

過去の原子力長期計画策定作業における
OECD/NEAのコスト比較に係る感度分析

平成16年7月6日
原子力委員会事務局

原子力委員会においては、平成6年の長期計画専門部会第二分科会の検討の中で、OECD/NEAのコスト比較に係る分析を行っている。これは、OECD/NEAのコスト比較を標準ケースとし、それが加工、再処理、処分等のコスト要因に変化を与えることによって、どのように影響を受けるかという感度分析を試みたもの（別添1）であり、コスト比較を独自に行ったものではない。

なお、この長期計画専門部会第二分科会の報告書では、厳密なコスト比較は困難であると報告されている。（別添2）

（添付資料）

別添1：原子力委員会長期計画専門部会第二分科会（第14回）（平成6年2月10日開催）資料第14－7号

別添2：原子力委員会長期計画専門部会第二分科会報告書（平成6年6月22日）抜粋

○ 長期計画専門部会 第2分科会(第14回)(平成6年2月10日開催)資料

資料第14-7号

軽水炉によるプルトニウム利用に関する経済性について

1. 経済性の考え方について

軽水炉によるプルトニウム利用の経済性の評価については、様々な方法があるが、OECD/NEAで過去に行われた方法として、核燃料をリサイクルする場合とワンス・スルーの場合の核燃料サイクル費あるいは発電単価を比較するもの等がある。

OECD/NEAの評価を基礎にして、我が国の固有の事情を考慮しつつ、我が国における軽水炉によるプルトニウム利用のコスト比較のモデル計算を行うと次のとおり。

2. リサイクル方式とワンス・スルー方式の核燃料サイクル費及び発電単価の比較

(1) 条件

OECD/NEAの「核燃料サイクルの経済性」で評価した標準ケースを基に、日本において変わり得る加工費、再処理費、廃棄物処分費(リサイクル方式の場合の高レベル廃棄物処分及びワンス・スルーの場合の使用済燃料の処分の場合)をそれぞれ標準ケースの3倍～5倍に、MOX燃料加工費とウラン燃料加工費の比(プルトニウムクレジットに關係)を3～5倍にしたケースについてケーススタディーを行う。また、発電コストの約2割を燃料サイクルコストと仮定する。

標準ケースの前提条件は別紙1のとおり。

(2) 計算結果(別紙2参照)

・加工費の影響:

加工コストが標準ケースに比べて高くなるほどリサイクル方式及びワンス・スルー方式ともサイクルコストは高くなるが、リサイクル方式とワンス・スルー方式の場合のコストの比は大きく変わらない。

(例えば次のケース)

ワンス・スルー方式
(1)→(5)→(9)

リサイクル方式
(2)→(6)→(10)
(3)→(7)→(11)
(4)→(8)→(12)

・再処理費の影響：

再処理コストが標準ケースに比べて高くなるほど、リサイクル方式及びワンス・スルー方式ともサイクルコストは高くなる。

(ケース (2)→(3)→(4)、(6)→(7)→(8)、(10)→(11)→(12)、
(14)→(15)→(16)、(18)→(19)→(20)、(22)→(23)→(24)、
(26)→(27)→(28))

・廃棄物処分費の影響：

廃棄物処分コストが標準ケースに比べて高くなるほど、リサイクル方式及びワンス・スルー方式ともサイクルコストは高くなるが、リサイクル方式のコストのワンス・スルー方式に対するコストの比は、廃棄物処分コストが標準ケースに比べて高くなると、若干低くなる。

(例えば次のケース)

ワンス・スルー方式
(1)→(13)→(25)

リサイクル方式
(2)→(14)→(26)
(3)→(15)→(27)
(4)→(16)→(28)

・MOX燃料加工費とウラン燃料加工費の比の影響：

MOX燃料加工費のウラン燃料加工費に対する比が大きくなる程、リサイクル方式のコストは高くなるが、 $M/U=3$ と $M/U=5$ との差は小さい。

(3) 結論

加工費、再処理費及び廃棄物処分費をOECD/NEAの評価の標準ケースの3倍とした場合(ケース(19))、リサイクル方式はワンス・スルー方式に比べ、核燃料サイクル費で約5割、5倍とした場合(ケース(36))は約7割高くなる。また、各々のケースを発電コストで比較すると約1割、約1割4分高くなる。

OECD/NEAにおける燃料サイクルの経済性評価の前提条件

(アップストリーム)

ウラン価格	50 \$ / kg U
転換	8 \$ / kg U
濃縮	110 \$ / SWU
加工	275 \$ / kg U

(ダウンストリーム：再処理オプション)

使用済燃料輸送	50 ECU / kg U
使用済燃料貯蔵	—
再処理・ガラス固化	722 ECU / kg U
固化体処分	88 ECU / kg U

(ダウンストリーム：直接処分オプション)

使用済燃料輸送・貯蔵	225 ECU / kg U
コンディショニング・処分	605 ECU / kg U

(その他)

ウランクレジット	等価なウラン購入費・転換費・濃縮費の70%
プルトニウムクレジット	5 \$ / kg U (MOX燃料加工費をウラン燃料加工費の4倍)

項目	(1) 直接処分 加×Ref 処×Ref	(2) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(3) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(4) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(5) 直接処分 加×Ref 処×Ref	(6) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(7) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(8) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5
ウラン 再処理 小計 (フロントエンド)	1.64 0.21 1.85 1.00 4.70	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	1.64 0.21 1.85 3.00 8.70	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←
使用済燃料輸送・貯蔵 再処理 小計 (バックエンド)	— — 0.51 0.25 0.76	0.11 1.66 0.02 — 1.79	4.98 ← — — 5.11	8.30 ← — — 8.43	— — 0.51 0.25 0.76	0.11 1.66 0.02 — 1.79	4.98 ← — — 5.11	8.30 ← — — 8.43
ウラン 再処理 小計 (ケレジット)	— —	-0.18 -0.17~0.02 -0.35~-0.16	← -0.17~-0.02 -0.35~-0.16	← -0.17~-0.02 -0.35~-0.16	— —	-0.18 0.22~0.80 0.04~0.62	← 0.22~0.80 0.04~0.62	← 0.22~0.80 0.04~0.62
合計	5.46	6.14~6.33	9.46~9.65	12.78~12.97	7.46	8.53~9.11	11.85~12.43	15.17~15.75
再処理/直接処分		1.12~1.16	1.73~1.77	2.34~2.38		1.14~1.22	1.59~1.67	2.03~2.11

項目	(9) 直接処分 加×5倍 処×Ref	(10) 再処理 加×5倍 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(11) 再処理 加×5倍 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(12) 再処理 加×5倍 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(13) 直接処分 加×Ref 処×3倍	(14) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(15) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5	(16) 再処理 加×Ref 再処×Ref 再処×Ref M/U=3~5
ウラン 再処理 小計 (フロントエンド)	1.64 0.21 1.85 5.00 8.70	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	1.64 0.21 1.85 1.00 4.70	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←
使用済燃料輸送・貯蔵 再処理 小計 (バックエンド)	— — 0.51 0.25 0.76	0.11 1.66 0.02 — 1.79	4.98 ← — — 5.11	8.30 ← — — 8.43	— — 0.51 0.75 1.26	0.11 1.66 0.06 — 1.83	4.98 ← — — 5.15	8.30 ← — — 8.47
ウラン 再処理 小計 (ケレジット)	— —	-0.18 0.61~1.58 0.43~1.40	← 0.61~1.58 0.43~1.40	← 0.61~1.58 0.43~1.40	— —	-0.18 -0.17~0.02 -0.35~-0.16	← -0.17~0.02 -0.35~-0.16	← -0.17~0.02 -0.35~-0.16
合計	9.46	10.92~11.89	14.24~15.21	17.56~18.53	5.96	6.18~6.37	9.50~9.69	12.82~13.01
再処理/直接処分		1.15~1.26	1.51~1.61	1.86~1.96		1.04~1.07	1.59~1.63	2.15~2.18

項目	(17) 直接処分 加×3倍 処×3倍	(18) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(19) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(20) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(21) 直接処分 加×5倍 処×5倍	(22) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(23) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(24) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍 再処×3倍
ミル/kWh								
ウラン	1.64	←	←	←	1.64	←	←	←
転換	0.21	←	←	←	0.21	←	←	←
濃縮	1.85	←	←	←	1.85	←	←	←
加工	3.00	←	←	←	5.00	←	←	←
小計 (フロントエンド)	6.70	←	←	←	8.70	←	←	←
使用済燃料輸送	←	←	←	←	←	←	←	←
再処理及燃料固	0.11	4.98	8.30	8.30	←	0.11	4.98	8.30
使用済燃料輸送・貯蔵	1.66	←	←	←	←	1.66	←	←
再処理・燃料固	0.06	←	←	←	←	0.06	←	←
再処理・燃料固	0.51	←	←	←	0.51	←	←	←
再処理・燃料固	0.75	←	←	←	0.75	←	←	←
再処理・燃料固	1.26	←	←	←	1.26	←	←	←
小計 (バックエンド)	1.83	5.15	8.47	8.47	1.79	1.79	5.11	8.43
ウラン	←	←	←	←	←	←	←	←
転換	0.22~0.80	0.22~0.80	0.22~0.80	0.22~0.80	←	0.22~0.80	0.61~1.58	0.61~1.58
濃縮	0.04~0.62	0.04~0.62	0.04~0.62	0.04~0.62	←	0.04~0.62	0.43~1.40	0.43~1.40
加工	←	←	←	←	←	←	←	←
小計 (クレジット)	7.96	11.89~12.47	15.21~15.79	15.21~15.79	9.96	10.92~11.89	14.24~15.21	17.56~18.53
合計		8.57~9.15	1.08~1.21	1.49~1.57		1.10~1.19	1.43~1.53	1.76~1.86
再処理/直接処分								

項目	(25) 直接処分 加×Ref 処×5倍	(26) 再処理 加×Ref 再処×5倍 再処×5倍	(27) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(28) 再処理 加×3倍 再処×5倍 再処×5倍	(29) 直接処分 加×3倍 処×5倍	(30) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(31) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍	(32) 再処理 加×3倍 再処×3倍 再処×3倍
ミル/kWh								
ウラン	1.64	←	←	←	1.64	←	←	←
転換	0.21	←	←	←	0.21	←	←	←
濃縮	1.85	←	←	←	1.85	←	←	←
加工	1.00	←	←	←	3.00	←	←	←
小計 (フロントエンド)	4.70	←	←	←	6.70	←	←	←
使用済燃料輸送	←	←	←	←	←	←	←	←
再処理及燃料固	0.11	4.98	8.30	8.30	←	0.11	4.98	8.30
使用済燃料輸送・貯蔵	1.66	←	←	←	←	1.66	←	←
再処理・燃料固	0.10	←	←	←	←	0.10	←	←
再処理・燃料固	0.51	←	←	←	0.51	←	←	←
再処理・燃料固	1.25	←	←	←	1.25	←	←	←
再処理・燃料固	1.76	←	←	←	1.76	←	←	←
小計 (バックエンド)	1.87	5.19	8.51	8.51	1.87	1.87	5.19	8.51
ウラン	←	←	←	←	←	←	←	←
転換	0.17~0.02	0.17~0.02	0.17~0.02	0.17~0.02	←	0.17~0.02	0.22~0.80	0.22~0.80
濃縮	0.35~0.16	0.35~0.16	0.35~0.16	0.35~0.16	←	0.04~0.62	0.04~0.62	0.04~0.62
加工	←	←	←	←	←	←	←	←
小計 (クレジット)	6.46	6.22~6.41	9.54~9.73	12.86~13.05	8.46	8.61~9.19	11.93~12.51	15.25~15.83
合計		0.96~0.99	1.48~1.51	1.99~2.02		1.02~1.09	1.41~1.48	1.80~1.87
再処理/直接処分								

項目	ミル/kWh	(33) 直接処分 加×5倍 処×5倍	(34) 再処理 加×5倍 再×3倍 再×5倍 M/U=3~5	(35) 再処理 加×5倍 再×3倍 再×5倍 M/U=3~5	(36) 再処理 加×5倍 再×3倍 再×5倍 M/U=3~5
ウラン 転換 濃縮 小計 (フロントエンド)		1.64 0.21 1.85 5.00 8.70	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←	← ← ← ← ←
使用済燃料輸送 再処理 使用済燃料輸送・貯蔵 小計 (バックエンド)		— — 0.51 1.25 1.76	0.11 1.66 0.10 — 1.87	4.98 ← — — 5.19	← 8.30 ← — 8.51
ウラン 濃縮 小計 (バックエンド)		— — —	0.18 0.61 0.43	← 0.61 0.43	← 0.61 0.43
合計		10.46	11.00~11.97	14.32~15.29	17.64~18.61
再処理/直接処分			1.05~1.14	1.37~1.46	1.69~1.78

○ 原子力委員会 長期計画専門部会 第二分科会

「将来を展望した核燃料リサイクルの着実な推進」(第二分科会報告書
平成6年6月22日)より抜粋

第1章 核燃料リサイクルの意義とその推進に関する基本的考え方

3. 核燃料リサイクルを進める上での重要な留意点

(3) 核燃料リサイクルの経済性の向上

世界の原子力利用国を見ると、使用済燃料を再処理し核燃料のリサイクルを行っている国、使用済燃料を直接処分しようとしている国等様々であり、それぞれの方式に対する評価についても種々の意見がある。我が国においては、資源的、技術的、社会的な観点から核燃料をリサイクルする方針をとっており、一部の国のようにウラン、プルトニウムを含んだまま使用済燃料を処分してしまう直接処分方式をとることは、この観点から問題が多いと考えられる。

軽水炉でのリサイクルと直接処分の経済性については、使用済燃料を直接処分する際の主要因子である技術的課題、コスト等がそれぞれの国のおかれている状況によって大きく異なり、不明確であるため厳密に比較することは困難であるが、経済協力開発機構・原子力機関(OECD/NEA)のサイクルコストの経済性に関する評価によれば、再処理リサイクル方式の方が燃料コストで十数%ほど高くなるとされている。しかし、同時に同評価では、原子力の発電コストにおける燃料コストの比率が15～25%であることを考慮すれば、両者に本質的な差はなく、その選択に当たっては、むしろ、その国の炉型戦略を含むエネルギー政策、環境への影響等がより重要な因子であるとされている。我が国の軽水炉でのMOX燃料利用は短期的には若干のコスト高になる可能性があるとしても、長期的視点に立てば、現実エネルギー供給の一翼を担うのみならず、将来の高速増殖炉を中核とする核燃料リサイクル体系の確立に向けて、経済性の観点を含めて核燃料リサイクルの実用化を実現することに重要な役割を果たしていくものであり、その意義は大きい。