

第二再処理に求められる要件について

平成19年3月28日

日本原子力研究開発機構
中村 博文

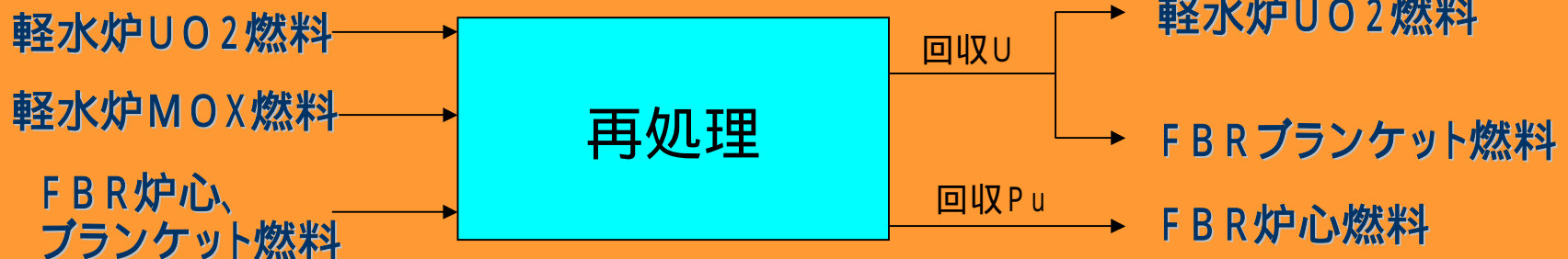
はじめに

- 原子力大綱では、六ヶ所再処理工場に続く再処理工場について以下のように述べられている
 - 中間貯蔵された使用済燃料及びプルサーマルに伴って発生する軽水炉使用済MOX燃料の処理の方策は、**六ヶ所再処理工場の運転実績、高速増殖炉及び再処理技術に関する研究開発の進捗状況、核不拡散を巡る国際的な動向等**を踏まえて2010年頃から検討を開始する。
 - 六ヶ所再処理工場に続く再処理工場に向けての**技術開発のあり方**については、六ヶ所再処理工場の運転実績、高速増殖炉及び再処理にかかる研究開発の進捗状況等を踏まえて処理の方策が明らかにされることを受けつつ、**関係者間で検討を進める**。
- 将来の核燃料サイクルに関する認識を関係者間で共有することが重要

再処理と高速増殖炉の関係

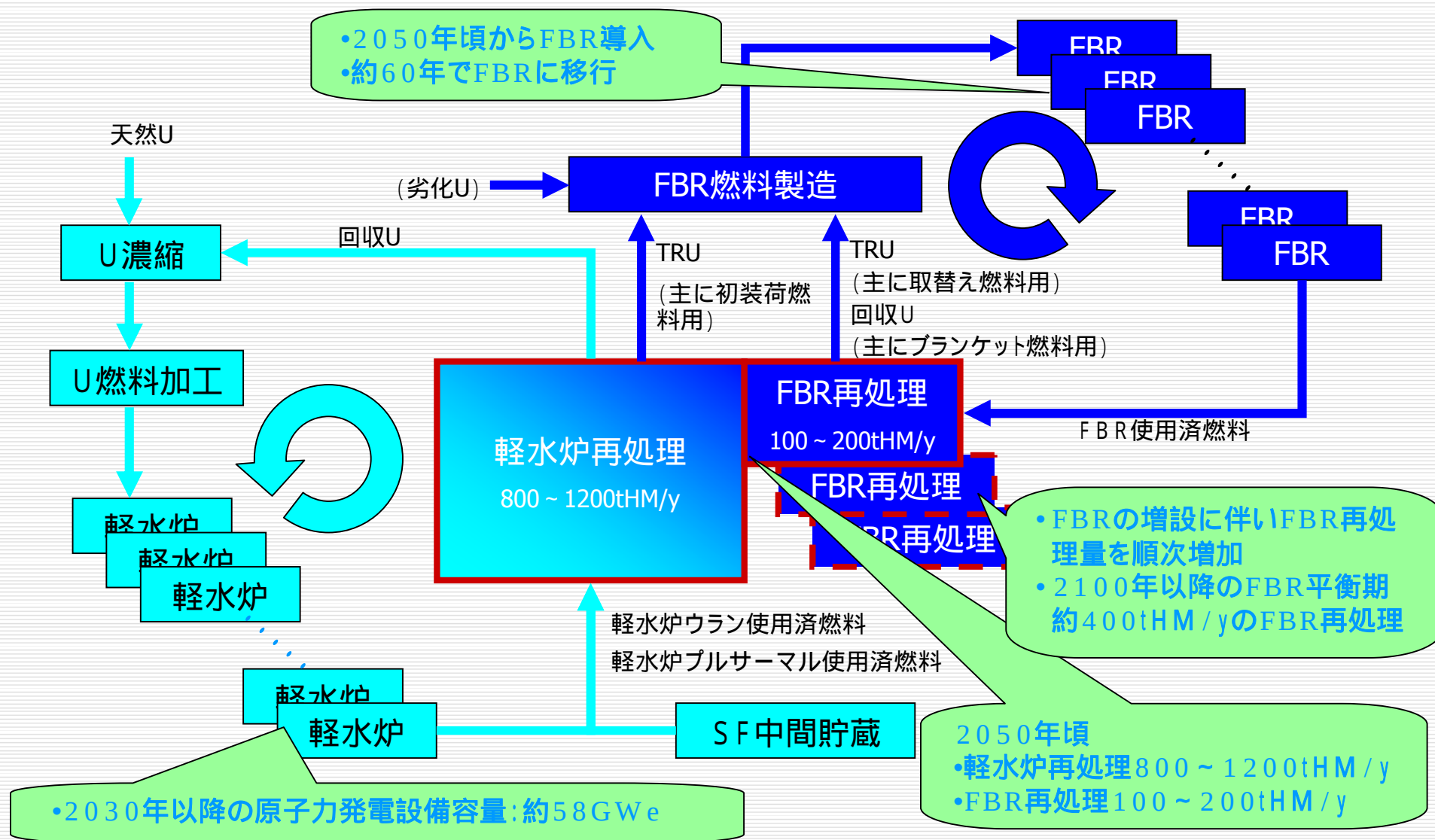
- 高速増殖炉(FBR)サイクルの開発が成功すれば、2050年頃から導入開始
- FBR導入には、軽水炉使用済燃料再処理から供給されるPuが必須
FBR(100万kW_e)に必要な核燃料物質は
 - 初装荷炉心燃料(Pu:約9.4tHM、U:約38tHM)
 - 取替え炉心燃料(Pu:約1.0tHM/y、U:約4.1tHM/y)
- 高速増殖炉導入後の再処理すべき使用済燃料
 - 軽水炉UO₂燃料
 - 軽水炉MOX燃料
 - FBR炉心燃料、ブランケット燃料
- 高速増殖炉導入後の再処理製品の需要
 - 回収Pu: FBR炉心燃料(FBRが順調に導入されない場合には軽水炉MOX燃料)
 - 回収U: 軽水炉燃料(再濃縮)、FBRブランケット燃料

【軽水炉とFBRが共存する時代の再処理】



将来の燃料サイクル

～ 軽水炉サイクルとFBRサイクルの関係の一例～



将来の燃料サイクル

～ 燃料サイクルの想定に関する評価、解析 ～

将来の燃料サイクルを想定する場合の再処理に関する変動要因

- 軽水炉再処理の処理規模はどのくらいが適正か
- 軽水炉再処理の製品である回収ウランを再利用した場合、しない場合の影響は
- 軽水炉SFからMAを回収した場合、しない場合の効果は
- 再処理対象の使用済燃料は何か

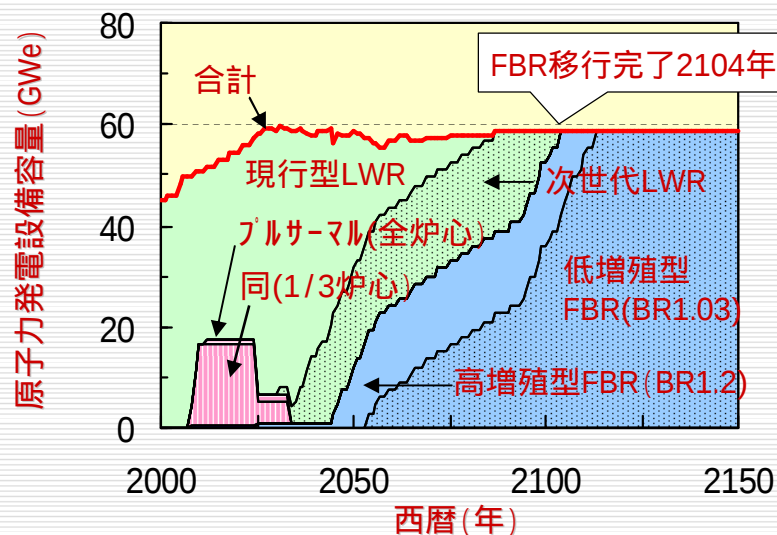
エネルギー需給などの想定

- 将来の発電設備容量については
 - 2030年以降約58GWe一定(総合資源エネルギー調査会 需給部会「2030年のエネルギー需給展望」平成17年3月)
 - 2018年以降約66GWe一定(平成18年度電力供給計画の概要における開発計画規模)
- 寿命による軽水炉のリプレイスは高速増殖炉

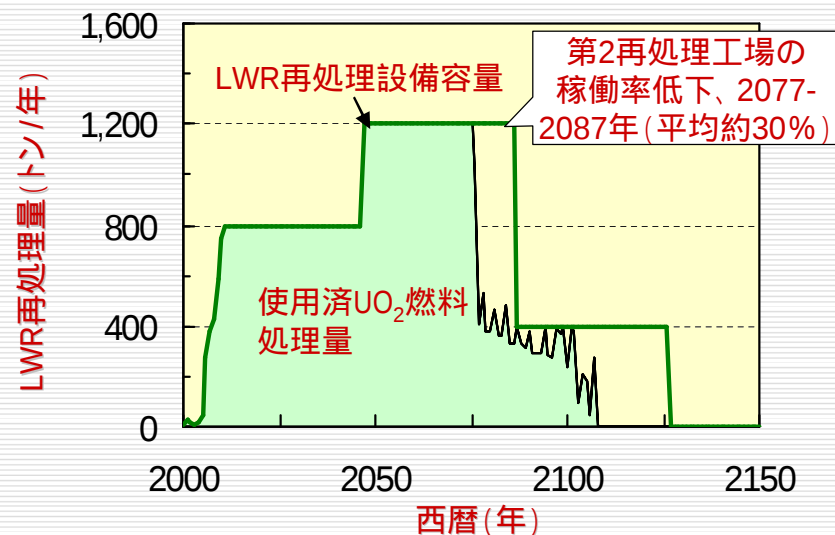
主な結果と指標

- Puバランス、天然U需要量、SF貯蔵量、工場の稼働率、HLW中のMA蓄積量など
- 経済性、環境負荷低減性、核拡散抵抗性など

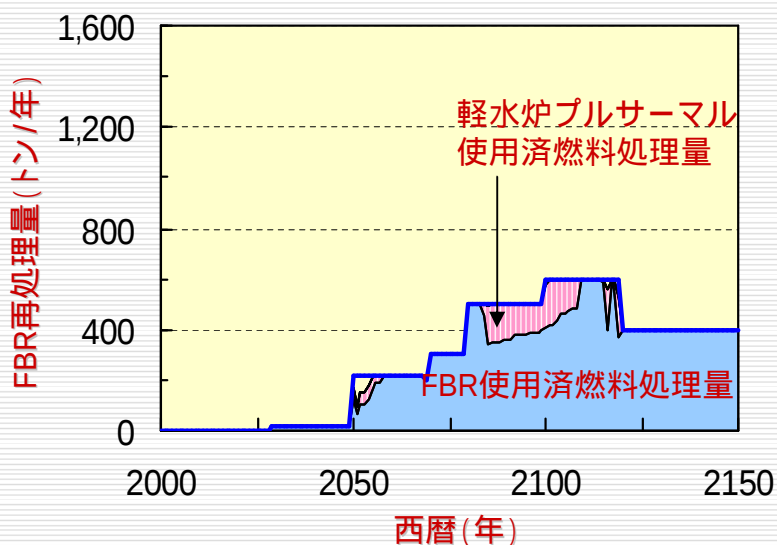
将来の燃料サイクル ～ サイクル諸量評価結果例 (1/3) ～



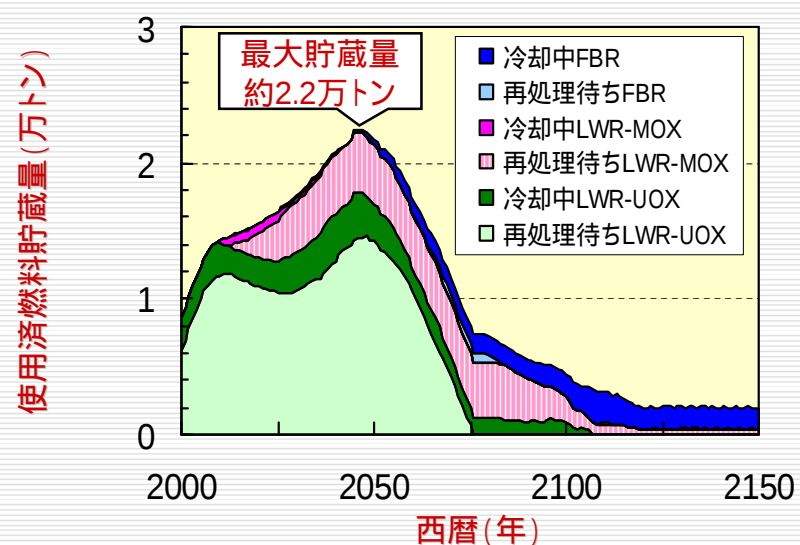
原子力発電設備構成



LWR再処理量



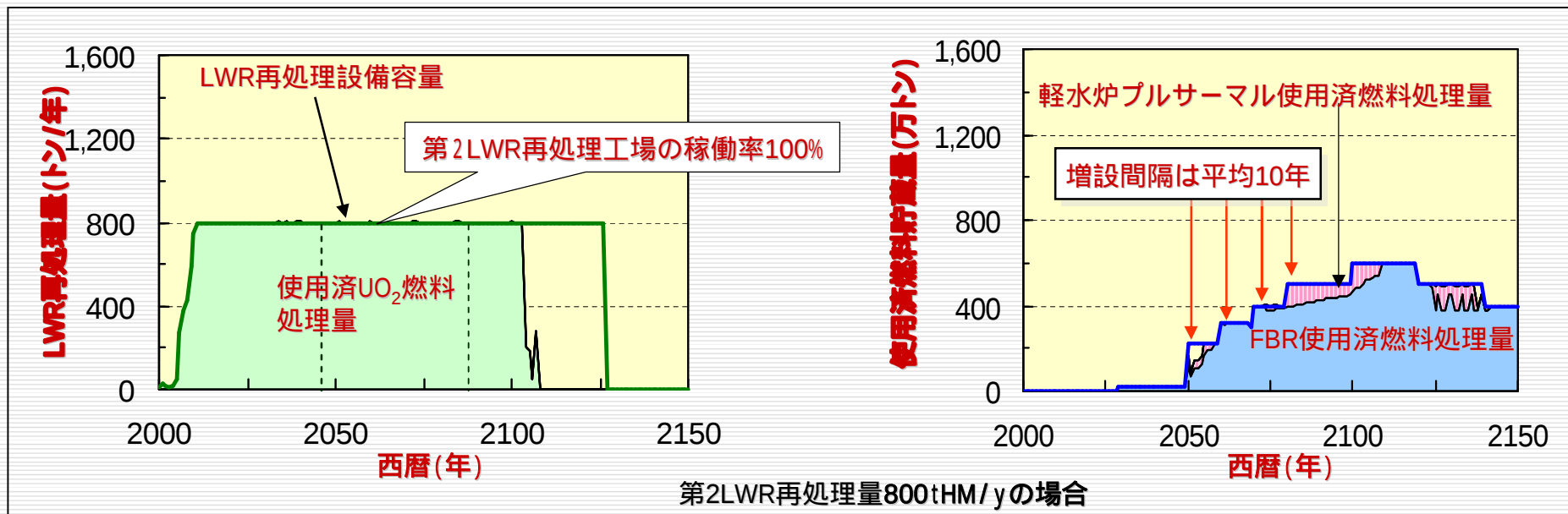
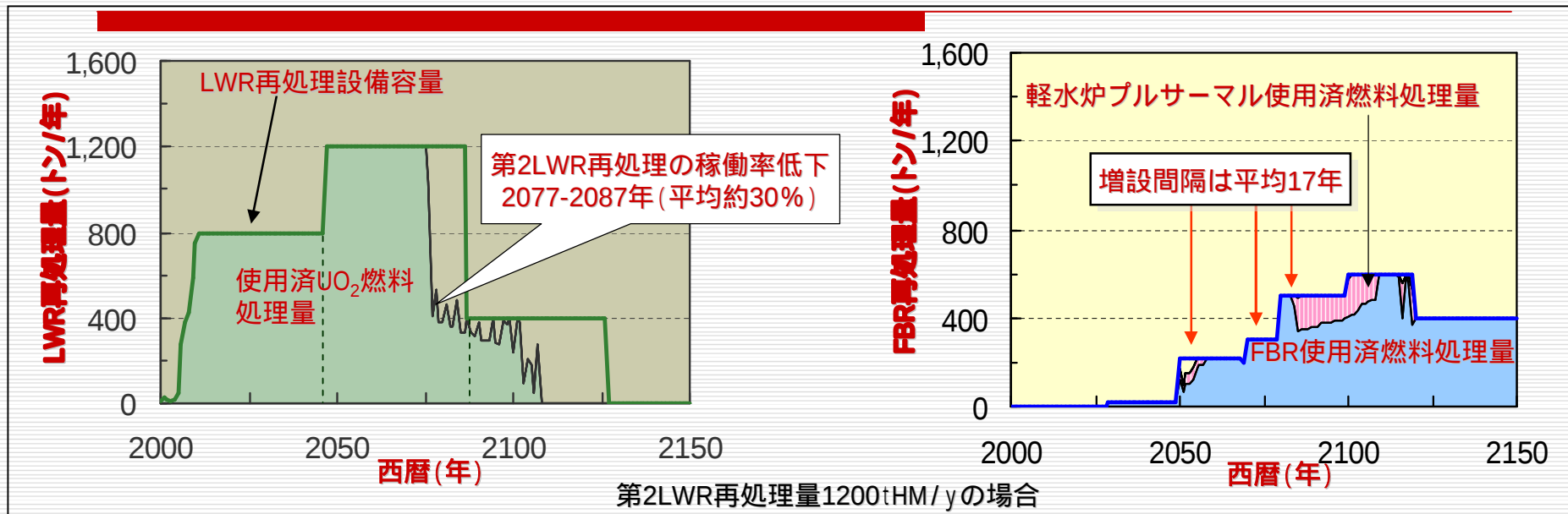
FBR再処理量



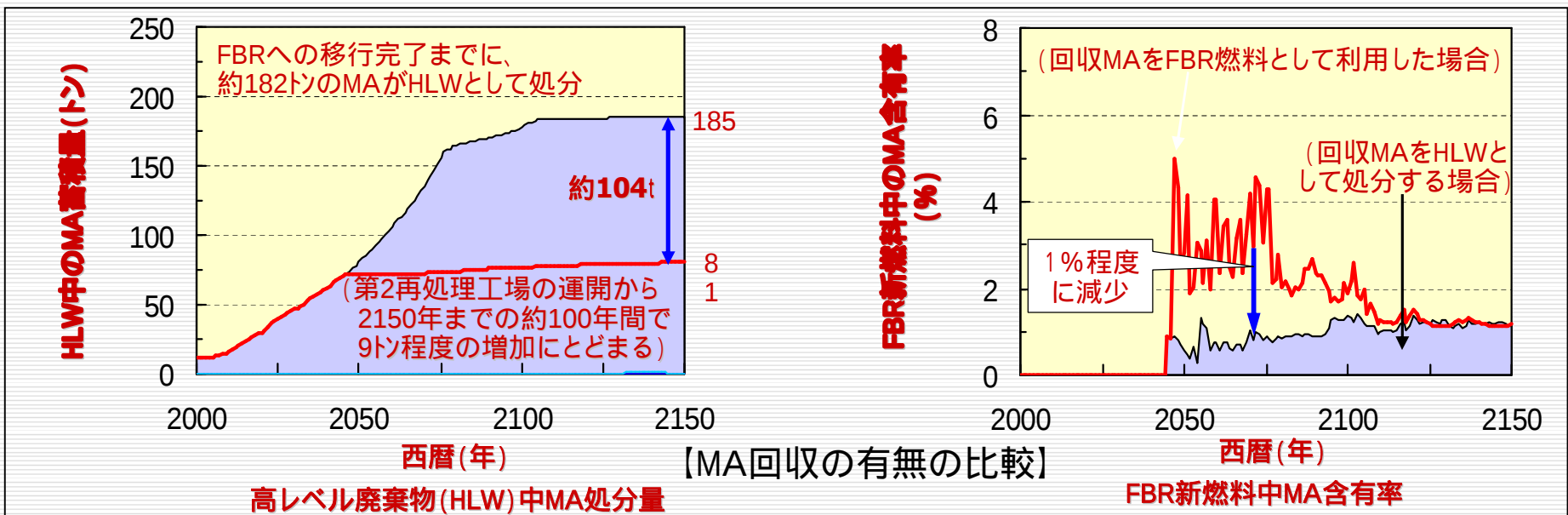
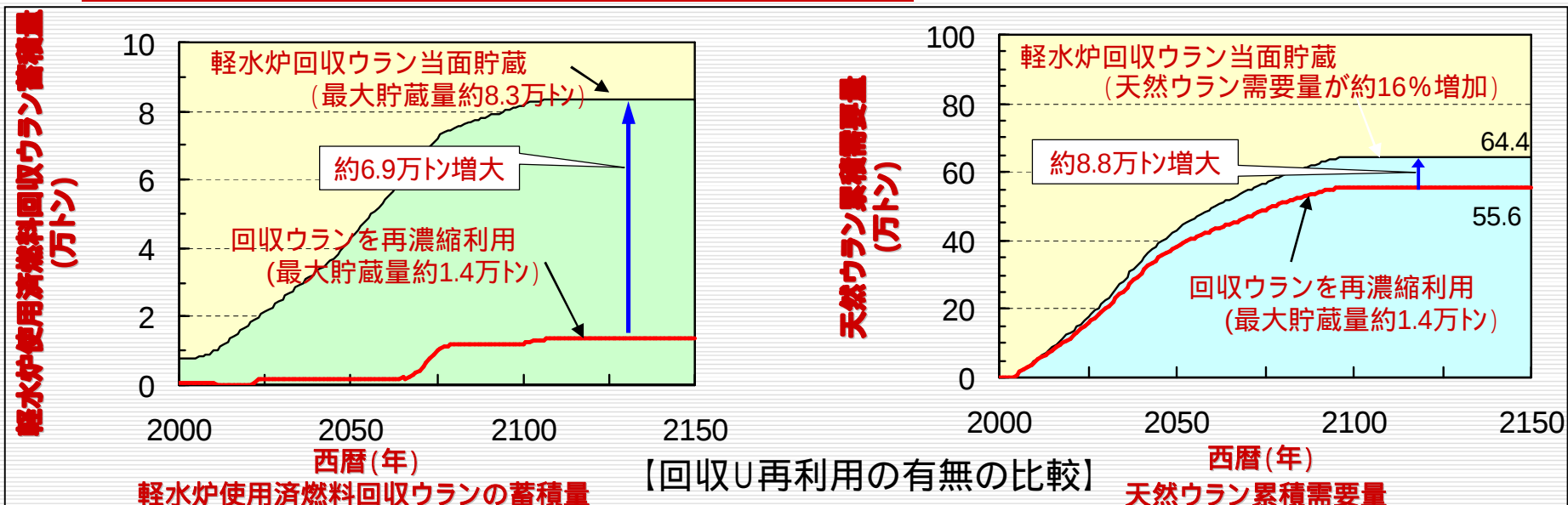
使用済燃料貯蔵量

将来の燃料サイクル ～ サイクル諸量評価結果例(2/3) ～

【処理規模の比較】



将来の燃料サイクル ～ サイクル諸量評価結果例 (3/3) ～



将来再処理技術の展望

□ 実用化技術の選択指標

- 安全性
- 経済性
- 処分を考慮した廃棄物発生量低減
- 核拡散抵抗性

現行と同等程度を目標か？

現行の数分の一程度を目標か？

現行の数分の一程度を目標か？

確たる定義が今後必要

□ 実用化技術への開発アプローチ

- 革新技術の開発(開発レベルと今後の開発進展)
- 既存技術の改良・高度化(東海再処理工場、六ヶ所再処理工場の経験の反映)
- 海外技術の導入(国際協力に対応する技術と国産化すべき技術)

□ 軽水炉再処理技術とFBR再処理技術の整合性

- 要素技術開発段階、工学規模ホット試験段階、実証段階の各段階の整合性
- 軽水炉再処理とFBR再処理の施設、設備共用の可能性、範囲

□ 実用化技術の分類

- 主要プロセス技術 : 前処理、分離、精製、混合脱硝など
- 廃棄物処理技術 : ガラス固化、低レベル廃棄物固化、焼却など
- 周辺技術 : 保守・補修、計測制御、分析、サンプリング、保障措置など
- 基盤技術 : 材料、物性、安全データなど

□ 実用化技術が必要となる時期

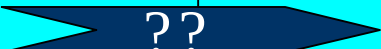
- 操業開始時期の10～20年前(2030年過ぎ頃)には、プラントの基本設計を開始
- それまでに主要な開発は完了

□ 海外の動向

- 米国: 2020年頃のCFTRC計画 など
- 仏国: 2020年頃のGen. Plant計画 2040年頃の商業再処理リプレースなど

実用化技術への開発アプローチ

～ 分離プロセスに関する革新技術の開発事例 ～

分類	プロセス	基礎研究	実験室規模 ホット試験	要素試験 (機器)	工学規模ホッ ト試験	実証	実用
現行	PUREX						
共回収	Co-Processing				F再で計画中		
	COEX						
	ジアミド抽出						
U分離・ 共回収	晶析				F再で計画中		
	簡素化溶媒抽出				F再で計画中		
	モノアミド抽出						
	NCP沈殿						
	FLUOREX						
	UREX+						
U分離・ 一括回収	超臨界直接抽出						
	モノアミド、ジアミド抽出						
	GANEX						

軽水炉再処理技術とFBR再処理技術の整合性

～ 軽水炉再処理と FBR再処理の違い～

工程	再処理工程への影響	相違点
前処理	□ FBR燃料搬送時には冷却が必要 □ F再には、ラッパ管の解体設備が必要。 □ L再では金属火災への対策としてせん断機-溶解槽に窒素を供給するが、F再では不要 □ F再ではブランケット燃料と炉心燃料を混合処理 □ F再では溶解槽など臨界管理が厳しくなるため、小型化、連続処理方式が必要	・高燃焼度 ・F燃料のラッパ管 ・材質(L燃料はジルカロイ、F燃料はステンレス) ・FBRのブランケット燃料 ・Pu富化度
分離	□ F再では溶媒の放射線等による損傷が厳しくなるため、遠心抽出機など接触時間の短縮が必要 □ F再では抽出器など臨界管理が厳しくなるため、小型化、連続処理方式が必要	・高燃焼度 ・Pu富化度
廃棄物処理	□ F再ではL再に比べてMA含有量が1桁以上多く、回収工程での冷却や中性子遮蔽などが必要	・Pu富化度

第二再処理工場の定義と求められる要件

- 第二再処理工場の定義
 - 国内におけるFBRへのPuの最適供給管理の為に、軽水炉再処理とFBR再処理を合わせて実施できる第二再処理工場とすることが効率的では？
- その場合に第二再処理に求められる要件とは？
 - 3種類の使用済燃料を最適処理
 - 軽水炉使用済燃料貯蔵量の低減
 - 変動するFBR燃料の需要に対応できるMOX製品供給
 - FBRの特徴を最大限利用したTRUの最適な回収と供給
 - 回収MOX製品は、経済性向上の観点から精製工程を削除して低除染FBR炉心燃料として供給
 - 燃料製造との最適化検討が必要
 - 環境負荷低減の観点からMAをFBRサイクルでリサイクル
 - 軽水炉再処理からのMA回収に関しては経済性や環境負荷低減などの観点から処分と比較検討が必要
 - 軽水炉サイクルとFBRサイクルへの回収U製品の供給
 - 軽水炉UO₂燃料の原料として濃縮施設に供給
 - 天然U価格、高燃焼度化による残留濃縮度の低下、U236補償などの検討が必要
 - ブランケット燃料の原料として供給
 - 燃料製造の観点で劣化Uとの比較検討が必要
 - 廃棄物処理、ユーティリティーなどの施設共用
 - 湿式法をベースとする場合には、分離工程も共用可能

まとめ

- 第二再処理に求められる要件としては、以下の項目が考えられる。
 - 3種類の使用済燃料を最適処理
 - FBRの特徴を最大限利用したTRUの最適な回収と供給
 - 軽水炉サイクルとFBRサイクルへの回収U製品の供給
 - 廃棄物処理、ユーティリティーなどの施設共用
- 今後、第二再処理工場の事業主体やFBRサイクル確立の目処が明らかになるにつれて、これらの要件は、さらに仕様として具体化される。
- その為にも、将来の再処理技術の実用化に向けて、柔軟に対応できるような研究開発を今から各分野で着実に進めておくことが重要である。