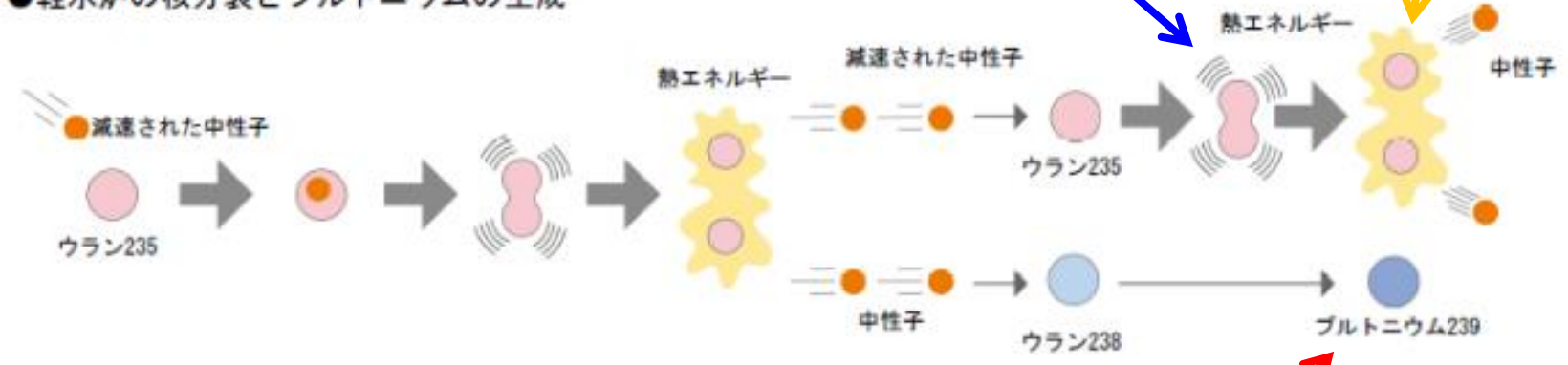


ウラン燃料の中ではウラン235とプルトニウム238の核分裂が起きている

このウラン235が核分裂した時に発生する熱エネルギー(同じ重量で石油の3,000万倍)により蒸気を発生しタービンを回転させ電気を作る。別の表現では、ウラン235の1グラムはガソリン2000リットルと同じエネルギーを生み出す。

核分裂の結果、ウラン235は2つのより小さい物質になり、これが**高レベル放射線廃棄物**となる

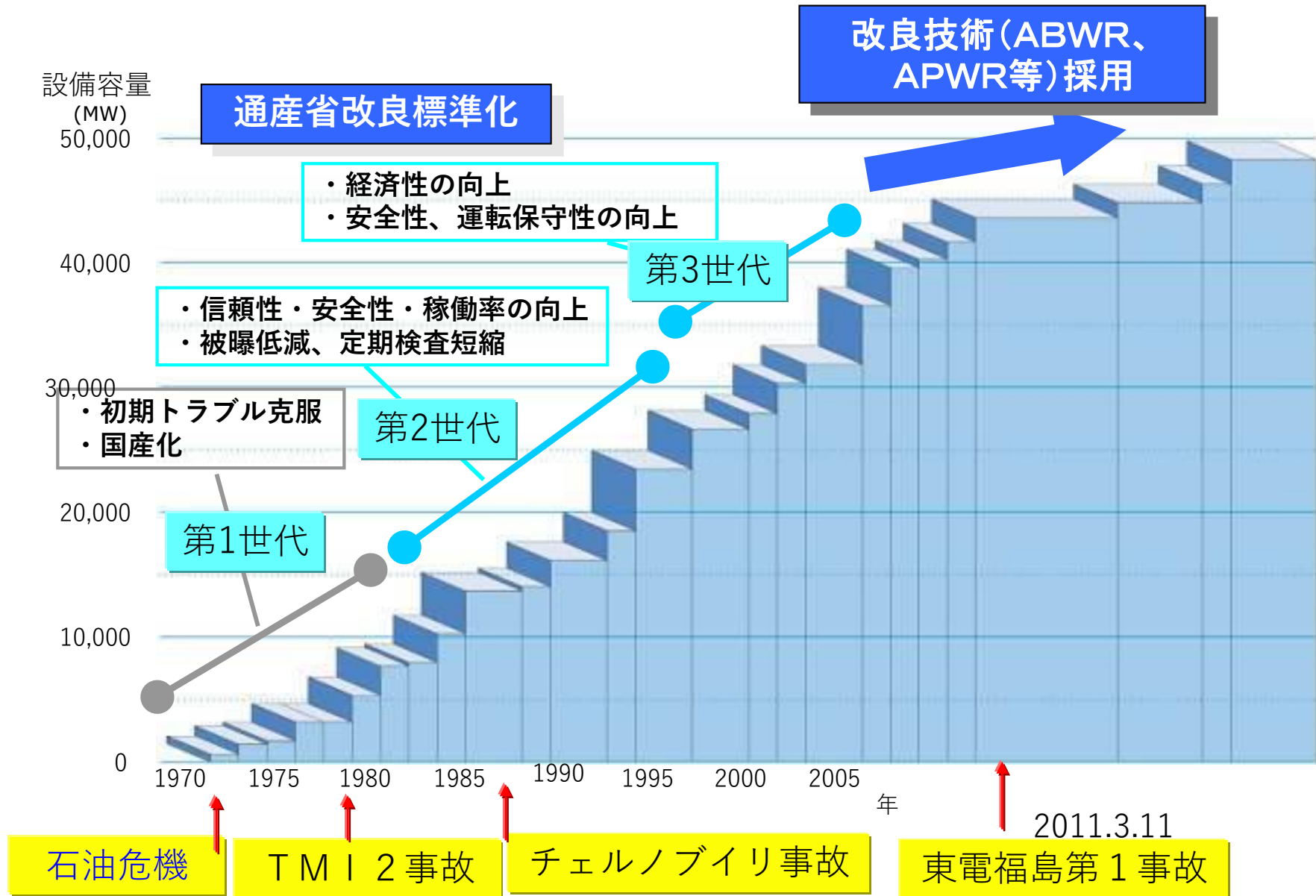
●軽水炉の核分裂とプルトニウムの生成



一部のウラン238も中性子(質量=1)を吸収し、プルトニウム239になり、この一部は核分裂し熱エネルギーを発生、一部が残る。このプルトニウム239を再利用するのが**核燃料サイクル**である。

我が国の原子力発電建設の歴史

図-2



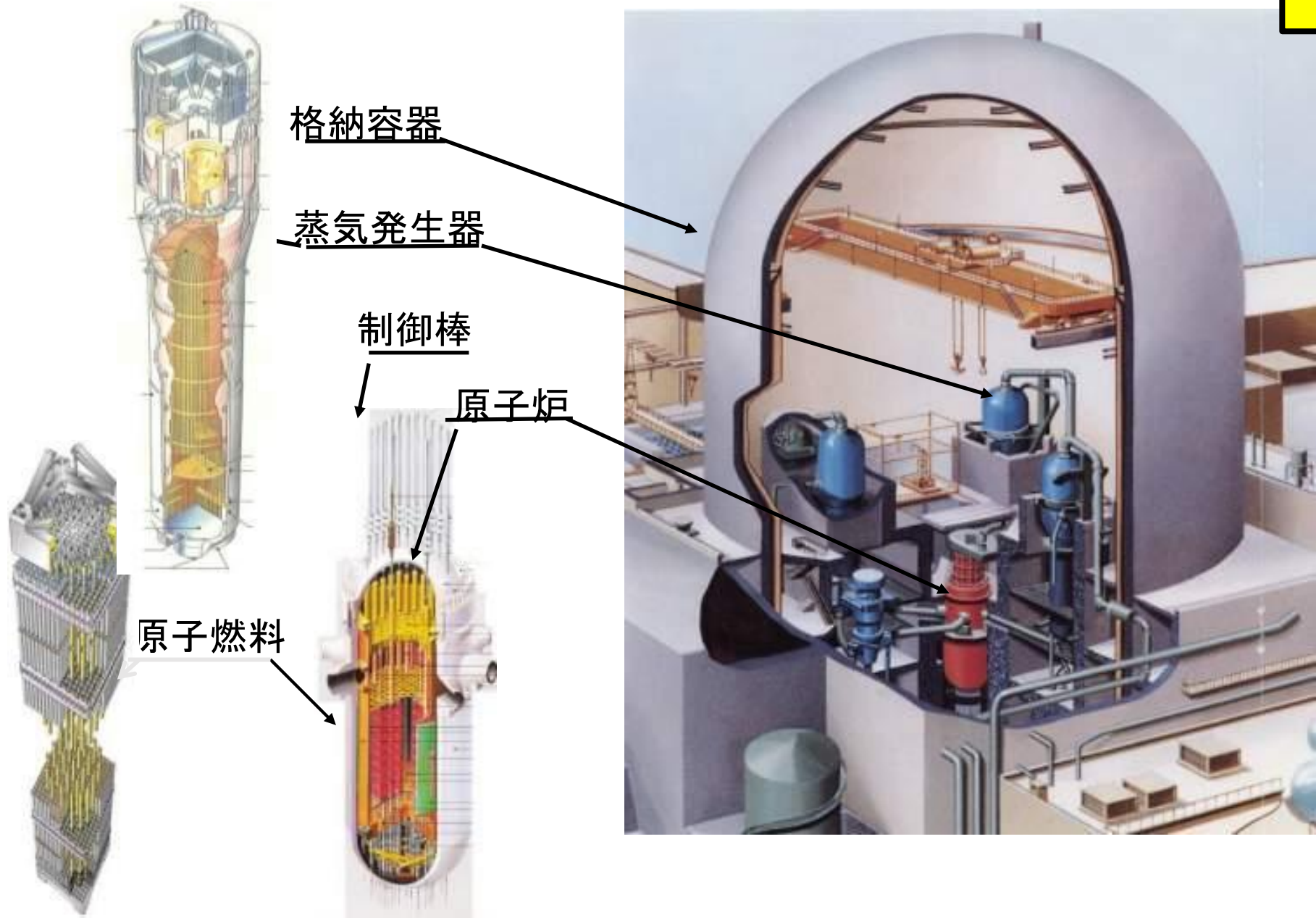
我が国にはPWRとBWRの2種類ある

図-3

	加圧水型軽水炉 PWR	沸騰水型軽水炉 BWR
概要		
世界の運転中NPPの炉型別割合 (2007.3)		
特徴	間接サイクル。蒸気発生器、一次冷却材ポンプが必要。タービンに放射能は行かない。	直接サイクル。タービンに放射能が行く。
原子炉圧力	およそ150気圧(15MPa)	およそ70気圧(7.0MPa)
運転基数	世界:267基、うち日本:24基	世界:89基、うち日本:26基
日本のメーカー(電力)	三菱重工(関電、九電、四電、北海道電、日本原電)	東芝、日立GE(東電、中部電、東北電、中国電、北陸電、電源開発、日本原電)
世界のメーカー	Westinghouse(米)、AREVA(仏)、ロリアトム(露)、斗山重工(韓)、上海電気他(中国)、	GE日立(米)
導入国	アメリカ、フランス、ロシア、中国、韓国、台湾、ドイツ、ベルギー他多数	アメリカ、ドイツ、台湾など

原子力発電所の内部(PWR)

図-4



東日本大震災に遭遇し安全停止した他の10基に学ぶ

図-5

東電福島第1、5・6号(2基)

○1台の**空冷非常用ディーゼル発電機**が5、6号機を救った！

東電福島第2 (4基)

○福島第二は**整地高さ**が12mで第一より2m高く、津波高さも第一より低かったが、一部海水が浸入、海水ポンプモーター損傷。外部電源1系統健全。モーターを工場や柏崎等から緊急輸送、電線敷設など**事故後緊急対策**により、炉心冷却が出来た。

東北電力女川(3基)

○原発は**敷地高さ**が14.8mであったために、13mの津波に耐えた。869年の貞観大津波を詳しく調べていた当時東北電力副社長平井弥之助氏（1986年逝去）は、女川原発の設計段階で高さは「12メートルで充分」とする多数の意見に対して、たった1人で「14.8メートル」を主張し続けていたとのこと。「企業の社会的責任」「企業倫理」を追求しつづけた平井氏の姿勢に敬服する。

日本原電東海2号(1基)

○**防潮堤を増設**した直後に大震災が襲来し、間一髪助かった。

これ等は新規制基準に盛り込まれた対策でもあり、新基準合格すれば福島第1の二の舞は避けられることを証明していると言える。

深層防護を3層から5層へ

図-6



川内原子力発電所の津波対策の状況

○津波防水対策海水ポンプエリア防水対策工事



川内:竜巻対策

図-8

◆竜巻対策：日本で発生した過去最大の竜巻風速を踏まえ、風速100m/秒の竜巻を想定して対策

✓復水タンク・燃料取替用水タンクエリアの防護対策

川内原子力発電所の竜巻対策

九州電力ホームページより



安全目標（新規制基準との整合性は？）



- 炉心損傷頻度：1/10,000年 以下
(USA < 1/10,000 y, France < 1/100,000y)
- 格納容器機能喪失頻度 (1テラ Bq以下),
1/100,000年以下
- 100テラBqを超える放射能放出事故の頻度
1/1,000,000 年以下
(USA < 1/100,000ys, France < 1/1,000,000)
- 日常生活に於けるリスク

Event	Event per year
House robbing	One per 900 houses
House fire	One per 1,500 house
Traffic accident death	One per 15,000 persons
Airplane accident death	One per 1,500,000 persons

(Source: Government Earthquake Research Committee)

新規制基準審査は遅々として進まず、再稼働は9基、
審査合格は9基、一方、廃炉は19基決定、増加傾向

図-10

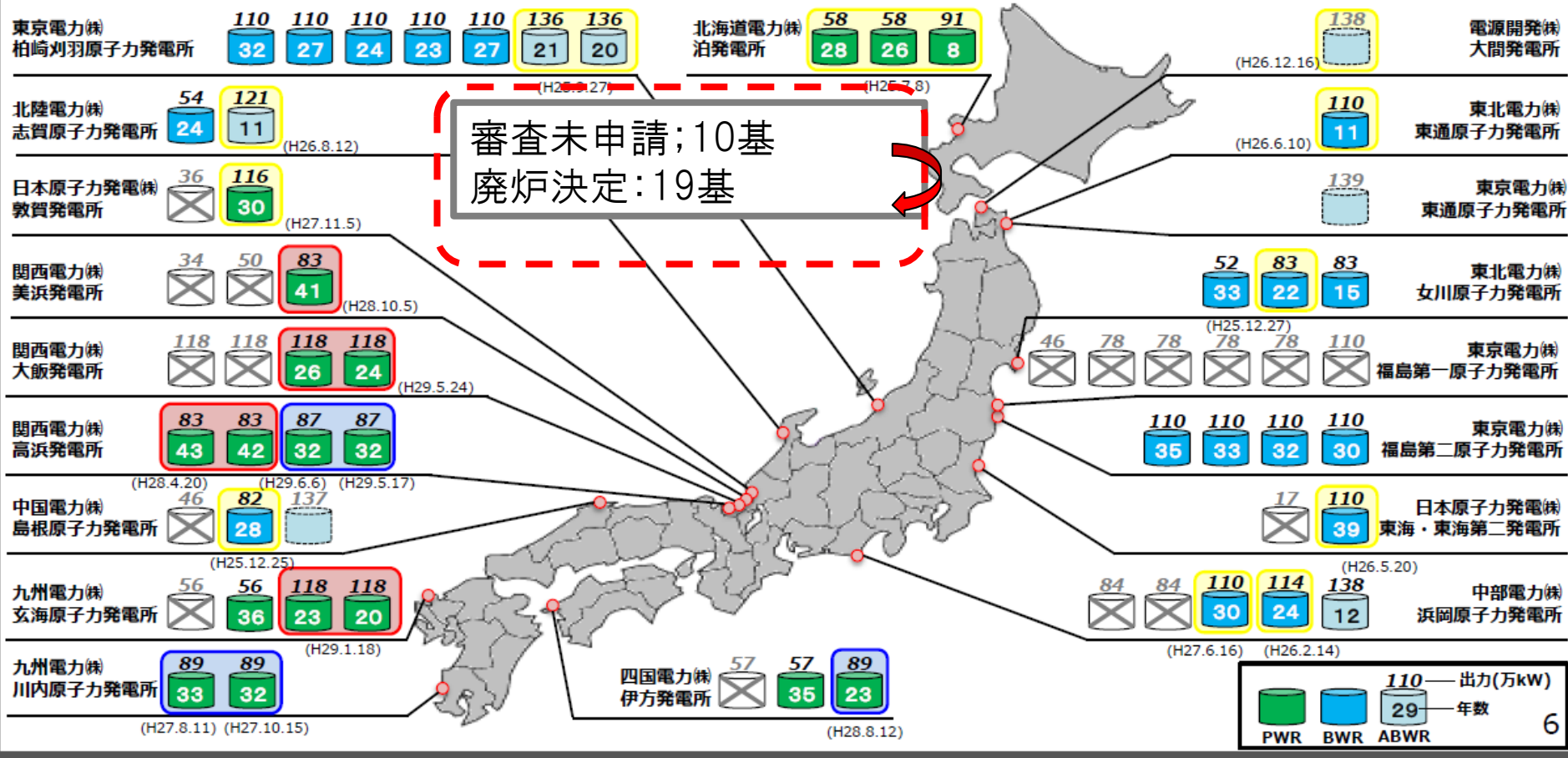
目標：2030年度 原発比率20~22%

- 9基 安全性の確保を大前提に再稼働
- 5基 設置変更許可を取得
- 11基： 見在、新規制基準への適合性審査中

再稼働の影響

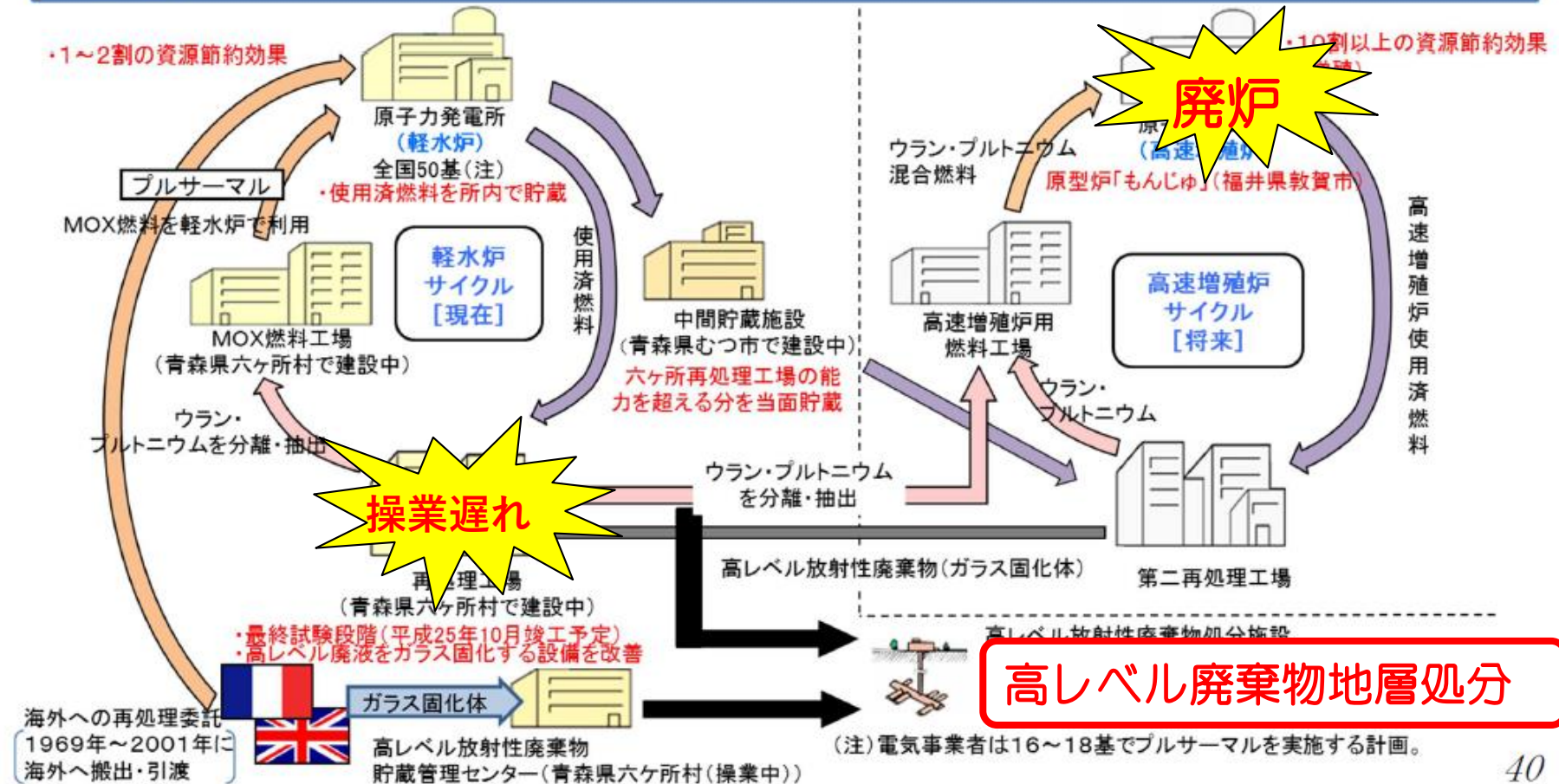
1基稼働：
 燃料コスト → 350~630億円/年 削減※
 CO2 → 263~487万トン/年 削減※
 (日本の年間CO2排出量：約11億トン)

※100万kW級原発(稼働率80%)が、NGFまたは石油火力を代替する場合(2016年度推計値による)



核燃料サイクル

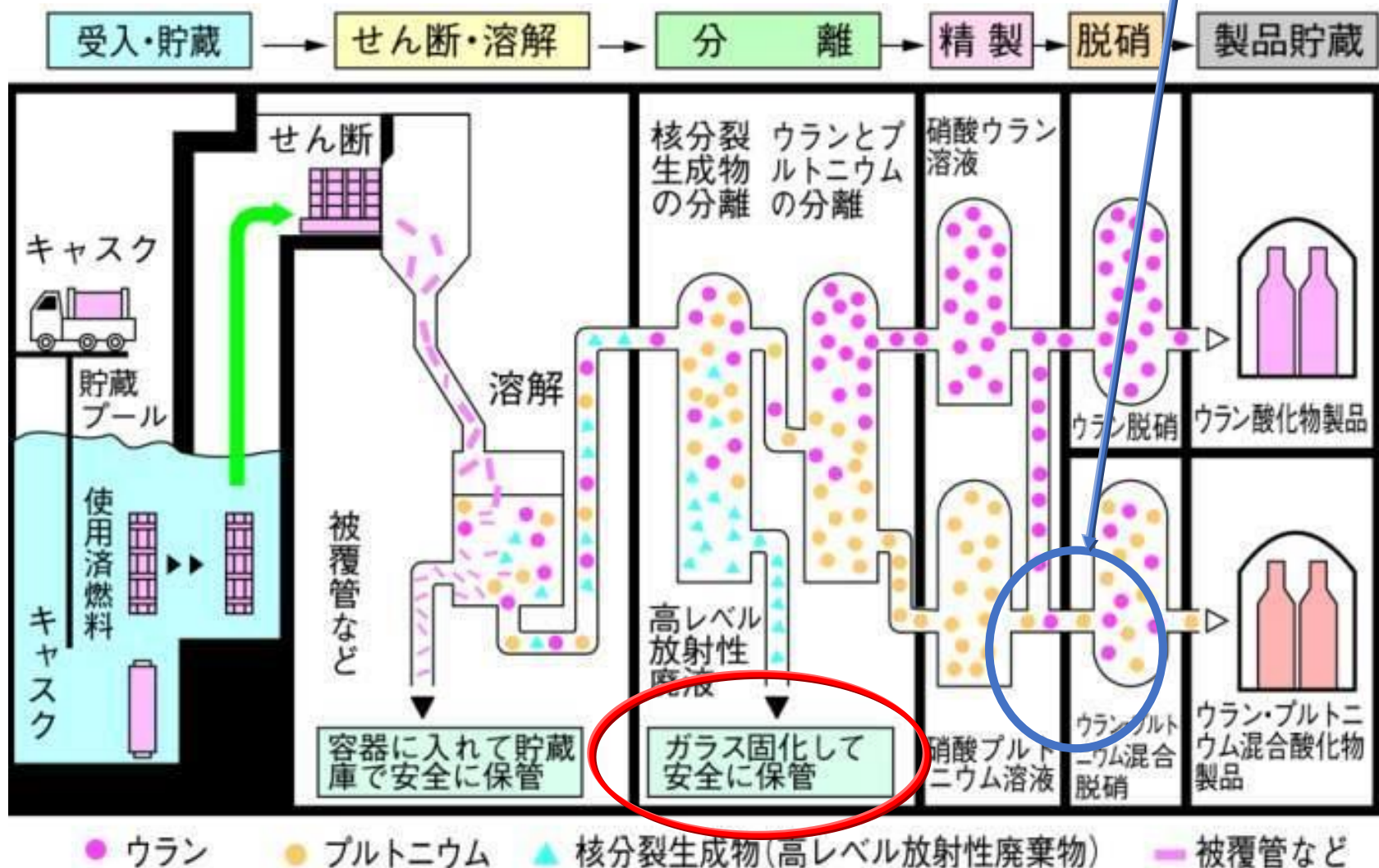
- 核燃料サイクルはウランの有効利用と高レベル廃棄物減容・有害度低減の観点から我が国の国策。
- 再処理施設操業の遅れ、もんじゅの廃炉により、核燃料サイクルの見通しが不透明に。



使用済燃料再処理の工程

プルトニウムをウランと混合⇒核不拡散性

図-12



2018年度初めに操業開始予定だったが、保守管理トラブル続出し審査遅れ、2021年操業見通し。【出典:(財)日本原子力文化振興財団「原子量・エネルギー図面集2005-2006」】

高レベル放射性廃棄物の処分方法のいろいろ

図-13

地層処分は世界共通の方法

人間による監視



長期管理貯蔵

超長期には困難

分離変換技術により

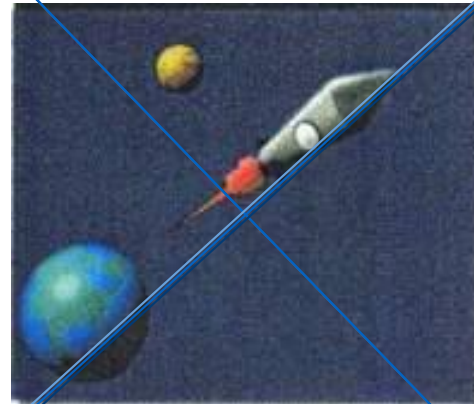
数百年の可能性

有用金属を分離し、原子炉や加速器で核変換させて消滅処理

研究開発に数十年
全量消滅は困難

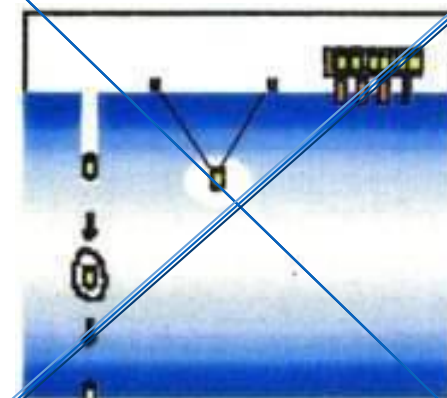
処分(永久隔離)

宇宙空間



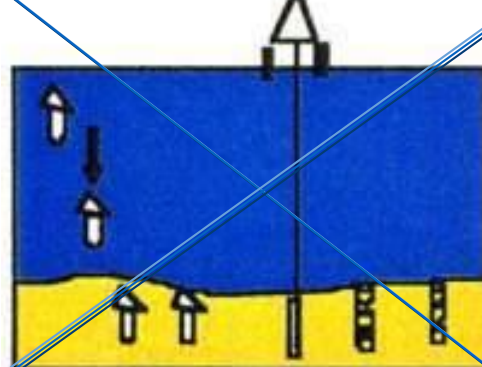
技術的安全性・経済性が課題

極地の氷床



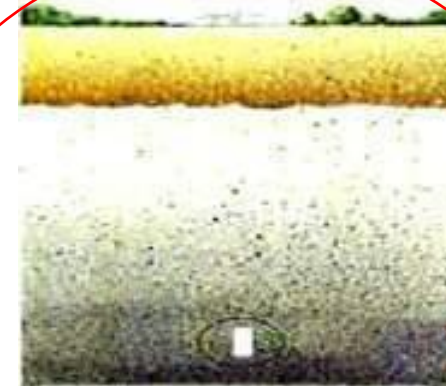
ロンドン条約により禁止
氷床特性の解明が不十分

海洋底下



ロンドン条約により禁止

地層中

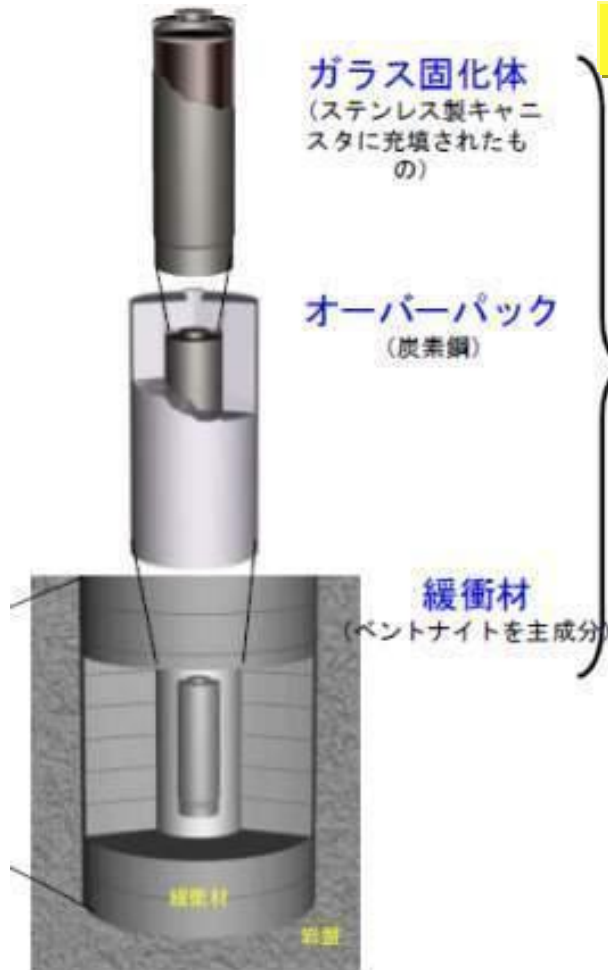


他の方法に比べて最も問題点が少なく実現可能性が高い

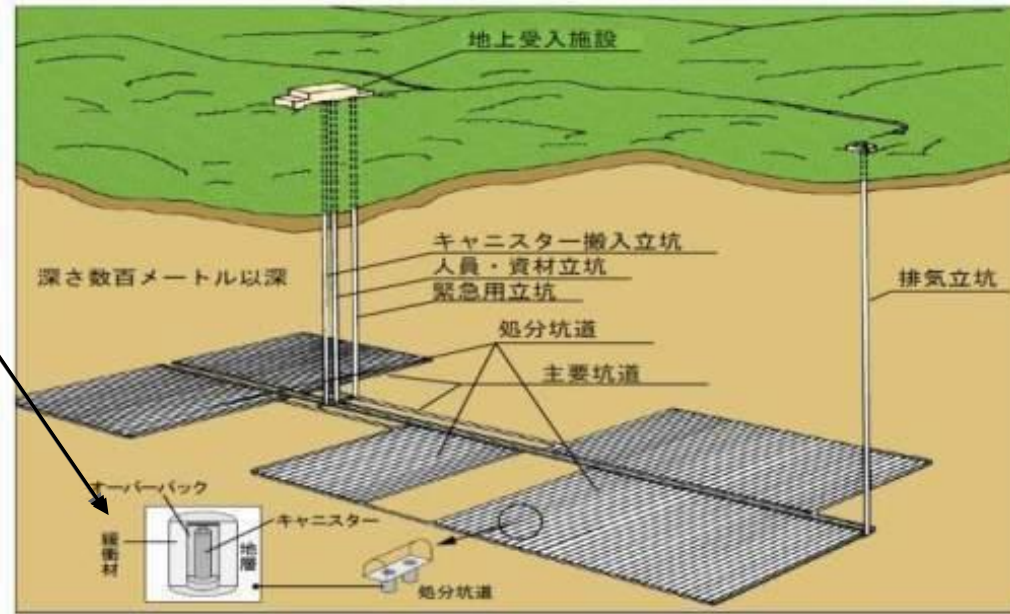
地層処分場の概念

図-14

高レベル廃棄物をガラスと共に溶融しガラス固化体とし、まず約50年地上保管冷却後、オーバーパック、緩衝材(人工バリア)で覆い、地下に半永久貯蔵



直径43cm、高さ134cm、重量約500kg⇒2020年に約4万本

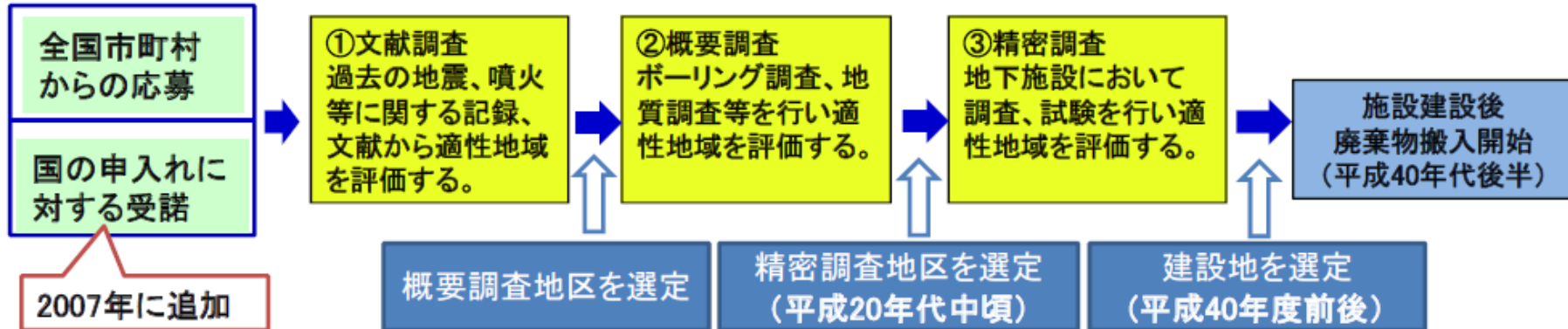


出典：資源エネルギー庁「原子力2004」

約40年間分の高レベル廃棄物を貯蔵するために必要な敷地規模(地下:約3km×約2km)

- (1) 2000年に制定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に基づいて、処分事業の実施主体(原子力発電環境整備機構(NUMO))が、2002年から全国市町村を対象に最終処分場立地に向けた調査の公募を開始。
- (2) 文献調査の応募があったが結果として調査開始に至らなかった高知県東洋町での経験を踏まえ、2007年に国から自治体に申入れる方式を追加した。しかし、これまで申入れの実績無く、文献調査にも着手できていない。
- (3) このような中、昨年、日本学術会議及び原子力委員会から、国民の合意形成に向けた取組や立地選定プロセスの改善等について提言がなされているところであり、取組の見直しが不可欠な状況。
- (4) 現在、放射性廃棄物WGにおいて、可逆性や回収可能性の考え方を含めた最終処分のあり方や、処分推進体制の改善、立地選定プロセスの見直し等に向けた検討を進めているところ。

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(2000年施行)に基づく立地選定プロセス



※精密調査地区選定等の時期については、現行の最終処分計画(2008年3月閣議決定)による。 34

2017年7月経産省資源エネルギー庁は高レベル放射性廃棄物(核のごみ)の「科学的特性マップ」を公表

10月から全国都道府県で説明会・意見交換会を開催。順次、市町村レベルの自治体での説明会も開催予定。国民の理解を促進し、地層処分の立地につなげる活動を推進中。

日本全体の3分の2が最終処分場の候補地に

色分け	適否	どんな地域か
オレンジ色	×	火山の中心から15キロ以内、活断層に近い、10万年で300メートルを超える隆起の可能性がある、高い酸性の地下水がある、地層が軟弱
銀色(シルバー)	×	石炭、石油、天然ガス、鉱物などの地下資源がある
薄い緑色	○	火山や活断層から遠く、地下資源もない。最終処分場の建設に向いている
濃い緑色(グリーン沿岸部)	◎	最終処分場の建設に向いている地域のなかでも海岸から20キロ以内と近く、輸送面でも有利な最適地

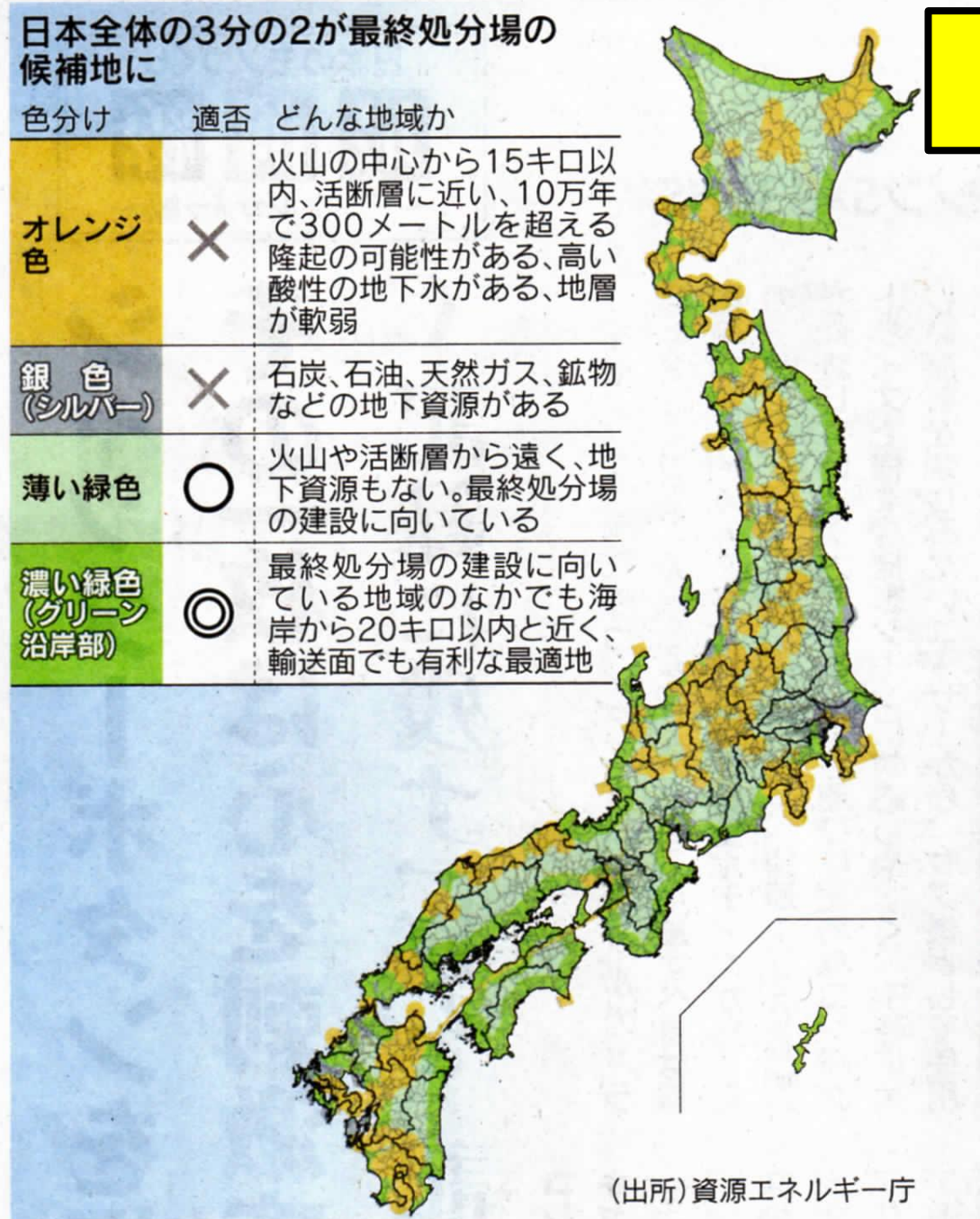


図-16

(出所) 資源エネルギー庁

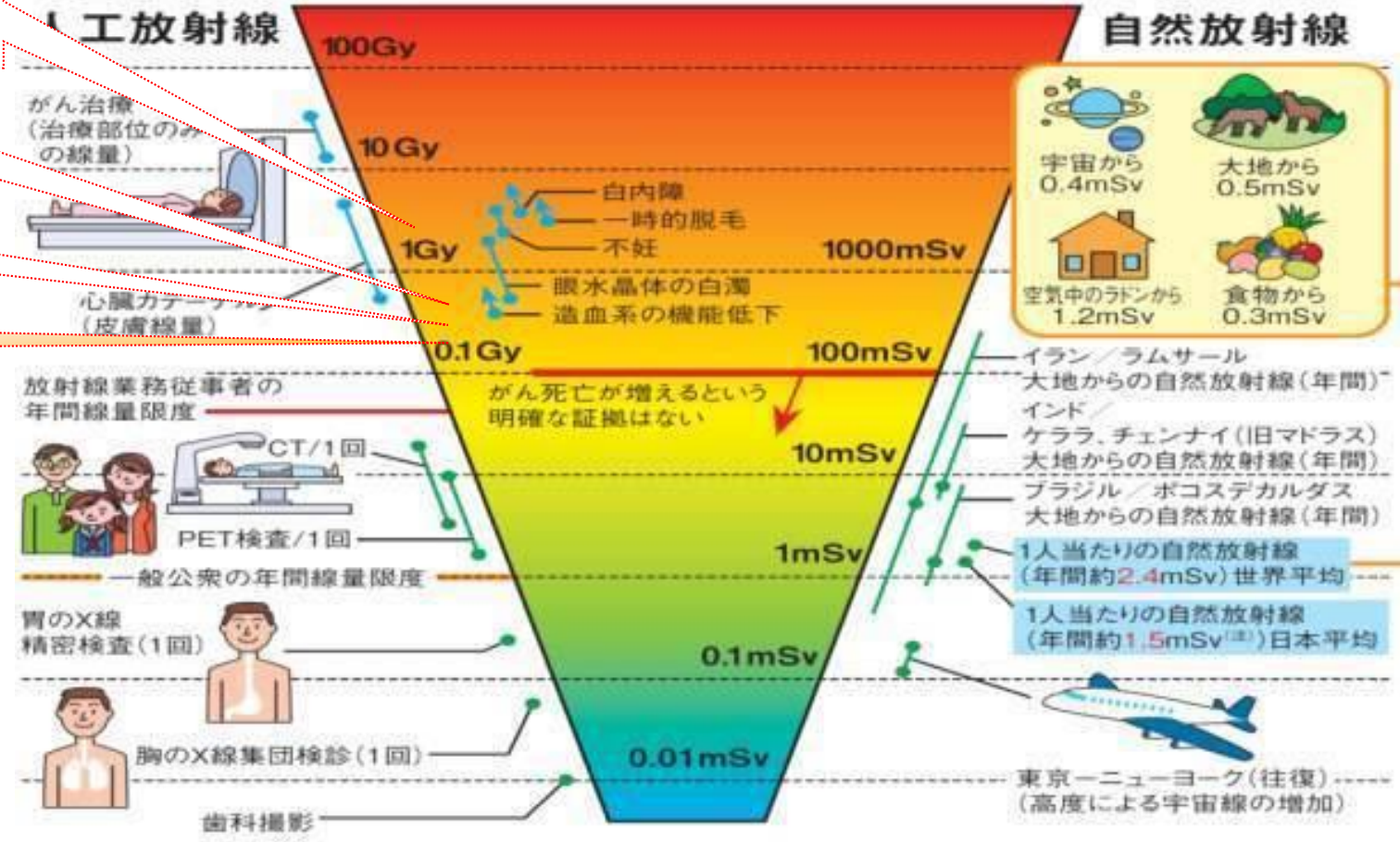
放射線の人体への影響

◆身の回りの放射線被ばく

グレイ(Gy)

放射線がものや人に当たった時に、どれくらいのエネルギーを与えたのかを表す単位

- 1000~2000m Sv
喫煙
飲酒3合以上/日
やせ過ぎ・肥満
- 200~500m Sv
運動不足
塩分取り過ぎ
- 100~200m Sv
野菜不足
- 100 m Sv**
V
- 放射線と生活習慣の発がん相対リスク
出典：(独)国立がん研究センター調べ

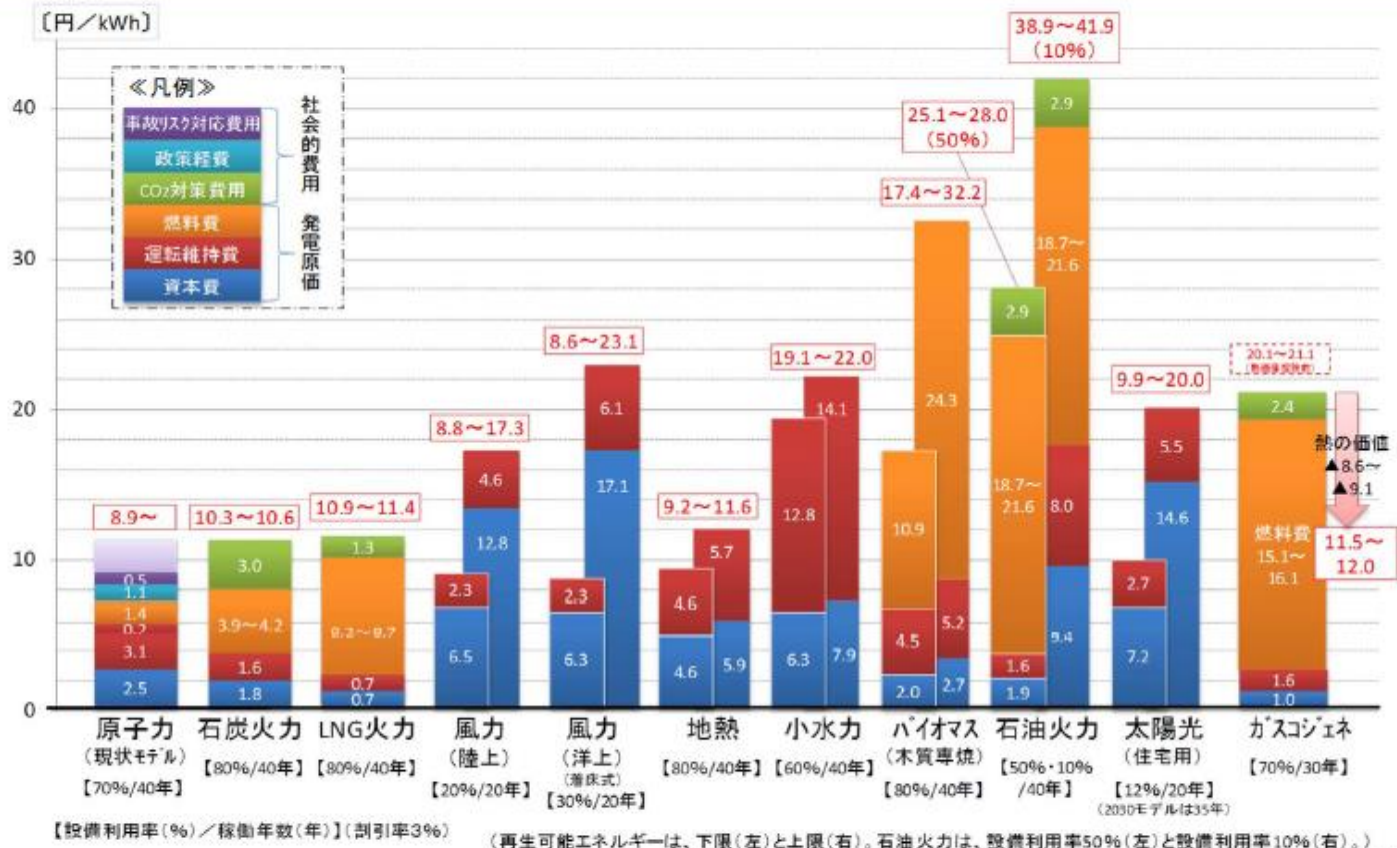


放射線が人に対して、がんや遺伝性影響のリスクをどれくらい与えるのかを評価するための単位

出典：(独)放射線医学総合研究所資料などより作成
 (注)2005年に日本分析センターから2.2ミリシーベルトという数値が公表されている。

＜各電源の発電コスト比較を2011年に実施＞

原子力が事故リスクを考慮しても最も安く、次いで石炭、天然ガス火力。太陽光、風力はまだまだかなり高いので導入促進のためにFIT制度を制定、なお、変動電源(太陽光、風力)の系統安定化のための揚水発電や火力発電など調整電源を入れるとさらに高くなる。2030年にはかなり安くなるという予測だが、まだその見通しは無い。



※2030年モデルプラントの発電コストでは、技術革新の効果や量産効果、燃料費の将来見通し等を見込んで試算。 出典:コスト等検証委員会報告書

なお、原子力については、次世代軽水炉による合理化は量的に見込まず。

※核燃料サイクルについては現状モデル(使用済燃料量を追加期間貯蔵)の再処理(再処理後燃料を再燃焼)を採用。

EPILOGUE

图-20

