象としているところは、(1)のイ項、二次的な汚染のみですので、イ項の②番となります。(1)のロ項と(1)のハ項が該当いたします。

3ページ目に、放射性物質の種類に関して、資料1-1の3ページ目を補足した資料でございます。図-1に、その選定方法、評価方法の概要を示しております。

島根2号機の例で説明いたします。島根2号機の汚染移行経路、左側にその図があります。原子炉で生成しました放射性物質は主蒸気を通りまして高圧タービン、低圧タービンに付着いたします。この汚染移行経路を右側の評価フローとしております。この評価フローの中で不確かさのある箇所、その対応を右側の表に示しております。不確かさへの対応としましては、3点ございます。評価フローの①の場所、炉内の機器情報のところに元素の情報とCRのローラピンが該当いたします。

元素の組成につきましては、検出しなかった元素について検出下限値を設定すること。

文献等で濃度が不明な元素は1,000ppmに設定いたします。

CRのローラピンにつきましては、低Co含有量のCFA、これは材質でございます。この使用実績を反映しまして、Co-60がほかの放射性物質に対しまして、比率が過度に高くないように評価いたします。これは*に飛びまして、放射性物質が幅広く選定されるように元素の組成、低Coの材質等の設定を行うものであります。

燃料付着ウラン量につきましては、全量が燃料表面に吸着するものとしまして、ウランの核燃料表面の付着量を評価いたします。構造材には付着せずに、全量が燃料表面に付着することで、核分裂生成物が選定されるように設定してございます。

4ページ目に表-3、審査基準3.3の評価対象を示します。該当するのは(1)のイ項と(2)でございます。

5ページ目にその不確かさの評価方法を示します。これは資料1-1の3ページ目を補足するものであります。

表-4に不確かさの評価方法を示します。この実施手順の①～④までございますが、①の不確かさの要因の抽出～③の不確かさの合成までが、表-3の(1)のイ項の審査基準に対応するものでございます。④が表-3の(2)に対応するものでございます。

①不確かさの要因の抽出で、放射線測定法の換算係数等の不確かさの要因を抽出いたします。抽出しました不確かさにつきましては、相対標準不確かさを算出いたします。これを表に整理いたします。不確かさの合成で、標準不確かさを合成しまして合成標準不確かさを評価いたします。その次に、拡張不確かさを評価いたします。95%上限値が1を超えないことにつきましては、まず、 $\Sigma D/C$ を1としまして、これに拡張不確かさを加算しました安全率を放射能濃度換算係数に乘じまして評価いたします。

以上が概要であります。

6ページ目に、各それぞれの不確かさの要因の抽出、その詳細を示します。6ページにつきましては、5ページの表-4の①の詳細に該当いたします。

図-2に不確かさの要因の抽出のフローを示します。左側に放射線測定法の式を示しております。これをまず処理フローに展開いたします。展開したものが右側のフローになります。全 γ 線計数率の欄で、まず測定装置としましては、対象物をセットいたしまして、重量、高さ、全 γ 線計数率を測定いたします。正味計数率の算出に当たりまして、高さと重量データを用いまして、検出器に検認装置を設定しております基準バックグラウンド、こちらから補正を行います。この補正を行ったバックグラウンドの正味計数率を算出いたし

ます。

その次に、データ処理としまして、放射エネルギーを評価いたします。放射エネルギーにつきましては、正味計数率に放射能換算係数を乗じて評価いたします。放射能換算係数につきましては、測定しました重量と高さから補正を行います。検認装置に設定します校正定数、これを高さで補正を行います。また、自己吸収重量を用いまして自己吸収補正係数を算出いたします。校正定数と自己吸収補正係数を乗じまして放射能換算係数を算出いたします。正味の計数率に放射能換算係数を乗じまして放射エネルギーを算出いたします。放射エネルギーを重量で割ること、安全率を乗じることによって放射能濃度を算出いたします。この評価フローから不確かさの要因を抽出いたしまして並べます。

以上が不確かさの要因の抽出でございます。

7ページ目に、その不確かさの要因の整理と合成を示します。これは5ページ目の表-4の②と③の詳細を示したものでございます。

抽出しました不確かさの要因は表の形で整理いたします。それが図-3の合成表の例でございます。不確かさの要因につきましては各項目によりまして単位が異なりますので、相対標準不確かさを評価いたします。各項目、全γ線計数率～安全率まで、測定法のそれぞれの項目を並べまして抽出しました不確かさの要因を並べます。不確かさの要因を低量化しまして、それから相対標準不確かさを評価いたします。評価しました相対標準不確かさを合成標準不確かさといたします。合成標準不確かさは、相対標準不確かさを重みづけして合成したものでございます。この合成標準不確かさに包含係数を乗じまして拡張不確かさを求めます。この拡張不確かさは95%上限値であります、信頼の水準90%区間を示す量でございます。

8ページ目に、95%上限値が1を超えないことの評価を示します。これは表-4の④のところの詳細でございます。

表-5にその評価方法を示します。対象物の測定のところ、 $\Sigma D/C$ を1として切り上げて設定いたします。次に、図-2～図-3の方法によりまして拡張不確かさを評価いたします。3番目として、この $\Sigma D/C$ に拡張不確かさを加算したもの、これを安全率としてございます。この安全率を放射能換算係数に乘じまして95%上限値として評価いたします。最後に、1と比較しまして下回っていることを確認いたします。

以上が95%上限値が1を超えないことの評価方法でございます。

以上で資料1-2の説明を終わります。

○関西電力（上市リーダー）　続きまして、資料1-3の御説明をいたします。資料1-3につきましては、関西電力のクリアランスに係る不確かさの評価方法についての補足説明資料となります。

右下2ページにつきましては、先ほど御説明いたしましたケース2の概要と同様の内容となつてございますので説明を割愛させていただき、右下3ページを御覧ください。こちらにつきましては、審査基準3.1項の適用に関して整理したものとなります。

審査基準(1)イ項の②の二次的な汚染の場合に該当しまして、また、(1)ロ項及びハ項に該当し、放射性物質の選定における評価においてCo-60を選定しております。

続きまして、右下4ページを御覧ください。右側の図には、二次的な汚染の移行経路概要図を示しております。今回対象となります燃料取替用水タンクにつきましては、冷却材系統で生成されました放射性物質が燃料取替用水タンクへ供給され放射性物質が沈着することから、二次的な汚染で評価してございます。

右の図につきましては、先ほど御説明しました内容と同様のものとなっております。

この図でお示ししております検証のうち、一例としましてFP/CPの組成比率の設定に関する検証結果を次ページのほうに記載してございますので、右下5ページを御覧ください。評価に用いる放射性物質の選定に用いるパラメータ検証といたしまして、一例として、燃料取替用水タンクのCs-137/Co-60比の放射能濃度比について御説明いたします。

二次的な汚染を放射化計算法に基づいた計算及び評価によって算出する場合、放射化計算で核分裂生成物であるFP及び放射性腐食生成物であるCPの生成割合を求め、過去の放射能濃度の測定実績のCs-137/Co-60比により、FP及びCPの生成割合を合成してございます。

このことからCs-137/Co-60比が核種選定への寄与が大きいと考えてございまして、クリアランス対象の実試料の分析データを取得し検証してございます。

右図のとおり、燃料取替用水タンクの実試料の分析データの平均値+2 σ が、放射性物質の選定で用いておりますCs-137/Co-60放射能濃度比よりも小さいことから、Co-60が過度に大きくなるような評価になっておらず、核種選定において放射性物質を広く選定する設定になっているものと考えております。

続きまして、右下6ページを御覧ください。こちらでは、審査基準3.3の適用に関して整理したものとなります。

(1)のイ項及び(2)項に該当しまして、放射能濃度の決定方法において選定されましたCo-60を専用のトレイ型放射線測定器を用いまして測定いたします。

放射線測定における不確かさの設定に関しては次のページに示してございます。

右下7ページを御覧ください。Co-60を専用のトレイ型放射線測定装置を用いまして測定し、全 γ 線計数率に係る不確かさ及び放射線測定装置における測定の不確かさ、高さ及び重量の不確かさを設定し、測定における不確かさについては双方の不確かさを乗じまして算定してございます。細かなフロー図は先ほどと同じ説明になりますので説明を割愛させていただきます。

右下8ページを御覧ください。このページでは、専用のトレイ型放射線測定装置の概要を示してございます。測定における概要としましては、測定において約1m角のトレイの上に対象サンプルを100kg程度、100kg以下ですけれども載せまして、右下のトレイ搬入方向より移動させて、高さ計、重量計、CCDカメラにて対象物の形状を計測した後、中央部の検出器の位置まで移動しまして放射能濃度を計測いたします。計測の結果、基準を満足している場合は右上のトレイ搬出方向に移動いたしますが、基準を満足しない場合は右下のトレイ搬入方向に戻るようなシステムとなっております。

以上で補足説明の御説明となります。以上です。

○大村審議官 説明、ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明の内容につきまして、質問、意見等あればお願いをします。

○川崎技術参与 原子力規制庁の川崎でございます。

今の資料で、ちょっと2社の間で何か不確かさの扱いが若干異なっているように感じましたので、最初に資料に記載されている内容を確認させてください。この資料を読みますと、多分、次のようなことになっているのではないかなと理解しているんですけども、間違っているようでしたら御指摘をお願いいたします。

まず、評価対象核種を選定しなければいけないということで、評価対象核種を選定するためには、核種組成を求めなければならないと。その核種組成は、主に計算によって求めていますと。その過程においては、審査基準では不確かさとは言ってませんが、計算過程において、いわゆる不確かさを考慮して核種組成比を設定し、そのときに評価対象核種を幅広く選定するようにしていますと。その結果、Co-60だけが選定されまして。次に、したがって、評価対象核種はCo-60だけですので、Co-60は放射線測定によって直接測定しましたと。その測定した結果、測定値そのものではなく、放射線測定における装置の不確かさも含めて、その不確かさを考慮して95%上限値を測定値としましたと。このような理解なんですけども、間違いはないでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

説明されたとおりでございまして、特に間違いはございません。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

中国電力さんと同様に、その認識でございます。

○川崎技術参与 わかりました。

それで、まず最初に、評価対象核種の選定において若干理解できないことがありましたので、次の3点について、さらに説明していただきたいと考えています。

まず、第1項目なんですけども、資料1-1の3ページと5ページでは、主として、先ほど言いましたように計算で評価しますと、その場合の不確かさとしては、1-2で、最初のほうですと元素組成の不確かさがあります。次の説明ですと、FP/CP比の不確かさがありますというふうなことがあるんですけども、それらは多分、元素組成の不確かさによるものと理解してるんですが、それ以外の、いわゆる計算プロセスですが、核種組成は多分、炉内で放射性核種になって、それが対象物に付着とか脱着を繰り返して、最終的には対象物表面の二次的な汚染になるんだと考えています。そうすると、その過程の計算プロセス自体の、いわゆる不確かさというのは無視できていると、無視できるという理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

当社につきましては、核種の放射能移行については計算、具体的にいいますと、ORIGEN-SコードとExcelの計算を組み合わせで評価しております。この段階につきましては、炉水放射エネルギーの評価の段階で、実際の分析結果、これらと比較しまして妥当性を評価しております。そのためにも不確かさは小さいと考えております。

○川崎技術参与 原子力規制庁の川崎でございます。

ということは炉水濃度の比率で対象物に付着すると。付着するのは核種によって変わらないと。その辺りの不確かさは考慮していないということなんでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

御指摘のとおりでございます。

○川崎技術参与 もう一つはいかがでしょうか。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

まずは、御指摘の資料の3ページと5ページで記載内容が違うということで、まず初めに御説明したいのですけれども、資料、3ページの中国電力さんの不確かさ、こちらのほう、

材料の組成に関する取り扱いについて検出限界の取り扱いまたは不明なところの取り扱い、記載されてございますけれども、関西電力も同様に、同じような処理をしてございますので、そちらのほうをまずは補足説明させていただきます。

もう1点、御質問にございました計算プロセスの中の不確かさというお話であれば、中国電力さんと同じように当社においてもORIGENコードで計算してございますので、そちらの考え方は基本的には中国電力さんと同じように、その不確かさは小さいものと考えてございます。

○川崎技術参与 原子力規制庁の川崎でございます。

ありがとうございます。

2番目なんですけども、資料の1-1の3ページで、濃度不明の元素は1,000ppmに設定すると。1,000ppmに設定すると、要するに核種は幅広く選定できるんだという記載があるんですけども、これちょっと理解できなかつたんですが、もう少し詳しく説明いただけると幸いです。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

分析結果の元素濃度は100ppm以下、1桁下でございます。これに対しまして、今回、濃度が不明、濃度が不明というのは分析方法がなくて測定ができない元素でございます。これについてはもう1桁高くするという観点から1,000ppmに設定いたしました。

○川崎技術参与 原子力規制庁の川崎でございます。

わかりました。

最後なんですけども、ここの計算で求めると書いてあるんですが、これまでのクリアランスとかLLWの実績からいきますと、トリチウムは計算で評価してないんです。トリチウムはどういう扱いをしているのかを説明いただけると幸いです。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

トリチウムにつきましては、現状、ルーチンで炉水の分析を行っております。この分析結果を用いて実施しております。

○川崎技術参与 原子力規制庁の川崎でございます。

ということは、炉水の濃度でトリチウム濃度を設定していると、そういう理解でよろしいですか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

御指摘のとおりでございます。

○川崎技術参与 規制庁の川崎でございます。

わかりました。

○酒井技術研究調査官 では、ちょっと質問がかわりまして、原子力規制庁の酒井です。

資料1-2に関して少し御説明をいただきたいなと思っているところがありまして、6ページ～8ページ目にかけてまして、安全率という言葉が使われて、いろいろ説明されています。この安全率という言葉がちょっとよくわからなかったんですけども、7ページ目のほうを見させていただいて、こちらですと拡張不確かさを加えたものが安全率と書かれています。7ページ目ですね。すみません、6ページですね、6ページ目のほうに拡張不確かさを加えたものが安全率と書かれていて、7ページ目のほうですと、不確かさの見積もり表の中に安全率が含まれています。

こうすると、この表を見ると、安全率を不確かさに関与するものとみなして、これから拡張不確かさを求めているように見えるんですけども、ちょっとこの関係について御説明いただけないでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

そもそも安全率というものを、現在認可されております、ふげんさんでもこれを使用されております。当社は島根の検認装置につきましては、ふげんさんと同様の仕様でございます、そこから安全率という言葉を使っております。

不確かさにつきましては、今回は $\Sigma D/C$ にこの拡張不確かさを加算したもの、これを安全率としております。これを6ページ目の放射線測定法の式、ここに F_s とございますが、これが安全率、これが $\Sigma D/C$ に拡張係数を加算したものでございます。これを掛けて高く放射能濃度とすることになります。

○酒井技術研究調査官 すみません、そうすると、この7ページの図-3があるんですけども、この表自体の作りがちょっと違うということですか。これだと安全率の不確かさが配慮になっていて、それは合成されますよね。今言われた説明ですと、安全率は不確かさを計算した後に出てくるものというふうに思えるんですが、違うんでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 御指摘のとおりでございます。

○酒井技術研究調査官 どちらが正しい形になるわけですか。

○中国電力（梶谷担当副長） 後ろのほうの説明でございます。

○酒井技術研究調査官 規制庁の酒井です。

後ろというのは8ページ目とかの、この図-3の表が若干違うという理解でよろしいです

かね。

○中国電力（梶谷担当副長） そのとおりでございます。

○酒井技術研究調査官 その場合、ちょっともう一つお聞きしたいんですけども、この安全率という言葉につきまして、もちろんふげんさん等の申請結果等を参考にされていると思うんですけども、今回の審査基準の中で95%上限値と比較するとか、そういう表現を使っています。そうした中で、今回、不確かさについて、GUM、不確かさに関するガイドを用いている説明されていると思うんですけども、そうした言葉の中で安全率という定義がそんなに見えてこないと思うんですね。あるいは不確かさのガイドとか、それにまつわるいろいろな書類、文書類からは見えないんですけども、そういう意味ですと、安全率という言葉をもし使われるのであれば、説明をしっかりとされたほうが良いような気がしました。これはコメントですけども、以上です。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

了解いたしました。ありがとうございます。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

今のところと関連するところで、ちょっと私が理解できなかったんですけど、この8ページ目の今の $\Sigma D/C$ に拡張不確かさを足して安全率とするという、この式と、この*に書いてある $C_{co}=F_s$ になっている式、この関係をもう少し詳しく説明していただけますか。これ $\Sigma D/C$ がどういうふうに出てくるのかがちょっと理解できないんですけども。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

$\Sigma D/C$ は、クリアランスで測定して、測定単位で測定しまして、それが合格すれば、必ず1以下になります。これを切り上げて1としたものでございます。これの切り上げたものに拡張不確かさを加算して安全率といたしました。

○青木技術研究調査官 規制庁、青木です。

すみません、切り上げて1にする理由は何なんですか。

○中国電力（梶谷担当副長） 安全側にするためです。実態は1以下ではあるんですが、これを1に切り上げてまして、それに拡張不確かさを加算することで高目の安全率となります。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木ですが、となると、この8ページ目の $\Sigma D/C$ +拡張不確かさ=安全率という式を使うと、この安全率は1以上の値にしたいからそうしているということですか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

はい、そのとおりでございます。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木ですけれども、1以上の値にしたいがゆえに、 $\Sigma D/C$ を1とするという、これ別に $\Sigma D/C$ じゃなくて1にすればいいんじゃないかと思うんですけど、ここに、この式上、 $\Sigma D/C$ を1としている意味が、すみません、ちょっと理解できないんですけども。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

確かにおっしゃるとおりでございますして、別に拡張不確かさは、具体的な数字を言いますとコンマ34になります。これに1を加えまして安全率としてますので、特に $\Sigma D/C$ にこだわっているわけではございません。ちょっとその点は修正いたします。御指摘いただき、ありがとうございます。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

資料を直していただく必要は全くなくて、この式の意図するところをちょっと理解しなかったというのと、この*の C_{00} は、審査基準とかに書いてある、いわゆる $\Sigma D/C$ の中のDに当たるほうだと思うんですね。クリアランスレベルではなくて、測定の結果、評価した C_0 のDに当たると思うんですけども、それにこの安全率1以上の値、安全率を掛け算するとしたときに、拡張不確かさは、その前の7ページとかの表、もしくはその前のフローから合成して出てくるものだと思うんですけども、これは C_0 、1核種だからこの式が成り立つものなのか、一般論として成り立つものなのか、これはどちらなのでしょう。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

これは主要核種測定法を採用しています C_{0-60} で成り立つ式と考えております。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

ということは、この安全率の出し方、今、安全率、ここで定義されている言葉の、この安全率の出し方も C_{0-60} 、1核種だけだったときのみの安全率の出し方という理解でいいですか。

○中国電力（梶谷担当副長） そのとおりでございます。

○青木技術研究調査官 規制庁、青木です。

理解はしました。ありがとうございます。

○川崎技術参与 規制庁の川崎でございます。

今のここの同じところなんですけども、今、ふげんさんと同じようなことをしていると

いう御説明だったんですが、ふげんさんの場合の安全率というのは、多分、Dは先ほど私が言いましたように、測定値に、いわゆる拡張不確かさを考慮して95%上限値を出しました、それでもって実際にいろいろなものを測定したときに、それ以上のものが出ていたので、その部分は安全率としてしまったという理解なんですけど、違いましたっけ。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

御指摘のとおりでございます。

○川崎技術参与 わかりました。

規制庁の川崎でございます。

ということは、先ほど、青木が言った指摘のように、要するにDのところに測定値の拡張不確かさを含めて測定値にしますと。さらにそこに安全率を考えますと、そういう理解でよろしいんですね。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

御指摘のとおりでございます。そのとおりでございます。

○川崎技術参与 規制庁の川崎でございます。

わかりました。

○酒井技術研究調査官 規制庁の酒井です。

次のちょっと御確認させていただきたいことなんですけども、資料1-2の7ページと資料1-3の7ページで、それぞれΣに何を掛けるかということで、中国電力さんは 2σ を使われていると。で、関西電力さんは 3σ を使われるというふうに読み取れます。審査基準で書かれているところは95%上限値でして、これは通常、普通の分布であれば 1.645σ になるところを、それぞれ 2σ とか 3σ を使われているのはどういう理由があるのでしょうか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

おっしゃるとおりでして、包含係数ところで 1.645 、これを2に切り上げたという処理でございます。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

全 γ 線計数率については 3σ を設定し、あと、拡張不確かさの包含係数については、先ほどおっしゃいました 1.645 で算定し、それを保守的に丸めるという形で考えてございます。審査基準のいいます95%よりも双方上になるという形で整理してございますので、特段問題ないと考えてございます。

○酒井技術研究調査官 原子力規制庁の酒井です。

中国電力さんの説明は、まあ、ちょっとわかりました。

関西電力さんの7ページについて、もう一度ちょっと御確認させていただきたいんですけども、今、 3σ にさらに拡張不確かさを設定して掛けられているということを言われまされたけども、これ何か二重に不確かさを乗じているように見えるんですけども、これ具体的にどういう処理をされることを想定されているのでしょうか。ちょっとこの掛ける印がここにつくのがよくわからなかったんですけども。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

ちょっと表現なんですけども、拡張不確かさの中に全 γ 線計数率の不確かさも包絡させて処理するのか個別に分けて処理するかという違いでございまして、両方2回掛け合わせているというわけではございません。

○酒井技術研究調査官 掛け合せているのではないんですか。これ不確かさ(3σ)を設定して計数率を出した後に、それにさらに別に出してきた拡張不確かさから求まる、例えば1.2とか1.3という値を掛けているという理解ではないのでしょうか。

規制庁の酒井です。つまり全てのものを拡張不確かさとして合成していれば非常に話はシンプルだと思うんですね。そうではなくて、 γ 線計数率段階で、一旦、値を高目の値として設定しているという理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（上市リーダー） そのとおりでございます。

○酒井技術研究調査官 ありがとうございます。規制庁の酒井です。

全体的に、いろいろな不確かさの話というものを、不確かさの表現のガイドをもとに導き出されているのはわかるんですけども、ちょっと全般的な単なるコメントなんですけども、放射線計測分野に関して言えば、不確かさの表現のガイドを使って、いろいろ既に展開された事例があると思います。例えば日本適合性認定協会のJABがセシウムに関する放射能濃度測定に係る不確かさの表現のガイドラインを出していますし、製品評価技術基盤機構、NiteがX線とか γ 線測定器に関するものを出しています。そちらの表現と表現方式が若干異なっていて、ちょっと言葉が毎回いろいろと変換してからでないとわかりにくい部分があるので、そうしたものを参考にすると、用語等で混乱がないのかなというふうには思いました。

以上、ありがとうございます。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

資料1-2のほうにちょっと戻っていただいて、今日の御説明、資料の中にはなかったと

ころで、例えば6ページと7ページ、6ページにフローがあって、7ページに表がありますけれども、この7ページの表で、不確かさの要因が七つあって、きっとこれを合成されて合成標準不確かさとか拡張不確かさをつくっていくことになると思うんですけども、この合成の仕方がこの不確かさの要因ごとにちょっと変わってくると思うんですね。というのは、6ページのフローの中に今のこの七つがどこかにちりばめられているはずなんですけれども、例えば校正定数と自己吸収補正係数は何らかの関連があるかないかとか、全く関係ないやつも、独立なものも当然あるでしょうし、この七つを合成するときの合成の考え方とか式とか、そういったものは今日の資料にはなかったのであまり技術的な議論はちょっとできないんですけども、この不確かさを扱う上で、この合成の仕方のところ、ここが一つのポイントにもなるのかなと思っているんですけども、今日、紙というか資料がないので、ちょっと簡単にでもそこを御説明いただければなと思いますけれども。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

不確かさの要因で抽出したものを、これを相対標準不確かさ、この合成の仕方なんですけど、これはこの相対標準不確かさを二乗和して平方根をとります。この二乗和して平方根したものが合成標準不確かさになります。

○青木技術研究調査官 規制庁、青木です。

それは全てが独立であるという前提に立ったものですよという確認です。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

そのとおりでございます。

○青木技術研究調査官 規制庁、青木です。

合成の仕方がいろいろあって、そういうとり方をとられるというのは、それはそちらのお考えだと思うんですけども、そうなったときに、不確かさがかなり保守側にあるのか、それとももう少し狭められるのかとか、そういったところが、できればこの会で議論できればなと思っていたので、できるだけその具体的なデータとか数値とか、そういったものがあると、そういう考え方が議論できていいのかなと思っていたところです。

もともとこの会をやろうと思っていたときには、できるだけ具体的なものがあって、それを技術的に議論できるという場になればいいなと思っていたところです。これは感想というかコメントです。

資料1-1のほうにちょっと戻っていただいて、6ページ目に、今後、事業者が考える検討事項ということで、いろいろ書いていただいているところの矢羽根の一つ目に「考慮しな

くてもよい不確かさを明確にしておく必要がある」とあるんですけども、これは具体的に何か考えるところがあるのであれば教えていただきたいんですけども。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

こちらのほうは今回、測定装置の不確かさということで、合成不確かさを計算に用いるわけでございますけれども、例えば影響の小さいものは考慮しなくてもいいんじゃないかと、そういうことをちょっと御提案したいなと思ってございます。

具体的には、当社、測定装置でございますけれども、トレイ型のものを使ってございまして、トレイの重量、製作誤差とか、そういうものが若干ございますけれども、そういう誤差の影響という意味では1%未満という形になりますので、そういう小さいものは、そういう合成不確かさから外してもいいんじゃないかと。そういうような形でちょっとその辺の考え方も考慮していただければということで記載させていただいています。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

それは関西電力さんのトレイ型の測定装置に限ってということですか。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

今回、先ほど申しましたトレイの話は一例でございまして、全体の拡張不確かさを100といたしますと、それに対して1%以下のものであれば、計算上は各不確かさを二乗和しまして平方根をとるような合成になりますので、一個一個の個別のもので影響が小さいものは省いてもいいんじゃないかという趣旨でございます。

○青木技術研究調査官 規制庁の青木です。

冒頭、審議官のほうから、この会、我々はいろいろ実例を聞いて、審査基準のブラッシュアップにいろいろ活用していきたいと思っているところで、そういうときに、考えたときには、やっぱりジェネリックにというか、ある電力会社さんのこの方法であればとかというのちょっと書きづらいんですね。できるだけジェネリックに書く必要があつて。です。ので、考慮しなくてもよい不確かさを明確にする必要があるのであれば、できるだけジェネリックな形で、多数の事例を踏まえた上で書く必要があるのかなと思っていますので、もしそういう具体的なものがたくさんあるのであれば、こういう場を通じてでもいいですし、審査会合とかでも、それは我々にとっても当然事例ですので、そういったところでもいろいろと言っていただければと思います。

以上です。

○酒井技術研究調査官 原子力規制庁の酒井です。

今、青木のほうから説明ありましたが、ちょっとこの件に関して少し追加でコメントしたいと思うんですけども、まず、全般的に測定の不確かさを出す際には、測定をモデル化して、どうした形で値が出るかということを確認にすることが大事だと思っています。それさえできれば、値がどういう因子を受けて、どういうふうに出るかということがちゃんと数式化できると思うんですね。そうした形で、個々の要因について特性要因図等を用いて分解していくと。それによって個々の要因のどれが効いているかをバジェット表として積み上げていくというのが、例えば先ほどお話ししました適合性認定協会(JAB)のセッションに対する放射能濃度測定に係る不確かさのガイド等でも書かれています。

こうした分野でとられているいろいろな方法論がありますので、それを参考にしながら個々の要因について漏れがないようにということは事業者さんのほうで個別審査で説明されると思うんですけども、その中で、こうしたパラメータについては、効かないんじゃないかということがもしも何か理論的とか全般的に言えることがあれば、それはもちろんそういう検討をしているということをするのはいいと思うんですけども、まずは測定のモデル化をして、こういう測定をしているということを明確にされたほうがいいんじゃないかなというふうに思いました。

以上です。

○関西電力（上市リーダー） 関西電力の上市でございます。

御指摘のとおり、参考の文献等を活用いたしまして整理し、考え方を示すというところで今後検討していきたいと考えてございます。

以上です。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

今御指摘いただいた事項につきましては、当社の認可申請書の中で示したいと思っております。よろしく申し上げます。

○酒井技術研究調査官 規制庁の酒井です。

ありがとうございました。

○大村審議官 ほか、いかがでしょうか。

はい。

○前田調整官 規制庁の前田です。

ちょっと大分最初のほうのやりとりで、川崎が質問して、そちら、お答えいただいた内容について、少しちょっと自分、よく理解できてなかったのを確認させていただきます。

資料1-2の3ページの、これは評価に用いる核種の選定のところなんですけども、燃料に、表面に付着したり、炉水に剥離して出ていくという、そういう計算でやるところについて、たしかその不確かさは無視できるというような言葉が聞こえたような気がするんですけど、ここは不確かさはあるんだけども、もうそこは保守的に設定してしまうので、特にそれ以上の不確かさを考慮する必要がないという、そういった意味で理解しておけばいいですか。それとも、本当にそういうもう確実に計算で正確に出せるから不確かさは無視できるという、そういう、どっちですかね。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷でございます。

説明したのは資料1-2の3ページになるんですが、この中で不確かさの対応としまして、表の中の②のところ、燃料付着ウラン量として不確かさを考慮しております。これは全量が燃料表面上に吸着するものとして付着量を評価しております。実際に構造材等にも付着すると考えられますが、これを全量、燃料表面に付着するとしまして評価しております。

○前田調整官 規制庁、前田です。

それが炉水に剥離して出ていくとかいうところの、その今の付着のところから炉水に出ていって、そういったところの設定の全ては極めて保守的な設定を全部ここは通して、しているという、そういう理解でいいですか。

○中国電力（梶谷担当副長） 中国電力の梶谷です。

そのとおりでございます。

○大村審議官 ほかはよろしいでしょうか。いいですか。

主に規制庁のほうから幾つかのところの、クラリファイであるとか、確認をさせていただいたんですが、逆に事業者さんのほうから何かさらにこの関係のことで確認したいとか何とかということはあるですか。

○関西電力（西谷チーフマネジャー） 特段ございません。

○大村審議官 ないようでしたら、それでは、今日はいろいろと御意見をいただき、意見交換ができたということで、ありがとうございました。

今日のは意見交換で、不確かさの取り扱いについて、かなり割と具体的なというか技術的な議論ができたんじゃないかと思えますけれども、今後、事業者がクリアランスの認可申請をされる予定があるということで、審査部門で申請を受け付けることになります。実際には審査会合で議論するということになるのではないかと思います。

一方、認可申請の前に別途今回のような議論がジェネリックにしたいということであれ

ば、必要に応じて、またこういう機会を設けて、少し技術的な議論を深めるということもあってもいいかと思しますので、そのときはまた御検討いただければというふうに思います。

そのほか何かありますでしょうか。いいですか。

それでは、これもちまして本日の意見交換会を終了したいと思います。どうもありがとうございました。