

顧問意見聴取結果

1. 全体について

【阿部顧問】

これまでと変わったことがあるかどうかということが問題であり、特段変わったことではなく、安全審査の枠内の問題である。トータルとしてウラン燃料と変わることはない。

【岡顧問】

プルサーマルの安全性は確保できるとの懇談会の結論は妥当である。
MOX燃料はウラン燃料同様、安全に利用することができる。

【北垣顧問】

自分の専門領域の問題ではないので、個別にコメントすることは出来ないが、現在のウラン燃料と特別に違う部分がないのであれば、問題はないと考える。

【草間顧問】

MOX燃料の採用は、安全性上特に問題はない。
従来のウラン炉心でもプルトニウムは燃えており、プルサーマルは最初からプルトニウムが入っているだけである。
プルトニウムの特性は、十分把握されており、それを考慮した燃料設計がなされている。
MOX燃料を装荷する際には、各指針類に基づいた安全審査（ダブルチェック）が行われ、安全が確認される。
「出力の偏り」でも、難しい炉心管理をしなくても燃料破損するようなことはない。元々大した偏りではないはず。

【鈴木顧問】

MOX燃料の利用は、従来のウラン燃料と同等の安全性確保ができる。
中国電力の技術的能力から考えて、安全性の評価は維持できる。

【野田顧問】

各検討項目について、科学的には全て想定・解決済みの問題と考える。
発電開始後にはMOX状態になり、安全操業しているのだから問題はない。
平和利用は大切なことであり、推進すべきである。
アイソトープ自身が危険ではなく使い方であり、現に有効利用されている。
検討項目は妥当と考える。
設計で配慮する部分は想定範囲でのことで、それを守ってやればよい。
MOX燃料の特性はあるが、それによる問題は生じておらず支障ない。

【吉川顧問】

MOX燃料に関する技術は、国際的にも認められているものである。（2003年のIAEAの報告書にも記載）

2. 安全性について

(1) 原子炉内の出力分布の特性

検討内容

MOX燃料では熱中性子による核分裂が起こりやすく、炉内出力分布に偏りが生じ、燃料が破損しやすくなるなど危険性が増加するとの意見に対する見解

【岡顧問】

燃料集合体の各燃料棒の出力はウラン燃料棒とMOX燃料棒を適切に配置することで、平坦化することができ、設計で対応できる。なお、無限増倍率の燃焼に伴う変化はMOX燃料棒の方がウラン燃料棒より小さく、これは出力分布を平坦に設計しやすい方向である。

【鈴木顧問】

中国電力の説明(1 - P51 ~ 53)及び原子力安全委員会の見解(1 / 3 MOX 報告書 2)から、技術的な工夫によって原子炉の制御性は担保されと考えられる。

1 : 第6回プルトニウム混合燃料に関する懇談会資料No. 1 - 3

(以下同じ)

2 : 「発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について」

(平成7年6月19日原子力安全委員会了承)

〔概 略〕

原子力安全委員会の原子炉安全基準専門部会(現原子力安全基準専門部会)では、平成6年2月に「MOX燃料検討小委員会」を設置し、同年3月より翌年3月まで約1年間にわたって検討を行い、「発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について」(平成7年6月19日原子力安全委員会了承。以下、「1/3 MOX報告書」という。)にまとめた。

- ・MOX燃料の特性はウラン燃料と大きな差はなく、MOX燃料の割合が炉心全体の約1/3程度までの範囲内ならば、現在の安全設計・評価手法を使うことができる。

【吉川顧問】

指摘の事項はプルサーマルの安全性上の問題であるが、原子力安全・保安院、原子力安全委員会において既にMOX燃料の炉心設計・燃料設計において一般的に留意すべき事項として検討済みのものであり、中国電力においても島根2号炉のプルサーマル化に備えて設計検討が詳細に行われている。

なお、中国電力がプルサーマル実施のため国に島根2号炉の設置許可変更を申請する際には、原子力安全・保安院および原子力安全委員会において、基本的な設計事項の妥当性、安全性を厳正に審査され、また、実際に運転開始前にも原子力安全・保安院により工事認可の審査が行われる。従って、本問題点の指摘には、充分対応して安全性が確保される。

(2) 制御棒の効き

検討内容

プルトニウムはウランより中性子を吸収しやすいため、制御棒の効きが低下し、安全余裕が削られるとの意見に対する見解

【岡顧問】

MOX燃料の炉心は自転停止（スクラム）反応度投入の効果が早くあらわれるので、緊急停止能力はウラン燃料の炉心より高くなる。

原子炉の停止時の未臨界度はMOX燃料炉心がウラン燃料炉心より若干少なくなるが、停止に必要なマージンに比べてその差は小さい。

【鈴木顧問】

制御棒の熱中性子吸収能力自体がもともと十分に大きいから、ウラン燃料とMOX燃料の吸収能力の違いは、制御棒の効きに大きな影響を与えない。

【吉川顧問】

中国電力からの提出資料(1 - P47 ~ 49))は、原子力安全委員会の見解(2)を裏付けるものであり、とくにMOX燃料になったからといって従来のウラン燃料の場合と大差はないので問題にすることはない。

なお、実際の島根2号炉のプルサーマル化においては、原子力安全・保安院および原子力安全委員会の安全審査、使用前検査でその安全性を確認される。

(3) 自己制御性

検討内容

「燃料中のプルトニウムの量が多くなると、原子炉出力が変動したときに出力を元に戻そうとする作用が大きくなる。しかし、何らかの原因で原子炉の圧力が高くなったり冷却水の温度が低くなったりすると、逆に出力が急に大きくなり危険性が増す。」との意見に対する見解

【岡顧問】

MOX燃料炉心はウラン燃料炉心よりドップラー反応度係数、ポイト反応度係数とも負の値で大きい値になる。自己制御性があることは、MOX燃料炉心もウラン燃料炉心も同様である。

タービン負荷喪失時にはタービンへの蒸気が遮断されるので、原子炉が加圧されるが、負荷の喪失を検知して、原子炉は自動停止されるので、出力の上昇は許容範囲である。なお、ドップラー反応度係数、ポイト反応度係数が負で大きくなるために、ウラン燃料炉心よりMOX燃料炉心では圧力低下、温度低下型の事象のように楽になるものもある。具体的には国の安全審査で評価される。

【鈴木顧問】

原子炉の冷却性に関する余裕を示す指標である最小限界出力比の値は、数%の余裕を持って設定され、国の安全審査や保安検査等段階的安全規制によって確認されるのであれば、問題ない。

【吉川顧問】

指摘の事項については、原子力安全委員会で既に検討され、設計対応について見解が出され、中国電力においても島根2号炉に対する安全解析で基本的に問題の生じないことを確認しているようである。また、中国電力によるこのよ

うな評価や必要に応じた措置が実際に適切になされているかどうかについては、安全審査や保安検査等、国の段階的安全規制によって確認される。

(4) 一般公衆への線量評価

検討内容

MOX燃料の使用による一般公衆の被ばく線量への影響に対する見解

【岡顧問】

通常運転時の一般公衆の被ばくは、自然放射線によるバックグラウンドに隠れて検出できないほど小さい。これは、MOX燃料を用いる場合も同様である。事故時の被ばく評価においては、ヨウ素、希ガスの放出量にきわめて保守的な値を用いている。MOX燃料とウラン燃料とのヨウ素、希ガスの生成の差はこれに比べると極めて小さい。従って、通常時、事故時の一般公衆の線量評価はウラン燃料のときとあまり変わらないと考えてよい。具体的には、国の安全審査で評価される。

【鈴木顧問】

MOX燃料はウラン燃料と基本構造が同じであるため、環境に影響を与えるような放射性物質の放出は考えなくとも良い。

【吉川顧問】

中国電力による、島根2号炉においてはこれまで周辺環境に影響を与えるような放射性物質の放出はないこと、MOX燃料の信頼性も従来のウラン燃料と同等であり、これまでウラン燃料と異なる燃料破損の事例は報告されていないことから、MOX燃料の採用により、周辺環境への影響が大きくなることはない、とする説明(1-P65)は妥当である。

(5) MOX燃料の融点や熱伝導率

検討内容

「MOX燃料はウラン燃料より融点(溶け出す温度)が数十 低い。また、MOX燃料は熱伝導率(熱の伝わりやすさ)約5%小さくなる。それだけ熱を伝えにくく、燃料温度が上がりやすくなる。温度が高ければFPガス(核分裂性ガス)の放出率も上がり、安全余裕が削られる。」との意見に対する見解

【岡顧問】

設計上の余裕に比べて融点や熱伝導特性の差は小さく、安全上の問題につながるものではない。

【吉川顧問】

MOX燃料の融点や熱伝導率特性は既に周知のものであり、そのことが直ちに燃料安全上の問題につながるものではないことを、中国電力の説明(1-P54~55)および原子力安全委員会の見解(2)で示されている。なお、国による安全審査では、通常運転時や異常時における燃料被覆管の健全性が確保できることを厳正にチェックされる。

(6) 燃料棒の内圧上昇

検討内容

「MOX燃料は、ウラン燃料よりFPガス(核分裂生成ガス)が多く出やすい。プルトニウムスポット(プルトニウムのかたまり)の形成が、ウラン燃料よりMOX燃料でFPガスをより多く放出する主要原因と考えられており、燃料が破損しやすくなる。」との意見に対する見解

【岡顧問】

ガス放出量の差は設計で対応できる。具体的には国の安全審査で確認される。

【鈴木顧問】

FPガスの放出率が高くなっても、燃料被覆管のガス溜めを大きくし、燃料棒の内圧が高くなりすぎないように設計されているので問題ない。

【吉川顧問】

MOX燃料の研究段階では、ウランとPuの不均一な混合でPuスポットは問題にされたが、MOX燃料の製作技術が向上している。MOX燃料のFP放出率はウラン燃料に比して大きくなることは既知であり、島根2号炉のMOX燃料設計でもFPガスプレナムの体積を大きくして燃料内圧が高くなるように対応している。原子力安全・保安院および原子力安全委員会による安全審査では、安全上問題ない範囲に抑えられるかどうかを確認するとしている。

(7) プルトニウムスポット

検討内容

プルトニウムスポット(プルトニウムのかたまり)の影響で、燃料が壊れやすくなるとの意見に対する見解

【岡顧問】

プルトニウムスポットはMOX燃料の燃料製造プロセスの改良により小さくなり、現在では欧米でプルサーマルが始まった初期のように問題にしなくてよい。

【鈴木顧問】

特に問題になることはない。

【吉川顧問】

現在のMOX燃料製造技術では一般的には解決済みの問題である。なお、島根2号炉のMOX燃料の製造は海外発注が想定されているところから、原子力安全・保安院においては輸入燃料の品質保証・検査するとされており、中国電力において万全の注意を期待する。

(8) 海外製造のMOX燃料の品質

検討内容

関西電力(株)高浜3, 4号機でのMOX燃料データ改ざん問題もあり、海外メーカーのMOX燃料の品質に対する見解

【岡顧問】

過去の苦い経験を生かして、確実な品質管理を事業者に行うことを期待して

いる。国の検査制度も改善されている。なお BNFL の問題は検査と記録の問題であり、燃料品質そのものではなかった。

【吉川顧問】

過去の問題もあり、監督官庁である原子力安全・保安院においても輸入燃料体検査制度を設けて中国電力への万全の監督に当たるとしている。中国電力においても海外発注にあたり、MOX燃料の品質保証に万全を期すことを期待する。

(9) MOX燃料の使用実績

検討内容

MOX燃料の使用実績に対する見解

【鈴木顧問】

世界及び我が国におけるMOX燃料使用の実績から導入には全く問題はない。

【野田顧問】

実績は国内でも実証試験で確認されており、問題ない。

【吉川顧問】

海外実績では40年以上に亘る実績もあり、我が国においては電力事業において海外炉、国内炉で少数燃料棒の炉内照射実験で燃料健全性確認の実績がある以外に、新型転換炉ふげん用のMOX燃料の豊富な実績がある。

なお、高速炉でもMOX燃料を用いることから、我が国では高速実験炉常陽においてMOX燃料の照射実績のデータが蓄積されている。

(10) 事故時の影響

検討内容

プルサーマル炉で大事故が起きた場合の被害の大きさに対する見解

【岡顧問】

プルトニウムは微粒子になって肺に吸入されなければ、人体への影響は小さい。原子炉の燃料が溶融する大事故でプルトニウムが飛散してそれが一般公衆（住民）の居住地域に及ぶことは格納容器のある原子炉では極めて考えにくい。

事故評価において、重要な希ガス、ヨウ素については安全評価で仮定することになっている放出量は実際そうであろう放出量よりずっと保守的である。国の安全審査においては、その保守的な値を用いて評価が行われ確認される。

以上、まとめてMOX燃料はウラン燃料同様、安全に利用することができる。

【鈴木顧問】

MOX燃料を使用した場合でもウラン燃料の場合と同様、周辺地域住民への放射線影響は考えられない。

【吉川顧問】

中国電力の説明(1 - P67~68)のとおりである。

(11) MOX燃料の輸送

検討内容

MOX燃料輸送時の安全性に関する見解
(プルトニウムが含まれており、放射線量が高い)

【岡顧問】

輸送に用いる容器は万一の落下、火災、水没などに対して耐える基準で作られており、輸送中の公衆の安全性は確保される。

【鈴木顧問】

問題ない。安全は確保されている。

【野田顧問】

高レベル廃棄物の輸送実績があるのだから、MOX燃料輸送も問題なく行える。

【吉川顧問】

MOX燃料の輸送安全性は、国内基準、IAEA基準等で確保されている。

(12) MOX燃料の発電所内での取扱い

検討内容

プルトニウムの放射能はウランより強いため、MOX燃料の取扱い作業
(輸送、原発内取扱)による労働者被ばくに対する見解

【阿部顧問】

作業員の被ばく対策については安全審査の基本設計に関わる問題ではないが、注意すべきことである。

【岡顧問】

MOX新燃料は放射線量が高いことを反映して、発電所での取り扱いにおいて作業員の被ばく低減が図られる。保管はプール水中で行うので、放射線は遮蔽される。

【鈴木顧問】

MOX燃料を使用する際に一番問題になるのは、作業員被ばく対策である。作業員の被ばく低減対策を確実に実施することによって避けられる。

【野田顧問】

作業員の被ばくを少なくし、安全を確保することは大切である。

【吉川顧問】

作業員の被ばく対策については、国としてするわけではないので中国電力として気をつけなければならない。輸送、燃料装荷等の取扱いは、ウラン燃料と比べて明らかに違ってくる。

(13) 使用済MOX燃料貯蔵

検討内容

現在の燃料プールでの冷却能力及び取扱いに伴う作業員被ばくに対する見解

【岡顧問】

中国電力の説明(1 - P89~91))に同じ。

【鈴木顧問】

使用済MOX燃料とウラン燃料ではF P核種組成等がほぼ等しく、ガンマ線強度は同等である。従って使用済燃料貯蔵プール冷却設備で充分。

【吉川顧問】

中国電力の説明(1 - P89 ~ 91)と同じである。

(14) 使用済MOX燃料の処理方策

検討内容

使用済MOX燃料の処理方策に対する見解

【鈴木顧問】

使用済MOX燃料は、今の技術で再処理可能。再処理は政策判断で行えばよい。

【吉川顧問】

我が国の方針を含め、中国電力の説明(1 - P98 ~ 99)同じことを承知している。なお、使用済MOX燃料の処理に関し付言すると、IAEA 資料の記述によれば軽水炉におけるMOX燃料の1回限りの使用済み燃料は、現行の再処理方式であるピュレックス法で可能でありフランスでは実績もあるとしている。しかし、2回、3回と使用を経た使用済みMOX燃料の再処理は、Pu 同位体構成が変化して放射線レベルが高くなることから現行のピュレックス方式では難しく、新たな方式の研究開発が行われているとしているので、我が国において2010年頃から検討を開始する際にはこのような動向にも鑑みて検討されると思われる。

(15) 耐震安全性

検討内容

「耐震設計審査指針の見直しが行われているが、プルサーマルを導入しても耐震安全性は大丈夫か。」との意見に対する見解

【阿部顧問】

耐震問題について、県としては結論が出せない問題なので、安全委員会へ任せべき。

【岡顧問】

耐震性は、地盤や建屋や機器に関することであり、これらは、燃料がMOXであってもウランであっても同じであるので、耐震安全性は変わらない。

【鈴木顧問】

耐震の問題は、プルサーマルとは、直接関係しない。原発全体の問題である。

【吉川顧問】

原子力安全委員会による耐震設計審査指針の見直し(案)は、4月28日に取りまとめられた。その対象は新規プラントの耐震性強化を趣旨とするものではあるが、在来炉へのバックフィットにおいても現実的対応が期待されているものと理解している。この基準は在来のウラン燃料、プルサーマルの相異に拘わらず原子力発電所全体の耐震構造健全性を対象とするものであるから、島根2号炉においても耐震性強化のため然るべく現実的なバックフィットが検討されるものと考えている。

(16) テロ対策

検討内容

プルトニウムを用いるとテロ攻撃の対象となる可能性が高くなるのではないかとの意見に対する見解

【岡顧問】

MOX燃料のプルトニウムは原爆に用いるには、同位体組織が劣化しており、大きい爆発力を得るのは困難であると言われている。原爆を作るためにはMOX燃料からプルトニウムだけを抽出する必要もある。従って、MOX新燃料集合体がテロ組織の奪取の対象となることは考えにくい。使用済みMOX燃料は放射線が高く取扱い設備も必要なので、さらに対象とはなりにくい。

テロ対策は、近年強化されており、適切な防護体制が整えられていると理解している。

【鈴木顧問】

国がテロ対処措置を講じている。

【吉川顧問】

テロ対策は進められている。世界情勢から見てテロ対策は悲しい現実であり、我が国が余剰プルトニウムを抱えこむことは、内外からの潜在的なテロ組織のターゲットにされる危険性ばかりでなく、国全体として無用な国際摩擦を生む源になることから、余剰プルトニウムを減らす手だてとしてプルサーマルを推進する原子力政策は、人命尊重の上からも国際平和上も非常に重要である。

(17) 中国電力の安全管理体制

検討内容

最近の島根原子力発電所における安全確保体制や技術的能力に対する見解

【岡顧問】

事業者の技術的能力については国の安全審査で確認される。

「安全文化」の向上を旨として、安全確保に取り組んでいると理解している。運転員・保守員の訓練も行われている。「水平展開」などにより過去の経験を生かすことも行われている。「安全確保」は原子力発電に携わる場合、経営の根幹であり、それがおろそかになる経営がなされることは考えにくい。

【野田顧問】

島根原発では情報公開が積極的に行われており、安全確保の機能が働いていると思う。

【吉川顧問】

中国電力における安全確保体制、技術能力の維持向上への取り組み(1 - P101 ~ 103、108、109、112 ~ 115)を妥当なものと考えている。原子力安全への取り組みは、中国電力だけでなく、他電力および原子力メーカー等の協力会社も含めた原子力事業総体として支えられるものであり、実は我が国の根幹を支えるエネルギーの安定確保、生活基盤の維持のために国民それぞれが原子力事業の意義を理解し、支えていくべきものである。

3. 必要性について

【岡顧問】

ウラン資源有効利用、余剰プルトニウムを持たない国際公的の実行、高レベル放射性廃棄物量低減のためプルサーマル計画は必要と考える。

【野田顧問】

資源のない国が生き残るには、如何に有効利用するかが大切なこと。再生可能エネルギーも必要だが、時間変動のない安定した電力供給が必要であり、その面で原子力が有効である。日本は今後も「ものづくり」を基本とする産業が主体でありエネルギーの安定供給が出来ることが必要である。今日の快適な生活の維持には、原子力の利用は不可欠である。1 / 3を占める原子力をゼロにすることは不可能であり、安定・安価な電力供給が大切である。

(参考) 島根県原子力発電所周辺環境安全対策協議会顧問名簿

氏 名	専 門 分 野	職 名
あべ しろろう 阿部 史朗	環境放射線学	放射線医学総合研究所名誉研究員
おか よしあき 岡 芳明	原子炉工学	東京大学大学院工学研究科教授
きたがき はじめ 北垣 一	放射線医学	島根大学医学部教授
くさま ともこ 草間 朋子	放射線健康管理学	大分県立看護科学大学長
すずき ゆずる 鈴木 譲	海洋放射生態学	放射線医学総合研究所名誉研究員
の だ やすとし 野田 泰稔	材料物理学	島根大学名誉教授
よしかわ ひでかず 吉川 榮和	原子炉工学	京都大学名誉教授