

プルサーマルに関する論点の整理(2区分15項目)

資料-1

第3回安全性検討会議資料

大項目	中項目	小項目	検討課題	過去に本県や他道県に寄せられた意見
	プルトリウム	1 プルトニウムの特性	<p>①プルトリウムは重金属で毒性が強く、また、放射性物質であるので、発ガンなど人体への影響が憂慮される。</p> <p>②プルトリウムが含まれているMOX燃料は、従来のウラン燃料とは特性が変わり、原子力発電所の運転に悪影響を与えない。</p>	<p>・MOX燃料の使用は核燃料サイクル全体を通じて、人や環境がプルトリウムに触れるリスクが大きくなることは否定できない。</p> <p>・作業員ではなく、一般人の年放射線量も十分に検討すべきではないか。</p> <p>・プルトリウムの放射能はウランより強いが、MOX燃料の放射能毒性はウラン燃料より大きい。</p> <p>・現行軽水炉は、低濃縮ウランを燃料とする炉として設計されているが、本来の目的と異なるMOX燃料を装着するという変則的な使い方をしている。</p> <p>・プルトリウムは100分の1で肺がんを引き起こすとされている。</p> <p>・女川3号機では、その猛毒のプルトリウムが年間400kgも炉心に装着される。</p>
		2 MOX燃料の使用実績	<p>①女川原子力発電所と同じ形式の原子炉(軽水炉)でのMOX燃料の使用実績や実証試験が少ないのではないかと。</p> <p>②女川原子力発電所で使用されるMOX燃料は、従来のウラン含有率、装荷割合はこれまでの実績と比べて高くないのか。</p> <p>③過去にMOX燃料が破損した例があるが、問題はないか。</p>	<p>・特に異常事態でのMOX燃料がどのように振る舞うかについて使用実績や実証試験が不足していると考えられる。</p> <p>・非常に少数の使用実績しかない。特にBWRは少ない。</p> <p>・女川3号機において燃料集合体560体のうちMOX燃料集合体を最大228体装着するとしているが、世界でこのような実績はあるのか。</p> <p>・海外では、過去にMOX燃料の破損事故の実例があるが、問題はないか。</p> <p>・プルサーマルの実績は、フランスやドイツの実績でしかない。</p> <p>・MOX燃料の破損事故の実例がある。</p>
		3 海外におけるMOX燃料の製造	<p>①過去に海外で製造したMOX燃料の検査データの改ざん事例があったが、MOX燃料加工事業者の品質保証をどのように確認していくのか。</p> <p>②製造過程の監査はどのように実施するのか。</p> <p>③プルトリウム含有率の不均一性、プルトリウムスポットの有無等の品質を、どの様に評価するのか。</p>	<p>・英国原子燃料会社(BNFL)が製造したレベルットで検査データの捏造が組織的に行われたので、今後も繰り返される可能性がないのか。</p> <p>・評価を行う第3者機関は、どこが指名するのか。独立性に問題ないのか。</p> <p>・燃料がきちんと製造される保証はない。イギリスはとくに信用がおけないのではないか。</p> <p>・事故・事件を繰り返している会社と契約を繰り返すのは常識的に考えにくい。</p> <p>・海外でMOX燃料を製造する場合、その燃料加工事業者の品質保証をどの様な体制・方法で確認する予定か。特に、プルトリウム含有率の不均一性、プルトリウムスポットの有無等の品質を、どの様に評価するのか。</p>
I 一般的事項	MOX燃料	4 輸送時の安全対策	<p>MOX燃料は新燃料でもウラン燃料より放射線が強いが、安全に輸送することができるのか。</p>	<p>・輸送時の安全については、一応の対策が施されているが、核燃料が原子力施設から出て一般社会と接触する局面があるので、社会に対する災害のリスクが増大することは否定できない。</p> <p>・「危険物船舶輸送及び貯蔵規則」では、核分裂性輸送物が「告示で定める場合に臨界に達しないこと」を求めている。輸送物の未臨界性についても検討すべき。</p> <p>・輸送容器や船舶の安全対策のみならず、核物質防護の問題が重要であり、どのような警備体制のもとに輸送が実施されるか十分検討すべき。</p> <p>・核拡散の危険性の増加と核防護対策の重大化</p> <p>・MOX燃料の輸送、また、貯蔵することは核テロリズム等、増える脅威。その対策はどのようなものか。</p> <p>・猛毒の核兵器材料が国中で大量消費・大量移送されることになる。十分な安全対策は可能か。</p> <p>・MOX燃料に含まれるプルトリウムは、ウランと比較し放射線が強い</p> <p>・輸送経路での交通事故等による大量の放射能漏れの危険性もある。</p> <p>・万が一容器が壊れた場合は、どのような被害があるのか。</p> <p>・燃料の製造から、輸送、保管、装荷作業などの各過程で、労働者や一般公衆への被曝の危険性を増大させる。</p> <p>・核兵器材料のプルトリウムを大量に含んだMOX燃料を、公道で輸送したりすること自体、核拡散上問題の多い行為である。</p>
		5 使用済MOX燃料の再処理	<p>①使用済MOX燃料は、どう処理していくのか。</p> <p>②使用済MOX燃料は使用済ウラン燃料よりも硝酸に溶けにくいなどの課題が指摘されており、再処理することができないか。</p>	<p>・使用済MOX燃料の再利用計画がない現状では、六ヶ所再処理工場等への搬出はできないのではないかと。</p> <p>・使用済MOX燃料の再処理の場合、再処理工場で扱う溶液中のプルトリウムの濃度も大変高くなることから臨界管理が難しい。</p> <p>・プルトリウム量が多いためアルファ線による有機溶媒の損傷が大きくなり、レッドオイルなど爆発性物質の生成量も増える。</p> <p>・使用済MOX燃料中の核分裂生成物の組成が異なるため、不溶性残渣の原因となる白金酸が増え、ノズルなどの詰まりの原因となる。</p> <p>・使用済MOX燃料の再処理実績としてあげられているものは、プルトリウム含有率も燃焼度も低いふげんの使用済燃料の再処理実績であり、その処理量も六ヶ所再処理工場の数日分しか過ぎず、十分な実績を積んだとは言いがたい。</p>
		6 使用済MOX燃料の処分	<p>①使用済MOX燃料の処分方法が決定されるまでの間は、女川原子力発電所に長期保管されるのではないかと。</p> <p>②使用済MOX燃料は、女川原子力発電所のどこに保管され、安全対策は万全か。</p> <p>③使用済MOX燃料を再処理すると、低・中レベル放射性廃棄物が発生するので、放射性廃棄物の全体量は増大するのではないかと。</p> <p>④使用済MOXは1回燃やすと質が劣る。再処理できなくなる可能性があるのではないかと。</p>	<p>・使用済MOX燃料は発電所内の使用済燃料貯蔵プールで貯蔵せざるを得ないと思うが、それによって貯蔵量が管理容量を超える事態は発生しないか。</p> <p>・使用済MOX燃料の処分費用は、使用済ウラン燃料の4倍にもなる。</p>
	地震	7 地震によるプルサーマルへの影響	<p>①新しい耐震指針により、どのようにして耐震安全性を確認(バックチェック)しているのか。</p> <p>②地震の想定が小さいのではないかと。</p> <p>③中越沖地震における知見はどのように活かしたのか。</p> <p>④実際に地震により被災した場合は、どのくらいの被害を想定しているか。また、防災体制はどうなっているのか。</p> <p>⑤プルサーマルを実施すると、地震の際に危険性が増すのではないかと。</p>	<p>・耐震安全性が評価されていないのに、MOX燃料を使うプルサーマルの事前協議の申し入れを行ったのは問題ではないか。</p> <p>・新たに策定した基準値震動Ssに対してプルサーマルを実施した場合、原子炉特性等に影響はないのか。原子炉の緊急停止を確実に行うことが可能か。</p> <p>・女川原子力発電所の設計用基準地震が680ガルと設定されているが、小さすぎるのではないかと。</p> <p>・「耐震補強工事」が完了していないなら、プルサーマル計画を中止・撤回するのが妥当ではないか。</p>

※下線部は、第2回安全性検討会議による変更部分を示す。

大項目	中項目	小項目	検討課題	過去に本県や他道県に寄せられた意見
	炉心の安全設計	燃料健全性への影響 1 ベレット中心温度 2 燃料棒内圧 3 プルトニウムスポット 8 9	<p>(8-1) MOX燃料は、ウラン燃料よりベレットの融点が低下し、熱伝導率も小さくなり、燃料中心温度が上昇する傾向にある。燃料の健全性を保つことはできるのか。</p> <p>(8-2) MOX燃料はウラン燃料より、ベレットからの核分裂生成ガスの放出率が高く、燃料棒の内圧が上昇することで、燃料棒の健全性が損なわれるのではないか。また、反応度急昇事故時の試験が行われていないのではないか。</p> <p>(8-3) プルトニウムとウランを混合してMOX燃料を作るときに、プルトニウムの固まり(プルトニウムスポット)ができる場合があるといわれているが、燃焼の際に燃料棒の健全性が損なわれるのではないか。</p> <p>(9-1) MOX燃料はプルトニウムが中性子を吸収するために燃料集合体内の中性子が少なくなる。中性子が多く存在するウラン燃料を隣に配置すると、その部分のMOX燃料が反応しやすくなり、MOX燃料集合体外周部の燃料棒出力が高くなりやすいたが、燃料の健全性や原子炉の制御に影響を与えないか。</p> <p>(9-2) プルトニウムはウランより熱中性子を吸収しやすいが、MOX燃料を採用すると熱中性子の割合が減少することから、原子炉の制御が不安定になったり、制御が不能になることはないのか。</p> <p>(9-3) MOX燃料を導入すると燃料の種類が増え、炉心への燃料装荷時に間違いを誘発しやすく、また、制御棒引き抜けなどの操作ミスが事故につながる危険性も大きくなるのではないか。</p>	<p>(8-1) ・プルトニウムは、ウランのように単純に実験が行えず、データが決定的に不足しており、事故時の評価が十分に行われているとは思えない。 ・プルトニウム含有率の違いによって、数十度から約100°Cウラン燃料より融点が低くなる。 ・MOX燃料は熱伝導率が約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。 ・燃料中心温度、燃焼に伴う融点が低下する傾向にあるが、大きな温度差はなく、制限値の温度に対して十分な余裕がある。 (8-2) ・燃焼度が増えていくに従い、どのようになり内圧が変化していくかが不明ではないか。最高燃焼度に達したとき、核分裂生成ガスが何%になるかが不明ではないか。 ・気体状の核分裂生成物(FPガス、通称「死の灰」のうち気体状のもの)がベレットから漏れやすいた。 ・ウラン燃料よりFPガスが多く出やすくと、燃料棒内の圧力が高くなる。 (8-3) ・反応度急昇事故時の試験が行われていない。 ・プルトニウムスポットができることは確かであり、燃料の健全性にどのような影響を与えるかは、必ずしも十分に説明されていない。 ・フランスのMIMAS法は、イギリスのSBR法に比べプルトニウムスポットが小さく抑えられている。 ・プルトニウムスポットは、MOX燃料中のプルトニウム含有率が大きいほど数も大きさも増す。それだけFPガスの放出率が増加すると考えられている。 ・プルトニウムスポットからガス状の核分裂生成物の放出率が多くなり、MOX燃料とウラン燃料の焼きむらも生じるので燃料破壊が起こりやすくなる。</p>
		原子炉の制御性への影響 1 出力分布の不均一性 2 熱中性子割合の減少 3 作業ミス・操作ミスの可能性 9	<p>(9-1) MOX燃料はプルトニウムが中性子を吸収するために燃料集合体内の中性子が少なくなる。中性子が多く存在するウラン燃料を隣に配置すると、その部分のMOX燃料が反応しやすくなり、MOX燃料集合体外周部の燃料棒出力が高くなりやすいたが、燃料の健全性や原子炉の制御に影響を与えないか。</p> <p>(9-2) プルトニウムはウランより熱中性子を吸収しやすいが、MOX燃料を採用すると熱中性子の割合が減少することから、原子炉の制御が不安定になったり、制御が不能になることはないのか。</p> <p>(9-3) MOX燃料を導入すると燃料の種類が増え、炉心への燃料装荷時に間違いを誘発しやすく、また、制御棒引き抜けなどの操作ミスが事故につながる危険性も大きくなるのではないか。</p>	<p>(9-1) ・よく燃えるところ(MOX燃料集合体の一番外側の燃料棒)では燃料棒が破損しやすくなる危険性が生じる。 ・上記の対策として、MOX燃料集合体内の外側の燃料棒ほどプルトニウム含有率を小さくして燃えにくくする配置にする。しかし、それにも限界がある。 ・MOX燃料とウラン燃料の境界では性質が異なるため焼きむらが生じるので燃料破壊が起こりやすくなる。また核分裂の制御を難しくする。 (9-2) ・プルトニウム燃料の場合、遅発中性子の割合はウランの1/3の程度であり、即発中性子になりやすいた。 (9-3) ・燃焼度の異なる燃料が増え、燃料入れ替えの作業ミスの可能性が高くなる。その場合、制御棒引き抜けなどの事故が重なった場合、解析する必要はないのか。 ・何らかの原因で制御棒が抜けるなどして反応度が増加した場合の安全性について検討すべきである。 ・燃料の組成構造が非常に複雑になるから製造ミスも発生しやすくなり、その結果新たな事故のきっかけを増やすことになりかねない。 ・MOX炉心では配置が複雑になるため、装荷時に間違いを誘発しやすく、事故につながる危険性も大きくなる。</p>
II 安全審査事項	原子炉停止能力	緊急時の原子炉停止能力	プルトニウムはウランより熱中性子を吸収しやすいため、MOX燃料を採用すると制御棒への熱中性子の吸収割合が減少し、制御棒の効率が悪くなる傾向があるが、原子炉の安全は確保されているのか。	<p>・ほう酸水注入装置が作動しなかった場合の、事故の経過の解明を行うべきではないか。 ・原子炉の制御装置や停止装置(制御棒とボウ騰)の効率が低下する。 ・対策として、制御棒の位置をなるべくMOX燃料集合体から離れた場所に配置することになっているが、それには限界がある。</p>
	MOX燃料の取扱	作業時の被ばく 1 MOX新燃料の取扱 2 使用済MOX燃料の取扱 11	<p>(11-1) MOX燃料は新燃料でもウラン燃料より放射線が強くなり、輸送や検査時等における燃料取扱時に作業員の被ばくが大きくなるのではないか。また、燃料取扱中に燃料落下事故が発生した際、ウラン燃料と比較して影響が大きくなるのではないか。</p> <p>(11-2) 使用済MOX燃料は、使用済ウラン燃料に比べて放射線が強くなるが、使用済MOX燃料を貯蔵することににより作業エリアの線量が高くなることはないか。</p>	<p>(11-1) ・燃料表面の線量率はウラン燃料の300倍近くあり、扱いにくい。さらに、再処理から時間を経たずプルトニウムを使用した場合、プルトニウム241のベータ崩壊によるアメリシウム241の割合が増え強いガンマ線を出し、作業時の被ばく量を増大させる。 ・表面線量率のデータはどのような「古さ」のプルトニウムを使ったのか、明らかになるべき。 ・計画被ばく線量は最大でどのくらいになると推定しているか、被ばく線量を示すべき。 ・作業者の被曝線量が増える。 ・MOX燃料がウラン燃料より放射線が高く、人体に内部被ばくをもたらすおそれがある。作業者の健康を守るための対策はどうか。 ・MOX燃料に含まれるプルトニウムは、ウランと比較し放射線が強い。 ・燃料の製造から、輸送、保管、装荷作業などの各過程で、労働者や一般公衆への被曝の危険性を増大させる。 (11-2) ・作業者の被ばく線量(推定値)を使用済ウラン燃料と比較して示すべき。 ・使用済MOX燃料は防護が難しいガンマ線や中性子線が多くなるといわれている。そのため、作業者の被ばくが増えることが心配される。</p>
	貯蔵設備の冷却能力	12	使用済MOX燃料の発熱量は使用済ウラン燃料に比べて大きいですが、使用済MOX燃料を保管する際、十分に冷却することができるか。	<p>・安全な温度まで下がるのに要する時間は、使用済ウラン燃料(30~50年)の10倍(500年)といわれている。</p>
	公衆への影響	13 平常時の周辺への影響	MOX燃料を使用することにより、通常の運転時において周辺住民の被ばく量が増えるのではないか。	<p>・高温による蒸発ではなく、爆発などで機械的に燃料が破損し、放射性物質が環境中に放出されることではないのか。</p>
	技術的能力	安全管理体制 1 核物質防護対策、教育 2 安全管理等への取り組み 15	<p>① MOX燃料を使用すると事故が発生した際、住民の被ばく量が増えるのではないか。 ② プルトニウムが環境中に放出されるのではないかと。 ③ 炉心溶融等の過酷事故対策が必要ではないか。</p> <p>(15-1) MOX燃料を導入することに伴いテロ等に備えた核物質防護対策や、社員教育等を行っているか。 (15-2) ① 東北電力では、安全確保に向けてどのような取り組みを行っているか。 ② 過去のトラブル等において、どのような対策を取ってきたのか。また、その結果はどうであったか。 ③ 安全確保に向けて、組織内で連携を強化しているか。 ④ 東北電力では、一連のトラブルを風化しないように、今後どのような取り組みを行っているか。</p>	<p>(15-1) ・核物質のテロによる奪取、盗難、紛失などについて、一層の管理強化が必要。 (15-2) ・品質保証体制・安全管理が一向に改善されていない。プルスーマル導入の事前協議の申入れをいったん撤回すべきではないか</p>

※下線部は、第2回安全性検討会議による変更部分を示す。