

総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会
原子炉安全小委員会燃料ワーキンググループ
(燃料トピカルレポート) (第5回)

議事録

日 時：平成22年3月17日(水) 13:30~16:00
場 所：TOKYU REIT 虎ノ門ビル9階 9A・B会議室
出席者： 主 査 寺井 隆幸
委 員 出光 一哉
古田 照夫
前田 誠一郎

<敬称略・五十音順>

○寺井主査 それでは、予定の時間になりましたので「燃料ワーキンググループ（燃料トピカルレポート）（第5回）」を開催させていただきますが、その開催に当たりまして、事務局から定足数の確認をお願いいたします。

○黒村統括安全審査官 本日は御多用中にもかかわらず御出席いただきまして、誠にありがとうございます。

まず、定足数の確認の前に事務連絡をさせていただきたいと思います。本日の会合につきましても、機密情報に関わる内容を多分に扱うということで、非公開で開催させていただきたいと思います。

ただし、本日の配付資料あるいは議事要旨、議事録につきましても、機密情報に関わる情報を削除したものを、後日、当省のホームページに掲載させていただきます。

それでは、定足数の確認をさせていただきます。本ワーキンググループの定足数は専門委員を除く委員4名に対しまして過半数でございますので、3名ということですが、本日は3名御出席いただいておりますので、定足数を満たしております。

以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。

それでは、定足数を満たしているということでございますので、ただいまから「燃料ワーキンググループ（燃料トピカルレポート）（第5回）」を開催いたします。

まず、議事に入る前に、事務局から配付資料の御確認をお願いいたします。

○黒村統括安全審査官 それでは、配布資料の確認をさせていただきます。

まず、一番上に座席表がございます。この座席表の中に小無委員の名前が記載されておりますが、実は本日急遽出席できないという御連絡をいただいておりますので、これについては改定させていただきたいと思います。

その次に委員名簿がございます。

その次が本日の議事次第となっております。議事次第には、本日の一覧表を記載してございまして、本日の配付資料。

資料1-1がPRIME03コードに関するコメント回答その2となっております。

その付録資料1-1がございます。

資料1-2で、CARO-NAコードに対するコメント回答と、その付録資料1-2がございます。

資料2-1、トピカルレポートPRIME03について概要版（案）となっております。

資料2-2、PRIME03コードについての公開用（案）でございます。

資料3-1、CARO-NAについての概要版（案）となっております。

資料3-2、CARO-NAについての公開用（案）でございます。

資料4-1、トピカルレポートPRIME03の評価報告書（案）となっております。

資料4-2がCARO-NAの評価報告書（案）でございます。

資料5といたしまして、前回の議事録となっております。

そのほか、机上資料といたしまして、机上資料 1 としては、トピカルレポート PRIME03 についての非公開版（案）でございます。

机上資料 2 が CARO-NA についての非公開版（案）となっております。

机上資料 3 は BWR 燃料の新燃料設計手法について。

机上資料 4 が沸騰水型原子炉に用いられる 9×9 燃料集合体についてという通産省当時の検討会の報告書となっております。

なお、一部の資料につきましては、途中差し替えが間に合わなかったところがありますので、差込をさせていただいております。後日、送付させていただくときはそれをちゃんと資料の中に入れ込んだ形で送付させていただきたいと思っております。

先ほどの資料 5 の前回の議事録についてでございますが、これについてはお持ち帰りいただきまして、御確認後何かございましたら、1 週間程度を目途に事務局までお申し付けいただきたいと思っております。

以上でございます。

○寺井主査 どうもありがとうございました。ただいま御紹介いただきました配付資料でございますが、このうち机上資料と申しますのは、青い表紙のバインダーで委員の先生方の前に立っているものでございます。

資料に不備等がございましたら、事務局へお申し出いただければと思います。よろしゅうございますでしょうか。

それでは、議事に入らせていただきます。

まず事務局より、本日の議事の進め方について御説明をお願いいたします。

○黒村統括安全審査官 それでは、本日の議事の進め方について御説明させていただきます。

本日は、まず資料 1-1 と資料 1-2 によりまして、前回までに委員の方々からいただきましたコメントに対します回答をさせていただきます。その次に資料 2-1、2-2、3-1、3-2 及び机上資料 1、2 によりまして、ワーキンググループでの議論を踏まえて、トピカルレポートの改訂案といったものがございますので、それについて御説明させていただきます。

最後に資料 4-1、4-2 によりまして、各トピカルレポートの技術評価に係る報告書について御説明させていただきます。

なお、説明につきましては、区切りのよいところで切らせていただき、その間に質疑応答を挟むということで考えております。

以上でございます。

○寺井主査 どうもありがとうございました。ということで、議事次第にございますように、議題が 3 つプラスその他ということでございます。この後、適切な形で御説明をいただき、御審議をお願いいただければと思います。

それでは、早速でございますが、議事に入らせていただきます。

まず議題の1番目でございますが「燃料ワーキンググループ（燃料トピカルレポート）コメント回答（PRIME03 コード及び CARO-NA コード）」ということで、事務局より資料1-1、1-2について御説明をお願いいたします。

○中島主席調査役 それでは、資料1-1と資料1-2に基づきまして、前回のワーキンググループで出ましたコメントに対する回答を報告いたします。

まず、資料1-1のPRIMEコードの方から御説明いたします。

1ページ、コメントがありまして、コメントは2つございまして、1つは熱伝導率における照射欠陥の回復率に関する御質問と、あともう一点はコードの適用範囲の外挿性に関する質問がございます。

最初のコメントナンバー15、これはこれまで通しナンバーで言うておりますけれども、15番目のコメントからご説明します。

コメントの内容は2つありまして、1つは「図1（10頁）の熱伝導率測定値の試験条件（Run1、2、3の保持時間）を説明すること」。もう一つは、「モデル上で、照射欠陥の回復率を保守的に設定していること」を説明することという御質問です。

これに対する回答でございますけれども、これは付録資料1-1の1ページで回答させていただきます。まず最初の御質問に対する回答なんですけれども、①でこの後ろに関連する試験のデータの図がございまして、熱伝導率の測定においては、その測定点、次のページの図1の○ごとに試料温度が安定するまである程度の時間を保持しておりまして、その保持時間というのはその温度によって異なりまして、大体30～90分程度保持している。この保持時間は高温ほど短いということになっています。

試料温度の安定は照射欠陥の回復による発熱が終了したということを示しておりまして、そのときの値を用いてそのまま回復率を決定しております。

この保持時間が高温ほど短いということなんですけれども、1ページの下の方に黒枠で囲ってあるところに記載されているんですが「」というデータがあるということで、高温になれば非常に短時間に回復するというデータが得られているということです。

次の②の「モデル上で、照射欠陥の回復率を保守的に設定していることを説明すること」ということなんですけれども、その回答については前に戻っていただきまして、1ページ目のコメント回答の②のところですよ。

まず、PRIMEコードでは定常時の燃料棒のふるまいを対象としており、過渡・事故時の燃料棒ふるまいについては解析対象としていません。

定常時の解析でコードの扱う時間スケールというのは、今述べましたような保持時間に比較して十分に長く、モデル上の照射欠陥の瞬時回復の仮定がその設計評価に有意な影響を与えるということはありません。

このため、照射欠陥回復率は熱伝導率の測定データに対してベストフィットとなるように設定し、保守的な設定はしていません。

なお、設計損傷限界（1%塑性歪）に相当する出力を求めるに当たりましては、保持時間なしで出力上昇させた解析を行います。この場合でも照射欠陥の瞬時回復の仮定が燃料温度の解析結果に与える影響というのは、燃料温度予測の全体的な不確かさ（コード予測の不確かさ）に比べて十分に小さいものであるということで、この瞬時回復の仮定による影響は小さいということでございます。

続きまして、適用範囲の外挿性に関する説明ですけれども、前回のワーキングで適用範囲の外挿性に関する説明を表で説明したんですけれども、そのパラメータの中に最大線出力というのが入っていなかったということで、その後、線出力を追加して、その線出力に対する外挿性の有無、その妥当性を示しています。

あともう一つ、これはアルミナ添加ペレットの場合ですけれども、その支配因子としてそのペレットクリープが入っていなかったのを追加することということで、これは表に追加しております。その表は添付1-1の最初のコメントの次のところに外挿性の説明の表が付いておりまして、それぞれペレット中心温度、FPガス放出率、燃料棒内圧、被覆管直径変化に関する説明のところ、各パラメータに最大線出力を入れて、その外挿性のありなし、外挿するものについてはその影響評価等を行って、その外挿の妥当性について述べております。

あと資料の一番最後のところに、Al-Si-O添加ペレットの直径変化に対する外挿性の説明がありまして、その主な外挿要因のところ、Al-Si-O添加量がありまして、そのところに支配因子としてペレットクリープを追加しております。そのペレットクリープへのアルミナ添加の影響というのは、 ppmまで確認されていることを入れております。

以上がPRIMEに対するコメント回答でありまして、次に資料1-2に移って、CARO-NAコードに関するコメント回答を行います。

ページ番号を振っていないんですけれども、めくっていただきまして最初のページに申し番号で14番の質問。これはFPガス放出率モデルに関する御質問でございまして、燃焼度ゼロ近傍でFPガス放出率が急激に増加する傾向が見られるが、その理由を説明することという御質問でして、その回答ですけれども、一番最後のページに問題になったFPガス放出率の図が3つありまして、一番下の図がFPガス放出率の図でして、燃焼の初期におきまして、最初のところに急激に放出率が出て安定して、それからまた急にずっと増加するという段階的な傾向が見られるんですけれども、これはなぜかということなんです。

これの一番の要因は、この図の一番上にFPガス飽和濃度の燃焼度依存性という図があるんですけれども、飽和濃度の最初のところで、例えば実線が800℃の場合なんですけれども、最初から1.0というのは、すべてのFPが粒内に保持されるという条件で、1.0を割るということはすべてが保持されずに何割かが出てしまうという条件になっています。

ということでこの図でわかりますように、1,600℃の場合は燃焼の最初からある程度出てしまう、粒界に移動してしまう仮定になっています。ということで、燃焼の初期からす

ぐに粒界にガスが出てしまって、急激に放出率が上がるようになっています。

燃焼の初期は十分にF Pガスが生成されていないにもかかわらず、ある程度粒界に出すという条件になっていますので、最初のうちは過度にF Pガス放出率が高くなって、ある程度F Pガスの量が増えてきますと、中で生成されて粒界に移動するものと、放出されるものとのバランスがつくのである一定のところに落ち着きます。

ただし、その後、一番上の図でわかりますように、燃焼度が10ぐらい後で飽和濃度が急に低下してきて保持率がぐっと低下してかなり粒界に移動してしまうと、F Pガス放出率が高くなるという仮定になっていますので、そこからは急激に放出率が上がるという傾向になっております。

最初のところで急にぱっと出てしまうという傾向は、この一番上の図の飽和濃度の最初のところで保持率を1ではなくて最初から出るように仮定しているためにこういう傾向になっております。

以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。ただいまの御回答の内容につきまして、御質問、コメントでございますでしょうか。

出光委員、どうぞ。

○出光委員 F Pガスの放出のところ、まだよくわからないんですが、初期の飽和濃度が下がっていて出てくるということなんですが、燃焼度ゼロのときというのはF Pガスそのものがまだゼロ%ですね。

○中島主席調査役 ゼロはゼロになっています。

○出光委員 その後、ちょっとでもでき始めたときに。

○中島主席調査役 そのときに、飽和濃度というのがあって、実はここに飽和濃度と書いてありますけれども、それにフラクションをかけるような形になっています。それが1を切っていますので、その分だけ常に追加的に出てしまう。ただし、最初のうちは生成量が少なくそこまで本当は達していないので、それよりも過分に出すようなことになってしまっているの、最初のうちは急激に放出率が上がるようになっている。

ある程度FPができてくれば、ある程度バランスをして生成されて、粒界に出てくるものと放出されるものがバランスしてくる。

最初のうちは余りにも生成量が少ないために、出す量が決めてしまっていますので、過分に出てしまっているという。だから、ある程度量がたまってくればバランスしてくるという。

○出光委員 初期のものというは、最初の設定でもう出るという設定をしてしまっているの、数値上出てくるけれども、実際には出ない。

○中島主席調査役 フラクションではなくて量を決めてしまっていますので。

○出光委員 わかりました。

○寺井主査 ほかのところはいかがでしょうか。

前田委員、どうぞ。

○前田委員 資料1-1の1ページ目ですが、いわゆる1%塑性歪相当の、過出力をかけた状態での温度解析においては、熱回復を考慮したモデルを高線出力側まで適用するというわけですね。つまり、定常時だけに使うというわけではなくて、過出力状態の評価にもこのモデルを使うということで、その妥当性についてはまず1つは非常に早い回復であろうということと、仮に回復、例えば定常時だけの回復を考えて、更に追加的な温度上昇があったときの回復を考慮しない場合においても、その差は少ないという全体の不確かさから十分小さいといっているのは、定常時の回復と過出力時の回復という2ステップで考えた場合に、1ステップ目と2ステップの差がそれほど大きくないということを示しているということよろしいでしょうか。

○中島主席調査役 そうです。

○寺井主査 よろしいですか。そのほかいかがでしょうか。

古田委員、何か御質問はございますか。

○古田委員 では、済みません。もう今更申し上げることではないかもしれませんが、1ページの一番下のところで、黒枠で囲っている部分なんですけれども。

○寺井主査 資料のどこですか。

○古田委員 ごめんなさい。資料1-1の1ページの黒枠で囲んでいる部分なんです。

○寺井主査 これは付録資料1-1の1ページ。

○古田委員 ここのところに囲ってあって、これが一応回答になっているんですけども、このデータというのは一体見たんですか。私は忘れてしまって今探していたんですけども、記憶がないので。

○寺井主査 これは多分これまで出てはいない。

○古田委員 載せていないですね。そうすると、このデータがありというようなところがこういう書き方でここまでくるとというのが余りいいことではないような感じがするんですけど、いかがでしょうかということです。

○寺井主査 ここでの審議が適切にできればいいんだろうとは思いますが、いかがですか。これはもし出典か何かあれば出してもらった方がいいという。

○古田委員 彼らがやった実験ということですか。

○中島主席調査役 そうです。だから出せないという。

○寺井主査 会社内での情報ということで、公開情報にはなっていないということですね。

○古田委員 本来の取扱いは、そういうのを出してもらうべきなんだろうと思うんです。

○中島主席調査役 こういうデータを彼らは持っているんですけども、質問が出たのでそれを解説するために。

○古田委員 出たら出すというのでしょうかけれども、やはりこういうところに出すのであれば、何らかの形でやってもらわないと無駄なんです。今後のこともあるので、今回はどうってことではないですけども、考えていただいた方がいいのではないかと思います。

○寺井主査 いかがでしょうか。この辺は微妙な問題があって、格子定数に回復が見られたデータですから、例えば出典ではなくても、データのグラフが1枚あれば確認ができるということですね。

○古田委員 そうです。説明できるのではないですか。

○寺井主査 それは別に公開する必要はなくて、この委員会できっちりと判断をつける。だから、回復が見られたというエビデンスを示してくださいということですね。グラフがあれば一番いいけれども、グラフでなくても例えばデータの羅列でもいいけれどもという。それは可能ですか。

○黒村統括安全審査官 そこはメーカーと調整させていただきます。ただ、多分あったとしても四角囲みという形になると思いますので。

○寺井主査 それはいいと思いますけれども、外部に公開する必要はなくて、ここの閉じられたところで適切に客観的に判断できるだけのエビデンスがあればいいということだと思います。

○馬場グループ長 それは確認するようにいたします。

○寺井主査 では、その件はよろしく願いいたします。そのほかいかがでしょうか。よろしゅうございますか。

それでは、一応これで資料1-1と1-2に関する御回答については御質問をいただいて、回答を申し上げた、もしくはこの後メーカーと御相談していただいて、回答を御準備いただくということにさせていただきます。ありがとうございました。

それでは、2つ目の議題に移らせていただきます。本日、議題の3番がかなり重たいので、そこまでは迅速にいきたいと思っております。

それでは、議題の2でございますが「トピカルレポートの改訂（案）について」ということで、机上資料1及び2、資料2、3について事務局から説明をお願いいたします。

○黒村統括安全審査官 それでは、事務局から説明させていただきます。今、寺井先生からございましたように、机上資料1と資料2-1～3-2までを用いて御説明させていただきます。

なぜこんなに大量の資料があるかということからまず御説明させていただきます。

机上資料1、2というのがトピカルレポート本体の改訂（案）として考えているものがございます。ということで、この2つにはマスキングが付いた、マスキングの中身も入った資料となっております。

PRIME を例にまず説明させていただきますと、机上資料1が今出ている申請されているレポートの**PRIME**の改訂（案）となっております。それについての概要版というのを別途つくりました。それが資料2-1になっていきます。もう一つ、資料2-2というのが公開用ということでマスキングがされた資料となっております。

なぜこんなに3分冊つくったかというのは、一番最初から議論のあったところですが、マスキングのところが多いということがございますので、まず資料2-1概要版を見れば

このトピカルレポートで何を言わんとしているかというところはわかるような形にさせていただきました。

資料 2-2 の公開用の方ですが、これは中を見ていただくとわかると思うんですが、3分の1ぐらいが真っ白になっています。ただ真っ白にするだけではなくて、結構大きいところはここに何が書いてあるかというのがわかるように説明は付け加えました。

図などですと、5. 7-11 ページを見ていただけますでしょうか。このちょうどマスキングの部分でデータがあるところをある意味この範囲に入っていますよというぐらいのところはわかるぐらいの形にはさせていただいています。

評価報告書が案としてこのワーキングで御了解いただければ、その後パブコメということになりますので、この概要版とマスキング版を付けて評価報告書に対するパブコメに出そうと考えてつくったものでございます。

また最初に戻っていただきますが、机上資料 1 が本体になるわけですが、これはなぜこんなに厚くなったかというのは、このワーキングでの審議あるいは J N E S と N I S A とでやったヒアリング等を踏まえて必要なデータをこの中に追加したということで、元から言うと多分 2.5 倍ぐらいにはなっているかなと思っております。

大きなところはこういうことでして、少し中身を馬場さんの方から説明していただきます。

○馬場グループ長 机上資料 1 の方で御紹介いたしますけれども、これは当初申請があったものに、その後のワーキング等の審議結果の資料が全部盛り込まれた形。それと構成も少しものによっては変わってございます。

机上資料 1 の目次のところを開けてごらんになるといいんですけども、PRIME の場合は、最初の申請のものは本文が少なく添付資料がかなりございました。本文の方には改訂モデルですとか、今回の改訂の部分がほとんど本文になっていて、残りの一般的な計算のやり方とかは全部添付になっていた。それはもう一つの方に合わせようということで、本文に従来添付に入っていたものを全部入れていただいて、全体が本文でわかるように章を全部改めていただいています。

ページを少しめくっていただいて、目次の iii のところに参考文献の下に Appendix という形でいろんな付録資料が付いてございますけれども、PRIME の場合は先ほどの編集の都合もございまして、ワーキング等で御報告した資料はすべて付録資料として入れ込んでございます。本日、先ほどお話がございました、第 5 回も少し早かったんですけども、入れ込んでおります。

そういったことでこれで全体がこの場合は章を全部本文の方に入れましたので、これで全体がわかって、なおかつワーキング等での議論のものも後ろの方に資料として入れるということで、それぞれを引用していますので全体がわかるようにしてございます。

少し編集の仕方が違っているのが、もう一つ、机上資料 2 というのがございまして、これは CARO の方でございますが、基本的に初回申請のものに対してワーキングのものを入

れ込んだという意味では PRIME と全く同じように入れ込んでございます。ただ、少し複雑になっていましたので、CARO の方、机上資料 2 は目次のところに 1 枚紙を差し込んでございますけれども、複雑になっていましたのでどういうふうに入れ込んだかというのがわかるような形でまとめてございます。

CARO の場合はもともと本文の方に改訂モデル以外のところも入ってございましたので、先ほどの PRIME みたいなエディトリアルな変化はしてございません。ただ、その中にワーキングでのコメント回答等を盛り込むということで、2 枚、裏表がございますけれども、それぞれ第 3 回のワーキング、第 4 回、本日のワーキングまでどういう資料が出ていて、それがトピカルレポートの最終版のどこにどういうふうに入れ込んでいったかという御説明をさせていただきますので、これは御説明でございまして、いずれにしてもワーキングで御審議いただいた内容等をすべて盛り込んだというものでございます。

私の方からの御説明は以上です。

先ほど少し公開版の話のところ黒村さんの方から御紹介がございましたけれども、図によっては先ほど御紹介があったように、図の中のデータ点が全部非公開なものはあいうふうには全部白抜きになっているんですが、ものによっては公開されたデータの中に非公開な情報が入っているという図もございます。そういう図の場合には、公開データはプロットから外さないでそのまま残しておいて、非公開のデータだけが抜けたような、公開版ではそういうふうにしていただいております。

以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。

膨大なる資料の使い道を御理解いただけましたでしょうか。概要版というのと公開版というのと非公開の机上資料 1 あるいは 2 というこの 3 種類からなっていて、概要版と公開版については適切な時期にウェブ上で公開をして、評価報告書(案)に対するパブリック・コメントをいただくということで、双方 2 つのコードがございまして、それぞれについて資料が 3 種類あるということでございます。机上資料 1 と 2 につきましては、現在まだ案でございますけれども、パブコメの結果、もしこれでよろしければ、この案を取らせていただいて、これを最終的にトピカルレポートとして今後運用するということになるものでございます。よろしゅうございますか。

まだ内容については現時点で御説明をして御審議いただくということはありませんけれども、この 3 つをどう使うかということについてはそういう事務局の方の御説明でございますので、よろしゅうございますでしょうか。何か御質問とかございますか。

どうぞ。

○前田委員 簡単なことで確認をさせていただきますが、トピカルレポートにつきましてはメーカーさんがクレジットで出されてくるということで、その中に Appendix ですけども、今回ワーキンググループの説明した資料、コメント回答というのが入り込んでいるのですが、後ほど総括が評価報告書の中にそういうやりとりがあったものは当然だと思い

まが、メーカーさんのクレジットのある資料にこのワーキンググループの活動的なものが盛り込まれるということは、整理がされた上でということでしょうか。

○馬場グループ長 後の評価報告書の方で御説明しますけれども、先ほどの資料にもございましたように、ワーキングの中で例えば今日の資料1-1というのがございますけれども、1-1の資料の頭の方にコメントがあって、どういう対応をしたかということをごここに表を付けてございます。その後ろに詳細説明ということでメーカーの資料を付けてございます。

今のトピカルレポートに入っているのはこの後ろの部分が入ってございまして、評価報告書の方にはこちらの方を入れてございます。お答えになっているかあれなんですけれども。

○黒村統括安全審査官 付録資料はあくまでもメーカークレジットで、ここについてはこう考えていますというものをメーカーが出されたものですので、それがトピカルレポートに付くのは特に問題ないだろうと考えてこういう形にしているということでございます。

○寺井主査 よろしゅうございますか。付録資料はあくまでもメーカーさん側からの補足的な付録資料であって、これ自身はメーカーの立場での御回答ということになるわけですね。

○黒村統括安全審査官 はい。

○寺井主査 どうぞ。

○古田委員 確認なんですけれども、経緯を考えると、本来ならばメーカーさんが出されたものを受けて、これについてチェックしたという形であって、本来出てきた後に質問が出てきたのをこの中に入れるというのはよく理解できないんです。ですから、今、前田委員も言われているのではないかと思っているんです。

本来は、向こうで一応自分たちとしてはこれで完全ですと出してきたものをチェックしたという経過にはなっていないんですか。それが最初からよく理解できないんです。

○黒村統括安全審査官 ただ、設置許可等であれば補正申請とかという形で入れ込んでいただいていますので、それにならったような形で今回もコメントを受けて必要なデータについてはトピカルレポートに反映していただいて、その改訂版を出していただくというやり方でいくのが妥当ではないかと考えたということでございます。

その運用をこうすべきだというのが今何か決まっているものではありませんので、今回はこういう形をとらせていただいたということでございます。

○寺井主査 建前といいますか、プロシージャとしてはメーカーさんから出てきたものをここで審査をしてそれで結果を返すわけです。それに対して再度改訂版を出していただくということになるんだろうと思いますが、そのところをある種並行してインタラクティブにやっていると。

○黒村統括安全審査官 先ほど先生、この案は多分パブコメに出す前にちゃんと正式なのを出していただいて、それからパブコメという形をとるのが妥当かなとは思っております。

○寺井主査 その辺りは進め方の手続論といたしますか、その問題に多分なるんです。

○佐久間課長補佐 多分、古田先生のお考えは、要はこういう公的な場でいろいろ議論されて、そういうものが最終的に一企業のこういう成果物になってしまうというのが腑に落ちないところがあるという。

○古田委員 そういうことよりも何よりも、既にそういうことを別にやったのが入ってきてしまうということであると、何となく外部から見たときになれ合的に見られませんかというのが非常に気になったんです。

もう既に前もってやっていったというので、だから足りません、報告書が出ていると当然だよねという格好になりませんか。それを危惧したんです。なければ結構です。

○寺井主査 どうぞ。

○上村特任参事 先ほど馬場も申しましたように、我々、N I S A、J N E S のヒアリングでいろいろ意見を言って、申請者に修正をさせるという作業。このワーキンググループでの先生方の御意見を反映して修正をさせるという作業。その活動の経緯、内容についてはこの評価報告書の後ろに付けてある。ですので、ここで検討評価したことが全然見えてこないのではなくて、最初から今回の変更されたトピカルレポートが出てきたということではなくて、審議の結果こうなって、審議の途中どういう審議がされたかはこの評価報告書に書いてあります。例えば資料4-1に。

○古田委員 一応、きちんと書いてある。

○上村特任参事 はい。

○古田委員 わかりました。

○黒村統括安全審査官 指摘事項とそれに対する対応というのは付けている。

○上村特任参事 文章の中にもあるし、あと資料4-1の最後の方に添付2というのがあります。ここに一覧表でいつどういう指摘をしてどういうものを補足説明させたかというものが載せてありますので。

○古田委員 わかるんだろうけれども。わかりました。

○寺井主査 ということで、一応評価報告書でもってプロシージャについても公開はして、そこで御確認をいただくということが入っておりますので、事務局の方からの御提案は、トピカルレポートについては最終的なアウトプットといたしますか、最終版をお出しする。その中に修正したところも含めて、ただしどういう根拠でそれを修正したかということについては、この中の適切なところに書き込んであるという理解でございます。

ですから、これを読んでメーカーが最初からこれを全部やったとは読めないようには一応なっている。いろんなこの委員会での指摘であるとか、N I S A、J N E S からの御指摘についてどういう御指摘があったからそれをどう直したというのも一応ここで読めるようにはなっているという御説明でございます。

○黒村統括安全審査官 こちらの途中でここに入っている。

○寺井主査 それは明確に書いてあるということですね。ですから、評価報告書と併せて

使っていただくというのが本来のやり方なのかもしれません。

出光委員、どうぞ。

○出光委員 確認としては、考え方が幾つかあると思うんです。1つは完成版だけがこちらにあって、その経緯は評価報告書だけにあるというのでも構わないと思うんですが、こちらに付けているということは、今後何か修正があった場合にはそれに更に追加しているということを考えているということですか。要はこの1冊を見て、Appendixを見ていけば過去の経緯がこれでわかる。そういうふうにしたいということなのかなと思ったんですけれども、そういう意味ではないんですか。

○黒村統括安全審査官 今後ずっとそういうことかということとはまた別な話だと思っ
てまして、今回これをどうしますか、この評価報告書の方にコメントも含めて全部付けるという方法もあったかとは思いますが。ただ、メーカーの方がそこは必要な情報だろうということで、トピカルレポートの方に今回反映したということで、こういう形を提案させていただいているということだと思います。

○寺井主査 どうぞ。

○出光委員 現行の経緯は、こちらにある方がいちいちこれと評価報告書と見比べなくていいからこちらの方がいいのかもしれないですけども。

○寺井主査 このワーキンググループでいただいたコメントについて、それをどう回答したというのはこの中に一応入ってはいるんですね。Appendixという形で。

○黒村統括安全審査官 入っていますね。

○寺井主査 ですから、一応そのところはこれで読めるとは思いますが、今後これをどういう形で発展させていくかということについては、また状況を見ながらという点が問題なのかもしれません。

○黒村統括安全審査官 やり方ももっと厳密に言えば、これでは情報が足りないからだめだよとつき返した上で、ちゃんとしたものを出してもらおうという手もあるかとは思いますが。

○寺井主査 その辺りはいかがですか。今後どういう形でもっていくかということも含めて、NISAの方でどうお考えかということにかなりディペンデンスすると思うんです。

○黒村統括安全審査官 我々としては、これを今後の安全審査に使うというのを目的にしていますので、この評価報告書とトピカルレポートをずっと読んでいけば、大体これがどういう過程でこのコードが成り立っていて妥当だと判断されているのかというのは、この2つをセットで見ればちゃんと確認できるだろうという形でこういう形を提案させていただいているというものでございます。

○寺井主査 いかがでしょうか。

○前田委員 今の話を伺って理解したのですが、トピカルレポートを作成する行為というのがあって、それは今回のワーキンググループ、トピカルレポートを作成する一連の行為の中の1つのステップであるという位置づけで、最初にそのステップを経た最終的なものが成果物でこれが出てきていると理解すればいいということですか。

○黒村統括安全審査官 そこは多分厳密にはそうではなくて、あくまでも評価したこの評価報告書が成果物だろうと思います。ただ、この評価書を書く上で、評価していく上でこのデータが必要ではないかというのをメーカーに要求した。その要求したものについてもメーカーは、それはやはり必要ですねということで自分のトピカルレポートに反映したという過程だろうと思います。

○前田委員 わかりました。

○寺井主査 どうぞ。

○古田委員 1つだけ確認したいんですけれども、今確かに公開の中に出ているので添付の資料の中で Appendix という格好で第2回のワーキンググループから載せていますけれども、事務局さんの指摘されたものというのが本来あってもしかるべきものか、それは区別がわからないんですけれども、それはどうなんですか。

○馬場グループ長 私どもが指摘してどうなったかでございますか。それは大半がそこに現れているんですけれども、評価書の後で御説明しますけれども、添付1がございまして。

○古田委員 それはこの中に入っていないわけですか。

○馬場グループ長 そこには入ってございません。ただし、私どもが指摘した事項はここに全部網羅されていまして、それに対応してどう変わったかという、トピカルレポートの中ではどうなかったかというのはここに書いてございます。

ですから、私どもが指摘した事項もトピカルレポートのどこを見ればいいと、その回答が全部盛り込まれているというふうに。

○古田委員 全然手落ちがあるということを懸念しているわけではなくて、問題はこの公開というのが公開用で出した場合、国会図書館に行くわけです。そういうところでそういう第三者が見たときに、確かにこうあるんだけれども、どこかに記録が残っていますね。事務局さんとかこうやってチェックをしたというのは出てくるでしょう。そういうところが追えるかなということが1つ気になったので。

○馬場グループ長 どちらかという先生がおっしゃるのは多分これとこれをセットで動くかという話に近いので。

○古田委員 形の上で、だから、本来はクレジットを外に出すのだからというのが私自身は国会図書館にこういう Appendix の形が入るのがいいのかどうかというのが納得できない。

○馬場グループ長 確かにそうされた場合はそうかもしれませんね。

○古田委員 気にしているのはそれだけなんです。御検討いただいて、おやりになっていることは非常によくわかるしいいことだと思うんですけれども、公開されたレポートとしてそれがなじむかということだけなんです。

○寺井主査 どうぞ。

○安澤参事役 古田先生、逆にそれがこの非公開バージョンの中にそれらのデータがないまま許可とか認可とかという手続行為を行うというのが果たしていいのかどうか。設

置許可申請においても、機器のデータが足りない、あるいは資料が足りないというものは基本的には1次審査が終わる前に補正申請して、申請書を充実させて終わるとするのが一般的な形ですね。

したがいまして、確かに当初のものにない分を常に追加するのかどうかというのはおっしゃるとおりなんですけれども、評価する側とすれば、その技術的内容がないままそれによしとするというのは判断できないのではないかなと思います。

○古田委員 それはよくわかります。ただ、私も悩んでいるのは、文献としての位置づけと、安全審査という観点からの位置づけとでは違うなというところだけなんです。それをそういう御説明であってそれがわかるのであれば私は構わないと思います。事務局さんなりお役所でおやりになってらっしゃる方法でもいいと思うんですけれども、いささか第三者から見ると。

○黒村統括安全審査官 我々の評価報告書はメーカーの資料と一体で動くものだと思っておりますので。

○寺井主査 お役所の方は多分そういうことで問題ないと思いますけれども、今、古田委員のおっしゃっているのは、独立出版物として出た場合に。

○古田委員 出た場合に違和感がないのでしょうかというだけのことです。

○寺井主査 その辺りは独立出版物として出るときの前書きというのがいいのかわからないですけれども、説明が。

○黒村統括安全審査官 「はじめに」の中で改訂版を引用してその評価結果をまとめたものであるということで、つながりはあると思います。

○寺井主査 ありがとうございます。非常に貴重な御指摘だと思います。特にこれどう変えないといけないというところまでは議論できていませんけれども、少しNISA、JNESの方で御検討いただいて、御対応。このままでもいいのだらうと思いますが、少し御検討いただければと思いますので、よろしく願いいたします。

よろしゅうございますでしょうか。それでは、次の議題3に移らせていただきます。これは評価書の話でございまして、「BWR燃料棒熱・機械設計コード(PRIME03及びCARO-NA)の技術評価に係る報告書(案)について」ということでございます。

これが言ってみればこのワーキンググループのアウトプットということになりますので、一番重要な案件かと思えます。時間をかなり取っていただいておりますので、まず事務局から資料4-1の御説明をお願いいたします。

○中島主席調査役 それでは、資料4-1に基づきまして、まずPRIME03の評価報告書を御説明いたします。

めくってもらいまして最初に目次がございまして、この評価報告書の構成をまず御説明。

Iとして「はじめに」ということで書いてありまして、次にIIで「トピカルレポートの概要」ということで申請のトピカルレポートの内容を書いてございます。次にIIIとして「評価の方針」。ここで評価の基本方針と評価の方法を述べています。次にIVが具体的な評価の

内容になりまして、評価でまず最初に評価における指摘事項についてということで、これは技術評価の過程で出した指摘事項、主なものでこういうことを指摘しましたということを書いておきます。その後具体的な評価の内容を1～7まで書いておきます。

1章でコードの解析モデルの説明をして、2で従来コードからの改訂モデルの妥当性の説明をしています。3章で改良ペレットへの適用の妥当性について説明して、4章で改良被覆管への適用の妥当性を説明しています。5章でコードの検証の結果を説明しまして、6章でコードの適用範囲の内容を確認した結果を示しています。7章でコードの品質保証計画を述べておまして、最後に評価のまとめになっています。

この報告書では1章、2章、3章、各章に最後に評価というものを示しておまして、評価して検討した結果を各章ごとにまとめておきます。8章でそれらすべて全体のまとめを評価のまとめとして記載しています。

最初に申し訳ありませんけれども、iiページの7章のところなんですけれども、7.5が7.3の評価方法になっている。これは7.5の評価に訂正してください。

次のページに最後にVとしまして「評価経過」ということで、この審議の経過をここに示してあります。

あと参考文献。添付1でトピカルレポートへの指摘事項と対応の結果ということで、この評価の過程での指摘事項とそれに対するどのように反映されたかというのを添付1に示してあります。

添付2としましてコメント回答ということで、燃料ワーキンググループの方で出された指摘事項に対する回答を添付2として示しておきます。

目次に沿ってざっと説明いたします。まず「I はじめに」ということで、ここでPRIME03についてのトピカルレポートはいつ申請があって、いつ改訂されたということを示してあります。

「II トピカルレポートの概要」ということで、まず最初に1でコードの内容を述べて、3ページでコードの構成と計算手順を述べておきます。

5ページにいまして、解析モデルの改訂ということで、今回どういうモデルが改訂されているかというのを示してあります。

4で改良ペレットと改良被覆管への適用ということで、ここではPRIME03では新たにどういうペレットあるいは改良被覆管への適用をさせているかということを示してあります。

5でコードの適用対象ということで、このコードがどういうことに対して適用できるか。まず適用対象として、燃料と被覆管をどういう燃料と被覆管に適用できるようにしているかということ。あと解析対象ですけれども、これについては添付書類8の燃料熱機械設計に適用する、あと添付書類10の過渡・事故解析における初期条件設定に使用するというコードの適用対象を示しています。

6でコードの適用範囲ということで、これはこのコードの適用範囲を示してあります。

7でコードの品質保証計画。これはQMSにのっとしてコードが適切に管理されているといったことが示されており。以上がPRIMEコードの申請の概要でございます、こういった内容について最初にまとめております。

10ページのところいきまして、それに対する評価の方針ですけれども、まず最初に評価の基本方針ということで、そこに1～7の項目を挙げておりますけれども、具体的にどういう項目に着目して妥当性を評価したかといったことを7つほどここに示してあります。こういった項目に対してそれぞれ妥当性を評価しております。

評価の方法でございますけれども、評価はどういう形で行ったかという方法を示しております、トピカルレポートに基づいて行い、また技術評価に当たってはヒアリングを行って、申請者から説明を求めた。

(4)のところこういう燃料ワーキングを設置しまして、その審議を経た上で以下をとりまとめて、最終的には意見公募の手段を実施した。これはこれからになりますけれども、そういう方法をとったということを書いてあります。

11ページでは、評価に当たっての留意点というのをそこにまとめてございます。

12ページの方で具体的な評価に移りますけれども、まず最初に評価における指摘事項ということで、これはいわゆる技術評価、ヒアリングの過程で指摘した事項、それに基づいてどういうふうに改訂されたか、主なものを述べてあります。

そこには1～9まで大きな指摘事項を書いておりますけれども、もう少し全体の細かい内容は添付1トピカルレポートへの指摘事項と対応の結果という表を添付してありまして、これに具体的に項目ごとにどういう内容を指摘して、その対応の結果がどうなっているのかというのをこの表の一番右のところの欄に書いてありまして、ここにAppendixとか書いてありますけれども、これはトピカルレポートのどういうところに反映されているかがわかるようにまとめてございます。

前に戻っていただきまして、12ページのところですけども、燃料技術評価については燃料ワーキンググループの審議に付しまして、その指摘事項に基づいての結果を反映させておりまして、このワーキンググループでの指摘事項に対する回答というのは添付2に示してございます。それが一番最後の添付2にありまして、ここに燃料ワーキングで出されたコメントとその回答をまとめて示してあります。この添付2は、先ほど説明したコメント回答も併せて載せてございます。

次に13ページにいまして、コードの解析モデルということで、その解析モデルの評価を行ってありまして、最初に1.1で熱的解析モデルの評価を行ってあります。ここでは計算体系がどうなっているとか、温度分布の計算方法がどうなっているか。

14ページにいまして、ペレット被覆管のギャップ熱伝達係数モデルはどうなっているか。

15ページに移りまして、燃料棒内圧計算はどうなっているかということを示してございます。

次に 1. 2 の機械的解析モデルということで、ここでは機械的な計算モデルはどうなっているかということの評価して計算体系であるとか、有限要素法による計算手法はどうなっているかということを書いてございます。

あと 17～19 ページのところはそのようなフローチャートを、要素分割モデルがどうなっているかというのを示してございます。

20 ページにいきまして、今度は各モデルの説明になりますけれども、1. 3 でまず燃料の物性値及び照射挙動モデルがどうなっているかということの説明しております。燃料の物性値を照射挙動モデルというのはその下に 1～14 まで書いてありますけれども、こういうモデルが組み込まれておりまして、ここで*印を付けたものが今回改訂、追加されたモデルを示しております、この改訂されたモデルについてはそのモデルの妥当性とか適用性というのは次の第 2 章の方で述べております。

今回、対象とする燃料に Al-Si-O 添加ペレットというのを加えておりまして、そのペレットの適用性につきましては第 3 章で述べております。

各モデルの燃料タイプ別の取扱いとかそのモデルの根拠というのを 21 ページの表 IV-1 にまとめておりまして、ここでは燃料タイプ別にモデルの取扱いをどうしているか、あとそのモデルの根拠をずっと 1～14 の各モデルについて示してございます。

ここでは UO_2 と Gd_2O_3 入り UO_2 燃料に対してどういうモデルの取扱いになっているかというのを示しております、モデルの物性値によってはガドリと UO_2 で分けているものがあるし、ものによっては同じものを適用しているものがある。そういうものを仕分けして示してあります。

ここで「○」印が付いていますのが UO_2 の燃料モデルでして、「●」というのはガドリニアの効果を考慮したそれ専用のモデル。-で書いてありますのは、ガドリに対して UO_2 と同じモデルを使うものはそういう形で仕分けてしてございます。

22 ページのところまでまとめて、あとモデルの根拠も一番右の欄に書いてございます。

次に 1. 4 の被覆管の物性値及び照射挙動モデルですけれども、被覆管の物性値、照射モデルとしては (1)～(8) のものを考慮、組み込まれておりまして、今回 PRIME の方では改訂されたものはございません。ただし、その対象とする被覆管として Ziron の被覆管が加えられていまして、この Ziron 被覆管へのコードの適用性については第 4 章で述べております。

24 ページに同じく各モデルの根拠というのをざっとまとめてございます。

この 1. 5 で解析手法及び解析モデルについての評価をしていまして、その結果は (1)～(5) のことを確認しております、(1)～(5) を確認したことによりまして、手法及び解析モデルは妥当であるということで、燃料棒の照射挙動を運転履歴に従って適切に計算できるものと判断したという結果でございます。

次に 26 ページに 2 章で従来コードからの改訂モデルの評価の結果を示しております、従来コードから改訂されたモデルは、(1)～(6) のまでの融点、熱伝導率、リム組織形

成、F P ガス放出、リロケーション、ペレットクリープ、こういったモデルが改訂されておりまして、その変更理由等は前述の表のⅡ-1 に示してあります。

各改訂モデルの概要と妥当性については以下にそれぞれモデルごとに示してありまして、2. 1 でペレットの融点、2. 2 でペレットの熱伝導率、28 ページの 2. 3 でペレットリム組織の形成、2. 4 で F P ガス放出。2. 5 でリロケーション、2. 6 でペレットのクリープということをそれぞれ各モデルについてその妥当性、モデルの根拠を評価しております。最後に 2. 7 で評価をしまして、改訂モデルについては (1) (2) に示すことを確認しております、こういうところで確認したことから同改訂モデルを UO_2 燃料と Gd_2O_3 入り UO_2 燃料の燃料棒熱・機械特性の評価に適用することは妥当なもの判断しております。

次に 32 ページの方にいきまして、3 章で改良ペレットへの適用について評価しております、新設計の 10×10 燃料では照射中の耐 PCI 特性等の向上を図った改良ペレット、アルミナシリカ添加ペレットというのをを用いることが計画されていまして、このコードは改良ペレットに適用できるとしておりますので、その妥当性について検討しています。

改良ペレットに対しては一部のモデルを無添加ペレットのものから改訂されておりまして、その他は UO_2 と同じであるとしております。

ここではまず 3. 1 で添加ペレット、Al-Si-O 添加ペレットの概要を、次に添加ペレットの物性モデル、それぞれ (1) ~ (14) までの燃料の物性モデルがありますけれども、これらの PRIME コード物性モデルに対してどう適用していくかということを検討していきまして、ここの (1) ~ (14) のうちの「#」の印を付けたものが Al-Si-O に対応するために改訂したモデルが示されております。

そのほかのモデルにつきましては、この添加の効果はないということで従来の UO_2 と同じものを用いております。

それが 35 ページから、燃料タイプ別モデルの取扱いの一覧表をモデルの根拠と併せて示しております、ここでは燃料の種類としては 4 種類を挙げておりまして、 UO_2 、 Gd_2O_3 入り UO_2 燃料、Al-Si-O 添加 UO_2 燃料、Al-Si-O 添加の Gd_2O_3 入り UO_2 燃料。これら 4 つの種類の燃料のタイプに対して、それぞれモデルはどういう取扱いをしているか、またモデルの根拠はどうなっているかというのを一覧表で示してあります。

「○」は UO_2 のモデルを示してありまして、「●」がガドリニアの効果を検討したモデル、「▲」は Al-Si-O の効果を検討したモデルになってありまして、「-」は UO_2 と同一のモデルであって、「=」のものは Gd_2O_3 入り UO_2 燃料と同じモデルを用いております。「~」のものは Al-Si-O 添加モデルと同じものを使うという仕分けをしてまとめてございまして。

これは 14 のモデルに対して、それぞれどういうモデルの取扱いをしているかということと、そのモデルの根拠を一覧表にまとめてあります。

あと 33 ページに戻っていただきまして、Al-Si-O に対応するために改訂したモデルそれぞれについて概略とその妥当性を示してありまして、まずペレットクリープはもう既

に 2. 6 で示してあり、(2) で F P ガス放出モデルについて説明して、34 ページの (3) でリロケーションのモデルの妥当性について示してございます。

その Al-Si-O の添加適用性に対する評価結果を 40 ページに示してありまして、そこに書いてあるように (1) ~ (3) に示すことを確認しておりまして、ここの改訂されたモデルの妥当性というのが測定データあるいは検証結果によって確認されているということで、この PRIME03 コードを Al-Si-O 添加ペレットの評価に適用することは妥当なものだと判断するとしております。

次に 41 ページに移りまして、改良被覆管への適用ですけれども、やはり 10×10 燃料に対しては水素吸収の抑制を図って、改良 GNF-Ziron というのを採用することを計画しておりまして、この PRIME コードの改良被覆管への適用の妥当性について評価しております。

4. 1 で Ziron の被覆管の概要、どういう被覆管であるかということを書いてありまして、次に 4. 2 の方で被覆管の物性モデルの適用、どういう扱いをするかということをお述べております。

42 ページの方に被覆管の物性モデルを示してありまして、これらはすべてのモデルに対して合金組成の影響が余りないということで、ジルカロイ-2 と同一のモデルを用いるとしておりまして、そういったことの妥当性を次の (1) からずっと各モデルについて検討しております。

その結果を 46 ページの表 IV-4 の方にまとめてありまして、ここで各モデルに対する被覆管のタイプ別の取扱いをモデルの根拠と併せて示してありまして、被覆管の物性モデル (1) ~ (8) に対してはジルカロイ-2 と同じモデルを使うとしておりまして、その妥当性については先ほどの 42 ページからのところでそれぞれのモデルについて検討しております。

評価の結果ですけれども、47 ページの 4. 3 の評価のところ、そこに書いてある (1) ~ (2) のことを確認しておりまして、Ziron の被覆管の熱的・機械的特性がジルカロイ-2 と同等であるということで測定データあるいは文献データによって確認されているということで、その PRIME03 コードを Ziron 被覆管に対してジルカロイ-2 と同じモデルを適用して解析することは妥当なものだと判断しております。

48 ページに移りまして、5 章、ここでコードの検証を評価しておりまして、モデルが追加、改訂されておりまして、その改訂された PRIME03 コードの燃料棒・熱機械特性解析への適用性を確認するため、以下のことを目的としてコードの検証が行われています。

1 つがコード全体として燃料照射挙動を適切に予測できることを確認するということ、全検証データに対してコードの予測が総合に満足できる精度となるように、調整パラメータを含む一部のモデルのパラメータを調整してコード全体を調整する。コード全体の調整によって最適化されたコードの予測の不確かさを定量化する。これがコード検証の目的となっております。

今回のコードの改訂に伴うモデルの改訂と、コードのチューニング、改訂されたコードの適用の流れというのは 49 ページの図 IV-4 に示してありまして、ここで図の左のところで黄色の網かけでくくってあるところが、いわゆるコードの改訂の流れになっていて、今回のトピカルレポートの評価の適用範囲になっています。

ここで上の段から各モデルを改訂して、それを組み込んで、コードの検証を行っています。予測精度が最適になるように調整パラメータのモデルを調整して、コードのチューニングを行う。その最適化された結果に基づいて、コード予測の不確かさを設定する。ここではコード予測の不確かさというのは出力に置き換えて不確かさを定義しておりまして、そこで設定された出力の不確かさというものは燃料設計の解析の方で適用されるという流れになっております。

48 ページ、検証データですけれども、検証に使われたデータは 4 つの項目がありまして、1 つが燃料の中心温度、F P ガス放出率、燃料棒内圧、被覆管直径変化、この 4 つの項目のデータを用いて検証がなされています。

このデータベースは主にハルデン炉試験データであるとか、国際共同研究データ、商用炉の試験データ、その他の試験炉データから成ってありまして、そのデータベースの概要が 50 ページの表 IV-5 に、どういうデータソースかということが示されております。

5. 2 の方でコードの調整の話の評価しておりまして、今回 51 ページに改訂されたモデルがそこに 6 つほど改訂されておりまして、このうち調整のパラメータを含む調整モデルというのはそのうちの 3 つでして、リロケーションモデル、F P ガス放出、リム組織形成のスエリングに与える程度を表す定数、こういったものがコードの調整のパラメータを含むモデルになってありまして、これらを調整することによってコードを最適化させております。

具体的にどういうことかは 52 ページにそのコードの調整の流れを示してございます。

53 ページの 5. 3 の方でその検証の結果を示してありまして、まず (1) として燃料の中心温度、その結果を述べてございます。

54 ページにその一例として、 UO_2 燃料と Gd_2O_3 入り UO_2 燃料の中心温度の検証結果が示されておりまして、非常によく一致しているという結果が示されています。

次の (2) で F P ガス放出率の結果をまとめてありまして、(3) で燃料棒の内圧、(4) で被覆管の直径変化の結果をまとめております。

56 ページの 5. 4 でコード予測の不確かさを検討しておりまして、PRIME03 コードではコード予測の不確かさというのは出力に換算してありまして、検証結果のばらつきを包絡できるように出力の振幅が定量的に定められております。それに加えて、F P ガス放出モデルの設定条件をより厳しい結果となるように設定してあります。

以上のコードの検証の結果が 5. 5 の評価にまとめてありまして、(1) ~ (5) に示すことを確認できたということで、この PRIME03 コードはコード予測の不確かさを適切に設定することによって、同コードを UO_2 やガドリニア燃料、アルミナ添加燃料の燃料棒の

特性評価に適用することは妥当なものと判断しています。

また、コードの検証範囲というのは通常運転時の使用条件を包絡していることから、同コードを過渡・事故解析の初期条件設定に適用することは妥当なものと判断しております。

58 ページ、コードの適用範囲を検討しております。コードの適用範囲は基本的にコードの検証範囲内に設定されるわけですが、その適用範囲が一部によっては検証データの範囲を超えて外挿されているものがありますけれども、そのものについては外挿範囲における適用性を検討して適用範囲の妥当性を確認しております。

それは 6. 3 で示しております。まず 6. 1 の適用範囲では対象とする燃料と対象とする被覆管がこういうものであるということを述べていまして、まず (1) の方で燃料仕様の適用範囲。これはどういう燃料のスペックか 59 ページに示してありますけれども、こういうスペックのものに対して適用できるということを示しています。

(2) で設置許可申請書の解析でどういう解析に適用するかというのを示していまして、それが 60 ページの表 IV-7 に示してありまして、添付 8 の機械特性評価、添付 10 の解析に使う初期条件の設定といったものに適用すると示しています。

6. 2 の検証範囲ですけれども、ここでモデルとかコードがどういう範囲で検証されているか検討しております。(1) モデルの検証範囲、これはトピカルレポートに示されていますが、各モデルごとに検証範囲はこういう範囲で検証されているということを確認。適用範囲を十分包絡するような形で検証されていることを確認しています。

あとコードの検証範囲ですけれども、これも各燃料中心温度とか F P ガス放出率、燃料棒内圧、被覆管直径変化等、それぞれどういった範囲で検証されているかを確認しております。大部分のものは、データの検証範囲というのはその適用範囲を満足しているんですけども、一部のものについては外挿されているものがある。その妥当性については 61 ページの最後の 6. 3 の適用範囲の検討というところで評価しております。検証データの範囲を超えて外挿されている評価項目については、その評価項目ごとに外挿領域でその挙動を支配する因子を分析して、各モデルの検証範囲等を考慮して、外挿することの妥当性を検討しています。

まず最初に燃料中心温度評価パラメータで、幾つかのパラメータでその適用範囲に外挿するものがありますけれども、そういったものの妥当性について述べております。

62 ページの (2) で、今度は F P ガス放出評価に関するパラメータで外挿しているものでありますけれども、その外挿性、妥当性をここで述べています。

63 ページの (3) で、燃料棒内圧評価パラメータの適用範囲の外挿性についてここで評価しております。

64 ページの (4) で、被覆管直径変化評価のパラメータで外挿しているものについてその妥当性について評価をしております。

以上の結果を 66 ページの評価でまとめております。この適用範囲について評価して (1) ~ (4) のことを確認しております。PRIME03 コードの適用範囲というのはモ

デルの検証範囲及びコードの検証範囲に基づき適切に設定されていることから、同コードの適用範囲は妥当なものと判断しております。

7章でコードの品質保証計画を評価していきまして、まず7.1で品質保証計画の概要、こういったものかを述べまして、次に品質保証計画の評価する場合の評価の基準を7.2で述べまして、ここには(1)～(3)の3つの評価基準を定めていきまして、これに基づいて評価をしていきます。

68ページで具体的な評価の方法ですけれども、今、示した3つの評価項目に対して着眼点というのをそれぞれ設定して、それに基づいて評価を行う。

その着眼点は70ページの方に、小さいんですけれども、評価がありまして、ここに各3つの評価項目に対する着眼点、その結果をまとめていきます。

その大きいものはお手元の下のところA3のものが用意してありますけれども、最終的にはA3のものをとじ込みますけれども、今回はA4に縮小したものが入っています。

7.4で確認結果。これが先ほどの表に書いてあるものの結果ですけれども、それをまとめて示してあります。

69ページに評価の結果を7.5で書いていきまして、品質保証計画というのが(1)～(3)の基準を満たしているということで、適切に管理されていることから妥当なものと判断しております。

71ページに最後の全体の評価のまとめを書いてありまして、これは今までの各項目に沿って(1)～(9)にまとめていきまして、そのことを確認している。ここでは解析モデルの妥当性であるとか、適用範囲の妥当性、改訂モデルの妥当性、改良ペレット、改良被覆管のここに適用することの妥当性、コード予測の不確かさの設定がきちんとしているということと、コードの適用範囲を適切に設定されていること、品質保証計画がきちんつくられていて、コードが適切に管理されるということをもとめています。

72ページは読ませていただきます。

「以上のおり、トピカルレポート『燃料棒熱・機械設計コード PRIME03 について』は本トピカルレポートに記載された適用範囲及び適用解析項目の範囲で当該コードをBWR燃料の燃料棒熱・機械特性の解析評価に適用することは妥当なものと判断する。

今後、設置（変更）許可申請において当該トピカルレポートが参照された場合においては、本トピカルレポートに示された解析コードの不確かさが燃料棒の熱機械解析に適切に取入れられていることを確認する必要がある。

また、申請者においては、新設計の Al-Si-O 添加 UO_2 燃料や Ziron 被覆管を含めて燃料の使用経験、試験・研究等によって、より多くの知見が蓄積されていくものと考えられる。本トピカルレポートは、申請者の品質保証計画に従って更なる知見や実績等の蓄積に基づいて必要に応じて適宜見直しがなされるべきものである。

本評価は、トピカルレポートに記載された適用解析項目に用いる燃料棒の熱・機械設計コードについて評価を行ったものであり、燃料棒の材料特性及び照射特性のうち燃料棒

熱・機械設計コードでモデル化されていない項目（例えば、被覆管の腐食・水素吸収、水素吸収に伴う機械特性の変化他）、燃料棒の機械設計の手法等は対象としておらず、これらについては個別の安全審査で審査する必要がある」とまとめております。

73 ページに評価の経過を載せておりました、これについては申請に基づいてその評価をして、その評価した結果をとりまとめたものであって、評価の過程ではヒアリングを実施するとともに、この燃料ワーキンググループを設置してその審議を経て、その過程においては意見公募を実施したということを書いています。

あと、この燃料ワーキンググループの委員の構成を下に記載してございます。

74 ページに参考としまして、検討の経緯がありまして、最初に燃料ワーキンググループの設置があって、その後、第1回～第5回の会合の経過が書いてございます。あと意見公募、これはこれからの予定ですけれども、予定をしてございます。

以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。一応これが評価報告書ということで、最終的にこれを完了させることがこのワーキングの仕事ということになります。

ただいまの御説明内容につきまして御質問等はございますでしょうか。

○黒村統括安全審査官 1点だけ補足させていただきます。後ろの方の添付で先生方からいただいたコメント、多分これはマスキングする部分があったかと思うんですが、そこはこの資料全体はマスキングなしの資料で作成したいと思いましたので、若干文言は変えさせていただきます。

○寺井主査 いかがでしょうか。

古田委員、どうぞ。

○古田委員 簡単なことから教えていただきたいのですけれども、いろんなところに出てくるのですけれども、例えば 21 ページ、表がありますね。この表だと実験データというのと文献データというのが出てくる。その他には次のページにいくと、照射試験データというのが出てくる。本文の中には測定データというのが出てくる。いろんなデータの使われ方があるんだけれども、その辺はどうなっているのでしょうか。素朴な疑問なんです。

○中島主席調査役 照射試験というのは実際に照射された試験で、実験というのはそういう照射を伴わないような室内とかそういったような。

○古田委員 その区別をこの中からやっておかなくていいのでしょうかというのが素朴な疑問。第1点は、それがばらばらに使われているからどうしようかなと思ったんです。

本文の中には測定データというのが出てきますね。我々が一体何をやったかというのはもう少しきちっと言葉を使い分けして区別していかないと、読まれる方が混乱するといけないので、それは私個人的に考えたいと思います。

○中島主席調査役 文献といっているのは自分たちが取ったデータではなくて、実験、測定というのは。

○古田委員 わかるのですけれども、それをもしなんだったら注を入れるか、何かしない

と不親切だなという気がいたしましたので、よろしく申し上げます。

○寺井主査 それは例えばその文言が何を指しているか注を入れてあげるようなことで対応していただければ。同じ意味合いで別々の言葉が使われていると混乱を招くので、同じ内容のものについては言葉を統一した方がいいかなと。

○古田委員 照射試験データというのだったら炉外試験みたいなものにしたのがいいのかもしれないし、その辺は考えていただければありがたいです。

○寺井主査 では、その辺の文言の使い方については少し御検討ください。
どうぞ。

○古田委員 その次に簡単なことですが、この報告書の一番最初の1ページに「はじめに」というのがありまして、これは技術評価結果をまとめたものである。これが目的らしいんですが、はっきりした目的を書かなくてよろしいんでしょうか。この報告書の目的というのはどこにあるのか。

例えばこのPRIMEを使ってBWRの燃料の評価を10×10で細かいのでいろいろベースにしても、そういうことをやることに対する技術評価をした結果であるというような格好にしないと、することを目的にするとしないと少しおかしいのではないかと思う。明瞭になっていないと思うんです。

最後は結論はこれを使いますという書き方。72ページになってくると、一番頭に以上のとおりにトピカルレポートと書いて、3行目に解析評価に適用することは妥当なものと判断するとあるわけですから、これと対応するような目的をきちっと出していただいた方が報告書としてわかりいいのではないのでしょうかということです。

○黒村統括安全審査官 そこはトピカルレポート制度の部分も含めて、「はじめに」のところは結論とも合うようにさせていただきます。

○古田委員 ちょっと直していただければいいです。

○寺井主査 わかりました。その辺は非常に大事で、「はじめに」のところでは結論との整合性ですね。これは特にトピカルレポートとしては初めての話なので、少しその辺のところも補足して。

○黒村統括安全審査官 制度のところも補足したい。

○古田委員 当面ちょっとそこまでにして。

○寺井主査 ありがとうございます。今の2件につきましては、事務局の方で御対応を検討いただければと思います。

出光委員、どうぞ。

○出光委員 46ページの表なんですけど、先ほど古田委員が言われたことと関連と言えれば関連なんですけど、実験データに基づきモデル化というのがだーっと並んでいるんですけど、(5)のところのジルカロイ-2の横の実験データだけ(4)で後ろの多分論文だと思うんですけども、これだけあってほかのは何もないんですけども、この。

○中島主席調査役 全部付けられるんですけども、やはり代表的なものということと宣

伝も兼ねて J N E S のやった実験だけをピックアップして活用されているということで、全部あるんですけども、JNES 分だけ活用されているという。

○黒村統括安全審査官 そこはリファレンスは付けた方がいいと思います。

○出光委員 付けるのだったら全部付けられた方がいいと思います。後ろにリファレンスはあるんだけど、一体どれがどこで活用されてリファレンスされているのかというのはざっと見ていって余りよくわからなかったんです。ここにだけあったから、これは多分引用だろうなと思ったんだけど、ほかの引用がどこにあるのかがわからなかったということです。

○寺井主査 その実験データ、文献の出典、実験の出典については統一的に精度よく書いていただけるといいかなと思います。ありがとうございます。ほかはいかがでしょうか。どうぞ。

○前田委員 72 ページ、最初の御紹介でもありましたが、今回いろんな設計、トータルでのトピカルレポートではなくて、設計コードに限ったトピカルレポートと位置づけられており、いろんなトピカルレポートとしてほかのものも今後出る可能性はあると理解しています。そうすると、最後の個別の安全審査で審査する必要があるということで、今回のトピカルレポートの範囲外についてなんですけど、まだ等か何かで例えばほかの設計、強度評価とかこういった部分のトピカルが出る可能性もあると理解すると、等という形で少し含みを残した方がいいのかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

○馬場グループ長 前田さんがおっしゃったのは、72 ページの一番最後の行のところで個別の安全審査と書いているところを審査の後に「等」を入れてはどうかという。

○前田委員 そうです。つまりほかのトピカルレポートがもう出てきて、それも使われてくるという可能性があるのではないですかということを考えておくということです。

○馬場グループ長 私はそれでいいと思います。

○寺井主査 今の御指摘について、そういう形で「等」を追加していただくということをお願いをいたします。

古田委員、どうぞ。

○古田委員 まだ私の考えがまとまっていないんですけども、61 ページの 6.3 の適用範囲の検討と書いてありまして、そのところで例えば 1 番目の燃料中心温度というのがありますね。そういうところで 62 ページに入って、要するに適用範囲や検証データの範囲を超えているものはないというのが UO_2 だと、だから大丈夫だと。超えているところについては以下のように考えるとなっています。相手が考えていますというお書き振りですね。そういう理解でよろしいですね。

○中島主席調査役 はい。

○古田委員 そうしていくと、その次のところで我々が評価するというのが 6.4 だと解釈すればいいわけですね。

○中島主席調査役 そうです。この文章だとそういったことを確認したと。

○古田委員 確認しましたという書き方で設定されている。確認したというよりも、それは我々が確認してそれはOKだと言わなければいけないですね。それが一番最後の行だという。

○中島主席調査役 確認できたことから妥当だと。

○古田委員 論理構成はそれでいいんだと思うんだけど、読んでいてちょっと。わかりづらいのは、相手方があって、確かに評価できるとか、評価できるとしているとかというところがミソなんだろうけれども、読みにくいなと思っていました。

○中島主席調査役 こういうところで分けている。

○古田委員 おわけになっていることはよくわかるんですけども、ぱっと御説明を伺っているときにはいささかわかりづらいなと思っていました。よく見てみないといけない。

○寺井主査 引用形にしたり、あるいは受動態にしたりということで、申請者側の主張をここに書いてあるということですね。

○中島主席調査役 評価のところだけがこちらの言葉だと。

○古田委員 わかるんですけども、評価だけがこちらでよろしいわけですね。なるほど。

○佐久間課長補佐 確かにここは使い分けはしているんですけども、全部をきっちりみれていないところもあるかもしれません。抜けているところ。

○古田委員 こちら側も最後の6. 4のところなどはみんなされている、されている、それを確認したという格好になってしまっているから、我々が評価するのに確認しただけなのかというのも何となく不安が残るような感じがするので、考えた方がいいのかなという。今は思いつかないです。

○佐久間課長補佐 もう少し強めに我々の意思が反映されるような形の文言にした方がいいのかもしれないね。

○古田委員 いいんだと思いますけれどもね。佐久間さんは慣れてらっしゃるからお願いします。

○佐久間課長補佐 ただ、余り書き過ぎると。確かにいろんなもの全部が確認した妥当だ、確認した妥当だという追々後ろがなくなってしまうところもある。最後にバスケットクローズのような形で妥当と判断したという形でまとめるところはいいと思うんですけども、もう少し我々の意思が出るような文言を検討していったらいい。

○古田委員 場合によっては評価のところなどもちょっとくどいかもしれませんけれども、例えば一番最後のところで今ちらっと見たときに気がついたんですけども、最後に同コードの適用範囲は妥当なものであるというようなことが書いてあるから、適用範囲を我々はこうだよといって一応繰り返えすというのも1つの方法かなと。1つの例としてそういうようなことをすればもう少しはっきりするのではないかということです。

○黒村統括安全審査官 どうでしょうか。休憩を挟んで。

○寺井主査 それでは、まだ御意見あるかと思いますが、休憩を挟ませていただきたいと思います。10分間ということでよろしゅうございますか。

○黒村統括安全審査官 はい。

○寺井主査 10分間休憩を挟ませていただいて、再開をさせていただきたいと思います。現在、3時13分。23分ということでもいいですか。

では、15時23分から再開ということをお願いできればと思います。よろしくお願いいたします。

(休憩)

○寺井主査 それでは、お約束の時間になりましたので、続けさせていただきます。

まず先ほどの資料4-1についての御質問でございますが、途中休みを入れましたけれども、何か特に御質問はございますか。よろしゅうございますか。

それでは、とりあえずこの資料4-1につきましては、一旦終わらせていただきまして、引き続き事務局から資料4-2、CARO-NAについての報告書の方を御説明お願いいたします。

○中島主席調査役 それでは、資料4-2に基づきまして、CARO-NAの評価報告書(案)を説明いたします。

最初に目次ですけれども、これは先ほどのPRIMEと全く同じになっております。Iで「はじめに」、IIで「トピカルレポートの概要」を述べて、IIIで「評価の方針」、IVで「評価」の内容を述べております。

同じように最初に評価における指摘事項について述べていまして、その後、1章コードの解析モデル、2章従来コードからの改訂モデル、3章で改良被覆管への適用、IV章でコードの検証、5章でコードの適用範囲、6章でコードの品質保証計画、7章で評価のまとめを述べまして、各章ごとに評価の結果を入れてございます。

Vで「評価経過」を述べまして、次のページにいきまして、参考文献、次に添付1で技術評価の過程で出されたトピカルレポートの指摘事項とそれの反映の結果を添付1に示しまして、添付2の方では燃料ワーキンググループで出された指摘事項に対する回答を載せてございます。

これは全くPRIME03と同じ構成になっています。では、最初に「はじめに」ですけれども、ここではトピカルレポート CARO-NA がいつ申請されいつ改訂されたかというのを書いてございます。

IIでトピカルレポートの概要ということで、これは CARO-NA コードがどういうコードに適用するのかということを書いていまして、それは1章のコードの概要の方で書いてありまして、CARO-NA は UO_2 とか Gd_2O_3 入り UO_2 燃料、被覆管はジルカロイ-2 と改良被覆管に適用するということを概要で述べていまして、

3ページにいきまして、2章でコードの構成と計算手順をざっと述べておりまして、3

章で解析モデルの改訂ということで、今回どういうモデルが改正されたかというのを表Ⅱ-1に示してあります。

4章で改良被覆管への適用ということで、今回10×10燃料に適用するというので、水素吸収特性を改善したHiFi被覆管の採用が予定されていまして、CARO-NAコードはこれに適用できるとしていることを述べています。

あと5章のコードの適用対象ですけれども、どういう材料の燃料や被覆管に対して適用するものであるかというのを表Ⅱ-2にまとめてありまして、あと適用解析対象はどういうものかということで、添付8の燃料機械特性評価、添付10の過渡・事故解析における初期条件に使用されると書いてあります。

6章でコードの適用範囲ということで、その適用範囲を表Ⅱ-3にまとめております。

あと7章でコードの品質保証計画を書かれております。

ざっとあと6、7に移って表がありまして、これは申請の概要になっていまして、次に8ページで具体的な評価の方に移りますけれども、Ⅲで評価の方針、最初にまず評価の基本方針を述べていまして、具体的な評価の着目点というのを1～7挙げていまして、これらについて妥当性を評価するとしております。

ここに挙げた基本方針の7つの項目に対応して、最後の評価のまとめのところにこれに対応した形でこれに対する結論、結果を書いてあります。

次に2章で評価の方法ということで、これは先ほどのPRIMEと同じようにこのレポートに基づいて評価を行って、(4)に示しますように燃料ワーキングの審議を経た上でとりまとめて、最終的には意見公募の手続を実施したということ述べております。

その後に留意点を同じように挙げて、次に10ページから具体的な評価の内容を示してありまして、10ページの最初に評価における指摘事項についてということで、これはこれまでの技術評価の過程で指摘した事項のうち主なものを1～9について示してありまして、もう少し具体的な指摘事項、その対応の結果は添付1、一番最後になりますけれども、これが先ほどのPRIMEと同じようにこれまでのヒアリングの過程で出してきた指摘事項とそれにどう対応してきたかということ添付1の表に示してありまして、この添付表の右から2つ目のところが指摘事項で、その一番右の欄がその結果どういうふうに対応したか。これは現在の改訂されたトピカルレポートのどこに反映されているかというのを示してあります。

10ページに戻っていただきまして、更に燃料ワーキングの審議の過程で指摘された事項も反映されていまして、このワーキングでどういうことが指摘されたかということが添付2にコメント回答という形でまとめてございまして、ここではこれまでの、今回の分も含めて、第6回分も含めてコメント、指摘事項とそれに対する回答をまとめてございまして、先ほど黒村統括からあったように、非公開の事項は抜いたような形でまとめてございまして。

次に11ページ、ここから具体的な各基本方針に従って項目ごとの評価を実施していきまして、まず最初にコードの解析モデルの評価をしてあります。

最初に 1. 1 で熱的解析モデル、これの評価を行っていきまして、これは先ほどの PRIME と同様な計算体系であるとか温度分布の計算は、12 ページの方に行きまして、ギャップ熱伝達モデルがどうなっているとか、あと PRIME とはコードの構成が違っていきまして、(4) でペレットの被覆管のギャップ幅の計算をここでやっていきまして、それがどうなっているか、F P ガスの放出モデルや燃料棒の内圧はどうなっているかというのをまとめています。

13 ページの 1. 2 で機械的解析モデルの説明をしていきまして、ここでは計算体系であるとか、14 ページに行きまして、有限要素法による解析の手法はどうなっているかというのをまとめていきます。

15～18 ページまでフローチャートとモデルの分割の図を載せていきます。

18 ページに行きまして、今度各燃料のモデルとか被覆管のモデルについてですけども、まず最初に 1. 3 で燃料の物性値と照射挙動モデルを紹介していきます。そこに (1)～(14) にあるのが燃料に関するモデルですけども、このうち*印で示してありますが、従来コードから今回改訂されたモデルになっています。

これらのモデルの燃料タイプ別の取扱いとその根拠はどうなっているかというのは、20 ページの表の IV-1 にそれぞれ 14 のモデルごとに、燃料タイプ別の取扱いがどうなっているか、あとモデルの根拠がどうなっているかというのを示してあります。記号の意味は先ほどの PRIME と同じになっています。

次に 22 ページの方で 1. 4、被覆管の物性値と照射挙動モデルの取扱いを評価していきまして、ここで被覆管の物性モデルとしては 1～8 のモデルがありまして、このうち*印ですけども、照射硬化に関するものが改訂されています。その妥当性につきまして第 2 章で述べていきます。

今回、新たに HiFi 被覆管を加えていきまして、このコードの被覆管への適用性の妥当性について第 3 章で述べていきます。

23 ページの表 IV-2 に各被覆管物性モデルの根拠というのを一覧表として指し示していただきます。

今までの解析手法及び解析モデルに関する評価の結果、これが 23 ページの 1. 5 に書いてありまして、(1)～(5) のことを確認していきまして、24 ページにまとめていきますけれども、以上の結果から CARO-NA コードの解析手法、解析モデルは妥当であって、燃料棒の照射挙動を解析に適用することは妥当、適切に計算できるものと判断するとまとめていきます。

次に 25 ページの 2 章で従来コードからの改訂モデルの評価を行っていきまして、今回改訂されたモデルが (1)～(8) に示すモデルになっています、改訂の内容とか理由は前述の表の II-1 にまとめていきます。

以下に各モデルの概略とその妥当性を述べていきまして、次に 2. 1 の方でペレットの熱伝導率。

ずっといきまして 27 ページの 2. 2 でペレット融点モデルの根拠について検討して、

27 ページの 2. 3 で被覆管の照射硬化の根拠とその妥当性を確認して、28 ページの 2. 4 でペレットの熱膨張モデルの検討を行って評価しています。

29 ページでは 2. 5 で焼きしまりモデル、2. 6 でスエリングモデル。

30 ページにいきまして、2. 7 でペレットリム組織形成に関するモデルの評価をしています。2. 8 で F P ガス放出モデルの評価を行っておりまして、最終的な改訂モデルの評価の結果を 31 ページの 2. 9 のところで行っていきまして、そこに書いてある 1 ~ 2 のことを確認しておりまして、その改訂モデルが適切にモデル化されていて、改訂モデルを組み込んだコードの検証結果から、適切に予測できることを確認できたということから、このモデルを燃料棒熱機械特性評価に適用することは妥当なものとして判断してまとめております。

32 ページに、今度は 3 章としまして改良被覆管への適用の妥当性について検討しております。CARO-NA では 10×10 燃料に対して新しい改良被覆管 HiFi を適用するとしまして、同コードを HiFi 被覆管へ適用できるとしまして、その妥当性を検討しています。

3. 1 でまず HiFi 被覆管の概要をどういう組成であるとかどういう特性があるということを書いていきまして、3. 2 で HiFi 被覆管の照射の特性を評価するための試験を行っておりまして、その概要を示しています。表 IV-3 にどういう試験をされたかという試験の概要を示してあります。

34 ページ、今度は HiFi 被覆管の物性モデル、被覆管の物性モデルはどのようなモデルが組み込まれているかというのはそこに示してありまして、これらのモデルなんですけれども、どのような物性モデルを使うかということなんですけれども、HiFi 被覆管とはジルカロイ-2 に比べて合金組成がわずかに違うだけであって、その影響はほとんどないということから、ジルカロイ-2 の被覆管と同じモデルが適用できるとしてあります。

その妥当性を 1 からずっとモデルごとに評価しておりまして、その結果を 38 ページのところにもまとめてありまして、ここでは各被覆管の物性モデルに対してどのようなモデルを被覆管タイプ別に取扱いをしていくかというのをまとめてありまして、またそのモデルの根拠、なぜ同じモデルが使えるかというような根拠を述べてあります。

被覆管としてはジルカロイ-2 と HiFi があって、検討した結果、HiFi に対してもジルカロイと同じものが使えるということを確認しておりまして、その結果をここにまとめてあります。

40 ページに CARO-NA コードの改良被覆管への適用について評価した結果をまとめてありまして、(1) ~ (2) のことを確認できたということで、HiFi 被覆管の熱的・機械的特性がジルカロイ-2 と同等であることというのが測定データ等によって確認できているということで、ジルカロイ-2 と同一モデルを HiFi に適用することは妥当なものとして判断するとまとめてあります。

41 ページで 4 章コードの検証については、先ほどの PRIME と同じですけれども、一番上の段にありますように 3 つの項目を目的として実施されています。最終的にはコードの

調整を行って、最適化を行って、最適化されたコードの予測の不確かさを定量化する。これがコードの目的になっています。

そのコードの改訂に伴うコードの調整、実際のコードの許認可解析の適用の流れというのを次の 42 ページの図 IV-5 に書いてあります。この流れは先ほどの PRIME と同じようになっています。

前の 41 ページの 4. 1 の検証データ。どういう検証データが得られているかということなんですけれども、そこは PRIME と同じように燃料中心温度、F P ガス放出率、燃料棒内圧、被覆管直径変化、これらのデータがあって、これらに対して検証を行っています。

データベースとしてはハルデン炉の試験データですとか、国際共同試験のデータ、商用炉試験のデータ、その他の試験のデータ、これは PRIME と同様になっています。

43 ページに 4. 2 としてコードの調整の評価をしております、PRIME コードでは 43 ページに「●」で示してある項目が改訂されていますけれども、このうち調整パラメータを含むモデルというのは F P ガス放出モデルだけでして、このモデルを調整することによってコード全体に実施されて、コードの最適化がなされています。

その流れは 44 ページの方に書いてありまして、どういうモデルが改訂されて、どこのモデルをどういうふうにして調整しているかというのがそこに示されています。

45 ページの 4. 3 に検証の結果をまとめてありまして、(1) に燃料中心温度の検証結果、(2) に F P ガス放出率の結果、(3) として燃料棒内圧の結果、(4) 被覆管の直径変化の結果を示してあります。

検証結果からコード予測の不確かさを設定していますけれども、46 ページの 4. 4 に書いてありますように、先ほどの PRIME と同様にコード予測の不確かさというのは出力換算されてすべての検証結果の不確かさを包絡できるように出力の振幅が定量的に求められています。

検証結果の評価のまとめが 47 ページに示してありまして、CARO-NA コードの検証結果を評価して、(1) ~ (5) に示すことを確認しております。

(1) ~ (5) のことを確認できたということで同コードを UO_2 、 Gd_2O_3 入り UO_2 燃料の燃料棒熱・機械特性評価に適用することは妥当なものと判断しております。また、そのコードの検証範囲は通常運転時の使用条件を包絡していることから、同コードを過渡・事故解析の初期条件設定に適用することは妥当なものと判断しております。

48 ページ、コードの適用範囲になります。先ほどの PRIME と同じなんですけれども、コードの適用範囲は基本的にコードの検証範囲内に設定されるわけですが、一部のものはその検証データの範囲を超えて外挿されているものがありますけれども、その外挿範囲における適用性はそれぞれ個々に検討して、適用範囲の妥当性を確認しています。

5. 1 で適用範囲です。ここでは適用範囲として対象とする燃料、被覆管は何であるかというのを書いて、次に (1) で燃料の仕様の適用範囲ということで、燃料のスペック、適用範囲のスペックを 49 ページの表 IV-5 に示してあります。

(2)の方で設置許可申請書の解析。どういう解析に適用するかということを示してありまして、それが50ページの表IV-6に示されていまして、添付8の熱機械特性解析、添付10の過渡・事故解析の初期条件の設定といったことに適用されると示してあります。

51ページの5.2で検証の範囲ですけれども、このモデルとかコードはどういった範囲で検証されているかということを示していまして、具体的な適用範囲、検証範囲というのはトピカルレポートに書いてありますけれども、当然その適用範囲を十分に包絡するような形でモデルの検証がなされています。

コードの検証範囲なんですけれども、これは項目ごとに検証範囲を評価しておりまして、すべてのパラメータの適用範囲がデータの検証範囲でカバーされているわけではなくて、一部のものはその検証データの範囲を超えて外挿されておりまして、それらについての外挿の妥当性については、次の5.3の適用範囲の検討というところで妥当性を評価しています。

51ページの下ですけれども、検証データの範囲を超えて外挿されている評価項目については、その評価項目ごとに外挿領域でその挙動を支配する要因を分析して、各モデルの検証範囲等を考慮して外挿することの妥当性を検討しております。

52ページ、項目ごとに評価していまして、まず(1)の方で燃料中心温度評価をするパラメータの一部が適用範囲の外挿をされている。その妥当性をここで述べていまして、(2)ではFPガス放出評価に係るパラメータの適用範囲の外挿の妥当性について述べています。

53ページの(3)で燃料棒内圧の評価パラメータの適用範囲の外挿性の妥当性について検討していまして、(4)で被覆管直径変化評価パラメータの適用範囲の外挿の妥当性について検討しています。

その結果を55ページの5.4の評価にまとめていまして、CARO-NAコードの適用範囲について評価して、以下の(1)～(4)のことを確認しております。(1)～(4)のことを確認できたということで、CARO-NAコードの適用範囲はモデルの検証範囲及びコードの適用範囲を適切に設定されておって、同コードの適用範囲は妥当なもの判断されております。

56ページの6章でコードの品質保証計画を評価していまして、まず6.1で品質保証計画の概要を述べておりまして、次に6.2でこのCARO-NAコードに対する品質保証計画をどう評価するかという評価の基準を56ページの下のところ3つ挙げてあります。

これは先ほどのPRIMEと同じ評価基準になっていまして、この3つの評価基準に基づいて評価しますけれども、その評価のポイント、着眼点は何かというのが6.3の評価方法に書いてありますけれども、その具体的な内容というのは60ページ、A3の表をA4に縮小してありますけれども、その表のところ各評価基準に対する着眼点、ポイントは何か、その結果をまとめてここに示してあります。

前に戻っていただきまして、57ページで評価基準に基づいて評価した結果が6.4の確認結果というところでまとめております。

最後に 59 ページの 6. 5 です。評価基準を定めた 3 つの評価基準を満足しているということを確認できたということから、コードが適切に管理されているというのを判断できるとしております。

最後に 61 ページに今までの全体のまとめを挙げてありまして、先ほど基本方針で述べた項目に対応した形で評価した結果を下の (1) ~ (8) にまとめてございます。

61 ページの一番下のところ、先ほどと同じようにこのまとめは読ませていただきます。

「以上のとおり、当該申請のトピカルレポート『燃料棒熱機械設計コード CARO-NA について』は、本トピカルレポートに記載された適用範囲及び適用解析項目の範囲で当該コードを BWR 燃料の燃料棒熱機械特性解析の評価に適用することは妥当なものと判断をする。

なお、今後の設置（変更）許可申請において当該トピカルレポートが参照された場合においては、本トピカルレポートに示された解析コードの不確かさが燃料棒の熱機械解析に適切に取入れられていることを確認することがある。

また、申請者においては、新設計の BWR 燃料や HiFi 被覆管を含めて燃料の使用経験、試験・研究等によってより多くの知見が蓄積されていくものと考えられる。本トピカルレポートは、申請者の品質保証計画に従って更なる知見や実績等の蓄積に基づいて必要に応じて適宜見直しがなされるべきものである。

本評価はトピカルレポートに記載された適用解析項目に用いる燃料棒の熱機械設計コードについて評価を行ったものであり、燃料棒の材料特性及び照射特性のうち燃料棒熱機械設計コードでモデル化がなされていない項目（例えば、被覆管の腐食・水素吸収、水素吸収に伴う機械特性の変化他）、燃料棒の機械設計の手法等は対象としておらず、これらについては個別の安全審査で審査する必要がある」と書いてあります。

次に V で「評価経過」。評価の過程ではヒアリングを実施して、燃料ワーキンググループの審議を経て、最終的には意見公募を実施したということを書いてあります。

あと燃料ワーキンググループの委員構成をそこに示してありまして、64 ページの方でこれまでの検討の経緯を示してあります。ここでは燃料ワーキンググループの設置、第 1 回から第 5 回までのワーキングの経緯が示されております。

以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。

それでは、ただいまの御説明内容につきまして、御質問等ございますでしょうか。先ほどの PRIME03 の評価報告書に対するコメントと一部重複するところもあると思いますが、それも含めて結構ですので、よろしく願いいたします。

出光委員、どうぞ。

○出光委員 同じですけれども、参考論文の引用につきまして、もう一度、見直しをお願いいたします。

○寺井主査 この件は先ほどもそうでしたが、よろしく願いいたします。

古田委員、どうぞ。

○古田委員 先ほどの実験データはお願いしたいのと、今回は少し違うのが1つ2つ見られたんですが、1つは7ページ、II-3の表があります。CARO-NAコードの適用範囲。これに対応するPRIMEの方は9ページの適用範囲があって、そのときには二重括弧みたいなあれで検証データ範囲というのが付いていたんです。こちらには付いていないんですが、その辺はどういうお考えでございましょうか。

これは後ろの方の図もどこかのところで似たようなのがあって、検証データ範囲というのはPRIMEの方で付けているんです。こちらは付けてこないのはメーカーさんのお考えなのでしょうけれども、我々としてはどうした方がよろしいでしょうかという。

○中島主席調査役 検証データの範囲が。

○寺井主査 適用範囲についてその後の議論はされていますね。そこで一応評価はしたことはなっている。

○古田委員 ただ、PRIMEの中には書いているから、あるとわかりいいなと思っただけで。

○寺井主査 付いている方が丁寧だけれども、それがいいからだめというわけではないですね。

○古田委員 だめとは言わないですけれども、わかりがいいからどうなんでしょうということをお尋ねをただけです。

○寺井主査 では、この件はマスクングになっているので対応は難しい。ただし、本文中ではその適用範囲については適切に評価されているので、それでいいのではないかなということ。

○古田委員 それと逆のことでもう一点、済みません。33ページのところ、32からHiFiの被覆管の照射試験の概要が書いてあるんです。PRIMEの方は書いていない。これをまた考えると違うだけだけれども、どうしましょうか。試験の大体だったらサーベイする方がよければ入れる方がいいような気もするんです。

○馬場グループ長 最後の方は確認いたしますけれども。

○古田委員 読んでいくのにはある方がわかりがいいと思うんです。私も細かく見たわけではないんですけれどもね。

○中島主席調査役 文章の中にはこういう試験をしたというのはあるんですけれども、こういう表には。

○馬場グループ長 表にはなっていないんですけれども、文章の中に引用はしているんです。表にはなっていないのは確かにそうです。

○古田委員 付いていなければいけないということではないのだけれども、わかりがいいと思っただけです。趣味の問題かもしれませんが、その辺がぱっと見ると違いが目につきましたので、お願いしたいということです。

○寺井主査 その点は御検討いただいて、最終的には御判断をお任せしたいと思います。

そのほかいかがでしょうか。

先ほどの資料4-1と同じく、この4-2の方のCARO-NAの評価報告書でも「はじめに」のところでトピカルレポートの意義とかその辺のところは書いていただくということですね。

○黒村統括安全審査官 はい。

○寺井主査 先ほどもありましたが、結論との対応がうまく読めるようによろしくお願いしますということです。

前田委員、どうぞ。

○前田委員 記憶が少しあいまいなところがあって申し訳ないのですが、外径変化に対する外挿の考え方というのがPRIMEとCARO-NAで若干違っている部分があって、基本的にはPRIMEについては91kW/mぐらいまでの非常に高線出力までの実際に溶ける領域まで過出力変化に対する外径変化の検証をされているに対して、CARO-NAについては61kW/mぐらい、実際に熔融に至る手前のところでの試験データで検証されているということにして、そういった意味で適用範囲を超えたときの外挿の妥当性のロジカルが違っていたと理解していたんです。

そのときに、この54ページ目の真ん中辺りで、ペレット熱膨張3,000℃まで適切に評価できることからということで、つまり実際に熔融が起こってペレット組織変化及び相変化が起こって体積が膨張するというメカニズムがある種の保守側のモデルが入っているということで、トータルで妥当でしょうという論理展開だと思っていたのですが、そこが余り明確になっていないということと、ペレット熱膨張というだけに切り替えているが、実際は熔融を超えているわけで、相変化による体積変化ということも実は考慮しているということと言わないといけないと思います。

○中島主席調査役 それが3,000℃まで検証されていることを含めているんです。

○前田委員 熱膨張という位置づけにしていいのでしょうか。

○中島主席調査役 熔融時の熱膨張ということで、実際の試験データはないんですけれども、それに代わる実験データがあってその解析をやっています、それは熱膨張モデルの28ページのペレットの熱膨張のところ、それに代わる試験データの評価をしてそういう熔融時の熱膨張を適切に評価しているということがこちらのデータでは確認しているんです。A E C Lの試験データは実際熔融しているデータなんですけれども、こういう実験データを評価している。

○前田委員 こういった実験データに基づいて相変化も入っていますけれども、全体として熱膨張としてとらえてここで確認しているということですね。わかりました。

○寺井主査 そのほかいかがでしょうか。

なかなか全部目を通していただくのは難しいかなと思いますが、とりあえずお気づきの点があればということで、今、黒村さんと御相談したんですけれども、恐らく一応全部目を通されたいと特に古田委員などは思われているのではないかなと思うので、今日いただ

いたコメントは事務局の方で対応の作業はさせていただきますが、もし御希望であればこの資料4-1と4-2をお持ち帰りいただいて、それでじっくりと目を通していただいて、例えば来週の金曜ぐらいまでに事務局の方までメール等でコメントをお返しいただくということでも結構かなと思いますけれども、どういたしましょうか。それとも今日審議したからもういいということであれば、勿論それでも結構でございます。

それでは、もし特段の御意見がなければ、この資料4-2につきましても一応これで今日のところは一段落をさせていただいたとさせていただきます。

先ほど資料1-1のコメント回答がございましたが、そこで古田委員からの御指摘だったと思いますけれども、資料1-1の後ろに付いています付録資料1-1のところの黒枠のところのデータを確認したのかというところですが、これにつきましては事務局の方で再度御確認いただいて、メール等で御回答させていただくことにさせていただきますと思いますが、よろしゅうございますでしょうか。

それでは、一応以上で本日の項目を終了させていただいたということにいたしますが、先ほどの資料4-1、4-2の取扱いにつきましては、この後少し御相談をさせていただきますけれども、それ以外に全体を通して何か御意見がございましたらお願いしたいと思います。いかがでしょうか。全体の進め方であるとか。予定につきましては、この後また事務局から御説明いただくことになるかと思っておりますけれども、とりあえずこれまで御説明させていただいたことにつきまして、全体を通して何か御質問がありましたらお願いしたいと思います。よろしゅうございますか。

それでは、どうもありがとうございました。今日は報告書の案、資料4-1、4-2について事務局から御説明いただきまして、委員の先生方からたくさんの貴重な御意見をいただいたと思います。しかしながら、本質的なところは余り問題ないのかなど。ただ、表現の問題ですとか、引用文献を付けるとか、用語の統一であるとか、幾つか重要な観点が示されました。あるいは結論と目的のところの統一であるとか、そういったところかと思っております。

この辺につきましては事務局の方で改訂の作業をさせていただきますけれども、先ほど申し上げましたように、今日必ずしも十分時間がなくて全部を通してまだ見たりないということであればお持ち帰りをいただいて、それで来週いっぱいぐらいまでに事務局の方までコメントをメール等でいただければと思いますけれども、事務局の方、そういう対応でよろしゅうございますか。

○黒村統括安全審査官 はい。

○寺井主査 それでは、もし委員の先生方、そういうことで御希望でありましたら、議事録の5番と資料4-1、4-2をお持ち帰りいただいて、そういった作業をお願いできればと思います。3名の先生方、よろしゅうございますか。

(「はい」と声あり)

○寺井主査 ありがとうございます。今日御欠席の小無委員につきましては、別途事務局

の方から御説明に伺って、コメントをいただくという形にさせていただきたいと思っておりますので、その件につきましても御了解をよろしく願いをいたしたいと思えます。

もしよろしければ、今日いただいた御意見、メールでいただくであろう御意見を基にしまして、事務局でそういったコメントを適切に反映させる形で報告書の案を改訂させていただきたい。修正等につきましては、もしよろしければ事務局と主査である私の方で進めさせていただいて、最終的に修正した報告書の最終バージョンについて、後日メールで委員の先生方にお送りをして御確認をいただきたいと考えておりますけれども、委員の先生方、そういう進め方でよろしゅうございますでしょうか。

(「はい」と声あり)

○寺井主査 ありがとうございます。事務局もそういうことでよろしゅうございますか。

○黒村統括安全審査官 はい。

○寺井主査 ありがとうございます。

それでは、御了承いただいたようでございますので、本報告書案につきましては、そういう形で進めさせていただくということを前提にいたしまして、今日の審議はここまでにしたいと思えます。

それでは、最後に事務局から今後の進め方について事務連絡をお願いいたします。

○黒村統括安全審査官 本日は、いろいろ貴重な御意見をいただきましてありがとうございます。報告書案につきましては、先ほど寺井主査からいただきましたように、本日の御意見あるいは今後寄せられる御意見を踏まえて、寺井主査と御相談の上、また委員の先生方の最終的な御確認をいただくという形で進めさせていただきたいと思えます。

報告書案としてとりまとまった場合につきましては、トピカルレポート制度に基づきまして、パブリック・コメントということで一般からの意見公募という形にさせていただきたいと思えます。また、このように取扱うことにつきまして、原子炉小委員会の委員長でございます班目先生にも御了解を得ていただいているところでございます。

次回の会合でございますけれども、パブリック・コメントを最低1か月はさらすということになりますので、多分5月下旬か、開催するとすればそういう形になるかと思えます。ただ、いただいたパブリック・コメントの意見の内容によりましては、寺井主査と相談させていただいて、また改めてワーキングが必要なかどうかというようなところも含めて寺井先生と御相談の上、必要に応じて先生方にお集まりいただくというような形をとらせていただきたいと思います。

それでは、本日は長時間にわたりまして御意見をいただきまして、ありがとうございます。資料につきましてはそこに置いていただければ、評価報告書はお持ち帰りをいただいて、あとは送付させていただきたいと思えますので、よろしく願いいたします。

事務局からは以上でございます。

○寺井主査 ありがとうございます。ということでございます。もしうまく全部が進みますと、今日のワーキンググループが最終回ということになりますが、これは状況によっ

てということでございます。

委員の先生方から特に何か御発言いただくことはございますでしょうか。よろしゅうございますか。事務局の方からは特によろしゅうございますか。

ありがとうございました。それでは、以上をもちまして、本日の会合を終了いたします。長時間にわたる御審議、誠にありがとうございました。

どうもありがとうございました。