

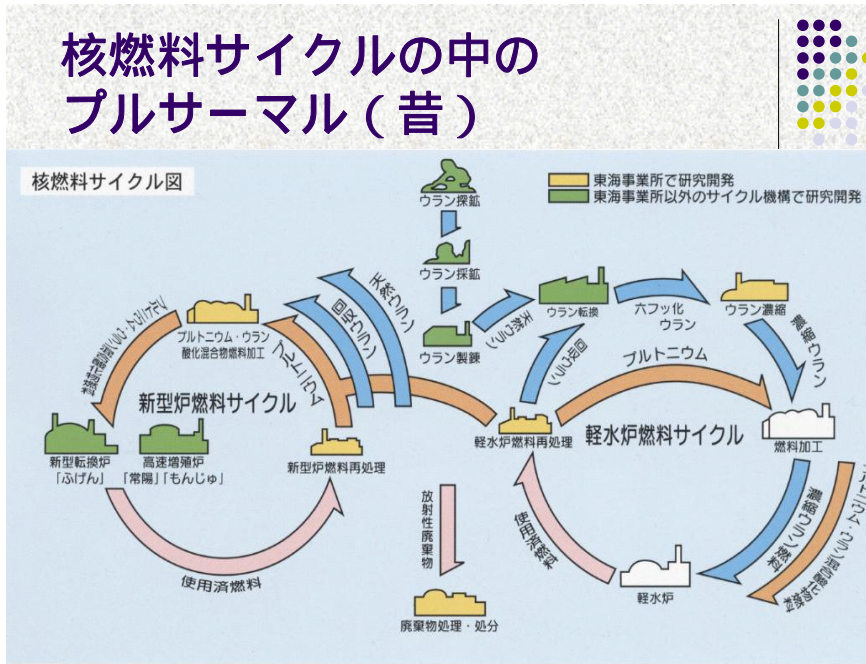
# 核燃料サイクル問題と プルサーマルの（不）必要性、（不）経済性

唐津市 2005.1.15～16

原子力資料情報室 伴英幸

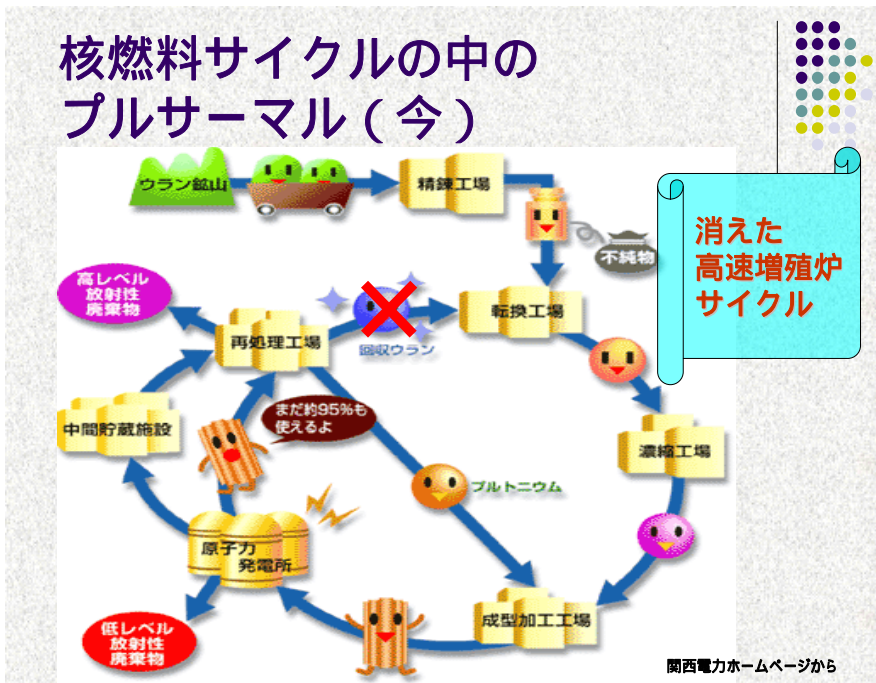
## 1. 核燃料サイクルの今と昔

以前の核燃料サイクル図には高速増殖炉サイクルが描かれていた。プルサーマルは高速増殖炉サイクルへのつなぎとの位置づけだった。今のサイクル図はそれが消えている。



プルサーマルの問題点は、今回の討論会で扱っている資源問題、経済問題、安全上の問題、廃棄物政策上の問題に加えて、

- ・核物質防護問題
- ・核拡散問題
- ・輸送問題
- ・再処理に伴う諸問題や
- ・MOX 燃料加工に伴う諸問題もある。



## 2. プルサーマルの(不)必要性

### 2-1. 九電の言い分と根拠

ウラン資源の有効活用 = 利用したプルトニウムの分だけウランの節約になる

再利用可能なのは使用済み燃料の 95%

核不拡散に役立つ = 余剰プルトニウムの保有は国際公約違反、核拡散の懸念材料

長期にわたりエネルギーを安定して確保する観点から、ウラン資源の有効利用を図るため、使用済み燃料を再処理し回収するプルトニウムを、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(以下、MOX 燃料)とし、再び原子力発電所の燃料として使用するプルサーマルの実施は必要なものである。また、既に、当社の原子力発電所で発生した使用済み燃料を再処理し回収したプルトニウムを保有しており、核不拡散の観点から、プルサーマルを着実に実施し、平和利用する必要がある。(「事前了解願い」より)

### 2-2. 上記への反論

ウラン資源の有効活用には程遠く、資源節約効果はほとんどない。

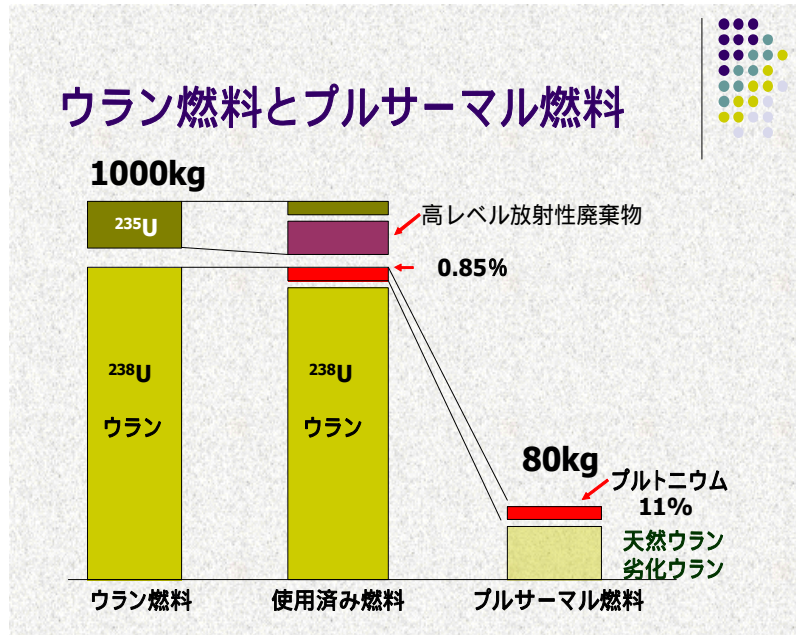
右図はフランスでの再処理実績からプルトニウム回収率を算定し、それをPWRプルサーマル燃料に利用する場合の節約効果を示したものだ。1トンの使用済み燃料からMOX燃料80kgを作ることができる(BWRの場合は約110kg程度<sup>1</sup>)。

世界中の原発がプルサーマルを進めていけば、10%

程度のウラン資源の節約になるが、プルサーマルを行なっている国はわずかであり、この量は節約とは言えない。

2002年末現在で4000体のMOX燃料の使用実績があると九電は説明しているが、その時点までのウラン燃料の使用実績と比較して数値を出すべきだろう。結局、節約量は0.1%にも満たないだろう。

九州電力の資料によれば、プルサーマルを実施している国々として、2002年末現在、フランス、ドイツ、ベルギー、スイス、アメリカ、イタリア、インド、オランダ、日本、スウェーデンを「安全にプルサーマルを実施している」国として挙げているが、このうち少なくとも、アメリ



<sup>1</sup>BWRのMOX燃料集合体は、MOX燃料棒44本とウラン燃料棒16本で構成される

カ、イタリア、インド、オランダ、スウェーデンなどは 1994 年までに実施された国々である<sup>2</sup>。また、ドイツ、ベルギー、イタリア、スウェーデンなどは脱原発を決めた国々である。

使用済み燃料の 95% の再利用は事実上不可能

使用済み燃料の再処理から回収されたウラン（約 1% のウラン 235 を含む）を再濃縮すると 130kg のウラン燃料が製造できる（濃縮度 4.1%）とされるが、これまで試験的に回収ウラン燃料の利用はあるが、実用規模での実施計画はない。

なお、およびについて、原子力長計策定会議では、将来に高速増殖炉が実用化されれば、ウランの有効利用は十分に図られるとしている。言い換えれば、高速増殖炉の実用化が破綻した今、プルサーマルでのウラン資源節約は意味がない。

恒常的なプルトニウム利用はむしろ核拡散につながる

英仏との再処理契約を結んだ国では、抽出プルトニウムを処分するためにプルサーマルが採用されているが、日本では状況がまったく違う。なぜなら、日本は再処理政策を積極的に進めているからである。つまり、これからプルトニウムを取り出そうとしているからである。したがって、九州でのプルサーマルの実施は、海外返還プルトニウム<sup>3</sup>のみならず、六ヶ所再処理工場から抽出されたプルトニウムによるプルサーマルも行なうことを意味している。

そうすると、今後 40 年以上にわたってプルサーマル燃料が日本中を駆け巡ることになる。プルトニウム取り扱い技術の蓄積と常に 10 トンを超えるプルトニウムが日本に存在し続けることは核拡散につながるし、この観点から世界の国々を刺激し続けることになる。

### 2-3. 派生する諸問題

- 再処理によって新たな放射性廃棄物が発生することから、再処理をリサイクルというのは間違い。
- プルサーマルによるサイクルでは、使用済み MOX 燃料は再処理されることはない。  
使用済み燃料 1000kg からプルトニウムを約 9kg 回収（1 回目再処理）。これを燃料にした使用済み MOX 燃料から回収されるプルトニウムは 100g 以下（2 回目再処理）。これでは再処理する意味がない。
- 六ヶ所再処理工場では使用済み MOX 燃料の再処理許可はないので、使用済み MOX 燃料は長く地元で置かれることになるだろう。
- 日本は全量再処理路線をとっているが、実際には六ヶ所再処理工場の処理能力を超える分は中間貯蔵される。「中間貯蔵された使用済み燃料の処理の方策は、六ヶ所再処理工場の運転実績、高速増殖炉および再処理にかかる研究開発の進捗状況、核不拡散をめぐる国際的動向等を踏まえて 2010 年ごろから検討を開始する」とされた<sup>4</sup>。

<sup>2</sup> 「平成 9 年度発電用新型炉等開発調査」財）エネルギー総合工学研究所、98 年 3 月、

<sup>3</sup> 九電プルトニウム保有量は約 2.9 トン（2004 年 3 月末現在）。最終的に 3.3 トン程度と推定される。英仏との再処理契約量 370 トン。MOX 燃料富化度：集合体平均 4.1wt%濃縮ウラン相当以下（約 11wt%（Pu）以下 = 6.6wt%Pu以下）として、これによるプルサーマル燃料は 60 体～70 体と推定される。

<sup>4</sup> 「核燃料サイクル政策についての中間とりまとめ」新長計策定会議、2004.11.12

### 3. プルサーマルの（不）経済性

プルサーマルは不経済。企業努力で負担増をカバーできるというが、それは困難だろう。

3-1. 九電は海外 MOX 燃料製造コストを公表すべき（各電力とも、英仏との契約再処理料金や MOX 燃料製造コストは公開していない）

3-2. 市民グループと関電との話し合いの中で、関電は海外での MOX 燃料製造コストがウラン燃料に比べて 1.5 倍～2 倍になると述べた。ただしこの中には、再処理費用も、燃料輸送費用も、輸送に伴う警備費用も入っていない。

3-3. 国内の MOX 燃料製造コストは、ウラン燃料の場合の 13 倍！

電気事業連合会が公表した資料<sup>5</sup>によれば、六ヶ所再処理工場の建設・操業・操業廃棄物処理・廃止措置などに伴う総費用は 11 兆円、MOX 燃料加工工場の建設・操業・輸送・廃止費用の総計は 1 兆 1900 億円、合計 12 兆 1900 億円の費用が必要としている。MOX 燃料製造工場は製造能力 100 トン/年、稼働年数約 42 年としている。これによって製造される MOX 燃料はおよそ 4,100 トンとなる。トン当たりの製造コストは 30 億円となる<sup>6</sup>。他方、ウラン燃料の製造コストは 2.3 億円<sup>7</sup>程度なので、実に 13 倍となる（MOX 燃料は再処理の結果として得られることから再処理費用を含めて計算した）

3-4. プルサーマルを止めて使用済み燃料を直接処分する費用の試算は、新原子力長計策定会議で検討された。これらを参考にして、費用比較を行なってみると：

費用比較（単位：億円）使用済み燃料 32,000 トンの処理をベースとして

費用項目	再処理・プルサーマル	直接処分
再処理（再処理工場への輸送含む）	110,000	-
高レベル放射性廃棄物処分（輸送*含む）	30,197	65,646
TRU 廃棄物地層処分	8,100	-
MOX 燃料加工	11,900	-
使用済み燃料輸送	5,574	5,128
使用済み燃料中間貯蔵	-	16,152
MOX 相当量のウラン燃料費用**	9,430	-
合計	156,341	86,926

\*HLW 処分費用は平均値、その輸送費用は 1900 億円 \*\*4,100 トン X 2.3 億円/トン

・直接処分費用は平均値 1 サイトでの処分費（78,004 億円と 53,287 億円）の平均値

・直接処分輸送費および中間貯蔵費用は試算前提からくる総費用を按分して求めた

・ただし、再処理・プルサーマルの中には使用済み MOX 燃料の扱いを含めていない。尚、新長計策定会議では使用済み MOX 燃料の処分費用は使用済みウラン燃料の場合の 4 倍で試算された。

・六ヶ所再処理工場の建設費は当初見積もりから 3 倍に上がった。MOX 燃料加工工場の建設費も大きく跳ね上がる恐れがある

<sup>5</sup> 総合エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会 2003.10～2004.01

<sup>6</sup> 電事連の試算では BWR 用ウラン燃料 20 トンを加えて 120 トンとしているが、ここでは計算に入れていない。また、42 年だが最初の 2 年間はフル稼働ではないので 4,100 トンとした

<sup>7</sup> 経済産業省コスト試算に基づく



3-5. 3-3 および 3-4 は総費用を積み上げたが、新長計策定会議の試算そのものは、試算の期間 60 年、割引率 2% をベースに、原発の燃焼費の部分が算定された。したがって、回収されたプルトニウムはプルサーマルで利用されるものとして計算されている。下表は結果を発電単価で示したものである。

サイクルコスト (円/kWh)

項目	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
ウラン燃料	0.57	0.57	0.61	0.61
MOX 燃料	0.07	0.05	-	0.00
再処理	0.63	0.42	-	0.16
HLW貯蔵輸送処分	0.16	0.10	-	0.06
TRU 廃棄物処理貯蔵処分	0.11	0.07	-	0.03
中間貯蔵	0.04	0.06	0.14	0.13
SF 直接処分	-	0.12-0.21	0.19-0.32	0.09-0.16
合計	1.60	1.4-1.5	0.9-1.1	1.1-1.2
発電コスト	5.20	5.0-5.1	4.5-4.7	4.7-4.8

\*発電コストは各項目に原発建設費+運転維持費 = 3.6 円を加えたもの

シナリオ 1 : 全量再処理路線、シナリオ 2 : 六ヶ所再処理工場の能力を超える分は直接処分  
シナリオ 3 : 全量直接処分、シナリオ 4 : 全量中間貯蔵 (50 年後に半分再処理半分処分)

再処理路線がどのシナリオよりもコスト高になっている。直接処分と比較すると数十銭の差だが、この差は圧倒的で差を埋めることはできない (参考)。

(参考)

- ウラン価格以外の価格は固定して、シナリオ 1 とシナリオ 3 のコストが等しくなるようなウラン価格を探ると、我々の評価では現行のウラン価格 (550 万円/トン) が 23,650 万円/トンまでつりあがらないと等しくならないという計算結果となった (Steve Fetter 氏の方式)。原子力委員会のコスト試算計算式を使っても現行価格の 10 倍でやっと釣り合うとのこと。したがって、コスト差は歴然としている。

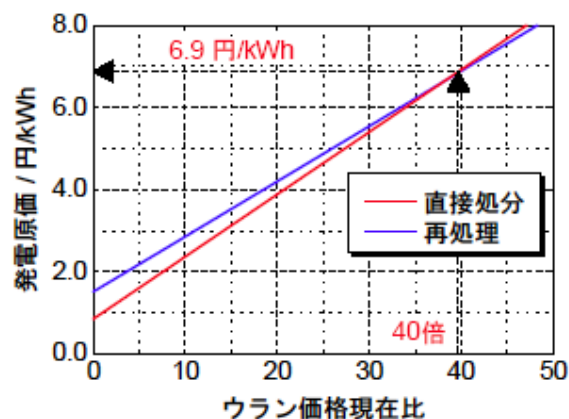


図 2 ウラン価格に対する再処理サイクルと直接処分の発電原価 (基準ケース)