

核燃料サイクル政策の評価のための 基本シナリオについて

平成16年8月24日

核燃料サイクルの基本シナリオについて(1)

< 基本シナリオとは >

今後の核燃料サイクル政策の政策選択肢ではなく、コスト評価を含めた様々な観点からの政策評価を行うためのツールとしての仮想的なシナリオである。

< 第4回会議における委員からのご意見の反映 >

| 委員からのご意見 | | 基本シナリオへの反映 |
|----------|--|--|
| 区分 | 内容 | |
| 当面貯蔵シナリオ | <ul style="list-style-type: none">・ 今回の策定会議で判断しないというのは、選択肢にすべきでない。・ (シナリオに含めることに) 反対。今考えられる限りの情報で、望ましい方向を明確にすることが必要ではないか。・ 中間貯蔵の後の取扱いが決まっていないと中間貯蔵はできない。 | シナリオ4は、当面は中間貯蔵するという選択を行い、将来のある時点において使用済燃料の扱いを決めるというシナリオ。その結果選択されるコースには他のシナリオに重なるものも重ならないもの含まれるが、将来の全てを確定するシナリオ1～3とは異なる性格を有するシナリオを基本シナリオに加えることは政策選択の議論の素材の準備という観点から有意義なので、本シナリオは残すことにしたい。 |
| 高速増殖炉の扱い | <ul style="list-style-type: none">・ 高速増殖炉のシナリオは、将来的な天然ウランの枯渇、廃棄物問題に対処するシナリオでは。・ 再処理するシナリオでは高速増殖炉サイクルまでを含めたもので検討する必要がある。 | 将来の有力な技術的選択肢として、評価に際し、再処理シナリオを考える上で必要に応じて考慮する。 |

核燃料サイクルの基本シナリオについて(2)

< 第4回会議における委員からのご意見の反映（続き） >

| 委員からのご意見 | | 基本シナリオへの反映 |
|---------------|--|--|
| 区分 | 内容 | |
| シナリオの複合形 | <ul style="list-style-type: none">・ 一定量は再処理し、残りは直接処分も含めて当面貯蔵しつつ判断というシナリオも考えてみてはどうか。・ 当面貯蔵シナリオは、当面貯蔵後は再処理というシナリオにしてはどうか。 | シナリオの複合形については、4つの基本シナリオの評価結果を基に評価できると考えられる。 |
| シナリオの構成要素への分解 | <ul style="list-style-type: none">・ （作業量を考え）より分かりやすく単純なものに分解してはどうか。 | 単純なものに分解することは定量的評価には有効な手法ではあるが、各視点から政策評価を行うためには、政策をイメージできるシナリオが必要と考える。 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none">・ 発電所リプレースの考え方、東海再処理工場の位置づけを明確にすべき。 | 個別の問題については別途検討すべきものとする。 |
| | <ul style="list-style-type: none">・ 小委で検討してミニマムセットを出してもらってはどうか。 | 小委の作業は、直接処分のコスト試算に集中し、シナリオを設定は策定会議で行うこととしたい。 |



核燃料サイクルの基本シナリオについて(3)

< 第 5 回会議における委員からのご意見の反映 >

| 委員からのご意見 | | 基本シナリオへの反映 |
|-----------|--|--|
| 区分 | 内容 | |
| 技術進歩の考慮 | <ul style="list-style-type: none">・ FBRとプルサーマルでプルトニウムの価値は違ってくる。・ 乾式再処理を考えてみては。50年後は再処理技術は違ってくる。 | 基本的に現状見通せる範囲をシナリオとするが、技術成立性といった視点において必要に応じてこれらを考慮する。 |
| シナリオの設定条件 | <ul style="list-style-type: none">・ 使用済燃料の処分時期は90年（発熱量がガラス固化体処分時の発熱量と同等になる）との設定も残すべきでは | 高レベル廃棄物の貯蔵期間を30～50年とした根拠は参考参照。使用済燃料もこの考え方に倣うこととする。 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none">・ 超ウラン元素を含む廃棄物（TRU廃棄物）を含めた形で評価することが必要。 | 経済性といった視点において必要に応じて考慮する。 |



核燃料サイクルの基本シナリオについて(4)

<シナリオを構成する主要要素>

再処理（＋プルトニウム・ウラン混合酸化物燃料加工）

高レベル放射性廃棄物処分

使用済燃料直接処分

使用済燃料中間貯蔵

<シナリオ / 委員からのご意見を基に作成>

全量再処理

全ての使用済燃料を再処理する。但し、再処理工場の処理能力を超過する使用済燃料については中間貯蔵を経た後、再処理される。また、将来の有力な技術的選択肢として高速増殖炉サイクルが存在する。

部分再処理

六ヶ所再処理工場において再処理を行うとともに、六ヶ所再処理工場の能力を超過する使用済燃料は冷却のための貯蔵後に直接処分される。また、六ヶ所再処理工場運転終了後は全ての使用済燃料が貯蔵後に直接処分される。



核燃料サイクルの基本シナリオについて(5)

<シナリオ / 委員からのご意見を基に作成（続き）>

全量直接処分

全ての使用済燃料を、冷却のため必要な期間貯蔵した後直接処分する。

当面貯蔵

全ての使用済燃料を、当面の間中間貯蔵し、その後は適切な時期 に、それを再処理し資源として利用するか、直接処分するかを決める。

例えば、高速増殖炉等についての研究開発の進展により技術成果が得られる時期（１０年後～数１０年後）が考えられる。

核燃料サイクルの基本シナリオについて(6)

<シナリオの時間軸>

経済性評価に必要な時間軸を以下のとおり設定する。

| | |
|--|---|
| 原子炉装荷年から原子炉取出しまでの期間 | 5年 |
| 原子炉装荷年から再処理（+ プルトニウム・ウラン混合酸化物燃料加工）までの期間 | 8年 |
| 高レベル放射性廃棄物処分時期及び 使用済燃料直接処分時期 〔 高レベル放射性廃棄物の処分は、経済産業省令で定める「拠出金単価」を適用。使用済燃料の処分は同等規模（約4万トン）の処分場を想定し、「拠出金単価」の計算法に倣い試算 〕 | 原子炉取出し から54年後 〔 原子炉装荷 から59年後 〕 |
| 高レベル放射性廃棄物処分場及び使用済燃料直接処分場の閉鎖後モニタリング期間 | 300年 |

核燃料サイクルの基本シナリオについて(7)

<シナリオの時間軸（続き）>

| 項目 | シナリオ | | シナリオ | | シナリオ | シナリオ |
|--------------|----------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------|------|
| | 中間貯蔵せず に再処理 | 中間貯蔵後 に再処理 | 再処理 の対象 | SF直接処分 の対象 | SF直接処分 | 当面貯蔵 |
| 原子炉装荷 | 0 | | シナリオ の中間貯蔵 せずに再処 理と同じ | シナリオ と同じ | 0 | 0 |
| 原子炉取り出し | 5 | | | | 5 | 5 |
| 再処理工場へのSF輸送 | 6 | 50 | | | - | 未定 |
| 再処理 | 8 | 50 | | | - *1 | |
| 中間貯蔵施設へのSF輸送 | - | 10 | | | 10 | 10 |
| 中間貯蔵 | - | 30 | | | 30 | 未定 |
| HLW貯蔵 | 28 | - | | | - | |
| HLW輸送 | 48 | 50 | | | - | |
| TRU廃棄物処理 | 14 | 50 | | | - | |
| TRU廃棄物貯蔵 | 14 | - | | | - | |
| TRU廃棄物処分 | 地層処分 | 33 | | | - *2 | |
| | 地層処分以外 | 15 | | | - *2 | |
| MOX燃料加工 | 8 | 50 | | | - | |
| 再処理廃止措置 | 8 | 50 | | | - *1 | |
| SF処分場へのSF輸送 | - | - | | | 50 | |

*1 六ヶ所再処理施設の既投資額及び解体撤去費用を考慮することを検討

*2 返還廃棄物の処分費用を考慮することを検討

シナリオ の設定は、総合資源エネルギー調査会
電気事業分科会コスト等検討小委員会と同じもの

SF : 使用済燃料

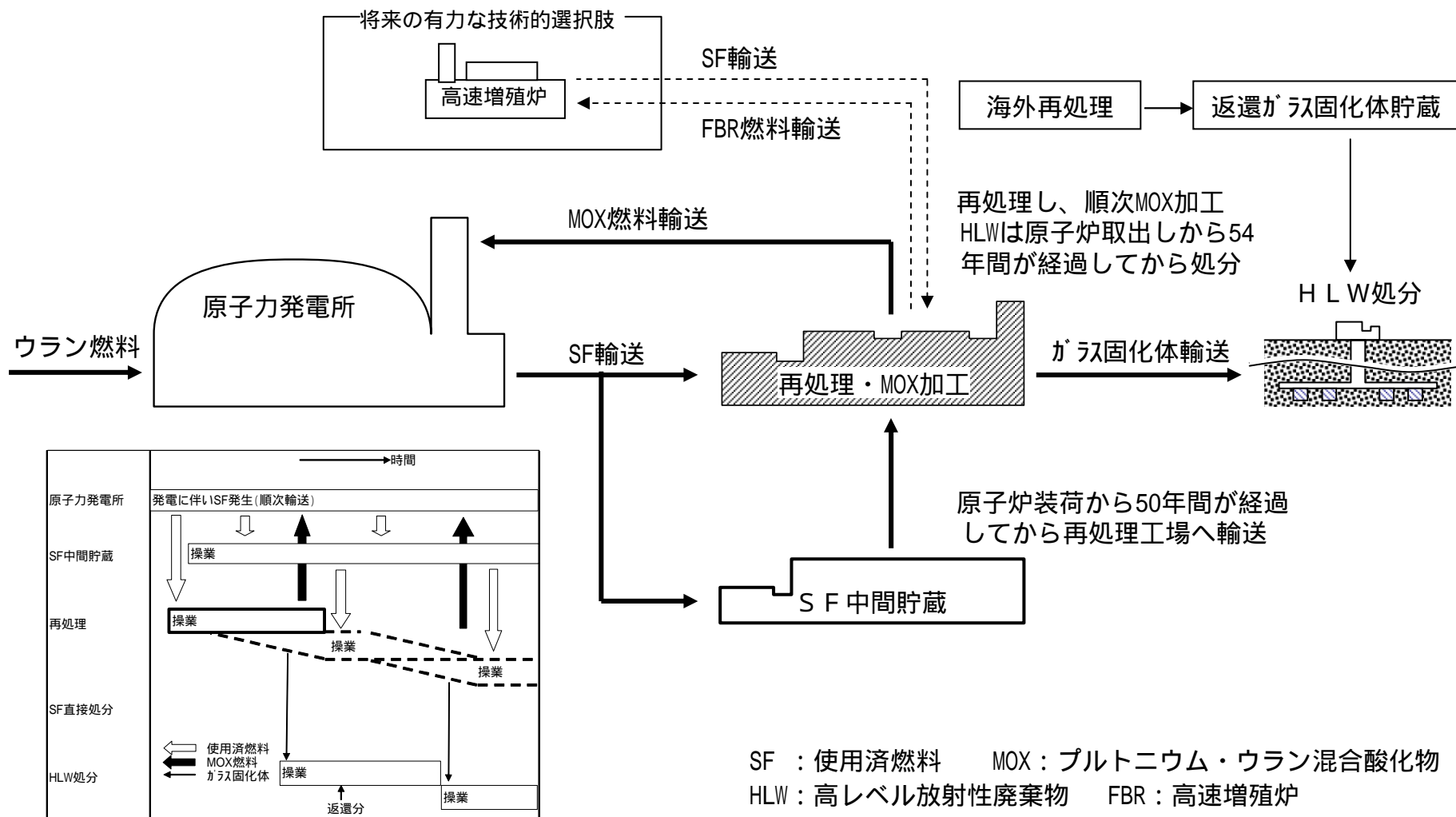
TRU廃棄物：超ウラン元素を含む廃棄物

MOX：プルトニウム・ウラン混合酸化物

HLW：高レベル放射性廃棄物

核燃料サイクルの基本シナリオ

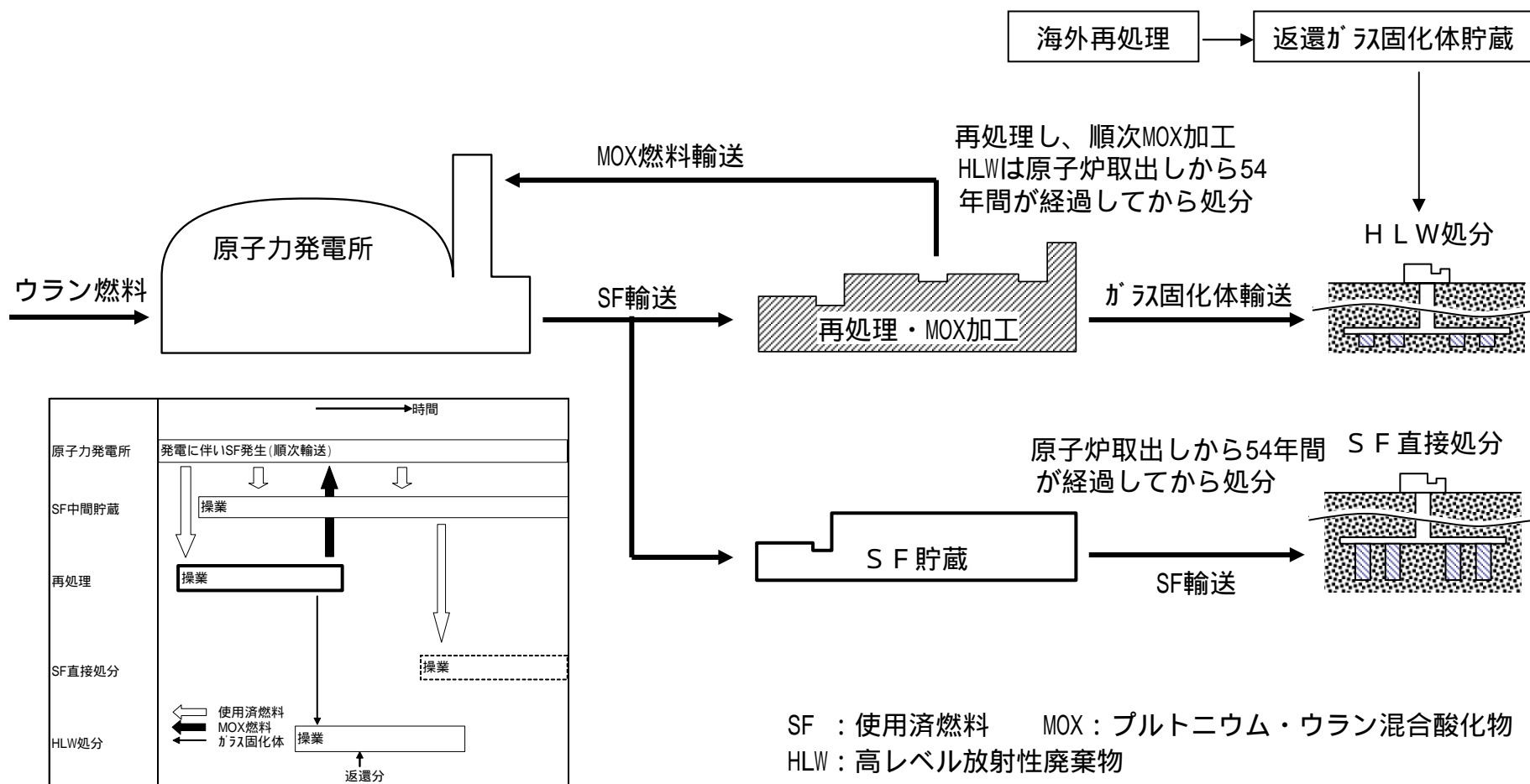
全量再処理 〔全ての使用済燃料を再処理する。但し、再処理工場の処理能力を超過する使用済燃料については中間貯蔵を経た後、再処理される。また、将来の有力な技術的選択肢として高速増殖炉サイクルが存在する。〕



核燃料サイクルの基本シナリオ

部分再処理

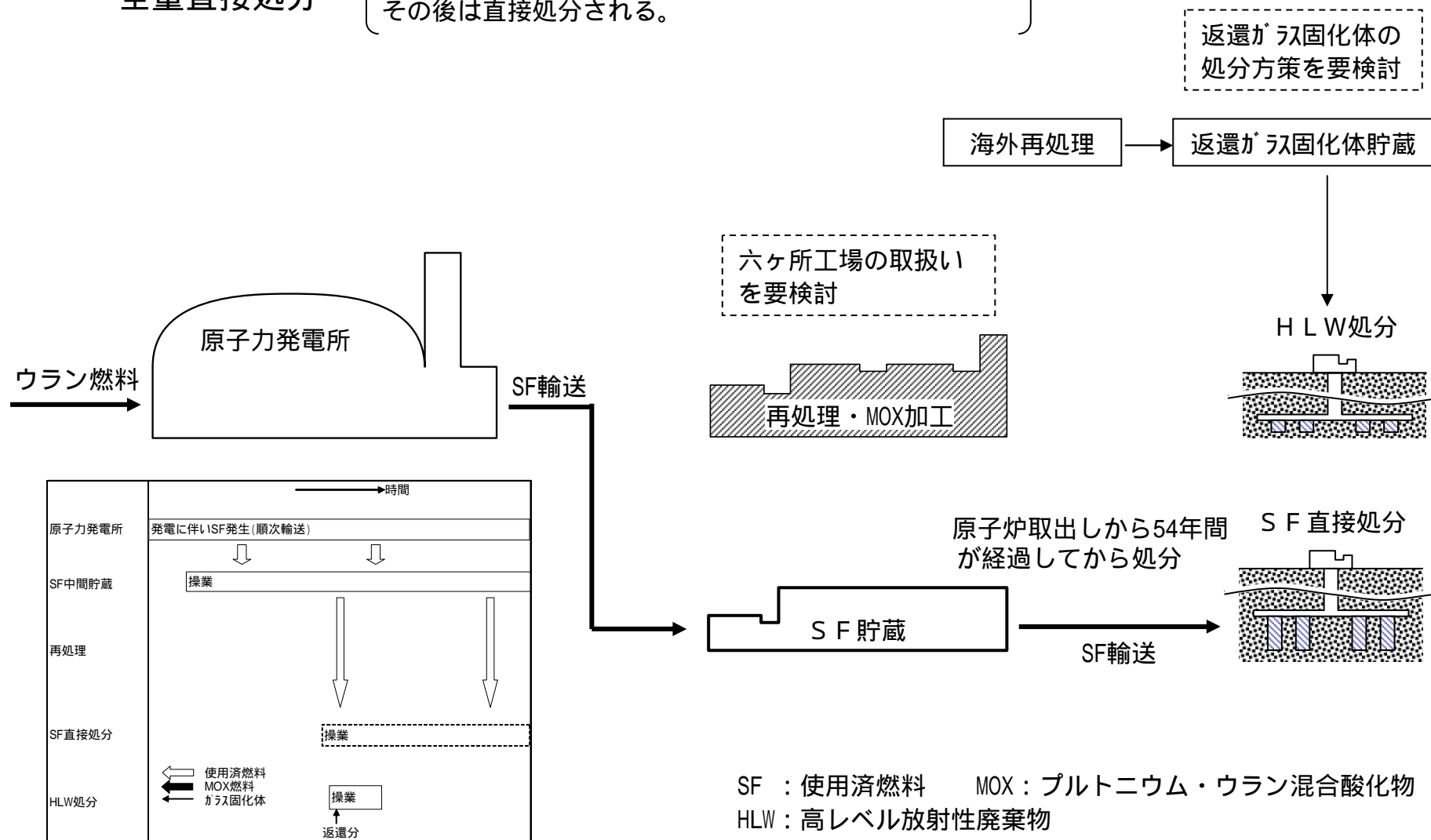
六ヶ所再処理工場において再処理を行うとともに、六ヶ所再処理工場の能力を超過する使用済燃料は中間貯蔵後に直接処分される。また、六ヶ所再処理工場運転終了後は全ての使用済燃料が中間貯蔵後に直接処分される。



核燃料サイクルの基本シナリオ

全量直接処分

全ての使用済燃料は、冷却のため必要な期間貯蔵される。
その後は直接処分される。

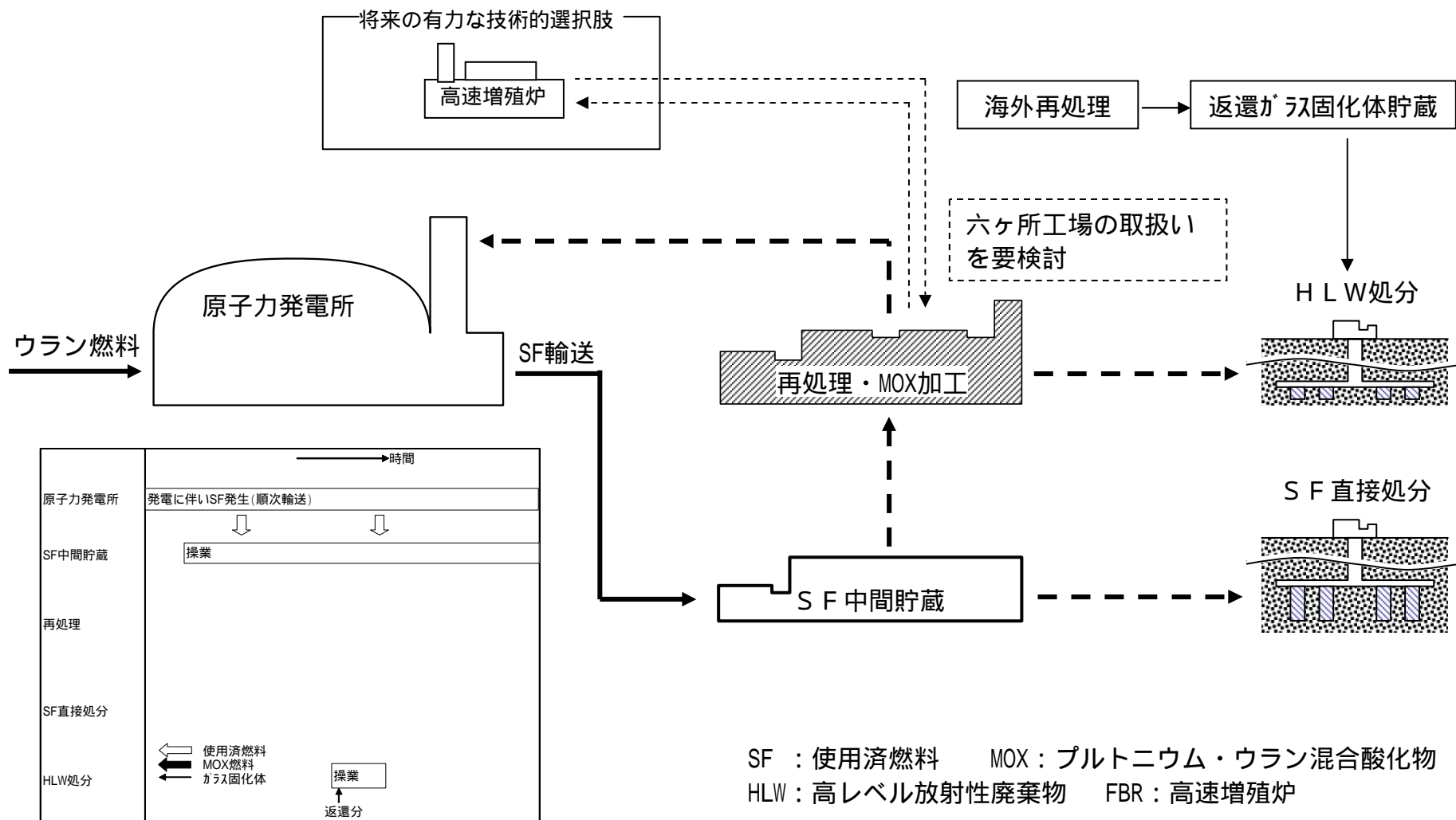


SF : 使用済燃料 MOX : プルトニウム・ウラン混合酸化物
HLW : 高レベル放射性廃棄物

核燃料サイクルの基本シナリオ

当面貯蔵

〔全ての使用済燃料は、当面の間中間貯蔵される。その後は適切な時期に、それを再処理し資源として利用するか、直接処分するかを決める。〕



高レベル放射性廃棄物の一時貯蔵期間について (ガラス固化体及び使用済燃料)

1. 冷却貯蔵期間設定の基本的考え方

- 高レベル放射性廃棄物は初期には高い放射能と発熱量を有するが、時間の経過とともに減衰していくため、安全かつ合理的な処分ができるよう、一定期間冷却のために貯蔵する必要がある。
- 一方で放射性廃棄物の処分は、原子力発電の恩恵を受けた現世代で解決すべき課題であり、将来世代に負担をかけるべきではないとの考え方に基づき、合理的な範囲でできるだけ早く処分を実施する必要がある。

原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会（ガラス固化体のみ）、OECD/NEA放射性廃棄物管理委員会（「長寿命放射性廃棄物の地層処分の環境的及び倫理的基礎」1995。ガラス固化体及び使用済燃料）等による

高レベル放射性廃棄物の一時貯蔵期間について

2. ガラス固化体での影響評価（第二次とりまとめ）

[熱の影響]

- 処分の安全性を確保する上で重要な緩衝材の変質を避ける観点から、緩衝材の温度が100℃を超えないよう、廃棄体の設置間隔など処分場レイアウトを設計する必要あり。
- 廃棄体の発熱量は、Cs、Sr等の短半減期核種の崩壊に伴って固化直後30年程度は急激に減少し、その後は緩やかな減少傾向を示す。一定の貯蔵期間をおくことで、合理的な処分場設計を行うことが可能となる。

[放射線の影響]

- 放射線の影響については、作業時の安全な作業環境の確保、人工バリア性能の確保の観点から、放射線の遮蔽性を考慮した設計が必要。放射能は発熱量と同様に、固化直後から30年程度は急激に減少し、その後緩やかに減少するため、一定の貯蔵期間を設けることは、放射線対策軽減の観点からも合理的である。

高レベル放射性廃棄物の一時貯蔵期間について

3. 諸外国における例

| | 1993年NEA報告書 (地層処分施設における高レベル廃棄物の処分コスト)等 | 最近の性能評価報告書等における一時(中間)貯蔵に関する記述 |
|--------|--|--|
| ベルギー | 対象; ガラス固化体 期間; 約50年間 | < SAFIR2 > では明示されず |
| カナダ | 対象; CANDU使用済燃料 期間; 15年程度 (原子炉プールで少なくとも5年間冷却後, 空冷コンクリートキャスクに入れ, 10年間貯蔵後, 直接処分) | - |
| フィンランド | 対象; 使用済燃料 期間; 20 ~ 40年間 (原子炉プールで一定期間貯蔵した後, サイト内の中間貯蔵施設で20 ~ 40年間プール貯蔵) | 原子炉から取り出された後の使用済燃料は, 最終処分場での処分が現実のものとなる2020年ごろまで中間貯蔵する< 廃棄物管理目標閣議決定 > |
| フランス | 対象; ガラス固化体 期間; 約30年間 | < DOSSIER2001 > では明示されず |
| ドイツ | 対象; 使用済燃料 期間; 30年間 (原子炉プールで10年間, 乾式の中間貯蔵で20年間貯蔵の後, 直接処分) 対象; ガラス固化体 期間; 40年間 | - |
| スウェーデン | 対象; 使用済燃料 期間; 40年間 | 使用済燃料は, 原子炉で1年程度貯蔵した後, 使用済燃料集中中間貯蔵施設 (CLAB) に輸送されている。30 ~ 40年の中間貯蔵の後, 燃料は銅製キャニスタに封入され, 地下約500mの結晶質岩中に処分される < SR 97 > |
| スイス | 対象; ガラス固化体 期間; 40年程度 (再処理後の中間貯蔵期間) | 処分の前に, 使用済燃料及びガラス固化体は, 放射線による発熱を低減するため, 少なくとも40年間中間貯蔵される < EN2002 > |
| 英国 | 対象; ガラス固化体 期間; 少なくとも50年間 | ガラス固化体は, 少なくとも50年間は貯蔵して短寿命の核種の崩壊と発熱の減少を待つものとし, その期間を経た後に廃棄物をどう管理するかについては現時点の何の決定も下さないこととする < Cmnd.2919 > |
| 米国 | 対象; 使用済燃料 期間; 最小限の冷却期間として炉取出し後5年間 | |

< SAFIR2 > ; 2001年にベルギー放射性廃棄物・核分裂性物質管理機関 (ONDRAF / NIRAS) が取りまとめた性能評価報告書。

< 廃棄物管理目標閣議決定 > ; 1983年にフィンランドの閣議が, 高レベル放射性廃棄物処分の研究, サイト選定, 計画策定を行う際の目標を示した政策文書。

< DOSSIER2001 > ; 2001年にフランス放射性廃棄物管理機関 (ANDRA) が, 高レベル・長寿命廃棄物の処分に関する研究の進捗状況を取りまとめた報告書。

< SR 97 > ; 1999年にスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB) が, 高レベル放射性廃棄物処分の閉鎖後の安全性の評価結果を取りまとめた性能評価報告書。

< EN2002 > ; 2002年にスイスの放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) が, 使用済燃料, 高レベル放射性廃棄物及び長寿命中レベル放射性廃棄物のオバリナスクレイ (粘土) での処分の実現可能性を示した性能評価報告書。

< Cmnd.2919 > ; 1995年に当時の英国環境省が, 放射性廃棄物管理の方針を取りまとめた政策文書。