

核燃料サイクルコスト・将来リスク対応費用 試算結果報告

原子力発電・核燃料サイクル技術等
検討小委員会

まとめ

- ・ モデルプラント(120万キロワット、過去7年間で建設されたプラントを基準)に係る核燃料サイクルコストを試算した結果、割引率3%のケースにおいては、使用済燃料を全量再処理する再処理モデルが約2円/kWh、使用済燃料を直接処分する直接処分モデルが約1円/kWhである。(表1、2参照)
- ・ 使用済燃料の一部を中間貯蔵したのち再処理する現状モデル(再処理50%、中間貯蔵後に再処理50%)のコストはそのほぼ中間(約1.4円/kWh、割引率3%のケース)に位置する。
- ・ 前回(平成16年)試算では、「再処理モデル」は試算していないため、「現状モデル」で比較すると、今回の結果は、フロントエンド側でウラン燃料コストが上昇したが、バックエンド側で再処理時期を3年から20年としたことによる現在価値換算の結果、コストが多少低くなった。
- ・ 感度解析の結果、核燃料サイクルコストを支配するコスト成分は再処理コストとウラン価格であり、埋設処分コストはそれほど大きな影響力をもたない。
 - 再処理を行う場合では再処理等及びMOX燃料単価が1.5倍になると、核燃料サイクルコストが約20%上昇する。直接処分を行う場合ではウラン価格が2倍になると、核燃料サイクルコストが約35%上昇する。

まとめ

- 将来リスク対応費用として、事故リスクコストを算出した。事故リスクコストの試算としては、モデルプラントについて、まず単位発電量当たりの事故による損害期待値(=損害費用×事故発生頻度/総発電電力量)を試算した。
- 損害費用は、現在までに公表され検証可能なデータとして、東京電力に関する経営・財務調査委員会報告書を参考として、モデルプラントに換算して約5兆円と仮定した。ただし今回の事故損害額も今後さらに増加する可能性があり、それに応じて損害額の見直しをすべきものである。
- 事故発生頻度*については意見が分かれた。今後建設を想定するモデルプラントのコストを算定するとの前提からはIAEAの安全目標である 1×10^{-5} /炉年が適切とされたが、この目標を達成しない限り既存の原子炉の稼働を認めないことを前提にすべきとの指摘があった。
- 一方、我が国において約1500炉年の運転経験で3つの過酷事故を経験したことから、こうした事故の発生頻度を、 2×10^{-3} /炉年に基づき試算すべきとの意見があったが、これは今回事故以降に施される安全対策を考慮しないことを前提にしているので、この数字をモデルプラントの事故発生頻度とするのは現実的ではないとの指摘がされた。
- 試算の結果、稼働率80~60%の条件で、前者では0.006円~0.008円/kWh、後者では1.2円~1.6円/kWhの範囲となった。(表3参照)
 - 今後追加費用が1兆円増すごとに前者では0.001円~0.002円/kWh、後者では0.24~0.32円/kWh上昇すると推定される
 - 一部委員より損害規模48兆円、事故確率 2×10^{-3} /炉年の試算が紹介された(12~16円/kWh)が、根拠等が明確でないため、検証はしていない。

*一年あたりの事故発生確率

まとめ

- また、損害保険料が将来リスク対応費用に該当するのではないかとの指摘があった。
- 原子力事故のように大数の法則に乗らない「極めて稀な事象で巨大な損害」をもたらす対象に対しては、実社会において損害保険は成立していない（例：船舶油濁損害賠償保障制度）。
- そこで、米国プライスアンダーソン法の考え方を倣い、事業者負担の上限を定め、事業者間相互扶助の考え方に基いて事故リスクコストを試算した。
- その結果、総損害額を5～10兆円、支払期間を40年とし、国内の原子力による発電電力量で除した場合、0.45円/kWh～0.89円となった。（表4参照）

留意事項

- ・ 核燃料サイクルについては、将来のシナリオ（オプション）分析で、さらに現実的な前提のもとで改めて政治・経済情勢への影響も含め、総合的観点から検討する。
- ・ 原子力事故のように「極めて低確率で巨大損害を起こす」リスクを考えるうえでは、単なる期待値の数値だけで評価できない可能性があることを留意すべき。
- ・ 将来リスク対応費用については、電気料金への組み入れが損害賠償制度の在り方と関連するので、他の類似産業や国際的な動向も考慮した制度の議論が必要。
- ・ 原子力発電の事故リスクコストを発電コストに含めるのであれば、同様に他の電源にも事故リスクコストを試算して、同じ条件で比較することが必要である。

表1 モデルプラントの核燃料サイクルコスト 各サイクルモデルのコスト(1)－割引率0%, 1%－

| 項目 | 割引率0% | | | 割引率1% | | |
|------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| | 再処理 モデル | 直接処分 モデル | 現状 モデル | 再処理 モデル | 直接処分 モデル | 現状 モデル |
| ウラン燃料 | 0.62 | 0.72 | 0.62 | 0.65 | 0.75 | 0.68 |
| MOX燃料 | 0.17 | - | 0.17 | 0.16 | - | 0.12 |
| (フロントエンド計) | 0.79 | 0.72 | 0.79 | 0.82 | 0.75 | 0.80 |
| 再処理等 | 1.10 | - | 1.10 | 1.06 | - | 0.79 |
| 中間貯蔵 | - | 0.14 | 0.07 | - | 0.12 | 0.06 |
| 高レベル廃棄物処分 | 0.24 | - | 0.24 | 0.16 | - | 0.12 |
| 直接処分 | - | 0.41～0.48 | - | - | 0.24～0.28 | - |
| (バックエンド計) | 1.34 | 0.56～0.63 | 1.41 | 1.21 | 0.37～0.41 | 0.98 |
| 計 | 2.14 | 1.28～1.35 | 2.21 | 2.03 | 1.11～1.15 | 1.78 |

註)各項目ごとの四捨五入の関係で合計があわない場合がある。

(送電端)

表2 モデルプラントの核燃料サイクルコスト 各サイクルモデルのコスト(2)－割引率3%, 5%－

| 項目 | 割引率3% | | | 割引率5% | | |
|------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| | 再処理 モデル | 直接処分 モデル | 現状 モデル | 再処理 モデル | 直接処分 モデル | 現状 モデル |
| ウラン燃料 | 0.73 | 0.81 | 0.77 | 0.81 | 0.88 | 0.86 |
| MOX燃料 | 0.15 | - | 0.07 | 0.14 | - | 0.04 |
| (フロントエンド計) | 0.88 | 0.81 | 0.84 | 0.94 | 0.88 | 0.90 |
| 再処理等 | 1.03 | - | 0.46 | 1.04 | - | 0.30 |
| 中間貯蔵 | - | 0.09 | 0.05 | - | 0.07 | 0.04 |
| 高レベル廃棄物処分 | 0.08 | - | 0.04 | 0.05 | - | 0.01 |
| 直接処分 | - | 0.10~0.11 | - | - | 0.05~0.05 | - |
| (バックエンド計) | 1.11 | 0.19~0.21 | 0.55 | 1.08 | 0.12~0.12 | 0.36 |
| 計 | 1.98 | 1.00~1.02 | 1.39 | 2.03 | 1.00~1.01 | 1.26 |

註)各項目ごとの四捨五入の関係で合計があわない場合がある。

(送電端)

表3 損害の発生頻度に基づく事故リスクコストの試算について
モデルプラントでの事故リスクコスト

| 発生頻度(/炉年) | モデルプラント稼働率毎の事故リスクコスト(円/kWh) | | | 損害額が一兆円増加した際に追加されるコスト(円/kWh) | | |
|---|-----------------------------|--------------|--------------|------------------------------|--------------|--------------|
| | 設備利用率 60% | 設備利用率 70% | 設備利用率 80% | 設備利用率 60% | 設備利用率 70% | 設備利用率 80% |
| 1.0×10^{-5} (既設炉の早期大規模放出に対するIAEAの安全目標) | 0.008 | 0.007 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| 3.5×10^{-4} (世界での商業炉シビア アクシデント頻度, 57年に1回の頻度に相当 ^[1]) | 0.28 | 0.24 | 0.21 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| 2.0×10^{-3} (国内での商業炉シビア アクシデント頻度, 10年に1回の頻度に相当 ^[1]) | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 0.32 | 0.27 | 0.24 |

[1] 発電用原子炉が50基稼働していた際の事故発生頻度

表4 米国の共済制度を例に原子力損害賠償の積立てを仮定した試算

- モデルプラントにおける当技術等検討小委員会の廃炉費用を含む損害賠償額試算は、4兆9,936億円
- あくまで試算の観点から、プライスアンダーソン法を参考に事業者間相互扶助制度があることを仮定して5兆円、また、感度解析として損害額の約2倍の10兆円での損害額を算出

| 損害額 | 支払期間 | 原子力による 総発電電力量 ^[1] | 事故リスクコスト |
|------|------|---------------------------------|------------|
| 5兆円 | 40年 | 2,800億kWh | 0.45 円/kWh |
| 10兆円 | | | 0.89 円/kWh |

[1] 平成22年度実績・エネルギー環境会議資料より

- なお、世界の原子力発電所所有者で分担すれば、さらに低減することも可能