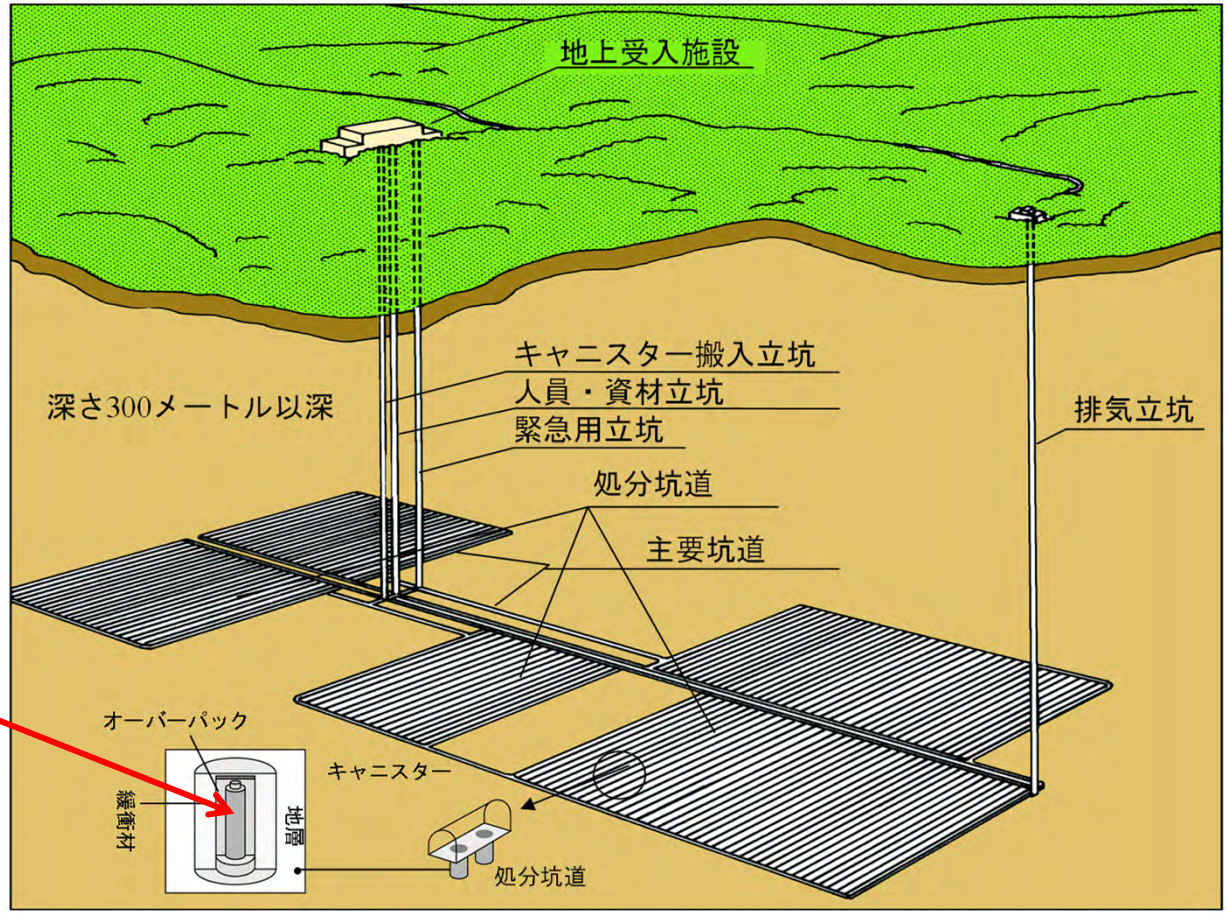
放射性廃棄物の処分と分離変換
ーソースタームから考える処分ー

日本原子力研究開発機構
西原　健司

第34回バックエンド夏期セミナー
2018年8月22日(水)～8月23日(木)

ソースタームを変える

高レベル廃棄物の放射能を減少させると、何が起こるか。



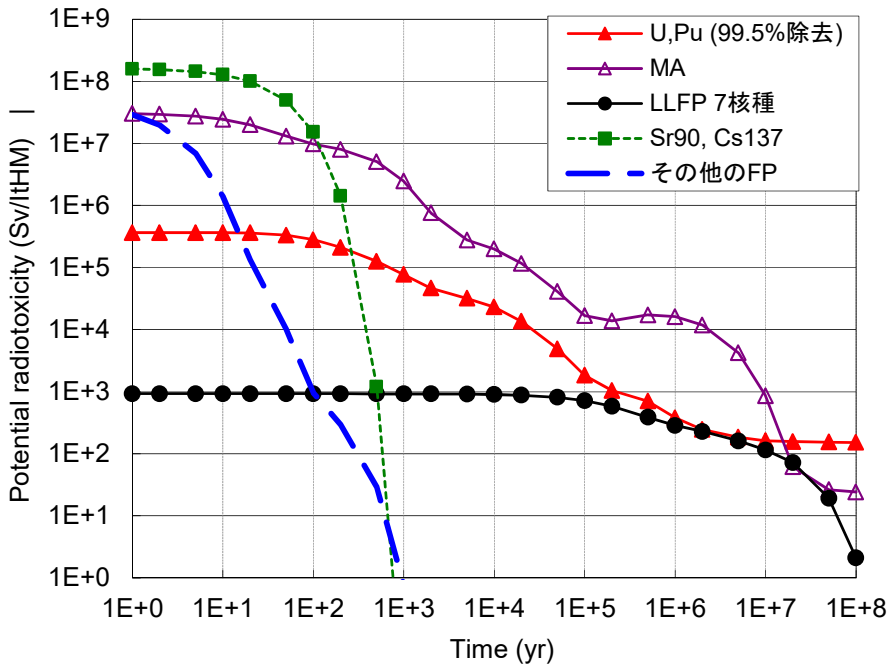
どう変えるか

高レベル放射性廃棄物の内訳

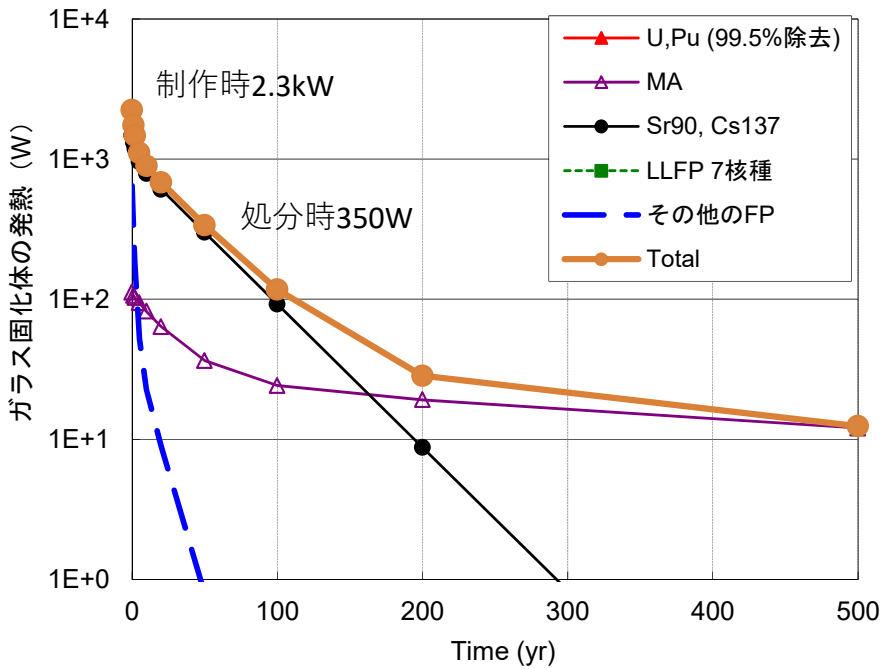
分類		寿命	その他の特徴	対処方法
マイナーアクチノイド（MA）		長い（最長200万年）	人体に摂取されたときの健康影響が大きい。	加速器を用いて核変換
核分裂生成物(FP)	長寿命核分裂生成物（LLFP）*	長い（最長1600万年）	地下水に溶けやすい。	
	ストロンチウム90(Sr90)、セシウム137(Cs137)	短い（30年程度）	発熱量が大きい。	熱源・放射能源として利用後、または、長期貯蔵後に処分
	貴金属元素等	短い	触媒等に再利用の可能性がある。	再利用
	その他の元素	短い		処分

* Se79、Zr93、Tc99、Pd107、Sn126、I129、Cs135の7核種

どう変えるか

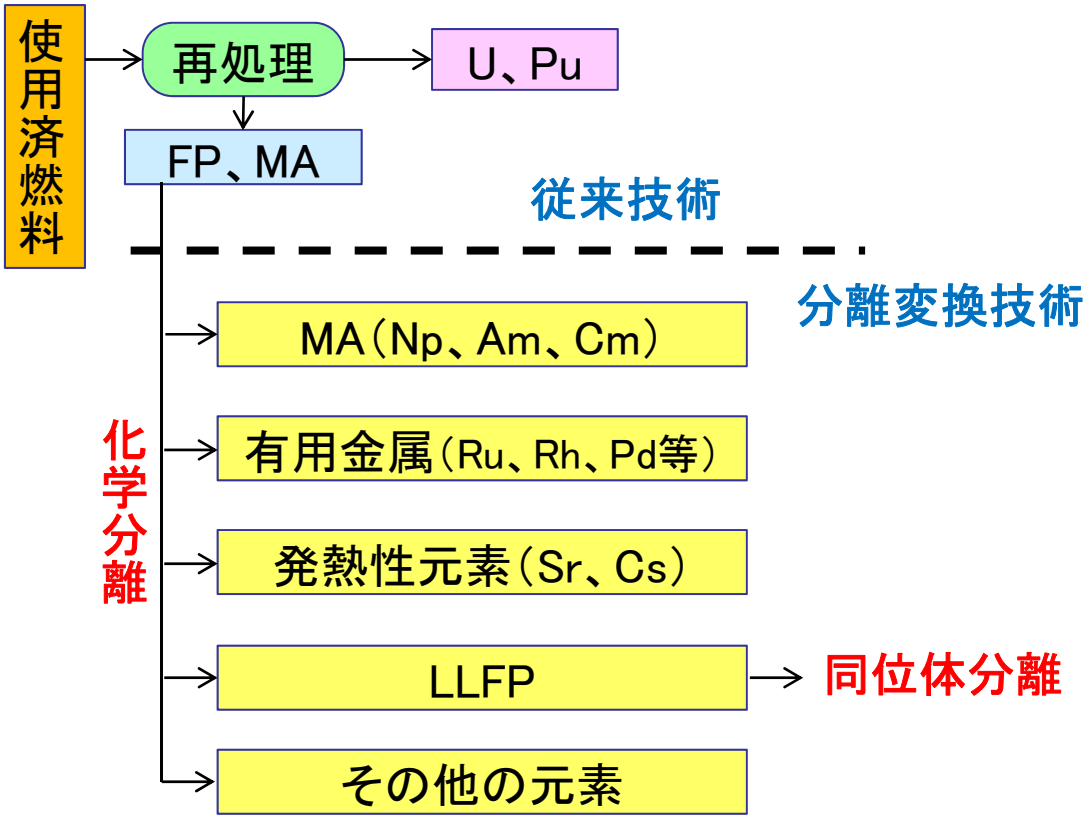


被ばく線量のソースターム



発熱のソースターム

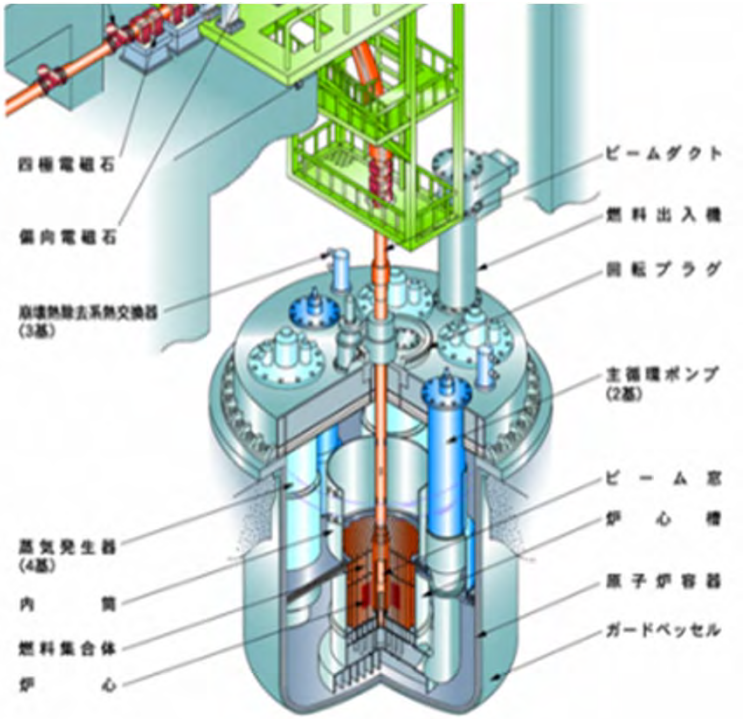
どうやって変えるか



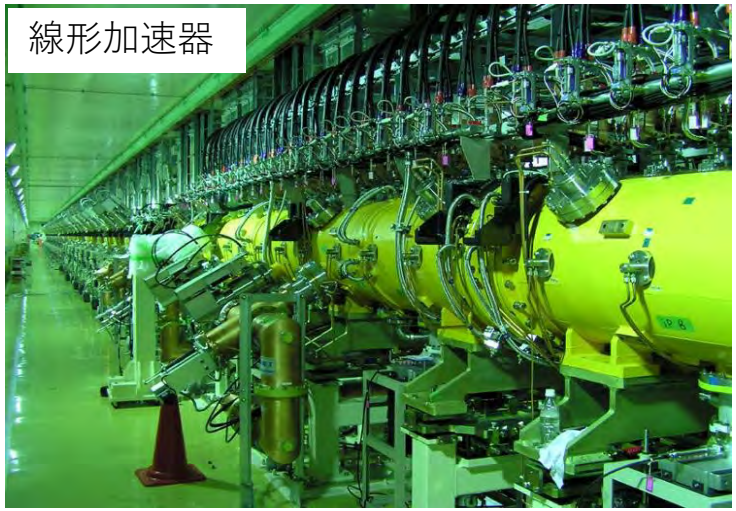
高レベル廃液を多様に分離する

どうやって変えるか

加速器駆動システム（ADS）

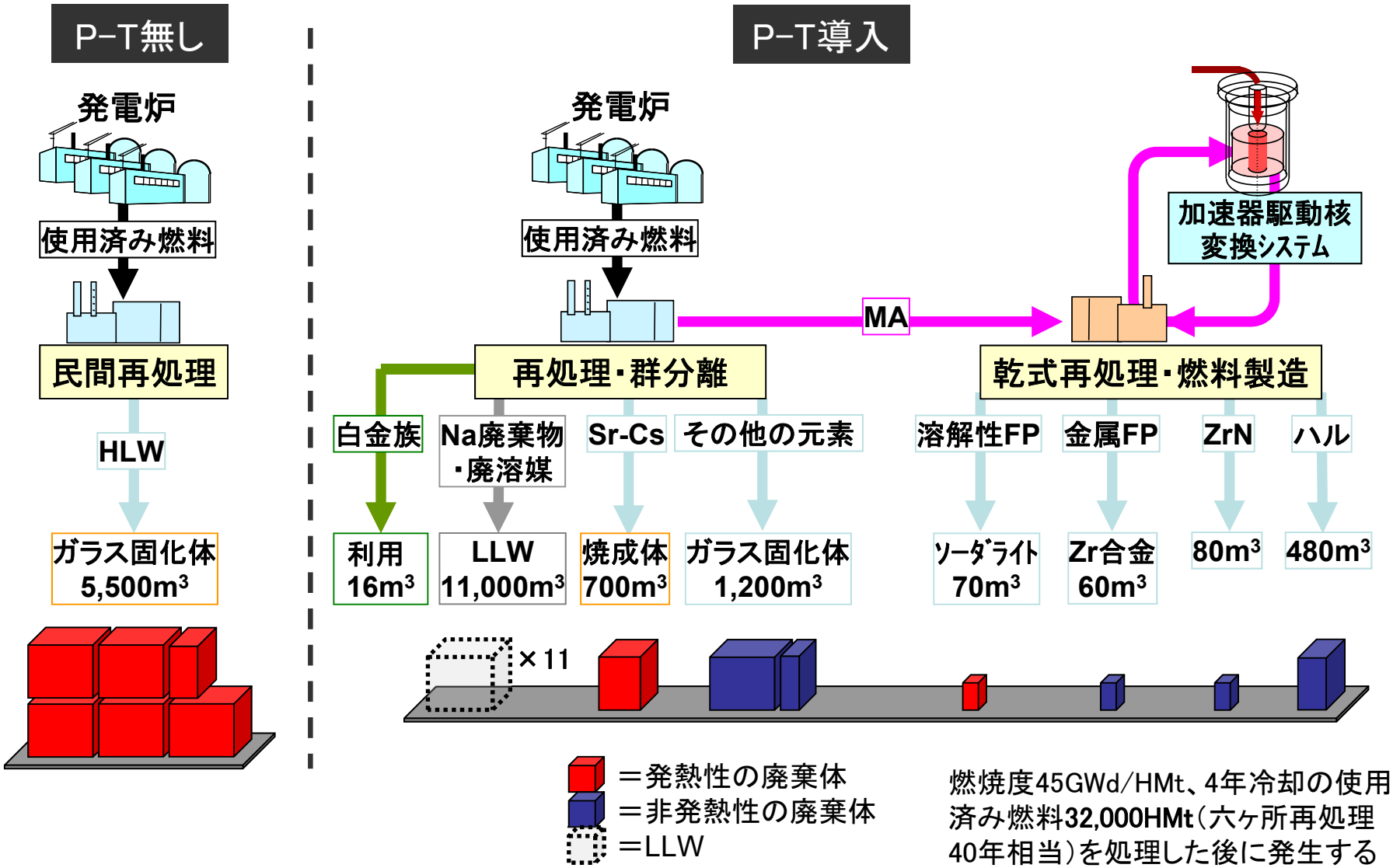


アクチノイド核種
→高速中性子による核分裂反応



LLFP：
I129,Tc99 →中性子捕獲反応
その他→高エネルギー粒子
による破砕反応

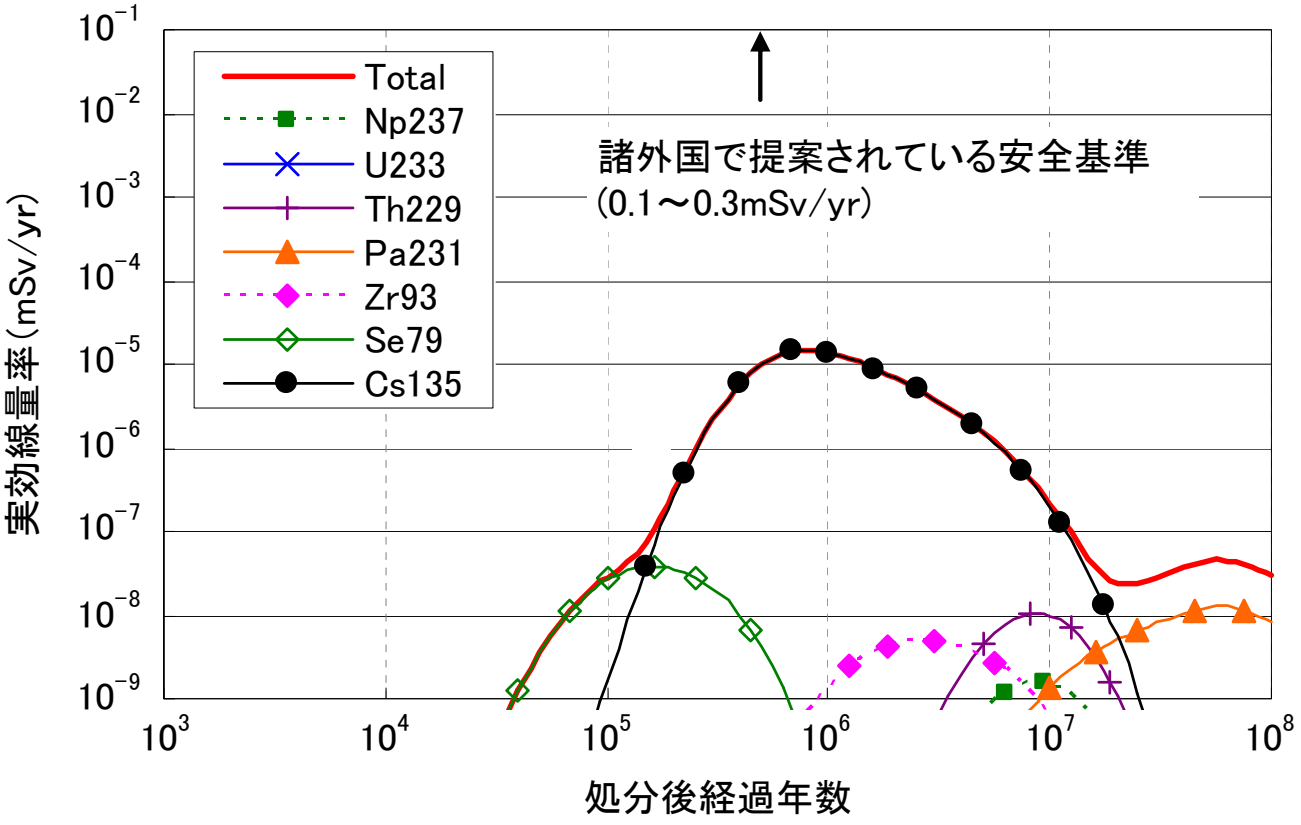
減容効果



＝発熱性の廃棄体
＝非発熱性の廃棄体
＝LLW

燃焼度45GWd/HMt、4年冷却の使用済み燃料32,000HMt（六ヶ所再処理40年相当）を処理した後に発生する廃棄体体積

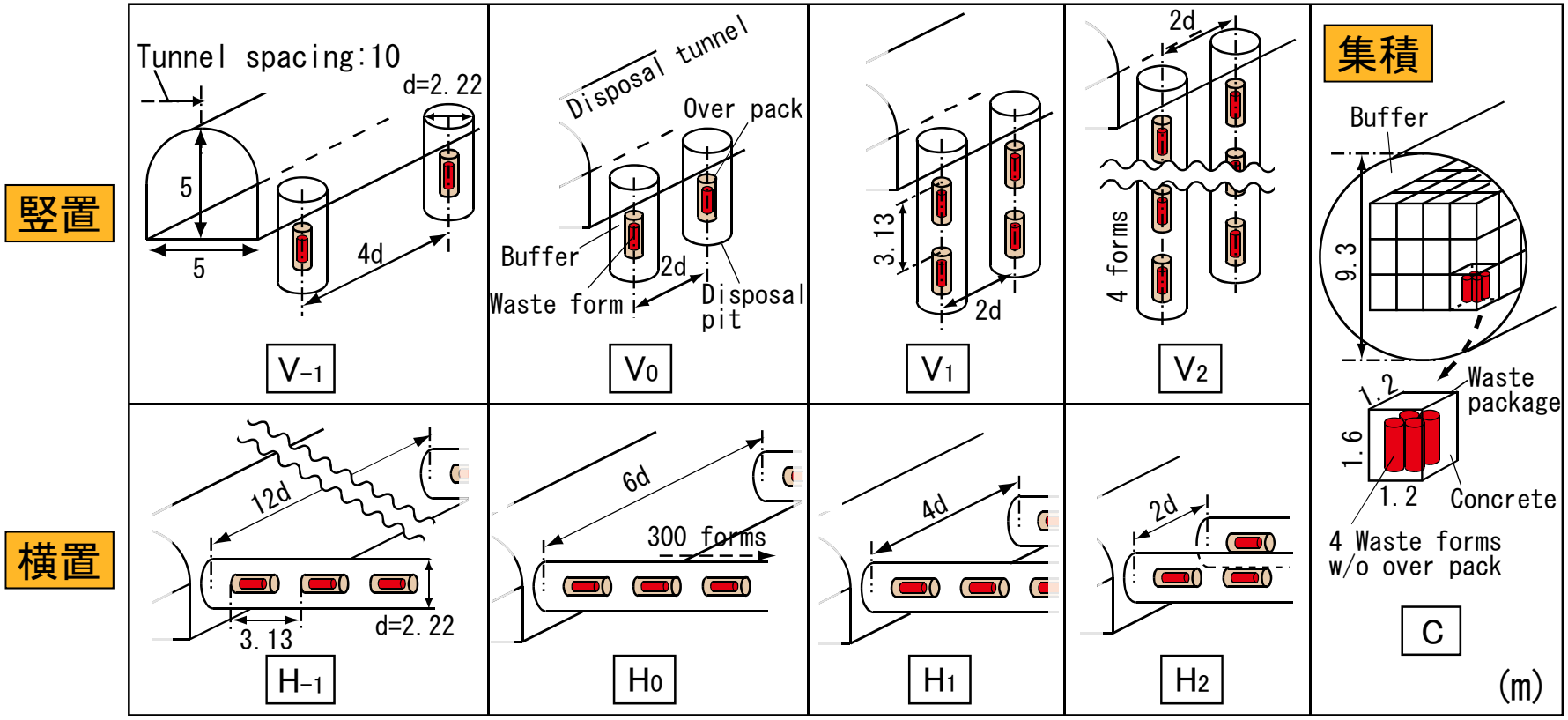
長期放射能低減による効果



2000年レポートの地下水シナリオより作成

- ^{135}Csが支配しており4桁の余裕がある。
- MAは1000万年以降に10^{-6}mSv/yr程度で現れるため、核変換の効果は小さい。→外乱、人間侵入ではMAの影響が大きくなる。
- TRU廃棄物中のI129の影響がより大きい。

発熱減少による効果



定置面積 [m²/廃棄体] (竪置/横置)	(89/83)	(44/42)	(22/28)	(11/14)	(0.95)
	高発熱 →	従来 →	低発熱 →		超低発熱
		350W/本			4W/本

経済性

軽水炉40GWeからのMAを成熟したADS4基で核変換するとした場合のコスト概算

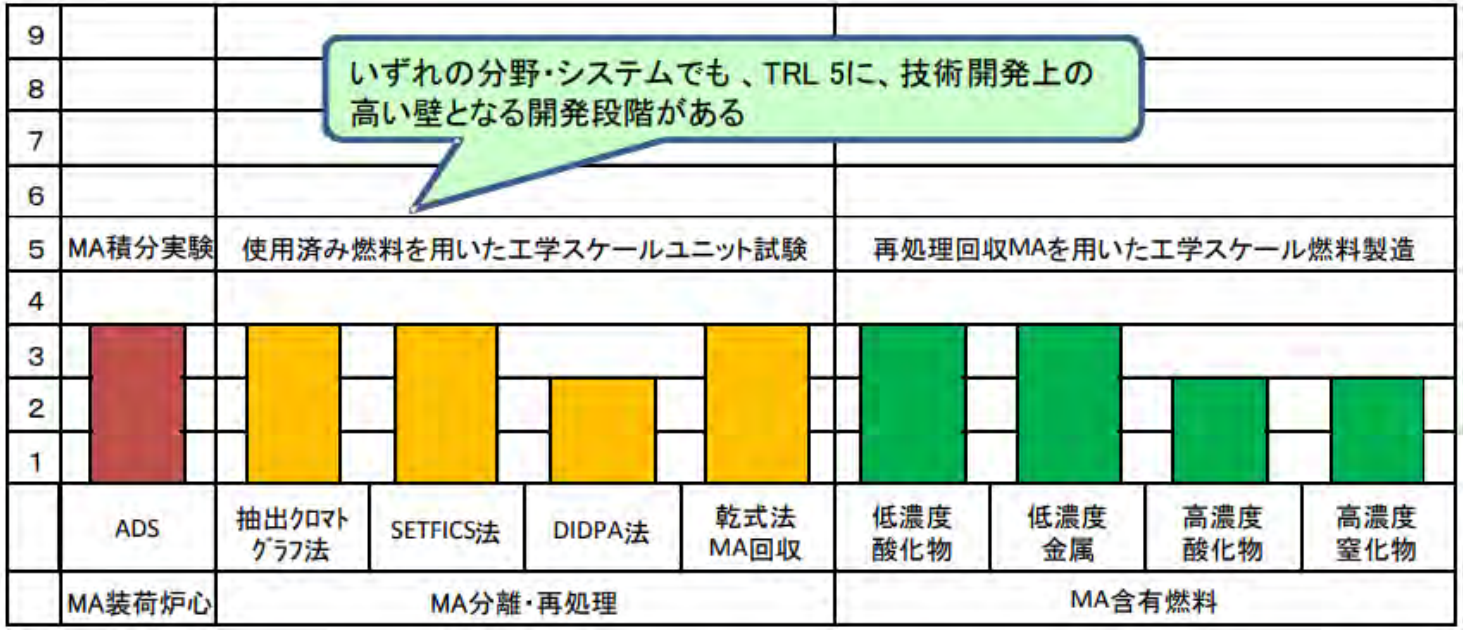
（単位：億円）

項目	コスト
ADS 4基	24,600
群分離工程	5,700
MA燃料製造	5,200
MA燃料再処理	4,500
ADSによる発電電力を売電	−7,500
処分場建設コストの低減	−19,000
計	13,400

- ADSを単純な発電システムとすると、21円/kWh
- 軽水炉の総発電量で除すると、0.12 ～ 0.13 円/kWh（割引率：0 %）

実現性

「分離変換・MAリサイクル」研究専門委員会，日本原子力学会誌，Vol.52，No.12 (2010)



2050～2060年の実用化が目指されているが、工学規模への投資は行われていない。

TRL	開発段階	
9	性能実証段階	実機プラント運転
8		実機プラント試験
7		プロトタイプ試験運転
6	原理実証段階	技術基盤の確立
5		要素技術の完成
4		要素技術の開発
3	概念開発段階	技術開発の活性化
2		技術概念の具体化
1		システム概念の構築

更に考えるためには

- 主に燃料サイクルや原子炉工学の分野の専門家により、安全性や処分場概念に対する効果が見積もられてきた
- 一方、最新の知見や規制概念を踏まえた新しい処分の考え方が整理されつつあり、それらを反映すべき
- バックエンドと核燃料サイクルの専門家が協力して、処理処分の改良・高度化に**“チャレンジ”**する
- 両者の間にある技術知識、シナリオ感、コスト感のギャップを埋め、処分の観点から見た分離変換の研究目標、実用化時期などの判断に資する考え方を議論する

バックエンド・核燃料サイクルの分野をまたぐコミュニティの形成

バックエンド部会を中心に炉物理・燃料サイクルに跨がる研究専門委員会を設置予定