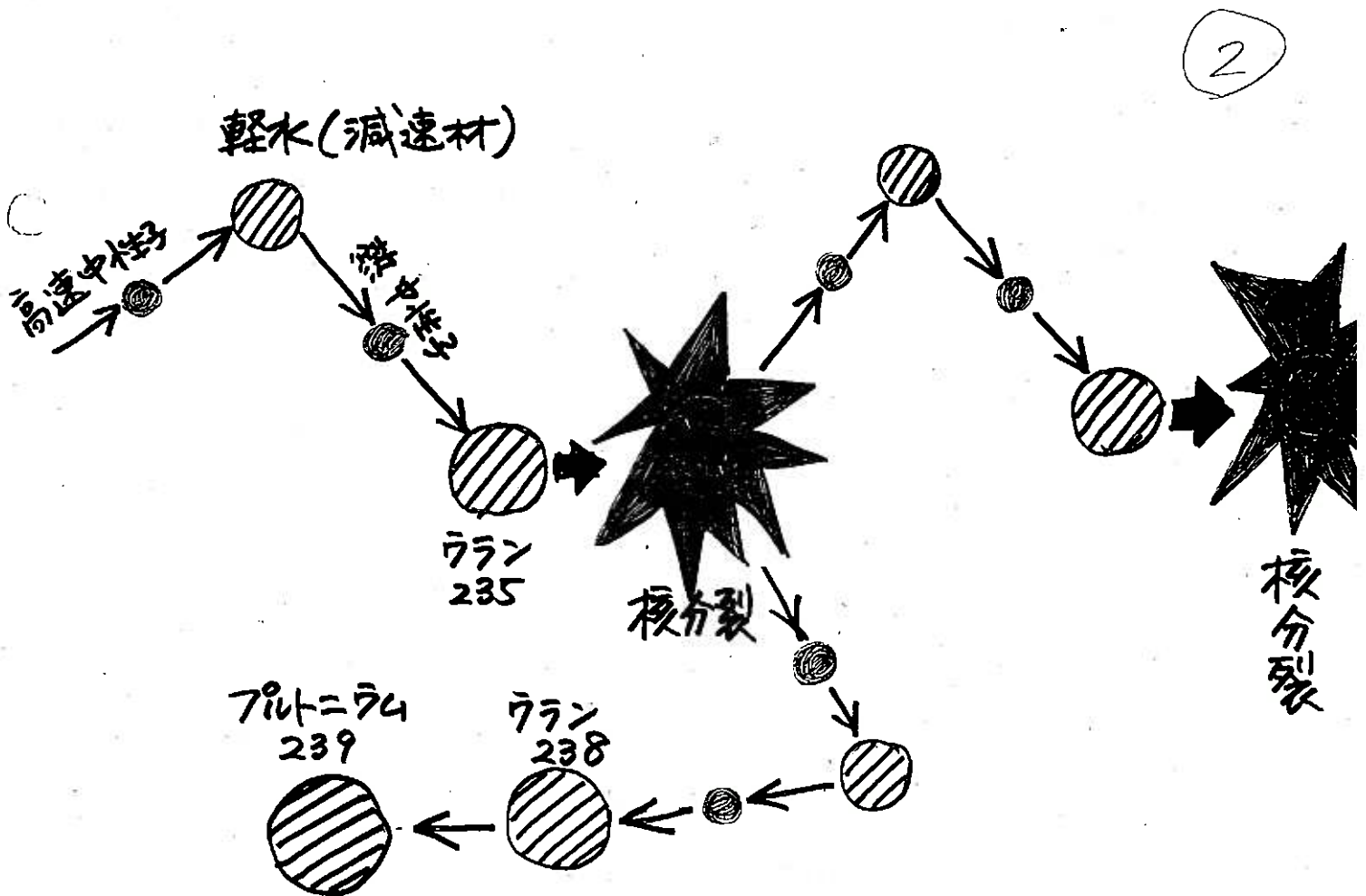


# プルサーマルは何が問題か

1. 国際的な道義の問題
2. 必要性に疑問
3. 安全性(危険性)の問題



## 核燃料サイクルのポイント

核燃料サイクルとはプルトニウムを利用する仕組み

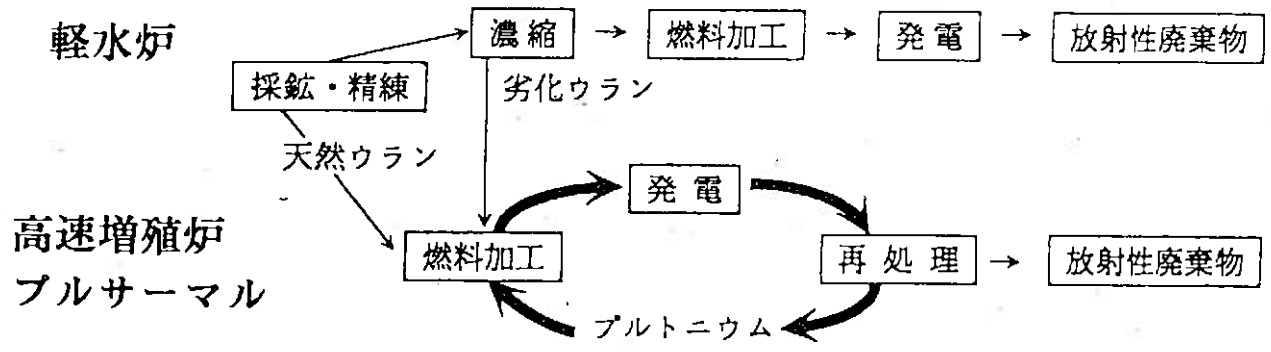
プルトニウム利用とは高速増殖炉のこと

核燃料サイクルは高速増殖炉のためのもの

再処理工場は高速増殖炉のためのもの  
高レベル放射性廃棄物処分のためではない

軽水炉の基本はワンスルー

### ワンスルーと 核燃料サイクルの違い

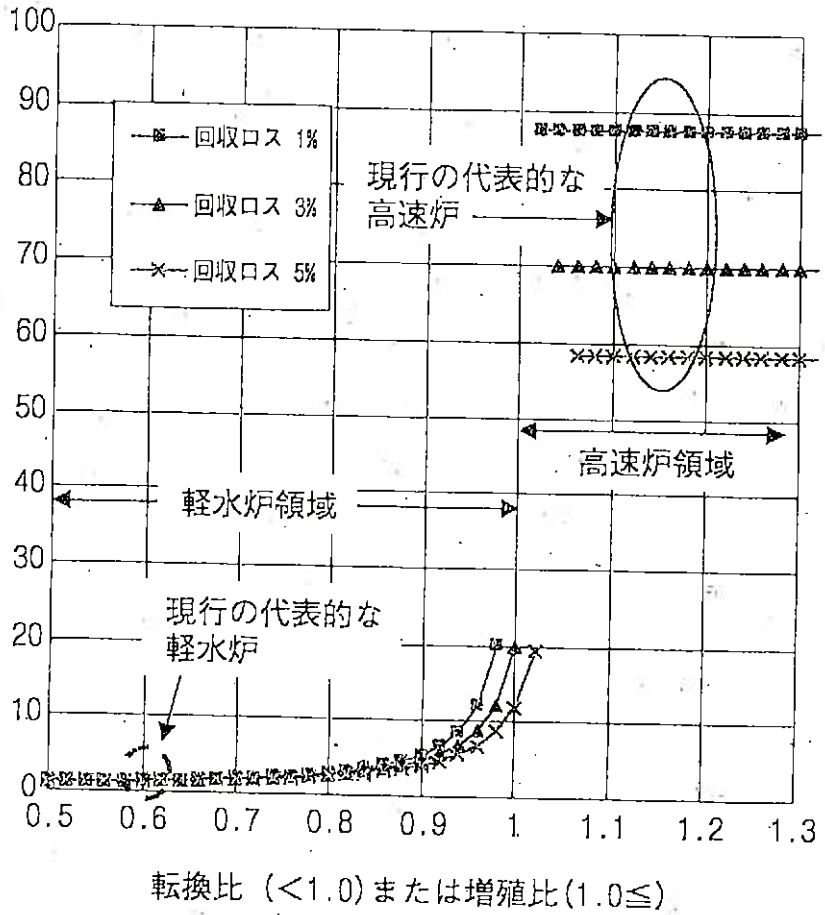


6

## プルサーマルの必要性に対する疑問

1. プルサーマルはウラン資源の有効利用（資源節約）にならない
2. 余剰プルトニウムの焼却（国際公約）と矛盾する再処理政策
3. 高レベル放射性廃棄物の低減はプルサーマルの必要性とは直接関係ない

天然ウラン資源利用率 (%)



ウラン資源の有効利用



# 高速増殖炉の四大危険性

1. 暴走しやすい
2. 冷却材が危険物のナトリウム
3. 燃料が核兵器材料になり放射能毒性の強いプルトニウム
4. 地震に弱い構造

# 日本におけるプルサーマルの歴史

## 建前だけの時代（高速増殖炉の幻想の時代）

- 1961年 原子力長計にプルサーマル初登場
- 1986年 敦賀1号（BWR）で少数体体試験
- 1988年 美浜1号（PWR）で少数体体試験

## 辻褄合わせの時代（余剰プルトニウム問題）

- 1989年 冷戦終結
- 1991年 プルトニウム利用計画発表
- 1994年 第8回長計、同計画修正

## プルサーマルへ始動の時代

- 1995年 高速増殖炉「もんじゅ」事故
- 1997年 1月 総合エネ調査会原子力部会  
プルサーマル推進策発表  
2月 電事連プルサーマル導入計画発表  
2月 首相、三県知事に協力要請
- 1998年 1月、関電、英BNFLにMOX燃料発注  
11月、福島県、新潟県、東電へ事前了解  
12月、関電高浜3、4号許可
- 1999年 7月、東電福島第一3号許可

## プルサーマル挫折の時代

- 1999年 英社MOX燃料製造データ捏造発覚  
関電高浜プルサーマル延期
- 2001年 刈羽村住民投票、プルサーマル反対過半数
- 2002年 東電原発欠陥隠し発覚、  
福島、新潟両県知事、事前了解白紙撤回

## プルサーマルへ再始動の時代

- 2005年 9月、九州電力玄海3号許可
- 2006年 3月、四国電力伊方3号許可
- 2007年 7月、中部電力浜岡4号許可

②

# 世界はプルトニウム利用 から撤退

## 1、高速増殖炉

- (1) 米国 撤退 (1983年)
- (2) 英国 撤退決定 (1988年)、  
1994年撤退
- (3) ドイツ 撤退 (1991年)
- (4) フランス 撤退決定 (1992年)、  
2009年撤退予定
- (5) ロシア 高速増殖炉ではない。
- (6) インド 1基あるも軍事用

## 2、プルサーマル

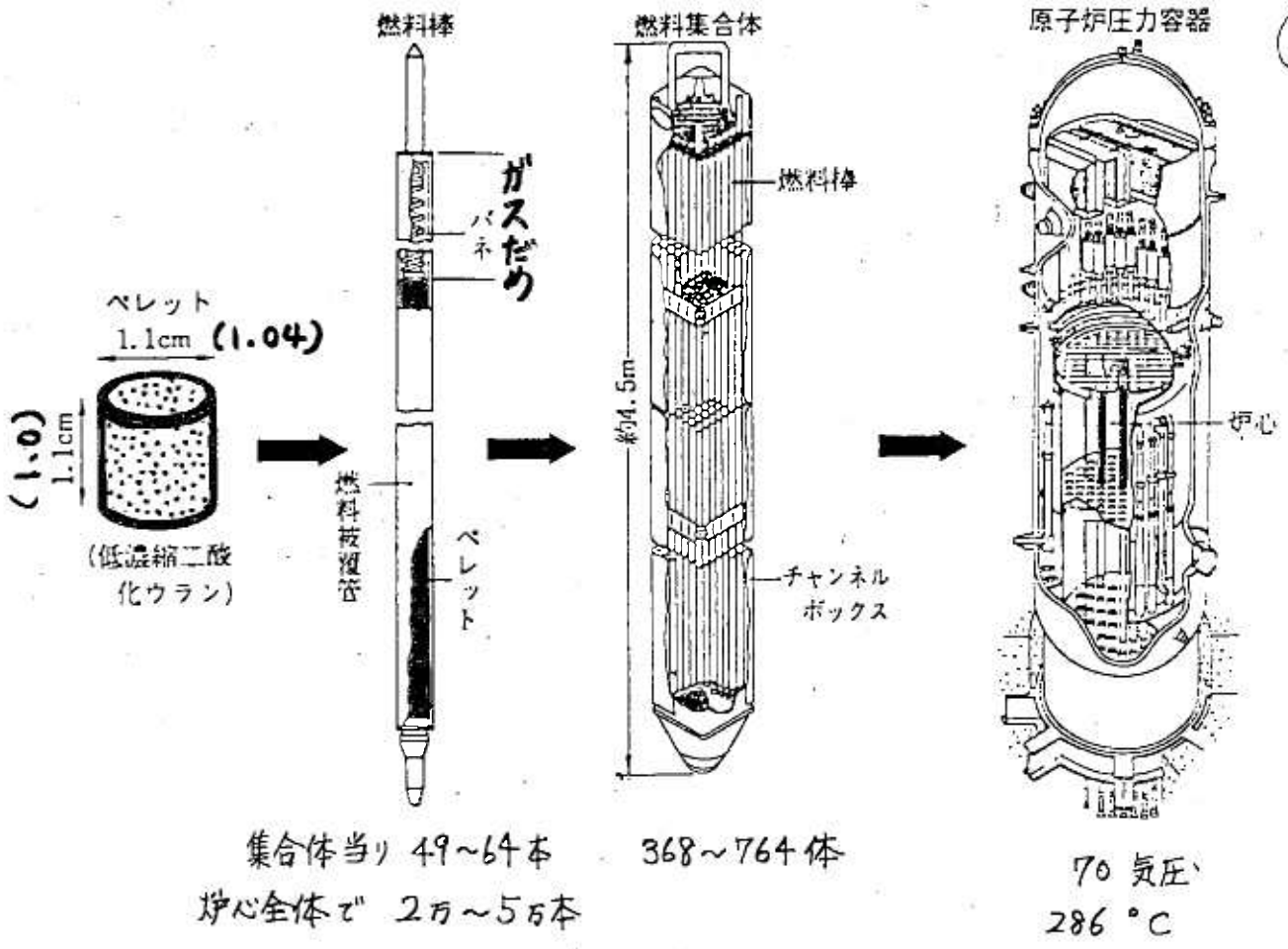
- (1) 米国 撤退 (1980年)
- (2) オランダ 撤退 (1989年)
- (3) スウェーデン 撤退 (1975年)
- (4) イタリア 撤退 (1977年)
- (5) 英国 始めから手を出さず。
- (6) ベルギー 2001年以後再処理中止
- (7) ドイツ 2005年7月以後再処理禁止
- (8) スイス 10年間の再処理凍結
- (9) フランス 継続実施、拡大はせず。



//

原子炉級プルトニウムの代表的同位対比等

	同位対比		半減期 (年)	核分裂性	原子炉級プルトニウム1グラム中に 含まれる各核種の量は年摂取限度の
	原子炉級	核兵器級			
Pu-238	2	0.07	88		3700 万倍
Pu-239	58	93	24,100	核分裂性	630 万倍
Pu-240	24	7	6,570		840 万倍
Pu-241	11	0.7	14	核分裂性	4100 万倍
Pu-242	5		376,000		2.6 万倍

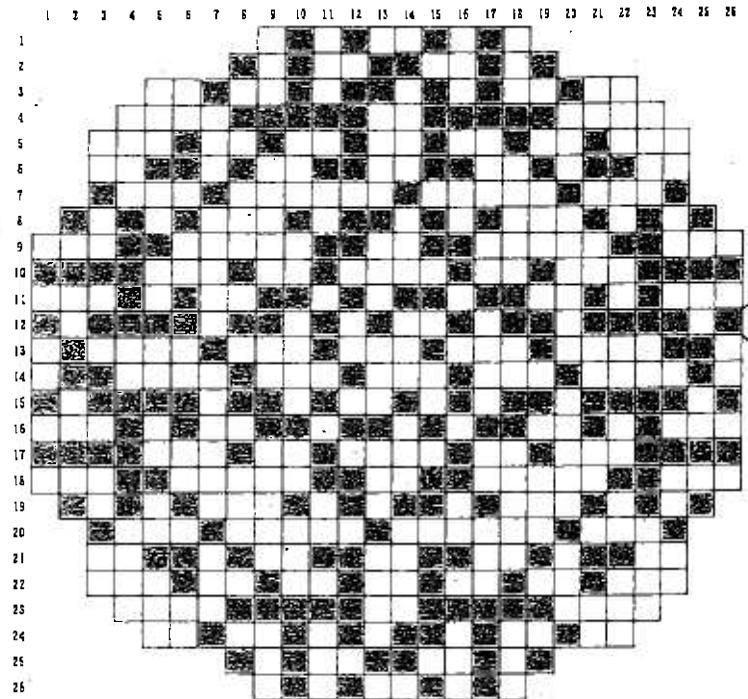


# プルサーマルのやり方

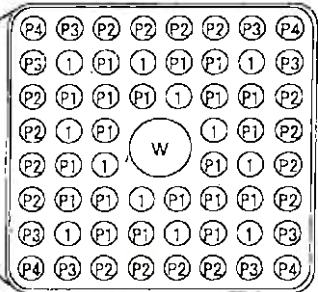
1. 今の炉の構造を変えないままMOX燃料を入れる。
2. プルトニウムは特定の燃料集合体(MOX燃料集合体)だけに集中して入れる。
3. プルトニウム含有率はできるだけ大きくする。
4. ウラン燃料とプルトニウム燃料との核的性質の多少の違いは許容する。
5. 試験過程を省き、最初から商業利用として始める。

# MOX燃料集合体の炉内配置例とMOX燃料集合体内の燃料棒フルトニウム含有率配置例 (BWRの例)

14



MOX燃料集合体内の燃料棒配置図 (例)



- ① : ウラン燃料
- Ⓟ : 最高プルトニウム含有率MOX燃料
- Ⓟ ~ Ⓟ : この順でプルトニウム含有率が小さくなることを示す
- Ⓟ : ウォータロッド(1本)

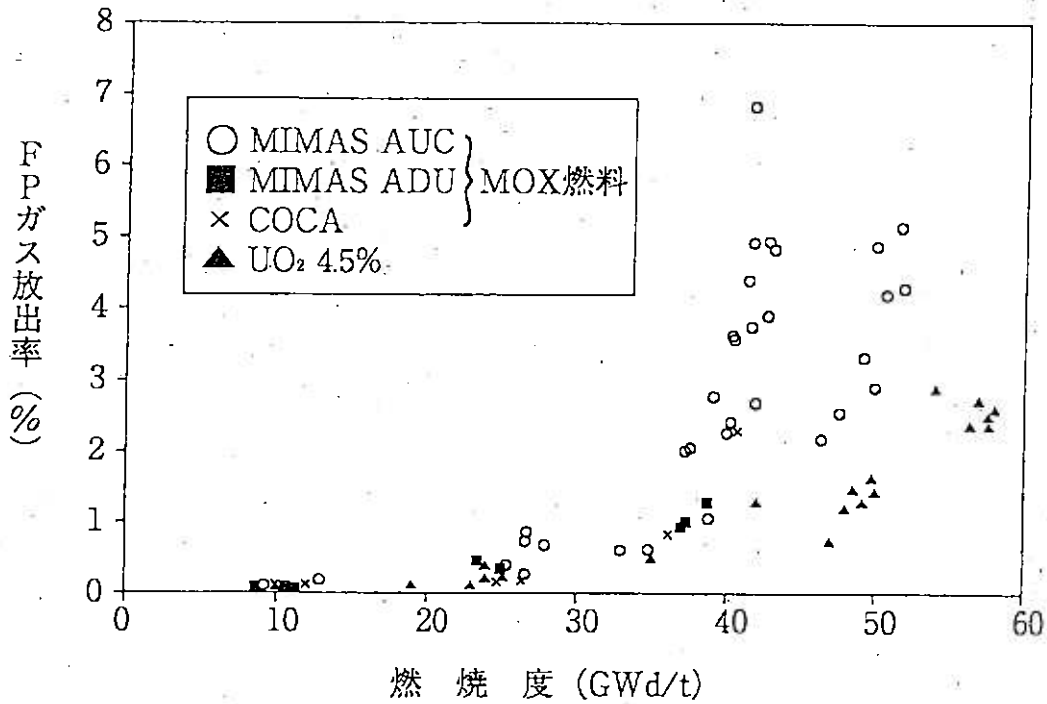
□ ウラン燃料集合体 (332体/560体)

■ MOX燃料集合体 (228体/560体)

# プルサーマルで増加する 主な危険性

- 1、制御装置や停止装置の効きが低下する。  
    ホウ酸濃度や使用量の増加  
    (伊方3号で3400ppm→4400ppmへ)
- 2、燃え方にムラができる。  
    プルトニウム含有率を場所により変える。
- 3、異常が起こったとき、ウラン燃料炉心より  
    応答が速く出力も若干大きくなる。
- 4、燃料ペレットからの放射性ガス (FPガス)  
    が出やすくなる。
- 5、燃料棒の内圧が高くなる。  
    伊方3号で約1.2倍
- 6、融点が低くなる (数十℃～百℃)。
- 7、熱伝導率が約5%低下する。
- 8、作業者の被曝量が増える。

核分裂生成物 (FP) ガス放出率の燃焼度による変化 ウラン (UO<sub>2</sub>) 燃料  
とMOX燃料の比較



出典: Y.Guerin et al., "Microstructure Evolution and In-Reactor Behaviour of Mox Fuel", Int. Topical Mtg. on LWR Fuel Performance, Park City, Utah, 2000.

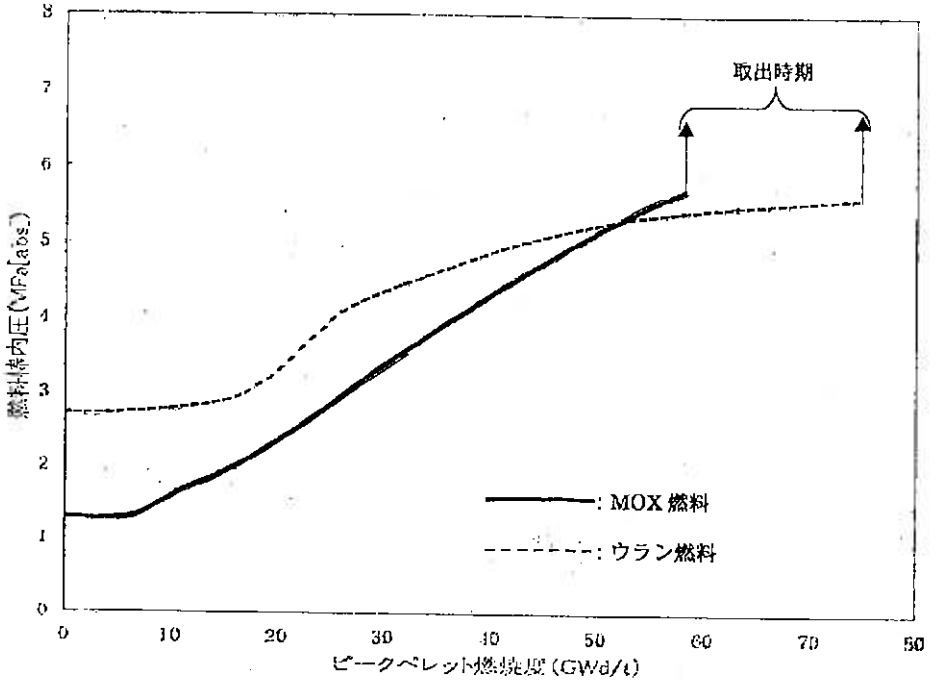
各国のMOX燃料規制値比較

	プルトニウム含有率 or富化度 (%)		燃焼度 (GWd/t)		炉心装荷率 (%)	
	最大		集合体最大		炉心最大	
	富化度	含有率	PWR	BWR	PWR	BWR
フランス		7.08	40		30	
ドイツ	4.65		48	48	33	38
ベルギー		8.2	45		20	
スイス	5.5		50		40	
日本	8	13	45	40	1/3	

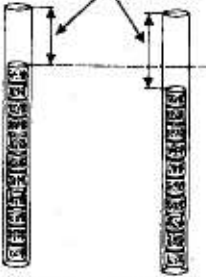
含有率: 全プルトニウムの割合、 富化度: 核分裂性プルトニウムの割合

(株)アイ・イー・エー・ジャパン、「プルトニウム利用に関する海外動向の調査(03)  
2004年3月より  
フランスおよびベルギーのプルトニウム含有率は最新値に訂正  
ドイツの炉心装荷率は現状に合わせた

燃料棒内圧 (島根 2 号機の解析例)



「ガス溜め」の空間



ウラン燃料棒 MOX燃料棒

[1GWd/t=1000MWd/t]  
1MPa=9.86923atm

ピークペレット燃焼度:

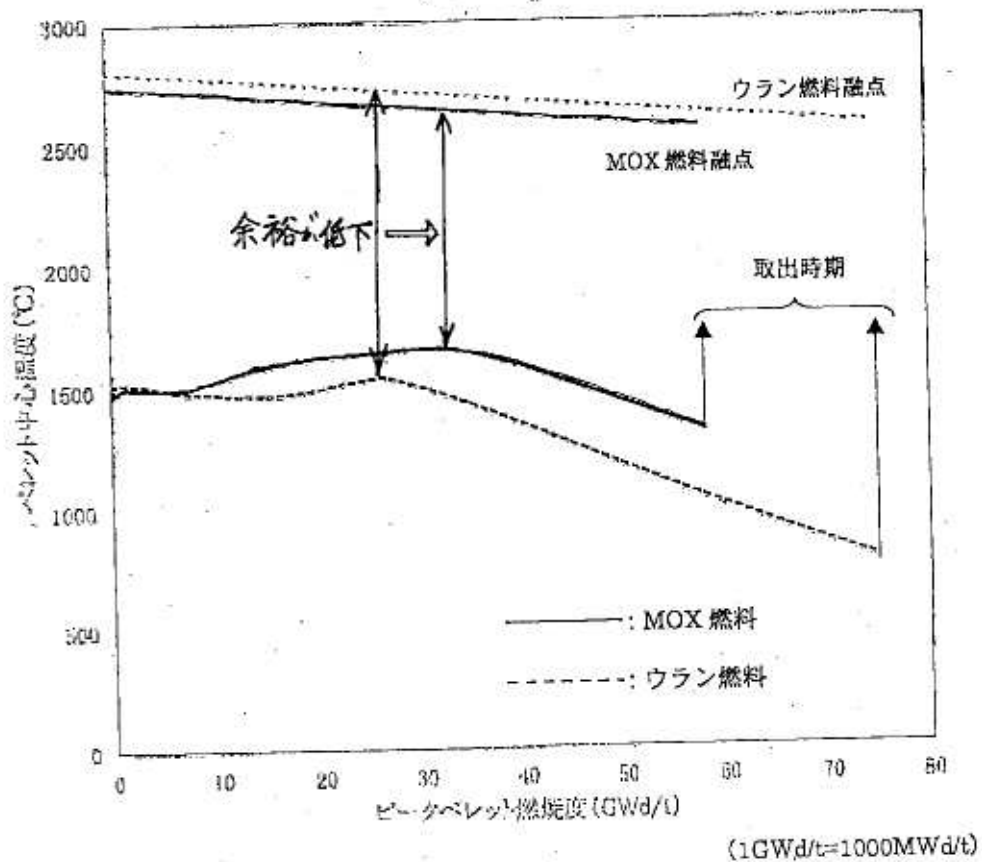
燃料集合体を構成するペレットのうち、最も燃焼の進んだものの燃焼度。

各グラフの終端の燃焼度が、燃料集合体最高燃焼度 (MOX 燃料: 40GWd/t, 9×9 ウラン燃料: 55GWd/t) 時点でのピークペレット燃焼度にあたる。

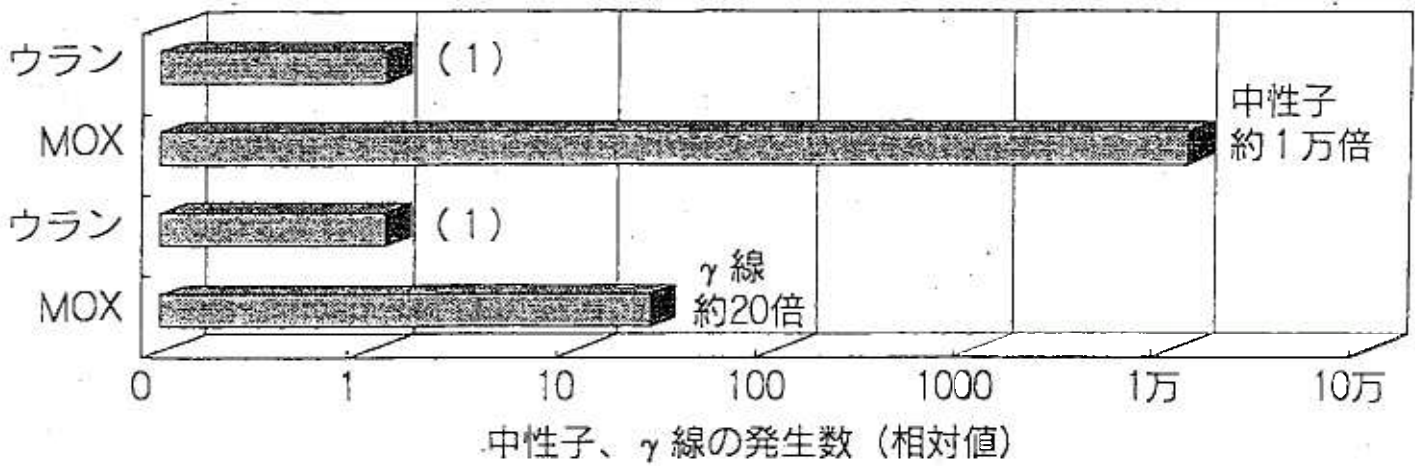


ペレット中心温度（島根2号機の解析例）

19



# 新燃料の放射能比較 ウラン燃料とMOX燃料



MOXとウランの中性子、 $\gamma$ 線発生数比較

## プルサーマルー海外及び過去の「実績」との比較

2002年末

	炉型	炉数	MOX燃料集合体数	プルトニウム含有率 (最大)%	燃焼度(GWd/t) 集合体最大
少数体規模実証試験 (日本)	BWR(敦賀1号)		2(308体中)	6.2	26.4
	PWR(美浜1号)		4(121体中)	4.2	23.2
海外	BWR	12	545(18%)	4.65(富化度)	42
	PWR	37	2419(82%)	7~8	40~50
日本の計画	BWR			13	40
	PWR			13	45
参考(日本)	ATR(ふげん)		772	2.0(富化度)	20

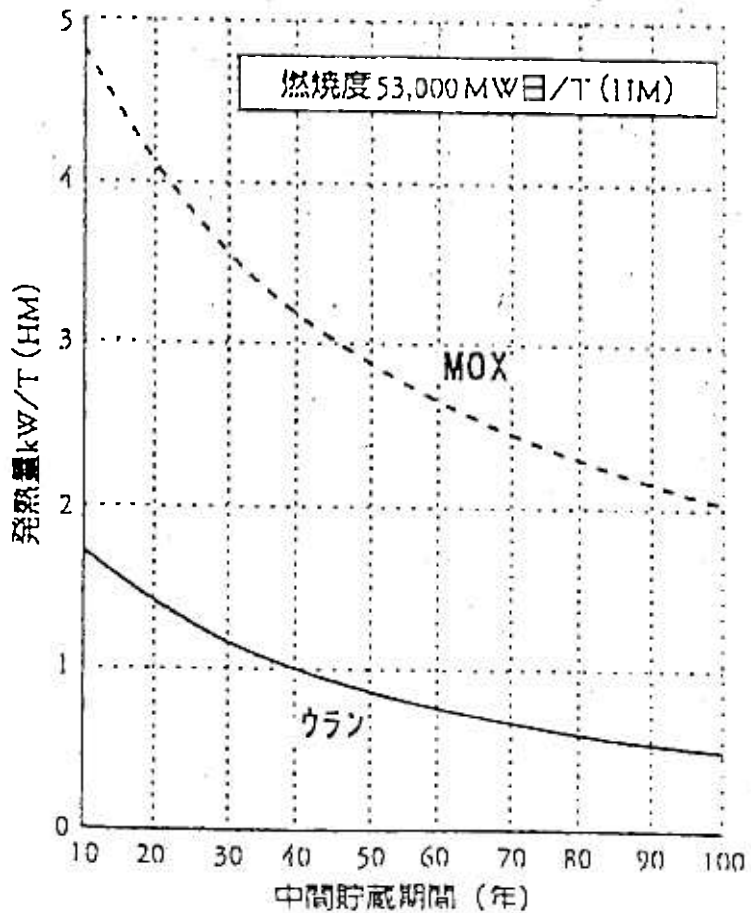
注1: 敦賀1号は中空ペレット、MOX燃料棒はすべて燃料集合体の内側に配置

注2: プルトニウム富化度とは、核分裂性プルトニウムの濃度

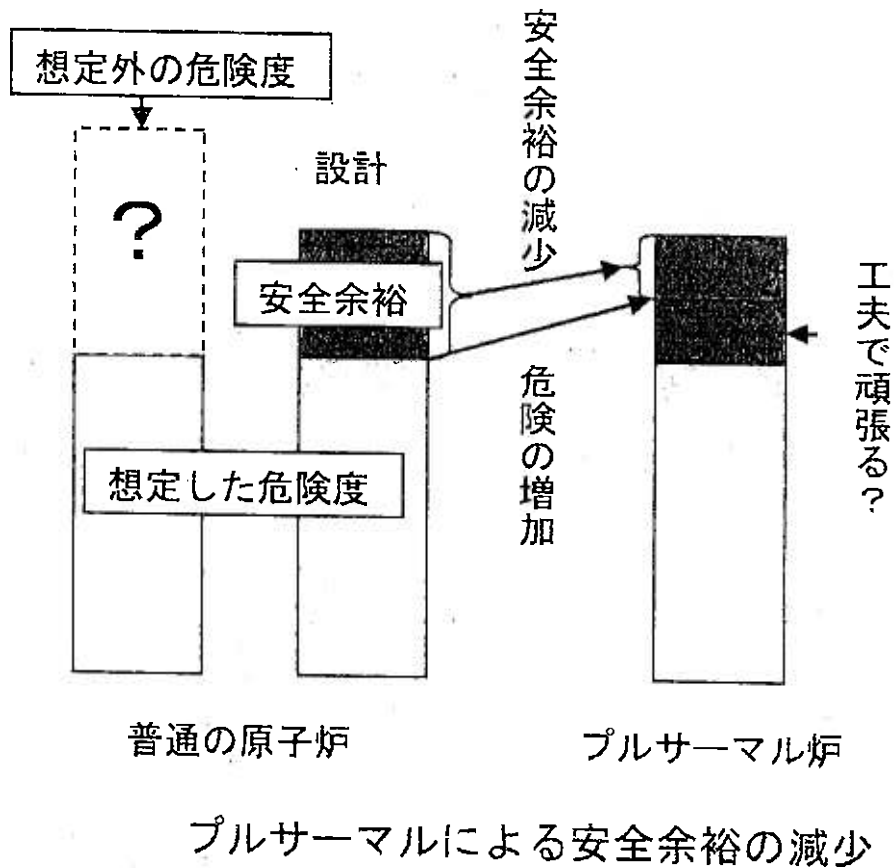


# 使用済燃料の放射能比較

(核戦争防止国際医師会議報告書より)



23



22