

原子力発電と 核燃料サイクル

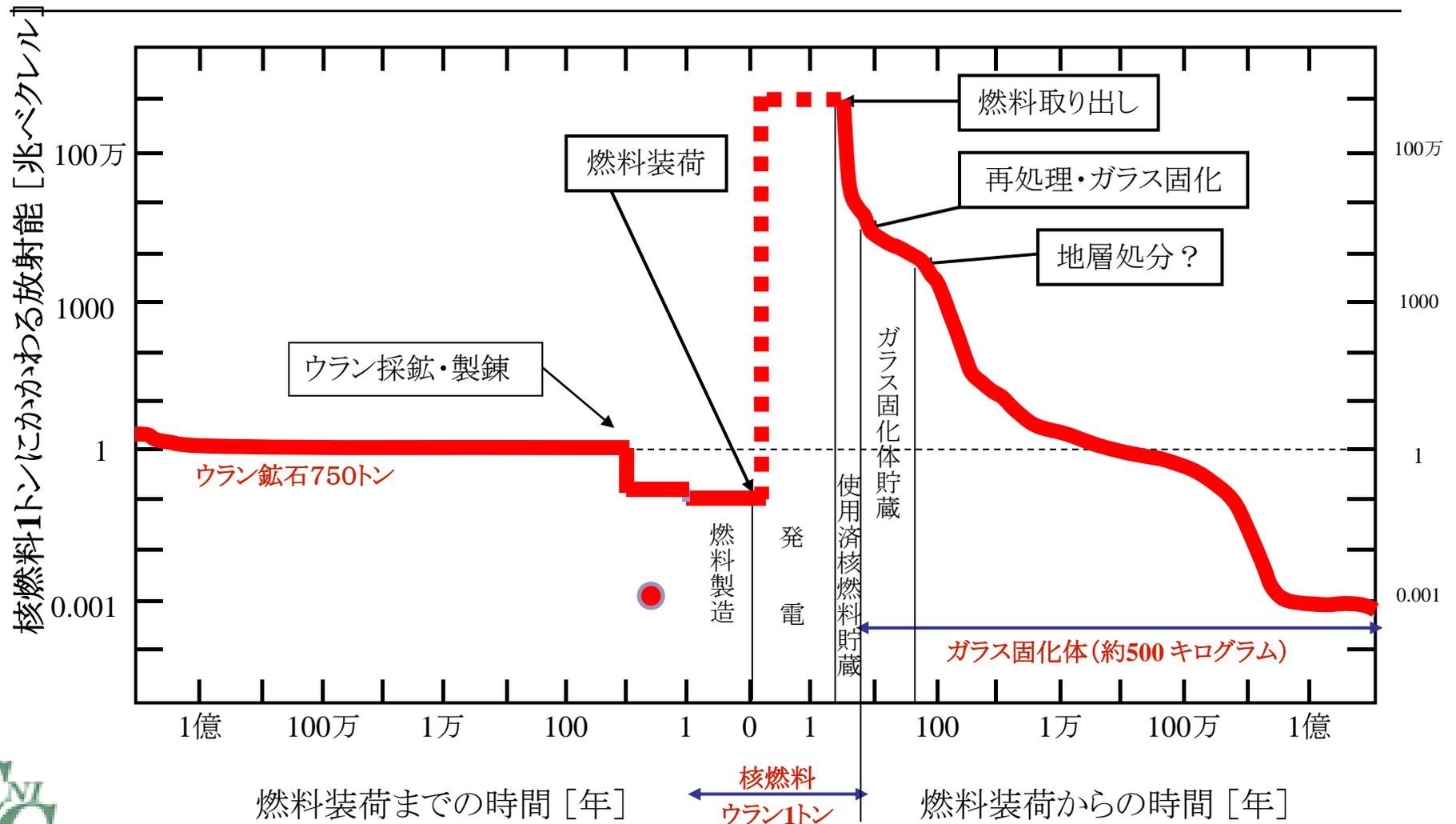
原子力資料情報室

共同代表 伴英幸

[URL://cnic.jp](http://cnic.jp) e-mail:cnic@nifty.com



ウラン燃料1トンの放射能の変化



(「第2次取りまとめ」より)

放射線の人体への影響

低線量被ばく

(250mSv以下)

細胞突然変異

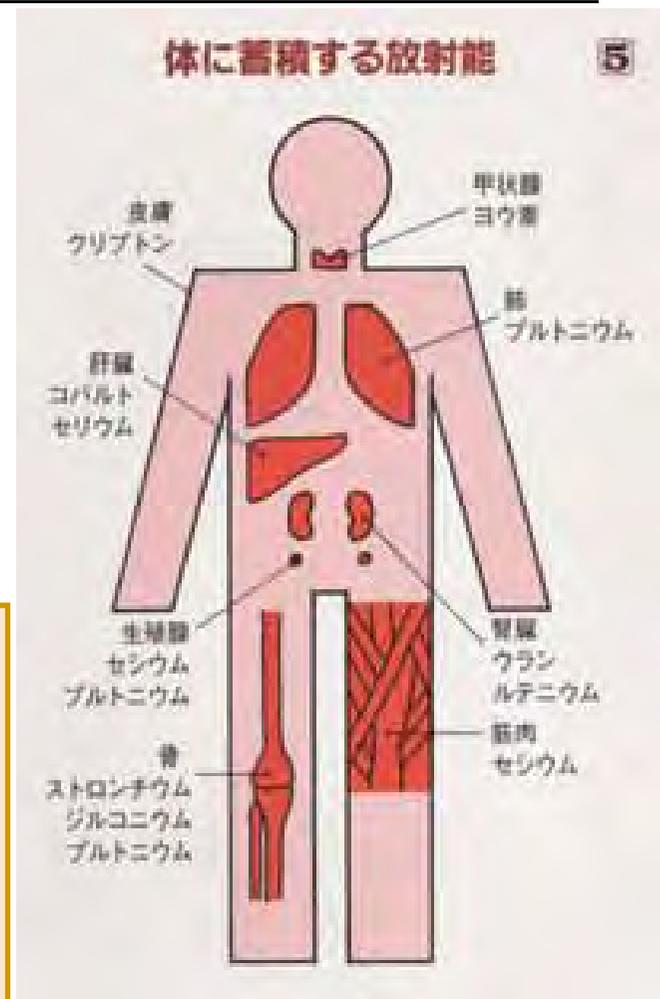


(DNA損傷)

確率的影響

これ以下なら安全という被ばく線量はない

がん
白血病
寿命短縮
遺伝的影響
など



放射性廃棄物持ち込み拒否条例

自治体	成立年月日	自治体	成立年月日
岡山県旧湯原町	1991.4.1	鹿児島県十島村	2001.3.21
岐阜県土岐市	1999.3.30	島根県西ノ島町	2004.7.1
鹿児島県旧屋久町	2000.3.30	宮崎県南郷町	2005.3.11
北海道幌延町	2000.5.11	鹿児島県旧笠沙町	2005.3.30
鹿児島県西之表市	2000.6.30	高知県東洋町	2007.5.11
鹿児島県中種子町	2000.9.28	鹿児島県宇検村	2007.6.20
鹿児島県旧上屋久町	2001.6.27	宮城県大郷町	2008.3.18



なお、北海道庁は2000.10.16に「受け入れ難い」と宣言

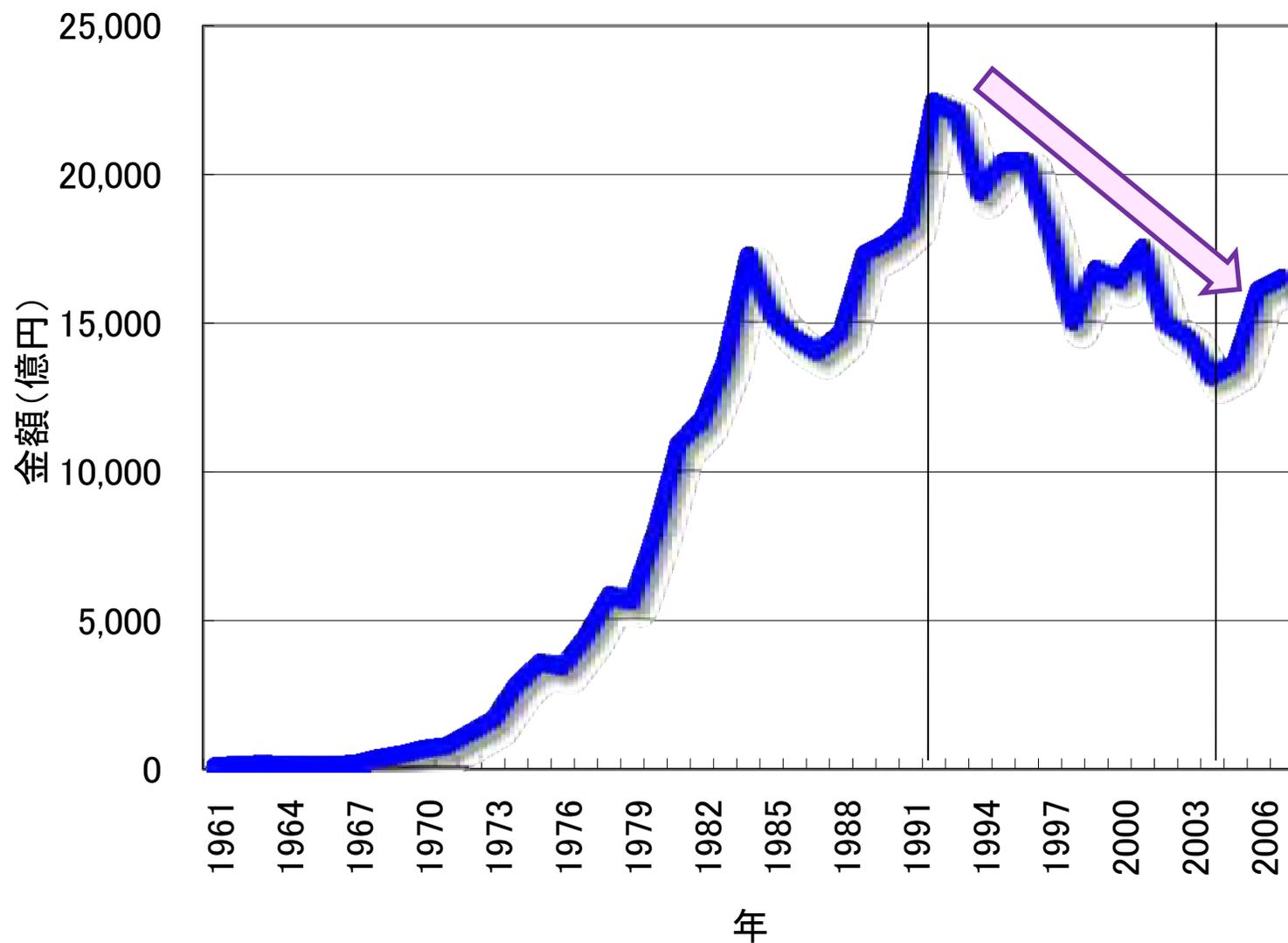


推進強化策(09. 6. 18)

- 既設炉の高度利用
 - 定期検査間隔の延長・出力の増加(5%)
- 新增設・リプレースの円滑化
 - 出力調整運転・建設資金の積み立て
 - 中間貯蔵使用済み燃料の再処理費を積み立て
- 核燃料サイクルの推進
- 国民との相互理解促進(広報強化)
- 地域共生(交付金)
- 国際動向への対応(積極輸出)

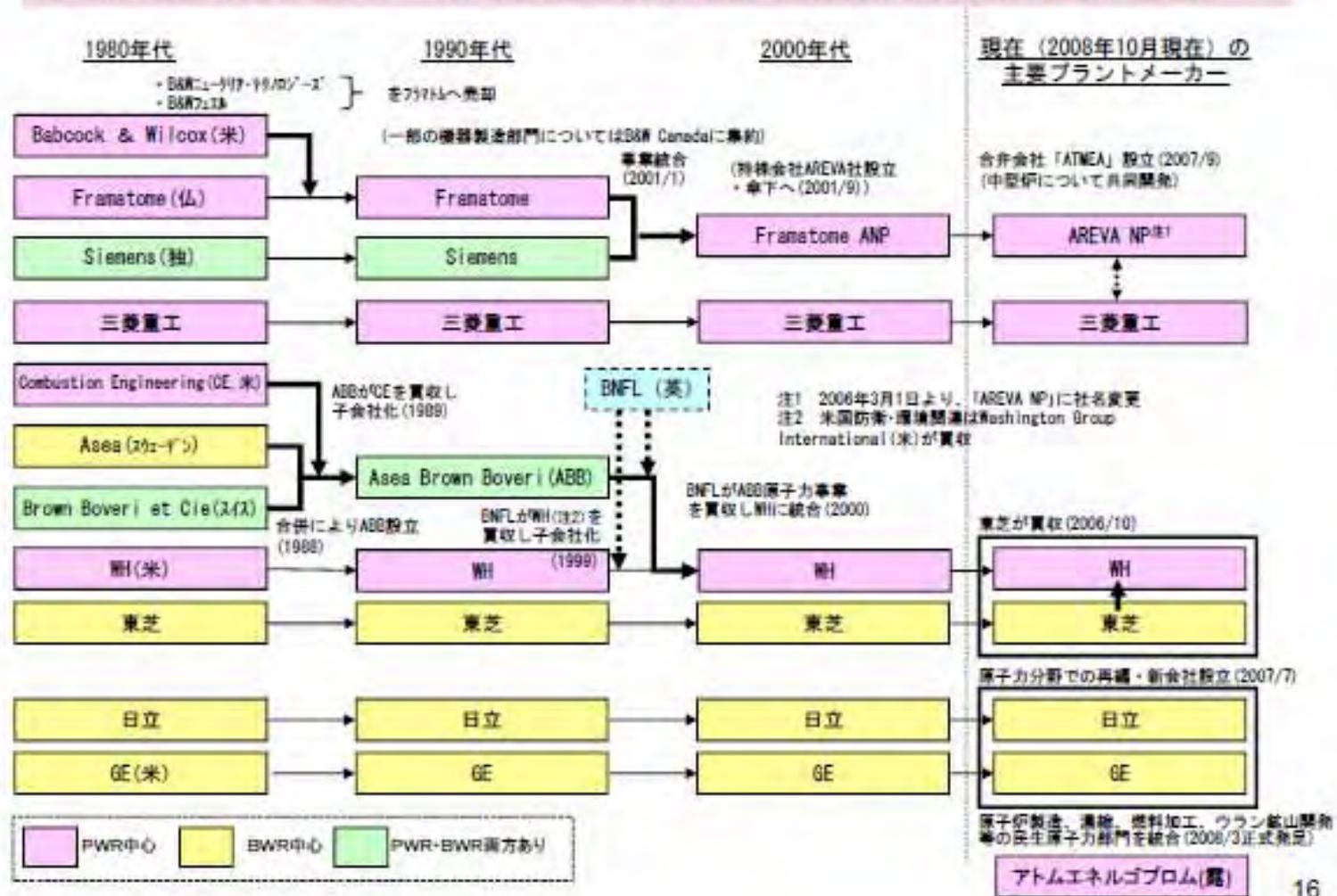


鉦工業の原子力関係売上高の推移



世界の主要原子力発電プラントメーカー

○世界の原子力プラントメーカーは、国際的な再編・集約化を通じて寡占化が進展。



想定を超えた地震の揺れ

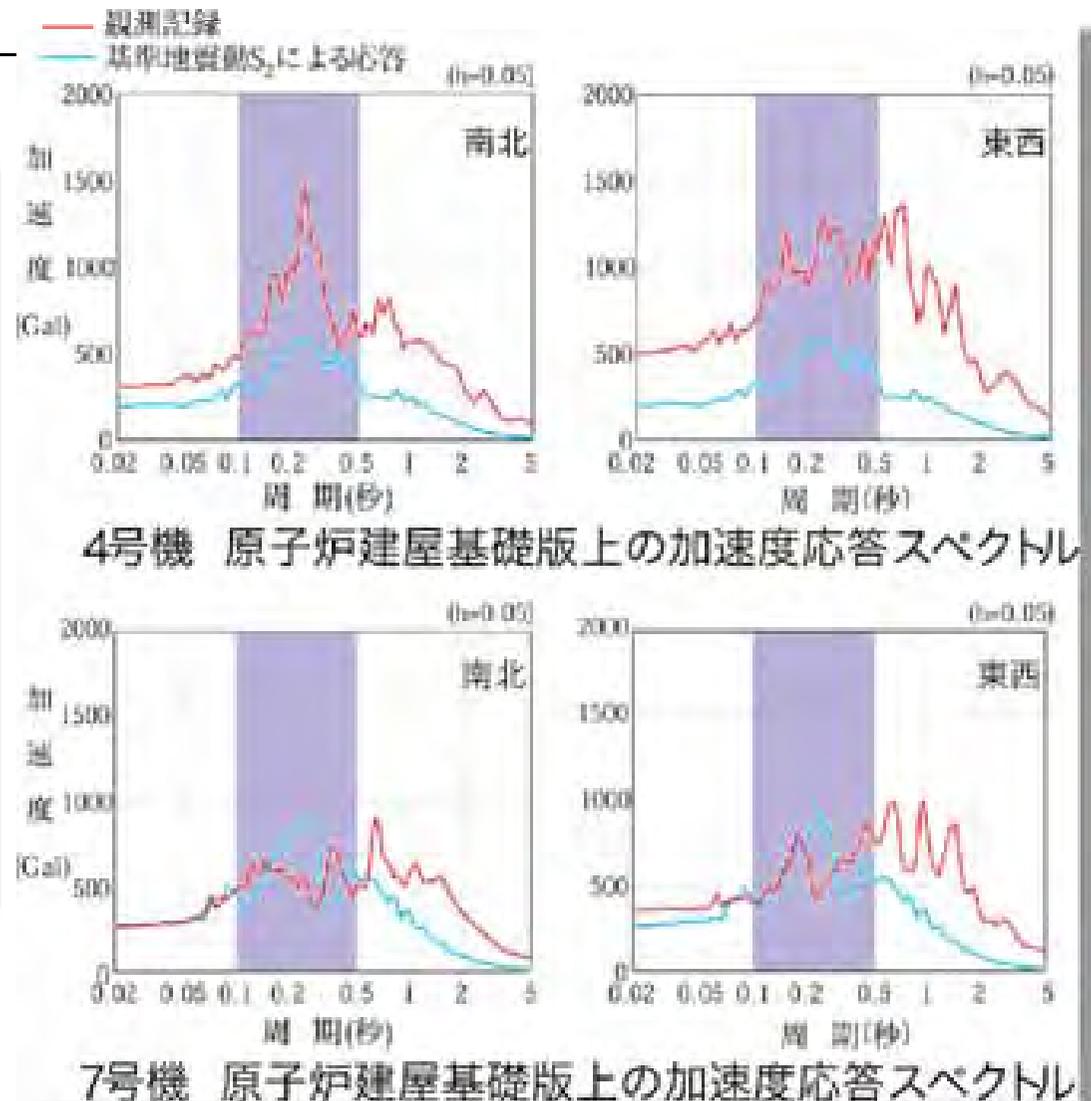
中越沖地震

発生:2007.7.16

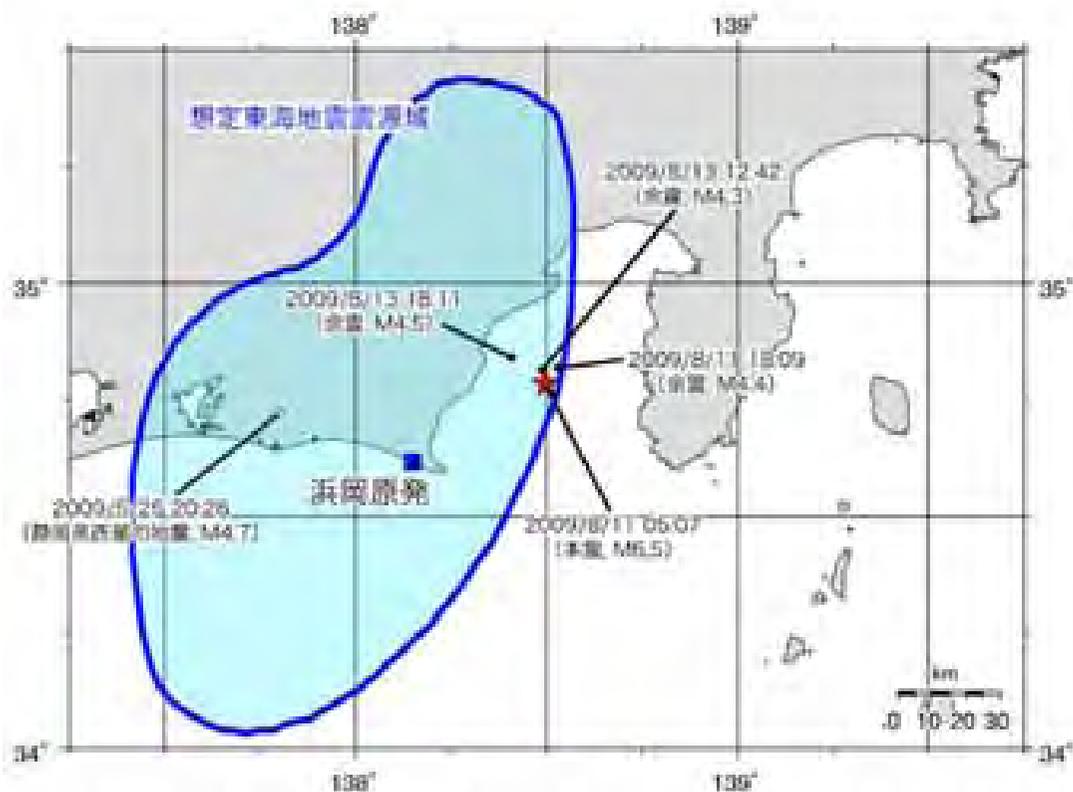
マグニチュード:6.8

- ・東電と国が動かないと評価した断層活動
- ・揺れは設計を超えた

佐渡海盆東縁断層?
柏崎平野の変動?



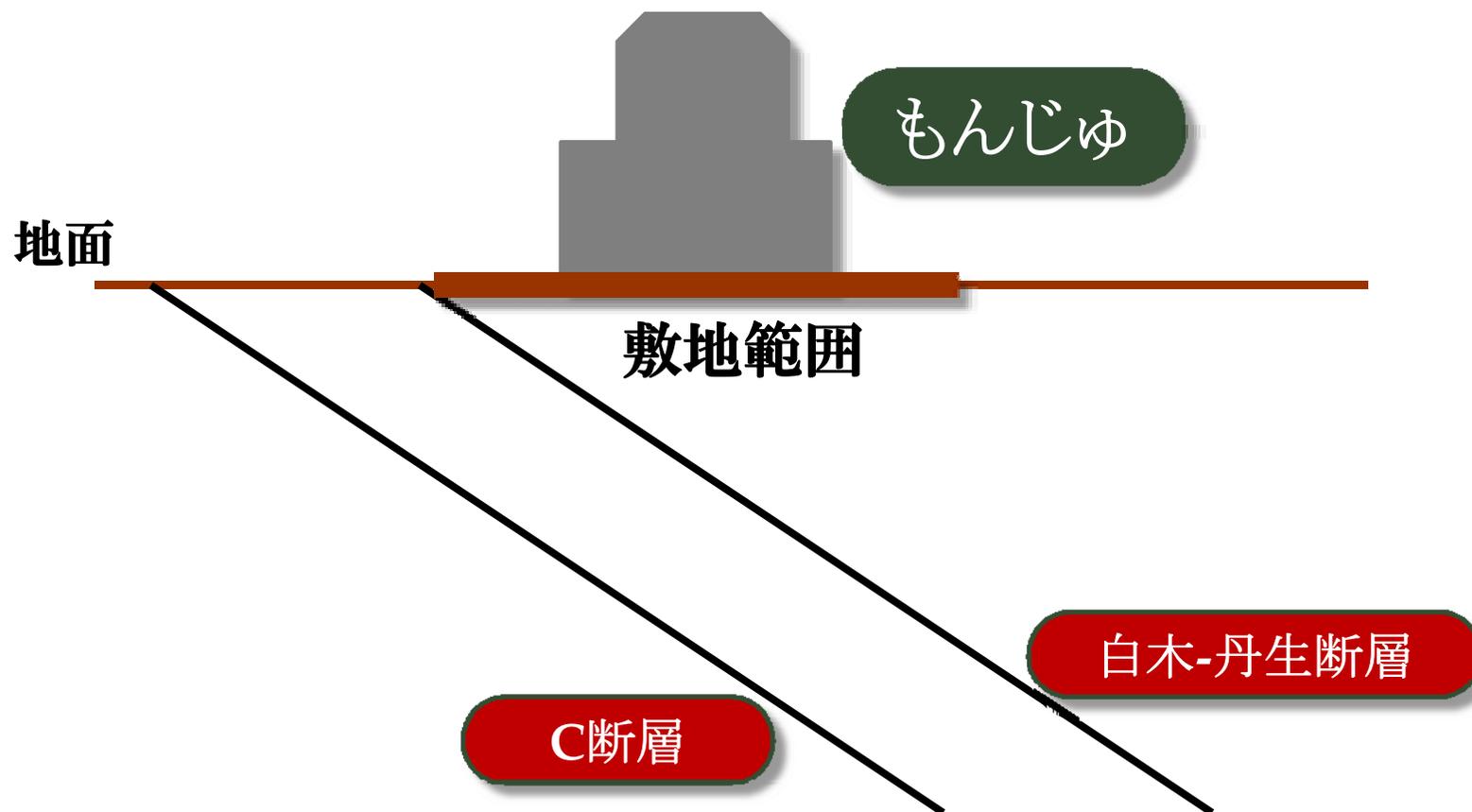
駿河湾の地震と浜岡原発の揺れ



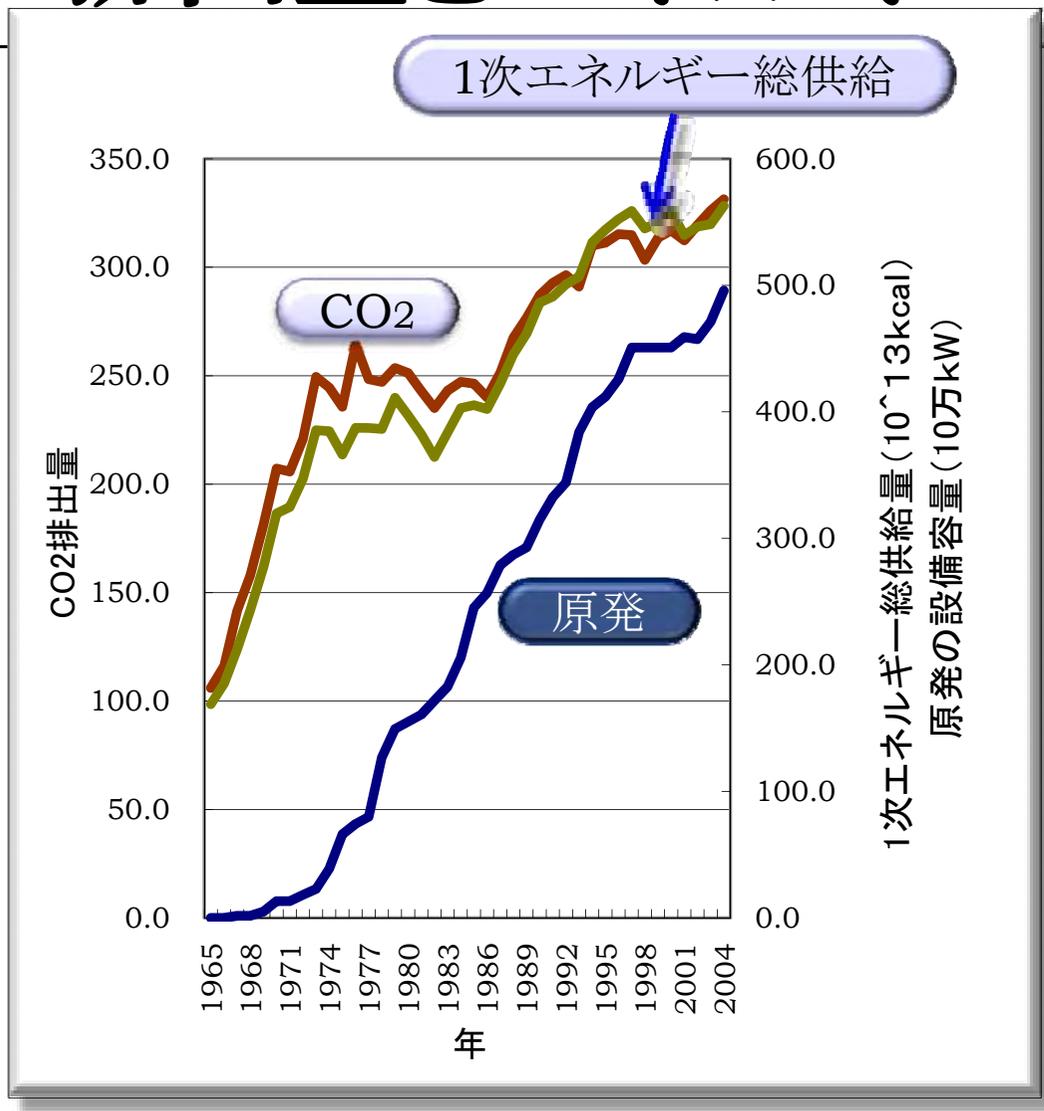
1 浜岡原発と駿河湾の地震(本震・余震)の震央位置, 想定東海地震震源域

4号炉	5号炉
調整運転中 自動停止	営業運転中 自動停止
水平方向 163ガル	水平方向 426ガル

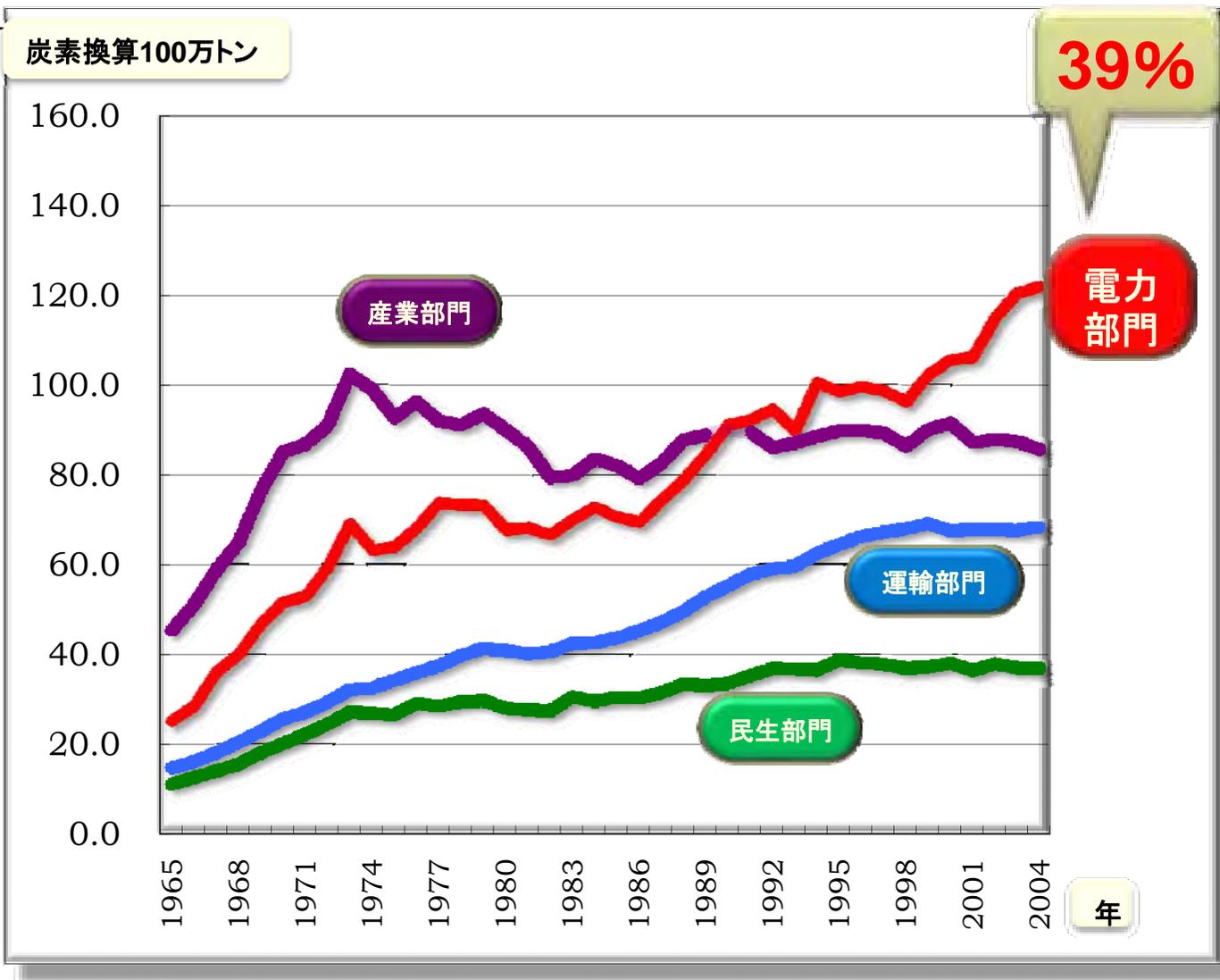
直下を走る活断層



CO2排出量とエネルギー利用



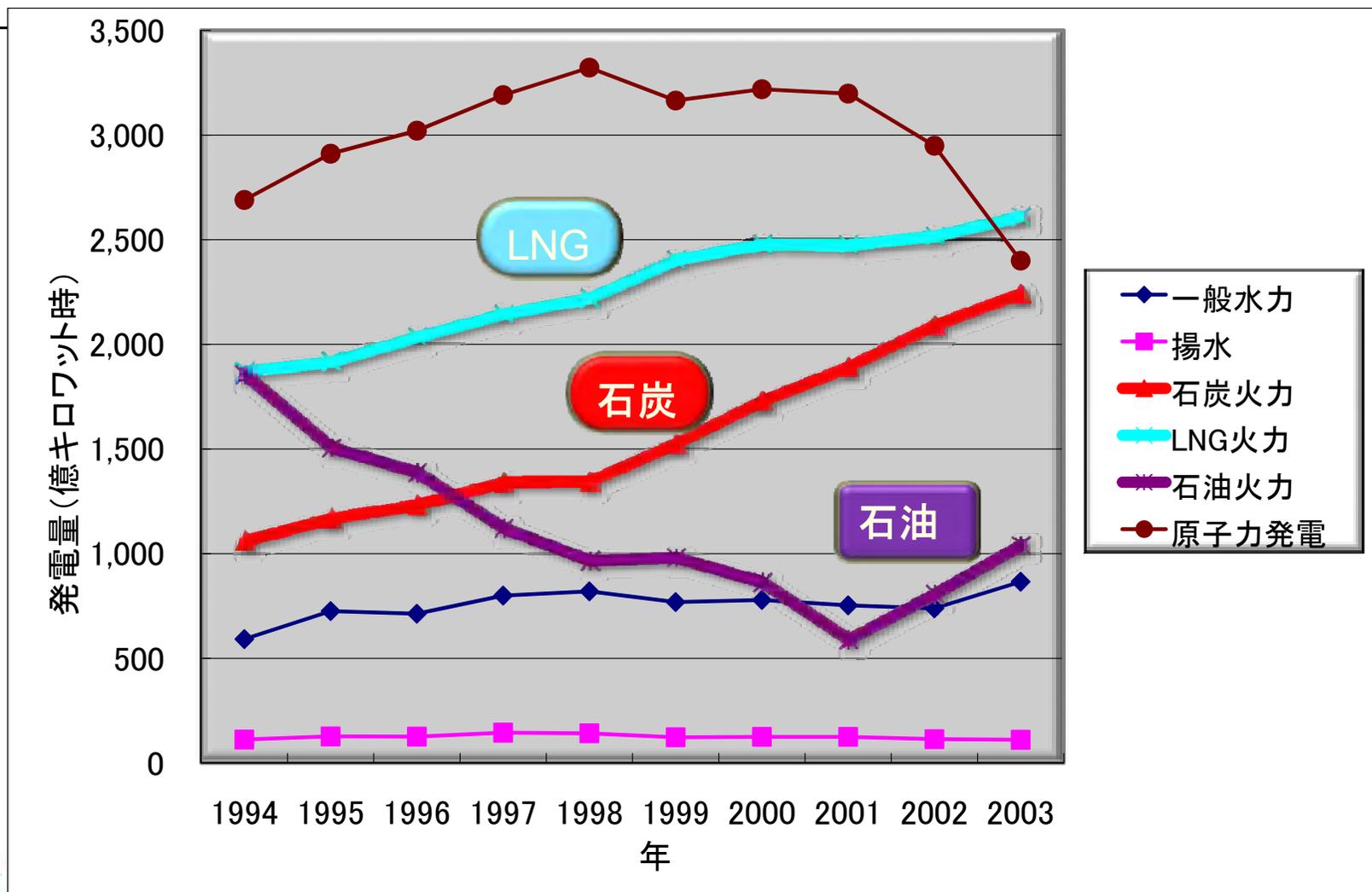
部門別二酸化炭素排出量



原発建設にも関わらず、電力部門からのCO2排出量が最大！

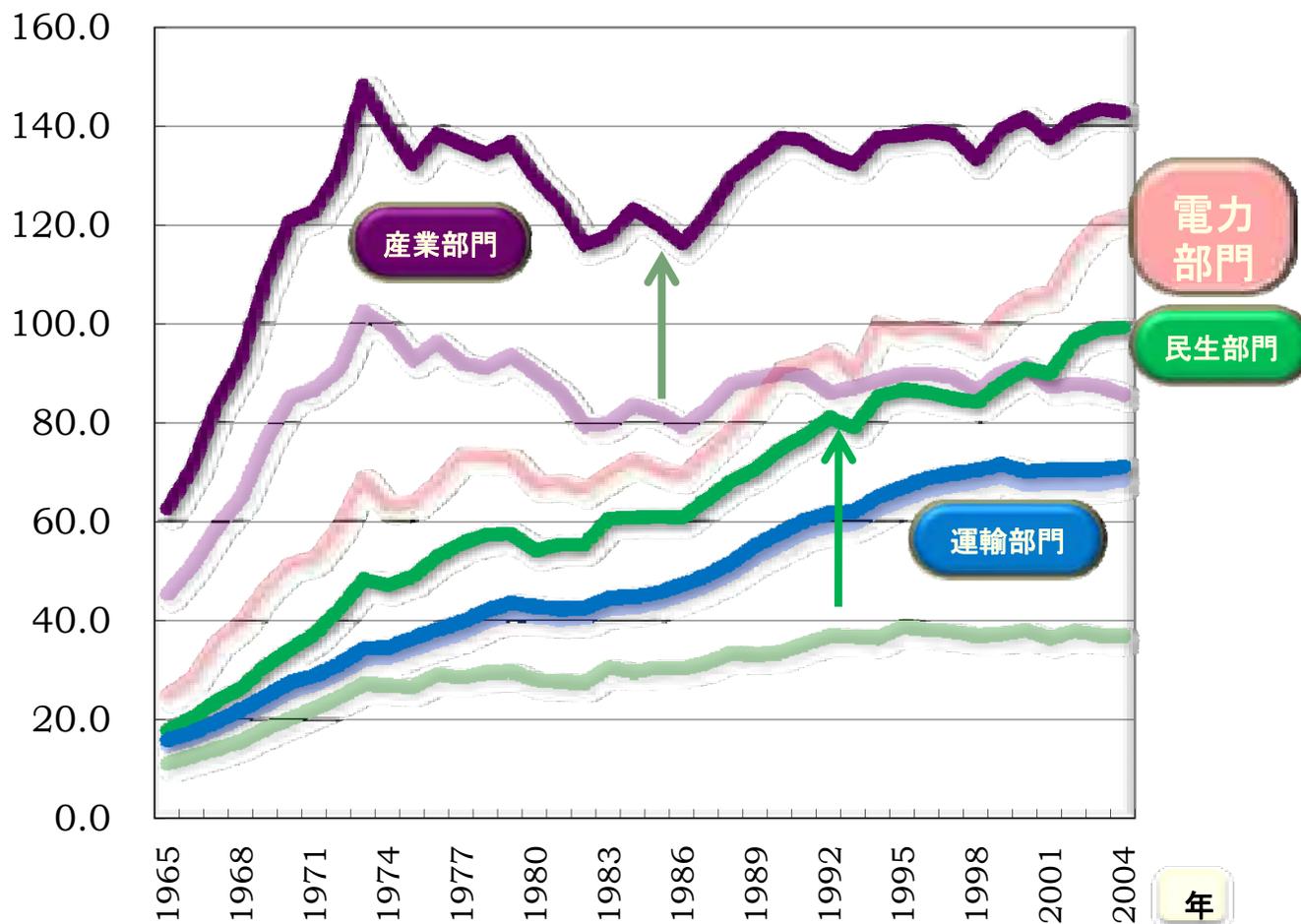


発電電力量の構成



部門別二酸化炭素排出量

炭素換算100万トン

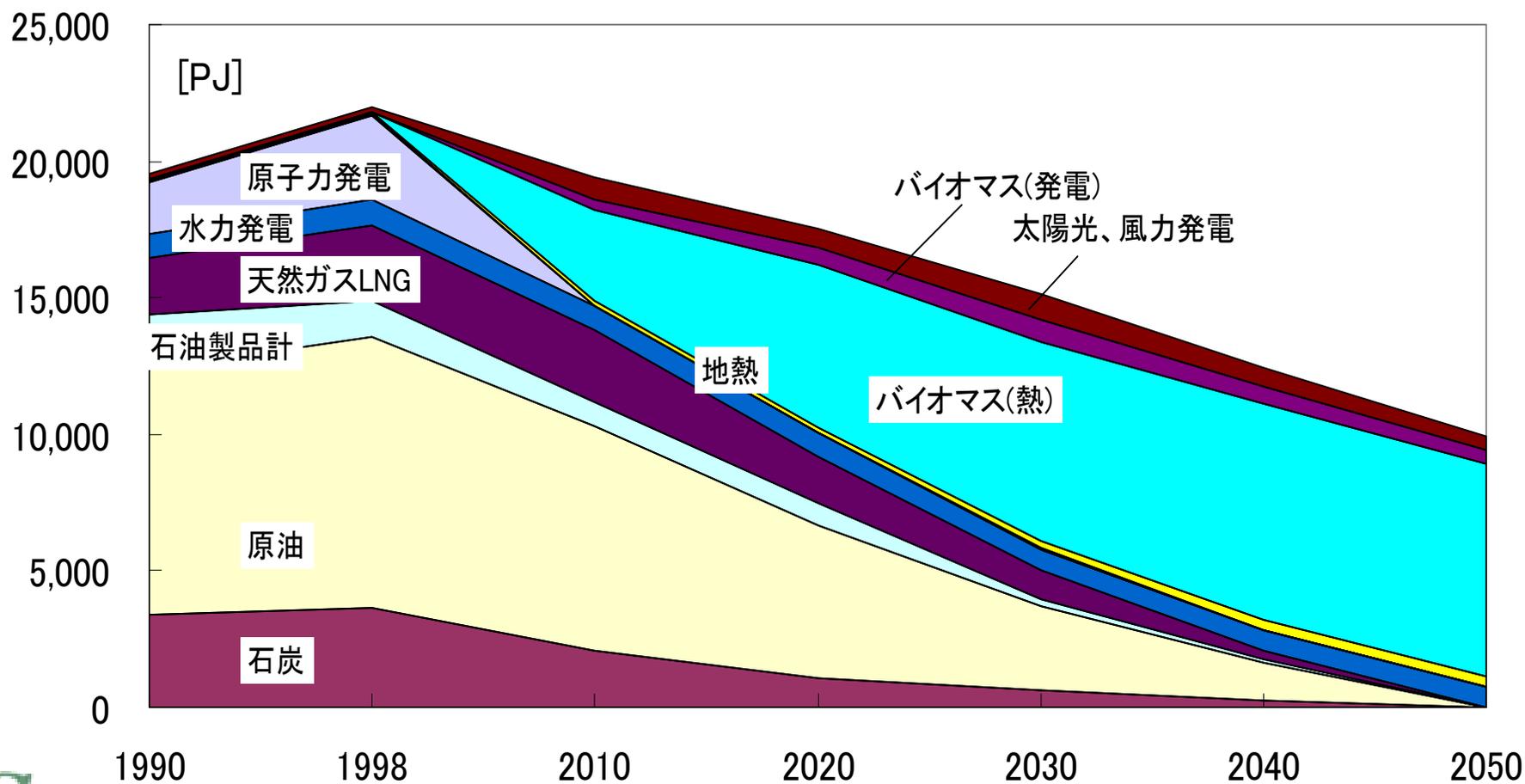


電力部門を
按分すると、
産業部門は
最大の
排出源

民生部門で
排出量が多
いのは、
電力需要に
依存

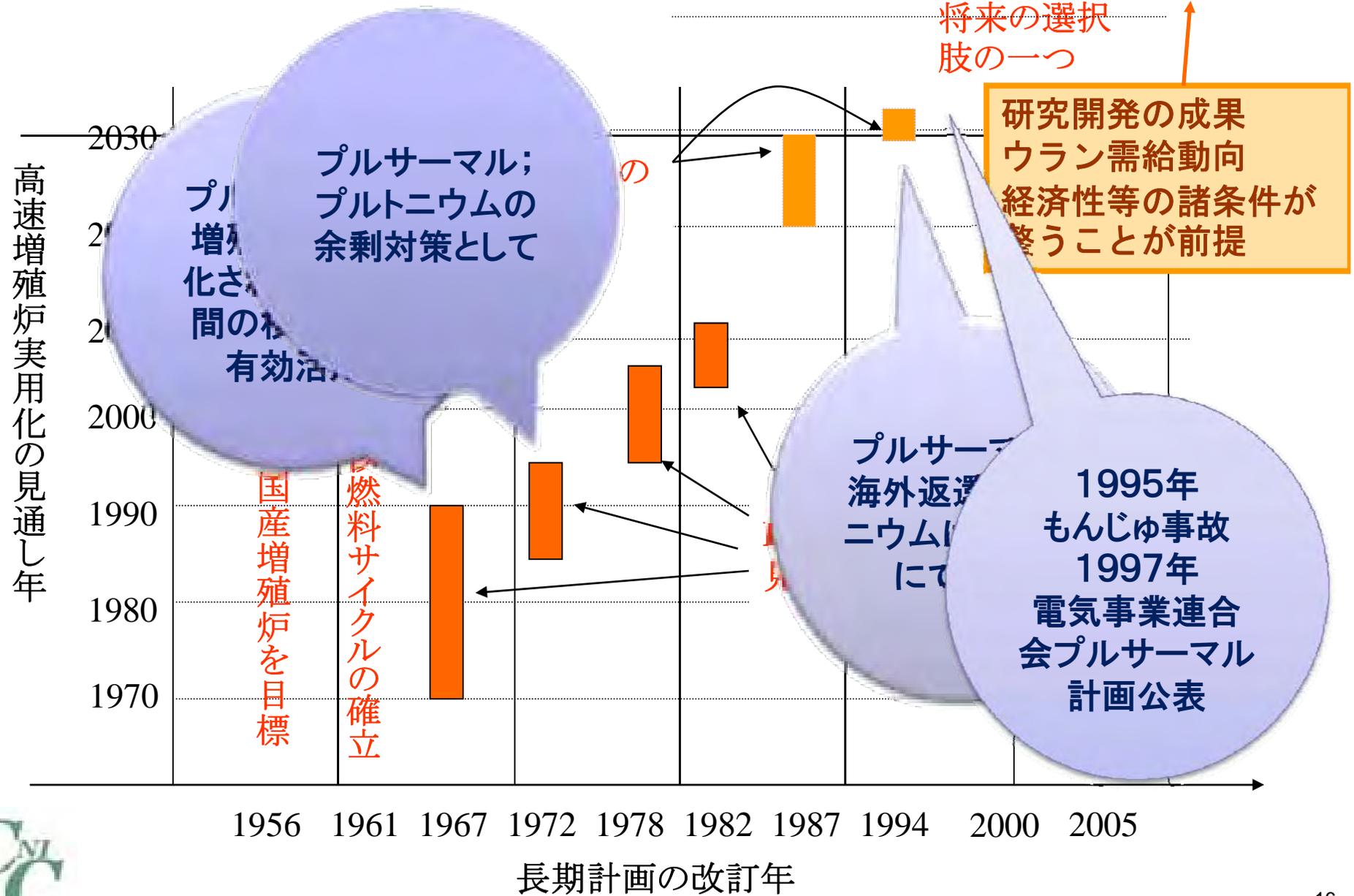
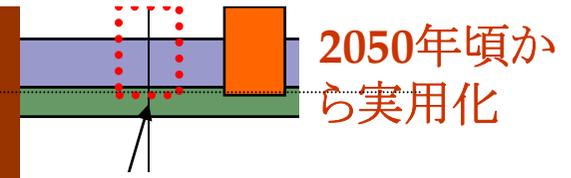


CNIC自然エネルギー100%導入シナリオ



『市民のエネルギーシナリオ2050』(原子力資料情報室2003.1.1)より

原子力開発利用長期計画における 高速増殖炉実用化の時期とプルサーマル



資源節約につながらない、95%再利用のウソ



天然ウラン ウラン燃料 使用済み燃料

海外のプルサーマル利用

	運転中 PWR	MOX装 荷PWR	運転中 BWR	MOX装 荷BWR	05～07年 の装荷体数	備考
フランス	58	20	0	0	428	
ドイツ	11	8	6	2	208	
スイス	3	3	2	0	84	
ベルギー	7	1	0	0	0	装荷終了
アメリカ	69	1	35	0	0	照射試験
その他	117	0	51	0	0	
計28カ国	265	33	94	2	728	



直接処分が経済合理的

- 技術検討小委員会の設置によるコスト試算
 - 60年間をコスト評価期間とする
 - 使用済みMOX燃料の処分は使用済みウラン燃料の4倍

シナリオ (円/kWh)	全量 再処理	部分 再処理	全量 直接処分	当面貯蔵
バックエンド コスト	1.6	1.4~1.5	0.9~1.1	1.1~1.2
発電コスト	5.2	5.0~5.1	4.5~4.7	4.7~4.8

図 1-2 運転年数と発電コストの関係
(原子力部会の試算結果、設備利用率 80%)

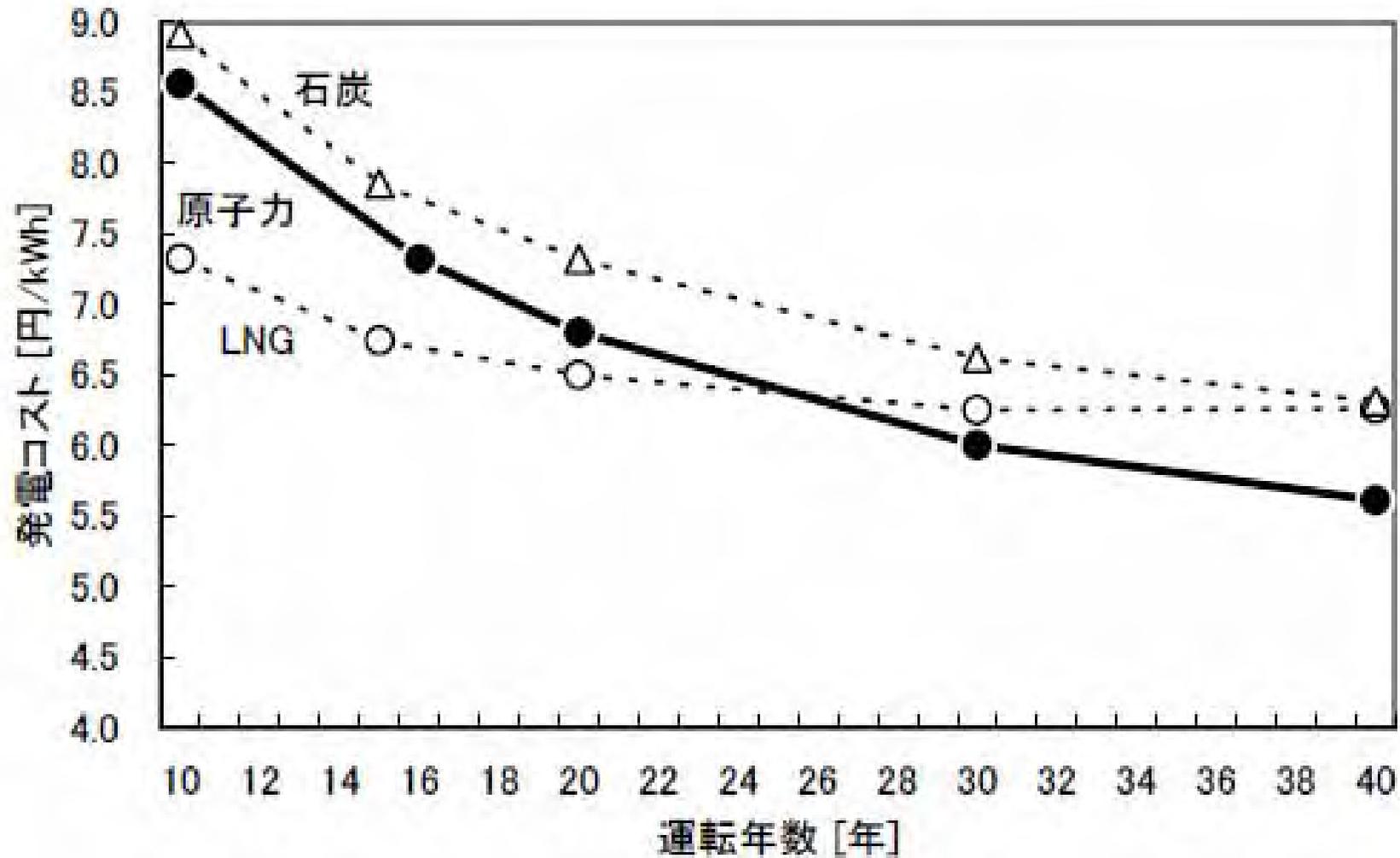
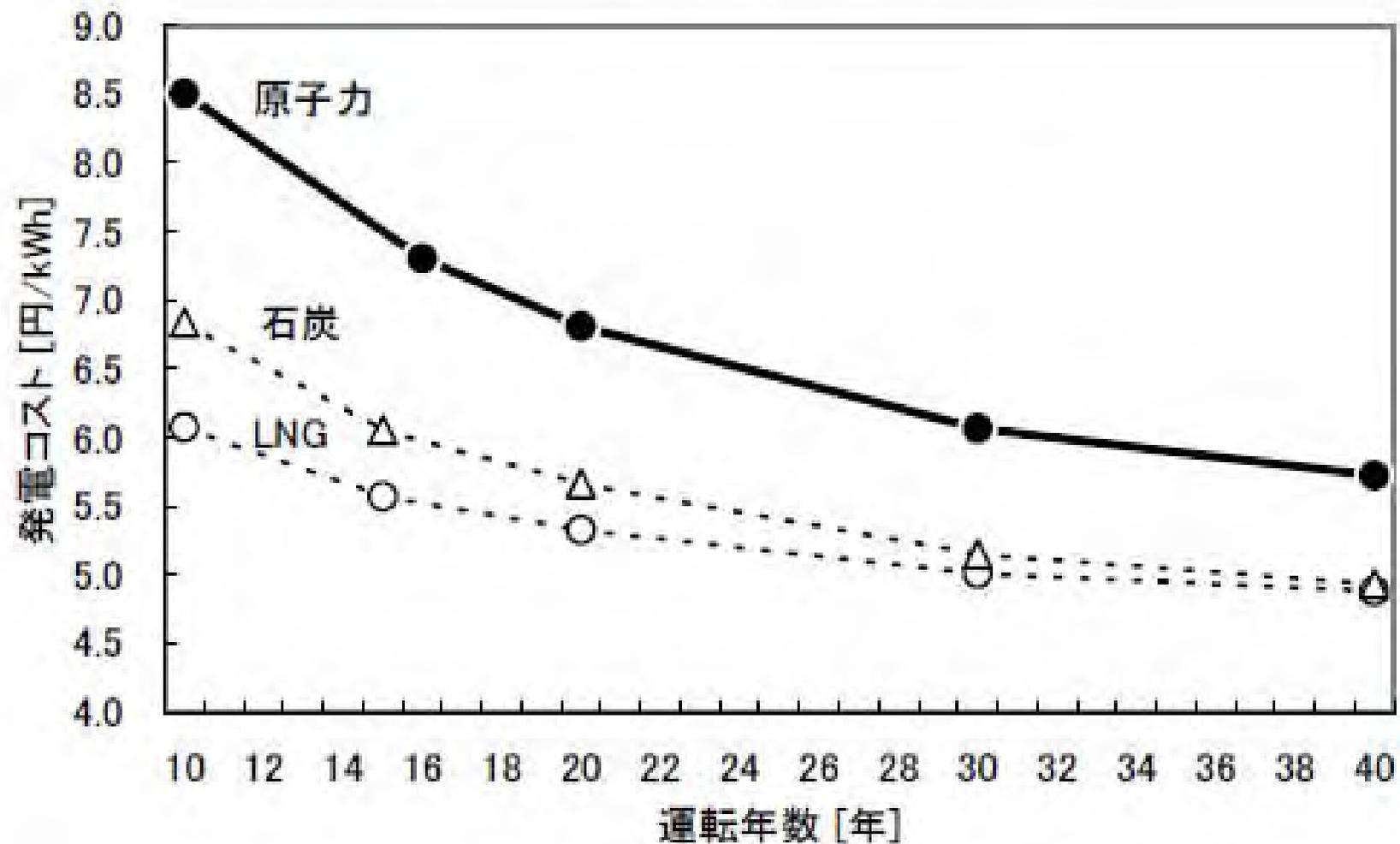
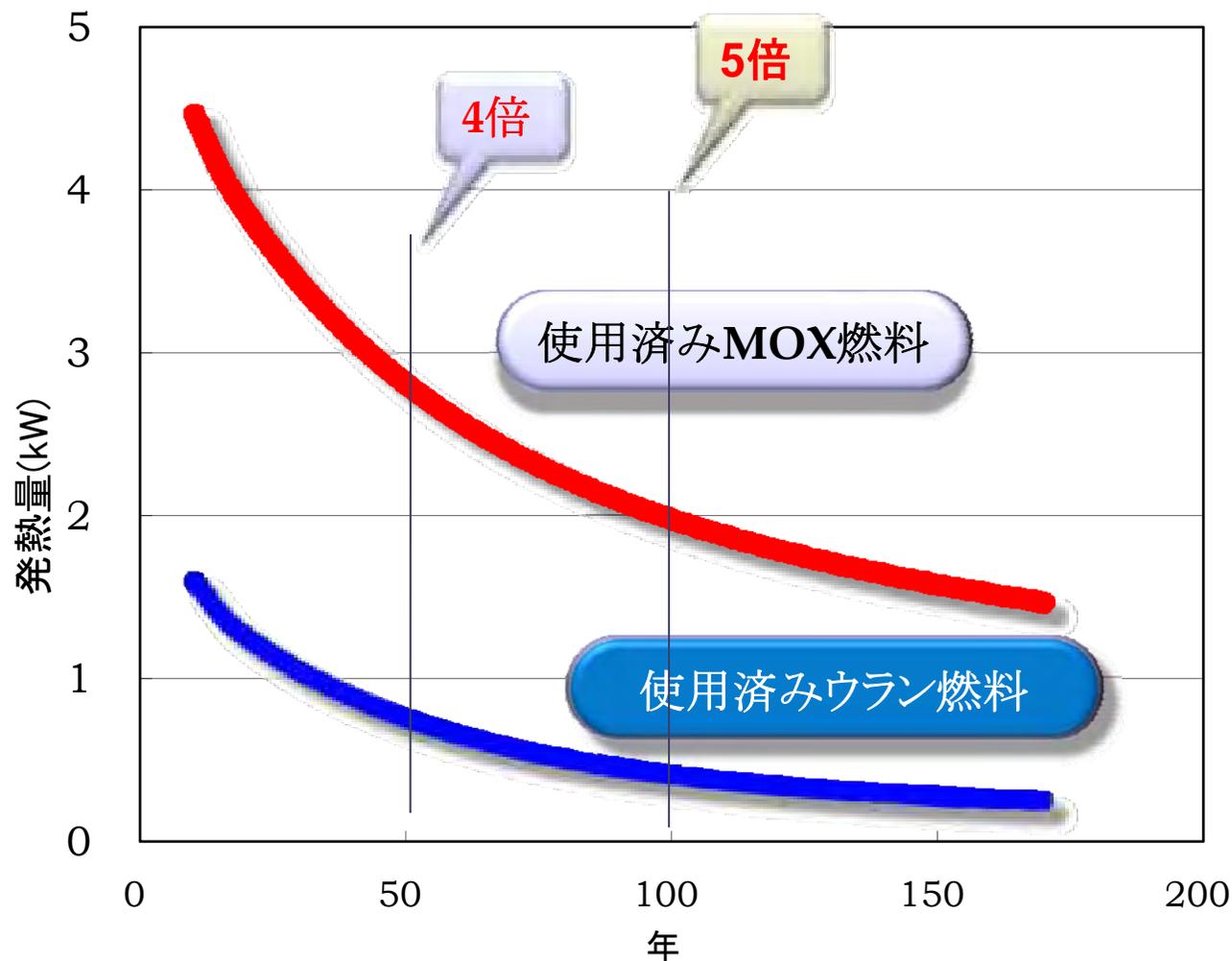


図 1-1 運転年数と発電コストの関係
(今回の試算結果、設備利用率 80%)

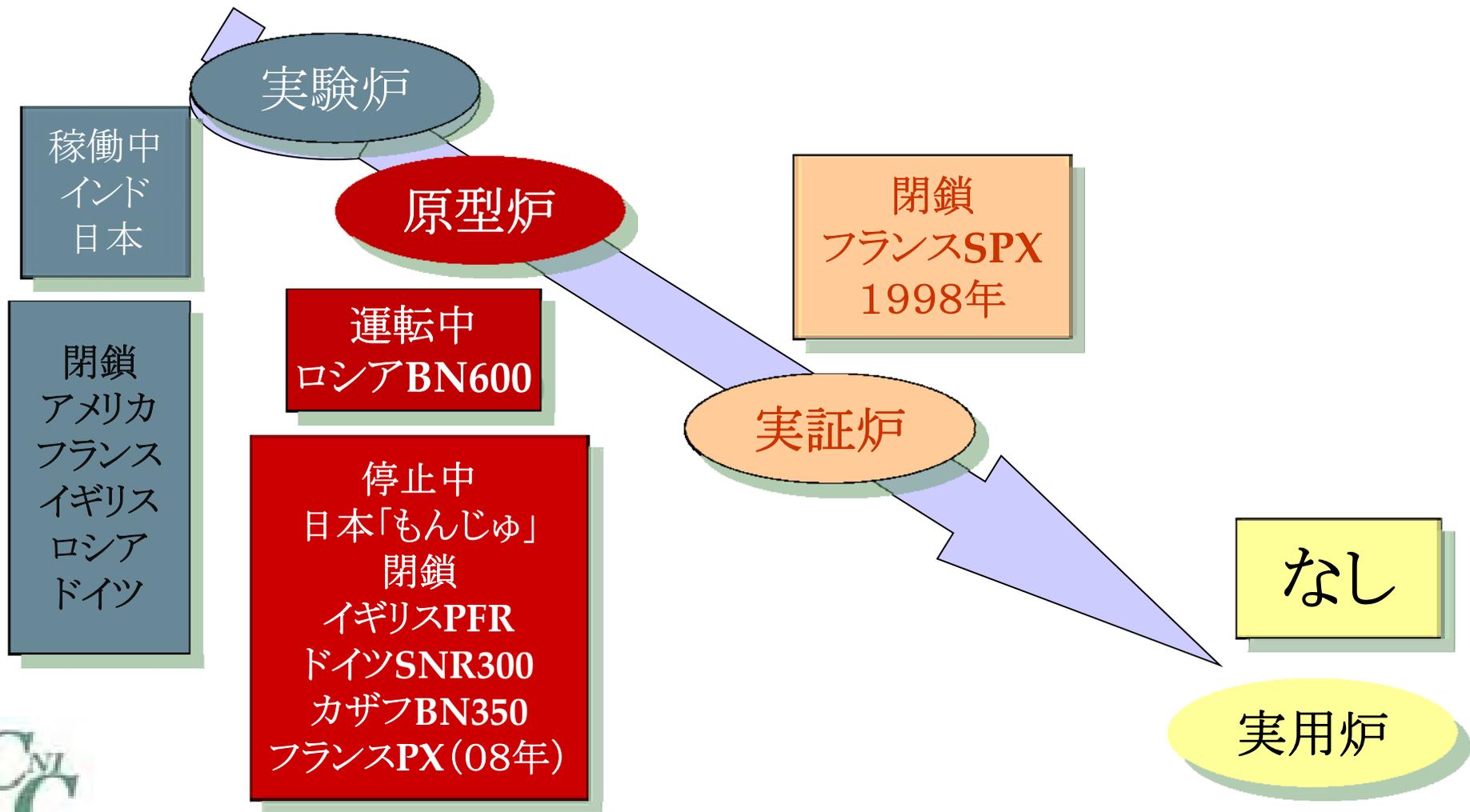


地元に残る

使用済みMOX燃料の発熱量変化



高速増殖炉開発先進国は撤退





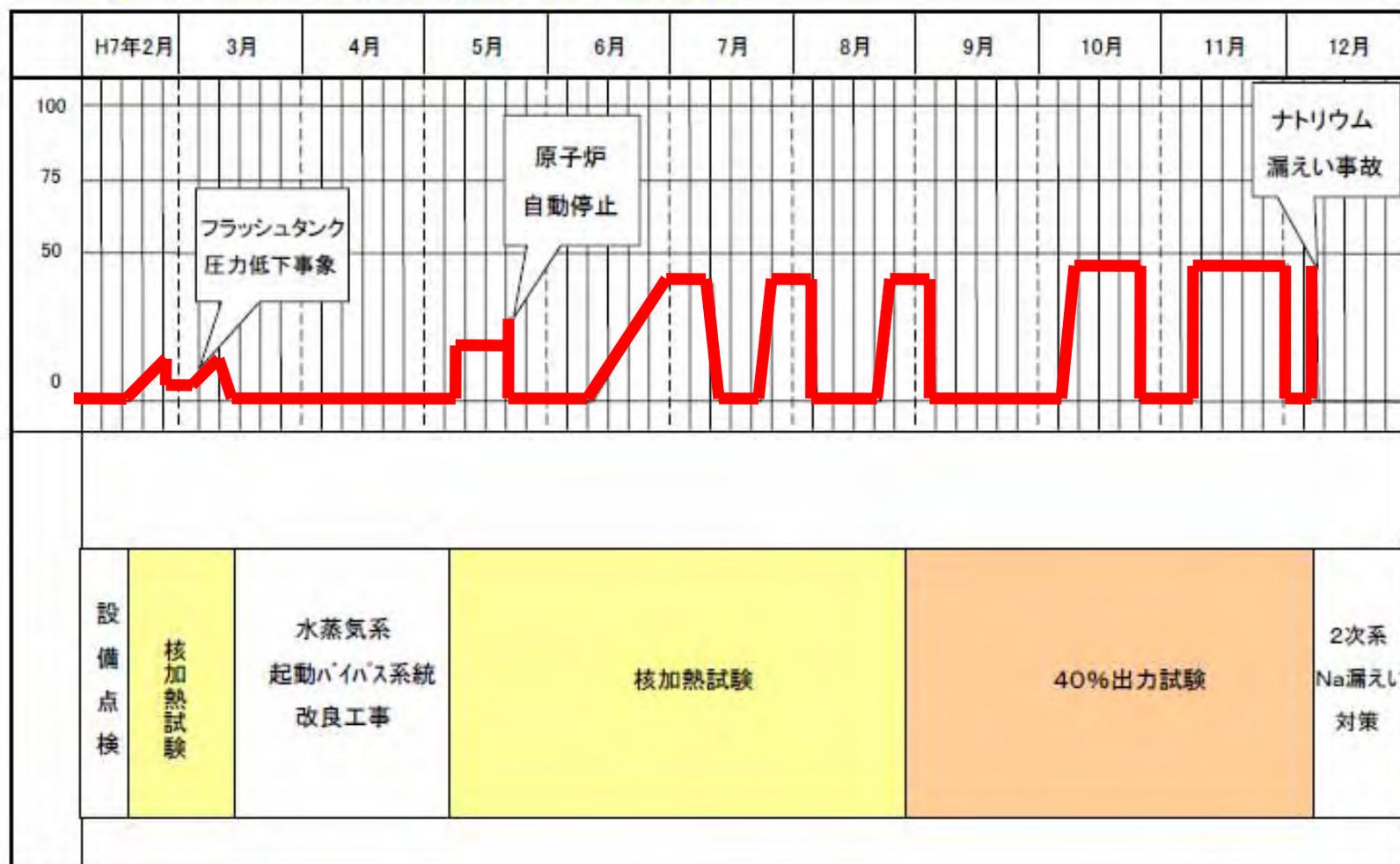
もんじゅ事故を振り返る

- 85年 建設開始
- 94年 初臨界
- 95年 初発電
- 95年 ナトリウム漏えい火災事故
 - 40%出力時・二次系配管から漏えい
 - ナトリウムの温度計さやの破損が原因
 - 現場撮影ビデオの隠ぺい発覚
- 以来、停止中(09年度中に運転再開か?)

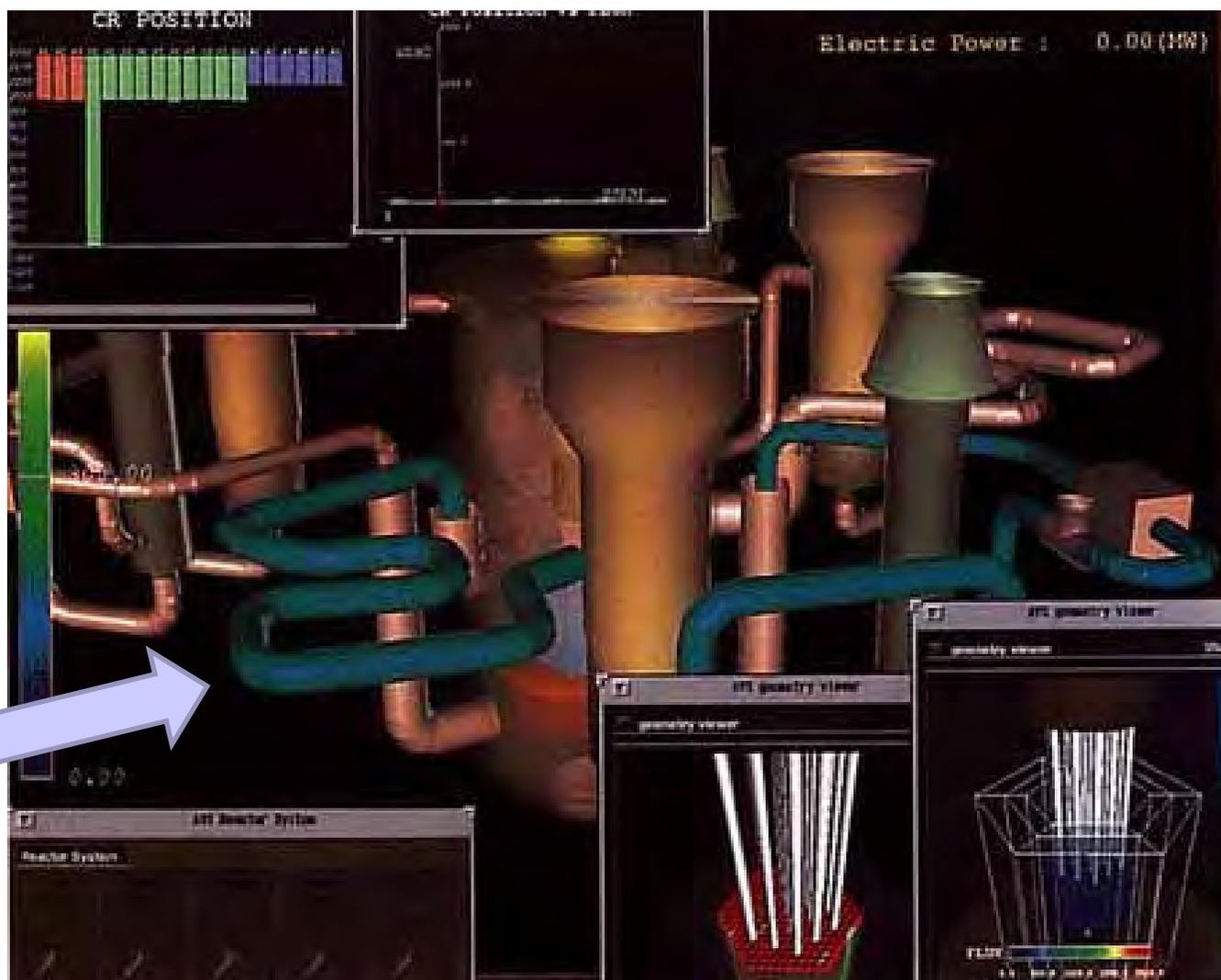


運転実績

平成7年実施の「性能試験」における運転実績



曲がりくねった配管



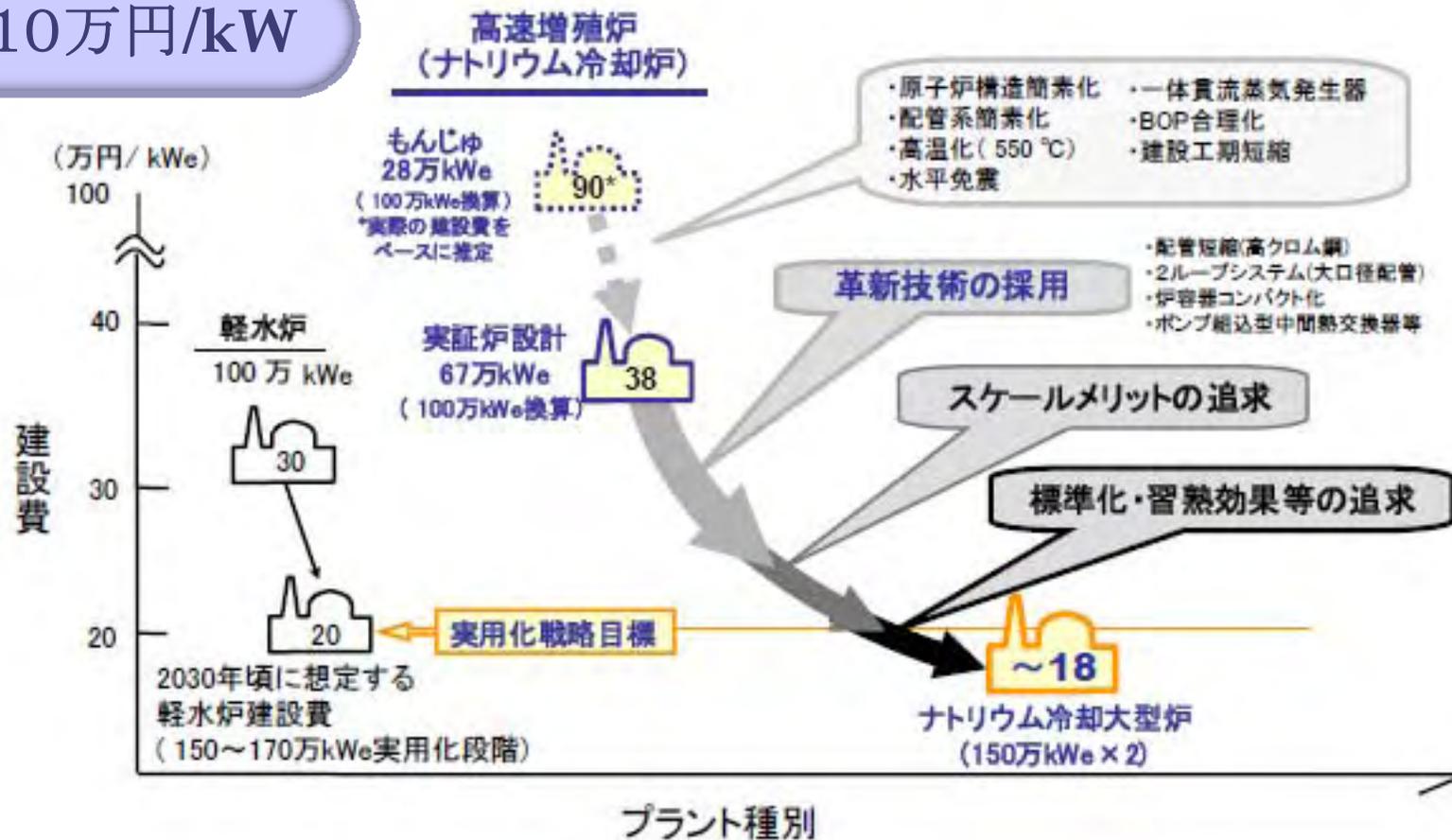
もんじゅ開発関連経費

09年度までの経費	億円
もんじゅ(1980年度～)	9,032
Na機器等開発(80年度～)	<u>6,161</u>
MOX燃料製造(77年度～)	1,699
常陽(78年度～)	1,728
再処理施設(東海)	7,645
ふげん(77年度～)	3,944
合計	30,210



もんじゅの非経済性

210万円/kW



各高速増殖炉の設計結果の比較

※ 評価は他と比べて優れた点を示す

項目		ナトリウム炉(1,500MWe) 酸化物燃料		ヘリウムガス炉(1,124MWe) 窒化物燃料		鉛ビスマス炉(710MWe) 窒化物燃料		水炉 (1,356MWe) 酸化物燃料		
		資源重視*	経済性重視**	資源重視	経済性重視	資源重視	経済性重視			
安全性		再臨界回避方策について 炉外・炉内試験実施中		検討中 (コアキャッチャの設置)		検討中 (燃料浮遊による再 臨界回避の可能性)		検討中 (容器下部への吸収体、 注水系の設置など)		
資源有効利用	増殖比(1.0~1.2程度)†	1.16	1.04	1.17	1.03	1.15 ±	1.04 ±	1.03		
	複利システム倍増時間	46年	—	73年	—	48年 ±	—	200年以上		
	初装荷炉心に必要となる核分裂性物質質量	4.4t/GWe	5.9t/GWe	9.6t/GWe	9.6t/GWe	5.8t/GWe ±	5.6t/GWe ±	11t/GWe程度		
環境負荷低減	MA燃焼	低除染条件(FP含有率2vol%)で、 軽水炉使用済み燃料条件のMA含有率4%程度まで受入可能						低除染条件と水冷却高速炉のリサイクル条件 (MA含有率2%程度)は 受入可能		
	FP核変換	径ブランケット領域に装荷することで、 自己生成成分のLLFP(I-129とTc-99)を核変換できる可能性あり						未検討		
経済性	燃料費削減	燃焼度	炉心平均(150GWd/t以上)	148GWd/t	149GWd/t	119GWd/t	119GWd/t	157GWd/t ±	159GWd/t ±	88 GWd/t
			全体平均(60GWd/t以上)	63GWd/t	110GWd/t	58GWd/t	80GWd/t	105GWd/t ±	143GWd/t ±	45 GWd/t
	稼働率向上	連続運転期間(13ヶ月以上)	18ヶ月	26ヶ月	20ヶ月	19ヶ月	18ヶ月 ±	18ヶ月 ±	18ヶ月	
		稼働率(90%以上)	93%程度	96%程度	93%程度		93%程度		93%程度	
	熱効率向上	原子炉出口温度	550°C		850°C		445°C		287°C	
		熱効率/所内負荷率	42% / 4%		47% / 3%		38% / 3%		35% / 3%	
	資本費削減	建設単価(20万円/kWe以下)	相対値: 90%		相対値: 110%		相対値: 110%		相対値: 100%程度	

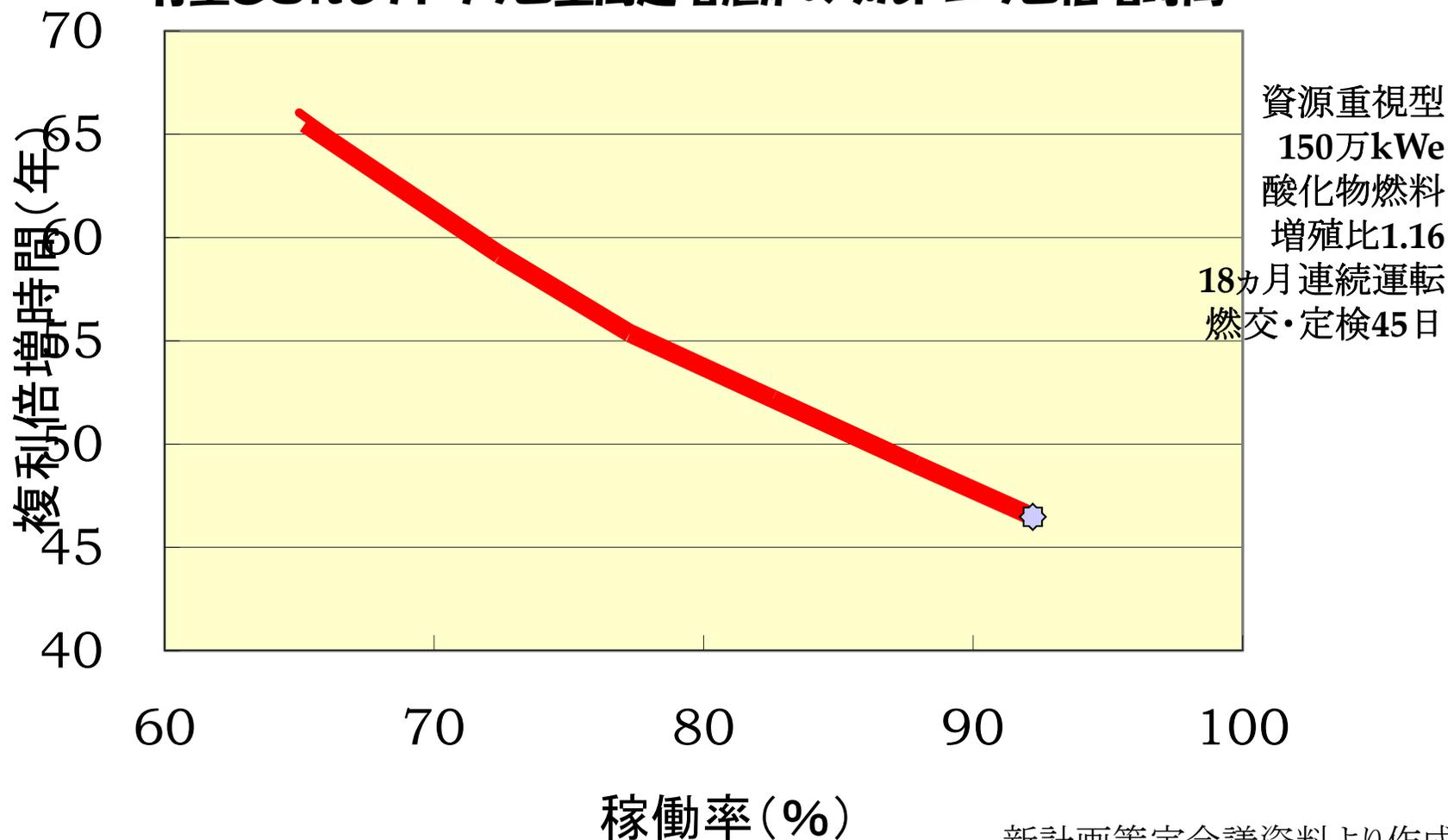
*: 燃料の増殖性能を高めた炉心
** : 炉心全体の平均燃焼度を高めた炉心

† 増殖比は初期及び末期炉心の平均値を使用。なお水冷却炉についてはPu残存比を記載。
‡ 被覆管制限温度650°Cとした時の評価結果。

3

ほとんど増殖しない高速増殖炉

有望とされるナトリウム型高速増殖炉のプルトニウム倍增時間

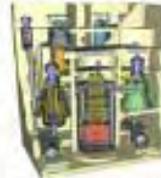


1.2 高速増殖炉の研究開発成果(1/5)

進め方:

高速増殖炉の開発は、実用化に向け実験炉から原型炉へとステップを踏み進めてきた。その成果を踏まえ、経済性があり、信頼性の向上した実用炉に向けた研究開発を柔軟性を持たせつつ進めている。

実用炉



高い経済性と信頼性を備えた発電プラントシステム

実用化戦略調査研究:

経済性・信頼性を向上させる革新技術の開発

消えている
実証炉計画

原型炉「もんじゅ」・発電プラントとしての信頼性の実証
・ナトリウム取り扱い技術の確立



出力 : 714MWt / 280MWe
温度 : 529°C

実験炉「常陽」・高速増殖炉の原理の確認
・安全かつ安定的な運転の実証



出力 : 50MWt → 100MWt → 140MWt
温度 : 435°C → 500°C → 500°C

発電システム技術開発、
スケールアップ、高性能化

六ヶ所再処理分のコスト比較

費用項目（単位：億円）	再処理	再処理なし
再処理（再処理工場への輸送含む）	110,000	—
高レベル廃棄物処分（輸送含む）	30,197	65,646
TRU廃棄物地層処分	8,100	—
MOX燃料加工	11,900	—
使用済み燃料輸送	5,574	5,128
使用済み燃料中間貯蔵	—	16,152
MOX相当量のウラン燃料費用	▲9,430	—
合計	156,341	86,926

政策変更コスト

六ヶ所再処理工場 (兆円)		代替火力関連(兆円)		
既投資額	2.44		2015年	2020年
廃止措置 (ウラン試験前)	0.45 (0.31)	代替火力 発電コスト	11	22
売却益	-0.02	CO ₂ 対策	0.7	1.4
合計	2.87 (2.73)	合計	12	23
円/kWh	0.19	円/kWh	0.7	1.3

長計にみる再処理の記述

長計	再処理の記述
1987年	民間第2再処理工場は、2010年ごろの運転開始
1994年	民間第2再処理工場は、2010年ごろに方針を決定する
2000年	六ヶ所再処理工場に続く再処理工場は、2010年ごろから検討が開始
2005年 案	使用済み燃料の処理の方策は、2010年ごろから検討を開始

