

ステップ3の評価：2030年まで (原子力比率Ⅱ'のケース) -2030年で原子力比率15%-

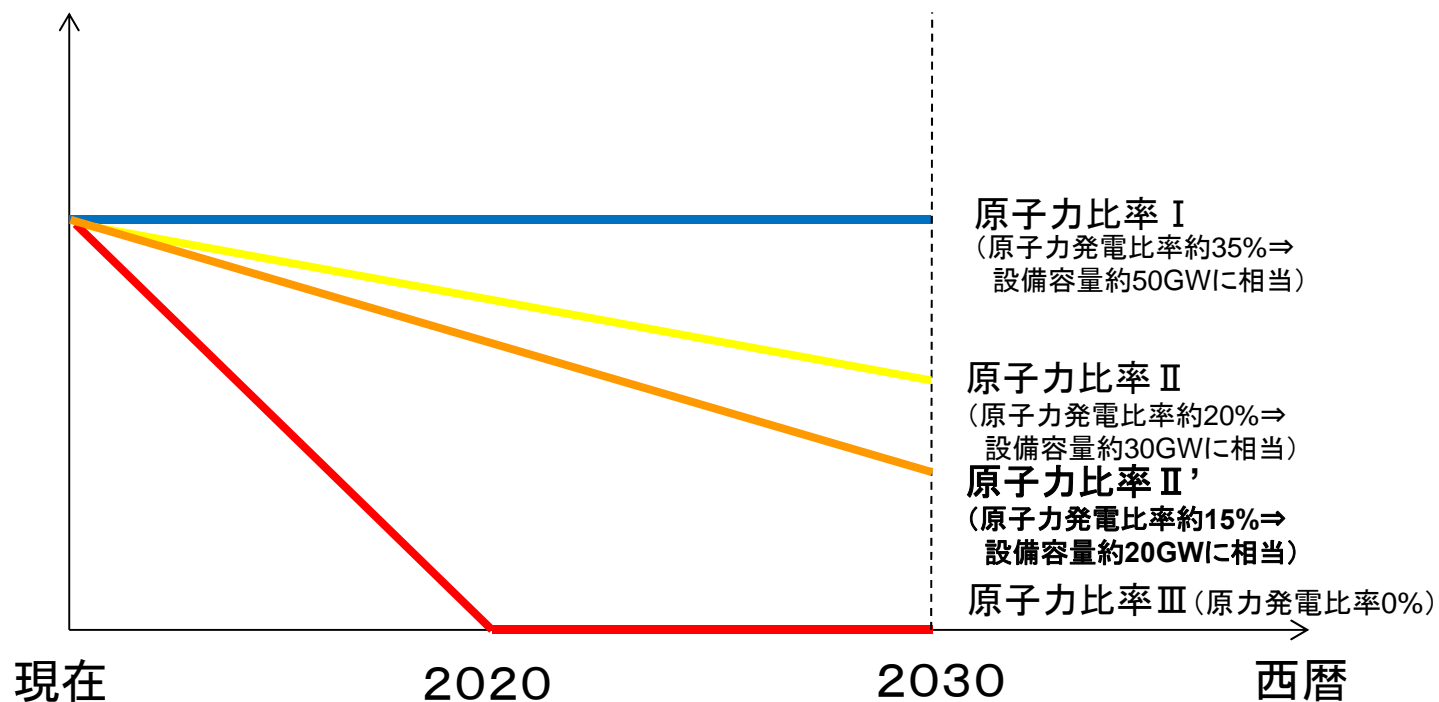
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年5月8日

内閣府 原子力政策担当室

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における原子力発電比率のうちから代表的な3つを選定し、更に1つを追加検討した。



各原子力比率における設備容量

原子力比率Ⅰ

総需要 : 約 1 兆kWh

原子力比率 : 35%

設備利用率 : 約 80%

$(1 \text{ 兆kWh} \times 35\%) \div (365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} \times 80\%) = \underline{\text{約 } 50 \text{ GW}}$

原子力比率Ⅱ

総需要 : 約 1 兆kWh

原子力比率 : 20%

設備利用率 : 約 80%

$(1 \text{ 兆kWh} \times 20\%) \div (365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} \times 80\%) = \underline{\text{約 } 30 \text{ GW}}$

原子力比率Ⅱ'

総需要 : 約 1 兆kWh

原子力比率 : 15%

設備利用率 : 約 80%

$(1 \text{ 兆kWh} \times 15\%) \div (365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} \times 80\%) = \underline{\text{約 } 20 \text{ GW}}$

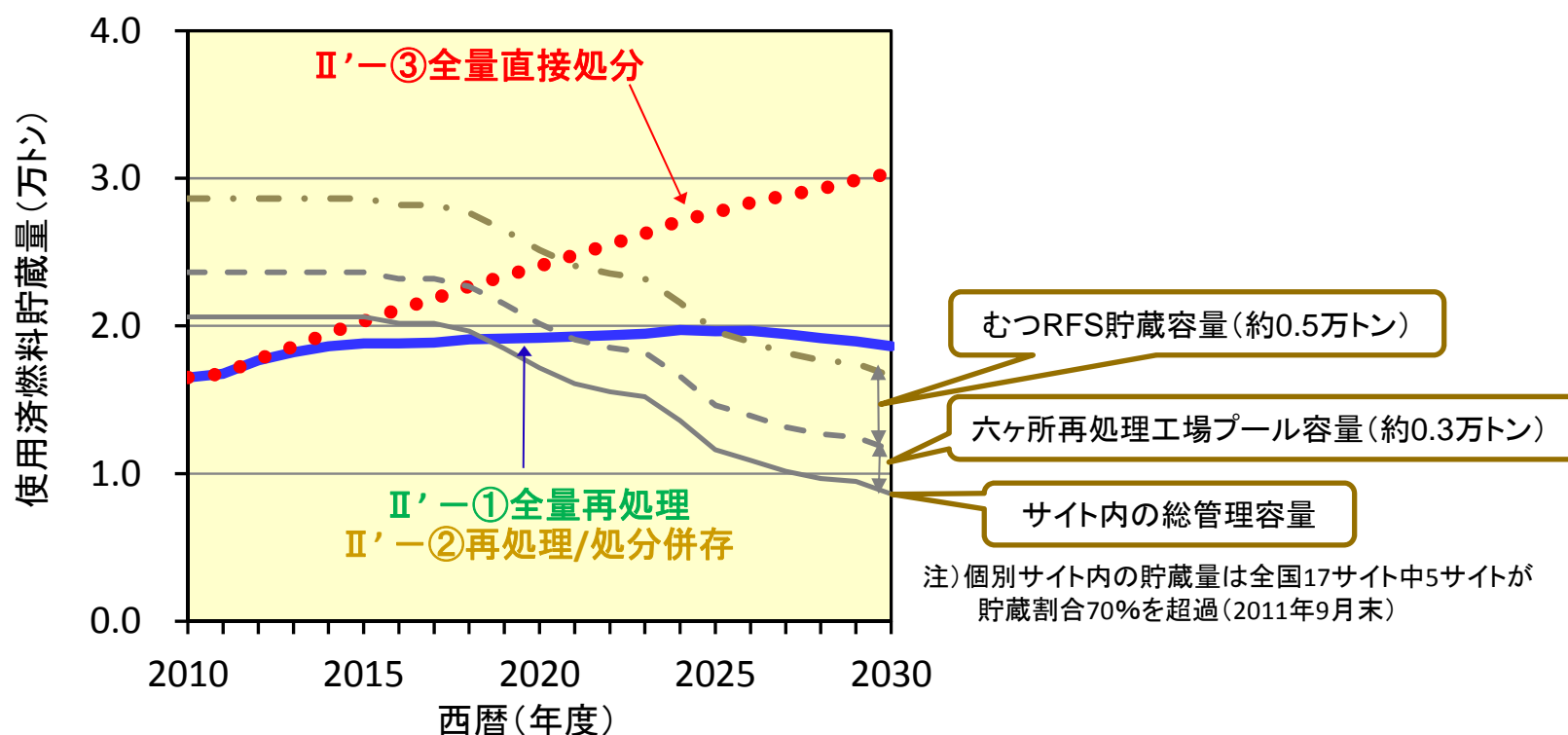
原子力比率Ⅲ

総需要 : 約 1 兆kWh

原子力比率 : 0%

解析結果(使用済燃料貯蔵量)

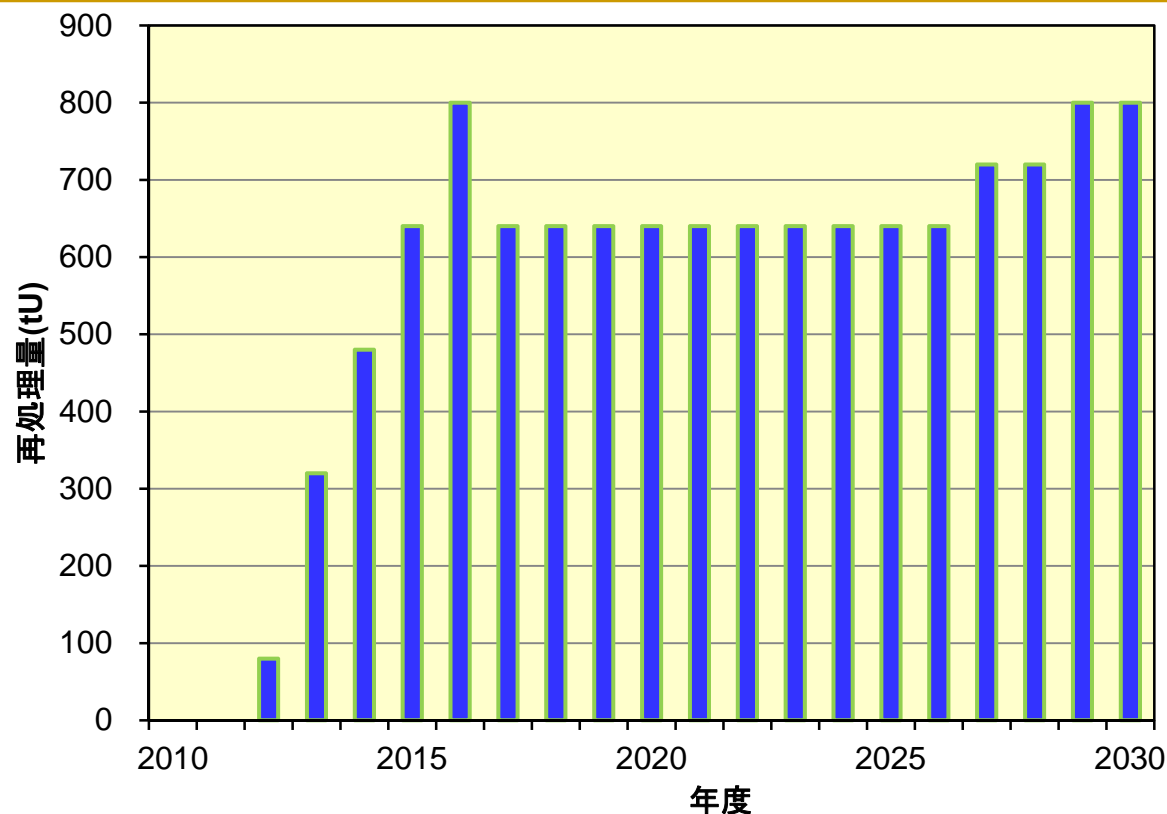
- 全量直接処分Ⅱ'-③の場合、使用済燃料貯蔵量は直線的に増加し続けるが、六ヶ所再処理工場を運転するⅡ'-①およびⅡ'-②の場合、使用済燃料はリサイクルするため、その貯蔵量の増加を抑えることができる。



シナリオ間の使用済燃料貯蔵量比較

解析結果(六ヶ所再処理工場運転状況)

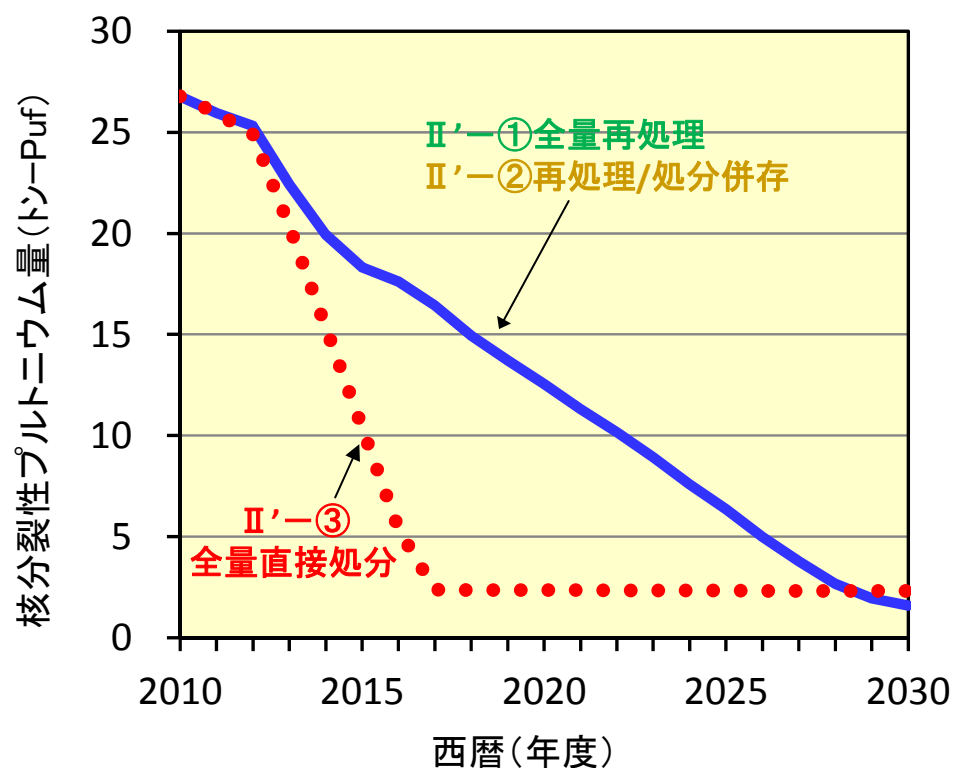
- プルサーマルで消費されるPu量に応じて、海外のPu利用も考慮しつつ六ヶ所再処理工場で使用済燃料の再処理を行う。
- 2016年までは当初の計画に沿って立ち上げ、その後はPu消費量に応じて稼働率80%で運転を行う。海外Pu利用がほぼ終了しプルサーマルが増加する2027年以降は、徐々に800トン/年まで増加させ、Puの需給バランスを取る。



前提条件:

- プルサーマル利用を行う原子力発電所で消費されるPu量に応じて再処理を実施
- 2023年までは、プルサーマルを16基約16GWで運転するとし、海外のPu及び六ヶ所再処理工場から回収したPuを利用すると想定
- 2024年度以降は、40年を迎えたプルサーマル炉の停止に伴い、比較的新しい炉をプルサーマル炉とする。16基は変えないが、プルサーマル対象の変更により、容量が約17~18GWに増加すると想定。

解析結果(Pu貯蔵量)

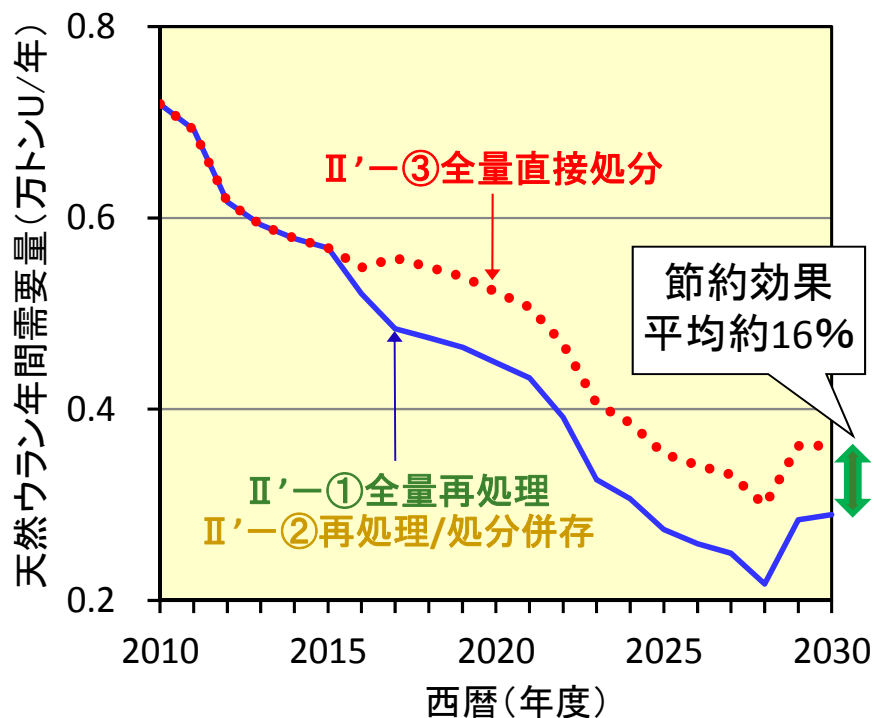


核分裂性プルトニウム貯蔵量の推移

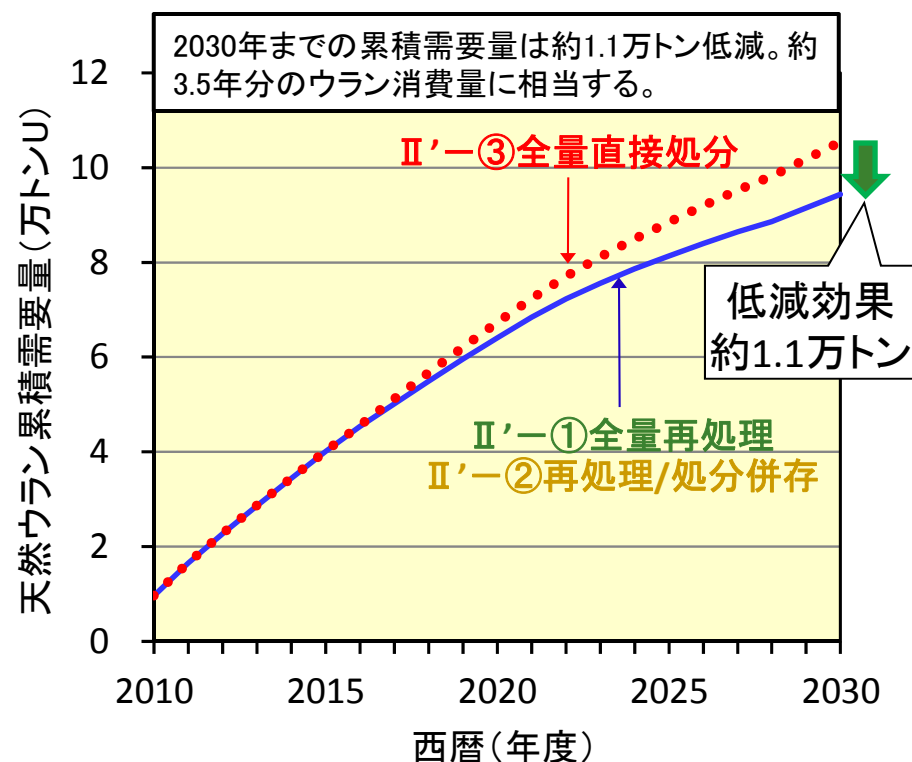
シナリオ	2030年時点で貯蔵されている使用済燃料中に含まれるPuf(トン)
II'-① 全量再処理	約150
II'-② 再処理/処分併存	
II'-③ 全量直接処分	約190

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(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27%程度(平均で約16%)が節約される。さらに累積需要量は2030年時点で約1.1万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比較



シナリオ間の天然ウラン累積需要量比較

放射性廃棄物発生量：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がガラス固化体※8	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	0.6万m ³	1.9万tU※1	5万m ³ ※2	204万m ²
シナリオ2（再処理/処分併存）	0.3万m ³	0.6万m ³	1.9万tU※3	5万m ³ ※4	204万m ²
				14万m ³ ※5	455万m ²
シナリオ3（全量直接処分）	0.04万m ³	0.2万m ³	3万tU※6	17万m ³ ※7	535万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

※8 キャニスター体積（埋設する場合の体積はオーバーパック込みで計算）

放射性廃棄物発生量：低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）

共通事項

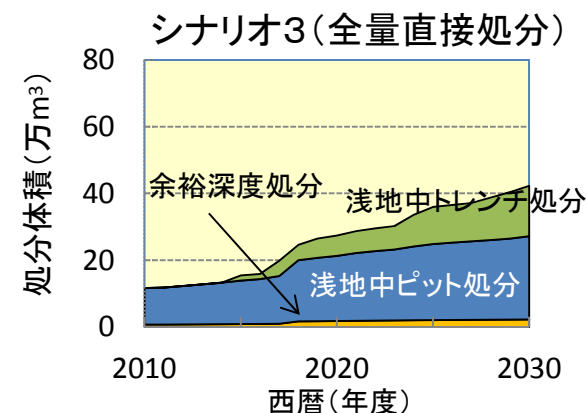
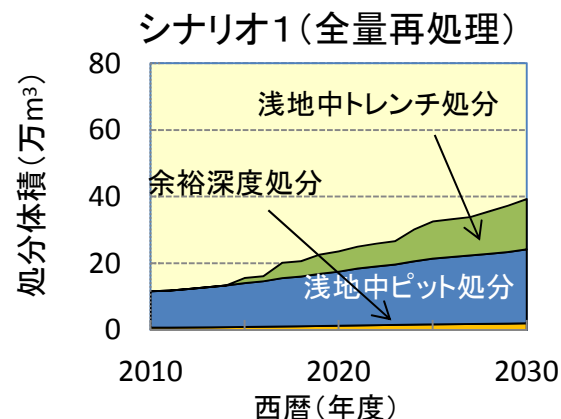
- 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の通常運転時及び廃止措置時に生じるものが大部分を占めており、シナリオによる廃棄物発生量の差は大きい。

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1(全量再処理)	36万m ³	2万m ³	1万m ³	44万m ³ ※1	67万m ² ※1
シナリオ2(再処理/処分併存)					
シナリオ3(全量直接処分)	36万m ³	5万m ³	1万m ³	42万m ³	66万m ²

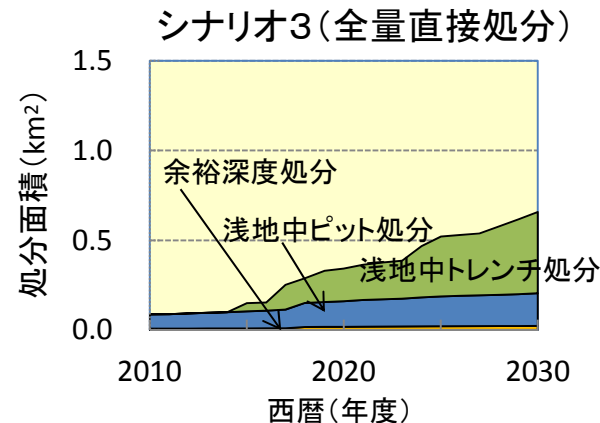
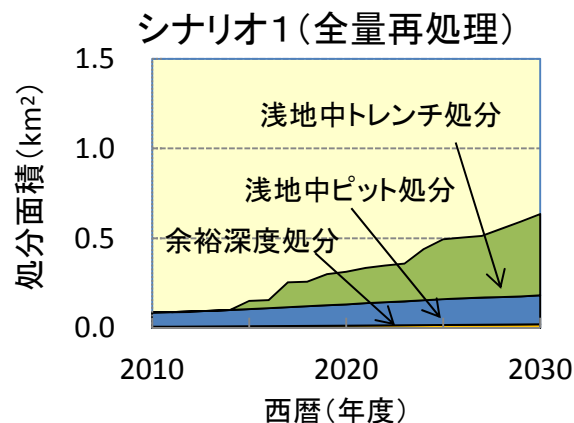
※1 将来発生する再処理施設及びMOX燃料加工施設の廃止措置に伴う廃棄物を含めた値。

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



経済性(1)：将来を見通して発生する費用ベースの核燃料サイクルの総費用

使用済燃料を再処理し、最終処分するとともに、再処理施設の廃止措置等に必要な費用から、2011年以前に支出した費用、六ヶ所再処理工場の初期建設費の減価償却費を引いて算出(第13回技術等小委員会、資料第1-5号参照)。なお、割引率は0%とした。単位：兆円

	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)
兆円, 割引率0%			
ウラン燃料 MOX燃料 (フロントエンド計)	2.61 0.64 (3.25)	2.61 0.64 (3.25)	2.91 0.17 (3.08)
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)	8.26 0.36 2.53 (11.1)	8.26 0.36 2.53 (11.1)	1.78 1.56 0.04 4.43~5.18 (7.80~8.55)
合計	14.4	14.4	10.9~11.6

上記の他に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
--	---	--------	--------

*: 詳細については14ページ参照

経済性(2)：発電時点で発生し得る費用ベースの核燃料サイクルの総費用 —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

経済性(2)：発電時点で発生し得る費用ベースの核燃料サイクルの総費用 ーベース値ー

- 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%			
ウラン燃料 MOX燃料※ (フロントエンド計)	0.76 0.09 (0.85)	0.76 0.09 (0.85)	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 (バックエンド計)	0.63 0.03 0.05 (0.71)	0.63 0.03 0.05 (0.71)	--- 0.09 --- 0.10~0.11 (0.19~0.21)
合計	1.57	1.57	1.00~1.02

× 4.8兆kWh (2010~2030年の総発電電力量)

ベース値	7.6兆円	7.6兆円	4.8~4.9兆円
------	-------	-------	-----------

※ 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扱っているため、各シナリオで費用の差は無い。

経済性(2)：発電時点で発生し得る費用ベースの核燃料サイクルの総費用ーシナリオを実現するために今後追加となる費用ー

		シナリオ1, 2	シナリオ3
六ヶ所再処理事業に伴う費用	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	0.04兆円
	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 (1.7万トン×(14,500万円/tU－8,500万円/t U U))		—	1.02 兆円

出典：日本原燃からの提供等に基づく

経済性(2)：発電時点で発生し得る費用ベースの核燃料サイクルの総費用 ー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ー

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
* その他、使用済燃料の返送に伴い、原子力発電所停止とそれを代替電源でカバーする時の費用発生リスクもある。
(第13回資料第1-4号参照)
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
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(キャスク除く)

経済性(2)：発電時点で発生し得る費用ベースの核燃料サイクルの総費用 —比率Ⅱ' (総発電電力量4.8兆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	7.6兆円	7.6兆円	4.8～4.9兆円
2	未償却資産の 見合い費用			1.78兆円
	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	1.82兆円
	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
上記の他に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		—	—	0.39兆円

*: 詳細については14ページ参照

参考：原子力比率Ⅱ'について

原子力発電比率について

2030年断面		稼働年数					
		40年		50年		60年	
		発電電力量 (億kWh)	割合(%)	発電電力量 (億kWh)	割合(%)	発電電力量 (億kWh)	割合(%)
(1) 新增設無し	稼働率70%	1,302	13%	2,180	22%	2,830	28%
	稼働率80%	1,488	15%	2,492	25%	3,234	32%
(2) 新增設1基	稼働率70%	1,394	14%	2,222	23%	2,922	29%
	稼働率80%	1,593	16%	2,492	25%	3,234	32%
(3) 新增設2基	稼働率70%	1,486	15%	2,492	25%	3,234	32%
	稼働率80%	1,698	17%	2,702	27%	3,444	34%

本小委員会では定量評価の前提として40年稼働、稼働率80%としているため、ここでは新增設なしのケースを原子力比率Ⅱ'で参照した

(注1) 表中の割合(%)は、総発電電力量(1.0兆kWh/慎重シナリオ(実質GDP成長率の想定:2010年代年率1.1%、2020年代年率0.8%))における2030年度の見通し(資料5参照))に占める割合を表す。

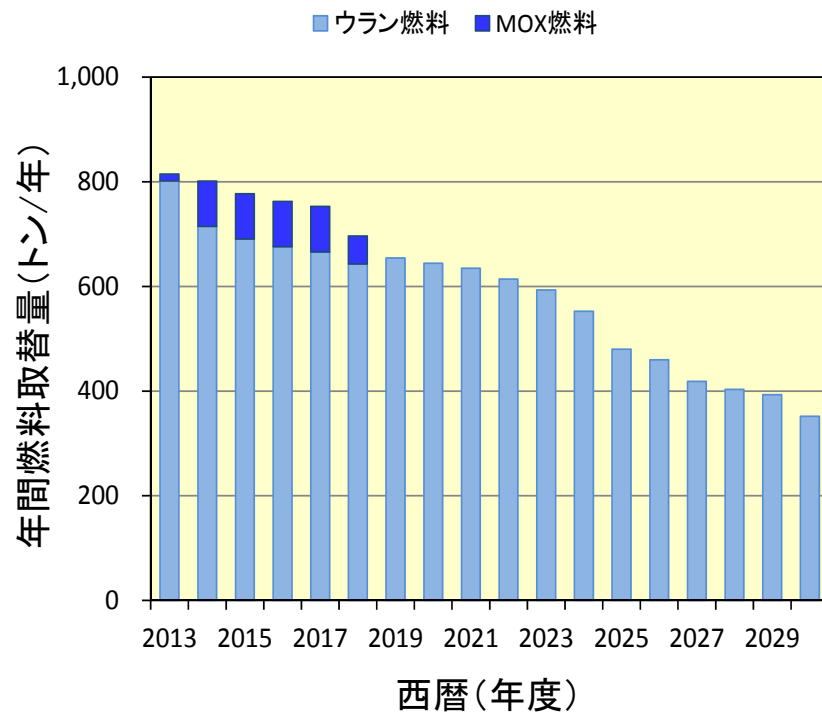
(注2) 発電所の出力に関して、既設炉については、2030年断面における稼働年数が上記場合分けに応じてそれぞれ40年以下、50年以下、60年以下のものを機械的に足し上げて算出。新增設炉については、仮に1基当たり150万kWと想定して試算。

(注3) 発電電力量＝2030年断面の発電所の出力×24時間×365日×想定稼働率

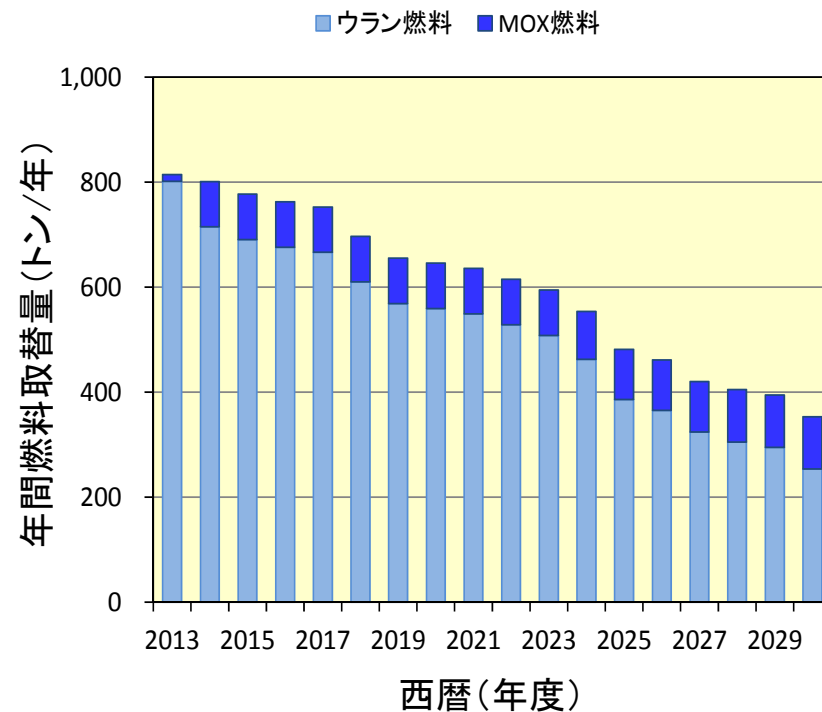
出典：第20回基本問題委員会(2012年4月26日)、資料2『原子力発電比率について(これまでの議論を受けて)』より

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



注) ウラン燃料には初装荷燃料分を含む