

我が国の原子力政策と高速実験炉 「常陽」への期待

原子力安全研究協会

山口 彰

原子力政策の方向性と行動指針(6つのピラー)

原子力が実現すべき価値

革新技術による
安全向上

エネルギー供給
の自己決定力

GXの牽引役

原子力政策のピラー

再稼働への
総力結集

既設炉の
最大限活用

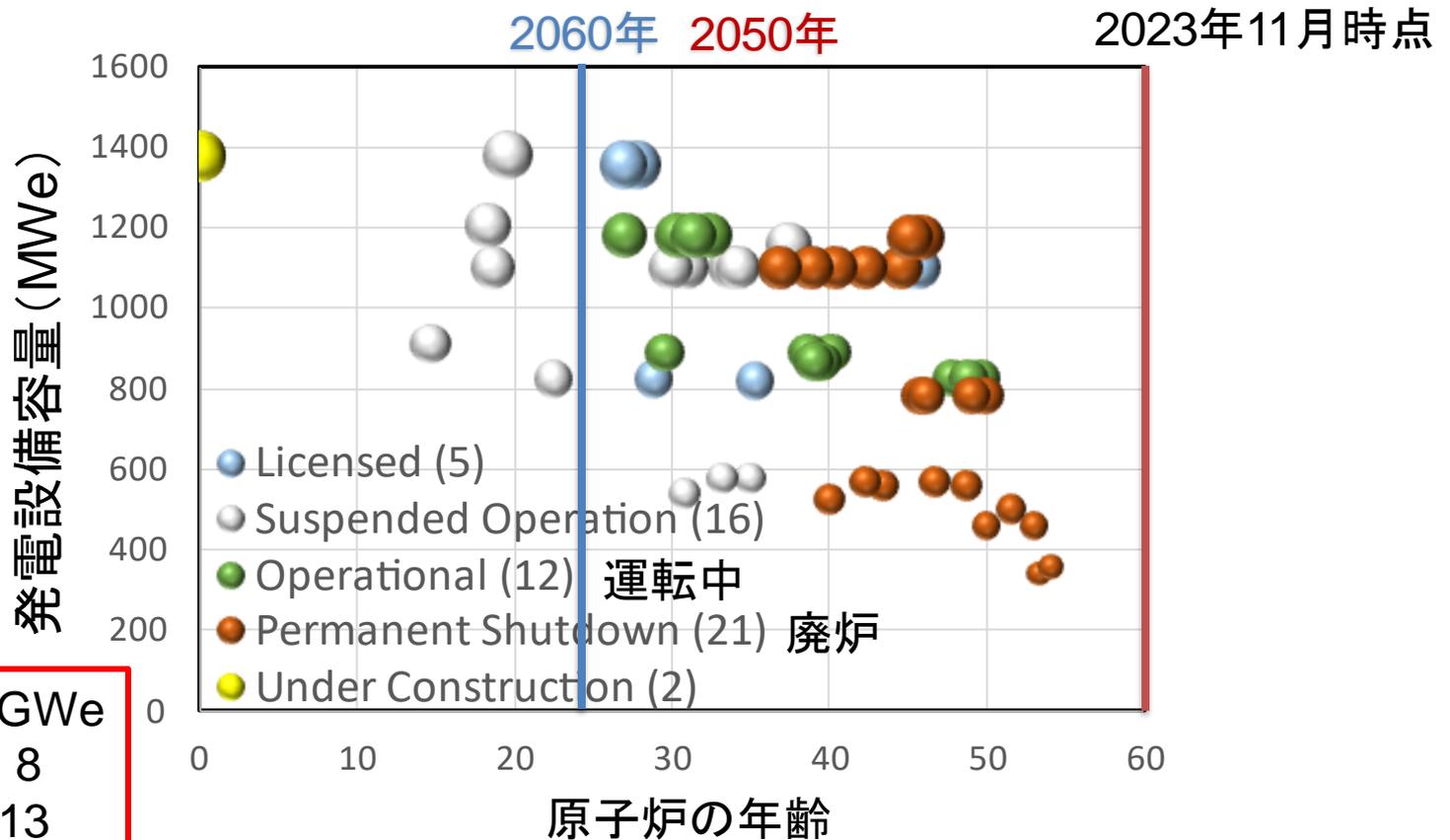
次世代革新炉
の開発・建設

バックエンド
プロセス加速化

サプライチェーンの
維持・強化

国際的な共通課題
の解決への貢献

既設原子力発電所の状況(再稼働と既設炉活用)



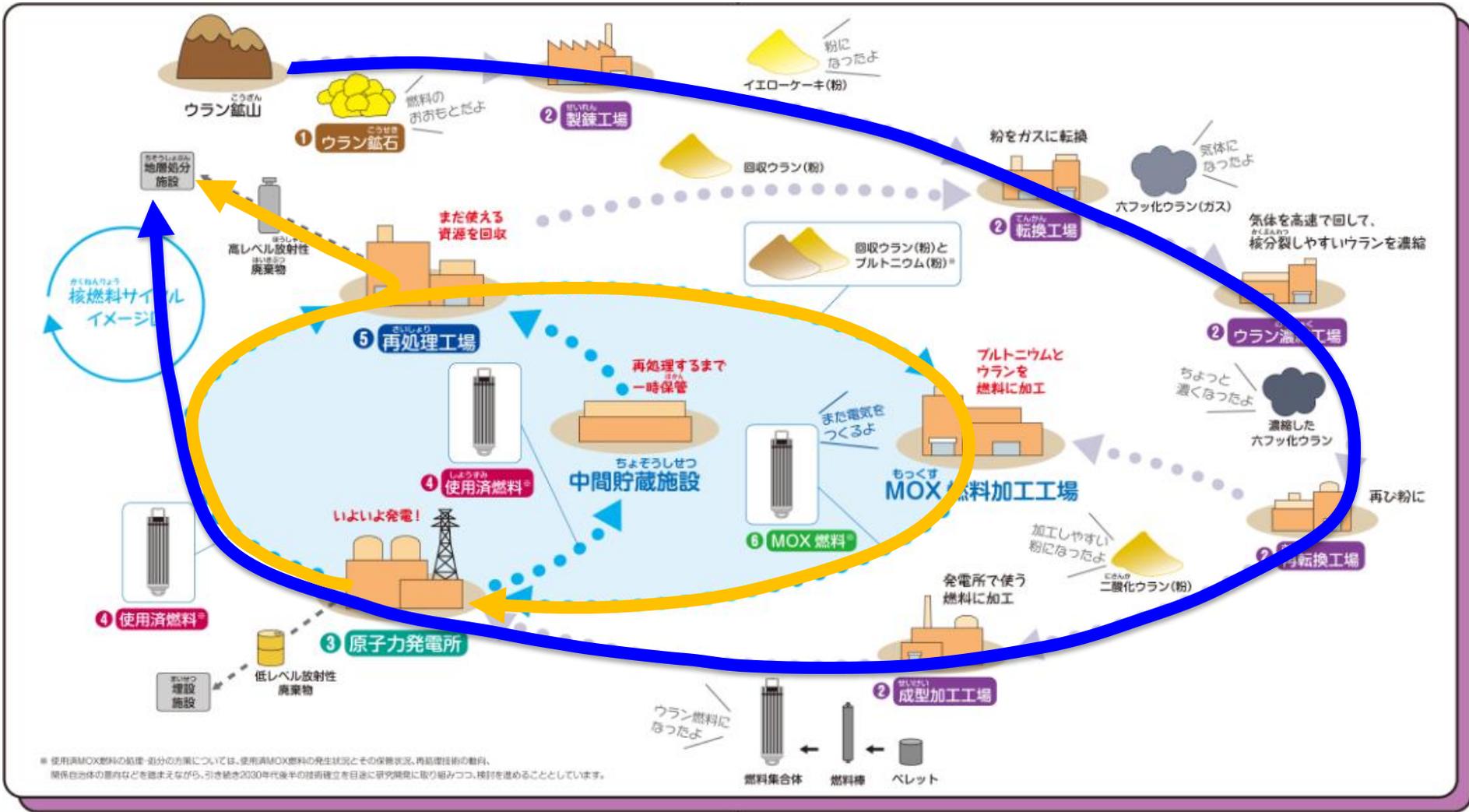
原子力発電所基数 (P16、B17)	33	33.1 GWe
運転可能 (P12)	12	11.6 GWe
許認可済 (B5)	5	5.5 GWe
未申請／審査中 (P4、B12)	16	16.0 GWe

2050年代に原子力はどうなるのか？

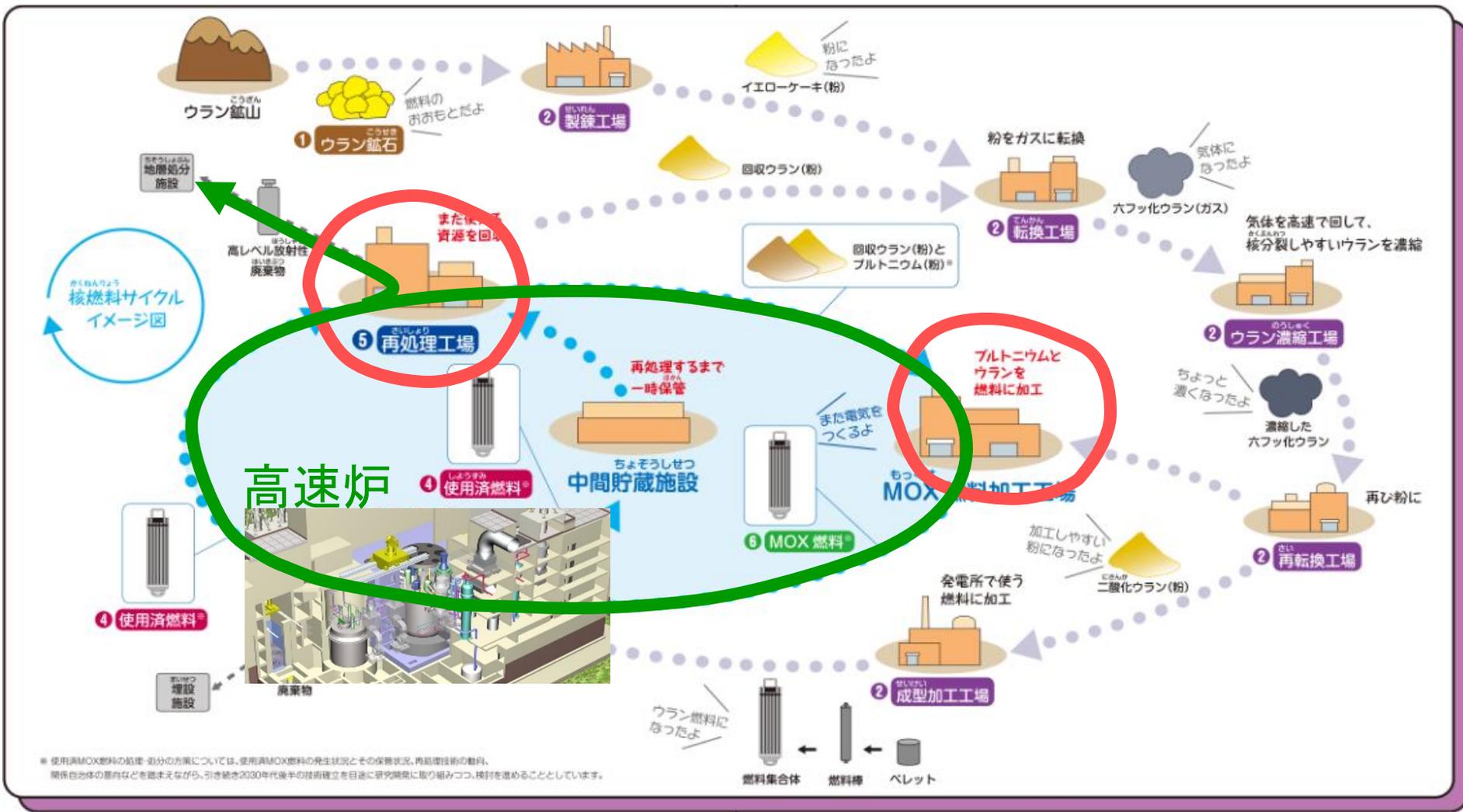
- 60年運転の場合(設備容量) (廃止措置段階)
- 2024年 33機 33.1GWe 21機
- 2040年 31機 33.7GWe 23機
- 2050年 20機 19.6GWe 34機
- 2060年 5機 5.4GWe 49機

- 60年運転では2040年代前半に原子力比率は20%を下回る
 - さらなる運転期間延長が必要
- さらなる運転期間延長をしても2050年には原子力比率は20%を下回る
 - 軽水炉の新設が必要
- COP28で25カ国が2050年原子力3倍増宣言に合意
 - ウラン需給環境が厳しくなる
 - 足元のU価格は上昇(20~40ドルが90~100ドル)
- 2050年代には30機以上の廃止措置に取り組まなければならない

核燃料サイクル(オープンサイクルとPuサーマル)



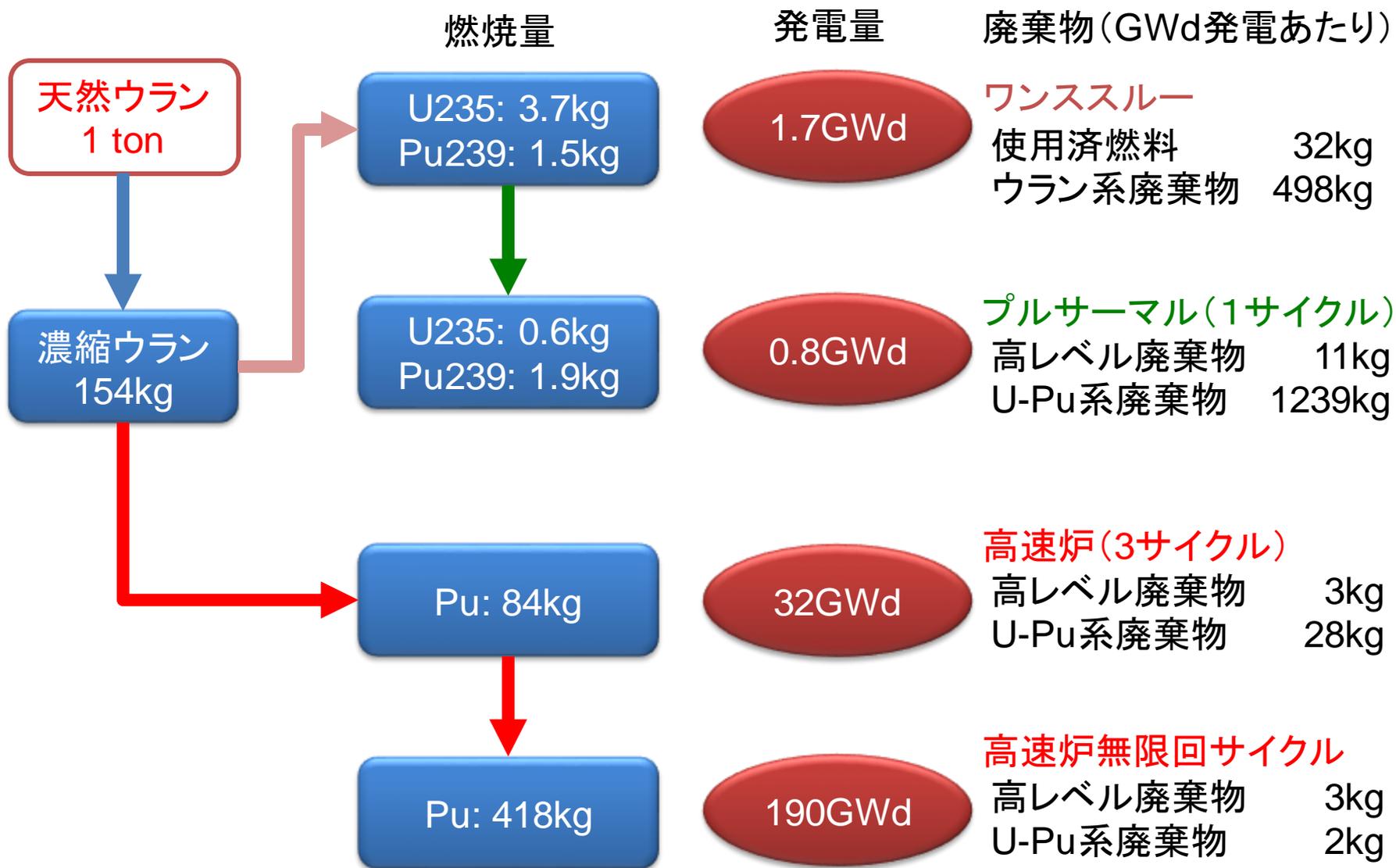
核燃料サイクル(次世代革新炉とバックエンド)



資源エネルギー庁、核燃料サイクルのことをもっとしろう、に筆者が加筆

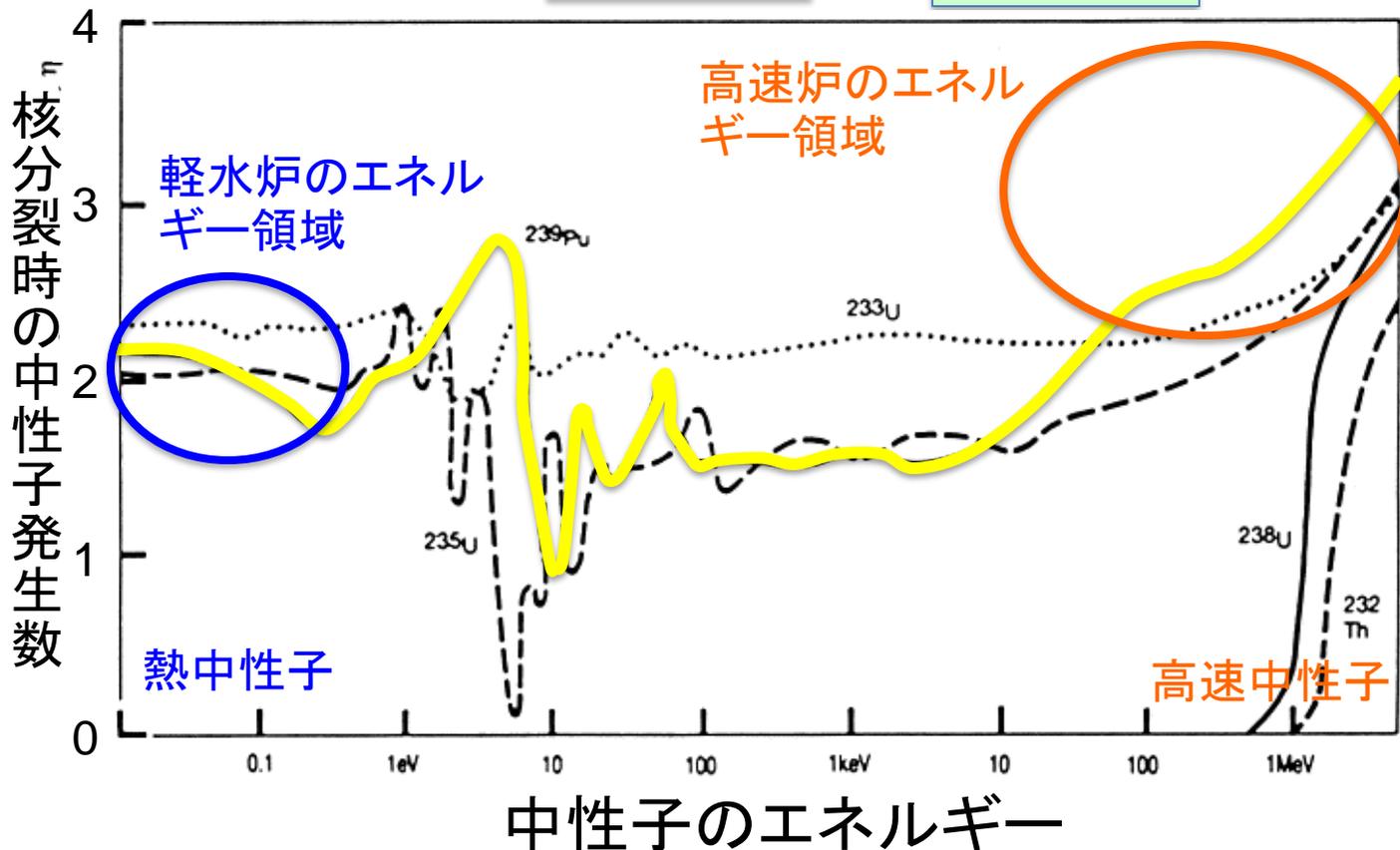
https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/001/pamph/manga_denki/html/009/

原子燃料の有効利用と廃棄物減容

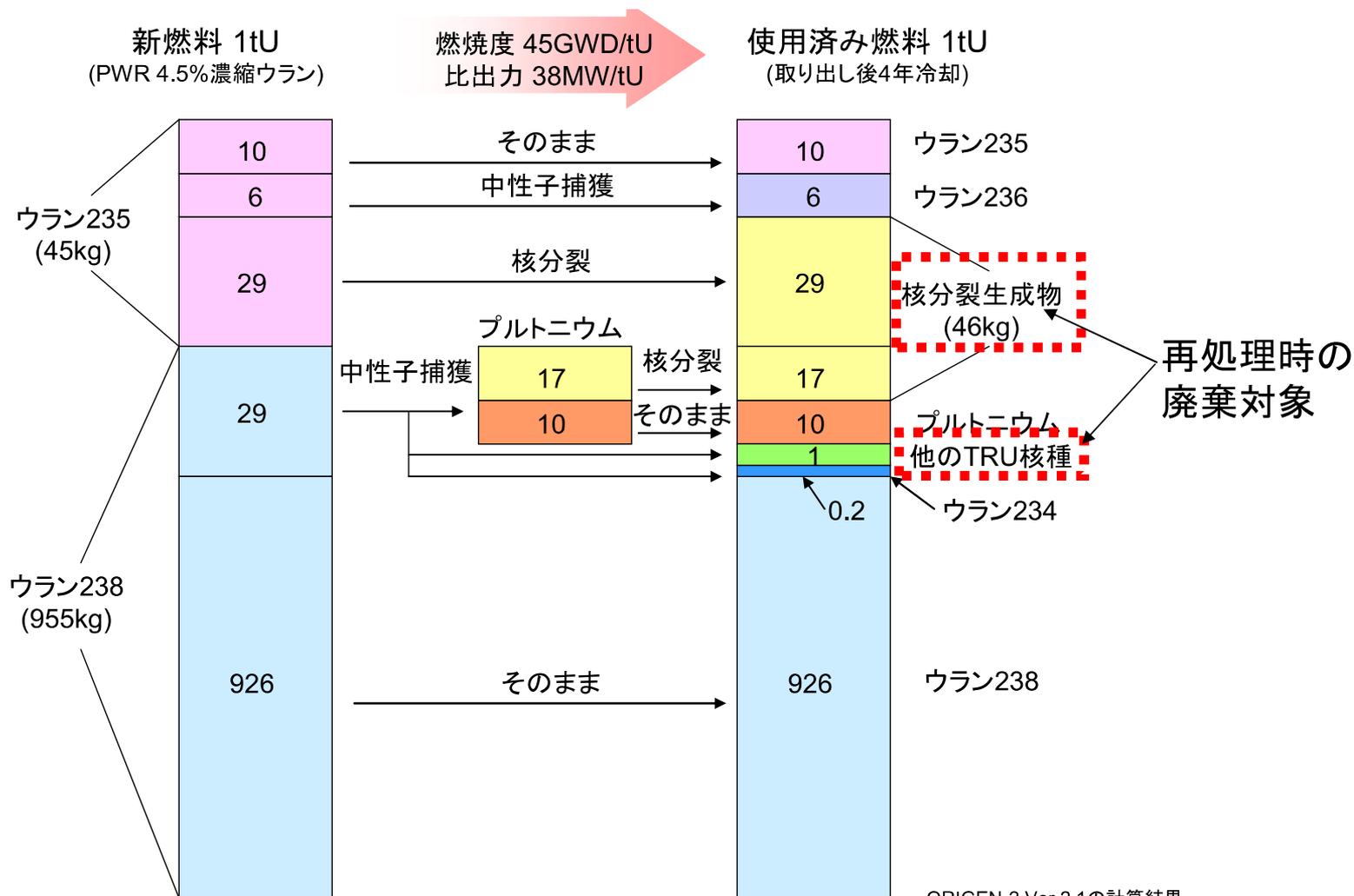


なぜ高速炉は魅力的なのか(中性子)

	プルトニウム	ウラン
軽水炉(熱中性子)	2.04	2.06
高速炉(高速中性子)	2.45	2.10



軽水炉使用済燃料の組成



ORIGEN-2 Ver.2.1の計算結果。
棒グラフ中の数字の単位はkg。
(四捨五入の関係で合計があわない場合がある)

使用済燃料中の長寿命核種

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
U-235	7億年	47	10kg
U-238	45億年	45	930kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Pu-238	87.7年	230	0.3kg
Pu-239	2万4千年	250	6kg
Pu-240	6,564年	250	3kg
Pu-241	14.3年	4.8	1kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Np-237	214万年	110	0.6kg
Am-241	432年	200	0.4kg
Am-243	7,370年	200	0.2kg
Cm-244	18.1年	120	60g

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Se-79	29万5千年	2.9	6g
Sr-90	28.8年	28	0.6kg
Zr-93	153万年	1.1	1kg
Tc-99	21万1千年	0.64	1kg
Pd-107	650万年	0.037	0.3kg
Sn-126	10万年	4.7	30g
I-129	1,570万年	110	0.2kg
Cs-135	230万年	2.0	0.5kg
Cs-137	30.1年	13	1.5kg

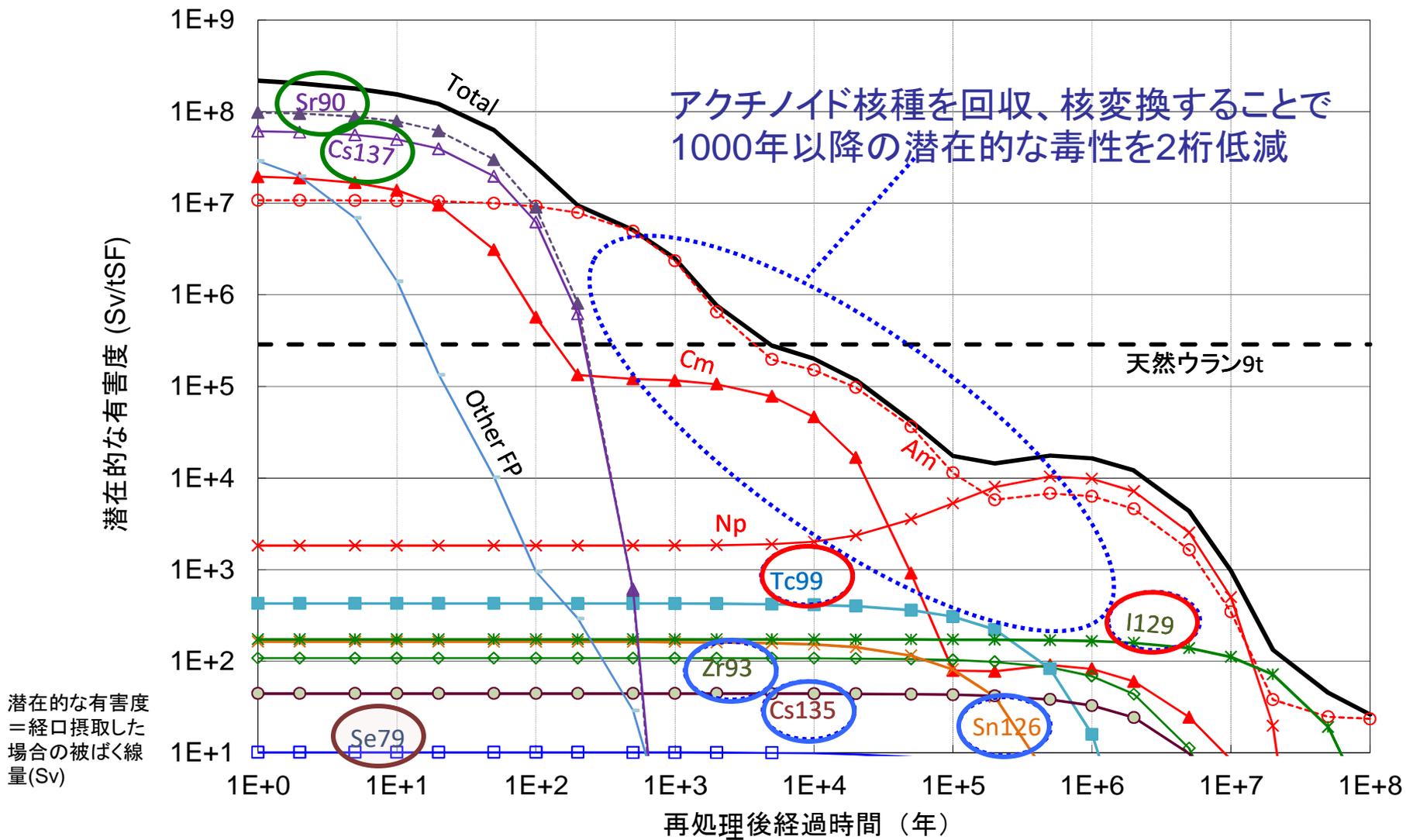
核分裂生成物
(FP)

アクチノイド
超ウラン元素
(TRU)

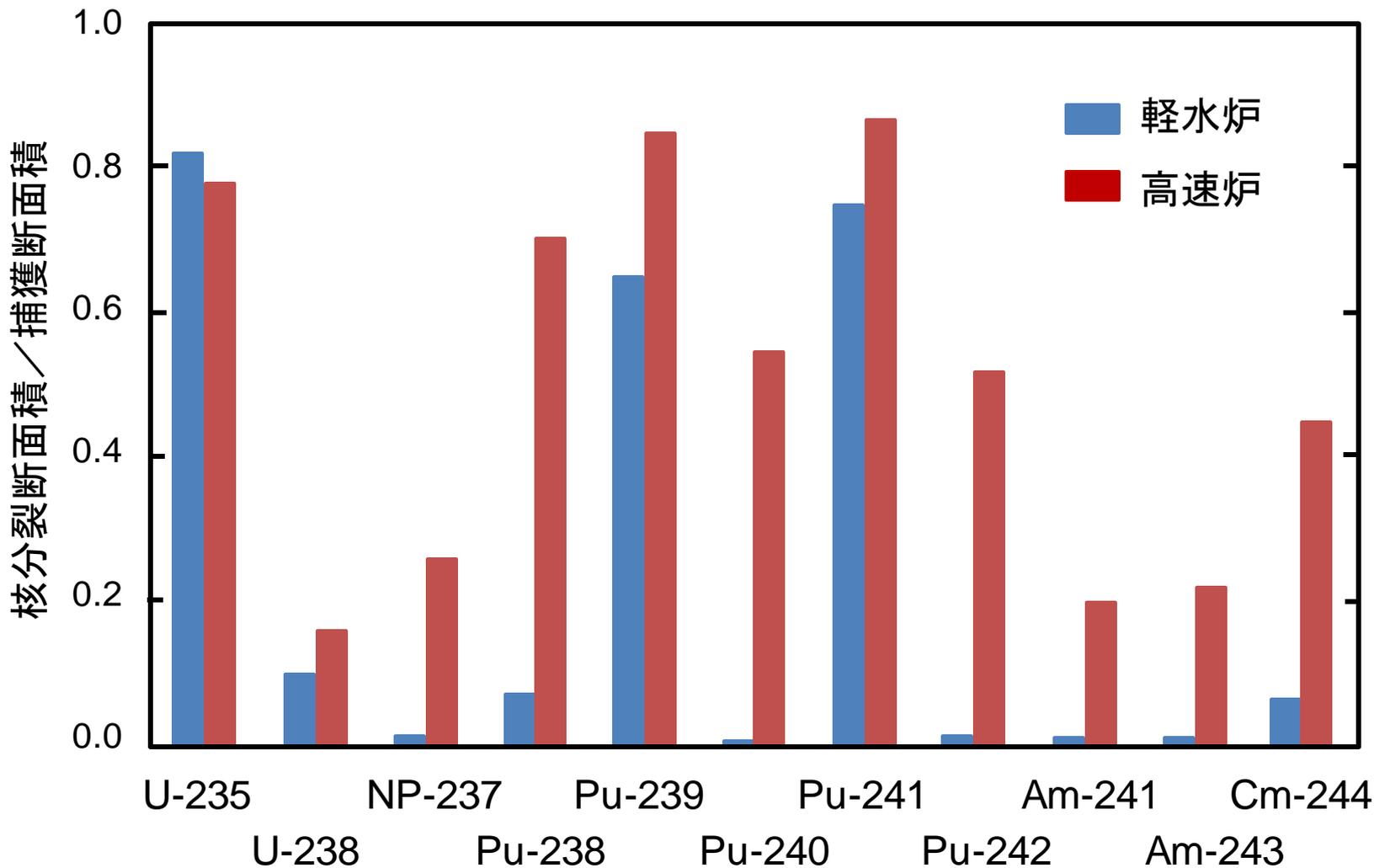
マイナーアクチノイド
(MA)

線量換算係数:
放射性核種を人体に摂取した時の影響を示す指標。放射能(ベクレル)あたりの被ばく(シーベルト)で示す。

高レベル廃棄物の潜在的な有害度



軽水炉と高速炉の核分裂性能



技術プッシュと市場プル

原子力技術

実現のための要件 (事業環境の整備)

実用化市場



原子炉の概念

高速スペクトル炉
マイクロ炉
熔融塩炉
ガス冷却炉
水冷却炉



- 政策、規制、法制、セキュリティ
- 核燃料サイクル: フロント/バックエンド
- サプライチェーン、技術基盤
- 人材供給のシステム
- パブリックエンゲージメント
- 経済性と資金確保



石炭火力代替
非電力網
産業熱利用
地域熱供給
淡水化
水素と
商船

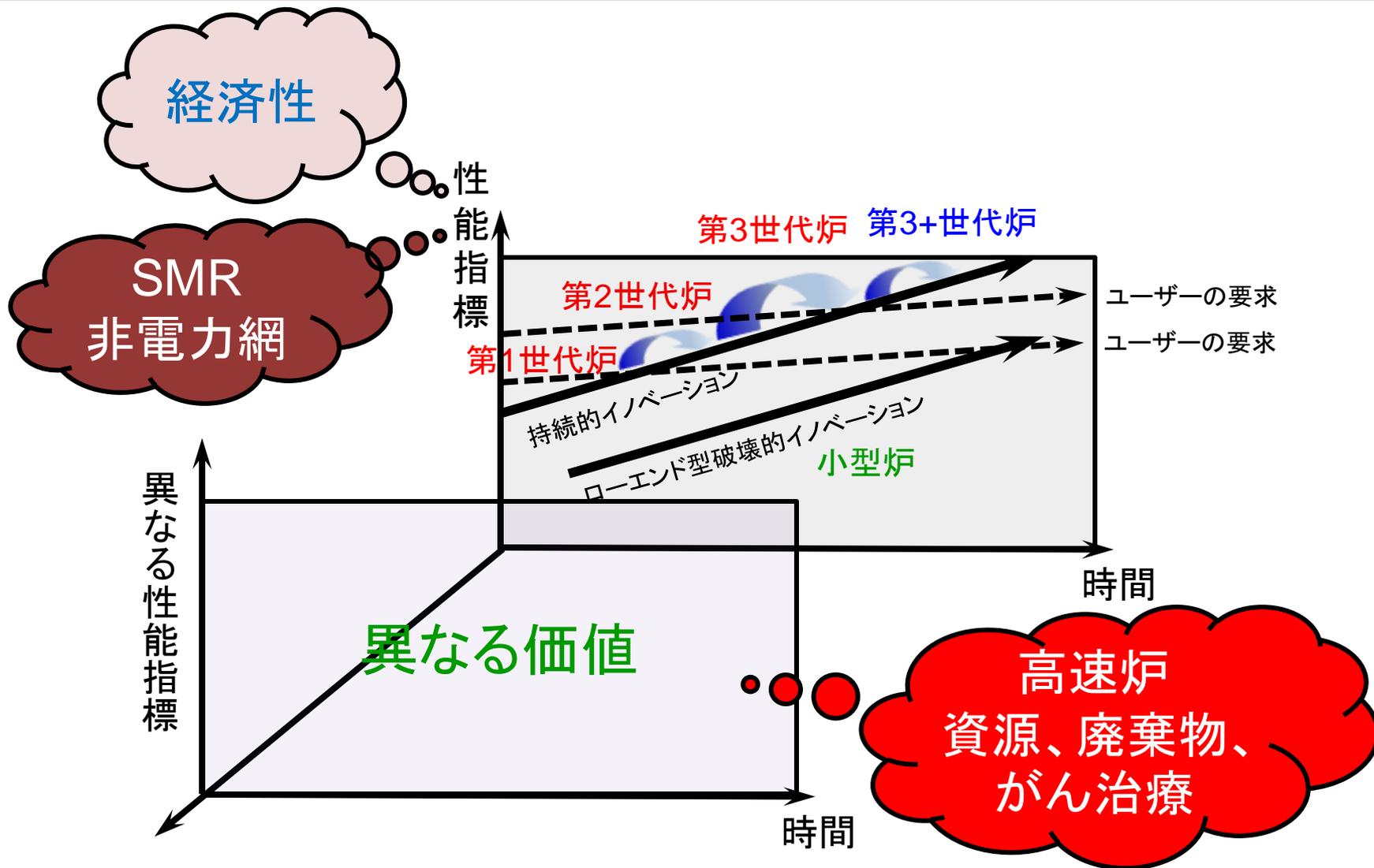


原子炉設置方式

陸上
海上
可搬型
モジュール



原子カイノベーションで価値創出



クリステンセン、イノベーションの最終解、翔泳社(2014)の図1-1を参考

常陽に期待すること

- 次世代革新炉の開発・建設とバックエンドプロセスは、最重要課題
- 我が国は閉じた核燃料サイクルの確立を基本方針
 - エネルギー・ソブリンティ (Energy Sovereignty)
 - 資源の有効利用 (Energy Sustainability)
- そのためには高速スペクトル中性子の活用が不可欠
 - 高速中性子研究炉 (つまり常陽) は日本のアドバンテージ
- 高速スペクトル中性子はさらなる付加価値を生み出す
 - 高次化プルトニウム、マイナーアクチノイドの問題を解消
- 高速中性子を活用する原力技術開発で、常陽が実現できること
 - Enabling Conditionsを達成する
 - 高速炉の価値を生み出し (イノベーション)、社会に発信する (デモンストレーション)

常陽の
最大限活用

高速炉の
燃料加工

高速炉の
燃料再処理

