

## 原子燃料サイクルの経済性に関する過去のケーススタディについて

平成16年7月7日

電気事業連合会

今回の経済産業省における直接処分コスト試算に関する一連の報道をふまえ、電気事業連合会としてもこれまでの内部の議論、検討等について遡って確認をいたしました。

その中でこのたび、平成6～7年度に原子燃料サイクルコストについて、各社の原子力部門のメンバーで構成される検討会を開き、直接処分を含むケーススタディを行っていたことがわかりましたのでご報告いたします。

同ケーススタディは、当時、経済性などを含め、いろいろな議論がある中、仮に当時海外で検討されていた使用済燃料の直接処分技術が日本にそのまま適用できるものと仮定するなどの多くの不確実な前提の下でなされたものであり、内容は別紙のとおりです。

原子力のバックエンドについては、単に直接的なコスト評価だけを行うということではなく、それが社会的・技術的に本当に成立するのか、また、将来のエネルギーセキュリティ確保、環境適合性の点ではどうか等、わが国のエネルギー政策として総合的・多面的な評価が必要であると考えます。

こうした観点をふまえ、私どもはわが国ではサイクル路線を選択することが適当であると考えており、今後とも国のエネルギー政策に沿って六ヶ所再処理事業を積極的に推進してまいります。

以上

## 原子燃料サイクルコストのケーススタディの骨子

(単位：円/kWh)

再処理－リサイクル路線		直接処分路線
再処理能力固定	ウラン燃料全量即時再処理	
1. 347	1. 418	0. 991

(注)

1. 再処理能力固定のケースは、

即時再処理ウラン燃料 800トン (53%)  
 中間貯蔵後再処理ウラン燃料 610トン (41%)  
 中間貯蔵後再処理MOX燃料 90トン (6%)

合計 1, 500トン/年

2. ウラン燃料全量即時再処理のケースは、

国内再処理ウラン燃料 800トン (53%)  
 海外再処理ウラン燃料 550トン (37%)  
 中間貯蔵後再処理MOX燃料 150トン (10%)

合計 1, 500トン/年

3. 直接処分は、

1, 500トン/年の使用済燃料を全て再処理せずに中間貯蔵後に直接処分するもの

## 研究報告(要約)

## 1. 検討の経緯

本研究は、我が国の実情を踏まえた原子燃料サイクルの経済性評価を行うとの観点から、バックエンドの相違に着目して再処理オプションと直接処分オプションの経済性の研究を行ったものである。

## 2. 本検討の進め方について

## (1) コスト評価における基本的考え方

再処理施設およびMOX加工施設が本格稼働し、プルサーマルが平衡状態となって、我が国の再処理-リサイクル路線が軌道に乗っていると想定される2010年に燃焼中点(炉内燃焼期間の中間時点)にある燃料を基準モデルとする。

## (2) コスト評価範囲

## ① 直接処分路線

ウラン精鉱、転換、濃縮、成型加工、使用済燃料(SF)中間貯蔵、SF最終処分、SF輸送に要するコストを対象とする。

## ② 再処理-リサイクル路線

・燃料の構成比率については、以下の2ケースを考える。

## ◇再処理能力固定ケース

SF発生量 1,500tU (ウラン燃料94%、MOX燃料6%)	—	即時再処理ウラン燃料	800tU (53%)
		中間貯蔵後再処理ウラン燃料	610tU (41%)
		中間貯蔵後再処理MOX燃料	90tBM (6%)

## ◇ウラン燃料全量即時再処理ケース

SF発生量 1,500tU (ウラン燃料90%、MOX燃料10%)	—	国内再処理ウラン燃料	800tU (53%)
		海外再処理ウラン燃料	550tU (37%)
		中間貯蔵後再処理MOX燃料	150tBM (10%)

・ウラン燃料のコスト評価は、ウラン精鉱、転換、濃縮、成型加工、SF中間貯蔵、再処理、HLW中間貯蔵、HLW最終処分、TRU中間貯蔵、TRU最終処分、SF輸送、HLW輸送、TRU輸送の関係諸項目に要する全てのコストを対象とする。

・MOX燃料のコスト評価は、成型加工、MOX燃料輸送(海外加工分のみ)、SF中間貯蔵、再処理、HLW最終処分、TRU最終処分、SF輸送、HLW輸送、TRU輸送の関係諸項目に要する全てのコストを対象とする。

(3) コスト評価の前提諸元、単価の設定等

コスト評価の前提となる燃料仕様、燃料所要量、リードタイム、タイムラグ、および各項目の単価は、これまでの実績や今後の計画を考慮した標準的なものとし、これまでに実績と呼べる単価がないSF貯蔵、SF処分、廃棄物輸送、廃棄物貯蔵、廃棄物処分については、委託研究により想定単価を算定した。また、コスト計算にあたっては、数十年にわたる長期的な支出（投資）を対象としていることから、長期的な投資の評価を行う場合の一般的な手法に倣い、ディスカウントレート（割引率）を用いた現在価値換算手法を採用した。

3. 基本シナリオにおける原子燃料サイクルコスト

(1) 基本シナリオ

・諸元

項 目	適 用 値	備 考
ウラン燃料燃焼度	45,000MWd/tU	濃縮度 4.0%
MOX燃料燃焼度	40,000MWd/tHM	Pu-f 富化度 5.0%
熱 効 率	33%	
燃料装荷期間	6年	
ディスカウントレート	5%	
為 替 レ ー ト	1US\$ = 100円	

・単価

項 目	適 用 値	備 考
ウ ラ ン 精 鈇		
転 換		
濃 縮 国 内 濃 縮		国内濃縮割合20%
濃 縮 海 外 濃 縮		海外濃縮割合80%
成 型 ウ ラ ン 燃 料		
加 工 MOX燃料(国内)		ウラン燃料の5倍と仮定
加 工 MOX燃料(海外)	ウラン燃料の3倍と仮定	
M O X 燃 料 輸 送	37,000円/kgU	海外加工分のみ
S F 輸 送	37,000円/kgU	
S F 中 間 貯 蔵 (プ ー ル)	64,000円/kgU	50年貯蔵
SF直接処分(結晶質岩、チタンライニング)	141,000円/kgU	
再 処 理 国 内 再 処 理	300,000円/kgU	
再 処 理 海 外 再 処 理	100,000円/kgU	
廃 棄 物 輸 送	BLW: 37,000円/kgU、TRU: 5,400円/kgU (50年貯蔵)	
廃 棄 物 中 間 貯 蔵	BLW: 30,900円/kgU、TRU: 23,300円/kgU (50年貯蔵)	
廃棄物最終処分(結晶質岩)	HLW: 66,500円/kgU、TRU: 36,400円/kgU	

(3) 基本シナリオにおける再処理—リサイクル路線と直接処分路線の原子燃料サイクルコスト

(単位：円/kWh)

	再処理—リサイクル路線		直接処分路線
	再処理能力固定	ウラン燃料全量即時再処理	
ウラン燃料フロント部分	0.740	0.709	0.782
ウラン燃料バック部分	0.509	0.563	0.209
MOX燃料部分	0.097	0.146	—
合計	1.347	1.418	0.991

(注) 端数処理の関係で合計が一致しない場合がある。

なお、MOX燃料のバックエンド関係単価は、すべてウラン燃料のバックエンド単価と同じと仮定した。

(4) 評価

上記の結果、基本シナリオにおいて、直接処分路線は再処理—リサイクル路線と比較して、再処理能力固定の場合は約26%割安で、ウラン燃料全量即時再処理の場合は約30%割安である。このコスト差はグラフ1に示すとおり、再処理コスト分に相当するものと見ることができ。コスト差の詳細を見ると、再処理—リサイクル路線では即時再処理ウラン燃料において、再処理が比較的早期に発生し、割戻しによる現在価値換算の効果に伴う減額の効果が小さいため、結果としてサイクルコスト全体に占める割合も多く、直接処分コストとの差分のほとんどを占めることとなっている。

一方、再処理に伴う廃棄物(HLW、TRU)の貯蔵コストは、直接処分路線での使用済燃料の貯蔵コストと大差がない(グラフ2)と評価されており、この部分における再処理—リサイクル路線のコストメリットは有意ではなく、それぞれの処分コストにしても、再処理—リサイクル路線の方が若干有利ではあるが、再処理コスト分を相殺するほどのものではなく(グラフ2)、さらに当該コストを発電時点まで割戻して評価した結果では、全体のサイクルコストの差に影響を与えるものではなくなってしまう。

MOX燃料の利用に関しては、グラフ1、2に示されているとおり、その使用済燃料は長期貯蔵後に再処理することとした場合においても(グラフ1)、成型加工コストがウラン燃料の5倍であるため、MOX燃料単体のサイクルコストは高いと評価されるが、MOX燃料の全体に占める割合は小さいため、サイクルコスト全体に与える影響は大きくないことが示されている。

このため、再処理—リサイクル路線のサイクルコストを直接処分路線のものに近づける鍵は、再処理単価をいかに低廉なものにするかにあると言える。仮に国内外の再処理とも単価が100,000円/kgU程度になれば、再処理—リサイクル路線と直接処分路線のコスト差は大幅に縮まり、OECD/NEAにおける評価(基準ケースで再処理—リサイクル路線が直接処分路線に対して約14%割高)にも近似してくるため、再処理—リサイクル路線のサイクルコストは高いとの認識を緩和することができる。

#### 4. 結論

海外で検討されている使用済燃料の直接処分技術が日本に適用できるとした場合、長期間にわたる費用を現在価値に換算する割引率の取り方によって、サイクルコストおよびその差の絶対値は変わるものの、グラフ1、2に示すとおり、直接処分路線の場合は再処理ーリサイクル路線の7割程度のサイクルコストになると評価された。

国内に資源を持たない日本にとってウラン資源を有効に利用することは重要であり、そのためには原子燃料のリサイクル技術の開発が進められてきた。しかしながら、原子力発電はすでに日本の電力需要の3割を占めるに至っており、原子力発電コストの競争力を失わせることになってはならない。言い換えれば、リサイクル技術の確立は原子力発電の経済性を保ちつつ達成すべき目標であると考えられる。

最新のACC発電の発電コストに競合していくためには、当面の発電コストは8円/kWh程度以下である必要があり、燃料の割合を2割とすると、サイクルコストは当面、1.6円/kWh以下に保つことが必要となる。

今回の評価で選定した基本シナリオでは、サイクルコストが1.35円/kWh（割戻しを考えない場合には2.20円/kWh）であると評価され、このシナリオにおいては原子力発電の競争力を保ちながら、将来の本格的なプルトニウム利用に向けての基盤整備が可能であることが示されたと考えられるが、

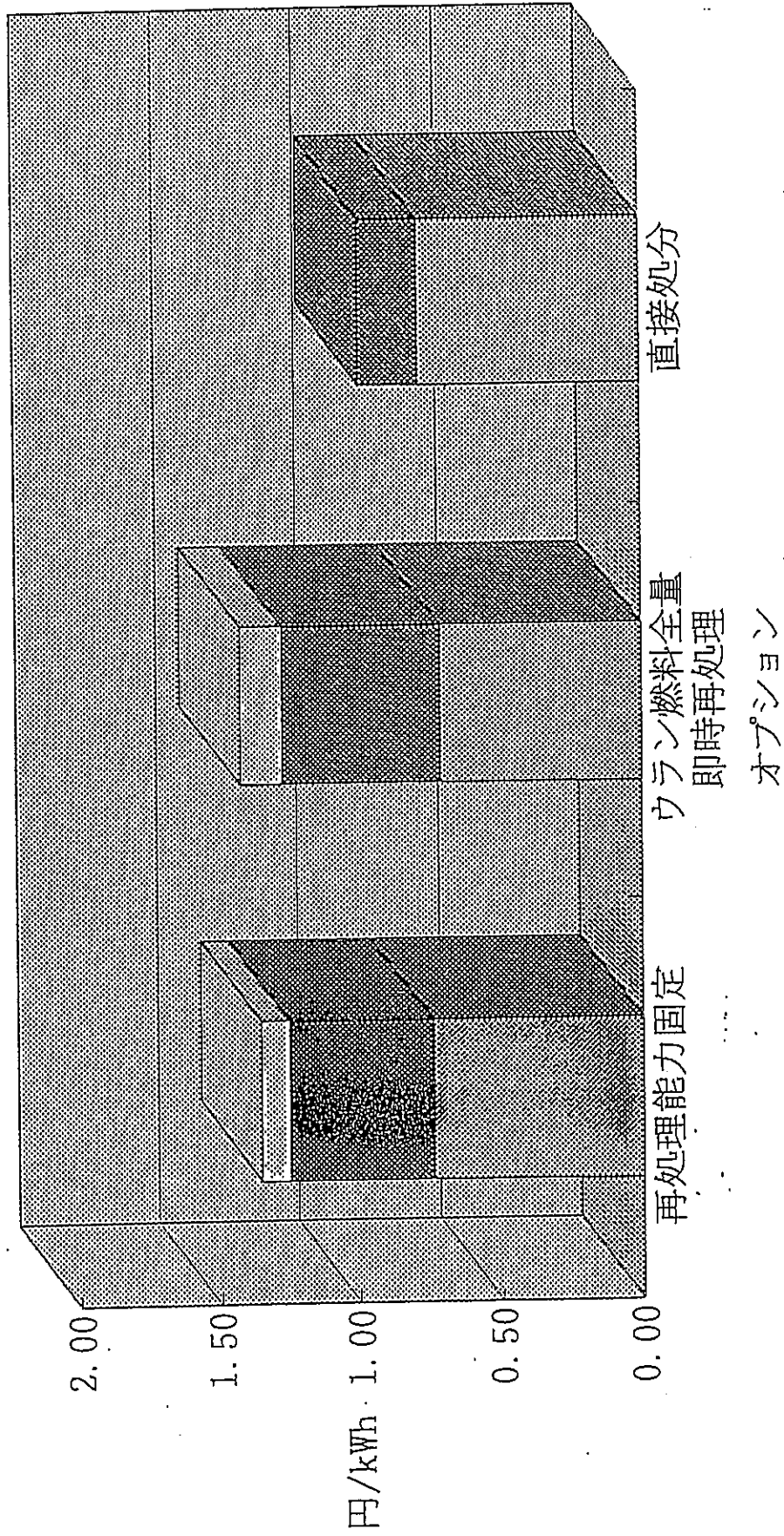
- 今回の評価結果は割引率等の仮定によって変化する不確定性の幅を持っていること。
- 競合する他電源の発電コストは今後も減少されると予想されること。

から、一層のコストダウンが必要である。

原子燃料サイクル部分におけるコストダウンの項目や目標を検討する上では、サイクル全体の大枠を管理すること（例えば、本検討での1.6円/kWh）とともに、直接処分路線との比較において項目別（例えば、HLW、TRU廃棄物の貯蔵・処分コストを直接処分での対応するコストに比較した場合、優位性を主張できる範囲に設定する等）に目標を設定することが有用であると考えられる。

以 上

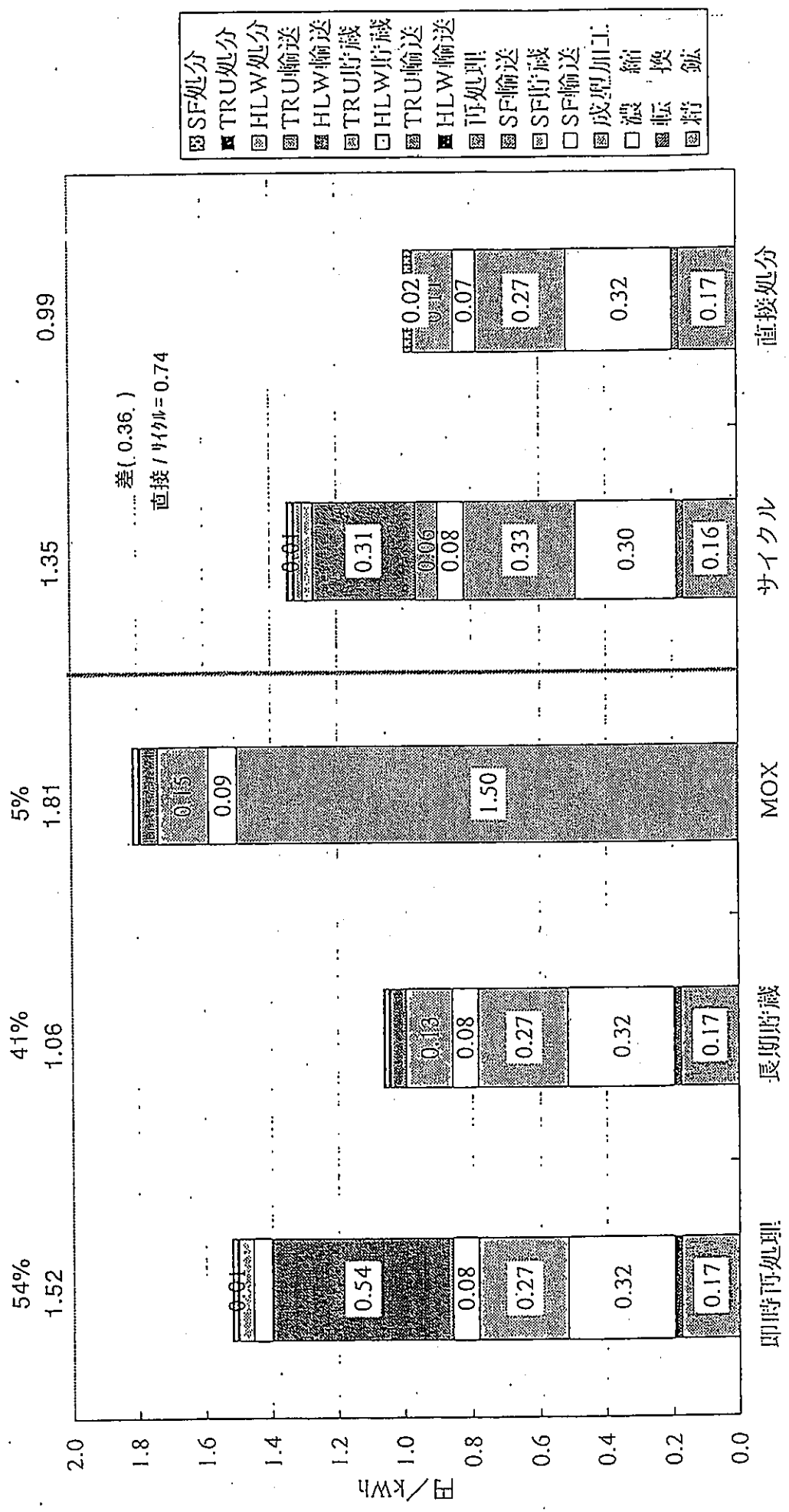
基本シナリオにおける再処理—リサイクル路線と直接処分路線の  
原子燃料サイクルコスト



- ウラン燃料フロント部分
- ウラン燃料バック部分
- MOX燃料部分
- オプション

(グラフ1) 再処理・直接 比較  
(再処理能力固定ケース)

割戻率 5%





(グラフ2) 再処理・直接 比較  
 (再処理能力固定ケース)  
 割戻率 0%

