

新計画策定会議
技術検討小委員会（第3回）
資料第4号

核燃料サイクルコストの計算方法について

平成16年8月31日



作業の前提

作業目的

- ・核燃料サイクルの基本シナリオ間の経済性の差を定量化すること。

作業方針

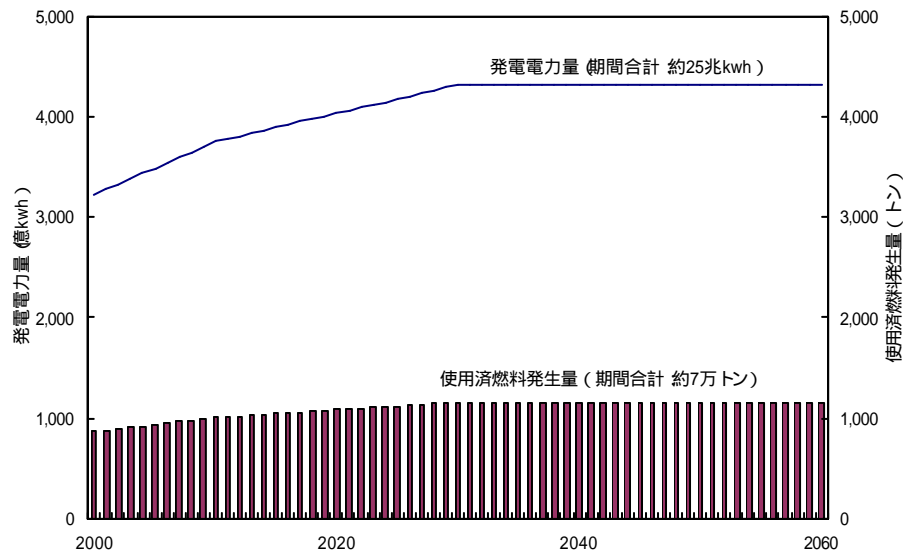
基本シナリオ間の差異は、発電コストのうち核燃料サイクルコストに差異を生じさせるものであるが、その他の資本コストや運転維持費は不変とし、核燃料サイクルコストについて比較を行う。

経済性は、新計画策定会議で総合評価を行う際の視点の1つであり、シナリオ比較のために必要な精度は2桁（数円数十銭のオーダー）を目安とする。

基本シナリオは将来の大きな選択を仮想しているが、そこで採用される将来技術について技術革新がどこまで実現するかは、現時点では見通すことはできない。今回は、現状水準の技術が将来も使われるという保守的な仮定の下、評価を実施する。また、評価期間の設定に際しては、この仮定が成立しないような遠い将来が過半を占めることのないよう留意する（60年程度）。

計算方法(1) コスト計算の対象

- 現時点から60年間程度の発電に伴い発生する核燃料サイクルコスト（フロントエンド、バックエンド）。
- 発電電力量の推移は、第6回策定会議資料のサイクル諸量の計算を適用。
- 使用済燃料の発生に係る条件は平均燃焼度はウラン燃料45,000MWd/トン・MOX燃料40,000MWd/t、熱効率34.5%と仮定。



原子力発電電力量については、「2030年のエネルギー需給展望（中間とりまとめ原案）」のレファレンスケースを基に想定したが、この需給展望ではレファレンスケース以外に幅を持っているため、この試算結果全ては幅を持って見るべきである。



計算方法(2) コスト計算方法 (1)

k W h 当たりの核燃料サイクルコストを以下のとおり計算

核燃料サイクル事業費

- ・ 各年度の核燃料サイクル事業費を、5 ページに掲げる事業要素別に算定し、当該年度の総事業費を求める。

- ・ 各年度の核燃料サイクル総事業費を基準年 (0 年度) に割り引く

各年度の発電電力量を基準年 (0 年度) に割り引く

割引後の「核燃料サイクル総事業費」と「発電電力量」から核燃料サイクルコストを算定

計算方法のイメージ

各シナリオで想定される事業ごとに物量と費用を求める

各年の事業費及び発電電力量を基準年に現在価値換算

経過時間(年)	年間原子力発電電力量(億 kWh)	発生SF (ton)	SFの振分 再処理実 施 (ton)	中間貯蔵 量 (ton)	当該年 再処理 量(ton)	当該年 中間貯 蔵量 (ton)	当該年 HLW 貯蔵量 (ton)	...	再処理 費用 (億円)	中間貯 蔵費用 (億円)	HLW 貯蔵費 用 (億円)	...	各 年 度 の 事 業 費 合 計	現在価値換算した各年度ごとの 総事業費	現在価値換算した発電電力量
0年	g0	f0													g0
1年	g1	f1													$g1/(1+r)$
2年	...	...													...
3年	...	...													...
...
7年	...	...													...
8年	g8	f8	Rf8	Ss8	Rp8				Crp8				Ca8	$Ca8/(1+r)^8$	$g8/(1+r)^8$
9年	g9	f9	Rf9	Ss9	Rp9		Hs9		Crp9				Ca9	$Ca9/(1+r)^9$	$g8/(1+r)^9$
10年	g10	f10	Rf10	Ss10	Rp10	s10	Hs10		Crp10	Cis10			Ca10	$Ca10/(1+r)^{10}$	$g10/(1+r)^{10}$
.....			
59年	g59	f59	Rf59	Ss59	Rp59	s59	Hs59		Crp59	Cis59	Chs59		Ca59	$Ca59/(1+r)^{59}$	$g59/(1+r)^{59}$
60年		0	0	0	Rp60	...			...	...	...		...	...	...
61年		0	0	0	Rp61	...			...	...	...		...	...	...
.....
108年		0	0	0	Rp108				...	...	...		...	...	...
109年		0	0	0	Rp109				...	...	...		Ca109	$Ca109/(1+r)^{109}$	$g109/(1+r)^{109}$
合計															

再処理されるものと中間貯蔵されるものを振分

ラグタイムを基に各物量を計算していく

例)その年の処理量にコスト小委の単価を乗じる。

全事業年度の総和を求める

$C = (\text{事業費})$ $G = (\text{電力量})$
 サイクルコスト = C/G



計算方法(2) コスト計算方法(2)

算定範囲

現時点から60年程度の発電に伴い発生する費用が対象。その核燃料サイクルコストを算定。

シナリオ1 :対象使用済燃料(SF) が全て再処理されMOX燃料加工されるまで (MOX燃料が発電に寄与)

シナリオ2 :対象SFのうち六ヶ所で再処理されるもの (3200トン)は、再処理されMOX燃料加工されるまで (MOX燃料が発電に寄与)
対象SFの残りは直接処分されるまで

シナリオ3 :対象SFが全て直接処分されるまで

シナリオ4 :対象SFの50%は、50年間の中間貯蔵後に再処理されMOX燃料加工されるまで
対象SFの残りは直接処分されるまで

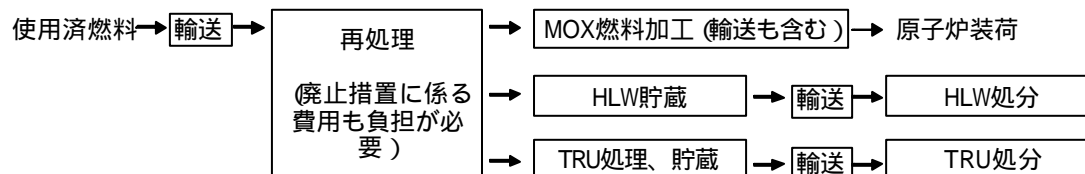
フロントエンドについては、燃料価格

燃料装荷時からのラグタイムは原子力部会 / 電気事業分科会コスト小委に同じ

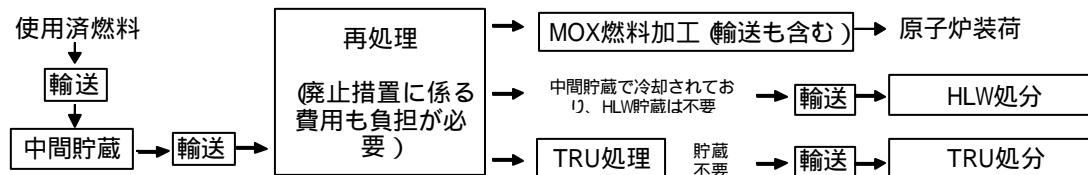
計算方法(3) 計算対象事業の要素

コスト計算する核燃料サイクルのバックエンド事業の要素（使用済燃料のフロー毎）

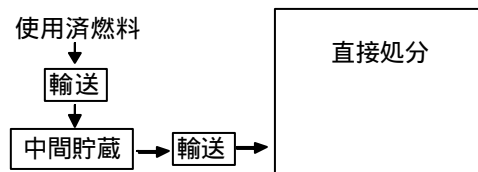
1. 再処理される使用済燃料の場合



2. 中間貯蔵後に再処理される使用済燃料の場合



3. 直接処分される使用済燃料の場合



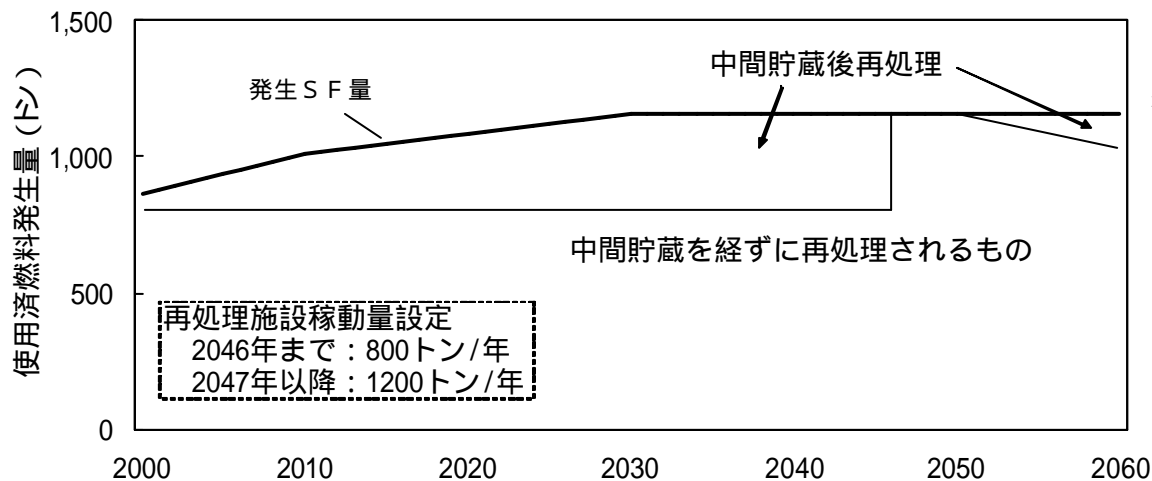
枠線付き項目がコスト算定を行う事業要素となる
1 及び 2 のフローに含まれる要素については、電気事業分科会コスト等検討小委員会での試算がある。（トン当たり単価データの無い事業要素は直接処分のみ）
MOX 燃料加工はフロントエンドに含まれるものであるが、フローの説明のためここに記載

計算方法（４）シナリオ について

使用済燃料は全て再処理される。再処理工場の再処理能力超過分は中間貯蔵された後、再処理される。使用済燃料のフローは以下の２通り。

- ・ 中間貯蔵を経ずに再処理
- ・ 中間貯蔵後再処理

全ての事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを計算する。



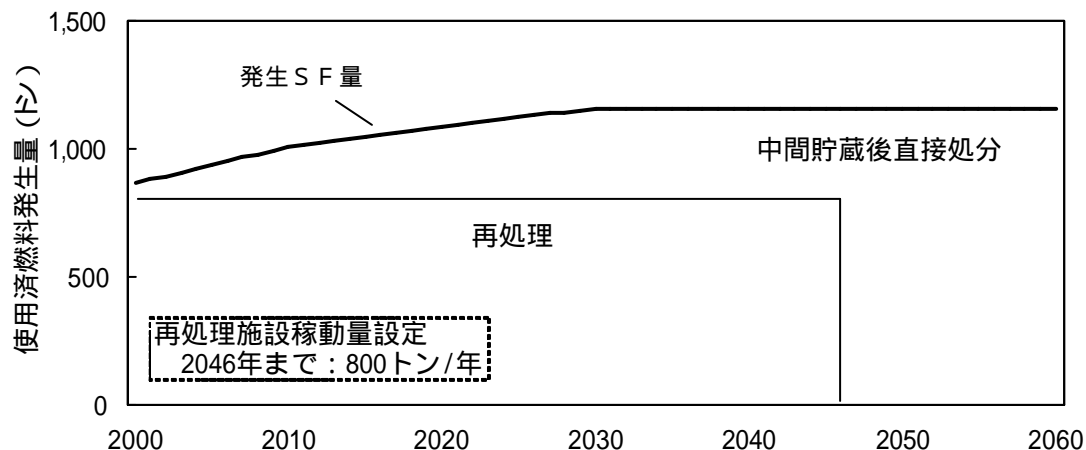
注) 初期に中間貯蔵したSFが装荷から50年を超えるため、優先して再処理。その分、当該年度の発生SFから中間貯蔵に振分けられるものが生じる

計算方法（５）シナリオ について

使用済燃料は六ヶ所再処理工場において再処理され、六ヶ所再処理工場の再処理能力超過分は中間貯蔵された後、直接処分される。使用済燃料のフローは以下の２通り。

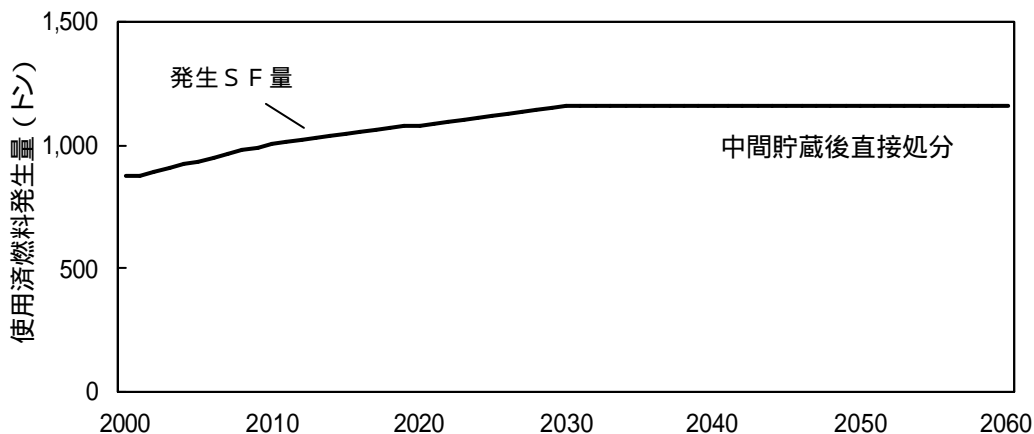
- ・再処理
- ・直接処分

直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを計算する。



計算方法（６）シナリオ について

使用済燃料は中間貯蔵された後、直接処分される。使用済燃料のフローは直接処分のみ。直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを計算する。



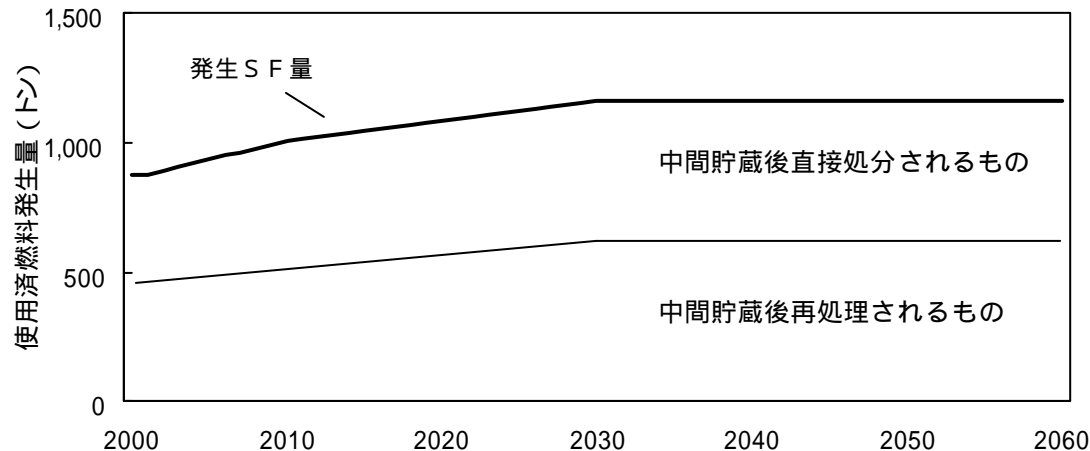
計算方法（７）シナリオ について

使用済燃料は当面貯蔵後、適切な時期に取り扱いが判断される。その判断結果が再処理または直接処分のいずれとなるかは不確定のため、コスト計算上は、５０％は当面貯蔵後再処理、５０％は当面貯蔵後直接処分と仮定する。

使用済燃料のフローは以下の２通り。

- ・ 中間貯蔵後再処理
- ・ 直接処分

直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを計算する。



計算方法(8)まとめ

基本シナリオにおいて費用の年度展開を求める事業要素は以下のとおり

		シナリオ1		シナリオ2		シナリオ3	シナリオ4	
		再処理	中間貯蔵後 再処理	再処理	直接処分 注3	直接処分 注3	中間貯蔵後 再処理	直接処分 注3
フロント	ウラン燃料							
	MOX燃料				-	-		-
バックエンド	SF輸送 (発電所 再処理工場)		-		-	-	-	-
	再処理				-	-		-
	SF輸送 (発電所 中間貯蔵)	-		-				
	中間貯蔵	-		-				
	SF輸送 (中間貯蔵 再処理)	-		-	-	-		-
	SF輸送 (中間貯蔵 SF処分場)	-	-	-			-	
	SF処分	-	-	-			-	
	HLW貯蔵		-		-	-	-	-
	HLW輸送				-	-		-
	HLW処分	注1	注1	注1	-	-	注1	-
	TRU廃棄物処理 貯蔵		注2		-	-	注2	-
	TRU廃棄物輸送 処分				-	-		-
	再処理廃止措置				-	-	-	-

注1 電気事業分科会コスト等検討委員会同様、現行拠出金単価を適用

注2 処理のみ

注3 濃縮テイルの劣化ウランの処分も必要



政策変更に伴う項目の取り扱い

- 六ヶ所再処理工場への既投資額回収【シナリオ , 】
 - これまでの投資額、事業費、返済期間中の支払利息
- 六ヶ所再処理工場の廃止措置【シナリオ , 】

上記を試算に織り込もうとする場合、何年で費用負担するかの設定が必要。
これら項目の取り扱いについては策定会議にて検討するべきではないか。

(参考) シナリオの時間軸

項目	シナリオ		シナリオ		シナリオ	シナリオ	
	中間貯蔵せず に再処理	中間貯蔵後 に再処理	再処理 の対象	SF直接処分 の対象	SF直接処分	当面貯蔵	
原子炉装荷	0		シナリオ の中間貯蔵 せずに再処 理と同じ	シナリオ と同じ	0	0	
原子炉取り出し	5				5	5	
再処理工場へのSF輸送	6	50			-	未定	
再処理	8	50			- *1		
中間貯蔵施設へのSF輸送	-	10			10	10	
中間貯蔵	-	30			30	未定	
HLW貯蔵	28	-			-		
HLW輸送	48	50			-		
TRU廃棄物処理	14	50			-		
TRU廃棄物貯蔵	14	-			-		
TRU廃棄物処分	地層処分	33			50		-
	地層処分以外	15			50		-
MOX燃料加工	8	50			-		
再処理廃止措置	8	50			- *1		
SF処分場へのSF輸送	-	-			50		

*1 六ヶ所再処理施設の既投資額及び解体撤去費用を考慮することを検討

シナリオ の設定は、総合資源エネルギー調査会
電気事業分科会コスト等検討小委員会と同じもの

SF : 使用済燃料
TRU廃棄物 : 超ウラン元素を含む廃棄物
MOX : プルトニウム・ウラン混合酸化物
HLW : 高レベル放射性廃棄物

（参考）トン当たり単価データ

電気事業分科会コスト等検討小委員会のトン当たり単価データは以下のとおり。

全操業期間

項目	割引率毎の処理単価 (万円/トン)				
	0%	1%	2%	3%	4%
再処理工場へのSF輸送	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
再処理	23,400	24,300	25,300	26,300	27,300
中間貯蔵施設へのSF輸送	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
中間貯蔵	4,200	4,700	5,400	6,100	7,000
HLW貯蔵	2,300	2,400	2,400	2,500	2,600
HLW輸送	300	300	300	300	300
HLW処分	抛出金単価を適用				
TRU廃棄物処理貯蔵	2,400	2,500	2,500	2,500	2,600
TRU廃棄物処分	地層処分	2,200	2,400	2,900	3,500
	地層処分以外	1,000	1,000	1,000	1,000
MOX燃料加工	25,600	25,700	25,900	26,200	26,600
再処理廃止措置	4,800	3,600	2,700	2,000	1,400

法定耐用年

項目	割引率毎の処理単価 (万円/トン)				
	0%	1%	2%	3%	4%
再処理工場へのSF輸送	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
再処理	32,700	33,300	33,900	34,500	35,100
中間貯蔵施設へのSF輸送	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
中間貯蔵	4,200	4,700	5,400	6,100	7,000
HLW貯蔵	2,300	2,400	2,400	2,500	2,600
HLW輸送	300	300	300	300	300
HLW処分	抛出金単価を適用				
TRU廃棄物処理貯蔵	2,400	2,500	2,500	2,500	2,600
TRU廃棄物処分	地層処分	2,200	2,400	2,900	3,500
	地層処分以外	1,000	1,000	1,000	1,000
MOX燃料加工	32,700	31,700	31,000	30,700	30,600
再処理廃止措置	13,600	9,000	5,900	4,000	2,600