

21 項目の質問事項

(資源エネルギー庁)

No.	質 問 事 項
1	核燃料サイクルの確立について
2	使用済みMOX燃料の処理について
3	プルトニウムの利用計画と核不拡散について
4	回収ウランの利用計画について
5	放射性廃棄物の処理について
6	各国の原子力政策について

(原子力安全・保安院)

No.	質 問 事 項
1	大地震時における原子炉の緊急停止等について
2	MOX燃料の放射性毒性と被ばく低減措置について
3	制御棒の効きについて
4	出力のアンバランスに対する対応について
5	プルトニウムスポットによる影響について

(原子力安全・委員会)

No.	質 問 事 項
1	各国のMOX燃料仕様について
2	わが国の安全評価検討範囲について
3	反応度事故及び冷却水喪失事故に関する判断基準について

(中国電力)

No.	質 問 事 項
1	大地震時における原子炉の緊急停止等について
2	使用済みウラン燃料と使用済みMOX燃料の貯蔵量及び処理について
3	MOX燃料の品質管理について
4	MOX燃料加工事業者の技術的能力について
5	プルサーマル導入に伴う電気料金への影響について
6	ヒューマンエラーの防止策について
7	プルサーマル導入に伴う核物質防護について

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	1. 核燃料サイクルの確立について
質問内容	F B Rサイクルを含む核燃料サイクルについて、現在の計画を具体的にわかりやすく説明されたい。
国の回答	・「原子力立国計画」の「基本シナリオ」の実現を目指して、遅滞することなく進める。 ・2015年（平成27年）を目途にF B Rサイクルの実用化像と研究開発計画を提示するため、F B Rサイクル研究開発の更なる本格化・加速化を図る方針。
松江市の考え方	専門家の意見は、高速増殖炉開発に世界中が取り組んでいる状態であり、日本の技術は世界トップクラスという意見と、世界は開発から撤退している、現在の技術では実現困難という意見であり、全く意見が相違している。 国は、「F B Rサイクル研究開発の更なる本格化。加速化を図る」と回答しているので、国は、責任を持ってすみやかに、F B R実現のプロセスを明らかにする必要がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	2. 使用済みMOX燃料の処理について
質問内容	・「2045年頃に第二再処理工場の操業を開始する」とされているが、確実に実施される具体的な計画を示すこと。 ・仮に操業が遅れた場合に、使用済みMOX燃料は、どのように処理されるのか。
国の回答	・（使用済みMOX燃料の処理の方策は、）2010年頃からの検討を円滑に開始するため、必要な準備を行っている。
松江市の考え方	・国は、2045年頃の操業に遅れが生じた場合について回答していない。専門家は、建設を含めて未定の状態と指摘しているが、国の「基本シナリオ」では、「2045年頃に第二再処理工場の操業を開始する。」とあり、「2010年頃からの検討を円滑に開始するため、必要な準備を行っている。」と回答しているので、国が2010年を目途に早急に審議を開始し、第二再処理工場及び中間貯蔵施設の建設について、具体的な計画を策定される必要がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	3. プルトニウムの利用計画と核不拡散について
質問内容	六ヶ所再処理工場で回収されるプルトニウムのうち、核分裂性プルトニウムは年間約 5 トン程度と推計される。16 基から 18 基の原子力発電所でプルサーマルを実施することにより年間 5 ～ 6 トンのプルトニウムを消費する計画であるが、計画通り進まない場合はプルトニウムを保有し続けることにならないか、核不拡散の問題を含めて説明いただきたい。
国の回答	・現状では、六ヶ所再処理工場におけるプルトニウム回収量を上回るプルトニウム利用量が見込まれている。その結果、わが国の保有するプルトニウムは、着実に利用されていくものと考えている。 ・プルサーマル計画については、近年着実に進展しているところである。 ・核不拡散については、IAEA による厳格な保障措置(計量管理、査察の受入れ等)や核物質防護措置が講じられているとともに、法令に則り安全で確実に管理している。
松江市の考え方	現状では、六ヶ所再処理工場におけるプルサーマル回収量を上回るプルトニウム利用量が見込まれており、保有するプルトニウムは着実に利用されるとしている。これに対し専門家から、「プルサーマル計画が未だ実施されていないことから供給、需要とも計画通りにならない」という意見と、「わが国は既に再処理を終えて回収したプルトニウムを海外に保有しており、これを早く消費し、保有量を減らすことが優先される。プルサーマルの進捗や国内再処理工場の状況を勘案しながら過大な蓄積を極小するよう運営を行っていけばよい」という意見がある。国は明確な今後の利用計画を示し、保有し続けることにならないことを国民に示す必要がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	4. 回収ウランの利用計画について
質問内容	六ヶ所再処理工場で回収される回収ウランは、年間 760 トンと推計される。これまでは、国内でウラン燃料に再利用されていたが、回収ウランの当面の貯蔵管理も含め、今後の利用計画について説明してください。
国の回答	・「原子立国計画」の中にもあるとおり、この回収ウランについては、国内利用を第 1 目標としている。しかし、ウラン価格は上昇しているもののウラン調達自体に困難は見出されていないこと、ウラン濃縮度が高く備蓄効果も高いことを踏まえ、当面は、将来のウラン需要に備えて備蓄することとしている。 ・貯蔵される回収ウランは、法令に基づき厳格に管理されます。
松江市の考え方	国は、当面、将来のウラン需要に備えて回収ウランを備蓄することとしている。これに対し、専門家からは「国内再処理をやめて使用済み燃料を戦略的に備蓄する方が政策的な一貫性がある」、一方の専門家からは「回収した上で戦略的に備蓄しておくべき」と言われている。ウランの需要については、原子力立国計画において中国等における需要急増の可能性や核兵器解体に伴うウラン供給が今後 10 年程度で途絶える可能性もあり、ウランの供給不足に陥る可能性があること、近年ウラン価格が上昇傾向にあるとされており、資源に乏しいわが国においては、将来のウラン需要に備えて回収ウランを備蓄しておくことは、必要なことと考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	5. 放射性廃棄物の処理について
質問内容	高レベル放射性廃棄物については、最終処分場の選定が進められているが、今後の取り組みについて説明してください。マイナーアクチニドを資源として有効に活用する処理方針について今後の計画を示してください。再処理により低レベル放射性廃棄物が新たに生じることについての考え方を説明してください。
国の回答	・高レベル放射性廃棄物の最終処分地は、平成40年前後を目途に建設地の選定が行われます。取り組みは以下の3つである。①国民全般への広報の拡充、②地域振興構想の提示、③国民理解に資する研究開発及び国際的連携の推進。 ・高速増殖炉で高レベル放射性廃棄物発生量を減少させることが可能です。高速増殖炉研究開発の中で、実現していく。 ・「原子力政策大綱」に至る議論の中で、再処理を行う方が低レベル放射性廃棄物の発生量が大きくなる一方、高レベル放射性廃棄物の発生量が小さくなるとの結論が出ている。
松江市の考え方	再処理政策をとると放射性廃棄物は、6.7倍に増えるという意見と2割程度増えるという意見があり、大きく見解が異なっている。 いずれにしても、高速増殖炉の見通しや高レベル放射性廃棄物の最終処分場の実現性について、国は、早期に国民に説明し、この問題の解決を図っていく責任がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

資源エネルギー庁

質問項目	6. 各国の原子力政策について
質問内容	ドイツでは、原子力発電所の運転期間を運転開始から 32 年とし、2003 年に初めて 1 基を閉鎖、ベルギーでは、運転期間を 40 年とし段階的に原子力発電所を閉鎖していくこととしている。 プルサーマルを実施している各国の原子力政策について、詳しくご説明いただきたい。
国の回答	・プルサーマルを実施している 5 か国の原子力政策は以下のとおり。 アメリカ：新規原子力発電所の建設や次世代原子炉の開発を支援している。また、核燃料サイクルや高速炉開発にも積極的に取り組む姿勢である。 フランス：高速増殖炉については廃止するが、第 4 世代炉（高速炉）の運転開始や、第 3 世代の欧州型加圧水炉（EPR）の建設を決定している。 ドイツ：段階的に脱原子力を行うこととしており、原子力発電所の閉鎖を実施した。また、再処理のための輸送を停止している。 スイス：原子力をエネルギー源の選択肢として維持しつつ、使用済燃料の再処理を凍結している。 ベルギー：既存原子力発電所の運転期間を 40 年間とし、段階的に原子力発電所を廃止することとしている。
松江市の考え方	高速増殖炉からは各国が撤退し、高速炉については、各国で建設が計画されている傾向がある。 プルサーマルは、ベルギー、スイス、ドイツが終焉の方向にあり、フランス一国が実施している状況にある。ドイツ、ベルギーは、脱原子力方針を決定している。 このような状況であるので、国は各国の原子力政策の違いと経緯を国民にわかりやすく説明し、我が国のエネルギー政策について、国民の理解を得ていく必要がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全・保安院

質問項目	1. 大地震時における原子炉の緊急停止等について
質問内容 9月19日に原子力委員会で改定された「発電用原子炉設備に関する耐震設計審査指針」に基づく基準地震動を想定した場合においても、原子炉の緊急停止を確実に行うことが可能か、制御棒の挿入等の原子炉停止系の機能が確保されるかご説明いただきたい。 また、プルサーマル実施原子力発電の原子炉特性等について、上記の基準地震動を想定した場合に影響がないかご説明いただきたい。	
国の回答	・原子力・安全保安院では、中国電力㈱から提出された評価結果について、専門家からなる審議会の場で厳正に審査し、その結果を「耐震設計審査指針の改定に伴う中国電力㈱島根原子力発電所1、2号機耐震安全性に係る中間報告の評価について」のとおりまとめたところであるが、制御棒の挿入性については、評価方法の妥当性について確認し、島根原子力発電所2号機の地震時の挿入性については問題のないことを確認している。 ・プルサーマル実施原子力発電所の原子炉特性等については、地震によってその特性等について影響があるものではない。
松江市の考え方	地震時挿入性試験結果【出典：沸騰水型原子力発電所新型制御棒の概要（改良炉心）用 H19.10 日立ニュークリアー・エナジー㈱】に基づき、中国電力㈱が地震時の制御棒の挿入機能が確保されるとの評価を行い、これを国の「総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会」の各ワーキンググループにおいて審査された結果、中国電力㈱の評価結果は妥当であることが確認されたものであり、大地震時においても原子炉は緊急停止できると考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全・保安院

質問項目	2. MOX 燃料の放射線毒性と被ばく低減措置について
質問内容	MOX 燃料及び使用済み MOX 燃料のそれぞれの放射線毒性について、ウラン燃料及び使用済みウラン燃料の場合と比較して、ご説明いただきたい。 また、MOX 燃料及び使用済み MOX 燃料のそれぞれの放射線毒性が、人体に及ぼす影響、被ばく低減措置、輸送時の安全確保のための具体的な対策について、ご説明いただきたい。
国の回答	○放射線毒性の比較 ・ MOX 新燃料の線量率は、ウラン新燃料の 100 倍程度である。 ・ 使用済みウラン燃料と使用済み MOX 燃料では、燃料集合体あたりの γ 線及び中性子線の線量に大きな差はない。なお、α 線及び β 線による線量については、燃料被覆管等の遮蔽効果により、使用済みウラン燃料と使用済み MOX 燃料とも無視できる。 ○放射線毒性に対する具体的な対策 ・ MOX 新燃料から発生する γ 線及び中性子線による被ばくに対しては様々な低減手法を組み合わせることにより、放射線業務従事者が受ける線量を低減するようにしている。 ・ 使用済み MOX 燃料は、すべて燃料プール内に貯蔵するので、貯蔵中に被ばくの問題が生じることはない。 ・ MOX 新燃料の輸送容器は、容器の健全性を十分確保できる構造となっている。
松江市の考え方	「MOX 燃料は、使用済みウラン燃料と比べると圧倒的に放射能は弱い。従来から使用済み燃料を問題なく扱っている限り、MOX 燃料の取扱いに問題はない」との専門家の意見であり、燃料の取り扱いが適切に行われ、輸送が法令に定める技術基準を遵守して行われれば、放射線による被ばくが問題になることはなく、支障ないものと考えられる。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全・保安院

質問項目	3. 制御棒の効きについて
質問内容	制御棒の反応度価値低下に対する措置（燃料棒の配置、燃料集合体の配置等）について説明いただきたい。 停止余裕、ウラン炉心とMOX燃料炉心の場合の制限値、設計値、実際の運用値を定量的な数値でお示しいただきたい。
国の回答	○反応度価値低下に対する措置 ・MOX燃料集合体では、制御棒に近い燃料集合体外周部にプルトニウムの含有率の低いMOX燃料棒を配置して、熱中性子の吸収を少なくしている。MOX燃料集合体を含めて反応度の高い燃料が集中しないように配置を配慮し、最も反応度価値の大きい制御棒1本が仮に挿入できない場合でも、原子炉を安全に停止できる設計としている。 ○停止余裕（制限値、設計値、運用値） ・（制限値）反応度価値の大きい制御棒1本が完全に炉心の外に引き抜かれ、挿入できない場合であっても、原子炉を臨界未満（実効増倍率が1未満）にできる設計が要求されている ・（設計値）島根2号機の炉心設計では、設計上の余裕を見込んで、最も反応度価値の大きい制御棒が完全に炉心の外に引き抜かれ、挿入できない場合であっても、実効増倍率が0.99未満となるように設計する。 ・（島根2号機における停止余裕の確認）制限値及び設計値にしたがって運転管理している。
松江市の考え方	制御棒に近い燃料集合体外周部に含有率の低いMOX燃料棒を配置し、熱中性子の吸収を少なくしていること、MOX燃料集合体を含め反応度の高い燃料が集中しないように配置を配慮した設計がされていること等から、制御棒の効きが十分考慮された燃料配置が行われ支障ないと考えるが、運用面でも確実な実施の仕組み作りが求められる。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全・保安院

質問項目	4. 出力のアンバランスに対する対応について
質問内容	MOX燃料炉心内では、出力のアンバランスが生じやすいことから、出力の平坦化が必要であるが、どのような措置がとられているのか、ご説明いただきたい。
国の回答	○燃料集合体内の燃料棒出力分布の平坦化 ・MOX燃料集合体では、外周部に核分裂性プルトニウムの富化度の低い燃料棒を配置し、中央部には富化度の高い燃料棒を配置する。また燃料集合体内部に減速材を増やす目的で、水を通す管（ウォーターロッド）を設けて、燃料集合体内の出力分布の平坦化を図っている。 ○燃料集合配置設計における出力分布の平坦化 ・MOX燃料を装荷した炉心の燃料集合体の配置は、従来のウラン燃料のみの炉心と同様に、反応度の高い燃料が一部に集中しないよう分散させた配置となるような設計としている。
松江市の考え方	国は、「燃料集合体内の燃料棒出力分布の平坦化が図られていること、燃料集合配置設計における出力分布の平坦化が図られている」としている。専門家は「燃料配置の工夫という運用に委ねられているので配置ミスを犯す可能性は否定できない」とされ、もう一方の専門家は「燃料の配置操作は、現在のウラン燃料の装荷でも重要であり、従来以上に操作の管理に慎重であることを事業者に期待することが肝要」とされている。出力の平坦化は、設計上の措置がとられているところであるが、燃料配置操作においてヒューマンエラーが起きることのないよう中国電力の徹底した管理が必要であると考ええる。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全・保安院

質問項目	5. プルトニウムスポットによる影響について
質問内容	プルトニウムスポットが存在することでガスの放出率が高くなることにより、燃料棒が破損する危険性があるのか、これまでの試験結果についてご説明いただきたい。
国の回答	・最近用いられている製法（MIMAS法、SBR法）によればプルトニウムスポットの大きさは、ほとんどが直径 $30\mu\text{m}$ 以下、最大でも直径 $200\mu\text{m}$ 程度となっている。 ・MIMAS法により製造したMOX燃料のFPガス放出率を測定した結果、MOX燃料とウラン燃料の測定結果に大きな差異はみられず、現在製造されているMOX燃料のプルトニウムスポットでは、FPガスの放出による燃料棒内圧の上昇による燃料破損への影響はないと考えられる。 ・反応度投入事故時にプルトニウムスポットが溶融して、燃料被覆管が破損する可能性についての実験結果から、現在製造するMOX燃料では、反応度投入事故時におけるプルトニウムスポットの影響はないと考えられる。
松江市の考え方	専門家からは、「燃焼が進むにつれ、ウランペレットよりMOXペレットの方がFPガス放出の増加の程度が大きくなる」という意見があり、一方の専門家は「MIMAS法により製造したMOX燃料のFPガス放出率の測定結果はウラン燃料と大きな差異は見られなかった。NSRRを用いた実績などから、プルトニウムスポットによる影響がないことは確認されています」とされている。 MOXペレットの製造事業者、製造方法により、プルトニウムスポット残存の状態にばらつきはあるが、中国電力㈱が求める $400\mu\text{m}$ 以下という仕様は満足しており、その影響も試験により問題がないことが確認されていることから、安全性は確保されるものとする。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全委員会

質問項目	1. 各国のMOX燃料仕様について
質問内容	プルトニウム含有率及び核分裂性富化度、燃料集合体最高燃焼度、最大炉心装荷率それぞれについて、各国でプルサーマルを導入している各発電所の数値をお示しいただきたい。 また、国の安全評価範囲より低い数値を使用している各国については、その国が基準を設定した試験結果などの理由をご説明いただきたい。
国の回答	・各国のMOX燃料仕様のうち燃料集合体最高燃焼度及び最大炉心装荷率につきましては、別添1のとおり。 ・核分裂性プルトニウム富化度及びプルトニウム含有率は別添2のとおり。 ・「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」（1／3MOX報告書）より低い数値を使用している各国のMOX燃料使用に係る安全評価基準を設定した経緯等の資料は承知していない。
松江市の考え方	国の回答では、「わが国の基準より低い数値を使用している国が、その基準を設定した経緯は承知していない」とのことであった。なお、現在の各国の含有率、富化度等の数値は別紙のとおりであり、国によって採用されている条件は異なっているが、専門家の意見にあるように、各国の運転方法等の違いにも起因していると考えられる。 原子力安全委員会では、「1／3MOX報告書」以降においても知見や実績の蓄積に努められており、指針として信頼できるものとする。

(別添 1)

「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)に係る追加データ等の整理について(平成 19 年 7 月 24 日原子力安全基準・指針専門部会了承)(抜粋)

第 1 表 軽水炉における MOX 燃料の使用実績

国名	発電所名	炉型	出力 (MWe)	全炉心体 数	商業運転	装荷期間	燃焼度実績 (GWd/t)	装荷率実 績(注1)	認可装荷 率%	累積装荷 体数
日本	敦賀 1	BWR	357	308	1970～	1986～1990	26.4	0.65	0.65	2
	美浜 1	PWR	340	121	1970～	1986～1991	25	3.31	3.31	4
ベルギー	BR3 モル	PWR	12	73	1962～1987	1963～1987	58	89	100	177
	ドール 3	PWR	1056	157	1982～	1995～	47	20	23.5	88
	チアンジュ 2	PWR	941	157	1983～	1995～	47	18	23.5	48
フランス	ルブレイエ 1	PWR	951	157	1981～	1997～	42	31	31	72
	ルブレイエ 2	PWR	951	157	1983～	1994～	42	31	31	144
	シノン B1	PWR	919	157	1984～	2000～	42	31	31	48
	シノン B2	PWR	919	157	1984～	1999～	42	31	31	56
	シノン B3	PWR	970	157	1987～	1999～	42	31	31	96
	シノン B4	PWR	970	157	1988～	1998～	42	31	31	96
	ダンピエール 1	PWR	937	157	1980～	1990～	42	31	31	160
	ダンピエール 2	PWR	937	157	1981～	1993～	54	31	31	104
	ダンピエール 3	PWR	937	157	1981～	1988～	42	31	31	72
	ダンピエール 4	PWR	937	157	1981～	1998～	42	31	31	68
	グラブリーヌ B1	PWR	951	157	1980～	1997～	42	31	31	88
	グラブリーヌ B2	PWR	951	157	1980～	1998～	42	31	31	72
	グラブリーヌ B3	PWR	957	157	1981～	1989～	42	31	31	216
	グラブリーヌ B4	PWR	957	157	1981～	1989～	51	31	31	180
	サンローラン B1	PWR	921	157	1983～	1987～	42	31	31	232
	サンローラン B2	PWR	921	157	1983～	1988～	42	31	31	192
	トリカスタン 1	PWR	955	157	1980～	1997～	42	31	31	128
	トリカスタン 2	PWR	955	157	1980～	1996～	42	31	31	152
	トリカスタン 3	PWR	955	157	1981～	1996～	42	31	31	160
	トリカスタン 4	PWR	955	157	1981～	1997～	42	31	31	128
	ショー/セナ	PWR	320	112	1967～1991	1974～1991	27	14	21	22
ドイツ	カール VAK	BWR	16	88	1962～1985	1966～1985	24.8	95	100	113
	リンゲン	BWR	268	284	1968～1977	1970～1972	20	0.37	0.37	1
	グントレミンゲン A	BWR	250	368	1967～1980	1974～1980	14.9	17	17	64
	グントレミンゲン B	BWR	1344	784	1984～	1986～	50-55	28	38	428
	グントレミンゲン C	BWR	1344	784	1985～	1995～	50-55	28	38	280
	エムスラント	PWR	1363	193	1988～	2004～	不明	15	25	28
	ネッカー 1	PWR	840	177	1976～	1982～1992	42	9	9	32
	ネッカー 2	PWR	1395	193	1989～	1998～	55	27	37	68
	グラーフェンラインフェルト	PWR	1345	193	1982～	1985～	45-50	33	33	140
	イザール 2	PWR	1475	193	1988～	1998～	55	33	50	92
	オブリッヒハイム	PWR	357	97	1969～2005	1972～2003(注4)	37-40	25	26	78
	ブロックドルフ	PWR	1365	193	1988～	1989～	50	29	33	192
	グローンデ	PWR	1430	193	1985～	1988～	45-50	33	33	124
	ウンターペーザー	PWR	1410	193	1979～	1984～	45-50	37	(注3) 25	200
スイス	ベツナウ 1	PWR	380	121	1969～	1978～	51.5	34	40	112
	ベツナウ 2	PWR	380	121	1972～	1984～	48	30	40	84
	ゲスゲン	PWR	1020	177	1979～	1997～	57	36	36	112
インド (注2)	タラプール 1	BWR	160	284	1989～	1994～2000	12	<1	40	2
	タラプール 2	BWR	160	284	1969～	1996～2000	9	3	40	8
イタリア	ガリリヤノ	BWR	160	208	1964～1982	1968～1981	9-21	22	27	62
	トリノ ベルツェレス	PWR	270	112	1965～1990	1975～1978	32	7	7	8
オランダ	ドーデバルト	BWR	58	164	1969～1997	1971～1987	34.8	4	4	7
スウェーデン	オスカーシャム 1	BWR	465	448	1972～	1974～1979	10	0.67	0.67	3
米国	ドレスデン 1	BWR	210	464	1960～1978	1967～1976	19	3	3	15
	ビッグロックポイント	BWR	75	84	1965～1997	1969～1978	20	31	31	53
	クオドシチーズ 1	BWR	833	724	1973～	1974～1981	8	0.69	0.69	5
	カトーパ 1	PWR	1205	193	1985～	2005～	不明	2	不明	4
	サクストン	PWR	4	21	1962～1972	1965～1972	17.4	43	43	10
	サンオノフレ 1	PWR	456	157	1968～1992	1970～1973	19	3	3	4
	R.E.ギナー	PWR	498	121	1970～	1980～1985	39.8	3.3	3.3	4
合計		57基								5,290

(注 1) 装荷率(全燃料集合体数に対する炉心に存在中の MOX 燃料集合体数の比)は、装荷体数からの推定

(注 2) インドの情報は 2001 年以降入手できていない

(注 3) 装荷率に関する認可制限値は調査中

(注 4) MOX 燃料が炉内にある最終年 2003 は推定

参考文献:

財団法人エネルギー総合工学研究所、「平成 17 年度 核燃料サイクル関連技術調査報告書」、IAE-051103-1

第 2 表 商業軽水炉用 MOX 燃料における許認可の現状

国	MOX 使用の認可 を有する原子炉数 (炉型)	燃料交換時に 装荷可能な未使 用の MOX 燃料 集合体最大数	炉心内の MOX 燃 料集合体の割合 (%)	最大富化度 ^a Pu_{tot}/Pu_{fiss} (wt-%)	最高取出燃焼度 (GWd/(tHM)) ^a
ベルギー	2 (PWR)	b	24	b	50
フランス	20 (PWR)	16	31	3. 25wt% ²³⁵ U に相当	c
ドイツ ^d	9 (PWR)	24	50	b/4. 65	e
	2 (BWR)	68	38	b/4. 04	
日本	2 (PWR)	b	25	4. 1wt% ²³⁵ U に相当	45
	2 (BWR)	b	44 ^d	3. 0wt% ²³⁵ U に相当	40
スイス	3 (PWR)	16	40	b/4. 8	b

(出典) IAEA Technical Reports Series No. 415, “Status and Advances in MOX Fuel Technology”, 2003. 05.

a: 燃料集合体平均

b: 制限無し

c: 最大 3 サイクルの制限はあるが、燃焼度に関する制限はない。

d: プラント毎に個別の認可条件があるため、最大値を記載。

e: 一般的に制限はない。あるプラントでの燃料棒に対する燃焼度の暫定的な制限値として 55GWd/t がある。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全委員会

質問項目	2. わが国の安全評価検討範囲について
質問内容	安全評価検討範囲は、特にBWRの場合、どのような燃料の使用実績やどのような試験結果に基づき定められたものであるのか、具体的にご説明いただきたい。
国の回答	・海外におけるMOX燃料の使用実績では、「1／3MOX報告書」を策定した時点、それ以降も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。 ・新型転換炉「ふげん」のMOX燃料の実績では、すべて健全に使用されている。 ・敦賀1号炉のMOX燃料の照射後試験により、燃料棒の照射挙動はウラン燃料棒と同等、ペレットの照射挙動もウランペレットと顕著に異なるところは見られない。照射されたすべての燃料の健全性が確認されている。
松江市の考え方	国は、MOX導入の評価手法である安全評価検討範囲は、同じ条件下の試験結果に基づいて定められた基準ではない旨を回答している。この点については、「制限値の妥当性を実証的に検証する必要がある。」とする専門家の意見に対して、「実際の規模の実験を行うことは必ずしも必要ない。海外の実験的なデータによって評価手法の妥当性は十分確認されている」とする意見があり、全く見解が異なっている。「1／3MOX報告書」の中では、「現在の知見に照らし安全上十分妥当なものと考えてるが、今後より充実したものとなるよう、更なる知見や実績等の蓄積に基づいて見直しがなされるものと考えてる。」と結論付けているとおり、原子力安全委員会においては引き続き知見等の情報収集に努められている。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

原子力安全委員会

質問項目	3. 反応度事故及び冷却水喪失事故に関する判断基準について
質問内容	BWR の場合のMOX燃料炉心における反応度事故及び冷却水喪失事故に関する判断基準は、MOX燃料を使用したどのような試験結果に基づき定められたものであるのか、具体的にご説明いただきたい。
国の回答	・敦賀1号炉において照射されたMOX燃料の燃料取り出し後の照射後試験結果、日本原子力研究開発機構の原子炉安全性研究炉（NSRR）、米国SPERT炉等の試験結果から得られた、燃料棒直径変化、燃料棒伸び、ペレット密度変化、FPガス放出率等の知見を基に検討。
松江市の考え方	国は、NSRR炉、米国SPERT炉等の試験結果から得られた知見を基に、反応度事故及び冷却水喪失事故に関する判断基準を定めたと回答している。 専門家からは、「燃料健全性については、NSRRやSPERTを用いた燃料の破損実験に基づいて判断基準が設定されている」、「NSRR試験で、MOX燃料は、ウラン燃料と同等の壊れ方であることがわかっている。」などの意見があった。 「1／3MOX報告書」は、今後「更なる知見や実績等の蓄積に基づいて見直しがされる」ことから、今後も引き続き知見等の情報収集に努められると考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	1. 大地震時における原子炉の緊急停止等について
質問内容	9月19日に原子力委員会で改定された「発電用原子炉設備に関する耐震設計審査指針に基づく基準地震動を想定した場合においても、原子炉の緊急停止を確実に行うことが可能か、制御棒の挿入等の原子炉停止系の機能が確保されるか国の確認を受け、その結果をご説明いただきたい。 また、プルサーマル実施原子力発電の原子炉特性等について、上記の基準地振動を想定した場合に影響がないか国の確認を受け、その結果をご説明いただきたい。
中国電力(株)の回答	・改定された耐震設計審査指針に基づき基準地震動 Ss-1 及び Ss-2 を策定し、地震時挿入性試験を行った結果、燃料集合体の相対変位がそれぞれ 34.7 mm、27.5 mm であり、原子炉設置許可申請書に記載してある時間内での制御棒の挿入性が確認されている相対変位（40 mm）以下であることから、制御棒の挿入機能が確保されとの評価を行った。 ・国の「総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会」の各ワーキンググループにおいて審査いただいた結果、当社の評価結果は妥当であることが確認されました。 ・プルサーマル実施原子力発電の原子炉特性等については、MOX 燃料集合体の構造は従来のウラン燃料と同じであるため、地震によってその特性等について影響があるものではないことが確認されています。
松江市の考え方	地震時挿入性試験結果【出典：沸騰水型原子力発電所新型制御棒の概要（改良炉心）用 H19.10 日立ニュークリアー・エナジー(株)】に基づき、中国電力(株)が地震時の制御棒の挿入機能が確保されとの評価を行い、これを国の「総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会」の各ワーキンググループにおいて審査された結果、中国電力(株)の評価結果は妥当であることが確認されたものであり、大地震時においても原子炉は緊急停止できると考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	2. 使用済みウラン燃料と使用済みMOX燃料の貯蔵量及び処理について
質問内容	使用済みウラン燃料と使用済みMOX燃料の貯蔵量は、2045 年頃にピークに達し管理容量を超えるとの推計を発表されているが、それぞれの貯蔵量の年次ごとの詳細な数量をお示しいただきたい。 また、仮に第二再処理工場の操業に遅れが生じるような場合には、使用済みウラン燃料と使用済みMOX燃料をどのように処理されるのか、具体的な計画をご説明いただきたい。
中国電力㈱の回答	・島根原子力発電所における使用済燃料の貯蔵量の年次ごとの推計は図 2－1 のとおり - 使用済MOX燃料は、当面適切に貯蔵管理し、国の定める処理方策に沿って処理することを考えている。 ・MOX燃料の処理方策は、「原子力政策大綱」において 2010 年ごろから検討を開始し、六ヶ所再処理工場の操業終了に十分間に合う時期までに結論を得ます。また「原子力立国計画」において六ヶ所再処理工場の操業終了頃に第 2 再処理工場の操業を開始し、改修されるプルトニウムはFBRで再利用するとの基本シナリオが示されている。
松江市の考え方	中国電力の回答によれば、使用済み燃料の貯蔵量は 2045 年頃に管理容量に達することが予想されている。国の「基本シナリオ」では、「2045 年頃に第二再処理工場の操業を開始する。」とあり、「2010 年頃からの検討を円滑に開始するため、必要な準備を行っている。」と回答しているので、国が2010年を目途に早急に審議を開始し、第二再処理工場及び中間貯蔵施設の建設について、具体的な計画を策定される必要がある。

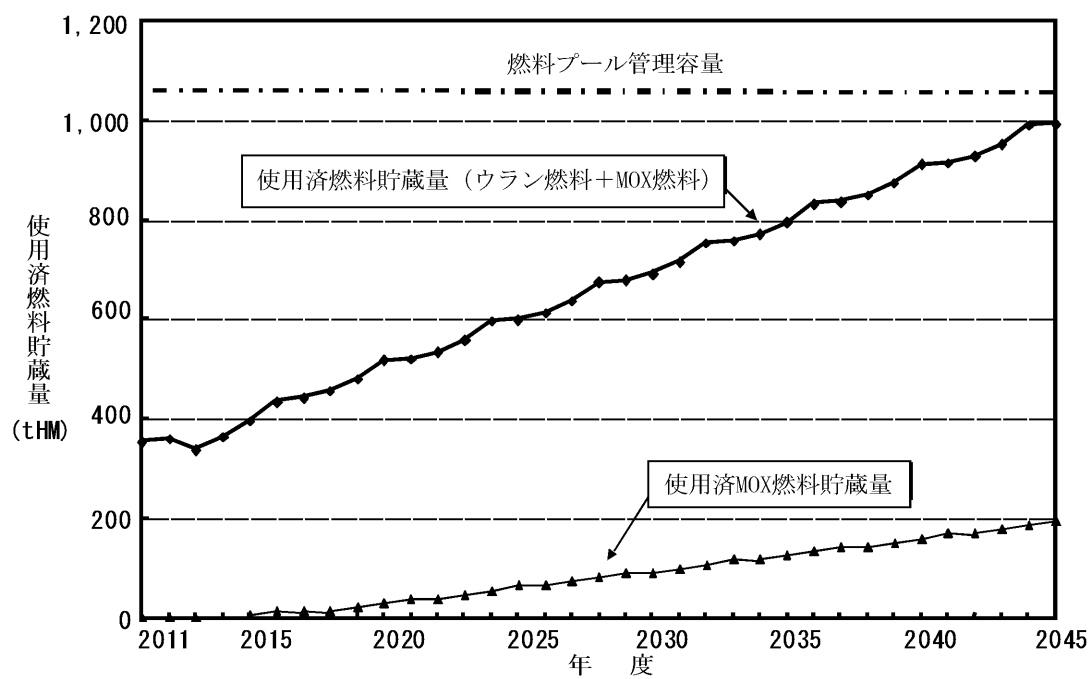


図 2 - 1 島根原子力発電所における燃料プール内の使用済燃料貯蔵量の推計

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	3. MOX燃料の品質管理について
質問内容	海外でMOX燃料を製造する場合の燃料加工事業者の品質保証については、第一に、電気事業者は、規制当局が必要に応じ燃料加工業者に立ち入り調査を行うことができる旨を、燃料加工事業者が定めていることを確認すること、第二に、電気事業者は製造時の品質保証活動の確認等を実施する場合、第三者機関を活用することとされているところである。燃料加工事業者として想定する事業者が、上記の条件を適正に履行する能力を有するかどうか調査し、ご説明いただきたい。
中国電力㈱の回答	・イギリスのBNFL社製MOX燃料データ改ざん問題を踏まえて、平成14年7月に原子力安全・保安院が制定した「電気事業者及び燃料加工事業者の品質保証に関する確認事項について（内規）の制定について」及び「MOX燃料体に係る輸入燃料体検査について」において、規制当局の立ち入り調査、第三者機関の活用が規定されていることから、これらについて、今後、当社が締結する燃料加工契約等に適切に盛り込んでいく。
松江市の考え方	海外燃料製造会社は、日本の規制当局の立ち入り調査、製造国における第三者機関の活用が規定されており、中国電力は、これらについて、燃料加工契約に適切に盛り込むこととしており、そのような契約を受け入れる海外製造会社と契約し、燃料製造を行うのであれば、わが国の規制当局の立ち入りも可能となることから、問題はないと考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	4. MOX 燃料加工事業者の技術的能力について
質問内容	海外のMOX燃料加工事業者は、フランスのCOGEMA、イギリスのBNGS、ベルギーのベルゴがあるが、特にプルトニウム含有率の不均一性について、プルトニウムスポットの問題など品質における技術的能力を、それぞれ調査しご説明いただきたい。
中国電力㈱の回答	・当社が想定している海外のMOX燃料加工業者は、フランスのMELOX社及びイギリスのSL社である。両社に対して、MOX燃料の製造工程毎に、製造実績の調査及び実際の模擬部材を使用した製造確認試験を実施し、MELOX社及びSL社が日本向けBWR仕様のMOX燃料を製造することができる技術的能力を有することを確認している。 ・当社は、MOX焼結ペレットのプルトニウムスポットの大きさについても、両社とも当社の仕様を十分に満足するMOX焼結ペレットを製造する能力を有していると考えている。
松江市の考え方	MELOX社（MIMAS法）及びSL社（SBR法）で製造されるMOX焼結ペレットについて、プルトニウムスポット径は最大でも200μm程度であり、両社ともに中国電力㈱の仕様を十分満足するMOX焼結ペレットを製造する能力を有することが確認されていることから、支障はないものとする。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	5. プルサーマル導入に伴う電気料金への影響について
質問内容	核燃料サイクルの全量再処理に係わるバックエンド費用と、プルサーマル導入に伴う MOX 燃料加工費用、運送費用等のフロントエンド費用について、試算されている内訳と将来予測数値をお示しいただきたい。 上記のバックエンド費用とフロントエンド費用が、今後の電気料金に及ぼす影響についてご説明いただきたい。
中国電力㈱の回答	・平成 16 年 11 月に「原子力委員会 新計画策定会議 技術検討小委員会」が策定された「基本シナリオの核燃料サイクルコスト比較に関する報告書」によると、全量再処理を行うことにより、バックエンド費用は 0.93 円/KWh（内訳：再処理 0.63 円、HLW 貯蔵輸送処分 0.16 円、TRU 廃棄物処理貯蔵処分 0.11 円、中間貯蔵 0.04 円）、フロントエンド費用は 0.63 円/KWh（内訳：ウラン燃料 0.57 円、MOX 燃料 0.07 円）であり、全量直接処分の場合に比べ高くなると試算されており、これが電気料金に及ぼす影響は、一般家庭の電気代（平均約 300KWh/月使用すると想定）に換算すると年間で 600 円から 840 円程度割高になるものと試算されている。
松江市の考え方	原子力委員会「新計画策定会議」で検討された核燃料サイクルコストの経済性に関しては、検討時点で想定される全ての要素を織り込んで詳細に検討された試算結果であり、参考となる資料であると考えます。 但し、2002 年度から 2060 年度までの原子力発電に係る核燃料サイクルコストを対象として試算されたものであり、当然、多くの不確定要素があるものと認識しているが、市民生活に影響を及ぼす計画であってはならないと考える。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	6. ヒューマンエラーの防止策について
質問内容	プルサーマル導入に伴って、燃料加工時の燃料検査、受け入れ時の燃料検査、炉心管理の複雑化など、新たに発生する業務について、ヒューマンエラーの防止策はどのように行われるのか。個々の業務について具体的にお示しいただきたい。
中国電力㈱の回答	・燃料加工時は、事前に検査員教育を受け、検査員として必要な力量を有する者を派遣し、全ての期間中において、国内燃料メーカーとともに製造工程毎に立会い検査を行う。合わせて、製造工程の各段階に応じて工程監査も実施します。更に監査の信頼性を高めるために第三者機関の参加も行う。 ・受け入れ時は、検査員として必要な力量を有する者を従事させ、作業前打ち合わせ等により検査要領の周知徹底を図っていきます。また、事前に被ばく低減を考慮した方法などのMOX燃料の検査方法の特徴に配慮した教育訓練を行う。 ・炉心管理については、正しいデータの計算機への入力確認、正しい計算結果の出力確認のダブルチェックを行うことにより確実な炉心管理を実施する。
松江市の考え方	中国電力㈱からの回答で、燃料加工時の燃料検査、受け入れ時の燃料検査、炉心管理の個々の業務におけるヒューマンエラー防止策が示されているところであるので、今後とも徹底した品質保証活動が行われるよう注視してまいりたい。

2 1 項目の質問に対する回答、意見、松江市の考え方

中国電力

質問項目	7. プルサーマル導入に伴う核物質防護について
質問内容	核ジャック、テロ攻撃等に対して、プルサーマル導入に伴い特に強化して取り組む必要のある防護体制について、燃料輸送時の対策も含め、具体的にご説明いただきたい。
中国電力㈱の回答	中国電力㈱の回答 ・MOX燃料に対する核物質防護上の要求事項は、ウラン燃料に対する要求事項と変わりはなく、MOX燃料の導入により、現状、島根原子力発電所で行っている核物質防護上の措置に加え、新たに強化して取り組む必要性のある防護対策はない。 ・MOX燃料の海上輸送は日米原子力協定実施取極付属書五（回収プルトニウムの国際輸送のための指針）等関連の国際約束等に従って適切な核物質防護措置を講じることになっており、これに基づいた輸送体制により実施することになると想定しています。なお、過去のMOX燃料の輸送は、以下のとおり実施されたと聞いています。(1)公海上では英国籍の2隻の武装船舶が相互に護衛しながら航行。(2)各船舶には護衛任務に必要な訓練を受けた武装護衛官が乗船。(3)日本領海内においては海上保安庁が護衛。 ・平成17年5月の原子炉等規制法の改正において、核物質防護に関する新たに守秘義務に係る規定が盛り込まれた。MOX燃料の輸送に当たっては、プルトニウムを含むという特性に鑑み、より一層厳重な情報管理を行うこととしている。
松江市の考え方	松江市の考え方 「核物質防護に関する措置」は「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第十五条の三に定められており、MOX燃料に対する核物質防護上の措置は、ウラン燃料に対する措置と変わりなく、現在の島根原子力発電所で行われている「核物質防護上の措置」が継続されることから、問題はないと考える。 また、使用済みウラン燃料の海上輸送と同様な措置をMOX燃料輸送でも行うこととなるので、専門家が指摘する「防護上のリスクも分散する」という点についても、特に問題はないと考える。