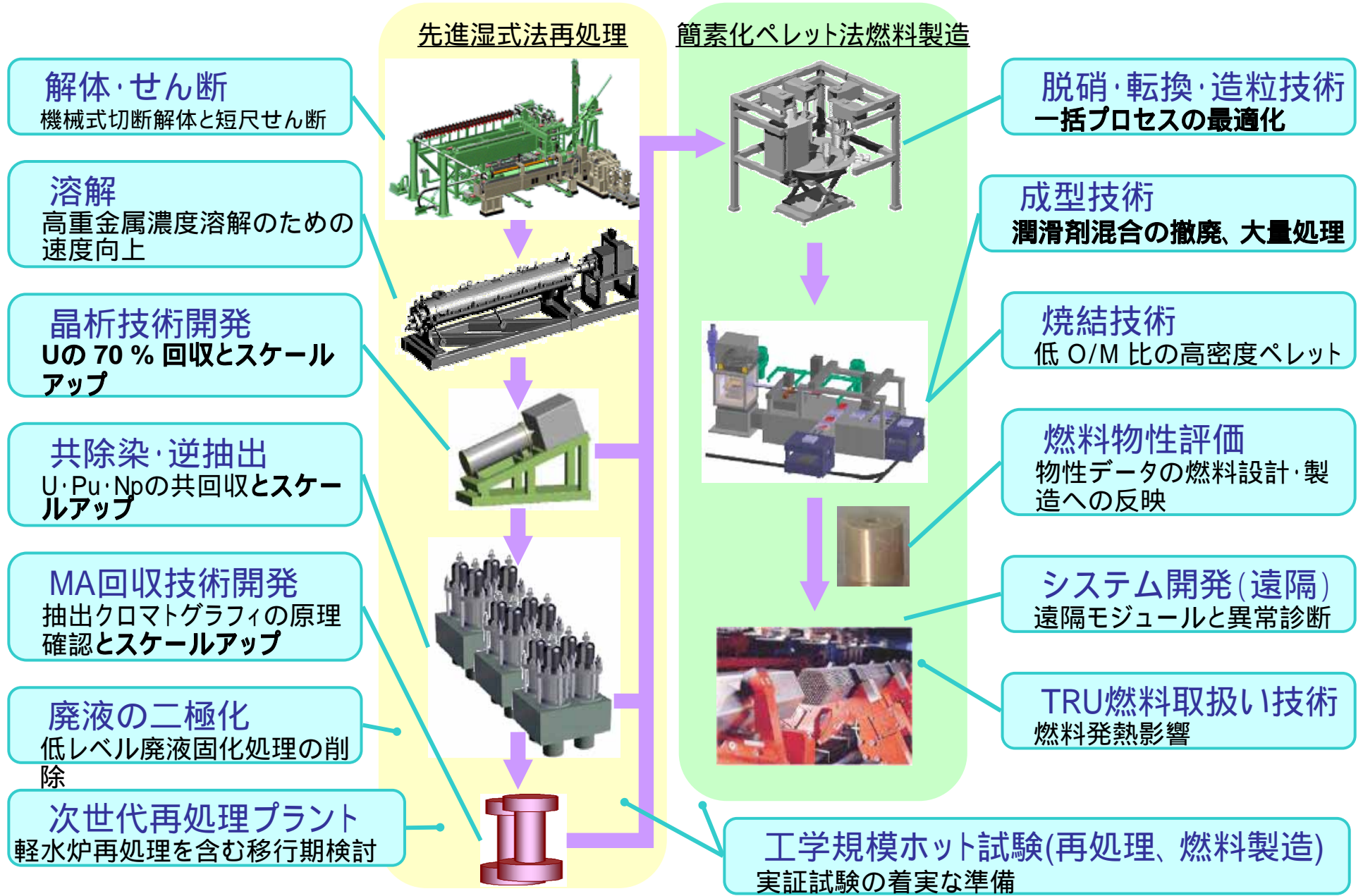


# 燃料サイクルシステムに関する2015年までの技術開発課題 (先進湿式法再処理 + 簡素化ペレット法燃料製造)

別紙14



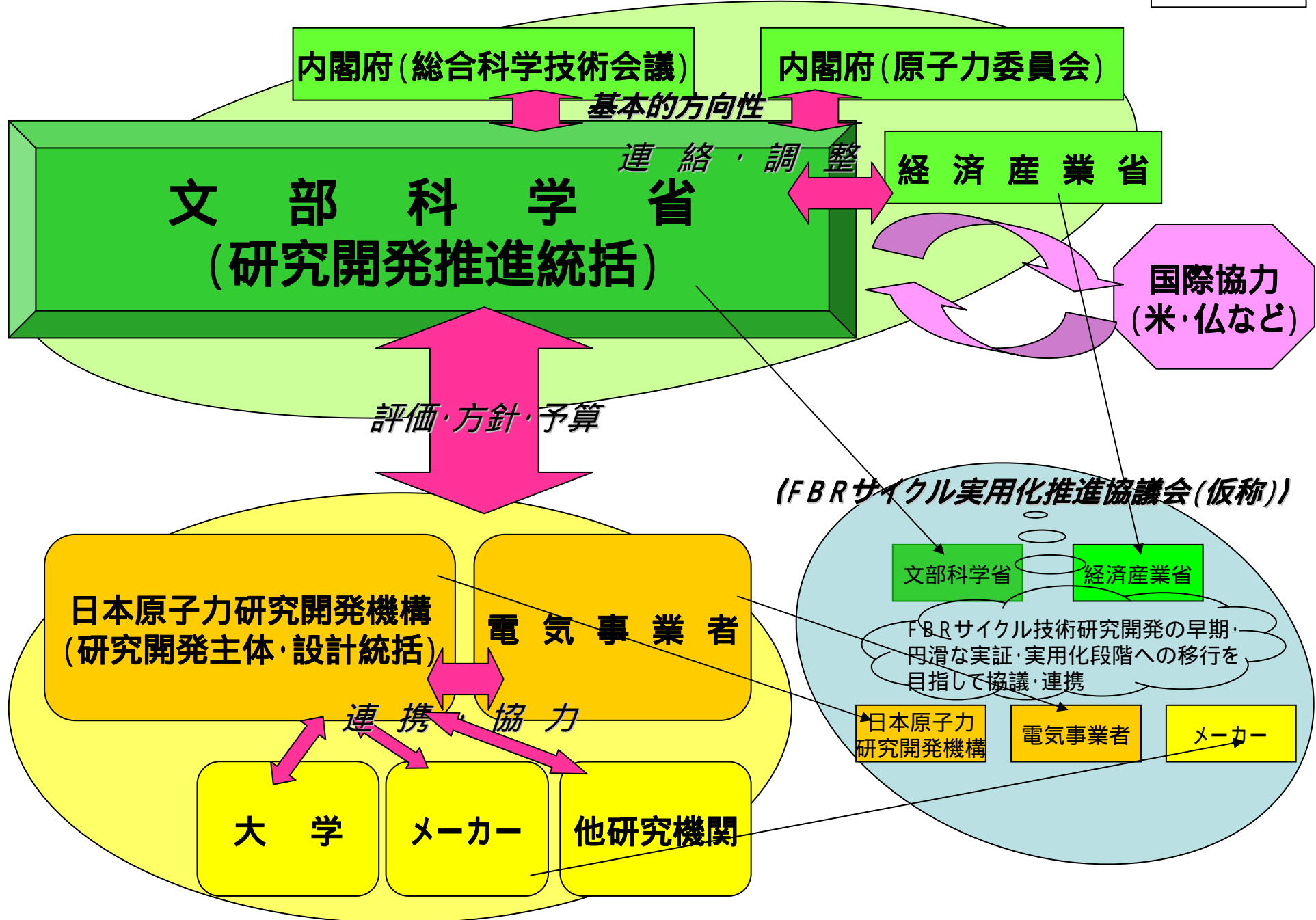
# 燃料サイクルシステムの2015年までの研究開発計画

項目		目的	2010	2015	評価・判断のポイント	代替技術
主概念	設計研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用サイクル施設の概念構築</li> <li>・技術の総合実証 実証試験: ~10kg/h = 50t/y相当</li> </ul>	概念設計研究	最適化設計研究	-	-
	プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・操業条件最適化のための小規模ホット試験 (CPF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・せん断や晶析の条件(粉体化率、温度、等)と整合した溶解速度の確認</li> <li>・晶析工程の除染係数確認および結晶洗浄効果の確認</li> <li>・晶析条件と整合した共除染・逆抽出データ拡充</li> <li>・MA回収工程の原理確認</li> <li>・超臨界直接抽出法の抽出性能の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・晶析、共除染・逆抽出、MA回収に関する概要プロセス試験 (~1kg/h)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 晶析技術の実用化の見通し評価 概要プロセス試験装置の設計への反映</li> <li>2 小規模ホット試験結果に基づく溶解・晶析・共除染・逆抽出の操業条件提示、実用化の見通し判断</li> <li>3 小規模ホット試験結果等を踏まえた概要プロセス試験の施設整備開始の判断</li> <li>4 概要プロセス試験結果に基づく溶解・晶析・共除染・逆抽出の実用化の見通し判断</li> </ul>	従来型 Purex ベース技術
	機器開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スケールアップの影響等確認のための概要プロセス試験 小規模ホット試験の10~100倍程度の規模: ~1kg/h = 5t/y相当</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>概念検討</li> <li>詳細設計</li> <li>許認可</li> <li>施設整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主要工程の機器の製作、機器性能試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 実用機器の性能(処理速度、除染性能等)の確認、実用化の見通し判断</li> </ul>	従来型 Purex ベース技術
	プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理速度や除染性能など機器性能を確認するための機器概念の構築</li> <li>実用化が見通せる規模の機器の設計・製作・試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体、せん断、溶解、晶析、共除染・逆抽出、MA回収等主要工程の試験用機器設計(試作・試験も含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡素化ベレット法による照射燃料製造(技術確認)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 簡素化ベレット法の原理的成立性の確認、実用化の見通し判断</li> <li>7 簡素化ベレット法製造システムの技術確認、実用化の見通し判断</li> </ul>	従来型ベレット法ベース技術
簡素化ベレット	プロセス開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低除染MA含有MOXベレット製造実証</li> <li>・製造プロセス開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡素化ベレット法の小規模実証</li> <li>脱硝酸転換・ダイ潤滑成型・焼結等、簡素化ベレット製造小規模システムの設計・製作</li> <li>簡素化ベレット試作試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔保守補修概念検討 / 詳細設計</li> <li>機器製作</li> <li>遠隔製造・量産試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 実用機器の性能(量産性、遠隔保守等)の確認、実用化の見通し判断</li> </ul>	高除染体系でのグローブボックス内製造システム

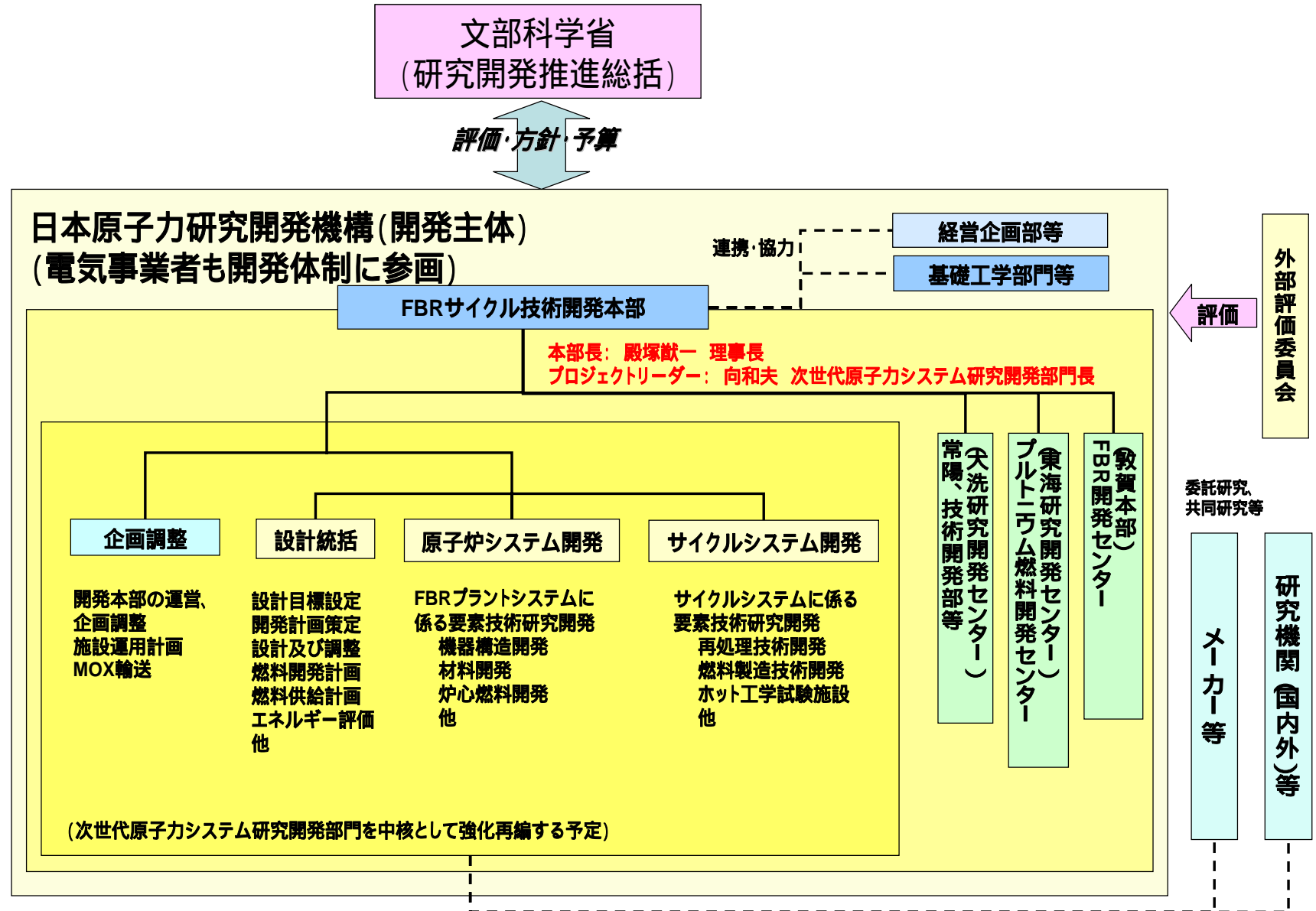
コールド試験
  ホット試験
  ウラン試験
  MOX試験

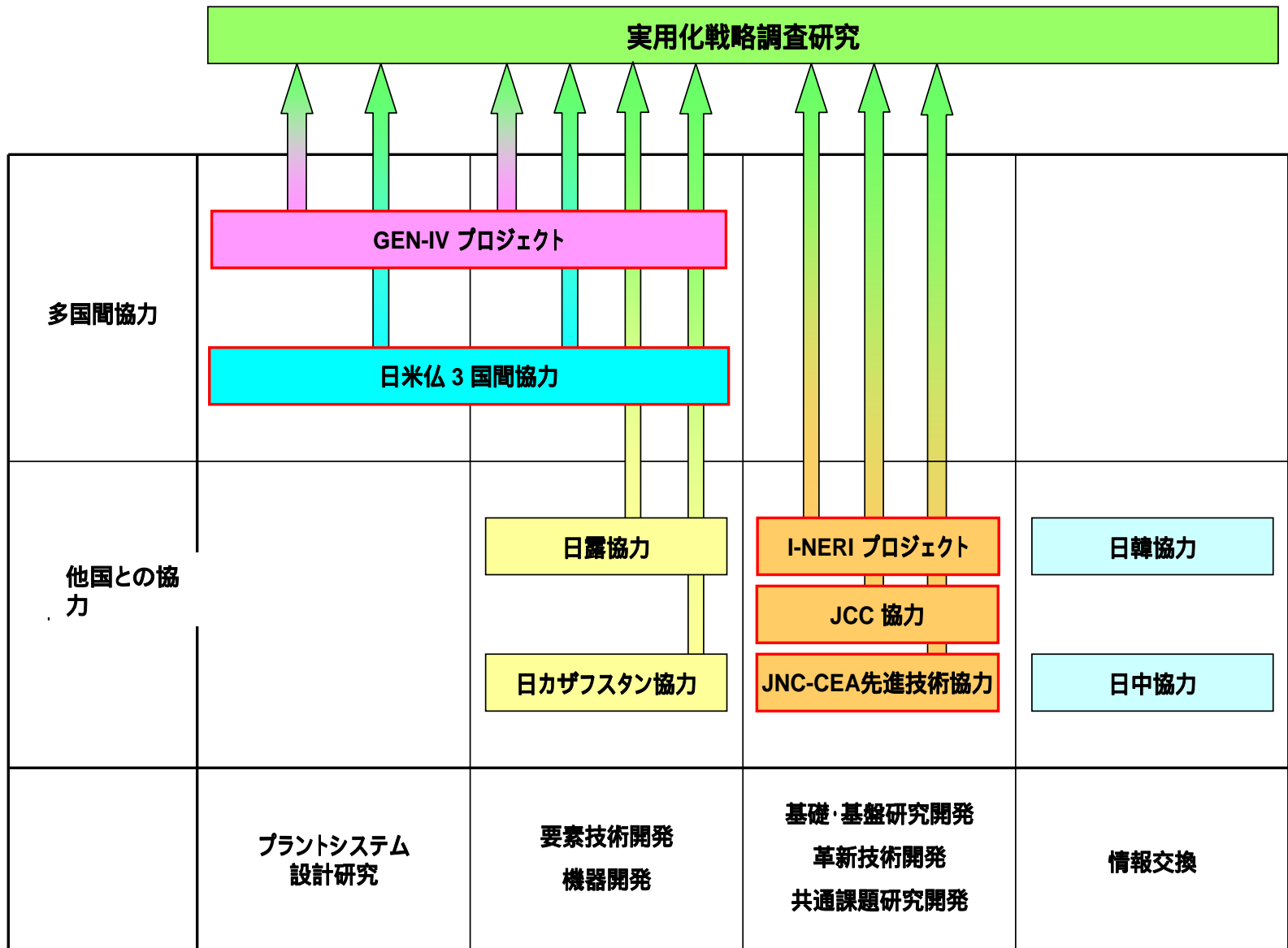
革新技術の採否の判断
  各課題の主要なチェックポイント

# FBRサイクル技術の研究開発推進体制



# 原子力機構のFBRサイクル技術研究開発推進体制





← : 成果の流れ (反映先)

## 高速増殖炉サイクルの開発を進める国との協力の現状

## 国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）構想について

## 政策的目標

米国と世界のエネルギー安全保障を増進する。  
クリーンなエネルギーを世界中に広め、環境の改善を図る。  
核拡散リスクを低減する。

## 米国の国内政策の方針

米国は、本構想の下で、放射性廃棄物を減量し、**核拡散抵抗性に優れ、プルトニウムを単体で分離しない先進的再処理技術開発を促進**するとともに、こうして取り出されたプルトニウム等を燃やすための高速炉開発を進める方針。

## GNEP構想の7つの構成要素

米国における原子力発電の拡大  
**核拡散抵抗性の高いリサイクル技術の実証**  
燃料供給サービスの確立  
先進的保障措置技術の開発

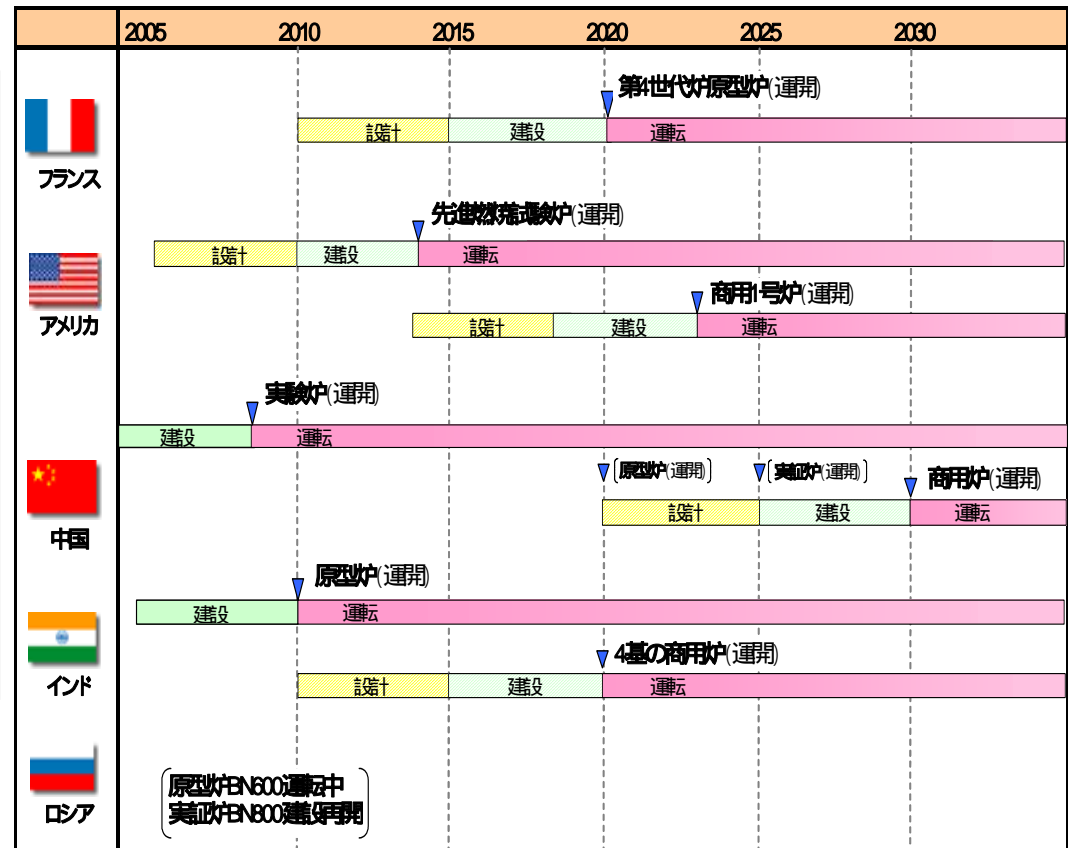
放射性廃棄物の低減  
**先進燃焼炉(ABR)の開発**  
輸出可能な小型炉の開発

- ◆ 我が国の技術的優位性を最大限に活用し、我が国の研究開発計画との整合性を調整するなど戦略的に取り組む。
- ◆ 主概念の技術に係る協力を中心とし、主要な技術については我が国が主導的に開発を進める。
- ◆ 我が国の研究開発施設の利用、米国主導の国際原子力エネルギーパートナーシップ計画(GNEP)の場を活用した技術開発や実証の実施、これによる日本側の研究開発資源の節約や開発期間の短縮などの可能性を追求する。
- ◆ 知的所有権の確保には留意する。

### 米国GNEP計画へ対応 - 5つの研究開発協力課題 -

1. 我が国の再処理及びMOX燃料製造技術に基づく米国の核燃料サイクル施設の共同設計活動
2. 「常陽」、「もんじゅ」を活用した共同燃料開発
3. 原子炉をコンパクト化する構造材料の共同開発
4. ナトリウム冷却炉用主要大型機器(蒸気発生器)の共同開発
5. 我が国の経験に基づく核燃料サイクル施設等への保障措置概念の共同構築

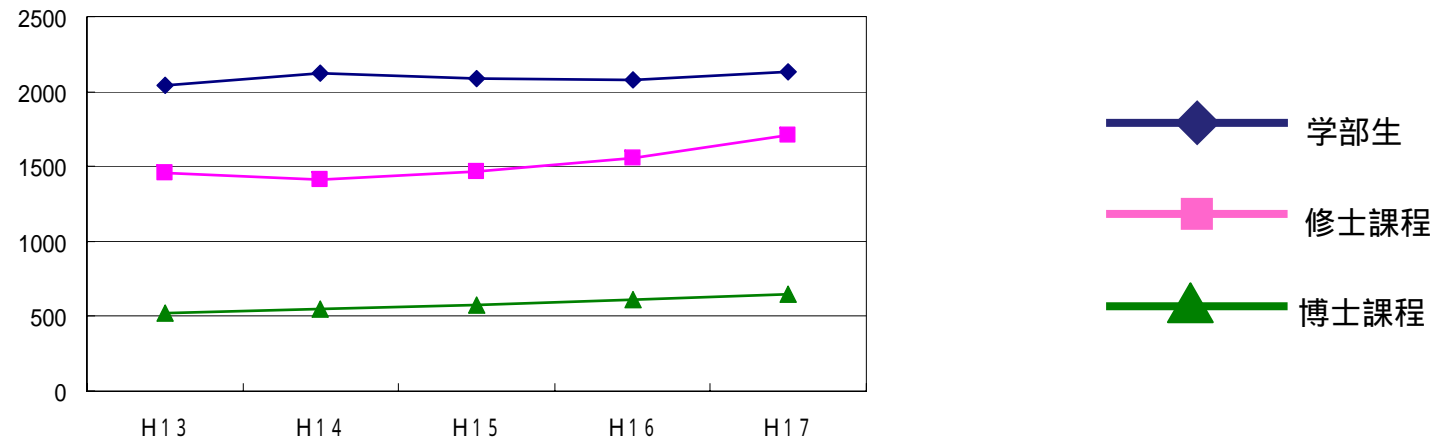
GNEP:核兵器に転用しにくい新型燃料や、放射性廃棄物の量を減らせる新型炉の開発、米国での使用済み核燃料の再処理再開、一定の条件を満たした発展途上国への燃料供給を目指す構想



# 原子力関係学科の卒業生数

大学において、名称に「原子力」を冠する学科は減少してきているが、原子力に関する学問の進展に伴い、関連する教育研究の領域が様々な分野に拡大していることを踏まえて、「量子エネルギー工学科」「エネルギー科学科」等の名称で、従来の原子力分野を含むより幅広い分野で原子力に関する教育研究が実施されている。

原子力関係学科卒業生数の推移





# 大学の原子力関係学科・専攻等(平成17年度)

別紙22

「原子力」「原子核」「核融合」を含む名称の学科を持つ大学

学 部	福井工業大学	工学部	原子力技術応用工学科
大学院	東京大学	工学研究科	原子力国際専攻・原子力専攻(専門職大学院)
	福井大学	工学研究科	原子力・エネルギー安全工学専攻
	京都大学	工学研究科	原子核工学科
	総合研究大学院大学	物理科学研究科 高エネルギー加速器科学研究科	核融合科学専攻 素粒子原子核専攻

「原子力」等の名称以外の学科で原子力に関する教育を行っている大学の例

学 部	北海道大学	工学部	応用理工学科
	東京大学	工学部	システム創成学科
	名古屋大学	工学部	物理工学科
	京都大学	工学部	物理工学科
	大阪大学	工学部	電子情報エネルギー工学科
	九州大学	工学部	エネルギー科学科
	東海大学	工学部応用理学科	エネルギー工学専攻
大学院	北海道大学	工学研究科	エネルギー環境システム専攻
	東北大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻
	茨城大学	理工学研究科	応用粒子線科学専攻
	東京大学	工学部	システム量子工学専攻
	宇都宮大学	工学研究科	エネルギー環境科学専攻
	東京工業大学	総合理工学研究科	創造エネルギー専攻
	福井大学	工学研究科	原子力・エネルギー安全工学専攻
	名古屋大学	工学研究科	量子工学専攻・エネルギー工学専攻
	九州大学	工学部	エネルギー量子工学専攻
	東海大学	工学研究科	応用理学専攻
	武蔵工業大学	工学研究科	環境エネルギー工学科・エネルギー量子工学専攻

# 近年設置された原子力関係学科の例

平成16年度

- 福井大学 工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻  
(大学院)
- 茨城大学 理工学研究科応用粒子線科学専攻(大学院)

平成17年度

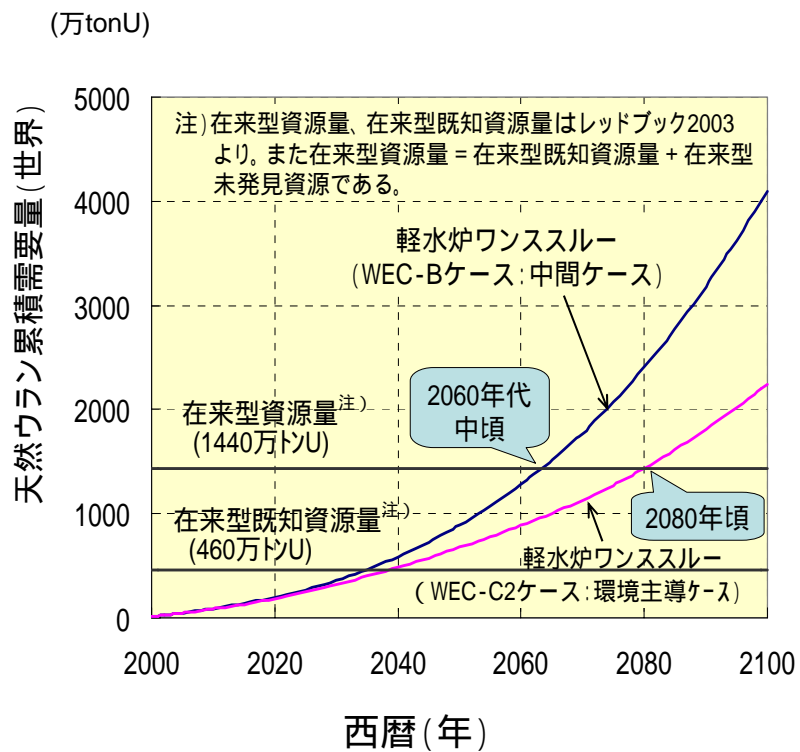
- 東京大学 工学系研究科原子力国際専攻(大学院)  
工学系研究科原子力専攻(専門職大学院)
- 福井工業大学 工学部原子力技術応用工学科(学部)

また、武蔵工業大学においても、原子力の専門学科の新設を予定

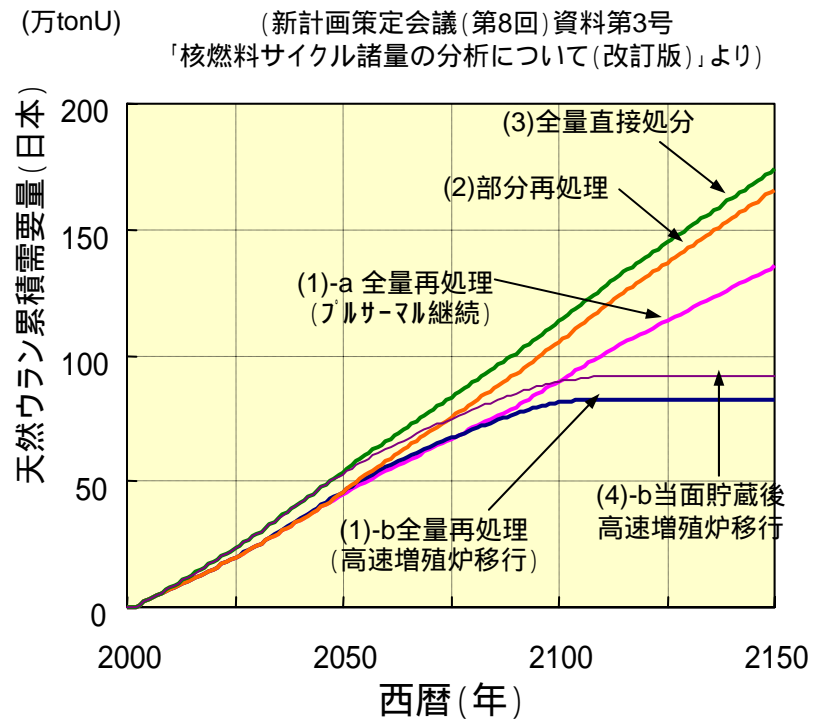
# 日本原子力研究開発機構などの協力による連携大学院制度

原子力関係法人との連携大学院制度により、法人の施設・設備や人的資源を活用し、教育研究内容の豊富化・学際化、研究者との交流の促進、大学院教育の活性化等を図る

	大学	研究科・専攻	講座
日本原子力研究開発機構	筑波大学	数理物質科学研究科 物理学専攻	原子核加速器物理、核融合・プラズマ物理
		システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻	構造エネルギー工学
	東京工業大学	総合理工学研究科 創造エネルギー専攻	核融合、レーザー科学
		理工学研究科 原子核工学専攻	革新炉工学
	東北大学	理学研究科 化学専攻	重元素化学
		理学研究科 物理学専攻	アクチノイド物理学、加速器科学
	茨城大学	理工学研究科 機械工学専攻 / 生産科学専攻	動力エネルギーシステム
		理工学研究科 地球生命環境科学専攻 / 宇宙地球システム科学専攻	放射線科学
		理工学研究科 応用粒子線科学専攻	基礎原子力科学
	宇都宮大学	工学研究科 エネルギー環境科学専攻	応用エネルギー科学
	兵庫県立大学 (姫路工業大学)	理学研究科 物質科学専攻 物質構造制御学部門	表面界面物性学
	群馬大学	工学研究科 材料工学専攻 / 物質工学専攻	先端機能材料
		工学研究科 応用科学専攻 / 物質工学専攻	環境保全化学
		医学系研究科 医科学専攻 代謝機能制御系	生体機能解析学
	岡山大学	自然科学研究科 数理電子科学専攻	数理光量子化学
	京都産業大学	理学研究科 物理学専攻	光量子科学
	金沢大学	自然科学研究科 物質科学専攻	深部地質環境科学
東京工業大学	理工学研究科 原子核工学専攻	バックエンド工学	
福井大学	工学研究科(独立専攻) 原子力・エネルギー安全工学専攻	プラントシステム安全工学	
放射線医学総合研究所	千葉大学	自然科学研究科	生物エネルギー様式論
			放射エネルギー物性論・作用論・様態論
		細胞動態学	
	医学薬学教育部(医学薬学府)及び大学院医学研究部(研究院)	放射線防御機能講座	
	東京工業大学	総合理工学研究科	エネルギー創造
	東邦大学	理学研究科	生物学専攻
物理学専攻			
生物分子科学専攻			
東京理科大学	理学研究科及び基礎工学研究科	物理学専攻	

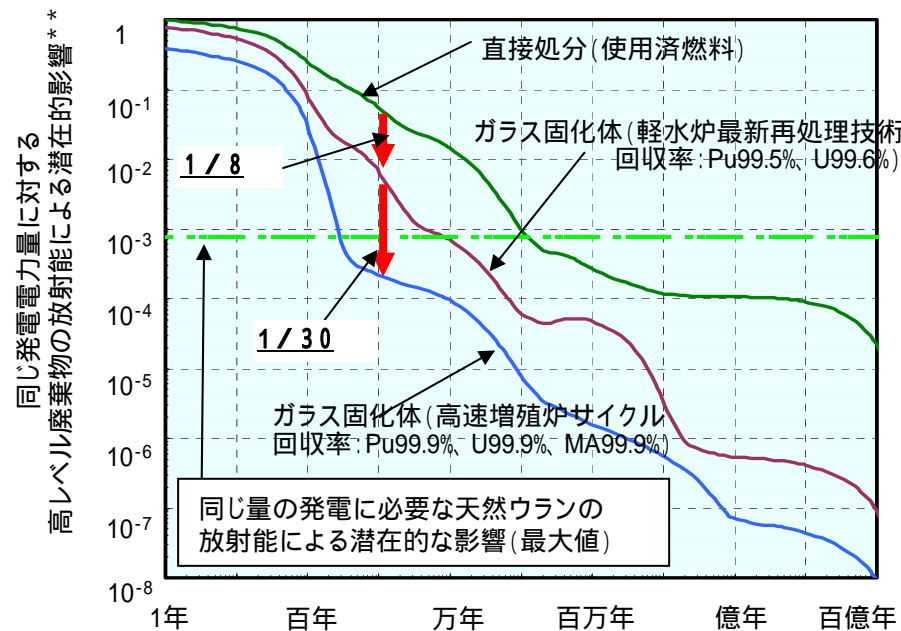
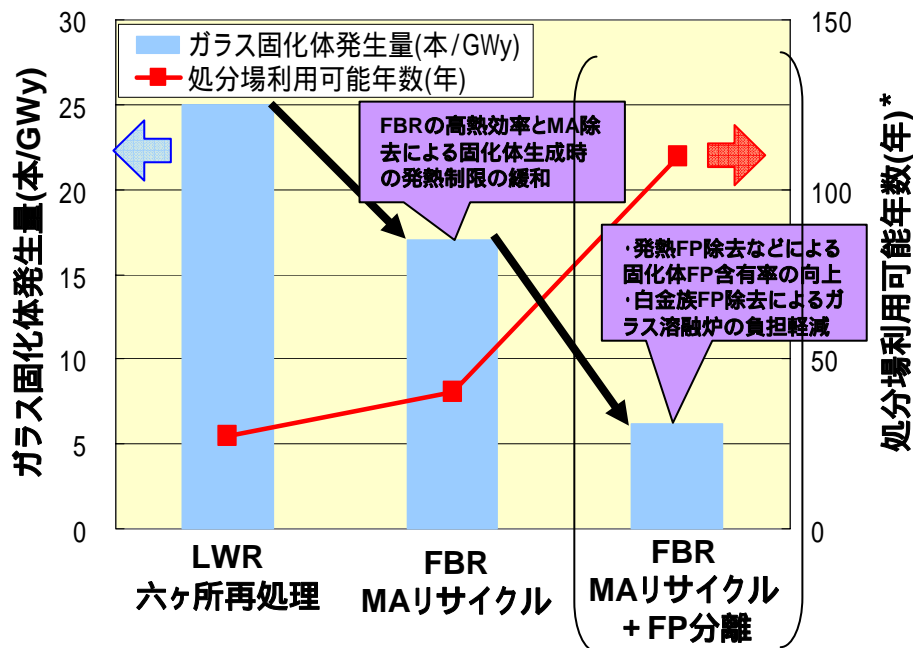


世界の天然ウラン累積需要量



日本の天然ウラン累積需要量

世界及び日本における天然ウラン累積需要量の予測



\*) 処分場利用可能年数(年)  
 原子力発電設備58GWeとして、各処理技術を適用した場合に、ガラス固化体4万本処分可能な処分場を満杯にするのに要する期間を示す。

\*\*) 高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁は考慮されておらず、高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、潜在的な有害度を示している。使用済燃料の1年目の潜在的影響を1とした相対値。

単位エネルギー当たりのガラス固化体発生本数

高レベル放射性廃棄物放射能の潜在的影響の減衰

## 高レベル放射性廃棄物量の削減と放射能による潜在的影響の低減