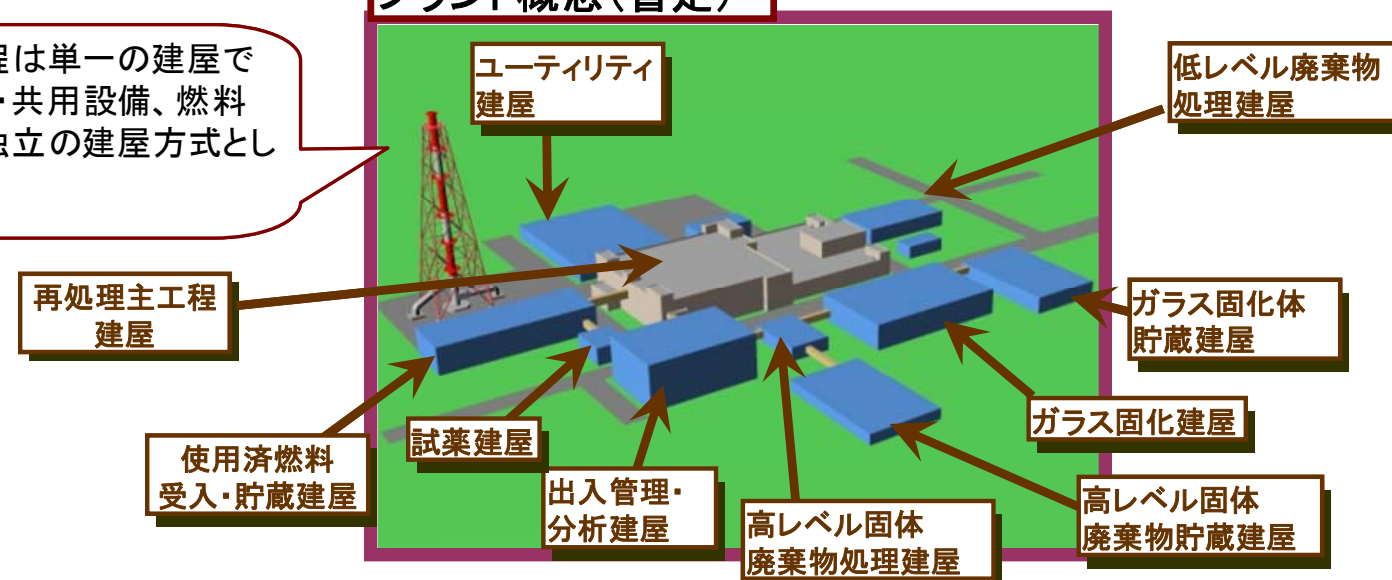


(3) 主要設備の全体配置結果

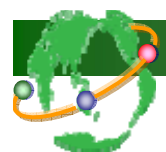


再処理主工程は単一の建屋であるが、付帯・共用設備、燃料製造設備は独立の建屋方式とした場合。

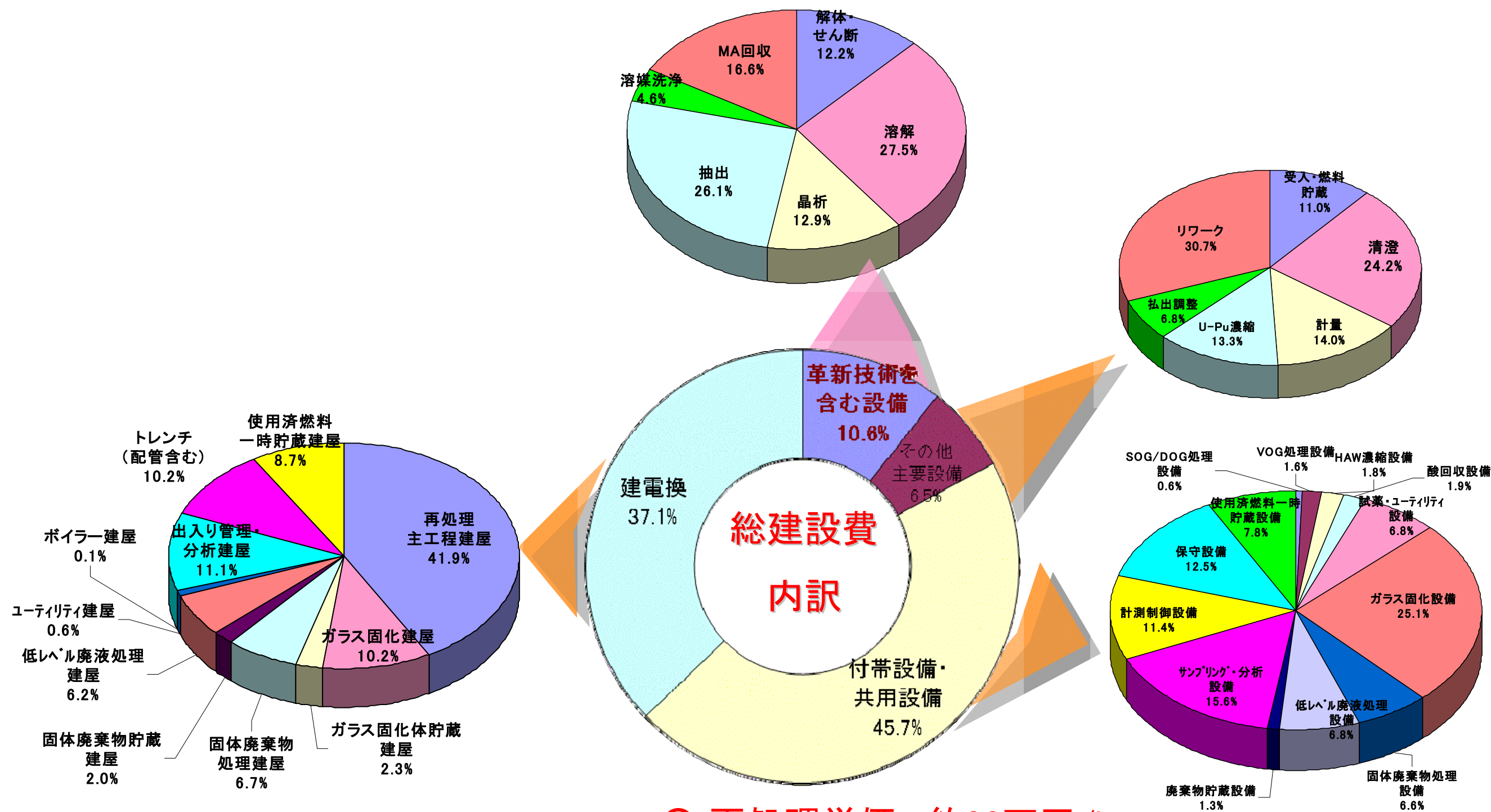
プラント概念(暫定)



(保守・補修方針を検討した上で配置検討に反映)



(4) 経済性評価結果(暫定)

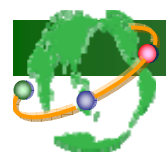


○ 再処理単価: 約26万円/kg

○ 発電単価: 約0.28円/kWh



8. 軽水炉燃料サイクルからFBR燃料サイクルへの 移行期への先進湿式法革新技術の適用性



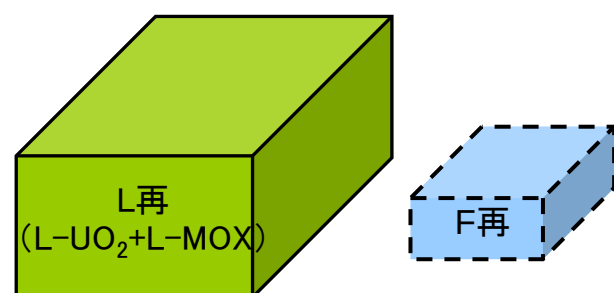
(1) 移行期プラントイメージの視点からの 先進湿式法革新技術の適用性評価

- 前述の採否判断は、F再単独施設を想定したもの。
- 軽水炉燃料サイクルからFBRサイクルへの移行期におけるプラントイメージの視点からの革新技術の適用性についても、現在の知見等に基づき評価する。

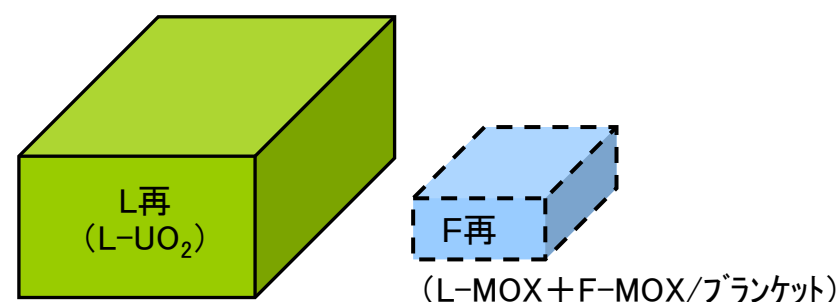
■ 移行期プラントイメージの視点からの適用性評価の考え方

- 現在想定される下記の3種類のバリエーションに対して、適用性を評価する。

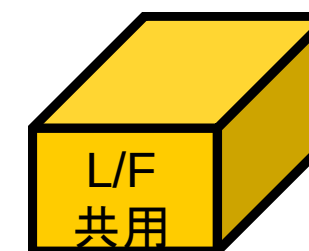
① L再／F再独立プラント



② L-UO₂／MOX独立プラント



③ L再／F再共用プラント



■ 現時点での適用可と見通せるもの

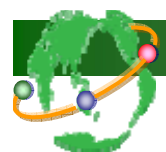
- 解体・せん断、溶解 : ①～③(F再部分のみ)に対して適用可
- 晶析、U-Pu-Np一括回収 : ①(F再部分のみ)に対して適用可【②のF再部分への適用性は要検討】
- MA回収 : ①～③に対して適用可
- 廃棄物低減化 : ①～③に対して適用可

⇒革新技術はいずれも移行期プラントに適用可能性があり、F再単独施設を想定して行った採否判断の結果を移行期の観点から下方修正する必要はない。



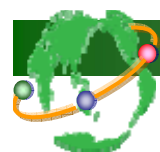
(2) 移行期への先進湿式法革新技術の適用性詳細

	①L再／F再独立プラント L再(L- UO_2 +L-MOX)：1,200t/y＋F再：200t/y		②L- UO_2 ／MOX独立プラント L- UO_2 ：1,200t/y＋（L-MOX＋F-MOX/ブランケット）：200t/y		③ L再／F再共用プラント 1,400t/y
	L再分	F再分	L再分	F再分	
解体・せん断	下記の観点から L再専用技術を採用する方が合理的 。 ✓集合体、燃料ピン束構造の違い(軽水炉燃料のスペーサーやグリッドの存在) ✓L燃料を短尺せん断する場合のZr粉末対策と溶解槽構造へ影響 等	今回の評価結果の通り適用可(ただし、 低除染プロセスの場合)。	下記の観点から L再専用技術を採用する方が合理的 。 ✓集合体、燃料ピン束構造の違い(軽水炉燃料のスペーサーやグリッドの存在) ✓L燃料を短尺せん断する場合のZr粉末対策と溶解槽構造へ影響 等	・F再分は今回の評価結果の通り適用可。 ・ L-MOX処理時には 、下記の観点から L再専用技術を採用する方が合理的 。 ✓集合体、燃料ピン束構造の違い(軽水炉燃料のスペーサーやグリッドの存在) ✓L燃料を短尺せん断する場合のZr粉末対策と溶解槽構造へ影響 等	L再／F再で、個別の専用技術を採用する方が合理的(F再分は今回の評価結果の通り適用可) 。 ✓集合体、燃料ピン束構造の違い(軽水炉燃料のスペーサーやグリッドの存在) ✓L燃料を短尺せん断する場合のZr粉末対策と溶解槽構造へ影響 等
高効率溶解					
晶析	下記の観点から 採用する合理性はない 。 ✓所定のPu含有割合の抽出フィード液を得るための、複数段の晶析＋濃縮工程の必要性。 ✓回収する低除染Uの取扱い。 等		下記の観点から 採用する合理性はない 。 ✓所定のPu含有割合の抽出フィード液を得るための、複数段の晶析＋濃縮工程の必要性。 ✓回収する低除染Uの取扱い。 等	・F-MOX単独処理時に比べ、 L-MOX処理時には晶析装置の追加設置が必要 。 ・適用性を判断するためには、代替技術(コプロセッシング法)との 設備物量の比較、L-MOXとF-MOXの処理パターンの検討 、U-Pu製品中のPu富化度調整やU製品の除染度等の 製品取扱いに関する検討等の総合比較評価が必要 。	下記の観点から 採用する合理性はない 。 ✓所定のPu含有割合の抽出フィード液を得るための、複数段の晶析＋濃縮工程の必要性。 ✓回収する低除染Uの取扱い。 等
U-Pu-Np一括回収					
MA回収	適用可 (スケールアップ要)。 ・ただし、L-MOXに加えてL- UO_2 からのMA回収の必要性や、F再のMA回収設備との共用化の必要性といった検討の前提条件を明確にする必要あり。 ・L-MOX溶解時に使用する Gdの影響 の確認が必要。			適用可 (スケールアップ要)。 ・ただし、L- UO_2 からのMA回収の必要性や、F再のMA回収設備との共用化の必要性といった検討の前提条件を明確にする必要あり。	適用可 (スケールアップ要)。 ・ただし、L再のMA回収設備との共用化の必要性を明確にする必要あり。 ・L-MOX溶解時に使用する Gdの影響 の確認が必要。
廃棄物低減化	今回の評価結果の通り適用可 。 ただし、再処理全体の廃棄物低減化方策(廃液二極化含む)の再構築が必要。				



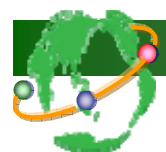
9. 革新技術の採否判断結果

「技術的成立性の評価」および「開発目標・設計要求への影響」の観点で行った機構の評価結果を電気事業者が再確認すると共に、施設の停止リスク等技術の信頼性の観点を重視し、革新技術間の関連性・依存性も考慮して、採否について検討・評価を行った。



革新技術の評価結果(1/3)

	技術的成立性の評価	開発目標・設計要求への影響		採 否
		再処理設備としての経済性	その他	
解体・せん断技術	○ 【機械式解体技術】 工学規模試験により成果目標はほぼ達成。 解体操作を簡素化するために炉心設計と連携を図りながら解体し易い実用炉燃料集合体の構造検討を実施予定。 【短尺せん断技術】 常陽照射済燃料の破壊強度データを反映した模擬燃料ペレットのせん断試験の結果から、所定の成果目標を満足できる見通しを得た。 技術的成立性が見通しがあると判断。 なお、2010年度に工学規模試験装置を用いた解体試験を継続し、機械式解体・短尺せん断技術における砥石耐久性等のデータを拡充する。	➢ R&D成果等を反映した設計検討の結果に基づく経済性評価では先進湿式法の再処理設備費(前処理設備含む)は、従来湿式法の同設備費の約47%と見積もられており、このことから先進湿式法は十分な経済競争性を備えており、設計要求の達成のためには必要な技術であると判断する。 ➢ (競合しうる代替技術であるコプロセッシング法の再処理設備費は先進湿式法に比較して約29%の増額になると試算しており、先進湿式法の方が設計要求達成には有利である)	[経済性] 特に付加的な設備(粉化処理設備等)を必要とせずに高効率溶解工程に適した燃料せん断片を得ることが可能となるため、経済性向上について寄与がある。	○ 【採用】 ・技術的成立性が見通しが得られたこと、技術固有の特質が開発目標・設計要求(経済性)に寄与すると判断できたことから採用と判断。
高効率溶解技術	○ 【溶解プロセス条件】 照射済燃料等を用いた試験により重金属濃度(400g/L)の溶解液を得た。 500gHM/Lの濃度達成を確認するとともに、解析により、回転ドラム型連続溶解槽について500gHM/Lの溶解液を20kg/hで得る溶解条件を示すことができる見通しを得た。 【溶解槽内部構造】 攪拌条件の評価や軸受構造の選定評価に課題を残すが、コールド試験により、固体廃棄物成分(ハル、ワイヤ)の排出及び粉体燃料成分の保持性を確認。 20kg/h規模の溶解槽の内部構造について耐食性や核的制限値を満足することを確認。 技術的成立性が見通しがあると判断。 なお、2010年度に500gHM/L濃度の達成確認、安定運転性確認のための解析精度の向上、10kg/h規模軸受構造の検討結果を基にした20kg/h規模溶解槽の内部構造の決定を行う。		[経済性] 特に付加的な設備(濃縮設備等)を必要とせずに晶析工程に適した供給液を得ることが可能となるため、経済性向上について寄与が大きい。	○ 【採用】 ・技術的成立性が見通しが得られたこと、開発目標・設計要求(経済性)へ寄与することから採用と判断。



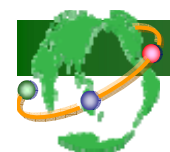
革新技術の評価結果(2/3)

	技術的成立性の評価	開発目標・設計要求への影響		採 否
		再処理設備としての経済性	その他	
晶析による効率的ウラン回収技術	△ 【晶析プロセス条件】 ▶小規模ホット試験及びU試験により、U回収率70%以上の条件において、液体不純物は目標とする除染係数100程度を達成する見通しを得た。 ▶固体不純物のDFは成果目標に未達。ただし、炉心設計及び燃料製造から必要となるDFを見直し、結晶精製技術の適用により、そのDFを確保できる見通しを得た。 【装置開発】 ▶U試験及びコールド試験により、低温域での試験実績や非定常事象検知方法等を提示することで小型工学規模晶析装置及び晶析システム(周辺機器含む)の成立性を見通しを得た。 技術的成立性を見通しがあると判断。 晶析技術による効率的ウラン回収システムについて、技術的成立性は概ね見通せるものの、ウラン回収率と除染係数の向上のためにさらに試験データを蓄積し、技術的根拠の信頼性を向上することが必要。	(前記の通り)	[経済性] 抽出工程の物量低減による経済性向上への寄与が大きい。 [核不拡散性] 晶析プロセスの導入により施設全体を通じてPuを容易に単離出来る工程が存在しなくなったため、核不拡散性向上への貢献が認められる。	△ 【検討継続】 ・技術的成立性に関しては概ね見通しが見られ、開発目標・設計要求(経済性、核不拡散性)へ寄与すると判断されたが、ウラン回収率と除染係数の向上のためにさらに試験データを蓄積し、技術的根拠の信頼性を向上することが必要であることから、当該技術の研究を2015年まで継続し、改めて実用化に至るまでの研究開発の進め方を決定する。
U、Pu、Npを一括回収する高効率抽出システム	○ 【フローシート最適化】 ▶照射済燃料を用いたホット試験によって、目標(U,Pu回収率:99.9%、Np回収率:99%、除染係数104(一部FPを除く))を達成可能なフローシートの成立性について見通しを得た。 【機器開発】 ▶遠心抽出器の基本性能(処理量300L/h、段効率0.95以上で3年間の連続運転が可能)を試験によって確認。 ▶直接/遠隔の両保守方式について成立性を見通しを得た。 ▶用施設向けに成立性のある最適化したフローシート並びに10年以上の長期安定運転性を提示できる見通し。 技術的成立性を見通しがあると判断。		[廃棄物管理性] R&Dの成果においては設計要求で求められているU、Pu、Npの回収率を達成しているため設計要求達成への貢献が認められる。 [核不拡散性] 晶析技術との組み合わせにより施設全体を通じてPuを容易に単離出来る工程が存在しなくなるとともに、回収されるPuにはUとNpが必ず同伴するプロセスであるため、核不拡散性向上への貢献が認められる。	○ 【採用】 ・技術的成立性を見通しを得られたこと、開発目標・設計要求(廃棄物管理性、核不拡散性)への貢献が認められたことから採用と判断。



革新技術の評価結果(3/3)

	技術的成立性の評価	開発目標・設計要求への影響		採 否
		再処理設備としての経済性	その他	
抽出クロマト法によるMA回収技術	△ 【MA分離プロセス】 ➢ RI試験、模擬FP試験等の結果より、TODGAとR-BTPの組み合わせを選定。 ➢ MA回収率については、AmとCmについて95 %以上、FPのDFはTc(60以上)を除き100以上を得た。 ➢ 現状では、選定した吸着材によるフローシートでも成果目標であるMA回収率(99.9%以上)に達しないものの、充填層長さあるいは供給液線速度の調整によりMA回収率の改善が見込まれる。 ➢ MA回収率および廃液発生量の点で課題がある。 【機器開発】 ➢ 安全性に関する情報の蓄積や周辺・付帯設備の検討等、実用化レベルまでは課題が多いものの、工学規模の主要機器を用いた通水試験により分離性能を確認。 <u>基本的な技術的成立性は見通すことができた。</u>	(前記の通り)	[廃棄物管理性] 解決できる見通しがあるものの、MAの回収率については未達であり、廃液発生量の増加が認められた。 [核不拡散性] Am、Cmを回収し燃料に含有させることが可能となるため核不拡散性向上への貢献が認められる。	△ 【検討継続】 ・技術的成立性に向けてはさらに高いレベルの分離・回収性能を目指した基礎的研究が必要であること、開発目標・設計要求に対しては廃液発生量の増大が経済性に大きな影響を与えていることから、当該技術の研究を2015年まで継続し、改めて実用化に至るまでの研究開発の進め方を決定する。
廃棄物低減化(廃液2極化)技術	△ 【ソルトフリー化プロセスの基本的成立性】 ➢ ソルトフリー試薬によるRu、Zrの洗浄効率は炭酸ナトリウムと同等以上である。 ➢ Puの洗浄効率について比較可能なデータが得られておらず、その技術的根拠が十分ではない。 【ソルトフリー試薬分解技術の基本的成立性】 ➢ ヒドラジンは分解率できるもののシュウ酸の分解率は95%であり電解時間を2倍程度に延長する必要がある。 ➢ 電解槽装置材料の浸漬腐食試験の結果、不純物による耐食性の低下がないことを確認。 ➢ 分解生成物の気相移行率は、アジ化水素は0.04%、アンモニアは0.1%程度であった。 <u>技術的成立性は概ね見通せるものの、判断の根拠としたデータが十分でない。</u>		特筆すべき事項無し。	△ 【検討継続】 ・技術的成立性に関しては概ね見通しが得られたものの、判断の根拠としたデータが十分でなく不確実性が高いこと、さらには、開発目標・設計要求への影響を評価するデータが得られていないことから、まず原子力機構にて廃棄物低減化技術に係る研究開発プログラムを再構築した上で、2013年までにサイクル技術全体の開発計画の中で検討。



採否検討過程で明らかになった課題

	革新技術	今後の課題
1	解体・せん断技術	● 解体・せん断技術の信頼性のさらなる向上
2	高効率溶解技術	● 将来の再処理施設の処理規模を想定した連続溶解槽の大型化 ○ 晶析技術と整合した開発となるように留意が必要
3	晶析技術による効率的ウラン回収システム	● ウラン回収率の再現性 ● 固体不純物のDF向上 ● 結晶精製工程に係る技術的成立性及び経済性の両面からの適用性検討 ○ ウランを低除染で回収するため燃料製造の「セル内遠隔技術」の成立が前提
4	U、Pu、Npを一括回収する高効率抽出システム	● より大きく、耐久性に優れた遠心抽出器「実証機」の基本構造の提示 ○ 晶析技術と整合した開発となるように留意が必要。
5	抽出クロマト法によるMA回収技術	● 運転条件やフローシート条件の改善による分離性能の向上 ● 廃液量が設備コストに与える影響が大きく、フローシート条件の再検討が必要 ● クロマト塔開発に向け、安全性、処理能力、安定運転に関する情報の蓄積や周辺・付帯設備の検討等が必要。 ○ 燃料製造の「セル内遠隔技術」と「TRU燃料取扱い技術」の成立性が前提
6	廃棄物低減化（廃液2極化）技術	● ソルトフリー化プロセスの成立性評価に必要なデータが不足（遠心抽出器系での実廃溶媒の洗浄性能や実洗浄廃液の分解性能等）
		凡例) ●印:今後の課題 ○印:今後の開発で留意すべき事項