

わが国の原子力発電 導入から今日まで

～国内初の商用原子力発電所運転開始から59年

経験を将来に活かすことができるのか？～

日本原子力学会 シニアネットワーク連絡会 星野知彦
(日本原子力発電株式会社)

自己紹介

星野知彦（ホシノトモヒコ）

- ・ 経歴

- 1984年 日本原子力発電株式会社 入社

- 建設部門、設計・開発部門、発電管理部門等を経て

- 2019年 東海発電所長兼東海第二発電所長

- 2022年 退任 参与（現在に至る）

- ・ これまでに経験した主な業務

- ・ 原子力発電所の建設工事

- ・ 原子力発電所の開発・設計

- ・ 原子力発電所の保守・改造工事

自己紹介

日本原子力発電株式会社

1957年 創立

1966年 日本初の商業用原子力発電所 東海発電所（GCR）

1970年 日本初の商業用軽水炉 敦賀発電所1号機（BWR）

1978年 日本初の大型原子力発電所 東海第二発電所（BWR）

1987年 日本初の国産改良標準型軽水炉 敦賀発電所2号機（PWR）

2001年 日本初の商業用原子力発電所廃止措置 東海発電所

2004年 日本初の改良型加圧水型軽水炉（APWR） 敦賀発電所3,4号機
建設準備工事開始

2016年 日本唯一の原子力緊急事態支援組織の設立

2017年 敦賀発電所1号機の廃止措置



本日の講演の内容

本日の講演では、どうしても報道などで単発的に情報が入りがちな原子力発電について、原子力発電導入から今日までの流れ、原子力発電のしくみ、現場の管理、福島第一原子力発電所事故の概要と対策、そして日本の原子力発電の将来、と、原子力発電を一気通貫でまとめてお話します。

【我が国における原子力発電導入から今日までの流れ】

□ 日本の原子力発電の現状

2011年以降、日本の原子力発電所の多くが再稼働できていないことは知っているが、どのような状況なのか？

□ 世界の原子力発電の現状

世界各国と比べると日本は独自の道を歩んでいるように見える？

□ 日本の原子力開発の歩み

そもそも日本はいつからなぜ原子力発電を始めたのか？

2011年以前の日本の原子力発電所の状況はどうだったの？

本日の講演の内容

【原子力発電のしくみと実際の管理】

□ 原子力発電のしくみ

ここからは、原子力発電のしくみを電気を作るところから解説。
まず、発電機の原理を確認してから、原子力特有の話へ。

□ 発電所の管理体制

原子力特有の部門があることや、緊急時対応の体制などを解説。
日本の電力供給の一端を担っているという気持ちが必要。

□ 発電所の廃止措置

発電のお役目を終えてもまだまだしっかり管理。

本日の講演の内容

【福島第一原子力発電所以降、現在から将来に向けて】

□ 福島第一原子力発電所事故への対応

東北地方太平洋沖地震とそれにより発生した事故の概要について説明。
それを踏まえた具体的な対応を解説。

□ 次世代革新炉

革新軽水炉はProven Technologyをたくさん活用、早期の実計画を期待。
黎明期～改良標準化計画で目指していたように、日本はもう一度
自分たちのエネルギーを確保できるか？

【終わりに】

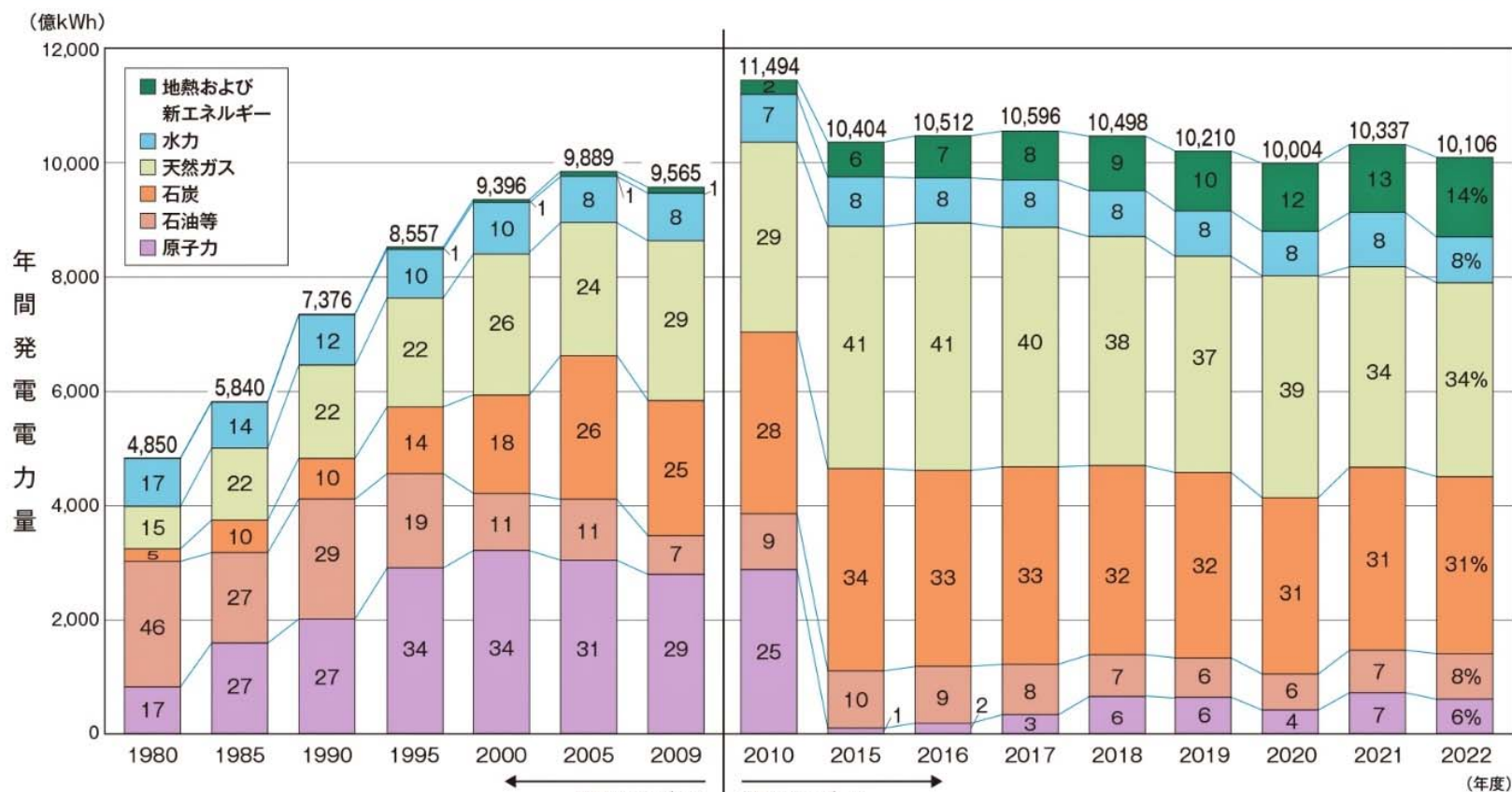
日本の原子力発電の現状

エネルギー需給の現状

原子力発電所の再稼働の状況

日本の原子力発電の現状

電源別発電電力量の推移



(注) 石油等にはLPG、その他ガスおよび瀝青質混合物を含む
四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
グラフ内の数値は構成比(%)

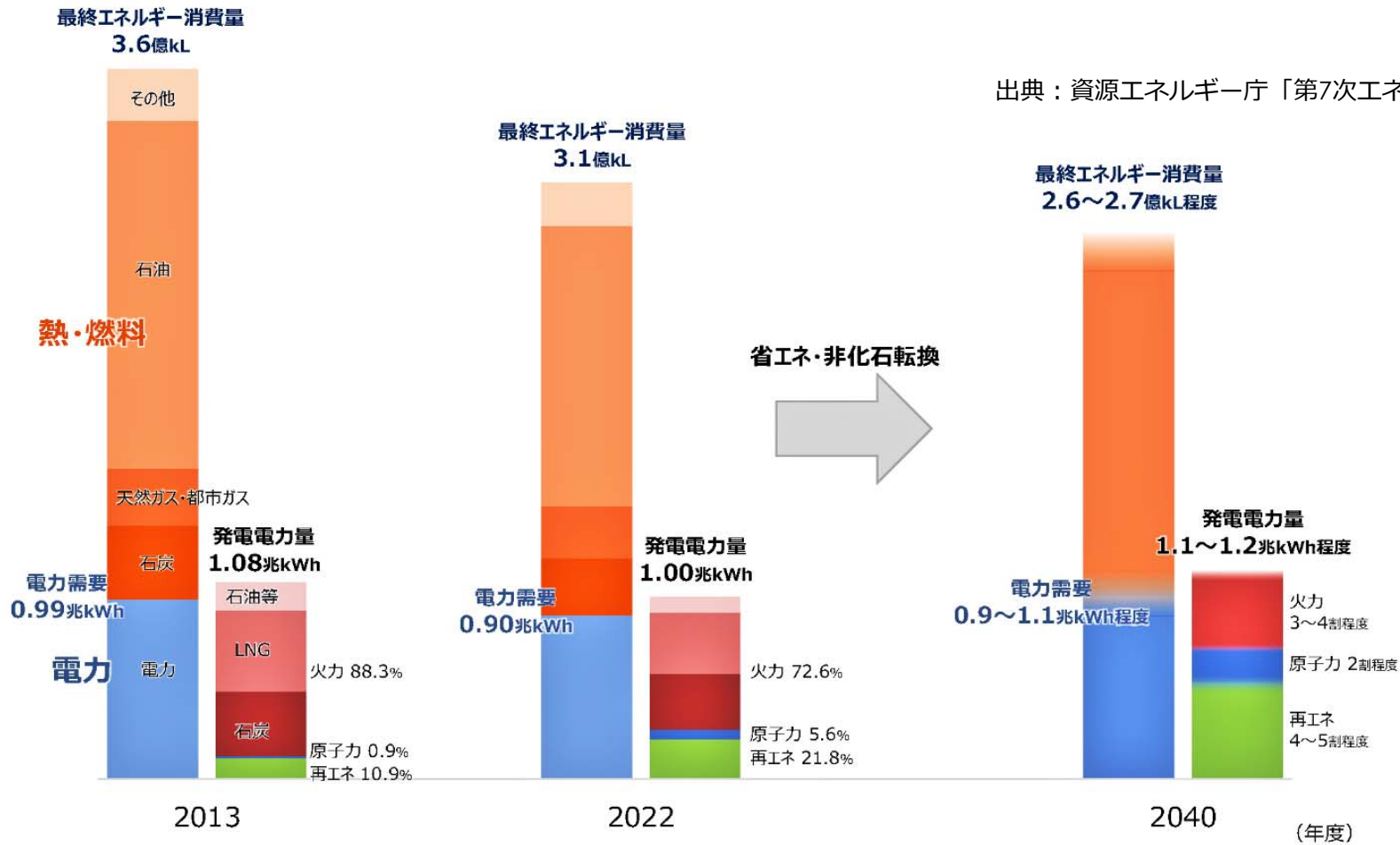
資源エネルギー庁
「電源開発の概要」、
「電力供給計画の概要」
を基に作成

資源エネルギー庁
「総合エネルギー統計」
を基に作成

出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

日本の原子力発電の現状

エネルギー需給の見通し (イメージ)



(注) 左のグラフは最終エネルギー消費量、右のグラフは発電電力量であり、送配電損失量と所内電力量を差し引いたものが電力需要。

日本の原子力発電の現状



出典：電気事業連合会HP

日本の原子力発電の現状

- ▶ 2011年東日本大震災以前は、原子力発電は日本の電力供給の約3割を占めていた。
 - ▶ 現在、日本で原子力による電力供給はどの程度？
 - ▶ 将来の原子力による電力供給比率の目標は？
- ▶ 2011年以降、福島第一原子力発電所事故のような事故を二度と起こさないよう世界で最も厳しいともいわれる新規制基準が策定され、その基準を満足しなければ再稼働は認められない。
 - ▶ 現在、再稼働している発電所はどこ？
 - ▶ 2011年以降たくさんの発電所が廃止となったが、電力は足りるのか？

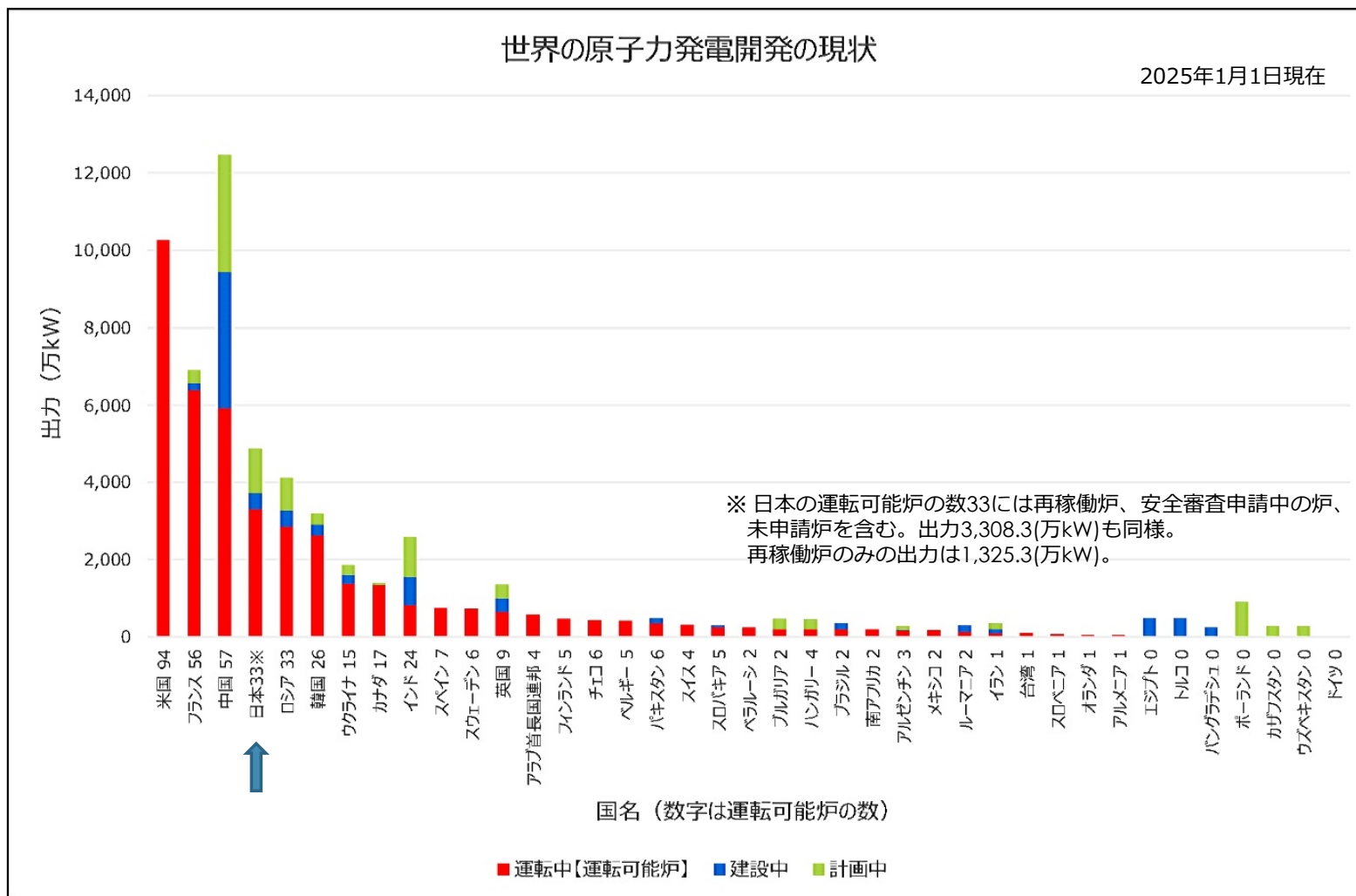
世界の原子力発電の現状

世界の中の日本

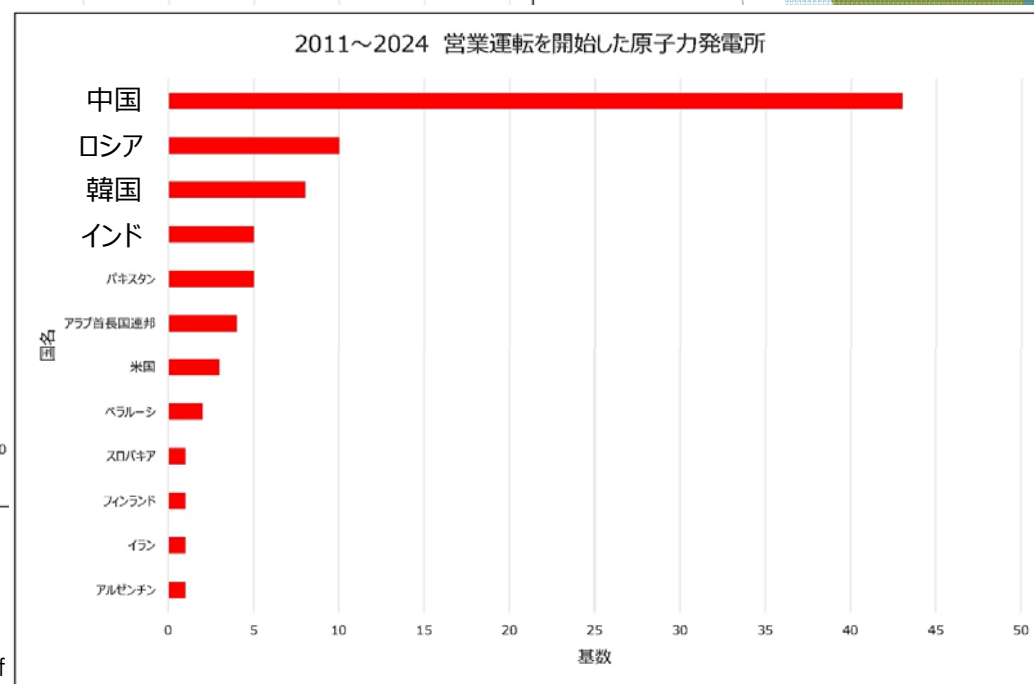
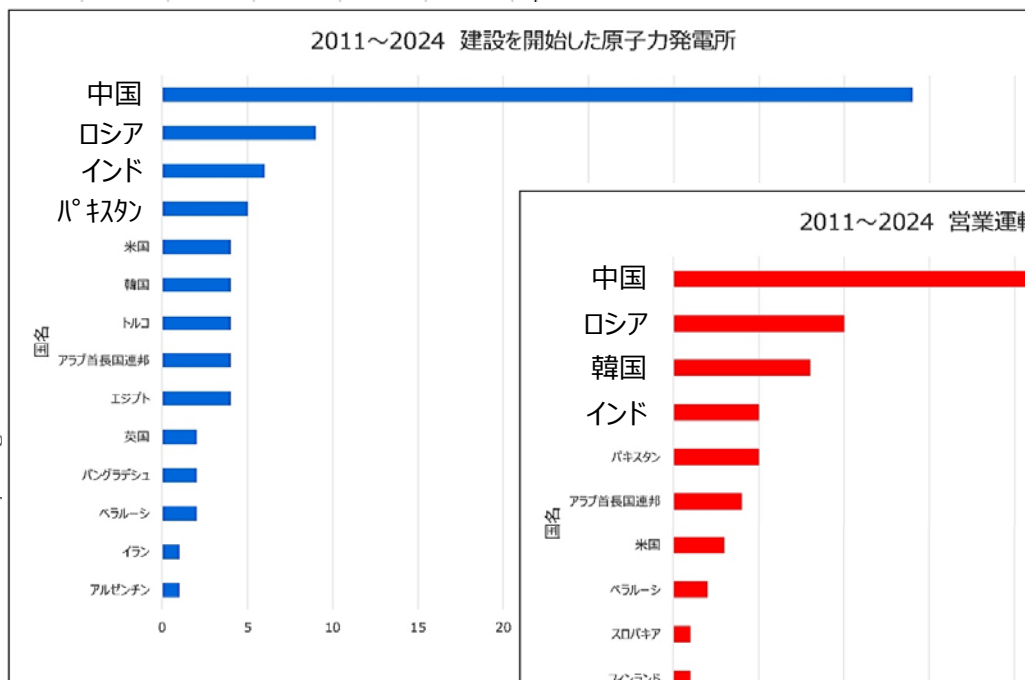
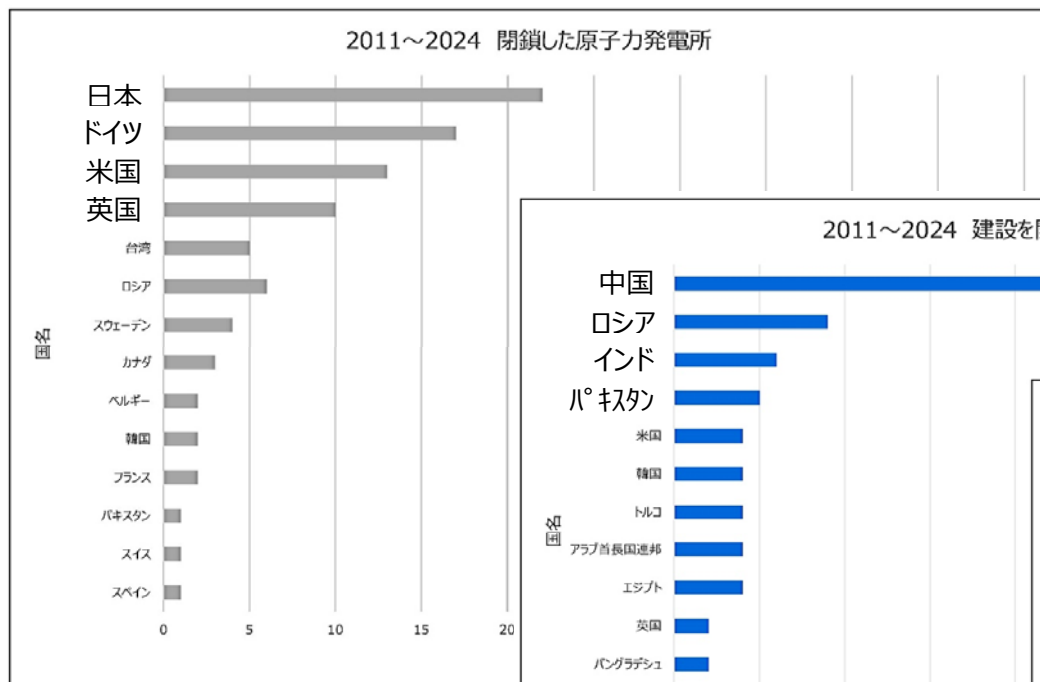
世界の原子力発電の現状

出典：日本原子力産業協会のデータを基に作成

https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2025/05/worldnuclear202505.pdf



世界の原子力発電の現状



出典：日本原子力産業協会のデータを基に作成
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2025/05/worldnuclear202505.pdf

世界の原子力発電の現状

- ▶ すでに再稼働済の発電所、安全審査許可取得の発電所、審査中の発電所、これから安全審査の申請を行う発電所の発電出力を合計すると日本は世界**4位**。ただし、現時点で再稼働済の発電所だけでは**8位**。
- ▶ 中国は既にロシア、日本を抜き世界3位。BRICS諸国のうち中国、ロシア、インドは建設中、計画中を合わせると現在の発電量の約1.4~3.2倍に増大。
- ▶ 2011年以降、中国、ロシア、インドが多数の新規運転開始もしくは建設着手したのに対し、日本や原子力撤退の政策を掲げるドイツ、運転期間の長い発電所をたくさん有する米国・英国では10基以上の廃止を決定。
- ▶ 日本とドイツは長期にわたり建設が無く、これまで蓄積されたノウハウを失うおそれ。
 - **日本が約70年前に英国、米国から原子炉を輸入し技術指導を受けた頃に逆戻り？**

日本の原子力開発の歩み（原子力黎明期）

第二次大戦後、禁止されていた原子力研究を再開
官民一丸となり原子力発電を導入

日本の原子力開発の歩み

原子力黎明期の海外および日本の原子力動向

世界の動き		日本の動き			
		国		産業界	
12.29	米国 EBR-I 世界初の原子力発電に成功	1951年	9.8	対日講和条約、日米安全保障条約調印 (昭和 27 年 4 月 28 日発効)	
		1952年	7.31	電源開発促進法公布	
4.30	英国コールドハーホール発電所建設計画発表 (同年 8 月着工)	1953年			
12.8	Atoms For Peace 国連総会での米大統領アイゼンハワーの原子力 平和利用宣言				
		1954年	4.3	最初の原子力予算 (2 億 3500 万円) を含む、 昭和 29 年度予算成立	
			4.23	日本学術会議 原子力利用に当たっての 3 原則 を声明	
8.8	第一回ジュネーブ会議 (政・官・産が出席、原 子力開発ムードが高まる)	1955年			
12.3	国連総会で IAEA 設置可決		12.19	原子力三法公布	12.1 日本原子力研究所設立
5.4	米国インディアンポイント、ドレスデン発電所設置 決定	1956年	1.1	原子力委員会設置 (正力国務大臣・委員長) 原子力局発足	
			5.16	UKAEA ヒントン卿来日	3.1 原子力産業会議発足
			5.19	科技厅設置 - 原子力局移設	8.20 原研 JRR-1 着工
10.17	英国コールドハーホール 1号機運開		10.15	石川調査団訪英 ☆訪英中、委員長に米国より輸出可との連絡を 受け、訪英後に一部団員が訪米し調査	8.23 第一原子力産業グループ(FAPIG)創立 9.17 原産海外原子力使節団
12.13	英国ハンターストン発電所建設計画発表				

出典 : https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/51/015/51015548.pdf?r=1

日本の原子力開発の歩み

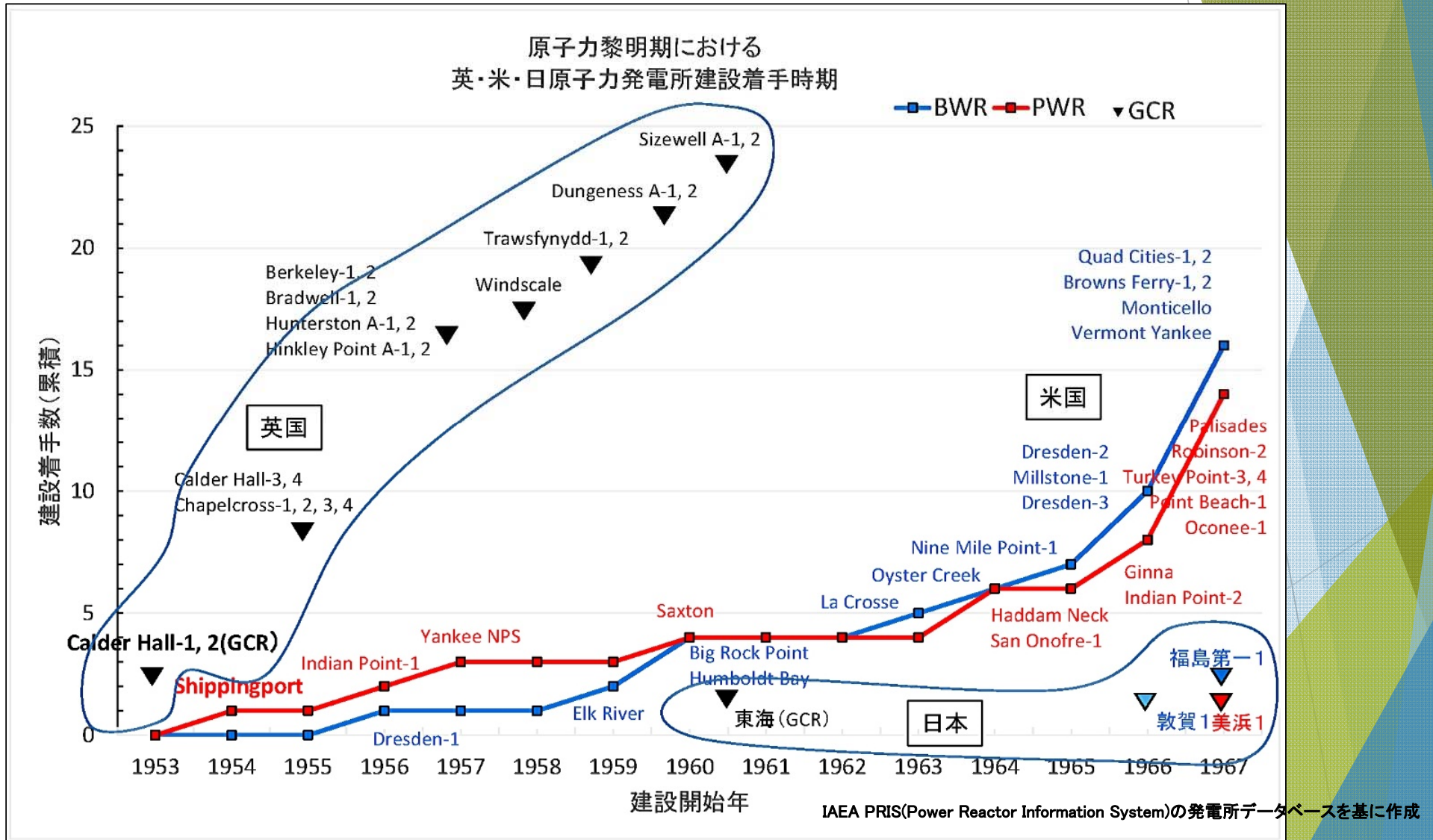
原子力黎明期の海外および日本の原子力動向

世界の動き		日本の動き				
		国		産業界		
1.18	英国ブラッドウエル（コールドーホール改良型 30万kw）着工 ※同年中にパークレー、ハンターストーン、ヒンクリーポイントが相次いで着工	1957年	1.17	石川調査団訪英報告		
7.29	IAEA 発足		3.7	原子力委員会コールドーホール型炉導入決定		
9.2	米国原子力損害賠償制度成立		3.14	原子力委員会コールドーホール型炉の地震対策のための原子炉地震対策小委員会の設置決定		
10.10	英国ウインズケール1号機火災事故発生		6.10	原子炉等規制法等公布		
12.9	米国 SHIPPINGPORT 1号機運開		9.3	会社設立を閣議了解（政府 20%、民間 80%）	11.1	日本原子力発電株式会社創立（安川社長）
		1958年			12.5	茨城県東海村を候補地に選定
9.1	第2回ジュネーブ会議 照射によるグラファイト収縮の可能性を発表		12.5	日米・日英原子力協定締結	1.7	安川調査団訪英
		1959年			2.19	見積仕様書要請 英3メーカー(AEI, EE, GEC)
			6.16	東海発電所技術援助契約認可	5	東海村へ説明開始
			12.14	設置許可認可	7.31	英3メーカー(AEI, EE, GEC) 見積仕様書提出
4.15	米国ドレスデン運開	1960年				炉心構造変更検討（日、英）
		1965年			3.16	東海発電所原子炉設置許可申請
		1966年			4.3	GEC に対し発注内示
					4.8	UKAEA 技術援助契約締結
					8	新炉心構造設計決定
					12.22	原電 GECと購入契約調印
					3.14	東海発電所着工
					10.11	敦賀発電所原子炉設置許可申請
					7.25	東海発電所運開

出典： https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/51/015/51015548.pdf?r=1

日本の原子力開発の歩み

原子力黎明期の海外および日本の原子力動向



日本の原子力開発の歩み

原子力黎明期の海外および日本の原子力動向

- ▶ 第二次世界大戦後、連合国の占領政策に基づき**日本は原子力関係の研究を全面的に禁止されていたが**、1952年サンフランシスコ講和条約で日本の主権が回復、1953年のアイゼンハワー米大統領の「Atoms for Peace」演説が契機になり、**日本の原子力研究が再開**。
- ▶ 日本は1955年に原子力基本法を制定し、原子力の利用を「民主・自主・公開」の三原則に基づくものと定め、**日本の原子力研究は平和利用を目的としたものとして進められることになった**。
- ▶ 1957年、原子力委員会が、
 - ・ **英国で既に運転を開始していた天然ウラン黒鉛減速ガス冷却型の原子炉を導入**すること
 - ・ **設計の自由度が大きいこと、燃料の改良により経済性が期待される米国の濃縮ウラン軽水減速・冷却型原子炉も導入対象**とすることを決定。
- ▶ 同年、**官民出資で建設、運転を担う日本原子力発電株式会社が設立**。一期工事として**英国天然ウラン黒鉛減速ガス冷却型の発電所**、二期工事として**米国濃縮ウラン軽水減速・冷却型の発電所を設置**することとなった。

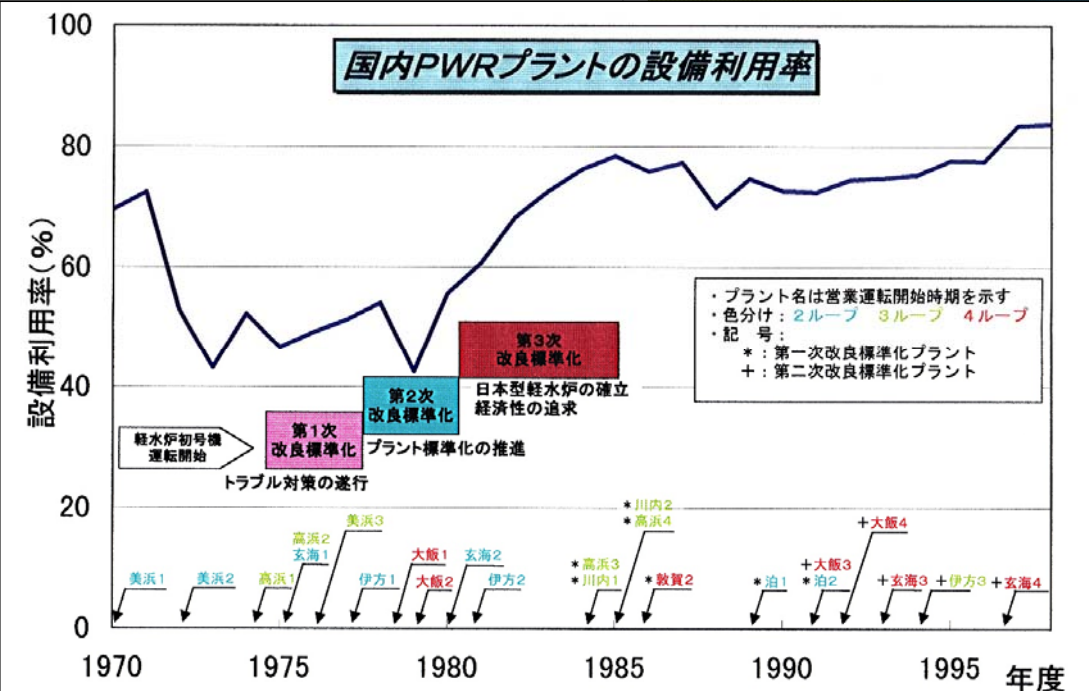
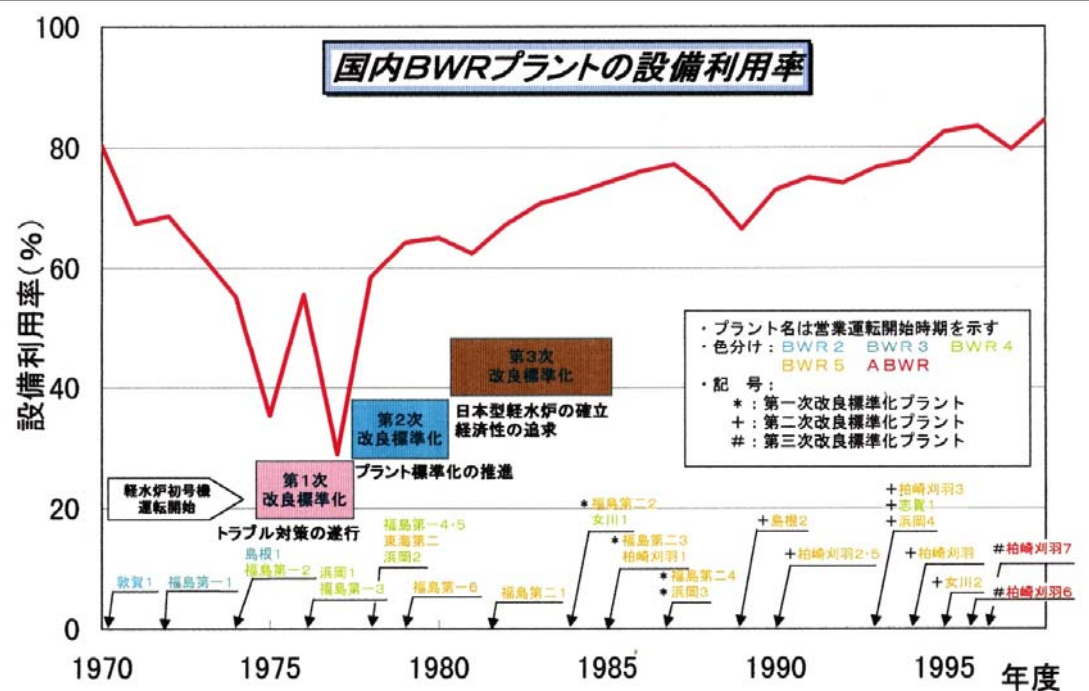
この当時の状況については、創立間もない日本原子力発電に入社し東海発電所を初め4つのプロジェクトに関わった元副社長藤江孝夫著「わが国の原子力発電黎明期における導入の歴史的事実と教訓 — 英国及び米国パートナーと協業した日本原子力発電(株)での実体験を通して —」に詳しい。(IAEAライブラリで閲覧可能 <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/51/015/51015548.pdf?r=1>)

日本の原子力開発の歩み（改良標準化計画）

軽水炉導入～トラブル克服～改良標準化～成熟化・日本型軽水炉の確立

日本の原子力開発の歩み

軽水炉導入～トラブル克服～改良標準化
～成熟化・日本型軽水炉の確立



$$\text{設備利用率(\%)} = \frac{\text{発電電力量(kWh)}}{\text{定格出力(kW)} \times \text{暦時間(hr)}} \times 100(\%)$$

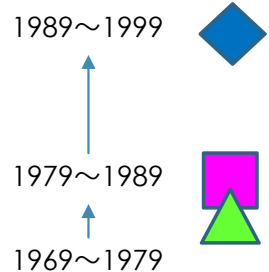
ある期間、発電設備を定格出力で運転し続けたと仮定した場合の発電電力量に対する、発電設備がその期間中に実際に発電した電力量の百分率

日本の原子力開発の歩み

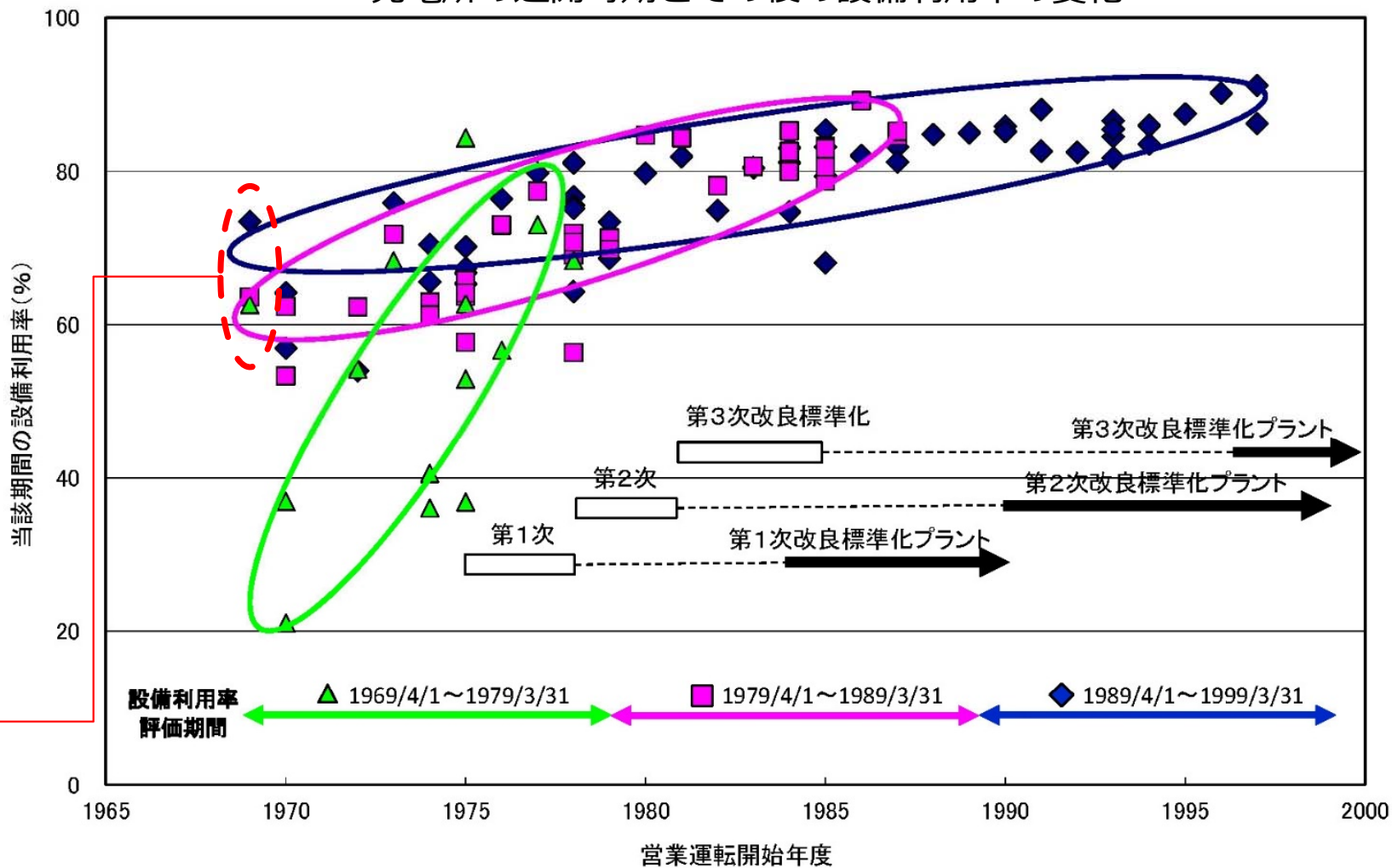
軽水炉導入～トラブル克服～改良標準化
～成熟化・日本型軽水炉の確立

発電所の運開時期とその後の設備利用率の変化

改良標準化の成果等を
反映し設備利用率向上



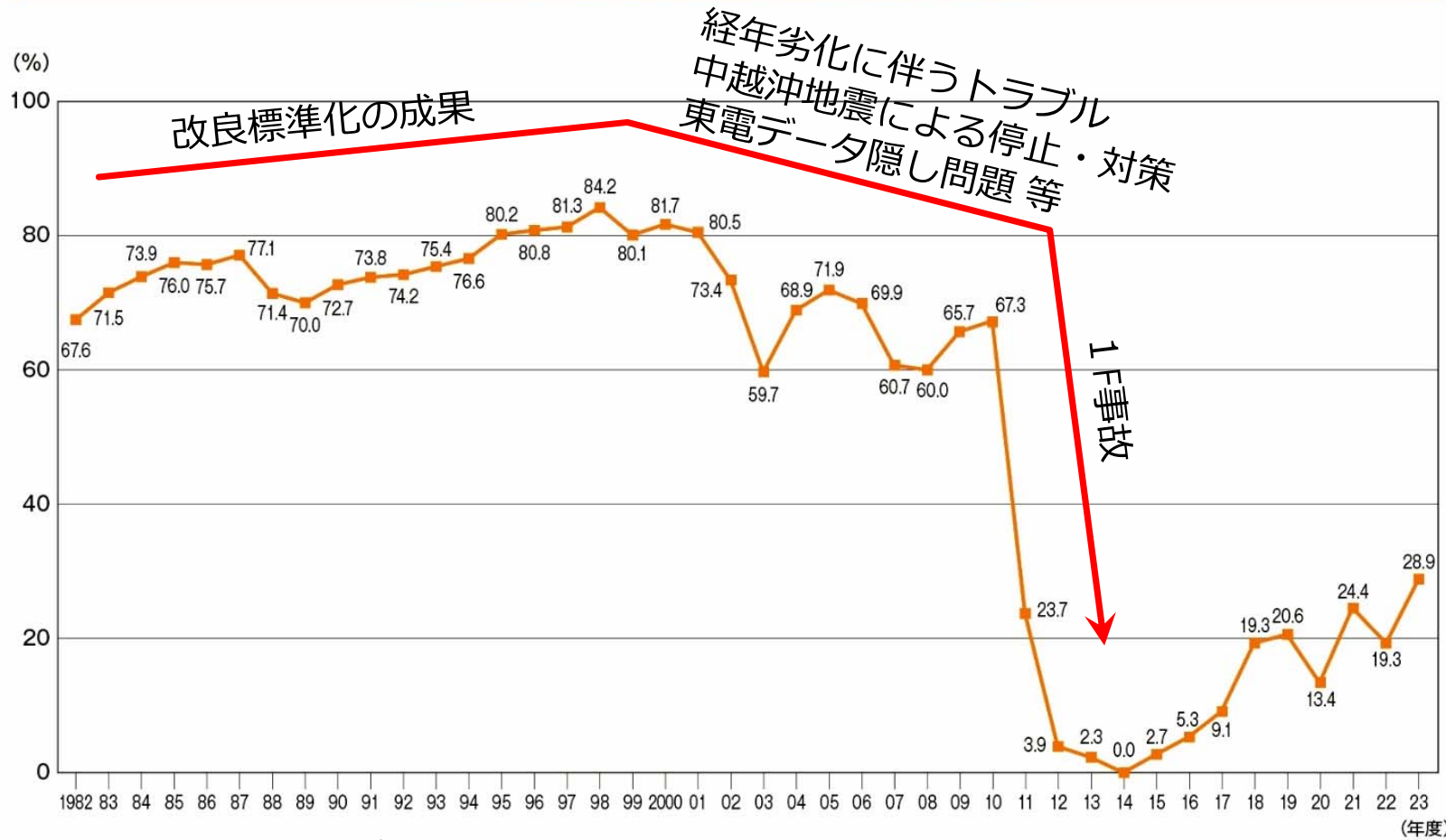
1970/3運転開始の
敦賀1号機のデータ



日本の原子力開発の歩み

改良標準化後の動き

原子力発電所の設備利用率



出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

電気新聞 (2012年9月6日 1面) 記事

- 経済産業省は国内に50基ある原子力発電所がすべて稼働せず、その分を火力発電で補った場合、**追加的な燃料コストが3.1兆円**に達すると分析している。
 - 3.1兆円の内訳 (2012年度推計, 燃料価格横ばいの前提)
石炭0.1兆円 + LNG1.4兆円 + 石油1.9兆円 - 原子力燃料費0.3兆円 = 3.1兆円



- 失われるコストの具体的なイメージ (3.1兆円/年 = 約85億円/日)
 - ✓ 10式戦車: 毎日12台製造できる。(1台7億円)
 - ✓ H2Aロケット: 隔週で1基打ち上げられる。(打ち上げ費100億円, 開発・製作費1,000億円)
 - ✓ はやぶさ探査機: 2日に一度製作・打ち上げできる。(開発と打ち上げ費用合計約210億円)
 - ✓ イージス艦: 隔週で1隻建造できる。(1隻約1,223億円)
 - ✓ 原子力空母: 2ヶ月に1隻建造できる。(1隻約62億US\$ = 約5,000億円)
 - ✓ セブン・イレブン・ジャパン: 1年分の売り上げに相当 (2011年度32,805億円)
 - ✓ 国民1人当たり24,257円/年の負担増 (1世帯当たり58,701円/年の負担増)
 - 日本の総人口: 1億2,779万9,000人 (2011年10月1日現在)
 - 1世帯当たり人員: 2.42人 (2010年)

(データは2012年当時の数値)

日本の原子力開発の歩み

軽水炉導入～トラブル克服～改良標準化
～成熟化・日本型軽水炉の確立

- ▶ BWR, PWRとも導入当時は設備トラブルによる計画外停止、それに伴う長期間の点検・補修により**設備利用率が大きく低下**、また、**従業員の作業被ばくの増加**が問題に。
- ▶ 機器の信頼性、設備利用率の向上、従業員の被ばく低減を目的として、国、電力、メーカーが協力し「**軽水炉の改良標準化**」に着手。
- ▶ 第1次改良標準化：トラブル対策の遂行、被ばく低減
 - ▶ 機器の信頼性、設備利用率の向上：海外を含め運転時間が増えることに伴い顕在化したトラブル（主に材料の劣化）が多発。耐性材料の開発、運転条件の緩和、形状の変更、効果的な点検方法など。
 - ▶ 被ばく低減：作業スペースの拡大（格納容器形状の改良）、機器配置の改良、点検保守の自動化・遠隔化など。
- ▶ 第2次改良標準化：プラント標準化の推進
 - ▶ 電気出力を80万kW級、110万kW級とし、立地条件に左右されない格納容器内設備を標準化。
 - ▶ 検査機器の自動化・高速化による作業の効率化、被ばく低減、機器の信頼性向上・耐震設計の標準化、運転性能の向上
- ▶ 第3次改良標準化：**日本型軽水炉の確立・経済性の追求**
 - ▶ 定期検査の効率化、運転継続期間の長期化による運転サイクルの最適化（設備稼働率の向上）
 - ▶ 130万kW級の大容量化による経済性の向上（ABWR, APWRの開発）

改良標準化後の日本の原子力は？官民一丸となって進めてきた努力はリセットされてしまうのか？

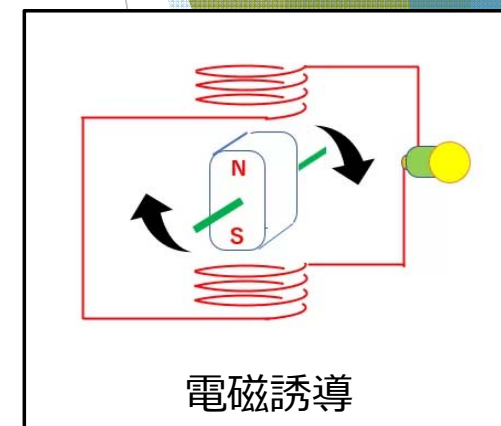
発電のしくみ

そもそもどうやって電気をつくるの？

発電のしくみ

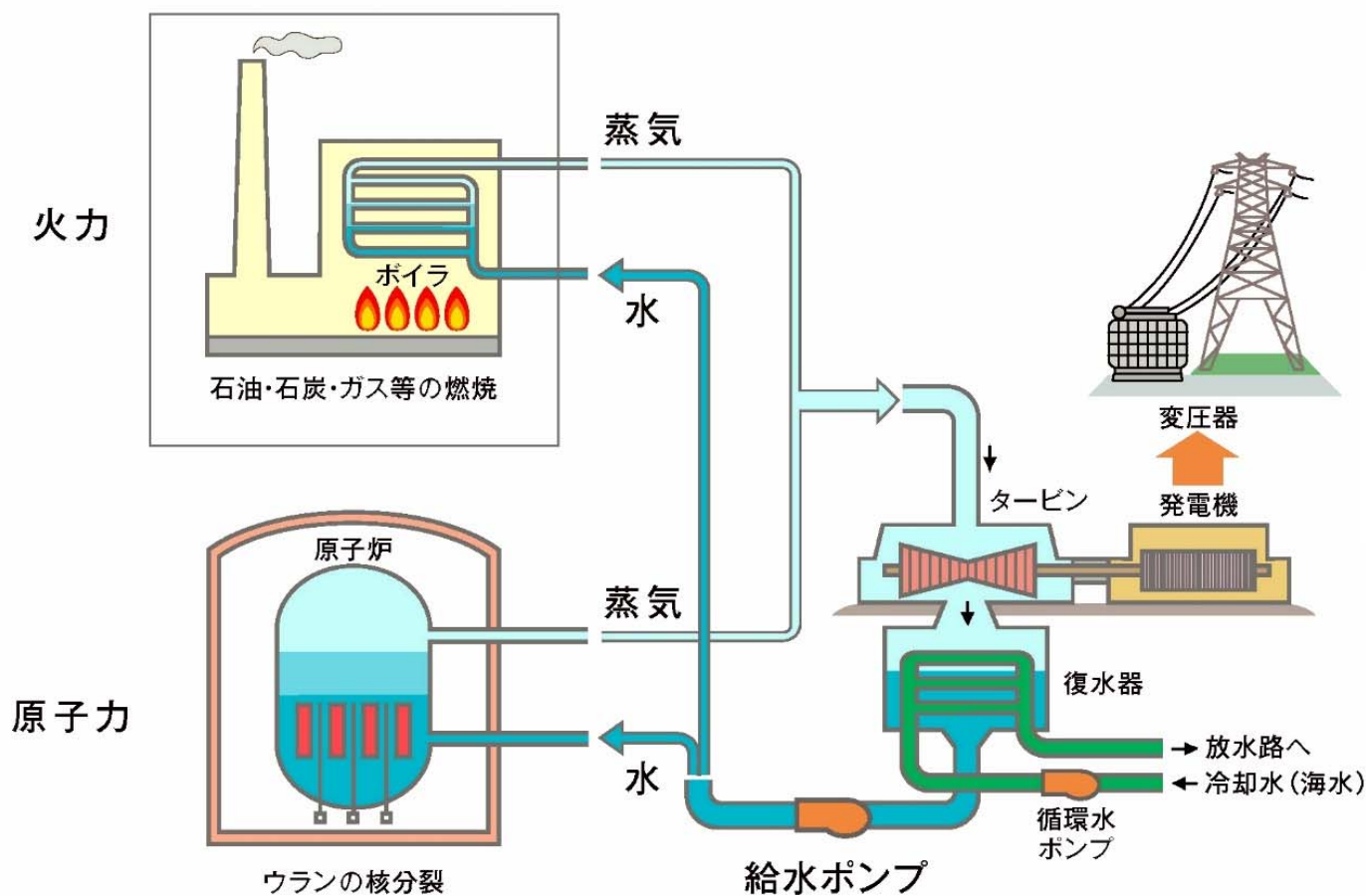
タービン発電機のしくみ

- ▶ 原子力発電所で用いられる発電機は**電磁誘導を用いた発電方式**。電磁誘導はコイルの近くで磁界が変化すると電気が発生する現象。
- ▶ 発電機のしくみ
 - ▶ 回転する磁石（回転子）：強力な電磁石を回転させることで、磁界が変化する。
 - ▶ 固定されたコイル（固定子）：磁界が変化するとコイルに電流が流れる。
 - ▶ 磁石が回転するたびに電流の向きが変わるため、交流の電気が発生する。
- ▶ 回転子はタービン羽根車の軸と結合され、羽根車に流体が当たり回転する。
- ▶ 発電方式によりタービン羽根車を回す流体は異なるが、発電の原理は変わらない。**原子力発電では蒸気を用いてタービン羽根車を回転させ、発電機の回転子を回す。**
(火力：蒸気、燃焼ガス、水力：水、風力：空気)



発電のしくみ

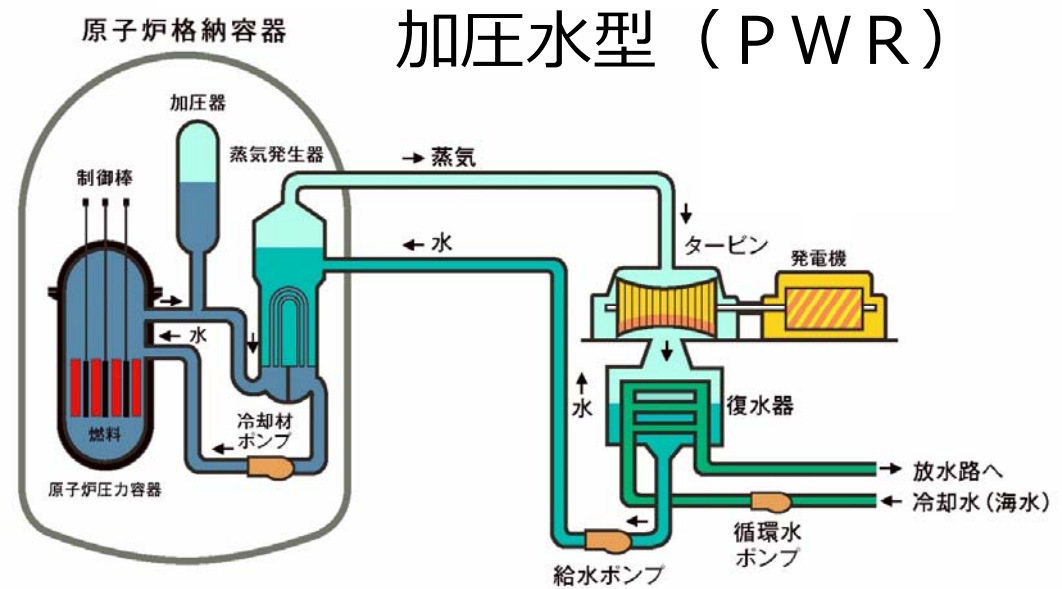
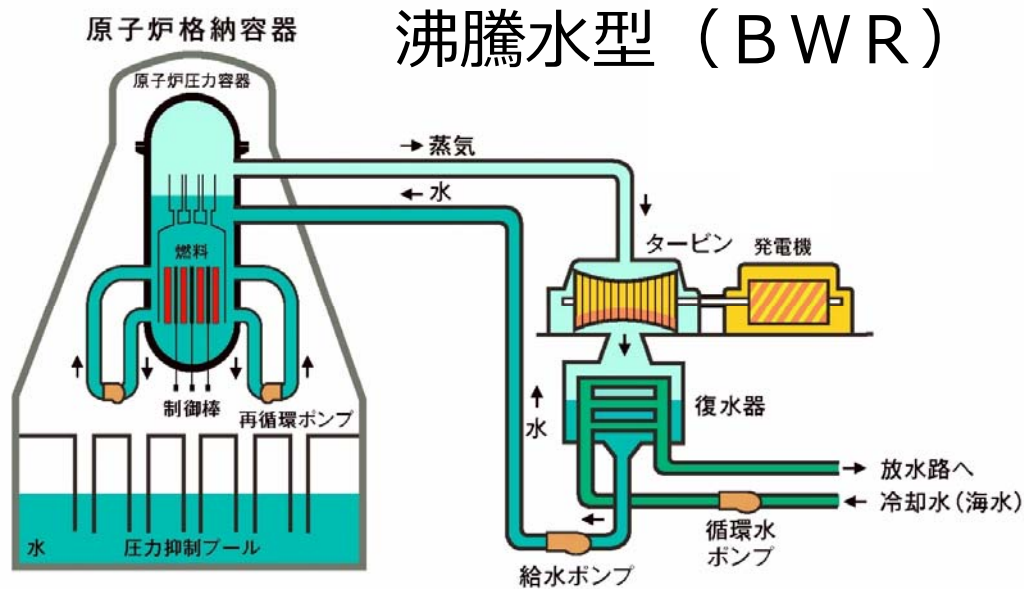
火力発電と原子力発電の違い



火力ではタービン羽根車を回す蒸気を石油などの**化石燃料を燃焼**して水を沸騰させて作る。
原子力では**ウランの核分裂**で発生するエネルギーで水を沸騰させる。

発電のしくみ

BWRとPWR



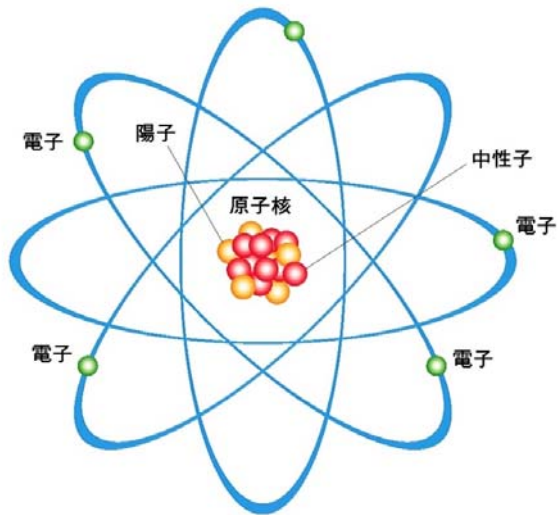
- 原子炉圧力容器の中に核分裂を生じさせるウラン燃料を装荷し、冷却水を加熱 (B / P 同じ)
 - BWR : 原子炉圧力容器内で蒸気を発生させ、その蒸気がタービン羽根車を回す。
 - PWR : 原子炉圧力容器内で冷却水を加圧・加熱し、熱交換器 (蒸気発生器) 内で蒸気を発生させ、その蒸気でタービン羽根車を回す。

核分裂とは？

原子炉の中で何が起きているの？

核分裂とは？

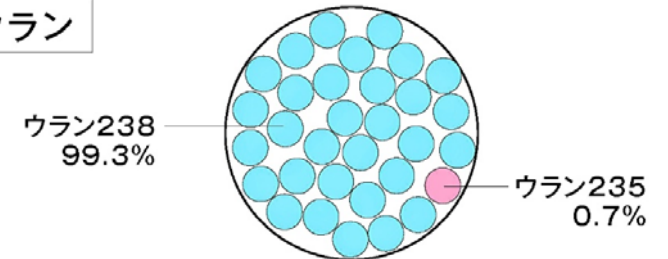
ウラン原子の構造



	陽子の数	中性子の数	陽子と中性子の数の和	自然界に存在する割合
ウラン234	92	142	234	0.0055%
ウラン235	92	143	235	0.7200%
ウラン238	92	146	238	99.2745%

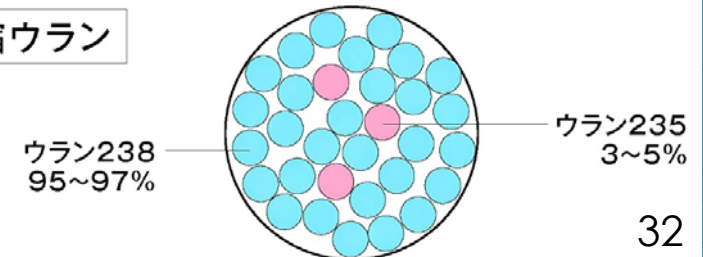
- 原子番号92のウランには、自然界に最も多く存在するウラン238の他に、中性子の数が異なるウラン234、ウラン235という同位体が存在する。
- このうち、軽水炉（BWR, PWR）で核分裂を起こしやすいのはウラン235。天然ウラン中のウラン235の割合が小さいので、軽水炉ではウラン235を3～5%に濃縮した燃料を使用する。

天然ウラン



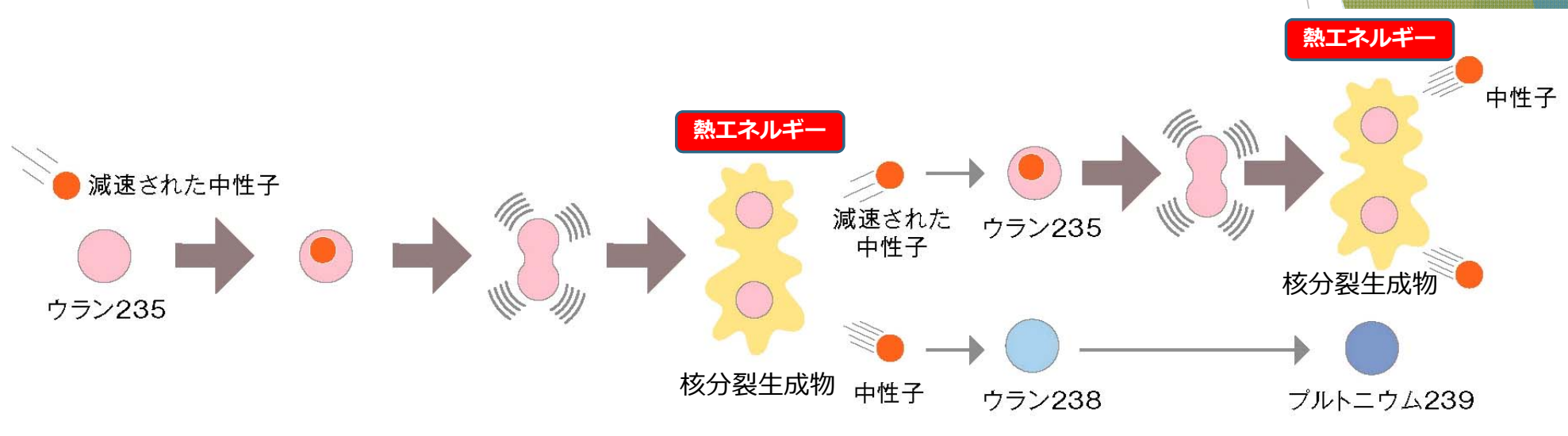
濃縮

低濃縮ウラン



核分裂とは？

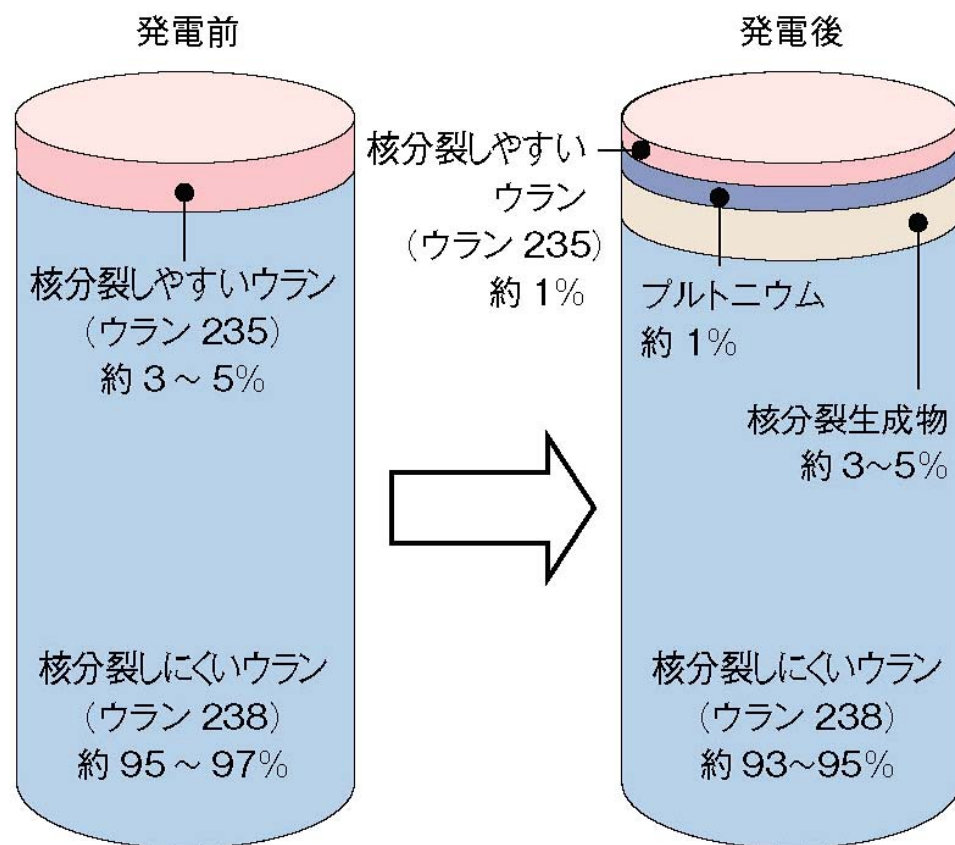
ウランの核分裂とプルトニウムの生成



- ウラン235の原子核に中性子が当たると、原子核が分裂し2～3個の中性子と一緒に熱エネルギーを発生。
- 発生した中性子がさらに別のウラン235の原子核に当たり、分裂を繰り返す。
- 中性子はウラン238に吸収されプルトニウム239になる。
- 分裂した原子核は核分裂生成物と呼ばれ、分裂には寄与しない。

核分裂とは？

ウラン燃料の燃焼(核分裂)による変化



- 核燃料の中で当初3~5%に濃縮されていた核分裂しやすいウラン235が分裂を繰り返すと、核分裂生成物やプルトニウム239が増える一方でウラン235は消費され比率が低下するため、連鎖反応を維持するのが困難になり、出力が低下する。
- 所定の出力を維持できなくなると、その燃料は使用済燃料として原子炉から取り出される。
- **使用済燃料にはウラン235や高速炉などで利用できるプルトニウム239が含まれていることから、これらを取り出せば再利用できる。**

原子力発電所の主な設備

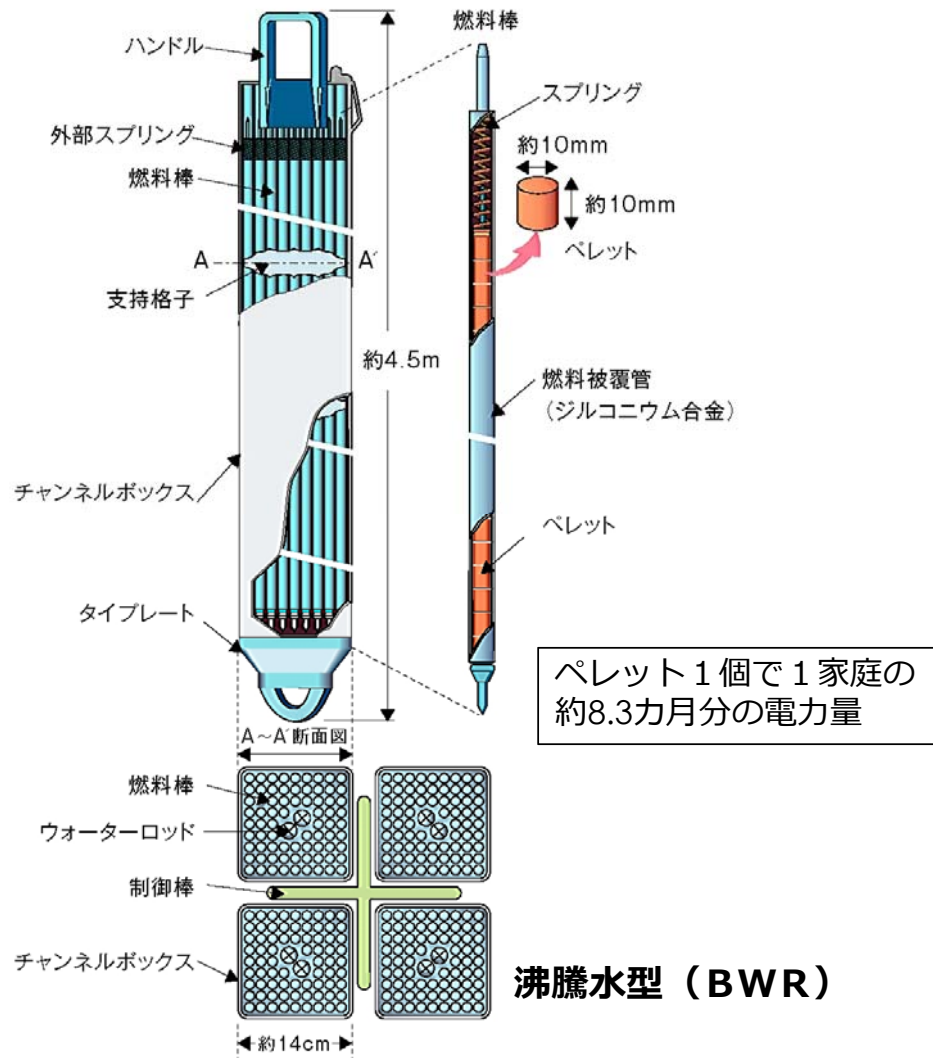
エネルギーを安全・安定に発生させる設備

事故が起きても「止める」「冷やす」「閉じ込める」設備

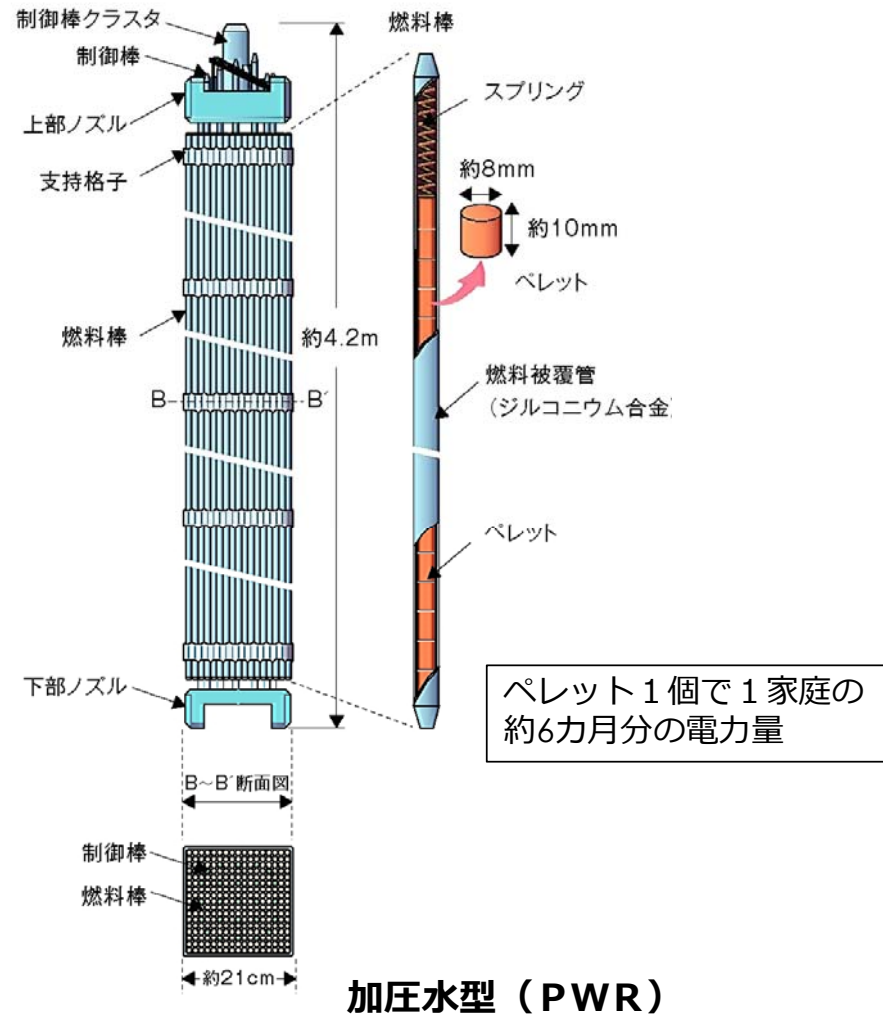
放射能を取り扱う設備

など、様々な分野の技術を統合

原子力発電所の主な設備



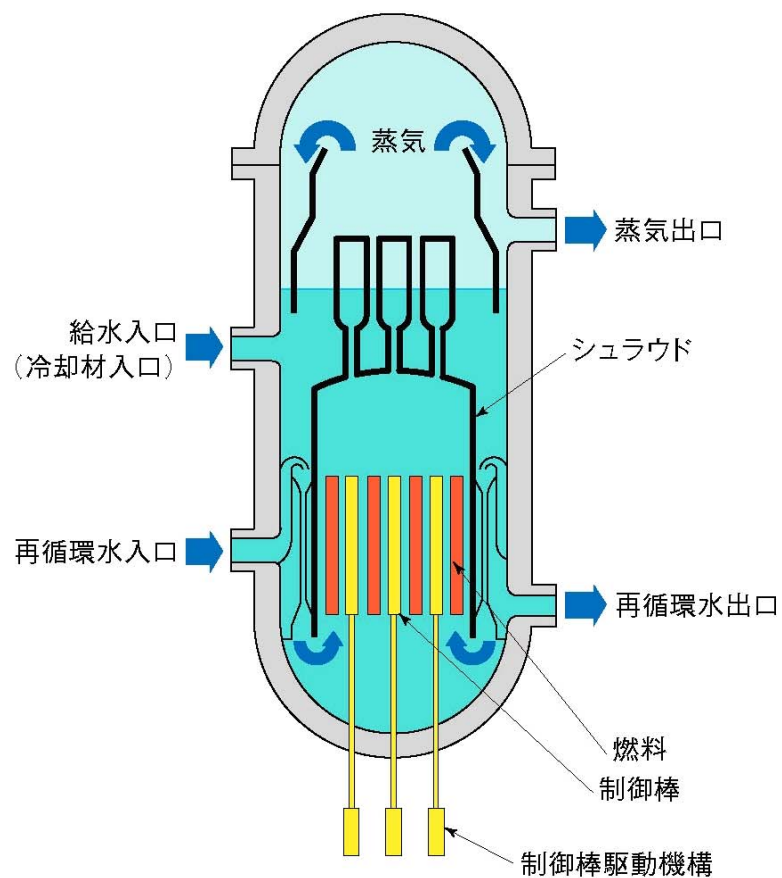
燃料集合体の構造と制御棒



出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

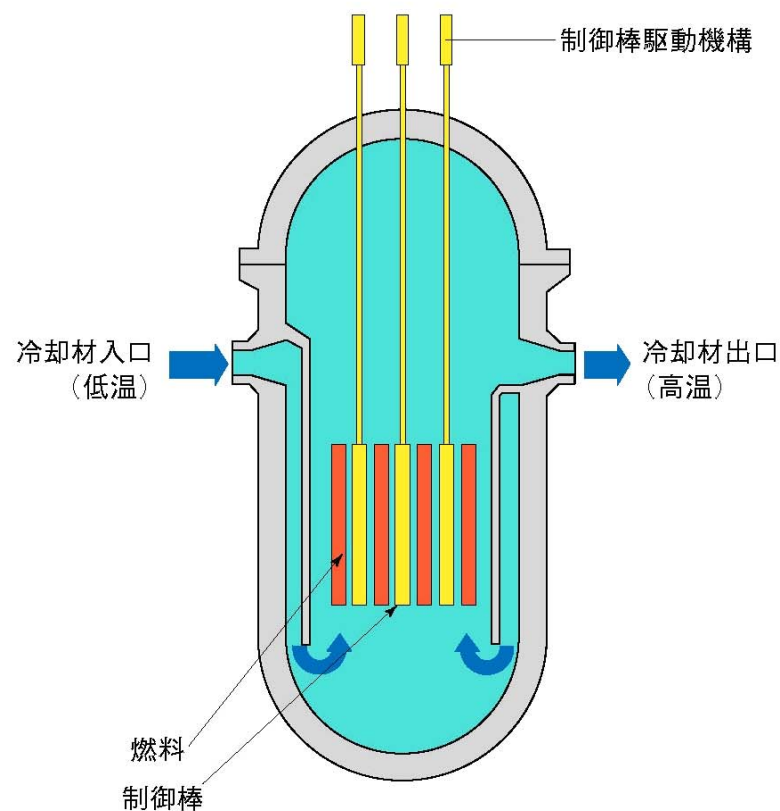
原子力発電所の主な設備

沸騰水型原子炉 (BWR)



原子炉压力容器と制御棒駆動機構

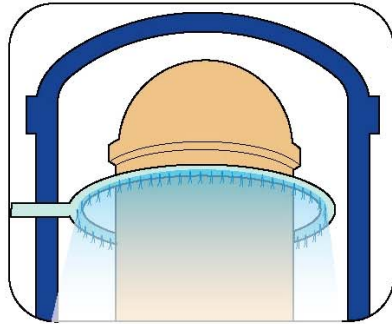
加圧水型原子炉 (PWR)



出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

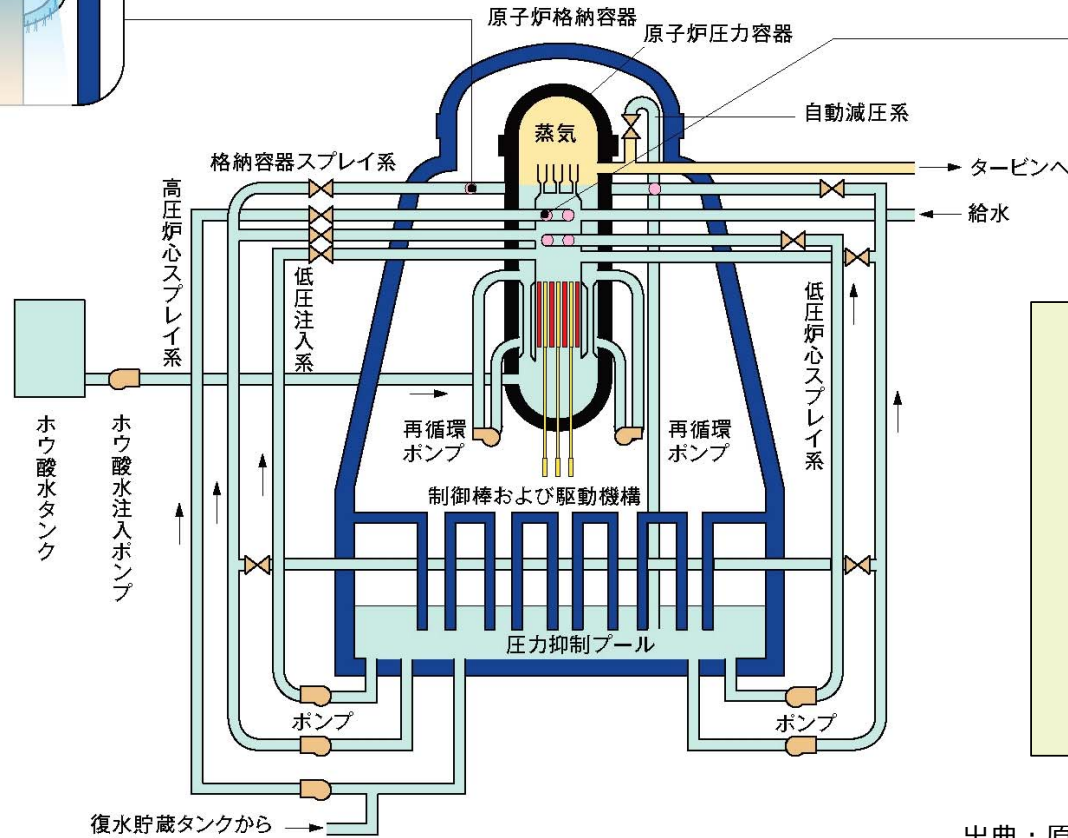
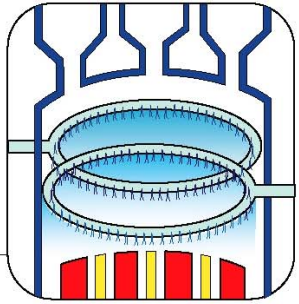
原子力発電所の主な設備

安全設備（非常用炉心冷却設備）



格納容器スプレイ装置
 格納容器の内壁に取り付けたドーナツ型の水管からも、水がシャワーのように流れて格納容器の内部を冷却。これが格納容器スプレイである。

非常用炉心冷却装置
 ドーナツ型の穴のあいた水管があって炉心の水が減ると、自動的にスプレイのように放水され燃料を冷却。これが炉心スプレイ系の冷却装置である。



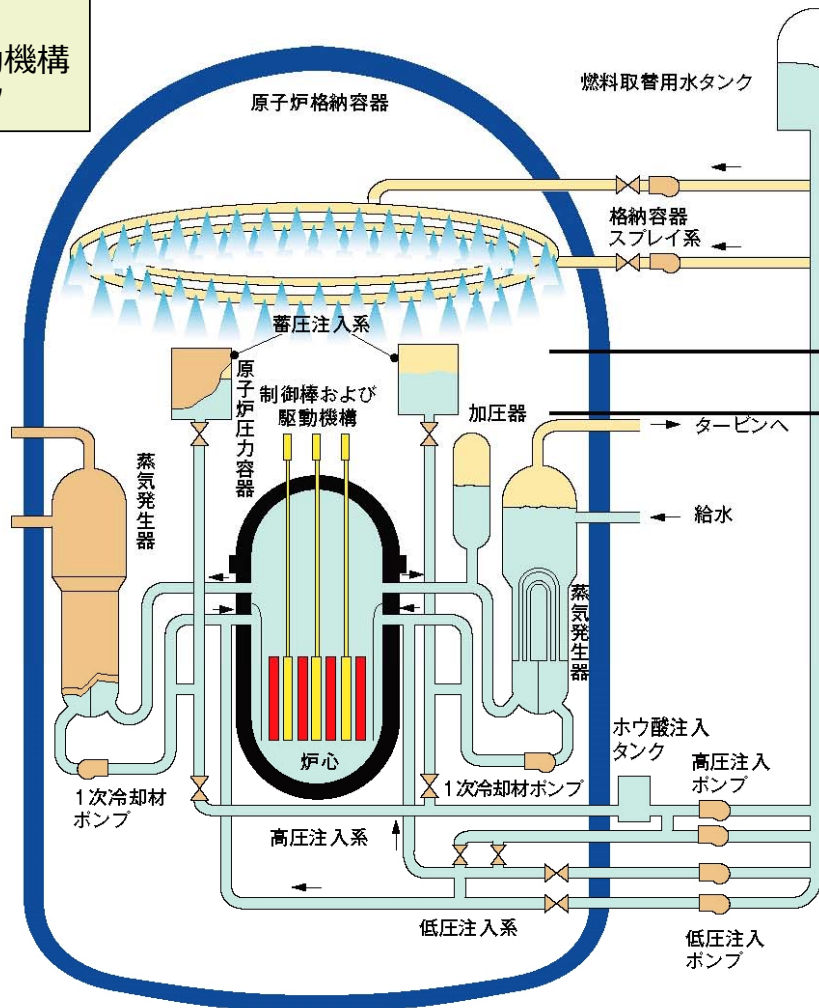
BWRの例

- 【止める】
 制御棒および駆動機構
 ホウ酸水タンク・ホウ酸水注入ポンプ
- 【冷やす】
 高圧炉心スプレイ系
 低圧炉心スプレイ系・自動減圧系
 圧力抑制プール・復水貯蔵タンク
- 【閉じ込める】
 原子炉圧力容器・原子炉格納容器
 格納容器スプレイ系
 圧力抑制プール

原子力発電所の主な設備

安全設備（非常用炉心冷却設備）

【止める】
制御棒および駆動機構
ホウ酸注入タンク



格納容器スプレイ装置
格納容器内の圧力が上昇した場合、格納容器内へ水をスプレイし内部の圧力の上昇を抑制

【閉じ込める】

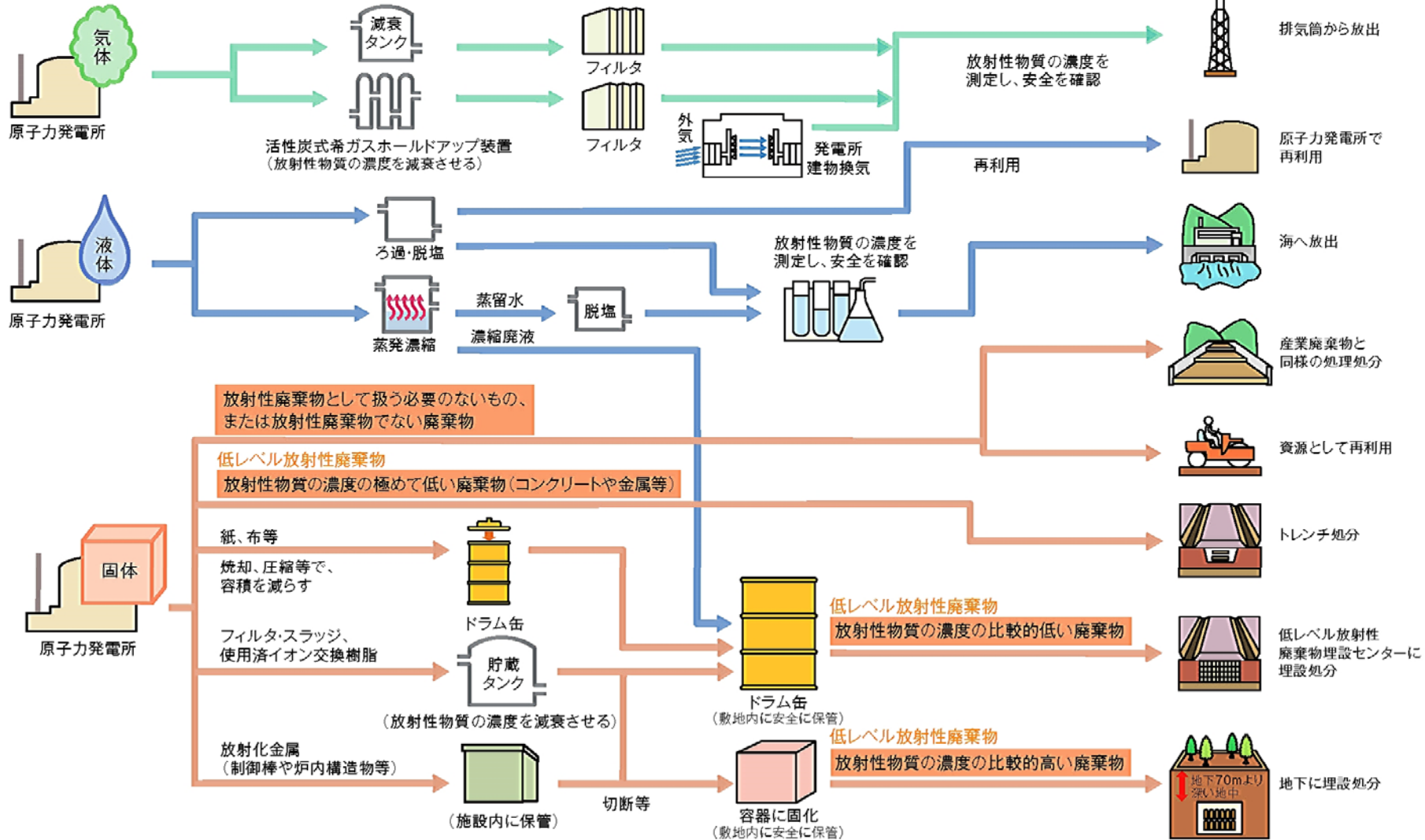
非常用炉心冷却装置
圧力容器内部の状況に応じ、それぞれの系統を用い炉心に水を注入する

【冷やす】

PWRの例

原子力発電所の主な設備

放射性廃棄物処理設備



出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

原子力発電所の主な設備 その他の設備

【PWRの例】

- ▶ 燃料設備：燃料交換機、使用済燃料取扱クレーン、燃料貯蔵プール、使用済燃料冷却系統
- ▶ 一次冷却設備：一次冷却材ポンプ、蒸気発生器、加圧器、その他補助系統
- ▶ 二次冷却設備：タービン設備、給復水設備、海水設備
- ▶ 原子炉格納施設：格納容器、格納容器隔離弁、原子炉建屋
- ▶ 放射線管理設備：放射線監視設備、放射線測定装置、遮蔽装置
- ▶ 放射性廃棄物貯蔵設備：固体廃棄物貯蔵庫、液体廃棄物貯蔵タンク
- ▶ 換気空調設備：給排気ファン、フィルター、排気塔
- ▶ 電気設備：発電機、変圧器、電源盤、電動機
- ▶ 計測制御設備：制御室、計測装置、監視装置、制御装置、安全保護回路
- ▶ 非常用電源設備：非常用ディーゼル発電機及び海水設備

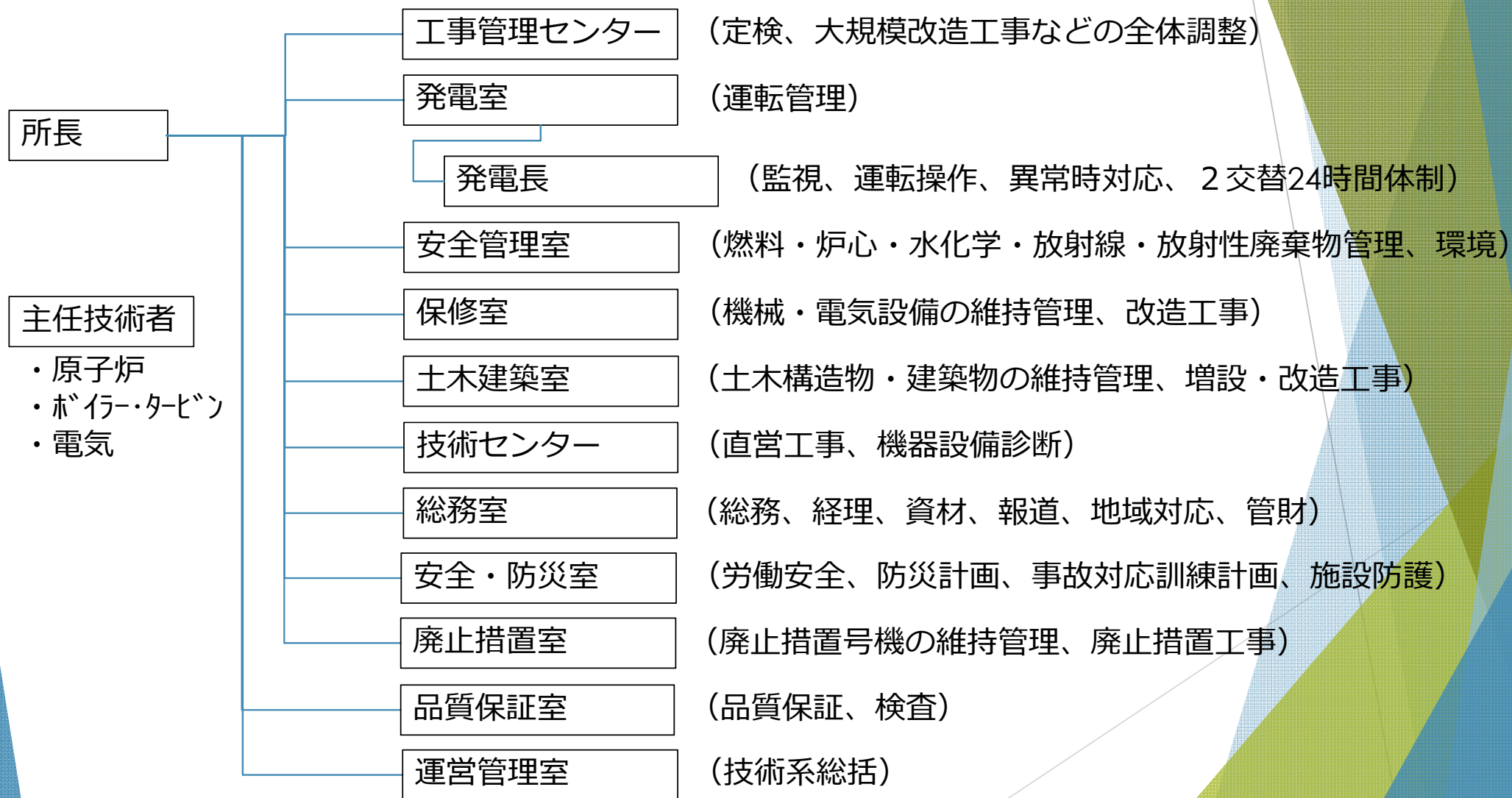
発電所の管理体制

発電停止中でも24時間体制で監視

設備のトラブル、地震などの災害時は、休日・夜間、天候に関わらず参集

原子炉起動・停止時、出力運転中の経験者の比率が低下

発電所の管理体制

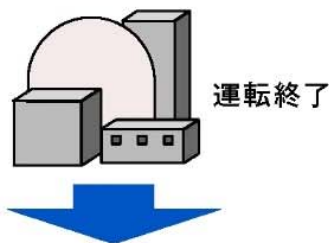


発電所の廃止措置

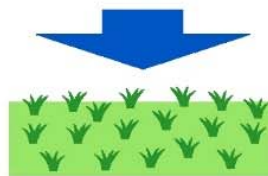
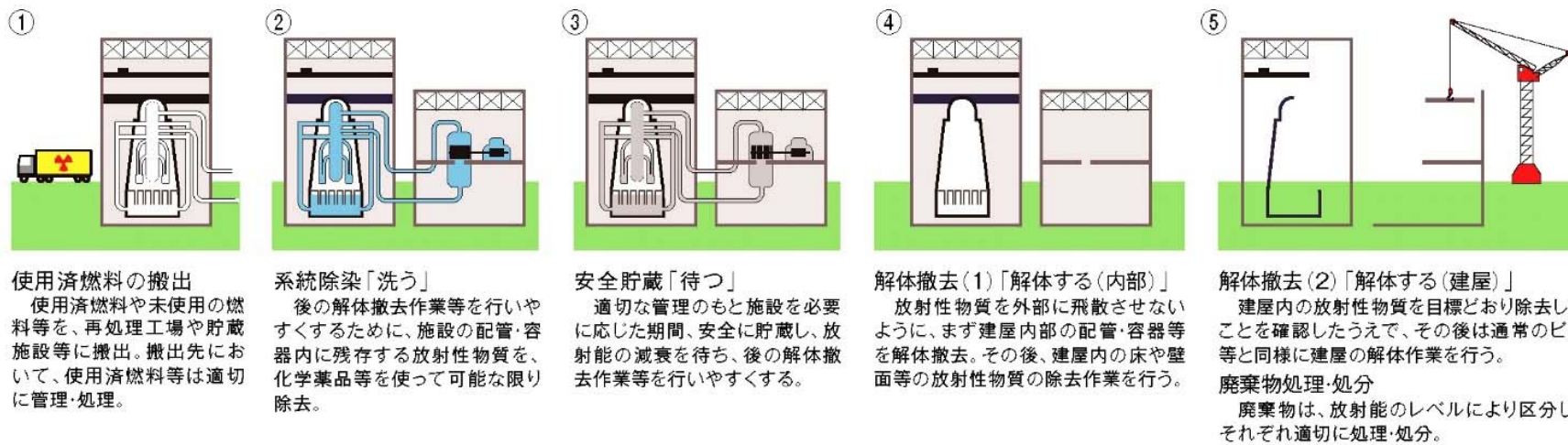
発電のお役目を終えてもまだまだしっかり管理

発電所の廃止措置

廃止措置プロセス（BWR標準プロセス）



●廃止措置の標準工程^(注):沸騰水型原子炉(BWR)



跡地利用

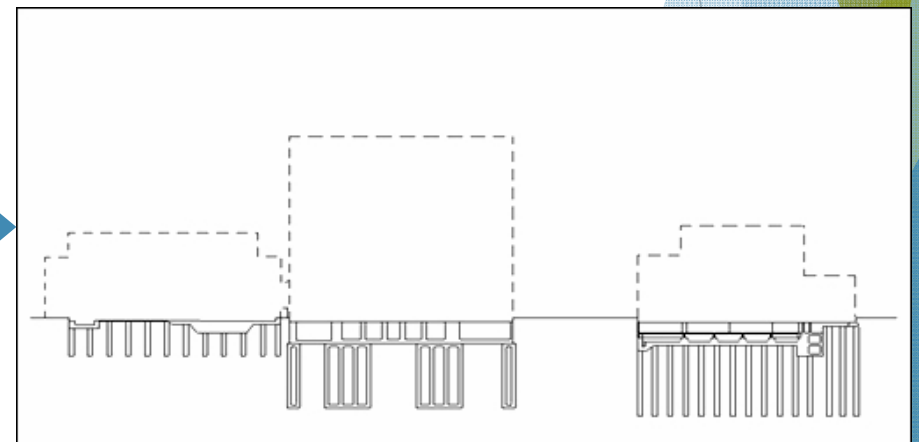
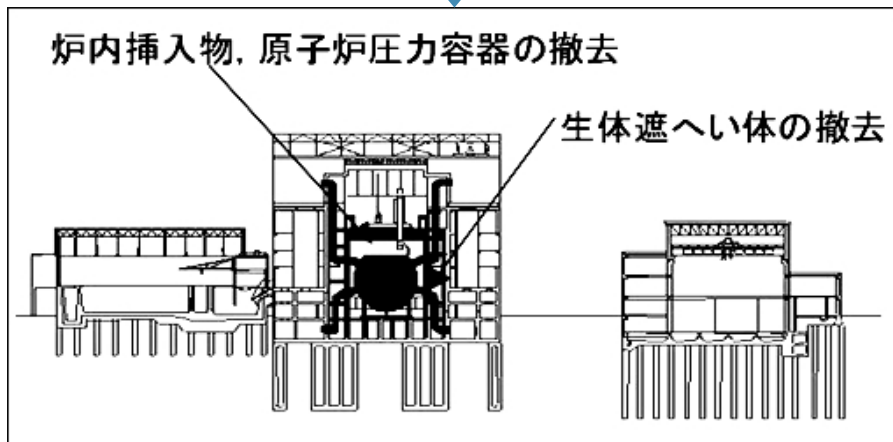
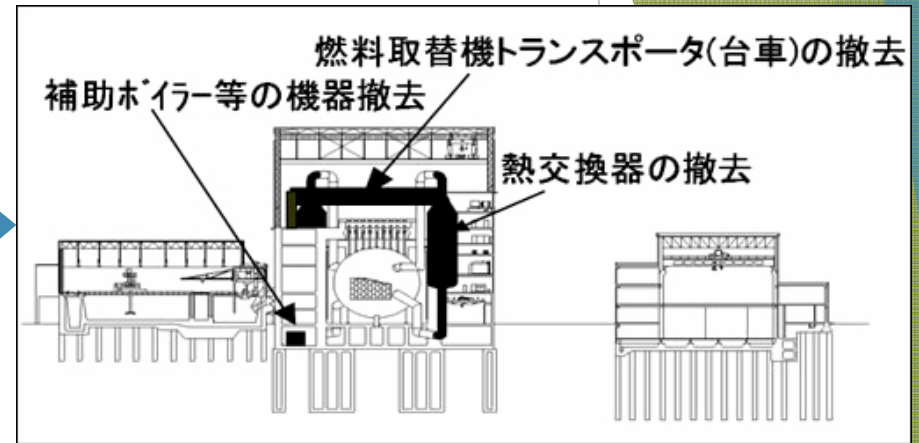
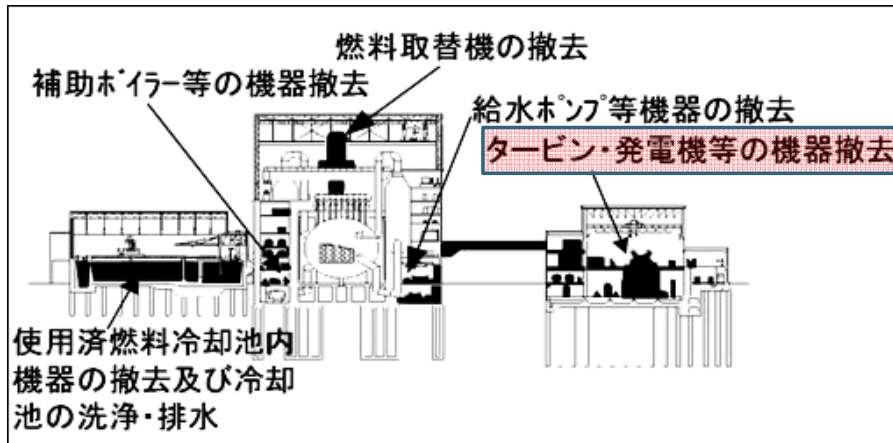
跡地は、法的な手続きを経て、安全性が確認されれば、さまざまな用途に活用できる。

また現在一つの案として、地域社会との協調を取りながら、引き続き原子力発電用地として有効に利用することも考えられている。

(注) 具体的な方法については、状況に応じて事業者が決定し、原子力規制委員会が安全性を確認

発電所の廃止措置

東海発電所（GCR）の廃止措置

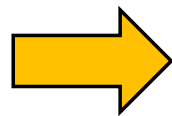


発電所の廃止措置

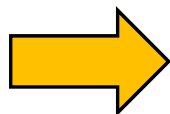
東海発電所（GCR）の廃止措置



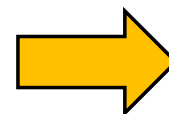
撤去前のタービン発電機



タービン発電機の撤去



タービン建屋内構造物撤去



撤去完了後

撤去が完了したエリアは、次の作業のためのスペース、資材置き場等に活用。

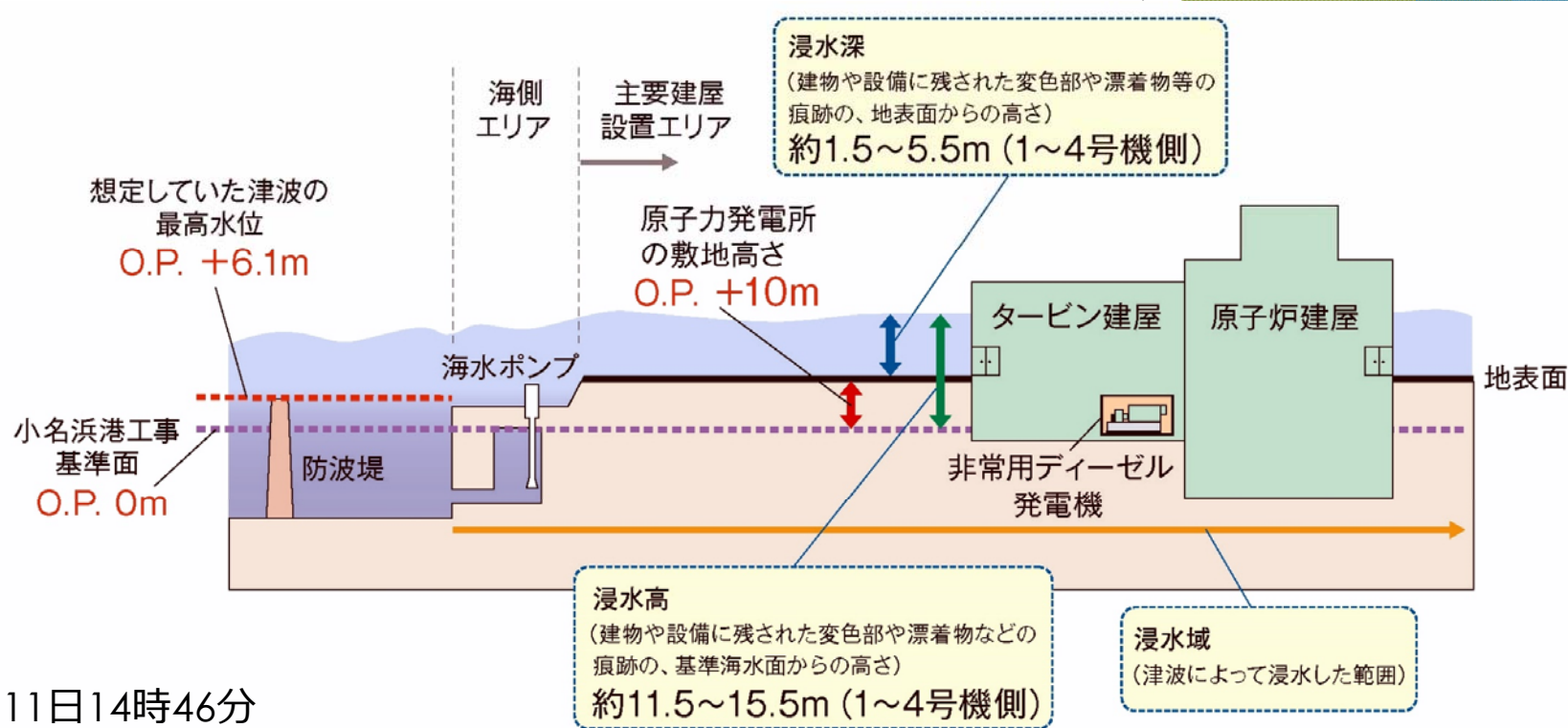
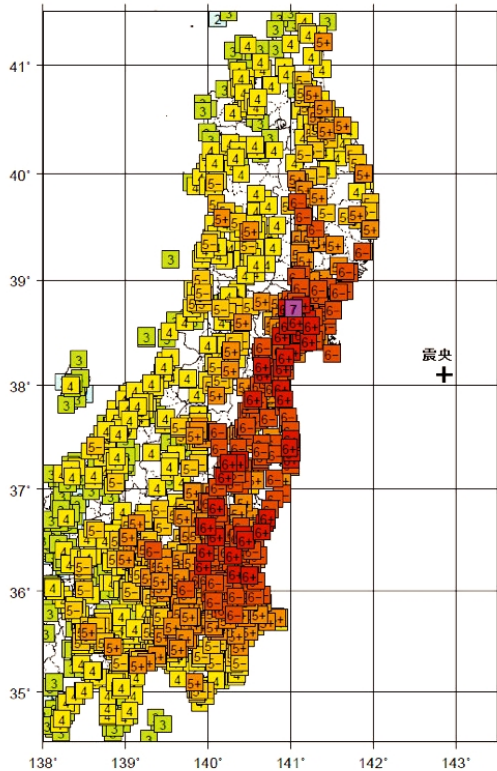
福島第一原子力発電所事故への対応

改良標準化を経て順調な運転実績を積み上げていたところに発生した事故

これまでの設計、発電所管理を根本から見直し

福島第一原子力発電所事故への対応

東北地方太平洋沖地震の概要



【発震時刻】 2011年3月11日14時46分

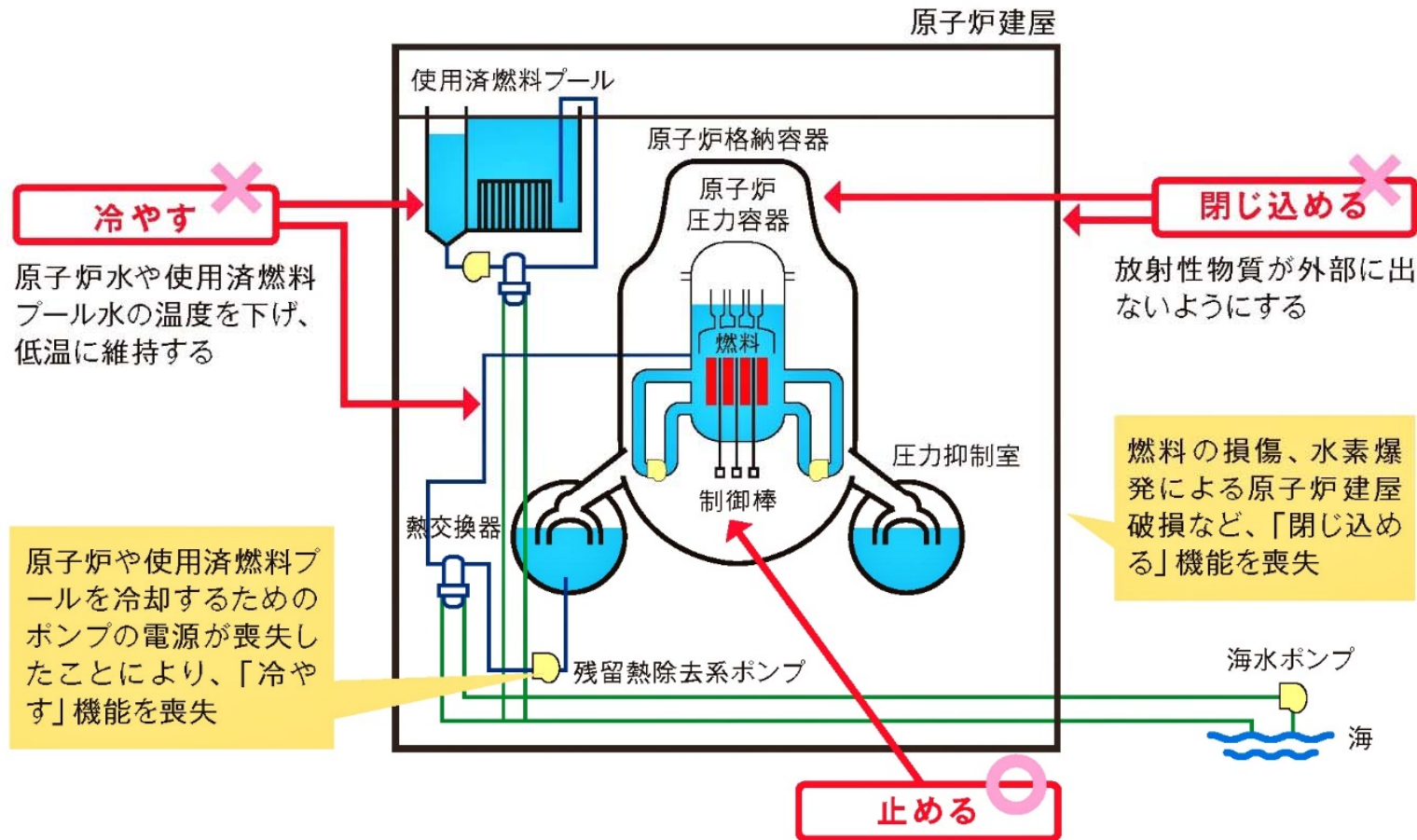
【各地の震度】

- 震度 7 : 宮城県栗原市
- 震度 6 強 : 福島県楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町
- 震度 6 弱 : 宮城県石巻市、女川町、茨城県東海村

出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

福島第一原子力発電所事故への対応

事故の概要

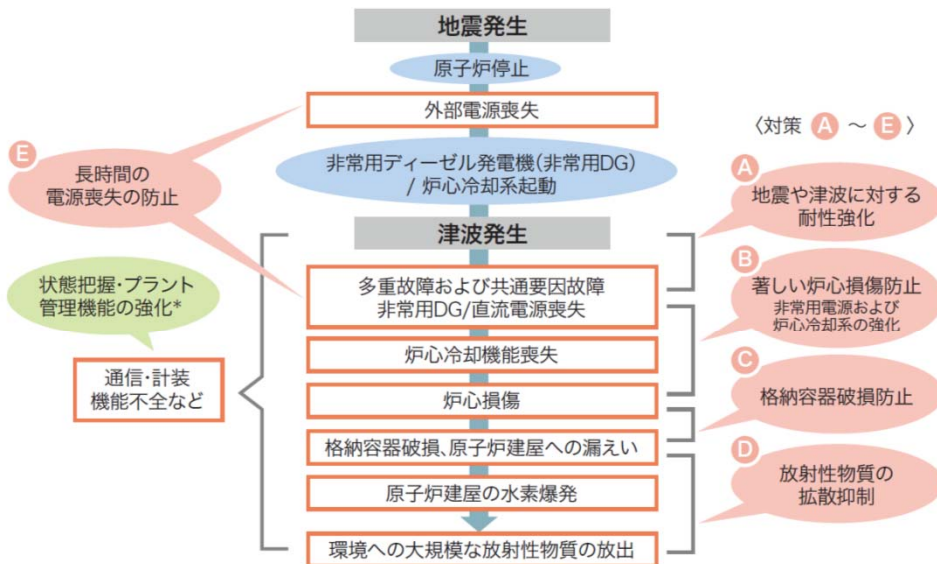


出典：原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

福島第一原子力発電所事故への対応

事故の教訓・海外知見を反映した新規制基準

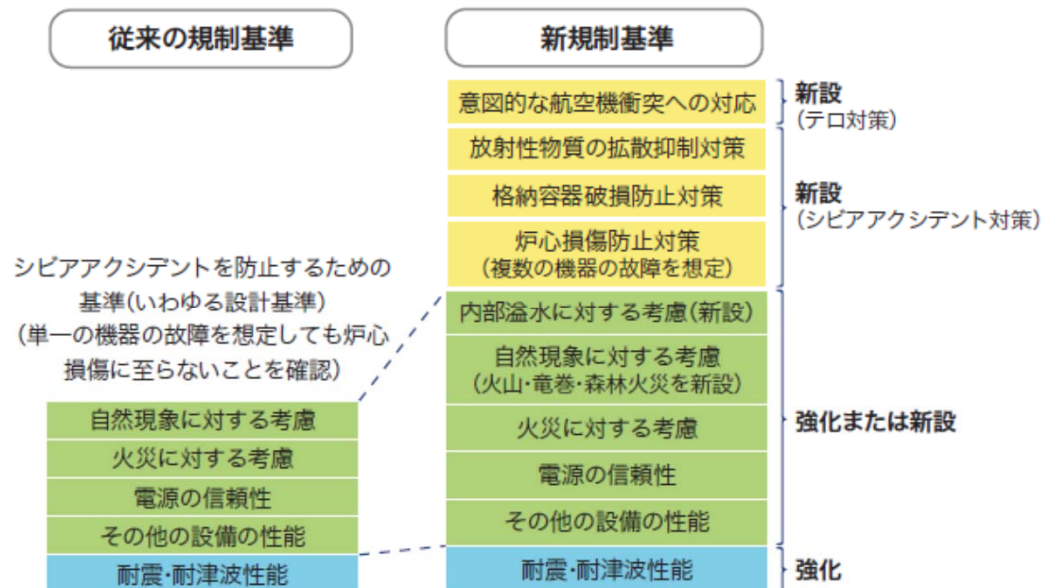
●福島第一原子力発電所事故の進展を踏まえた新規制基準の対策



*「状態把握・プラント管理機能の強化」は、緊急時の通信手段の確保、監視用計器の直流電源の強化をはじめ、がれき除去を行う重機や高線量下に備えた防護服の配備、放射線管理体制の整備のほか、シビアアクシデント時の指揮所となる緊急時対策所、テロなどを想定した特定重大事故等対処施設の整備が含まれます。シビアアクシデントに備える訓練の継続的な実施も対象となります。

出典：原子力規制委員会資料を基に作成

●原子力発電所の新規制基準

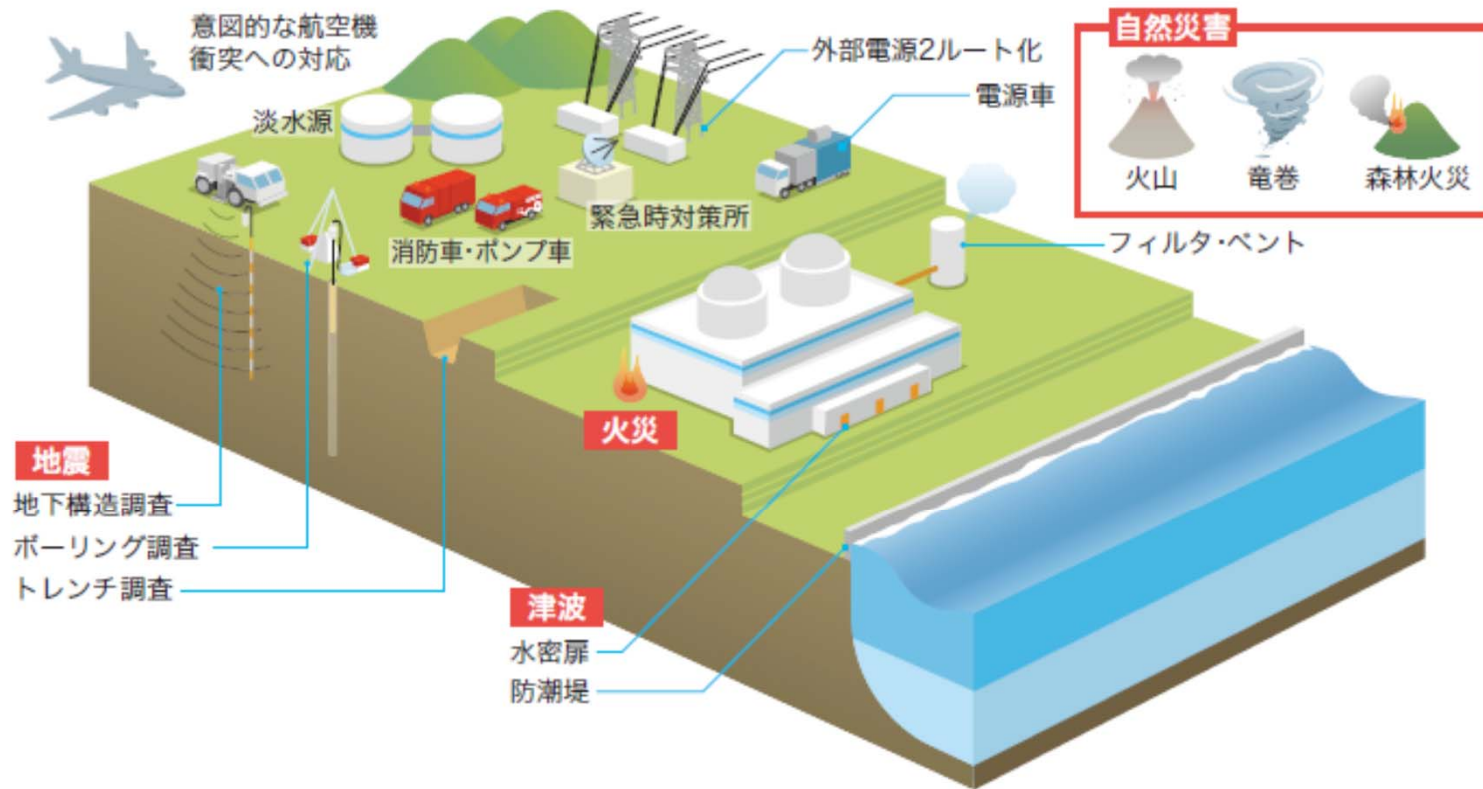


出典：原子力規制委員会資料を基に作成

福島第一原子力発電所事故への対応

新規制基準に適合した具体的な対策

●新規制基準で求められる主な安全対策

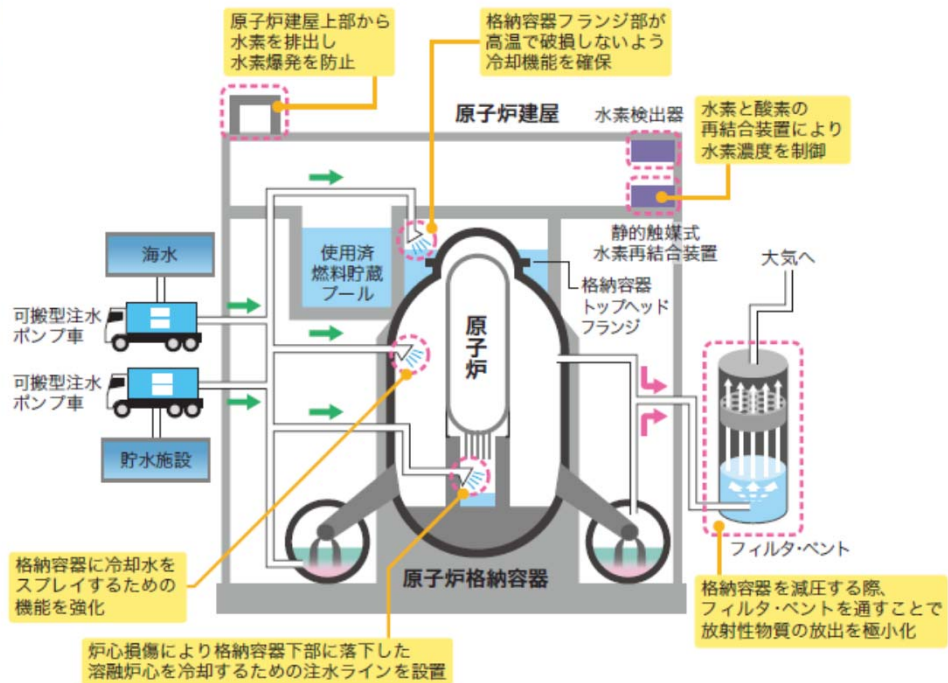


出典：原子力コンセンサス2025（電気事業連合会）

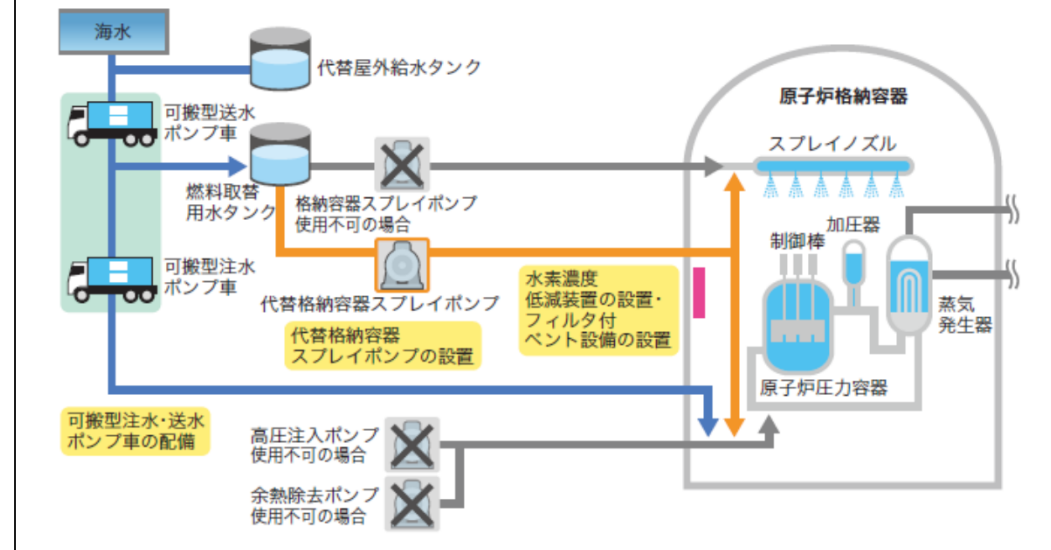
福島第一原子力発電所事故への対応

新規制基準に適合した具体的な対策

●対策例(BWR[沸騰水型軽水炉]の事例)



●対策例(PWR[加圧水型軽水炉]の事例)



福島第一原子力発電所事故への対応

ソフト面の対応 - いかなる場合でも対応するための訓練



総合防災訓練

緊急事態に対する訓練では、重大事故が発生したという想定の下、緊急時対策本部を設置し、様々な場合に対応した総合防災訓練を行っています。例えば、島根原子力発電所では、復旧班や救護班など各班に分かれた報告訓練をはじめ、国や自治体への通報連絡訓練や、原子炉の監視データなどをもとに班長が対応を協議する指揮命令訓練などを行っています。



給水訓練

原子炉を冷却するため、代替注水ポンプ設備や消防車などによる給水訓練を実施しています。大飯発電所では、海水をいったん貯留するプールを組み立て、いくつものパイプを手動で接続して原子炉に海水を送り込む訓練を行っています。



電源供給訓練

外部電源や既設の非常用電源を喪失した場合の対応訓練です。代替電源である高圧電源車にケーブルを接続して所内の電源を確保したり(右:九州電力・川内原子力発電所(鹿児島))、電気を供給する訓練などを行っています。

四国電力・伊方発電所(愛媛)の高圧電源車

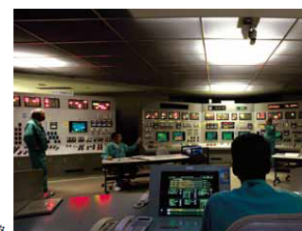


重大事故に対応した訓練

原子力発電所では、平時から有事に備えた訓練を重ねています。重大事故が発生したという想定の下、緊急時対策本部を設置して所内全員が参加して行う総合防災訓練や、外部電源喪失時に代替電源にケーブルを接続する電源供給訓練、原子炉に直接水を送り込む給水訓練など、実情に即した訓練を実施しています。

電源喪失時運転操作訓練

所内すべての交流電源が喪失する厳しい事態を想定した訓練では、薄暗い照明の下、運転操作を試みます。シミュレータ室内にアラーム音が鳴り響き、赤や緑のランプが点滅。運転員は危機に臨んでも落ち着いて事態を安全に収束できるよう訓練に励んでいます。



伊方発電所3号機のシミュレータ

出典：「現場の力」(電気事業連合会)

次世代革新炉

日本は、黎明期から改良標準化計画で目指していたように、もう一度自分たちのエネルギーを確保できるか？

革新軽水炉はProven Technologyをたくさん活用、早期の実計画を期待

次世代革新炉

革新軽水炉

現行炉のメカニズム・出力規模をベースに安全性を高めた炉



◆三菱重工業 (SRZ-1200)

○特長

- ✓ 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- ✓ 受動安全システムや外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- ✓ シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による発電所外の影響低減

○課題

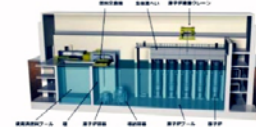
- ✓ 初期投資の負担
- ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

現行炉と比べて小型の軽水炉



◆GE日立 (BWRX-300)



◆NuScale (VOYGR)

○特長

- ✓ 炉心が小さく自然循環冷却
- ✓ 事故も小規模になる可能性
- ✓ 工期短縮・初期投資の抑制

○課題

- ✓ 小規模なため効率が低い（規模の経済性が小さい）
- ✓ 安全規制等の整備が必要

高速炉

冷却材にナトリウムを使用し、高速中性子を用いる炉



◆三菱重工業（実証炉）

○特長

- ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減
- ✓ 資源の有効利用

○課題

- ✓ ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ✓ 免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

冷却材にヘリウムガスを使用し、高温の熱を得る炉



◆三菱重工業（実証炉）

○特長

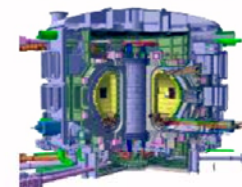
- ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- ✓ 高温耐性で炉心熔融なし
- ✓ 950℃の熱利用が可能（水素製造等に活用）

○課題

- ✓ エネルギー密度・経済性の向上
- ✓ 安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

核分裂反応ではなく、核融合反応から熱を得る炉



◆ITER（実験炉）

○特長

- ✓ 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- ✓ 放射性廃棄物が非常に少ない

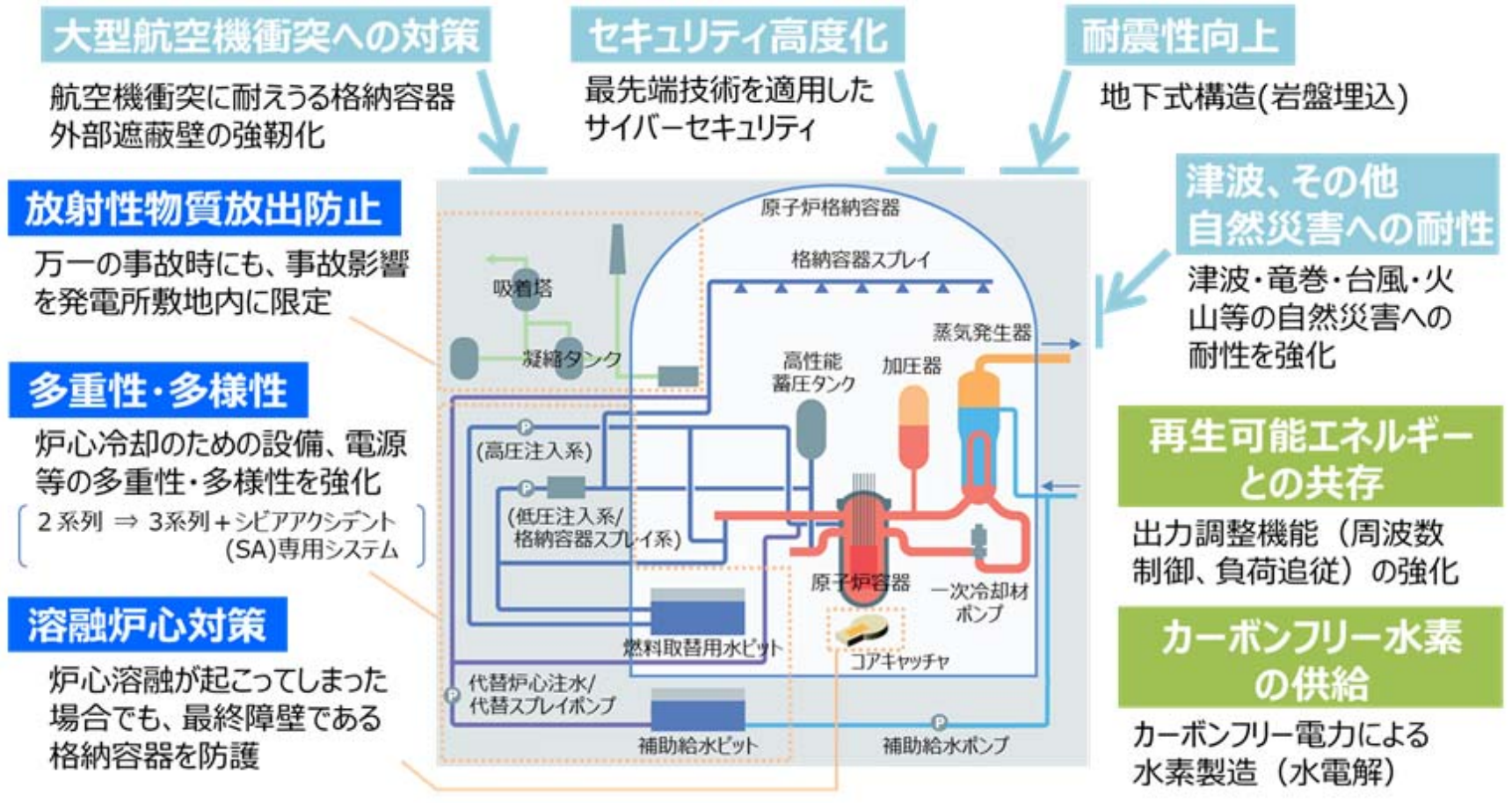
○課題

- ✓ プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間が必要）
- ✓ エネルギー密度・経済性の向上

出典：資源エネルギー庁「次世代革新炉の現状と今後について」（令和6年10月22日）

次世代革新炉

革新軽水炉のイメージ



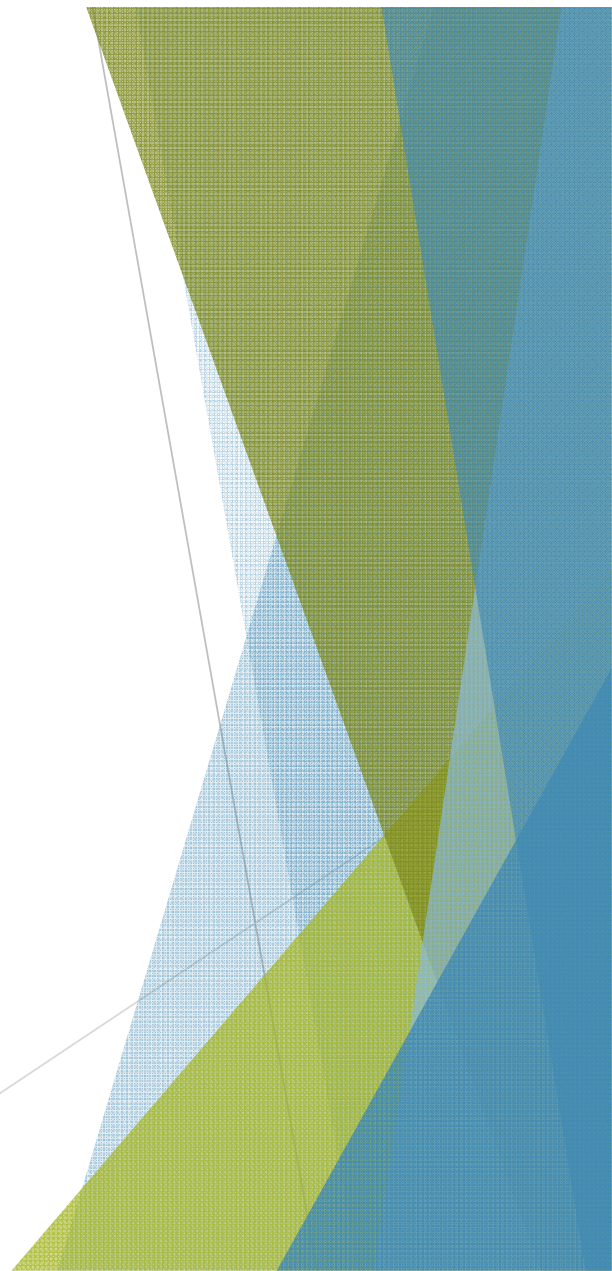
終わりに

- ◆ 日本の原子力開発からの経緯を振り返ると、官民挙げて海外から原子力発電所を輸入、改良標準化計画でトラブルを克服し、作業被ばく低減や効率改善を推進した結果、ついには日本型の原子力発電所を手にした。
- ◆ しかし、福島第一原子力発電所事故は、これまでの実績をも根底から覆した。
- ◆ 日本は事故の教訓を踏まえ、従来の安全に対する考え方、設計、管理など根本から見直した。
- ◆ 戦後の導入時からの蓄積がゼロになってしまったわけではないが、時間が経つほど人間が持つ経験が失われていくのは事実。
- ◆ 製品製造の観点でも、原子力停滞の間に撤退する企業が増えている。国内サプライチェーンが崩壊し、以前のように海外依存に戻ってしまうかもしれない。
- ◆ 今、まさに日本の原子力は再スタートしようとしている。これまでの経験を将来に活かせるかどうかは我々シニアの使命であり、活かすかどうかは若い世代の皆さん次第。
- ◆ 対話会では、皆さんとの質疑だけでなく、日本の原子力の再スタートに当たっての皆さんの考えもお聞かせ願いたい。

ご清聴ありがとうございました



付録



業界紙における新規プラント関連報道の傾向

2025年4月24日~5月30日までの約1ヶ月間にWNNから配信された記事のうち“New Nuclear”に分類された38件のニュースを分析。

Date	タイトル	和訳
1 Thursday, 24 April 2025	インドの原子炉建設契約を締結	インド原子力発電公社(NPC)は、カイガ原子力発電所5号機と6号機の建設契約の発注書をメガ・エンジニアリング・アンド・インフラストラクチャー社に提出しました。これは、ハイデラバードに拠点を置く同社にとって初の大型原子力契約となります。
2 Friday, 25 April 2025	ノルウェーのSMR発電所開発プロジェクト会社が設立	複数の小型モジュール炉(SMR)をベースとした発電所の開発を目的として、将来の設置自治体であるアウレ市とハイム市、地元エネルギー会社NEAS、そしてノルウェーのKjernekraftが共同で新会社「Trondheimsleia Kjernekraft AS」を設立しました。
3 Monday, 28 April 2025	中国で10基の新規原子炉が承認	中国国務院は、防城港原子力発電所第3期、海陽原子力発電所第3期、三門原子力発電所第3期、台山原子力発電所第2期、霞浦原子力発電所第1期の5つの原子力発電所建設計画を承認した。合計10基の原子炉建設計画には華龍一号炉8基も含まれる。
4 Monday, 28 April 2025	ユタ州サイト向けSMRの検討に向けた提携	EnergySolutionsは、インターマウンテン・パワー・エージェンシーおよびユタ州と提携し、ユタ州デルタ近郊のインターマウンテン・パワー・プロジェクト・サイトにおける先進的な原子力発電の開発、特に先進的な小型モジュール炉(SMR)による原子力ベースロード電源の開発の可能性について調査を行いました。
5 Monday, 28 April 2025	ポーランドのプロジェクト継続に関する契約締結	ポーランド電力公社(Polskie Elektryczne Jadrowe)とウェスティングハウス・ベクトル・コンソーシアムは、ポーランド初の原子力発電所プロジェクトの継続実施を確保するため、最近合意したエンジニアリング開発契約に署名しました。
6 Monday, 28 April 2025	エル・ダバア原子力発電所構内ネットワーク(LAN)の工事が進行中	このネットワークは、エジプトのエル・ダバア原子力発電所に設置される。



Ten new reactors approved in China

China's State Council has approved five nuclear power projects - Fangchenggang Phase II, Sanmen Phase III, Taishan Phase II with a total of 10 reactors, including units.



New Nuclear · Monday, 28 April 2025

分析結果

2025年4月24日～5月30日までの約1ヶ月間にWNNから配信された記事のうち
“New Nuclear”に分類された38件の記事のタイトル、要約に含まれる
国名、炉型名称の出現数を調査

キーワード	数
韓国	11
チェコ	9
米国	7
ロシア	7
中国	5
ポーランド	5
インド	4
ノルウェー	3
カナダ	3
ブラジル	3
スウェーデン	2
フィンランド	2
オランダ	2
ウズベキスタン	2
ベルギー	2
エストニア	2
ウガンダ	2
エジプト	1
イタリア	1

キーワード	数
SMR	20
BN-1200	2
BWRX-300	2
RITM-400	2
BREST-OD-300	2
LDR-50	1
APR1400	1

- ▶ この10年ほどの間に運転開始、建設着手した発電所の数が多い国の記事が配信される傾向がある。
- ▶ 韓国：他国への輸出契約、技術協力契約に関する記事が多い。国内発電所の建設に関する記事もあり。
- ▶ チェコ：韓国からの輸入契約に関わる記事が中心。
- ▶ ロシア：自国の高速炉建設状況・計画承認、原子力砕氷船の製造状況に関する記事の他、他国との技術協力に関する記事。
- ▶ 中国：自国の建設状況に関する記事が中心。
- ▶ 日本：“New Nuclear”に分類される記事はゼロ。
- ▶ 炉型に関しては圧倒的にSMR関係の記事が多い。
(他のキーワードと異なり特定のメーカーの固有名詞でないためと考えられる)

