

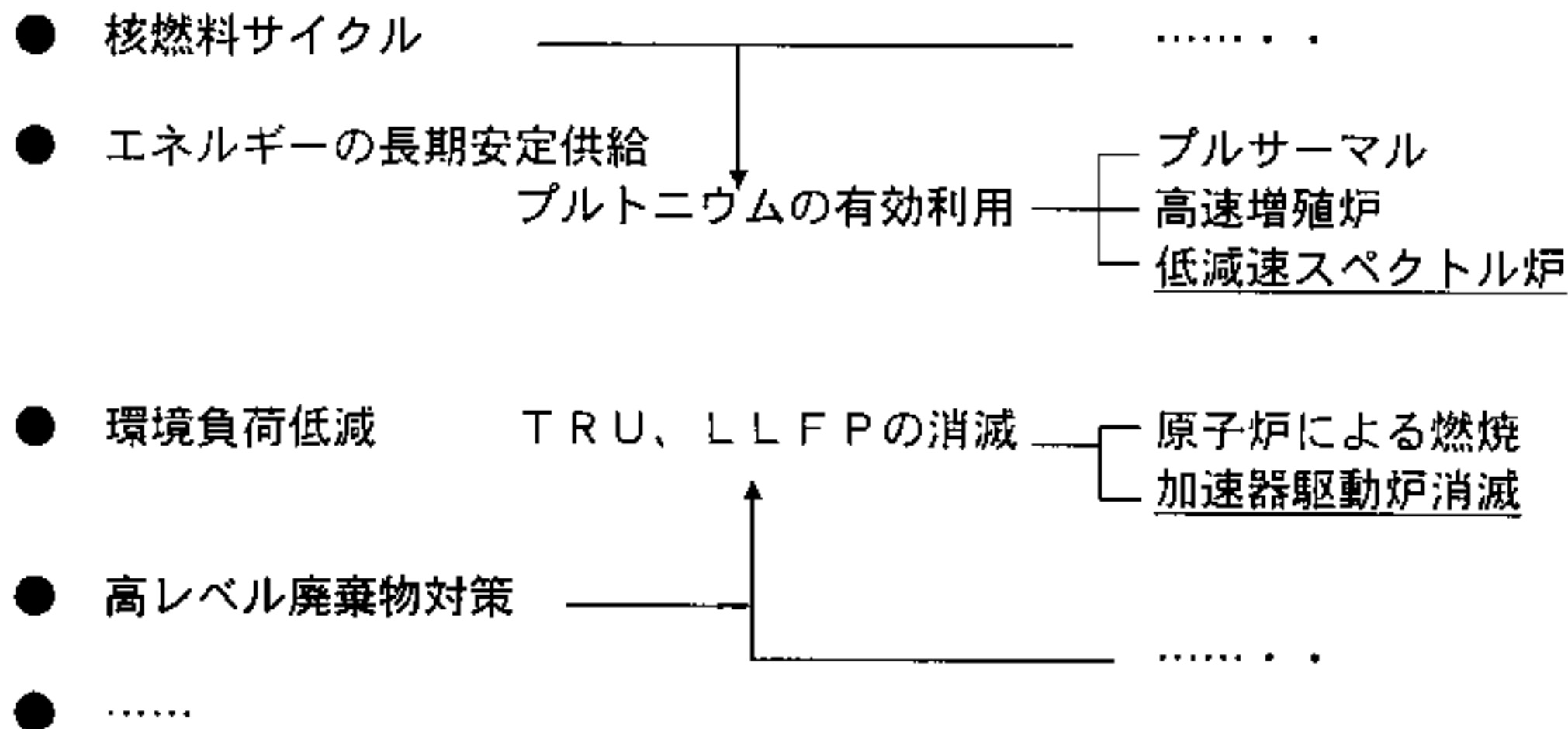
日本原子力研究所における高速増殖炉関連技術分野の研究

(発表用資料)

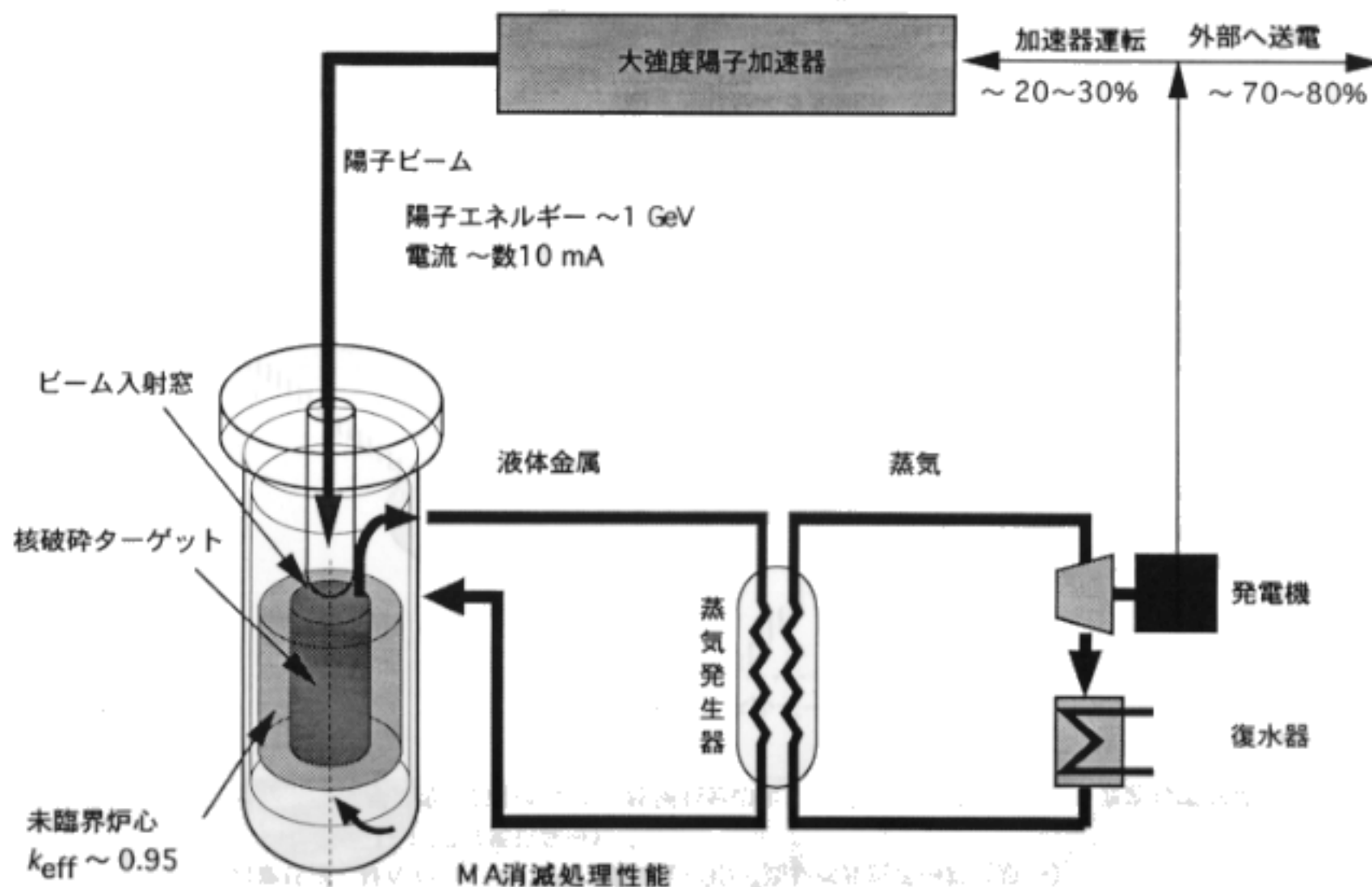
平成11年11月11日

日本原子力研究所

原子力開発における長期的課題



加速器駆動消滅処理システムの概念



・熱出力80万KW(発電炉の1/4規模) 炉心

・年間当り250 kgのMA消滅

・現行軽水炉10基分に相当

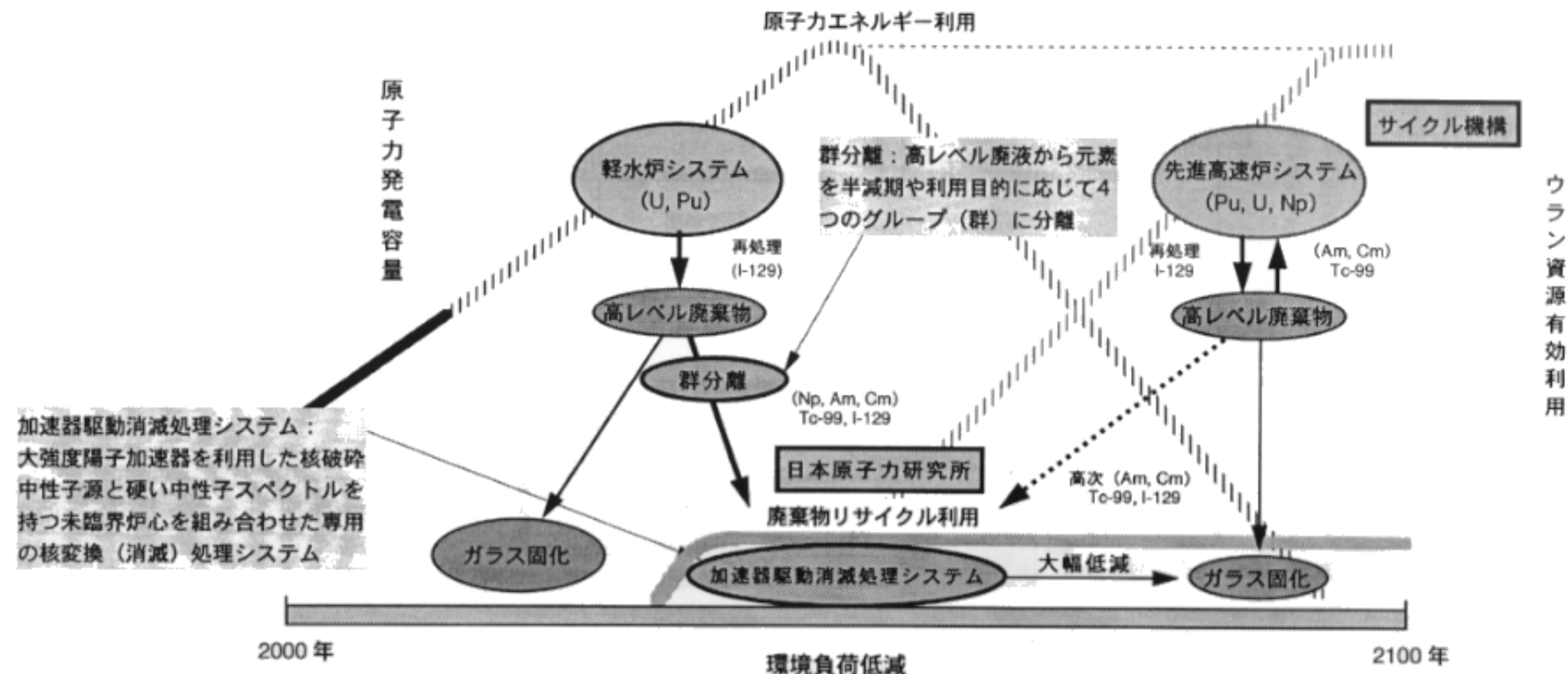
原子力エネルギー利用と群分離・消滅処理の研究開発

目的：長寿命放射性廃棄物のインベントリー及び放射性毒性の大幅な低減

対象核種：MA (Np, Am, Cm) 及びTc-99 (高レベル廃液→群分離→)

I-129 (再処理→)

半減期、放射性毒性、地層処分の負担軽減、工学的実現性等を考慮して選定



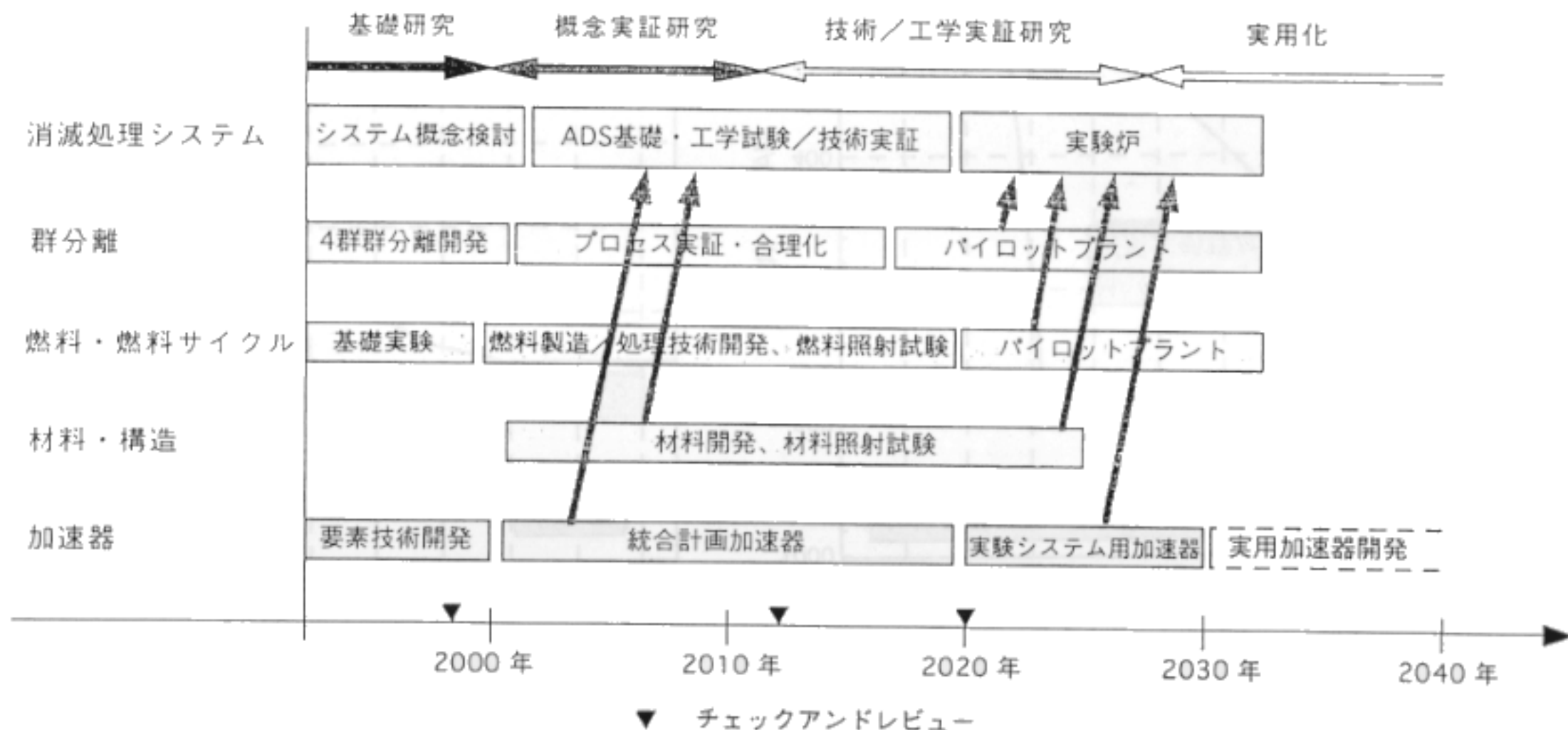
消滅処理を商用発電炉燃料サイクルから分離（階層核燃料サイクル概念）

特徴：軽水炉長期化シナリオにおける軽水炉、MOX利用炉等の高レベル廃液からMA、LLFPを対象。

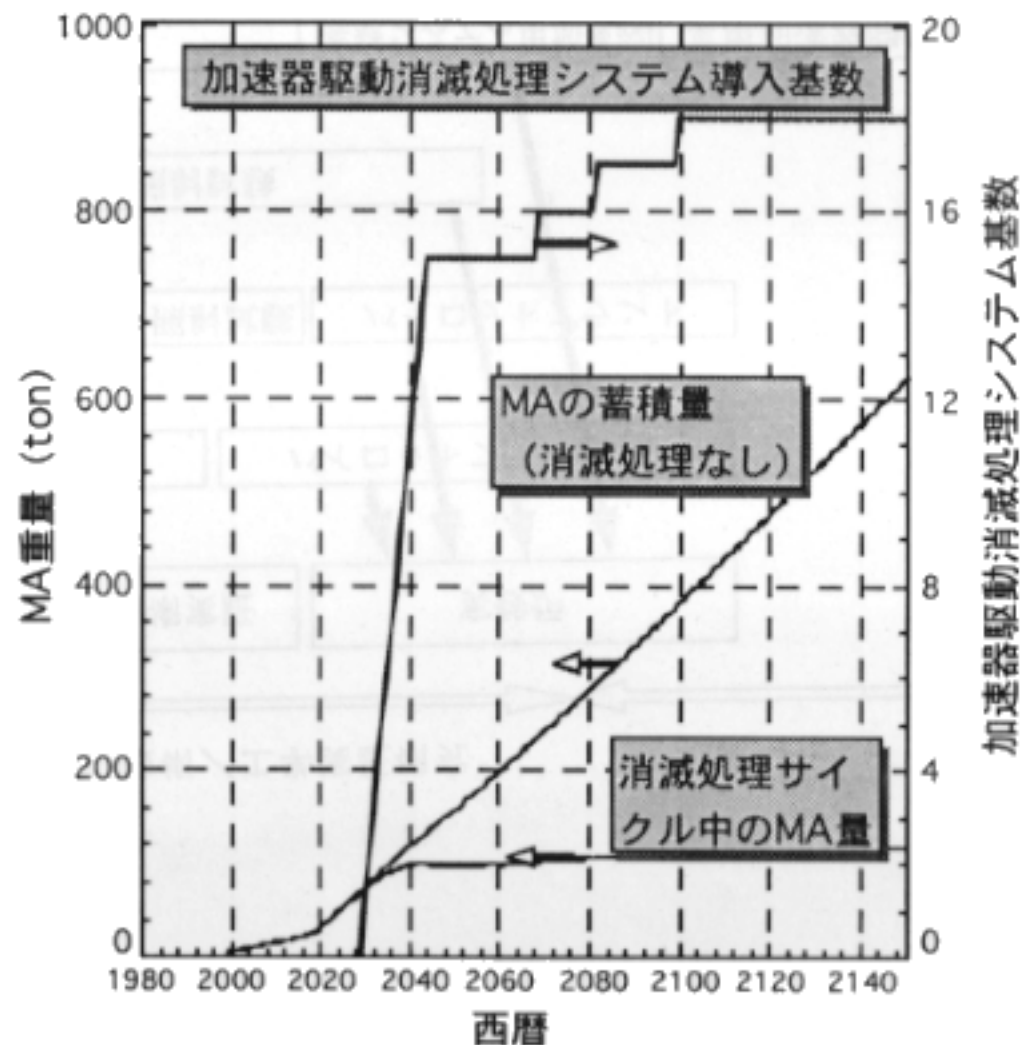
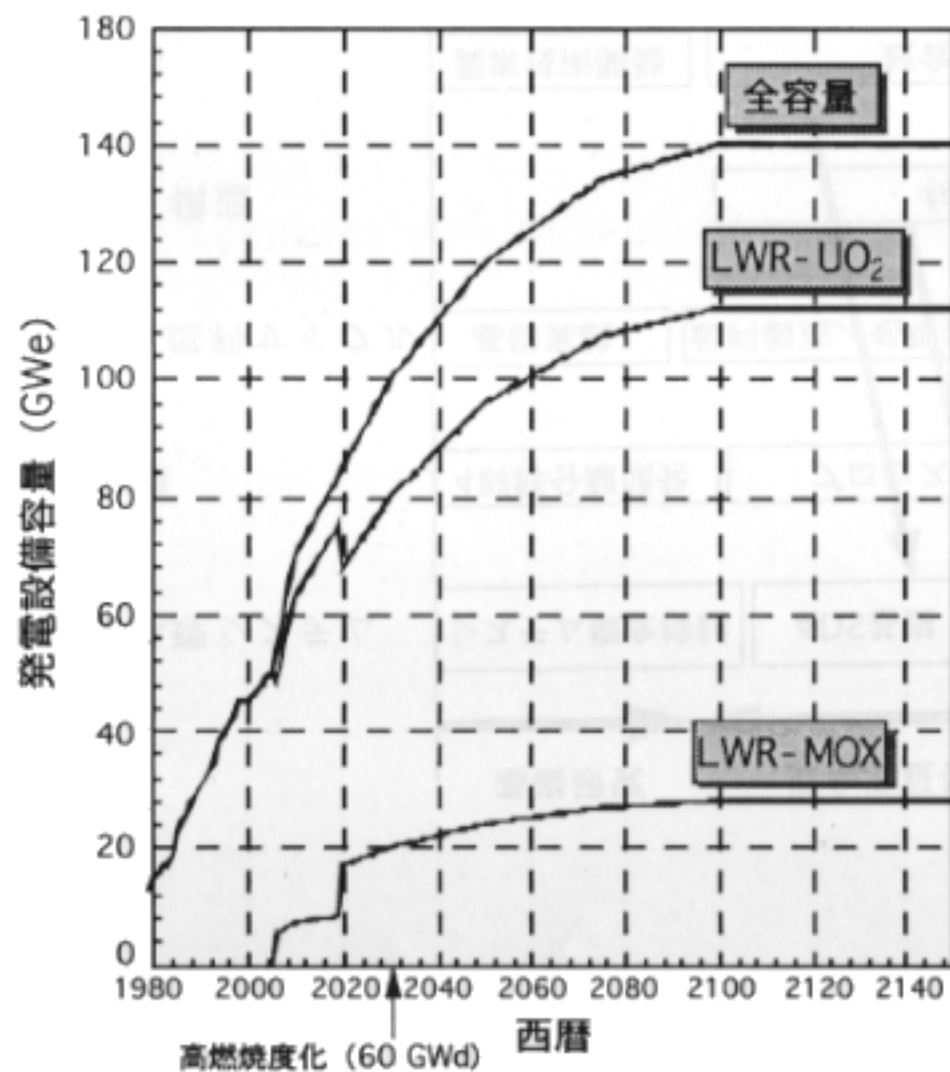
1基で軽水炉10基分のMAを消滅処理。将来的に、先進高速炉システムからのAm、Cm、LLFPも対象。

原子力エネルギーの長期シナリオにおいて想定される様々なシナリオに対して柔軟に対応、共生できる。

加速器駆動消滅処理システム研究開発の全体計画

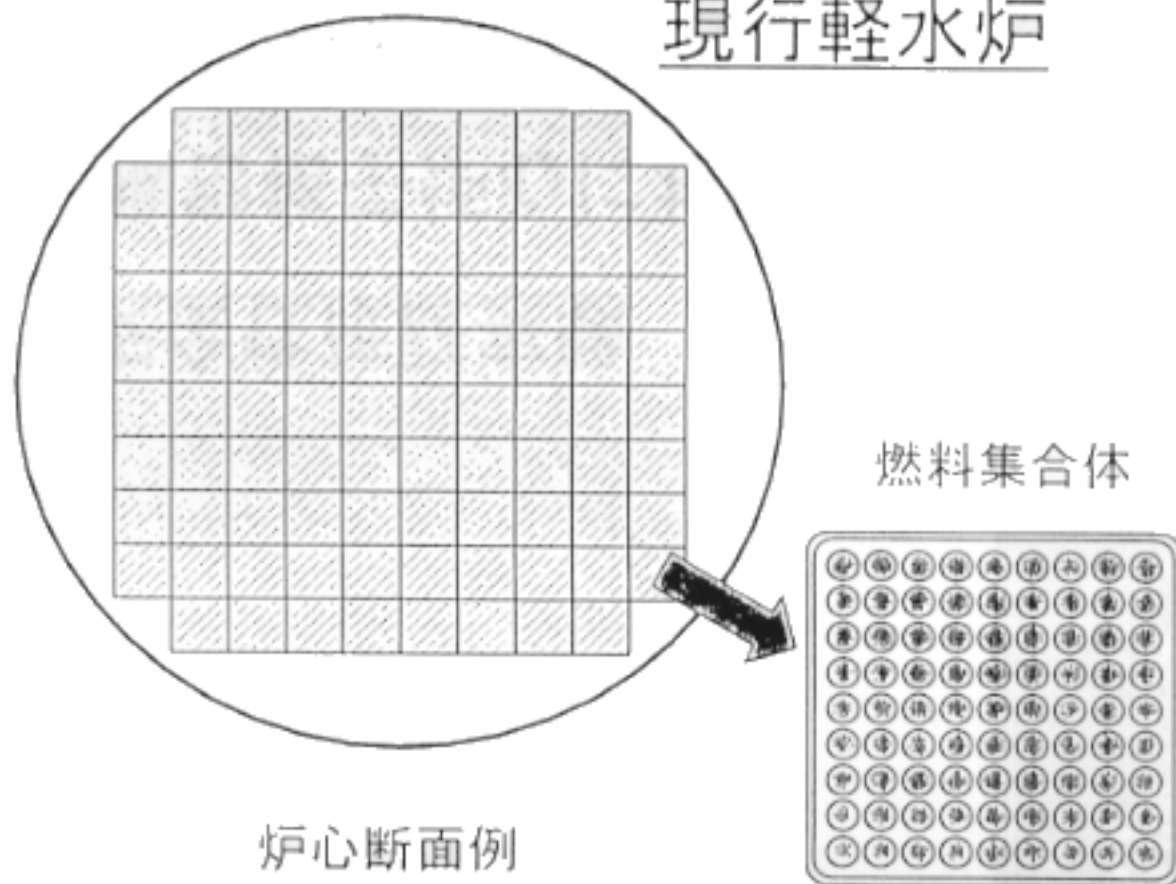


軽水炉長期化シナリオに対する 加速器駆動消滅処理システムの導入効果

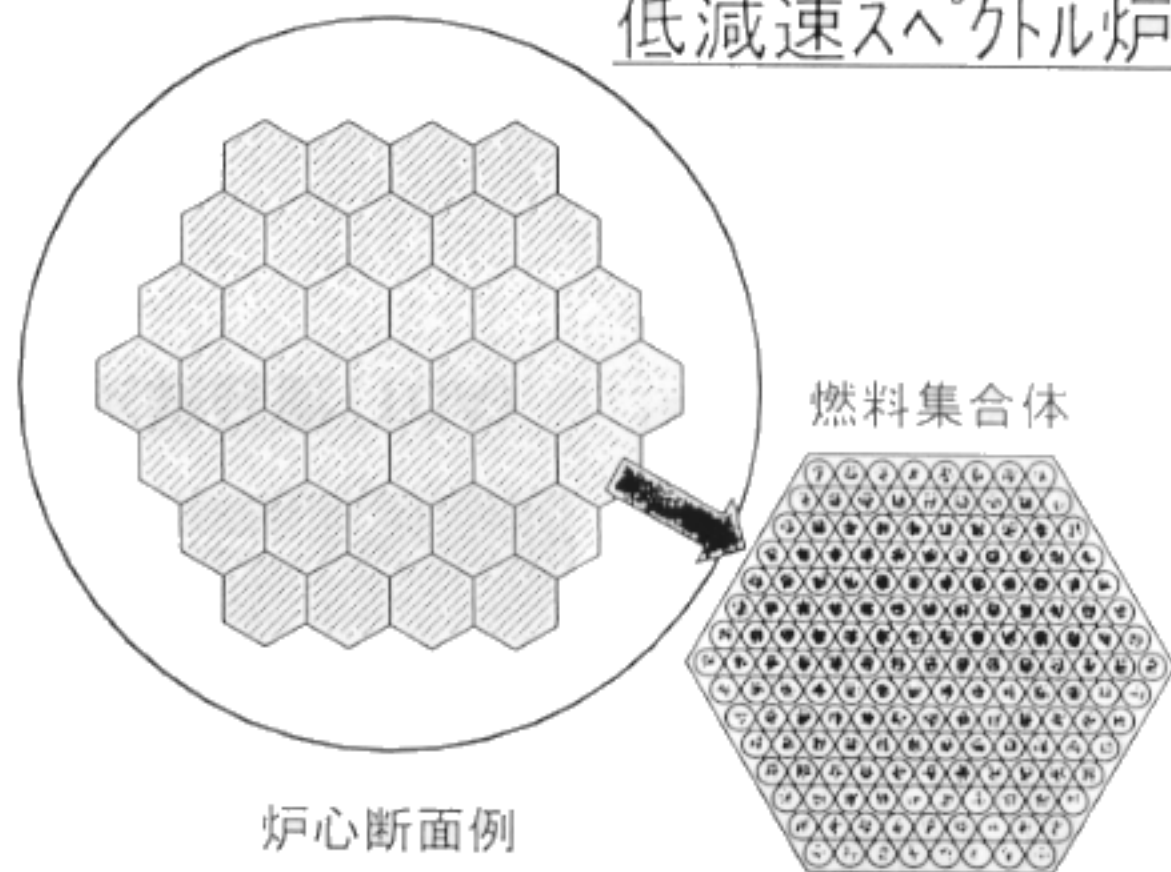


低減速スペクトル炉の特徴

現行軽水炉



低減速スペクトル炉



低減速スペクトル炉の特長

- ・ プルトニウム多重リサイクルが可能
- ・ ウラン資源を有効利用
- ・ 高燃焼度・長期サイクル運転が可能

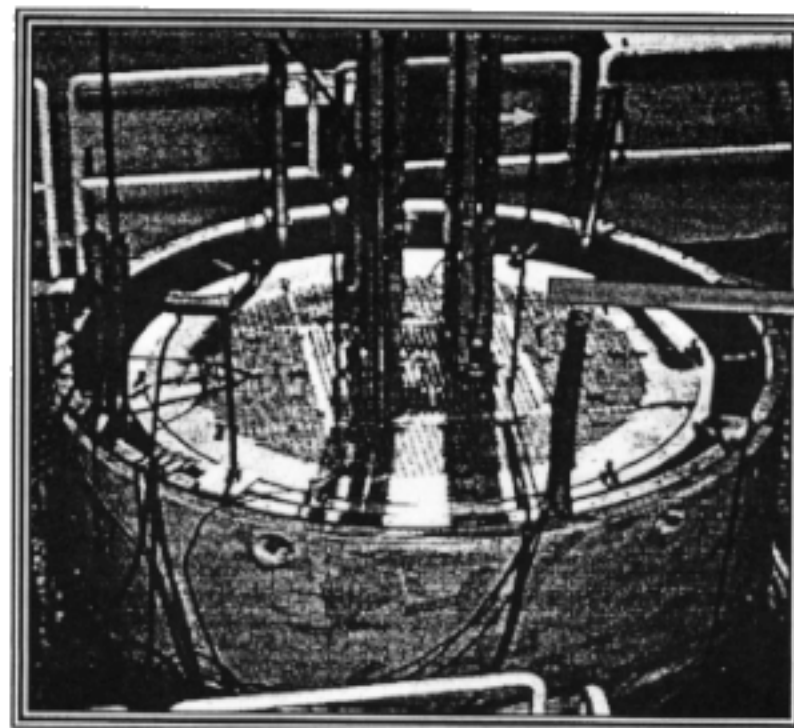
- ・ 稠密格子燃料棒配列
- ・ 短尺化および扁平化
- ・ MOX燃料棒使用

低減速スペクトル炉の主要R&D項目

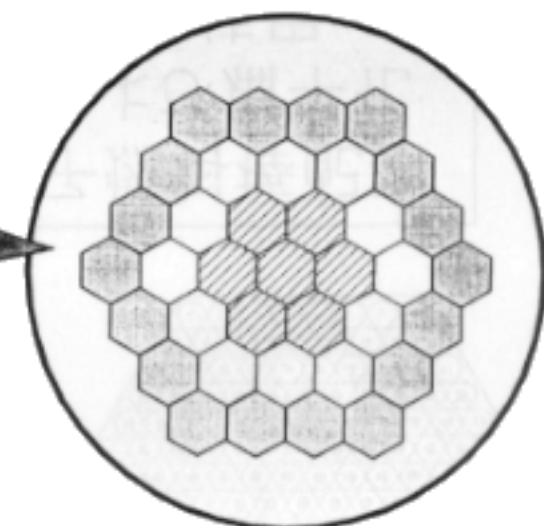
核特性確証実験

低減速スペクトル炉臨界実験

- ・ 稠密格子配列
- ・ MOX燃料棒



軽水臨界実験装置(TCA)



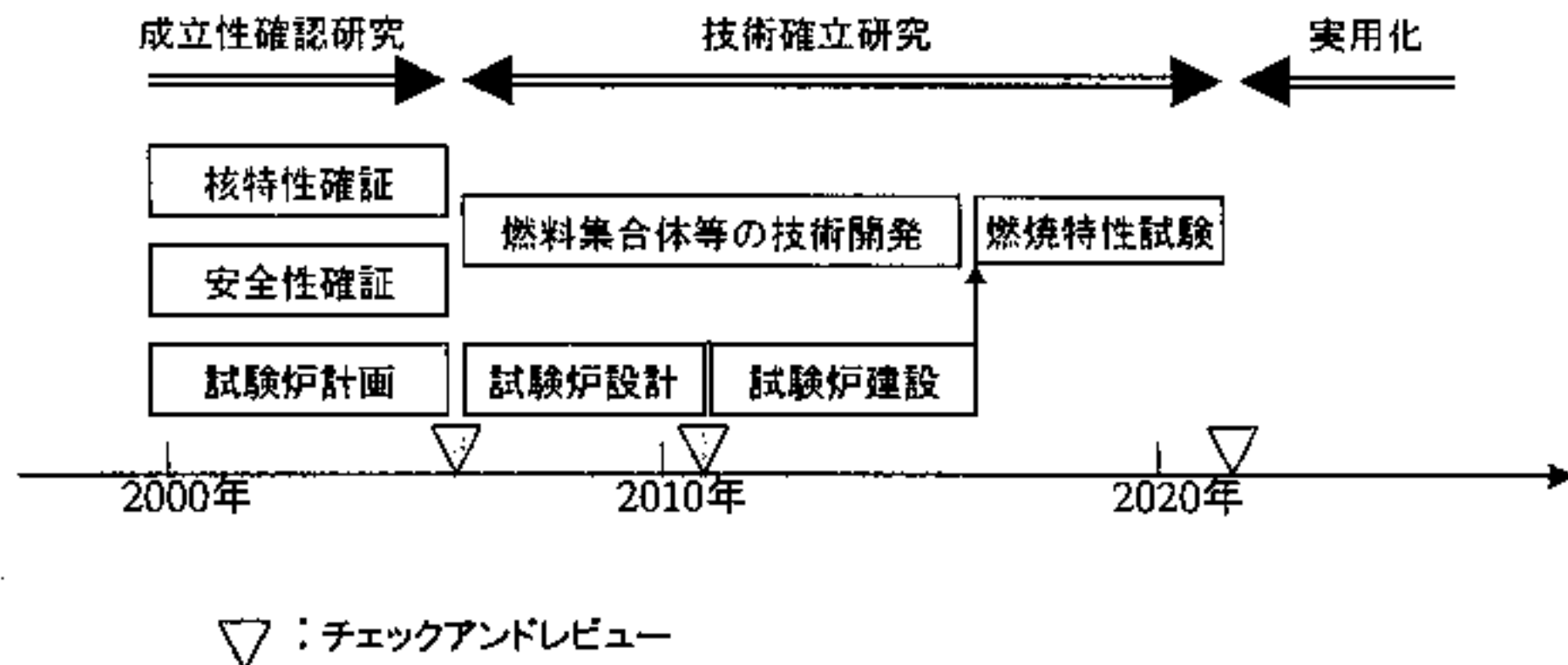
- MOX燃料棒
- バッファ用 UO_2 燃料棒
- ドライバー用 UO_2 燃料棒

安全性確証実験

稠密格子炉心における除熱特性実験

- ・ 限界熱流束特性
- ・ 冷却材喪失事故時の炉心冷却特性

低減速スペクトル炉の実用化スケジュール



低減速スペクトル炉の経済性

1.建設コスト

- ・軽水炉と同等。

2. 運転コスト

- ・高燃焼度化・長サイクル化により、軽水炉より経済的。

3.燃料サイクルコスト

- ・FBR燃料サイクルと同等。

4.開発コスト

- ・軽水炉技術に立脚しており、新規開発は炉心に関する部分に限定される。

低減速スペクトル炉の導入効果に関する試算

主要な前提条件

(1) 原子力発電設備容量

- 2030年まで：現行長計における見通しに基づく(2030年に1億kWe)。
- 2030年以降：伸びが鈍化すると想定し、2050年に1億2000万kWe、
2100年に1億4000万kWeとした。
- 2100年以降：一定(1億4000万kWe)とした。

(2) 炉型の特性と導入条件

- 各炉型共通の条件：耐用年数=40年。
単基容量100万kWe規模の炉の特性データを使用した。
- 軽水炉：濃縮ウラン炉では高燃焼度化(～63000MWd/t)を想定。
六ヶ所再処理施設からの回収Puを利用して、プルサーマルとフルMOX軽水炉を導入。
- 低減速スペクトル炉：BWR型、燃焼度45000MWd/t、転換比1.01。
2020年から実用化と想定した。

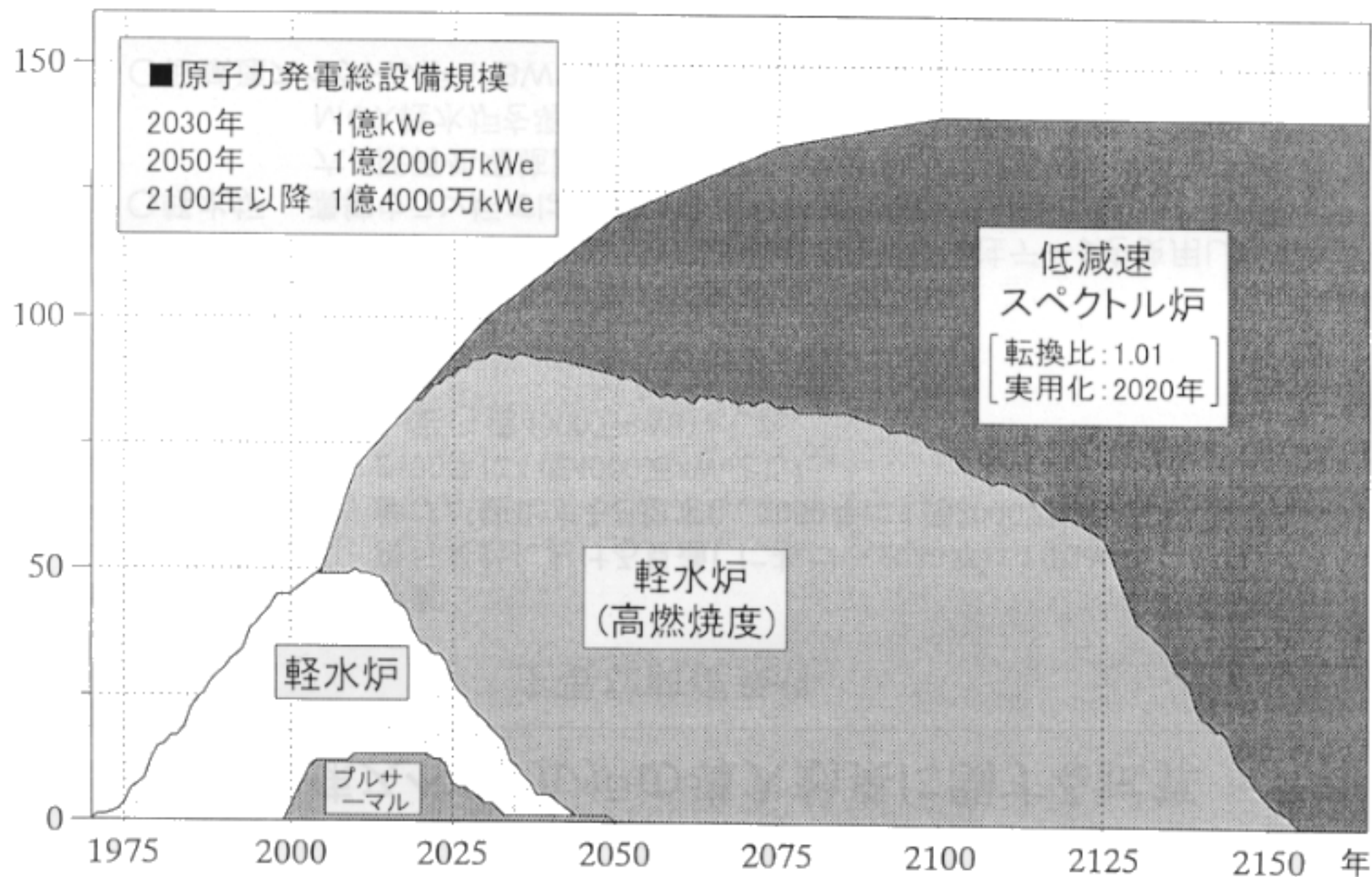
(3) 使用済燃料の再処理

- 六ヶ所再処理施設：2005年運開、800トン/年。
- 第二再処理施設：2020年以降Pu需要に応じた規模で建設。

原子力発電の将来設備容量と炉型構成

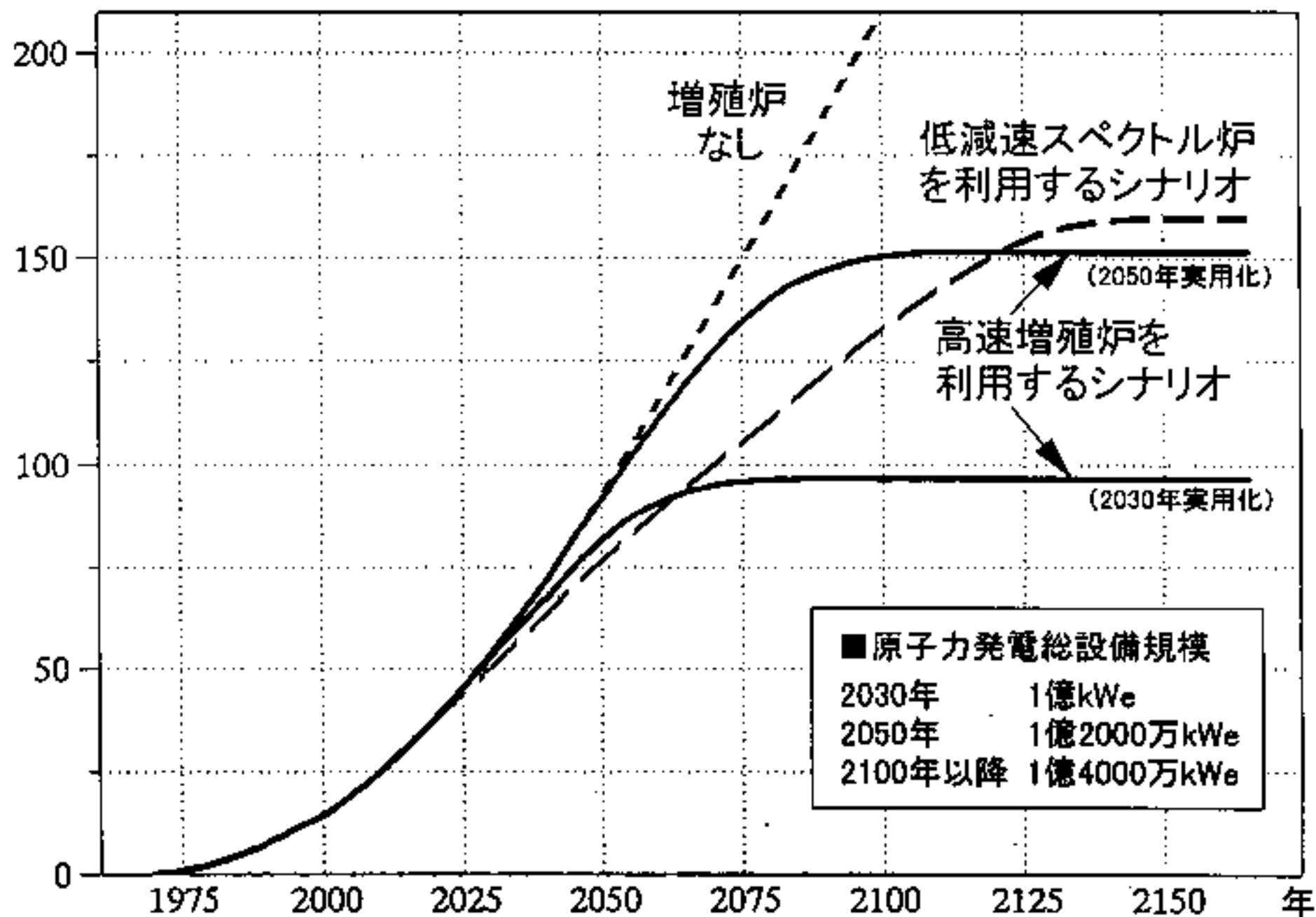
[低減速スペクトル炉を利用するシナリオ]

百万kW(電気出力)



各シナリオにおける天然ウランの累積消費量

万トンU



各シナリオにおける天然ウランの累積消費量

- 増殖炉がない場合には、天然ウランの累積消費量は2100年には200万トンを超える。
我が国が輸入可能なウラン量を150万トンと想定した場合には、2075年以降は海水ウランの利用が必要。
- FBRが2050年から実用化できる場合には、究極の天然ウラン消費量は150万トン程度。
- FBRが2030年から実用化できる場合には、究極の天然ウラン消費量は100万トン弱。
- FBRの代わりに低減速スペクトル炉を利用した場合には、究極の天然ウラン消費量は、約160万トンであり、FBR2050年実用化シナリオと同程度。

高速炉及び加速器駆動炉開発に係わる基礎基盤研究

ニーズの一層の多様化や高度化に対応する将来の新しい原子力技術体系を構築していく上で、基礎基盤研究は重要不可欠である。

核データファイルの整備

核分裂炉、核融合炉、加速器工学
等への幅広い利用

- ・ 加速器消滅処理システム用の
高エネルギー中性子及び陽子の核データ整備
- ・ 高燃焼度化、消滅処理システム用の
高次アクチニド核種の核データ整備

窒化物燃料の開発

高融点、高重金属密度、高熱伝導度等
優れた性質を持つ将来型燃料

MA 消滅処理システムに適した燃料

MA 核種が相互に良く固溶

高性能高速炉燃料として将来性が豊か

- ・ 照射挙動の確認 (FP ガス放出率等)
- ・ 高温での安定性の確認

炉物理の研究

- ・ 高速炉臨界実験装置 (FCA) を用いた
新型炉の炉心特性実験
加速器駆動未臨界炉の特性実験
- ・ 設計・解析手法の高度化

乾式再処理技術の開発

コンパクトな施設設計が可能

プロセスが簡単、MA を一括処理可能

各種燃料への適用が可能な柔軟性

- ・ 窒化物燃料の乾式再処理への適用性評価
- ・ 熔融塩中でのアクチニドの挙動解明