

各原子力比率におけるステップ3の評価

	頁
・ 原子力比率Ⅰ（35％）のケース	1
・ 原子力比率Ⅱ（20％）のケース	43
・ 原子力比率Ⅲ（15％）のケース	85
・ 原子力比率Ⅳ（0％）のケース	129
・ 使用済燃料の返送リスクについて	167

平成24年5月23日

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

ステップ3の評価:2030年まで (原子力比率Ⅰのケース)

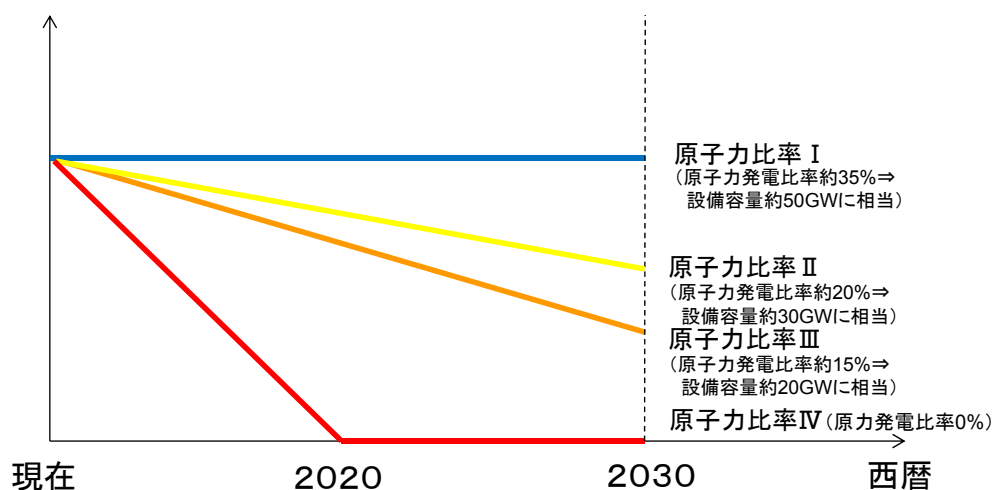
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

1

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4つを選定した。



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

2

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 兆kWh × 35%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 5.0 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 兆kWh × 20%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 3.0 GW**

原子力比率Ⅲ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **15%**
設備利用率 : 約 80%
(1 兆kWh × 15%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 2.0 GW**

原子力比率Ⅳ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **0%**

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

3

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

4

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

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。
※東京電力㈱と日本原子力発電㈱の使用済燃料が対象
- 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)

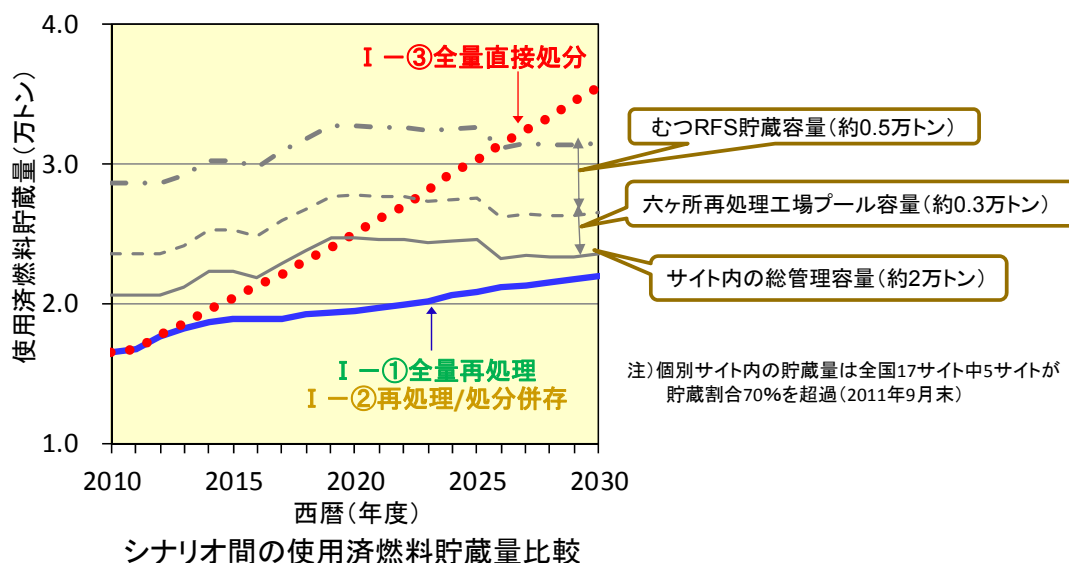
- 貯蔵容量と使用済燃料発生総量はシナリオ1と同じ。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

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。

解析結果(使用済燃料貯蔵量)

- 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。



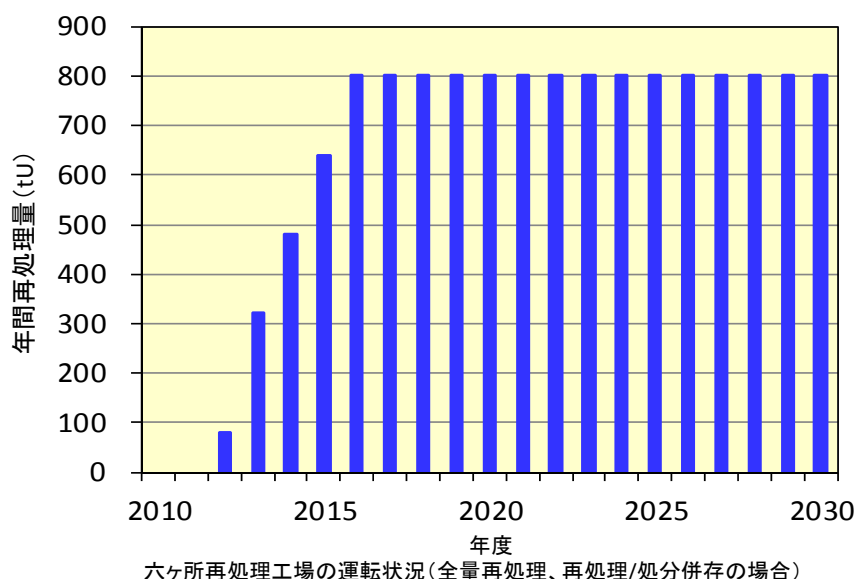
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

7

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。
- 六ヶ所再処理工場は800トン/年の処理能力到達以降、一定の処理量となり、2012年から2030年までに約1.4万トンの使用済燃料を処理する。



前提条件:

- プルサーマルを実施する原子炉(以下「プルサーマル炉」という。)で消費されるPu量に応じて再処理を実施
- 全国の16~18基のプルサーマル炉を用い17GW程度で運転するとし、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(福島第一原子力発電所3号機は除く)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19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23tPuf）、国内発電所保管分（約1tPuf）及び抽出済み分（約2.3tPuf）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。ただし、プルサーマル受け入れに関する地元の理解が必要。
- 再処理に伴い回収される回収Uが現在国内に約1,900tU存在し、その取扱いが課題。

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、4tPuf/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、4tPuf/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2においては、使用済MOX燃料の処理処分の方針が不透明となるため、プルサーマル受け入れに関する地元の理解に対し、より一層の努力が必要となる。

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2.3tPufをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

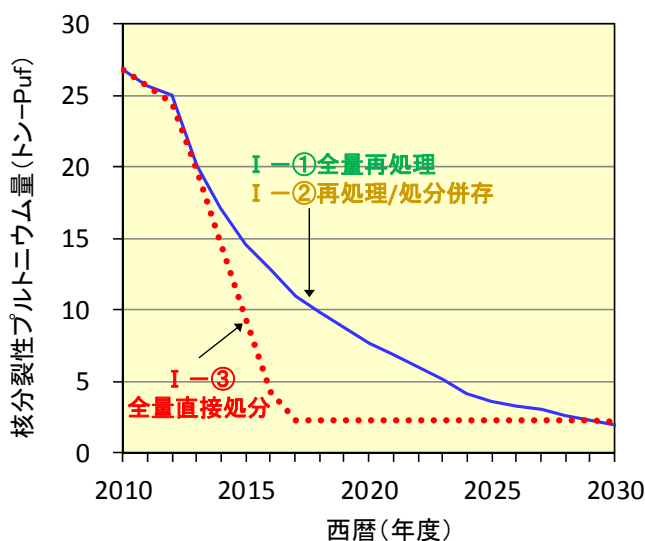
※我が国には、その他研究用として約3.3tPuf存在する。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19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

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)
I-① 全量再処理	約180
I-② 再処理/処分併存	
I-③ 全量直接処分	約220

2012/5/23

新大綱策定会議（第19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与することができる。

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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

11

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核不拡散、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IAEAの検認を経て包括的保障措置の適用を終了させ得るが、核セキュリティ上への対応は必要。

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

12

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

共通事項

- 1974年のインド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）の東海再処理施設（1971年建設開始）における米国から輸入された核物質の再処理について、日米原子力協定（旧協定）に基づく米国の同意取り付けが難航した。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、米側から再処理についての包括同意の見直しを求められる可能性がある。

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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

13

政策変更または政策を実現するための課題

社会受容性：立地困難性（使用済燃料貯蔵施設）

共通事項

- 政策選択枝の柔軟性の確保のため、使用済燃料の貯蔵容量の増強が必要である。
- 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は地元の了解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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

14

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変化する。）
- ・ 直接処分も行う場合には、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。また、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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

15

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、今後のサイクル事業全体（40年分の再処理工場の運転と廃止措置）のうち、40年分の再処理工場の運転にかかる雇用が失われることとなる。（サイクル事業に関連して働く人数は約5,000人（県内出身約7割）、一方、再処理施設の廃止措置に当たっては、年間約1300人の雇用が約30年間分残ると見込まれる。*）

会 社 名	社員数	県内雇用数	備 考
日本原燃株	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
(株)ジェイテック	295	259	
原燃輸送株六ヶ所輸送事業所	31	25	
むつ小川原原燃興産株	203	201	
六ヶ所原燃警備株	165	165	
関連会社※	1,902	1,594	
合計	5,038	3,618	

H23.4.1現在

* 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 第8回コスト等検討小委員会資料 第1-2「再処理施設の廃止措置費用について」に基づいて算出

※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

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

16

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。

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実用化に向けて進めてきた研究開発によって民間に蓄積された技術・人材は失われることとなり、再びFBR実用化を目指したとしても、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。

(参考)○高速増殖炉サイクル開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

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)

- ・ 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、受け入れ先の選定や建設等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。

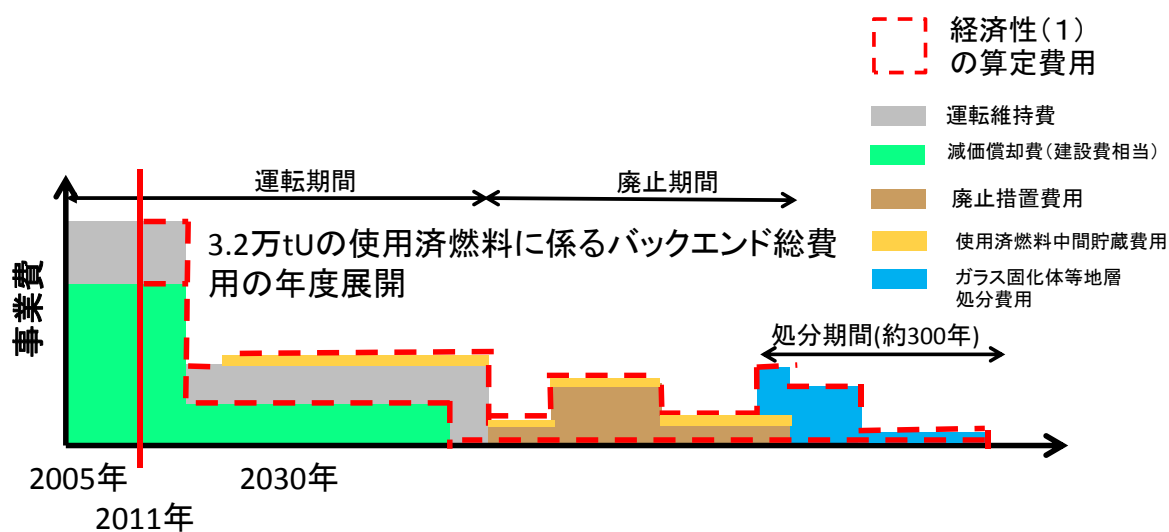
中・長期的に重要な課題

経済性(1)の評価方法

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た総額を算出

経済性(1)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理)ー

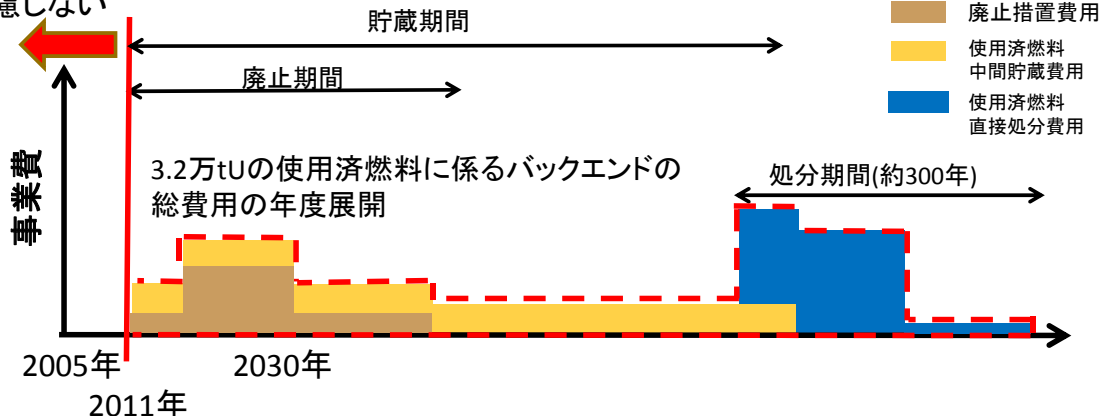


※なお、六ヶ所再処理工場の容量(3.2万tU)を超える使用済燃料分のバックエンド費用が生じる場合は、経済性(2)の評価と同じ方法とする。

経済性(1)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分)—

2011年以前の費用は考慮しない



- 2030年までに発生する使用済燃料を直接処分する場合に発生する費用に加え、六ヶ所再処理工場の廃止措置を2012年より開始するとして費用を加える。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

23

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%		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)	4.56 0.75 (5.31)	4.56 0.75 (5.31)	4.56 0.75 (5.31)	4.94 0.16 (5.10)
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)	9.94 0.18 2.97 (13.1)	9.94 0.18 2.97 (13.1)	8.58 0.18 2.68 0.52~0.61 (12.0~12.0)	1.78 1.82 0.04 5.19~6.07 (8.83~9.71)
合計	18.4	18.4	17.3~17.4	13.9~14.8

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※：詳細は30ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

24

経済性(2)の評価方法

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のうち、2010年から2030年までの間に積立しておくべき費用を算出

○ 費用算出の考え方

2010年から2030年で発生する使用済燃料の再処理や最終処分は主に2030年以降に行われる。このため、1kWh当たりのサイクルコスト^{注1}を用い、これに2010年から2030年で発生する原子力発電による電力量を乗じて総費用を算出(次頁参照)

シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用
＝サイクルコスト^{注1}(円/kWh) × 2010～2030年の総発電電力量(kWh)

注1: 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)

○ シナリオ3については下記の費用を追加で算出

- ✓ 六ヶ所再処理工場の埋没費用^{注2}(未償却資産に見合う費用)
- ✓ 廃止措置費用、既に存在するガラス固化体等の処分費用等
- ✓ 過去に発生した使用済燃料1.7万tUを直接処分に変更する場合に不足となる費用

注2: 埋没費用とは、投資評価を行う時点ですでに支出されている費用のこと。いずれの案を選択しても同様に発生する費用。会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

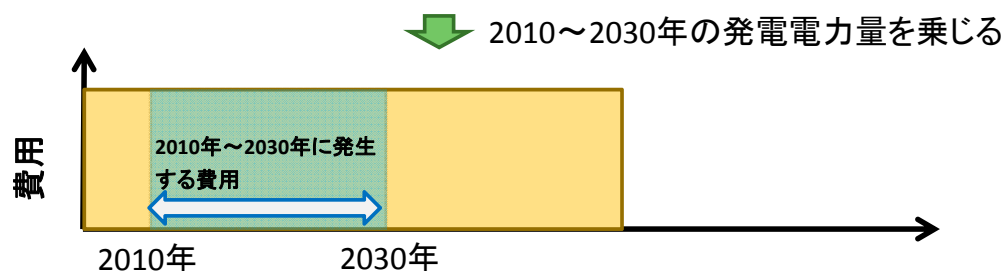
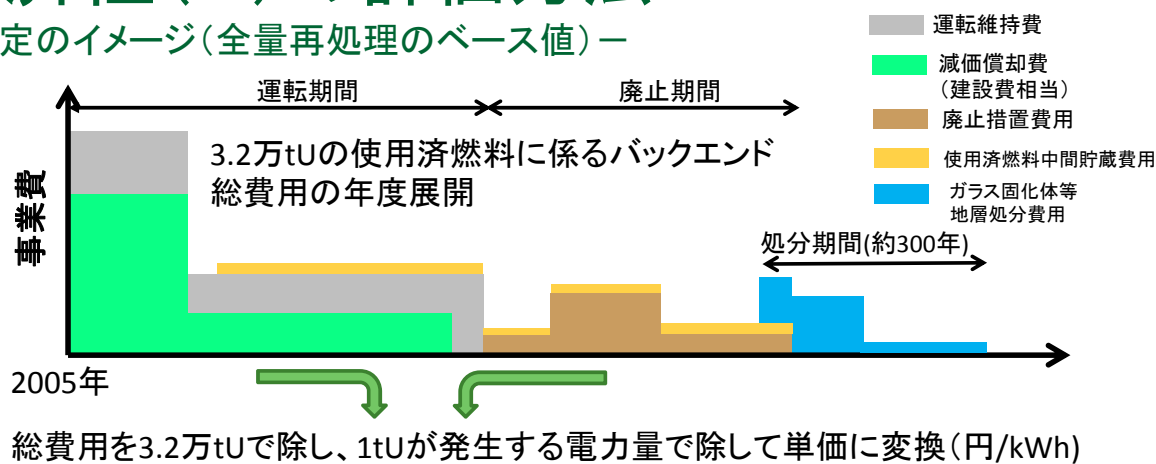
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

25

経済性(2)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理のベース値)ー



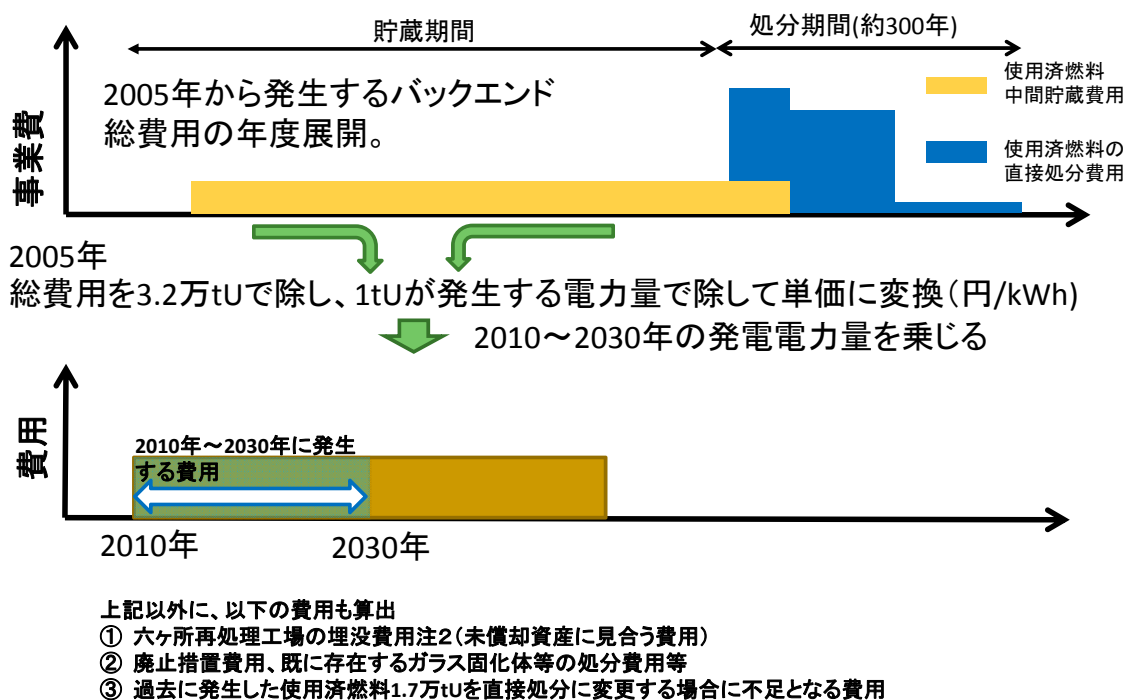
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

26

経済性(2)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分のベース値)—



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

27

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

	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	0.78
MOX燃料注 (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	0.04	0.04	0.03
直接処分 (バックエンド計)	(0.58)	(0.58)	0.04 (0.50)
合計	1.43	1.43	1.34

× 6.8兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)

シナリオに基づく総費用	9.7兆円	9.7兆円	9.1兆円	6.8～6.9兆円
-------------	-------	-------	-------	-----------

上記の費用の他、シナリオによって追加の費用※1が発生する。
また、上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※2が発生する可能性がある。

注 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。

※1: 詳細は29ページ参照。
※2: 詳細は30ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

28

経済性：シナリオ毎に考慮する必要がある費用

記号の説明

○：経済性(1)(2)の総費用に含まれておらず、考慮する必要がある費用

△：経済性(2)の総費用に一部含まれている費用

×：経済性(1)の費用に既に含まれている費用

－：考慮する必要がない費用

I. いずれのシナリオにおいても将来発生することが決まっている費用			経済性(1)		経済性(2)	
			シナリオ1,2	シナリオ3	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	評価対象外		△	○
	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	0.04 兆円	×	×	△	○
	⑤回収済Pu(2.3tPuf)の貯蔵管理・処分関係費	α	×	○	△	○
II. シナリオ3で発生する固有の費用						
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/tU))		1.02 兆円	－	－	－	○

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

29

経済性：その他考慮すべき費用

－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^注－

- 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(約22～32兆円)のリスクもある。(第15回資料第1-5号参照)
- 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
- 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(キャスク除く)

注：本費用は割引率0%の数字である。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

30

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。

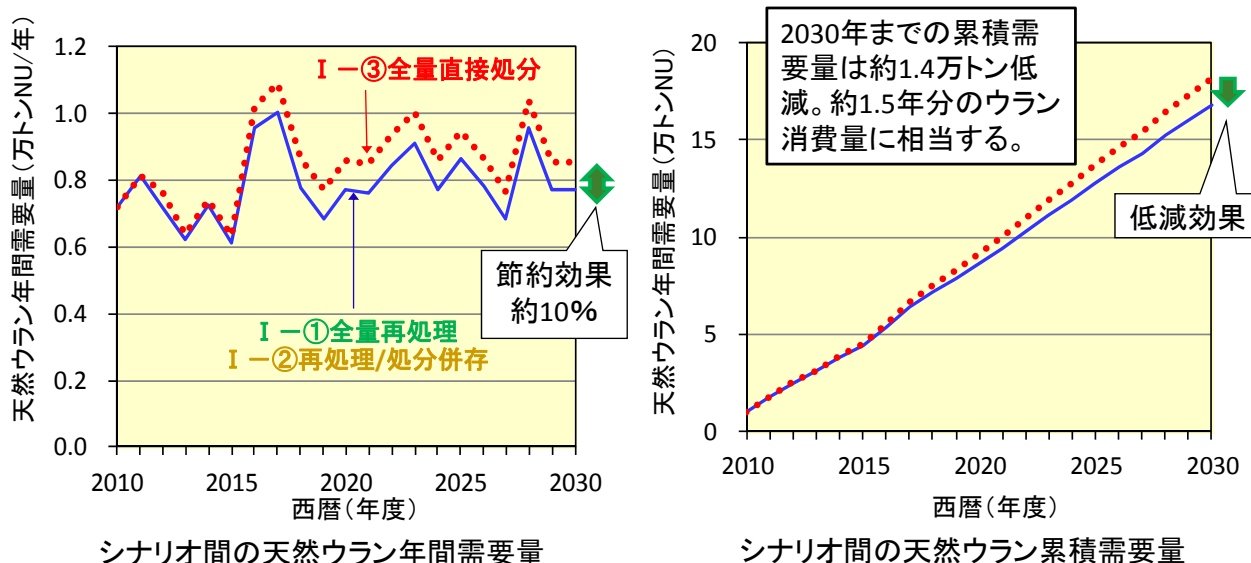
2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

31

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。



2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

32

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	0.7万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	0.2万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

※8 キャニスター体積(埋設する場合の体積はオーバーバック込みで計算)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

33

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、浅地中ビ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)	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)					
シナリオ3(全量直接処分)	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。

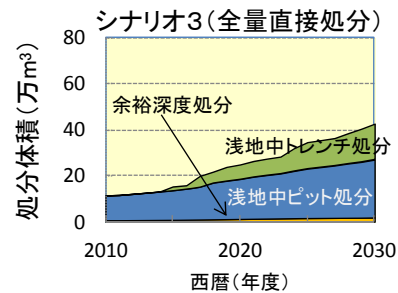
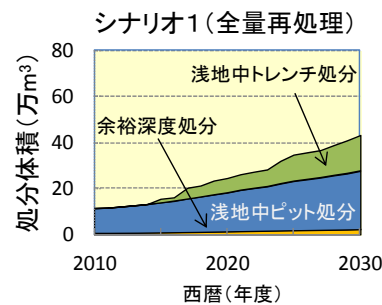
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

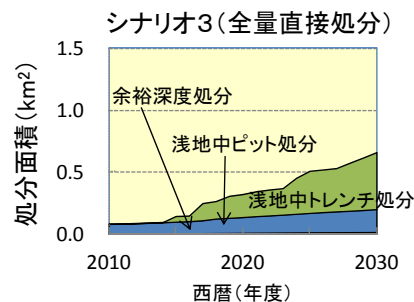
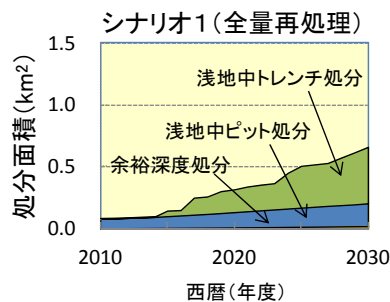
34

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



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1(全量再処理)

- 政策選択肢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)。
- 使用済燃料は全て再処理すると固定される。
- 長期に用いる再処理技術、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、実用化の成否について不確かさがある。

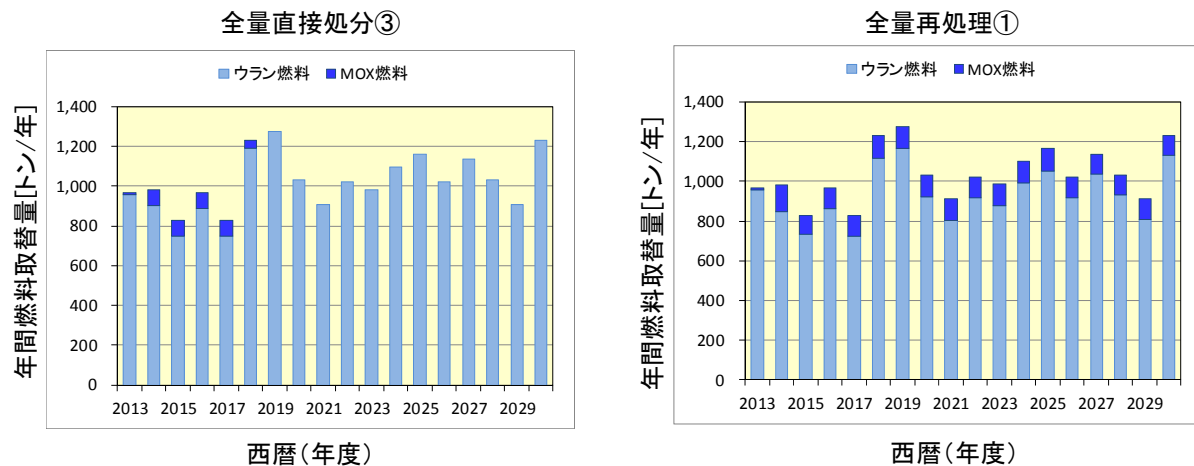
シナリオ2(再処理/処分併存)

- 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性がある。
- 使用済燃料は再処理されるのか、直接処分されるのか扱いが不明瞭となり、現行政策からの一貫性に懸念を生じさせる。
- 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。特定の技術に集中投資せず、進捗を確認しながら各技術の開発を進めるため、柔軟性がある。

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限定される(政策課題が大きくなる)。
- 使用済燃料は全て直接処分すると固定される。
- 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。将来再処理が必要となった場合、技術基盤の再構築が必要となり、新たな投資と時間が必要である。

参考：天然ウランの節約効果の推移



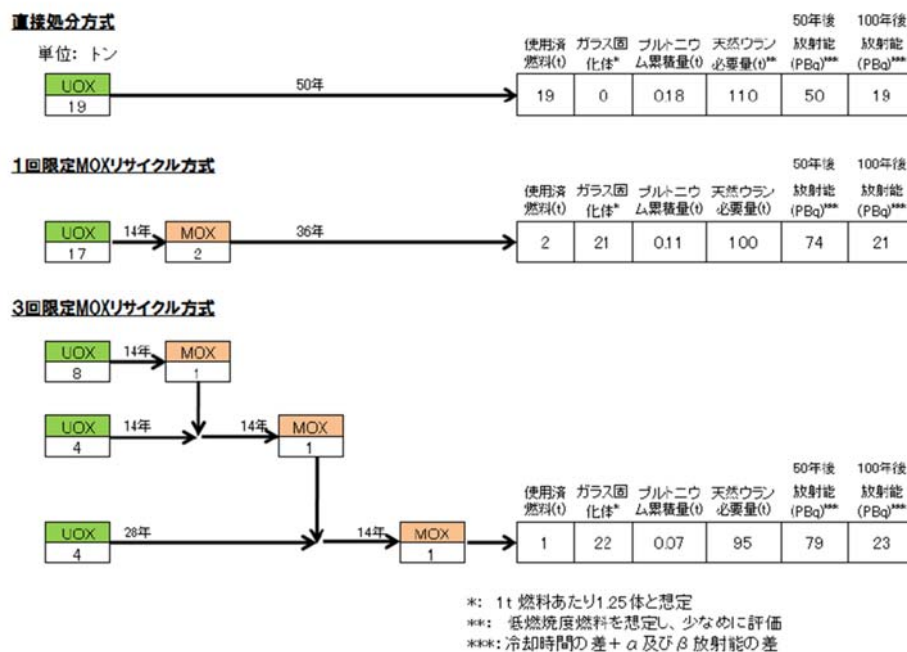
注)ウラン燃料には初装荷分を含む

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

37

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

2012/5/23

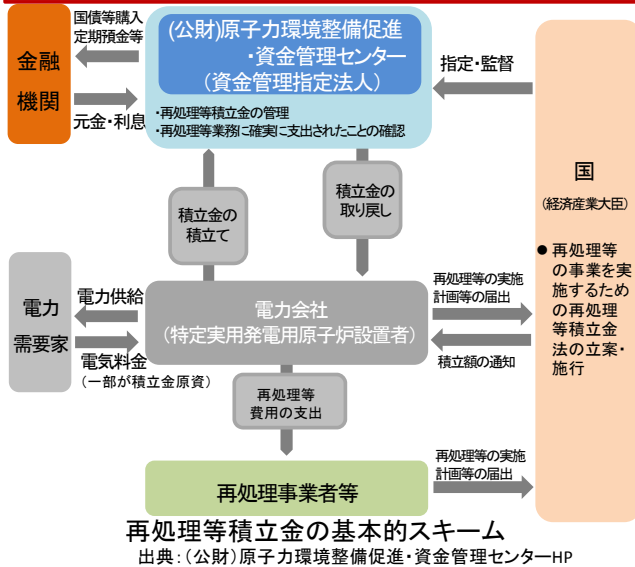
新大綱策定会議(第19回)

38

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、その使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

(単位: 億円)

	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

※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。

2012/5/23

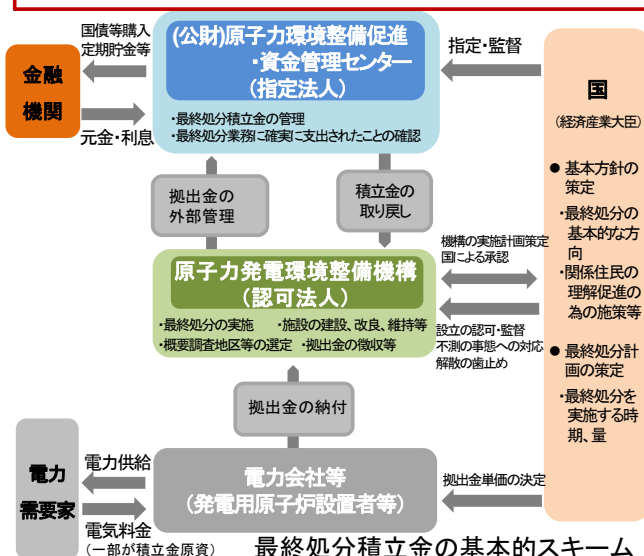
新大綱策定会議(第19回)

39

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

最終処分業務に必要な最終処分費(総見積額) (単位: 億円)

	平成17年度算定	平成18年度算定	平成19年度算定	平成20年度算定	平成21年度算定	平成22年度算定	平成23年度算定
高レベル放射性廃棄物分(ガラス固化体分)	27,652	27,728	27,879	27,582	27,922	27,769	27,183
T R U 廃棄物分	—	—	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

※TRU廃棄物分については、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化され、平成20年度から拠出を開始。

最終処分積立金運用残高

(単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分(ガラス固化体分)	4,236	4,999	5,763	6,498	7,394	8,201	8,798
T R U 廃棄物分	—	—	—	95	137	175	216
合計	4,236	4,999	5,763	6,592	7,530	8,375	9,014

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

40

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	BWR 3.7%	←
	現状モデル	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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

41

参考：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3%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	3.57	3.57	3.57	3.85
MOX燃料	0.57	0.57	0.57	0.14
(フロントエンド計)	(4.14)	(4.14)	(4.14)	(3.99)
再処理等	4.45	4.45	4.22	1.19
中間貯蔵	0.08	0.08	0.07	1.40
高レベル廃棄物処分	0.88	0.88	0.86	0.02
直接処分			0.08~0.09	1.16~1.33
(バックエンド計)	(5.41)	(5.41)	(5.23~5.24)	(3.78~3.94)
合計	9.5	9.5	9.4	7.8~7.9

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※：詳細は30ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

42

ステップ3の評価:2030年まで (原子力比率Ⅱのケース)

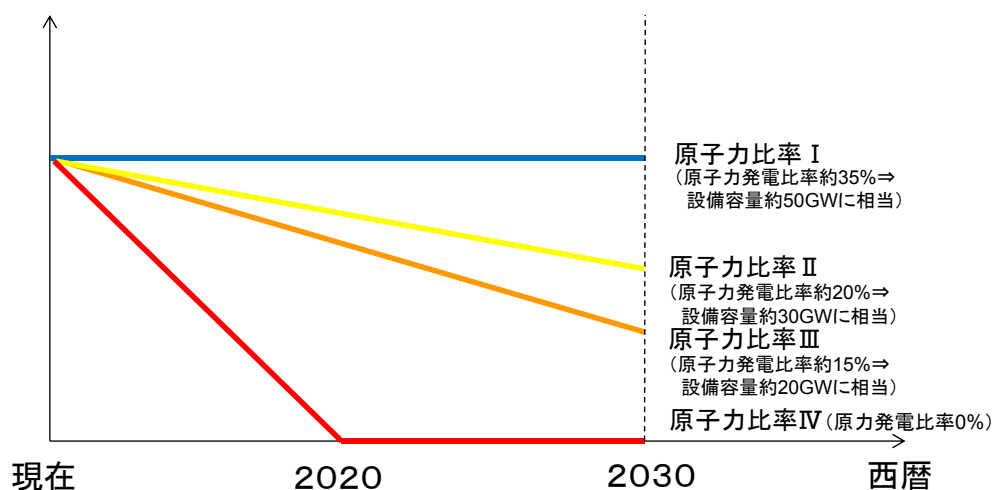
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

43

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4つを選定した。



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

44

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 兆kWh × 35%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 50 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 兆kWh × 20%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 30 GW**

原子力比率Ⅲ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **15%**
設備利用率 : 約 80%
(1 兆kWh × 15%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 20 GW**

原子力比率Ⅳ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **0%**

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

45

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

46

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

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。
- ※東京電力㈱と日本原子力発電㈱の使用済燃料が対象
- 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)

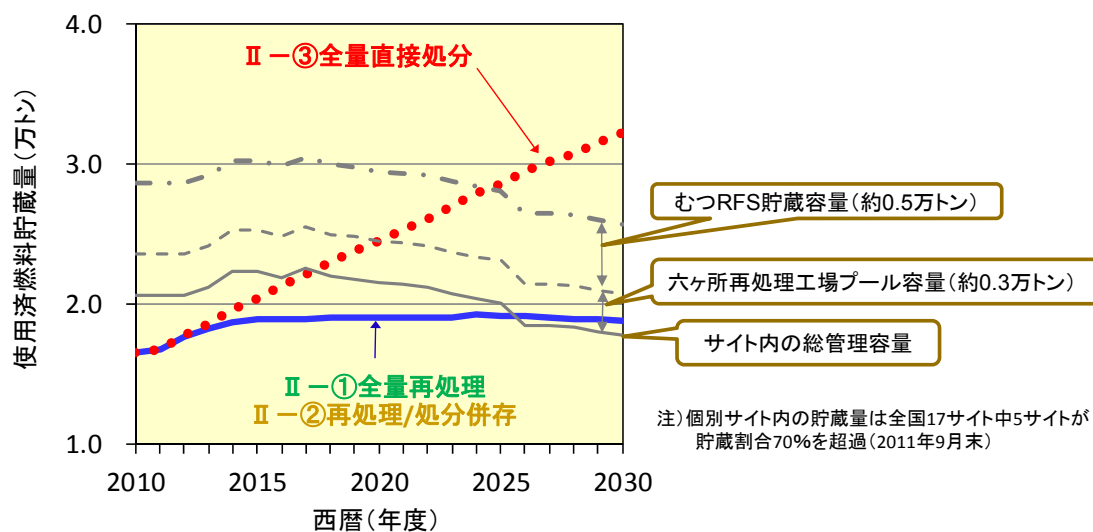
- 貯蔵容量と使用済燃料発生総量はシナリオ1と同じ。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する。
- 再処理工場の稼働状況によっては、使用済燃料貯蔵容量が逼迫する可能性があるため、貯蔵容量の増強は必要である。

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。

解析結果(使用済燃料貯蔵量)

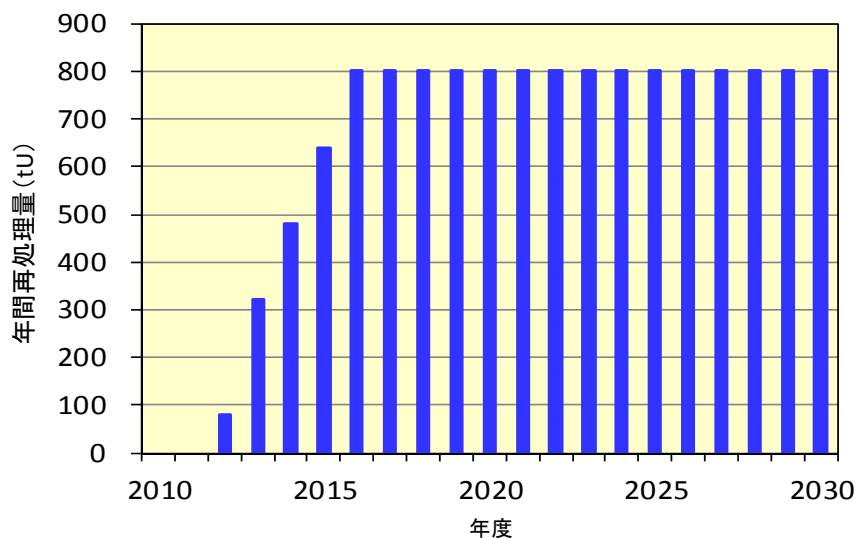
- 全量直接処分Ⅱ-③の場合、使用済燃料貯蔵量は直線的に増加し続けるが、六ヶ所再処理工場を運転するⅡ-①およびⅡ-②の場合、使用済燃料はリサイクルするため、その貯蔵量の増加を抑えることができる。



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。
- 六ヶ所再処理工場は800トン/年の処理能力到達以降、一定の処理量となり、2012年から2030年までに約1.4万トンの使用済燃料を処理する。



六ヶ所再処理工場の運転状況(全量再処理、再処理/処分併存の場合)

前提条件:

- ・ プルサーマルを実施する原子炉(以下「プルサーマル炉」という。)で消費されるPu量に応じて再処理を実施
- ・ 全国の16~18基のプルサーマル炉を用い17GW程度で運転するとし、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(福島第一原子力発電所3号機は除く)

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23tPuf）、国内発電所保管分（約1tPuf）及び抽出済み分（約2.3tPuf）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。ただし、プルサーマル受け入れに関する地元の理解が必要。
- 再処理に伴い回収される回収Uが現在国内に約1,900tU存在し、その取扱いが課題。

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、4tPuf/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、4tPuf/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2においては、使用済MOX燃料の処理処分の方針が不透明となるため、プルサーマル受け入れに関する地元の理解に対し、より一層の努力が必要となる。

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2.3tPufをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

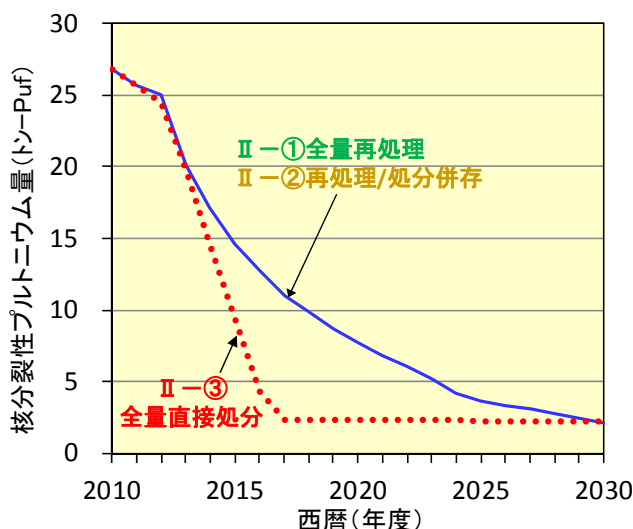
※我が国には、その他研究用として約3.3tPuf存在する。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

51

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200

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

52

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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

53

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核不拡散、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IAEAの検認を経て包括的保障措置の適用を終了させ得るが、核セキュリティ上への対応は必要。

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

54

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

共通事項

- 1974年のインド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）の東海再処理施設（1971年建設開始）における米国から輸入された核物質の再処理について、日米原子力協定（旧協定）に基づく米国の同意取り付けが難航した。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、米側から再処理についての包括同意の見直しを求められる可能性がある。

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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

55

政策変更または政策を実現するための課題

社会受容性：立地困難性（使用済燃料貯蔵施設）

共通事項

- 政策選択枝の柔軟性の確保のため、使用済燃料の貯蔵容量の増強が必要である。
- 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は地元の了解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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

56

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変化する。）
- ・ 直接処分も行う場合には、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。また、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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

57

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、今後のサイクル事業全体（40年分の再処理工場の運転と廃止措置）のうち、40年分の再処理工場の運転にかかる雇用が失われることとなる。（サイクル事業に関連して働く人数は約5,000人（県内出身約7割）、一方、再処理施設の廃止措置に当たっては、年間約1300人の雇用が約30年間分残ると見込まれる。*）

■ 日本原燃(株)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(株)	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
(株)ジェイテック	295	259	
原燃輸送(株)六ヶ所輸送事業所	31	25	
むつ小川原原燃興産(株)	203	201	
六ヶ所原燃警備(株)	165	165	
関連会社※	1,902	1,594	
合計	5,038	3,618	

* 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 第8回コスト等検討小委員会資料 第1-2「再処理施設の廃止措置費用について」に基づいて算出

※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

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

58

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。

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実用化に向けて進めてきた研究開発によって民間に蓄積された技術・人材は失われることとなり、再びFBR実用化を目指したとしても、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。

(参考)○高速増殖炉サイクル開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

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)

- ・ 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、受け入れ先の選定や建設等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。

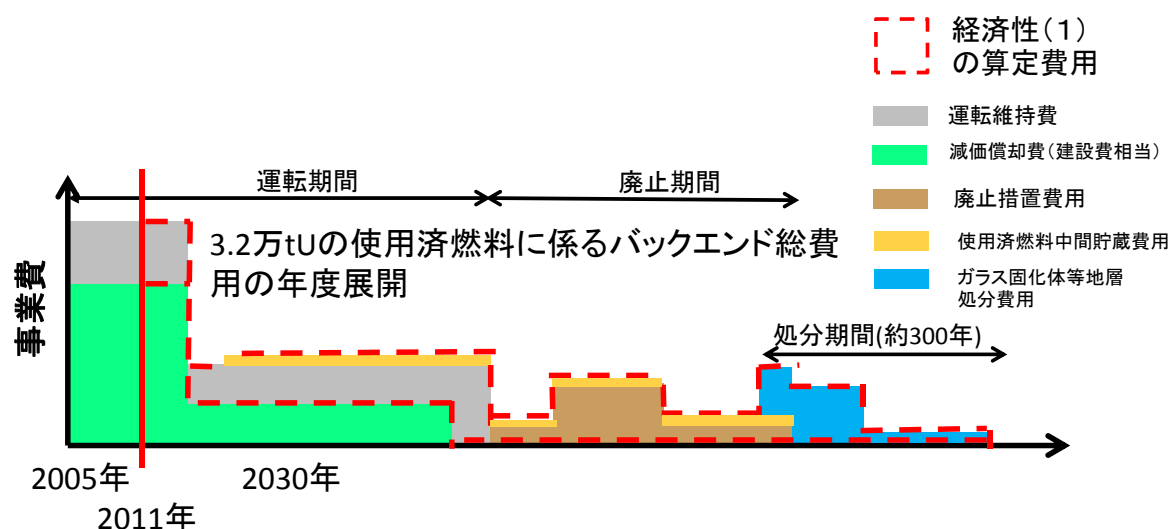
中・長期的に重要な課題

経済性(1)の評価方法

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た総額を算出

経済性(1)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理)ー

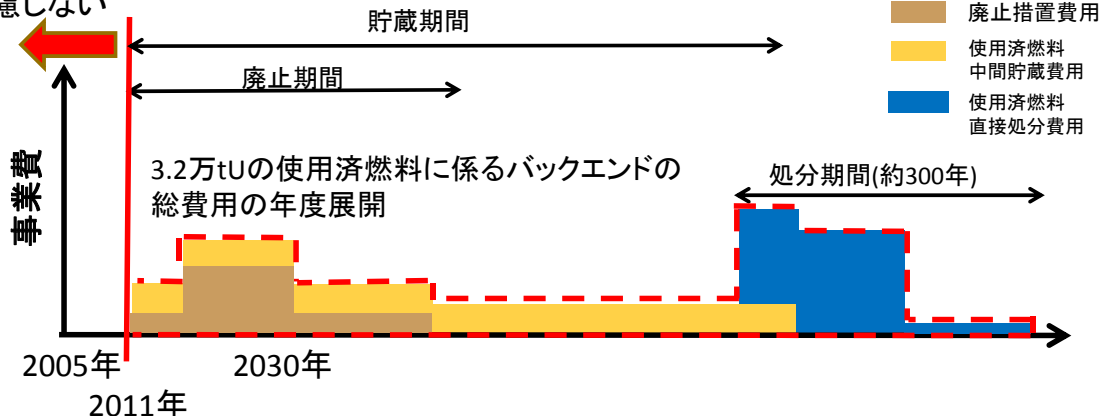


※なお、六ヶ所再処理工場の容量(3.2万tU)を超える使用済燃料分のバックエンド費用が生じる場合は、経済性(2)の評価と同じ方法とする。

経済性(1)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分)—

2011年以前の費用は考慮しない



- 2030年までに発生する使用済燃料を直接処分する場合に発生する費用に加え、六ヶ所再処理工場の廃止措置を2012年より開始するとして費用を加える。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

65

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%		中間貯蔵分を再処理	中間貯蔵分を直接処分	
ウラン燃料	3.29	3.29	3.29	3.66
MOX燃料	0.75	0.75	0.75	0.16
(フロントエンド計)	(4.04)	(4.04)	(4.04)	(3.82)
再処理等	8.67	8.67	8.58	1.78
中間貯蔵	0.01	0.01	0.01	1.65
高レベル廃棄物処分	2.69	2.69	2.68	0.04
直接処分			0.03~0.04	4.71~5.50
(バックエンド計)	(11.4)	(11.4)	(11.3)	(8.18~8.97)
合計	15.4	15.4	15.3	12.0~12.8

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※：詳細は72ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

66

経済性(2)の評価方法

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のうち、2010年から2030年までの間に積立しておくべき費用を算出

○ 費用算出の考え方

2010年から2030年で発生する使用済燃料の再処理や最終処分は主に2030年以降に行われる。このため、1kWh当たりのサイクルコスト^{注1}を用い、これに2010年から2030年で発生する原子力発電による電力量を乗じて総費用を算出(次頁参照)

シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用
＝サイクルコスト^{注1}(円/kWh) × 2010～2030年の総発電電力量(kWh)

注1: 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)

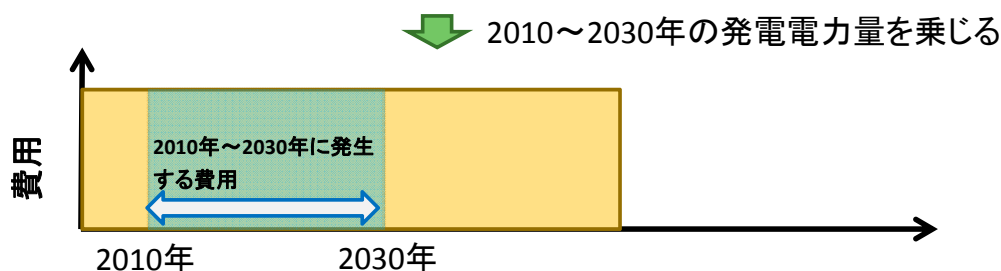
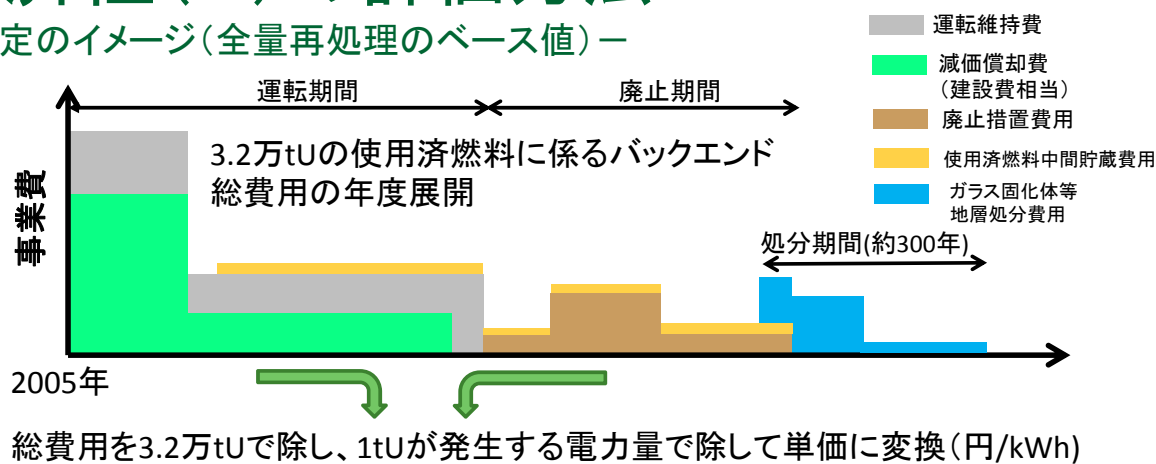
○ シナリオ3については下記の費用を追加で算出

- ✓ 六ヶ所再処理工場の埋没費用^{注2}(未償却資産に見合う費用)
- ✓ 廃止措置費用、既に存在するガラス固化体等の処分費用等
- ✓ 過去に発生した使用済燃料1.7万tUを直接処分に変更する場合に不足となる費用

注2: 埋没費用とは、投資評価を行う時点ですでに支出されている費用のこと。いずれの案を選択しても同様に発生する費用。会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

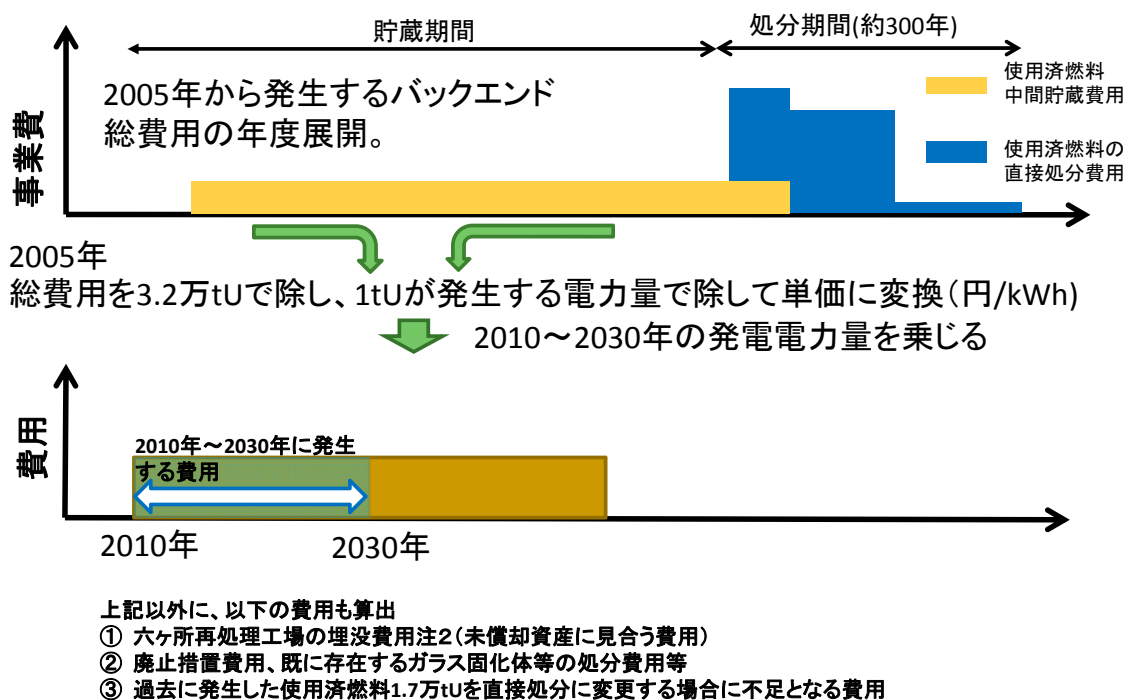
経済性(2)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理のベース値)ー



経済性(2)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分のベース値)—



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

69

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

	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	0.77
MOX燃料注	0.07	0.07	0.07
(フロントエンド計)	(0.85)	(0.85)	(0.85)
再処理等	0.57	0.57	0.51
中間貯蔵	0.02	0.02	0.02
高レベル廃棄物処分	0.04	0.04	0.04
直接処分			0.02
(バックエンド計)	(0.63)	(0.63)	(0.59)
合計	1.48	1.48	1.44

× 5.6兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)

シナリオに基づく総費用	8.3兆円	8.3兆円	8.1兆円	5.6～5.7兆円
-------------	-------	-------	-------	-----------

上記の費用の他、シナリオによって追加の費用※¹が発生する。
また、上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※²が発生する可能性がある。

注 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。

※1: 詳細は71ページ参照。
※2: 詳細は72ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

70

経済性：シナリオ毎に考慮する必要がある費用

記号の説明

○：経済性(1)(2)の総費用に含まれておらず、考慮する必要がある費用

△：経済性(2)の総費用に一部含まれている費用

×：経済性(1)の費用に既に含まれている費用

－：考慮する必要がない費用

I. いずれのシナリオにおいても将来発生することが決まっている費用			経済性(1)		経済性(2)	
			シナリオ1,2	シナリオ3	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	評価対象外		△	○
	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	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	0.04 兆円	×	×	△	○
	⑤回収済Pu(2.3tPuf)の貯蔵管理・処分関係費	α	×	○	△	○
II. シナリオ3で発生する固有の費用						
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(1.7万吨×(14,500万円/tU－8,500万円/tU))		1.02 兆円	－	－	－	○

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

71

経済性：その他考慮すべき費用

－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注－

- 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(約22～31兆円)のリスクもある。(第15回資料第1-5号参照)
- 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
- 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(キャスク除く)

注：本費用は割引率0%の数字である。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

72

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。

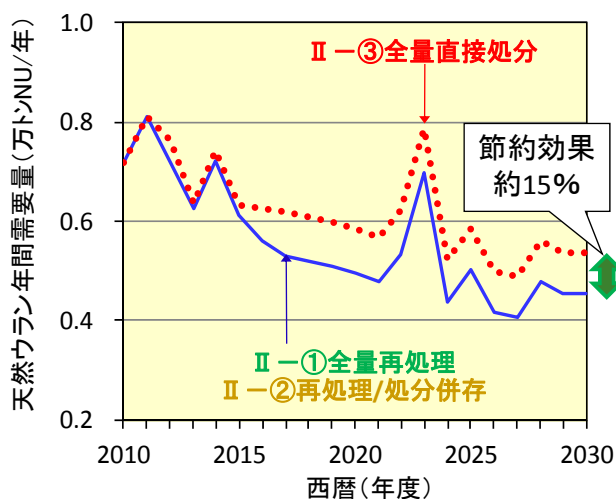
2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

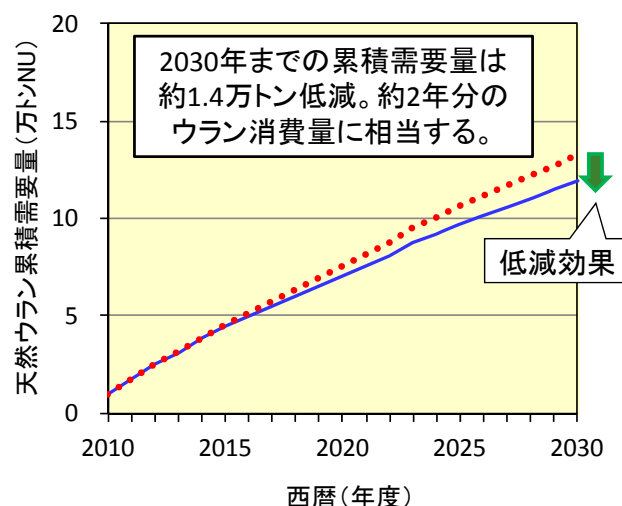
73

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

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

74

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	0.7万m ³	1.9万tU※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tU※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	0.2万m ³	3.2万tU※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

※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)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

75

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)	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)					
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。

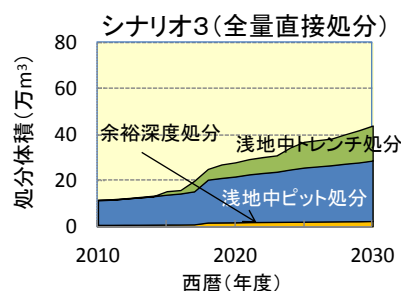
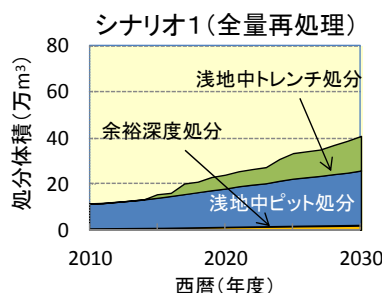
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

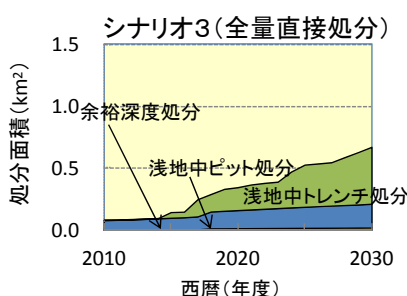
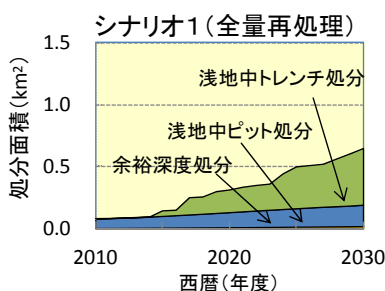
76

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



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1(全量再処理)

- 政策選択肢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)。
- 使用済燃料は全て再処理すると固定される。
- 長期に用いる再処理技術、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、実用化の成否について不確かさがある。

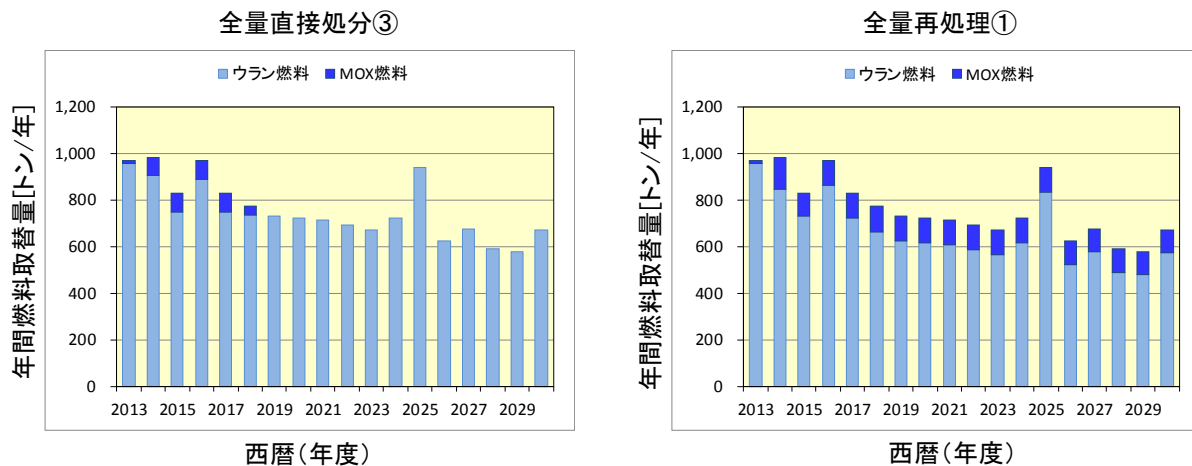
シナリオ2(再処理/処分併存)

- 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性がある。
- 使用済燃料は再処理されるのか、直接処分されるのか扱いが不明瞭となり、現行政策からの一貫性に懸念を生じさせる。
- 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。特定の技術に集中投資せず、進捗を確認しながら各技術の開発を進めるため、柔軟性がある。

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限定される(政策課題が大きくなる)。
- 使用済燃料は全て直接処分すると固定される。
- 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。将来再処理が必要となった場合、技術基盤の再構築が必要となり、新たな投資と時間が必要である。

参考：天然ウランの節約効果の推移



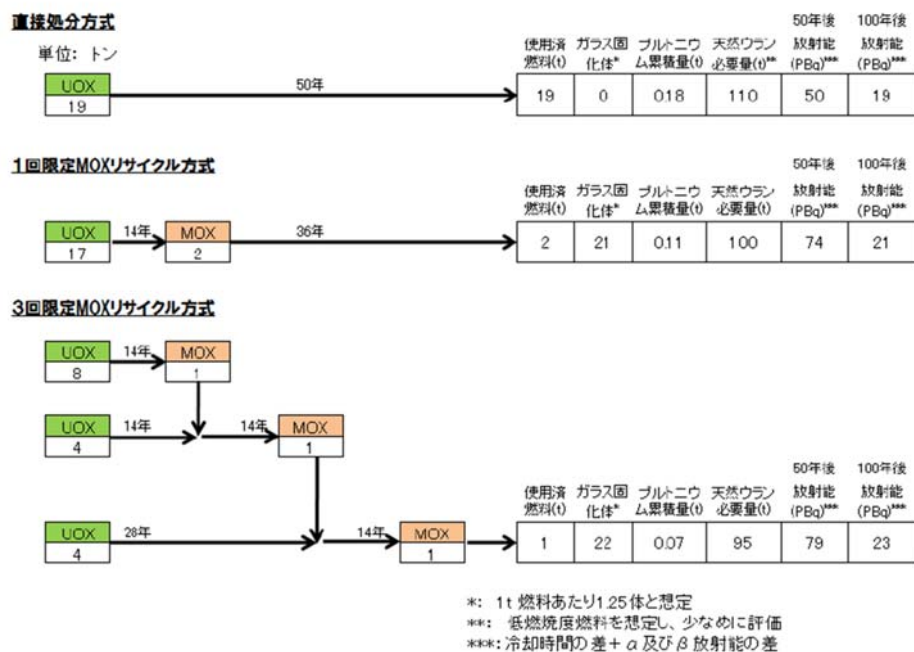
注)ウラン燃料には初装荷分を含む

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

79

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

2012/5/23

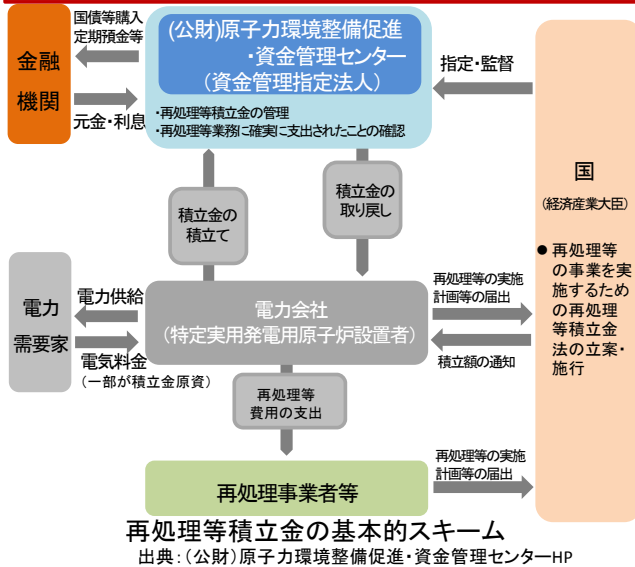
新大綱策定会議(第19回)

80

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、その使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

(単位: 億円)

	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

※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。

2012/5/23

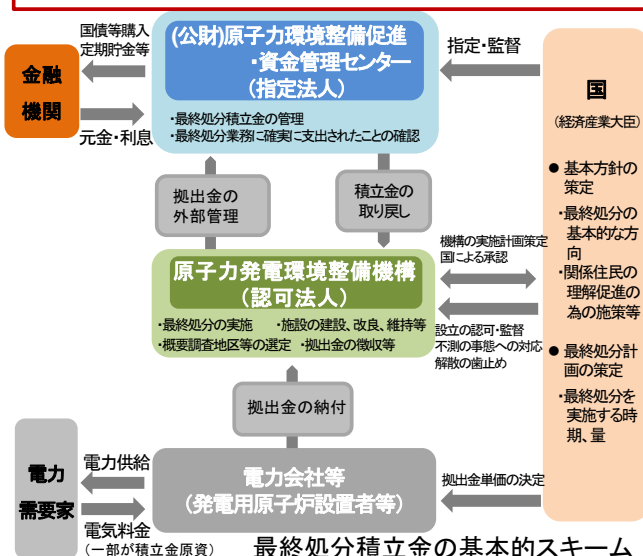
新大綱策定会議(第19回)

81

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

最終処分業務に必要な最終処分費(総見積額) (単位: 億円)

	平成17年度算定	平成18年度算定	平成19年度算定	平成20年度算定	平成21年度算定	平成22年度算定	平成23年度算定
高レベル放射性廃棄物分(ガラス固化体分)	27,652	27,728	27,879	27,582	27,922	27,769	27,183
T R U 廃棄物分	—	—	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

※TRU廃棄物分については、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化され、平成20年度から拠出を開始。

最終処分積立金運用残高

(単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分(ガラス固化体分)	4,236	4,999	5,763	6,498	7,394	8,201	8,798
T R U 廃棄物分	—	—	—	95	137	175	216
合計	4,236	4,999	5,763	6,592	7,530	8,375	9,014

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

82

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	BWR 3.7%	←
	現状モデル	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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

83

参考：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3%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	2.66	2.66	2.66	2.94
MOX燃料	0.57	0.57	0.57	0.14
(フロントエンド計)	(3.23)	(3.23)	(3.23)	(3.08)
再処理等	4.23	4.23	4.21	1.19
中間貯蔵	0.00	0.00	0.00	1.31
高レベル廃棄物処分	0.86	0.86	0.85	0.02
直接処分			0.00~0.01	1.08~1.23
(バックエンド計)	(5.09)	(5.09)	(5.08)	(3.60~3.75)
合計	8.3	8.3	8.3	6.7~6.8

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※: 詳細は72ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

84

ステップ3の評価:2030年まで (原子力比率Ⅲのケース)

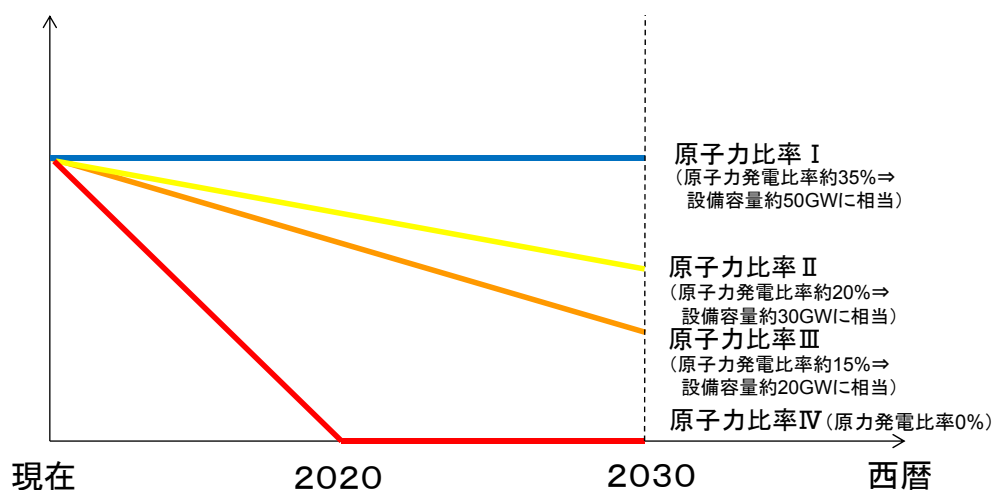
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

85

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4つを選定した。



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

86

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 兆kWh × 35%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 50 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 兆kWh × 20%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 30 GW**

原子力比率Ⅲ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **15%**
設備利用率 : 約 80%
(1 兆kWh × 15%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 20 GW**

原子力比率Ⅳ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **0%**

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

87

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

88

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

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1.4万tUであり、合計で約3.0万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Ⅲの場合、設備容量が2000万kWまで減るため、使用済燃料プールの管理容量が減少する。
- 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。

※東京電力㈱と日本原子力発電㈱の使用済燃料が対象

シナリオ1(全量再処理)

- 再処理を2030年まで運転する間、稼働率がある程度低下する。使用済燃料の総量は約1.9万tUとなる。
- むつRFSを期待しても、国内の全貯蔵容量に対して0.2万tUの貯蔵容量が不足するため、それ以上の貯蔵容量の増強を行わないと一部の発電所は運転できない。

シナリオ2(再処理/処分併存)

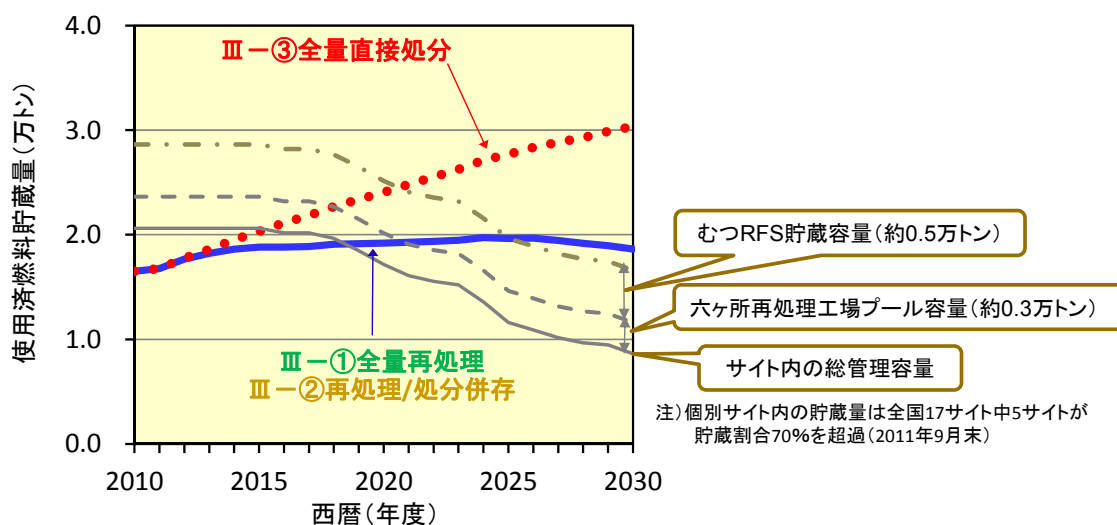
- 貯蔵容量と使用済燃料発生総量はシナリオ1と同じ。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、再処理を前提とした使用済燃料を貯蔵する。むつRFSを期待できない場合には、0.7万tU以上の中間貯蔵施設を含め貯蔵容量の増強が喫緊の課題となる。

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3.0万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。

解析結果(使用済燃料貯蔵量)

- 全量直接処分Ⅲ-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Ⅲ-①およびⅢ-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。

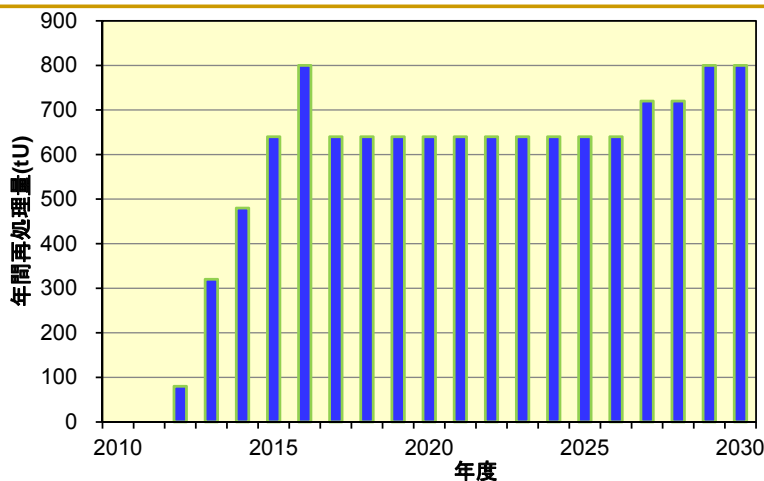


シナリオ間の使用済燃料貯蔵量比較

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。

※プルサーマルを実施する原子炉基数を増やすことで、稼働率100%(800トン/年)の再処理を行うことも可能。



六ヶ所再処理工場の運転状況(全量再処理、再処理/処分併存の場合)

前提条件:

- プルサーマルを実施する原子炉(以下「プルサーマル炉」という。)で消費されるPu量に応じて再処理を実施
- 2023年までは、プルサーマル炉を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運転停止に伴い、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、プルサーマル炉の変更により、容量が約17~18GWに増加すると想定。

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23tPuf）、国内発電所保管分（約1tPuf）及び抽出済み分（約2.3tPuf）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。ただし、プルサーマル受け入れに関する地元の理解が必要。
- 再処理に伴い回収される回収Uが現在国内に約1,900tU存在し、その取扱いが課題。

シナリオ1（全量再処理）

- 今後、再処理によってPuが発生（4tPuf/年強（800t/年の場合）以下）するが、プルサーマルを実施する原子炉の規模を約1600～1800万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2（再処理/処分併存）

- 今後、再処理によってPuが発生（4tPuf/年強（800t/年の場合）以下）するが、プルサーマルを実施する原子炉の規模を約1600～1800万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2においては、使用済MOX燃料の処理処分の方針が不透明となるため、プルサーマル受け入れに関する地元の理解に対し、より一層の努力が必要となる。

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2.3tPufをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。

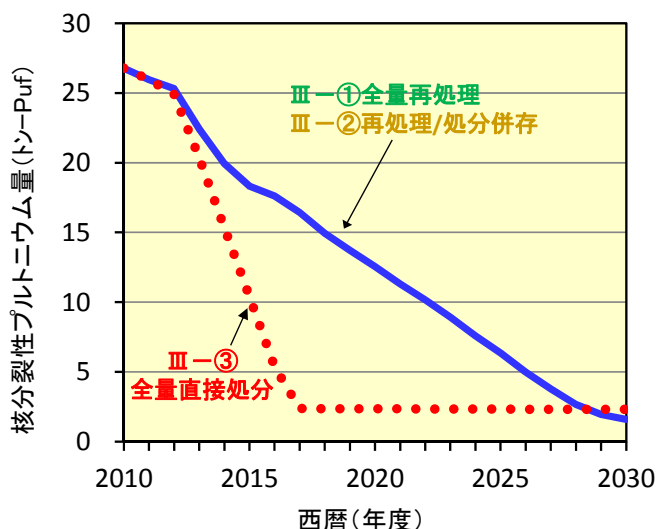
※我が国には、その他研究用として約3.3tPuf存在する。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

93

解析結果（Pu貯蔵量）



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)
Ⅲ-① 全量再処理	約150
Ⅲ-② 再処理/処分併存	
Ⅲ-③ 全量直接処分	約190

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

94

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与することができる。

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関わることができる。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

95

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核不拡散、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IAEAの検認を経て包括的保障措置の適用を終了させ得るが、核セキュリティ上への対応は必要。

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

96

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

共通事項

- 1974年のインド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）の東海再処理施設（1971年建設開始）における米国から輸入された核物質の再処理について、日米原子力協定（旧協定）に基づく米国の同意取り付けが難航した。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、米側から再処理についての包括同意の見直しを求められる可能性がある。

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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

97

政策変更または政策を実現するための課題

社会受容性：立地困難性（使用済燃料貯蔵施設）

共通事項

- 政策選択枝の柔軟性の確保のため、使用済燃料の貯蔵容量の増強が必要である。
- 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は地元の了解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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

98

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変化する。）
- ・ 直接処分も行う場合には、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。また、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。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

99

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、今後のサイクル事業全体（40年分の再処理工場の運転と廃止措置）のうち、40年分の再処理工場の運転にかかる雇用が失われることとなる。（サイクル事業に関連して働く人数は約5,000人（県内出身約7割）、一方、再処理施設の廃止措置に当たっては、年間約1300人の雇用が約30年間分残ると見込まれる。*）

会 社 名	社員数	県内雇用数	備 考
日本原燃(株)	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
(株)ジェイテック	295	259	
原燃輸送(株)六ヶ所輸送事業所	31	25	
むつ小川原原燃興産(株)	203	201	
六ヶ所原燃警備(株)	165	165	
関連会社※	1,902	1,594	
合計	5,038	3,618	

H23.4.1現在

*総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 第8回コスト等検討小委員会資料 第1-2「再処理施設の廃止措置費用について」に基づいて算出

※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

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

100

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。

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実用化に向けて進めてきた研究開発によって民間に蓄積された技術・人材は失われることとなり、再びFBR実用化を目指したとしても、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。

(参考)○高速増殖炉サイクル開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

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)

- ・ 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、受け入れ先の選定や建設等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。

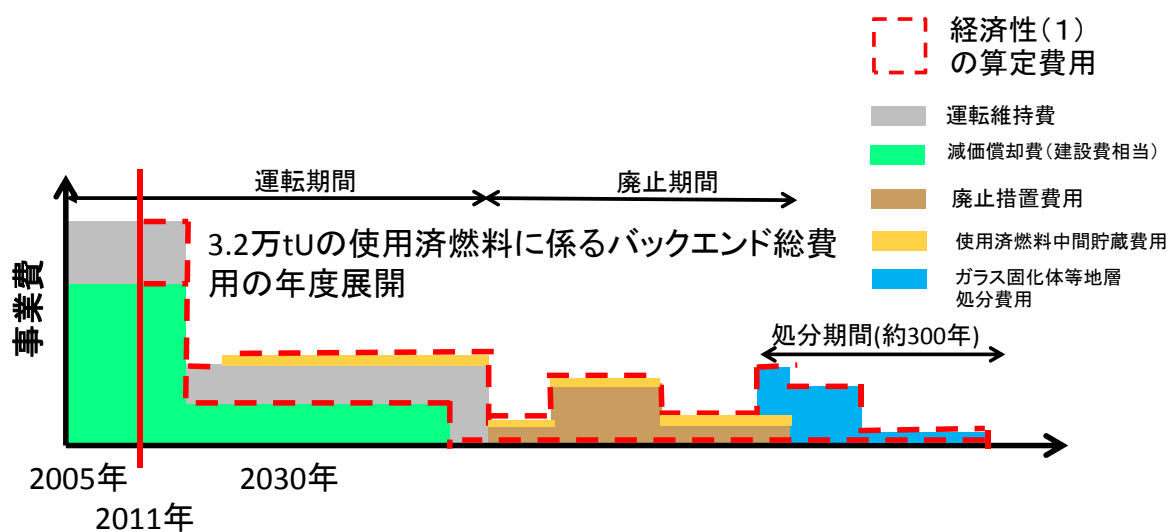
中・長期的に重要な課題

経済性(1)の評価方法

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た総額を算出

経済性(1)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理)ー

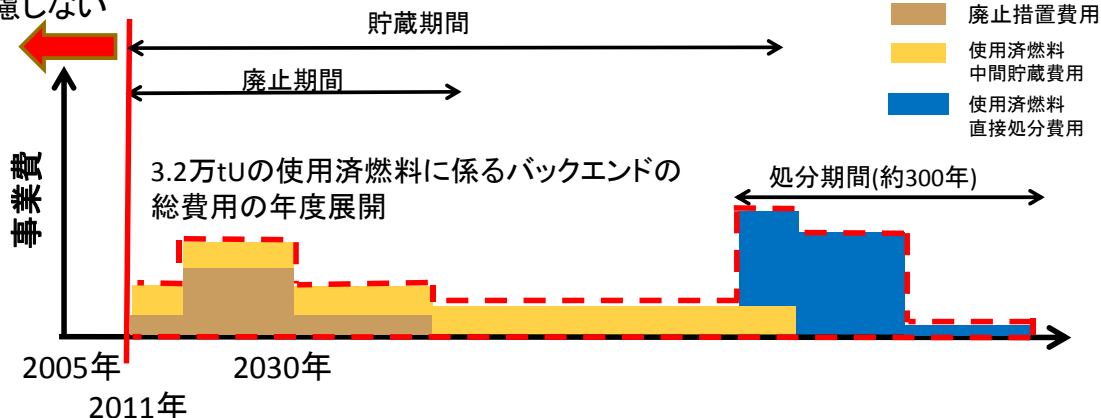


※なお、六ヶ所再処理工場の容量(3.2万tU)を超える使用済燃料分のバックエンド費用が生じる場合は、経済性(2)の評価と同じ方法とする。

経済性(1)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分)—

2011年以前の費用は考慮しない



- 2030年までに発生する使用済燃料を直接処分する場合に発生する費用に加え、六ヶ所再処理工場の廃止措置を2012年より開始するとして費用を加える。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

107

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 (11.2)	8.26 0.36 2.53 (11.2)	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追加の費用※が発生する可能性がある。

※: 詳細は114ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

108

経済性(2)の評価方法

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のうち、2010年から2030年までの間に積立しておくべき費用を算出

○ 費用算出の考え方

2010年から2030年で発生する使用済燃料の再処理や最終処分は主に2030年以降に行われる。このため、1kWh当たりのサイクルコスト^{注1}を用い、これに2010年から2030年で発生する原子力発電による電力量を乗じて総費用を算出(次頁参照)

シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用
＝サイクルコスト^{注1}(円/kWh) × 2010～2030年の総発電電力量(kWh)

注1: 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)

○ シナリオ3については下記の費用を追加で算出

- ✓ 六ヶ所再処理工場の埋没費用^{注2}(未償却資産に見合う費用)
- ✓ 廃止措置費用、既に存在するガラス固化体等の処分費用等
- ✓ 過去に発生した使用済燃料1.7万tUを直接処分に変更する場合に不足となる費用

注2: 埋没費用とは、投資評価を行う時点ですでに支出されている費用のこと。いずれの案を選択しても同様に発生する費用。会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

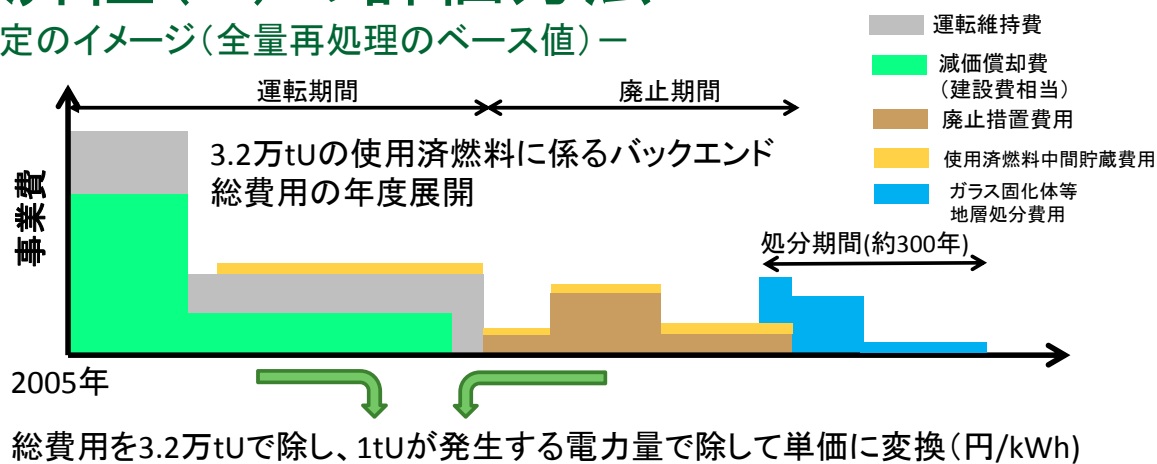
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

109

経済性(2)の評価方法

ー算定のイメージ(全量再処理のベース値)ー



2010～2030年の発電電力量を乗じる



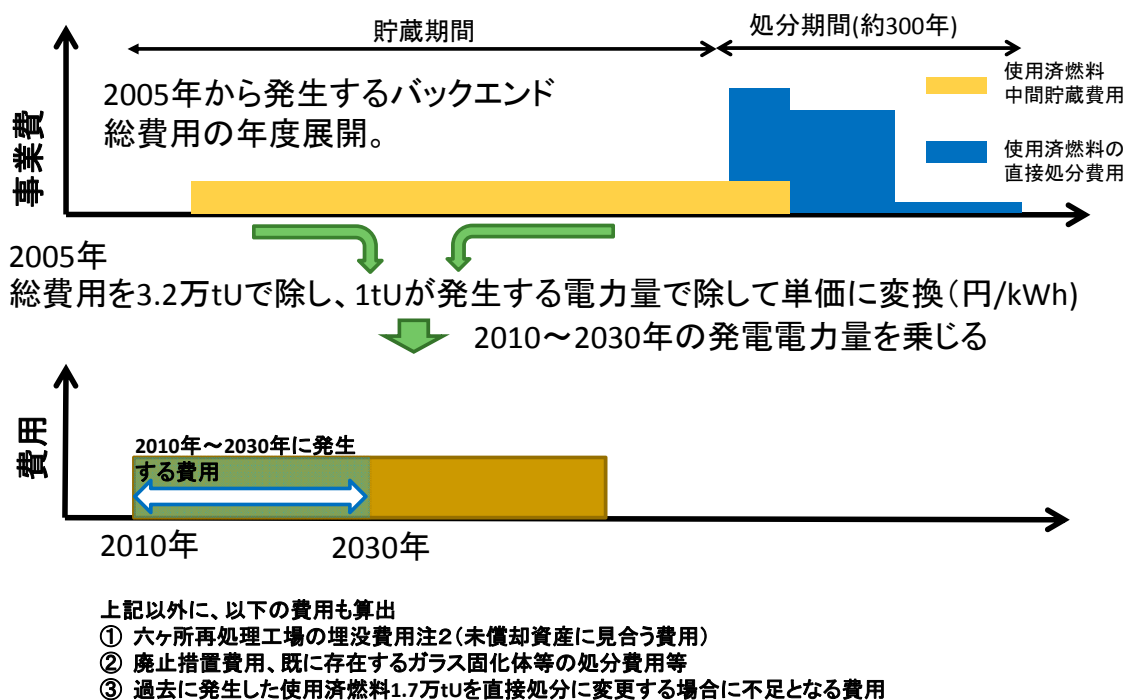
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

110

経済性(2)の評価方法

— 算定のイメージ(全量直接処分のベース値) —



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

111

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

	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	0.76	0.76	0.81
MOX燃料注 (フロントエンド計)	0.09 (0.85)	0.09 (0.85)	--- (0.81)
再処理等	0.74	0.74	---
中間貯蔵	0.03	0.03	0.09
高レベル廃棄物処分	0.05	0.05	---
直接処分 (バックエンド計)	(0.81)	(0.81)	0.10～0.11 (0.19～0.21)
合計	1.67	1.67	1.00～1.02

× 4.8兆kWh (2010～2030年の総発電電力量)

シナリオに基づく総費用	8.1兆円	8.1兆円	4.8～4.9兆円
-------------	-------	-------	-----------

上記の費用の他、シナリオによって追加の費用※1が発生する。
また、上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※2が発生する可能性がある。

注 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。

※1: 詳細は113ページ参照。
※2: 詳細は114ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

112

経済性：シナリオ毎に考慮する必要がある費用

記号の説明

○：経済性(1)(2)の総費用に含まれておらず、考慮する必要がある費用

△：経済性(2)の総費用に一部含まれている費用

×：経済性(1)の費用に既に含まれている費用

－：考慮する必要がない費用

I. いずれのシナリオにおいても将来発生することが決まっている費用			経済性(1)		経済性(2)	
			シナリオ1,2	シナリオ3	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	評価対象外		△	○
	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	0.04 兆円	×	×	△	○
	⑤回収済Pu(2.3tPuf)の貯蔵管理・処分関係費	α	×	○	△	○
II. シナリオ3で発生する固有の費用						
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(1.7万吨×(14,500万円/tU－8,500万円/tU))		1.02 兆円	－	－	－	○

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

113

経済性：その他考慮すべき費用

－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^注－

- 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(約20～30兆円)のリスクもある。(第15回資料第1-5号参照)
- 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
- 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(キャスク除く)

注：本費用は割引率0%の数字である。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

114

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16%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16%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。

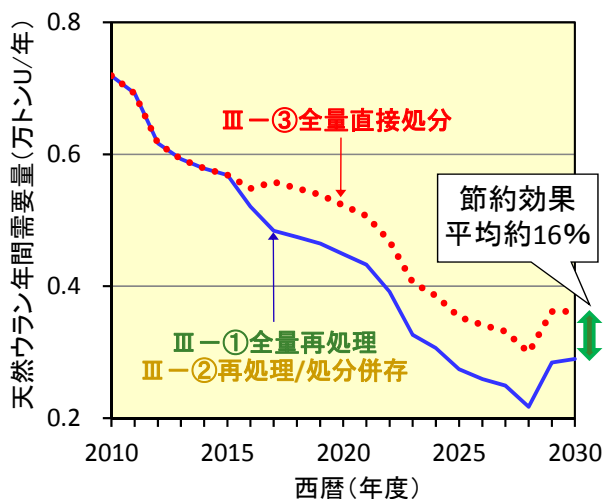
2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

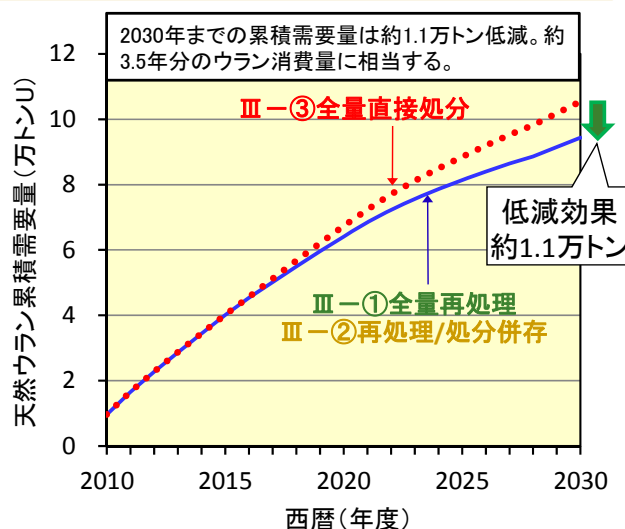
115

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（Ⅲ-①、Ⅲ-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

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

116

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)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

117

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。

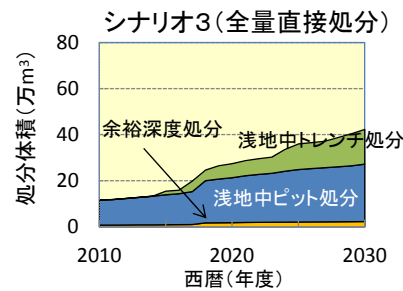
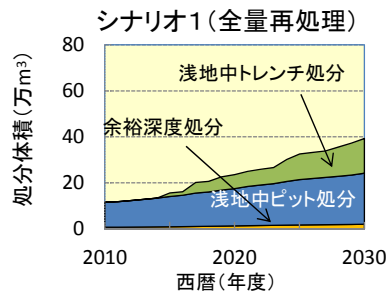
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

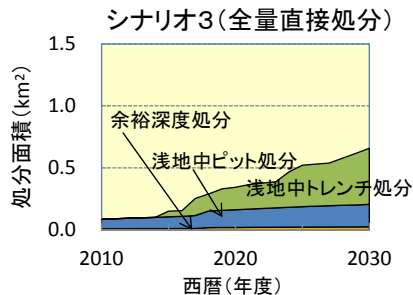
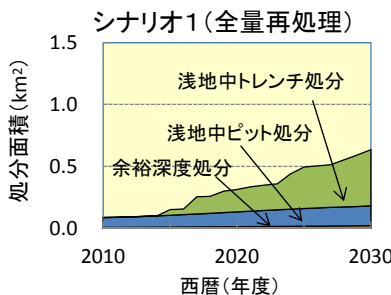
118

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
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



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1(全量再処理)

- 政策選択肢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)。
- 使用済燃料は全て再処理すると固定される。
- 長期に用いる再処理技術、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、実用化の成否について不確かさがある。

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性がある。
- 使用済燃料は再処理されるのか、直接処分されるのか扱いが不明瞭となり、現行政策からの一貫性に懸念を生じさせる。
- 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。特定の技術に集中投資せず、進捗を確認しながら各技術の開発を進めるため、柔軟性がある。

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限定される(政策課題が大きくなる)。
- 使用済燃料は全て直接処分すると固定される。
- 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。将来再処理が必要となった場合、技術基盤の再構築が必要となり、新たな投資と時間が必要である。

参考：原子力比率Ⅲ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%				
(3) 新增設2基	稼働率70%	1,486	15%				
	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Ⅲ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

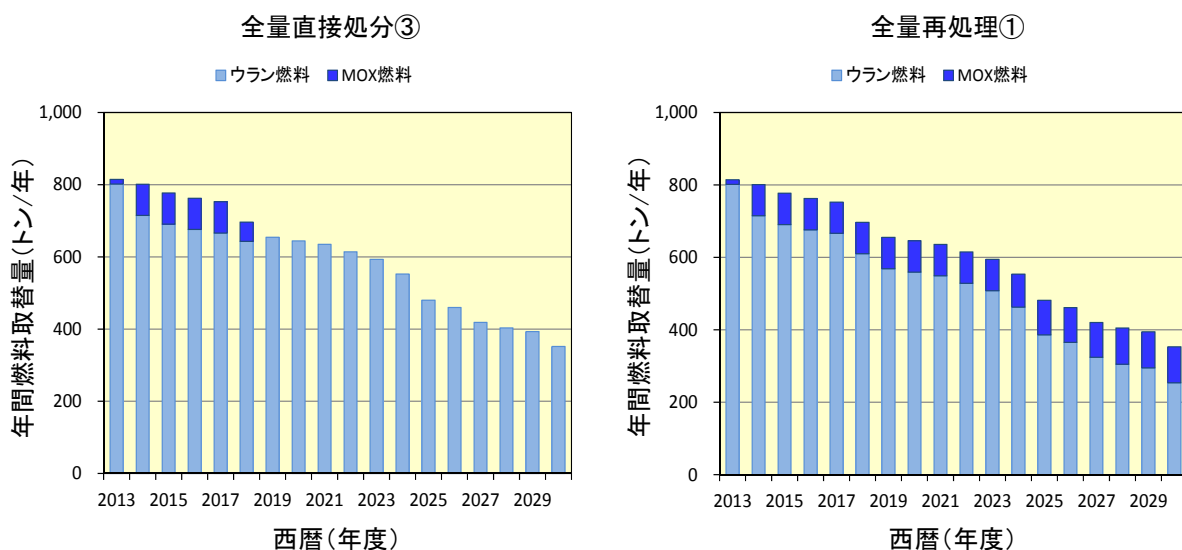
出典：第20回基本問題委員会(2012年4月26日)、資料2『原子力発電比率について(これまでの議論を受けて)』より

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

121

参考：天然ウランの節約効果の推移



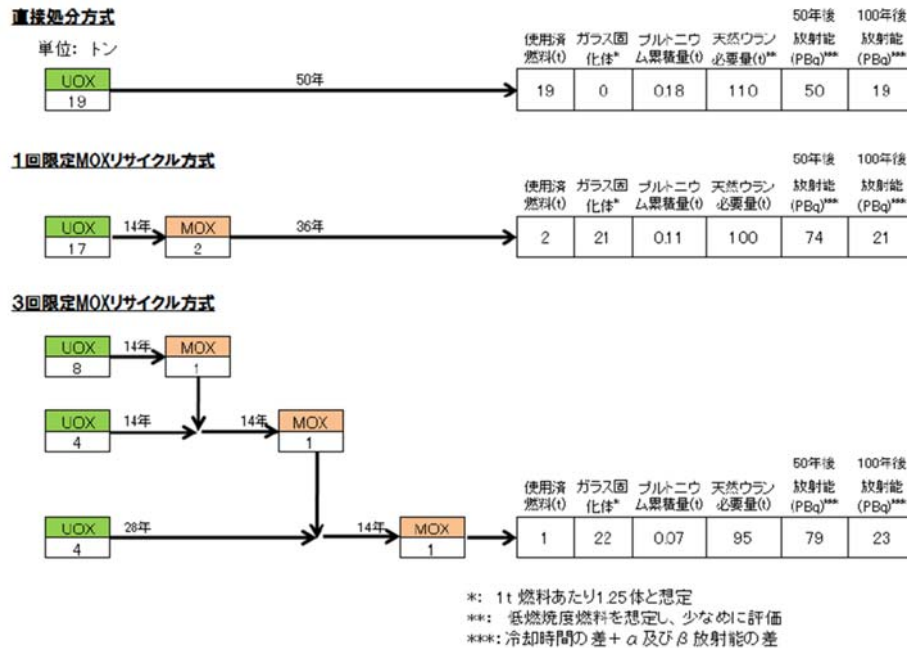
注) ウラン燃料には初装荷燃料分を含む

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

122

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

2012/5/23

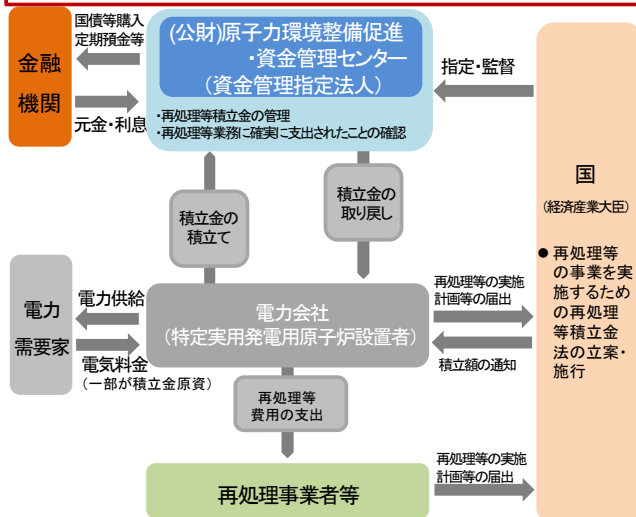
新大綱策定会議（第19回）

123

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

再処理等積立金の積立て状況

（単位：億円）

	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

※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。

2012/5/23

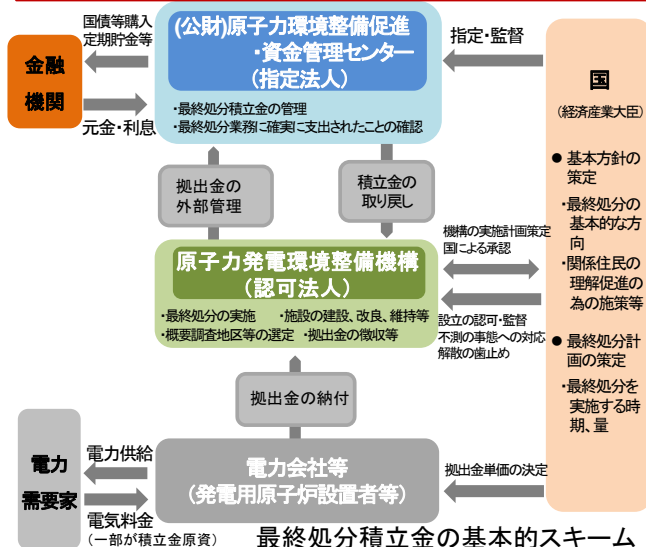
新大綱策定会議（第19回）

124

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

最終処分業務に必要な最終処分費 (総見積額) (単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分 (ガラス固化体分)	27,652	27,728	27,879	27,582	27,922	27,769	27,183
T R U 廃棄物分	—	—	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

※TRU廃棄物分については、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化され、平成20年度から拠出を開始。

最終処分積立金運用残高

(単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分 (ガラス固化体分)	4,236	4,999	5,763	6,498	7,394	8,201	8,798
T R U 廃棄物分	—	—	—	95	137	175	216
合計	4,236	4,999	5,763	6,592	7,530	8,375	9,014

最終処分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

2012/5/23

新大綱策定会議 (第19回)

125

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	BWR 3.7%	←
	現状モデル	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		・使用済燃料の貯蔵量が2030年時点で32,000tU未満であるため、全て再処理を行う。 ・1tUあたりの再処理単価は再処理工場の稼働率を8割と仮定して算定。 ・六ヶ所再処理工場へ再処理するまでの間、7007tUが中間貯蔵を行うものとして設定。
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。

2012/5/23

新大綱策定会議 (第19回)

126

参考：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3%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3%			
ウラン燃料 MOX燃料 (フロントエンド計)	2.17 0.47 (2.64)	2.17 0.47 (2.64)	2.37 0.15 (2.53)
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)	4.13 0.25 0.82 (5.20)	4.13 0.25 0.82 (5.20)	1.19 1.25 0.02 1.03～1.18 (3.49～3.64)
合計	7.8	7.8	6.0～6.2

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※：詳細は114ページ参照。

ステップ3の評価:2030年まで (原子力比率Ⅳのケース)

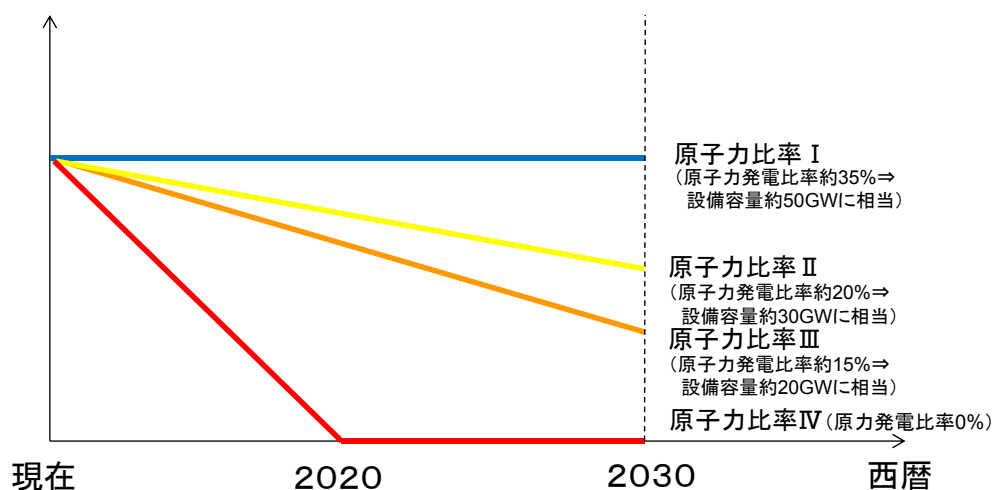
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

129

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4つを選定した。



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

130

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 兆kWh × 35%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 5.0 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 兆kWh × 20%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 3.0 GW**

原子力比率Ⅲ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **15%**
設備利用率 : 約 80%
(1 兆kWh × 15%) / (365 日 × 24 時間 × 80%) = **約 2.0 GW**

原子力比率Ⅳ

総需要 : 約 1 兆kWh
原子力比率 : **0%**

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

131

原子力比率Ⅳのケースにおける 評価シナリオについて

- 原子力比率Ⅳ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Ⅳ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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

132

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

133

短期的に重要な課題

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

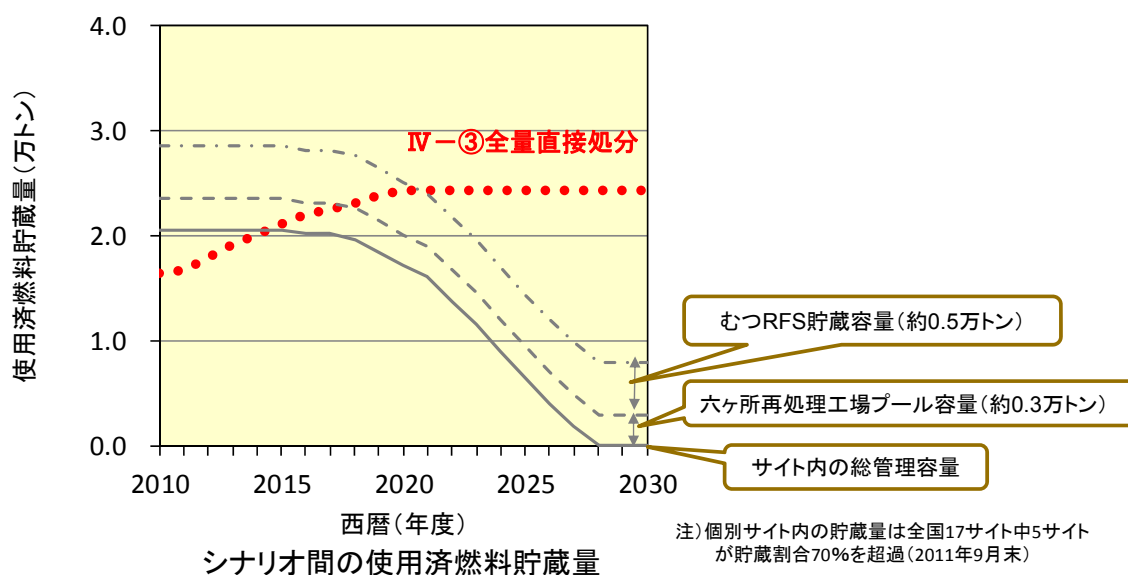
134

使用済燃料管理・貯蔵：使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量

シナリオ3(全量直接処分)

- 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2.4万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。
- 2020年まで廃棄物としての使用済燃料は約2.4万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。

解析結果(使用済燃料貯蔵量)



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23tPuf）、国内発電所保管分（約1tPuf）及び抽出済み分（約2.3tPuf）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プルサーマル約10年で利用可能。ただし、プルサーマル受け入れに関する地元の理解が必要。
- 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2.3tPufをMOX燃料に加工する能力の確保が必要である。
- 過去を含めPu回収（再処理）に伴う回収Uが現在国内に約1,900tU存在し、その取扱いが課題。

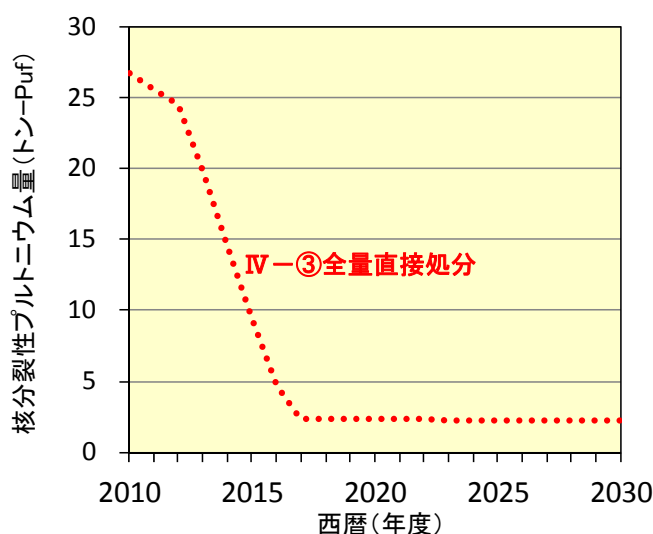
※我が国には、その他研究用として約3.3tPuf存在する。

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

137

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)
IV-③ 全量直接処分	約150

2012/5/23

新大綱策定会議（第19回）

138

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となるが核燃料サイクル分野のうちで実施可能な範囲において積極的に国際貢献にかかわることができる。

核燃料サイクルを巡る国際的視点：核不拡散、核セキュリティ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。

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

シナリオ3(全量直接処分)

- 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。
- 原子力発電比率が0となることにともない、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

社会受容性：立地困難性(使用済燃料貯蔵施設)

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は地元の了解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ること(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。

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。

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、今後のサイクル事業全体(40年分の再処理工場の運転と廃止措置)のうち、40年分の再処理工場の運転にかかる雇用が失われることとなる。(サイクル事業に関連して働く人数は約5,000人(県内出身約7割)、一方、再処理施設の廃止措置に当たっては、年間約1300人の雇用が約30年間分残ると見込まれる。*)

日本原燃株及び関連社員数 (人)			
会社名	社員数	県内雇用数	備考
日本原燃株	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
(株)ジェイテック	295	259	
原燃輸送株六ヶ所輸送事業所	31	25	
むつ小川原原燃興産株	203	201	
六ヶ所原燃警備株	165	165	
関連会社※	1,902	1,594	
合計	5,038	3,618	

H23.4.1現在

*総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 第8回コスト等検討小委員会資料 第1-2「再処理施設の廃止措置費用について」に基づいて算出

※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

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実用化に向けて進めてきた研究開発によって民間に蓄積された技術・人材は失われることとなり、再びFBR実用化を目指したとしても、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。

(参考)○高速増殖炉サイクル開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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

145

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)

- 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、受け入れ先の選定や建設等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。

中・長期的に重要な課題

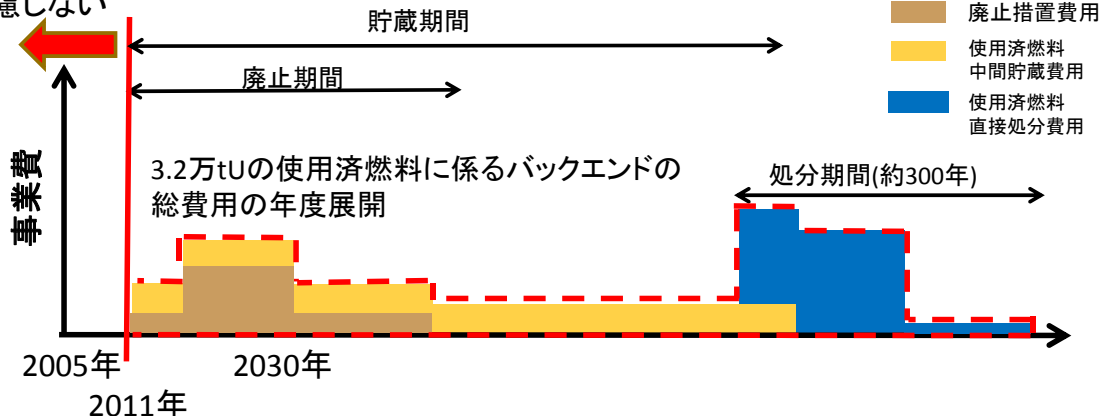
経済性(1)の評価方法

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た総額を算出

経済性(1)の評価方法

—算定のイメージ(全量直接処分)—

2011年以前の費用は考慮しない



- 2030年までに発生する使用済燃料を直接処分する場合に発生する費用に加え、六ヶ所再処理工場の廃止措置を2012年より開始するとして費用を加える。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

149

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)	1.00 0.16 (1.16)
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)	1.78 1.24 0.04 3.86~4.51 (6.92~7.58)
合計	8.1~8.7

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※: 詳細は155ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

150

経済性(2)の評価方法

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のうち、2010年から2030年までの間に積立しておくべき費用を算出

○ 費用算出の考え方

2010年から2030年で発生する使用済燃料の再処理や最終処分は主に2030年以降に行われる。このため、1kWh当たりのサイクルコスト^{注1}を用い、これに2010年から2030年で発生する原子力発電による電力量を乗じて総費用を算出(次頁参照)

シナリオに基づく核燃料サイクルの総費用
＝サイクルコスト^{注1}(円/kWh) × 2010～2030年の総発電電力量(kWh)

注1: 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)

○ シナリオ3については下記の費用を追加で算出

- ✓ 六ヶ所再処理工場の埋没費用^{注2}(未償却資産に見合う費用)
- ✓ 廃止措置費用、既に存在するガラス固化体等の処分費用等
- ✓ 過去に発生した使用済燃料1.7万tUを直接処分に変更する場合に不足となる費用

注2: 埋没費用とは、投資評価を行う時点ですでに支出されている費用のこと。いずれの案を選択しても同様に発生する費用。会計上の簿価(帳簿価値)などが該当する。

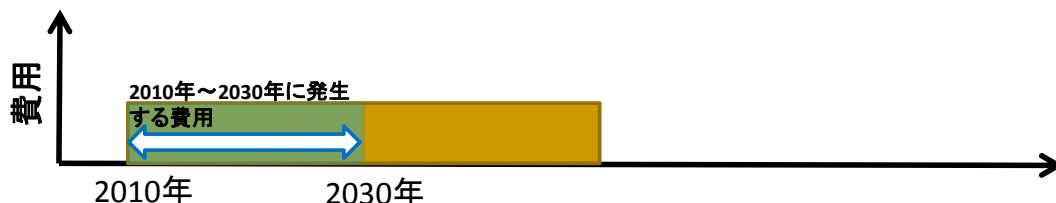
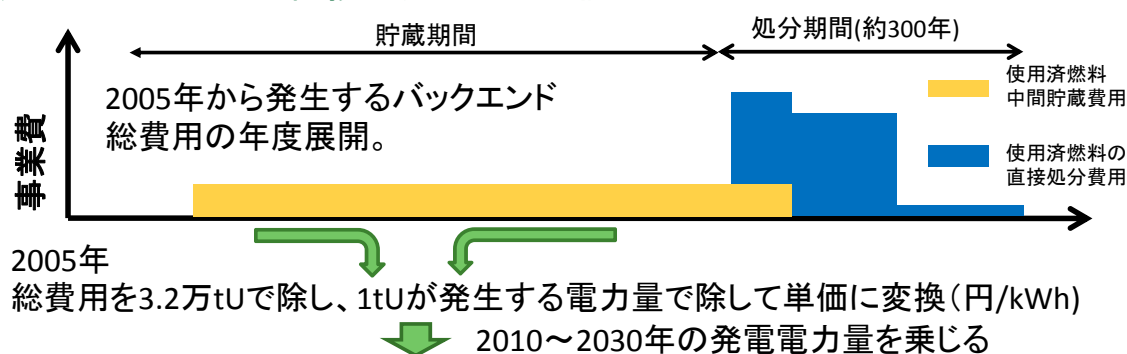
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

151

経済性(2)の評価方法

ー算定のイメージ(全量直接処分のベース値)ー



上記以外に、以下の費用も算出

- ① 六ヶ所再処理工場の埋没費用^{注2}(未償却資産に見合う費用)
- ② 廃止措置費用、既に存在するガラス固化体等の処分費用等
- ③ 過去に発生した使用済燃料1.7万tUを直接処分に変更する場合に不足となる費用

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

152

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

	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 ^{注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 ^{注2} (バックエンド計)	--- 0.09 --- 0.11~0.12 (0.20~0.22)
合計	1.02~1.03
× 2.0兆kWh (2010~2030年の総発電電力量)	
シナリオに基づく総費用	2.0~2.1兆円

上記の費用の他、シナリオによって追加の費用^{※1}が発生する。
また、上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用^{※2}が発生する可能性がある。

注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。

注2 原子力比率Ⅳの場合は2030年までに発生する使用済燃料は2.2万tU。処分施設のスケール効果を考慮し、直接処分単価を1.1倍とした。

※1: 詳細は154ページ参照。

※2: 詳細は155ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

153

経済性：シナリオ毎に考慮する必要がある費用

記号の説明

○：経済性(1)(2)の総費用に含まれておらず、考慮する必要がある費用

△：経済性(2)の総費用に一部含まれている費用

×：経済性(1)の費用に既に含まれている費用

－：考慮する必要がない費用

I. いずれのシナリオにおいても将来発生することが決まっている費用			経済性(1) シナリオ3	経済性(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	評価対象外	○
	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	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	0.04 兆円	×	○
	⑤回収済Pu(2.3tPu/f)の貯蔵管理・処分関係費	α	○	○
II. シナリオ3で発生する固有の費用				
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/tU))		1.02 兆円	－	○

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

154

経済性：その他考慮すべき費用

－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^注－

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(約6兆円)のリスクもある。(第15回資料第1-5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)

注：本費用は割引率0%の数字である。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

155

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)

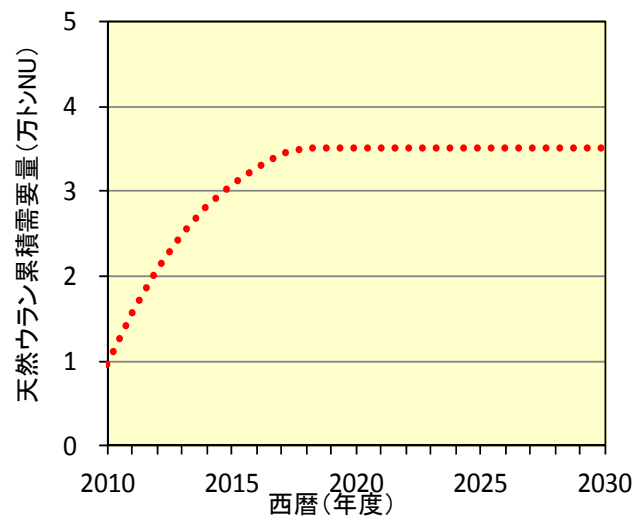
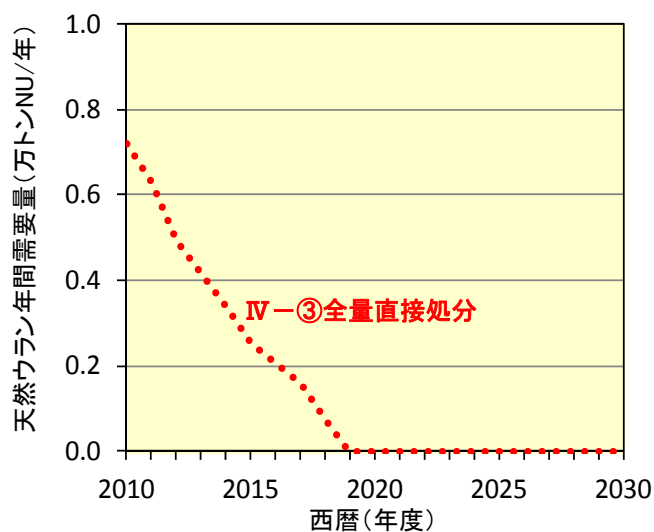
- ・ 原子力発電の特徴である燃料危機(価格高騰化、供給途絶)に対する抵抗性を確保できるので、エネルギーの安定供給に貢献するが、原子力比率が低くなるにつれてその効果は小さくなる。
- ・ 直接処分にはエネルギー安全保障上の追加的な価値がない。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

156

解析結果(天然ウラン需要量)



2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

157

放射性廃棄物発生量：放射性廃棄物発生量(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1.7万tUの使用済燃料及び2020年までの発電により発生する約0.8万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m³を超え、処分施設の合計面積も400万m²を超える。

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※3	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

※3 キヤニスター体積(埋設する場合の体積はオーバーパック込みで計算)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

158

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）

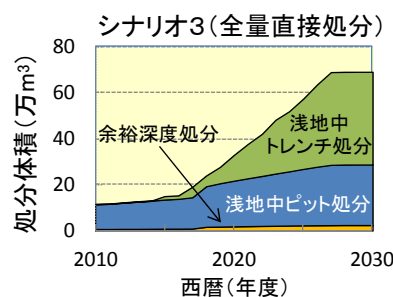
シナリオ3（全量直接処分）

- 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に生じるも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。

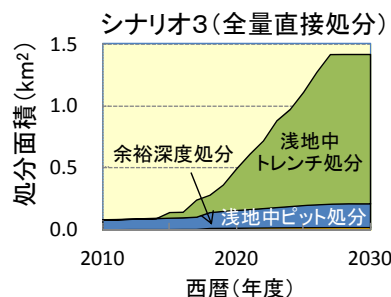
シナリオ	2030年までの発生量 余裕深度処分、浅地中ピット処分及び浅地中トレンチ処分廃棄物の合計			埋設する場合の 廃棄物量の 合計体積 （換算）	廃棄物処分 施設の合計 面積 （換算）
	原子炉からの廃棄物	再処理施設からの廃棄物	その他の廃棄物		
シナリオ3（全量直接処分）	63万 m ³	4.7万 m ³	1万 m ³	68万 m ³	142万 m ²

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



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限定される(政策課題が大きくなる)。
- 使用済燃料は全て直接処分すると固定される。
- 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。将来再処理が必要となった場合、技術基盤の再構築が必要となり、新たな投資と時間が必要である。

2012/5/23

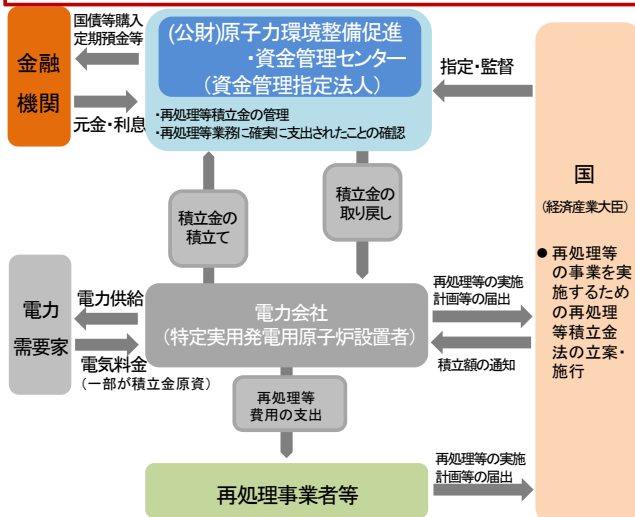
新大綱策定会議(第19回)

161

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、その使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



出典：(公財)原子力環境整備促進・資金管理センターHP

再処理等積立金の積立て状況

(単位：億円)

	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

※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。

2012/5/23

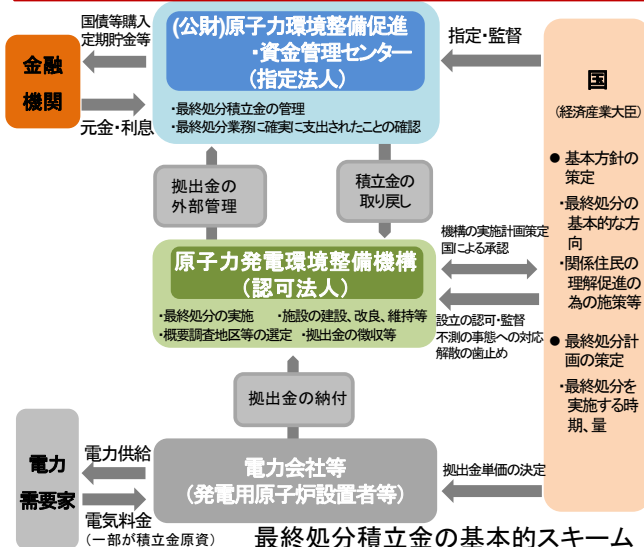
新大綱策定会議(第19回)

162

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

最終処分業務に必要な最終処分費 (総見積額) (単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分 (ガラス固化体分)	27,652	27,728	27,879	27,582	27,922	27,769	27,183
T R U 廃棄物分	—	—	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
※TRU廃棄物分については、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化され、平成20年度から拠出を開始。

最終処分積立金運用残高 (単位: 億円)

	平成17年度末	平成18年度末	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末	平成22年度末	平成23年度末
高レベル放射性廃棄物分 (ガラス固化体分)	4,236	4,999	5,763	6,498	7,394	8,201	8,798
T R U 廃棄物分	—	—	—	95	137	175	216
合計	4,236	4,999	5,763	6,592	7,530	8,375	9,014

最終処分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

2012/5/23

新大綱策定会議 (第19回)

163

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	BWR 3.7%	←
	現状モデル	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%
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; 次頁参照)

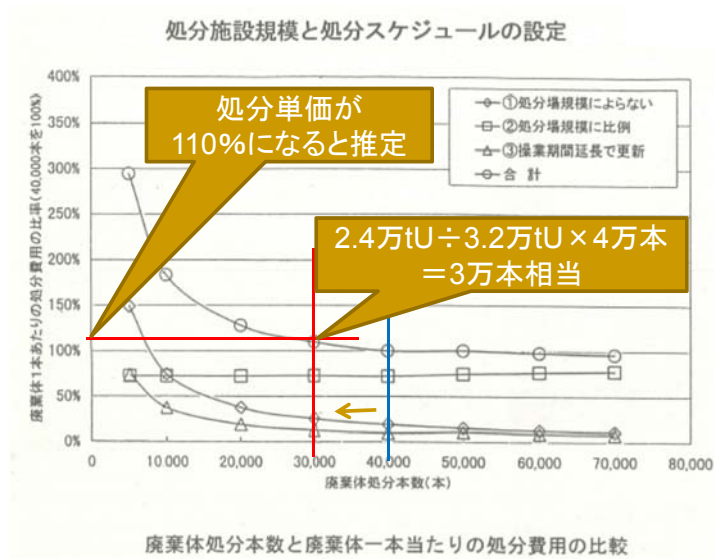
※ 上表以外は変更なし。

2012/5/23

新大綱策定会議 (第19回)

164

参考：直接処分施設のスケール効果



- 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、スケールデメリットの効果で大きく上昇する。
- 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Ⅳ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。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

165

参考：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3%とした。単位：兆円

	シナリオ3 (全量直接処分)
兆円, 割引率3%	
ウラン燃料 MOX燃料 (フロントエンド計)	0.94 0.14 (1.08)
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)	1.19 1.07 0.02 0.97~1.11 (3.25~3.39)
合計	4.3~4.5

上記の他に立地自治体との条件の変更に伴い追加の費用※が発生する可能性がある。

※：詳細は155ページ参照。

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

166

使用済燃料の返送リスクについて

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

167

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るとした場合に、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と懸念されている。



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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

168

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)	貯蔵容量超過年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
北海道電力	泊 (3基)	2,070	2025																		
東北電力	女川 (3基)	2,174	2017																		
	東通 (1基)	1,100	2027																		
東京電力	福島第一 (2基)	1,884	2012																		
	福島第二 (4基)	4,400	2012																		
	柏崎刈羽 (7基)	8,212	2014																		
中部電力	浜岡 (3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																		
	大飯 (4基)	4,710	2016																		
中国電力	島根 (2基)	1,280	2014																		
四国電力	伊方 (3基)	2,022	2016																		
九州電力	玄海 (4基)	3,478	2012																		
	川内 (2基)	1,780	2022																		
日本原電	敦賀 (2基)	1,517	2016																		
	東海第二 (1基)	1,100	2013																		

■ 既設発電所における
運転可能期間

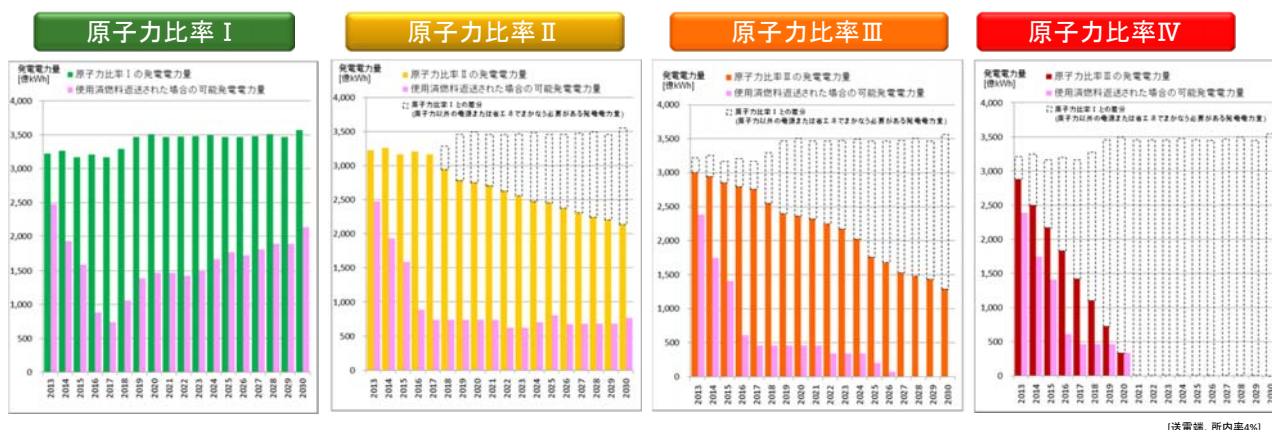
※使用済燃料の管理容量を超過した発電所は、運転できない。
(今年度中に六ヶ所再処理工場から搬出元の発電所に使用済燃料が返送された場合を仮定し試算)
(今年度から運転を再開し、再処理操業なしと仮定し試算)

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

169

使用済燃料が返送された場合に懸念される影響



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率 I : 約6.1兆kWh

原子力比率 II : 約4.9兆kWh

原子力比率 III : 約4.0兆kWh

原子力比率 IV : 約1.3兆kWh

返送された場合: 約2.9兆kWh

返送された場合: 約1.7兆kWh

返送された場合: 約1.0兆kWh

返送された場合: 約0.8兆kWh

不足分: 約3.2兆kWh

不足分: 約3.2兆kWh

不足分: 約3.0兆kWh

不足分: 約0.5兆kWh

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

170

(参考)燃料代替コストの計算方法

● 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、2023年及び2028年に操業を開始する2ケースを想定する。※1

➢ 代替方法

- 火力によって代替することとする。
- 燃料代替に伴う価格上昇は、11.5円/kWh※2とする。

● 計算方法

$$[\text{燃料代替コスト(円)}] = [\text{不足発電電力量(kWh)}] \times [\text{燃料代替に伴う価格上昇(11.5円/kWh)}]$$

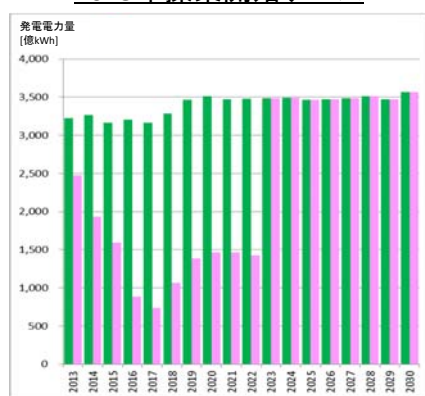
※1: 原子力比率Ⅳについては、10年以内に全ての発電所が停止するため、中間貯蔵施設の建設を考慮しない。

※2: 第2回エネルギー・環境会議(H23.7.29)資料1-1別添2

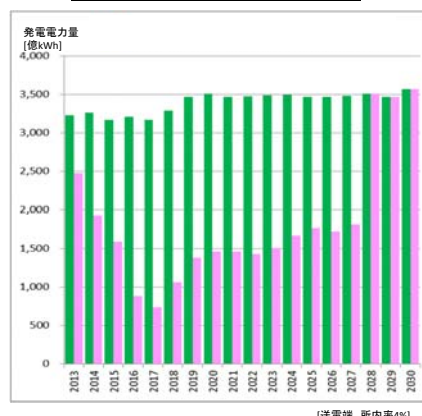
(参考)燃料代替コスト(原子力比率Ⅰ)

原子力比率Ⅰ

2023年操業開始ケース



2028年操業開始ケース



■ 原子力比率Ⅰの発電電力量
■ 使用済燃料が返送された場合の可能発電電力量

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

不足分 : 約1.9兆kWh

原子力比率Ⅰ : 約6.1兆kWh

15年後貯蔵可能 : 約3.3兆kWh

不足分 : 約2.8兆kWh

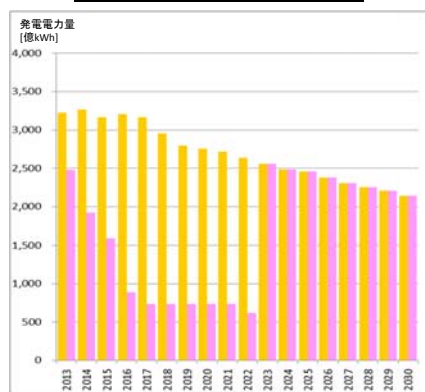
燃料代替コスト※ : 約22兆円 燃料代替コスト※ : 約32兆円

※不足分を火力による代替で対応した場合の燃料費

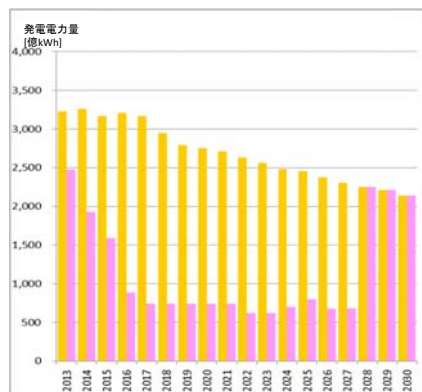
(参考)燃料代替コスト(原子力比率Ⅱ)

原子力比率Ⅱ

2023年操業開始ケース



2028年操業開始ケース



■ 原子力比率Ⅱの発電電力量
■ 使用済燃料が返送された場合の可能発電電力量

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

不足分 : 約1.9兆kWh

原子力比率Ⅱ : 約4.9兆kWh

15年後貯蔵可能 : 約2.1兆kWh

不足分 : 約2.7兆kWh

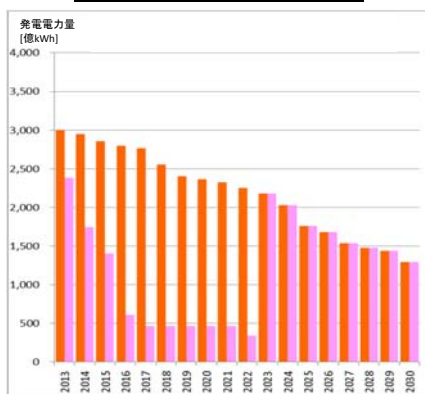
燃料代替コスト※ : 約22兆円 燃料代替コスト※ : 約31兆円

※不足分を火力による代替で対応した場合の燃料費

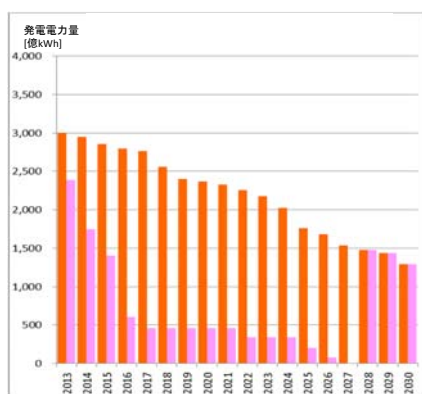
(参考)燃料代替コスト(原子力比率Ⅲ)

原子力比率Ⅲ

2023年操業開始ケース



2028年操業開始ケース



■ 原子力比率Ⅲの発電電力量
■ 使用済燃料が返送された場合の可能発電電力量

2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅲ : 約4.0兆kWh

10年後貯蔵可能 : 約2.2兆kWh

不足分 : 約1.7兆kWh

原子力比率Ⅲ : 約4.0兆kWh

15年後貯蔵可能 : 約1.3兆kWh

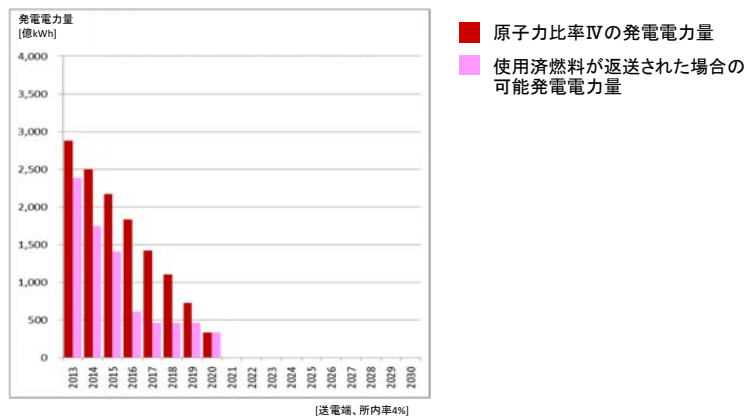
不足分 : 約2.6兆kWh

燃料代替コスト※ : 約20兆円 燃料代替コスト※ : 約30兆円

※不足分を火力による代替で対応した場合の燃料費

(参考)燃料代替コスト(原子力比率Ⅳ)

原子力比率Ⅳ



2013~2030年度の合計発電電力量

原子力比率Ⅳ：約1.3兆kWh

5年後貯蔵可能：約0.8兆kWh

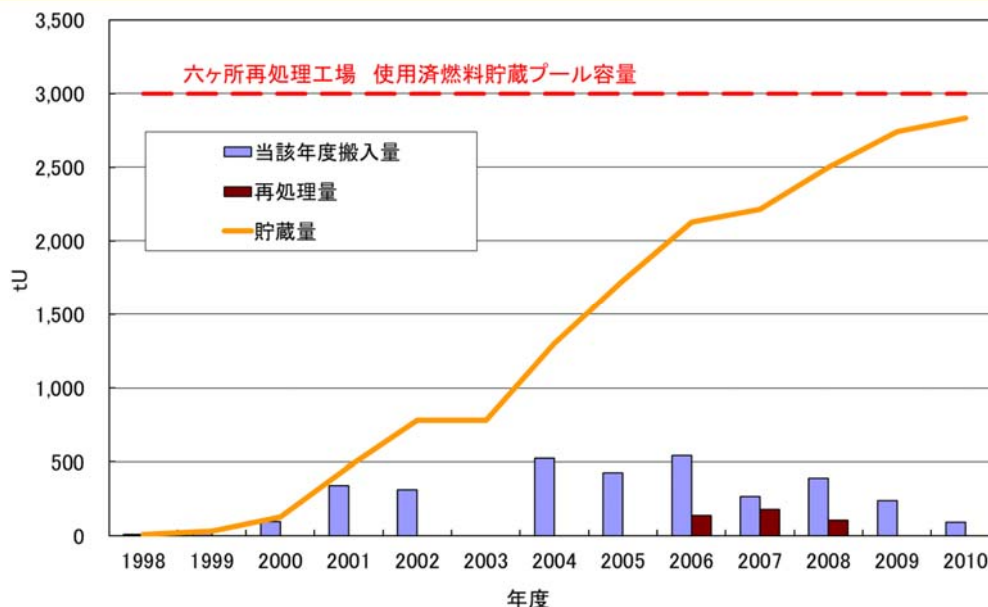
不足分：約0.5兆kWh

燃料代替コスト※：約6兆円

※不足分を火力による代替で対応した場合の燃料費

(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を一部改訂

(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
東北電力	女川	260	60	790	420	53
	東通	130	30	440	100	23
東京電力	福島第一	580	140	2,100	1,960	93
	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
日本原子力発電	敦賀	140	40	860	580	67
	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」。

注3) 四捨五入の関係で合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある。

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。

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。

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

177

(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)

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

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

178

(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。

実績例	経過年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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			許認可				建設	竣工▽
使用済燃料 乾式貯蔵設備 (東海第二)		施設設計等			許認可			建設	▽竣工				
			新增設計画提出	理解活動	▽	新增設計画了承							
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	許認可		▽竣工								
			理解活動	事前了解	現地工事								
使用済燃料 貯蔵設備 増強工事 (浜岡4号)		施設設計等	許認可		▽竣工								
			理解活動	現地工事									

※：作業準備期間は、実績期間から控除

出典：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

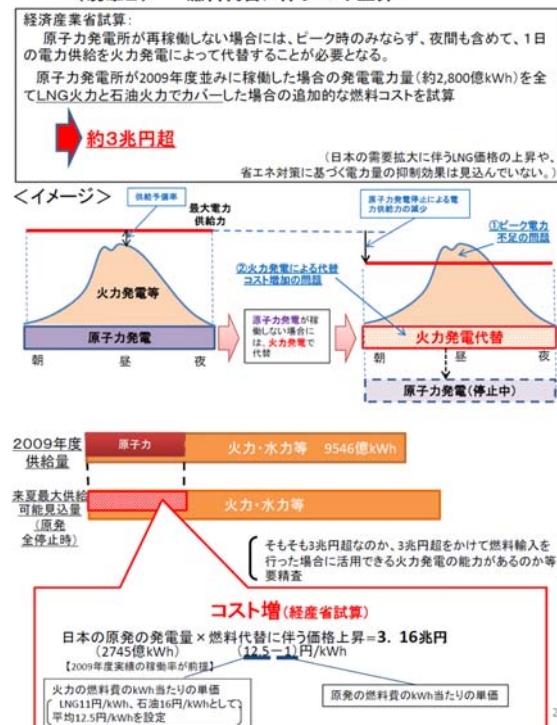
2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

179

(参考)燃料費差の根拠資料

(別添2) 燃料代替に伴うコスト上昇



出典：第2回エネルギー・環境会議(H23.7.29)資料1-1別添2

2012/5/23

新大綱策定会議(第19回)

180