

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会
(第13回)

議事次第

日時：平成24年4月27日(金) 13:00～16:00

場所：全国都市会館 第2会議室

議題：

- (1) 核燃料サイクルの政策選択肢の定量的評価について
- (2) その他

配布資料：

資料第1－1号	ステップ3の評価：2030年まで（原子力比率Ⅰのケース） (改訂版)
資料第1－2号	ステップ3の評価：2030年まで（原子力比率Ⅱのケース） (改訂版)
資料第1－3号	ステップ3の評価：2030年まで（原子力比率Ⅲのケース） (改訂版)
資料第1－4号	使用済燃料の返送りスクについて（改訂版）
資料第2号	原子力比率Ⅱを対象とした長期のサイクル諸量評価（改訂版）
資料第3号	核燃料サイクル政策のシナリオの評価について：まとめ（案）
資料第4号	原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会メンバー からの提出資料

ステップ3の評価：2030年まで (原子力比率Ⅰのケース) 改訂版

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

シナリオ評価における評価項目について

- エネルギー安全保障、ウラン供給確保
 - 資源節約、燃料危機への抵抗力
- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物
 - 使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量、放射性廃棄物発生量
- 核燃料サイクルを巡る国際的視点
 - Pu利用(在庫量)、国際貢献
 - 核不拡散、核セキュリティスクへの影響
- 選択肢の確保(柔軟性)
 - 開発の柔軟性、政策変更への柔軟性
- 経済性
 - シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 など
- 社会受容性
 - 立地困難性(使用済燃料貯蔵施設及び最終処分施設)
- 政策変更または政策を実現するための課題
 - 使用済燃料貯蔵への影響、立地自治体との信頼関係への影響、雇用への影響、技術力への影響(人材、技術基盤・インフラストラクチャの影響)、日米原子力協定への影響、海外委託再処理に伴う返還廃棄物への影響、政策変更に伴う費用負担のあり方

エネルギー安全保障：資源節約、燃料危機への抵抗力

共通事項

- シナリオ1～3の如何にかかわらず、原子力発電の特徴である燃料危機（価格高騰化、供給途絶）に対する抵抗性を確保できるので、エネルギーの安定供給に貢献する。
- FBRが実用化される迄の間は、天然ウラン・濃縮ウラン市場の逼迫への対応が必要。

シナリオ1（全量再処理）

- 六ヶ所再処理工場で再処理されたPuをプルサーマルで利用することで、我が国のウラン消費量は年間約10%節約される。
- FBRが実用化された場合、ウラン資源制約から開放され、ウランの輸入なしに原子力発電が可能となる選択肢が確保される。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- 六ヶ所再処理工場で再処理されたPuをプルサーマルで利用することで、我が国のウラン消費量は年間約10%節約される。
- FBRの実用化を目指す政策判断を先送りするため、燃料確保に関する将来の確実性が高まらない。

シナリオ3（全量直接処分）

- 直接処分にはエネルギー安全保障上の追加的な価値がなく、共通事項と同じ。

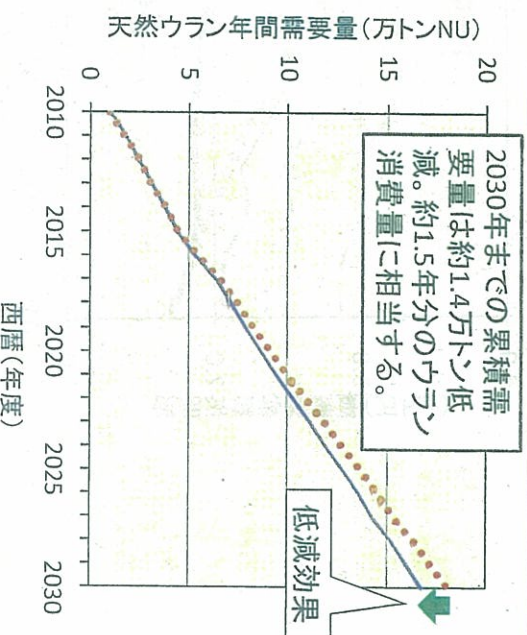
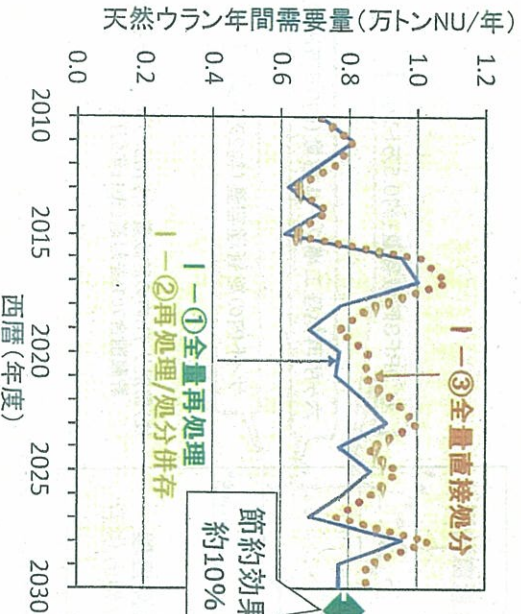
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

2

解析結果（天然ウラン需要量）

- 六ヶ所再処理工場で回収されるPuをプルサーマルで利用することにより、六ヶ所再処理が現行計画通りに運用を開始した場合（I-①、I-②）、直接処分シナリオ（I-③）に比べ、天然ウラン・濃縮ウランの年間需要の最大10%程度が節約される。さらに累積需要量は2030年時点で約1.4万トン少なくなることが見込まれる。



シナリオ間の天然ウラン年間需要量

シナリオ間の天然ウラン累積需要量

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

3

使用済燃料管理、貯蔵容量

表現修正
(1.9002)

放射性廃棄物：使用済燃料貯蔵量

共通事項

- 2010年末時点の使用済燃料の総量は約1.7万tUである。2030年までに追加で発生する使用済燃料の発生量は、約1.9万tUであり、合計で約3.6万tUとなる。
- サイト内の使用済燃料プールの貯蔵容量は約2万tU（2010年時点）である。
- 六ヶ所再処理施設の貯蔵容量は0.3万tU、現在建設中のむつりサイクル燃料貯蔵施設（以下「むつRFS」という。）は0.5万tUの貯蔵容量がある。
- 今後は敷地内、敷地外にかかわらず、貯蔵容量の確保が課題。

シナリオ1（全量再処理）

- 再処理を2030年まで運転した場合、使用済燃料の総量は約2.2万tUとなる。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- 貯蔵容量と使用済燃料発生総量はシナリオ1と同じ。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

シナリオ3（全量直接処分）

- 2030年まで廃棄物としての使用済燃料は約3.6万tU発生し、現在の貯蔵容量を超えることから、貯蔵容量の増強が喫緊の課題となる。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、直接処分を前提とした利用に課題がある。また、六ヶ所再処理施設での貯蔵継続に課題がある。

2012/4/27

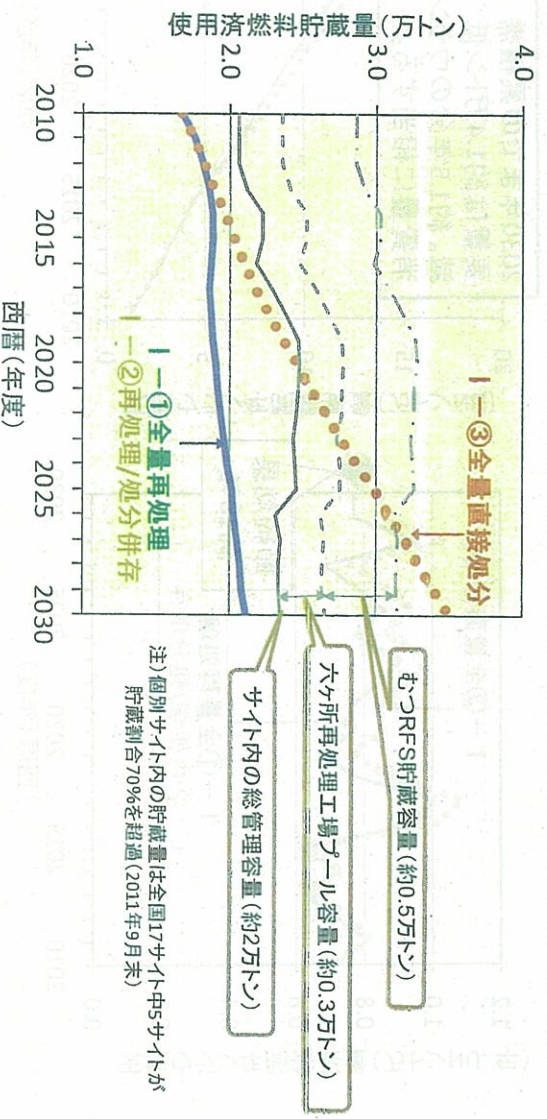
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

4

解析結果（使用済燃料貯蔵量）

表現修正

- 全量直接処分 I-③の場合、使用済燃料貯蔵量は直線的に増加し続けるが、六ヶ所再処理工場を運転する I-①および I-②の場合、使用済燃料貯蔵量はリサイクルするため、その貯蔵量の増加を抑えることができる。



シナリオ間の使用済燃料貯蔵量比較

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

5

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：放射性廃棄物発生量(地層処分)

共通事項

- どのシナリオにおいても、最終処分施設の立地・建設が不可欠。

シナリオ	2030年までの発生量			埋設する場合の廃棄物としての合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	高レベル放射性廃棄物ガラス固化体	低レベル放射性廃棄物(地層処分)	使用済燃料		
シナリオ1(全量再処理)	0.3万m ³	0.7万m ³	2.2万tU ^{※1}	6万m ³ ※2	236万m ²
シナリオ2(再処理/処分併存)	0.3万m ³	0.7万m ³	2.2万tU ^{※3}	6万m ³ ※4	236万m ²
				16.6万m ³ ※5	546万m ²
シナリオ3(全量直接処分)	0.04万m ³	0.1万m ³	3.6万tU ^{※6}	20万m ³ ※7	621万m ²

※1, 3, 6 2030年時点で貯蔵されている使用済燃料。
 ※2 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※1を再処理した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※4 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※3を再処理した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※5 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※3を直接処分した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※7 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※6を直接処分した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

7/25/2010 6

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：低レベル放射性廃棄物(地層処分以外)

共通事項

- 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の通常運転時及び廃止措置時に生じるものが大部分を占めており、シナリオによる廃棄物発生量の差は大きくない。

シナリオ	2030年までの発生量			埋設する場合の廃棄物量の合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	余格深度処分、浅地中ビント処分及び浅地中トシシナ処分廃棄物の合計	原子炉からの廃棄物	再処理施設からの廃棄物	その他の廃棄物	
シナリオ1(全量再処理)	39万m ³	1.9万m ³	1.4万m ³	47万m ³ ※1	69万m ² ※1
シナリオ2(再処理/処分併存)	39万m ³	4.7万m ³	1.4万m ³	45万m ³	68万m ²

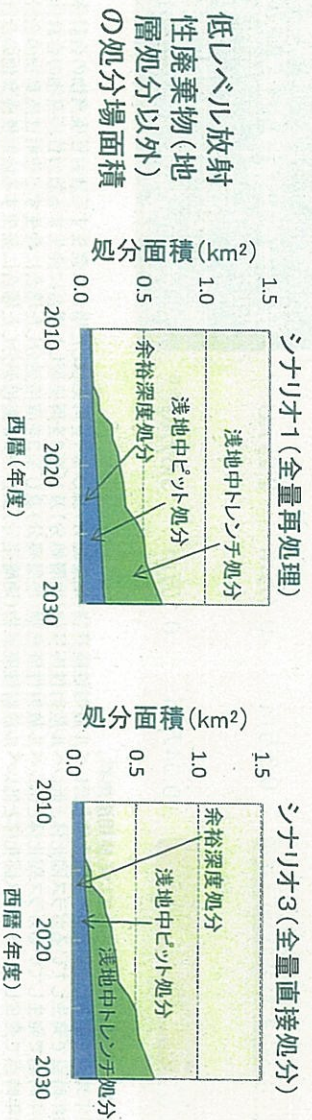
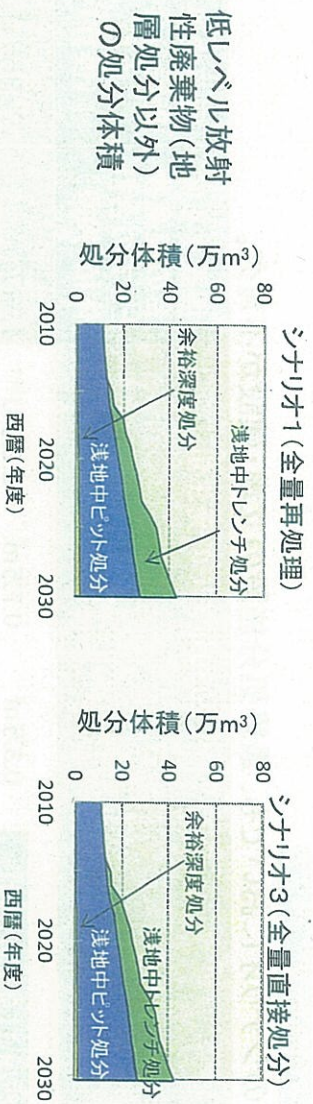
※1 将来発生する再処理施設及びMOX燃料加工施設の廃止措置に伴う廃棄物を含めた値。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

7

解析結果(低レベル放射性廃棄物(地層処分以外))



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

8

核燃料サイクルを巡る国際的視点: Pu利用(在庫量)

共通事項

- 2010年末時点で、海外からの未返還分(約23tPu_f)、国内発電所保管分(約1tPu_f)及び抽出済み分(約2.3tPu_f)が存在するため※、これらを減らすことが必要。
- 海外未返還分と国内発電所保管分は約1700万kW相当の原子炉によるプルトウニウム約10年で利用可能。

シナリオ1(全量再処理)

- 今後、再処理によってPuが発生(800t/年の場合、4tPu_f/年強)するが、プルトウニウムを実施する原子炉の規模を約1700万kWと仮定すると、現有Puがなくなった後もPuを増やさずバランスしながらプルトウニウムの実施が可能。

シナリオ3(全量直接処分)

- 国内MOX燃料加工工場の建設は中止されるため、国内で抽出済みのPu約2.3tPu_fをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

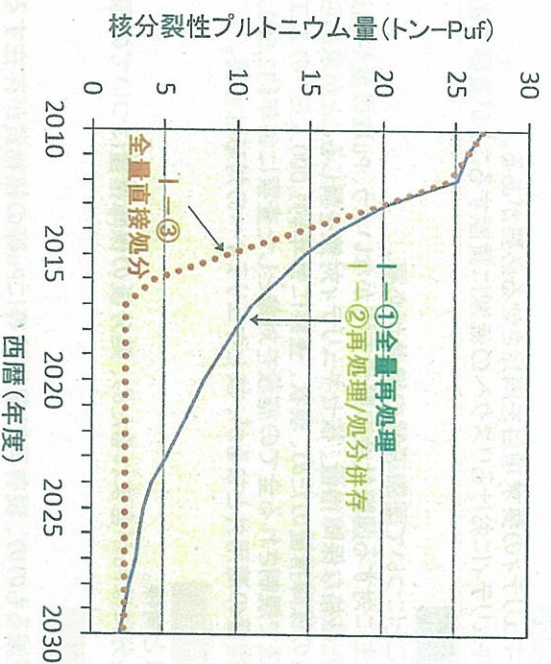
※我が国には、その他研究用として約3.3tPu_f存在する。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

9

解析結果(Pu貯蔵量)



核分裂性プルトニウム貯蔵量の推移

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

10

核燃料サイクルを巡る国際的視点： 国際貢献

共通事項

- アジア、中東等における原子力発電所の利用が拡大していく中で、核不拡散、特に使用済燃料の的確な管理等が避けれない課題。我が国は原子力発電に関する主要な技術保有国・輸出国であり、また、非核兵器保有国でありながら核燃料サイクル能力を有する独特の位置づけにある。

シナリオ1(全量再処理)

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 高速炉サイクル技術を含む核燃料サイクル施設で培った安全、保障措置、核セキュリティに関する基盤技術を他の国に技術支援することにより、国際貢献できる。
- 我が国の設備規模、運転状況に依存するが、多国間枠組みに我が国が積極的に関わることができる。

シナリオ3(全量直接処分)

- 核燃料サイクル分野において国際貢献できる範囲はシナリオ1、シナリオ2と比べて狭まる。但し、その範囲において積極的にかかわることができる。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

11

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核拡散、核セキュリティにおけるリスクへの影響

共通事項

- IAEA保障措置や核セキュリティの要求項目を満足させる必要がある。
- 世界の核拡散、核セキュリティにおけるリスクへの低減に貢献することが重要である。

シナリオ1（全量再処理）

- 平和利用に限定することについて国際理解の増進が必要。
- 核拡散や核テロの発生に対する国際社会の懸念を招かないよう、Pu取扱量や輸送量が増えることに対して国際社会で合意された厳格な保障措置、核セキュリティ対策を講じることが求められる。
- 我が国の再処理施設の保障措置のため、現状、査察に毎年約1,000人日※の人工数を要している（2010年実績で、原子炉等規制法で規制される全ての施設を対象とした査察に毎年約2,500人日を要する）。
- ガラス固化体は保障措置の適用外となるが、核セキュリティへの対応は必要。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- 基本的にはシナリオ1と同様。
- 使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、処分後の保障措置についての国際的な検討が必要。

シナリオ3（全量直接処分）

- Pu取扱量や輸送量が減るものの、現有再処理施設等にPu等の核物質が存在する限り、核不拡散、核セキュリティの取り組みの維持が必要。
- 使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、処分後の保障措置についての国際的な検討が必要。

※ 平成23年第29回定例会資料4号『我が国における保障措置活動状況等について』参照

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

12

確保：開発の柔軟性、政策変更への柔軟性

伴ってシナリオ1には失敗リスク（投資損失）も追記できなかつた場合は損失になる旨記載

（再処理）

- 政策選択が全量再処理に固定されているため、政策変更の柔軟性は限定される（政策課題が大きくなる）。
- 使用済燃料は資源として取扱われると固定される。
- 長期的な再処理技術、高速炉技術の実用化を目指すため、投資を集中できる。ただし、実用化が出来なくなつた場合は、その時点までの投資が全て損失となる。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- 再処理もしくは直接処分のいずれかを選択できるので、他シナリオより柔軟。
- 使用済燃料は資源または廃棄物として取扱われる。
- 再処理技術、高速炉技術、直接処分技術の実用化を全て目指すため、投資が分散する。特定の技術に集中投資せず、各技術開発の進捗を確認しながら進めるため、投資損失のリスクが低い。

→シナリオ2は分散投資・Check & Review型実施のため投資損失リスクが小さい。

シナリオ3（全量直接処分）

- 政策選択肢が全量直接処分に固定されているため、政策変更の柔軟性は問題が大きくなる）。
- 使用済燃料は廃棄物として取扱われると固定される。
- 直接処分技術のみ実用化を目指すこととなるため、投資を集中できる。実用化が出来なくなつた場合は、直接処分技術固有の開発に要した投資が損失となる。

→シナリオ3は直接処分固有部分のみ？

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

13

経済性：シナリオに基づく核燃料サ

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

ー算定の考え方ー

共通事項

- 各シナリオ毎の総費用(2010～2030年)は下記の考え方で算出
シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用
＝ベース値＋シナリオを実現するために今後追加となる費用
- ベース値
サイクルコスト*(円/kWh)×2010～2030年の総発電電力量(kWh)

*:本小委員会にて実施した試算を元に各シナリオ毎のサイクルコストを試算。

- なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

14

経済性：シナリオに基づく核燃料サ

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

ーベース値ー

- 本小委員会では実施した試算を元に、各シナリオ毎のサイクルコストを試算。(単位:円/kWh)

単位:円/kWh、割引率3%	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
ウラン燃料	0.77	0.77	0.78
MOX燃料※ (フロントエンド計)	0.07 (0.85)	0.07 (0.85)	0.06 (0.84)
再処理等	0.51	0.51	0.39
中間貯蔵	0.04	0.04	0.04
高レベル廃棄物処分 直接処分 (バックエンド計)	0.04 (0.58)	0.04 (0.58)	0.03 (0.50)
合計	1.43	1.43	1.34
× 6.8兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)			
ベース値	9.7兆円	9.7兆円	9.1兆円
			6.8～6.9兆円

※ 海外からの返還Puの利用費用及び返還放射性廃棄物処分費用は全シナリオとも含めていない。
ただし、海外Pu利用は全てのシナリオで同等に掛っているため、各シナリオで費用の差は無い。

誤植修正

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

15

経済性：シナリオに基づく核燃料サイ

シナリオを実現するために今後追加となる費用

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

	シナリオ1, 2	シナリオ3
①再処理工場及び既存工済MOX工場の建物・設備の未償却資産見合いの費用	—	1.78 兆円
②廃止に必要な廃棄物処理設備等*の建設費及び既存施設も含めた工場全体の廃止までの操業費 *：現在未建設だが操業中と廃止中に使用する設備	ベース値に含む	0.27 兆円
③上記①及び②の建物・設備の廃止措置費用	同上	1.51 兆円
④発生済廃棄物(ガラス固化体及びTRU廃棄物)の輸送・処分費	同上	0.07 兆円
⑤回収済Puの貯蔵管理・処分関係費用	同上	α
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の費用差 (1.7兆円×(14,500万円/1.7兆円) - 8,500万円/1.7兆円)	—	1.02 兆円

表現統一

出典：日本原燃からの提供等に基づく

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

16

経済性：シナリオ1

又吉コメ：返送SFで発電所が止まる
→燃料1-4で計算。数値のみ記載

一立地自治体との条件の変更に伴い追

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

- 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送する可能性 0.05兆円～
 ◆ 上記に伴う使用済燃料輸送費用 0.05兆円
 [◆ 使用済燃料返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費 x.x～x.x兆円]

- 海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性 0.25兆円
 ◆ 既存の海外返還廃棄物貯蔵施設(高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター)の未償却資産見合いの費用
 ◆ 海外返還廃棄物の移送費用
 ◆ 新規海外返還廃棄物貯蔵施設と将来の廃止費用
 ※上記に加え、今後予定される海外返還予定廃棄物の返還時期延期による貯蔵費用の追加も発生し得る

誤植修正

- 六ヶ所低レベル放射性廃棄物処分施設の受入れが延滞する可能性 0.06兆円
 ◆ 新規低レベル放射性廃棄物処分施設のうち港湾、敷地費用
- むつRFS建設計画中止の可能性(搬入予定の燃料が再処理されない場合) 0.03兆円
 ◆ 現在までの建設投資額(キヤスク除く)

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

17

誤植修正

誤植修正

経済性説明資料

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクル

別途作成中
(後ほど差し替え)

—比率 I Ⅱ (総発電電力量6.856兆kWh) まで—

尾本コメ：シナリオ2の直接処分には費用差を含むべきでは？
→コメ対象は無いが、統一のため

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
1 ベー	9.7兆円	9.7兆円	9.1兆円
未償却費用の見合い	—	—	—
2 廃止に必要な設備・廃止措置費用等	ベース値に含む	ベース値に含む	ベース値に含む
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の処分費用差	—	—	—
			1.02兆円

上記に加え立地自治体上の各々の状況に伴い下記費用が発生する可能性がある。

又吉コメ：送達SFで発電所が止まるまで増しコストを含めるべき
→資料1.4で計算。数値のみ記載

0.39兆円～
(xx～xx兆円の追加コストの可能性*)

※ 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

18

2 地困難性(使用済燃料貯蔵施設)

件コメ：使用済燃料は資源では無い
→4/20策定会議終了時に、そのまま有効利用で合意済み
→4/23代理コメ有効利用→「再処理するまでの間貯蔵すること」
↓
使用済燃料貯蔵施設

のため、使用済燃料の貯蔵容量の増強が必要である。

強、貯蔵施設の追加、敷地外・貯蔵施設の建設) 敷地内：使用済燃料プールの増

- ・ 敷地外の使用済燃料貯蔵施設に関しては地元での理解を得ているのはむづかしい箇所のみである。むづかしいのは、使用済燃料を再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として50年間貯蔵することで地元と国からの事業許可を得ている。

- ・ いずれのシナリオでも、地元からは使用済燃料を搬出すること(特に時期)を求められる。

シナリオ1(全量再処理)

- ・ 貯蔵する使用済燃料の量は、他のシナリオと比較して相対的に少ない。
- ・ 地元に対し、使用済燃料は再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として貯蔵することで申し入れる。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- ・ 2030年まででは、貯蔵する使用済燃料の量はシナリオ1と同じ。
- ・ 地元に対して、従来説明し理解を得ている内容に修正を加え、使用済燃料は再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として貯蔵するか廃棄物として貯蔵するか、不明確な位置付けで申し入れることになる。
- ・ 申し入れに当たり、使用済燃料の扱いの将来像が不明確な場合には、搬出先についても求められる可能性がある。

シナリオ3(全量直接処分)

- ・ 貯蔵する使用済燃料の量は、他のシナリオと比較して相対的に多い。
- ・ 地元に対して、従来説明し理解を得ている内容に修正を加え、使用済燃料は廃棄物として貯蔵することで申し入れる。
- ・ 申し入れに当たり、搬出先についても求められる可能性がある。

脱字修正

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

19

社会受容性：立地困難性（最終処分施設）

共通事項

- ・ 現時点で、貯蔵されている使用済燃料が約1.7万tU、ガラス固化体が約2,600本ある。放射性廃棄物の処分対策は将来世代に先送りすべきでない。
- ・ 最終処分施設の立地はいずれのシナリオでも容易ではない。

シナリオ1（全量再処理）

- ・ 最終処分施設の面積は他のシナリオと比較して小さくなる。
- ・ ガラス固化体を前提とした地層処分については、ガラス固化の安定性等の知見が得られており、それを踏まえた立地活動が行われてきている。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- ・ 直接処分も行う場合には、最終処分施設の面積はシナリオ1と3の中間となる。（直接処分を行う使用済燃料の量に応じて増大する。）
- ・ 直接処分も行う場合には、直接処分に關する十分な知見が得られるまで本格的な立地活動開始が困難なため、選定作業が遅れる可能性がある。
- ・ プルトニウム等の核物質を埋設することに住民の理解の獲得が必要である。

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 最終処分施設の面積は他のシナリオと比較して大きくなる。
- ・ 直接処分に關する十分な知見が得られるまで本格的な立地活動開始が困難なため、選定作業が遅れる可能性がある。
- ・ プルトニウム等の核物質を埋設することに住民の理解の獲得が必要である。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

20

政策変更または 政策を実現するための課題

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

21

雇用への影響

シナリオ3(全量直接処分)

- 再処理事業を中止した場合には、サイクル事業に関連して働く約5,000人(県内出身約7割)の多くを占める事業の雇用へ影響を及ぼす可能性がある。

日本原燃㈱及び関連社員数				(人)
会社名	社員数	県内雇用数	備考	
日本原燃㈱	2,442	1,374	昭和61年度以降の新規採用者数は1,718人で、うち地元採用は1,345人	
㈱ジェイテック	295	259		
原燃輸送㈱六ヶ所輸送事業所	31	25		
むつ小川原原燃興産㈱	203	201		
六ヶ所原燃整備㈱	165	165		
関連会社※	1,902	1,594		
合計	5,038	3,618		

※サイクル施設及び付帯施設の関連業務(メンテナンス等)を行う会社 合計51社

出典:「豊かで活力ある地域づくりをめざして〜原子燃料サイクル施設等の立地に伴う地域振興」より抜粋

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

22

経済面、技術基盤面への影響

- 我が国が培ってきた核燃料サイクルの技術力への影響(人材、技術基盤、インフラストラクチャーへの影響)

シナリオ1(全量再処理)

- 軽水炉サイクル及びFBRサイクル技術は現計画のままであり、今後開発を進めることで更なる発展が期待される。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 軽水炉サイクル技術については、現計画のままであり、今後開発を進めることで更なる発展が期待される。
- 直接処分技術について実用化に向けた研究開発を行うため、直接処分に関する人材、技術基盤、インフラが蓄積される。但し、ガラス固化体処分と技術的に重なる部分が多く、その研究開発成果を流用できる。
- FBRサイクル技術については、実用化に向けた研究開発から、その実施の判断に必要な研究レベルに変わること、FBRに対する民間の投資意欲が減退する可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

23

経済面、技術基盤面への影響

- 我が国が培ってきた核燃料サイクルの技術力への影響（人材、技術基盤、インフラストラクチャーへの影響）

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 直接処分技術について実用化に向けた研究開発を行うため、直接処分に関する人材、技術基盤、インフラが蓄積される。但し、ガラス固化体処分と技術的に重なる部分が多く、その研究開発成果を流用できる。

- ・ 発電炉に比べて建設機会が非常に少ない再処理事業は、現在の施設の運転や改良工事を通じて知見の蓄積と改良を図りながら独自に技術力を維持・向上させる必要があり、事業が中止されれば、現時点で民間に蓄積されている建設・運転・保守の知見や人材は失われるため、再び再処理政策を選択したとしても、失われた技術を取り戻すために、長い期間や多大な費用が必要となる。

- ・ FBRサイクルの実用化に向けた研究開発を中止した場合、関連の研究開発については、基本的に規模の縮小／中止（予算減、人員減、関連研究施設の廃止）となり、これまで培ってきた技術を長期間維持することは困難になる。また、これまで、常陽、もんじゅ等の建設・運転や、FBR（東田ルー）において進められていた技術を取り戻すために、長い期間や多大な費用が必要となる。

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

【JAEA】

（核燃料サイクル工学研究所：約730名、高速増殖炉研究開発センター（もんじゅ）：約210名、大洗研究開発センター（常陽など）：約530名、次世代原子力システム研究開発部門：約180名）

【メーカー】 約900人（FBRサイクル開発業務に従事するエンジニア数）

○ 再処理事業に関わる人材規模

【日本原燃】 約 2400人

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

24

日米原子力協定への影響

共通事項

- ・ 1974年のインボの核実験を契機としたカーター米大統領による核不拡散政策の強化により、旧動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構）東海再処理施設（1971年建設開始）の運転にかかわる日米原子力協定に基づく米国の同意取り付けが難航。核不拡散強化方針を打ち出していった米国との間で10年にわたる交渉の結果、再処理にかかわる包括同意等を取り付けた（1988年）。

シナリオ1（全量再処理）

脱字修正

- ・ 再処理を継続する場合でも、福島事故を踏まえ、核セキュリティの強化など、より厳格な不拡散に関する措置が求められる可能性がある。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- ・ 再処理を実施する場合はシナリオ1と同じ。
- ・ 再処理能力を超えた使用済燃料の扱いが不明確のままであるため、その取扱いを米国と協議することが必要となる可能性がある。
- ・ 将来再処理するかどうか不明確な場合、改定改訂交渉が難航し、再処理の包括同意をとることができない可能性がある。

シナリオ3（全量直接処分）

誤植修正

- ・ 再処理を中止するため、日米協定にその内容を反映することが必要。
- ・ 一旦再処理政策を取りやめ、再び再処理政策を選択しようとする場合、改定改訂交渉が難航し、長期に亘って再処理ができない可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

25

海外再処理に伴う返還放射性廃棄物

共通事項

- ・ 仏国からの低レベル廃棄物、英国からの高レベル廃棄物が返還される予定。
- ・ 返還放射性廃棄物は、青森県の協力のもとに、ガラス固化体に関する廃棄物管理施設へ一時的に受け入れ、管理期間終了後に搬出することとなっている。

シナリオ1(全量再処理)

- ・ ガラス固化体に関する廃棄物管理施設の位置付けは変わらず、返還放射性廃棄物を現行の廃棄物管理施設に受け入れる現計画に変更なし。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- ・ ガラス固化体に関する廃棄物管理施設の位置付けは変わらず、返還放射性廃棄物を現行の廃棄物管理施設に受け入れる現計画に変更なし。

シナリオ3(全量直接処分)

誤植修正

- ・ 再処理を中止するため、六ヶ所再処理工場のガラス固化体に関する廃棄物管理施設への返還放射性廃棄物を受け入れることできなくなる可能性がある。
- ・ 上記の場合、返還放射性廃棄物を受け入れるための施設を準備する必要があるが、受け入れ先の選定に時間を要する場合、仏国で「放射性廃棄物管理の研究に関する法律※」に抵触する等、国際問題となる可能性がある。

※放射性廃棄物管理の研究に関する法律 第3条 外国からの放射性廃棄物は、仮にその廃棄物が再処理委託によって発生した場合でも、再処理上、技術的に必要とされる期間を越えて貯蔵してはならない。

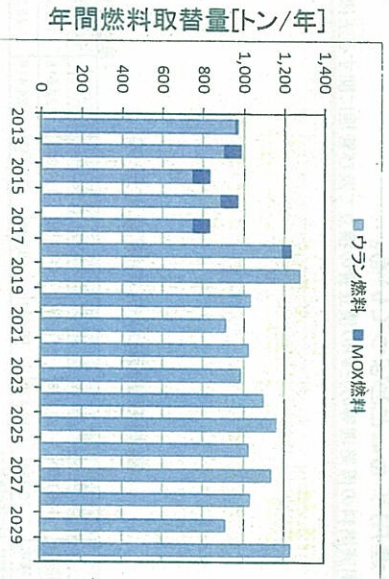
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

26

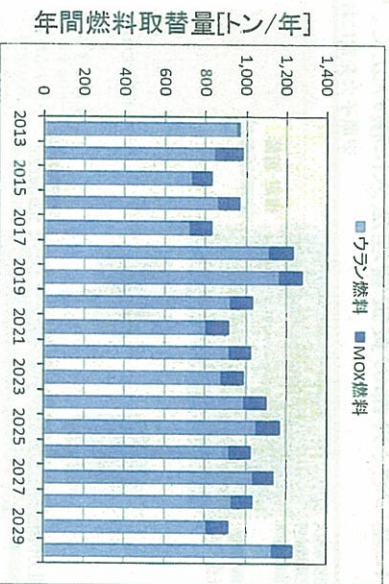
参考:天然ウランの節約効果の推移

全量直接処分③



西暦(年度)

全量再処理①



西暦(年度)

注)ウラン燃料には初装荷分を含む

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

27

参考：直接処分とMOXリサイクルの粗い比較

直接処分方式

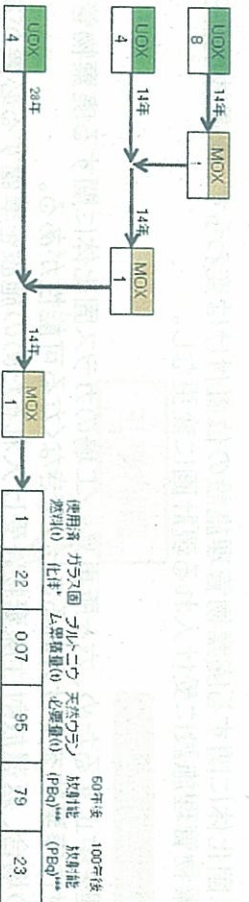


表現統一

1回限定MOXリサイクル方式



3回限定MOXリサイクル方式



※：11燃料あたり1.25倍と想定
 ※※：低燃度燃料を想定し、少なめに評価
 ※※※：冷却期間の差+α及びβ放射能の差

表現統一

出典：第11回新大綱策定会議（平成24年3月29日）、資料第5号、山名委員からの提出意見より抜粋

2012/4/27

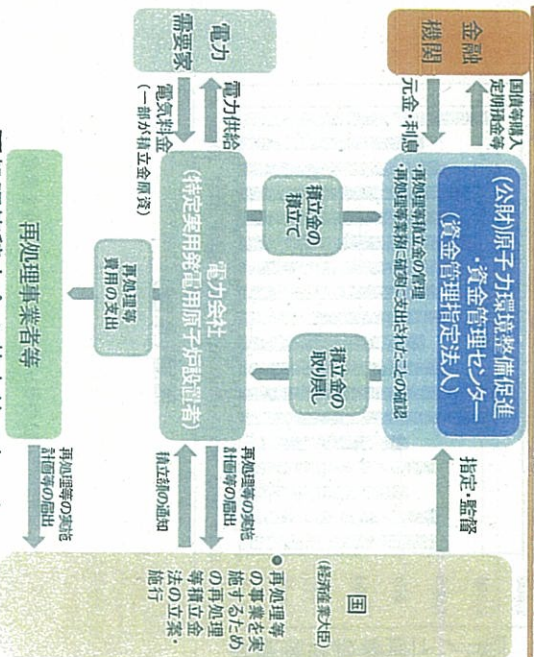
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

28

参考：再処理等積立金

○原子力発電所の使用済燃料を再処理する事業は、その費用が巨額であり、事業が長期にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要がある。
 ○このため、法※に基づき、各電力会社は再処理等に必要な費用を積み立てることが定められており、その用途は再処理の実施に限られている。
 ○再処理等積立金は、再処理事業者や各電力会社の内部積立とはせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律



再処理等積立金の積立て状況

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
総見積額	126,850	126,873	127,036	118,956	121,306	122,516	122,237
積立金残高	10,364	12,479	15,682	18,389	21,443	24,416	26,572

●総見積額は六ヶ所再処理工場で再処理される使用済燃料(32,000tU)に係る再処理等の金額。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

29

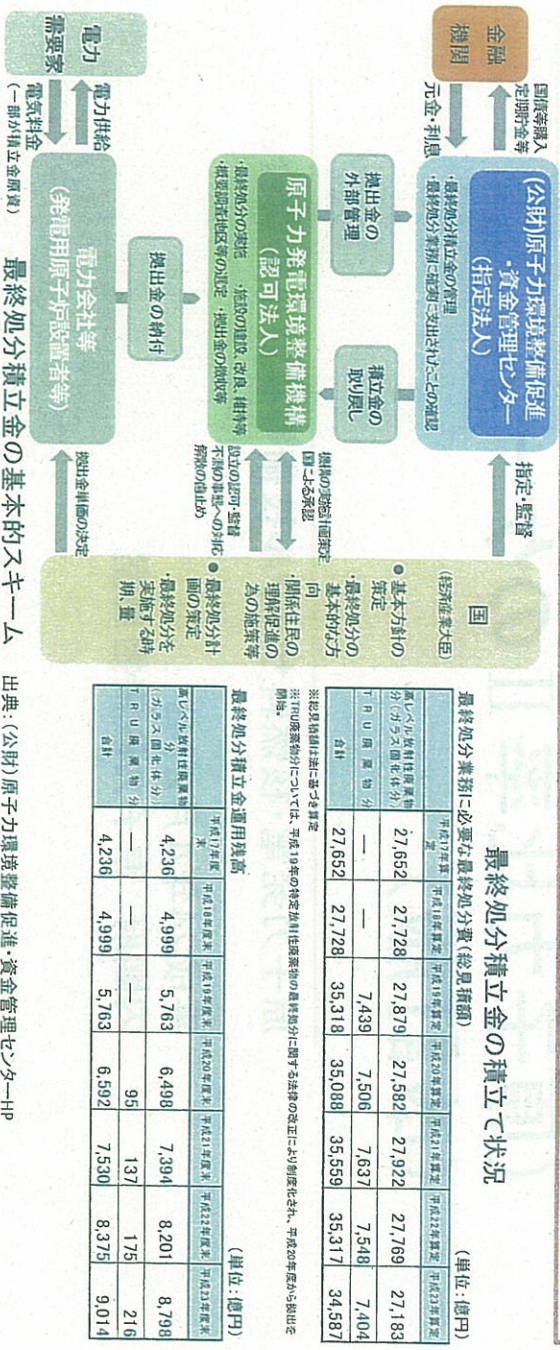
参考：最終処分積立金

○原子力発電所の使用済燃料から生じる高レベル放射性廃棄物等の最終処分事業は、その費用が巨額であり、事業が長期間にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要がある。

○このため、法※に基づき、各電力会社等は最終処分に必要な費用を、毎年度、高レベル放射性廃棄物等の発生量に応じて、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）に拠出することが定められており、その使途はNUMOが実施する最終処分事業に限られている。

○最終処分拠出金は、NUMOの内部積立とせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

30

参考：サイクルコスト試算条件（変更点）

項目	2011年10月技術小委		今回
ウラン燃料濃縮度	再処理モデル 現状モデル	BWR 3.7% PWR 4.6%	←
	直接処分モデル	PWR 4.5%	←
平均取出燃焼度	UO ₂ 燃料：45,000 MWd/t MOX燃料：40,000 MWd/t		←
炉内滞在時間	5年		←
熱効率	34.5%		←
為替レート	85.74 円/\$		←
割引率	0, 1, 3, 5 %		3%
再処理：中間貯蔵比率	50: 50		62: 38 (使用済燃料発生量の減少に伴う)
次世代生成率	15%		←
所内率	3.5%		4.0% (コスト等検証委員会に併せる)

※ 上表以外は変更なし。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

31

ステップ3の評価: 2030年まで (原子力比率Ⅱのケース) (改訂版)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

シナリオ評価における評価項目について

- エネルギー安全保障、ウラン供給確保
 - 資源節約、燃料危機への抵抗力
- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物
 - 使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量、放射性廃棄物発生量
- 核燃料サイクルを巡る国際的視点
 - Pu利用(在庫量)、国際貢献
 - 核不拡散、核セキュリティスクへの影響
- 選択肢の確保(柔軟性)
 - 開発の柔軟性、政策変更への柔軟性
- 経済性
 - シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 など
- 社会受容性
 - 立地困難性(使用済燃料貯蔵施設及び最終処分施設)
- 政策変更または政策を実現するための課題
 - 使用済燃料貯蔵への影響、立地自治体との信頼関係への影響、雇用への影響、技術力への影響(人材、技術基盤・インフラストラクチャの影響)、日米原子力協定への影響、海外委託再処理に伴う返還廃棄物への影響、政策変更に伴う費用負担のあり方

エネルギー安全保障：資源節約、燃料危機への抵抗力

共通事項

- ・ シナリオ1～3の如何にかかわらず、原子力発電の特徴である燃料危機（価格高騰化、供給途絶）に対する抵抗性を確保できるので、エネルギーの安定供給に貢献する。
- ・ FBRが実用化される迄の間は、天然ウラン・濃縮ウラン市場の逼迫への対応が必要。

シナリオ1（全量再処理）

- ・ 六ヶ所再処理工場で再処理されたPuをプルサーマルで利用することで、我が国のウラン消費量は年間約15%節約される。
- ・ FBRが実用化された場合、ウラン資源制約から開放され、ウランの輸入なしに原子力発電が可能となる選択肢が確保される。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- ・ 六ヶ所再処理工場で再処理されたPuをプルサーマルで利用することで、我が国のウラン消費量は年間約15%節約される。
- ・ FBRの実用化を目指す政策判断を先送りするため、燃料確保に関する将来の確実性が高まらない。

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 直接処分にはエネルギー安全保障上の追加的な価値がなく、共通事項と同じ。

2012/4/27

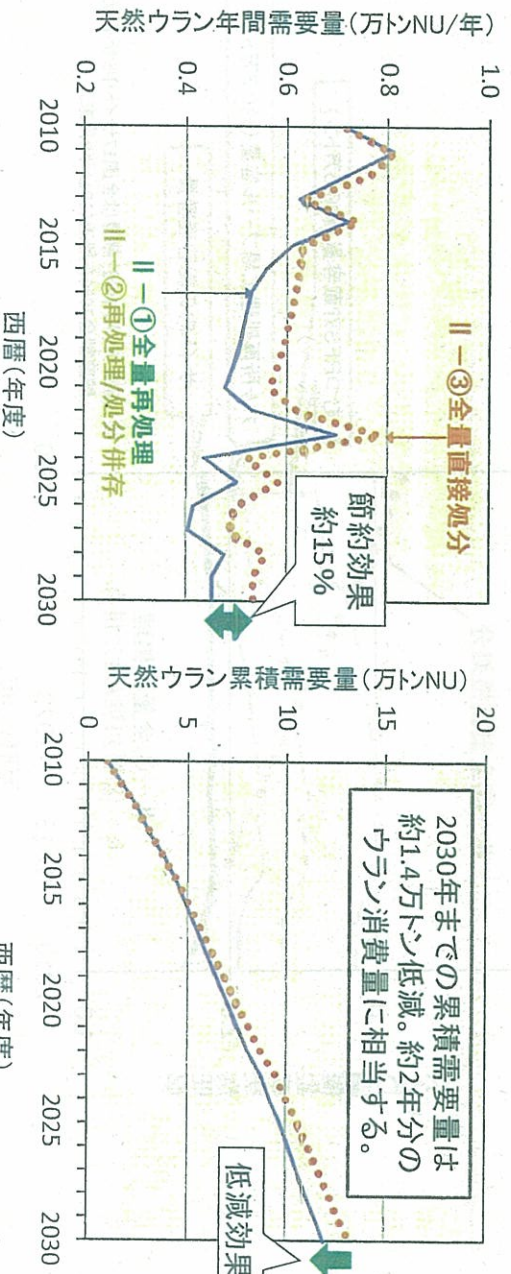
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

2

解析結果（天然ウラン需要量）

脱字修正

- ・ 六ヶ所再処理工場で回収されるPuをプルサーマルで利用することにより、六ヶ所再処理が現行計画通りに運用を開始した場合（Ⅱ-①、Ⅱ-②）、全量直接処分シナリオに比べ、天然ウラン・濃縮ウランの年間需要の最大15%程度が節約される。さらに累積需要量は2030年時点で最大約1.4万ト少なくなることが見込まれる。



シナリオ間の天然ウラン年間需要量比較

シナリオ間の天然ウラン累積需要量比較

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

3

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量

共通事項

- 2010年末時点の使用済燃料の総量は約1.7万tUである。2030年までに追加で発生する使用済燃料の発生量は、約1.6万tUであり、合計で約3.2万tUとなる。
- サイト内の使用済燃料プールの貯蔵容量は約2万tU(2010年時点)である。また、原子力比率Ⅱの場合、設備容量が3000万kWまで減るため、使用済燃料プールの管理容量が徐々に減少する。六ヶ所再処理施設の貯蔵容量は0.3万tU、現在建設中のむつりサイクル燃料貯蔵施設(以下「むつRFS」という。)は0.5万tUの貯蔵容量がある。
- 今後は敷地内、敷地外にかかわらず、貯蔵容量の確保が課題。

シナリオ1(全量再処理)

- 再処理を2030年まで運転した場合、使用済燃料の総量は約1.9万tUとなる。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 貯蔵容量と使用済燃料発生総量はシナリオ1と同じ。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

シナリオ3(全量直接処分)

- 2030年まで廃棄物としての使用済燃料は約3.2万tU発生し、現在の貯蔵容量を超えることから、貯蔵容量の増強が喫緊の課題となる。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、直接処分を前提とした利用に課題がある。また、六ヶ所再処理施設での貯蔵継続に課題がある。

2012/4/27

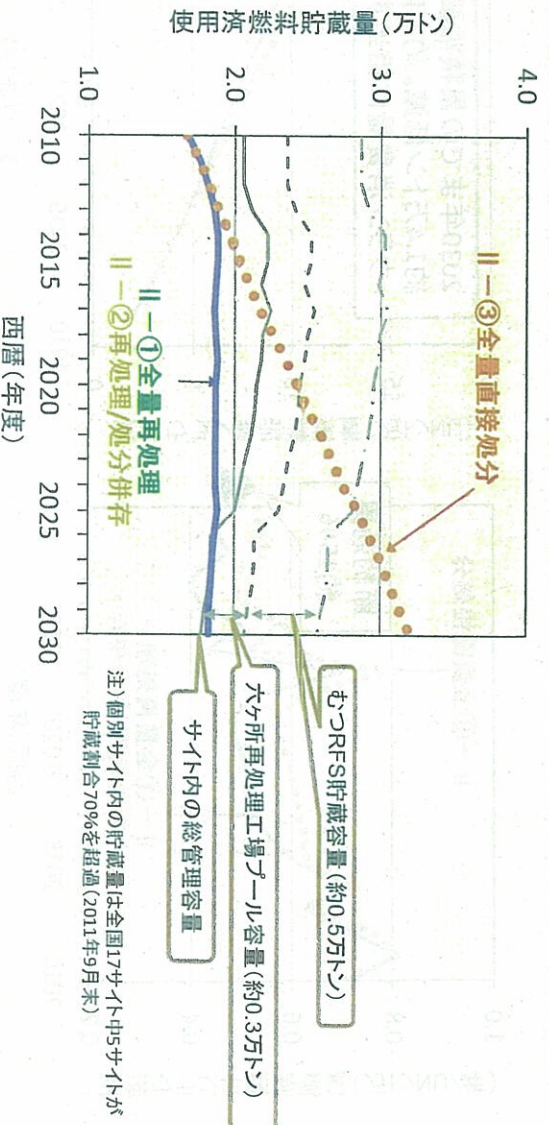
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

4

解析結果(使用済燃料貯蔵量)

表現修正

- 全量直接処分Ⅱ-③の場合、使用済燃料貯蔵量は直線的に増加し続けるが、六ヶ所再処理工場を運転するⅡ-①およびⅡ-②の場合、使用済燃料貯蔵量はリサイクルするため、その貯蔵量の増加を抑えることができる。



シナリオ間の使用済燃料貯蔵量比較

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

5

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：放射性廃棄物発生量(地層処分)

共通事項

- ・ どのシナリオにおいても、最終処分施設の立地・建設が不可欠。

シナリオ	2030年までの発生量			埋設する場合の廃棄物としての合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	高レベル放射性廃棄物から固化体	低レベル放射性廃棄物(地層処分)	使用済燃料		
シナリオ1(全量再処理)	0.3万m ³	0.7万m ³	1.9万t ^{※1}	5万m ³ ※2	215万m ²
シナリオ2(再処理/処分併存)	0.3万m ³	0.7万m ³	1.9万t ^{※3}	5万m ³ ※4	215万m ²
				15万m ³ ※5	493万m ²
シナリオ3(全量直接処分)	0.04万m ³	0.1万m ³	3.2万t ^{※6}	18万m ³ ※7	567万m ²

※1, 3, 6 2030年時点で貯蔵されている使用済燃料。
 ※2 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※1を再処理した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※4 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※3を再処理した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※5 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※3を直接処分した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積
 ※7 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※6を直接処分した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

6

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：低レベル放射性廃棄物(地層処分以外)

共通事項

- ・ 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の通常運転時及び廃止措置時に生じるものが大部分を占めており、シナリオによる廃棄物発生量の差は大きくない。

シナリオ	2030年までの発生量			埋設する場合の廃棄物量の合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	余格深地処分、浅地中ピット処分及び浅地中トレンチ処分廃棄物の合計	原子力からの廃棄物	再処理施設からの廃棄物	その他の廃棄物	
シナリオ1(全量再処理)	37万m ³	1.9万m ³	1.3万m ³	45万m ³ ※1	68万m ² ※1
シナリオ2(再処理/処分併存)	37万m ³	1.9万m ³	1.3万m ³	45万m ³ ※1	68万m ² ※1
シナリオ3(全量直接処分)	37万m ³	4.7万m ³	1.3万m ³	43万m ³	67万m ²

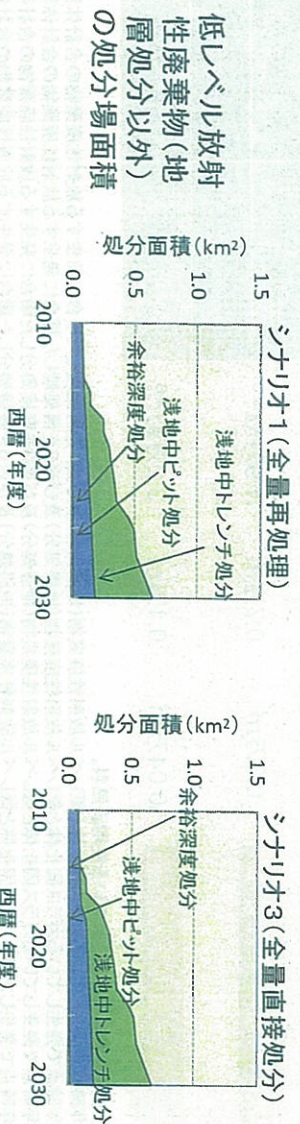
※1 将来発生する再処理施設及びMOX燃料加工施設の廃止措置に伴う廃棄物を含めた値。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

7

解析結果(低レベル放射性廃棄物(地層処分以外))



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

8

核燃料サイクルを巡る国際的視点: Pu利用(在庫量)

共通事項

- 2010年末時点で、海外からの未返還分(約23tPu)、国内発電所保管分(約1tPu)及び抽出済み分(約2.3tPu)が存在するため※、これらを減らすことが必要。
- 海外未返還分と国内発電所保管分は約1700万kW相当の原子炉によるプルサーマル約10年で利用可能。

シナリオ1(全量再処理)

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 今後、再処理によってPuが発生(800t/年の場合、4tPu/年強)するが、プルサーマルを実施する原子炉の規模を約1700万kWと仮定すると、現有Puを削減しつつ、現有Puがなくなった後もPuを増やさずバランスしながらプルサーマルの実施が可能。

シナリオ3(全量直接処分)

- 国内MOX燃料加工工場の建設は中止されるため、国内で抽出済みのPu約2.3tPuをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

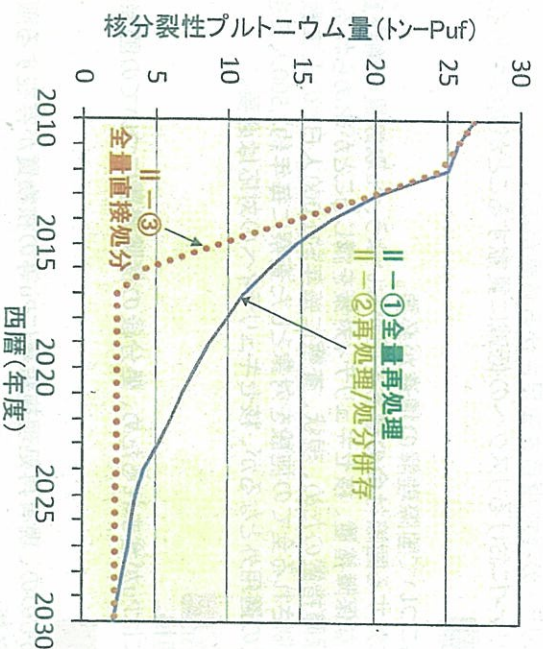
※我が国には、その他研究用として約3.3tPu存在する。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

9

解析結果(Pu貯蔵量)



核分裂性プルトニウム貯蔵量の推移

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

10

核燃料サイクルを巡る国際的視点: 国際貢献

共通事項

- アジア、中東等における原子力発電所の利用が拡大していく中で、核不拡散、特に使用済燃料の的確な管理等が避けれられない課題。我が国は原子力発電に関する主要な技術保有国・輸出国であり、また、非核兵器保有国でありながら核燃料サイクル能力を有する独特の位置づけにある。

シナリオ1(全量再処理)

シナリオ2(再処理/処分併行)

- 高速炉サイクル技術を含む核燃料サイクル施設で培った安全、保障措置、核セキュリティに関する基盤技術を他の国に技術支援することにより、国際貢献できる。
- 我が国の設備規模、運転状況に依存するが、多国間枠組みに我が国が積極的に関わることもできる。

シナリオ3(全量直接処分)

- 核燃料サイクル分野において国際貢献できる範囲はシナリオ1、シナリオ2と比べて狭まる。但し、その範囲において積極的にかかわることができる。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

11

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核拡散、核セキュリティにおけるリスクへの影響

共通事項

- IAEA保障措置や核セキュリティの要求項目を満足させる必要がある。
- 世界の核拡散、核セキュリティにおけるリスクへの低減に貢献することが重要である。

シナリオ1(全量再処理)

- 平和利用に限定することについて国際理解の増進が必要。
- 核拡散や核テロの発生に対する国際社会の懸念を招かないよう、Pu取扱量や輸送量が増えることに対して国際社会で合意された厳格な保障措置、核セキュリティ対策を講じることが求められる。
- 我が国の再処理施設の保障措置のため、現状、査察に毎年約1,000人日※の人工数を要している(2010年実績で、原子炉等規制法で規制される全ての施設を対象とした査察に毎年約2,500人日を要する)。
- ガラス固化体は保障措置の適用外となるが、核セキュリティへの対応は必要。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 基本的にはシナリオ1と同様。
- 使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、処分後の保障措置についての国際的な検討が必要。

シナリオ3(全量直接処分)

- Pu取扱量や輸送量が減るものの、現有再処理施設等にPu等の核物質が存在する限り、核不拡散、核セキュリティの取り組みの維持が必要。
- 使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、処分後の保障措置についての国際的な検討が必要。

※ 平成23年第29回定例会資料4号「我が国における保障措置活動状況等について」参照

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

12

確保：開発の柔軟性、政策変更への柔軟性

件コメ：シナリオ1には失敗リスク(投資損失)も追記できなかつた場合は損失になる旨記載

(再処理)

- 政策選択が全量再処理に固定されているため、政策変更の柔軟性は限定される(政策課題が大きくある)。
- 使用済燃料は資源として取扱われると固定される。
- 長期的な再処理技術、高速炉技術の実用化を目指すため、投資を集中できる。ただし、実用化が出来なくなつた場合は、その時点までの投資が全て損失となる。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 再処理もしくは直接処分のいずれかを選択できるので、他シナリオより柔軟。
- 使用済燃料は資源または廃棄物として取扱われる。
- 再処理技術、高速炉技術、直接処分技術の実用化を全て目指すため、投資が分散する。特定の技術に集中投資せず、各技術開発の進捗を確認しながら進めるため、投資損失のリスクが低い。

→シナリオ2は分散投資・Check & Review型実施のため投資損失リスクが小さい。

シナリオ3(全量直接処分)

- 政策選択肢が全量直接処分に固定されているため、政策変更の柔軟性は問題が大きくなる)。
- 使用済燃料は廃棄物として取扱われると固定される。
- 直接処分技術のみ実用化を目指すこととなるため、投資を集中できる。実用化が出来なくなつた場合は、直接処分技術固有の開発に要した投資が損失となる。

→シナリオ3は直接処分固有部分のみ？

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

13

経済性：シナリオに基づく核燃料サ

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

—算定の考え方—

共通事項

- 各シナリオ毎の総費用(2010～2030年)は下記の考え方で算出

シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

＝ベース値＋シナリオを実現するために今後追加となる費用

- ベース値

サイクルコスト*(円/kWh) × 2010～2030年の総発電電力量(kWh)

*：本小委員会にて実施した試算を元に各シナリオ毎のサイクルコストを試算。

- なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

14

経済性：シナリオに基づく核燃料サ

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

—ベース値—

- 本小委員会にて実施した試算を元に、各シナリオ毎のサイクルコストを試算。(単位：円/kWh)

単位：円/kWh、割引率3%	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	中間貯蔵分を直接処分	シナリオ3 (全量直接処分)
ウラン燃料	0.77	0.77	0.77	0.81
MOX燃料※ (クロソエント計)	0.07 (0.85)	0.07 (0.85)	0.07 (0.85)	---
再処理等	0.57	0.57	0.51	---
中間貯蔵	0.02	0.02	0.02	0.09
高レベル廃棄物処分 直接処分	0.04	0.04	0.04	---
(バツクエント計)	(0.63)	(0.63)	0.02 (0.59)	0.10～0.11 (0.19～0.21)
合計	1.48	1.48	1.44	1.00～1.02
× 5.6兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)				
ベース値	8.3兆円	8.3兆円	8.1兆円	5.6～5.7兆円

※ 海外からの返還Puの利用費用及び返還放射性廃棄物処分費用は全シナリオとも含めていない。
ただし、海外Pu利用は全てのシナリオで同等に扱っているので、各シナリオで費用の差は無い。

誤植修正

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

15

経済性：シナリオに基づく核燃料サイ

ーシナリオを実現するために今後追加となる費用

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

	シナリオ1, 2	シナリオ3
①再処理工場及び既存工場のMOX工場の建物・設備の未償却資産見合いの費用		1.78 兆円
②廃止に必要な廃棄物処理設備等*の建設費及び既存施設も含めた工場全体の廃止までの操業費 *：現在未建設だが操業中と廃止中に使用する設備	ベース値に含む	0.27 兆円
③上記①及び②の建物・設備の廃止措置費用	同上	1.51 兆円
④発生済廃棄物（ガラス固化体及びTRU廃棄物）の輸送・処分費	同上	0.07 兆円
⑤回収済Puの貯蔵管理・処分関係費用	同上	α
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の費用差 (1.7兆円×(14,500万円/U－8,500万円/U))	－	1.02 兆円

表現統一

出典：日本原燃からの提供等に基づく

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

16

経済性：シナリオ

ー立地自治体との条件の変更に伴い

又吉コメ：返送SFで発電所が止まる
英き増しコストを含めるべき
→資料1-4で計算。数値のみ記載

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

1. 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送する可能性

◆ 上記に伴う使用済燃料輸送費用

0.05兆円～
0.05兆円

【◆ 使用済燃料返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費 x.x～x.x兆円】

2. 海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性

0.25兆円

◆ 既存の海外返還廃棄物貯蔵施設(高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター)の未償却資産見合いの費用

◆ 海外返還廃棄物の移送費用

◆ 新規海外返還廃棄物貯蔵施設と将来の廃止費用

※上記に加え、今後予定される海外返還予定廃棄物の返還時期延期による貯蔵費用の追加も発生し得る

誤植修正

3. 六ヶ所低レベル放射性廃棄物処分施設の受入れが延滞する可能性 0.06兆円

◆ 新規低レベル放射性廃棄物処分施設のうち港湾、敷地費用

4. むつRFS建設計画中止の可能性(搬入予定の燃料が再処理されない場合) 0.03兆円

◆ 現在までの建設投資額(キヤス除く)

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

17

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクル

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

—比率Ⅱ(総発電電力量5.6兆kWh)まで—

尾本コメ：シナリオ2の直接処分には費用差を含むべきでは？
→コメシット対象は無いが、統一のため

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
1	8.3兆円	8.3兆円	5.6～5.7兆円
未償却費用の見合い	—	—	1.78兆円
2	廃止に必要な設備・廃止措置費用等	ベース値に含む	ベース値に含む
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の処分費用差	—	—	1.02兆円
1.85兆円			

上記に加え立地自治体との各々の変更に伴い下記費用が発生する可能性がある。

又吉コメ：返送SFで発電所が止まる英き増しコストを含めるべき
→資料1.4で計算。数値のみ記載

0.39兆円～

(xx～xx兆円の追加コストの可能性*)

※ 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

18

立地困難性(使用済燃料貯蔵施設)

伴コメ：使用済燃料は資源ではない
→4/20策定会議シット時に、そのまま有効利用で合意済み
→4/23代理コメが有効利用→「再処理するまでの間貯蔵すること」

のため、使用済燃料の貯蔵容量の増強が必要である。

強、貯蔵施設の追加(敷地外：貯蔵施設の建設)

- 敷地外の使用済燃料貯蔵施設に関しては地元の詳細を得ているのはむつRFS一箇所のみである。むつRFSは、使用済燃料を再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として50年間貯蔵することで地元了解と国からの事業許可を得ている。

- いずれのシナリオでも、地元からは使用済燃料を搬出すること(特に時期)を求められる。

シナリオ1(全量再処理)

- 貯蔵する使用済燃料の量は、他のシナリオと比較して相対的に少ない。
- 地元に対し、使用済燃料は再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として貯蔵することで申し入れる。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 2030年までは、貯蔵する使用済燃料の量はシナリオ1と同じ。
- 地元に対して、従来説明し理解を得ている内容に修正を加え、使用済燃料は再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として貯蔵するか廃棄物として貯蔵するか、不明確な位置付けで申し入れることになる。申し入れに当たり、使用済燃料の扱いの将来像が不明確な場合には、搬出先についても求められる可能性がある。

シナリオ3(全量直接処分)

- 貯蔵する使用済燃料の量は、他のシナリオと比較して相対的に多い。
- 地元に対して、従来説明し理解を得ている内容に修正を加え、使用済燃料は廃棄物として貯蔵することで申し入れる。
- 申し入れに当たり、搬出先についても求められる可能性がある。

脱字修正

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

19

社会受容性：立地困難性（最終処分施設）

共通事項

- ・ 現時点で、貯蔵されている使用済燃料が約1.7万tU、ガラス固化体が約2,600本ある。放射性廃棄物の処分対策は将来世代に先送りすべきでない。
- ・ 最終処分施設の立地はいずれのシナリオでも容易ではない。

シナリオ1（全量再処理）

- ・ 最終処分施設の面積は他のシナリオと比較して小さくなる。
- ・ ガラス固化体を前提とした地層処分については、ガラス固化の安定性等の知見が得られており、それを踏まえた立地活動が行われてきている。

シナリオ2（再処理/処分併存）

- ・ 直接処分も行いう場合には、最終処分施設の面積はシナリオ1と3の中間となる。（直接処分を行う使用済燃料の量に応じて増大する。）
- ・ 直接処分も行いう場合には、直接処分に関する十分な知見が得られるまで本格的な立地活動開始が困難なため、選定作業が遅れる可能性がある。
- ・ プルトニウム等の核物質を埋設することに住民の理解の獲得が必要である。

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 最終処分施設の面積は他のシナリオと比較して大きくなる。
- ・ 直接処分に関する十分な知見が得られるまで本格的な立地活動開始が困難なため、選定作業が遅れる可能性がある。
- ・ プルトニウム等の核物質を埋設することに住民の理解の獲得が必要である。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

20

政策変更または 政策を実現するための課題

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

21

雇用への影響

シナリオ3(全量直接処分)

- 再処理事業を中止した場合には、サイクル事業に関連して働く約5,000人(県内出身約7割)の多くを占める事業の雇用へ影響を及ぼす可能性がある。

■日本原燃㈱及び関連社員数				(人)
会社名	社員数	県内雇用数	備考	
日本原燃㈱	2,442	1,374	昭和61年度以降の新規採用者数は1,781人で、うち地元採用は1,345人	
㈱ジェイテック	295	259		
原燃輸送㈱六ヶ所輸送事業所	31	25		
むつ川(川)原原燃興産㈱	203	201		
六ヶ所原燃警備㈱	165	165		
関連会社※	1,902	1,594		
合計	5,038	3,618		

※サイクル施設及び付帯施設の関連業務(メンテナンス等)を行う会社 合計51社

出典：「豊かで活力ある地域づくりをめざして～原子燃料サイクル施設等の立地に伴う地域振興」より抜粋

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

22

経済面、技術基盤面への影響

- 我が国が培ってきた核燃料サイクルの技術力への影響(人材、技術基盤、インフラストラクチャーへの影響)

シナリオ1(全量再処理)

- 軽水炉サイクル及びFBRサイクル技術は現計画のままであり、今後開発を進めることで更なる発展が期待される。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 軽水炉サイクル技術については、現計画のままであり、今後開発を進めることで更なる発展が期待される。
- 直接処分技術について実用化に向けた研究開発を行うため、直接処分に関する人材、技術基盤、インフラが蓄積される。但し、ガラス固化体処分と技術的に重なる部分が多く、その研究開発成果を流用できる。
- FBRサイクル技術については、実用化に向けた研究開発から、その実施の判断に必要な研究レベルに変わること、FBRに対する民間の投資意欲が減退する可能性がある。

經濟面、技術基盤面への影響

- 我が国が培ってきた核燃料サイクルの技術力への影響（人材、技術基盤、インフラストラクチャーへの影響）

シナリ才3(全量直接処分)

- 直接処分技術について実用化に向けた研究開発を行うため、直接処分に関する人材、技術基盤、インフラが蓄積される。但し、ガラス固化体処分と技術的に重なる部分が多く、その研究開発成果を流用できる。

● 発電炉に比べて建設機会が非常に少ない再処理事業は、現在の施設の運転や改良工事を通じて知見の蓄積と改良を図りながら独自に技術力を維持・向上させる必要があり、事業が中止されれば、現時点で民間に蓄積されている建設・運転・保守の知見や人材は失われるため、再び再処理政策を選択したとしても、失われた技術を取り戻すために、長い期間や多大な費用が必要となる。

・ FBRサイクルの実用化に向けた研究開発を中止した場合、関連の研究開発については、基本的に規模の縮小／中止（予算減、人員減、関連研究施設の廃止）となり、これまで培ってきた技術を長期間維持することは困難になる。また、これまで、常陽、もんじゅ等の建設・運転や、FBR宝田ルィに向けた進め

→JAEAデータが3月、4月現在していたため
4月に統一

→JAEAデータが3月、4月現在していたため
4月に統一

発に関わる人材規模

【JAEA】

(核燃料サイクル工学研究所:約730名、高速増殖炉研究開発センター(もんじゅ):約10名、大洗研究開発センター(常陽など):約530546名、次世代原子カシステム研究開発部門:約180200名)
【メーカー】約900人(BRサイクル開発業務に従事するエンジニア数)

【メーカー】 約900人（FBRサイクル開発業務に従事するエンジニア数）

【日本原燃】約 2400人

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

24

日米原子力協定への影響

共通事項

1974年のインボの核実験を契機としたカーター米大統領による核不拡散政策の強化により、旧動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構）東海再処理施設（1971年建設開始）の運転にかかわる日米原子力協定に基づく米国の同意取り付けが難航。核不拡散強化方針を打ち出していた米国との間で10年にわたる交渉の結果、再処理にかかる包括同意等を取り付けた（1988年）。

シナリオ1(全量再処理)

- ・再処理を継続する場合でも、福島事故を踏まえ、核セキュリティの強化など、より厳格な不拡散に関する措置が求められる可能性がある。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- 再処理を実施する場合はシナリオ1と同じ。
- 再処理能力を超えた使用済燃料の扱いが不明確のままであるため、その取扱いを米国と協議することが必要となる可能性がある。
- 将来再処理するかどうか不明確な場合、**改定改訂交渉**が難航し、再処理の包括同意をとりつけれない可能性がある。

シナリオ3(全量直接処分)

- 再処理を中止するため、日米協定にその内容を反映することが必要。
- 一旦再処理政策を取りやめ、再び再処理政策を選択しようとする場合、改定改訂交渉が難航し、長期に亘って再処理ができない可能性がある。

誤植修正

脱字修正

海外再処理に伴う返還放射性廃棄物

共通事項

- ・ 仏国からの低レベル廃棄物、英国からの高レベル廃棄物が返還される予定。
- ・ 返還放射性廃棄物は、青森県の協力のもとに、ガラス固化体に関する廃棄物管理施設へ一時的に受け入れ、管理期間終了後に搬出することとなっている。

シナリオ1(全量再処理)

- ・ ガラス固化体に関する廃棄物管理施設の位置付けは変わらず、返還放射性廃棄物を現行の廃棄物管理施設に受け入れる現計画に変更なし。

シナリオ2(再処理/処分併存)

- ・ ガラス固化体に関する廃棄物管理施設の位置付けは変わらず、返還放射性廃棄物を現行の廃棄物管理施設に受け入れる現計画に変更なし。

シナリオ3(全量直接処分)

誤植修正

- ・ 再処理を中止するため、六ヶ所再処理工場のガラス固化体に関する廃棄物管理施設への返還放射性廃棄物を受け入れることがなくなる可能性がある。
- ・ 上記の場合、返還放射性廃棄物を受け入れるための施設を準備する必要があるが、受け入れ先の選定に時間を要する有する場合、仏国で「放射性廃棄物管理の研究に関する法律※」に抵触する等、国際問題となる可能性がある。

※放射性廃棄物管理の研究に関する法律 第3条一 外国からの放射性廃棄物は、仮にその廃棄物が再処理委託によって発生した場合でも、再処理上、技術的に必要とされる期間を越えて貯蔵してはならない。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

26

六ヶ所再処理工場の稼働が 5年遅れた場合の評価

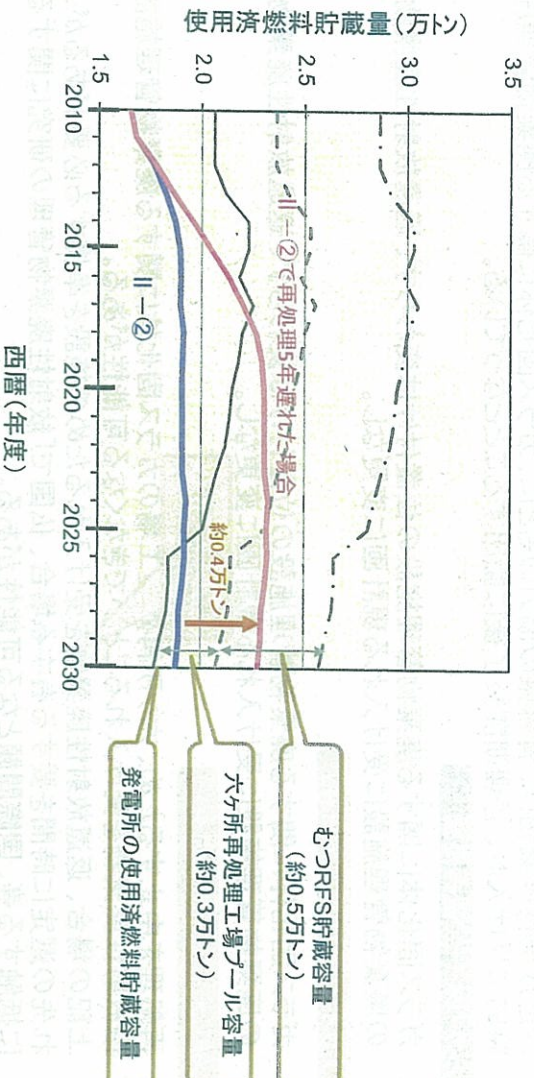
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

27

六ヶ所再処理工場の稼働が5年遅れた場合の解析結果(使用済燃料貯蔵量の推移)

使用済燃料貯蔵量の推移(六ヶ所再処理工場5年遅れた場合の影響)



2012/4/27 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回) 28

六ヶ所再処理工場の稼働が5年遅れた場合の影響

使用済燃料貯蔵量

- ① 再処理の稼働が5年遅れ、その後再処理を開始した場合には、国内における使用済燃料貯蔵量が2030年時点で再処理されない分(約0.4万トン)増加する。(青の実線⇒ピンクの実線)
- ② この場合、発電所の使用済燃料貯蔵容量に六ヶ所再処理工場プール容量を加えた容量(灰色の破線)を2025年頃に上回ることとなる。
- ③ なお、再処理の稼働が5年遅れることによって、六ヶ所再処理工場から使用済燃料を搬出することを求められた場合※には、使用済燃料貯蔵量(ピンクの実線)は2018年頃に貯蔵容量(黒の実線)を上回ることとなる。
- ④ ②及び③の場合は、発電所毎に貯蔵状況は異なるので、上記の時期よりも早く貯蔵容量を超える発電所が出てくる可能性がある。

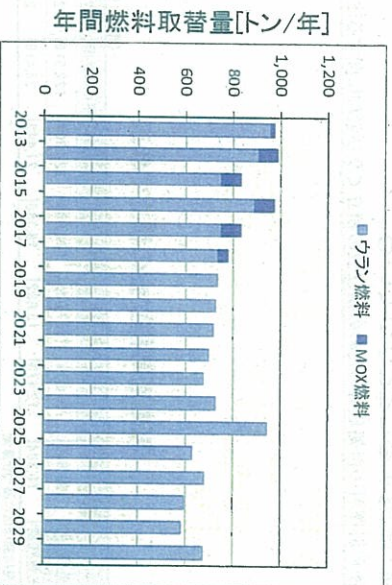
※青森県と事業者との覚書(H10.7.29)では、再処理事業の確実な実施が著しく困難となった場合には、協議の上、使用済燃料の施設外への搬出を含め、速やかに必要な措置を講ずることとなっている。

サイクル関連事業の停滞

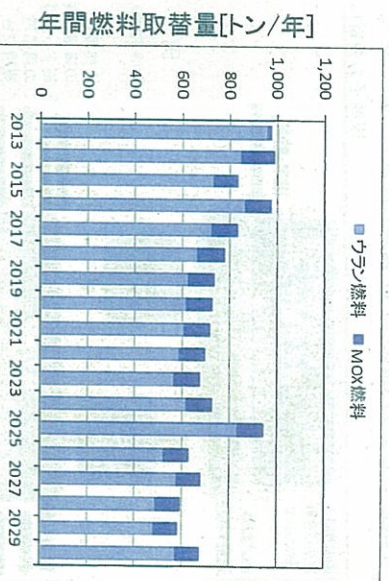
この間、六ヶ所再処理工場の安全確保、機能維持のために年間約1,000億円を経費が必要となる。

参考：天然ウランの節約効果の推移

全量直接処分③



全量再処理①



西暦(年度)

西暦(年度)

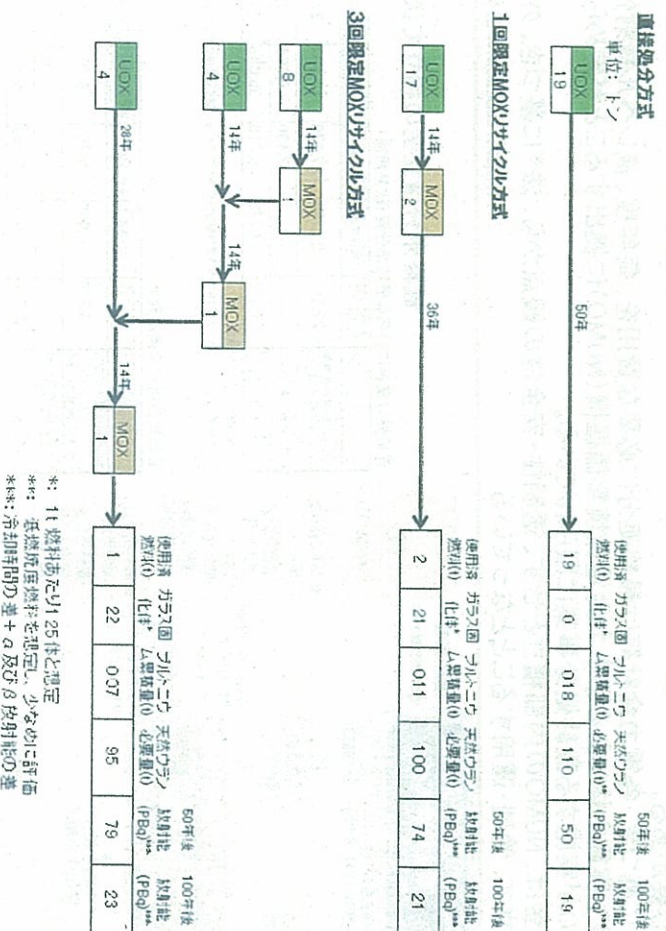
注)ウラン燃料には初装荷分を含む

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

30

参考：直接処分とMOXリサイクルの比較



出典：第11回新大綱策定会議(平成24年3月29日)、資料第5号、山名委員からの提出意見より

2012/4/27

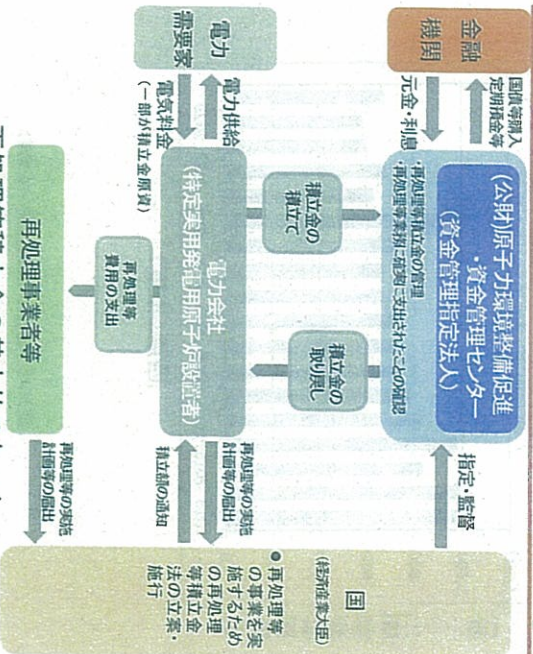
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

31

参考：再処理等積立金

- 原子力発電所の使用済燃料を再処理する事業は、その費用が巨額であり、事業が長期にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要があります。
- このため、法※に基づき、各電力会社は再処理等に必要な費用を積み立てることが定められており、その用途は再処理の実施に限られている。
- 再処理等積立金は、再処理事業者や各電力会社の内部積立とはせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律



再処理等積立金の積立て状況

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
総見積額	126,850	126,873	127,038	118,958	121,308	122,516	122,237
積立金残高	10,364	12,479	15,602	18,309	21,443	24,416	26,572

※総見積額は法に基づき算定

- 総見積額は六ヶ所再処理工場で再処理される使用済燃料(32,000tU)に係る再処理等の金額。

再処理等積立金の基本的スキーム
出典：(公財)原子力環境整備促進・資金管理センターHP

2012/4/27

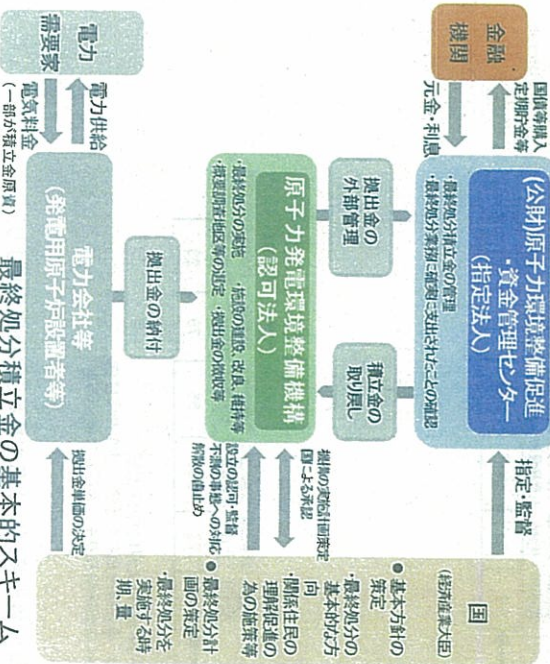
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

32

参考：最終処分積立金

- 原子力発電所の使用済燃料から生じる高レベル放射性廃棄物等の最終処分事業は、その費用が巨額であり、事業が長期にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要があります。
- このため、法※に基づき、各電力会社等は最終処分に必要な費用を、毎年度、高レベル放射性廃棄物等の発生量に応じて、実施主体である原子力発電環境整備機構(NUMO)に拠出することが定められており、その用途はNUMOが実施する最終処分事業に限られている。
- 最終処分拠出金は、NUMOの内部積立とせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律



最終処分積立金の積立て状況

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
総見積額	27,652	27,728	27,879	27,582	27,922	27,769	27,183
積立金残高	—	—	7,439	7,506	7,637	7,548	7,404
合計	27,652	27,728	35,318	35,088	35,559	35,317	34,587

※総見積額は法に基づき算定

※NUMOの業務については、平成19年の特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律の改正により制度が変更され、平成20年度から拠出を開始。

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
最終処分積立金運用残高	—	—	—	—	—	—	—
電力供給	4,236	4,999	5,763	6,498	7,394	8,201	8,798
電力会社等(発電用原子炉設置者等)	—	—	—	95	137	175	216
合計	4,236	4,999	5,763	6,592	7,530	8,375	9,014

(単位：億円)

出典：(公財)原子力環境整備促進・資金管理センターHP

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

33

参考; サイクルコスト試算条件(変更点)

項目	2011年10月技術小委		今回
ウラン燃料濃縮度	再処理モデル 現状モデル	BWR 3.7% PWR 4.6%	←
	直接処分モデル	PWR 4.5%	←
平均取出燃焼度	UO ₂ 燃料: 45,000 MWd/t MOX燃料: 40,000 MWd/t		←
炉内滞在時間	5年		←
熱効率	34.5%		←
為替レート	85.74 円/\$		←
割引率	0, 1, 3, 5 %		3%
再処理: 中間貯蔵比率	50: 50		80:20 (使用済燃料発生量の減少に伴う)
次世代生成率	15%		←
所内率	3.5%		4.0% (コスト等検証委員会に併せる)

※ 上表以外は変更なし。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

34

ステップ3の評価：2030年まで (原子力比率Ⅲのケース)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

原子力比率Ⅲのケースにおける 評価シナリオについて

- 原子力比率Ⅲの場合には、2020年までに原子力発電比率がゼロとなることから、再処理路線を採るシナリオを想定することは困難である。
- よって、原子力比率Ⅲのケースにおいては、シナリオ3（全量直接処分）のみを評価する。

シナリオ評価における評価項目について

- エネルギー安全保障、ウラン供給確保
 - 資源節約、燃料危機への抵抗力
- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物
 - 使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量、放射性廃棄物発生量
- 核燃料サイクルを巡る国際的視点
 - Pu利用(在庫量)、国際貢献
 - 核不拡散、核セキュリティリスクへの影響
- 選択肢の確保(柔軟性)
 - 開発の柔軟性、政策変更への柔軟性
- 経済性
 - シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 など
- 社会受容性
 - 立地困難性(使用済燃料貯蔵施設及び最終処分施設)
- 政策変更または政策を実現するための課題
 - 使用済燃料貯蔵への影響、立地自治体との信頼関係への影響、雇用への影響、技術力への影響(人材、技術基盤・インフラストラクチャの影響)、日米原子力協定への影響、海外委託再処理に伴う返還廃棄物への影響、政策変更に伴う費用負担のあり方

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

2

エネルギー安全保障：資源節約、燃料危機への抵抗力

シナリオ3(全量直接処分)

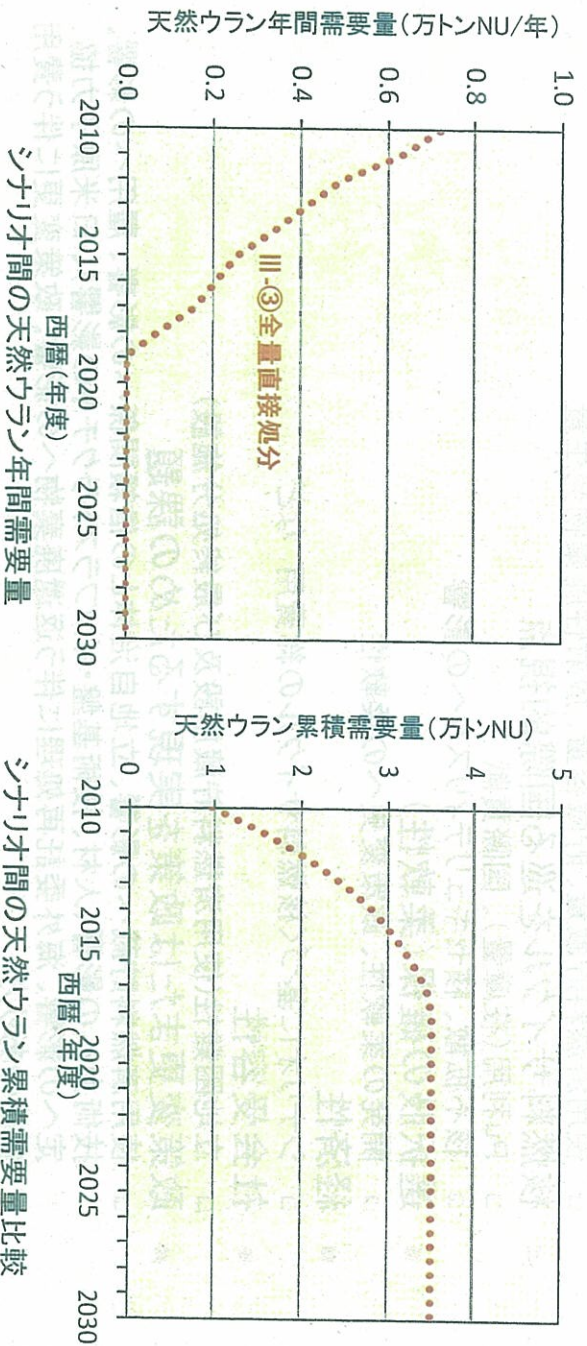
- ・ 原子力発電の特徴である燃料危機(価格高騰化、供給途絶)に対する抵抗性を確保できるので、エネルギーの安定供給に貢献するが、原子力比率が低くなるにつれてその効果は小さくなる。
- ・ 直接処分にはエネルギー安全保障上の追加的な価値がない。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

3

解析結果(天然ウラン需要量)



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

4

使用済燃料管理・貯蔵、貯蔵容量、廃棄物：使用済燃料貯蔵量

シナリオ3(全量直接処分)

誤植修正
(2.4352)

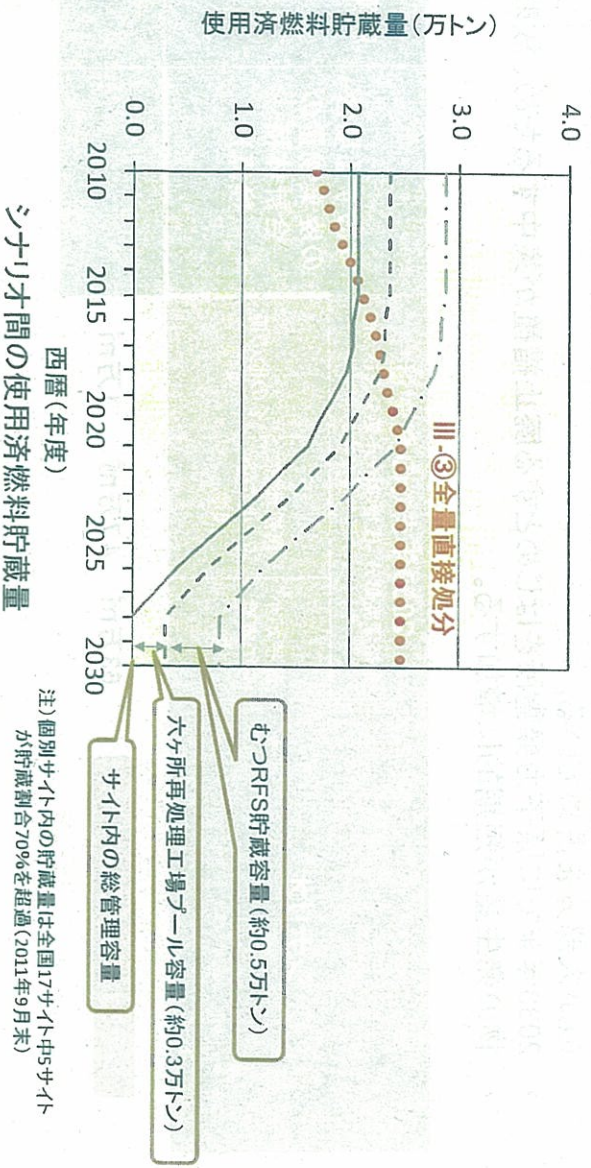
- 2010年末時点の使用済燃料の総量は約1.7万tUである。2020年までに追加で発生する使用済燃料の発生量は、約0.8万tUであり、合計で約2.5万tUとなる。
- サイト内の使用済燃料プールの貯蔵容量は約1.1万tU(2010年時点)である。
- 2020年まで廃棄物としての使用済燃料は約2.4352万tU発生し、2015年頃、サイト内の使用済燃料プールの貯蔵容量を超える。
- また、2020年までに原子力比率がゼロとなるため、全ての原子力発電所の廃止措置が必要である。
- 原子力発電所の廃止措置のためにはサイト内の使用済燃料プールから使用済燃料を搬出する必要がある。
- 今後は新たな貯蔵施設の早期の確保が必須。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、直接処分を前提とした利用に課題がある。
- また、六ヶ所再処理施設での貯蔵継続に課題がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

5

解析結果(使用済燃料貯蔵量)



シナリオ間の使用済燃料貯蔵量

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

6

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：放射能

廃棄物発生量(地層処分)

シナリオ3(全量直接処分)

- 最終処分施設の立地・建設が不可欠。
- 再処理を行わないため、ガラス固化体は新たに発生しないが、現在保有する約1.76万tUの使用済燃料及び2020年までの発電により発生する約0.809万tUの使用済燃料を地層処分する必要がある。
- しかしその結果、深い地層に埋設する場合の廃棄物としての合計体積は10万m²を超え、処分施設の合計面積も400万m²を超える。

誤植修正
(0.785)

誤植修正
(1.6502)

シナリオ	2030年までの発生量			埋設する場合の廃棄物としての合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	高レベル放射性廃棄物ガラス固化体	低レベル放射性廃棄物(地層処分)	使用済燃料		
シナリオ3(全量直接処分)	0.04m ³	0.2m ³	2.4万tU※1	14万m ³ ※2	437万m ²

※1 2030年時点で貯蔵されている使用済燃料。

※2 2030年時点で発生しているガラス固化体と低レベル放射性廃棄物(地層処分)及び※1を直接処分した場合に発生する放射性廃棄物の合計体積

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

7

使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）

シナリオ3（全量直接処分）

- 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の通常運転時及び廃止措置時のが大部分を占めている。
- 2030年までに原子力発電所をはじめとする廃止措置が集中するため、放射性廃棄物の発生量が短期的に増加する。

誤植修正

シナリオ	2030年までの発生量 余裕深度処分、浅地中ピット処分及び浅地中トレンチ処分廃棄物の合計			埋設する場合の 廃棄物量の 合計体積 (換算)	廃棄物量の 最終処分施設 の合計 面積 (換算)
	原子炉からの廃棄物	再処理施設からの廃棄物	その他の廃棄物		
シナリオ3（全量直接処分）	63万㎡	4.7万㎡	1万㎡	68万㎡	142万㎡

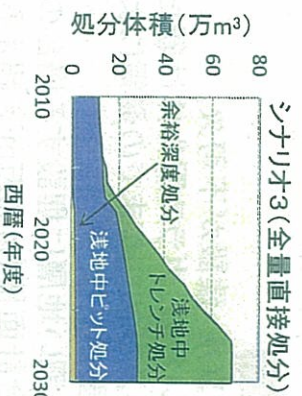
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

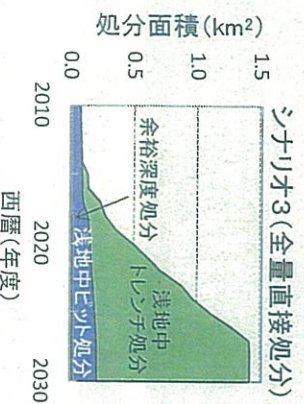
8

解析結果（低レベル放射性廃棄物（地層処分以外））

低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）の処分体積



低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）の処分場面積



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

9

核燃料サイクルを巡る国際的視点：Pu利用（在庫量）

シナリオ3（全量直接処分）

- 2010年末時点で、海外からの未返還分（約23tPu_{UF}）、国内発電所保管分（約1tPu_{UF}）及び抽出済み分（約2.3tPu_{UF}）が存在するため※、これらを減らすことが必要。
- 海外未返還分と国内発電所保管分は約1600万kW相当の原子炉によるフルサークル約10年で利用可能。
- 海外におけるMOX燃料製造スケジュールによっては、2020年までに燃焼しきれない可能性がある。
- 国内MOX燃料加工工場の建設は中止されるため、国内で抽出済みのPu約2.3tPu_{UF}をMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

抜け落ち
修正

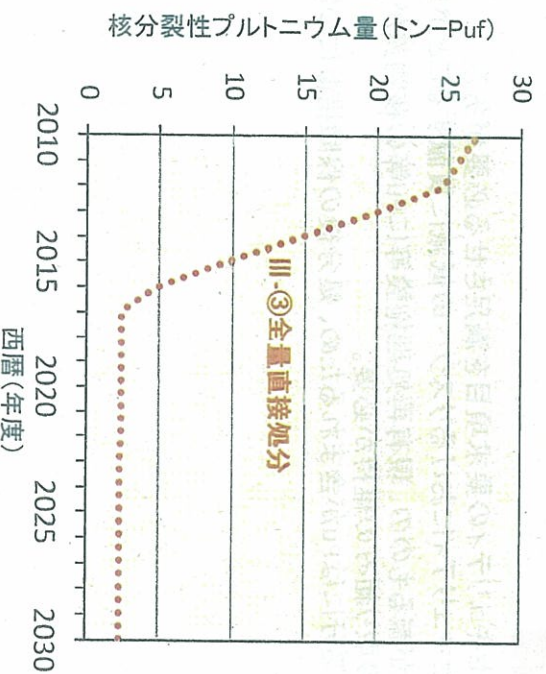
※我が国には、その他研究用として約3.3tPu_{UF}存在する。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

10

解析結果（Pu貯蔵量）



核分裂性プルトニウム貯蔵量の推移

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

11

核燃料サイクルを巡る国際的視点： 国際貢献

シナリオ3（全量直接処分）

- 原子力発電比率が0となるため、原子力発電を含め核燃料サイクル分野において国際貢献は困難となる。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

12

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核拡散、核セキ キュライにおけるリスクへの影響

シナリオ3（全量直接処分）

- IAEA保障措置や核セキュライの要求項目を満足させる必要がある。
- 世界の核拡散、核セキュライにおけるリスクへの低減に貢献することが重要である。
- Pu取扱量や輸送量が減るものの、現有再処理施設等にPu等の核物質が存在する限り、核不拡散、核セキュライの取り組みの維持が必要。
- 使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、処分後の保障措置についての国際的な検討が必要。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

13

選択肢の確保：開発の柔軟性、政策変更への柔軟性

シナリオ3（全量直接処分）

- 政策選択肢が全量直接処分に固定されているため、政策変更の柔軟性は問題が大きくなる。
- 使用済燃料は廃棄物として取扱われると固定される。
- 直接処分技術のみ実用化を目指すこととなるため、投資を集中できる。実用化が出来なくなつた場合は、**直接処分技術固有の開発に要した投資が損失となる。**

シナリオ3は直接処分固有部分のみ？

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

14

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクル — 算定の考え方 —

経済性説明資料
別途作成中
（後ほど差し替え）

共通事項

- 各シナリオ毎の総費用（2010～2030年）は下記の考え方で算出
シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

= ベース値 + シナリオを実現するために今後追加となる費用

- ベース値

サイクルコスト*（円/kWh）× 2010～2030年の総発電電力量（kWh）

*：本小委員会にて実施した試算を元に各シナリオ毎のサイクルコストを試算。

- なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

15

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルベース値

経済性説明資料
別途作成中
(後ほど差し替え)

- ・ 本小委員会が実施した試算を元に、各シナリオ毎のサイクルコストを試算。(単位：円/kWh)

シナリオ3 (全量直接処分)	
単位：円/kWh、割引率3%	
ウラン燃料 MOX燃料※1 (フロントエンド計)	0.81 --- (0.81)
再処理等 中間貯蔵 高レベル廃棄物処分 直接処分※2 (バックエンド計)	--- 0.09 --- 0.11~0.12 (0.11~0.12)
合計	1.01~1.03
× 2.0兆kWh (2010~2030年の総発電電力量)	
ベース値	2.0~2.1兆円

※1 海外からの返還Puの利用費用及び返還放射性廃棄物処分費用は含めていない。
 ※2 原子力比率Ⅲの場合には2030年までに発生する使用済燃料は2.2万tU。処分施設のスケーラブル効果を考慮し、直接処分単価を1.1倍とした。

2012/4/27 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回) 16

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクル別途作成中 —シナリオを実現するために今後追加となる費用(後ほど差し替え)

シナリオ3	
①再処理工場及び既着工済MOX工場の建物・設備の未償却資産見合いの費用	1.78兆円
②廃止に必要な廃棄物処理設備等*の建設費及び既存施設も含めた工場全体の廃止までの作業費 *：現在未建設だが操業中と廃止中に使用する設備	0.27兆円
③上記①及び②の建物・設備の廃止措置費用	1.51兆円
④発生済廃棄物(ガラス固化体及びTRU廃棄物)の輸送・処分費	0.07兆円
⑤回収済Puの貯蔵管理・処分関係費用	α
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の費用差 (1.7万tU×(14,500万円/tU-8,500万円/tU))	1.02兆円

表現統一

経済性：シナリオI

—立地自治体との条件の変更について

又吉コメ：返送SFで発電所が止まる
 抜き増しコストを含めるべき
 →資料1.4で計算。数値のみ記載

経済性説明資料
 別途作成中
 (後ほど差し替え)

1. 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送する可能性 0.05兆円～

◆ 上記に伴う使用済燃料輸送費用 0.05兆円

[◆ 使用済燃料返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費 x.x～x.x兆円]

2. 海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性 0.25兆円

◆ 既存の海外返還廃棄物貯蔵施設(高レベル放射性廃棄物

貯蔵管理センター)の未償却資産見合いの費用

◆ 海外返還廃棄物の移送費用

◆ 新規海外返還廃棄物貯蔵施設と将来の廃止費用

※上記に加え、今後予定される海外返還予定廃棄物の返還時期延期による貯蔵費用の追加も発生し得る

誤植修正

3. 六ヶ所低レベル放射性廃棄物処分施設の受入れが延滞する可能性 0.06兆円

◆ 新規低レベル放射性廃棄物処分施設のうち港湾、敷地費用

4. むつRFS建設計画中止の可能性(搬入予定の燃料が再処理されない場合) 0.03兆円

◆ 現在までの建設投資額(キヤスク除く)

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

18

経済性：シナリオに基づく核燃料サイ

経済性説明資料
 別途作成中
 (後ほど差し替え)

—比率Ⅲ(総発電電力量2.0兆kWh)まとめ—

尾本コメ：シナリオ2の直接処分には
 費用差を含むべきでは？
 →コスト対象は無いが、統一のため

シナリオ3
 (全量直接処分)

ベース値

2.0～2.1兆円

未償却資産の
 見合い費用

1.78兆円

2. 廃止に必要な設備・廃止措置費用等

1.85兆円

既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス
 固化体の処分費用差

1.02兆円

上記に加え立地自治体との条件の変更に伴い下記費用が発生する可能性がある。

3

又吉コメ：返送SFで発電所が止まる抜き
 増しコストを含めるべき
 →資料1.4で計算。数値のみ記載

(x.x～x.x兆円の追加コストの可能性※)

0.39兆円～

※ 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に返送による原子力発電所停止に伴う代替電源費

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

19

社会受容性：立地困難性（最終処分施設）

脱字修正

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 2020年までに原子力比率がゼロとなるため、全ての原子力発電所の廃止措置が必要である。
- ・ 原子力発電所の廃止措置のためには、サイト内の使用済燃料プールから使用済燃料を搬出する必要がある。
- ・ 使用済燃料貯蔵容量の増強に関して、地元の理解、同意に時間を要する。（敷地内：使用済燃料プールの増強、貯蔵施設の追設、敷地外：貯蔵施設の建設）
- ・ 敷地外の使用済燃料貯蔵施設に関して、敷地外：貯蔵施設を再処理するまでの間貯蔵することを目的に資源として50年間貯蔵することで地元了解と国からの事業許可を得ている。
- ・ 地元に対して、従来説明し理解を得ている内容に修正を加え、使用済燃料は廃棄物として貯蔵することで申し入れる。
- ・ 申し入れに当たり、地元からは使用済燃料を搬出すと（特に時期）を求められるほか、搬出先についても求められる可能性がある。

件コタ：使用済燃料は資源では無い
→4/20策定会議シク時に、そのままor
有効利用で合意済み
→4/23代理コタ「有効利用」→「再処理
するまでの間貯蔵すること」

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

20

社会受容性：立地困難性（最終処分施設）

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 現時点で、貯蔵されている使用済燃料が約1.7万tU、ガラス固化体が約2,600本ある。放射性廃棄物の処分対策は将来世代に先送りすべきでない。
- ・ 最終処分施設の立地は容易ではない。
- ・ 直接処分に関する十分な知見が得られるまで本格的な立地活動開始が困難なため、選定作業が遅れる可能性がある。
- ・ プルトニウム等の核物質を埋設することに住民の理解の獲得が必要である。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

21

政策変更または 政策を実現するための課題

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

22

雇用への影響

シナリオ3(全量直接処分)

- 再処理事業を中止した場合には、サイクル事業に関連して働く約5,000人(県内出身約7割)の多くを占める事業の雇用へ影響を及ぼす可能性がある。

日本原燃㈱及び関連社員数				(人)
会社名	社員数	県内雇用数	備考	
日本原燃㈱	2,442	1,374	昭和61年度以降の新 規採用者数は1,718人で、 うち地元採用は1,345人	
㈱ジェイテック	295	259		
原燃輸送㈱六ヶ所輸送事業所	31	25		
むつ小川原原燃興産㈱	203	201		
六ヶ所原燃警備㈱	165	165		
関連会社※	1,902	1,594		
合計	5,038	3,618		

H23.4.1現在

出典:「豊かで活力ある地域づくりをめざして～原子燃料サイクル施設等の立地に伴う地域振興」より抜粋

※サイクル施設及び付帯施設の関連業務(メンテナンス等)を行う会社 合計51社

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

23

経済面、技術基盤面への影響

- 我が国が培ってきた核燃料サイクルの技術力への影響（人材、技術基盤、インフラストラクチャーへの影響）

シナリオ3（全量直接処分）

- ・ 直接処分技術について実用化に向けた研究開発を行うため、直接処分にに関する人材、技術基盤、インフラが蓄積される。但し、ガラス固化体処分と技術的に重なる部分が多く、その研究開発成果を流用できる。
- ・ 発電炉に比べて建設機会が非常に少ない再処理事業は、現在の施設の運転や改良工事を通じて知見の蓄積と改良を図りながら独自に技術力を維持・向上させる必要があり、事業が中止されれば、現時点で民間に蓄積されている建設・運転・保守の知見や人材は失われるため、再び再処理政策を選択したとしても、失われた技術を取り戻すために、長い期間や多大な費用が必要となる。
- ・ FBRサイクルの実用化に向けた研究開発を中止した場合、関連の研究開発については、基本的に規模の縮小／中止（予算減、人員減、関連研究施設の廃止）となり、これまで培ってきた技術を長期間維持することは困難になる。また、これまで、常陽、もんじゅ等の建設・運転や、FBR実用化に向けた進め）

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

を目標

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

→JAEAデータが3月、4月混在していたため4月に統一

【JAEA】

（核燃料サイクル工学研究所：約730名、高速増殖炉研究開発センター（もんじゅ）：約10名、大洗研究開発センター（常陽など）：約530名、次世代原子力システム研究開発部門：約180名）

【メーカー】 約900人（FBRサイクル開発業務に従事するエンジニア数）

○再処理事業に関わる人材規模

【日本原燃】 約 2400人

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

24

政策変更または政策を実現するための課題

≡日米原子力協定

表現統一

シナリオ3（全量直接処分）

誤植修正

- ・ 再処理事業が中止になるため、日米協定にその内容を反映することが必要。
- ・ 一旦再処理政策を取りやめ、再び再処理政策を選択しようとする場合、**改定改訂**が難航し、長期に亘って再処理ができない可能性はある。
- ・ 原子力発電比率が0となることもない、濃縮事業も中止となる可能性があるため、日米協定にその内容を反映することが必要。
- ・ 一旦再処理政策を取りやめ、再び濃縮事業を再開しようとする場合、**改定改訂**交渉が難航し、長期に亘って濃縮ができない可能性がある。

政策変更または政策を実現するための課題 海外再処理に伴う返還放射性廃棄物

シナリオ3(全量直接処分)

表現統一

- 再処理を中止するため、六ヶ所再処理工場のガラス固化体に関する廃棄物管理施設への返還放射性廃棄物を受け入れることができなくなる可能性がある。
 - 上記の場合、返還放射性廃棄物を受け入れるための施設を準備する必要があるが、受け入れ先の選定に時間を要する有する場合、仏国で「放射性廃棄物管理の研究に関する法律※」に抵触する等、国際問題となる可能性がある。
- ※放射性廃棄物管理の研究に関する法律 第1条—外国からの放射性廃棄物は、仮にその廃棄物が再処理委託によって発生した場合でも、再処理上、技術的に必要

誤植修正

2012/4/27

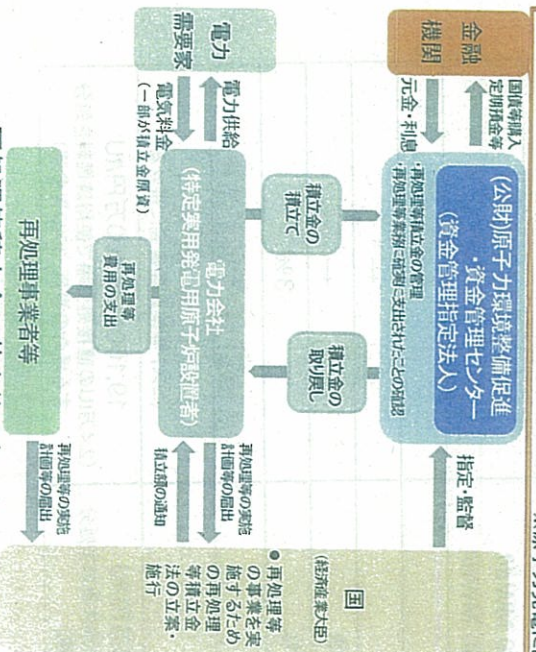
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

26

参考:再処理等積立金

- 原子力発電所の使用済燃料を再処理する事業は、その費用が巨額であり、事業が長期にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要がある。
- このため、法※に基づき、各電力会社は再処理等に必要な費用を積み立てることが定められており、その用途は再処理の実施に限られている。
- 再処理等積立金は、再処理事業者や各電力会社の内部積立とはせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律



再処理等積立金の積立て状況

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
総見積額	126,850	126,873	127,038	118,958	121,308	122,516	122,237
積立金残高	10,384	12,479	15,682	18,389	21,443	24,416	26,572

(単位:億円)

※総見積額は法に基づき算定

- 総見積額は六ヶ所再処理工場で再処理される使用済燃料(32,000tU)に係る再処理等の金額。

再処理等積立金の基本的スキーム

出典: (公財)原子力環境整備促進・資金管理センターHP

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

27

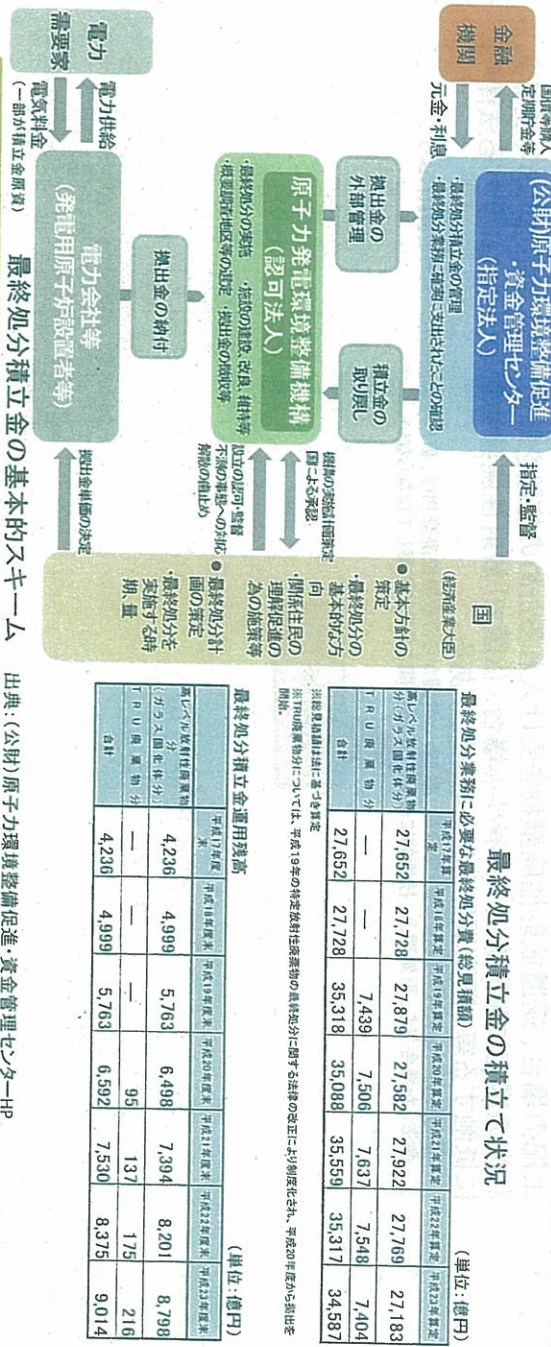
参考：最終処分積立金

○原子力発電所の使用済燃料から生じる高レベル放射性廃棄物等の最終処分事業は、その費用が巨額であり、事業が長期間にわたるため、世代間の公平性の観点から、必要な資金を透明性・安全性が担保された形で確保する必要がある。

○このため、法※に基づき、各電力会社等は最終処分に必要な費用を、毎年度、高レベル放射性廃棄物等の発生量に応じて、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）に拠出することが定められており、その使用はNUMOが実施する最終処分事業に限られている。

○最終処分拠出金は、NUMOの内部積立とせず、透明性・安全性の観点から、法※に基づき、外部の資金管理法人に積み立て、管理・運用することとなっている。

※特定放射性廃棄物の最終処分に關する法律



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

28

参考：サイクル

誤植修正

ト試算条件(変更点)

項目	2011 2012 年10月技術小委		今回
ウラン燃料濃縮度	再処理モデル	BWR 3.7%	←
	現状モデル	PWR 4.6%	←
平均取出燃焼度	直接処分モデル	PWR 4.5%	←
	UO ₂ 燃料: 45,000 MWd/t MOX燃料: 40,000 MWd/t		←
炉内滞在時間	5年		←
熱効率	34.5%		←
為替レート	85.74 円/\$		←
割引率	0.1, 3, 5 %		3%
次世代生成率	15%		←
所内率	3.5%		4.0% (コスト等検証委員会に併せる)
直接処分単価	17,400～20,100万円/tU (3.2万tUの直接処分場で使用済燃料を処分する場合の単価)		19,100～22,100万円/tU (2.4万tUの直接処分場で使用済燃料を処分する場合の単価: 3029員参照)

誤植修正

上表以外は変更なし。

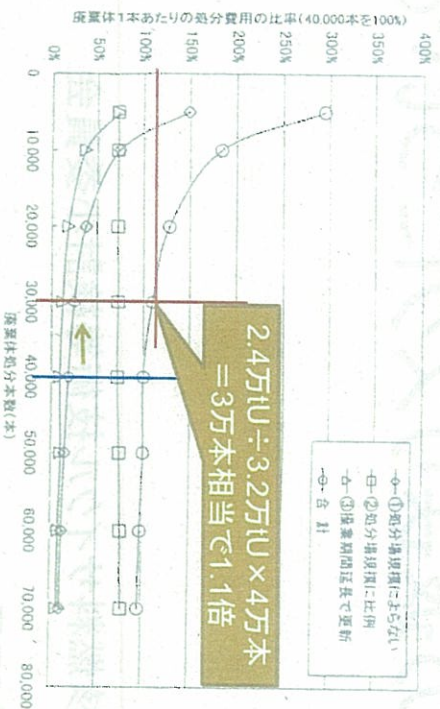
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

29

参考：直接処分施設のスケール効果

処分施設規模と処分スケールの設定



廃棄体処分本数と廃棄体一本当たりの処分費用の比較

- 左図はガラス固化体の処分単価に関するスケール効果の評価結果(平成11年原子力部会資料より)。ガラス固化体の最終処分単価は4万本(SFが3.2万tU相当)以下では、スケールメリットの効果が大きく上昇する。

直接処分事業は深地下に坑道を掘削し、廃棄体を定置、埋設することから、**ガラス固化体の処分事業と同様のスケール効果が適用できるとして推定した。**

- 原子力比率Ⅲの場合では、2.4万tUの使用済燃料が発生することから、発生量は3/4となり、左記図を元に、3.2万tUの処分単価の1.1倍と推定。

作業中

H24.4.20 20時版

使用済燃料の返送リスクについて (改訂版)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

使用済燃料の現状と懸念されるリスク

現状

- 国内では、六ヶ所再処理工場、並びに各発電所サイトの貯蔵能力が、満杯に近づきつつある。
- 青森県と事業者との覚書(H10.7.29)では、再処理事業の確実な実施が著しく困難となった場合には、協議の上、使用済燃料の施設外への搬出を含め、速やかに必要な措置を講ずることとなっている。

懸念されるリスク

- 六ヶ所再処理工場に貯蔵している使用済燃料が、搬出元の発電所に返送されたとした場合に、いくつかの発電所において使用済燃料プールの管理容量を超過し、順次、発電所の運転を停止せざるを得なくなるのではないか。



原子力発電所運転停止による発電電力量の
損失分を定量的に評価

六ヶ所貯蔵燃料返送による発電所管理容量の超過時期

電力会社	発電所	発電出力 (MW)	貯蔵容量 過年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
北海道電力	泊	2,070	2025																		
東北電力	安川 (2基)	2,174	2017																		
	東通 (1基)	1,100	2027																		
福島第一 (6基)		1,884	2012																		
東京電力	福島第二 (4基)	4,400	2012																		
	柏崎刈谷 (7基)	8,212	2014																		
中部電力	浜岡 (5基)	3,617	2016																		
北陸電力	志賀 (2基)	1,898	2026																		
関西電力	美浜 (3基)	1,666	2015																		
	高浜 (4基)	3,392	2015																		
中国電力	大浜 (2基)	4,710	2016																		
四国電力	島根 (2基)	1,280	2014																		
伊方 (3基)		2,022	2016																		
九州電力	玄海 (4基)	3,478	2012																		
	川内 (2基)	1,760	2022																		
	新井 (2基)	1,917	2016																		
日本原子力 研究開発機構 (1基)		1,100	2013																		

既設発電所における
運転可能期間

※使用済燃料の管理容量を超過した発電所は、運転できない。
(今年度中に六ヶ所再処理工場から搬出元の発電所に使用済燃料が返送された場合を仮定し試算)
(今年度から運転を再開し、再処理稼働なしと仮定し試算)

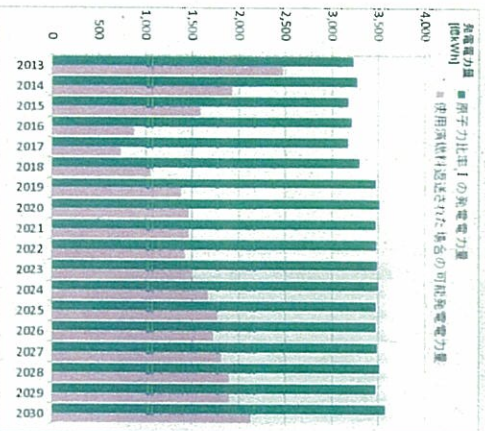
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

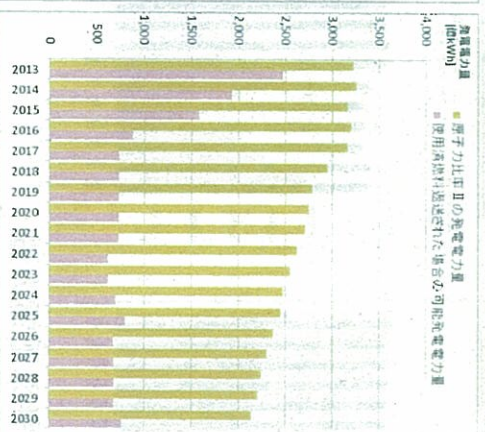
2

使用済燃料が返送された場合に懸念される影響

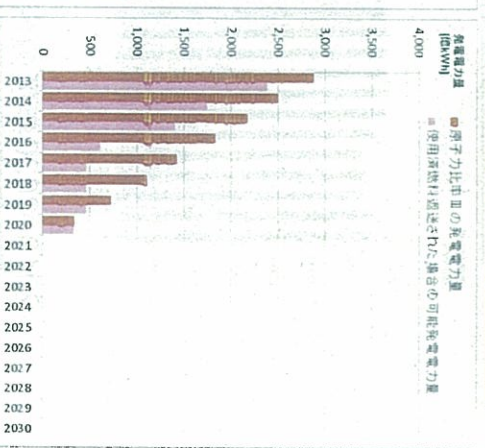
原子力比率Ⅰ



原子力比率Ⅱ



原子力比率Ⅲ



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅰ : 約6.1兆kWh

返送された場合 : 約2.9兆kWh

原子力比率Ⅱ : 約4.9兆kWh

返送された場合 : 約1.7兆kWh

原子力比率Ⅲ : 約1.3兆kWh

返送された場合 : 約0.8兆kWh

損失分 : 約3.2兆kWh

損失分 : 約3.2兆kWh

損失分 : 約0.5兆kWh

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

3

(参考) 火力炊き増しコストの計算方法

・計算の前提

- 中間貯蔵施設
 - 使用済燃料の管理容量を超えた発電所を稼働させるためには、中間貯蔵施設を建設する必要がある。
 - 中間貯蔵施設の建設は、むつRFSの場合で、立地可能性調査から操業開始まで、10年以上を要している。
 - 上記の実績を考慮し、10年及び15年を要する2ケースを想定する。※1

➤ 火力の炊き増し

- ○○によって炊き増すこととする。
- 炊き増し費用は、○.○円/kWh※2とする。

➤ 計算方法

$$[\text{炊増コスト}] = [\text{損失発電電力量}] \times ([\text{○○燃料費}] - [\text{サイクルコスト}]\text{※3})$$

※1: 原子力比率Ⅲについては、10年以内に全ての発電所が停止するため、中間貯蔵施設の建設を考慮しない。

※2: 出典を記載

※3: 各原子力比率において、最大のサイクルコストとなるシナリオを採用する。

2012/4/27

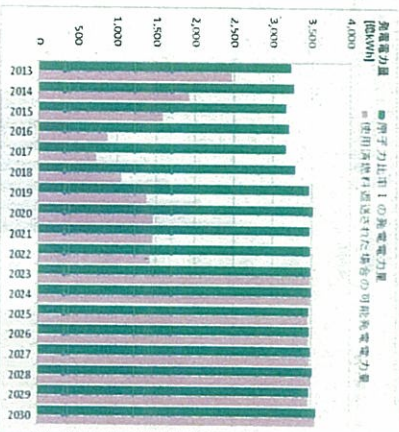
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

(参考) 火力炊き増しコスト(原子力比率Ⅰ)

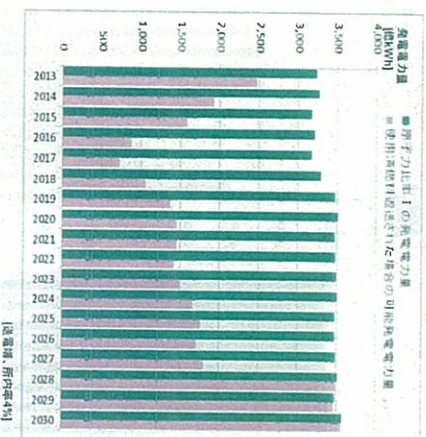
原子力比率Ⅰ

サイクルコスト: 1.43[円/kWh]

10年後中間貯蔵可能ケース



15年後中間貯蔵可能ケース



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅰ : 約6.1兆kWh

10年後貯蔵可能: 約4.2兆kWh

損失分: 約1.9兆kWh

原子力比率Ⅲ : 約6.1兆kWh

15年後貯蔵可能: 約3.3兆kWh

損失分: 約2.8兆kWh

炊増コスト: 約○○兆円

炊増コスト: 約○○兆円

2012/4/27

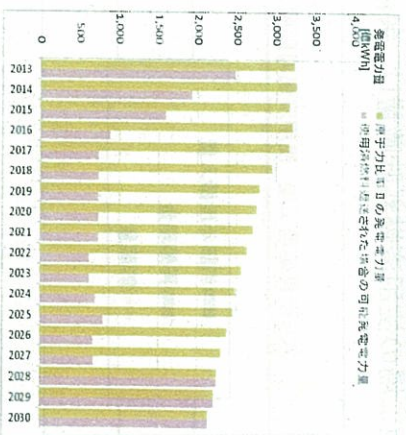
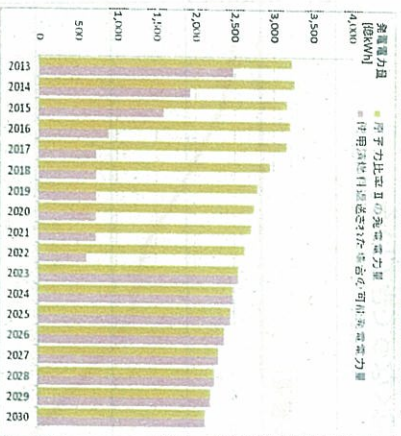
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

(参考)火力炊き増しコスト(原子力比率Ⅱ)

原子力比率Ⅱ

サイクルコスト:1.48[円/kWh]

10年後中間貯蔵可能ケース



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅱ : 約4.9兆kWh

10年後貯蔵可能: 約3.0兆kWh

損失分: 約1.9兆kWh

原子力比率Ⅲ : 約4.9兆kWh

15年後貯蔵可能: 約2.1兆kWh

損失分: 約2.7兆kWh

炊増コスト: 約〇〇兆円

炊増コスト: 約〇〇兆円

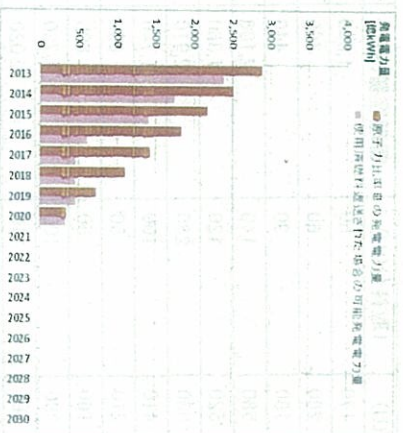
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

(参考)火力炊き増しコスト(原子力比率Ⅲ)

原子力比率Ⅲ

サイクルコスト:1.03[円/kWh]



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅲ : 約1.3兆kWh

5年後貯蔵可能: 約0.8兆kWh

損失分: 約0.5兆kWh

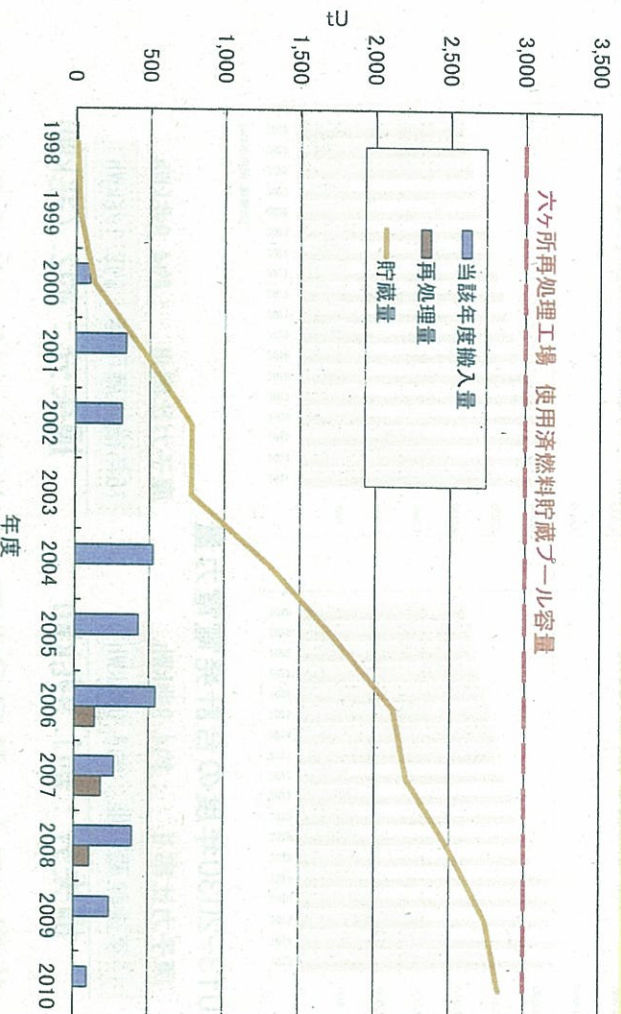
炊増コスト: 約〇〇兆円

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

(参考) 六ヶ所再処理工場における使用済燃料貯蔵の状況

- 六ヶ所再処理工場の使用済燃料貯蔵量は、余裕がなくなってきた。



第8回原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(H24.2.23)資料3-2を一部改訂

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

8

(参考) 各発電所(軽水炉)における使用済燃料の貯蔵状況

- 各社発電所では使用済燃料を各発電所内の使用済燃料プール等に貯蔵している。

(2011年9月末現在)						
電力会社名	発電所名	1炉心(tu)	1取替分(tu)	管理容量(tu)	貯蔵量(tu)	貯蔵割合(%)
北海道電力	泊	170	50	1,000	380	38
	女川	260	60	790	420	53
	東通	130	30	440	100	23
	福島第一	580	140	2,100	1,960	93
東京電力	福島第二	520	120	1,360	1,120	82
	柏崎刈羽	960	230	2,910	2,300	79
中部電力	浜岡	410	100	1,740	1,140	66
北陸電力	志賀	210	50	690	150	22
関西電力	美浜	160	50	680	390	57
	高浜	290	100	1,730	1,180	68
	大飯	360	110	2,020	1,400	69
中国電力	島根	170	40	600	390	65
四国電力	伊方	170	50	940	590	63
九州電力	玄海	270	90	1,070	830	78
	川内	140	50	1,290	870	67
	敦賀	140	40	860	580	67
日本原子力発電	東海第二	130	30	440	370	84
合計		5,070	1,340	20,630	14,200	69

注1) 管理容量は、原則として貯蔵容量から1炉心+1取替分を差し引いた容量。
 なお、中部電力の浜岡1・2号機の管理容量は、1・2号機の運転終了により、貯蔵容量と同量としている。
 注2) 中部電力の浜岡は、1・2号機の運転終了により、「1炉心」、「1取替分」を3～5号機の合計値としている。

注3) 四捨五入の誤差で合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある。
 注4) 東京電力の福島第一は、東日本大震災による事故発生前の値としている。

第8回原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(H24.2.23)資料3-2抜粋

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

9

(参考)立地自治体と事業者等との協定等

再処理工場の例

21 覚 書

青森県及び六ヶ所村と日本原燃株式会社は、電気事業連合会の立会いのもと、下記のとおり覚書を締結する。

記

再処理事業の確実な実施が著しく困難となった場合には、青森県、六ヶ所村及び日本原燃株式会社が協議のうえ、日本原燃株式会社は、使用済燃料の施設外への搬出を含め、速やかに必要かつ適切な措置を講ずるものとする。

平成10年 7 月29日

出典：冊子青森県の原子力行政（抜粋）

2012/4/27 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(H24.2.23)資料3-2抜粋 10

新規

(参考)使用済燃料貯蔵の各対策に要する時間(例)

- 中間貯蔵施設の建設は、立地可能性調査から操業開始まで10年以上の期間を要している。
- 発電所構内や敷地内の新たな使用済燃料貯蔵施設の設置にも長い期間を要する。
- 使用済燃料貯蔵対策には、地元の理解活動が重要である。

経過年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実績例 中間貯蔵施設 (むつ)	立地可能性調査			施設設計等								
[実績および事 業者の計画]	理解活動	立地協力要請	立地了承				許可可				建設	竣工
使用済燃料 乾式貯蔵設備 (東海第二)	施設設計等			許可可		建設	竣工					
	新増設計画提出	理解活動			新増設計画了承							
使用済燃料 貯蔵設備の 貯蔵能力増強 (敦賀2号)	施設設計等	許可可	現地工事	竣工								
	理解活動	事前了解										
使用済燃料 貯蔵設備 増強工事 (浜岡4号)	施設設計等	許可可	現地工事	竣工								
	理解活動											

※：作業準備期間は、実績期間から控除

総合資源エネルギー調査会電気事業分科会 第24回原子力部会(H22.4.19)資料

(参考) 燃料費差の根拠資料

中頼に依るエネルギー

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

12

H24.4.24 11:00版

核燃料サイクルの政策選択肢の 評価について:まとめ(案)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

経緯

- 平成23年9月、原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会を設置し、下記の事項に関して総合評価に資するデータの整理を実施。

- ① 使用済燃料の直接処分方法等の概念(報告済み)
- ② 原子力発電・核燃料サイクルの経済性試算(報告済み)
- ③ 原子力発電・核燃料サイクルオプシヨン
- ④ その他の専門技術的な事項

- 検討小委としては提言や統一見解をまとめるのではなく、「データ(根拠)に基づく」議論を進め、合意する点、できない点を整理して提示することとする。透明性を重視して、議論の経過やデータをすべて公開とする。

- 今年1月より、原子力発電・核燃料サイクルオプシヨンの検討を開始。

核燃料サイクルオプションの検討経緯

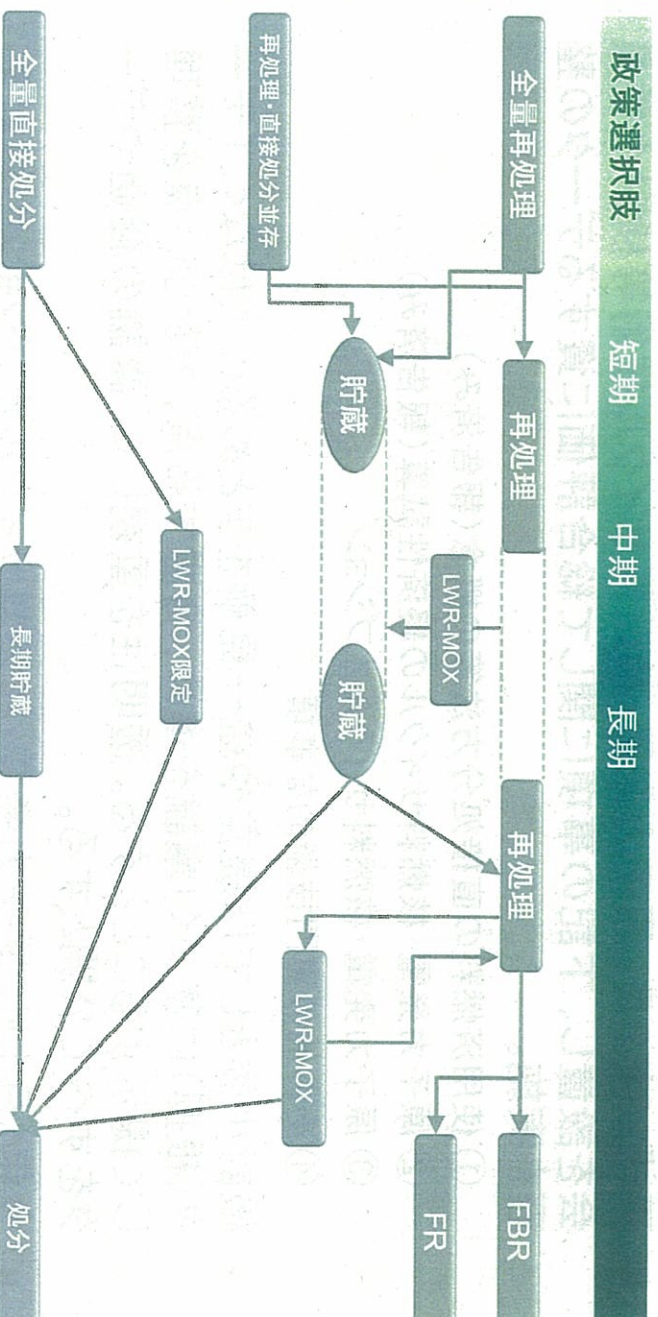
- ステップ1においては、政策選択肢を議論する上で、必要と思われる「技術の特性」について、検討を行った。
- ステップ2においては、の政策選択肢の定義を「使用済燃料の処理に関する基本的な方針」とした。
また、「全量再処理」に加え、「直接処分」、「再処理と直接処分の並存」の3つの政策選択肢を選定した。
- ステップ3においては、3つの政策選択肢について、定性的、定量的な評価を行った。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

2

様々な政策の流れ



2012/4/27

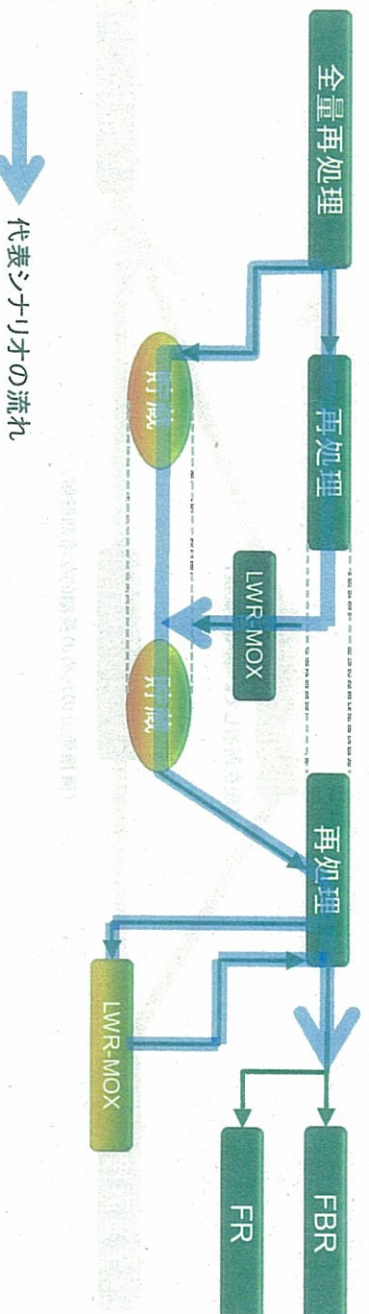
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

3

①全量再処理の代表シナリオ

- 使用済ウラン燃料を現有施設で再処理し、回収したプルトニウムを当面プルサーマルで使用する。
- 使用済MOX燃料と現有施設の能力を超える使用済燃料を中期的に貯蔵する。
- 長期的に全ての使用済燃料を再処理し、国産のFBR/FRの実用化まではプルサーマルで、実用化後はFBR/FRで回収したプルトニウムを使用する。

政策選択肢 短期 中期 長期



2012/4/27

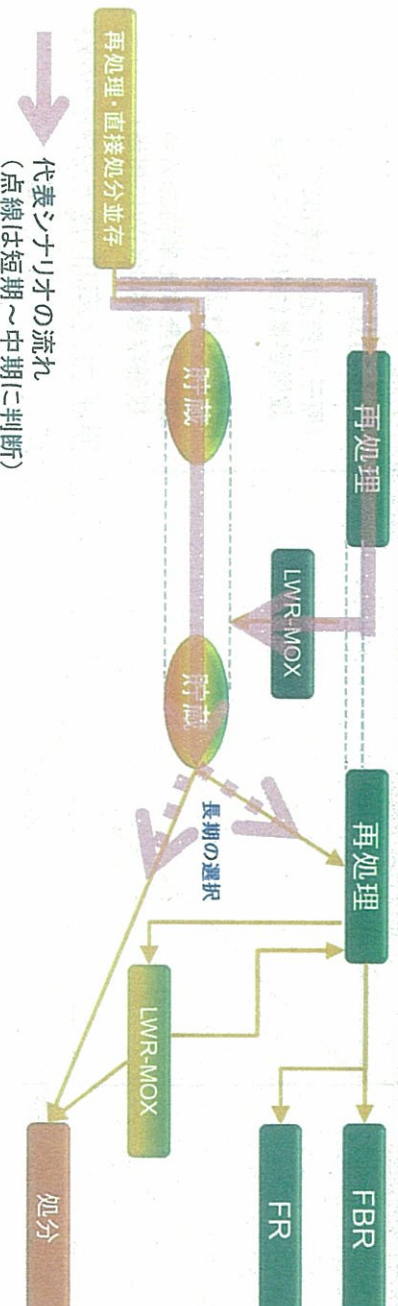
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

4

②再処理・直接処分並存の代表シナリオ

- 使用済ウラン燃料を現有施設で再処理し、回収したプルトニウムを当面プルサーマルで使用する。
- 使用済MOX燃料と現有施設の能力を超える使用済燃料を中期的に貯蔵する。
- 国産のFBR/FRの実用化を判断するために必要な研究開発を実施するとともに、直接処分の実用化に向けた研究開発に着手。長期の進め方はその成果等を踏まえて短期～中期に判断する。

政策選択肢 短期 中期 長期
 長期の選択を判断



2012/4/27

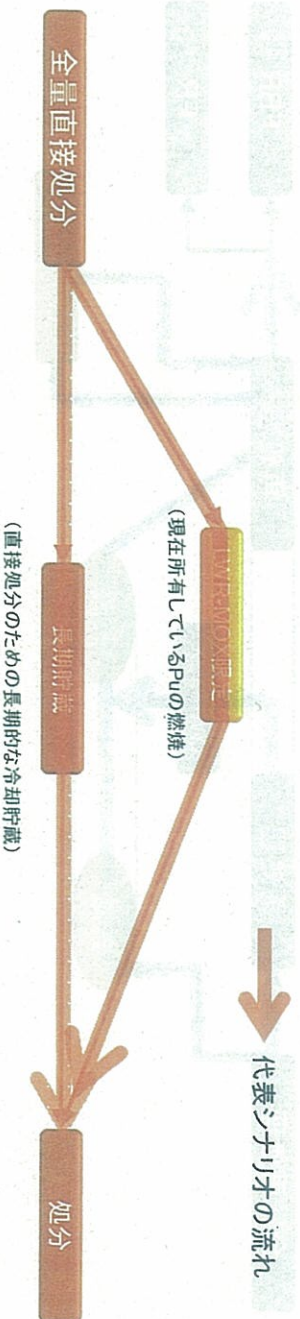
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

5

③全量直接処分 の代表シナリオ

- 再処理は中止する。現在所有しているプルトニウムはプルサーマルで使用する。
- 最終処分ができるまで使用済燃料や使用済MOX燃料は貯蔵する。
- 国産のFBR/FR実用化に向けた研究開発は中止し、直接処分の実用化に向けた研究開発を実施する。

政策選択肢 短期 中期 長期



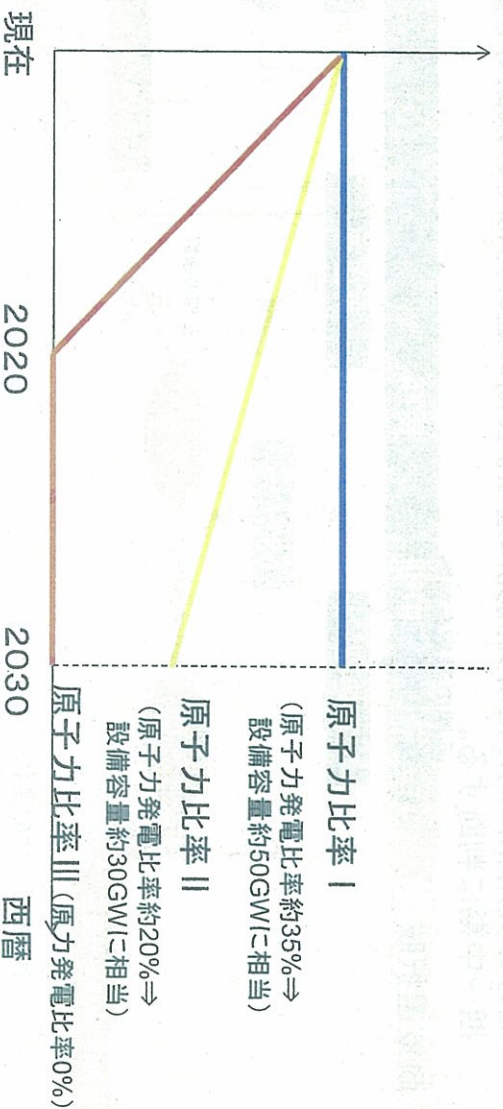
2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

6

各原子力発電比率の設定

総合資源エネルギー調査会基本問題委員会で検討されているエネルギーベストミックスの検討中の中から、代表的な原子力発電比率のうちの3つを選定した。



2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

7

原子力発電比率と代表シナリオの組合せ

	①全量再処理 代表シナリオ	②併存 代表シナリオ	③全量直接処分 代表シナリオ
原子力比率Ⅰ (2030年50GW)	I－①	I－②	I－③
原子力比率Ⅱ (2030年30GW)	II－①	II－②	II－③
原子力比率Ⅲ (2020年0GW)	—	—	III－③

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

8

シナリオ評価における評価項目について

◆短期的に重要な課題

- 使用済燃料管理・貯蔵
 - 使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量
 - 核燃料サイクルを巡る国際的視点
 - Pu利用(在庫量)、国際貢献
 - 核不拡散、核セキュリティリスクへの影響
 - 日米原子力協定への影響
- 政策変更または政策を実現するための課題(立地困難性を含む)
 - 使用済燃料貯蔵への影響、立地自治体との信頼関係への影響、雇用への影響、技術力への影響(人材、技術基盤・インフラストラクチャの影響)、海外委託再処理に伴う返還廃棄物への影響、政策変更に伴う費用負担のあり方

◆中・長期的に重要な課題

- 経済性
 - シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 など
- エネルギー安全保障、ウラン供給確保
 - 資源節約、燃料危機への抵抗力
- 放射性廃棄物発生量
 - 選択肢の確保(柔軟性)
 - 開発の柔軟性、政策変更への柔軟性

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

9

短期的に重要な課題

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

10

使用済燃料管理・貯蔵

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、使用済燃料貯蔵容量の確保は緊急の課題である。原子力発電所の敷地内、敷地外にかかわらず、使用済燃料の貯蔵施設は使用済み燃料管理の柔軟性を高めることができるので重要である。

- 2010年末の貯蔵総量は1.7万トンであり、シナリオに応じて累積していく。発電所貯蔵容量は現在約2万トンであるが、発電所の廃止時には貯蔵容量も減る。
- 六ヶ所再処理工場のプールの容量は0.3万トン、むつ中間貯蔵施設(以下、「むつRFS」という。)の容量は0.5万トン。

- シナリオ1, 2においては、使用済燃料の貯蔵能力の増強が進まず、六ヶ所再処理工場の稼働を考慮しない想定をすると、貯蔵割合が高い発電所が複数存在するので、一部の発電所の貯蔵容量が一杯になる可能性がある。

- シナリオ3においては、使用済燃料の貯蔵能力の増強が進まない場合は、六ヶ所再処理工場のプール及びむつRFSに使用済燃料を貯蔵できたとしても、2030年までには全ての発電所の貯蔵容量を上回る。
シナリオ2も

ただし、この場合は六ヶ所再処理事業が中止されると返送リスクが生じる。これに加え、むつRFSは再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する施設であることから、立地自治体と再交渉が必要である。

- シナリオ2, 3においては、使用済燃料が「廃棄物」として取り扱われる可能性があると、使用済燃料の貯蔵施設の社会受容性に課題が出る可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

11

核燃料サイクルを巡る国際的視点：Pu 利用（在庫量）

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、2010年末時点で海外からの未返還分約23トシPu_f、国内発電所保管分約1トシPu_f、抽出済み分約2.3トシPu_fの在庫量※があり、これを減少させていくことが必要である。
- シナリオ1, 2においては、六ヶ所再処理工場が稼働すれば、年約4トシPu_f強のPuが発生するが、プルサーマルを順調に進めることができれば、在庫量は減少する。
- シナリオ3においては、最大限のプルサーマル利用を進めることができれば、10年以内に海外のプルニウムを消費可能だが、国内に在庫しているPuを消費するためにはMOX燃料の加工能力の確保が必要である。

※ 研究用のPuを除く

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

12

核燃料サイクルを巡る国際的視点：国 際貢献

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、世界の原子力発電の利用拡大が進む中、原子力発電技術を保有し、核燃料サイクル能力を有する独特の位置づけを持つ国として国際貢献が期待される。
- シナリオ1, 2においては、核燃料サイクル技術を持つ日本は、安全、保障措置、核セキュリティ(3S)に関する基盤技術の分野で世界に貢献できる。
- シナリオ3においては、核燃料サイクル分野での貢献は比較的狭まるが、その範囲において積極的にかかわることができる。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

13

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核拡散・核セキュリティへの影響

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- シナリオ1、2においては、Pu取扱量や輸送量が増えることへの対策が必要である。
- シナリオ3においては、Pu取扱量、輸送量が減るが、Puの在庫量がゼロになるまでは対策が必要である。
- いずれのシナリオにおいても、ガラス固化体は保障措置の適用外となるが、核セキュリティへの対応が必要である。
- いずれのシナリオにおいても、使用済燃料の直接処分にはPuが含まれるため、保障措置について国際的な検討が必要である。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

14

核燃料サイクルを巡る国際的視点：日米原子力協定への影響

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、プルトニウム利用で包括的合意が含まれている日米原子力協定は2018年に改定時期を迎える。
- シナリオ1においては、再処理を継続する場合には厳格な措置が求められる可能性がある。
- シナリオ2においては、再処理能力を超えた使用済燃料の取り扱いが不明確のため、米国との協議が必要となり、改訂交渉が難航し、再処理の包括同意をとりつけられない可能性がある。
- シナリオ3においては、再処理中止を協定に反映することが必要となり、再び再処理政策を選択しようとする場合に改訂交渉が難航し、長期に亘って再処理ができない可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

15

政策変更に関わる課題

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- シナリオ3においては、六ヶ所再処理工場が中止された場合、以下のような課題が考えられる。

- 事業に伴う費用で現制度では未回収となる費用の発生
- 青森県の原子燃料サイクル施設からの使用済燃料返送リスク
- 再処理のため払い出されることを前提とするむつRFSが利用できないリスク
- 地元雇用や経済に与える影響
- 核燃料サイクル技術基盤が失われるリスク
- 海外再処理に伴う返還廃棄物の受け入れが困難になるリスク
- シナリオ3においては、最悪の場合はエネルギー政策として必要な原子力規模を維持できないリスクもある。
- シナリオ2においては、使用済燃料は資源または廃棄物として取り扱われるため、むつRFSに搬入する使用済燃料が再処理されない場合は、使用済燃料を受け入れられないリスクがある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

16

中・長期的に重要な課題

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

17

経済性：総費用

経済性評価を踏まえ、
見直しが必要

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、「埋没費用」は約〇兆円であり、これは六ヶ所事業を開始すると決定したことによる共通の費用である。

□ シナリオ1、2では現在の積立金制度で回収可能だが、シナリオ3では新たな回収制度が必要。

- いずれのシナリオにおいても、同じ原子力規模間では、「埋没費用」以外の費用の差はそれほど大きくない。
- シナリオ3においては、六ヶ所再処理工場が中止された場合は、最悪の場合、エネルギー政策として必要な原子力規模を維持できないため、その代替電源による多大な費用が発生するリスクもある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

18

エネルギー安全保障：資源節約、燃料危機への抵抗力

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、原子力発電の短中期的な燃料危機への抵抗力は高い。
- いずれのシナリオにおいても、プルサーマルを実施することにより、一定の資源の節約効果がある。

(参考)2030年以降については、下記の特徴がある。

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

- 長期的には、FBRが実用化されれば、資源制約を大きく緩和できる。原子力発電規模が減少しても、一定規模を維持する範囲で、FBR導入の価値は存在する。

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- 原発がゼロになる場合、エネルギー資源確保のみを目的としたFBR導入の必要性はなくなる。

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- 高レベル放射性廃棄物処理技術としてのFR利用の価値は原子力比率に関係なく存在する。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

19

放射性廃棄物発生量

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- いずれのシナリオにおいても、最終処分施設の立地・建設が不可欠である。
- いずれのシナリオにおいても、最終処分施設の面積は、直接処分が導入されると増加する。全量再処理に比べ約3倍の面積となるが、立地活動にどの程度影響あるかは不明である。
- いずれのシナリオにおいても、低レベル放射性廃棄物(地層処分以外)は、原子力発電施設の廃炉に伴う廃棄物量が80%以上を占めるため、シナリオ間の差は少ない。
- シナリオ2、3においては、使用済燃料の直接処分はPuが含まれるため、社会受容性で課題となる可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

20

選択肢の確保(柔軟性)

原子力比率Ⅰ

原子力比率Ⅱ

原子力比率Ⅲ

- シナリオ1、3においては、ともに使用済燃料の取扱いが固定されているため、柔軟性は限定される。
- シナリオ1においては、再処理・高速炉の実用化を目指すため、投資を集中できる。一方で、実用化ができない場合、その投資が無駄になるリスクがある。
- シナリオ2においては、判断までの間、再処理・直接処分のいずれかを選択できるので柔軟性が高い。使用済燃料の取扱いが再処理を目的とした資源または廃棄物の取り扱いとなるが、投資が分散することで、投資が全て損失するリスクが低い。
- シナリオ3においては、直接処分技術のみ実用化を目指すこととなるため、投資を集中できる。一方で、実用化ができない場合、その投資が無駄になるリスクがある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

21

代表シナリオの評価を踏まえた 政策選択肢の総合評価

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

22

原子力比率Ⅰにおける総合評価

政策選択肢1(全量再処理)

(委員長コメント)原子力比率Ⅰにおける、
最も合理的な政策選択肢を記載

- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物発生量(処分面積)、資源節約の面で優位。また、政策変更による課題が少ない。

政策選択肢2(再処理/処分併存)

- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物発生量(処分面積)、資源節約の面で優位。また、これに加え、選択肢の確保(柔軟性)で優位。

政策選択肢3(全量直接処分)

- 総費用においては優位。ただし、最悪の場合はエネルギー政策として必要な原子力規模を維持できない可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

23

原子力比率Ⅱにおける総合評価

政策選択肢1(全量再処理)

- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物発生量(処分面積)、資源節約の面で優位。また、政策変更による課題が少ない。

(委員長コメント)原子力比率Ⅱにおける、最も合理的な政策選択肢を記載

政策選択肢2(再処理/処分併存)

- 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物発生量(処分面積)、資源節約の面で優位。また、これに加え、選択肢の確保(柔軟性)で優位。

政策選択肢3(全量直接処分)

- 総費用においては優位。ただし、最悪の場合はエネルギー政策として必要な原子力規模を維持できない可能性がある。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

24

原子力比率Ⅲにおける総合評価

(委員長コメント)原子力比率Ⅲにおける、最も合理的な政策選択肢を記載

- 原子力比率Ⅲの場合には、2020年までに原子力発電比率がゼロになることから、再処理路線を採るシナリオを想定することは困難である。

- よって、原子力比率Ⅲのケースにおいては、シナリオ3(全量直接処分)のみが選択肢となりうる。

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

25

各政策選択肢における課題

共通事項

- 使用済燃料貯蔵能力の増強
- 高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の選定
- これらの受入自治体への理解活動
- プルトニウム利用計画の明確化

(委員長コメント)
・原子力比率が変化した場合の特徴も追記
・もっと丁寧に書き込む

政策選択肢1(全量再処理)

- 六ヶ所再処理工場の速やかな営業運転の開始

政策選択肢2(再処理/処分併存)

- 六ヶ所再処理工場の速やかな営業運転の開始
- 直接処分の技術的見通しの速やかな確立とその後の国民への理解活動の推進
- 使用済MOX燃料等、六ヶ所再処理工場以外で処理が必要なものへの理解活動の推進

政策選択肢3(全量直接処分)

- 直接処分の技術的見通しの速やかな確立とその後の国民への理解活動の推進
- 使用済MOX燃料等、六ヶ所再処理工場以外で処理が必要なものへの理解活動の推進
- 六ヶ所再処理工場の使用済燃料プールの返送の回避に向けた国による地元交渉
- むつRFSの使用目的の変更に伴う地元交渉
- 埋没費用の負担の明確化

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

13/4/27 26

留保の可能性について

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第13回)

13/4/27 27

これまでの合意事項

- どの政策選択肢をえらぶにせよ、使用済燃料貯蔵の容量拡大が逼迫した課題である。
- 再処理は、プルトニウム利用計画に基づいてのみ実施すること。
- 全量再処理、直接処分を選択する場合でも、再処理・直接処分の選択肢を将来選択できるように必要な研究開発は実施すべきである。

ステップ3の経済性評価： (原子力比率Ⅱのケース)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方ー

- 費用は以下の2ケースで算出。

- 試算モデルのサイクルコスト*をもとに、2010年～2030年の間にシナリオ毎で発生する費用を算定。併せて、シナリオ毎の埋没費用を算定。

*：本小委員会にて実施した試算(割引率3%)を使用。

- 使用済燃料1.7万tUに加え、2010～2030年の間に発生する使用済燃料を加えた2030年時点の使用済燃料について、今後発生する事業費用を算定。

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方(試算モデルのサイクルコストをもとに2010年～2030年の間に発生する費用を算定)ー

- ・シナリオ毎の2010年から2030年までの間に発生する費用を算定

2010年から2030年の間で回収する費用

＝ベース値＋シナリオを実現するために今後追加となる費用

- ・ベース値：試算モデルのサイクルコスト(円/kWh)×2010～2030年の総発電電力量(kWh)
 - ・試算モデルのサイクルコスト(円/kWh)は各事業のフロントエンドからバックエンドまでの総費用を3.2万tU分のウラン燃料が発電する総発電電力量(40年分)で割った値としている。本コストは、そのうち2010年から2030年の20年間に発生する費用に該当する。
 - ・シナリオ2については中間貯蔵分を再処理した場合と直接処分した場合の2ケースを実施。
 - ・六ヶ所再処理工場及び既存工済みMOX工場の建物・設備の償却済資産及び未償却資産は、埋没費用※2として整理。
 - ・なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定。
- ※2：埋没費用：過去に支払った費用で、今とっては取り返しのつかないコスト。設備投資の未償却残高等、会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

2

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方(2030年までに発生した使用済燃料の処理・処分に必要な費用を総費用(割引率0%)で算出)ー

- ・既に発生している使用済燃料1.7万tUを含む2030年までに発生する使用済燃料について、シナリオ毎で今後発生する費用を算定。
- ✓シナリオ1：ウラン燃料等費用(MOX燃料含む)、再処理等費用、貯蔵費用、高レベル放射性廃棄物処分費用、廃止措置等費用
- ✓シナリオ3：ウラン燃料等費用、貯蔵費用、直接処分費用、シナリオを実現するために今後追加となる費用の合計
- ✓シナリオ2は中間貯蔵分を再処理した場合と直接処分した場合の2ケースを実施。
- ・六ヶ所再処理工場及び既存工済みMOX工場の建物・設備の償却済資産及び未償却資産は、埋没費用として整理。
- ・なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

3

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —ベース値—

- 本小委員会で実施した試算を元に、各シナリオ毎のサイクルコストを試算。(単位：円/kWh)

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
単位：円/kWh、割引率3%		中間貯蔵分を再処理	中間貯蔵分を直接処分
ウラン燃料 MOX燃料※ (フロントエンド計)	0.77 0.07 (0.85)	0.77 0.07 (0.85)	0.77 0.07 (0.85)
再処理等 中間貯蔵 高レベル廃棄物処分 直接処分 (バックエンド計)	0.57 0.02 0.04 (0.63)	0.57 0.02 0.04 (0.63)	0.51 0.02 0.04 (0.59)
合計	1.48	1.48	1.44
ベース値	8.3兆円	8.3兆円	8.1兆円
×	5.6兆kWh	(2010～2030年の総発電電力量)	
			5.6～5.7兆円

※ 海外からの返還Puの利用費用及び返還放射性廃棄物処分費用は全シナリオとも含めていない。
ただし、海外Pu利用は全てのシナリオで同等に扱っているため、各シナリオで費用の差は無い。

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

4

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —シナリオを実現するために今後追加となる費用及び埋没費用—

	シナリオ1, 2	シナリオ3
シナリオを実現するために今後追加となる費用		
廃止に必要な廃棄物処理設備等*の建設費及び既存施設も含めた工場 全体の廃止までの操業費 *：現在未建設だが操業中と廃止中に使用する設備	ベース値に 含む	0.27 兆円
上記①及び②の建物・設備の廃止措置費用	同上	1.51 兆円
発生済廃棄物(ガラス固化体及びTRU廃棄物)の輸送・処分費	同上	0.07 兆円
回収済Puの貯蔵管理・処分関係費用	同上	α
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の費用差 (1.7万トン×(14,500万円/トンU-8,500万円/トンU))	—	1.02 兆円
埋没費用		
再処理工場及び既存工済MOX工場の建物・設備の未償却資産見合い の費用	—	1.78 兆円

出典：日本原燃からの提供等に基づく

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

5

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

—立地自治体との条件の変更に伴う可能性のある費用—

誤植修正

1. 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に送達する可能性
◆ 上記に伴う使用済燃料輸送費用 0.05兆円
2. 海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性
◆ 既存の海外返還廃棄物貯蔵施設(1号)高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター)の未償却資産見合いの費用
◆ 海外返還廃棄物の移送費用
◆ 新規海外返還廃棄物貯蔵施設と将来の廃止費用
※上記に加え、今後予定される海外返還予定廃棄物の返還時期延期による貯蔵費用の追加も発生し得る 0.25兆円
3. 六ヶ所低レベル放射性廃棄物処分施設の受入れが延滞する可能性 0.06兆円
◆ 新規低レベル放射性廃棄物処分施設のうち港湾、敷地費用
4. むつRFS建設計画中止の可能性(搬入予定の燃料が再処理されない場合) 0.03兆円
◆ 現在までの建設投資額(キヤスク除く)

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

6

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

—比率Ⅱ(総発電電力量5.6兆kWh)まとめ—

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
	中間貯蔵分を再処理	中間貯蔵分を直接処分	
1 ベース値	8.3兆円	8.3兆円	8.1兆円
			5.6~5.7兆円
2 廃止に必要な設備・ 廃止措置費用等	ベース値に含む	ベース値に含む	ベース値に含む
			1.85兆円
2 既発生分の使用済燃料の 直接処分とガラス固化体の 処分費用差	—	—	—
			1.02兆円
3 上記に加え立地自治体との条件の変更に伴い下記費用が発生する可能性がある。	—	—	0.03兆円
			0.39兆円
未償却試算の見合い費 用(埋没費用)	—	—	—
			1.78兆円

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

7

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —比率Ⅱ（総発電電力量5.6兆kWh）まとめ—

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第12回）

8

参考：サイクルコスト試算条件（変更点）

項目	2011年10月技術小委		今回
ウラン燃料濃縮度	再処理モデル 現状モデル	BWR 3.7% PWR 4.6%	←
	直接処分モデル	PWR 4.5%	←
平均取出燃焼度	UO ₂ 燃料：45,000 MWd/t MOX燃料：40,000 MWd/t		←
炉内滞在時間	5年		←
熱効率	34.5%		←
為替レート	85.74 円/\$		←
割引率	0, 1, 3, 5 %		3%
再処理：中間貯蔵比率	50：50		80：20 （使用済燃料発生量の減少に伴う）
次世代生成率	15%		←
所内率	3.5%		4.0% （コスト等検証委員会に併せる）

※ 上表以外は変更なし。

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第12回）

9

再処理工場の機能維持について

- 下記によりプラントの操作や保守・補修に係る作業負荷を出来る限り軽減し、再稼働可能な状態でプラントの機能を維持するアイデア（Clean-up Cold Stand-by概念）があるが、再処理工場での実例は無い※。

- 製品、中間製品及び廃液の処理・貯蔵
- 機器・配管等に残存するU,Pu核分裂生成物等の除染

※米国AGNSのバーナエル工場は、1977年の凍結から1982年の凍結解除まで、政府の補助により保障措置技術の研究開発のための模擬物質試験を実施後、1983年に正式に工場を閉鎖しており、スタンバイ状態では無い。

- 仮に、再処理工場を解体せずに、上記によってプラントの機能を長期間（例えば20年間）維持とした場合、以下のメリット・デメリットが考えられる。

メリット

- 現有施設の廃止、新規施設の建設に係る費用が不要
- 規制に基づく機器・設備の機能維持、安全確保に係る設備運転を除く作業負荷の軽減
- プラントの維持による雇用の確保
- 20年後の再処理実施の可否に係る検討期間が設けられる

デメリット

- 規制に基づく機器・設備の機能維持（封じ込めや監視を含む）のための保守・補修、給排気系・電気系などの安全確保に係る設備の運転は不可欠（全設備の●●●%を占める）
- 製品、中間製品、廃液等の処理に伴う経費増と廃液発生量増
- 機器・配管等の除染に伴う経費増と廃液発生量増（例：廃止措置時の除染のみ費用約1,000億円）
- 保障措置の継続
- 将来施設の計画を具体化し難く、維持期間が長いほど技術継承が困難

2012/4/27

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会（第13回）

0

ステップ3の経済性評価： (原子力比率Ⅱのケース)

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月27日

内閣府 原子力政策担当室

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方ー

- 費用は以下の2ケースで算出。

- 試算モデルのサイクルコスト*をもとに、2010年～2030年の間にシナリオ毎で発生する費用を算定。併せて、シナリオ毎の埋没費用を算定。

*：本小委員会にて実施した試算(割引率3%)を使用。

- 使用済燃料1.7万tUに加え、2010～2030年の間に発生する使用済燃料を加えた2030年時点の使用済燃料について、今後発生する事業費用を算定。

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方(試算モデルのサイクルコストをもとに2010年～2030年の間に発生する費用を算定)ー

- シナリオ毎の2010年から2030年までの間に発生する費用を算定

2010年から2030年の間で回収する費用

＝ベース値+シナリオを実現するために今後追加となる費用

- ベース値：試算モデルのサイクルコスト(円/kWh)×2010～2030年の総発電電力量(kWh)
 - 試算モデルのサイクルコスト(円/kWh)は各事業のフロントエンドからバックエンドまでの総費用を3.2万tU分のウラン燃料が発電する総発電電力量(40年分)で割った値としている。本コストは、そのうち2010年から2030年の20年間に発生する費用に該当する。
 - シナリオ2については中間貯蔵分を再処理した場合と直接処分した場合の2ケースを実施。
 - 六ヶ所再処理工場及び既存工済みMOX工場の建物・設備の償却済資産及び未償却資産は、埋没費用※2として整理。
 - なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定。
- ※2：埋没費用：過去に支払った費用で、今となっては取り返しのつかないコスト。設備投資の未償却残高等、会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

2

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

ー算定の考え方(2030年までに発生した使用済燃料の処理・処分に必要な費用を総費用(割引率0%)で算出)ー

- 既に発生している使用済燃料1.7万tUを含む2030年までに発生する使用済燃料について、シナリオ毎で今後発生する費用を算定。
- シナリオ1：ウラン燃料等費用(MOX燃料含む)、再処理等費用、貯蔵費用、高レベル放射性廃棄物処分費用、廃止措置等費用
- シナリオ3：ウラン燃料等費用、貯蔵費用、直接処分費用、シナリオを実現するために今後追加となる費用の合計
- シナリオ2は中間貯蔵分を再処理した場合と直接処分した場合の2ケースを実施。
- 六ヶ所再処理工場及び既存工済みMOX工場の建物・設備の償却済資産及び未償却資産は、埋没費用として整理。
- なお、立地自治体との条件の変更に伴い追加の可能性のある費用も算定

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —ベース値—

- 本小委員会が実施した試算を元に、各シナリオ毎のサイクルコストを試算。(単位：円/kWh)

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
単位：円/kWh、割引率3%	中間貯蔵分を再処理 中間貯蔵分を直接処分		
ウラン燃料	0.77	0.77	0.81
MOX燃料※ (フロントエンド計)	0.07 (0.85)	0.07 (0.85)	— (0.81)
再処理等	0.57	0.57	—
中間貯蔵	0.02	0.02	0.09
高レベル廃棄物処分 直接処分 (バックエンド計)	0.04 (0.63)	0.04 (0.63)	— (0.19～0.21)
合計	1.48	1.48	1.00～1.02
× 5.6兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)			
ベース値	8.3兆円	8.3兆円	5.6～5.7兆円

※ 海外からの返還Puの利用費用及び返還放射性廃棄物処分費用は全シナリオとも含めていない。
ただし、海外Pu利用は全てのシナリオで同等に扱っているため、各シナリオで費用の差は無い。

2012/4/19 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回) 4

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —シナリオを実現するために今後追加となる費用及び埋没費用—

	シナリオ1, 2	シナリオ3
シナリオを実現するために今後追加となる費用		
廃止に必要な廃棄物処理設備等*の建設費及び既存施設も含めた工場全体の廃止までの操業費	ベース値に含む	0.27 兆円
*: 現在未建設だが操業中と廃止中に使用する設備		
上記①及び②の建物・設備の廃止措置費用	同上	1.51 兆円
発生活廃棄物(ガラス固化体及びTRU廃棄物)の輸送・処分費	同上	0.07 兆円
回収済Puの貯蔵管理・処分関係費用	同上	α
既発生分の使用済燃料の直接処分とガラス固化体の費用差 (1.7万トン×(14,500万円/tUー8,500万円/tU))	—	1.02 兆円
埋没費用		
再処理工場及び既着工済MOX工場の建物・設備の未償却資産見合いの費用	—	1.78 兆円

出典：日本原燃からの提供等に基づく

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —立地自治体との条件の変更による可能性のある費用—

誤植修正

- 六ヶ所再処理工場から国内各発電所に送達する可能性
◆ 上記に伴う使用済燃料輸送費用 0.05兆円
- 海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性 0.25兆円
◆ 既存の海外返還廃棄物貯蔵施設(1)高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター)の未償却資産見合いの費用
◆ 海外返還廃棄物の移送費用
◆ 新規海外返還廃棄物貯蔵施設と将来の廃止費用
※上記に加え、今後予定される海外返還予定廃棄物の返還時期延期による貯蔵費用の追加も発生し得る
- 六ヶ所低レベル放射性廃棄物処分施設の受入れが延滞する可能性 0.06兆円
◆ 新規低レベル放射性廃棄物処分施設のうち港湾、敷地費用
- むつRFS建設計画中止の可能性(搬入予定の燃料が再処理されない場合) 0.03兆円
◆ 現在までの建設投資額(キヤスク除く)

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

6

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用

—比率Ⅱ(総発電電力量5.6兆kWh)まとめ—

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
1 ベース値	8.3兆円	8.3兆円	8.1兆円
2 廃止に必要な設備・ 廃止措置費用等	ベース値に含む	ベース値に含む	ベース値に含む
既発生分の使用済燃料の 直接処分とガラス固化体の 処分費用差	—	—	—
上記に加え立地自治体との条件の変更に伴い下記費用が発生する可能性がある。			
3	—	—	0.03兆円
			0.39兆円

なお、政策変更に伴う埋没費用(未償却資産の1.78兆円等)についての扱いについては、今後検討が必要。

2012/4/19

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第12回)

7

経済性：シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用 —比率Ⅱ（総発電電力量5.6兆kWh）まとめ—

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)	シナリオ3 (全量直接処分)
中間貯蔵分を再処理		中間貯蔵分を直接処分	
ウラン燃料 MOX燃料※ (フロントエンド計)			
再処理等 中間貯蔵 高レベル廃棄物処分 直接処分 (バックエンド計)			
合計			

