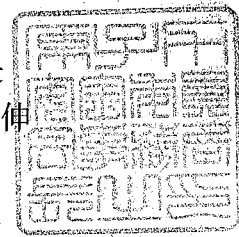




20府原第780号
平成20年12月26日

松江市長 松浦 正敬 殿

原子力安全委員会事務局長
青山 伸



島根原子力発電所2号機のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用
に係る国への原子炉設置変更許可申請の申請了解について（回答）

平成18年10月27日付け政第411号において質問のありました上記の
件について、別紙のとおり回答いたします。あわせて安全審査結果を添付しま
す。



質問事項に対する回答

はじめに

ウラン・プルトニウム混合酸化物（以下、「MOX」という。）燃料はウラン燃料炉心の取替燃料の一部として装荷されるので、ウラン燃料との互換性、共存性を維持し、軽水炉としての特徴や固有の出力抑制効果といった基本的な特性は変わらないように設計されます。このため、MOX燃料装荷炉心の安全設計は現行ウラン燃料炉心と同様に実施され、プラント設計及び運転方法はウラン燃料炉心の場合と同様に扱う事ができます。

また、MOX燃料は、その基本的な特徴として、新燃料のうちからプルトニウムを含んでおり、その物性や照射挙動、核特性はウラン燃料と多少異なっていますが、ウラン燃料炉心においても燃焼が進行すると共にプルトニウムの寄与も大きくなるため、これまでのウラン燃料炉心の安全解析評価に加え、必要に応じプルトニウムの影響を考慮した安全解析が行われております。

1. 各国のMOX燃料仕様について

原子力安全委員会では、発電用軽水型原子炉施設にMOX燃料を取替燃料の一部として採用することに関する諮問がなされた場合、個々の申請に対して個別の判断・評価を行い、審査指針等に基づき慎重に調査審議を重ねることにより、原子力安全・保安院の審査の妥当性が確認されております。

なお、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のとおりです。核分裂性プルトニウム富化度（ペレット最大、集合体平均）及びプルトニウム含有率（ペレット最大、集合体平均）につきましては、別添2のとおりです。「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」（以下、「1／3MOX報告書」という。）より低い数値を使用している各国のMOX燃料仕様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おりません。

2. わが国の安全評価検討範囲について

海外におけるMOX燃料の使用実績では、「1／3MOX報告書」を策定した時点においても、また、それ以降においてもウラン燃料と異なる燃料破損

の事例は報告されておりません。さらに我が国でも、新型転換炉ふげん発電所でのMOX燃料の実績では、すべて健全に使用されています。

また、日本原子力発電株式会社敦賀発電所1号炉において照射されたMOX燃料の照射後試験により、燃料棒外観、酸化膜厚さ、伸び、燃料棒断面金相、FPガス放出率等についての詳細調査が実施され、その結果、燃料棒としての照射挙動はウラン燃料棒と同等であること、ペレットの照射挙動もウランペレットと顕著に異なることは見られないこと及び照射されたすべての燃料の健全性が確認されています。

「1/3MOX報告書」では、これらの知見を基に検討が行われ、当面軽水炉において使用が予想されるMOX燃料を想定し、MOX燃料の基本構造はこれまで十分な使用実績のあるウラン燃料と同一とし、核分裂性プルトニウム富化度は最も高いペレットで約8%（プルトニウム含有率約13%）という範囲のものまで、また、MOX燃料の炉心装荷率は1/3程度までを検討対象とし、燃料集合体最高燃焼度は、ウラン燃料を超えない範囲（45,000MWd/tまで）としたものです。

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

「1/3MOX報告書」に記載されているように、日本原子力発電株式会社敦賀発電所1号炉において照射されたMOX燃料の燃料取出し後の照射後試験結果、独立行政法人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炉等の試験結果等から得られた、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を行うとともに、MOX燃料が取替燃料の一部として使用される他には基本的なプラントの構成上の変更はなく、軽水炉としての特徴は変わらないことから「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針」及び「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」に示される判断基準を適用することは妥当と判断されたものです。

(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 (MW _e)	全炉心体 数	商業運転	運転期間	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~	1988~1991	25	3.31	3.31	4
ベルギー	BR3 モル	PWR	12	73	1962~1987	1963~1987	58	89	100	177
	ドーラ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E1	PWR	951	157	1981~	1997~	42	31	31	72
	ルブレイE2	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~	1998~	42	31	31	72
	ダンピエール4	PWR	937	157	1981~	1998~	42	31	31	68
	グラブリース B1	PWR	951	157	1980~	1997~	42	31	31	88
	グラブリース B2	PWR	951	157	1980~	1998~	42	31	31	72
	グラブリース B3	PWR	957	157	1981~	1989~	42	31	31	216
	グラブリース B4	PWR	957	157	1981~	1989~	51	31	31	160
	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
	ジョーセナ	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~	1996~	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	1986~	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
	フリッブスブルク2	PWR	1424	193	1985~	1988~	50-55	33	37	172
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	1969~	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	ガリリャーノ	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	ドレデニ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
	クオディティーズ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.ギネー	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 ^b	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。