

## 第 6 回

原子力安全基準・指針専門部会

体系化検討小委員会

格納容器問題検討ワーキンググループ

速記録

原子力安全委員会

(注：この速記録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません)

原子力安全基準・指針専門部会 体系化検討小委員会  
格納容器問題検討WG 第6回会合  
議事次第

1. 日時 平成22年2月16日(火) 14:00～16:25

2. 場所 中央合同庁舎第4号館 共用第2特別会議室

3. 議題

- (1) 格納容器問題検討WG報告書について
- (2) その他

4. 配付資料

- |           |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| 格納WG第6-1号 | 第5回会合における指摘事項について               |
| 格納WG第6-2号 | 格納容器問題検討WG報告書(案)                |
| 参考資料第6-1号 | 格納容器健全性の評価手法<br>(格納WG第1-2-4号改2) |
| 参考資料第6-2号 | 安全評価指針におけるFCS関連の評価・関係           |

## 出席者

### ●委員

△阿部 清治

梶本 光廣

可児 吉男

◎藤城 俊夫

丸山 結

村松 健

渡部 厚

注) ◎ : 主査、△ : 主査代理

### ●原子力安全委員会

早田 邦久

久木田 豊

久住 静代

### ●説明者

辻倉 米蔵 (電気事業連合会 顧問)

宮田 浩一 (電気事業連合会)

吉原 健介 (電気事業連合会)

### ●事務局

日高 昭秀

菊川 明広

佐藤 博之

小林 冬実

佐々木 誠

吉村 邦広

午後 2時00分 開会

○藤城主査 それでは、所定の時間がまいりましたので、格納容器問題検討ワーキンググループ第6回の会合を開催させていただきます。

毎回申し上げておりますけれども、本会合は公開とさせていただきます。そのためご発言が重ならないように、進行役の指名後ということでもよろしくお願いいたします。

それでは、まず定足数の確認と配付資料の確認をお願いいたします。

○佐藤安全調査官 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構成員は、専門委員7名であり、そのうち専門委員の2分の1以上の4名が定足数となります。現在7名の専門委員が出席しており、定足数に達しております。

資料の確認の前に、今回、事務局の担当に異動がありましたので、ご紹介させていただきます。

○日高管理官 与能本管理官の後任として着任いたしました日高です。よろしくお願いいたします。

○佐藤安全調査官 それでは、お手元にお配りした資料の確認をさせていただきます。

○小林課員 配付資料ですが、まず座席表、議事次第、そして格納WG第6-1号としまして、第5回会合における指摘事項について、格納WG第6-2号としまして、格納容器問題検討WG報告書(案)と、それからもう1部、格納WG第6-2号という右上番号の下に括弧書きで見え消し版と書かれている資料。参考資料第6-1号としまして、格納容器健全性の評価手法、参考資料第6-2号としまして、安全評価指針におけるFCS関連の評価・関係、それから前回格納容器ワーキンググループの速記録、常備資料としまして、緑のファイルには体系化小委員会の資料、青のファイルには前回までの格納容器問題検討ワーキンググループの資料、指針集を用意してございます。

本日の資料は以上となっております。お手元の資料に不足はございませんでしょうか。過不足がございましたら事務局までご連絡ください。

以上です。

○藤城主査 よろしいでしょうか。

それでは、最初に第5回会合における指摘事項について事務局からご説明をお願いいたします。

○佐藤安全調査官 それでは、格納容器WG第6-1号に基づいてご説明させていただきます。

この資料については、前回第5回会合における指摘事項ということで意見をまとめさせていただきました。

下の表につきましては、左側に意見、右側に対象箇所という形で記載させていただいておりますが、対象箇所につきましては、前回報告書の3章をご検討いただいたということで、その報告書の対象の番号を記載させていただいております。

今回の報告書におきましては構成等変えておりますので、今回の報告書では2章に該当するというご理解いただけると助かります。

主な意見についてご紹介させていただきたいと思っております。

1 ページ目の2つ目のタイトルでBWR格納容器の不活性化とFCSの必要性の有無において、最初の・で不活性化というのは水の放射線分解としての関連というよりも、初期の金属-水反応による水素の発生に対する対策という位置付け。通常運転から設計基準事象、シビアアクシデントを含めて可燃性ガスへの対応というのは、「格納容器の不活性化と、通常運転に対するオフガスシステムで対応ができる。」と言うべき。

その2つ降りまして、「不活性化により初期の酸素濃度を下げることによって、放射線分解による酸素が出てこない限りは可燃限界にならない。」のが不活性化の特徴。「可燃限界に至るまでの時間が長いので、再結合器を設置しなくても別の手段があるのではないか。」という意見がありました。

その2つ下で、「水素燃焼は酸素濃度によって律速されるので、最初から窒素があるBWRの格納容器では酸素濃度が水素燃焼を制限する。」ことが大きな特徴である。すなわち、放射線分解が不活性化による影響を受けるのではなく、放射線分解による酸素の発生が可燃限界との関係において大きな意味を持つという意見がありました。

他に2ページの方に行きまして、仮想事故のソースターム、G値につきましては、2つ目の・で、今回はシビアアクシデントとDBAとを分けて考えようとしている。シビアアクシデントに関するものは、本来あるべき形として合理的に全

てP S A等の手法によって考えていこうとしている。D B Aの条件で発生し得るシナリオをなるべく合理的に包絡するような条件で考えるべきであり、このD B Aの条件を使ったのは基本的に正しい方向。

また、その下の・で、G値あるいは放射線分解を評価するためのF P放出量は、あくまで放射線分解を保守的に評価するために用いている仮定という理解が正しいと思う。これを被ばく評価に使うわけではないというような意見が出ております。

その下から3つ目の・ですけれども、「非機構論的な解析条件が要求されているためである。」と書いてあるのは、まさに仮想事故のソースタームと30日間の評価に対し、そういうものを使っているからだ、と言っている。

その下に、いろいろな条件としてソースターム、30日間の評価期間において、「実際の沸騰の停止やさまざまな現実的な条件をもろもろ考慮すると、実際にはその可燃限界にはほとんど至ることがない。」との説明をしているという説明もありました。

他には、3ページ目にいきまして5つ目の・ですけれども、ソースタームを現行のまま、評価期間は30日のままで、あと沸騰も現実的に見直すとした時にソースターム、よう素がたくさん出るとG値は沸騰が止まってもゼロにならず、30日間の期間以内に確実に燃焼限界に至るという説明がありました。

その他には、大きなところでは4ページ目ですけれども、(2)の1つ上の・ですが、この指針体系化の中で、仮想事故相当であるF C Sの問題、中央制御室の問題、立地の問題、格納容器系のモニタの設計の問題、あと決定核種判別法が同じ土俵で全部「その重要性に鑑みて。」の一言で同じに扱われている。これらだけが通常で言うD B Aの事故の規模、ソースタームを超えた特殊な条件になっている。体系化の中で水平展開する時に一番のポイントとなるというコメントがありました。

(2)につきましては、5ページの下から2つ目の・で、格納容器問題のワーキングは最終的には指針の改訂等にまで踏み込む必要がある。可燃性ガス処理装置についての規定をどうするか判断の材料はかなりそろっている。D B Aという言い方を用いたが、そこについての判断の材料はこのワーキングとしては十分提供できた。心配なのは、既設炉の設計では十分だと思うが、新設炉とか新型炉

に対してクリアではないこと、という意見がありました。

主な指摘事項については以上です。

○藤城主査 それでは、ただいまのご説明の内容についてご質問等ございましたらお願いをいたします。

よろしいでしょうか。今までのご発言を事務局として要約したというところでございますけれども。

特に指摘がなければ、これは一応参照いただきながら次の格納容器問題検討ワーキンググループ報告書の議論に移りたいと思います。

それでは、この報告書（案）について事務局からご説明をお願いします。

○日高管理官 それでは、まず前回の報告書から改訂の概要について簡単にご説明させていただきます。

前々回の12月14日の第4回ワーキンググループでは全体を、それから前回の1月19日の第5回ワーキンググループでは、当時第3章でしたけれども、検討対象課題に関する現状の整理の章についてのみ議論をさせていただきました。

今回第6回では、可燃性ガス濃度制御に関する現行要求の妥当性ならびに改訂の方向性に関する検討、今3章になっていますが、以前は4章でした。この章を中心に加筆するとともに、文章全体について再構成を行いました。

例えば、以前2章にあったものは1章に移すとか、以前2.2章でしたけれども、その分を削除といった変更を行いました。

それから、改訂の方針なんですけれども、基本的にワーキンググループの方針、すなわち具体的な指針の改訂を考えるのではなくて、現在も課題になっている特別な課題を検討して技術的な議論をきちんと積み上げて、その過程で指針の体系化、一般に有効な考え方を導くことということで、技術的な議論を積み上げるところにポイントを置いて改訂を行いました。

第4回のワーキンググループでご指摘のあった点ですが、検討の視点、これは体系化のところでリスク情報の活用ですとか多重防護との関連付けとかあったわけですが、これはコメントに基づきまして削除いたしました。

また、シビアアクシデントに係る課題を検討するといったものもありましたけれども、これも削除いたしました。

それから前回のワーキンググループでご指摘のあった点ですが、BWR格納容

器の不活性とFCSの必要性の有無に係る技術的背景ですとか、仮想事故のソースターム使用やG値の保守性に係る技術的背景を加筆しました。

また、DBA、beyond DBA、それから炉心損傷を伴う、伴わないといった事故をあらゆる言葉の定義についても注意を払うことといたしました。

それとFCSは何のために設置されたのかですとか、米国ではFCSはなぜ不要になったのか、このワーキンググループでは何をどう検討したのかといったところにもポイントを置いて修正を行いました。

それと、FCSを不要とした場合の代替機能の必要性ということで、窒素ガスによるページによって可燃性ガス濃度制御を行う場合の被ばく評価についても検討を行いました。

本報告書なんですけれども、過去のワーキンググループで議論して合意した事項のみを記載しているわけではなくて、事務局はワーキンググループの間にワーキンググループの委員から得た情報等を基に作成している部分も若干含まれております。まだ十分に議論されていない点の一部書かれているということで、どうしても合意できない部分等ございましたら変更可能ですので、そういった視点で見ただけであればありがたいと思っております。

引き続き、佐藤から報告書の改訂についてご説明させていただきます。

○佐藤安全調査官 それでは、格納WG第6-2号に基づいてご説明させていただきます。

お手元の資料には第6-2号ということで改訂を反映したもの、それと見え消し版という形で2つご用意させていただいておりますので、いずれかご覧いただければと思います。

それでは、第6-2号のまず表に表紙、それと目次という形でつけ加えております。

まず第1章のところなんですけれども、第4回会合の報告書で第2章にありました検討課題と指針類体系化の方向性との関連というものを最初に持ってきて「指針類体系化の方向性」としております。ここで平成15年度に作成されました報告書での指針類体系化の方向性の定義について記載を行っております。

その中の科学的合理性に照らして解決すべき具体的な課題が体系化小委員会に提示されたのを受けて検討を開始しています。

以前の第2章につきましては、「検討の視点」という形で記載しておりましたが、先ほど説明がありましたけれども、ここでの記載は割愛しまして4章の方で視点の幾つかについて触れるというような形で検討を行っております。

次に、2章についてご説明させていただきます。

2章については、第5回会合で検討していただきました「検討対象課題に関する現状の整理」について、全体的に見直しを行っております。

まず、大きな変更点としましては5ページになりますが、2.1.2格納容器雰囲気の不活性化と可燃性ガス濃度制御系についてご説明させていただきます。

ここでは、BWRの格納容器雰囲気については、通常運転中は窒素により不活性化されており、酸素濃度を3.5～4%以下に保つことを保安規定上の制限としております。これは前回ご紹介しました参考資料1に示します歴史的経緯にありますように、我が国では当初より行われております。

LOCA時の水-ジルコニウム反応による水素発生につきましては、運転操作等で対処できないほど短時間で終了すると予想されており、これによって可燃限界に到達する可能性がある場合、通常運転中の不活性化によってあらかじめ酸素濃度を低減しておくということが防止策として有効であると考えられました。

これに対して、その後の設計や安全評価手法の進展により、設計基準LOCA時の水-ジルコニウム反応のみでは可燃限界に到達しないということが明確に示されるようになりまして、一時期、個別審査において通常運転中の不活性化を廃止するということが検討されております。

しかしながら、原子力安全委員会においては、TMI事故の教訓を踏まえまして、「我が国の安全確保対策に反映させるべき事項について」におきまして、以降の安全審査におけるBWR格納容器については、現在の安全性をより一層向上させるため不活性化し得る設計であるということを求めておりまして、もしも設計基準LOCAを上回る規模の燃料損傷を伴う事故が発生した場合においても、通常運転中の不活性化が可燃限界への到達を防止ないしは遅延する上で有効であるという判断に基づいております。

その後、米国において水の放射線分解によって発生する水素と酸素が蓄積し、事故発生から長時間経過した後に格納容器可燃限界に達することを防止するために可燃性ガス濃度制御要求制定の動きが進んできたことを背景としまして、既設

のプラントを含め全てのBWRに可燃性ガス濃度制御系が設置されるということになっておりますということで書き加えております。

その次に大きく変更させていただいたのは、9ページになりますが、2. 1. 4 解析結果の概要及び現行の可燃性ガス濃度制御系の設備概要についてというところになります。

ここでは、BWRの格納容器は不活性化されており、水-ジルコニウム反応による水素の発生のみでは可燃限界に至ることはなく、水の放射線分解によって発生する水素及び酸素の蓄積によって、初めて可燃限界に至る可能性が生じます。

保守的評価を要求している現行指針の要求に従い、かつ従来、事業者によるBWRの安全評価において用いられた条件を用いますと、評価対象期間以内に判断基準に到達するという結果になり、格納容器の内部の不活性化、または必要な場合、再結合等による可燃性ガス濃度の制御が必要となっております。このための可燃性ガス濃度制御系として、我が国のBWRのほとんどでは電気加熱式の再結合器が設置されており、その構成例として、こちらは13ページになりますけれども、図2-1という形で構成例を記載させていただいております。

図2-1につきましては、柏崎刈羽7号機の系統図という形で概要が載せられておりまして、破線の部分は可搬式の再結合装置ということで、ブロワ、加熱器、再結合器という形で構成されております。

一方、中国電力の島根1号機におきましては、不活性雰囲気を維持するための格納容器雰囲気希釈系が設置されておりまして、その構成図につきましては図2-2という形で同じく13ページに記載されております。

ここでは左上に液体窒素貯蔵タンク及び蒸発器というものが設置されておりまして、ここから窒素が供給、ドライウェル及びサブプレッション・チェンバに窒素が常時供給され、中の可燃性ガスの希釈を行って、非常用ガス処理系を経て排気筒へ導くというような形の系統になっております。こういう構造のため、LOCA時の被ばく評価におきましては、ページの寄与というものをここでは考慮しているというような形になっております。

その次に変更させていただいたのは、16ページになります。PWRにおける電気ヒーター式格納容器水素再結合装置というものを掲載しております。

また、2. 3の可燃性ガス濃度制御に関する事業者による見解におきましては、

BWRの事故においては水-ジルコニウム反応による初期発生水素は少なく、またECCSが多重に装備されているため、崩壊熱の減少に伴い炉心部での沸騰が停止し、水の放射線分解による可燃性ガスの発生は停止します。従って、現実的には可燃限界には至らず、FCSが必要になることはない。

もう一点、事故時に発生した可燃性ガスを事故後の復旧作業の中で処理することは、いわゆる常用系である気体廃棄物処理系や不活性ガス系を経由し、非常用ガス処理系を利用することで対応できます。そのような場合でも、放射性物質が十分減衰することから、追加的な被ばくは相対的に十分小さい範囲で処理が可能である。

格納容器の機能の重要性に鑑みて、可燃性ガス濃度設備を保守的に設定し、その条件設定として現行のECCS-DBA条件を上回る事象を考慮する場合においても、事象初期の比較的短期間に起こる水-ジルコニウム反応による水素発生を重視すべきである。

これに対して、BWRにおきましては、格納容器を不活性化していることが極めて有効であり、またPWRでは格納容器の体積の大きさに余裕を確保できております。

更に、シビアアクシデントにより初期に大量により発生する水素に対しても不活性化が有効であります。

また、シビアアクシデントでは事故後、短期に生じる加圧事象等が格納容器の主たる脅威であり、そのような脅威をくぐり抜けた後にゆっくり発生する水の放射線分解による可燃性ガスが格納容器の脅威となる事故シーケンスは極めて限定的であるということで、既に整備されているアクシデントマネジメントを活用することで対処可能であり、リスク低減の観点からはFCSは寄与しないということが言える。

以上のことから、不活性化した格納容器に対する可燃性ガスの要件の見直しを含め、シビアアクシデントへの配慮も勘案し、可燃性ガスに関する指針を体系的に整理することが望ましいという形で書いております。

その次に大きな変更があったのは、21ページになりますが、21ページに前回、BWRについての評価のみ載せてありましたけれども、PWRの格納容器温度、圧力の評価という形で書き加えております。

こちらについては2.5.2で安全評価指針における要求という形で、格納容器設計用の想定事象についてもBWR、PWRで共通に原子炉の設計基準事象の「事故」に位置付けられており、2.4.2に示すとおりという形であります。

実際の安全評価条件については、事業者は以下の仮定を採用しているということで、1つは破損口からの冷却材流出モデルとして流量を保守的に評価するモデルを採用しております。

また、格納容器の圧力・雰囲気温度の解析については、格納容器自由体積、ヒートシンク、雰囲気と構造材間の熱伝達係数として保守的に小さめの値を設定しています。

また、雰囲気と格納容器壁の内表面の熱伝達率については、田上-内田の式に基づく凝縮熱伝達率相関式によって評価をしております。

また、格納容器壁の外表面については断熱条件という形で評価を行っております。

それに基づいた解析結果につきましては、格納容器内圧力については、一次冷却材配管の大口径、両端破断発生後、破断流の格納容器内への放出に伴って圧力が上昇するものの、ヒートシンク及び原子炉格納容器スプレイの開始による除熱、再冠水による炉心のクエンチに伴う原子炉格納容器内へのエネルギー放出の減少により、ピーク値を迎え、その後緩やかに降下するというような形になります。

また、格納容器雰囲気温度については、最高使用温度を超えず、安全評価指針の条件を満たすことを確認している。ただし、格納容器雰囲気温度が最高使用温度に近い一部のプラントについては、参考に格納容器壁面温度についても解析し、壁面温度のピークが雰囲気温度に対して十分低いということを示した解析例もあります。

これらの結果に基づいて、事業者による見解が22ページに記載されております。

ここでは、格納容器使用温度、最高使用圧力の考え方及び上記の審査の実績を踏まえて、安全評価審査指針付録Iの3.4.1(5)を改訂し、格納容器構造健全性評価における最高使用温度以下に制限されるべき対象を格納容器内温度ではなく、格納容器構造材温度とすることが適切であるとしています。

2章については以上です。

○藤城主査 一応ここで、前回検討したところのフォローアップというところですので、ここで一たん切ってご質問あるいはご意見を求めたいと思います。よろしくをお願いします。

丸山委員、どうぞ。

○丸山委員 ちょっと確認だけなんですけれども、16ページの2.3の事業者の見解のところの(1)なんですけれども、最後で、「現実的には可燃限界には至らず、FCSが必要になることはない」というのは、要するにECCS-DBAのような条件を使った場合というふうに理解すればよろしいのでしょうか。

○藤城主査 これは前回のあれにも書いてあるんですが。電事連の方、何か。

○説明者（電気事業連合会 宮田） ご確認のとおりです。

○藤城主査 よろしいですか、丸山委員。そういう意図であるという確認をしたと。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 今のところなんです、実は私もちょっと気になりまして、例えば2.3の(1)のところでは「BWRの事故においては」と書いてあって、この事故がどういう事故なのかというのはここで読むと余りはっきりしないんですね。

それから、そのすぐ下のところにも、「事故時に発生した」云々とあるんですが、いわゆる常用系であるオフガス系でやるんだというふうに書いてあるんですが、この場合も、ちょっと極端なことを言えばシビアアクシデントなんかまで含むのかというようなことに関してちょっと分かりにくいんですね。

これは実は、17ページのところだとむしろ非常にクリアになって、ECCS-DBA条件となって、これはクリアなんです、けどこのデフィニションそのものはずっと後ろに出てくるんですね。

あと、その下のところにシビアアクシデントという言葉が初めて出てくるしということで、全然まとまらないですが、事故とかの定義、これをもうちょっとコンシステントにやってほしいなというふうに思っています。

○藤城主査 よろしいでしょうか。その辺の書きぶりを少し工夫された方がいいというコメントなんです、いかがでしょうか。

○説明者（電気事業連合会 宮田） 我々としてはそういうことで対応できると思っております。

○藤城主査 その辺は後ほどまた案をいただいて確認をするということにいたします。

他に、いかがですか。

一応、前回議論をいたしましたので、その後の検討になってまたここの関連が出てきたところでご意見をいただくということにいたして、先に進みたいと思います。

それでは3章の方、今日のメインとなるところですがけれども、ご紹介をお願いいたします。

○佐藤安全調査官 それでは、23ページの3章の方からご紹介させていただきます。

可燃性ガス濃度制御に関する現行要求の妥当性ならびに改訂の可能性に関する検討ということで、3.1.1のところでは現行の規制要求の妥当性ということで記載させていただいております。

ここでは、現行指針におけるFCSの性能評価のうち、可燃性ガスの発生の評価条件として、ECCS性能評価結果に比較して厳しい結果を初期条件として設定しており、ECCS機能低下をある程度カバーする意味で深層防護の第3層の厚みを増すことを意図して保守的に構成されております。現行指針が定められた時点では、リスク情報が十分に得られておらず、発生し得る事象シナリオの網羅性、その解析性能に限界があったということで、アприオリに厳しい条件設定が与えられて、可燃性ガスの発生の評価を求めることに一定の合理性・必然性があったと考えられます。その条件として採用されたECCS-DBAを超える水-ジルコニウム反応による水素発生とECCS-DBAを超える仮想事故相当のソースタームによる水の放射線分解による水素・酸素の発生とのシナリオにおきましては、比較的短い時間で水素・酸素濃度は可燃限界に至るということで、FCSを設置・維持してきているというのが現状という形になります。

しかしながら、リスク情報が規制判断の参考とし得る程度に充実してきた現在におきましては、現行の評価条件として設定されたシナリオのプラント全体の安全性に占める重要性についても把握することが可能となっており、またECCS機能低下を考慮した設計基準事象を超えるシナリオについては、現行のシナリオのみならず複数のシナリオを包含する形でリスク情報で補完されるとすれば、第

3層としての有効性確認としてECCS-DBAの条件をベースとして評価することも一つの解となり得ると考えられる。

3.1.2については、現行の規制要求による解析結果の主要因ということで、BWRやアイスコンデンサ型のPWRでFCSが必要となるのは、保守的な評価条件の下、長期間に亘る評価が要求されているために水の放射線分解による可燃性ガスの蓄積により、可燃限界を超過するためと考えられます。すなわち、FCSのような水素処理装置は、水の放射線分解のような緩やかな可燃性ガスの発生に対応する目的で設置されております。なお、島根1号炉のCAD系については、水素もしくは酸素濃度の上昇速度を低下させる目的で設置されております。

また、水の放射線分解については、現行の可燃性ガスの発生解析では、よう素の水素・酸素の再結合阻害効果を見込んでいるため放射線エネルギーあたりの可燃性ガス発生量は多めに見積もっておりますが、通常運転中では、崩壊熱に比較して大きな定格出力時に発生する放射線場に大量の水素・酸素が発生しており、冷却材喪失事故が直接の原因となっているわけではない。なお、安全評価審査指針では、放射線分解を多めに評価するために仮想事故相当の格納容器内への放射性物質の放出を仮定しておりますが、事業者の実施している解析では、放射線分解を多めに評価する効果は、結果的にはよう素の阻害効果のみが効いているというような評価になっています。

そこで、ABWRの可燃性ガスの発生において、仮想事故のソースタームの仮定をやめ、ECCS-DBAに対する現実的なソースタームによる評価結果に着目すれば、G値のよう素阻害効果がなくなることにより、可燃限界への到達時間が長くなり、更に崩壊熱の減少及びECCS等による注水機能が有効に働くことによる沸騰停止の影響を考慮すれば、可燃限界到達前に放射線分解による水素・酸素の発生はほぼ0になり、可燃性ガスのさらなる蓄積はなくなるとの評価結果が得られております。

このことからECCS-DBAに対する現実的な条件については、不活性化がなされているとすれば、FCSは安全評価審査指針の「事故」の範疇の事象において有効性が見られないということが示唆されました。

3.2の可燃性ガスの発生に対する安全性の考慮ですが、現在までに得られている知見を考慮すれば、設計基準事象を超える事象も含む広い事象スペクトル中

の事故時の水素発生によって、格納容器の健全性が影響を受ける可能性があるのは、水-ジルコニウム反応による大量の水素発生の結果として、高濃度の水素の爆発的燃焼が起こる場合、それと水蒸気とともに格納容器を過圧する場合があります。すなわち、水の放射線分解による水素・酸素の発生は極めて緩慢であり、可燃性ガスの蓄積を支配する要因として考慮する必要性は小さい。従って、目指す安全の姿としては、水-ジルコニウム反応による大量の水素発生があっても、格納容器の健全性が担保できることであると考えられます。

従来は、知見が少なかったことが大きな要因となり、ECCSの一部機能の劣化によりもたらされる水素発生によっても、格納容器の健全性が担保できることが格納容器への安全要求であったと考えられます。その実現のため、現在の指針体系において、安全評価審査指針の事故の枠組みの中で、水素の発生を水-ジルコニウム反応をジルコニウム全体の数%程度、30日間にわたる放射性分解とし、水素燃焼の形態を問わず燃焼そのものを防ぐという形で判断基準として要求事項とし、この方法をとることで格納容器の健全性を担保するというような枠組みが構成され、これに適合するような設計がされてきておりました。

しかしながら、FCSのような機器は、機器内部に格納容器雰囲気を取り込み、水素・酸素を再結合させる機器であるということ、短期間に大量の可燃性ガスを処理できるような設計とはなっておらず、上述のような短期間の大量の水素ガス発生に対して有効な機器とはなっておりません。一方、大量の可燃性ガスの発生については、炉心損傷により引き起こされますが、ECCS-DBAによる評価は炉心損傷に至らないということが目的であるため、このような可燃性ガスの発生による安全上の影響は、設計基準事象を超えた領域にのみあらわれることとなります。

格納容器及びFCSに関する指針類が制定されてから、多くの科学技術的知見が蓄積され、性能要求の明確化が求められている現在では、それらを考慮して指針要求の見直しをすることが望ましいと考えられます。ここでは主にBWRを例にとりまして、指針要求の見直しについての検討を進めます。

3.3については、BWRの可燃性ガスの発生に対する検討ということで、最初にシビアアクシデントのリスク低減の観点での有効性となります。

現行指針の評価手法については、設計基準事象を超える事象に対する余裕を持

たせる観点で定められたと考えられます。従って、その有効性について格納容器破損の発生頻度への寄与を尺度として検討しておくことが重要であります。その結果、以下の3つの知見が得られております。

1つは、事業者の簡易評価を活用した検討によれば、LOCA後、FC Sが必要となる事故シナリオは極めて発生頻度が小さく、そのため、FC Sの有無はリスクに影響しないと考えられる。

2点目に、米国NRCによれば、格納容器が不活性化されているBWRでは、炉心損傷事故時の水素燃焼による格納容器破損の条件付き確率は極めて小さく、従って可燃性ガス濃度制御の有無は格納容器破損頻度をこれ以上低減するのに有効ではない。

3番目に、事業者とは独立に実施されたJNESによるBWR代表プラントのPSA結果においても、事業者及び米国NRCと同様な結果が得られております。このことから、FC Sのリスク低減効果は小さいとの結果は信頼性が高いと考えられます。

3. 3. 2がBWRの可燃性ガス発生への対策ということで、BWRの格納容器は不活性化されているため、事故から更にシビアアクシデントに至る事象スペクトルを見渡して、水-ジルコニウム反応による大量の水素発生があったとしても、格納容器内の水素蓄積により燃焼または爆ごうに至ることはない。つまり、目指す安全の姿の観点からは、不活性化が可燃性ガスへの対策として本質であり、現在の知見に照らせばFC S設置の必要性は小さいというふうに考えられる。

また、多くのBWRプラントではECCS性能評価としての冷却材喪失事故の際に発生する水-ジルコニウム反応による水素の量は無視できる程度に小さく、より過酷な事象を想定しない限り、安全上の問題とはならない状況にある。

ただし、事故後の復旧の観点から、事象が収束した後に格納容器内に蓄積された水素をどのように処理するかについては、他の事故事象の復旧の議論と同様、設計の妥当性確認の範疇ではなく、また時間的余裕のある中での臨機応変の対応であるというふうに考えられることから、指針要求として整理する必要性は小さいかもしれない。

しかしながら、リスク情報を活用して規制要求を検討する場合、BWRもPWRもアクシデントマネジメントの枠組みの中ではFC Sのような機器を使用して

おらず、不活性化や格納容器体積及びイグナイタの施設により可燃性ガス濃度制御に対するリスク要因が十分に管理されているということを考えれば、事故の範疇で個別の規制要求を課すことによりシビアアクシデント領域までをカバーする必要性は小さいものと考えられます。米国では可燃性ガスに対する要求事項である 10CFR50.44 の改訂では、リスク情報を直接用いて設計基準事象としての可燃性ガスの評価は不要との判断を行っております。

3.3.3 が FCS を不要とした場合の代替機能の考慮ということで、FCS を不要とした場合には、格納容器が初期条件で不活性化された状態にあったとしても、LOCA 後期、長期にわたり可燃性ガスが蓄積された状態が継続する可能性があり、このような場合には可燃性ガスを処理する必要があります。これは既往の設備で格納容器内の水素を容器外に放出することで可能と考えられますが、その手順を検討し、ガイドを整備しておくということが望まれます。その際、格納容器雰囲気ページしても環境に悪影響がないか検討するため、後述の事業者による公衆の被ばく線量評価結果を参考としました。その結果によれば、今回の評価例は限られたものであるが、ECCS-DBA の範囲では、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えるレベルには数桁の大きい余裕があるということが示唆されました。従って、何らかの事象の発生により水素が格納容器内に蓄積し、FCS の代替機能が仮に必要となったとしても、信頼性のある現有の設備で代替機能を果たし得るといふふうに考えられます。

国内外の BWR プラントでは、再結合器ではなく窒素ガスによるページによって可燃性ガス濃度制御を行うものがあります。これらは安全系として設置された窒素注入系及びページラインを使用するものであるが、これ以外のプラントにおいても、常用系を用いて同様な操作を行うことは可能であります。

事業者がこのような考え方に基づいて行った評価によれば、保守的な条件においてページを行った場合でも、ECCS-DBA 時の公衆の被ばく線量に及ぼす影響は極めて小さいことが示されております。これはページ開始までに少なくとも 20 日以上の上記的余裕があり、格納容器雰囲気内での放射性物質濃度の減衰を見込めること、格納容器雰囲気を可燃限界以下に制御するために必要なページ量が小さく、非常用気体廃棄物処理系等による減衰及び大気中での拡散を見込めること等によります。

なお、L O C A時の被ばく線量については、設計基準事象時の被ばく線量において、相対的な重要度が低いことも示されております。

以上のことから、F C Sを削除した場合にも、既設の設備で代替の可燃性ガス濃度制御機能を達成し得るというふうに考えられます。代替設備としては、必要となるまでの時間的余裕や通常時の使用頻度に照らして高いアベイラビリティが期待できる場合に限って常用系の使用や常用系と安全系の併用も許容できると考えられます。

3. 4からPWRへの可燃性ガスの発生に対する検討ということで、PWRの格納容器は、原子炉熱出力に比して大きな格納容器自由体積を有するため、可燃性ガス制御系の設計基準事象においては、アイスコンデンサ型格納容器を除き特段の措置をとらなくても評価期間中に水素濃度が可燃限界に至ることはないと考えられます。また、シビアアクシデント時に想定される大量の水—ジルコニウム反応による水素発生につきましても、アクシデントマネジメントの検討において考慮され、アイスコンデンサ型格納容器ではイグナイタを設置するなど適切な措置がとられております。

安全評価審査指針における可燃性ガス濃度制御系の設計基準事象は、PWRに対しても大きな保守性を有する評価条件となっておりますが、その目的は格納容器内での水素燃焼を防止することであり、一方、アクシデントマネジメントにおいては、現実的な格納容器の耐力を踏まえた閉じ込め機能確保の観点から、シビアアクシデント時の格納容内での爆ごう防止を目的として、事業者はアクシデントマネジメントを整備しています。

3章については以上になります。

○藤城主査 それでは、4. 格納容器の温度のはその次にすることにしまして、今の3章のところについてご質問、ご意見、お願いいたします。

その前に。

○久木田安全委員 今紹介した原稿について、まだ多々問題があるように思いますが、1点だけコメントしておきます。

26ページの下から7行、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えるレベル＝5 m S vと書いてありますけれども、これは正しくありませんので、これだけはちょっとコメントしておきたいと思えます。

○藤城主査 今のところは、ちょっと事務局で。

それでは阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 全体としての論旨はこんなもので良いだろうというふうに思うんですが、やはり言葉づかい等で、もうちょっと丁寧に書いてほしいところがございますので、何点か指摘しておきます。

大きなところでは、3. 1. 1のところ、現行の規制要求の妥当性について書いてあるんですが、これは現在の我々というか、安全委員会側というか、そういうところが過去のことを解釈してここに書いているわけです。しかし、この解釈は評価指針の要求事項についての解釈なんですね。そうではなくて、もともとFCSというのが置かれている設計指針そのもののところに何か理由があったはずだと思うわけです。このところで、要するにリスク評価の話が云々出てきますが、設計基準を越すような事故について十分な知見がなかったからFCSを置いたんだという設計指針そのもののことに触れずに評価指針の条件のことだけ書いているのは少し手落ちではないかなと、そういうふうに思うわけです。それが1点です。

それから、順番にいきますので細かいところに入ってしまうんですが、さっき申し上げたことなんですが、例えば今の3. 1. 1の上から2行目に「以下、「ECCS-DBA」評価という。」というのがありますが、これは前のところで出させていただくということでもいいですね。

それから、その辺のところ、3. 1. 2の表題の上4～5行目あたりなんですが、「ECCS機能低下を考慮した設計基準事象を超えるシナリオ」と書いてあるんですが、それはシビアアクシデントまでを含めるかどうかというのがちょっとはつきりしないんです。これはきっと、そうではないですね。

それから、その後ろにあります、「現行のシナリオのみならず複数のシナリオを包含する形でリスク情報で補完されるとすれば、第3層としての有効性確認として、ECCS-DBAの条件をベースとして評価することも一つの解となりうると考えられる」こう書いてあるんですが、ECCS-DBA条件の評価というのは、今のFCSの評価よりもっと緩い評価になるわけで、これはちょっと論旨が繋がっていないのではないかなというような感じがします。

それから、これも非常に細かい話なんですが、24ページの方になって3. 2

の真ん中あたりですが、「従来は、知見が少なかったことが大きな要因となり」とありますが、要因というのは必ず大きいんですね。大きな理由なのかな。

それからその次なんですけど、25ページの一番上のところなんですけど、「短期間に大量の可燃性ガスを処理できるような設計となっておらず」と書いてあるんですね。もともとの設計がそうであるのに対して、このページの真ん中あたりで、「(i) リスク情報を活用した検討に依れば、LOCA後FCSが必要となる事故シナリオは極めて発生頻度が小さく」とあるんですけど、通例、リスク評価というのはシビアアクシデントのシナリオですね。ここで言っているものがシビアアクシデントのシナリオのことを言っているのか、それより前の段階のシナリオを言っているのかということと、それからさっき申しましたように、もともと短期間に大量の可燃性ガスを処理できるような設計となっていないということだから、一遍に出るものそのものについてはシナリオの発生頻度が高いかどうかによらず余り役に立たないということを行っているわけです。ですからその辺、理由の整合性を考えてほしい。

それから同じように25ページの上から5行目ですが、このような可燃性ガスの発生による安全性上の影響は、設計基準事象を超えた領域にのみ現れるとあるんですけど、これもこのままだとシビアアクシデントまで含んでしまうということが一方であると同時に、これは含んでいるのかな。むしろ、シビアアクシデントを含むんでしたら、シビアアクシデントの定義のように設計基準事象を大幅に超えた領域と書いてくれないと、ほんのちょっとでも超したらおかしくなってしまうというようなイメージですね。

それからあと26ページの方について上から7～8行目で「時間的余裕のある中での臨機応変の対応」こう書いてあるんですけど、こういうものについて臨機応変の対応では困るわけですね。それで、実際の方がこの下の方を見ますと、今度は3.3.3のところで「手順を検討しガイドを整備しておくことが望まれる」こういうふうにちゃんと書いてあるので、これは臨機応変ではないんだというように書いてほしいと思っているわけです。

それから、これも細かいところですが、3.4のすぐ上のところに書いております「アベイラビリティ（稼働性）」と書いてあるんですけど、アベイラビリティを稼働性と訳すのはちょっと違うようなイメージなので、この辺ももう一回、訳

についてご検討いただいたら良いかと思えます。

以上です。全部言葉の問題です。

○藤城主査 どうもありがとうございました。

早田委員、どうぞ。

○早田安全委員長代理 阿部委員が今言っていた中の設計基準事象と設計基準事故の話とECCS-DBAというのがちょっと気になっていまして、指針集にはDBAというのは多分ないんだと思うんですね、DBEはあるけど。

では、事象の中で事故はないか、それは別なんでしょうけれども。それからbeyond DBAの中にどこまで考えるかでシビアアクシデントには端っこの方に、私も来週使う資料にはDBEの中にこの辺はシビアアクシデントだと、阿部委員が言ったようにここで使うんだったら、きちんとそこは分かって使っているなら良いんですけども、論旨が通らない可能性があると思ひまして、それだけです。

○阿部委員 私も、今早田安全委員長代理がおっしゃったのと全く同じことなんですけど、要するにECCS評価で言っているデザインベースというのを超したところに、要するにFCSのデザインベースの話があり、それからその周りにいわゆるbeyond DBAという領域があり、それをずっと超したところにシビアアクシデントというやつがあるので、そのどこのところを指して記述しているのかというのをもうちょっとクリアに書いてほしいと、そういうことです。

○藤城主査 その辺、事務局の方、よろしいですか。

○日高管理官 ご指摘に従って修正させていただきます。

○藤城主査 他にご意見、どうぞ。

○梶本委員 これは確認事項なんですけれども、27ページ、3.4の文章の一番最後です。「格納容器内での爆ごう防止を目的として、事業者はアクシデントマネジメントを整備している」とあるんですが、これは具体的な可燃性処理装置とかそういうものによるのではなくて、確か格納容器の雰囲気飽和状態を保つということで対応していると、そういう意味合いのことですか。具体的に何のアクシデントマネジメントを指しているんでしょうか。

○藤城主査 これは事業者の方から。

○説明者（電気事業連合会 吉原） 関西電力の吉原でございます。

これにつきましては、アイスコンデンサ型につきましてはイグナイタの設置、ドライ型につきましては、おっしゃられましたとおり格納容器内の雰囲気の制御というようなアクシデントマネジメントを整備しておるということをいたしてございます。

○藤城主査 その辺は少し書き足すと。

○梶本委員 どこまで書くかはいろいろあると思いますけれども、事業者はアクシデントマネジメントを整備しているというのは書いてありますけれども、事実であれば事実として書かれた方が良く、これらのいろいろな論文が事業者の方から出されていますよね。だからそういうものを引用するとかして明確にしておいた方が良くとは思いますが。

○藤城主査 その辺は少し、もしできれば。

他に。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 先ほどの阿部委員のコメントだけ、大体私も同意するところですが、一番最初のところです。設計指針でなぜ可燃性ガス制御系についての要求がなされているか。

これはもちろん今日の視点から言えば、設計基準値を超えるような事象についての知見が不確かであったということも一つのファクターではあると思いますが、前回の小委員会で紹介された歴史的な経緯を見ますと、当初のBWR設計では不活性化をしない限りは水-ジルコニウム反応で可燃限界に至るようなことがあった、これは設計上の問題、それから安全評価上の問題、両方絡んでいると思いますけれども、そういう背景があって、LOCAというものを対象として水素の制御をするという考え方が古くから行われてきているということが大きい流れではないかと思えます。

LOCA時には水素が発生するというのは、すなわち燃料の一部の損傷が生じるということで、FPは格納容器の中に入れていく。その時には格納容器を保護することが重要になる。その一環として水素による脅威といいますか、健全性への影響を防止するというような考え方が多分歴史的にずっと続いてきているということが、現在まで指針の中でFCS設置も含めて要求されている、それが背景にあると理解しています。

○藤城主査 多分、歴史的にはそのとおりになんだろうと思いますけれども、その辺、そもそも格納容器というものを機能に対して大きな期待というか、機能を考えていたというところが多分あったんだろうと思います。その不活性化という状況に対しての考察がまだ途中であったのかなというところがあるような気がします。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 私は歴史をちゃんと勉強したわけでもございませんし、これは安全委員会としての解釈ですから、今この説明どおりで構わないと思っています。

ただ、そもそもの問題がFCSという設備を指針の中からはとりましょうという提案があって始まった話ですね。その時に、現行の規制要求の妥当性のところで設計指針について触れていないことは少し欠けているのではないかなという感じがしたんです。

○藤城主査 他にいかがですか。

可児委員、どうぞ。

○可児委員 もう既にコメントは差し上げているんですが、今見たところで気になったのは、幾つかのところで従来は知見が少なかったとか、それから最近は多くの技術的知見が蓄積されたからこうこうしたいという感じになっているんですが、新たに蓄積された知見というものについてどこかで整理して示した方が親切ではないかというのが一つコメント。

それからあと質問ですけれども、27ページの常用系を使ってページする時の被ばく評価の話がちょっと書いてありますけれども、これの上から7行目のところにここでは流れからして常用系を使うという話をしていたと思ったんですが、非常用気体廃棄物処理系とかこういう言葉が出てくるんですが、これは非常用でよろしいんですかという質問。

○藤城主査 2つご指摘があるんですが、私も確かに多少気になっているところがいっぱいありまして、最新知見でどうカバーするかというところをまだちょっと書き足りないというか、もう少し丁寧にその辺を記述した方が良いと思います。

2つ目のところはいかがですか。

○説明者（電気事業連合会 宮田） この部分、我々の方からご説明したところだと思いますけれども、これは気体廃棄物処理系、それから非常用ガス処理系、

2つのパスをご説明したかと思えます。被ばく評価としては非常用ガス処理系を使ったパスでの被ばく評価をお示ししています。恐らくこの表現はそれがちょっとごっちゃになっているということだと思えますので、修正すべきかと思っています。

○日高管理官 最初のご指摘の点なのですが、今日の資料には参考資料といいますが別添資料をつけていないんですが、前々回の時はつけておりました、最終的には全部つけようと思っていますが、それでよろしいということでしょうか。

○可児委員 別にどこにでも、どこかにあれば良いと思います。

○藤城主査 それは書きぶりで、リファレンスでつけて、これをちゃんとリファ一してやればというような表現もあるかもしれません。

○久木田安全委員 今の電事連からのご説明ですけれども、非常用ガス処理系を使う場合にも配管の一部は常用系が含まれるというようなことでなかったかと思うんですが。

○説明者（電気事業連合会 宮田） 気体廃棄物処理系を使う場合には、それ自身が常用系です。それから、非常用ガス処理系を使う場合は、格納容器からの取り出しの部分についてはAC系と呼ばれる、いわゆる常用の窒素を充填したり窒素をパージしたりするラインを使うということになります。

○藤城主査 その辺はもう少し分かるように丁寧な記述で少しご検討をお願いいたします。

他にいかがでしょうか。

○梶本委員 常用系は少し気になっているんですが、これはもしそういう事故時の対応で使う場合には、それを安全系に格上げしないといけないとかそういう問題も含んでいるわけですが、ここではそういう手段がありますということを提示しているというふうに考えればよろしいわけですね。

○説明者（電気事業連合会 宮田） 基本的にはそのとおりだと思っております、例えば常用系の部分だけに限って申し上げますと、AC系というのは通常時に窒素を充填していく系統なわけです。前にご説明しておりますけれども、保安規定上、格納容器の中の雰囲気、酸素濃度を3.5%、もしくは4%以下に抑制しなければ運転を継続できないということですので、非常に高い信頼性を持った設計にしております。実際には、その弁を冗長化する等しております。

それから、オフガス系は通常運転時に炉心部で大量に発生する水素・酸素を再結合させながら、あるいは放出されてくるような希ガスをチャコールフィルタでとるといった、通常運転時でクレジットをとって、これも信頼性が高くなければ運転自体ができなくなるものですので、我々としては非常に信頼性が高いものと考えていますし、でなければ運転できていないというふうに思っています。

○藤城主査 その辺は、具体的な対応のところで注意すべきことだと思います。

他にいかがですか。

梶本委員。

○梶本委員 あともう大分議論も収束したようなので前のコメントですが、LOCAというのがたくさん出てくるんですね。これは指針の検討だから、やはり6ページか何かに初めてLOCAが出て（LOCA）という定義があるんですが、それをもし使われるんだったらもっと前で、LOCAは要するに冷却材喪失であるというのをどこかに書いて、あとLOCAで良いんですが、書く位置がちょっとずれている。6ページよりもっと先に書いておいた方が良いと思います。

それから、ちょっと前にもどって申しわけないんですが、2章の6ページのところに枠で囲ってありますが、欄外で括弧のところは委員会の事務局がつけた脚注であるとか何か入れておかないと、指針をこのまま付録解説から抜き出している格好になっているんですが、このとおりに書いてあるわけではないので、括弧内は事務局による脚注とか書かないといけないと思います。

あと6ページの下から2行目のところ「3. 1. 1の場合を上回る」というのは、指針はそうなっているんですが、括弧付きで「ECCS設計基準LOCA」と書いてありますけれども、これは事務局の脚注ですよ。

○藤城主査 今のところよろしいですか。

ご意見はいろいろ出ましたんですが、それではその次に4. についてご説明をお願いします。

○佐藤安全調査官 27ページの方にもどっていただきまして、4章として格納容器の温度・圧力評価に関する現行要求の妥当性ならびに改訂の可能性に関する検討ということで、当WGでは、格納容器雰囲気圧力・温度及び格納容器構造材の温度評価について、現行の手法を確認し、現在の安全設計指針、安全評価審査指針の要求が保安院の技術基準、民間標準との関連においても、基本的に一貫

性を持つということを確認した。

ただし、評価指針における「原子炉格納容器内温度が最高使用温度を超えないことを確認」という記載については、格納容器構造材温度が最高使用温度を超えないということの意味するように改訂するのが適切と考える。また、格納容器雰囲気温度の評価によっても判断は可能であることから、改訂にあたってはこれを考慮することが適切と考えられる。

その際、格納容器雰囲気温度が格納容器構造材の最高温度を超える場合には、構造材への熱伝達評価の十分な保守性を評価した上で格納容器構造材の健全性を確認すること、また格納容器本体以外のSSCへの影響を確認することが妥当と考えられる。

安全評価審査指針に記載されている判断基準、「原子炉格納容器内温度が最高使用温度を超えないことを確認した上で、4.2の(4)を適用する。」の原子炉格納容器内容温度が雰囲気温度ではなく、構造材温度を指していることは、格納容器の詳細設計での最高使用温度・最高使用圧力の使用方法からも明らかであり、指針要求をより明確にするように指針の記載を見直すことが望ましい。

以上です。

○藤城主査 4章についていかがでしょうか。

可児委員、どうぞ。

○可児委員 細かい話ですけれども、28ページの下から7行目あたりにSSCという言葉が出てきますが、これはどこかで既に定義してありますか。

○日高管理官 定義していませんので、日本語でちゃんと書きます。

○藤城主査 これは、内容そのものはそれほど大きな検討を要する話ではありませんので、書きぶりとしてはこのぐらいでよろしいのかなという気もいたしますが、お気付きのところがあれば。

よろしいですか。

それでは、次のまとめに移って、まとめの議論をしたいと思います。5章のご紹介をお願いします。

○佐藤安全調査官 29ページのまとめについてご紹介させていただきます。

ここでは以前、体系化の視点についてということで最初書かれておりましたが、そこら辺は割愛させていただいております。

最初、本ワーキンググループでは、体系化検討小委員会での議論を引き継ぎ、格納容器における可燃性ガス濃度制御要求、および格納容器内の圧力・温度評価について技術的な議論を行うとともに、その過程で明らかになった指針類の体系化一般に有効な考え方等について抽出を行ったということで、（１）格納容器における可燃性ガス濃度制御要求について。

上３つは、以前から記載されている内容になっております。

４つ目の・が新しく加えられた項目になりまして、PWRについての記載になっております。PWRの場合、格納容器の自由体積が原子炉熱出力に比して大きいいため、アイスコンデンサ型格納容器を除き、特段の措置をとらなくても評価期間中に水素濃度が可燃限界に至ることはない。規制要件として水素燃焼を許容するか否かが１つの目安になっており、現行の指針体系のように燃焼限界以内に水素濃度を抑えるということであれば、見直しの必要性は低い。

（２）が安全評価審査指針における格納容器圧力・温度評価についてということで、安全評価審査指針に記載されている判断基準、「原子炉格納容器内温度が最高使用温度を超えないことを確認した上で、４．２の（４）を適用する。」の原子炉格納容器内温度が雰囲気温度ではなく、構造材温度を指しているということは、格納容器の詳細設計での最高使用温度・参考使用圧力の使用方法からも明らかであり、指針要求をより明確にするように指針の記載を見直すことが望ましい。

（３）が指針体系化への提言ということで、当WGで実施したように、具体的な課題について現状を整理し、最新知見の導入、性能要求の明確化、規定事項の明確化といった指針類の改訂の方向性を明確にしていくことは有効であると考え

る。今後は、具体的な課題の検討により得られる知見に基づき、体系化の視点をより詳細にするとともに、判断に役立つ一般的な原則のようなものを取りまとめていくことが重要と考える。

今後の課題としまして、設計基準事象を超える事象の領域まで見渡した場合、水-ジルコニウム反応による可燃性ガスの大量発生による格納容器への安全上の影響としては、水蒸気と水素による過圧も考慮する必要があるが、可燃性ガスの発生とは異なる観点である格納容器の構造健全性の課題であることから、別の枠

組みでの検討が必要となる。

この場合の水素発生が安全評価審査指針の「事故」の事象スペクトルからかなりの距離感を持っていることを踏まえれば、「安全評価審査指針」に基づく評価によるか、「アクシデントマネジメント」の枠組みに委ねるかの議論も含めて検討する必要がある。

このような議論をする際には、レベル4の深層防護としてアクシデントマネジメントを適切に位置づけることが、体系的な安全規制を確立する上で有効であるかについて、十分に検討する必要がある。

今後、必要に応じて、指針類の改訂や見直しを適切かつ効果的に行うために、検討の視点を明確化しておくことが望ましい。

可燃性ガス濃度制御系への要求性能について、燃焼防止とするか、或いは爆ごう防止とするかを判断する際には、シビアアクシデントの規制上の位置づけやリスク情報も踏まえて検討していく必要がある。

以上になります。

○藤城主査 それではどうぞご質問、ご意見、お願いします。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 一番気になっていましてのは、今後の課題のところの書き方なんです、一つには、これはちょっと文章が情緒的に過ぎるんじゃないかという感じがします、全体的な話だけしますと。

それから、もうちょっと整理すべきだと。その整理の仕方としては、FCSの問題についてのことなのか、格納容器の問題についてのことなのか、シビアアクシデント全体についての問題なのか、この辺を整理して書くべきだと思います。

それから、このワーキンググループで十分に議論していないことについては、余り書かない方が良くはないかというふうに思います。

もうちょっと具体的に一つずつ言いますと、一番最初は、「設計基準事象を超える事象の領域まで見渡した場合」こういうのもちょっと情緒的ですね。

その次に「水-ジルコニウム反応による可燃性ガスの大量発生による格納容器への安全上の影響として」と書いてあるんですが、「過圧も考慮すべきである」。それはそのとおりなんです、可燃性ガスの発生の影響を考えた時に、その後ろに「可燃性ガスの発生とは異なる観点である」云々、これも何か変ですね。丁寧

に書くと分かる話だと思いますので。

それからその次のところも、「「事故」の事象スペクトルからかなりの距離感を持っている」というのも何か情緒的過ぎる感じがします。

それから、その後ろに「「アクシデントマネジメント」の枠組みに委ねるかの議論」というのも、何かもうちょっと具体的な書き方がある感じがします。

あと一番最後のところなのですが、「可燃性ガス濃度制御系への要求性能」と書いてあるんですけども、FCSなくしてしまった時に要求性能なんてないですよ。ですからこの辺、やはり論点をもう一回整理して書いてほしいと思っています。

○藤城主査 この課題というのはかなり、これらの議論を踏まえたというよりもこれからのことだということで、事務局の思い込みが入っているんだろうと思いますので。その辺は今のコメントを受けて、少し整理をお願いしたいと思います。

早田安全委員長代理、どうぞ。

○早田安全委員長代理 いろいろな時代のいろいろな見方が入り交じっているからつじつまが合わないんだと思うんです。いったん忘れると、昔考えていたどのぐらいの事故が怖いからそこから先考えようと。今、これをとことんやったらいつまでたっても終わらないはずなんです。けどどこかで切るわけでしょう。それは炉だけではなくて他のものみんな共通なんだけれども、例えばアクシデントマネジメントが出てくる前の話、例えば $10^{-6}$ ぐらいから先は考えなくていいでしょうというような共通認識があったと思うんです。ところが、実際にその近辺の事故が起きたからその先も何か手当てをしようということで出てきたのがアクシデントマネジメントという中間的なもの。これは規制を改善できるものというので出てきたんだと思うんですね。今の新しいプラントがより物事が起きにくくなってきた時に、アクシデントマネジメントの定義は要らないかもしれない。

それから、ハード的なものもそこまで要求するんだったら、そこまで考えるハードにしなさいという発想が要ると思うんです。要するにライフタイム中に起きるもの、その次は工学的に考えて起きるとは思えないけれども、ここまで考えましょう、それで押し通してきたわけです。だけれども、更にプラスアルファとしてアクシデントマネジメント、今あるものを使っても良いし、つけても良いから

やりますということですので今の体系はでき上がっている。

それをもう一回見直して新しく指針を考えようというので、そういう考えではあり得ると私は思います。多分、今考えている欧州型のプラントは考えている線が先まで行ったけれども、でもその先は考えていないでしょう。だからその辺をどうするかだと思うんですよね。

○藤城主査 貴重なコメント、ありがとうございます。

ただ、今後の課題のところでもそこまで話を広げていこうかどうかというのはまだ少し考えた方が良くと思います。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 今早田安全委員長代理がご指摘になったところで大事なことは、やはりこれ現時点での判断に基づいて書くべきだと思うんです。それで、アクシデントマネジメントを適切に位置付けることが体系的な安全規制を確立するより有効であるかについて議論しようなんていうのは、やはり時代錯誤だという感じがするわけです。だからそんな議論はもう随分昔に終わっていて、今早田安全委員長代理がおっしゃるようにAMで良いのか、それとも規制要求とすべきかというのが、議論の真っ最中の時にAMの有効性について議論しましょうというような話は変だなという感じがします。

○藤城主査 ありがとうございます。

非常にこれからの検討課題であることは十分あるんですけども。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 おっしゃることは理解しつつ、やはりここではFCSといたしますか水素の問題について具体的に考えた方がよろしいと思います。

今まで述べられてきたように水素に対する対処としては、燃焼させるか再結合させるか、そうでなければパージするということであって、そのパージということがここで考えられて、アクシデントマネジメントであって、パージというのは水素だけに限らない、過圧対応として一般的に考えられるものですね。つまり、いろいろな事故シナリオに対して考えられるものだから、それを規制要件として考えるべき部分と、その対応性を考えて従来どおり事業者の判断に委ねる部分と多分、両方が含まれるだろうというふうに思います。

○藤城主査 阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 私も今の久木田安全委員会のご説明には全くそのとおりだと思っています。ただ、ここで言っているアクシデントマネジメントというのが従来から流れてきたシビアアクシデントマネジメントの中での話だけ書いているわけですよ。そうではなくて、例えば前段規制から後段規制にかけてその設計でどういうことを見るのか、それから要するに運転管理で見て、それは後段規制でどういふふうにやっていくのかというのは、もうちょっと広い枠組みできちんと議論すべき話だろうと思っています。

○藤城主査 大体話としては、今後の課題についても今久木田委員がおっしゃったように、基本的にはFCSを中心にして議論をしてきたわけですから、それを整理した上での課題というところに多少限定した書き方。ただ、もちろん先としてシビアアクシデントなりアクシデントマネジメントなり、それなりの言及をしておくことは必要かと思えますけれども。そういったまとめの仕方をしていただければと思います。

梶本委員、どうぞ。

○梶本委員 シビアアクシデントとかそういうのをどこまで書くかというのは、今後の課題のところの問題だと思いますが、一つ、先ほどの委員からのコメントのところにもありましたけれども、これはあくまでも現行の設計論に対してやられている話で、もし今後の課題に書くのであれば、ひとつ大きいことは、これから新型炉とかそういう新設炉に対してここで議論したのが有効なのかどうか、それとも新設炉が出た時に再度検討しなければならないとか、そういうポジションを明らかにしておくことが重要ではないかなと思います。

○藤城主査 新設炉についてのお話も今までもちょこちょこことは出てきましたけれども、どういたしますか。多少、サジェスチョン的に委員の意見を盛り込むことは可能かとは思いますが、もしご意見があれば。

○早田安全委員長代理 今の時代だと、ルールが変わったら古いものもそれに照らし合わせてどうかという評価が必ず要求されると思うんですよ。バックチェックのことも。耐震の場合は非常に物事が大きかったからあると思うんですが、実質的な評価はしてくださいと私だったら一応言いますよね、行政的な立場と離れていても。そういう意味では、新しい指針の中で既往型の時にはどうするとか、そういうことを書かなくても良いけれども、考え方はつけた方が良く私は思う

んですけど、個人的に。

○藤城主査 村松委員、どうぞ。

○村松委員 今の梶本委員の指摘に対応してなんですけれども、この委員会はFCSについて見るということであったと思うんですけれども、そのFCSについて見た時の結論として、BWRに限ってのことですけれども、FCSを備えておくという一つのある設計よりもFCSは要らなくて、今のパージシステム等そのまま良いんだけど、少し厳しい事故までの使い方を検討しておくという方が合理的であろうということが非常にはっきり見えてきたわけです。しかも、それはPSAという知見と、それからシビアアクシデントの水素発生や水素燃焼に関する知見の2つを合わせて初めてできてきたものである。そうすると、今の設計方法よりもPSAとシビアアクシデントの知見を入れたものの方が水素に関するリスクのコントロールとしてはより合理的なことができるようになったということが、ここで非常にはっきり示されていると思います。そうすると、当然新しいプラントを設計する時には、そういう知見を使うように導いていかれると良いと。それは規制であるかAMであろうかというようなことは別にして、結果的にそういう設計方法がなされるようにしていくということが非常に望ましいということは、少なくともこのグループで分かったことだと思います。そういうことを示唆していくようにまとめていく必要はあるのではないかと思います。

○藤城主査 どうもありがとうございます。余り異論のないご意見だと思いますので。

梶本委員、どうぞ。

○梶本委員 ちょっと話は変わりますが、29ページの(1)の最初の・です。前からあったんですが、今になって発言するのは申しわけないんですが、(1)の最初の・の下から2行目です。「一部の水—ジルコニウム反応による」これは多分間違いで、後ろの方に「一部の」をつけて「一部のBWRプラントについては」とすべきだと思いますが。

あともう一つちょっと気になるのは、この中で「一部のBWRプラントについては、より詳細な検討が必要である。」というの一度も出てきていない話であって、まとめで初めて出てきているのではないですか。

○藤城主査 今のところは事務局、どうですか。(1)の最後の部分で。

確認をいただいて、もしその辺が今までの議論の中でどこを指すものであるか、あるいは出てこないのであれば削除というのもありかもしれないと。

○梶本委員 「より詳細な検討が必要である」と書いてあるんですが、私はこれ必要ないとは思っているんですが。そうすると、この「より詳細な検討が必要である」を受けて（４）に何か書かれていないとやはりおかしい。

○説明者（電気事業連合会 宮田） この記載ですが、前回、我々の方から被ばくのご説明をした際に、村松委員の方から一部のBWRプラントでは燃料がある程度破損するのがあって、そういったところではもっと被ばくの絶対値が大きくなるだろうと。それに対して、相対的には恐らく問題ないだろうけれどもというようなご指摘があったと思います。その辺に向けての記載になっているのかなというふうに私は理解しておりますけれども、ただ報告書としてここだけぽつと出ているのはいかがなものかというご指摘だと思いますので、それは適切に対応するのかなと思います。

○藤城主査 梶本委員、どうぞ。

○梶本委員 そういう話であればそれは良いんですが、そうすると29ページの（1）の先ほどのところは内容が全然違うということですね。「水-ジルコニウム反応による水素発生量が無視できない一部のBWR」と全く結びつかない議論になってしまうので。そこはちょっと内容を検討してもらった方が良いかなと思います。これ、本当に要るんですか。

○藤城主査 私もこれ今の議論を伺って、要らないんじゃないかと思いますが。事務局で少し検討した上で対処をお願いします。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 今のは、FCSの必要性を論じる上にBWR一律に論じられるかということだろうと思います。どういった条件がつけば例えばその先を共有できるかということが頭にあって多分この文章が残っているということですね。

ですから、別にこれを個別に出さなくてもよろしいので、個別に判断すべき余地があるということ表現すれば良いのではないかと思います。

それから別の件ですけれども、先ほど阿部委員のコメント、設計指針との関連というのが出ていないということですが、実は2章のところで要求の階層構造に応じたところで設計指針と安全評価指針の関係が述べられていて、それが今回の

バージョンでは抜けているということがあります。それは適当な形で入れたいと思いますが、もう一つ阿部委員がおっしゃった、設計指針の中でのFCS要求ということの意味ですけれども、現在は可燃性ガス濃度制御系という形で指針の33ですか、立てられていて、事故時に濃度を制御するための系統というものが名指しで挙げられているわけですね。しかしながら、先ほどの歴史の話から言えば、水-ジルコニウム反応による水素も含めて不活性化で対応してきた。ですから、通常運転時の不活性化ということも含めて可燃性ガス濃度制御は行っている。ただし、通常運転時の不活性化系というのはここで言うところの可燃性ガス濃度制御系ではないという位置付けになっていると思うんですね。5のまとめでも不活性化について現在、指針で明示的に要求されていないところ、それを入れた方がよいというような提言がありますが、それをどこに入れるか。例えば、設計指針33の中で言っていることは、通常運転時の不活性化も含まれるんだよというようなことにするのかということが関連してくるかと思います。

○藤城主査 今のところ、これからの対応をどういうふうに指針の中で対応していくかということについて大事なポイントだと思いますが、その辺まで本当は書き込めればもうちょっとあれでしょうけれども、一応コメントとして事務局の方も。

渡部委員、どうぞ。

○渡部委員 FCSが不要とかいう記述があるんですけども、事前に送ったメモで書いたんですけども、FCSと再結合器、リコンバイナとかいろいろ言葉が出ておりまして、ある時は再結合器を使ったり、FCSを使ったり、統一した方が読みやすいのではないかと思います。この場合のFCSというのは、あくまでも再結合器ということに理解してよろしいのでしょうか。

○藤城主査 それは適切な用語というのが、少なくとも指針にはFCSとは書いていないですよ。どこかで定義を、もちろん申請書その他を参照して適切な統一的な言葉に直した方がよいですね。

○日高管理官 はい。

○藤城主査 可児委員。

○可児委員 ちょっと関係するんですけども、2ページの一番下に脚注があって、2. で今の可燃性ガス濃度制御系という用語の用法について混乱があるなん

という脚注があるんですけども、本報告の3. 1というのは2. 1の間違いですね、今は2. 1ですね。だからこの混乱を何かの形で解消するようなことをしておかないとまずいのではないかというのがコメントです。

今の4ページあたりの安全設計審査指針の3.3で書かれている内容で、要するに可燃性ガス濃度制御系というやつを固有名詞としてとるか、機能を持った単なる系統と理解するかで違ってくると思うんですね。だから、そこらをまとめというか、整理し直した形でどこかに書いておいた方が良くないかというコメントです。

○藤城主査 その辺は先ほどの久木田委員の発言の、もともと制御系というシステムではなくて、機能として要求すべきところを系として書いて、それがダイレクトにFCSというものに繋がったところが問題点となっているところなので、それがどのようにこれから規制として規定していくかという話を中心だと思えますのでその辺は是非、事務局。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 今の話の続きなんですけれども、そういったことをここで今議論したわけですが、そういうのを踏まえて指針の改訂案そのものはこのワーキンググループは作らないんでしょうかという質問なんですけれども。

○藤城主査 スタートのところから個別の指針の議論まではここではやらないというのがここでの与えられたタスクだと私は理解したんですけれども。ただ、今までの議論を伺っていて、ある程度方向性とかいろいろな書きぶりというのが先ほどのご意見がありますので、その辺は入れることは言うべきではあると思いますけれども、いかがでしょうか。

○早田安全委員長代理 いけないというようなものはないと思いますけどね。

○藤城主査 うまいまとめの仕方があれば、できるだけいずれにしてもこの提言は指針に何らかの格好で反映すべしという提言になっておりますので、具体的にどこまで踏み込んで書くかどうかという話でありますね。事務局がある程度その辺フォローできれば、できる範囲で考えていただいて、そしてそこに一步近づくような形がまとめのところで書ければよろしいかと思えます。

早田安全委員長代理、どうぞ。

○早田安全委員長代理 別のところでちょっと気になったんですが、29ページのまとめの(1)の3つ目の・で「シビアアクシデント時の可燃性ガスの影響が、

リスク評価上はほとんど無視できるであろうとする考え方は」云々というこの「リスク評価上」というのはどういう意味のリスク評価でしたか。

それから、考えられるけれども、という後の文言なんですけれども、「ただし、事故状態が静定した後の」云々という長期的なことについてアクセントマネジメントということを書いていますよね。そうすると、一般論からすると、シビアアクシデントのことまで言及していろいろな状態があり得るわけで、その状態でそれが静定した後のことまで心配することを言うのかなと思ってしまいますよ。だから、最初の頃に言ったことに関係しますが、どの辺まで何を考えるかということを確認しないと、いつでも後のことまで考えて重たいことまでを評価されるというのは気になります。

というのは、炉の種類によっては数ヶ月もどうしようもないプラントがある。だけど、環境への影響はない。だけどその建物の中はとんでもないというのがあり得ると思うんですね。ここで言っている主旨は何でしたかねという質問です。

○藤城主査 この辺、もし事務局の方で少し、ご意見があればですが。

久木田安全委員。

○久木田安全委員 不正確なことを言ったので、補足させていただきます。

まず、リスクの観点でこれを検討したのは、米国の10CFR50.44の改訂の経緯で、ここでは事故後24時間の条件付き格納容器破損確率への影響という観点で論じています。24時間格納容器がもてば、その後はアクシデントマネジメントマターだというのがそこでのポジションですね。

24時間というのは今までお話ししてきたように、不活性化されたBWRでは24時間で可燃限界に到達しませんから燃料リスクが問題にならないというのは自明であるわけですね。24時間でよしとするかどうかということは当然ながら判断によるところで、現状で我が国の設計基準LOCAでは30日間の評価期間を出しているということと大きな隔たりがあります。

それから、アクシデントマネジメントについて論じているのは、おっしゃるように長期間の静定後のことについて論じる、あるいはアクシデントマネジメントとレベル2PSAを関連づけることについても我が国ではまだなされていないわけなんですけれども、それは多分今後必要に応じてやっていくべきところで、例えばベンディング、ページの影響でありますとか、長期間の問題については例えば防

災との関連で関心が出てくるかもしれない。そんなところで、いずれも抽象的な課題であることは確かだろうと思います。

○藤城主査 ありがとうございます。そういったご意見からすると、このところはまとめの（１）に入れるよりも、むしろ今後の課題としての提言の中に入れ直した方がよろしいかと思うんですけれども。そして（１）の中で書くのはもう少し内容を限定した書きぶりにされると良いと思います。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 また細かいワーディングの話で恐縮なんですけど、まず４ページの一番上には２．と入りますね。

○藤城主査 ここが抜けていますね。

○阿部委員 それからこれは質問なんですけれども、３０ページのところでさっきのアクシデントマネジメントの位置付けのところなので、位置付けの話がなくなってしまうと消えてしまう文章かもしれないんですが、レベル４の深層防護と書いてあるんですが、まず細かい点、２点なんですけれども、レベル４の深層防護というか、こういうもの自体を安全委員会は普通の用語として使うんでしょうかという質問と、それからもう一つは、レベル４の深層防護とは言わないんですね。深層防護の第４段階とか、あるいは第４番目のレイヤーとかそんな話だと思うんで、ちょっとここは書きぶりとか、それからこういうふうに普通に使うんでしょうかという質問です。

○藤城主査 今のところはいかがですか。レベル４の言い方は変えるとしても、深層防護の第４段階という形で使って良いかどうかというところもあるんですけども、ご意見があれば。

○早田安全委員長代理 多分 I A E A の図面を連想しているんだと思うんですけども、現時点でこれを言うんだとしたら、先ほどの話が全体像をどう考えるかを考えた上で言うべきものだと思う。要するに、アクシデントマネジメント的なものとか防災とかを安全の担保にするのは、私は個人的には変だと思いますけどね。

○藤城主査 多分ここではなくて、深層防護について何らかの説明をしたところで、そこでの話として持ってくるのであればレベルの話は良いんですけれども、それをもうちょっと。

○久木田安全委員 深層防護についてももう消えてしまいました２章のところ

議論を試みたんですけれども、今ありますように安全委員会の深層防護、IAEAの深層防護、それぞれの方の考えている深層防護、さまざまなものがあるので、あえて混乱を引き起こすまでもないので、この検討においては保留しようというふうに考えています。

レベル4というのは当然の話、IAEAの用語ですし、安全委員会としては例えば設計基準事象をレベル3と関係付けるということも明示的にはまだやっていないと私は理解しております。

○藤城主査 阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 報告書からは、今のレベル4の深層防護という言葉が消えるということで、これは非常に適切なことだと思うんですが、早田安全委員長代理がおっしゃるようにこの話は非常に大きな問題ですので、どこかできちんと多分いろいろな意見もあると思いますので、議論できればと思っています。ただ、防災もアクシデントマネジメントも要らないのかという話になりますと、そんなに簡単に言い切れるのかなと私の方はかなり心配になりますけれども、これは安全委員の5人のご意見だと思いますけど。

○早田安全委員長代理 私は要らないと言っているわけではなくて、どういうスタンスでそれを設けるかというだけのことです。

○藤城主査 非常に大事な話ではあるんです。本来、もちろん高いレベルの安全の考え方を示すところでしたところが議論されるような場があると多分非常に良いんだろうというご意見だと思います。

村松委員、どうぞ。

○村松委員 少しもどりまして、早田安全委員長代理のまとめの(1)のところの「リスク評価上はほとんど無視できるであろうとする」というその表現について改善の余地があると指摘されたのではないかと私は思ったんですけれども、ここをなくしてしまうとそれは非常に、これは根幹になる部分だと思いますのでやはり入れておく必要があって、多分主旨としてはPSAの結果からリスク上の重要な因子ではないことが明らかになったというような主旨に書き換えれば良いのではないかと考えたんですが。

○藤城主査 ありがとうございます。先ほど私が後ろにと言った主旨は、むしろ上記の対応についての記述について申し上げて、今村松委員のおっしゃることは

確かにそのとおりでありまして、「リスク評価上は」云々のところは当然前を受けての記述だと理解しています。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 昨今の規制にリスク情報を反映するということが自体はごくごく当たり前のことだと思いますが、こういうのを書く時にはやはり注意が必要で、例えばリスク上重要かどうかというだけのことを判断しますと、設計基準事象はリスク上重要ではないということになりますよね。我々今、設計基準に議論をしているんですから、そのところは余り短絡的には書かないでほしいというふうに思います。

○藤城主査 「リスク評価上はほとんど無視できるであろう」という言葉が非常に集約した表現になっているということはおっしゃるとおりなので、そこはもう少し丁寧な書きぶりにするというのは。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 丁寧といいますか、設計基準事象はリスク上関係がないという、現状として選定されている設計基準事象、あるいはその想定内容がリスク低減の上で余り有効でないものがある、そういうものがあるということは事実としてあると思います。

ただ、無関係なものだというふうなことにはしたくない。例えば現状では設計基準事象によって燃焼を防止するということになってはいますけれども、そういった格納容器の健全性を直接脅かすものではないところでアンカーという言い方をしますね。リスクプロファイルのどこかでそのアンカーを打っておくというような考え方というのは、少なくとも当面は有効性を持つだろう。ただ、より有効性を持つような事象想定に向かって改善する努力が必要だろうというふうに思います。

○藤城主査 阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 言葉が足りなかったかもしれませんが、私も設計基準事象の防護をしっかりやるということが最終的にはリスクの低減につながっているわけですから、そのところは設計基準事象のところを軽視していいなんて全然思っていないわけです。だから、そのところをきちんとやることはとっても大事だと。ただ、何かの判断する時にリスクが小さいからという一言で済ますような判断は、

これは危なっかしいなと、そういうことです。

○藤城主査 ありがとうございます。

それでは可児委員、どうぞ。

○可児委員 今のに関連するんですけども、単純に25ページの3.3.1で書かれたことを余り議論の余地がないようにもう一度書き直せばいいだけの話ではないですか。

3.3.1はシビアアクシデントのリスク低減の観点でのFCSの有効性、そういうことですね。それを書くという主旨で書かれたのではないですか。

○藤城主査 多分そうですね、事務局の方。その辺、恐らくそうだと思いますが、それを参照しながら少し修文をお願いしたいと思います。

可児委員、どうぞ。

○可児委員 29ページのまとめの書き出しのところに、例の一般化というか、「一般に有効な考え方等について抽出を行った」と書いてあるんですが、今や2章がなくなっていていろいろな視点の話も全部抜けているという時に、これは昔の名残がそのまま残っているという感じがしてですね。

それに関係したことが30ページの(3)で書いてあるんですけども、結局これからやっていきましょうというのはそういう感じに終わっているわけで、余り意味がなくなってきたのかなという気がちょっとするんですよ。だから書き方を含めて、書くこと自体は良いと思うんですが、もうちょっと整理の仕方があるのかなというふうに思うのと、(3)の提言というのはやはり先ほども出てきましたけれども、今回FCSについての検討がメインなので、その検討を受けて今後指針改訂等についてどういうことをやってほしいかという意味での提言を書くべきではないかというふうに思います。

○藤城主査 そのこのところは、多分従来の2章のところが完全になくなって一般化のところだけがここに持ち越されたというところで、確かに一般化への提言に多少付言するのは良いんですけども、この報告書そのもののスタンスが前の報告書案と少し違ってきているところから、この報告書としての役割をもっと基準部会としての書きぶりに少し工夫を。

○早田安全委員長代理 さっき25ページのBWRの可燃性ガスのところを可児委員が指摘してくださったんですけども、これはFCSを評価してみたらこう

だったということなのですが、今のプラントの安全評価の中で同じようなアプローチでよくよく調べたら、リスクに及ぼす影響がほとんどないと、やってもやらなくてもいいようなものがあるんだとしたら、そういうものを除くというんですか、これについてはこうだということをおっしゃっても良いのではないかと。

というのは、今できている指針というのはいろいろ頭で考えて、ここまでやっているのは積み上げですよ。網羅されていると思うんですが、場合によってはそのことはやらなくても良いとか、そういうものがひょっとしてあるのではないかと。そういうための最初のステップかなとも思ったんですけど。

○可児委員 それは割に一般的な有効な方法ということになるのかもしれない。

○藤城主査 今、早田委員おっしゃったことは、そういうような主旨をここに書くともまさに今回検討したものをエグザンプルとして将来、そういったアクティビティーをもうちょっと広げていく必要があるというのが体系化への提言、書きぶりになるかと思うんですね。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 このワーキンググループそのものの位置付けですけれども、事業者がこういう提案をしてそれに応じて開いたという形になっていますね。要するに、今のリスク情報の活用なんかに向けて一番その辺のことをよく知っているのは事業者だと思いますので、こういう新しい枠組みというのはとても大事だという感じがします。ですから、これからは事業者には積極的にそういう提案を出していただいて、それに対してちゃんとリーズナブルであればそれに応えるというような形を安全委員会においても、あるいは規制当局にとってもやってほしいというふうに思います。

○藤城主査 どうもありがとうございました。その辺はこういったアクティビティー全体が示す一つのエグザンプルだと思いますので。

どうぞ、電事連。

○説明者（電気事業連合会 辻倉） 今回の阿部委員がおっしゃっていただいたポイントは、この検討会のごくごく最初にFCSに限定した形での議論になって、そこから一般論を展開しようという形でステアリングいただいたと思うんですが、入り口のところでFCSだけではなくて、安全評価に関しての例えば高燃焼度化の領域も議論があったと思いますし、その他、現行の指針の解釈なり範囲の中で

安全評価についての新しい知見の取り組みといった観点もごくごく初期の議論があったと思いますので、出口としてはFCSだけに限らず、今後、今おっしゃっていただきました切り口ですけれども、いろいろな知見の新しいものについては積極的に取り組んでいく、あるいは取り組みをアドバンスしていくといった観点での提言も是非出口にあれば私どもとしてはありがたいなと思います。

○藤城主査 今コメントいただいたのは、阿部委員の発言と重なるんですけども、多少まとめのところでそういったところに触れるかどうかですね。

○早田安全委員長代理 入り口のところでいろいろな話が出て、そのまま全部進んだらまとまらなかったと思うんですね。絞ったのでここまでまとまったと思いますから、それを踏まえて次につなげるコメントをまとめればよろしいのではないかと思います。

○藤城主査 ありがとうございます。では、そういう形でまとめのところでもう一度整理をし直すということにさせていただきます。

○可児委員 私だけが受ける印象かもしれませんが、3ページの第2パラグラフの「本報告書は」という書き出しのパラグラフがあると思うんですが、ここで「これまでの当WGの検討結果をとりまとめたものである」という言い方をしているんですが、なんとなく中間報告書的で、またこれからも進めて別の最終報告が出るようなニュアンスが感じ取れてしまうんですけども、違いますよね。

○藤城主査 これはどうですかね。私としては、このワーキンググループそのものは中間報告ではなくて、ある程度体系化のところにもう、一つの成果物として出すスタンスでまとめた方が、ここまで議論できて、今回報告書としてもかなり内容を絞ってまとめてきたところから見ると、これを更に中間報告としてその先というのはちょっとふさわしくないように思いますので、このワーキンググループの中では一応とりあえず、別途指示があればまた別ですけども、一応この中では閉じた議論をしたいと思うんですけども。そういった意味では、今ご指摘があったところの書きぶりは少し事務局の方で工夫していただければと思います。

梶本委員。

○梶本委員 ちょっと前のコメントなんですが、1ページの「はじめに」の1.1で指針類体系化の方向性ということでたった2行の書き出しがあるんですが、

内容の割には書き出しが余りにも乱暴に書いてある。これはちゃんと原子力安全委員会の原子力安全基準専門部会ですか、これが取りまとめたこれこれにおいてはこういうことが述べられているというのはちゃんと書いた方が良くと思います。

そこで質問なんですけれども、引用文献が下に書いてあるんですが、これは原子力安全委員会だけが書かれています、これはこれで正しいんですか。質問ですが、原子力安全基準・指針専門部会がまとめたのではないんですか。

○藤城主査 これは専門部会がまとめて安全委員会に報告して、安全委員会のクレジットになっています。

それで最初の「はじめに」の書き出しのところは、多分このワーキンググループが立ち上がる時にちゃんと指示があったわけですし、その辺のところも含めていわゆる報告書の書き出しのフォーマットがあるので、そこをもう少し入れてまとめてください。

よろしいですか。

○阿部委員 今の丁寧に書いていただけるということなのでそれで良いんですけれども、1ページのところは昔の体系化の分科会の話ですね。それから1.2のところは、今度は体系化検討小委員会の話ですね。ですからそのところ、分かりやすく区別して書いてくださいということです。

○藤城主査 今のところはよろしいですか。

丸山委員、どうぞ。

○丸山委員 ちょっと細かくなってしまうんですけれども、2章でどこか忘れてしまったんですけれども、9ページにハロゲン50%の放出という想定がシビアアクシデントに照らしても著しく大きな保守性と書いてあるんですけれども、著しくというのが本当なのかなというのが、NUREG-1465とかを見ると、例えば炉内放出だけでも30%ぐらいのよう素が出るということになっていますし、もっと長期で見れば確か60%とか、このよう素というのは何を言っているかというところも問題があると思いますけれども、ちょっとこの表現が気になりました。

○藤城主査 このところはちょっと検討した方がよろしいかもしれませんね。説明文として入っている位置付けですから。要するに過大に想定していることは確かなんですけれども、シビアアクシデントとして……

○丸山委員 私のちょっと勘違い。これは要するに、デザインベースのことを考えてということですか。

○藤城主査 そうですね。今のところ、よろしいですか。

では、これで意味としては、DBAのLOCAの評価に比べれば。

○阿部委員 私、記憶が違っているのかもしれませんが、2ページのところでFC SのフルネームをFlammability Control Systemとありますが、Flammability gas Control Systemではなかったでしたか。

○説明者（電気事業連合会 宮田） 確認させていただきたいんですけども、基本的にはこの用語だと思います。gasがつくのは、Stand-by Gas Treatment SystemというSGTSです。

○阿部委員 では、これで正しいんですね。

○説明者（電気事業連合会 宮田） 私の方で一度確認させていただきます。

○藤城主査 よろしいでしょうか。非常にいろいろなところをチェックしていただいたと思います。

今度は事務局の作業がなかなか大変になると思いますが、この辺を見直してもらって最終報告書案に仕上げていきたいと思っています。

それではよろしいですか、今日のこの報告書案についての検討はこのぐらいにいたしまして、もう一つ資料がございますので。

評価手法についてということで、電事連の方からご説明をいただくことになっております。よろしくお願いたします。

○説明者（電気事業連合会 吉原） 参考資料第6-1号ということで、以前このワーキングで第1回に格納ワーキング第1-2-4号ということで事業者の方からご説明させていただいた資料に一部ちょっと誤解を招く表現がございましたので修正をさせていただきたく思いまして資料を準備させていただきました。

修正箇所につきましては、こちらの右下のページで20ページと22ページにございまして、20ページでございますが、PWRの格納容器の健全性評価ということで、格納容器内の温度評価に関する記載でございます。

こちらに二重線の四角で囲んでおります箇所が20ページに3箇所ございまして、まずこの一番下からご説明させていただきますと、従前の記載が記載されておられないので申しわけないのでございますけれども、従前はこちらの方に罫囲

気温度の評価としては田上の式を1倍、それから構造材温度の評価については田上の式を5倍した熱伝達係数を用いて評価するという書きぶりになってございました。

その取り扱いにつきましては、今既にそういった取り扱いをしているというのではなくて、今後の評価方法の例というのが正しい記載でございまして、現状はPWRの場合、格納容器の雰囲気温度が格納容器の最高使用温度を超えるという例はございませんで、構造材の温度というのは参考に評価をしております。参考に評価をしている場合があるという程度でございまして、その評価の時に田上の式の5倍の値を用いているかということ、必ずしもそうではないということで、今後評価をすればそういったことが考えられるということで、現状につきましては熱伝達係数を小さめの1倍にして雰囲気温度を高め評価ということで、雰囲気温度と判断基準を比較して雰囲気温度が判断基準を超えないことを確認しておると、これが現状でございます。

今後の評価、構造材温度というものに着目した評価を行う場合においては、現行の評価方法で得られた高めの雰囲気温度条件を境界条件として改めて構造物の温度評価を実施し、その際に用いる熱伝達係数については保守的に大きめの値を使用する、今後はこのような評価をしたいというふうに考えておるということで、従前の記載ですと既にこういった保守的に大きめの値を使用した評価で構造物温度評価をやっているように思いましたので、ちょっと修正をさせていただきたいという点でございます。

これに関しまして22ページでございますが、こちらの方もCV鋼板表面温度とCV内雰囲気温度ということで、PWRの3ループプラントでの解析例、安全審査の補足説明資料から抜粋した例を持ってきてございました。こちらの評価の結果でございますけれども、これは格納容器の構造材、鋼板表面温度につきましては、雰囲気温度評価での熱伝達係数を使用した結果でございまして、従前ですと熱伝達係数として保守的に大きめの熱伝達係数を使用した解析結果がこのようになるというふうに誤解を招きかねなかったというところもございまして、ちょっと注釈ということで一番下につけさせていただいております。

ですから、これは1倍という雰囲気温度評価に用いた熱伝達係数をそのまま使用して格納容器の鋼板表面温度を評価した結果でございます。

なお、雰囲気温度評価で使用しているものに比べまして大きい熱伝達係数で仮に評価を行った場合でもC V鋼板の温度上昇が雰囲気温度の上昇に比べて遅れるという傾向は変わりませんで、ドーム部の温度のピークは雰囲気温度のピークより数℃低くなるということ、ちょっと解析の図面はございませんけれども、そういったことは我々として確認しておるということで、注釈をつけさせていただいております。

20ページにもどりまして、上の方に2つ、C V圧力及び雰囲気温度の評価における保守的な解析条件、それからC V構造物温度を評価する場合の保守的な解析条件の例ということで、こちらも四角書きしてございますけれども、こちらの2つ目の方につきましては、先ほど今後の評価条件の例ということでご説明しましたので、その例という意味で解析条件の例というのを追加させていただいております。

上の方が、ちょっとややこしい話で申しわけないんですが、従来、「保守的な解析条件の例」というふうに上の方に例をつけてございました。これは保守的な解析条件というのは、この下に書いてあるようなもの以外にもあるということで、一例を挙げるという意味で例をつけてございましたが、今回下の方に「保守的な解析条件の例」ということで、今後の評価例という意味での例をつけましたので、混同しないようにこちらの方の例を取らせていただいたと。少しややこしい話で申しわけございませんけれども、そのように修正をさせていただいております。

こちらの資料、誤解を招く表現であったということで、まことに申しわけございませんけれども、今回修正をさせていただきたく思います。

以上でございます。

○藤城主査 今のご説明に対して何かご質問ありますでしょうか。

阿部委員、どうぞ。

○阿部委員 今回、余り問題を蒸し返したくないので私はこのままで構わないんですが、少し先のことを考えますと、例えばシビアアクシデントに至る前のというか、デザインベースの中での話と、それからシビアアクシデントのところと同じなのか違うのかよく分からないんですが、雰囲気温度で評価するというのと、構造材の温度で評価するというのとどちらが精度がよく評価できるのかということについて、私は技術的な知見が余りないのでそのところよく分からないんで

すが、一回確認しておいた方が良いような気がしているんです。できるだけ精度の良いものを評価の対象にするようなことが良いのかなというふうに思ったものですから。

○藤城主査 これは、これからも検討事項ではあるんですね。今の設計要求としては構造体というのが良いとしても、その先の話ですね。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 雰囲気温度が構造材温度、この解析の中身というのは必ずしも安全審査の中で全面的に詳しく見ているものでないところもありますので、そういうことも含めて今後、より情報の充実を望みたいと思います。

それから、ここでの議論に限って言えば、構造材の強度については今議論している温度が若干変わっても大きな影響を受けるものではない。ですからそういう意味で、余りセンシティブでないということが前提になっています。

○藤城主査 どうもありがとうございました。

よろしければこの評価手法の、ここは書きぶりの修正のところでございますので、これについては以上だと思います。

それでは、今日の課題となる議論は大体終わったんですが、何かそれ以外に全体を通じてご説明。

久木田安全委員、どうぞ。

○久木田安全委員 参考資料第6-2号ですけれども、議論の中でご紹介しようかと思ったのですが、事務局でまとめたさまざまな設計基準事象、これはいずれもLOCAです。

前日も関連のご質問があったかと思いますが、現在の決定論的な安全評価では、対象とする系統ないし構築物によってさまざまな解析上の過程をアドホックに導入しているということとして、評価項目というのは安全評価審査指針での項目の番号ですが、ECCS性能評価、それから今問題になった格納容器の圧力温度の評価、LOCA時の被ばく評価、可燃性ガス濃度制御評価等について、いずれも共通するパラメータはあるのですけれども、必ずしも上流側の計算結果をそのまま使っているわけではなくて、むしろ例えば水-ジルコニウム反応については5倍を掛けるとか、保守性を加味したり、あるいは全く無関係に繋がっているような条件設定をしているというのが現状であるということを示すというのが目的で

す。

もちろん、解析条件としてもっとたくさんいろいろなものがあるわけで非常に単純化したチャートであるということはお断りしておきたいと思います。

以上です。

○藤城主査 どうもありがとうございます。一つの整理として非常に、一覧できるものにしてまとめております。

よろしいですか。

村松委員。

○村松委員 簡単な質問なんですけれども、被ばく線量の評価のところに「めやす線量以下」と書いてありますけれども、これは事故に対する判断基準という意味ですね。

○藤城主査 それでよろしいですね。

では、これは参考資料ということでご理解いただければと思います。

それでは、一応全体についてのご意見ももしあればということではありますが、なければこの辺で少し時間が、予定を時間としては随分ゆっくりとってあったんですけれども、事務局への宿題という形でいろいろコメントをされましたので、次回また更に引き続き議論をしたいと思います。

最後に。

○阿部委員 すみません。参考資料第6-2号、ちょっと気になったところがございますので言いますと、一つはものすごく単純な話で、右下にある注ですが、「波線」ではなくて「破線」ですね。

それともう一つは、判断基準のところなんですけど、判断基準というのは本来、評価量と合っているはずですね。右3つは評価量と判断基準全部合わせてあるんですけど、一番左のECCS性能評価のところは、本来、判断基準は例えば被覆管の最大酸化とかPCTとかそういうものも入っているはずだというふうに思いますので。

○藤城主査 多分それはそういった認識の上で単純化して表示したということで、コメントはそのとおりだと思います。ありがとうございました。

それでは、以上で本日の会合を終了させていただきたいと思いますが、よろしいでしょうか。

○阿部委員 今日議論した報告書の取り扱いは、この後、どうなるのでしょうか。

○藤城主査 今から事務局のこれからの予定を伺おうと思っていたところなんですけれども、事務局の方で、今日の資料の取り扱いと今後のこのワーキングとしてのまとめのところをどういうふうにしていくかという計画として。

○日高管理官 本日のコメントを踏まえて事務局でまず修正させていただきたいと思います。そして、各委員に報告書を配付いたしまして、次は2日ですので、その前に一応集約して、また最終な取りまとめというふうにさせていただければと思います。

○藤城主査 今日、初見でいろいろ大幅な書き直しの原案で議論していましたが、多分見切れないところも、特にワーディングなんか細かいところについてはまだあると思いますので、今日の資料ベースでのコメントはできるだけ早めにメールで事務局に追加でいただいて、一方、事務局の方では作業を進めていただいて、次は3月2日に予定されているわけですが、その前にある程度の時点で一度、事務局としての修正原案を各委員に配っていただいて、ある程度意見をいただいた上で、多分もう一回ぐらいである程度報告書としてはかなりのものにしたという事務局の計画だと思いますので、そういう段取りをやって3月2日に臨みたいと思いますので。よろしいですか、私の方であれなんです。

○梶本委員 この資料は、報告書の中には反映。

○藤城主査 それはどうされますか。

○久木田安全委員 今までのこの小委員会での資料等で提示したものも含めて、入れた方がよいというご提案があればそのようにしたいと思います。

例えばこれについてはどうでしょうか。あくまで本日の議論の参考ということで紹介したもので、従いまして報告書の中の文章とは関係していないわけですが。

○藤城主査 梶本委員、何かご意見ございますか。

○梶本委員 せっかく割と分かりやすくなっているので、どこか引用されて報告書に反映するというのも良いのではないかなと思います。

○藤城主査 多分一番簡便なやり方は、多少これの説明、上紙をつけて参考資料に後ろにくっつけておく一つの頭の整理というか、今後の作業の整理には役立つと思うんですが。

阿部委員。

○阿部委員 参考資料というよりも、これは本論そのものではないかという気がしているんですね。要するに、今のFCSの評価の前提がLOCA、ECCSの評価とどんな関係になっているのかということはこれから体系化の議論をしていく時にとっても大事なキーポイントだという感じがするんです。ですから、単純に参考資料とするのではなくて、どこかできちんと説明して使っていただいた方が良いでしょうがしているんですけどね。

○藤城主査 これは少し事務局に宿題としてお願いいたしますか。確かにおっしゃるとおりで、中身そのものは非常に体系化という視点からイメージをまとめたものなので、どういうふうに組み入れるか少し検討していただけますか。

よろしいでしょうか。

それでは、事務局の方はよろしいですか。

それでは、これをもちまして本日の会合を終了させていただきたいと思います。どうもご検討ありがとうございました。

午後 4時25分 閉会