

プルサーマル計画の危険性

小林圭二

1、プルサーマルとは

- ① プルサーマルとは、現在稼働している原発（ウラン燃料の軽水炉）の燃料にプルトニウム燃料を加えること。
- ② プルトニウムは天然に存在しない物質。ウラン燃料に含まれる燃えないウラン（ウラン238）が、運転中に少しずつプルトニウムに変わり、徐々に貯まる。
- ③ プルトニウムを使うには、運転停止後取り出した使用済燃料を、使用済燃料プールで冷却し放射能の減衰を待った後、再処理工場に運んで化学処理を行い、プルトニウムを分離し取り出す（図1）。

- ④ 取り出されたプルトニウムは、燃えないウラン（劣化ウラン）を濃縮した後に残るかすのウラン）に混ぜて作られる。これをMOXという。

MOXの粉末を焼き固めてペレットにし、これを多数個被覆管に詰めて燃料棒とする。燃料棒を多数本束ねて燃料集合体を作り、これを原子炉に装入する。

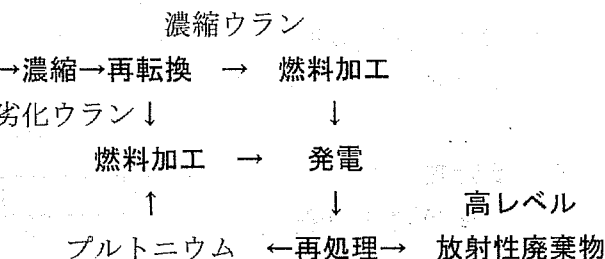


図1 プルサーマルの核燃料サイクル

- ⑤ 多数の燃料集合体（四国電力伊方3号では157体）を並べて原子炉の炉心が構成され、そのうちの約1/4（伊方3号では40体）にプルトニウムの燃料集合体が使われる。

2、なぜ今、プルサーマル？

日本のプルサーマル計画は、1961年の第2回原子力開発利用長期計画（長計）以来、名目だけ挙げられてきた。1980年代末にごく少数体の試験をやった程度で、その後も実質的な推進の動きはなかった。理由は、プルサーマルに資源的な魅力がなく、プルトニウム利用の本命はあくまで高速増殖炉だったから。

ところが、1997年に入って突然、プルサーマル計画が実施に向けて動き出した。

その理由は、

- ① 1995年に「もんじゅ」事故が発生、高速増殖炉を中心に据えてきた日本の原子力政策が崩壊した（米、独、英、仏の先行各国はとっくに高速増殖炉開発から撤退）。
- ② プルトニウムの使用目的がなくなり、再処理工場を動かす必要がなくなった。
- ③ プルトニウムを取り出す“宝物”だった使用済燃料は単なる核のゴミにすぎなくなった。再処理工場や原発の地元は、核のゴミと化した危険でやっかいな使用済燃料の捨て場にな

ることを拒否。

- ④ 使用済燃料の行き場がなくなれば、原発はすべて停止しなければならない。
- ⑤ 一方、英仏両国に再処理を委託して取り出された約33トンものプルトニウムが、使い道のないまま保管されている。ところが、
- ⑥ プルトニウムは核兵器の材料である。日本は、他国から核兵器開発の疑いをかけられないように余剰のプルトニウムを持たないと国際的に約束している。しかし、現状では約束違反。そこで、
- ⑦ 全原発の停止という危機を逃れ、国際約束を守るために、プルトニウムが必要であることを主張する必要に迫られた。
- ⑧ プルトニウムの別の“使い道”として、“資源の節約”をうたい文句にプルサーマル計画が急遽発進された。ところが、
- ⑨ あまりに泥縄の発進だったため国産 MOX 燃料製造の準備がなく、関電（加圧水型）は、急いで英国 BNFL 社に品質管理もないまま作らせて輸入、反原発団体に製造データのねつ造を指摘されて1999年、計画は中断した。数年たった今年、燃料製造メーカーをフランス・メロックス社に変更して再登場。
- ⑩ 東電（沸騰水型）のプルサーマルは、2002年の欠陥隠し事件によって地元で拒否され、再開のめどは立っていない。

表1 各国の MOX 燃料規制値比較

3、安全性より

経済性を優先

プルサーマルは商業ペースで実施されるので、経済性の悪化を最小に押さえる必要。

(1) 現行軽水炉の構造を変えないままで MOX 燃料を使う。

(2) MOX 燃料のために加工、輸送、

貯蔵等で追加される費用や手間を抑えるため、一度にできるだけ多くのプルトニウムを詰め込む（プルトニウムの濃度＝プルトニウム富化度（表1）を高くする）。

(3) ウラン燃料との多少の不整合には目をつぶる。

(4) 試験過程をできるだけ省略する。いきなりぶっつけ本番（商業利用）のスタート

	富化度		燃焼度		炉心装荷率
	ペレット (%)		集合体最大 (G/Wd/t)		(%)
	Puf 最大	Put 最大	PWR	BWR	炉心最大
フランス		6.6(平均 5.3)	42		30
ドイツ	4.65		48		50 ^P 33%
ベルギー		8.2(平均 7.7)	45		20
スイス	5.5		50		40
日本	8	13	45	40	1/3

Puf: 核分裂性プルトニウム、 Put: 全プルトニウム

4、今の原発と何が違うのか

(1) MOX 燃料はウラン燃料と全く性質が違う。

① MOX 燃料は7種類という複雑な元素の組成をもつため、燃料設計や燃焼管理が大変。ウラン燃料はわずか2種類（燃えるウラン（ウラン235、3～5%）と燃えないウラン（ウラン238、95%以上））。

② MOX に使われる原子炉級プルトニウム（表2）は、ウラン燃料（3%濃縮ウラン）よ

り20倍以上も中性子を吸収する。その結果、炉の性質を変えてしまう。

表2 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	核分裂性	3700万倍
Pu-239	58	93	24,100		630万倍
Pu-240	24	7	6,570		840万倍
Pu-241	11	0.7	14		4100万倍
Pu-242	5		376,000		2.6万倍

③ プルトニウムの半減期はウランよりずっと短いため強い放射能毒性を持つ(表2)とともに、使わない間も燃料の劣化がどんどん進む。

(2) 今の原発はウラン燃料(3~5%濃縮ウラン)用に設計されたもの。そこへ本来の目的と異なるプルトニウムを入れるので無理が生じ、装荷できるMOX燃料集合体数に制限がある(3分の1まで、伊方は4分の1まで、図2)。燃焼管理が複雑になる。

(3) 今の原発は新燃料のときにプルトニウムがなく、燃焼中に徐々にできて貯まり、その一部は燃焼している。推進側は、“今の原発でもプルトニウムがあり燃えているのだからプルスーマルになっても同じ”と言っているが、これは全く誤り。いまの原発ではプルトニウムの

でき方も燃え方も炉心内全体になめらかな分布をなして進行する。プルスーマルでは、プルトニウムの多いところ(MOX燃料)と少ないところ(ウラン燃料)がくっきり分けられており、両者の境界では性質が突然変化する。

そのため、燃え方にばらつきが発生して燃料破損が起こりやすくなるなど安全上重大な問題を生ずる。そのような場所が炉心内のいたる所に生ずる(図3)。

(4) これまでと違って現場でプルトニウムを単独で扱うようになり、しかも、プルトニウム取扱量や流通量が飛躍的に増大する。その結果、被曝の危険が増えるし核兵器物質が拡散する危険も増大する。その防護は管理社会を招く。

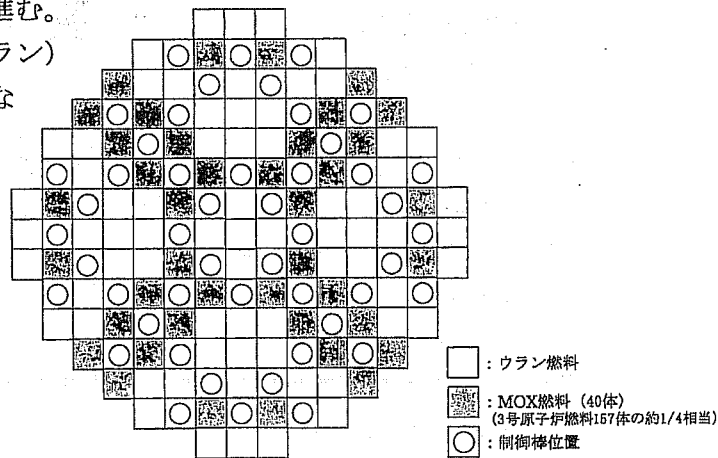


図2 MOX燃料の原子炉内配置例

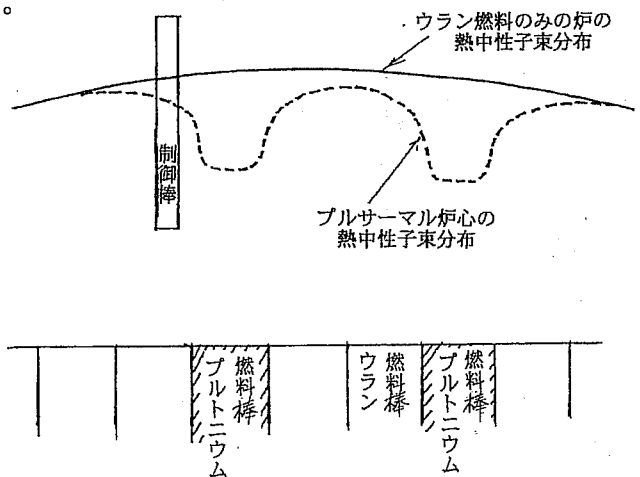


図3 熱中性子束の違い：プルスーマルとウラン燃料

5、プルサーマルの危険性Ⅰ： 運転上の危険と対策

- (1) 原子炉の制御装置や停止装置（制御棒やホウ酸）の効きが低下する。
- (2) 反応度事故が起こったときの出力上昇速度が速くなり、上昇出力も大きくなる。
- (3) 燃料の燃え方にムラができる。対策は、燃料棒のプルトニウムの富化度を場所により変える（図4）。
- (4) 冷却水温度が低下したり（加圧水型）圧力が上昇したとき（沸騰水型）出力上昇の異常がより大きくなる。たとえば、

加圧水型：「主蒸気管破断」、「蒸気発生器への過剰給水」など
 沸騰水型：「給水加熱喪失」、「給水制御系の故障」、「タービントリップ」など

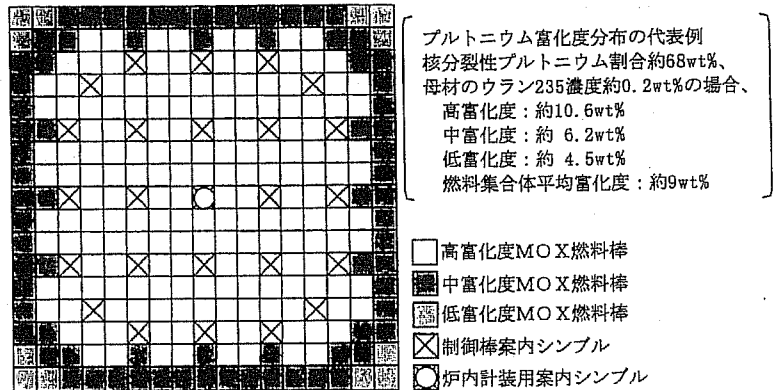


図4 MOX燃料集合体内の富化度分布

6、プルサーマルの危険性Ⅱ： MOX燃料の危険性

ウラン燃料と違い、性質の違う異種の粉末を均一に混合しなければならない。

- (1) ガス状の核分裂生成物（FP、「死の灰」）の放出率が大きくなる（図5）。
 - ① 異種物質を粉砕・混合する当然の結果としてプルトニウム・スポット（塊）の生成が避けられず、それがFPガス放出率増大の大きな原因と考えられている。
 - ② プルトニウム富化度を上げるほどプルトニウム・スポットの数は増える。日本の富化度は欧米より高い（表1）。
 - ③ プルトニウム・スポットの数と大きさは製造法によって異なる。現在、電力各社が発注を予定しているメロックス社の製法（MIMAS-ADU法）が最も劣っている。

(2) 燃料棒の内圧が高くなる。理由は、

- ① FPガスの蓄積が多い。
- ② アルファ線（ヘリウム原子核）を出す物質が多く、ヘリウムガスが多い。

その結果、燃料被覆管に強い力がかかり燃料棒破損の原因になる。

対策は、燃料棒のガス溜め（プレナム）の体積を大きくする。

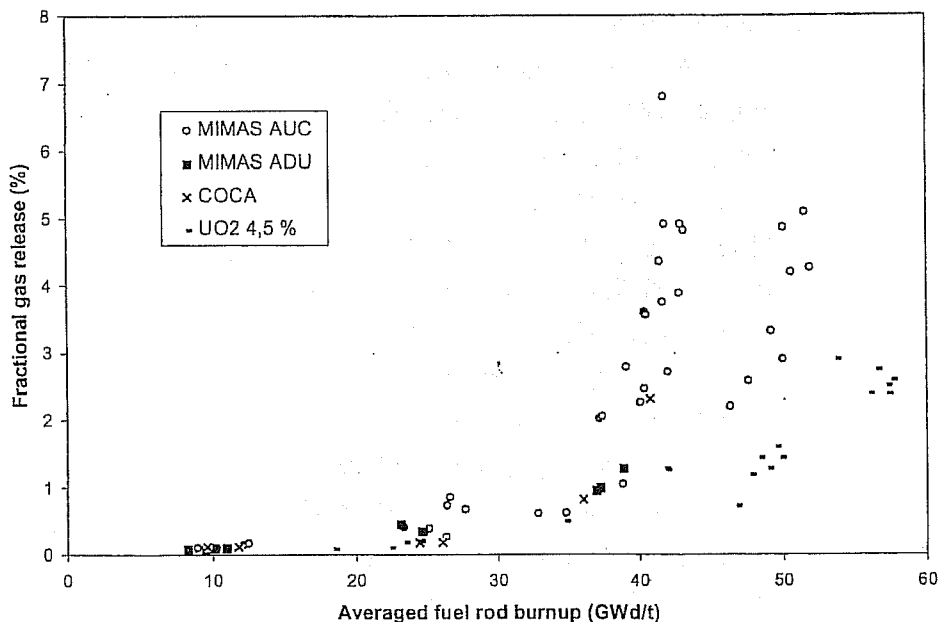
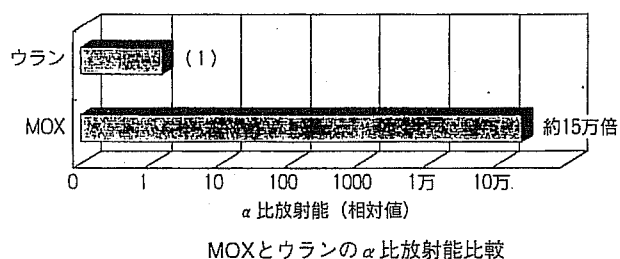


図5 核分裂生成物（FP）ガス放出率の燃焼度による変化
 ウラン（UO₂）燃料とMOX燃料の比較

(3) 燃焼が進むにつれ燃料被覆管の強度が低下し、破損しやすくなる（ウラン燃料も同様）。

- ① 中性子の照射量が増えるため被覆管材料が劣化する。
- ② 被覆管表面の酸化が進む。
- ③ 被覆管内面の腐食が進む。
- ④ 被覆管の水素吸収が進み脆くなる。



(4) MOX 燃料はウラン燃料より融点が高い（より低い温度で溶ける）。

プルトニウムが富化度により数十度～約100度低下

(5) MOX 燃料はウラン燃料より熱伝導度が約5%低い（温度を伝えにくい）。

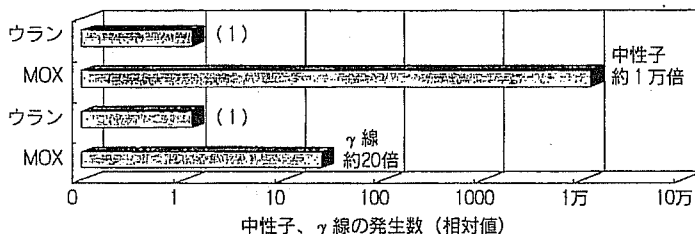


図6 MOXとウランの中性子、γ線発生数比較

その結果、ウラン燃料より高温になり、FP ガスが出やすくなる。

(6) 燃料製造上の問題点（ウラン燃料製造よりはるかに手間がかかり危険が大きい）

- ① 放射能が強く、作業者の被曝量が多くなる（図6）。
- ② 臨界量が小さい（死者を出したJCO事故のような臨界事故の危険性がより大きい）。
- ③ 異種の粉末を混合する工程が加わり、それらを均一に混合することが難しい。
- ④ 原料プルトニウムの同位対比（燃えるプルトニウムと燃えないプルトニウムとの割合）がバッチごとに異なる。
- ⑤ アルファ線の発熱が多く、その熱で物性が変化する。
- ⑥ 遮蔽や密封状態で作業できる特別な設備が必要で、製造施設が大がかりになる。
- (7) 事故時の危険性が調べられていない

国の安全審査では、出力が急に上昇する事故でも燃料が破壊しないことを確認しなければならない（この事故では大量のFP ガス（死の灰）が瞬間的に冷却水中へ放出される）。ウラン燃料の試験では、燃焼度が高くなるにつれ、より少ない事故エネルギーで破壊する。MOX燃料には、燃焼度がプルサーマルレベルの試験がほとんどない。フランスで行われたわずか4本の実験のみで、うち1本は、ウラン燃料でまったく経験のない破壊形態を示し、破壊片が冷却流路をふさいでしまった。沸騰水型原発用MOX燃料の試験にいたっては1例もない。危険性の実態が分かっていない状態での見切り発車が行われようとしている。

なお、ウラン燃料も最近の高燃焼度化にともなう試験で、従来の指針よりはるかに少ないエネルギー（フランスの試験では1/8、日本で2/3）で破損した。

7、電力会社の経営を圧迫するプルサーマル

- (1) 燃料加工費が、OECD（経済協力開発機構）の試算でウラン燃料の約4倍、関電の試算でも約2倍と高い。これに
- (2) 危険性がより大きいことと核拡散対策が必要なことから、輸送費、貯蔵費、処理・処分費の増加を合わせると10倍以上の費用が必要という評価がある。
- (3) プルサーマルの導入はコスト増につながり、電力自由化の折から電力会社にとって大き

な負担増になる。(従来から電力会社はプルサーマルを嫌がり、長年引き延ばしてきた。)

8、プルサーマルは受け入れた後もっと危険になる！

(1) MOX 燃料の高燃焼度化

電力自由化の折から、目下、ウラン燃料はどんどん高燃焼度化されており、MOX 燃料だけ特別扱いされるわけがない。燃焼度制限値はそのうちどんどん引き上げられる。

(2) プルトニウム富化度の増大

できるだけ効率的にプルトニウムを焼却し経済的負担を軽くするため、一度にたくさん焼却できるよう、いずれ富化度が引き上げられる。

(3) プルトニウムよりもっと危険なアメリシウムなど核廃棄物を混ぜる構想も進んでいる。

9、まとめ

(1) プルサーマルは、今の軽水炉がかろうじて持っている安全余裕さえ削る。

(2) 外国の実績は日本の計画と条件が違い、参考にならない。

(3) プルサーマルは、いったん始まると危険なやり方へどんどんエスカレートする。

(4) プルサーマルはエネルギー開発とは何の関係もない。「もんじゅ」事故で破綻した日本の原子力政策(プルトニウム利用政策)の失敗を隠蔽するためのもの。

(5) 安全問題以上に、プルトニウムの分離、大量利用、大量流通は核兵器開発に結びつきやすく、国際関係に緊張をもたらす。プルサーマルを技術的な問題として専門家にゆだねてはいけない。