

サイクル勉強会  
平成 24 年 4 月 16 日（月）  
配布資料

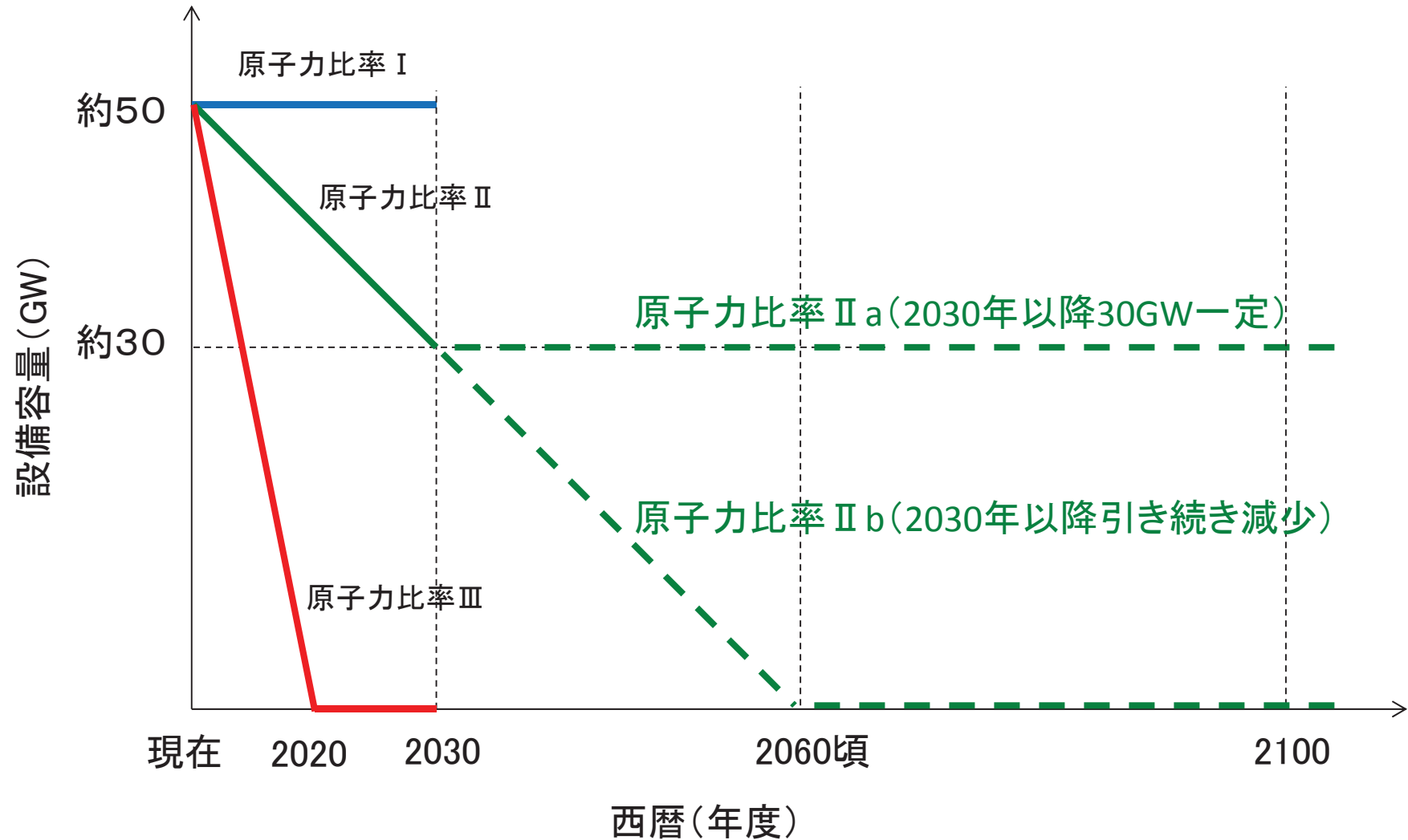
4/19第12回小委資料(案)

# 原子力比率Ⅱにおける 2030年以降の評価

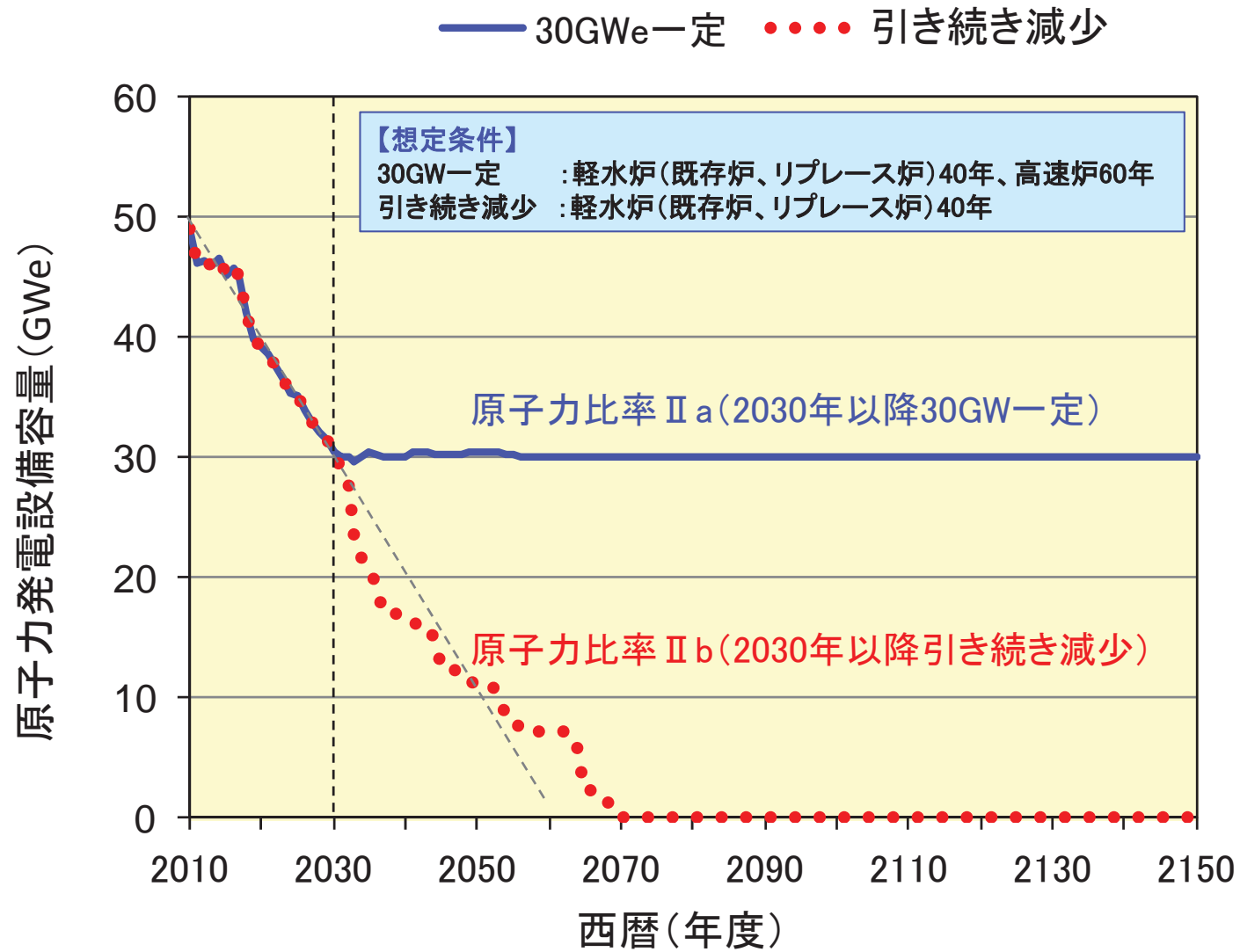
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

平成24年4月19日  
日本原子力研究開発機構

# 原子力比率の設定



# 発電設備容量



# 原子力比率と代表シナリオの組合せ

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

# 解析ケース

シナリオ 原子力比率Ⅱ	① 全量再処理 (FBR導入)	② 再処理/処分並存	③ 全量直接処分
Ⅱ a 2030年以降 30GWe一定	Ⅱ a-①	—	Ⅱ a-③
Ⅱ b 2030年以降 引き続き減少	—	—	Ⅱ b-③

# シナリオ評価における評価項目について

## ■ エネルギー安全保障、ウラン供給確保

### □ 天然ウラン需要量

⇒高速炉導入による天然ウラン需要量への影響を示す。

## ■ 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物

### □ 使用済燃料貯蔵量

### □ 放射性廃棄物発生量(高レベル放射性廃棄物、低レベル放射性廃棄物)

### □ 処分場面積

⇒ 高速炉導入による使用済燃料貯蔵量、放射性廃棄物発生量、および処分場面積への影響を示す。

注)上記以外の評価項目、即ち、「核燃料サイクルを巡る国際的視点(Pu利用(在庫量)を除く)」、「選択肢の確保(柔軟性)」、「経済性」、「社会受容性」、および「政策変更または政策を実現するための課題」については、短期のシナリオ評価と同じ結果あるいは現時点で議論中のため割愛した。

## 2030年以降の定量評価の前提条件(原子炉)

項目		条件*1	シナリオ	
			1	3
高速炉	導入時期等	もんじゅ:2013年度運転再開(実証炉の導入時期まで運転) 実証炉:2025年度に導入 実用炉:2050年度に導入(プルトニウムバランスに応じて導入)	○	×
	平均燃焼度	もんじゅ:55(初期)~80GWd/t 実証炉:60(初期)~150Wd/t 実用炉:約150 GWd/t	○	×
	増殖比	もんじゅ:1.16(当初) 実証炉:1.1 実用炉:導入初期は約1.1、その後1.03	○	×
	単基の容量	もんじゅ:0.28GW/基、実証炉:0.75GW/基、実用炉:1.5GW/基	○	×
	プラント寿命	60年	○	×
	設備利用率	約80%	○	×
軽水炉	平均燃焼度	2030年度以降60GWd/t	○	○

\*1)上記以外の軽水炉関係の前提条件は2030年までの定量評価に同じ。



## 2030年以降の定量評価の前提条件(加工、再処理)

項目		条件*1	シナリオ	
			1	3
高速炉 燃料加工 施設	燃料加工施設	高速炉導入前に導入、処理規模:100トン/年または200トン/年を需要に応じて建設、MA濃度上限5%	○	×
	高速炉サイクル実証施設(加工)	実証炉導入前に運転開始、実証炉燃料等を製造	○	×
	廃棄物発生量	STEP1の結果に基づく	○	×
高速炉 再処理 施設	再処理施設	高速炉導入後に運転開始、処理規模:100トン/年または200トン/年を需要に応じて建設、MA回収を考慮	○	×
	高速炉サイクル実証施設(再処理)	実証炉導入後に運転開始、実証炉燃料等を再処理	○	×
	使用済燃料輸送	冷却期間後、処理可能な場合は再処理施設に輸送し、無理な場合は炉サイト内貯蔵を継続	○	×
	ガラス固化施設	各施設に付属、高速炉再処理の固化体製造条件:FP酸化物10%、2.3kW/体	○	×
	廃棄物発生量	STEP1の結果に基づく	○	×
軽水炉 再処理 施設	第二再処理施設以降	六ヶ所再処理施設の廃止後に導入、プルサーマル燃料と高燃焼度燃料の再処理も可能、MA回収を考慮、設備容量の範囲内でBWRとPWR燃料を混合再処理(年間受け入れる全使用済燃料を混合すると想定)	○	○

\* 1) 上記以外の軽水炉関係の前提条件は2030年までの定量評価に同じ。

## 2030年以降の定量評価の前提条件(貯蔵、処分他)

項目		条件*1	シナリオ	
			1	3
貯蔵施設	SF貯蔵施設	リサイクルの場合は貯蔵期間40年以内 直接処分の場合は貯蔵期間:48年需要に応じて増設することを想定	○	○
	高レベル放射性廃棄物 受入れ・貯蔵管理施設	貯蔵期間:50年、当面は計画にしたがって建設、以降は需要に応じて増設	○	○*2
廃棄物 処分 施設	地層処分場(ガラス固化体処分)	2037年度頃から操業開始:硬岩縦置きを想定	○	○*2
	地層処分場(SF直接処分)	2047年度頃から操業開始、基本的には前回政策大綱の結果に基づくが、硬岩縦置きを想定	×	○
	低レベル廃棄物処分場	需要に応じて操業開始	○	○
その他	炉外サイクル時間	高速炉サイクル:最短5年(冷却期間4年)	○	×
	海外回収Puの利用	プルサーマル利用と想定	○	○
	高速炉サイクルのロス率	燃料製造0.1%、再処理約0.1%(原子力機構想定値)	○	×

\* 1) 上記以外の軽水炉関係の前提条件は2030年までの定量評価に同じ。

\* 2) シナリオ3であっても、東海再処理施設や六ヶ所再処理工場で既に発生した廃棄物は貯蔵あるいは処分する。

---

## 原子力比率Ⅱ a(2030年以降30GWe一定)の結果

# 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。
- 高速炉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/高速炉導入）

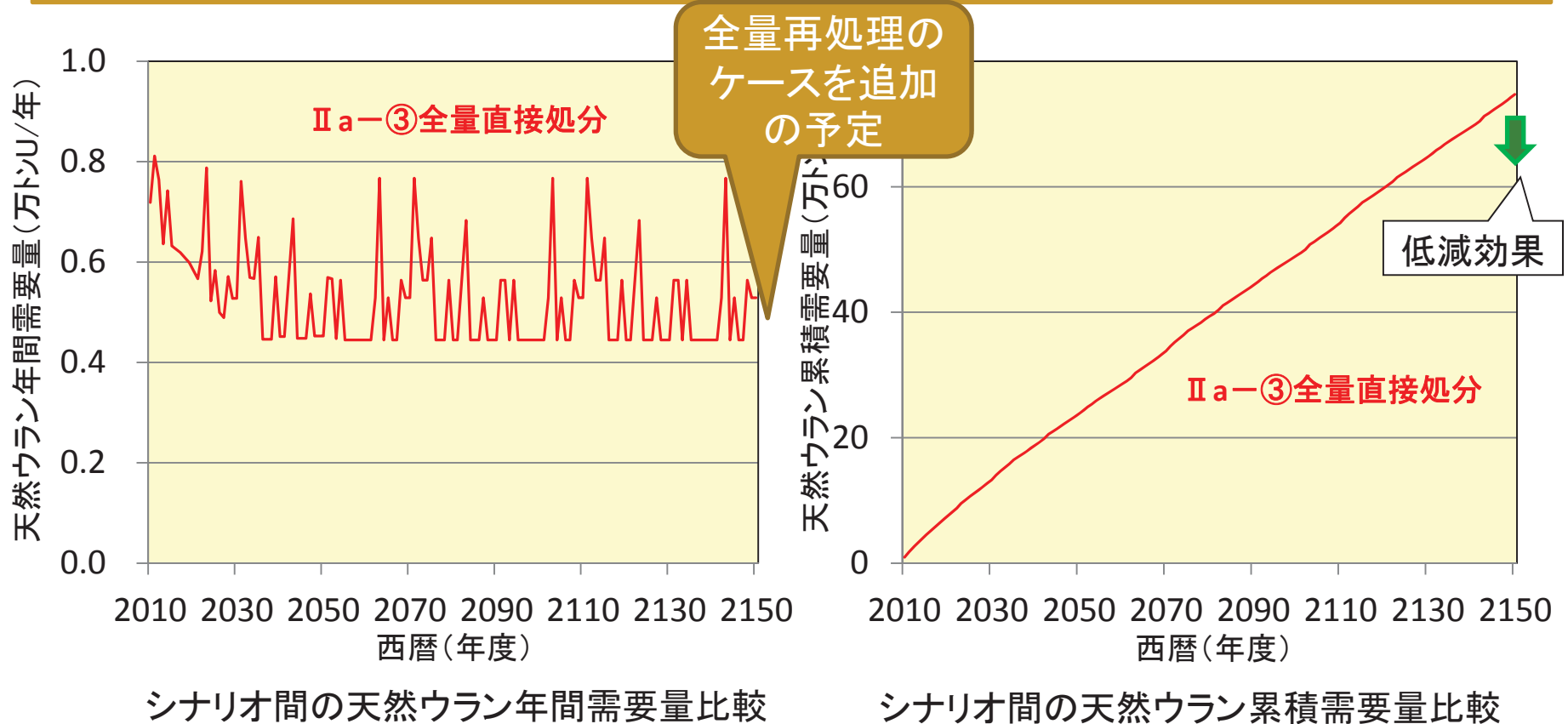
- 高速炉の実用化以前においては、六ヶ所再処理工場で再処理されたPuをプルサーマルで利用することで、我が国の年間のウラン消費量は大幅に節約される。
- 高速炉の実用化以降は、ウラン消費量は減少し、**21XX年以降は**ウラン資源制約から開放され、ウランの輸入なしに原子力発電が可能となる。

## 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。

# 解析結果(天然ウラン需要量)

- 高速炉の実用化以前においては、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、全量再処理シナリオは、全量直接処分シナリオに比べ、天然ウランの年間需要が大幅に節約される。
- さらに、全量再処理シナリオでは、**21XX年以降**ウラン資源輸入の必要が無くなり、全量直接処分シナリオに比べ、累積需要量は2150年時点で**約XX.X万トン**少なくなることが見込まれる。



# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量

修文予定

## 共通事項

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

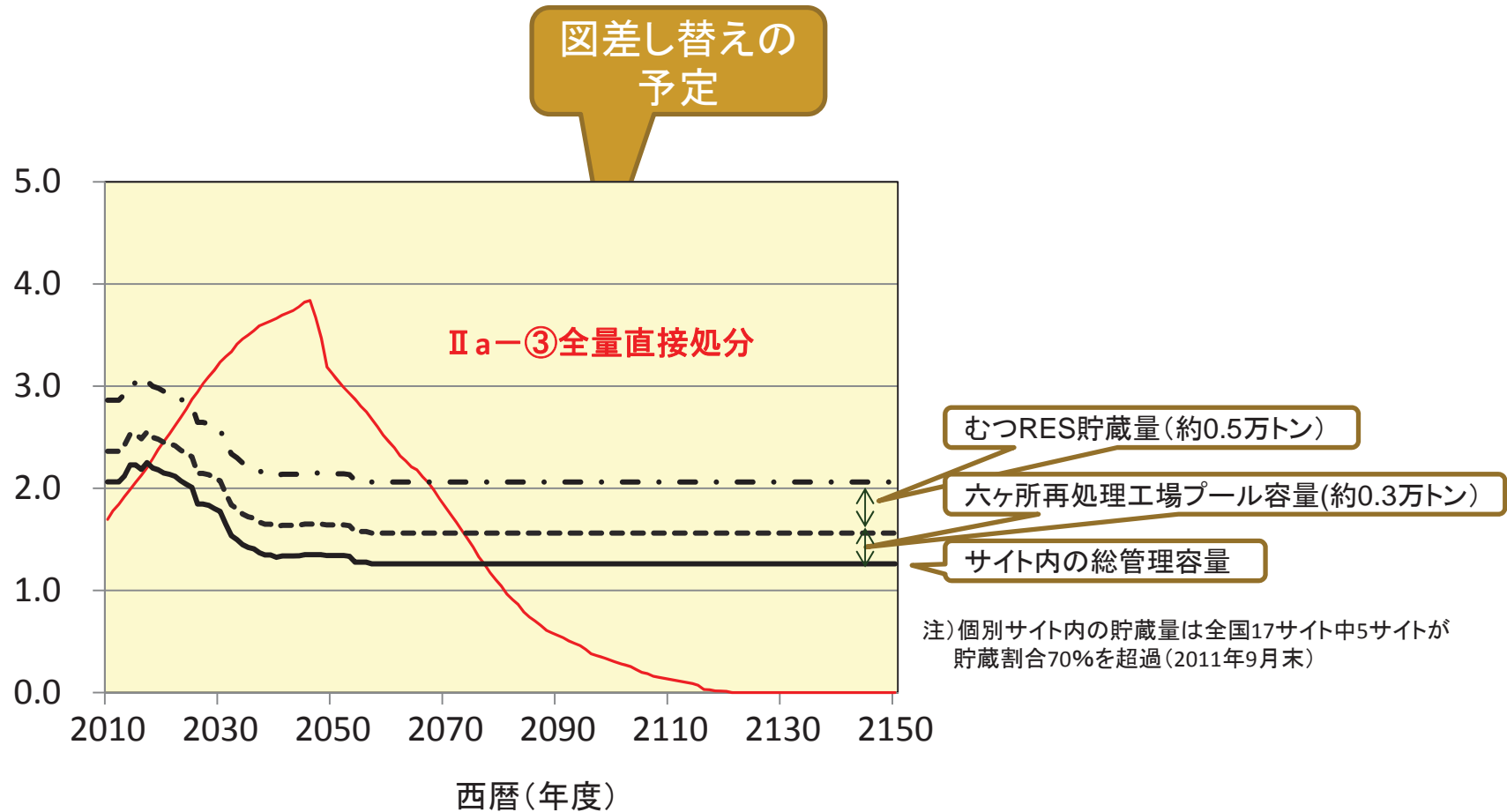
## シナリオ1(全量再処理/高速炉導入)

- 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。
- 貯蔵しているガラス固化体を2050年頃から処分開始することが可能。

## 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、六ヶ所再処理施設への**継続貯蔵に課題がある**。
- 貯蔵している直接処分体を2060年頃から処分開始することが可能。

# 解析結果(使用済燃料貯蔵量)



シナリオ間の使用済燃料貯蔵量比較

# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：放射性廃棄物発生量（地層処分）

## 共通事項

- どのシナリオにおいても、最終処分施設の立地が不足する見込み。

表差し替え  
予定

シナリオ	2150年までの発生量			埋設する場合の廃棄物としての合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	高レベル放射性廃棄物ガラス固化体	低レベル放射性廃棄物(地層処分)	使用済燃料		
シナリオ1(全量再処理/高速炉導入)	0.3万m <sup>3</sup>	0.7万m <sup>3</sup>	1.9万tU※1	5万m <sup>3</sup> ※2	206万m <sup>2</sup>
シナリオ3(全量直接処分)	0.04万m <sup>3</sup>	0.1万m <sup>3</sup>	3.2万tU	18万m <sup>3</sup> ※4	560万m <sup>2</sup>

※1 貯蔵されている燃料。

※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

※3 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

※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)と使用済燃料の合計体積



# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）

## 共通事項

- 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の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。

表差し替え  
予定

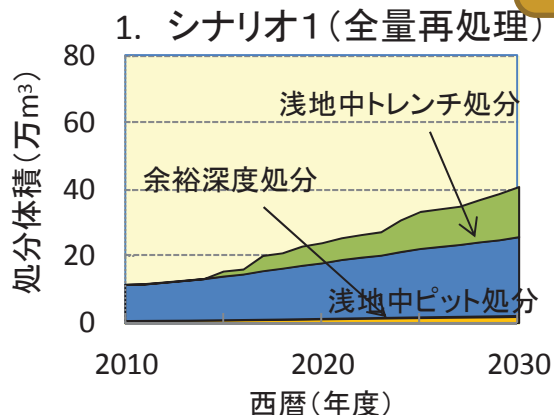
シナリオ	2150年までの発生量 上段：炉からの廃棄物 中段：再処理からの廃棄物 下段：燃料加工からの廃棄物			埋設する場合の 廃棄物量の 合計体積 (換算)	廃棄物処分 施設の合計 面積 (換算)
	余裕深 度処分	浅地中 ピット処 分	浅地中ト レンチ処 分		
シナリオ1(全量再処理/ 高速炉導入)	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	41万m <sup>3</sup> (45万m <sup>3</sup> ※1)	65万m <sup>2</sup>
シナリオ3(全量直接処分)	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup> ●万m <sup>3</sup>	44万m <sup>3</sup> ※2	67万m <sup>2</sup>

※1 将来の再処理施設の廃止措置に伴う廃棄物を足した場合。

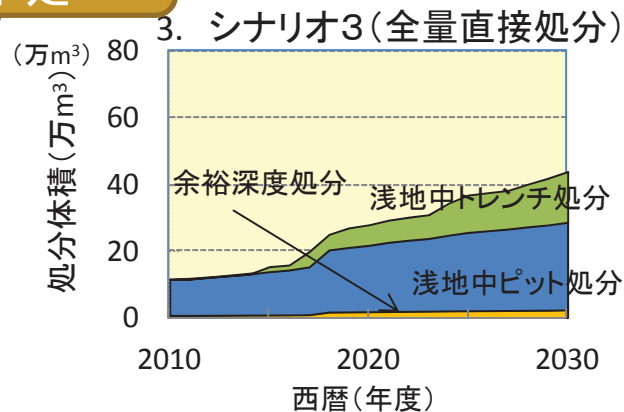
※2 シナリオ3には再処理施設の廃止措置に伴う廃棄物約4万m<sup>3</sup>が含まれる。

# 解析結果(低レベル放射性廃棄物(地層処分以外))

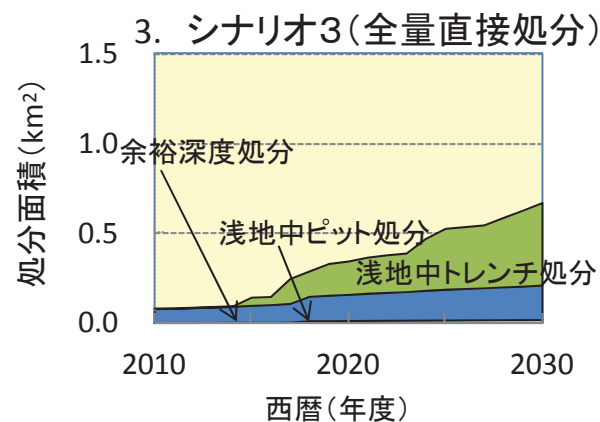
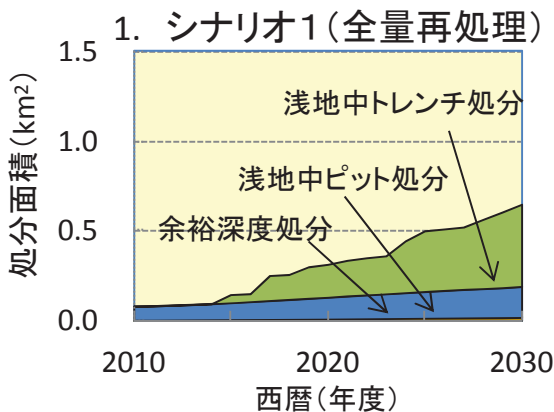
低レベル放射性廃棄物(地層処分以外)の処分体積



図差し替え  
予定



低レベル放射性廃棄物(地層処分以外)の処分場面積



# 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。

## シナリオ1（全量再処理/高速炉導入）

- 今後、再処理によってPuが発生（800t/年の場合、約5tPuf/年）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。
- さらに、高速炉導入以降は、軽水炉再処理施設や高速炉再処理施設からのPu発生量とバランスを取りながら高速炉を導入することが可能。

## シナリオ3（全量直接処分）

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

※その他研究用として約3.3tPuf存在する。

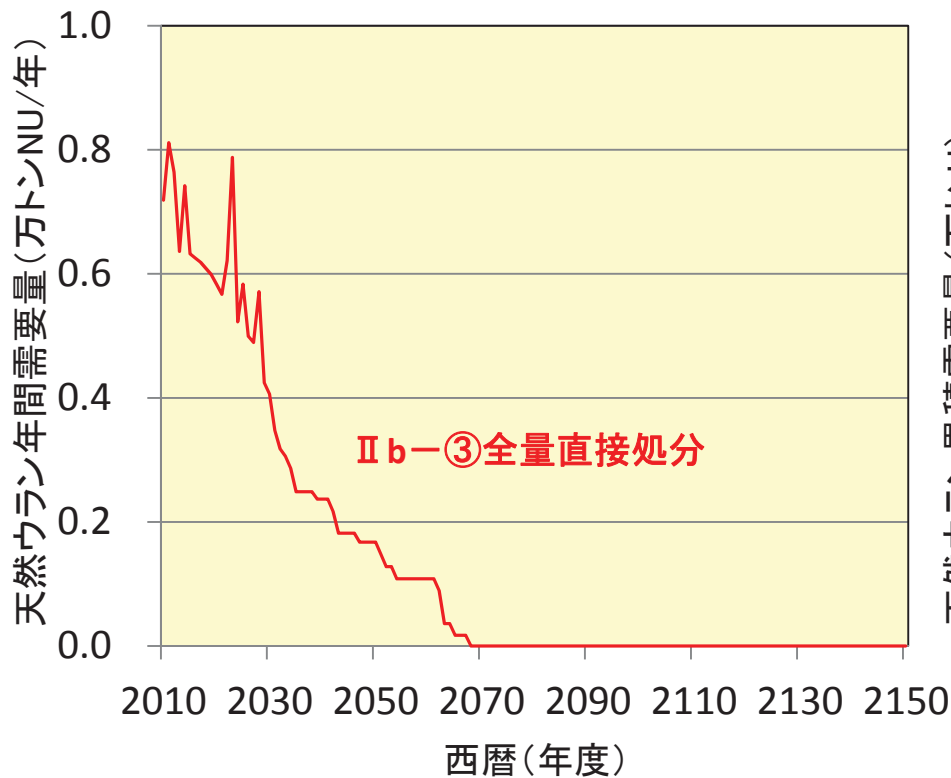
---

## 原子力比率Ⅱb(2030年以降引き続き減少)の結果

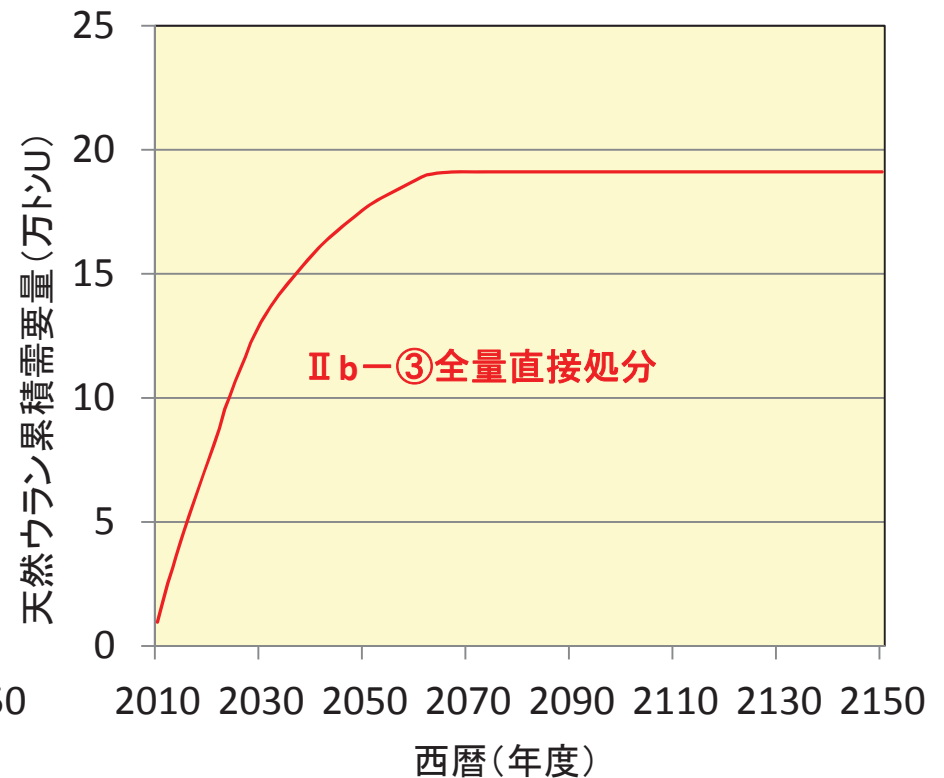
# エネルギー安全保障：資源節約、燃料危機への抵抗力

## シナリオ3(全量直接処分)

- 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。



天然ウランの年間需要量



天然ウランの累積需要量

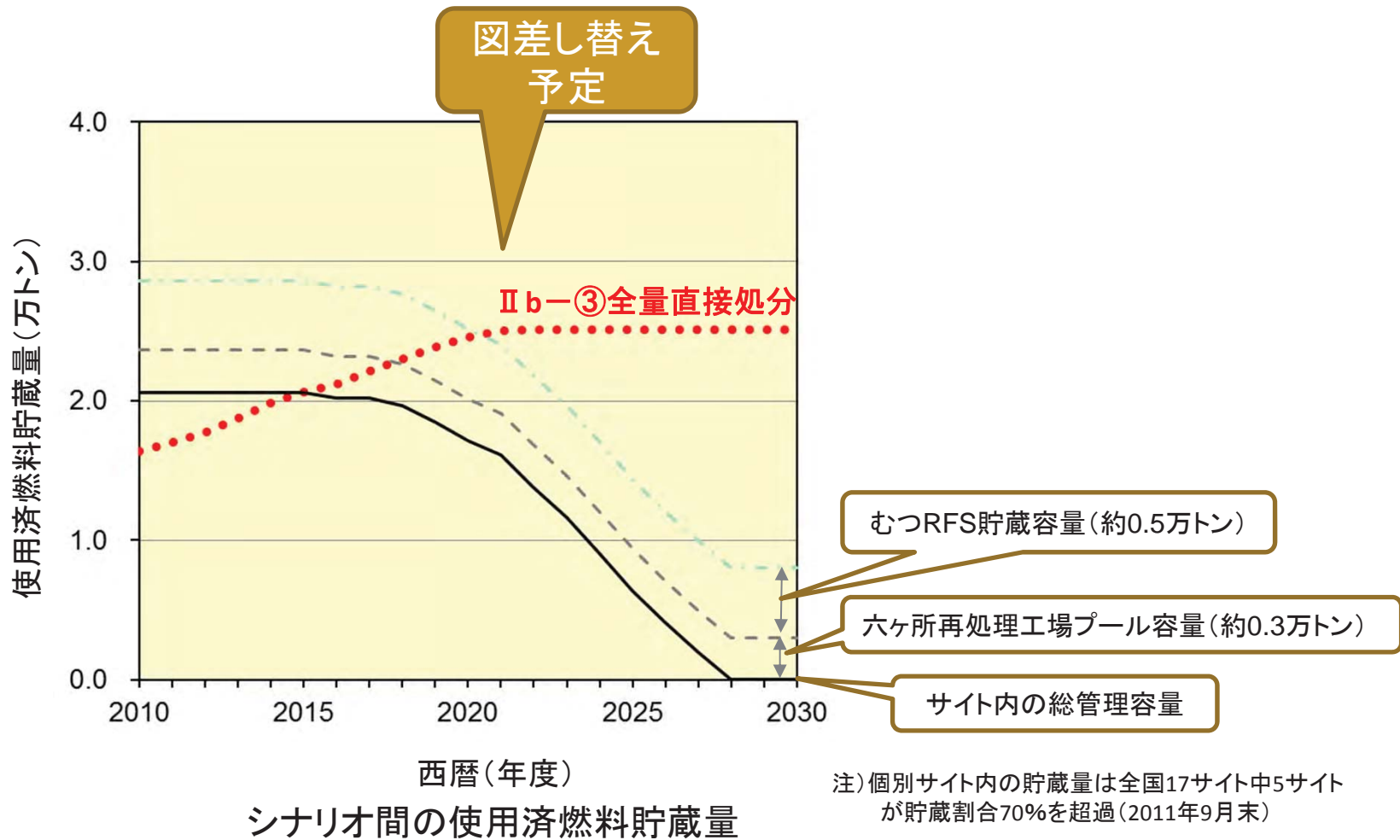
# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：使用済燃料貯蔵量、貯蔵容量

修文の予定

## 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1.6万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0.9万tUであり、合計で2.5万tUとなる。
- サイト内の使用済燃料プールの貯蔵容量は約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2.5万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。
- 今後は敷地内、敷地外にかかわらず、貯蔵容量の確保が課題。
- むつRFSは再処理を前提とした貯蔵施設であるため、利用できない。また、六ヶ所再処理施設への貯蔵はできない。

# 解析結果(使用済燃料貯蔵量)



# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：放射性廃棄物発生量（地層処分）

要修文

表差し替え  
予定

## 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。
- 2030年までのガラス固化体の発生量は極めて小さい。
- しかし、深い地層に埋設する場合の廃棄物としての合計体積はXXX万m<sup>3</sup>を超え、処分施設の合計面積もXXX万m<sup>2</sup>を超える。

シナリオ	2150年までの発生量			埋設する場合の廃棄物としての合計体積(換算)	廃棄物処分施設の合計面積(換算)
	高レベル放射性廃棄物ガラス固化体	低レベル放射性廃棄物(地層処分)	使用済燃料		
シナリオ3(全量直接処分)	0.04m <sup>3</sup>	0.2m <sup>3</sup>	2.5万tU	14万m <sup>3</sup> ※1	445万m <sup>2</sup>

※1 2150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)と使用済燃料の合計体積



# 使用済燃料管理・貯蔵、放射性廃棄物：低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）

## シナリオ3(全量直接処分)

- 低レベル放射性廃棄物は、原子力発電所の通常運転時及び廃止措置時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。

要修文

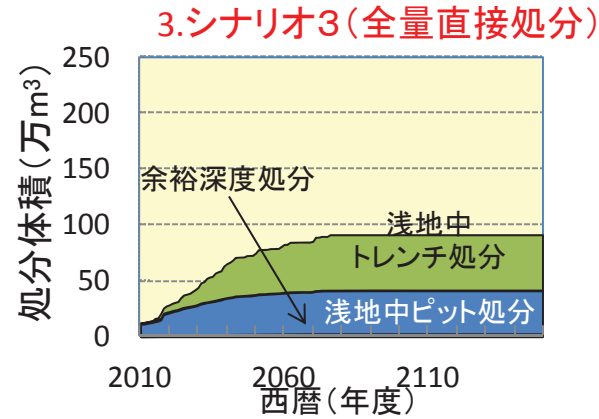
表差し替え

シナリオ	2150年までの発生量			埋設する場合の廃棄物量の合計体積 (換算)	廃棄物量の最終処分場の合計面積 (換算)
	余裕深度処分	浅地中ピット処分	浅地中トレンチ処分		
シナリオ3(全量直接処分)	2万m <sup>3</sup>	26万m <sup>3</sup>	40万m <sup>3</sup>	69万m <sup>3</sup> ※1	142万m <sup>2</sup>

※1 シナリオ3には再処理施設の廃止措置に伴う廃棄物約4万m<sup>3</sup>が含まれる。

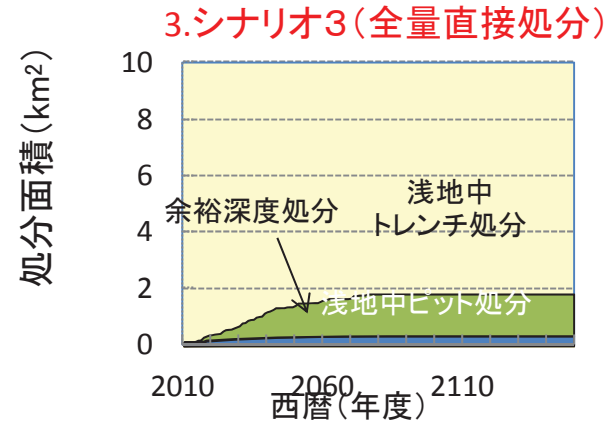
# 解析結果（低レベル放射性廃棄物（地層処分以外））

低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）の処分体積



図差し替え

低レベル放射性廃棄物（地層処分以外）の処分場面積



図差し替え

## 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。
- 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。