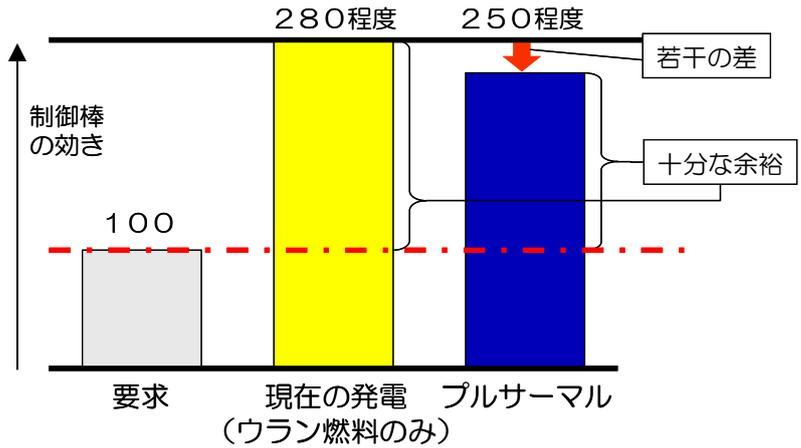
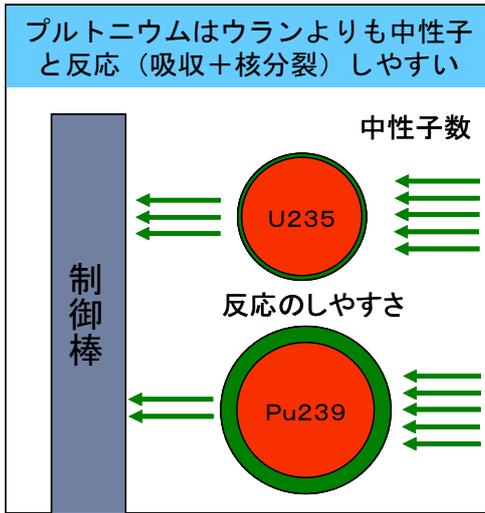


# 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-1)

**【検討課題】**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、制御棒の効き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。

**【電力の見解】**MOX燃料を採用しても、これまでと同様原子炉の安全は確保できる。

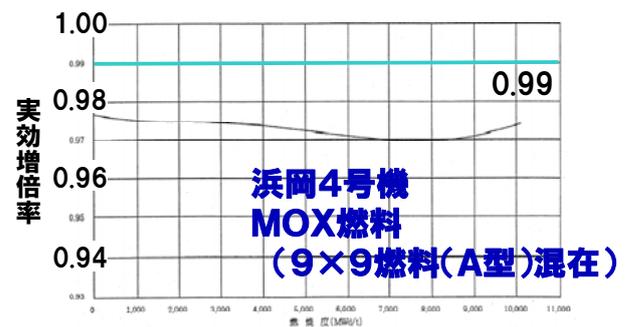
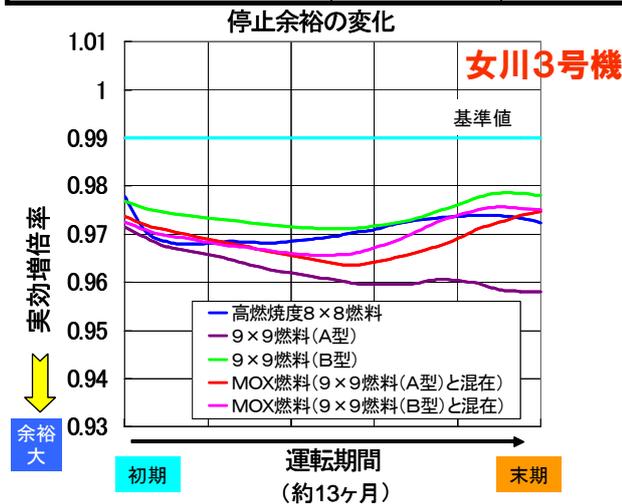
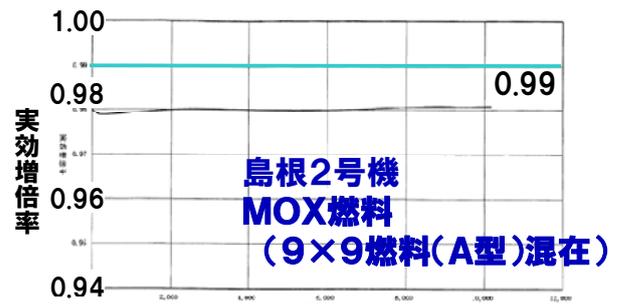
プルトニウムはウランに比べて熱中性子を吸収しやすいことから、制御棒が吸収できる熱中性子の割合が減少するが、**原子炉を停止するために必要な能力にはもともと十分な余裕がある。**



# 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-2)

## 原子炉停止余裕の解析結果の比較

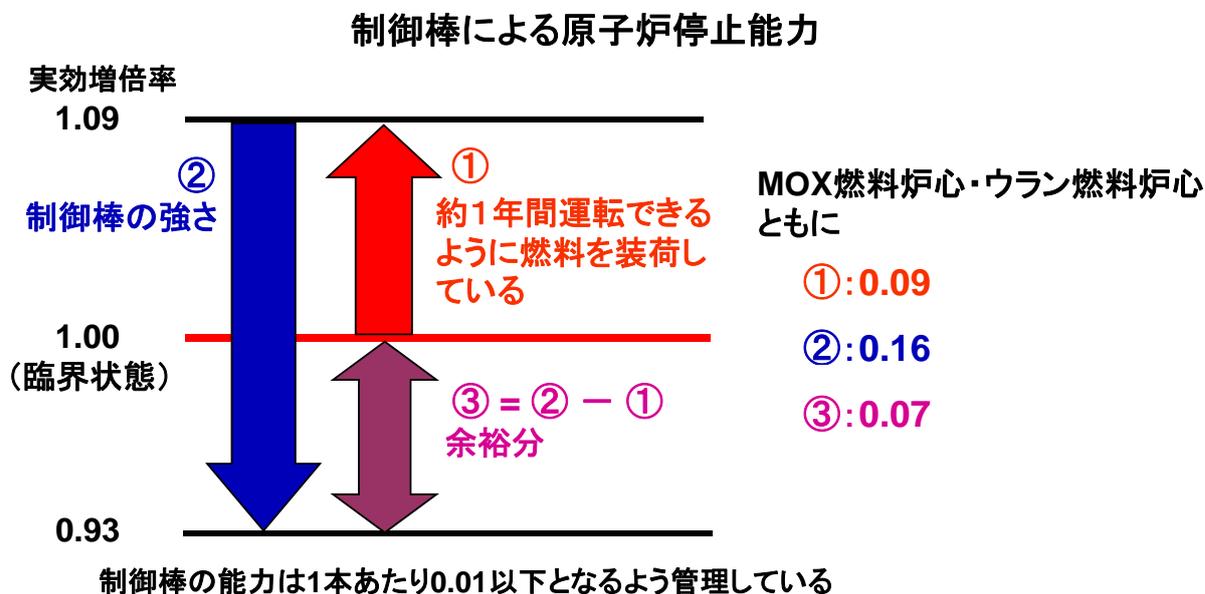
燃料型式		実効増倍率	判断基準
ウラン燃料	高燃焼度8×8燃料	0.974	0.99以下
	9×9燃料(A型)	0.972	
	9×9燃料(B型)	0.979	
MOX燃料 (9×9燃料(A型)混在)		0.975	
MOX燃料 (9×9燃料(B型)混在)		0.975	



## 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-3)

p32

原子炉は運転期間を通じて定格出力を維持できるよう、①約1年間運転できるように燃料を装荷しているが、②制御棒も多めに用意している。したがって、MOX燃料炉心においてもウラン燃料炉心と同様、③原子炉を余裕をもって停止することができる。



## 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-4)

p33

制御棒は、原子炉を停止するにあたり十分な本数(137本)を確保しており、また、1本1本が独立して駆動する設計となっている。

さらに、制御棒が挿入できない場合、「ほう酸水注入系」(中性子を吸収する「ほう素」を含む液体)によって原子炉を停止できる設計としている。

- ほう酸水注入系は、MOX燃料を採用してもウラン燃料炉心と同様、原子炉を余裕をもって臨界未満にできる能力を有している。
- 必要なとき確実にほう酸水を原子炉へ注入できるよう、ほう酸水注入ポンプおよびほう酸水注入弁の動作確認を定期的実施している。(ほう酸水注入ポンプ:1ヶ月に1回, ほう酸水注入弁:3ヶ月に1回)

## 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-5)

p34

プルトニウムはウランに比べて熱中性子を吸収しやすいことから、制御棒が吸収する熱中性子量が少なくなるため、制御棒の効きは若干悪くなる。一方、MOX燃料はウラン燃料より遅発中性子割合が少ないため、制御棒が挿入された際、中性子の減少が早くなり、制御棒の効きはよくなる。これらの効果が打ち消しあうことにより、**原子炉の緊急停止能力はウラン燃料炉心と同等となる。**

原子炉を緊急停止する能力※2

	制御棒の挿入割合			
	25%	50%	75%	100%
設計用スクラム曲線※3	1	1	1	1
1/3MOX炉心	1.6	1.9	2.1	1.4
高燃焼度8×8炉心	1.8	2.0	2.0	1.2
9×9炉心	1.7	1.8	2.0	1.3

- ※1 核分裂と同時に発生する中性子(即発中性子)と、核分裂生成物から発生する中性子(遅発中性子)がある。
- ※2 原子炉を緊急停止する能力は、設計用スクラム曲線を1とした比で記載している。
- ※3 設計用スクラム曲線は、実際の原子炉より制御棒の効きを少なく想定して設計したものであり、安全評価で設計の妥当性を確認する際に用いられる。

以下に示す監視パラメータがある設定値に達した場合、安全保護系の機能により原子炉を緊急停止する設計としている。

- ・原子炉圧力
- ・原子炉水位
- ・ドライウェル圧力
- ・中性子束
- ・原子炉周期(ペリオド)
- ・中性子検出器計数率
- ・スクラム排出容器水位
- ・主蒸気管放射能
- ・主蒸気隔離弁開度
- ・主蒸気止め弁開度
- ・蒸気加減弁開度
- ・地震加速度

## 論点10. 緊急時の原子炉停止能力(その1-6)

p35

### 【補 足】貯蔵時の臨界可能性について

【電力の見解】最も厳しい状態を想定しても、貯蔵燃料の臨界を防止することが出来る。

使用済燃料プールについて、臨界になりやすい条件を想定して評価している

#### ・プール水温度

4°C(中性子の減速効果が最も高い温度)を想定する。

#### ・ボロン(中性子吸収材)添加率

貯蔵ラックのボロン添加率は設計の最小値とし、安全側の評価とするため(臨界になりやすいように)ボロンによる中性子吸収量を少なく想定する。

#### ・貯蔵ラックの製造公差

板材肉厚は設計の最小値とし、ラックによる中性子吸収量を少なく想定する。

格子間隔、ラック内幅を設計の最小値とし燃料集合体間の距離を短く想定する。

#### ・貯蔵ラック内における燃料集合体配置

燃料集合体をラック中心に配置した(ラック壁面から最も離れた)状態とし、ラックによる中性子吸収量を少なく想定する。

#### ・燃料集合体の無限増倍率

無限増倍率が実際に使用される燃料より、さらに5%程度大きいと想定する。ウラン燃料(9×9, 高燃焼度8×8)の無限増倍率1.30, MOX燃料の無限増倍率は1.23と想定。

