

論点 1 1 作業時の被ばく

論点 1 1 - 1 MOX新燃料の取扱い

○検討課題

MOX燃料は新燃料でもウラン燃料より放射線が強く、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と。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と。

○過去に本県や他道県に寄せられた意見

- ・ 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、明らかにすべき。
- ・ 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。
- ・ 作業員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。作業員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。

○東北電力株式会社の講じる対策または見解

【放射線について】

- ・ MOX燃料の線量当量率はウラン燃料に比べ、表面で約 70 倍、表面から 1m離れたところでの影響は約 50 倍となる解析例がある。(燃料条件は論点 4 参照)

	線量当量率 (mSv/h)	
	燃料表面	燃料表面から 1 m
ウラン燃料	0. 0 4	0. 0 0 2
MOX燃料	2. 7	0. 1

出典 株式会社東芝「沸騰水型原子力発電所MOX燃料の貯蔵について」TLR-068
改訂 1 平成11年2月

- ・ この解析例をもとに燃料の貯蔵設備及び取扱い設備は、放射線業務従事者の被ばくを、合理的かつできる限り低減する設計とする。なお、MOX新燃料の取扱いに当っては遠隔操作による燃料との距離の確保や燃料近辺での作業時間の短縮、必要に応じた遮へい体の設置等の被ばく低減対策を講じる。(図 11-1)
- ・ 先行電力におけるMOX燃料の線量当量率の実績は以下のとおり。

①東京電力実績

	線量当量率 (mSv/h)	
	燃料表面	燃料表面から 1 m
MOX燃料	1. 0 1 [*]	約 0. 1 [*]

^{*} 出典：東京電力(株)プルサーマルPA資料

②中部電力実績：表面で 1 m S v / h 程度

- ・ MOX新燃料は、²³⁵U、²³⁸Uに比べて半減期の短いアルファ崩壊核種(²³⁸Pu、²⁴⁰Pu、²⁴¹Am)を多く含んでいるため、アルファ線を多く放出するが、アルファ線は透過

力が弱く、燃料被覆管（燃料が密封収納されている管）により遮へいされるため、作業時の被ばくには影響しない。

【燃料の取扱いについて】

- ・ 燃料交換機の燃料つかみ具は2重のワイヤや燃料集合体を確実につかんでいない場合には、吊上げができない等のインターロックを設けており、動力源が喪失した場合にも、燃料集合体が外れない設計となっている。
- ・ 原子炉建屋クレーンは減速機やブレーキの二重化を行うとともに重量物を吊った状態で使用済燃料貯蔵ラック上を通過できないようインターロックを設けている。
- ・ 取扱中に新燃料を落下させ、燃料が破損するような事故が起きたと仮定しても、燃料は陶器状に焼き固められており、核燃料物質が飛散するようなことはない。
- ・ また、燃料破損に伴う影響評価も実施しており、評価結果はウラン燃料（9×9燃料）と変わらず判断基準を満足しており、影響はない。

燃料集合体の落下時の実効線量 (mSv)		判断基準
希ガスのγ線外部被ばくによる実効線量	約 3.4×10^{-2}	—
よう素の内部被ばくによる実効線量	約 4.6×10^{-5}	—
合 計	約 3.4×10^{-2}	5

出典：女川原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書

○国の見解（安全審査結果）

- ・ MOX燃料集合体を、3号機の使用済燃料プールにおいて取扱い及び貯蔵する際には、以下の事項を満足することが要求される。
 - ③ 燃料の取扱設備は、移送操作中の燃料集合体の落下を防止できること。
 - ④ 燃料の貯蔵設備及び取扱設備は、放射線業務従事者の線量を合理的に達成できる限り低減できるように、放射線防護上の措置を講じた設計であること。
- ・ この中で、放射線業務従事者の線量を合理的に達成できる限り低くするように、燃料との距離の確保、必要に応じた遮へい体の設置等の被ばく低減手法を組み合わせる（安全審査書P.16）ことと、MOX燃料集合体の取扱設備は、ワイヤの二重化等により燃料集合体の移送操作中の落下を防止する（安全審査書P.15）ことについて、燃料の貯蔵設備及び取扱設備の設計は要求事項を満足しており、妥当なものと判断されている。

論点 11-2 使用済MOX燃料の取扱い

○検討課題

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より作業エリアの線量が高くなることはないか。

○過去に本県や他道県に寄せられた意見

- ・ 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。

○東北電力株式会社の講じる対策または見解

- ・ 使用済MOX燃料は、使用済ウラン燃料に比べ中性子の線源強度が高くなるが、使用済燃料の放射線は中性子線よりもガンマ線の寄与が大きい。一方、ガンマ線は、使用済ウラン燃料のほうがわずかに高い線源強度となっている。したがって、使用済燃料の遮へい計算はウラン燃料で代表できる。

燃料の種類	燃料1体当りの線源強度		備考
	ガンマ線 (γ /s/体)	中性子線 (n/s/体)	
ウラン燃料	1.0×10^{17}	0.5×10^9	燃焼度 55GWd/t
MOX燃料	0.9×10^{17}	1.0×10^9	燃焼度 40GWd/t

(注) 線源強度は炉停止後10日の計算値

線源強度の燃料条件

ウラン燃料：9×9燃料（燃焼度 55GWd/t（最高燃焼度））

MOX燃料：

Pu組成：高組成（Pu_f割合75%）

再処理後の期間：2年経過

燃焼度：40GWd/t（最高燃焼度）

線源強度は、燃焼度は最高燃焼度を使用し、保守的に評価している。

出典：株式会社東芝「沸騰水型原子力発電所MOX燃料の貯蔵について」TLR-068

改訂1 平成11年2月

- ・ 使用済MOX燃料は使用済ウラン燃料と同様に、使用済燃料プール内の使用済燃料貯蔵ラックに貯蔵される（図 11-2）。中性子、ガンマ線はプール水、底部および壁面のコンクリートにより遮へいされる。プール水は放射線の遮へいに必要な水深を確保しており、コンクリートも放射線の遮へいに十分な厚さを有していることから、作業エリアを含め、周辺の線量が高くなることはない。

○国の見解（安全審査結果）

- ・ 以下のとおり、安全審査の要求事項を満足していることを確認している。

（安全審査書P16より）

使用済MOX燃料の貯蔵設備及び取扱設備の放射線防護上の措置については、従来と同様、遮へいに必要な水深を確保した状態で、水中で取扱い、使用済燃料プールで保管するとしている。

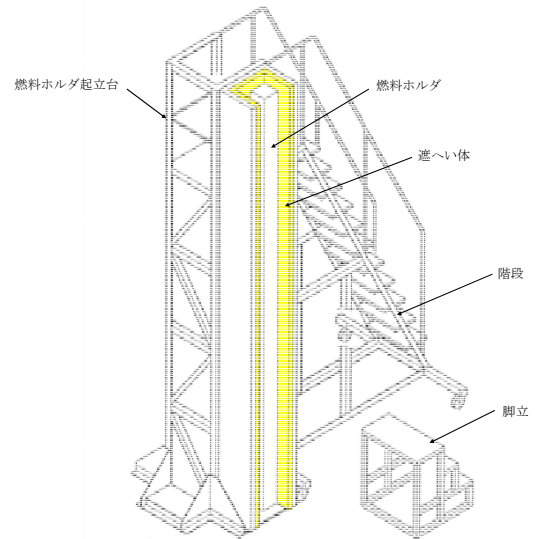
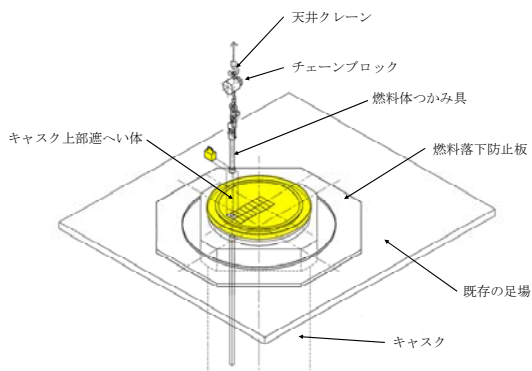
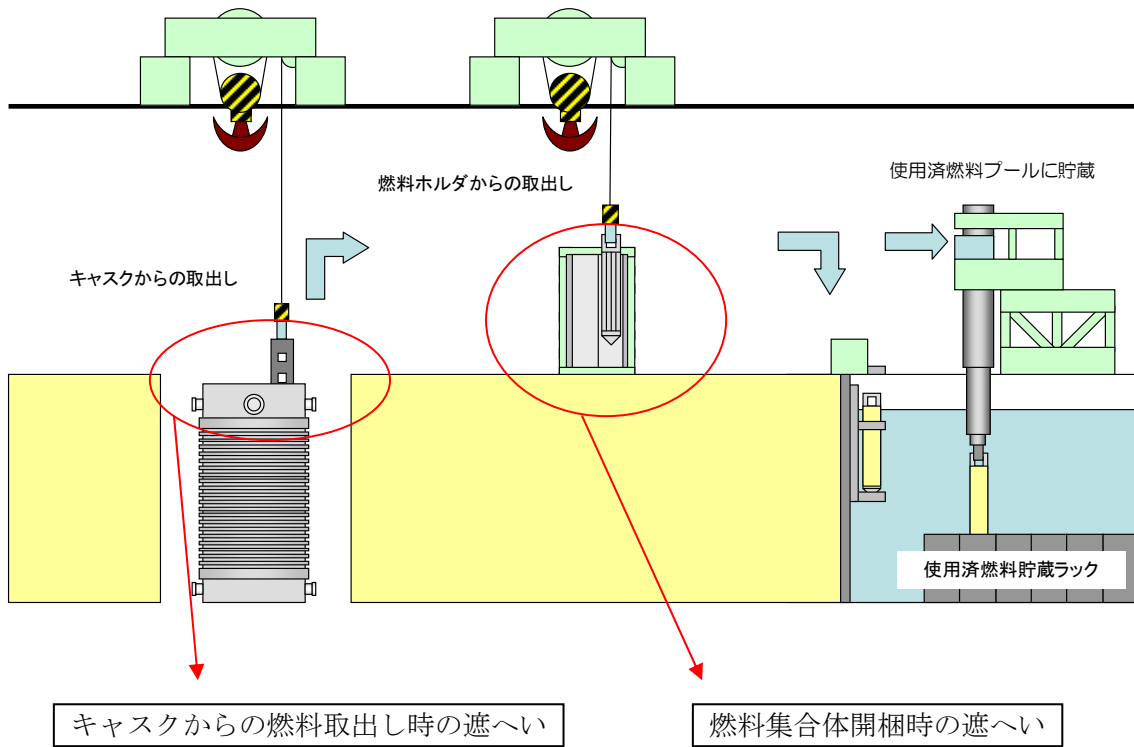


図 11-1 MOX 新燃料取扱い時の被ばく低減対策

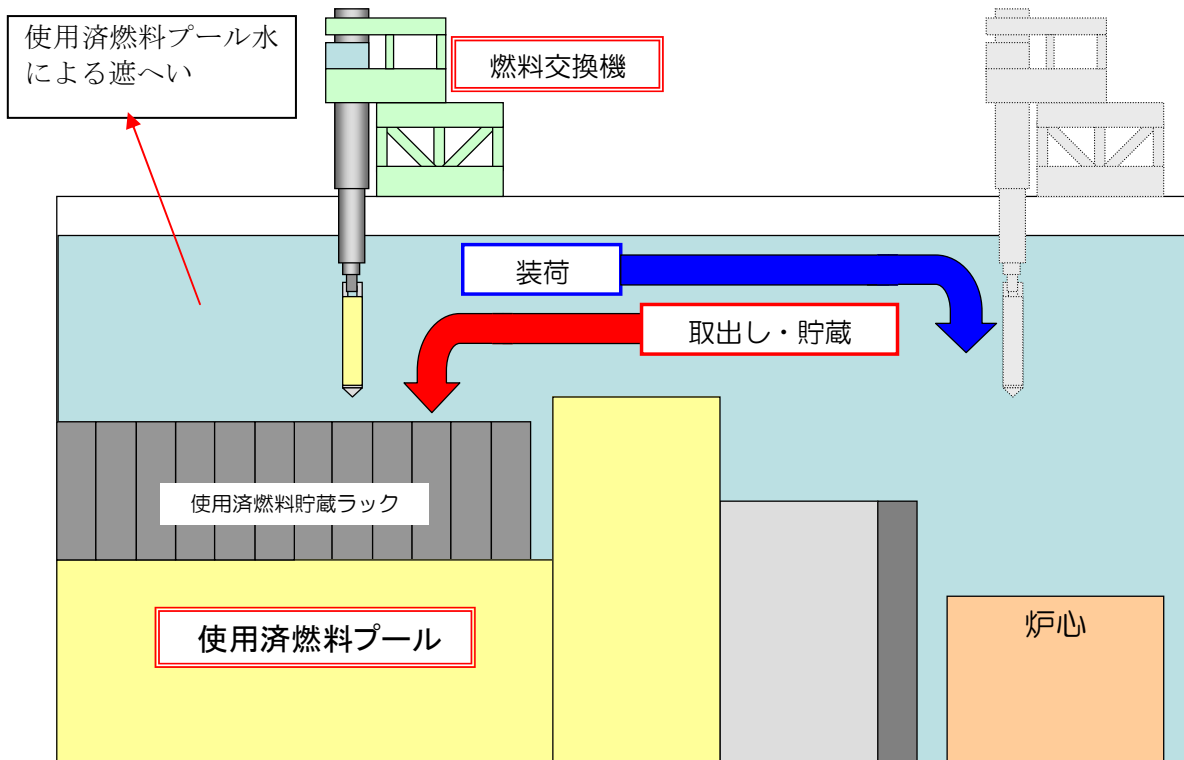


図 11-2 使用済MOX燃料取い時の被ばく低減対策