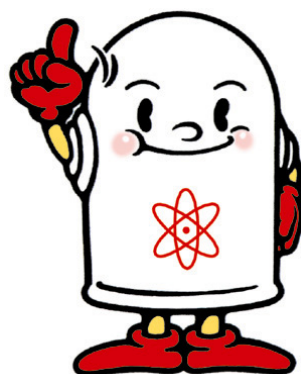


プルサーマル計画に対する ご質問にお答えします



5月24日～5月25日にかけて開催されたプルサーマル説明会などで、
皆さまから寄せられたご質問に対する回答を取りまとめました。

北海道電力株式会社

目 次

泊発電所でのプルサーマルについて

- Q 1 - 1 泊発電所 3 号機の増設計画段階で、3 号機でのプルサーマルの実施は計画していなかったのですか？・・・ 1
- Q 1 - 2 今後は、泊 1・2 号機でもプルサーマルを実施するのですか？・・・ 2

ウラン燃料とMOX燃料の違いについて

- Q 2 - 1 ウラン燃料とMOX燃料は「何」が「どのように」違うのですか？・ 3
- Q 2 - 2 MOX燃料の装荷率が3分の1以下であれば、なぜ安全なのですか？
・・・ 4

周辺環境への影響について

- Q 3 - 1 MOX燃料を使用することにより、周辺環境に与える影響は変わらないのですか？・・・ 5
- Q 3 - 2 プルサーマルを実施すると事故の時に被害が大きくなるのですか？被害が距離にして2倍、面積にして4倍になるという話もあるが本当ですか？・・・ 6
- Q 3 - 3 高レベル放射性廃棄物の処分も含めて温室効果ガス(CO₂)の排出量を評価するべきではないのですか？・・・ 7

プルトニウムの毒性について

- Q 4 プルトニウムは毒性が強く危険だと聞きましたが、大丈夫ですか？・・・ 8

MOX燃料の使用実績について

- Q 5 - 1 欧米では次々とプルサーマルを中止していると聞きましたが、どうして日本では今からおこなうのですか？・・・ 9
- Q 5 - 2 泊で行うプルサーマルは欧州のプルトニウム含有率よりも高く、危険なのではないですか？・・・ 10
- Q 5 - 3 海外では5000体以上の使用実績があるといいますが、ウラン燃料の実績に比べれば1%であり、安全性が十分に確認されていないのですか？・・・ 11
- Q 5 - 4 プルサーマルによる事故は発生していないのですか？・・・ 12
- Q 5 - 5 3号機の稼動前にMOX燃料の実証試験をしないのですか？・・・ 13
- Q 5 - 6 「ふげん」や美浜、敦賀の少数体実証試験は実績と言えるのですか
・・・ 14

使用済MOX燃料の再処理について

Q 6 使用済MOX燃料の再処理はどうするのですか？・・・・・・・・・・ 15

高速増殖炉について

Q 7 プルトニウムは「もんじゅ」で使う予定であったが、事故によって「もんじゅ」で使えなくなったので、プルサーマルを行わざるを得なくなったのではないですか？・・・・・・・・・・ 16

地震発生時の安全性について

Q 8 - 1 プルサーマルの核分裂の制御は地震が起きた際にも万全ですか？・ 17

Q 8 - 2 活断層の評価を見直すべきではないのですか？・・・・・・・・・・ 18

コストへの影響について

Q 9 - 1 核燃料サイクル施設の建設費用、再処理費用、高レベル放射性廃棄物の処分にかかる費用は原子力発電のコストに含まれているのですか？・・・・・・・・・・ 19

Q 9 - 2 プルサーマルを行うことによって、電気料金が上がるのではないのですか？・・・・・・・・・・ 20

泊発電所でのプルサーマルについて

Q 1 - 1

泊発電所 3号機の増設計画段階で、3号機でのプルサーマルの実施は計画していなかったのですか？

A . プルサーマルは、海外での使用実績も含めていろいろなタイプの炉での実績を踏まえれば、1・2号機でも実施することは可能です。

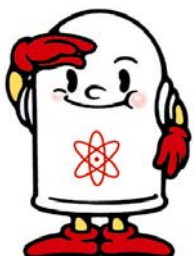
平成9年に当社が泊発電所でのプルサーマル実施を表明した時点では、泊発電所の1基で実施することを計画していましたが、3号機の増設計画段階では、3号機でプルサーマルを実施する計画とはしていませんでした。

その後、いろいろな状況を確認したところ、3号機と同じタイプの燃料（17×17型燃料）での使用実績が多く、また日本でも3号機と同じタイプのMOX燃料工場を建設するという動きがあること、さらには3号機も平成21年12月の営業運転開始に見通しがついたこと、などを総合的に考え、技術的な確認を行った上で3号機で実施することを計画、公表しました。

プルサーマルの実施に向けて

- ・ 泊発電所の1基で実施
- ・ 3号機と同じタイプのMOX燃料使用実績が多い・・・
- ・ 国内のMOX燃料工場も3号機燃料と同じタイプの燃料を製造・・・
- ・ 3号機の営業運転開始に見通しがついた・・・

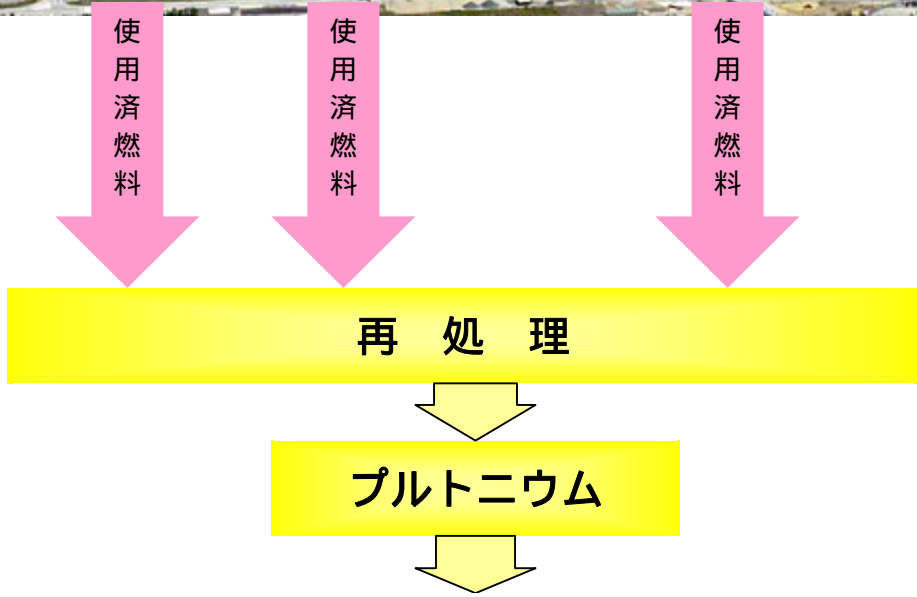
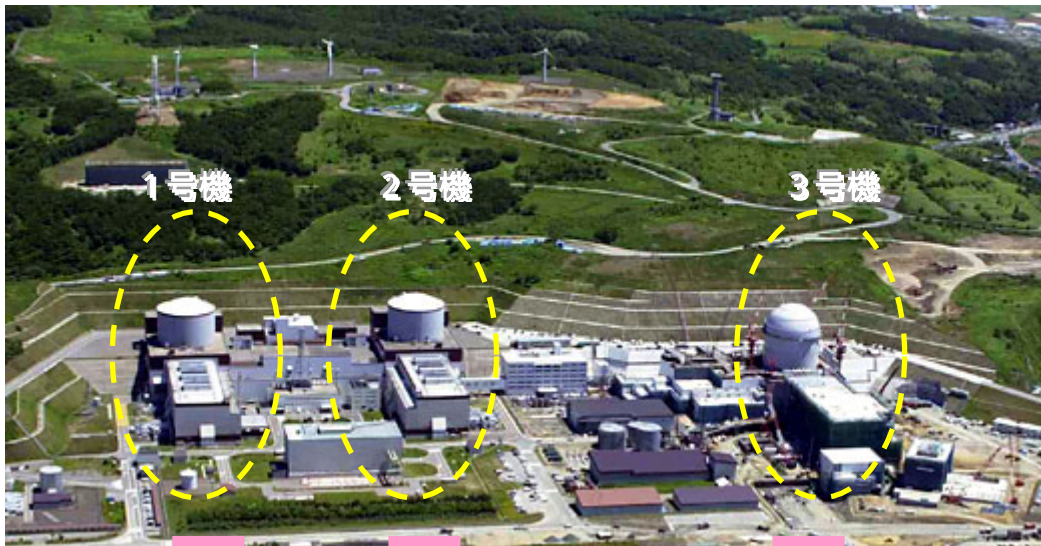
3号機で実施！



Q 1 - 2

今後は、泊 1・2号機でもプルサーマルを実施するのですか？

A．当社が現在保有しているプルトニウムと、今後発電所を運転することにより発生するプルトニウムの量は、3号機でプルサーマルを実施することで十分に使いきれぬ量であり、1・2号機で実施する計画はありません。



回収されるプルトニウムは3号機で十分使いきれぬ量

ウラン燃料とMOX燃料の違いについて

Q2 - 1

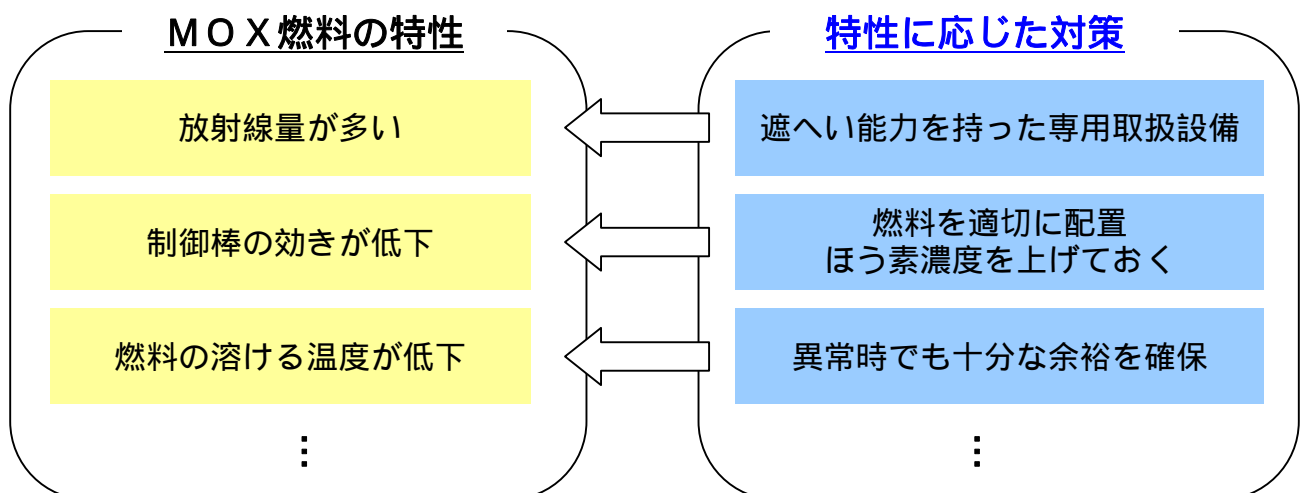
ウラン燃料とMOX燃料は「何」が「どのように」違うのですか？

A. 燃料集合体の構造や強度などはウラン燃料とMOX燃料で違いはありませんが、ウラン燃料とMOX燃料の特性を比べると主に以下のような違いがあります。

プルトニウムを含むため、放射線量、発熱量が大きくなる
中性子を吸収しやすいという特徴があることから、制御棒やほう素の効きが低下する

燃料の溶ける温度が低くなる・・・など

これらについては、例えば放射線量については、遮へい能力を持った専用の燃料取扱設備を使用することにより被ばくを抑えること、制御棒やほう素の効きについては、ウラン燃料とMOX燃料を適切に配置することやあらかじめほう素濃度を上げておくことによって効きを確保するなど、それぞれMOX燃料の特性に応じた対策を講じることにより、安全性を確保することができます。



Q2 - 2

MOX燃料の装荷率が3分の1以下であれば、なぜ安全なのですか？

A. 平成7年、国の原子力安全委員会では、泊発電所のような軽水炉にMOX燃料を装荷する場合、どのように安全審査を行うべきかの検討を行っております。

検討にあたっては、炉心の特性を従来のウラン燃料炉心と大幅に変えないとの設計方針のもと

プルトニウム富化度 約8%まで(プルトニウム含有率13%まで)

MOX燃料の炉心装荷率 3分の1程度

燃料集合体最高燃焼度 45,000MWd/t

などを検討対象とし、検討の結果、「3分の1程度であればウラン燃料と同様の安全設計、評価を行っても問題ない」ことを確認したものです。

なお、実際に泊発電所でのプルサーマル実施については、国の安全審査において個別に確認を受けます。

	原子力安全委員会 (平成7年6月)	泊3号機における 装荷の計画
MOX燃料使用割合	原子炉内燃料の 1/3程度まで	原子炉内燃料の 1/4以下
プルトニウムの割合 (ペレット最大)	約13%まで	13%以下
燃料集合体 最高燃焼度	45,000MWd/t	45,000MWd/t

周辺環境への影響

Q3 - 1

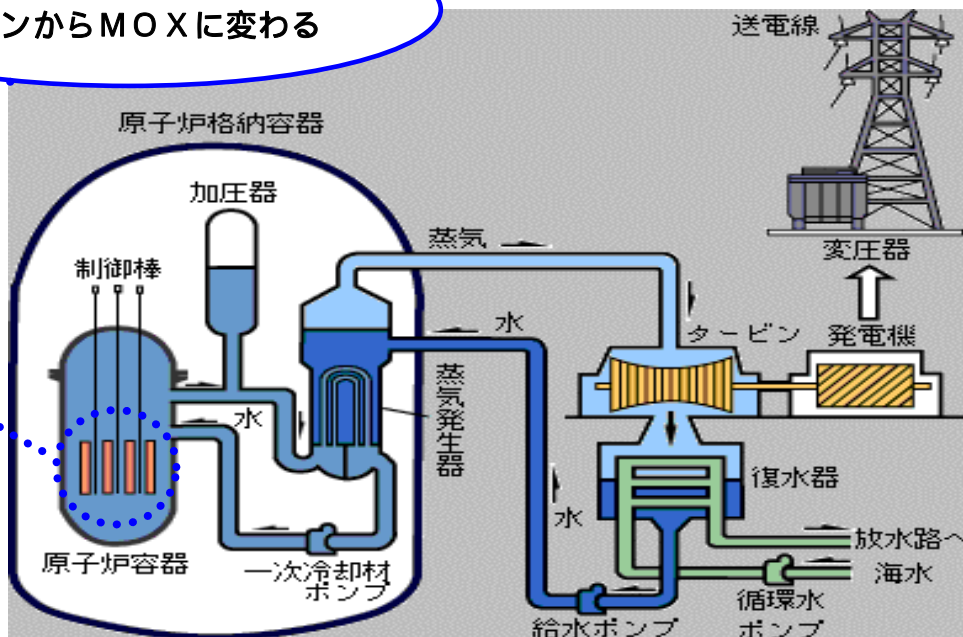
MOX燃料を使用することにより、周辺環境に与える影響は変わらないのですか？

A. 環境への影響については、どのくらいの放射性物質が出るかといったことについて検討しており、現在のウラン燃料に替えてMOX燃料を使用したとしてもほとんど変わらないという結果を得ています。

また、MOX燃料を使用したとしても発電所の出力は変わらないことから、温排水の量や温度は変わりません。

したがって、環境への影響はウラン燃料でもMOX燃料でもほとんど変わらないと考えています。

燃料集合体のペレットが
ウランからMOXに変わる



運転方法や出力は変わらない

環境への影響はほとんど変わらない

Q3 - 2

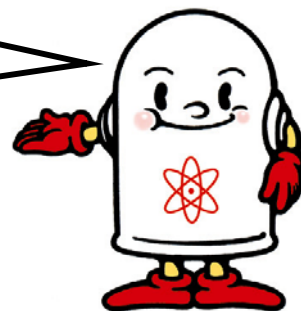
プルサーマルを実施すると事故の時に被害が大きくなるのですか？
被害が距離にして2倍、面積にして4倍になるという話もあるが本当ですか？

A. 万が一の事故を想定した検討においても、環境への影響は、ウラン燃料の場合と同様に、国の安全基準を満足していることを確認しています。

したがって、プルサーマルを実施したからといって万が一の事故の時に被害が大きくなることはありません。

「距離にして2倍、面積にして4倍」は、チェルノブイリ発電所での事故と同様の事故が発生し、放射能の強い物質の放出率を高く評価（放出率：0.4～0.5% 4%）して導き出された結果ですが、そもそも格納容器があり、炉の特性が異なる泊発電所のような軽水炉においてチェルノブイリ発電所と同様の事故が発生することは考えられず、このような条件で事故を想定することはプルサーマルの危険性を過度に強調したものと考えます。

泊発電所ではチェルノブイリ発電所と同じような事故が発生することは考えられません。



Q3 - 3

高レベル放射性廃棄物の処分も含めて温室効果ガス(CO₂)の排出量を評価するべきではないのですか？

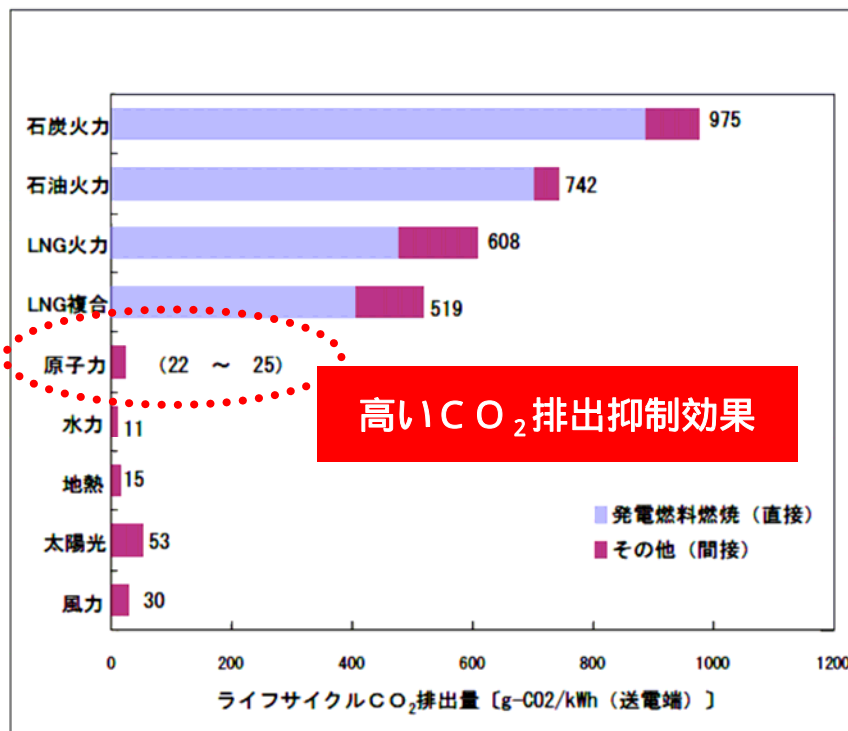
A. ウラン鉱石の採掘、発電所の建設、さらには核燃料サイクル事業(再処理事業、最終処分事業)も含めた二酸化炭素(CO₂)の排出量は、22 ~ 25 g/kWh と評価されており、石炭火力や石油火力に比べて十分低く、CO₂排出抑制効果は大きいと考えております。

<参考> 他電源の二酸化炭素排出量

石炭火力 975 g/kWh

石油火力 742 g/kWh

(表) 電源別二酸化炭素排出量



出典：原子力は、電力中央研究所の「ライフサイクルCO₂排出量による原子力発電技術の評価 平成13年8月」における「リサイクルシステム」についての評価。それ以外は、電力中央研究所「ライフサイクルCO₂排出量による発電技術の評価平成12年3月」

プルトニウムの毒性について

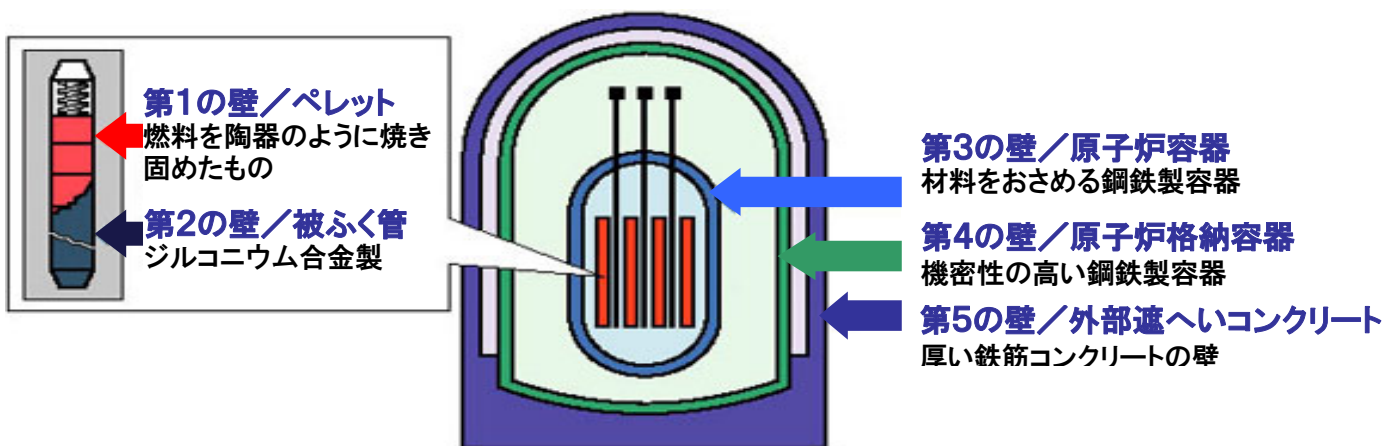
Q4

プルトニウムは毒性が強く危険だと聞きましたが、大丈夫ですか？

A. プルトニウムの「毒性」は一般的に言われる化学的な「毒」とは異なりますが、プルトニウムは天然に存在するウランと比べると強い放射能を持っており、プルトニウム粉末を誤って体内に吸い込んだ場合には、健康に影響を及ぼす可能性があります。

原子力発電所ではプルトニウムはウランと混ぜてペレットに焼き固め、更に金属の管（被覆管）の中に密封された状態で取り扱われるので、誤って吸い込んでしまう可能性はありません。また、被覆管は、さらに何重にも閉じ込められているので、万が一の事故の際にも放射性物質が容易に環境へ放出されることはありません。

万一の事故時にも放射性物質が容易に環境へ放出されることはありません



MOX燃料の使用実績について

Q5 - 1

欧米では、次々とプルサーマルを中止していると聞きましたが、どうして日本では今から行うのですか？

A. プルサーマルを「やる」か「やらない」かは各国のエネルギー事情、政策などによって異なりますが、「エネルギー自給率が4%」とエネルギー資源に乏しいわが国にとっては長期的なエネルギーの安定供給を確保するため、また、CO₂排出抑制のため、原子力発電が重要であり、それを支えるプルサーマルの実施を含めた原子燃料サイクルの確立が重要であることから、プルサーマルの実施が必要と考えています。

なお、欧米で「危険性」を理由にMOX燃料の使用を中止した国はありません。

【各国におけるMOX燃料使用実績(軽水炉)】			2005年末実績
国名	基数	累積装荷体数	装荷期間
日本	2基	(※)6体	1986～1991
ベルギー	3基	313体	1963～
フランス	21基	2,466体	1974～
ドイツ	15基	2,012体	1966～
インド	2基	10体	1994～2000
イタリア	2基	70体	1968～1981
オランダ	1基	7体	1971～1987
スウェーデン	1基	3体	1974～1979
スイス	3基	308体	1978～
アメリカ	7基	95体	1965～
合計	57基	5,290体	

(※)日本の6体は、実証試験のための装荷(関西電力・美浜1号機、日本原電・敦賀1号機)

＜参考＞新型転換炉「ふげん」におけるMOX燃料使用実績

国名	プラント名	累積装荷体数	装荷期間
日本	ふげん	772体	1978～2003

※新型転換炉「ふげん」…減速材に重水を使うことにより、ウランがプルトニウムに転換する割合を高めている

Q5 - 2

泊で行うプルサーマルは欧州のプルトニウム含有率よりも高く、危険なのではないですか？

A . 泊3号機で計画しているプルトニウム含有率は燃料集合体平均で9%、ペレット最大で13%となっています。それに比べるとフランスの含有率は集合体平均で7%の実績があり、泊3号機の方が高くなっています。

しかしながら、平成7年の原子力安全委員会の報告では、「使用割合を1/3程度まで、プルトニウム含有率13%、燃焼度45,000 MWd/tであれば、ウラン燃料と同様の安全設計、評価が可能」との見解が示されており、当社のプルサーマル計画はその範囲に収まっています。

この原子力安全委員会の見解は、海外や国内の実績だけでなく、実験室でのデータや研究炉・商業炉で燃焼させた燃料の試験データに基づいて、確認されたものです。

Q5 - 3

海外では5000体以上の使用実績があるといいますが、ウラン燃料の実績に比べれば1%であり、安全性が十分に確認されていないのではないですか？

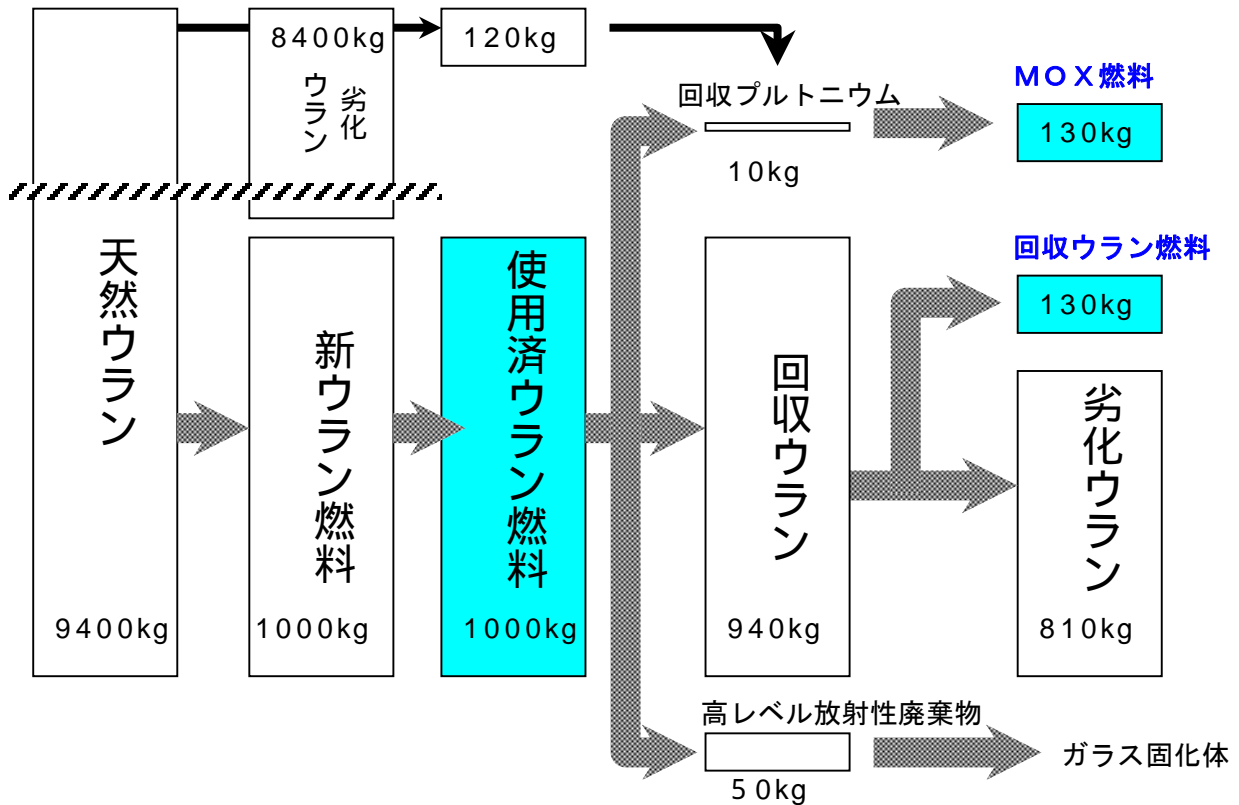
A．海外ではプルサーマルを含めた原子燃料サイクルを選択していない国もあり、また、MOX燃料は使用済ウラン燃料を再処理して回収されたプルトニウムを利用するため（1000kgの使用済ウラン燃料を再処理することにより約130kgのMOX燃料ができます）単にMOX燃料の使用実績とウラン燃料の使用実績を比較すると、その数字は当然小さくなります。

しかしながら、海外で5000体以上のMOX燃料の使用実績があり、これまでMOX燃料の特性に起因する事故が発生していないことは、**安全性を判断する上で重要な事実**と考えています。また、海外でのMOX燃料の特性や挙動に関する試験データが世界各国の研究機関等に蓄積されており、これらのデータは平成7年に原子力安全委員会が行ったMOX燃料の安全審査に関する検討の中でも活用されています。

さらに国内では、敦賀発電所1号機（BWR）で2体、美浜発電所1号機（PWR）で4体の使用実績があり、これらはいずれも燃料取出し後の照射後試験により、詳細調査が実施され、燃料の健全性が確認されています。

これらのことから、MOX燃料の安全性は確認されていると考えています。

1000kg の使用済燃料から 130kg のMOX燃料と
130kg の回収ウラン燃料が再生できます。



Q5 - 4

プルサーマルによる事故は発生していないのですか？

A . プルサーマルを実施したことが原因となった事故は発生していません。

(参考) 1997年にスイスのベツナウ原子力発電所で3本のMOX燃料の損傷が発見されるなどの事象がありましたが、これらはMOX燃料を使用したことが原因となった損傷ではないと考えられています。

Q5 - 5

3号機の稼動前にMOX燃料の実証試験をしないのですか？

A. 国内では、実証試験として敦賀発電所1号機（BWR）で2体、美浜発電所1号機（PWR）で4体の使用実績があり、これらはいずれも燃料取出し後の照射後試験により、詳細調査が実施され、次の点が確認されています。

- ・ 燃料棒としての照射挙動はウラン燃料と同等であること
- ・ 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ていないこと
- ・ 照射された全ての燃料が健全であったこと

さらに、海外でのMOX燃料の特性や挙動に関する試験データが世界各国の研究機関等に蓄積されており、これらのデータによりMOX燃料に関する知見は十分に得られています。

このため、あらためて実証試験の必要はないと考えています。

敦賀発電所1号機、美浜発電所1号機の実証実績

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
関西電力 美浜1号機 (4体使用)				■	■	■		■			
					使	用			照射後試験		
日本原子力発電 敦賀1号機 (2体使用)		■	■	■			■	■			
			使	用				照射後試験			

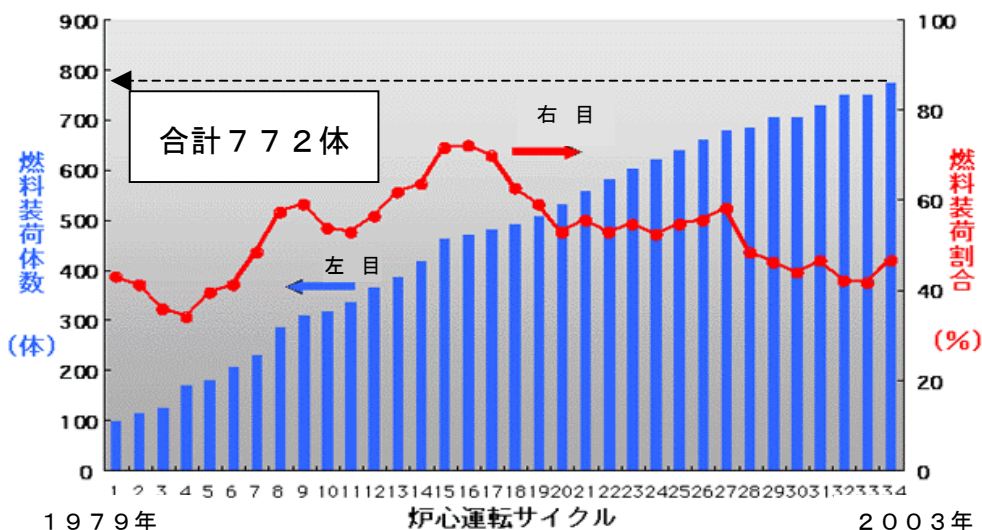
Q5 - 6

「ふげん」や美浜、敦賀の少数体実証試験は実績と言えるのですか？

A. 「ふげん」は軽水炉と異なるタイプの炉であり、一概に軽水炉と同一視することはできませんが、単一炉におけるMOX燃料の使用実績としては世界最大規模であり、燃焼後の燃料破損などもなかったことから、MOX燃料の健全性を確認した実績としては評価できると考えています。

一方、関西電力・美浜1号機や日本原子力発電・敦賀1号機での少数体実証試験については、通常のウラン燃料と同様に3年間原子炉内に装荷し、その後の試験においても燃料の健全性が確認されていることから、体数は少ないながらも、実績として十分に評価できると考えています。

「ふげん」のMOX燃料使用実績



日本原子力研究開発機構のホームページより

使用済MOX燃料の再処理について

Q6

使用済MOX燃料の再処理はどのようにするのですか？

A．使用済MOX燃料についても使用済ウラン燃料と同様、再処理して回収されるウラン、プルトニウムを有効利用することが国の方針となっています。また、使用済MOX燃料の再処理は国内外で実績があり、技術的には可能です。

使用済MOX燃料の再処理の方策については2010年頃から検討が開始されることとなっており、当面は、泊発電所内の使用済燃料ピットで適切に保管します。

使用済MOX燃料の再処理実績

国	施設	処理対象炉	処理実績
日本	東海再処理工場	A T R	約 20t
	高レベル放射性物質研究施設	F B R	約 10kg
仏国	A T 1	F B R	約 1t
	A P M	F B R、L W R	約 21.1t
	U P 2 - 4 0 0	F B R、L W R	約 19.5t
	U P 2 - 8 0 0	L W R	約 10.6t
英国	ドーンレイ・サイト	F B R	約 24.5t
独国	W A K	L W R	約 239kg
	M I L L I	L W R	約 293gPu

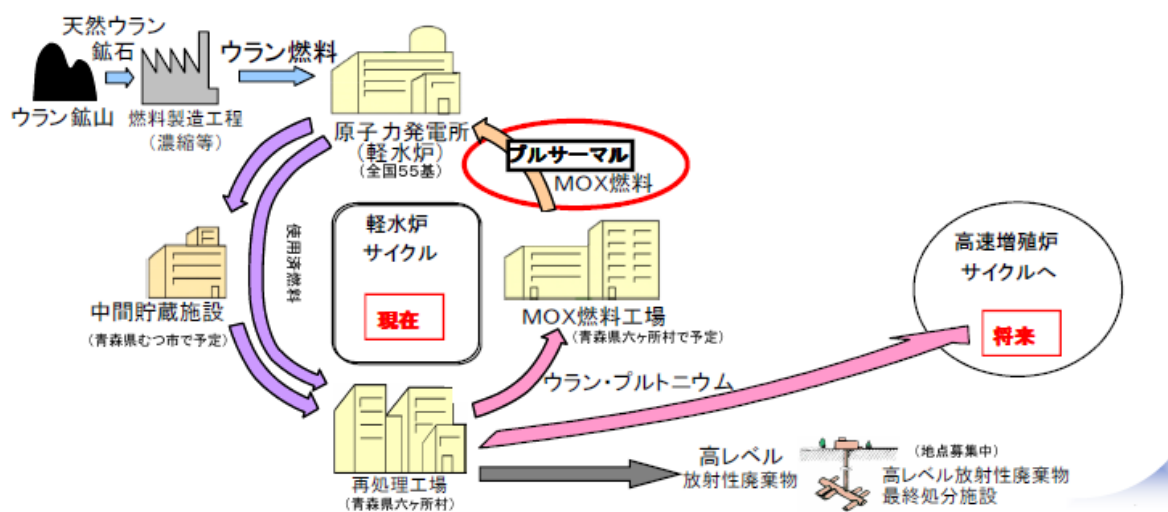
高速増殖炉について

Q7

プルトニウムは「もんじゅ」で使う予定であったが、事故によって「もんじゅ」で使えなくなったので、プルサーマルを行わざるを得なくなったのではないですか？

A . 日本では、1960年代から、高速増殖炉（「もんじゅ」もこのタイプ）の研究・開発を進めていくことと、泊発電所のような軽水炉でプルサーマルを実施していくことという2つのプルトニウム利用の考えが示されており、高速増殖炉が進まないから、代わりにプルサーマルを進めるというものではありません。

高速増殖炉については、国においてウラン資源の有効利用の観点から軽水炉に続く将来の重要な電源の選択肢の一つとして位置づけられており、現在プラント確認試験が進められている「もんじゅ」などの成果も踏まえ、2050年頃からの商業ベースでの導入を目指し、研究が進められています。



国では2050年頃からの高速増殖炉導入を目指しています

地震発生時の安全性について

Q 8 - 1

プルサーマルの核分裂の制御は地震が起きた際にも万全ですか？

A . 燃料集合体の構造や強度などはウラン燃料とMOX燃料で違いはないため、プルサーマルを実施する、しないによって、地震が発生した際の安全性に関する評価が変わることはありません。

なお、地震が起きたとしても、原子力発電所はある一定の揺れを検知すると、自動的に制御棒が原子炉内に入り、止まるようになっています。

また、泊発電所は、十分余裕を持って耐震設計を行っており、耐震安全性は確保されていると考えていますが、現在、2006年9月に改訂された国の新しい耐震設計審査指針に照らし、更には、2007年7月に発生した新潟県中越沖地震を踏まえながら、耐震安全性評価（バックチェック）を行っています。

泊発電所は今後も更なる耐震安全性の向上に努めていきます。



原子炉建屋の基礎を岩盤にしっかり固定

泊発電所の地震対策

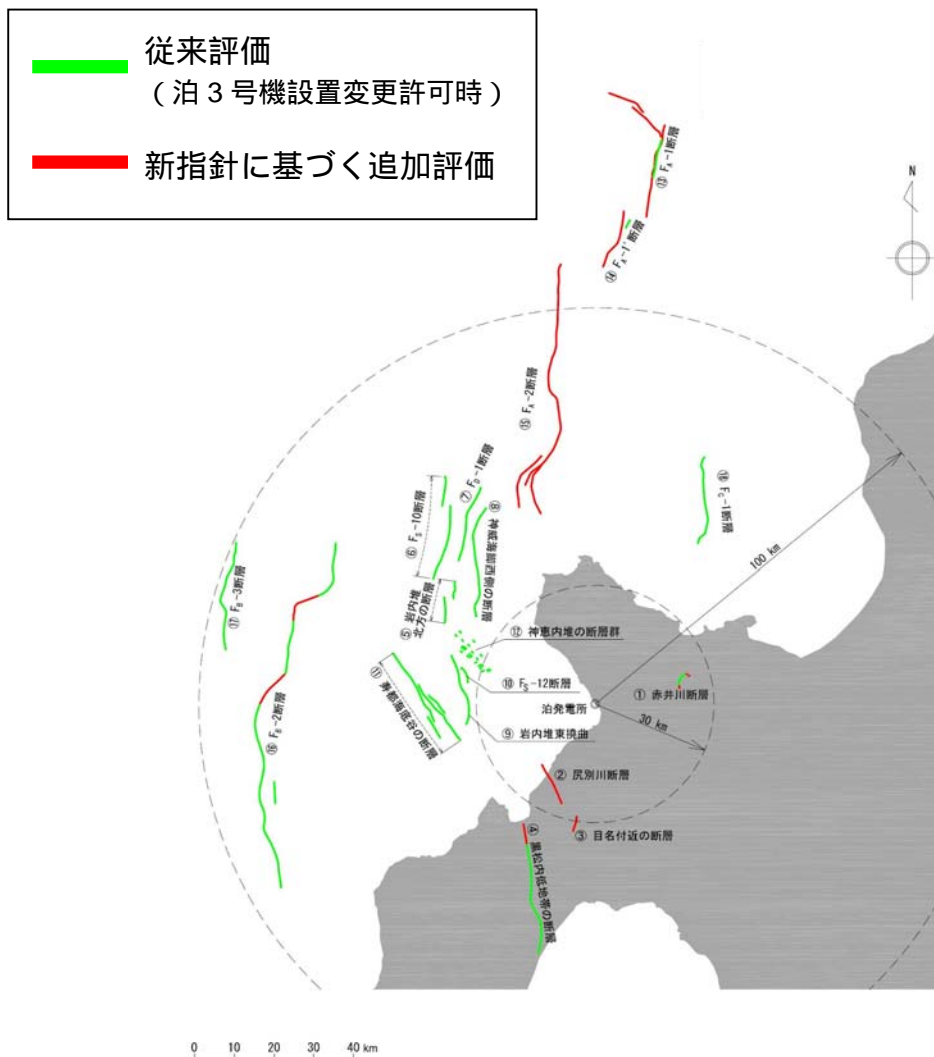
- 地震、活断層、岩盤を十分調査し敷地を選定しています。
- 余裕のある耐震設計で、強固な岩盤に直接建設しています。
- 津波に対しても十分な安全対策を講じています。
- 大きな揺れが起きると自動的に停止します。
- 新しい耐震指針に照らした泊発電所の耐震安全性評価を計画的に実施しています。

Q8 - 2

活断層の評価を見直すべきではないのですか？

A. 改訂された新しい耐震設計審査指針に照らし、発電所周辺の活断層の調査を行ったうえで、それぞれ発電所の耐震設計に考慮する必要があるかどうかを判断し、必要なものは取り入れています。

<参考> 2008年3月の耐震安全性評価の中間報告では、尻別川断層、目名付近の断層など、5つの断層を新たに活断層として評価しております。



コストへの影響について

Q9 - 1

核燃料サイクル施設の建設費用、再処理費用、高レベル放射性廃棄物の処分にかかる費用は原子力発電のコストに含まれているのですか？

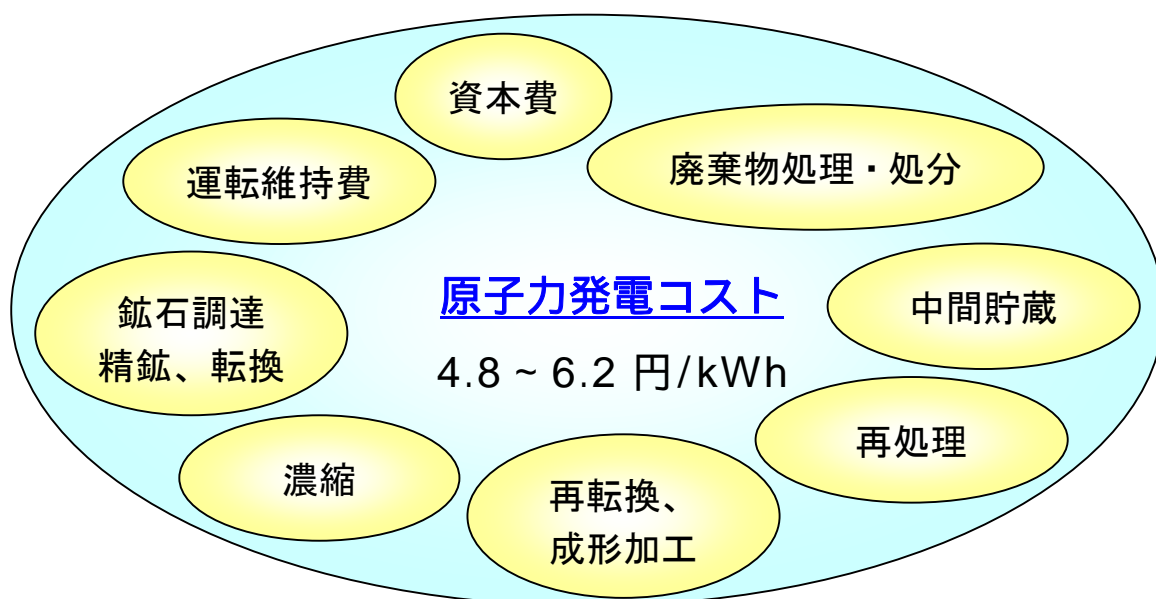
A．原子力発電のコストには、使用済燃料の再処理工場や、高レベル放射性廃棄物処分場等、核燃料サイクル関連施設の建設費用なども含んで計算されており、2004年の国の試算によると、原子力発電単価は4.8円～6.2円/kWhであり、他の電源と比べても遜色ありません。

<参考> 発電原価

一般水力： 8.2円～13.3円/kWh

石油火力：10.0円～17.3円/kWh

石炭火力： 5.0円～ 6.5円/kWh



原子力発電コストはサイクル関連費用を含んでも他の電源と遜色ありません。

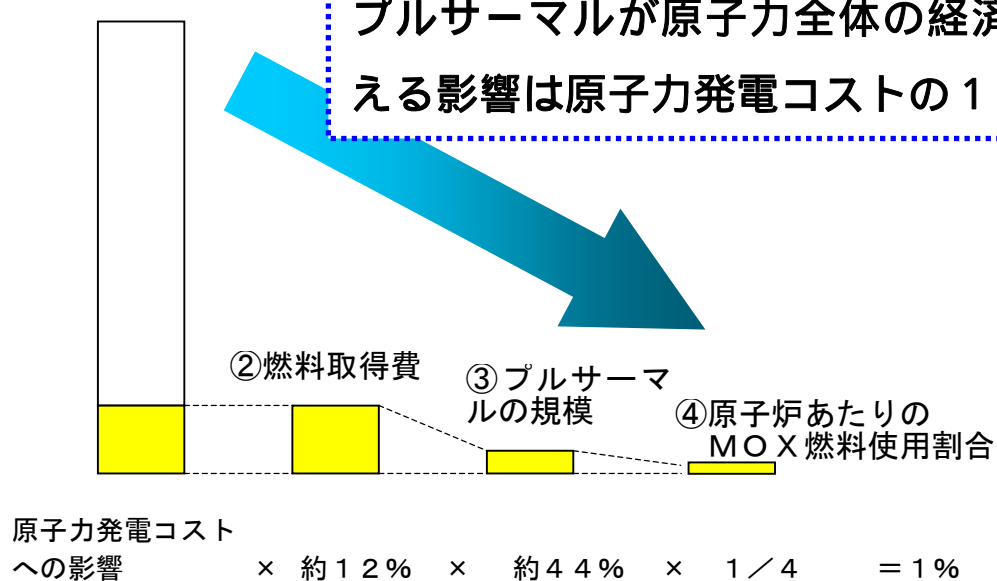
Q9 - 2

プルサーマルを行うことによって、電気料金が上がるのではないですか？

A. 現時点ではMOX燃料の加工契約を行っていないため、燃料費への影響について、はっきりした数字をお示しすることは出来ませんが、ウラン燃料と比べると若干割高になることも考えられます。

しかし、MOX燃料が若干割高であっても、原子力全体の経済性に与える影響は原子力発電コストのわずか1%程度であり、また、その他の化石燃料（石炭、石油）も含めた全燃料費に占めるウラン燃料の割合は1割以下であることから、プルサーマルの実施は、当社の発電コストには大きく影響しないものと考えています。

①原子力発電コスト



ともに輝く明日のために。
Light up your future.



www.hepco.co.jp