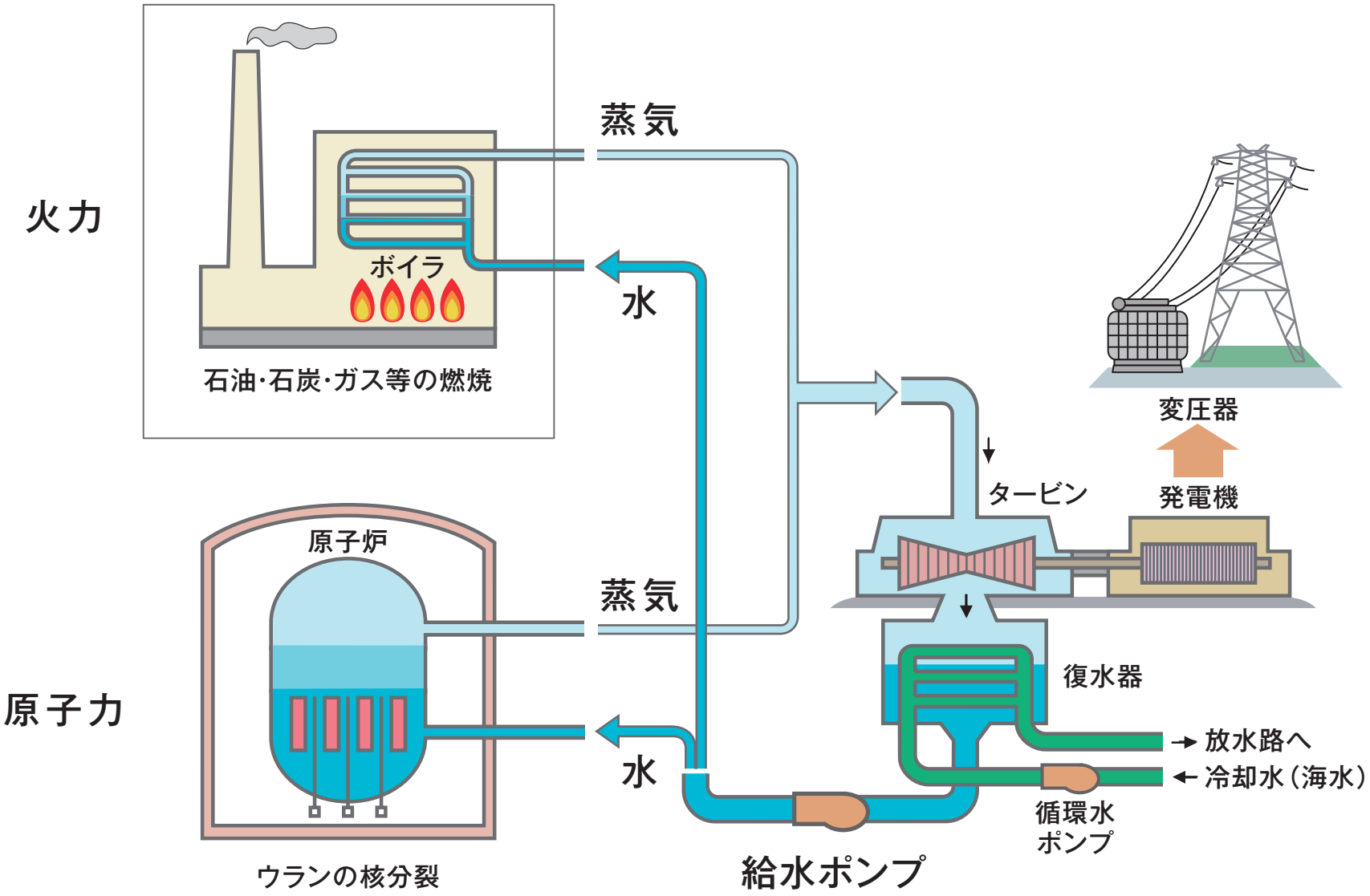
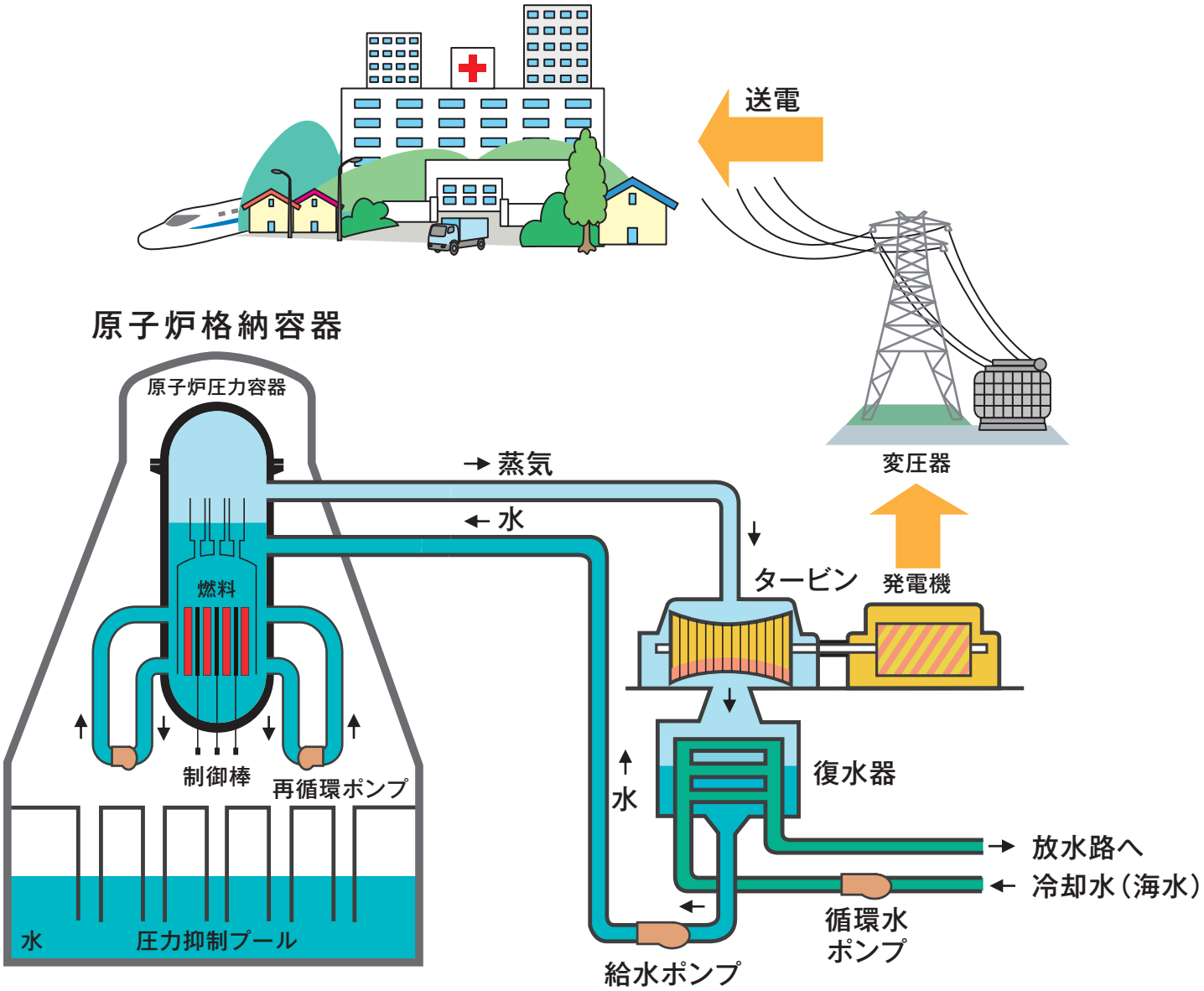
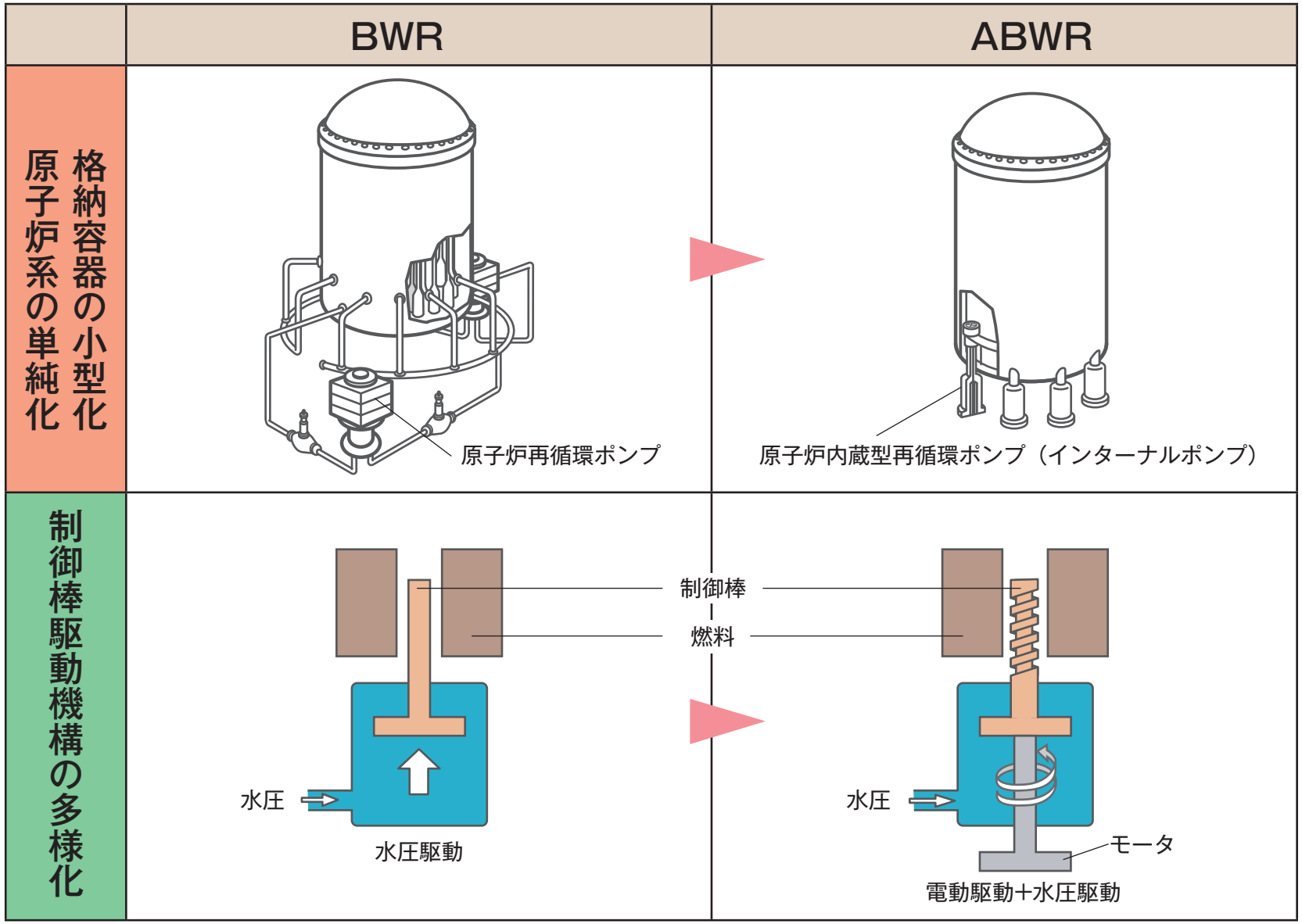
火力発電と原子力発電の違い



沸騰水型炉（BWR）原子力発電のしくみ

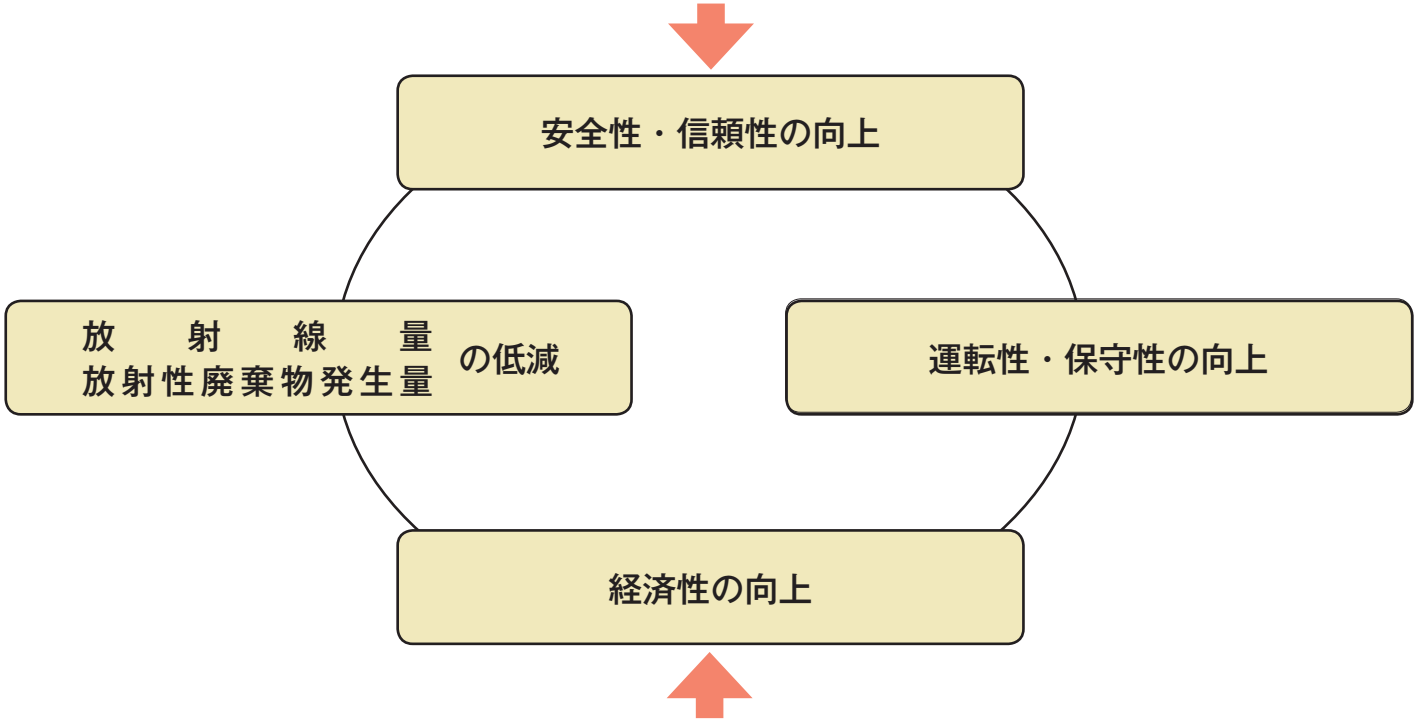


改良型沸騰水型炉（ABWR）の構造上の特長



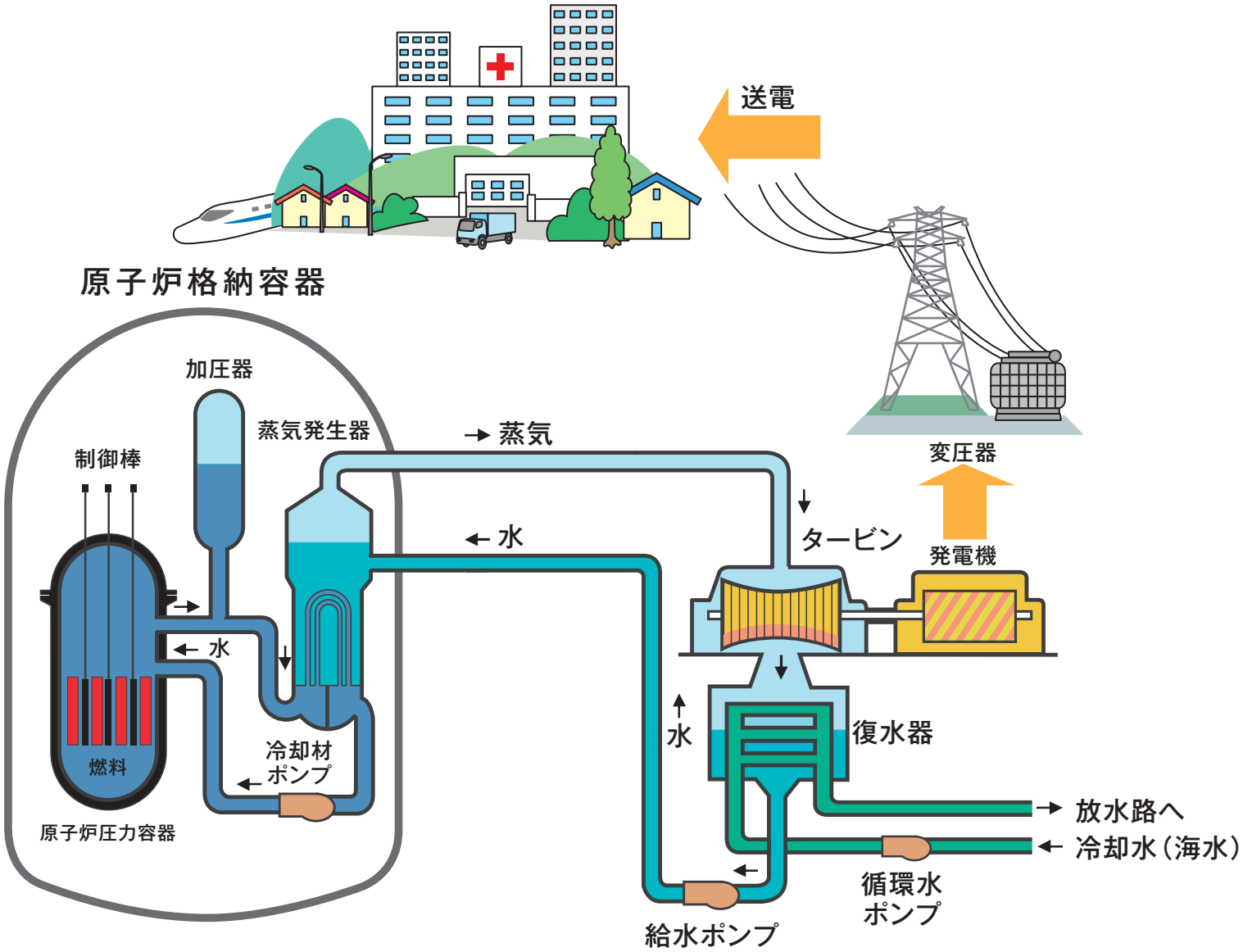
改良型沸騰水型炉（ABWR）の特長

原子炉系の単純化・格納容器の小型化・制御棒駆動機構の多様化
耐震性の向上・非常用炉心冷却システムの最適化



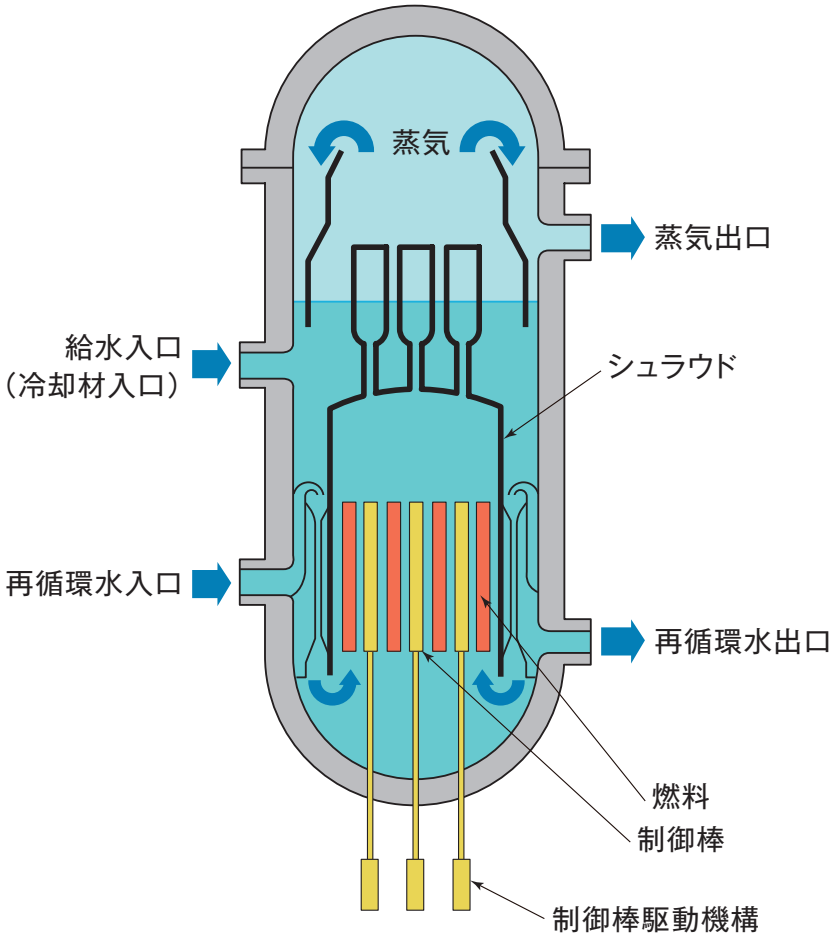
建設費の低減	運転費の低減
建屋容積の低減 建設工期の短縮	稼働率の向上 熱効率の向上 燃料費の低減 定期検査工程の短縮

加圧水型炉（PWR）原子力発電のしくみ

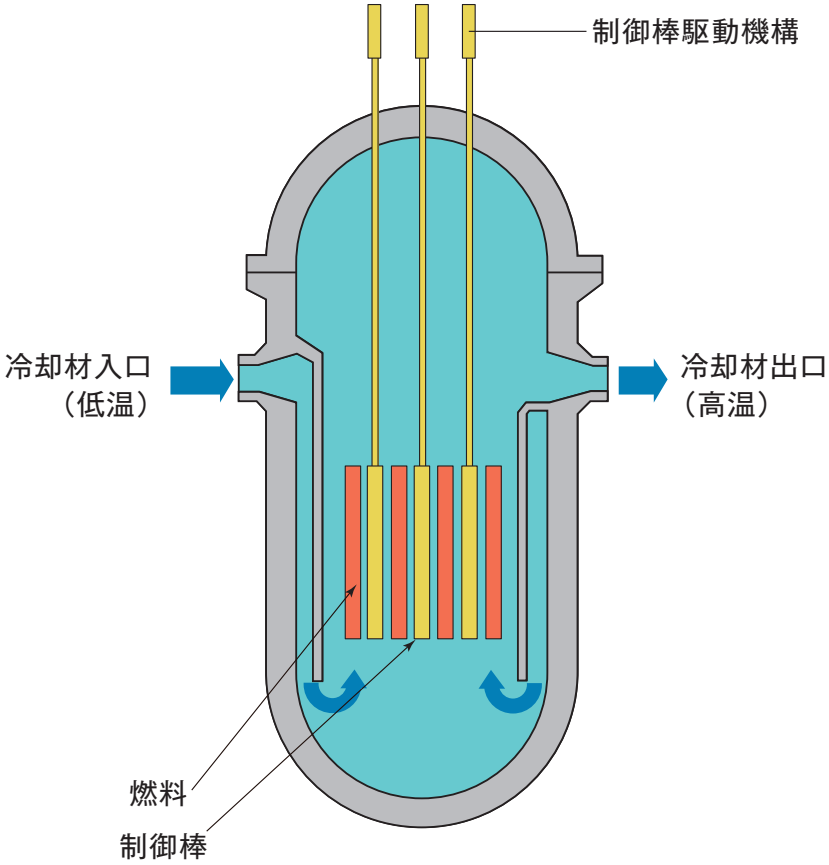


原子炉圧力容器断面図

沸騰水型原子炉（BWR）

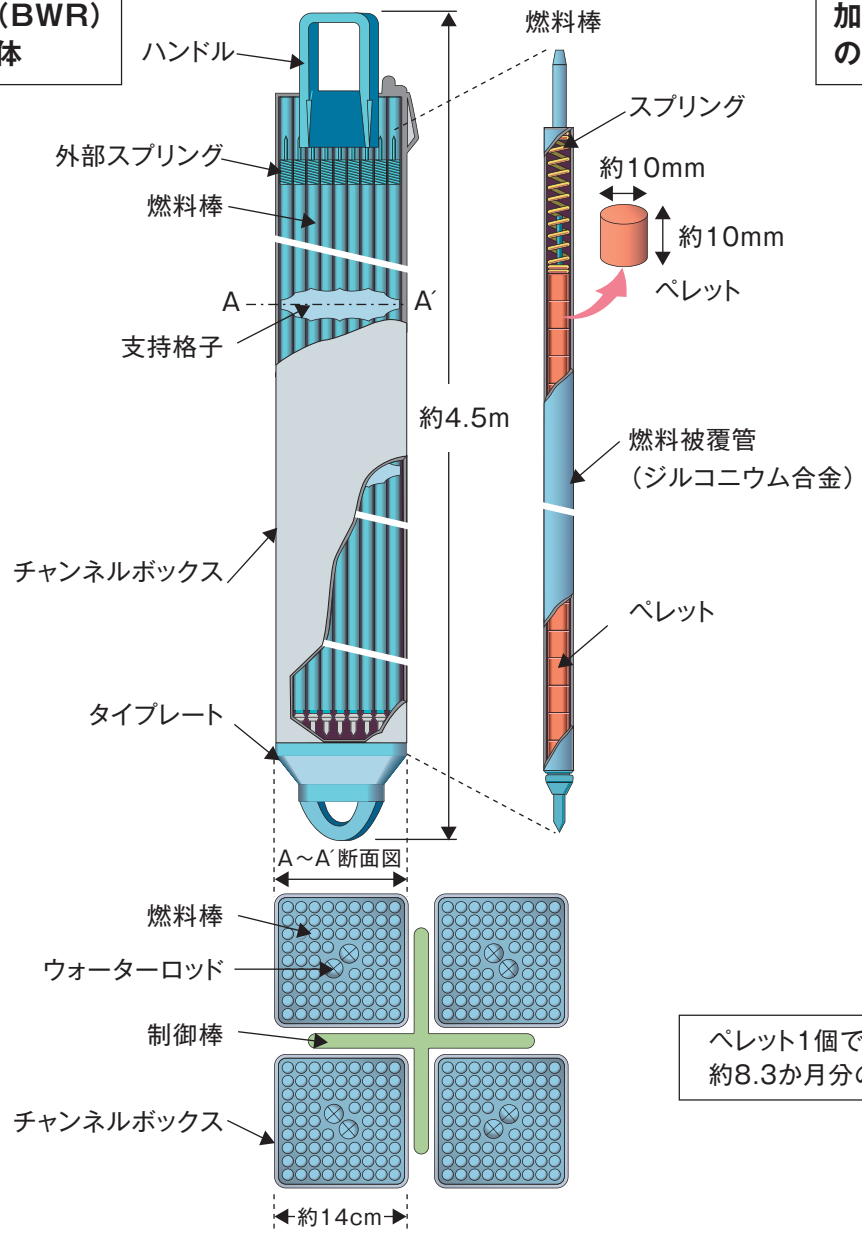


加圧水型原子炉（PWR）



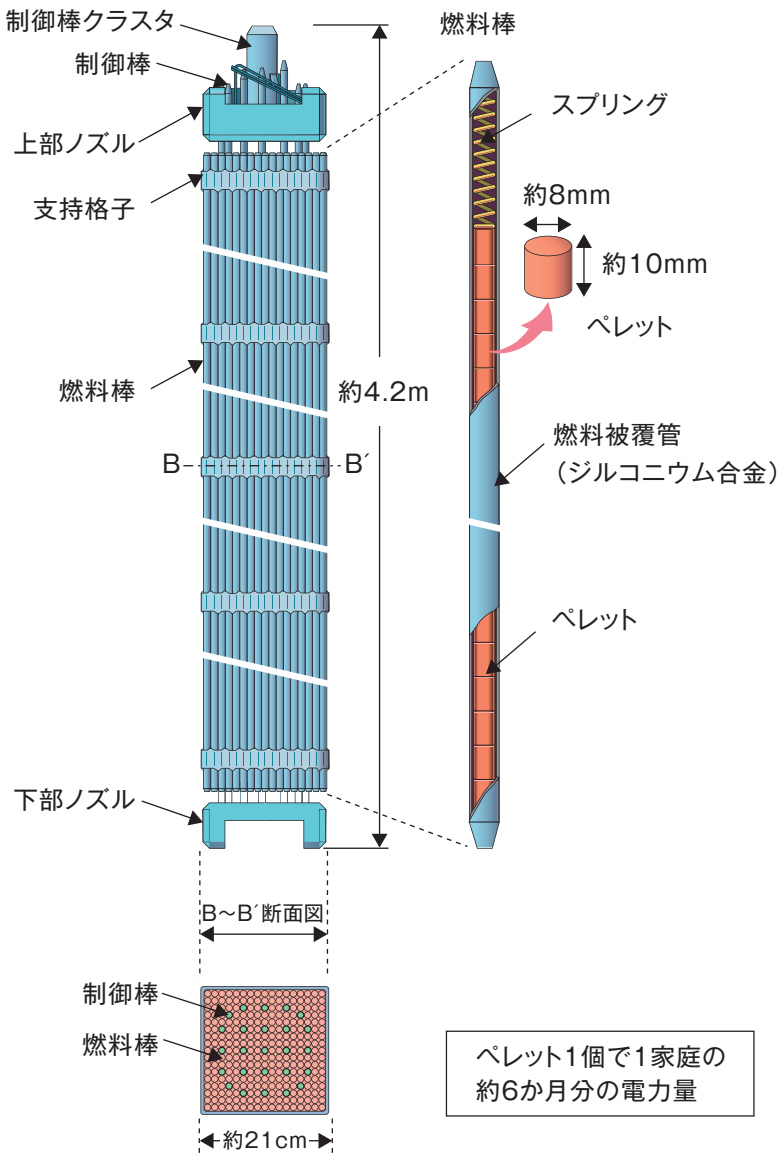
燃料集合体の構造と制御棒

沸騰水型炉（BWR）の燃料集合体



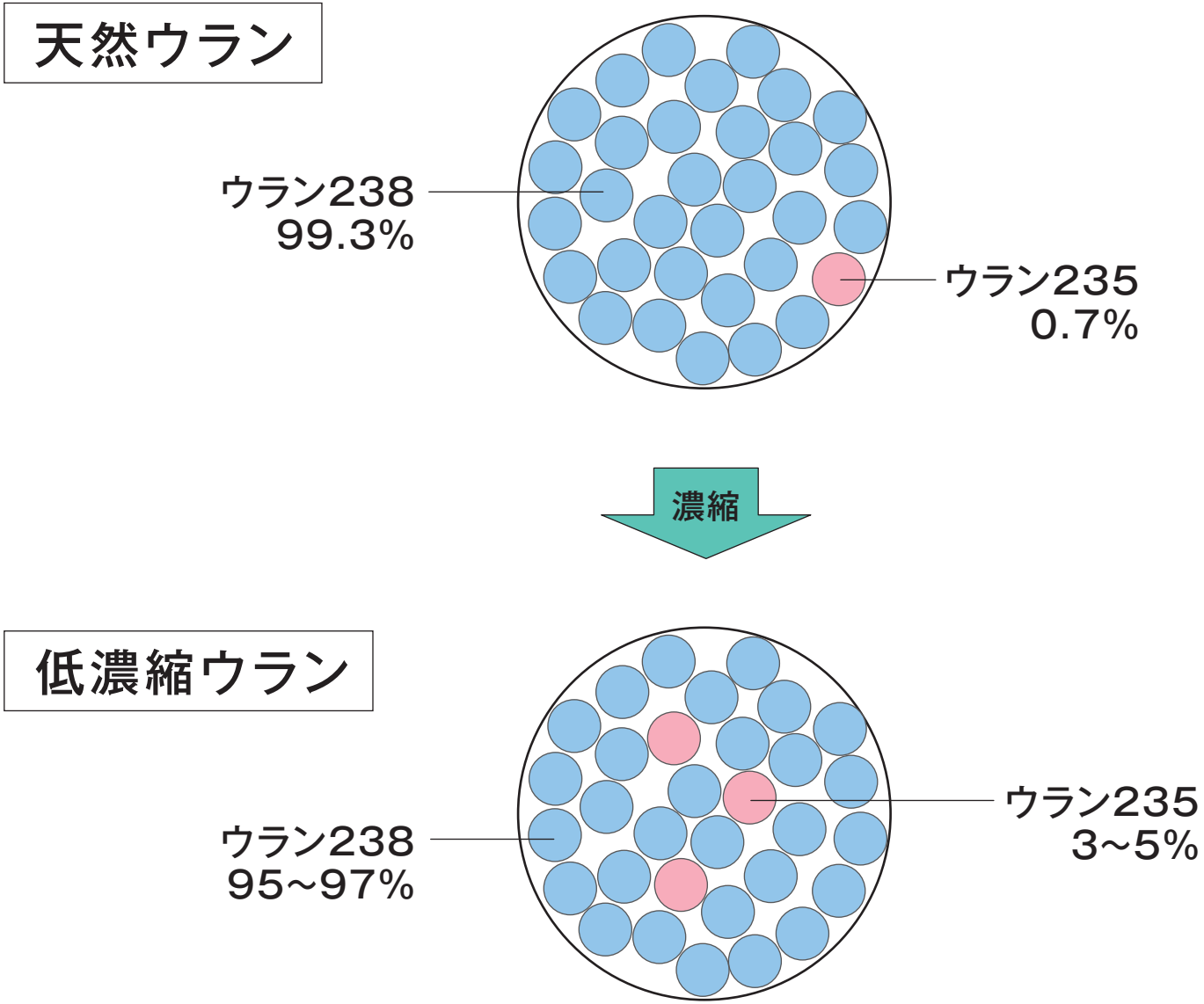
ペレット1個で1家庭の
約8.3か月分の電力量

加圧水型炉（PWR）の燃料集合体

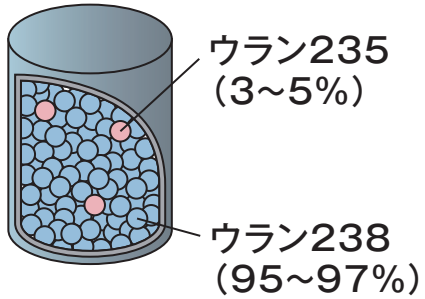
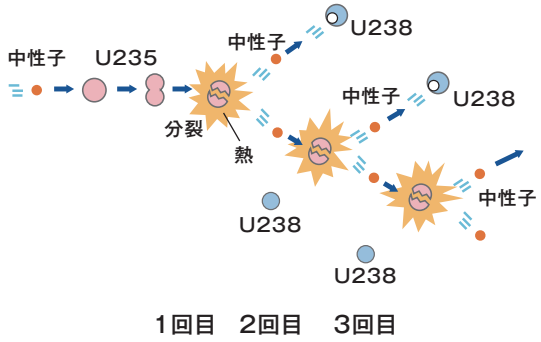
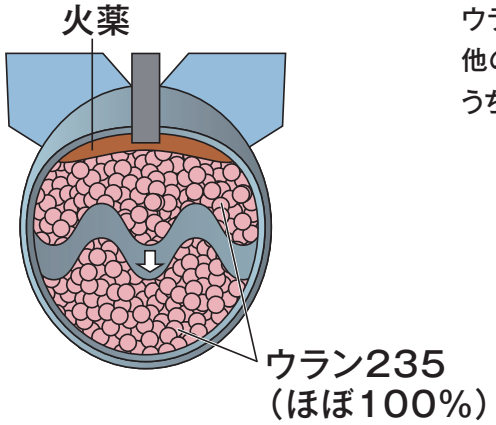
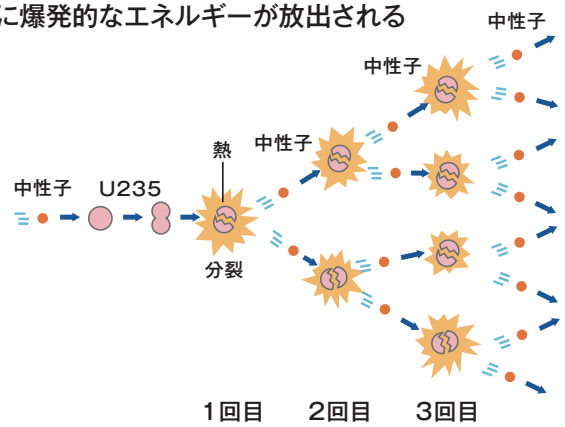


ペレット1個で1家庭の
約6か月分の電力量

天然ウランと濃縮ウラン



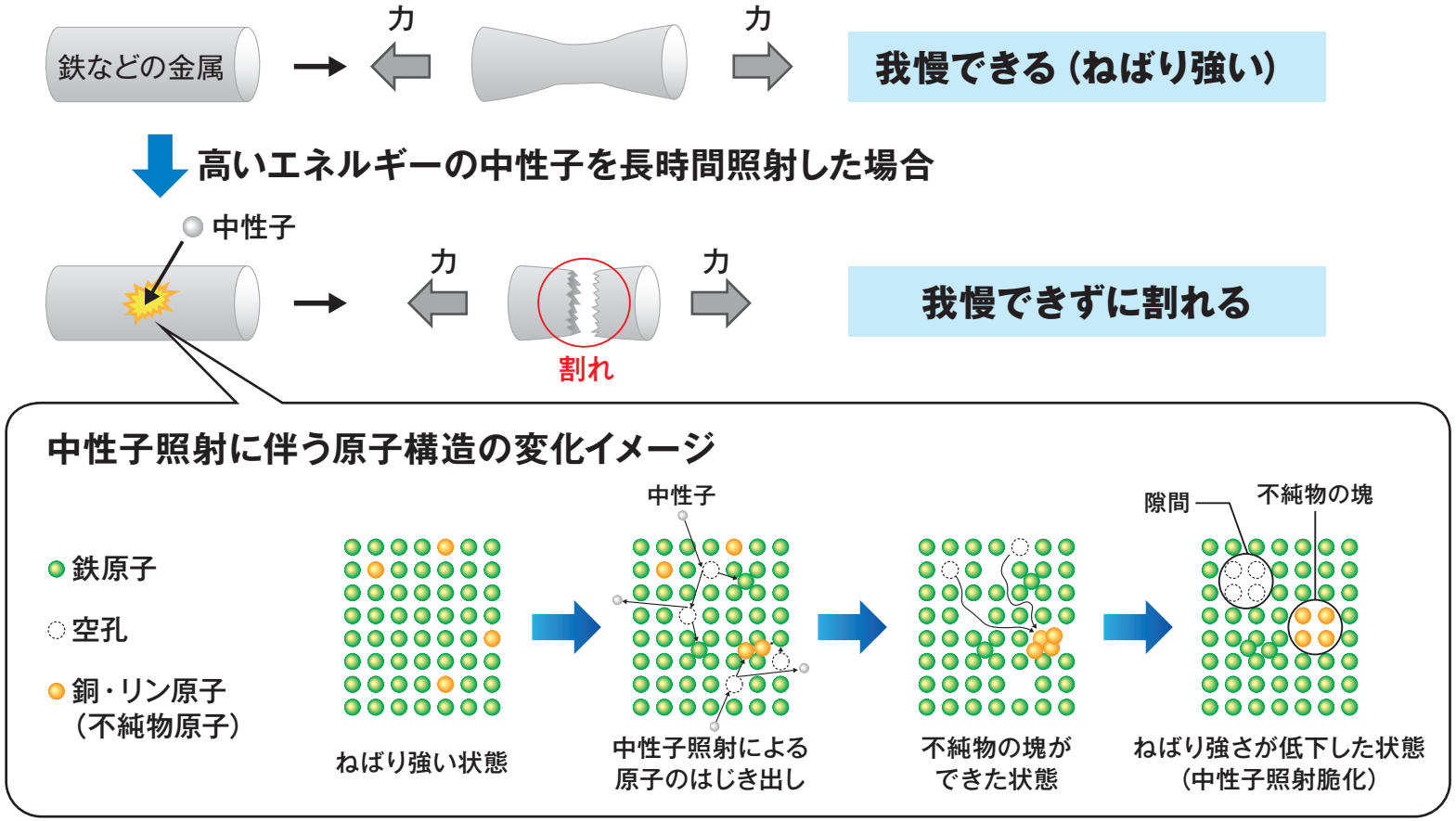
原子力発電と原子爆弾の違い

	ウラン235とウラン238の割合と核分裂連鎖反応	核分裂数の制御の方法
原子力発電の場合	 ウラン235の割合が低く、中性子がウラン238に吸収される等の理由により核分裂が一定の規模で継続する 	制御棒が多数設置されており、また自己制御性があるため急激に核分裂数が増加することはない
原子爆弾の場合	 ウラン235の割合がほぼ100%と高いため、中性子が他の物質に吸収されず、核分裂が次々に起こり、一瞬のうちに爆発的なエネルギーが放出される 	制御棒が設置されておらず、自己制御性がないため、急激に増加する核分裂を止めることはできない

中性子照射脆化について

金属は、大きな力を加えても簡単には割れません。高温状態では簡単には割れない性質（＝ねばり強さ）が保たれますが、低温になるとねばり強さが低下する性質があります。このねばり強さが低下する現象を脆化（ぜいか）といいます。鉄などの金属は低温による脆化の他にも、高いエネルギーを持った中性子の照射を受けた場合にも脆化します。鉄を原子レベルで見ると、原子が規則正しく並び、ねばり強い状態ですが、高いエネルギーの中性子を長時間受けると、鉄原子がはじき出され隙間ができたり、鉄原子の間に原子が割り込んだ状態を作ったりします。また、原子炉容器の鋼鉄では、不純物として存在するリンや銅などが集まって不純物の塊ができたりすることがあります。規則正しく並んでいた原子が乱れるとねばり強さが低下し、これを「中性子照射脆化（ちゅうせいししょうしゃぜいか）」といいます。

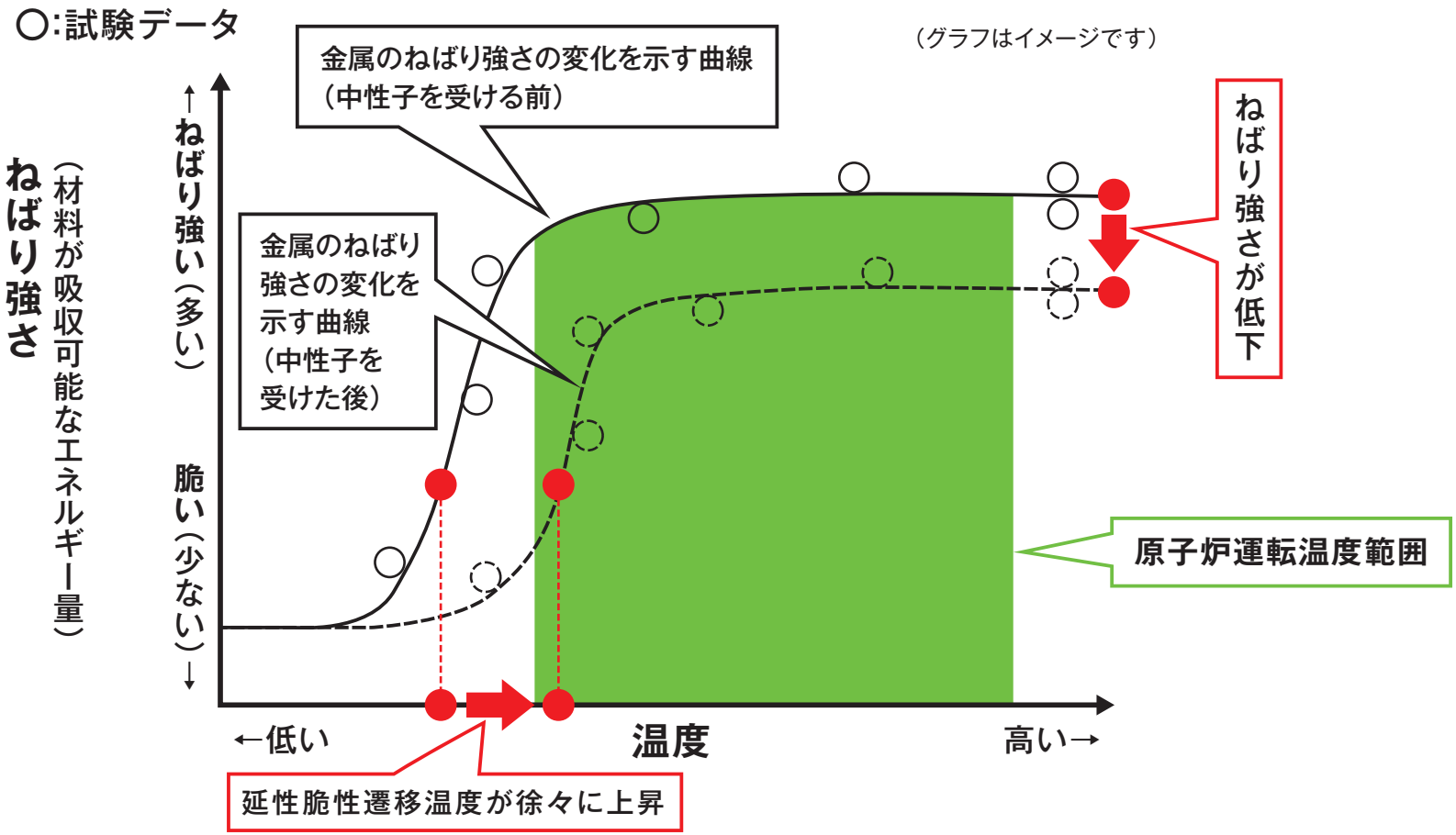
金属のねばり強さのイメージ



出典：原子力エネルギー協議会（ATENA）資料を基に作成

延性脆性遷移温度（DBTT）と中性子照射について

金属は、ねばり強さが低い場合、大きな亀裂に応力が加わると壊れます。また、ある温度以下になるとねばり強さが低くなる性質があり、ねばり強さが変わる温度を「延性脆性遷移温度(DBTT)」といいます。原子炉容器に使われる鋼鉄では、このDBTTは当初極めて低い温度（マイナス数十℃）の場合もありますが、長期間の運転により中性子照射を受け続けることでプラス数十℃に高まる場合があります。この温度範囲内で大きな亀裂があり、かつ非常に高い応力が加わった場合、原子炉容器が応力に耐えられなくなる可能性があります。このためDBTTの変化の確認や、大きな亀裂がないことの確認、原子炉の温度が低い状態では、応力に注意を払った運転操作などが必要

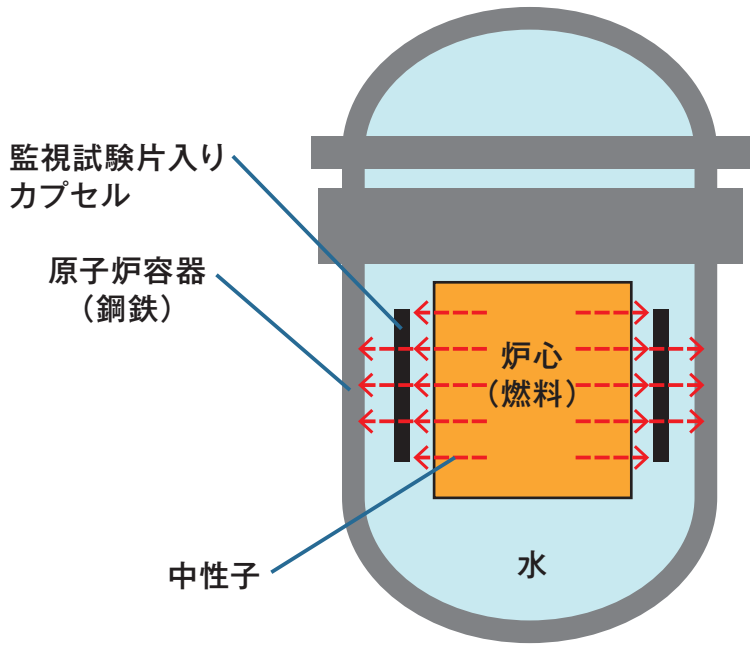


出典：原子力エネルギー協議会（ATENA）資料を基に作成

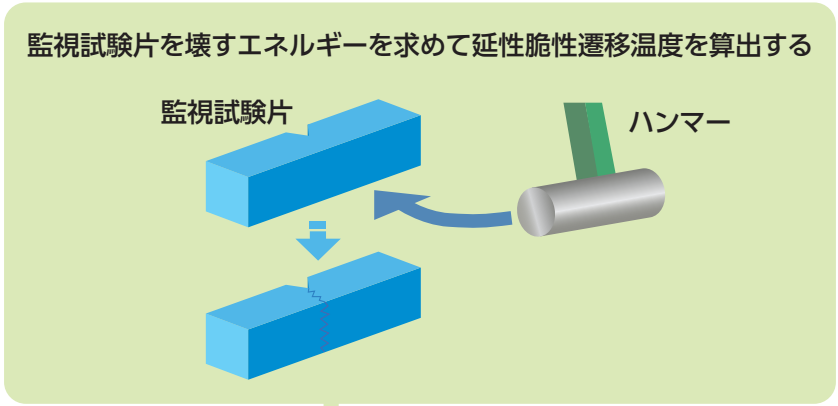
原子炉容器内の監視試験片と延性脆性遷移温度

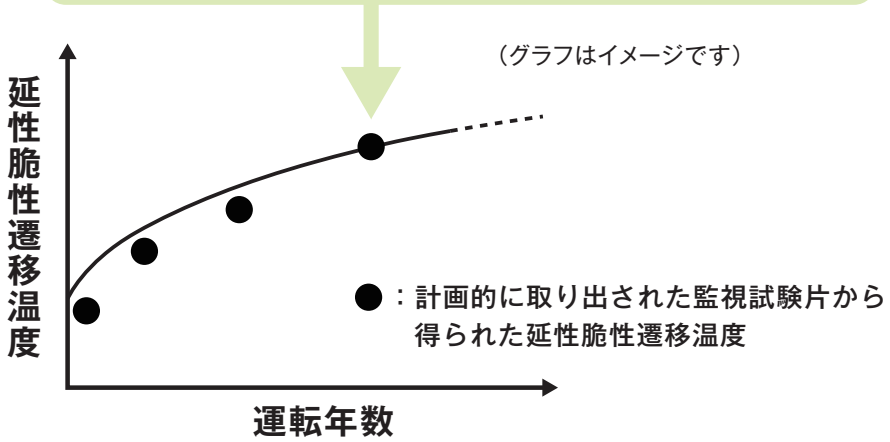
原子炉容器が受ける中性子の影響を監視するために、原子炉容器と同じ材料でできた「監視試験片」があらかじめ原子炉容器内に組み込まれています。「監視試験片」を規格・基準等に則った周期で取り出し、シャルピー衝撃試験を行い、「延性脆性遷移温度（えんせいぜいせいせんいおんど）」の変化を調べることにより、原子炉容器のねばり強さの変化（脆化）を評価することができます。

PWR原子炉容器の中性子照射のイメージ



シャルピー衝撃試験のイメージ

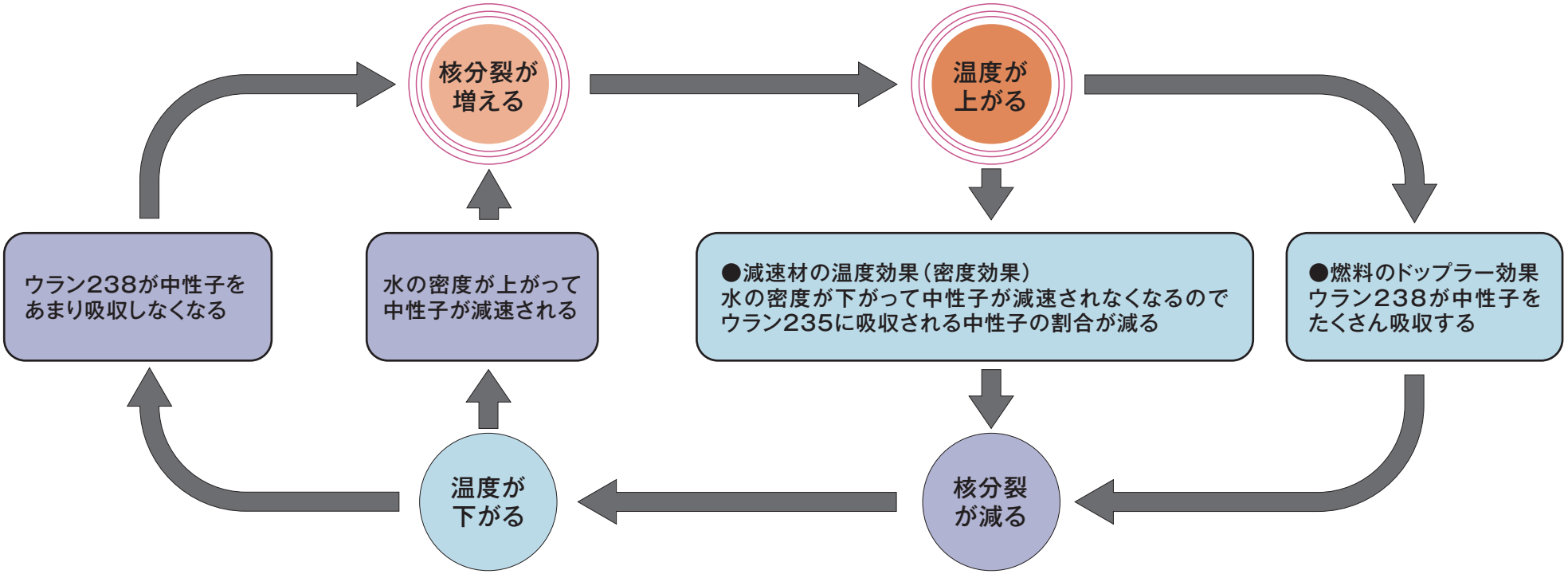




延性脆性遷移温度の変化のイメージ

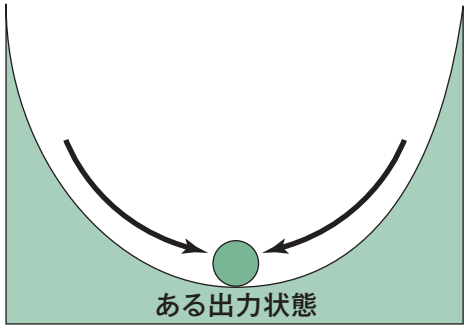
出典：原子力エネルギー協議会（ATENA）資料を基に作成

原子炉の固有の安全性（自己制御性）



自己制御性あり

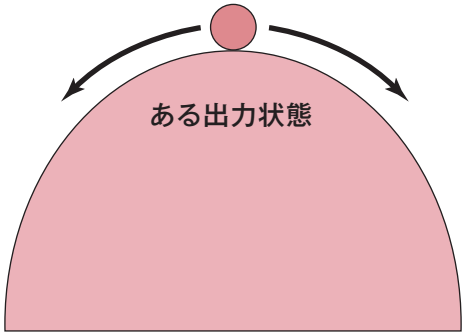
放っておいても安全（安定）



[出力小の状態]　[出力大の状態]

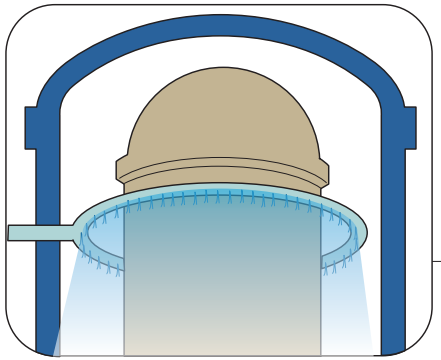
自己制御性なし

放っておくとどちらかに移動（不安定）



[出力小の状態]　[出力大の状態]

非常用炉心冷却装置等の例（BWR）

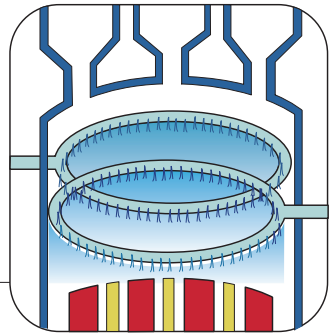


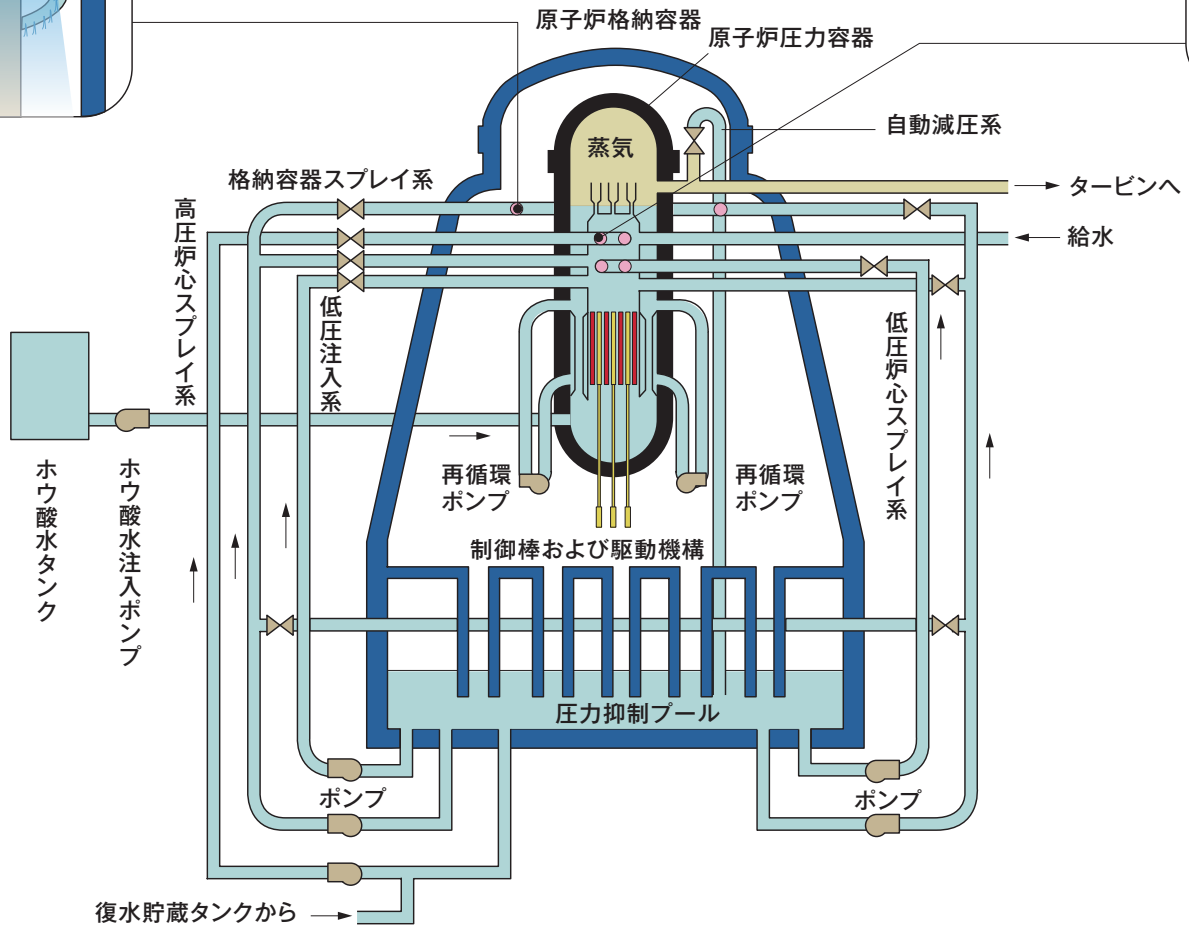
格納容器スプレイ装置

格納容器の内壁に取り付けたドーナッツ型の水管からも、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。

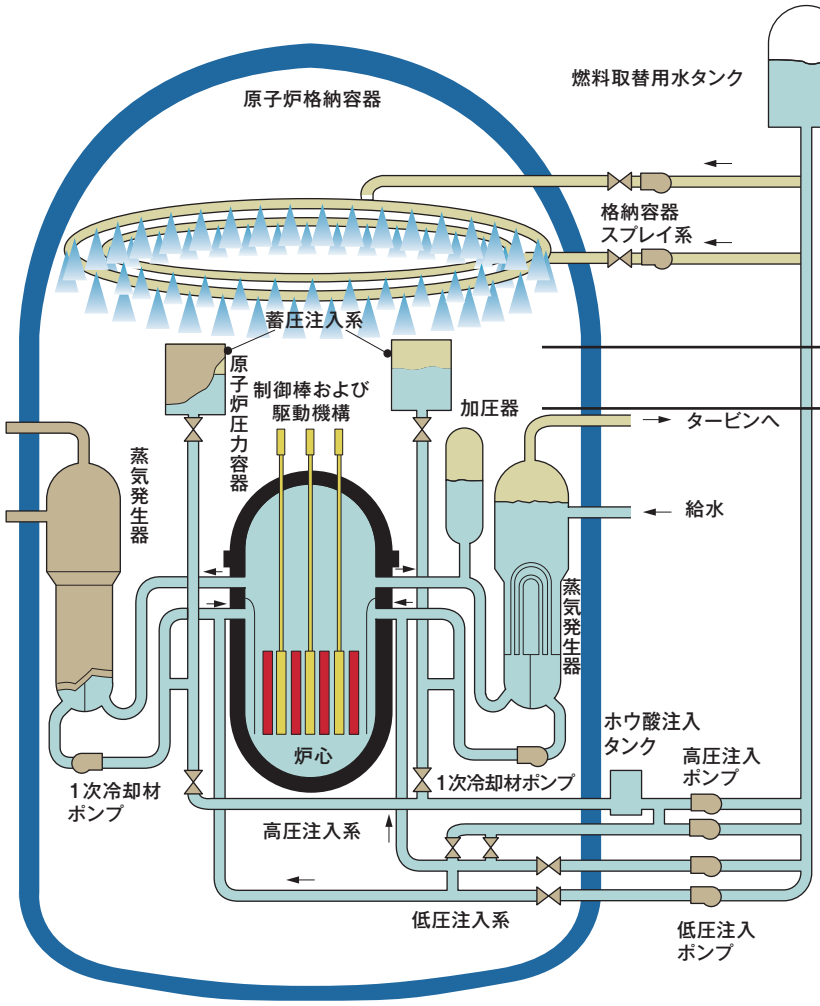
非常用炉心冷却装置

ドーナッ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。





非常用炉心冷却装置等の例（PWR）



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

格納容器スプレイ系

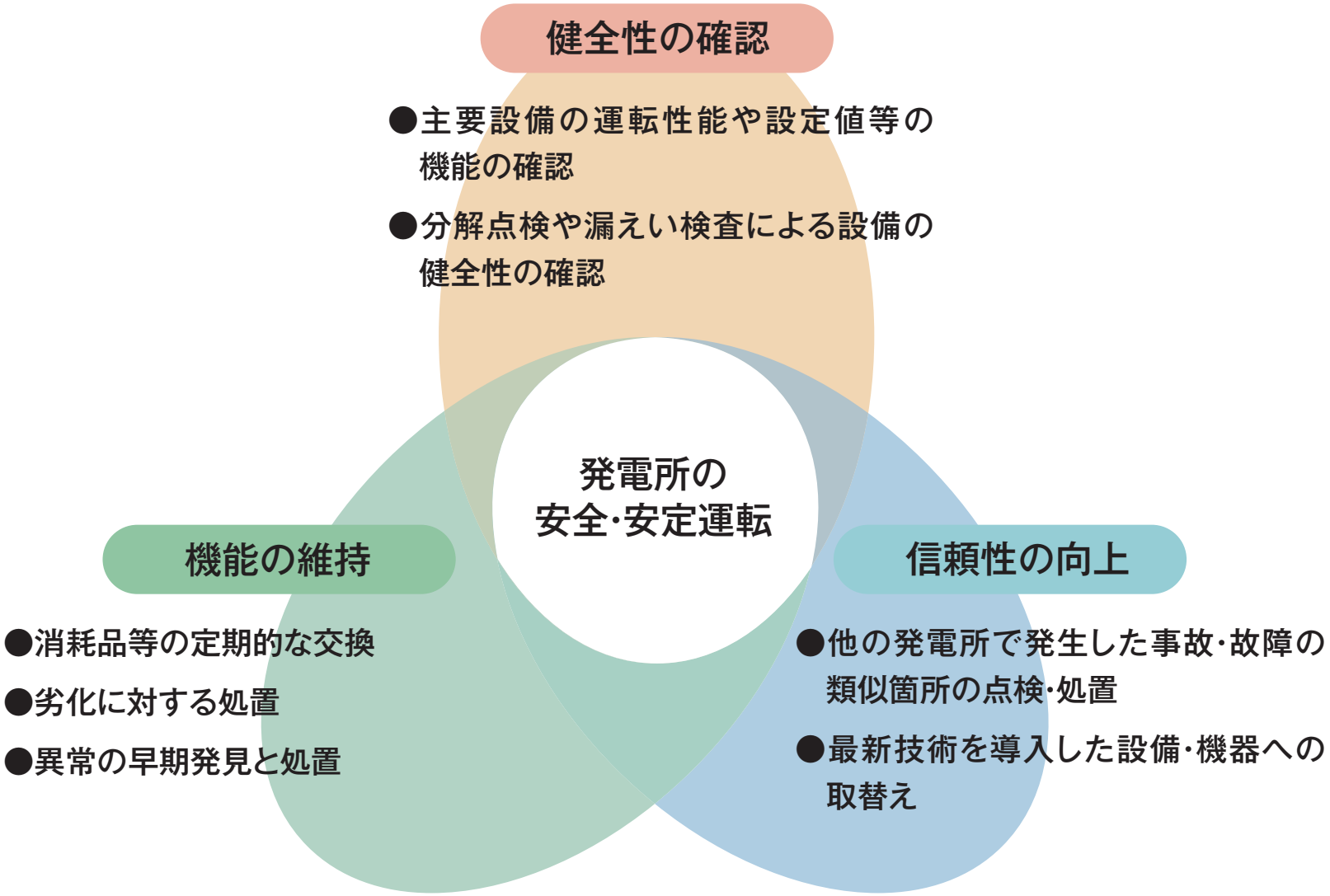
非常用炉心冷却装置
圧力容器内部の状況に応じ、それぞれの系統を用い炉心に水を注入する

高圧注入系

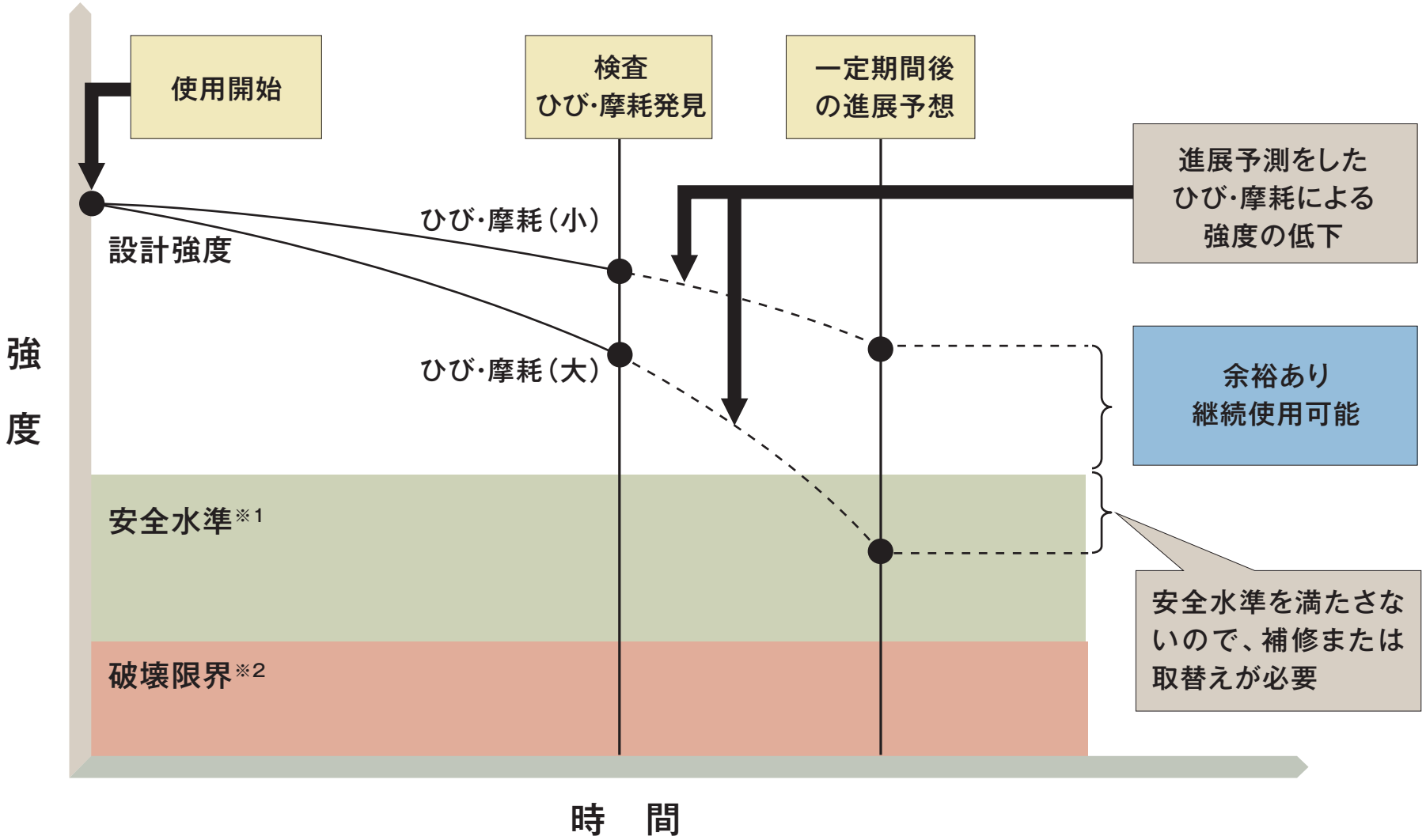
低圧注入系

蓄圧注入系

原子力発電所の定期検査の目的

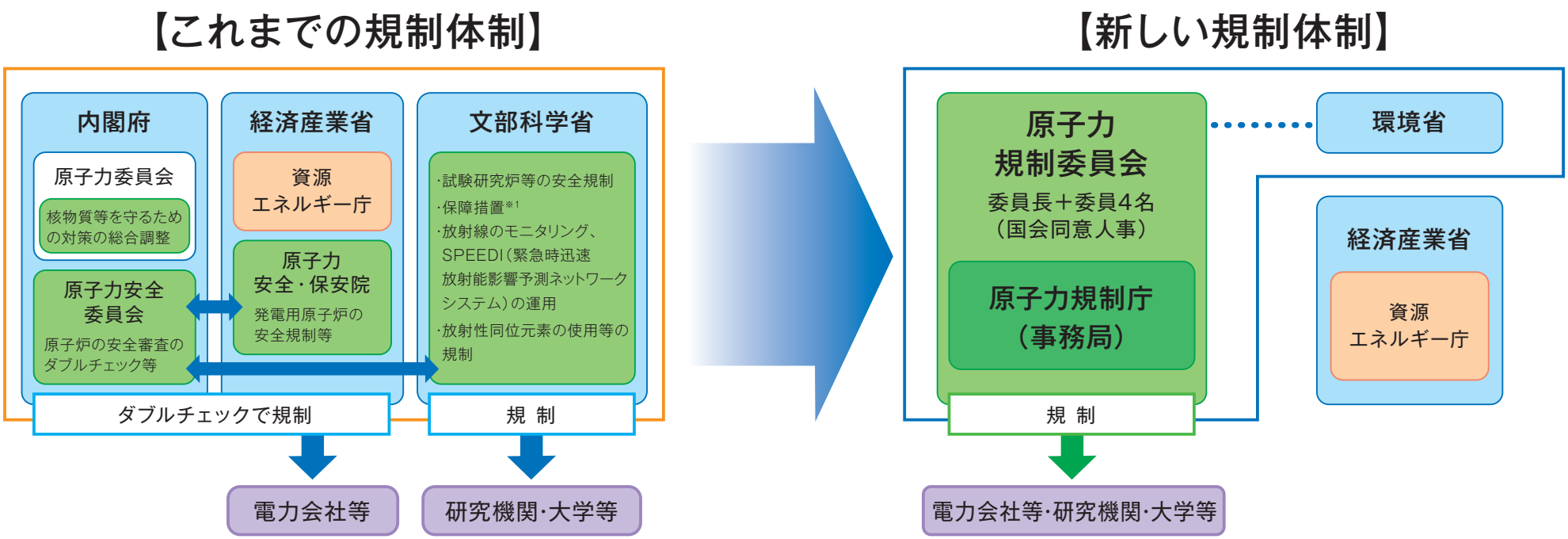


設備の健全性評価の方法



※1　破壊限界に余裕を持たせた安全の水準
※2　設備が壊れずに持ちこたえられる最小の強度

原子力安全規制の体制変更



経済産業省の中に、推進組織（資源エネルギー庁）と規制組織（原子力安全・保安院）が同居	**独立性の確保**	経済産業省から分離し、環境省の外局として「原子力規制委員会」を新設（3条委員会※2）
原子力安全・保安院、原子力安全委員会、文部科学省に分散	**規制事務の一元化**	核不拡散の保障措置※1等を含めた機能の一元化 放射線のモニタリング、放射性同位元素の使用

※1　核物質が平和目的だけに利用され、核兵器等に転用されないことを担保するために行われる検認活動のこと
※2　いわゆる3条委員会（国家行政組織法第3条第2項に規定される委員会）とは、上級機関（例えば、設置する府省の大臣）からの指揮監督を受けず、独立して権限を行使することが保障されている合議制の機関のこと

出典：原子力規制委員会パンフレットより作成

原子力安全規制体制

原子力規制委員会

原子力安全人材育成センター
- 人材育成課
- 総合研修課
- 規制研修課
- 原子炉技術研修課

審議会等
- 原子炉安全専門審査会
- 核燃料安全専門審査会
- 国立研究開発法人審議会
- 放射線審議会

原子力規制庁（事務局）

- 長官
  - 次長
  - 原子力規制技監

長官官房
- 総務課
- 人事課
- 会計部門
- 法規部門
- 制度改正審議室
- 緊急事案対策室
- 委員会運営支援室
- 公文書監理・情報化推進室
- 監査・業務改善推進室
- 広報室
- 国際室
- 事故対処室
- 法務調査室
- 情報システム室

技術基盤グループ
- 技術基盤課
- システム安全研究部門
- シビアアクシデント研究部門
- 核燃料廃棄物研究部門
- 地震・津波研究部門

放射線防護グループ
- 放射線防護企画課
  - 保障措置室
- 監視情報課
  - 放射線環境対策室
- 核セキュリティ部門
- 放射線規制部門

原子力規制部
- 原子力規制企画課
  - 火災対策室
- 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

審査グループ
- 実用炉審査部門
- 研究炉等審査部門
- 核燃料施設審査部門
- 地震・津波審査部門

検査グループ
- 検査監督総括課
  - 検査評価室
- 実用炉監視部門
- 核燃料施設等監視部門
- 専門検査部門

地方の体制
- 原子力規制事務所・分室（23か所）
- 地域原子力規制総括調整官事務所（3か所）
- 原子力艦モニタリングセンター（3か所）
- 六ケ所保障措置センター

所管法人（一部共同所管）
- 日本原子力研究開発機構（JAEA）
- 量子科学技術研究開発機構（QST）

出典：原子力規制委員会パンフレットより作成

原子力発電所の新規制基準

〈従来の規制基準〉

シビアアクシデントを防止するための
基準（いわゆる設計基準）
（単一の機器の故障を想定しても
炉心損傷に至らないことを確認）

- 自然現象に対する考慮
- 火災に対する考慮
- 電源の信頼性
- その他の設備の性能
- 耐震･耐津波性能

設計基準の強化
外的事象に対する
考慮の拡大

〈新規制基準〉

（テロ対策）（シビアアクシデント対策）

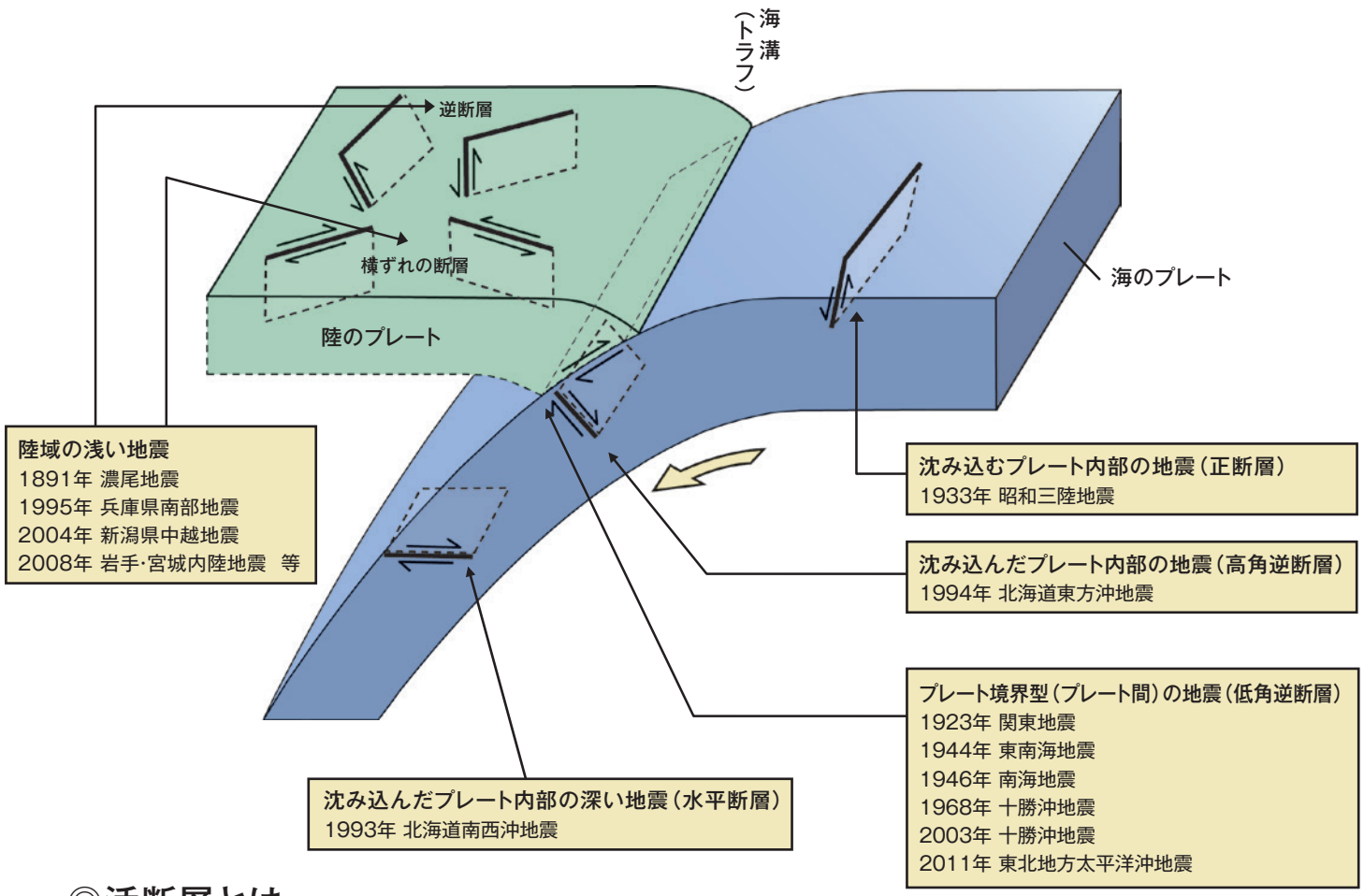
- 意図的な航空機衝突への対応 ― 新設
- 放射性物質の拡散抑制対策 ― 新設
- 格納容器破損防止対策 ― 新設
- 炉心損傷防止対策（複数の機器の故障を想定） ― 新設
- 内部溢水に対する考慮（新設） ― 強化又は新設
- 自然現象に対する考慮（火山･竜巻･森林火災を新設） ― 強化又は新設
- 火災に対する考慮（難燃性ケーブルの使用等） ― 強化又は新設
- 電源の信頼性（独立の2回線確保等） ― 強化又は新設
- その他の設備の性能（通信設備の強化等） ― 強化又は新設
- 耐震･耐津波性能（防潮堤の設置等） ― 強化

出典：原子力規制委員会ホームページより作成

地震の知識

◎地震のメカニズム

日本列島周辺には4つのプレートが存在しており、そのプレートは長い年月をかけて少しずつ移動し、その際に、プレート境界部やプレートの内部に大きな力が加わり、そこがずれるときに地震が発生するといわれている。



◎活断層とは

最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のこと。

◎地震の大きさ

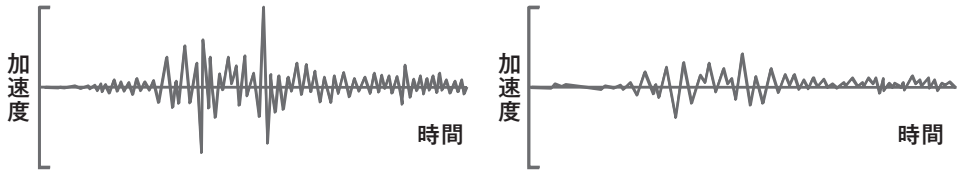
マグニチュード	マグニチュード（地震規模）とは、地震が放出したエネルギーの大きさを示す尺度。
ガル	ガルとは、加速度の単位（cm/sec^2）で地震の揺れの強さを数値として表現したもの。一般にはガル数が大きいほど震度も大きくなる。
震度	震度とは、観測点における地震の揺れの強さを示す尺度で、0～7までの10段級に分かれている。気象庁等は全国の約4,200地点で観測している。

2011年東北地方太平洋沖地震は、マグニチュード9.0、断層の大きさは、長さ約450km、幅約200kmであった。

出典：旧原子力安全・保安院「原子力発電所の耐震安全性」、気象庁ホームページより作成

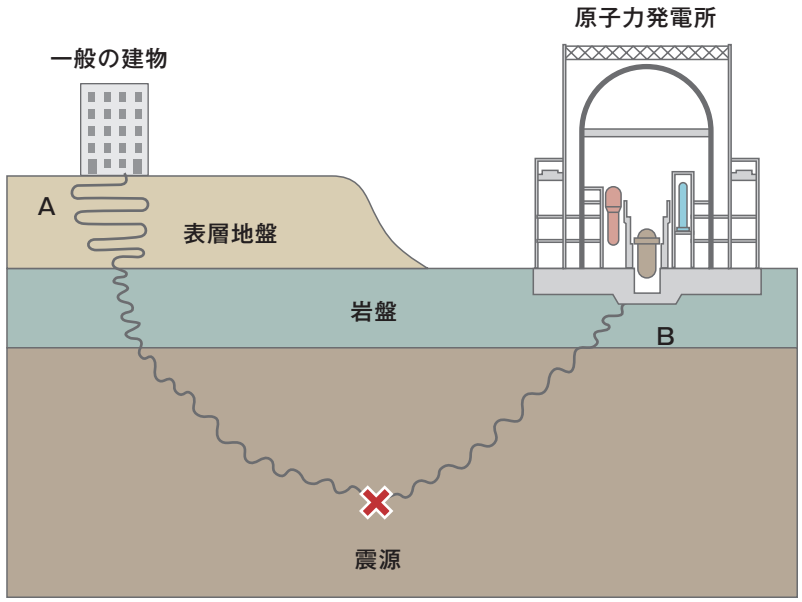
原子力発電所と一般建築物の揺れの差

堅固な地盤（岩盤）上に設置した原子力発電所と一般の建物の揺れの伝わり方



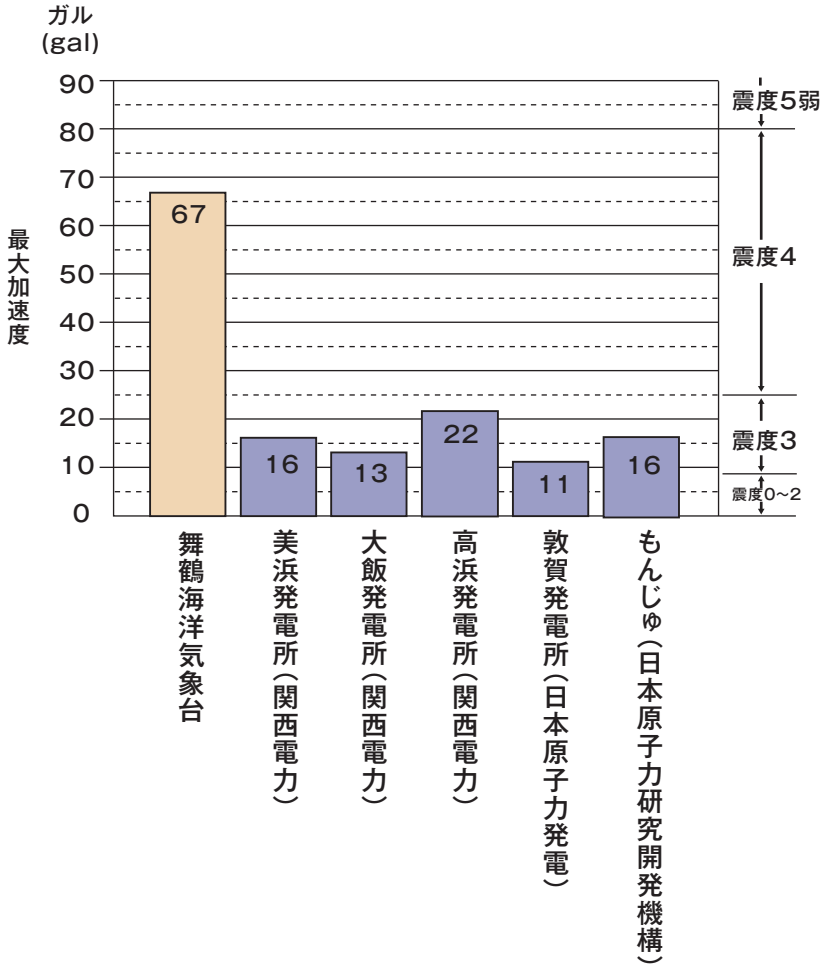
A.増幅された表層地盤での加速度　　B.堅固な地盤（岩盤）での加速度

（注）地震波形は模式図



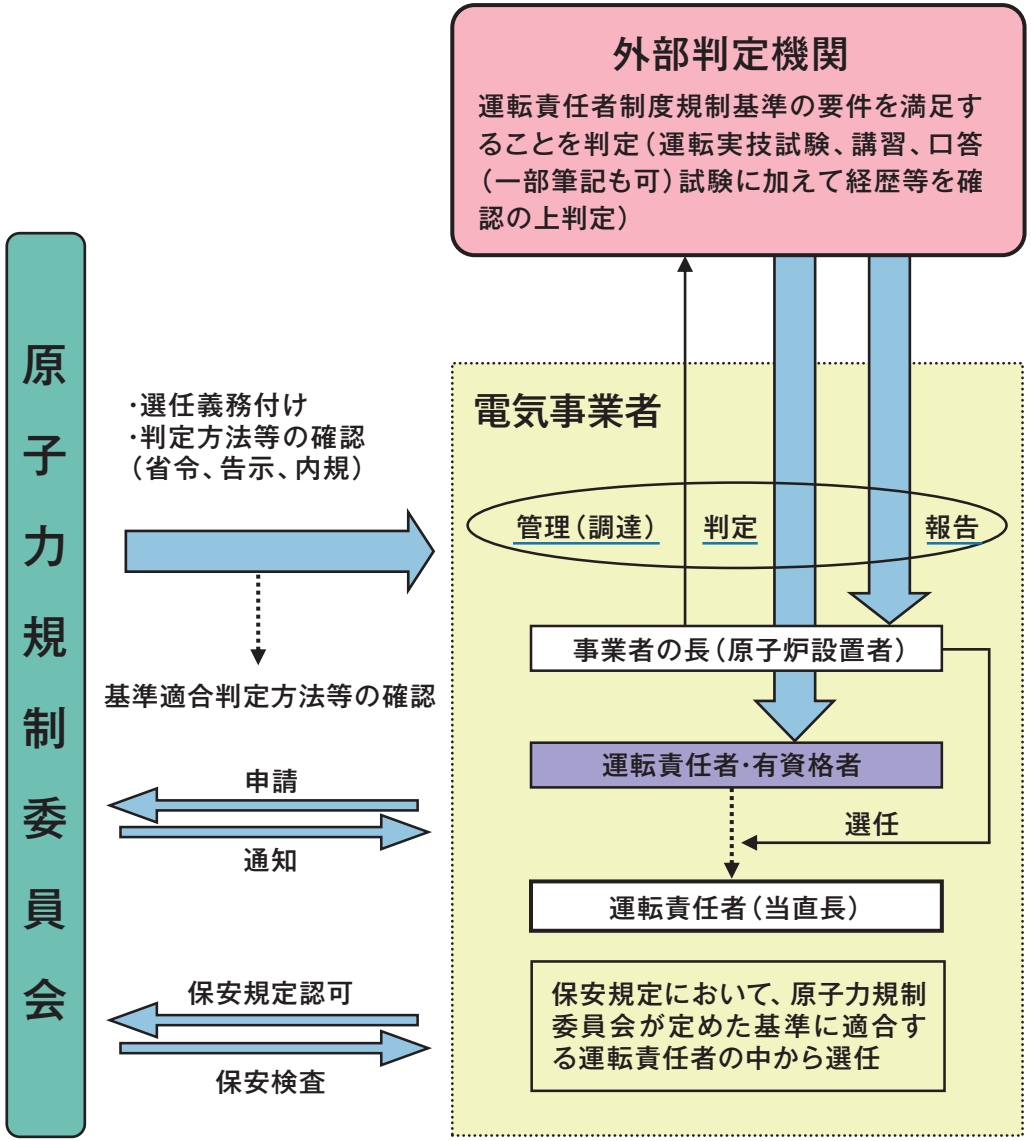
堅固な地盤（岩盤）での揺れは表層地盤に比べ1/2～1/3程度

1995年兵庫県南部地震による若狭湾周辺の最大加速度観測値



出典：旧原子力安全・保安院「新しい耐震設計審査指針」、資源エネルギー庁パンフレットより作成

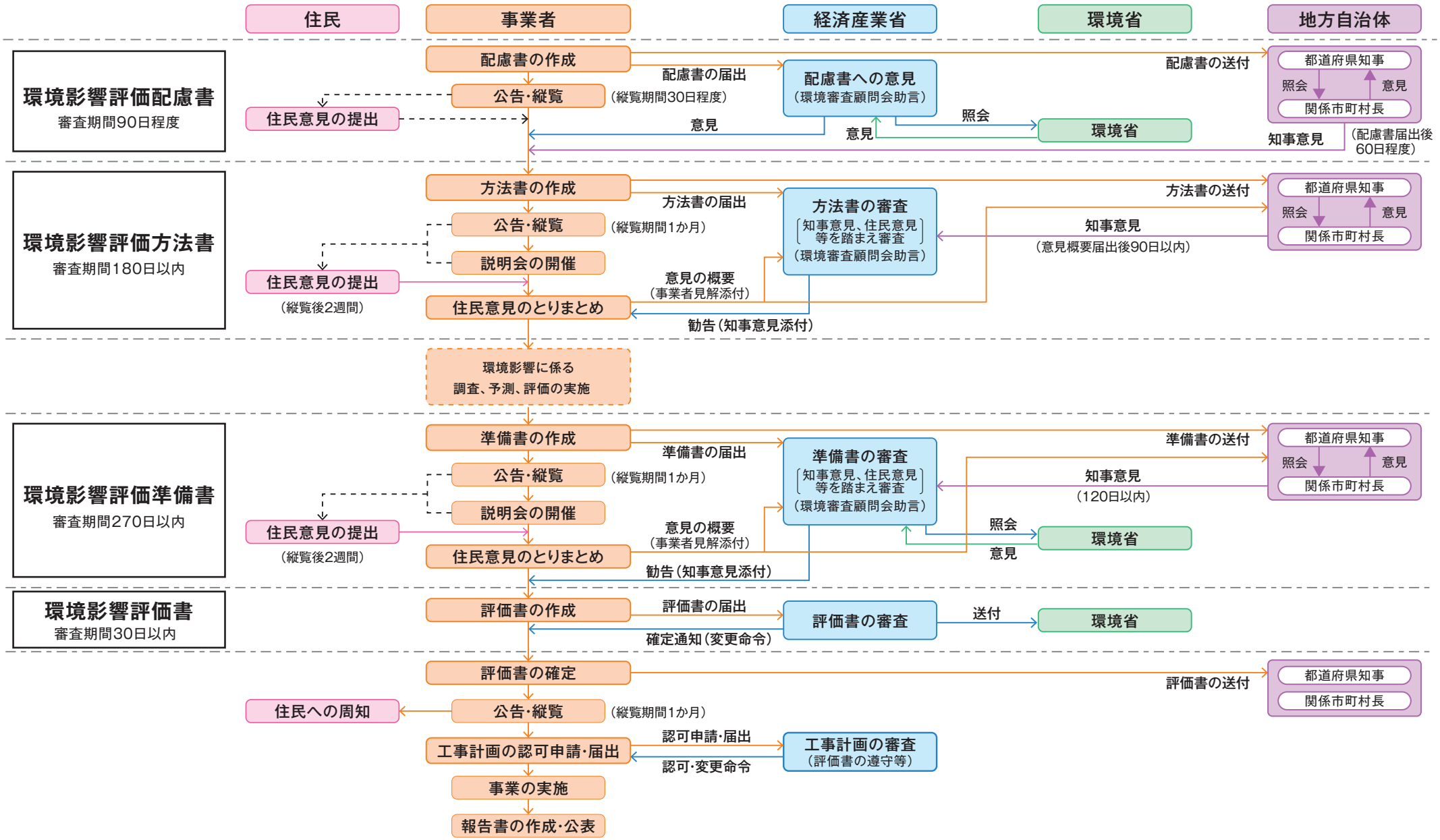
運転責任者の選任



運転責任者の基準
（国の基準）

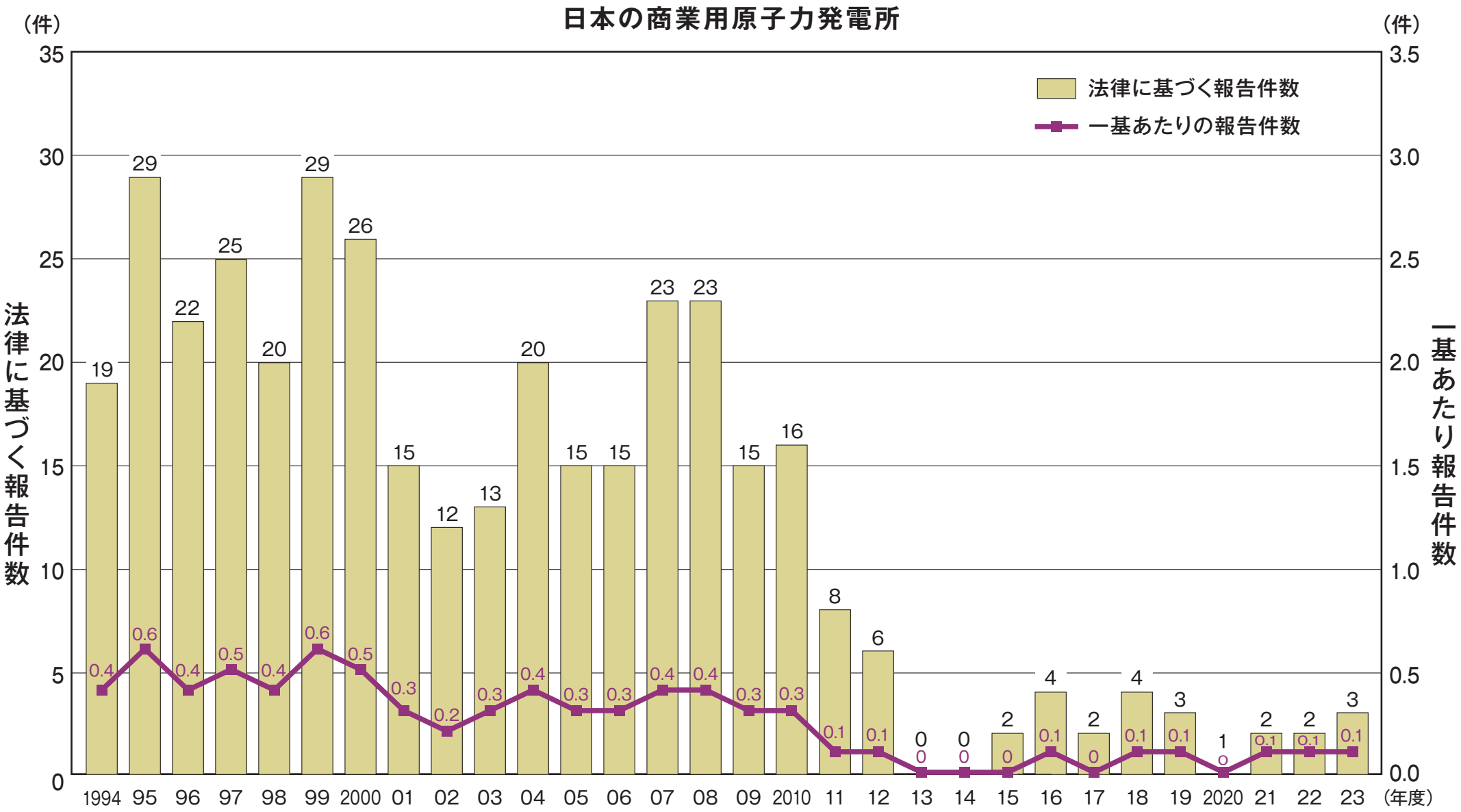
- ●原子炉の運転業務経験5年以上
- ●過去1年以内に同型原子炉の運転業務経験6か月以上
- ●管理監督的地位
- ●原子炉に関する知識・技能

発電所建設までの環境アセスメント制度



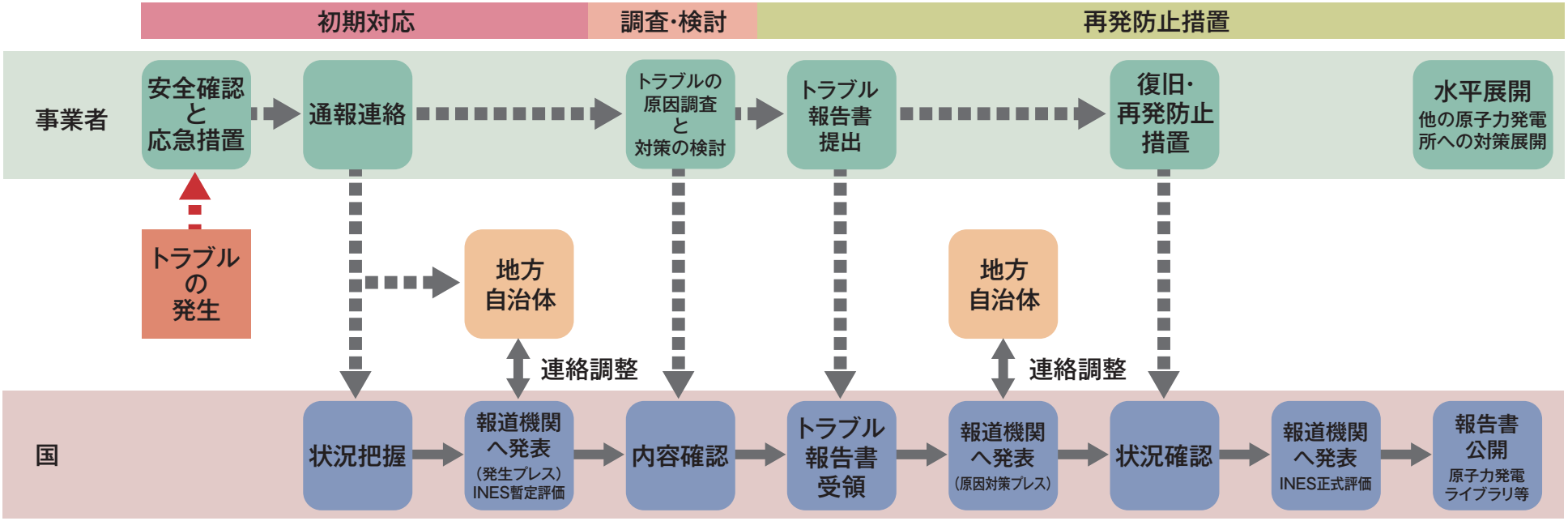
出典：経済産業省ホームページより作成

原子力発電所のトラブル件数の推移

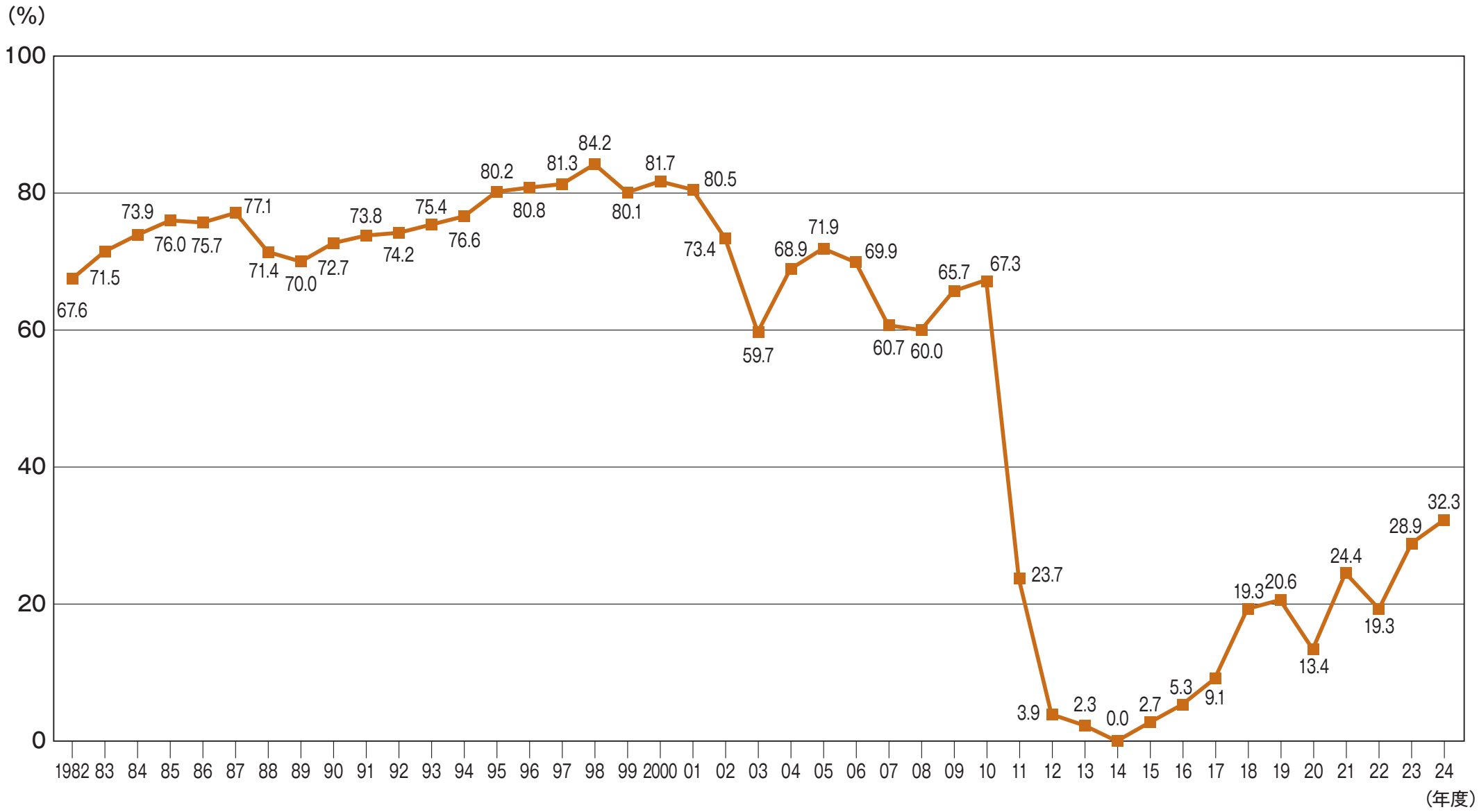


出典：原子力規制委員会資料より作成

トラブル発生時の対応


初期対応
調査・検討
再発防止措置
事業者
安全確認と応急措置
通報連絡
トラブルの原因調査と対策の検討
トラブル報告書提出
復旧・再発防止措置
水平展開
他の原子力発電所への対策展開
トラブルの発生
地方自治体
連絡調整
地方自治体
連絡調整
国
状況把握
報道機関へ発表
(発生プレス)
INES暫定評価
内容確認
トラブル報告書受領
報道機関へ発表
(原因対策プレス)
状況確認
報道機関へ発表
INES正式評価
報告書公開
原子力発電ライブラリ等

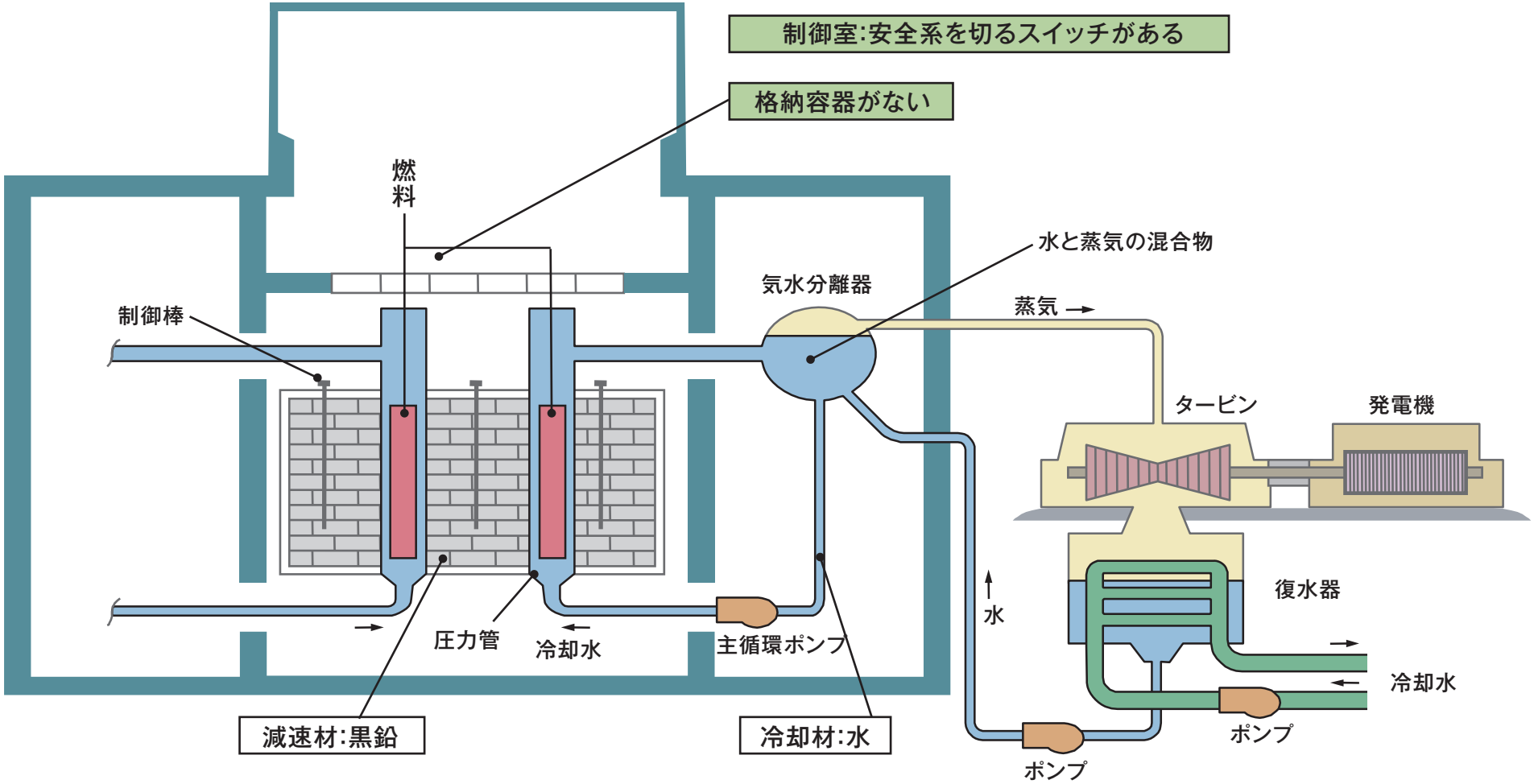
原子力発電所の設備利用率



出典：2013年度までは「原子力施設運転管理年報」、2014年度以降は、（一社）日本原子力産業協会「日本の原子力発電所の運転実績」より作成

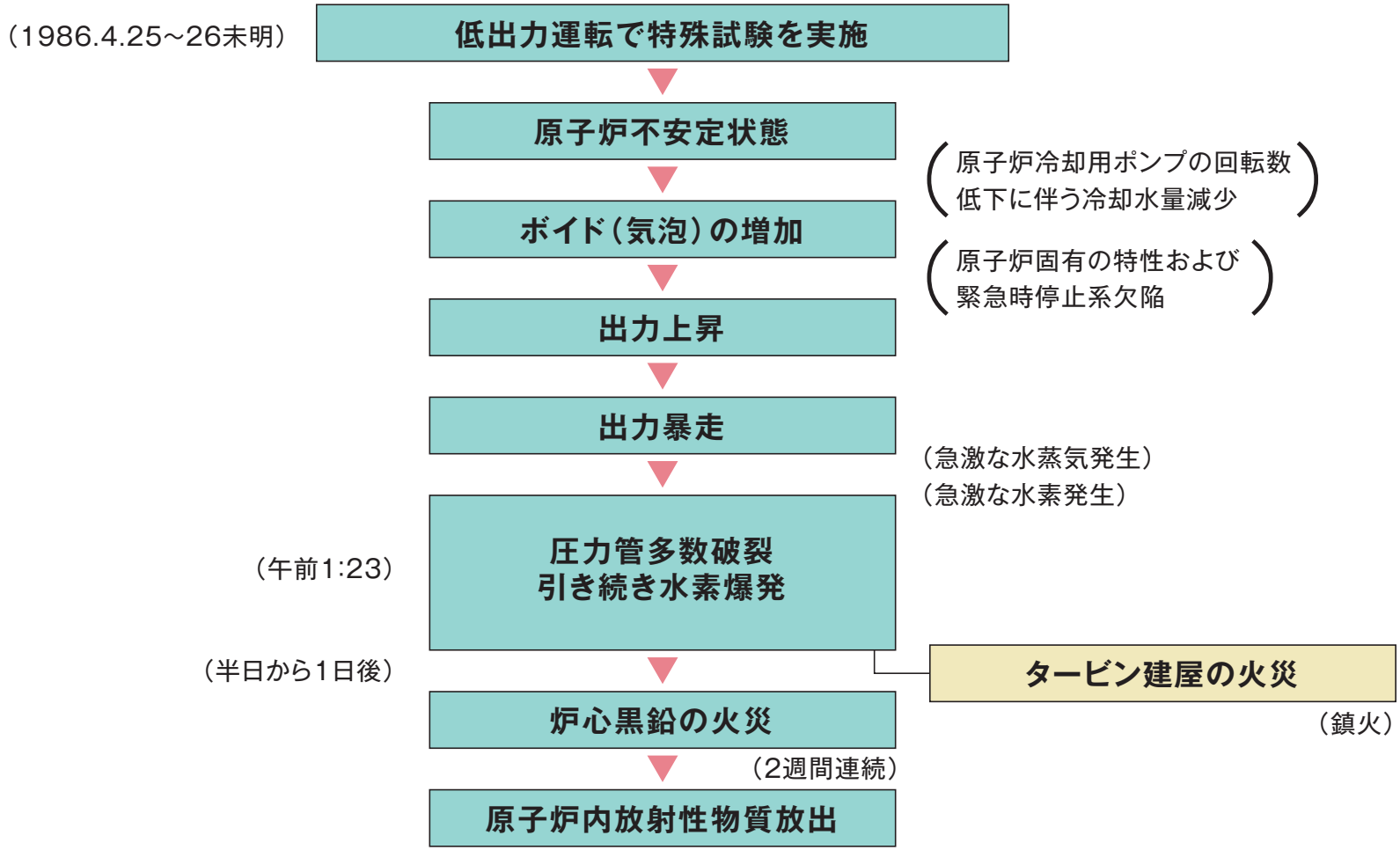
チェルノブイリ原子力発電所の構造

（黒鉛減速軽水冷却沸騰水型炉RBMK）



	日本の原子炉	チェルノブイリの原子炉
自己制御性	あり	なくなる場合がある
冷却材	水	水
中性子の減速材	水	黒鉛
安全装置	インターロックにより危険操作の防止	容易に外せる
原子炉をカバーする丈夫な格納容器	あり	なし

チェルノブイリ原子力発電所事故の経過



チェルノブイリ原子力発電所事故の原因

セイフティーカルチャーの欠如

設計上の問題点

●格納容器がない

●安全装置が簡単に切れる設計

●低出力時に、冷却水中のボイド（気泡）が増えると出力が上昇するという特性（正のボイド係数）等

運転員の規則違反

●制御棒の規定以上の引き抜き

●非常用炉心冷却装置（ECCS）を切って運転を実施

●計画を下回る低出力での特殊試験　等

（低出力領域（全出力の20％以下）では不安定なため連続運転は禁止されていた）

運転管理上の問題

●原子炉の専門家でないものが指揮

●正規の手続や発電所全体の合意なしに特殊試験を実施

●安全対策の検討が不十分　等

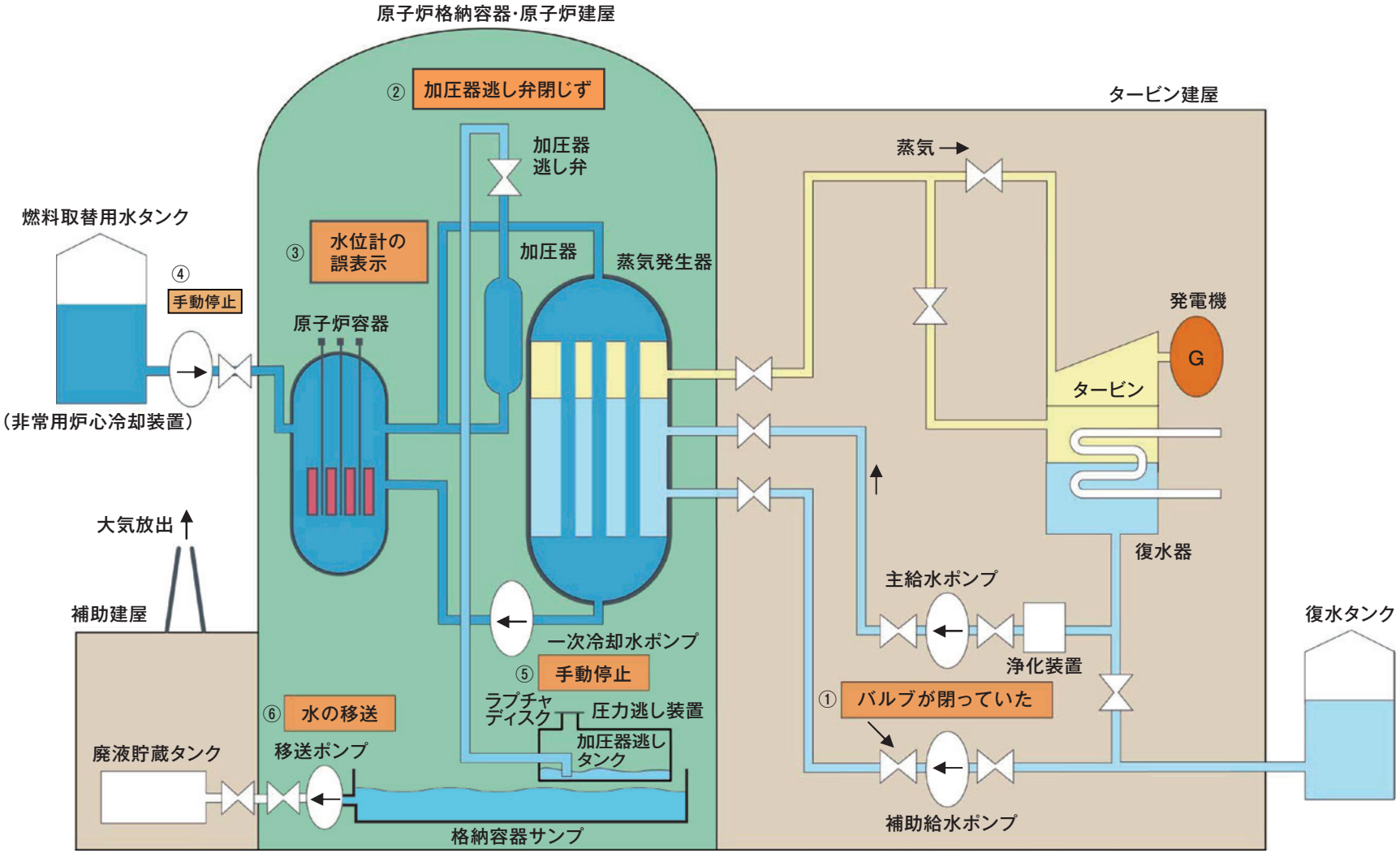
スリーマイルアイランド原子力発電所事故の概要

○事故の主な経緯

1979年3月28日、アメリカのペンシルバニア州スリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所2号機で主給水ポンプが停止。補助給水ポンプが自動起動したものの、ポンプ出口弁全閉で二次冷却水循環水が循環せず、また、自動起動した非常用炉心冷却装置（ECCS）を運転員が誤判断し、手動で停止した等、機器の故障や誤操作の結果、炉内構造物が一部溶解した。

○環境への影響

周辺の公衆が受けた放射線の量は最大で1ミリシーベルト、平均0.01ミリシーベルトと健康上影響のない極めて低いレベルであった。



美浜発電所2号機事故の概要

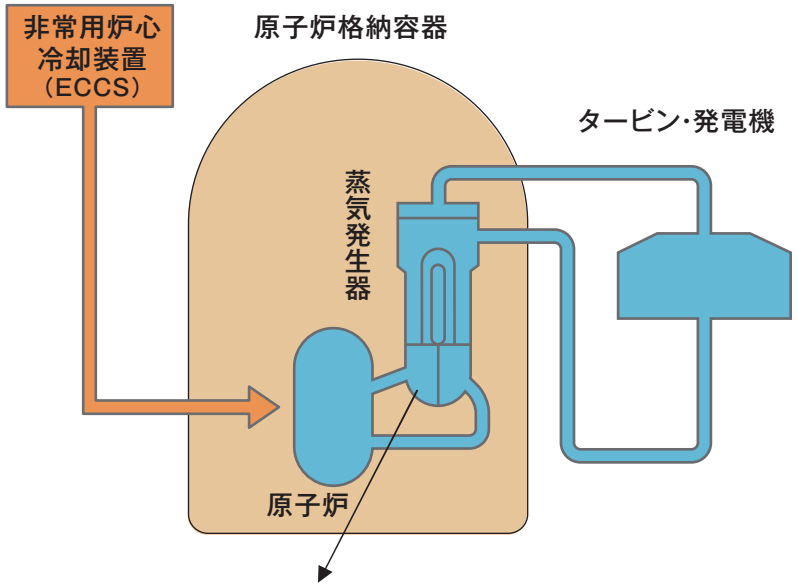
○事故の主な経緯

1991年2月9日、関西電力（株）美浜発電所2号機で、蒸気発生器の伝熱管の1本が破断し、このため原子炉が自動停止し、非常用炉心冷却装置（ECCS）が働くという事象が発生した。

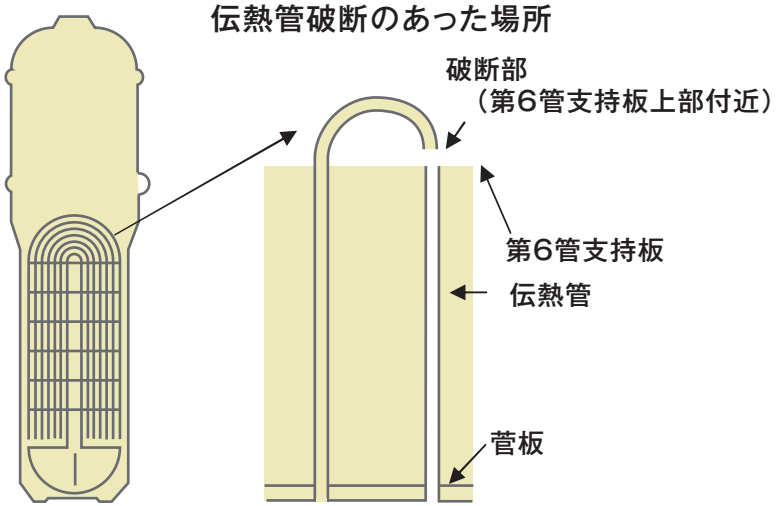
調査の結果、原因は、伝熱管の振動を抑制するための揺れ止め金具が設計どおりの範囲まで挿入されておらず、大幅に挿入不足であったため、伝熱管に異常な振動が発生した。その結果、高サイクル疲労（力が繰り返し（10万回以上）加わることで材料が力に耐えられなくなる現象）により破断に至ったものと判明した。

○環境への影響

わが国において初めて一次冷却水の流出により非常用炉心冷却装置（ECCS）が実作動したが、事象発生に伴う放射性物質の放出はごくわずかであり、周辺環境への影響は認められなかった。



伝熱管破断のあった場所

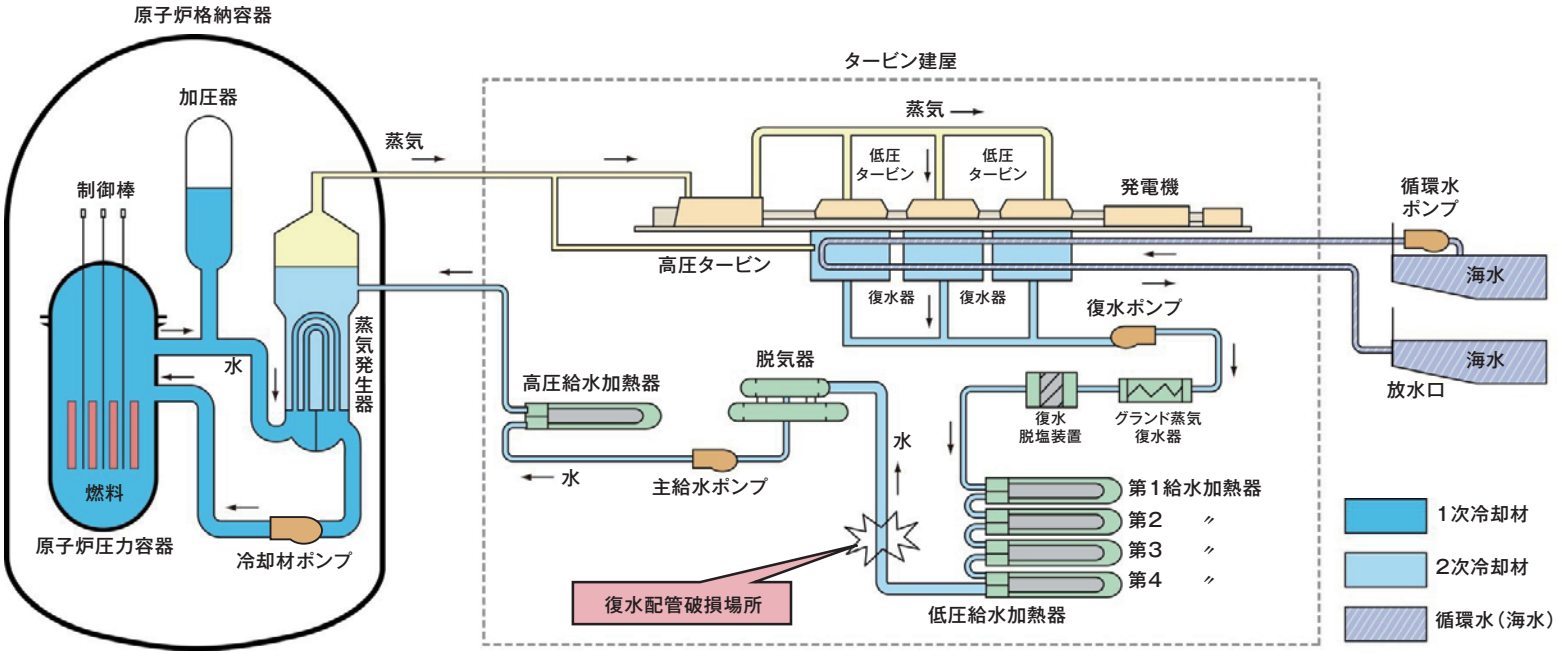


美浜発電所3号機二次系配管破損事故の概要

○事故の概要

2004年8月9日、関西電力（株）美浜発電所3号機二次系配管破損事故が発生。事故当時、3号機タービン建屋内では、8月14日から実施予定の第21回定期検査の準備等のため、協力会社の作業者が作業を行っていた。その状況下で、タービン建屋内2階天井付近の復水配管に破損が生じ、約140度、約9気圧の高温水が蒸気となって噴出した。

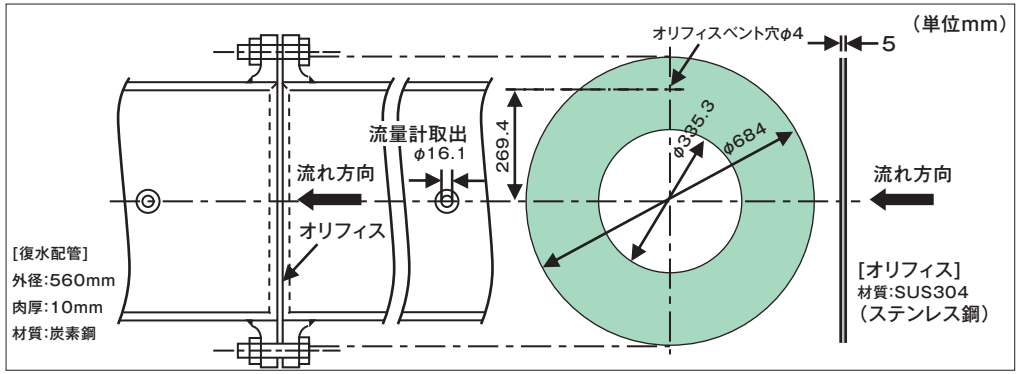
直ちに建屋内に点検に入った運転員がタービン建屋2階のエレベータ前で倒れている被災者を発見。被災した協力会社の作業者11名が病院へ搬送されたが、5名が亡くなり6名が重傷を負った。なお、2次主冷却系の事故であり、周辺公衆および従事者への放射性物質による影響はなかった。

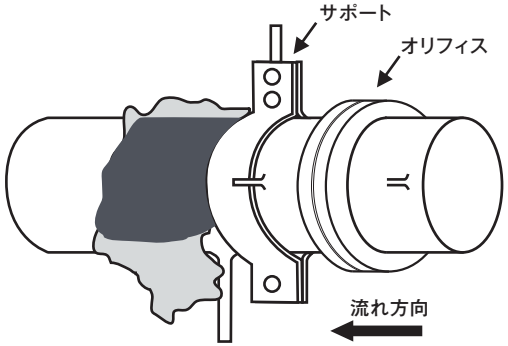


○事故の原因

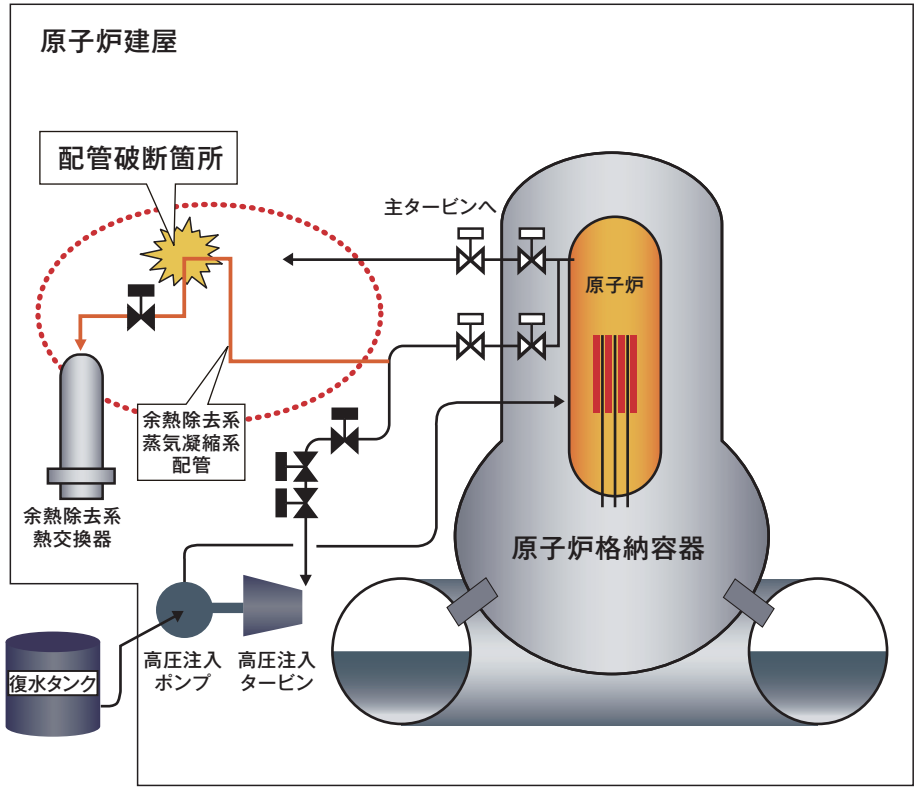
復水配管の流量計（オリフィス）の下流部で大きな破口が確認された。オリフィス下流部位は偏流が発生しやすいことや破損部位の内面観察結果などから、いわゆるエロージョン・コロージョン（腐食・浸食）により配管肉厚が徐々に減少した結果、配管の強度が不足し、運転時の荷重により破損したものと推定されている。

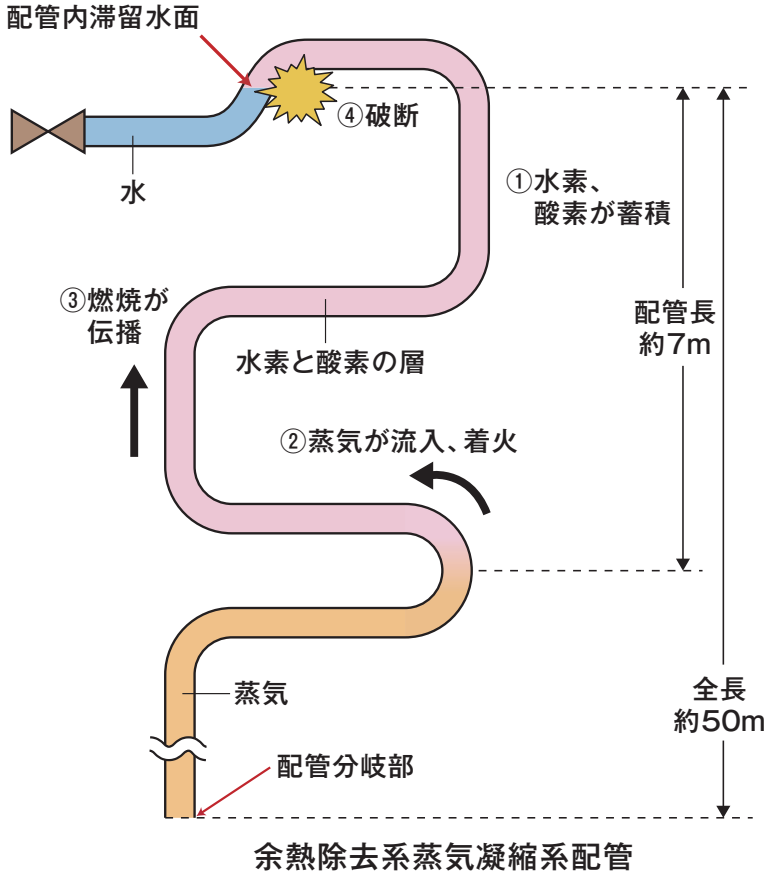
2次系の配管については、1990年に「原子力2次系配管肉厚の管理指針（PWR）」を策定し、その後配管の減肉が予想される部位等について、計画的に肉厚を測定してきたが、破損した配管の部位（A系統）は、当初から測定対象から漏れ、事故発生時点まで肉厚測定の実績はなかった。





浜岡原子力発電所1号機配管破断事故の概要





○事故の概要

2001年11月7日17時2分、中部電力（株）浜岡原子力発電所1号機で、高圧注入系の手動試験を実施したところ、余熱除去系蒸気凝縮系配管が破断

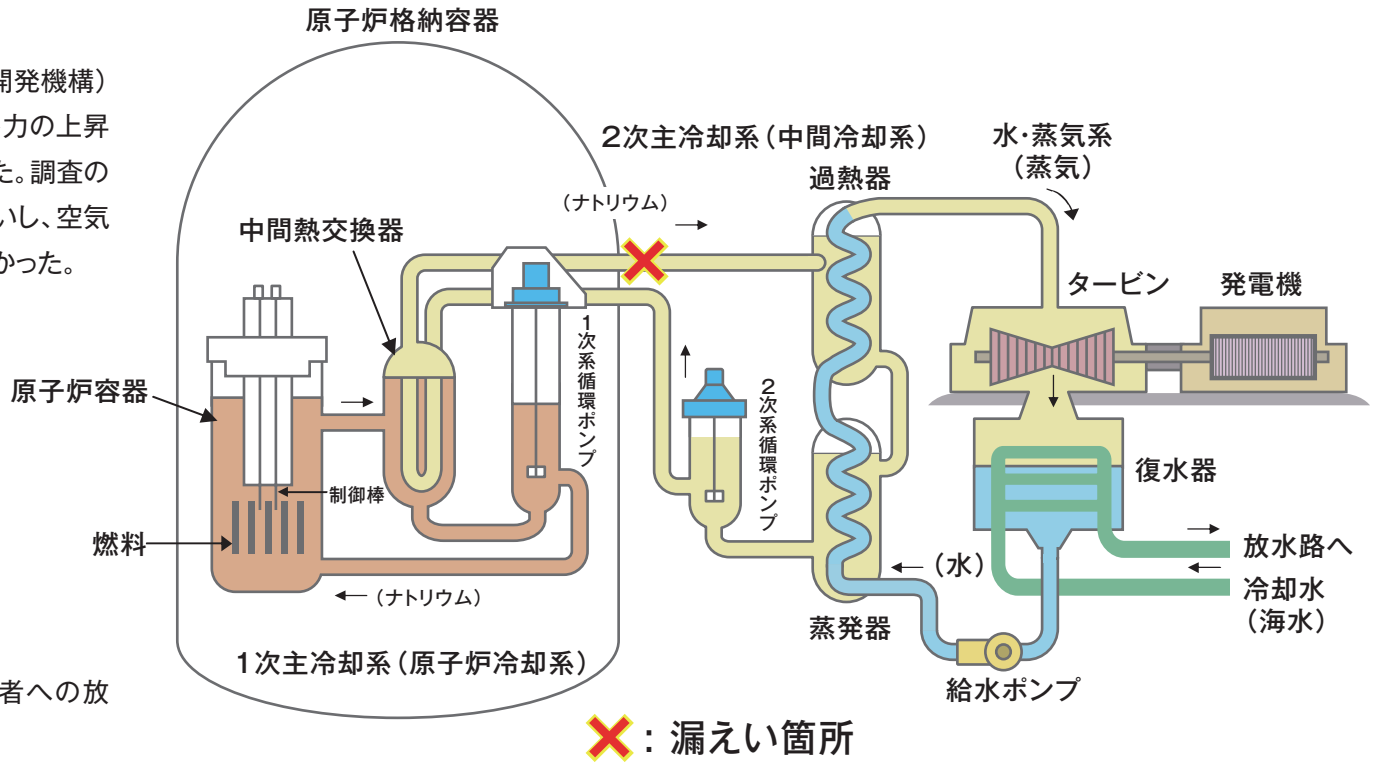
○事故の原因

①配管上部で、蒸気が凝縮。濃度の高い水素と酸素が、水面から約7mの位置まで蓄積
②高圧注入系手動起動試験による圧力変動で、高温の蒸気が水素と酸素の層に流入し、着火。貴金属が触媒として作用した可能性がある
③着火後、燃焼が水素と酸素の層の中を伝播（燃焼状態:爆燃→爆轟）
④配管内の圧力が急激に上昇、水面近くのエルボ部が破断（約3,000気圧）。また、他の配管部が変形

高速増殖原型炉「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故の概要

○事故の主な経緯

1995年12月8日、旧動燃（現在の日本原子力研究開発機構）の高速増殖原型炉「もんじゅ」で試運転中に、原子炉出力の上昇操作をしていたところ、ナトリウム漏えい事故が発生した。調査の結果、配管に設置してあったナトリウム温度計から漏えいし、空気中の酸素と反応してナトリウム火災を起こしたことが分かった。



○事故の影響

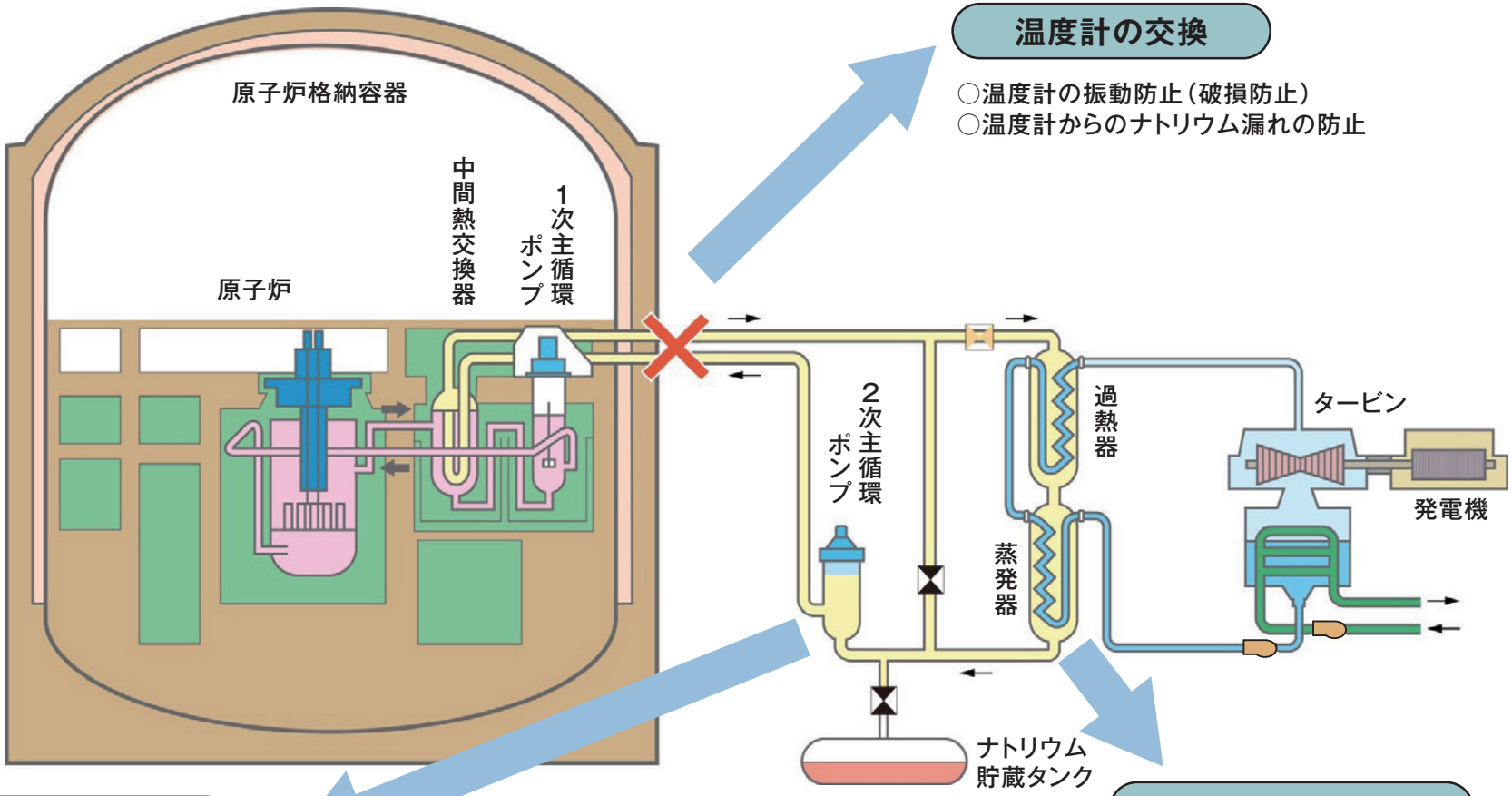
2次主冷却系の事故であり、周辺公衆および従事者への放射性物質による影響はなかった。

また、原子炉は安全に停止し、炉心への影響もなかった。

しかし、現実にナトリウム漏えいが生じ、ナトリウム火災の影響を拡大させ、また、旧動燃の情報公開等に問題があったことも明らかとなり、地元の住民をはじめ多くの国民に不安感および不信感を与える結果となった。

高速増殖原型炉「もんじゅ」改造工事の概要

改造の目的
1.ナトリウム漏れの発生防止
2.異常が発生した場合、早期に検出し異常の拡大防止



温度計の交換

○温度計の振動防止（破損防止）
○温度計からのナトリウム漏れの防止

ナトリウム漏えい対策

○ナトリウム漏えいを早期に検出
○漏えいを検出した場合、配管内のナトリウムを急速にタンクへ抜き取る（配管の太径化、電動弁の二重化等）
○ナトリウムが漏えいした場合、漏えいした部屋に窒素ガスを注入（窒息消化する）

蒸発器の安全性向上

○水の漏えいを確実に検出
○異常発生時に、伝熱管内の水・蒸気の早期放出（ナトリウムと水の反応を速やかに止める）

（株）ジェー・シー・オー ウラン加工工場臨界事故の概要

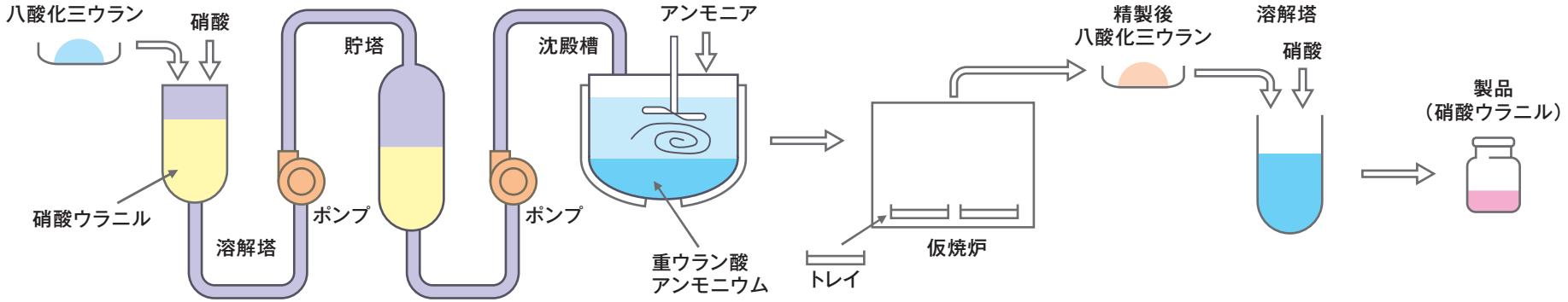
○事故の概要

1999年9月30日、（株）ジェー・シー・オー　ウラン加工工場における濃縮ウラン溶液を均一化する作業において、作業者が使用目的の異なる沈殿槽に臨界量以上のウラン溶液を注入したことにより、臨界事故が発生。これは、違法な社内マニュアルに従った行為であった。臨界状態は約20時間継続し、作業者2名が亡くなる結果となった。

○住民等への影響

臨界状態の間、周辺に放射線が放出され続けるとともに、微量の放射性ガス物質も大気中に放出され、従業員、防災業務関係者、周辺住民など319人(うち周辺住民130人)が一般人の年間実効線量限度である1ミリシーベルトを超える放射線を受けたと推定されている。

正規の手順



事故時の手順

出典：原子力安全委員会「ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告」より作成

国際原子力・放射線事象評価尺度（INES）

	レベル	基準			参考事例（INESの公式評価でないものも含まれている）
		基準1:人と環境	基準2:施設における放射線バリアと管理	基準3:深層防護	
事故	7（深刻な事故）	・広範囲の健康および環境への影響を伴う放射性物質の大規模な放出			・旧ソ連チェルノブイリ発電所事故（1986年） 暫定評価 ・東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所事故（2011年）
事故	6（大事故）	・放射性物質の相当量の放出			
事故	5（広範囲な影響を伴う事故）	・放射性物質の限定的な放出 ・放射線による数名の死亡	・炉心の重大な損傷 ・公衆が著しい被ばくを受ける可能性の高い施設内の放射性物質の大量放出		・アメリカスリーマイルアイランド発電所事故（1979年）
事故	4（局所的な影響を伴う事故）	・軽微な放射線物質の放出 ・放射線による少なくとも1名の死亡	・炉心の全放射能量の0.1%を超える放出につながる燃料の溶融または燃料の損傷 ・公衆が著しい大規模被ばくを受ける可能性の高い相当量の放射性物質の放出		・ジェー・シー・オー臨界事故（1999年）
異常な事象	3（重大な異常事象）	・法令による年間限度の10倍を超える作業者の被ばく ・放射線による非致命的な確定的健康影響	・運転区域内での1Sv※（シーベルト）/時を超える被ばく線量率 ・公衆が著しい被ばくを受ける可能性は低いが設計で予想していない区域での重大な汚染	・安全設備が残されていない原子力発電所における事故寸前の状態 ・高放射能密封線源の紛失または盗難	
異常な事象	2（異常事象）	・10mSv（ミリシーベルト）を超える公衆の被ばく ・法令による年間限度を超える作業者の被ばく	・50mSv（ミリシーベルト）/時を超える運転区区域での放射線レベル ・設計で予想していない施設内の域内の相当量の汚染	・実際の影響を伴わない安全設備の重大な欠陥	・美浜発電所2号機蒸気発生器伝熱管損傷事故（1991年） ・大洗研究開発センター燃料研究棟作業員被ばく事故（2017年）
異常な事象	1（逸脱）			・法令による限度を超えた公衆の過大被ばく ・低放射能の線源の紛失または盗難	・「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故（1995年） ・敦賀発電所2号機1次冷却材漏れ（1999年） ・浜岡原子力発電所1号機余熱除去系配管破断事故（2001年） ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故（2004年）
尺度未満	0（尺度未満）	安全上重要ではない事象		0+ 安全に影響を与える事象 0− 安全に影響を与えない事象	
評価対象外		安全に関係しない事象			

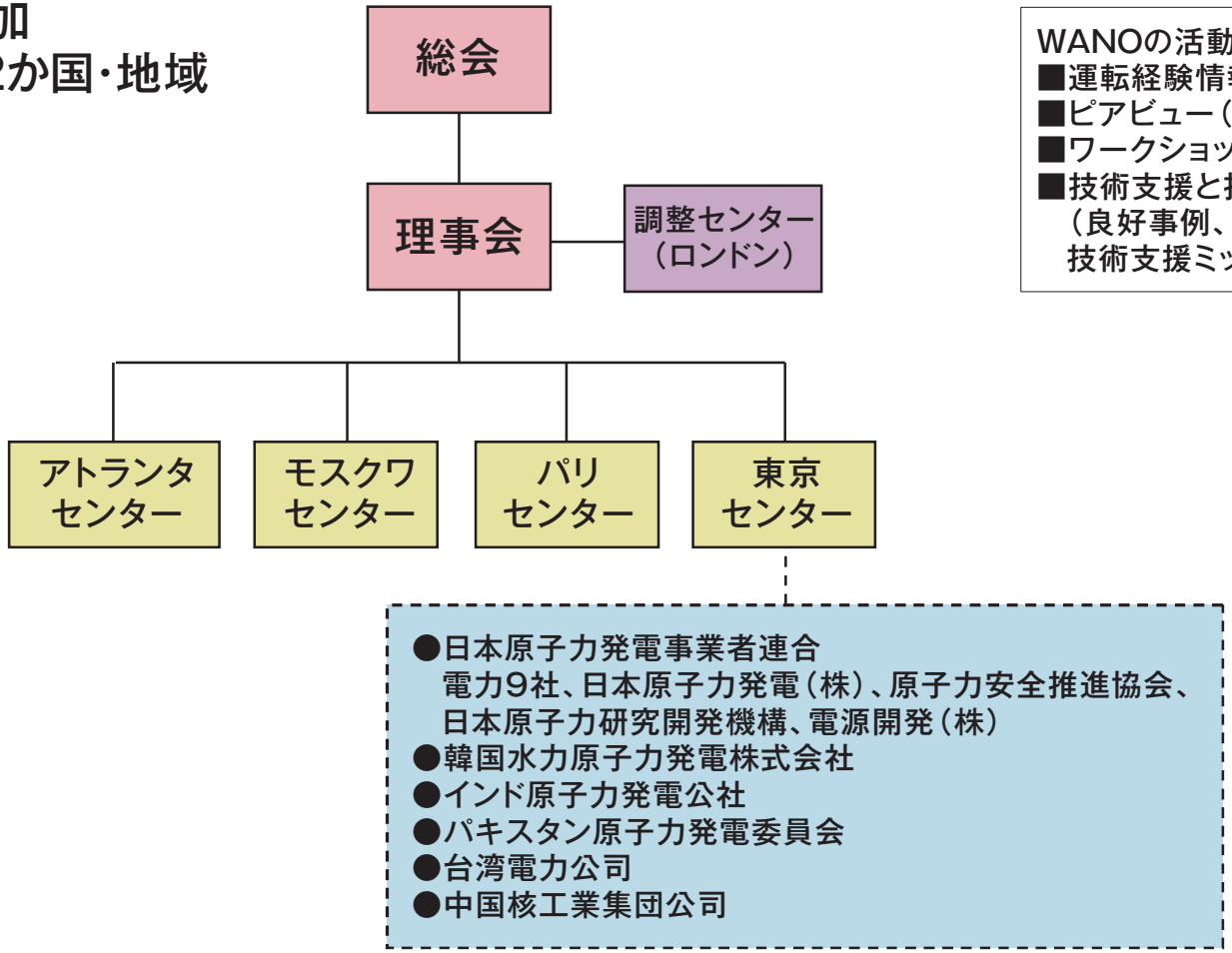
※シーベルト（Sv）:放射線が人体に与える影響を表す単位（1ミリシーベルトは1シーベルトの1000分の1）

出典：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）」より作成

世界原子力発電事業者協会（WANO）

WANOは原子力発電事業者単位で会員となる民間組織である。会員間で情報を交換することと、コミュニケーション、比較、学び合いを奨励することにより原子力発電所の安全性と信頼性を最高レベルに高めることを目的としている（1989年5月設立）

参加
32か国・地域



WANOの活動
■運転経験情報交換
■ピアビュー（訪問評価）の実施
■ワークショップ・セミナーの開催
■技術支援と技術交換
（良好事例、事業者交流、運転指標、技術支援ミッション）

出典：WANOホームページより作成

国の原子力防災体制

緊急時に備えて、平時から政府全体で原子力防災対策を推進するために、内閣に原子力防災会議を新たに常設

平時

内閣に新たに常設

原子力防災会議

議長　：内閣総理大臣
副議長　：内閣官房長官、原子力規制委員会委員長
　内閣府特命担当大臣（原子力防災）
議員　：国務大臣、内閣危機管理監、副大臣
　大臣政務官 等
事務局長：環境大臣

（役割）
○原子力災害対策指針※に基づく施策等の実施を推進 等
○原子力事故が発生した場合の、事故後の長期にわたる総合的な施策の実施の推進

関係省庁
［警察庁、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省、海上保安庁、環境省、防衛省 等］

緊急時

原子力災害対策本部

（原子力緊急事態宣言をしたときに臨時に内閣府に設置）

本部長　：内閣総理大臣
副本部長：内閣官房長官、内閣府特命担当大臣（原子力防災）
　原子力規制委員会委員長
本部員　：国務大臣、内閣危機管理監、副大臣
　大臣政務官 等

（役割）
○原子力緊急事態に対する応急対策および事後対策の総合調整

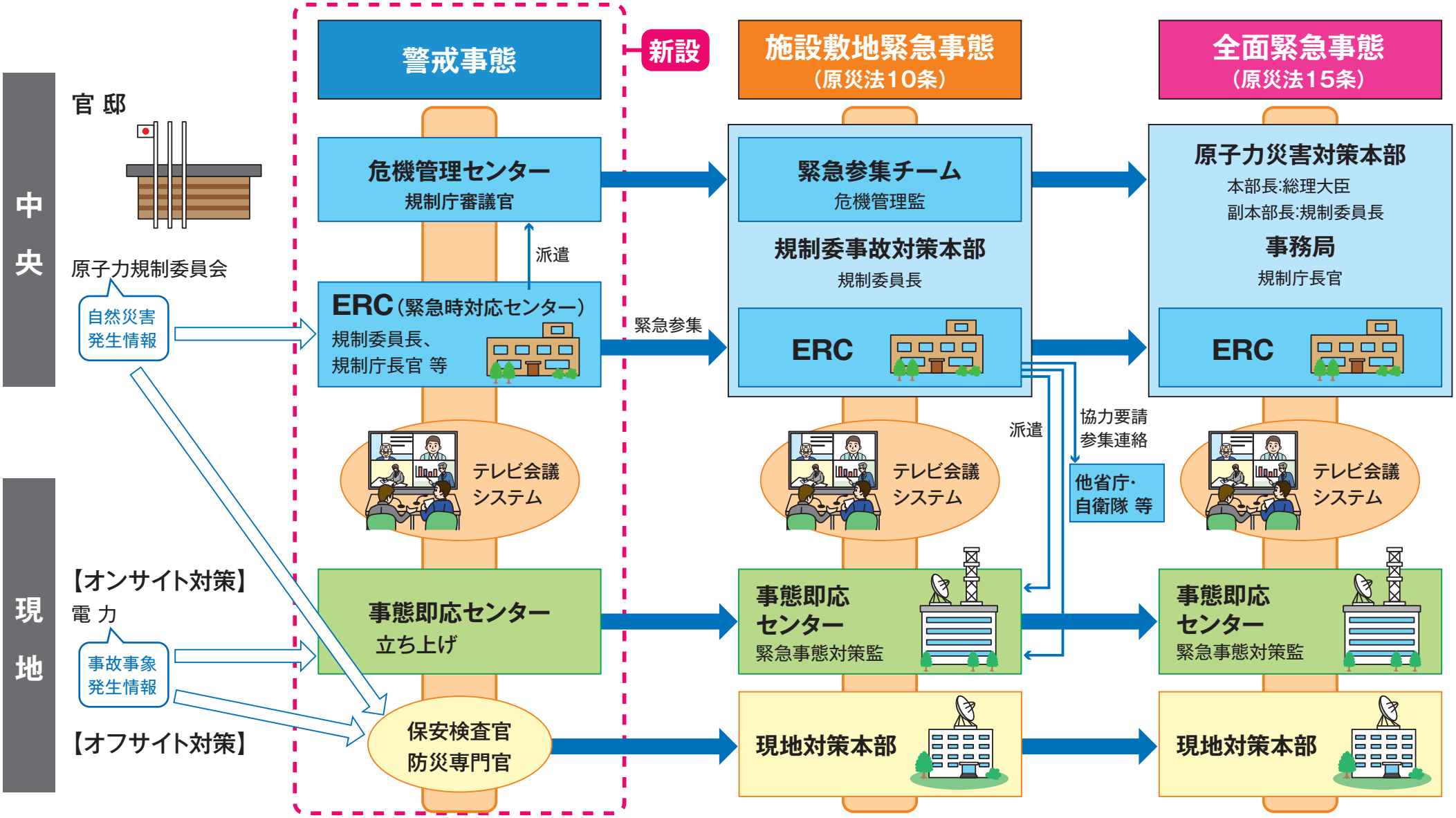
関係省庁
［警察庁、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省、海上保安庁、環境省、防衛省 等］

※ 原子力事業者や地方公共団体等による、原子力災害予防対策や緊急事態応急対策および事後対策の円滑な実施を確保するための指針で、原子力規制委員会が作成する指針

出典：原子力規制委員会パンフレットより作成

緊急事態区分（3段階）の明確化

警戒事態から全面緊急事態までの運用イメージ



原子力災害時の対策区域の拡大

約5km圏内

PAZ
（Precautionary Action Zone）
予防的防護措置を準備する区域

全面緊急事態に至った時点で、直ちに避難し、原則として安定ヨウ素剤を服用する。

約30km圏内

UPZ
（Urgent Protective Action Planning Zone）
緊急時防護措置を準備する区域

原則として屋内退避。
その後、発電所の状況に応じて、避難・一時移転や、安定ヨウ素を服用などの準備をする。

住民に対する放射線防護のイメージ

事態の進展	PAZ（～5km）	UPZ（5～30km）	30km～
事業者が施設の状況に応じて、緊急事態区分を国・地方公共団体へ通報	●避難については、国の指示・要請により、地方公共団体が準備および実施 ●安定ヨウ素剤については、国または地方公共団体が服用準備および服用を指示		
警戒事態（EAL1*）新たに設定 （例）大津波、震度6弱の地震など	●避難行動要支援者（傷病者、高齢者、障害者、乳幼児、妊産婦など）の避難準備		●避難行動要支援者の避難準備への協力
施設敷地緊急事態（EAL2*） （例）全交流電源の損失が30分以上継続など	●避難行動要支援者の避難実施 ●避難準備 ●安定ヨウ素剤の服用準備	●屋内退避準備 **国・地方公共団体・事業者が緊急時モニタリングを開始**	●避難行動要支援者の受け入れ ●避難準備への協力 **国・地方公共団体が緊急時モニタリングを開始**
全面緊急事態（EAL3*） （例）全交流電源の損失が1時間以上継続など **放射性物質の放出なし**	●安定ヨウ素剤の服用 **国の指示により、PAZ外へ住民の避難実施**	●屋内退避実施 ●安定ヨウ素剤の服用準備 ●避難などの準備	●避難の受け入れ ●避難などへの協力 ●安定ヨウ素剤の服用準備
施設外への放射性物質放出		**緊急時モニタリング結果を踏まえ、国は空間線量率などを基準に避難などの防護措置を実施**	

OIL※1
空間線量500マイクロシーベルト毎時
→ **避難**

OIL2
空間線量20マイクロシーベルト毎時
→ **一時移転**
→ **地域生産物の摂取を制限**

避難・一時移転 → **汚染検査** → **OIL4**
体表面でベータ線40000cpm
（1か月後、13000cpmに切り替え）
→ **体表面除染**

OIL6など
飲料水の放射性ヨウ素
300ベクレル/kgなど
→ **飲食物のスクリーニング・摂取制限**

※OIL：放射性物質が放出された場合、モニタリングなどの結果に応じて住民の防護措置の実施を判断する基準
*次の呼称の場合もあります。EAL1（AL：Alert）、EAL2（SE：Site area Emergency）、EAL3（GE：General Emergency）

出典：原子力規制委員会、電気事業連合会資料より作成

運用上の介入レベル（OIL）と防護措置の内容

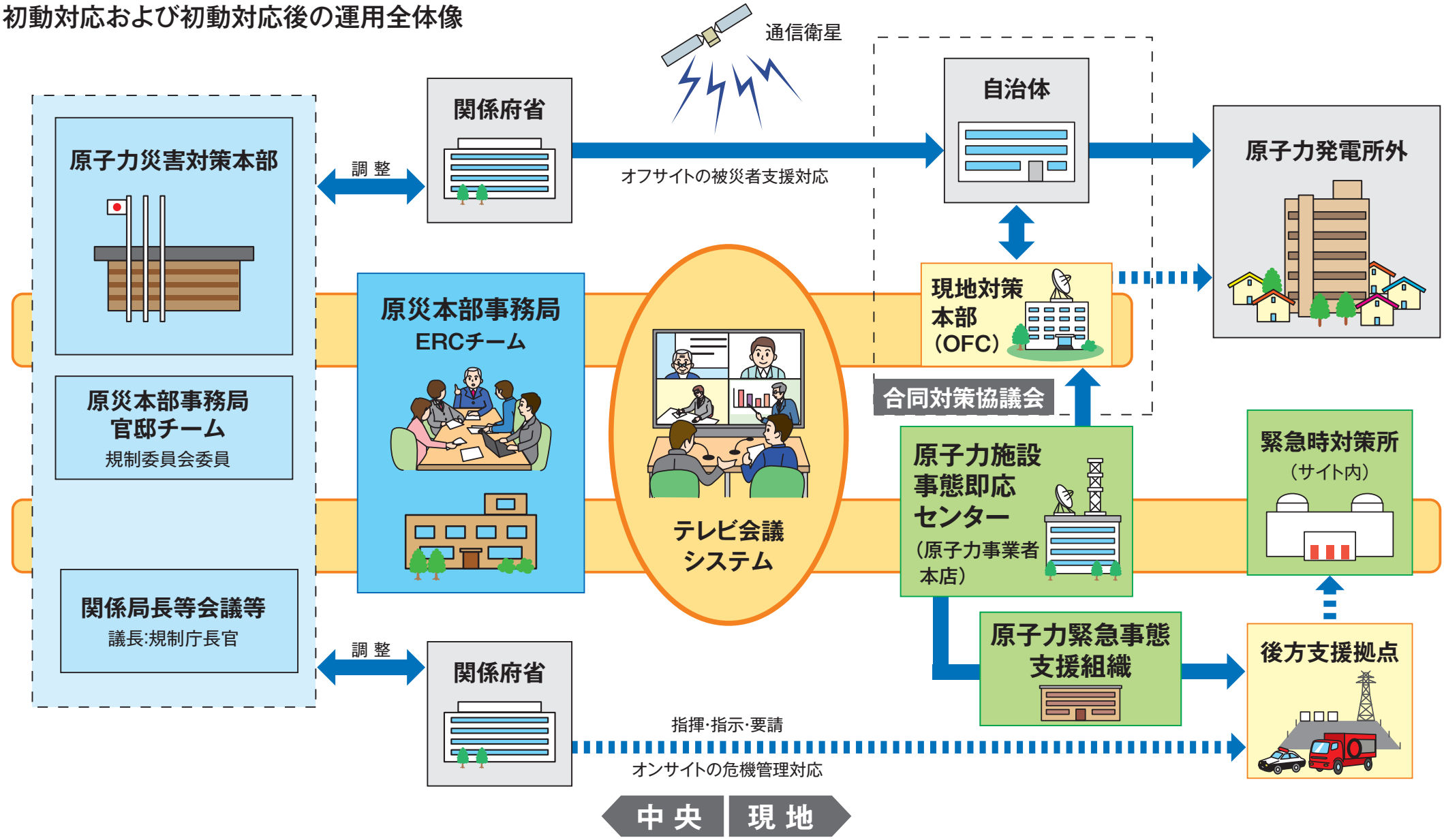
	基準の種類	基準の概要	初期設定値※1			防護措置の概要
緊急防護措置	OIL1	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、住民等を数時間内に避難や屋内退避等させるための基準	500μSv/h （地上1mで計測した場合の空間放射線量率）			数時間内を目途に区域を特定し、避難等を実施。（移動が困難な者の一時屋内退避を含む）
	OIL4	不注意な経口摂取、皮膚汚染からの外部被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	β線:40,000cpm （皮膚から数cmでの検出器の計数率）			避難又は一時移転の基準に基づいて避難等した避難者等に避難退域時検査を実施して、基準を超える際は迅速に簡易除染等を実施。
			β線:13,000cpm　【1ヶ月後の値】 （皮膚から数cmでの検出器の計数率）			
早期防護措置	OIL2	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、地域生産物※2の摂取を制限するとともに、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	20μSv/h （地上1mで計測した場合の空間放射線量率）			1日内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに、1週間程度内に一時移転を実施。
飲食物摂取制限	飲食物に係るスクリーニング基準	OIL6による飲食物の摂取制限を判断する準備として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	0.5μSv/h （地上1mで計測した場合の空間放射線量率）			数日内を目途に飲食物中の放射性核種濃度を測定すべき区域を特定。
	OIL6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、卵、魚、その他	1週間内を目途に飲食物中の放射性核種濃度の測定と分析を行い、基準を超えるものにつき摂取制限を迅速に実施。
			放射性ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg※3	
			放射性セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg	
			プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種	1Bq/kg	10Bq/kg	
			ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg	

※1:「初期設定値」とは緊急事態当初に用いるOILの値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合にはOILの初期設定値に改定される。
※2:「地域生産物」とは放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの（例えば野菜、該当地域の牧草を食べた牛の乳）をいう。
※3:根菜・芋類を除く野菜類が対象

出典：原子力規制委員会「原子力災害対策指針」より作成

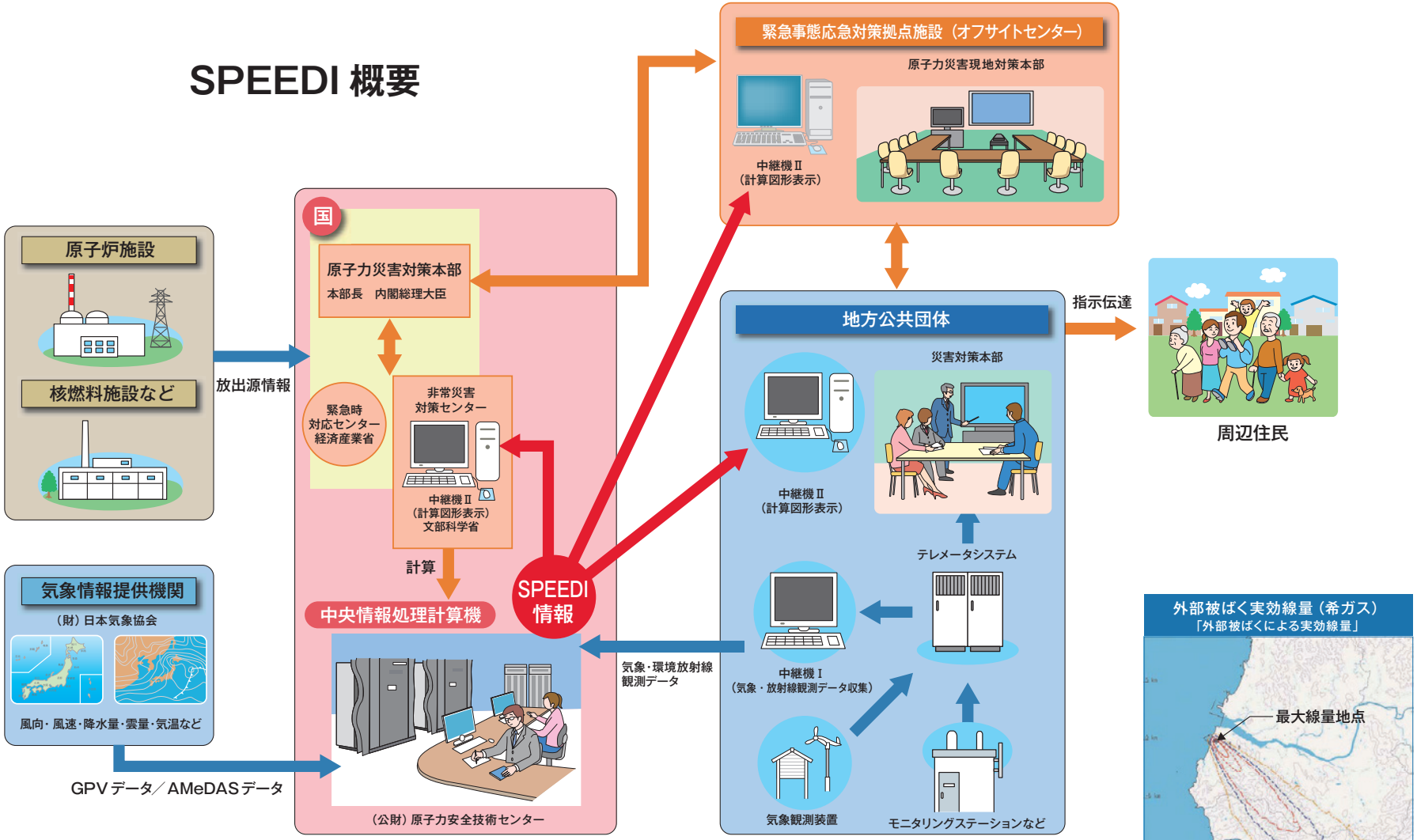
政府と事業者間のネットワーク強化

初動対応および初動対応後の運用全体像



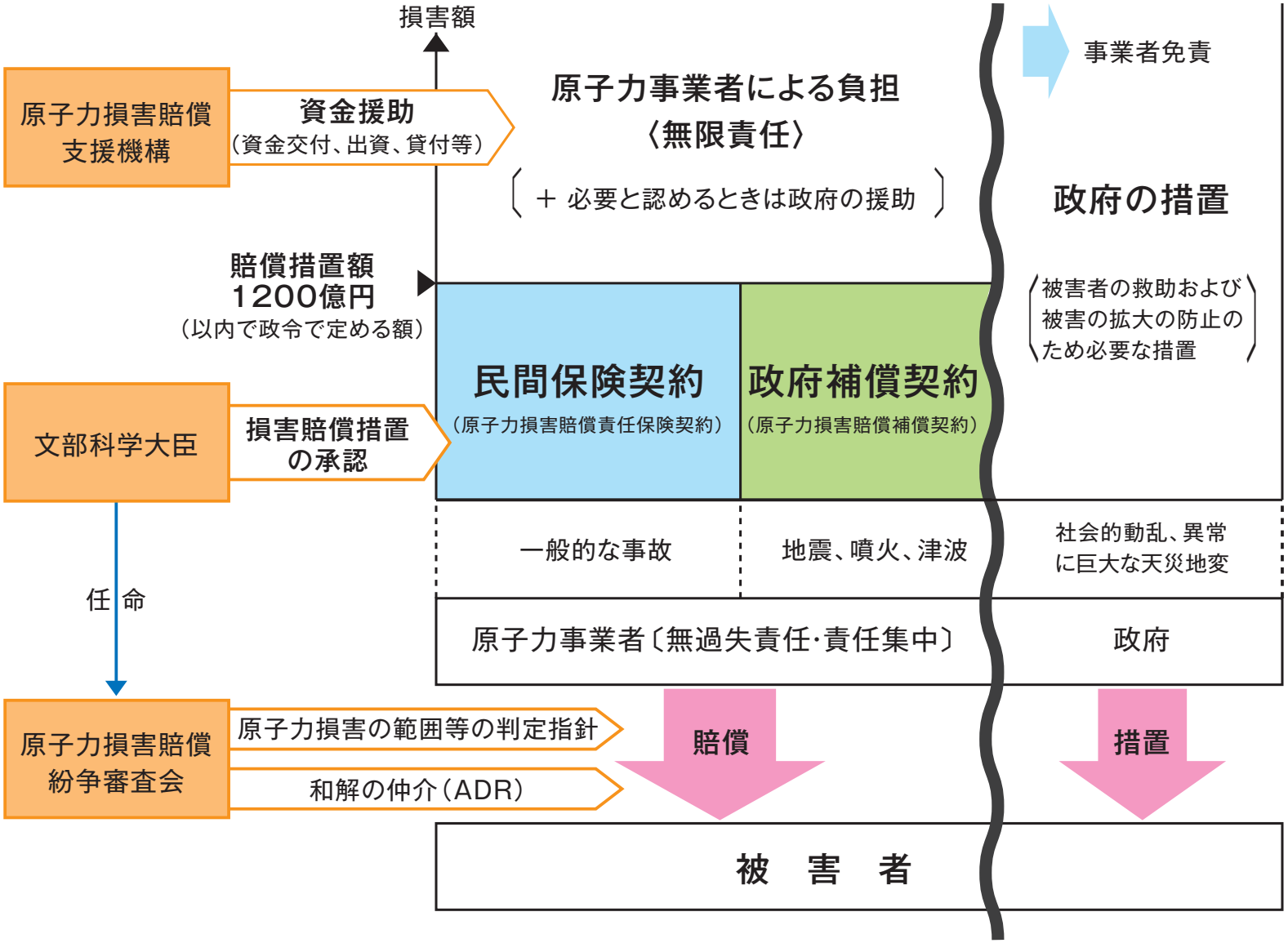
緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）

SPEEDI 概要



SPEEDI 地図情報

原子力損害賠償制度



出典：文部科学省ホームページより作成