

原子力政策の課題と対応について

令和3年 2月25日
資源エネルギー庁

1. 基本政策分科会での議論状況

2. 原子力政策を巡る動向

- (1) 福島復興と福島第一原発の廃炉の取組
- (2) 原子力エネルギーの特性
- (3) カーボンニュートラルと原子力を巡る世界の動向
- (4) 日本の原子力利用の歩みと現状
- (5) 2030年エネルギーミックス実現に向けた状況

3. 原子力政策の課題と対応の方向性

- 課題1：安全性の追求
- 課題2：立地地域との共生
- 課題3：持続的なバックエンドシステムの確立
- 課題4：事業性の向上
- 課題5：人材・技術・産業基盤の維持・強化、イノベーションの推進

- 菅内閣総理大臣は2020年10月26日の所信表明演説において、我が国が2050年にカーボンニュートラル（温室効果ガスの排出と吸収でネットゼロを意味する概念）を目指すことを宣言。
- カーボンニュートラルの実現に向けては、温室効果ガス（CO₂以外のメタン、フロンなども含む）の85%、CO₂の93%を排出するエネルギー部門の取組が重要。
- 次期エネルギー基本計画においては、エネルギー分野を中心とした2050年のカーボンニュートラルに向けた道筋を示すとともに、2050年への道筋を踏まえ、取り組むべき政策を示す。

10月26日総理所信表明演説（抜粋）

<グリーン社会の実現>

我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

（中略）

省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

10月26日梶山経産大臣会見（抜粋）

（中略）

カーボンニュートラルに向けては、温室効果ガスの8割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要です。カーボンニュートラル社会では、電力需要の増加も見込まれますが、これに対応するため、再エネ、原子力など使えるものを最大限活用するとともに、水素など新たな選択肢も追求をしてまいります。

- 2050年カーボンニュートラルへの道筋は、技術の進展や社会状況の変化など、様々な不確実性が存在することを踏まえ、2030年のエネルギーミックスのように、一定の積み上げのもと確実に実現すべき目標として捉えるのではなく、様々なシナリオを想定した上で目指すべき方向性として捉えるべきではないか。
- 我が国の長期戦略においても、「将来の「あるべき姿」としてのビジョンを掲げる」こととしており、加えて、既に2050年カーボンニュートラルを表明しているEU・英国においても、カーボンニュートラルの位置づけとしては達成の方向性を示すビジョンという位置づけとされている。
- このため、2050年カーボンニュートラル実現に向けて提示する道筋も、現時点で想定しうる道筋であり、今後の技術の進展などに応じて柔軟に見直していくべき点に留意が必要ではないか。

パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（一部抜粋） 2019.6

2. 我が国の長期的なビジョン

我が国は、2015年に提出した約束草案（自国が決定する貢献）において、2030年度の目標として、技術的制約、コスト面の課題等を十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実行可能な削減目標（ターゲット）を示した。他方、長期的な気候変動政策に当たっては、むしろ、**将来の「あるべき姿」としてビジョンを明確に掲げる**とともに、政府としてそれに向けた政策の方向性を示すことにより、全てのステークホルダーに対して、あらゆる可能性を追求しつつ実現に向けて取り組むことを促していく必要がある。

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、脱炭素化された電力による安定的な電力供給は必要不可欠。3E+Sの観点も踏まえ、今後、以下に限定せず複数のシナリオ分析を行う。議論を深めて行くに当たり、それぞれの電源の位置づけをまずは以下のように整理してはどうか。

確立した脱炭素の電源

再エネ

- ・ 2050年における主力電源として、引き続き最大限の導入を目指す。
- ・ 最大限導入を進めるため、調整力、送電容量、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コストを最大限抑制する一方、コスト増への社会的受容性を高めるといった課題に今から取り組む。
- ・ こうした課題への対応を進め、2050年には発電電力量（※1）の約5～6割を再エネで賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

原子力

- ・ 確立した脱炭素電源として、安全性を大前提に一定規模の活用を目指す。
- ・ 国民の信頼を回復するためにも、安全性向上への取り組み、立地地域の理解と協力を得ること、バックエンド問題の解決に向けた取り組み、事業性の確保、人材・技術力の維持といった課題に今から取り組んでいく。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、化石+CCUS /カーボンリサイクルと併せて約3～4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

インベーションが必要な電源

火力

化石 + CCUS

- ・ 供給力、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、化石火力の脱炭素化が課題。
- ・ CCUS /カーボンリサイクルの実装に向け、技術や適地の開発、用途拡大、コスト低減などに今から取り組み、一定規模の活用を目指す。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、原子力と併せて約3～4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

水素・アンモニア

- ・ 燃焼時に炭素を出さず、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、大規模発電に向けた技術確立、コスト低減、供給量の確保が課題。今からガス火力、石炭火力への混焼を進め、需要・供給量を高め安定したサプライチェーンを構築にも取り組む。
- ・ 産業・運輸需要との競合も踏まえつつ、カーボンフリー電源として一定規模の活用を目指す。水素基本戦略で将来の発電向けに必要な調達量が500～1000万トンとされていることを踏まえ、水素・アンモニアで2050年の発電電力量の約1割前後を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

※1：2050年の発電電力量は、第33回基本政策分科会で示したRITEによる発電電力推計を踏まえ、約1.3～1.5兆kWhを参考値（※2）とする。

※2：政府目標として定めたものではなく、今後議論を深めて行くための一つの目安・選択肢。今後、複数のシナリオを検討していく上で、まず検討を加えることになるもの。

- 参考値（再エネ約5～6割、水素・アンモニア約1割、CCUS＋化石火力と原子力で約3～4割）の水準を2050年に達成するためには、これまでに示したような課題の克服が必要。
- こうした前提に立った上で、これまでの分科会における議論を踏まえ、例えば、以下のようなシナリオを含め、どのようなシナリオが考えられるか御意見をいただきたい。
- 各シナリオについて、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）において分析を進めてもらい、その結果を、分析の前提や諸元とともに示してもらうこととしてはどうか。

【これまでの御意見】

- ◎ 100%も可能だという提案もあったわけなので、それに従った数値も検討して欲しい。
→例 再エネ100%、水素・アンモニア0%、CCUS＋化石火力0%、原子力0%
- ◎ 再エネがより大きい比率、再エネが少ない比率のものもお願いしたい。
→例 再エネ70%、水素・アンモニア10%、CCUS＋化石火力10%、原子力10%
再エネ40%、水素・アンモニア20%、CCUS＋化石火力20%、原子力20%
- ◎ 原子力は最低、今のエネルギーミックスの20～22%を維持すべきではないか。
→例 再エネ60%、水素・アンモニア10%、CCUS＋化石火力10%、原子力20%
- ◎ 水素やCCUS付火力の選択肢も幅広く考えるべき。
→例 再エネ60%、水素・アンモニア20%、CCUS＋化石火力10%、原子力10%
再エネ60%、水素・アンモニア10%、CCUS＋化石火力20%、原子力10%
- ◎ 産業側のデジタル化や社会変容といった需要側のシナリオを複数設けるべきではないか。
→例 デジタル化による電力需要増・省エネ進展、社会変容による省エネ進展など

1. 基本政策分科会での議論状況

2. 原子力政策を巡る動向

- (1) 福島復興と福島第一原発の廃炉の取組
- (2) 原子力エネルギーの特性
- (3) カーボンニュートラルと原子力を巡る世界の動向
- (4) 日本の原子力利用の歩みと現状
- (5) 2030年エネルギーミックス実現に向けた状況

3. 原子力政策の課題と対応の方向性

- 課題1：安全性の追求
- 課題2：立地地域との共生
- 課題3：持続的なバックエンドシステムの確立
- 課題4：事業性の向上
- 課題5：人材・技術・産業基盤の維持・強化、イノベーションの推進

国内外の原子力政策の動向

(1) 福島復興と福島第一原発の廃炉

①福島第一原発の廃炉（オンサイト）

- 事故炉は冷温停止状態を維持。構内の放射線量大幅減
- 廃炉に向けた作業は着実に進捗
汚染水対策：凍土壁等の対策により発生量の大幅削減
プール内燃料取り出し：4号機完了、3号機取り出し中
燃料デブリの取り出し：炉内調査による状況把握の進展

②福島復興（オフサイト）

- 帰還困難区域を除く全ての地域の避難指示を解除済
- 帰還環境整備の進展
- なりわいの再建、企業立地が徐々に拡大
- 新産業の集積の核となる拠点が順次開所

(2) 原子力エネルギーの特性

① 安定供給

- 優れた安定供給性と効率性（燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる準国産エネルギー源）
+ 高い技術自給率（国内にサプライチェーンを維持）
+ レジリエンス向上への貢献（回転電源、太平洋側・日本海側に分散立地）

② 経済効率性

- 運転コストが低廉（安全対策費用等が増額してもなお低廉）
- 燃料価格変動の影響を受けにくい（数年にわたって国内保有量で運転可能）

③ 環境適合

- 運転時にCO₂を排出しない
- ライフサイクルCO₂排出量が少ない

(3) 原子力を巡る世界の動向

① カーボンニュートラルと原子力利用

- 消費電力量が大きく、かつカーボンニュートラルを表明している国の多くは、将来にわたって原子力を利用する方針

② 各国の動向

- 米英仏：長期運転、新規建設、革新的技術開発
- 露中：国内建設 + 積極的な海外展開
- 独韓：将来的な原子力発電所の閉鎖
- その他：アジア、中東、東欧などの一部の国では、電力需要の急増やエネルギー安全保障等を背景に、原子力利用を追求

(4) 日本の原子力利用の歩みと現状

- ① 事故前までの歩み：需要拡大、石油危機、温暖化等を背景に、原子力利用を推進
- ② 事故後の方針：安全確保を大前提に再稼働を進める、可能な限り依存度低減・2030年20~22%の実現をめざす
実用段階にある脱炭素化の選択肢（安全性等に優れた炉の追求やバックエンド問題の解決に向けた技術開発など）
- ③ 今後の見通し：自然体では2040年代以降、設備容量は大幅に減少の見通し

(5) 2030年エネルギーミックス実現に向けた状況

- ① 現状：9基が再稼働、女川2号機は原子炉設置変更許可済 + 地元から理解表明、6基が原子炉設置変更許可済、11基が審査中
- ② 今後の課題：設備利用率向上や40年超運転も含め、安全確保を大前提に地元の理解を得ながら、再稼働を進める

エネルギー政策を進める上での原点 ～原子力災害からの福島復興～

- 2021年3月は、東京電力福島第一原発の事故から10年の節目。福島の復興は一步一步進展するも、まだ多くの課題が残されている。改めて二度とあのような悲惨な事態を引き起こしてはならないことを再確認する必要。今後も、福島第一原発の廃炉と福島の復興に全力を挙げる。

福島第一原発の廃炉（オンサイト）

- 事故炉は冷温停止状態を維持。構内の放射線量大幅減。
 - ※ 1F構内の約96%のエリアが防護服の着用不要
 - ※ 周辺海域の水質は大きく改善しており、世界的な飲料水の水質基準と比べても十分に低いことが確認されている
- 廃炉に向けた作業は着実に進捗。
 - ①汚染水対策：凍土壁等の対策により発生量の大幅削減
540m³/日（2014.5）⇒ 140m³/日（2020年内）
 - ②プール内燃料取り出し：4号機完了、3号機取り出し中
 - ③燃料デブリの取り出し：炉内調査による状況把握の進展

福島の復興（オフサイト）

- 帰還困難区域を除く全ての地域の避難指示を解除済。
 - ※ 避難指示区域からの避難対象者数
8.1万人（2013.8）⇒ 2.2万人（2020.4）
- 帰還環境整備の進展
 - ※ 常磐線の全線開通（2020.3）、道の駅の整備 等
- なりわいの再建、企業立地が徐々に拡大。
 - ※ 15市町村の企業立地398件、雇用創出4,610人（2020.12）
- 新産業の集積の核となる拠点が順次開所。
 - ※ 福島ロボットテストフィールド（2020.3全面開所）
 - ※ 福島水素エネルギー研究フィールド（2020.3開所）

残された課題への対応

- ALPS処理水の取扱い
- 使用済燃料プール内の燃料の着実な取り出し
 - ※ 2020年度内に3号機完了。2031年内に全号機で完了。
- 燃料デブリの取り出し

- 帰還困難区域の取扱い
 - ※ 特定復興再生拠点区域（6町村）の整備・避難指示解除
 - ※ 特定復興再生拠点区域外の解除に向けた方向性の検討
- 帰還促進に加え、移住・交流人口拡大による域外消費取込み
- 福島イノベーション・コースト構想の一層具体化

福島第一原発の廃炉の最近の主な進捗

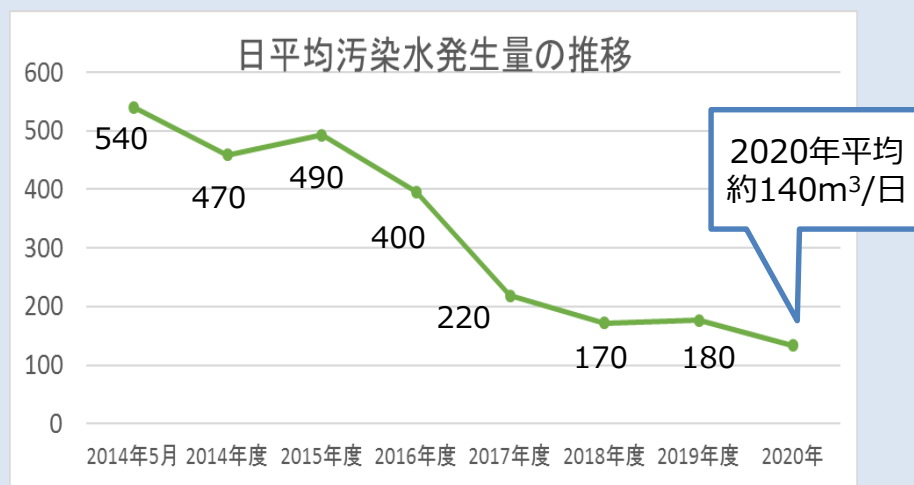
1. 汚染水対策の進捗

○汚染水発生量抑制目標を達成

- 2020年実績は約140 m³/日であり、中長期ロードマップの目標(注1)を達成。

(注1) 2020年以内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制

- 引き続き、「2025年以内に100m³/日以下」の目標達成に向けて対策を進めていく。



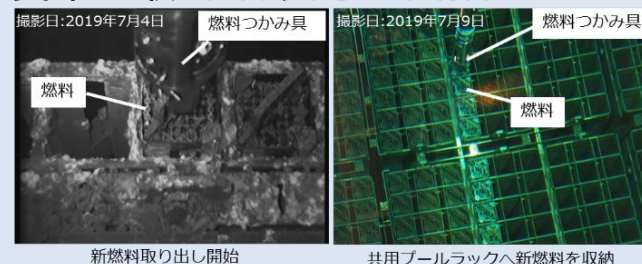
○建屋内滞留水処理完了

- 2020年12月、中長期ロードマップに定める「建屋滞留水処理完了(注2)」の目標を達成。

(注2) 1～3号機原子炉建屋等を除く

2. 3号機でプール燃料取り出しが進捗

- プール内の燃料566体のうち、553体を取り出し済み。残りも全て吊り上げ可能と確認(2/22時点)。
- 今年度中の取り出し完了を目指す。



3. 燃料デブリ試験的取り出しの状況

- 2021年内を目指していた燃料デブリ取り出し開始は、新型コロナウイルスの影響により遅延見込み。
- 遅延を1年程度に抑えられるよう対策を講じる。



避難指示の解除について

- 2020年3月、双葉町・大熊町・富岡町において、「帰還困難区域」の一部地域の避難指示を初めて解除。
- 同時に、双葉町の避難指示解除準備区域を解除し、全ての居住制限区域と避難指示解除準備区域を解除。

● 居住制限区域・避難指示解除準備区域の解除の経緯・居住状況

解除日	居住者数	時点
2014年 4月 1日: <u>田村市</u>	213人(83.9%)	2021年1月31日
2014年10月 1日: <u>川内村 (一部)</u>		
2015年 9月 5日: <u>楢葉町</u>	4,038人(59.7%)	2021年1月31日
2016年 6月12日: <u>葛尾村</u>	431人	2021年2月1日
2016年 6月14日: <u>川内村</u>	2,053人(81.5%)	2021年2月1日
2016年 7月12日: <u>南相馬市</u>	4,305人(56.0%)	2021年1月31日
2017年 3月31日: <u>飯館村</u>	1,482人	2021年2月1日
<u>川俣町</u>	343人(47.4%)	2021年2月1日
<u>浪江町</u>	1,579人(11.1%)	2021年1月31日
2017年 4月 1日: <u>富岡町</u>	1,576人	2021年2月1日
2019年 4月10日: <u>大熊町</u>	283人	2021年2月1日
2020年 3月4日: <u>双葉町</u>	—	

避難指示区域の現状と見通し(2020年3月10日現在)



● 今後の避難指示解除の見込み

・特定復興再生拠点区域

各町村の計画では、2022年又は2023年に全域解除予定

(2013年8月区域設定時)

(2020年3月時点)

避難指示区域からの避難対象者数	約8.1万人	区域設定時から 約6年7か月	約2.2万人 (約5.9万人減)
避難指示区域の面積	約1,150km ²		約340km ² (約810km ² 減)

(注)避難指示区域からの避難者数は、市町村からの聞き取った情報 (それぞれ、平成25年8月8日時点、令和2年3月10日時点の住民登録数) を基に、原子力被災者生活支援チームが集計。

出所:
※居住者の元データは各自治体調べ。田村市、葛尾村、南相馬市、飯館村、川俣町、浪江町、富岡町、大熊町の居住者数については、旧避難指示解除準備区域及び旧居住制限区域における居住者数。川内村、楢葉町の居住者数は半径20km圏外を含む自治体全域における居住者数。居住者数は震災後に転入してきた者等を含む。
※割合(%)は、居住者数を数えた区域における住民基本台帳人口に対する居住者数の割合を支援下で算出したもの。

帰還環境整備の進展、福島イノベーション・コースト構想の推進

- JR常磐線の全線開通により、浜通り地域の往来の再開が期待される。また、道の駅や産業施設の再開・整備など、地域経済の拠点の回復も着実に進展中。
- 2020年3月、新産業の集積の核となる拠点も順次開所。

常磐線の全線開通



双葉駅
(2020年3月14日 再開)

道の駅の整備



道の駅ならは
(2020年6月 全面再開)



道の駅なみえ
(2020年8月 一部供用開始)

福島ロボットテストフィールドの全面開所(2020.3.31)



福島ロボットテストフィールド（南相馬市）

福島水素エネルギー研究フィールドの開所(2020.3.7)



原子力エネルギーの特性

- **原子力の3E（安定供給、経済効率性、環境適合）の特性**は以下のとおり。近年頻発する自然災害や新型コロナ渦等を背景に、**技術自給やレジリエンスという側面に留意する必要**。

① 安定供給 (Energy Security)

- 優れた安定供給性と効率性（燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる準国産エネルギー源）
- + 高い技術自給率（国内にサプライチェーンを維持）
- + レジリエンス向上への貢献（回転電源としての価値、太平洋側・日本海側に分散立地、需給ひっ迫時の貢献）

② 経済効率性 (Economic Efficiency)

- 運転コストが低廉（安全対策費用や事故費用、サイクル費用が増額してもなお低廉）
- 燃料価格変動の影響を受けにくい（数年にわたって国内保有量だけで運転可能）

③ 環境適合 (Environment)

- 運転時にCO₂を排出しない
- ライフサイクルCO₂排出量が少ない

①安定供給：優れた安定供給性と効率性

- 原子力は、燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく（燃料交換後1年以上、発電の継続が可能）、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる。

火力・原子力発電所(100万kW)と 同量の発電量を得るための面積

原子力	<u>約0.6km²</u>
火力	<u>約0.5km²</u>
太陽光	約58km ²
風力	約214km ²

※山手線の内側の
面積が約63km²

原子力発電所(100万kW)の年間発電量 を代替する場合に必要な燃料

原子力 (濃縮ウラン)	<u>21トン</u>
天然ガス	950,000トン
石油	1,550,000トン
石炭	2,350,000トン

国内在庫日数

原子力 (ウラン) ※1	<u>約2.9年分</u>
天然ガス ※2	約20日分
石油 ※3	約200日分
石炭 ※4	約29日分

(※1)2016年電力中央研究所「原子燃料の潜在的備蓄効果」より。

(※2)2020年JOGMEC「天然ガス・LNG在庫動向」より算出。
(ガス発電用在庫に加え、都市ガス用在庫も含む。)

(※3)資源エネルギー庁「石油備蓄の現況」より算出。(電力会社の発電用在庫に加え、運輸用燃料なども含む。)

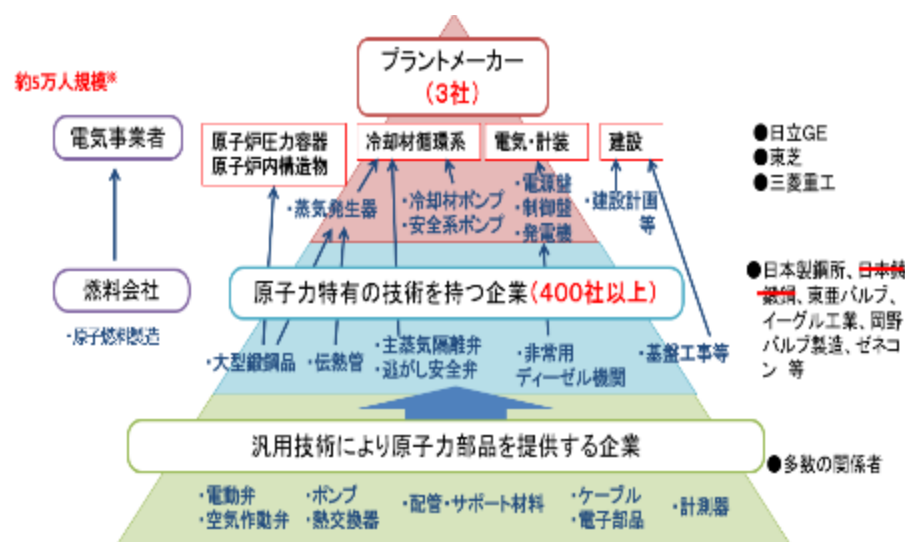
(※4)資源エネルギー庁「電力調査統計」2019年度火力発電燃料実績(年度末貯蔵量)より算出。

①安定供給：高い技術自給率

- 原子力の技術は、当初は海外からの機器輸入割合も高かったが、**1970年以降に営業運転を開始した原発の多くで国産化率90%を超えており、国内企業に技術が集積されている分野**である。
- 新型コロナウイルスの拡大によって、様々な産業分野でサプライチェーンの国内回帰の声もある中で、**原子力産業は、安定的に電力を供給するためのサプライチェーン（約1,000万個の部品点数）を国内に持つ強み**がある。

原子力発電のサプライチェーン

原子力発電所の国産化率の推移

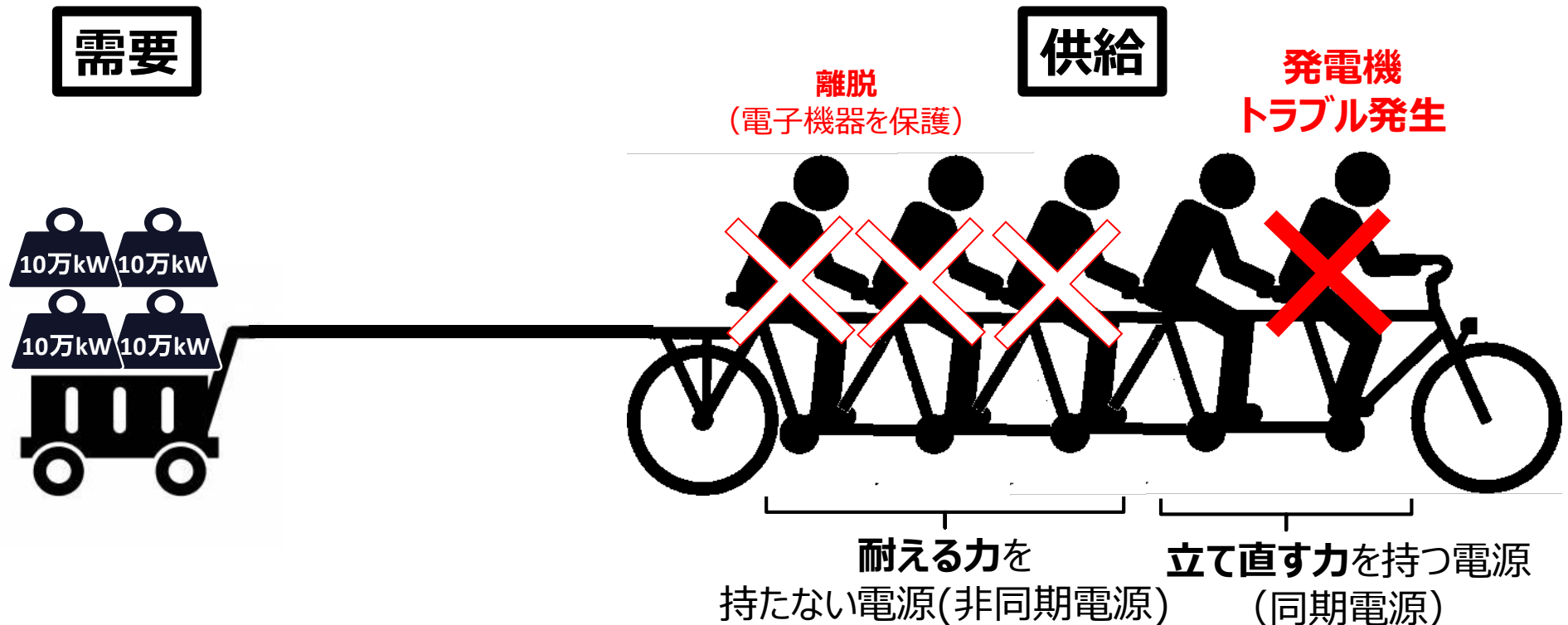


発電所	東海 (黒鉛炉)	美浜1号 (PWR)	美浜3号 (PWR)	島根1号 (BWR)	玄海2号 (PWR)	浜岡2号 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1976	1974	1981	1978	1997
国産化率 (%)	35%	58%	93%	94%	99%	94%	89%

(出典) 原子力発電の効率化と産業政策 国産化と改良標準 (RIETI)

①安定供給：回転電源としての価値（慣性力）

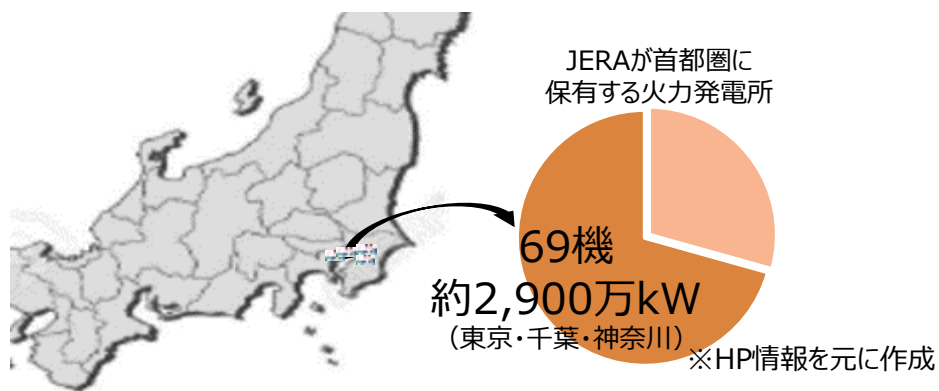
- 系統で突発的なトラブル（電源の離脱、落雷等）が生じた場合、
 - ✓ 太陽光、風力、蓄電池などの非同期電源は、50Hzや60Hzの交流に変換するため電子機器を使用。周波数や電流の急激な変化に対して、**周波数を維持する機能を持たず**、周波数の変化が一定の閾値を超えると、その電子機器を守るため**離脱（解列）**する。
 - ✓ 火力、原子力、水力などの同期電源（50Hzや60Hzの回転速度で回る電源）は、タービン（機械）の回転で発電しており、周波数や電流の急激な変化に対して、**同じ周期で回転を維持する力（慣性力）が働く**ため、相対的に周波数や電流の急激な変化に対して、**発電を継続し、周波数を維持する機能を有する**。



①安定供給：災害時のレジリエンス向上への貢献

- 分散型電源の導入を進める一方で、小規模／大規模電源も含め電源を日本全体で分散化させ、地域間の電力融通と併せて大規模災害時の大規模停電回避など、日本全体でレジリエンスを向上させていく必要。

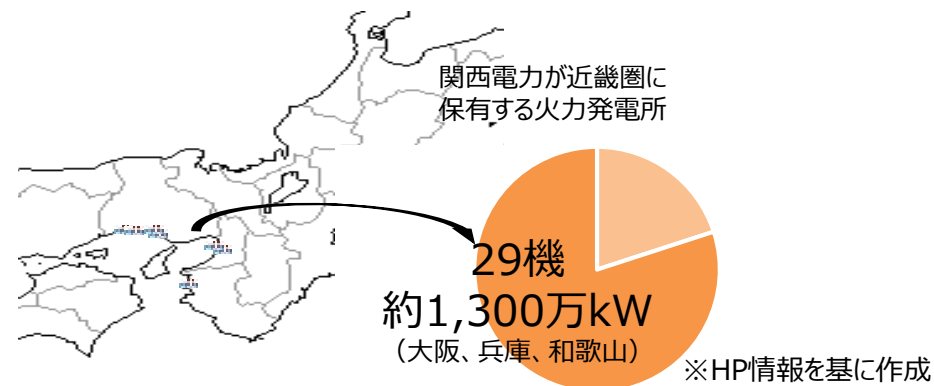
首都圏震災時のレジリエンス



- ✓ JERAが首都圏に保有する全火力発電所の約7割（約2,900万kW）が東京湾岸に集中。



近畿圏震災時のレジリエンス



- ✓ 関西電力が近畿圏に保有する全火力発電所の約8割（約1,300万kW）が大阪湾岸や瀬戸内等に集中。



仮に、首都圏・近畿圏で直下型地震等が発生したとしても、日本海側に電源が十分に整備されていれば、供給力不足を回避できる可能性が高まる。

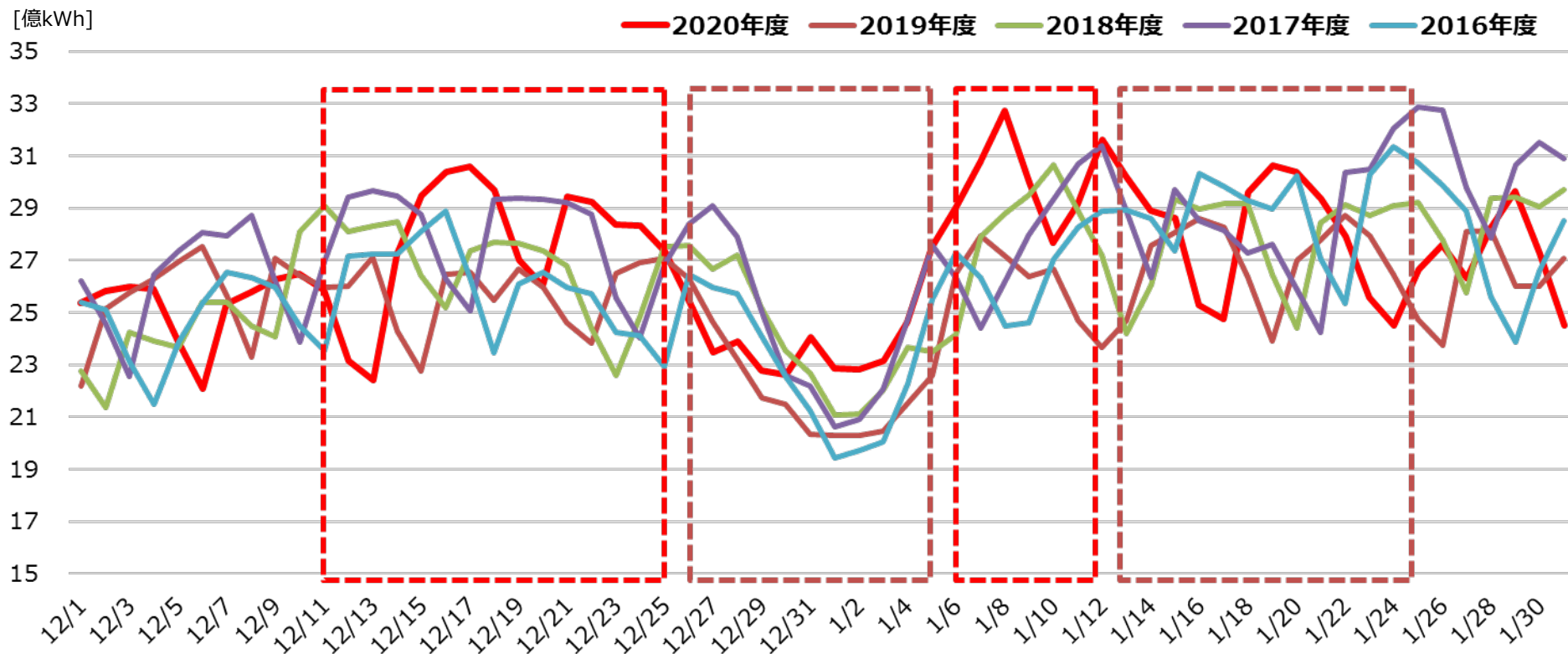
(参考) 東日本大震災時、柏崎刈羽原子力発電所の4基（約500万kW）、信濃川発電所（約18万kW）などが稼働

(参考) 阪神・淡路大震災時、高浜・大飯・美浜原子力発電所の8基（約740万kW）が稼働

(※) 当時、計画停電（10日間）、夏季の節電要請（▲15%）を実施

①安定供給：今冬の電力需給ひっ迫（各年度の発電量推移）

- 厳しい寒波もあり、12月中旬の電力需要はここ数年でも高い水準となり、年末年始頃はやや落ち着いたものの、1月上旬の電力需要は大幅に増加し、ここ数年で最も高い水準となった。



<2020年度の電力需要の増加率（過去年度比）>

	1) 12/11-25	2) 12/26-1/5	3) 1/6-1/12	4) 1/13-25
2019年度比	+7.4%	+8.4%	+15.3%	+3.5%
2018年度比	+3.2%	▲0.4%	+7.0%	+0.04%
2017年度比	▲0.8%	▲2.9%	+7.4%	▲2.6%
2016年度比	+7.0%	+4.1%	+12.9%	▲4.2%
※過去4年平均比	+4.1%	+2.1%	+10.5%	▲0.9%

※グラフ・表ともに電力広域的運営推進機関系統情報公開システム（速報値）より作成。

①安定供給：今冬の電力需給ひっ迫と原子力発電所の稼働状況

- 原発については、9基が再稼働済みであるが、**2020年12月から2021年1月の間**は、直近の同時期と比べ、定期検査などによる稼働停止が多く、**フル稼働していた原発は2基**にとどまる。
- こうした中、原発が全基停止していた**関西エリア**では、1月17日から、**同エリアの供給力の4%にあたる大飯4号機が稼働再開**し、電力の安定供給の確保に寄与。

原子力発電所の稼働状況

エリア	発電所名	号機	定格出力 発電端 [万kW]	稼働状況			
				2017.12~ 2018.1	2018.12~ 2019.1	2019.12~ 2020.1	2020.12~ 2021.1
関西	高浜発電所	3号機	87.0	稼働	稼働	1/6~ 停止	停止
関西	高浜発電所	4号機	87.0	稼働	稼働	停止	停止
関西	大飯発電所	3号機	118.0	—	稼働	稼働	停止
関西	大飯発電所	4号機	118.0	—	稼働	稼働	1/17~ 稼働
四国	伊方発電所	3号機	89.0	停止	稼働	12/26~ 停止	停止
九州	玄海発電所	3号機	118.0	—	稼働	稼働	稼働
九州	玄海発電所	4号機	118.0	—	稼働	稼働	12/19~ 停止
九州	川内発電所	1号機	89.0	1/29~ 停止	稼働	稼働	稼働
九州	川内発電所	2号機	89.0	稼働	稼働	12/26~ 稼働	12/24~ 稼働

※（一社）日本原子力産業協会HP「日本の原子力発電所の運転実績」より作成

※新規制基準対応後の再稼働前の原発は「—」と記載

②経済効率性：原子力発電の事業構造

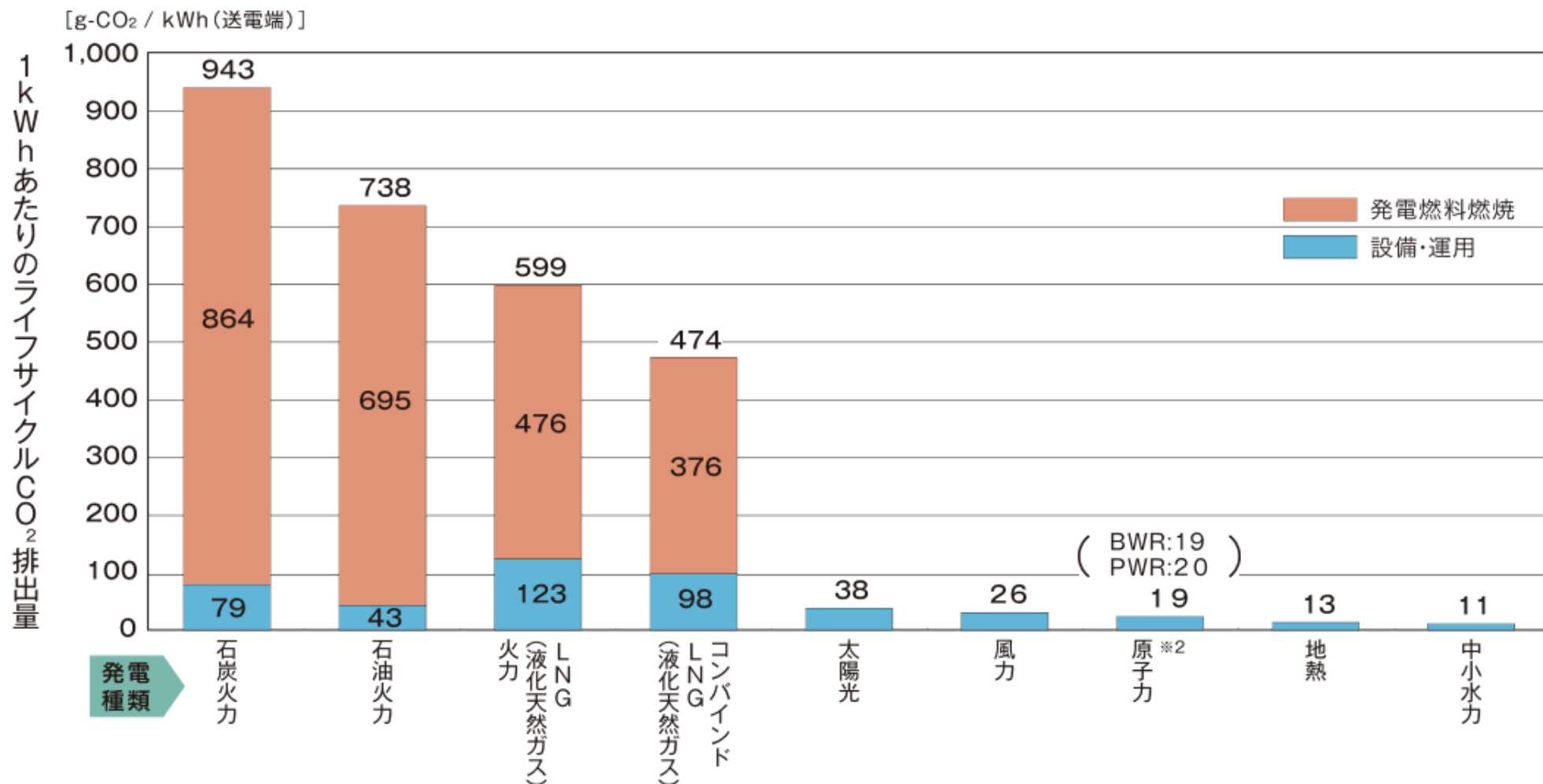
- 原子力発電は、初期投資額は他電源に比べて大きいが、稼働すれば40年又は60年という長期間、安価な燃料費で運転し、ライフタイムトータルで莫大な発電電力量を生み出すというビジネスモデル。

非化石電源の初期投資と発電電力量の関係

	初期投資 (億円)	出力 (万kW)	設備利用率 (%)	運転年数 (年)	発電電力量 (億kWh)
原子力 (建設費+安全対策費)	5,000	120	70	40～60	2,943～4,415
太陽光（メガ）	5.88	0.2	14	20	0.5
風力（陸上）	56.8	2	20	20	7
風力（洋上）	57～155	3	30	20	16～53
水力	76.8	1.2	45	40	19
地熱	237	3	83	40	87

③環境適合：電源毎のライフサイクルCO2排出量

- 原子力は、運転時にCO2を排出しないことに加え、電源毎のライフサイクルCO2排出量でも、水力・地熱に次いで低い水準。



(出典) 電力中央研究所「日本の発電技術のライフサイクルCO2排出量総合評価」(2016年7月)

カーボンニュートラルと原子力利用の動向①

- 現在、原子力を利用している国の多くは、将来も原子力利用を継続する見通し。こうした国の多くはカーボンニュートラルを表明。
- また、現在、原子力を利用していない国の中でも、将来的な原子力利用の動きがみられる。

将来的に利用

25カ国

[]は運転基数

・ 米国 ※ ¹ [94]	・ チェコ [6]	・ ブルガリア [2]
・ フランス [56]	・ パキスタン [5]	・ メキシコ [2]
・ 中国 ※ ² [50]	・ スロバキア [4]	・ ルーマニア [2]
・ ロシア [38]	・ フィンランド [4]	・ オランダ [1]
・ インド [22]	・ ハンガリー [4]	・ アルメニア [1]
・ カナダ [19]	・ アルゼンチン [3]	・ イラン [1]
・ ウクライナ [15]	・ 南アフリカ [2]	・ UAE [1]
・ 英国 [15]	・ ブラジル ※ ³ [2]	・ ベラルーシ [1]
		・ 日本

※¹ バイデン政権の公約として表明

※² 2060年までのCNを表明 ※³ 条件付きで2060年のCNを検討

14カ国

※緑字はカーボンニュートラル表明国

・インドネシア	・トルコ
・ウズベキスタン	・ナイジェリア
・エジプト	・ バングラディシュ
・カザフスタン	・フィリピン
・ガーナ	・ポーランド※ ⁴
・サウジアラビア	・モロッコ
・シリア	・ヨルダン

※⁴ 2050年カーボンニュートラルに反対していたが、最近では「カーボンニュートラルへの貢献」を明言し、石炭火力の廃止に必要な約4兆円の投資をEUに協力要請。

現在、原発を利用

5カ国・地域

・ 韓国 [24] (2017年閣議決定／2080年頃閉鎖見込)
・ ベルギー [7] (2003年法制化／2025年閉鎖)
・ ドイツ [6] (2002年法制化／2022年閉鎖)
・ スイス [4] (2017年法制化／－)
・ 台湾 [4] (2019年政府発表／－)
(脱原発決定年／脱原発予定年)

(注1) スペイン、スウェーデン、スロベニアは現在原発を利用しているが、IAEA Country Nuclear Power Profilesにおいての将来のスタンスを明らかにしていないため記載していない。

(注2) 韓国は今後新たな原発の建設計画を認めず設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する方針のため、現在建設中の原発が設計寿命を迎える時期を記載。

現在、原発を利用せず

4カ国

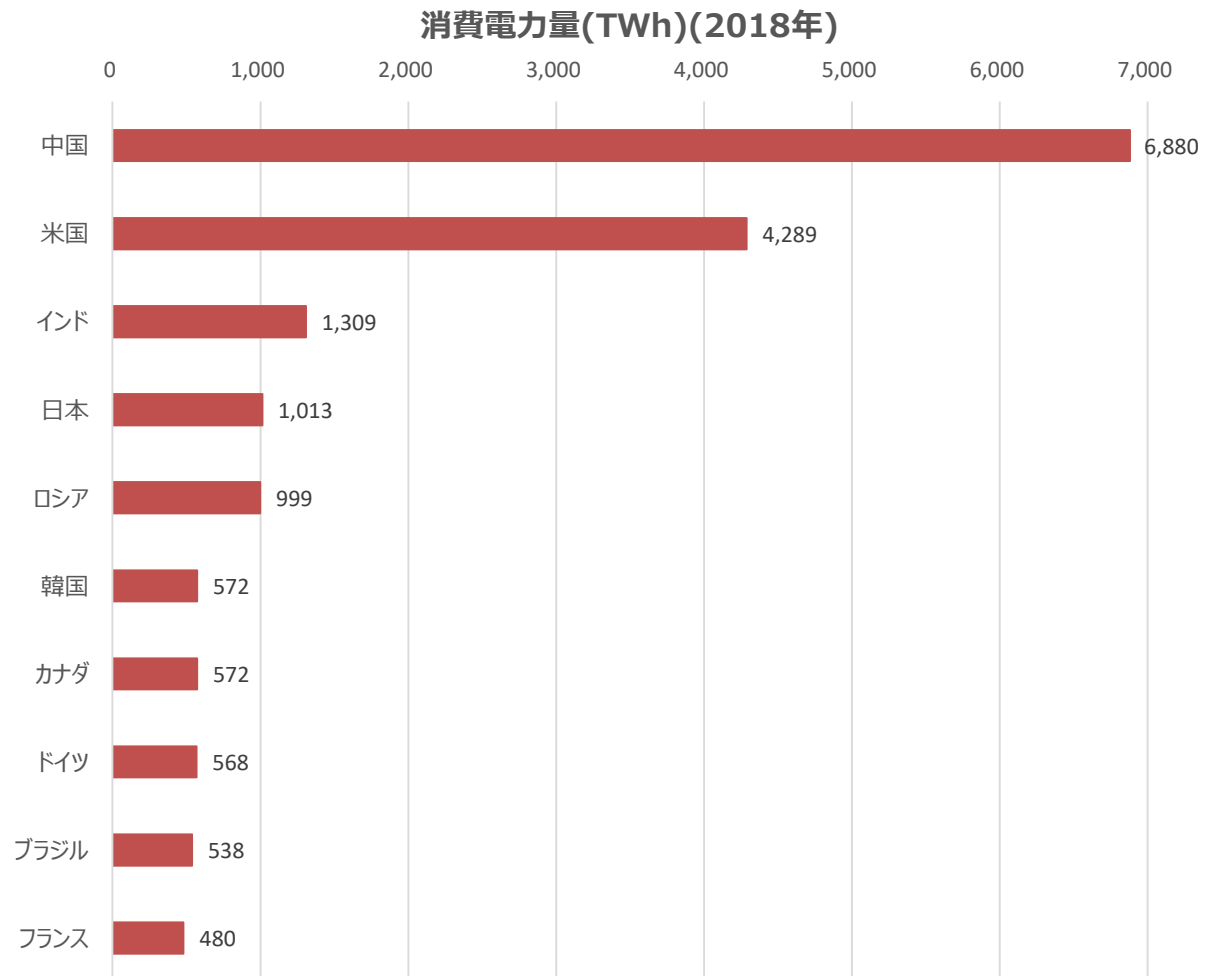
・ イタリア (1988年閣議決定／1990年閉鎖済)
・ オーストリア (1978年法制化)
・ オーストラリア (1998年法制化)
・ マレーシア (2018年首相発言)

将来的に非利用

カーボンニュートラルと原子力利用の動向②

- 消費電力量が大きく、かつカーボンニュートラルを表明している国の多くは、将来にわたって原子力発電を利用する方針。

2019年名目GDP (ドル)	カーボン ニュートラル	原子力 利用
14兆4000億	表明※ 1	利用
21兆4300億	未表明※ 2	利用
2兆8700億	未表明	利用
5兆800億	表明	利用
1兆7000億	未表明	利用
1兆6500億	表明	2080年頃廃止
1兆7400億	表明	利用
3兆8600億	表明	2022年廃止
1兆8400億	未表明※ 3	利用
2兆7200億	表明	利用



※ 1 : 2060年までにカーボンニュートラル

※ 2 : バイデン政権は、カーボンニュートラルを公約に掲げる。 ※ 3 : ブラジルは、条件付きで2060年までのCNを検討。

(出典) IEA Data Services

カーボンニュートラルと原子力利用の動向③

	名目GDP(ドル) (2019年)	人口(人) (2019年)	経済成長率 (2019年)	電力消費(TWh) (2018年)	国際連系線	電源構成 (2018年) ※一部2017年	自給率 (2018年) ※一部2017年	カーボン ニュートラル	原発利用	
									現在	将来
アメリカ	21兆4300億	3億2800万	2.2	4289	あり	化石：63% 再エネ：17% 原子力：19%	石油：86% ガス：101% 石炭：116%	未表明 (バイデン政権は 公約として掲げる)	○	○
中国	14兆4000億	13億9800万	6.1	6880	あり	化石：71% 再エネ：25% 原子力：4%	石油：34% ガス：63% 石炭：91%	表明 (2060年まで)	○	○
日本	5兆800億	1億2600万	0.7	1013	なし	化石：75% 再エネ：18% 原子力：6%	石油：0% ガス：2% 石炭：1%	表明	○	○
ドイツ	3兆8600億	8300万	0.6	568	あり	化石：53% 再エネ：35% 原子力：12%	石油：4% ガス：7% 石炭：56%	表明	○	2022年 廃止
インド	2兆8700億	13億6600万	4.2	1309	あり	化石：81% 再エネ：17% 原子力：3%	石油：18% ガス：52% 石炭：69%	未表明	○	○
イギリス	2兆8300億	6700万	1.5	326	あり	化石：47% 再エネ：34% 原子力：20%	石油：87% ガス：51% 石炭：19%	表明	○	○
フランス	2兆7200億	6700万	1.5	480	あり	化石：10% 再エネ：19% 原子力：72%	石油：1% ガス：0% 石炭：0%	表明	○	○
イタリア	2兆0000億	6000万	0.3	316	あり	化石：61% 再エネ：40% 原子力：0%	石油：10% ガス：7% 石炭：0%	表明	×	×
ブラジル	1兆8400億	2億1100万	1.1	538	あり	化石：18% 再エネ：79% 原子力：3%	石油：127% ガス：72% 石炭：12%	未表明	○	○
カナダ	1兆7400億	3800万	1.7	572	あり	化石：19% 再エネ：66% 原子力：15%	石油：264% ガス：140% 石炭：187%	表明	○	○
ロシア	1兆7000億	1億4400万	1.3	999	あり	化石：64% 再エネ：17% 原子力：19%	石油：357% ガス：150% 石炭：196%	未表明	○	○
韓国	1兆6500億	5200万	2.0	572	なし	化石：72% 再エネ：4% 原子力：23%	石油：1% ガス：1% 石炭：1%	表明	○	2080年頃 廃止
スペイン	1兆3900億	4700万	2.0	360	あり	化石：40% 再エネ：39% 原子力：20%	石油：0% ガス：0% 石炭：8%	表明	○	×
オーストラリア	1兆3900億	2500万	1.8	248	なし	化石：83% 再エネ：17% 原子力：0%	石油：33% ガス：309% 石炭：678%	未表明	×	×
メキシコ	1兆2600億	1億2800万	-0.3	290	あり	化石：80% 再エネ：18% 原子力：4%	石油：128% ガス：38% 石炭：57%	未表明	○	○
インドネシア	1兆1200億	2億7100万	5.0	263	あり	化石：88% 再エネ：12% 原子力：0%	石油：54% ガス：161% 石炭：543%	未表明	×	○

（出典）IMF World Economic Outlook 2020, The World Bank Group World Bank Open Data, IEA Data Services, World Energy Balances 2019 Indicator database, World Energy Balances 2019 extended edition database, IAEA Country Nuclear Power Profiles等

なお、電源構成において、各エネルギー源の比率は四捨五入しているため、合計しても100とならない場合がある。また、「化石」の数値には、廃棄物（非再エネ）が含まれている。

各国の原子力利用の動向①

米、仏、英

- **多くの既設炉が1960～1980年代に建設。新規建設の動きもあるが、多くが40年を超える運転を継続。そのような中で、革新的技術開発も積極的に推進。**

アメリカ

- ✓ 現在、**2基の原発を建設中**。運転中の94基のうち、**82基が60年運転、4基が80年運転**の認可を取得。
- ✓ バイデン政権は、**就任初日にパリ協定への復帰を表明**。4月には各国首脳が参加する**気候サミット**を開催予定。
- ✓ グランホルム新DOE長官候補は、公聴会質疑文書において**クリーンエネルギーとしての原子力活用（既存炉、先進技術、電力以外への活用に努め支援を継続）**について言及。

フランス

- ✓ 原子力発電比率を**現在の7割超から50%へ低減する目標の期限を、2025年から10年間先送り**。
- ✓ **1基の原発を建設中**だが、今後の**原発新設を2021年半ば以降に検討予定**。
- ✓ 2021年1月27日、政府からの委託を受けた送配電事業者（RTE）が、2050～2060年の電源構成について、再エネ100%や原子力50%などの**8つのシナリオを公開**。同シナリオをもとに、政府は、2035年以降の電源構成を2023年頃に作成見込み。

イギリス

- ✓ 2030年までに**既設のほぼ全基が廃炉予定**。現在 **2基建設中**（仏中連合によるヒンクリーポイントC）。
- ✓ 2020年12月のエネルギー白書では、「原子力は**引き続き重要なクリーンな電源**と位置づけ、ヒンクリーポイントC以降も原発新設が必要」と記載。
- ✓ **ジョンソン政権は**、CNに向けた「グリーン産業革命に向けた10項目」において**革新炉開発の基金を創設**。

露、中

- **国内での原子力発電所の新規建設を進めるとともに、積極的に海外展開も推進。**

ロシア

- ✓ 国内3基建設中、海外では36基の原発プロジェクトが進行中。
- ✓ 運転中の高速実証炉に加え、世界で唯一の洋上原発（浮体式）が運開するなど、**革新炉開発も推進**。

中国

- ✓ 習近平国家主席は**2020年9月にCO2排出量を2030年までに減少に転じさせ、2060年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言**。
- ✓ 2018年、**第3世代炉（AP1000とEPR）を世界で初めて運転開始**するとともに、2021年1月、**国産原子炉「華龍1号」が運転開始**。また、2020年末に2基目となる**高速炉実証炉の建設工事を開始**。
- ✓ 海外展開については、パキスタンで実績があるほか、イギリスやアルゼンチン等でも計画を推進。

各国の原子力利用の動向②

アジア、中東、東欧

- 電力需要の急増、エネルギー安全保障等を背景として、**原子力の利用を追求**。

アジア・中東

- ✓ **インド**：7基を印および露メーカーが建設中。米、露、仏メーカーの新設計画あり。
- ✓ **UAE**：4基を韓メーカーが建設中。

東欧

- ✓ **ポーランド**：2040年までのエネルギー戦略を示した「PEP2040」では、今後導入を進める**洋上風力発電と原子力発電がエネルギー政策で重要な役割**を担うと言及。**2033年に原発初号機の運開**を目指すとともに、**2043年までに計6基**を建設する計画。
- ✓ **ルーマニア**：2基の新設計画（米国と協力協定を締結）
- ✓ **ブルガリア**：3基の新設計画（米国と協力覚書を締結）

独、韓

- 将来的に原子力発電所を閉鎖する方針。

ドイツ

- ✓ **メルケル政権は、2022年末までに稼働中の全6基の原発を終了予定**。
- ✓ 原子炉閉鎖に対する補償金を巡り事業者と政府が訴訟中。ドイツ与党内の保守グループ「価値同盟」が石炭火力廃止前倒しのため原発運転延長を要求。

韓国

- ✓ **文在寅政権は、今後新たな原発の建設計画を認めず設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する方針**。
- ✓ 大統領直属の国家気候環境会議は、2050年のカーボンニュートラル達成のためには、石炭火力廃止の前倒しが望ましく、また再エネを重点的に取り組み、**天然ガスや原子力を補完的に活用すべき**と発表。
- ✓ 2020年12月28日、「第9次電力需給基本計画」においては、**2035年の目標値として原子力発電設備容量19.4GW（2020年比3.9GW減）**を掲げている。

我が国のエネルギー選択の歴史と原子力利用の歩み

- 我が国は電力需要の拡大、石油危機、温暖化等を背景に、**エネルギーの選択肢を拡大**。その中で、**原子力利用を推進**。

原子力平和利用の開始（50年代～）

- ・世界初となる原子炉が米国で運転開始（51年）
- ・アイゼンハワー米大統領「Atoms for Peace」（53年）
- ・日本で原子力基本法が成立（55年）
- ・日本初の商業用原子炉（東海発電所）が運転開始（66年）

国内外での相次ぐトラブル（70年代後半～）

- ・スリーマイル島原発事故（79年）
- ・チェルノブイリ原発事故（86年）
- ・もんじゅナトリウム漏洩事故（95年）
- ・JCO臨界事故（99年）

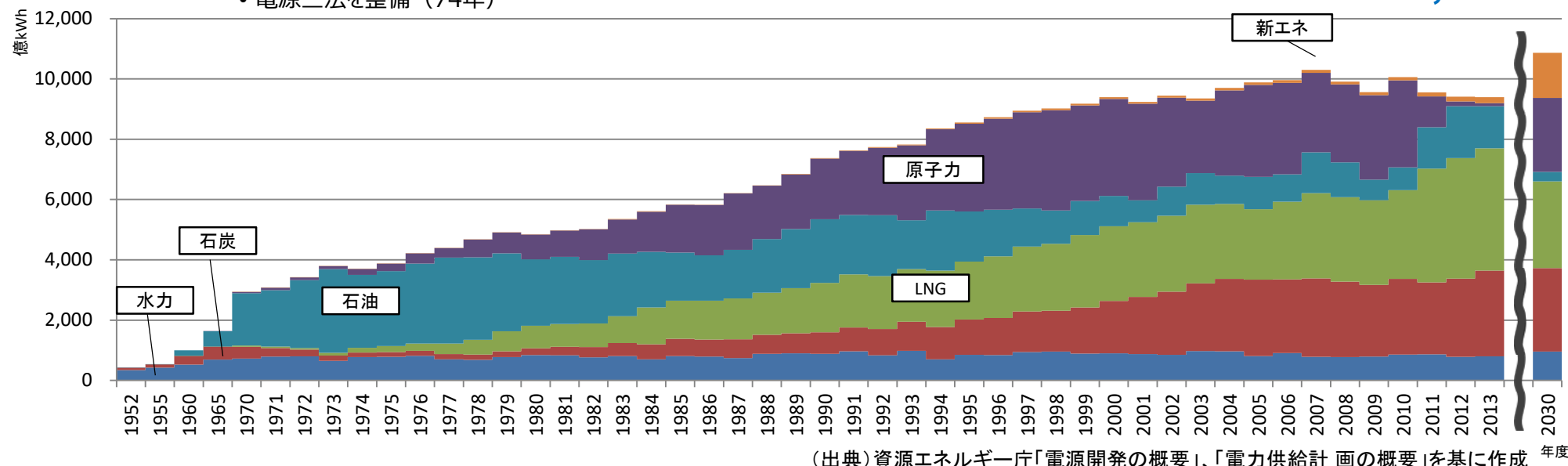
原子力利用の拡大（70年代～）

- ・日本初のBWR（敦賀1）、PWR（美浜1）が運転開始（70年）
- ・田中角栄首相「原子力を重大な決意をもって促進をいたい」答弁（73年：石油危機時）
- ・電源三法を整備（74年）

温暖化対策と原子力利用（90年代～）

- ・京都議定書（97年）の採択など、温暖化対策に注目が集まる中、世界各国での原発新設計画が増加

福島第一原発事故の発生



戦後復興期 高度成長期 第一次石油危機後 第二次石油危機後 長期デフレ 地球温暖化問題の顕在化

水力から石炭

石炭から石油へ

脱石油。ガスと原子力の開発に。石炭の再評価。世界最高の省エネ国家へ。

温暖化の要請から原子力重視へ

これからの選択

福島第一原発事故後の原子力政策

- 福島第一原発事故後の原子力政策の動きは以下のとおり。

革新的・エネルギー環境戦略（2012年9月）

- ・ 2030年代に原発稼働ゼロを可能とするよう、あらゆる政策資源を投入する。

第四次エネルギー基本計画（2014年4月）

- ・ いかなる事情よりも安全性を全てに優先させ、国民の懸念の解消に全力を挙げる前提の下、原子力発電所の安全性については、原子力規制委員会の専門的な判断に委ね、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。その際、国も前面に立ち、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、取り組む。
- ・ 原発依存度については、省エネルギー・再生可能エネルギーの導入や火力発電所の効率化などにより、可能な限り低減させる。

長期エネルギー需給見通し（2015年7月）

- ・ 原子力発電比率 = 20～22%程度

第五次エネルギー基本計画（2018年7月）

- ・ 2030年のエネルギーミックスにおける電源構成比率の実現を目指し、必要な対応を着実に進める。
- ・ 2050年シナリオに伴う不確実性、先行する主要国情勢から得られる教訓、我が国固有のエネルギー環境から判断し、再生可能エネルギーや水素・CCS、原子力など、あらゆる選択肢を追求する。（中略）現状、実用段階にある脱炭素化の選択肢である原子力に関しては、（中略）人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手し、安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていく。

2030年：エネルギーミックスの実現

- 3E+Sの原則の下、2030年エネルギーミックスの確実な実現を目指す

原子力 = 長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源

- いかなる事情よりも安全性を全てに優先し、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。
- 原発依存度を可能限り低減させる方針の下、確保していく規模を見極めて策定した2030年のエネルギーミックスにおける電源構成比率（原子力は20-22%）の実現を目指し、必要な対応を着実に進める。

2050年：エネルギー転換・脱炭素化への挑戦

- あらゆる選択肢を追求する「野心的な複線シナリオ」

原子力 = 実用段階にある脱炭素化の選択肢

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国としては、安全を最優先し、経済的に自立し脱炭素化した再生可能エネルギーの拡大を図る中で、可能な限り原発依存度を低減する。
- 社会的信頼の回復に向け、人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手し、安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていく

2030年エネルギーミックス

～ エネルギー需給構造の見通しであり、あるべき姿 ～

< 3 E + Sに関する政策目標 >

安全性(Safety)

安全性が大前提

自給率 (Energy Security)

震災前（約20%）を
更に上回る概ね25%程度

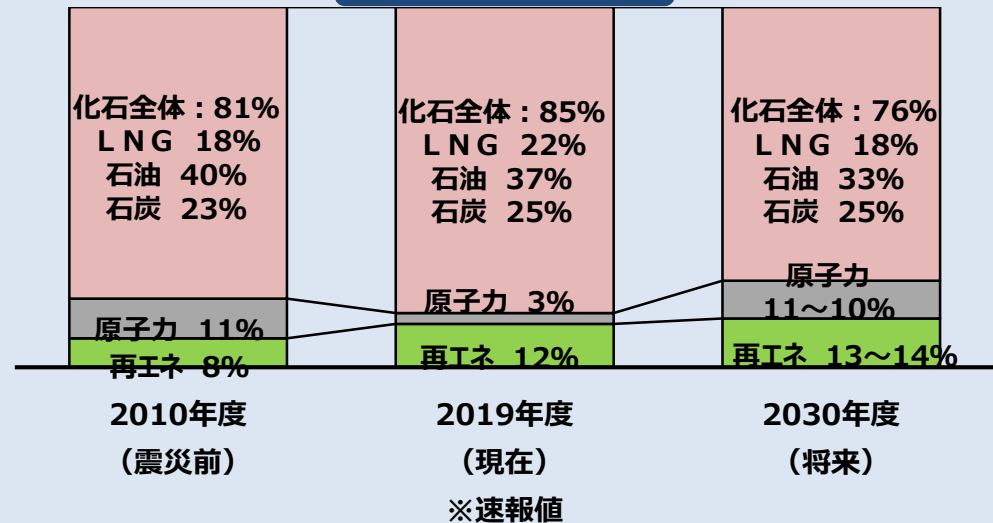
経済効率性（電力コスト） (Economic Efficiency)

現状よりも引き下げる

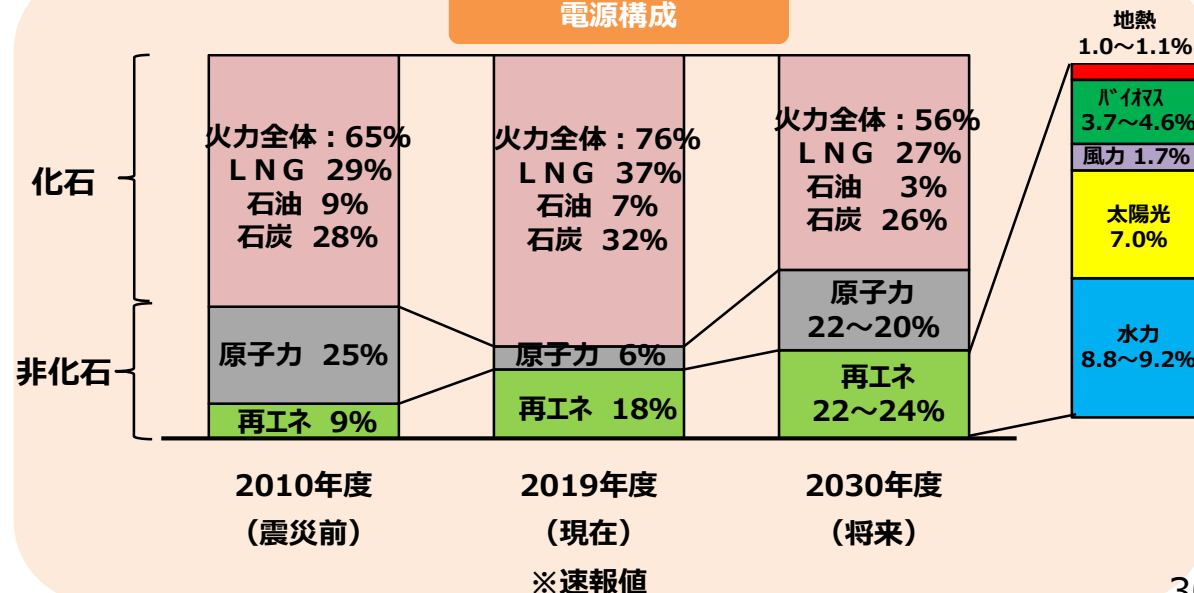
温室効果ガス排出量 (Environment)

欧米に遜色ない
温室効果ガス削減目標

一次エネルギー供給



電源構成



原子力発電所の現状

2021年2月25日時点

- エネルギーミックスの実現に向け、設備利用率の向上や40年超運転も含め、安全確保を大前提として、地元の理解を得ながら再稼働を進める。

再稼働
9基

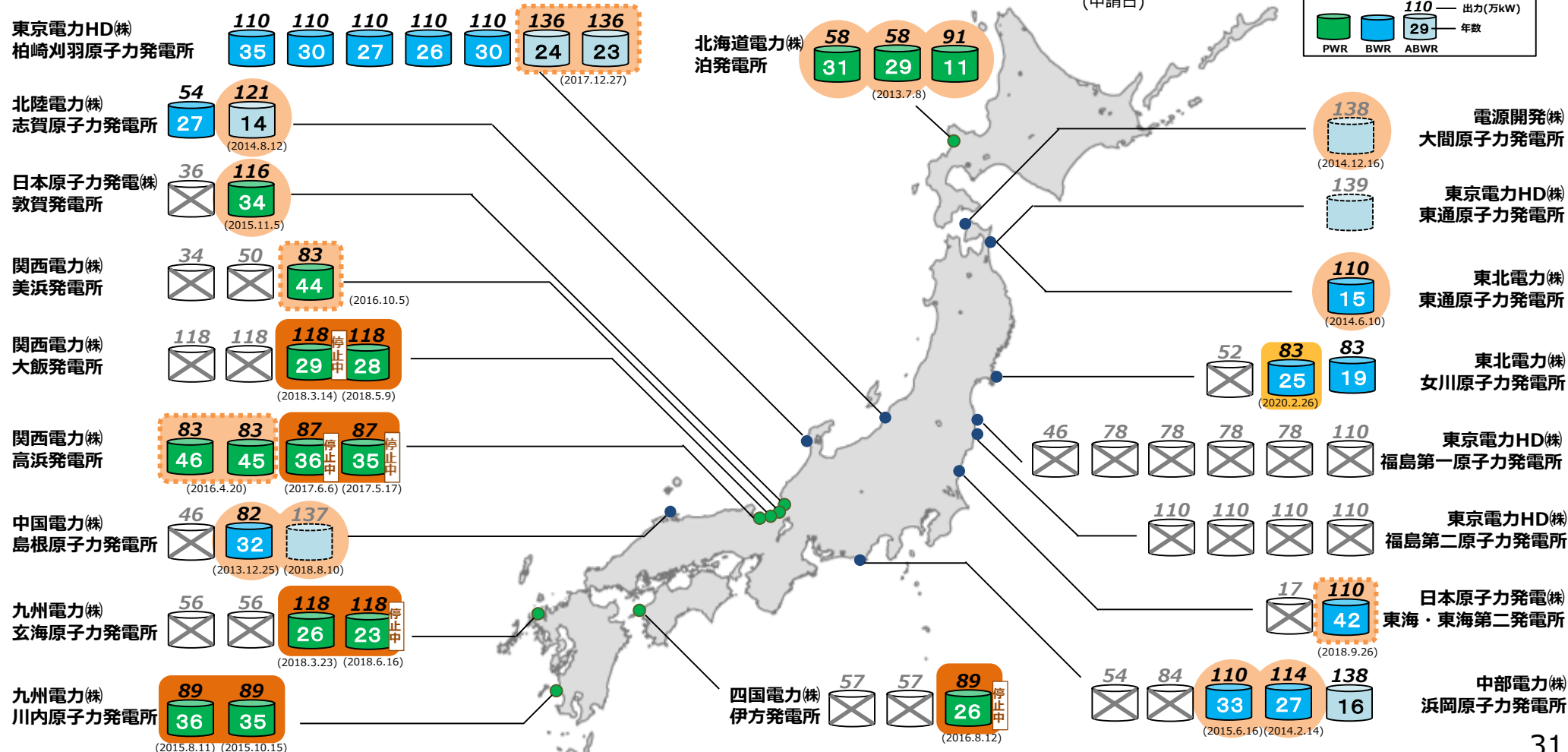
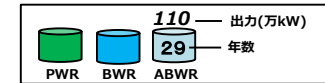
設置変更許可+理解表明
1基

設置変更許可
6基

新規制基準
審査中
11基
(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基



主な個別地点の状況①

設置変更許可済＋地元理解表明：1基

東北電力 女川原子力発電所2号機（BWR）

- ・ **安全対策:**原子炉設置変更許可済（2020年2月）、工事完了予定は2022年度中
- ・ **防災対策:**緊急時対応を策定（2020年6月）
- ・ **地元理解:**宮城県、女川町、石巻市が、再稼働に対する理解表明（2020年11月）

設置変更許可済：6基

関西電力・高浜発電所1・2号機、美浜発電所3号機（PWR） ※いずれも40年超運転

- ・ **安全対策:**高浜1号機・美浜3号機の安全対策工事は完了、高浜2号機の工事完了は2021年4月
- ・ **防災対策:**高浜地域の緊急時対応を策定（2015年12月）・改訂（2020年7月）
美浜地域の緊急時対応を策定（2021年1月）
- ・ **地元理解:**高浜町および美浜町が、再稼働に対する理解表明（2021年2月）

東京電力 柏崎刈羽原子力発電所6・7号機（ABWR）

- ・ **安全対策:**安全審査は終了、7号機の工事未了を公表し、現在総点検中
※ I Dカードの不正利用事案等について規制庁による検査等に対応
- ・ **防災対策:**緊急時対応を地域協議会で検討中、住民参加の実働訓練を実施（2020年10月）に加え、個別訓練を複数回実施

日本原電・東海第二発電所（BWR） ※40年超運転

- ・ **安全対策:**安全審査は終了、工事完了予定は2022年12月
- ・ **防災対策:**緊急時対応は地域協議会で検討中

主な個別地点の状況②（許可審査中：11基）

- 再稼働に係る審査は、一般に、①断層・地震動・津波等の審査が概ね終了した後、②プラント施設・設備の審査を経て、基本設計の許可（設置変更許可）に至る。
- 審査中11基のうち、7基が断層等地質・地震動・津波等の審査、1基が施設の審査で進展中。昨年来、島根2号機のプラント審査が進む一方、地盤側でも多くのサイトで進展あり。

※泊1・2、浜岡3、島根3については、それぞれ泊3、浜岡4、島根2の審査が優先して行われているため、ここでは記載していない。

中国電力 島根原子力発電所2号機（BWR）

- 全項目の9割以上が審査終了。

北海道電力 泊発電所3号機（PWR）

- **地質**：敷地内断層の活動性を評価するため、掘削調査を行い、活動性否定の材料となる上載地層（断層上部でその延長を止めている地層）を確認。2/12審査会合では、規制委員から「（活断層ではない）という判断に至る可能性が高くなってきた」との発言。
- **地震動**：地質審査の進捗を受け、地震動に関する審議を再開予定。
- **津波**：日本海東縁部で想定される地震による津波の評価について審査中。

東北電力 東通原子力発電所1号機（BWR）

- **地質**：敷地内外の断層について、約80本のボーリング調査や総延長約250kmに及ぶ地下構造探査を行いデータ提示。この結果、昨年10月に概ね審査済みとなる進捗。
- **地震動**：地質審査の進捗を受け、昨年10月から、地震動に関する審議が開始。
- **津波**：太平洋岸のプレート間地震による津波の評価を審査中。大間発電所も同じ海域を評価対象としており、電源開発と連携して対応中。

主な個別地点の状況③（許可審査中：11基）

中部電力 浜岡原子力発電所4号機（BWR）

- **地質**：敷地内外の断層を評価するため、約110本のボーリング調査や総延長約670kmに及ぶ地下構造探査を行い、審査対応中。
- **地震動**：敷地内に、地震動を増幅させる地層が存在することを踏まえ、それを考慮した地震動評価の方法を議論。今後、地震動の確定について議論予定。
- **津波**：津波リスクが強く想定される地域であることに鑑み、公的機関のモデルに加え、自らの調査に基づくモデルも作成して評価を行い、審査対応中。

電源開発 大間原子力発電所（ABWR）

- **地質**：敷地周辺断層について、審査前例のない地形で評価を行うため、約100本のボーリング調査を行うとともに、その分析結果につき約2年半の審査対応。この結果、昨年11月に概ね審査済みとなる進捗。
- **地震動**：評価の前提となる地下構造に関する審議は昨年12月に概ね審査済みとなる進捗。地震動の審査が開始。
- **津波**：太平洋側の評価と日本海側の評価に分けて並行審査中。それぞれ論点が共通する東通と泊について、東北電力、北海道電力と連携して対応中。

北陸電力 志賀原子力発電所2号機（BWR）

- **地質**：敷地内断層について、約230本のボーリング調査を行い、活動性否定の材料となる鉬物脈（断層を横切る鉬物貫入脈）など新データを提示。規制委員から「大きな進展」との発言。今後、敷地周辺断層の審査も並行して実施予定。

日本原電 敦賀発電所2号機（PWR）

- **地質**：敷地内断層の活動性について審査中。※地質データの書き換えについて、規制庁による検査対応中
- **地震動**：敷地に近接する断層による地震動の評価について審査中。

理解活動の取組

- 原子力の利用にあたっては、立地地域のみならず、安定かつ安価な電力供給の恩恵を受けている消費地も含めた幅広い理解を得ることが重要。
- 事業者自らがしっかりと地域に向き合い、信頼関係を築いていくことはもちろんのことながら、国も前面に立ち、丁寧な理解活動に取り組む。

全国各地での説明会・講演等

- エネルギーミックスや原子力発電所の安全対策などの様々なテーマに応じた説明会等を、全都道府県で約550回開催、延べ約2.8万人が参加。
(2016年1月からの累計)
- 大学の講義に国の職員がオンラインで参加する等、多様な機会をとらえてエネルギー政策等を説明。



各地域のオピニオンリーダー等との双方向の政策対話

- 地域のオピニオンリーダーと、幅広い政策テーマで双方向の意見交換会を実施。
(2020年度：10地域18名が参加)
- 若手経営者と、「新たな地域づくりのモデル構築」等に関する検討会を開催。
(2020年度：9地域21名が参加)



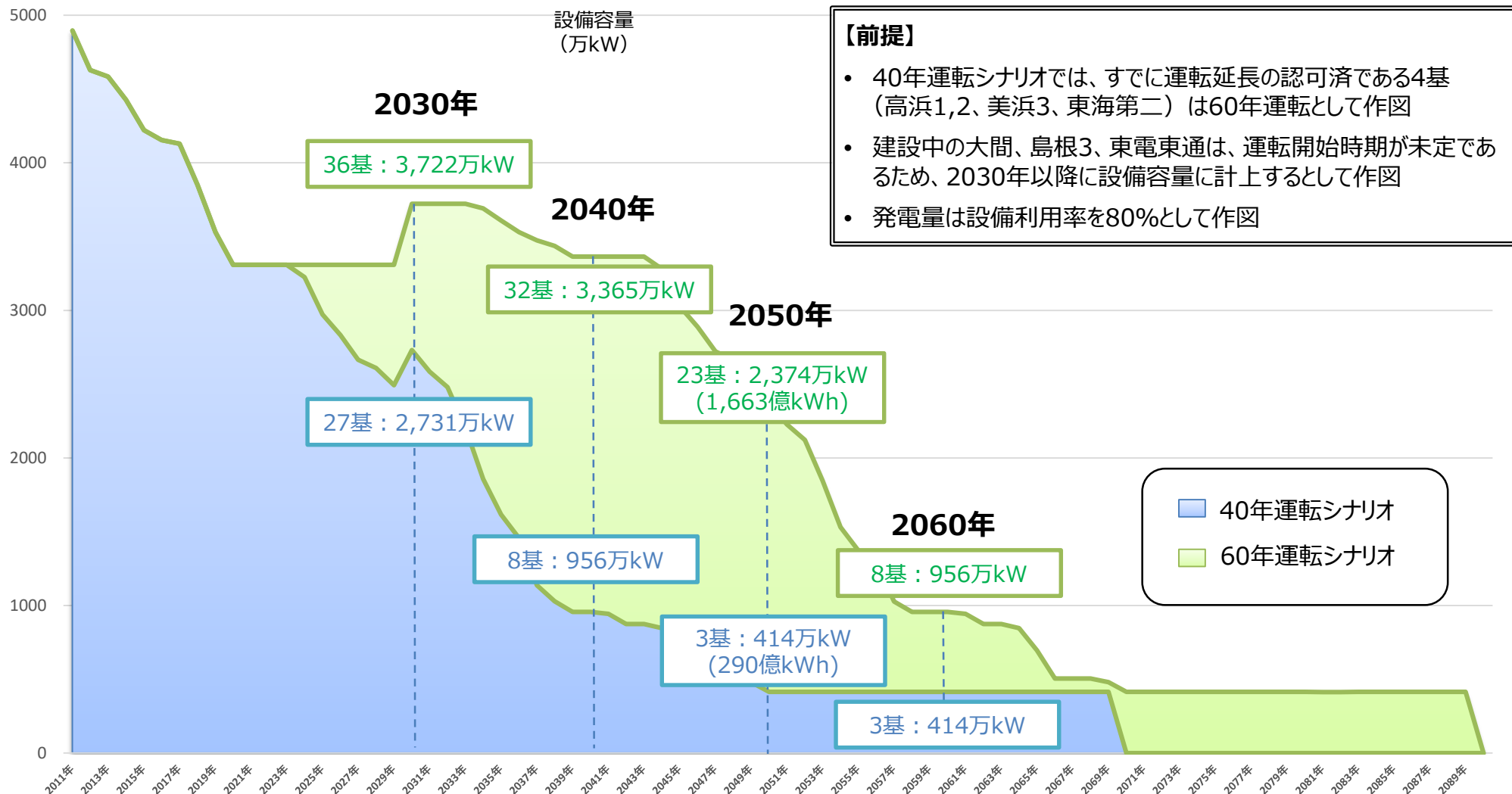
「スペシャルコンテンツ」の発信

- 資源エネルギー庁HPで、エネルギー関連のわかりやすい記事（スペシャルコンテンツ）を定期的に配信。
- 2017年6月の開始から、これまで約270本の記事を配信。うち、原子力関連の記事は約60本。



国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

- 廃炉が決定されたものを除き、**36基の原子力発電所（建設中を含む）が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。**



※年途中で期限を迎えるプラントは按分してkWを算出。按分しない場合、40年シナリオの2030年kWは2,787万kW、60年シナリオの2050年kWは2,430万kW

1. 基本政策分科会での議論状況

2. 原子力政策を巡る動向

- (1) 福島復興と福島第一原発の廃炉の取組
- (2) 原子力エネルギーの特性
- (3) カーボンニュートラルと原子力を巡る世界の動向
- (4) 日本の原子力利用の歩みと現状
- (5) 2030年エネルギーミックス実現に向けた状況

3. 原子力政策の課題と対応の方向性

課題1：安全性の追求

課題2：立地地域との共生

課題3：持続的なバックエンドシステムの確立

課題4：事業性の向上

課題5：人材・技術・産業基盤の維持・強化、イノベーションの推進

原子力政策の課題と対応の方向性

- エネルギー・原子力政策に対する国民理解を得るための取組とともに、2030年エネルギーミックスの実現や2050年カーボンニュートラルの選択肢として原子力を追求していくにあたり、以下のような課題への対応を進めていくことが必要。
- 梶山大臣から、原子力の持続的な利用システムの在り方に関する検討の指示(2021年1月15日 閣議後記者会見)。

課題

対応の方向性

① 安全性の追求

- 福島第一原発の事故後、原子力発電に対する安全性への懸念が高まる中で、原子力の安全性追求にどのように取り組んでいくのか。

- ① 独立した原子力規制委員会・新規規制基準に基づく厳格な運用
- ② 産業界による不断の取組
- ③ 安全性向上に資する技術開発、導入

② 立地地域との共生

- エネルギー政策・原子力政策を進めていくためには、立地地域の理解と協力が欠かせない。他方で、福島第一原発の事故後、原子力に対する信頼の低下、原子力発電所の長期停止や廃炉などの環境変化が生じている中で、中長期的な視点も含め、立地地域との共生にどのように取り組んでいくのか。

- ① 万が一に備えた避難計画の具体化・充実化、訓練を通じた不断の改善など原子力防災対策の強化
- ② 原子力の必要性に対する理解活動
- ③ 持続的な立地地域の発展に向けた取組

③ 持続的な バックエンドシステムの 確立

- 六ヶ所再処理工場やMOX燃料加工工場の事業変更許可、北海道の2町村における文献調査の開始など、一定の進捗がみられる一方で、道半ば。
- 今後、サイクル、最終処分、廃炉に至るまでの持続的なバックエンドシステムの確立に向けてどのように取り組んでいくのか。

- ① 再処理施設をはじめとするサイクル施設の竣工、プルサーマルの推進、使用済燃料対策、ロードマップに基づく高速炉開発等の核燃料サイクルの推進
- ② 文献調査の着実な実施、更なる対話活動の取組等の最終処分の実現に向けた取組
- ③ 海外事業者の知見の活用、クリアランス物の建材等への再利用先拡大の円滑な廃炉に向けた取組

④ 事業性の向上

- 原子力事業は、初期投資が大きく、長期安定的に運営して回収することで事業性を確保するという事業構造。
- 電力自由化が進展する中で、原子力発電の事業性向上に向けてどのように取り組んでいくのか。

- ① 設備利用率の向上（トラブル低減、定期検査の効率的実施、運転サイクル期間の長期化等）
- ② 安全性が確認された原子力発電所の長期利用

⑤ 人材・技術・産業基盤 の維持・強化と 原子力イノベーション

- 中国を含め海外で積極的な動きがある中で、日本は、高いレベルの人材・技術・産業基盤を有する一方、足下では原子力人材の減少や一部企業の原子力事業からの撤退などが生じている。こうした中で、人材・技術・産業基盤の維持・強化にどのように取り組んでいくのか。
- また、将来的に原子力利用を追求していくためには、更なる安全性・経済性等の追求に向けた取組を継続していくことが不可欠。世界の動向も踏まえ、原子力イノベーションにどのように取り組んでいくのか。

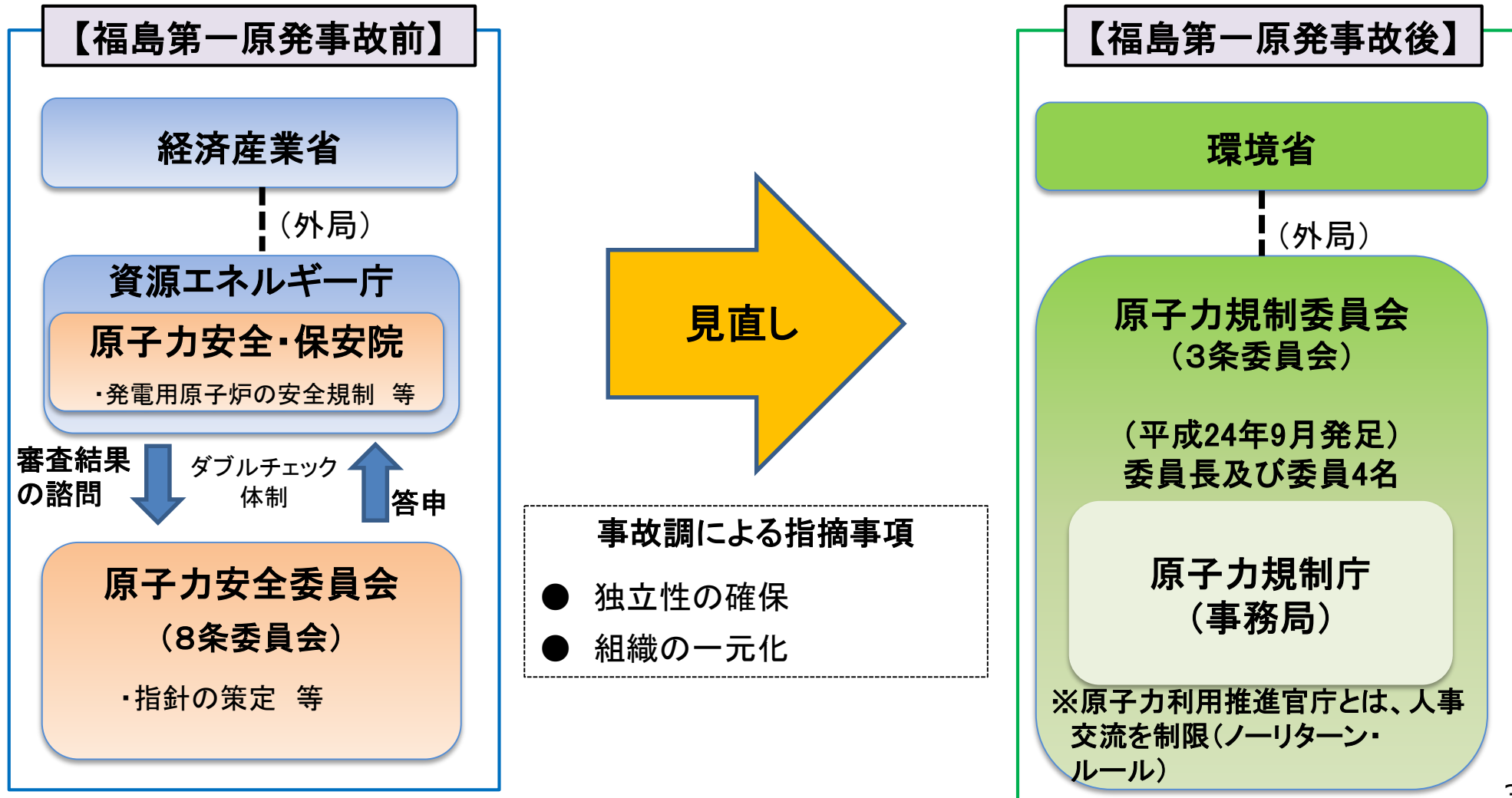
- （人材・技術・産業基盤）
- ① 原子力の安全利用のための人材育成を通じた技術・技能の伝承による人材・技術の維持・強化
- ② サプライチェーンの維持・強化による機器・部品の供給途絶リスクの回避

- （原子力イノベーション）
- ① 軽水炉の安全性向上に資する研究開発の推進
- ② 小型モジュール炉（SMR）、高速炉、高温ガス炉等の革新的原子力技術開発の推進

（注）これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

【課題①】安全規制組織の見直し（原子力規制委員会の設置）

- 事故の反省・教訓を踏まえ、規制当局と推進当局を分離する観点から、高い独立性を有する原子力規制委員会を設置。
- 原子力発電所の安全性は、原子力規制委員会の判断に委ね、その判断を尊重し、再稼働を進める方針。



【課題①】新規制基準の策定

- 原子力規制委員会は、福島第一原発事故の教訓を取り入れ、政府・国会の事故調をはじめ**国内外の事故調等の指摘事項**、さらに**IAEA安全基準や諸外国の規制等**も参考としつつ、日本の自然条件も考慮した上で、新規制基準を策定。

事故調等の指摘事項（例）

- 外部事象も考慮したシビアアクシデント対策が十分な検討を経ないまま、事業者の自主性に任されてきた。
（国会事故調）
- 設置許可された原発に対してさかのぼって適用する（「バックフィット」といわれる）法的仕組みは何もなかった。（国会事故調）
- 地震や津波に対する安全評価を始めとして、事故の起因となる可能性がある火災、火山、斜面崩落等の外部事象を含めた総合的なリスク評価は行われていなかった。（政府事故調）

諸外国規制を参考とした検討（例）

- 従来の日本の安全指針類と、IAEA安全基準や米国、欧州主要国（フィンランド、フランス、ドイツ、英国）の規制を比較し、これを参考としつつ、新規制基準に取り入れるべき事項を検討。

<検討例>

- 設計基準の対象とする自然現象等として、何を追加的に考慮すべきか、海外の安全基準や報告書を参考として検討。
（例）火山、森林火災、竜巻 等
- 大規模な自然災害やテロリズム等、設計基準を超える事象への対応について、米国及び欧州の対応例を参考として検討。

【課題①】新規制基準の概要

- 新規制基準においては、地震・津波など自然現象の想定と対策要求を大幅に引き上げるとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合の対策を新たに要求。
- 対応すべき新知見が得られた場合、それを規制基準に反映し既許可施設にも適用（バックフィット）。

＜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

＜新規制基準＞

意図的な航空機衝突への対応	新設 新設	□対策（シビアアクシデント対策） 強化又は新設 強化
放射性物質の拡散抑制対策		
格納容器破損防止対策		
炉心損傷防止対策 （複数の機器の故障を想定）		
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）		
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	強化	

【課題①】各発電所における新規制基準への対応

- 新規制基準への対応を通じ、各発電所では、地震・津波等への対応能力を大幅に強化するとともに、シビアアクシデント対応設備を強化、対応手順を整備。
- また、バックフィットによる新知見への対応も累次実施。

自然災害対策の強化 (例：女川原子力発電所)

地震

- 東日本大震災など最新の地震動の特徴を考慮し、さらに、発電所に厳しい影響を与える場所で地震が発生するケースを想定して、設計の基準とする地震動を大幅引き上げ。

震災前 580ガル → 1000ガル

(※東日本大震災時は567.5ガル)

- こうした地震動にも損傷しないよう、建屋、機器、配管(約4300箇所)の補強工事を実施。

津波

- 津波の元となる地震について、東日本大震災クラスの地震規模(M9.1)で、さらに、発電所に厳しい影響を与える場所で発生するケースを想定して、設計の基準とする津波高さ(23.1m)を設定。

(※東日本大震災時は13m)

- こうした津波が来ても、敷地内に流入しないよう、海拔29mの防潮堤を新たに建設。
- さらに、想定を超える高さの津波に備え、重要機器がある建屋に、防潮壁・水密扉を設置。

シビアアクシデント対策 (例：美浜発電所)

電源の多重化・多様化

- 外部電源(耐震強化済み、3系統)や、非常用ディーゼル発電機(水冷式、2台)が、いずれも使用できなくなった場合にも備え、更なるバックアップとして、空冷式非常用発電装置2台、電源車6台を新たに配備。

冷却手段の多重化・多様化

- 非常時に原子炉を冷やすための注水ポンプを、従来の2系統に加え、更にバックアップの系統を新設。
- さらに、万一、原子炉を冷やすことができなくなった場合に備え、海水を取水して格納容器を冷やす、移動式の大容量ポンプ3台を新たに配備。

バックフィット対応

- 2013年の新規制基準施行後、新知見をもとに規制基準が累次改善。
- これを踏まえ、各発電所では、必要に応じ設備、対応手順等の追加整備を実施。

(2014年：1件 2017年：6件、
2018年：1件、2019年：1件)

(例) 噴火火砕物(火山灰)対策

ディーゼル発電機の吸気フィルターに対する噴火火砕物の影響について新知見が得られたため、規制委員会が本件に関する検討チームを設置。



2017年12月、万一の火山活動時に原子炉停止や冷却操作を行うことができるよう対策を求めることを決定。

【課題①】産業界による不断の取組

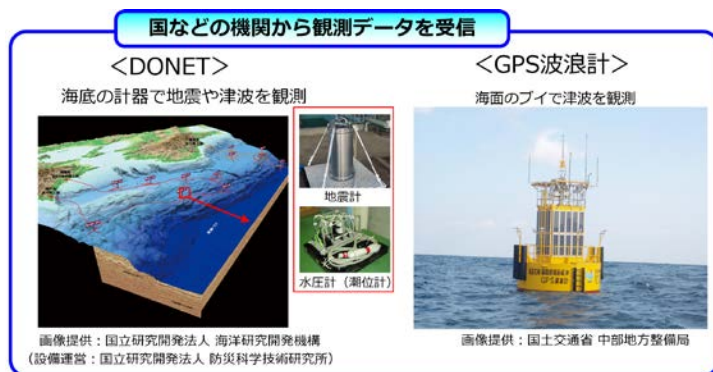
- 規制対応にとどまらず、その後の長期運転を安全に進めていくため、各事業者がサイトの特性を踏まえた自主的な安全対策を追加。さらに、産業界で連携して知見の共有・学びあい等を実施し、安全性向上に取り組む。

サイト特性に合わせた追加対策

- 独自の安全設備、システムの開発

(例) 津波監視システム (中部電力)

多様な津波観測データをリアルタイムで監視し、襲来を予測



浜岡原子力発電所で観測



(出典) 中部電力より提供

産業界大での共有・学び合い

- 業界団体が保守管理等に関する知見を整理し、事業者の取組を牽引

(例) 原子力エネルギー協議会 (ATENA) が自主ガイドを策定・実施。各事業者は、ガイドラインに基づく安全性向上の取組にコミット

- 長期停止期間中における保全ガイド
- 長期運転に向けた設計経年化評価ガイド
- サイバーセキュリティに関する自主ガイド

- 第三者機関 (原子力安全推進協会 (JANSI)) が各発電所の安全向上への取り組みを評価、改善点を提示。教育・訓練等のソフト対策を含めた優良事例を横展開。12発電所で延べ19回実施。

※活動イメージ

パフォーマンス観察

(事業所の活動観察)

複数の事象から問題の一端を見つけ出す。

インタビュー

問題の内容を把握し原因・要因を掘り下げる。
(組織的な問題に焦点)

問題の原因・要因分析

事業所とレビューチーム共同でプロセス上、管理の組織的な問題を追求する。

要改善事項の
特定

(出典) 原子力安全推進協会
ホームページ

【課題①】安全性向上技術の開発

- 原子力の更なる安全性向上の追求のため、福島第一原子力発電所の事故の教訓も踏まえ、**民間で多様な安全性向上技術を開発し、導入に向けた取組を実施中。**

溶融した燃料を受け止める技術

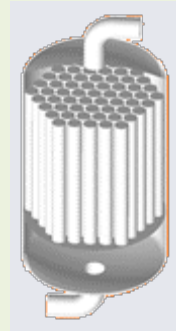
- コリウムシールド
 - 事故時に溶融燃料を受け止め
 - 柏崎刈羽発電所 7 号機に導入



導入された
コリウムシールド

水素処理技術

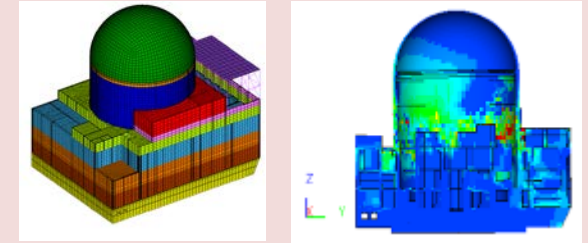
- 化学反応による水素処理装置
 - 事故時に発生する水素を処理し、水として格納容器に戻す
 - 来年度までに実証試験



水素処理装置の
概念図

リスク評価技術の開発

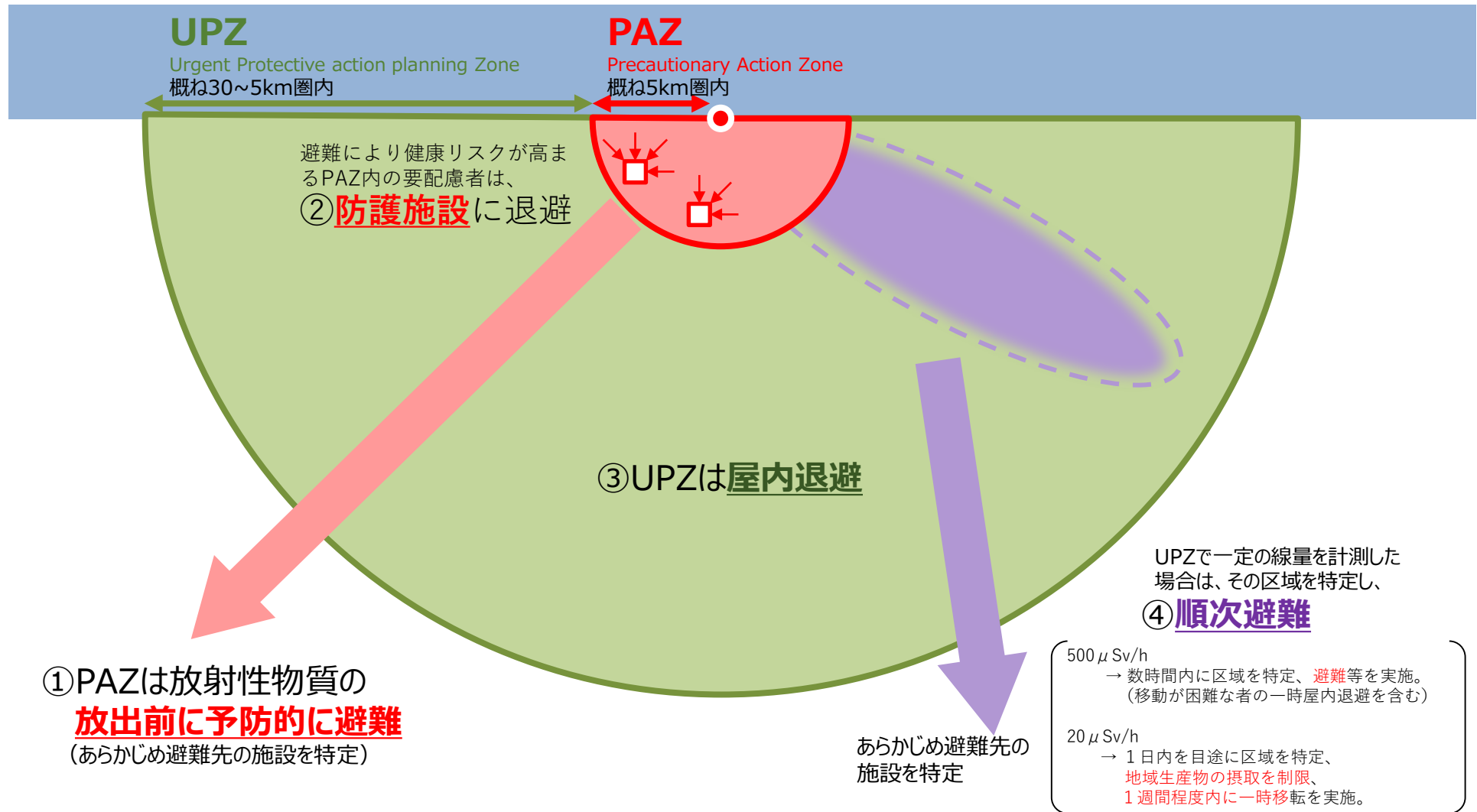
- 確率論的リスク評価（PRA）
 - 地震や津波等のリスクを評価するための計算手法等を整備し、よりの確な安全対策に反映
 - 来年度までに実証試験



シミュレーションモデル（左）
と地震時の解析例（右）

【課題②】原子力防災対策の強化（避難の考え方）

- 福島第一原発事故以前は、住民避難などの防災対策を検討する範囲は原子力発電所から10Km圏内だったが、その範囲を30Km圏内に拡大するとともに、原子力施設からの距離に応じて、即時避難や屋内退避等の避難の考え方を整理。（原子力規制委員会による原子力災害対策指針の策定）
- また、避難計画の策定にあたって、自治体任せにせず、政府が支援する枠組みを構築。



【課題②】原子力防災対策の強化（避難計画の具体化）

- 避難計画の策定にあたっては、国が策定当初からきめ細かく関与し、避難手段や資機材の確保等、地域が抱える課題をともに解決するなど、計画の具体化を支援。

＜策定時の共通課題の例＞

- | | |
|----------------|--------------------------|
| 1. 要配慮者の安全な避難 | 5. 避難受入れ自治体による「受入れ体制」の整備 |
| 2. 移動手段（バス）の確保 | 6. 避難退域時検査及び簡易除染実施体制の整備 |
| 3. 複合災害時の避難 | 7. 感染症の流行下での防護措置 |
| 4. 安定ヨウ素剤の事前配布 | |

国による自治体支援

- 原子力発電所がある13地域に「地域原子力防災協議会」を設置し、関係自治体と緊密に連携し、避難計画作成等を全面的に支援。
- 例えば、放射線防護対策施設の整備や、安定ヨウ素剤の調達など、緊急時に必要となる資機材等について、必要な財政的支援を実施。
- 国、自治体、電力事業者等が合同で実施する原子力総合防災訓練の主導や、道府県訓練の支援、自治体職員等の防災業務関係者への研修を実施。

事業者による防災対策の充実

- 原子力災害時には、自治体に対して、福祉車両・生活物資等の物的支援や、避難退域時検査等における要員などの人的支援を実施。
- 原子力災害が発生した場合に備えて、美浜原子力緊急事態支援センターを設置し、12社間での原子力事業者間協力協定を締結。
- さらには、協定の実効性をより一層高めるため、地理的に近接した各社間で追加協力協定を締結し、対策をさらに充実。

【課題②】原子力防災対策の不断の改善・強化

- 避難計画の策定後も、事故への備えに終わりはないとの考えの下、総合防災訓練、道府県訓練、事業者防災訓練の実施等を通じて、計画、設備・機器、対応能力等を検証するとともに、より合理的な人員・資機材の配置といった防災体制への改善・整備を行うなど、原子力防災対策の不断の改善・強化に取り組む。

原子力総合防災訓練の実施状況

実施年月	発電所・実施地域
平成25年10月	九州電力(株)川内原子力発電所 [鹿児島県]
平成26年11月	北陸電力(株)志賀発電所 [石川県]
平成27年11月	四国電力(株)伊方発電所 [愛媛県]
平成28年11月	北海道電力(株)泊発電所 [北海道]
平成29年9月	九州電力(株)玄海原子力発電所 [佐賀県・長崎県・福岡県]
平成30年8月	関西電力(株)大飯発電所及び高浜発電所 [福井県・京都府・滋賀県]
令和元年11月	中国電力(株)島根原子力発電所 [島根県・鳥取県]

※関係自治体、国、自衛隊、海上保安庁、警察、消防、各電力などが参加

具体的な訓練内容（例）

- ・ 事業者からの連絡・通報
- ・ オフサイトセンターや現地対策本部等の設置・運営
- ・ 現地への国の職員・専門家の緊急輸送
- ・ 環境放射線の緊急時モニタリング
- ・ P A Z 内要配慮者の放射線防護対策施設への移動
- ・ U P Z 内住民の屋内退避
- ・ 安定ヨウ素剤の緊急配布、避難退域時検査、避難先への住民避難、一時移転
- ・ 原子力災害医療
- ・ 交通規制・警戒警備
- ・ 広報対応 など

○原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法

原子力発電所の周辺地域について、避難道路等の防災インフラ整備などに対する支援措置を規定。

○支援措置の概要

（１）防災インフラ整備への支援

【対象】

住民生活の安全の確保に資する道路、港湾、漁港、消防用施設、義務教育施設

【支援内容】

- | | |
|----------------------|----------------|
| ①国の補助率のかさ上げ（５０％→５５％） | } 地方負担は実質１３．５％ |
| ②地方債への交付税措置（７０％） | |

（２）企業投資・誘致への支援（不均一課税（減税）による収収減の補填）

○電源立地交付金等

- 電源立地地域対策交付金等などにより、立地地域の自治体を実施する公共施設の整備や産業振興等を支援。
- 道路のインフラ整備としては、県道・市道等の整備や維持補修の事業が交付金を活用して実施されている。

（令和元年度の電源立地地域対策交付金
725.9億円。うち、道路関連事業45.1億円。）



完成後

【課題②】原子力の必要性に対する理解に向けた取組

- 地域の方々が原子力の必要性・安全確保に向けた取組に対する理解を深めるために、**事業者に対して**は、「情報の受け手」がその取組をイメージしやすいよう、「**顔の見える**」コミュニケーションの強化を求めている。
- **国として**、**立地地域はもちろん、安価で安定的な電気という利益を享受している消費地に対しても**、原子力に対する理解が深まるよう、**丁寧かつ正確な発信に取り組む**。

事業者の取組（中部電力の事例）

- 発電所で働く従業員が、一軒一軒訪問して行う「訪問対話」をはじめ、様々な機会を通じて、地域とのコミュニケーションを深めている。

○訪問対話

発電所で働く従業員が、一軒一軒訪問。
約84,000戸を約1年半で1巡
2019年3月に4巡目を開始



○発電所キャラバン

地域のイベント等でブースを設置し、原子力の必要性や安全対策について説明。
2019年度実績：16回開催



○意見交換会

安全対策や、エネルギー問題等について、少人数で話し合う意見交換会を開催。
2019年度実績：30回実施



○発電所見学会

安全性向上に向けた取組を説明。
2019年度実績：発電所見学者 15,303人
原子力館来館者 144,619人



国の取組

（立地地域に向けて）

- 住民説明会や地方議会において、原子力の安全性・必要性・防災対策について、関係省庁から説明。
- 国の職員が頻繁に現地を訪問し、首長等と密接にコミュニケーション。

（消費地含めた全国に向けて）

- エネルギー政策に関するシンポジウムや、説明会を2016年以降約500回開催。
- 資源エネルギー庁HPでは、エネルギーに関する話題をわかりやすく発信するスペシャルコンテンツを259本掲載。

※2020年12月現在

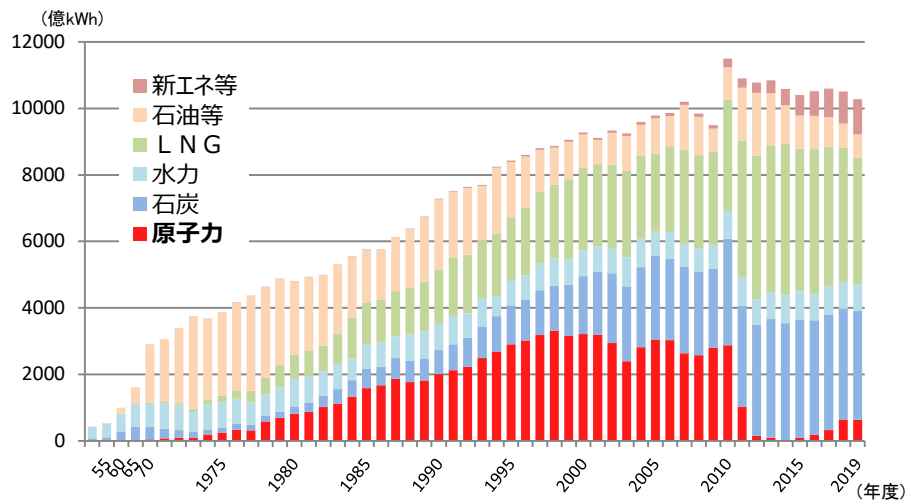
【課題②】我が国のエネルギー・原子力政策における立地地域の重要性

- 各地の原子力発電所が、都市部・工業地帯など全国の消費地への電力の安定供給に貢献。まさに、我が国のエネルギー・電力安定供給政策は、立地地域とともに歩んできた歴史。

日本の総発電電力量に占める 原子力発電の割合 (1965年-2019年)

約20%

総発電電力量	原子力発電電力量
約37.4兆kWh	約7.8兆kWh



県内電力需要に対する 当該県内の原子力発電量の割合 (2010年)

福井県：約8.2倍

県内需要	原子力発電電力量
約92.6億kWh	約767.2億kWh

佐賀県：約3.4倍

県内需要	原子力発電電力量
約68.6億kWh	約231.1億kWh

新潟県：約1.7倍

県内需要	原子力発電電力量
約168.6億kWh	約280.7億kWh

出典：「総合エネルギー統計」資源エネルギー庁（2010年度以降）
「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」資源エネルギー庁（2009年度以前）
※1966～69年のデータは除く

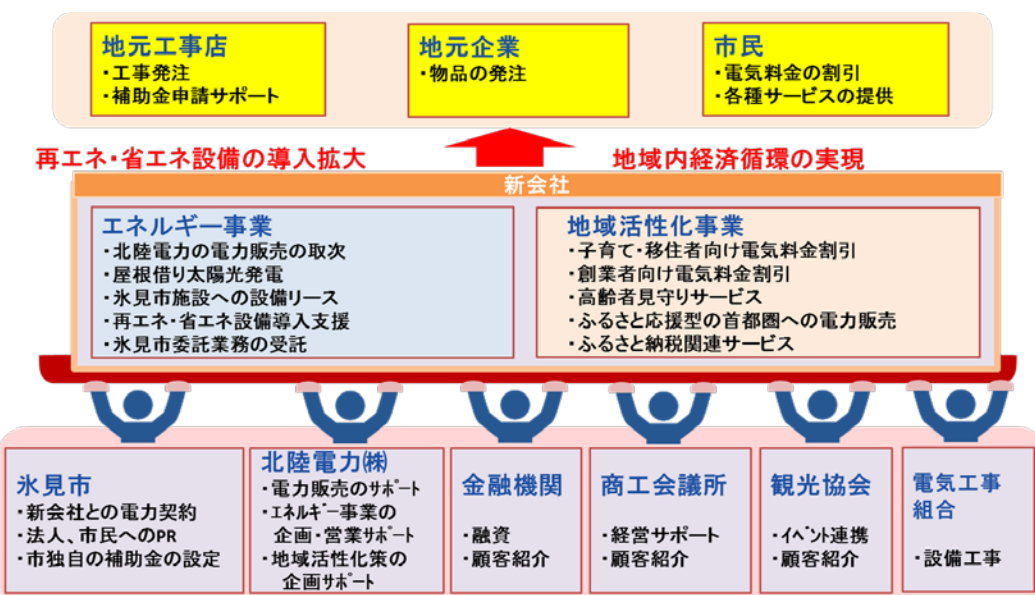
【課題②】持続的な地域経済の発展に向けて

- 電力供給を支えてきた立地地域の持続的な発展のために、**事業者自らが主体的に汗をかいて、地域に根差し、災害に強いまちづくり等に貢献していくよう、地域と協同したプロジェクトの積極的な推進や、NPO活動等への参画・貢献等を行うよう求めている。**
- **国もエネ高補助金、専門家派遣事業等により、自治体の実情に応じたきめ細かい支援を実施。**

地域活性化を目的としたエネルギー事業会社の設立

(富山県氷見市)

- ・ 氷見市、北陸電力(株)、金融機関、商工会議所ほか関係団体が出資し、エネルギー事業や地域活性化事業に取り組む新会社を設立。
- ・ 氷見市内の再エネ・省エネ設備の導入拡大や地域内経済循環の実現を、オール氷見で目指す。



『嶺南Eコースト計画』の策定・実行 (福井県)

- ・ 多数の原子力発電所等が集積する嶺南地域において、エネルギーをキーワードに、原子力と同様にCO2フリーの再生可能エネルギーの利活用等も取り込みながら、地域経済の活性化や環境に優しいまちづくりの実現を目指す「嶺南Eコースト計画」を2020年3月に策定。
- ・ 計画の策定にあたり、学識者、産業界、自治体のほか、国(文科省・経産省)、電力事業者(関西電力、北陸電力、日本原子力発電)も検討に参画。
- ・ 計画に基づく具体的なプロジェクトとして、関西電力が「シェアEV等を活用したVPP実証の実施」を提案。敦賀市と関西電力がVPP実証に係る協定を締結し、嶺南地域全体で事業を展開中。
- ・ 国も上記のVPP実証事業等をエネ高補助金（エネルギー構造高度化・転換理解促進事業）で支援するとともに、観光施設とエネルギー関連施設を組み合わせたPR事業への専門家派遣等の協力を行うほか、その他、福井県の要望に応じた支援を実施。

【課題③】核燃料サイクル推進の意義

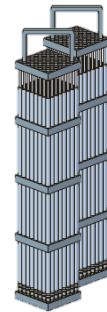
- 核燃料サイクルには①高レベル放射性廃棄物の減容化②有害度低減③資源の有効利用のメリット。
- 今後も安定的に原子力を利用するため、引き続き、核燃料サイクルを推進することが重要。

①高レベル放射性 廃棄物の減容化

当面の姿



■再処理：最大800トン/年
原発40基/年 相当のSFを再処理



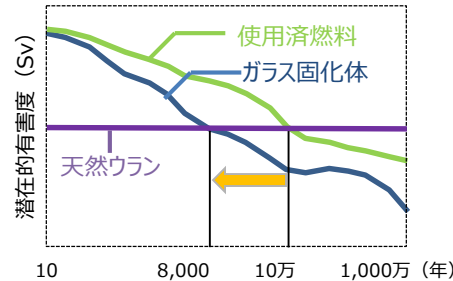
体積比約1/4に



体積比約1/7に

将来的には
高速炉サイクルを目指す

②有害度低減



毒性が自然界並に
低減する期間

【Bq】100万年
→ 数万～10万年
【Sv】10万年
→ 8千年

【Sv】300年に短縮

③資源有効利用



■ MOX：最大130 t HM/年

- 新たに1～2割の燃料
- 800トンのSFから100トン程度のMOX燃料(原発12基/年 相当)

更なる有効利用

【課題③】核燃料サイクルの確立に向けて

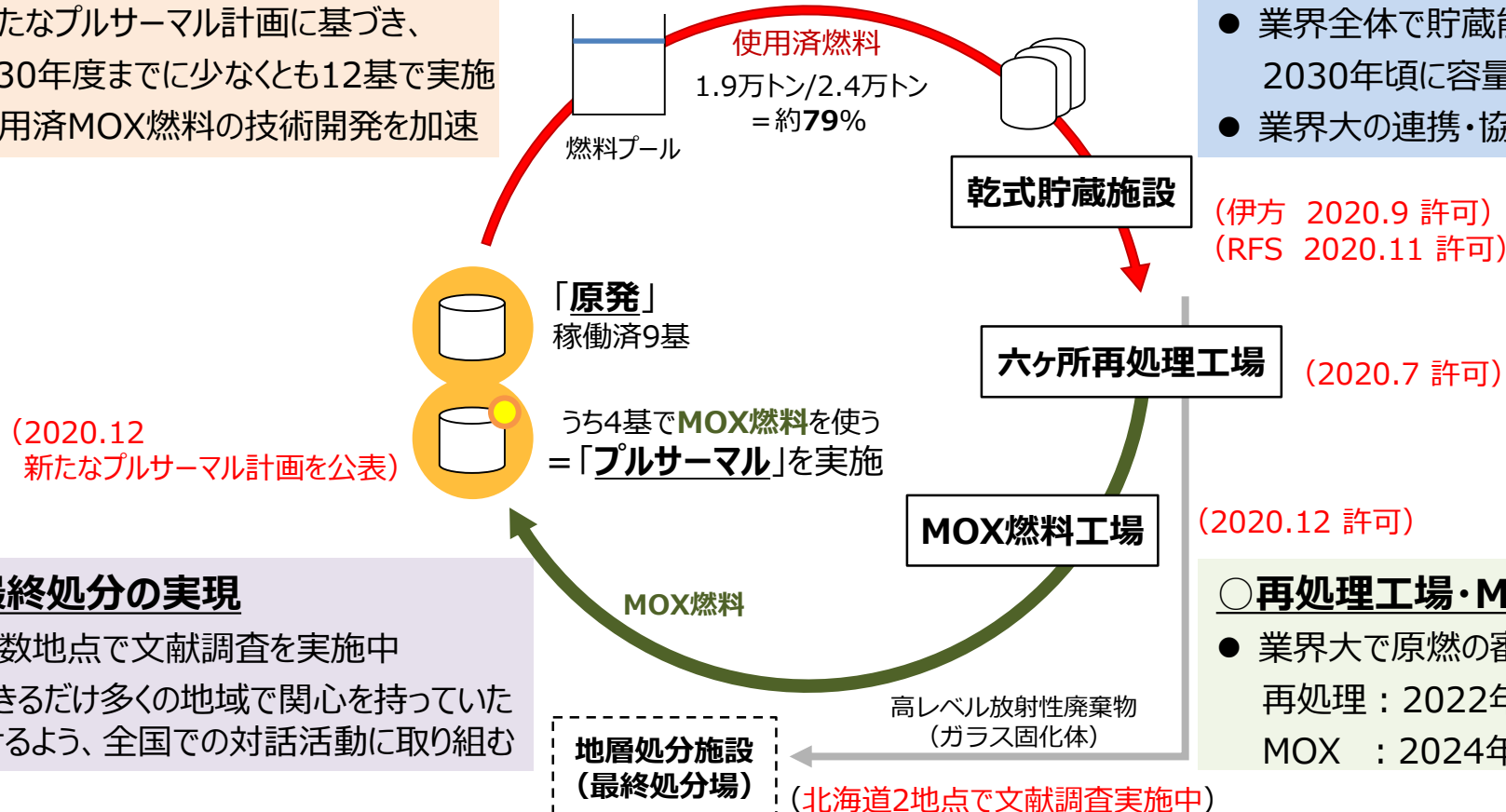
- 全国の使用済燃料が1.9万トンとなり、貯蔵容量の約8割に達する中、サイクル確立は重要な課題。
- 今般、サイクル施設の安全審査や最終処分取組など、核燃料サイクルの取組が大きく前進。
- 引き続き、核燃料サイクルの確立に向けて、①使用済燃料対策の推進、②六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工、③最終処分の実現、④プルトニウムの利用拡大 等に取り組む。

○プルトニウムの利用拡大

- 新たなプルサーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基で実施
- 使用済MOX燃料の技術開発を加速

○使用済燃料対策の推進

- 業界全体で貯蔵能力の拡大を推進
2030年頃に容量を約3万トンへ
- 業界大の連携・協力を推進



○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていたけるよう、全国での対話活動に取り組む

○再処理工場・MOX工場の竣工

- 業界大で原燃の審査・竣工を支援
再処理：2022年度上期
MOX：2024年度上期

【課題③】六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工に向けた取組

- 昨年7月に六ヶ所再処理工場、また昨年12月にMOX燃料工場が事業変更許可を取得。
- 今後、工事認可を得た後、追加安全対策工事などを経て竣工。
- 電力による審査体制の支援や、日本原燃における技術力維持・向上に係る取組なども踏まえ、安全確保を大前提に、竣工に向けて取り組む。

六ヶ所再処理工場の概要

1993年4月 着工
1999年12月 使用済燃料搬入開始
2006年3月 アクティブ試験開始 → ガラス溶融炉の試験停止
2013年5月 ガラス固化試験完了
2014年1月 新規制基準への適合申請
2020年7月 事業変更許可

2022年度上期 竣工目標(2020年8月公表)

使用済燃料の処理能力：フル稼働時 ▲800トン/年
(40年間の計画、累計 ▲約3.2万トン)



MOX燃料工場の概要

2010年10月 着工
2014年1月 新規制基準への適合申請
2020年10月 審査書案の了承
2020年11月 パブコメ終了
2020年12月 事業変更許可

2024年度上期 竣工目標(2020年12月公表)

最大加工能力：130トン-HM（ヘビーメタル*）/年
* MOX中のPuとUの金属成分の重量を表す単位



【課題③】プルトニウムの利用拡大に向けた取組

- 昨年12月、電気事業連合会は、新たなプルサーマル計画を公表。
- 今後、新たなプルサーマル計画に基づき、
 - ① 地元理解を前提に、全ての稼働炉を対象にプルサーマル導入を検討し、
 - ② 少なくとも2030年度までに12基でのプルサーマル実施を目指す。

新たなプルサーマル計画（抜粋）（2020年12月 電気事業連合会）

- 本年、六ヶ所再処理工場とMOX燃料加工工場の事業変更許可がなされ、両工場の竣工へ向けた取組が進展しています。
- こうした最近の状況の進展を踏まえ、（略）これまでの各社におけるプルサーマルの取組を基礎としつつ、新たなプルサーマル計画として、以下の対応を行うこととします。
 - プルサーマルを早期かつ最大限導入することを基本とする。
 - 全ての事業者は、地域の皆様のご理解を前提に、中長期的な取組として、稼働する全ての原子炉を対象に一基でも多くプルサーマルが導入できるよう検討し、プルトニウムの需給バランスの確保に最大限取り組む。
 - 2030年度までに、少なくとも12基の原子炉で、プルサーマルの実施を目指す。
 - 事業者間の連携・協力等により、国内外のプルトニウム利用の促進・保有量の削減を進める。

※具体的なプルトニウム利用量等を示すプルトニウム利用計画は、電事連が現在検討中であり、準備が出来次第速やかに公表予定。

【課題③】核燃料サイクル確立に向けた官民の使用済燃料対策の強化

- これまで使用済燃料対策推進協議会を通じて、使用済燃料対策に係る官民の連携を推進。
- 核燃料サイクルの早期確立に向けて、官民の使用済燃料対策の更なる強化を図る。

これまでの取組

経産大臣と電力社長による使用済燃料対策推進協議会をこれまで5回開催。

事業者の策定する使用済燃料対策推進計画に基づき、官民で使用済燃料対策を推進。

昨年、12月17日 第五回協議会で梶山大臣から要請した取組事項について、電事連会長から報告。

1. 再処理工場、MOX燃料工場の竣工に対する業界の全面的な支援
2. 新たなプルサーマル計画の策定
3. 放射性廃棄物の処分に向けた取組促進
4. 使用済燃料対策の業界全体の連携・協力としての中間貯蔵施設の共同利用の検討着手の報告等

今後の方針

早期に次回の協議会を開催し、使用済燃料対策に対する官民の取組強化策を決定

(主な論点)

- ①使用済燃料をMOX燃料としてリサイクルできる環境の整備
 - 日本原燃の竣工に対する業界の支援体制の強化（審査・工事対応）
 - 新たなプルサーマル計画に基づく、プルサーマル拡大に向けた官民の連携強化
 - 使用済MOX燃料の再処理技術実用化に向けた官民の技術開発加速
- ②使用済燃料の貯蔵能力の強化
 - 使用済燃料対策推進計画を改定し、国として計画の実現に向けて、地元理解の確保等に主体的に取り組む方針を明記。
 - 幹事会の枠組みを活用し、進捗を定期的に管理。

【課題③】「戦略ロードマップ」に基づく高速炉開発の推進

高速炉開発の意義

- ・長期的には、
 - ① 資源の有効利用
 - ・直近の課題として、
 - ② 廃棄物の減容
 - ③ 有害度低減 が重要
- +
- ・プルトニウムマネジメントの機能も追求する必要

スケジュール

ウラン資源の現状：既知資源は135年分

- ・本格的利用
→ 21世紀後半のいずれかのタイミング
- ・最初の高速炉の運転開始
→ 例えば21世紀半ば頃の適切なタイミング
- ・当面の10年の過ごし方
前半：多様な技術開発推進
→ 5年後以降に絞り込み
後半：絞り込んだ技術の開発

対象技術

- ・これまで培った技術・人材も最大限活用しながら、多様な高速炉技術の可能性を追求

Na冷却高速炉

・MOX燃料（仏・露 等）

・金属燃料（米国 等）

熔融塩高速炉

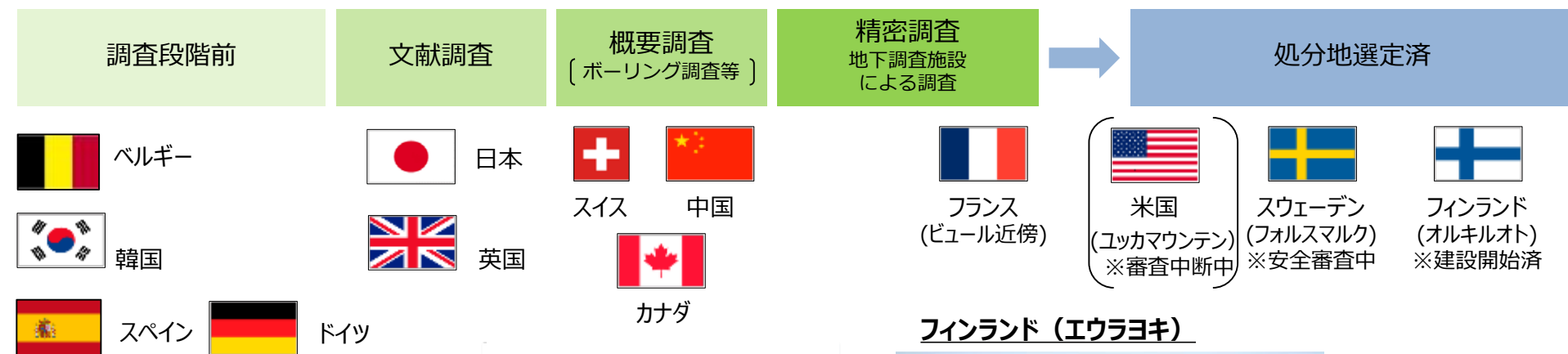
水冷却高速炉 等

役割分担／開発体制

- ・メーカーは知恵や創意工夫を活かして、主体的に技術開発を推進
- ・将来的なユーザーである電力が技術選択を実施
- ・国は開発の方向性を提示し、民間の主体的な取組を後押し
 - ① 研究開発目標の提示
 - ② 成熟度に応じた資金支援(国際協力も活用)
 - ③ 投資促進のための制度面支援
 - ④ エネ基改定等のタイミングで技術の評価と選択

【課題③】最終処分の実現は全ての原子力利用国の共通課題

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は、**原子力を利用する全ての国の共通の課題**。
- 世界で唯一処分場の建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分の実施を決めてから**30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきた**。



フランス (ビュール地下研究所近傍)



- ◆ ムーズ県とオート＝マルヌ県の県境に立地予定
- ◆ 処分場建設予定地の主な6自治体 (約90km²) の人口は600 人程度、農業が主要産業



フィンランド (エウラヨキ)



- ◆ 人口：約9400人
- ◆ オルキオト原子力発電所が立地
- ◆ 原子力発電がエウラヨキ市の主要産業

スウェーデン (エストハンマル)

(注) 写真はSKB社作成イメージ図



- ◆ 人口：約22000人
- ◆ フォルスマルク原子力発電所が立地
- ◆ 沖合には群島が数多く広がっており、避暑地や観光地としても有名

【課題③】最終処分に関する「文献調査」に向けた動き

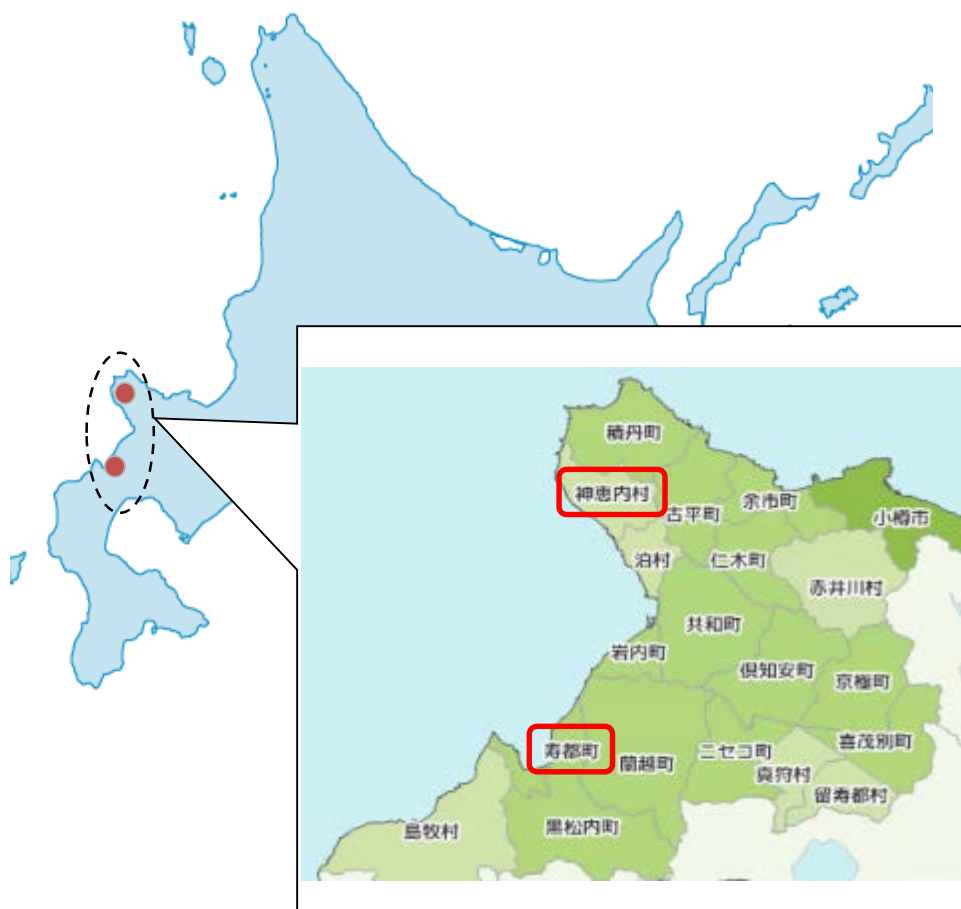
- 10月9日、北海道2自治体の首長が、文献調査の受入れを判断。
- これを踏まえ、11月2日、NUMOが事業計画変更を認可申請。11月17日、経産省が事業計画を認可（文献調査の開始）。
- 引き続き、地域の御理解と御協力を得ながら、全国のできるだけ多くの地域で、最終処分事業に関心を持っていただき、文献調査を受け入れていただけるよう、全国での対話活動に取り組んでく。

(1) 北海道 寿都町 (すつつちょう)

- 8/13：文献調査検討の表面化
- 9/3：寿都町長と北海道知事との会談
- 9/4：梶山経産大臣と北海道知事との会談
- 9/7：寿都町主催で住民説明会（～9/29）
- 9/29：住民説明会（国説明）
- 9/30：町議会への説明会（国説明）
- 10/5：町長、地元産業界との意見交換（国説明）
- 10/8：町議会全員協議会（意見聴取）
- **10/9：町長が文献調査応募**

(2) 北海道 神恵内村 (かもえないむら)

- 9/11：商工会での検討状況が表面化
- 9/15：村議会開会（誘致請願を常任委員会に付託）
- 9/26：国・NUMO主催で住民説明会開始（～9/30）
- 10/2：常任委員会で誘致請願を採択
- 10/8：村議会臨時会で誘致請願を採択
- **10/9：国から申し入れ、村長が受諾**



【課題③】処分地選定プロセスにおける文献調査の位置付け

- 最終処分法では、概要調査（ボーリング調査）、精密調査（地下施設における調査）を経て、最終処分地を選定する方針。
- 概要調査を実施するかどうかの検討材料を集めるために、あらかじめ文献調査（資料による調査）を実施。

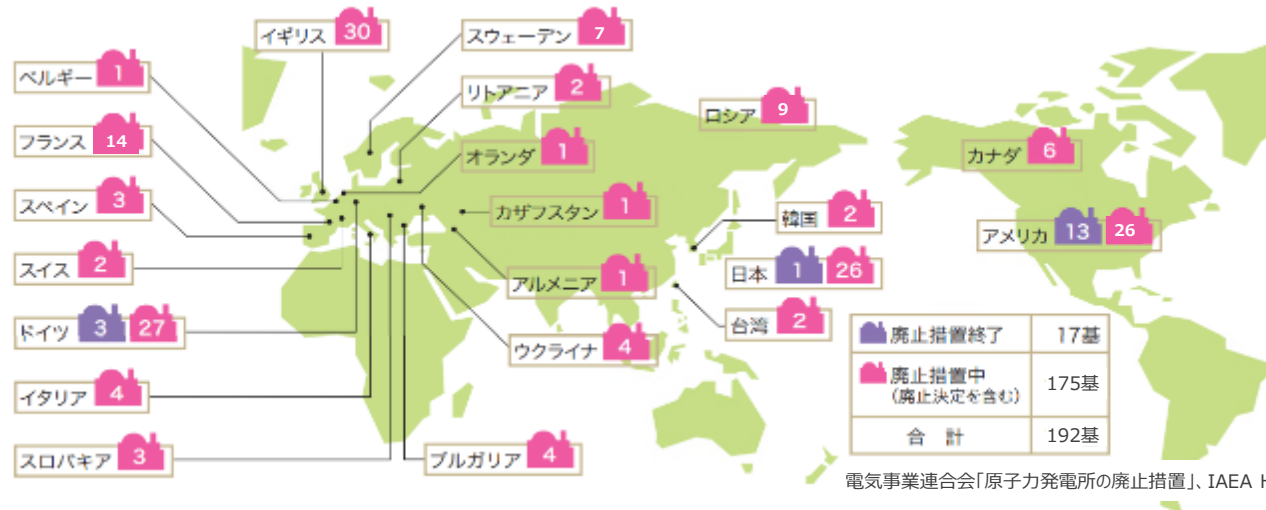


- 文献調査とは、全国各地での対話活動の中で、地域の地質を詳しく知りたい「市町村」があれば、どの市町村に対しても、地域に関する資料やデータを情報提供し、理解活動の促進を図るもの。
- 市町村が次の概要調査に進もうとする場合には、改めて都道府県知事と市町村長のご意見を聴き、これを十分に尊重することとしており、当該都道府県知事又は市町村長の意見に反して、先へ進まない。

【課題③】廃止措置の海外動向

- 世界各地で、**約190基の原発の廃止措置**が進められており、**内17基が廃止措置完了**。
- 海外では、廃止措置の技術・ノウハウを有し、**実績豊富な専門業者によるビジネスも確立**している。

世界の廃止措置の状況



海外での廃炉ビジネスの例

廃止措置の運営や、設備の解体、放射性廃棄物の処理・処分、廃炉に伴って発生する金属の除染・溶融によるリサイクルなどを実施する専門事業者が、国内外の廃止措置事業に参入。

米国Energy Solutions社

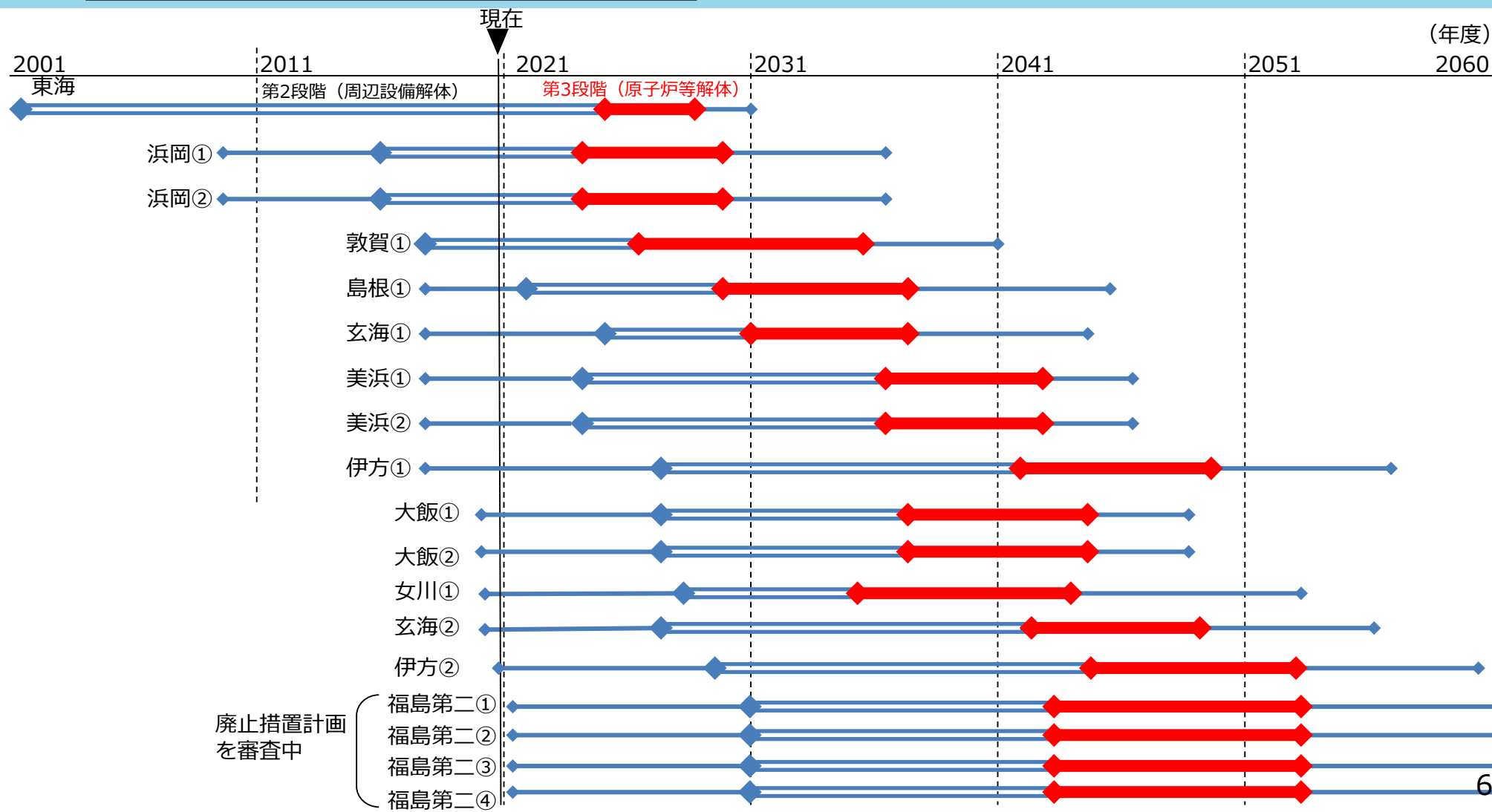


スウェーデンCyclife社（EDF子会社）



【課題③】各原子力発電所の廃炉スケジュール

- 現在、周辺設備を解体する第2段階にあるのは、4基。原子炉等を解体する第3段階は、**2020年代半ば以降に本格化**する見通しであり、長期間にわたる廃炉を安全に進めていくためには、**人材・技術の維持・強化が不可欠**。
- **海外事業者の知見の活用（大型金属処理委託の制度的課題の検討等）やクリアランス物の建材等への再利用先拡大に向けた取り組みの強化を通じて、円滑な廃炉を進めていく。**



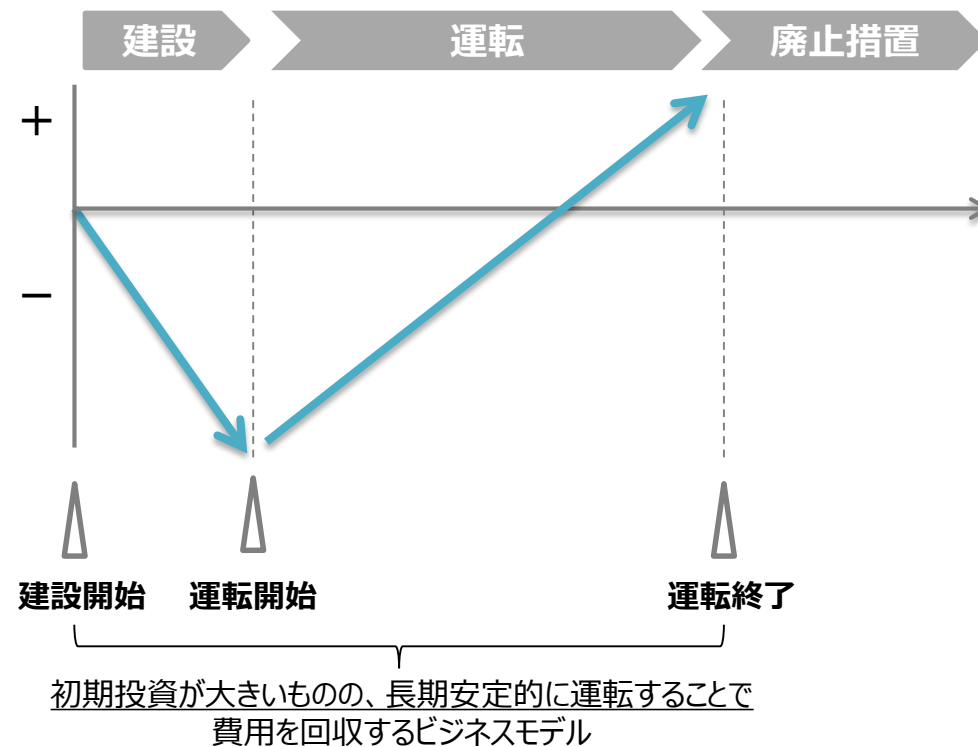
【課題④】原子力発電の事業構造

- 原子力発電は、初期投資額は他電源に比べて大きいが、稼働すれば40年又は60年という長期間、安価な燃料費で運転し、ライフタイムトータルで莫大な発電電力量を生み出すというビジネスモデル。
- そのため、電力自由化等の環境変化が生じている中で、事業性を確保していくためには、原子力事業を長期安定的に運営していくことが必要。

初期投資と発電電力量の関係

	初期投資 (億円)	出力 (万kW)	設備利用率 (%)	運転年数 (年)	発電電力量 (億kWh)
原子力	5,000	120	70	40～60	2,943～4,415
太陽光 (メガ)	5.88	0.2	14	20	0.5
風力 (陸上)	56.8	2	20	20	7
風力 (洋上)	57～155	3	30	20	16～53
水力	76.8	1.2	45	40	19
地熱	237	3	83	40	87

原子力事業の投資回収イメージ



出典：2015年コスト検証WGの各電源の諸元（2014年モデルプラント）を引用

【課題④】原子力事業の安定的な運営

- 原子力事業を安定的に運営していくためには、安全性を高め、トラブル等の防止を通じて、稼働停止期間を可能な限り短くし、高い設備利用率を実現することが必要。

日本の状況

- 直近3か年の再稼働済の原子力発電所は、高い設備利用率を実現。
- 他方、2020年度は、特重施設の工事や一部の原子力発電所のトラブル等による停止期間の長期化によって、直近3か年と比べて設備利用率は減少する見通し。
- こうした点を踏まえ、原子力事業を安定的に運営していくためには、トラブル等の防止を通じて、高い設備利用率を実現していくことが必要。

(直近3か年の設備利用率)

2019年度	約80% (9基)
2018年度	約80% (7基)
2017年度	約84% (5基)

※いずれも年度当初から稼働できる状態にあった原子力発電所の設備利用率の平均値で計算

(震災以前の設備利用率)

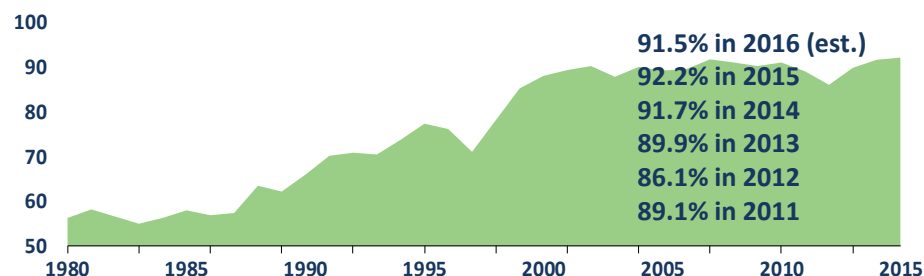
- 過去の平均設備利用率 (1981～2010年度) : 約73%
- 上記の期間のうち最高値 (1998年度) : 約84%

※定期検査やトラブル等で停止していた期間も含め算出

アメリカの状況

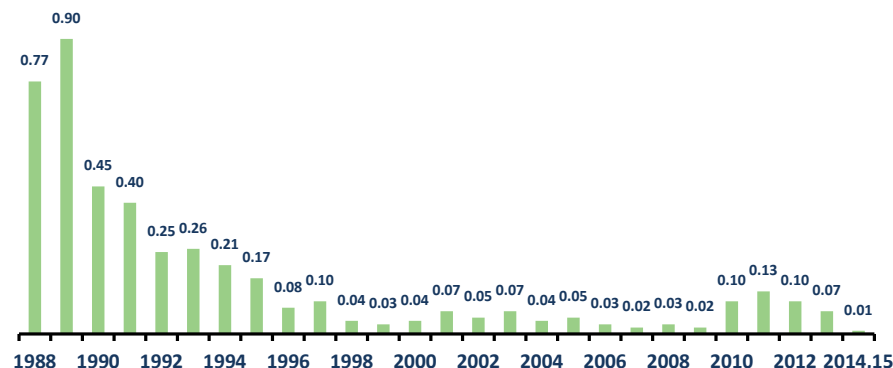
平均設備利用率

(1980年代 : 50%台 → 2000年代 : 90%前後)



安全性向上と重大事象の減少

(1990年 : 90事象 → 2015年 : 1事象未満) ※1年あたり



総合資源エネルギー調査会自主的安全性向上・技術・人材WG (第15回) 資料より抜粋

【課題④】更なる設備利用率の向上

- 更なる設備利用率向上の方策としては、主に①定期検査の効率的実施、②運転サイクル期間の長期化が挙げられる。いずれも海外では実施例があり、国内でも過去に具体的方策を検討した例がある。
- 実施に向けて、国内外の知見を集約し、新規制基準を踏まえた具体的な実施方法を検討、体系化することが必要。

定期検査の効率的実施

- 新規制基準施行後の定期検査期間は、平均約90日。
（※特重建設や訴訟による停止を伴う定期検査除く）
- 各事業者が蓄積してきた知見・経験の集約や、海外事例の分析等を行い、安全性を確保しつつより効率的に定期検査を実施する方策を検討。

<検討課題の例>

- ✓各事業者のベストプラクティスの集約、水平展開
- ✓日本より定期検査期間が短い海外事例の分析
- ✓運転中保全による作業平準化の必要性、有効性検討
- ✓新規制基準との関係整理 等

運転サイクル期間の長期化

- 定期検査の間隔については、法令上、3つの区分（13カ月以内、18カ月以内、24カ月以内）が規定されているが、現在、国内すべての炉は13カ月以内に区分。運転サイクル期間の長期化には、この区分変更が必要。
- こうした区分変更の実現に向け、まずは事業者において、過去の国内での検討例や、海外事例の分析等を行い、安全性を確保しつつ運転サイクルの長期化を実施する方策を検討。

<検討課題の例>

- ✓過去の国、事業者、研究機関等の検討成果の分析
- ✓各設備の検査・点検間隔や、燃料の効率性確保など、実運用上の課題整理
- ✓新規制基準との関係整理
- ✓技術的課題の洗い出し 等

【課題④】安全性が確保された既設炉の最大限の活用

- 原子力事業を長期安定的に運営していくために、**安全性確保を大前提に、活用できる既設炉を最大限活用**していくとの方針の下、**原子力規制委員会による運転期間延長の認可を受けた原子力発電所**について、**40年を超える運転**を進めていく。

運転延長制度の概要

- 原子力発電所の運転期間については、原子炉等規制法上、事業者から申請が行われた場合、原子力規制委員会の認可を受けて、1回に限り、最大20年間の延長が可能。
- 運転期間延長認可の申請にあたっては、事業者は、①取替困難機器に関する特別点検の実施 ②劣化状況の評価 ③施設管理方針の策定を実施。

長期運転に向けた事業者の取組

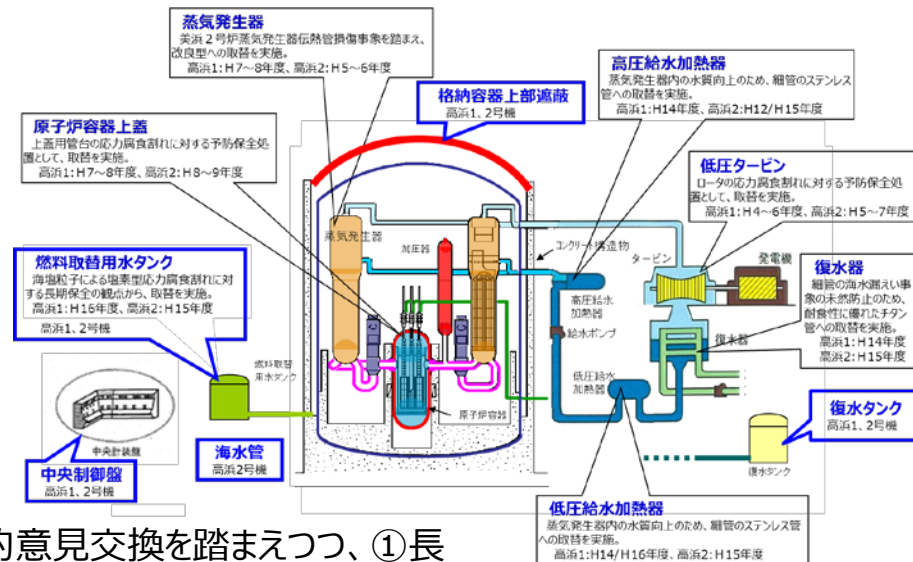
1. 設備のきめ細かなメンテナンスの実施

- 一定期間ごとに、各設備について、分解等による点検を行い、劣化状況を踏まえて適切な保全を実施。
- 更に、耐食性に優れた材料改良の成果等も取り入れ、必要に応じて機器を取替え。

2. 安全な長期運転のためのガイドラインの策定

- ATENA（原子力エネルギー協議会）が、規制委員会との技術的意見交換を踏まえつつ、①長期停止期間中の保全 ②設計の経年化評価 ③製造中止品の管理に係るガイドラインを策定。
- 各事業者は、ガイドラインに基づく安全性向上の取組にコミット。今後、策定されたガイドラインに基づく各事業者の取組の実施状況についてATENAが取りまとめ、公表予定。

（例）高浜発電所における機器の取替・追加



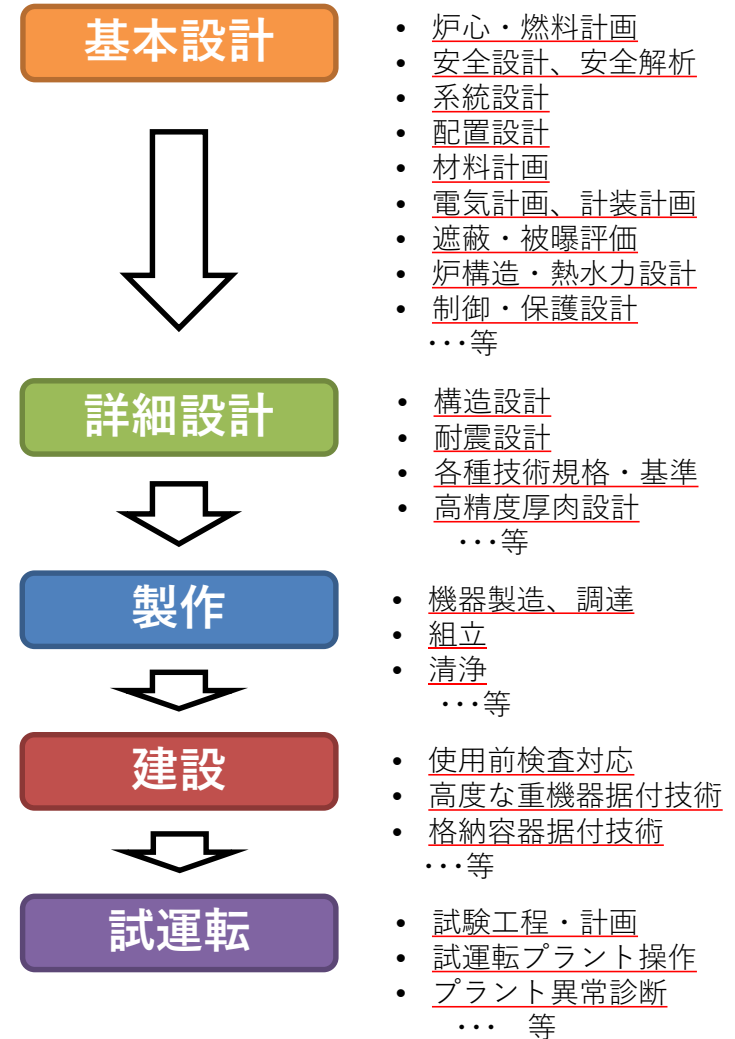
【課題⑤】原子力利用に必要な技術力

- 原子力利用は、幅広い学術領域の知識・経験が必要とされる。
- 原子力発電所の設計・建設には、広範な産業分野における高い技術力が求められる。

原子力工学に関連する学術領域



原子力発電所の設計・建設に必要な技術

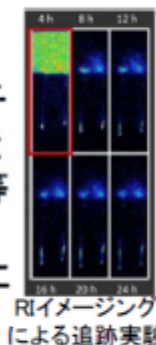


【課題⑤】原子力技術の広がり

主な放射線利用の例

【科学技術】

- X線・中性子・量子ビームによる構造解析や材料開発等
- 放射性同位元素(RI)イメージングによる追跡解析



大強度陽子加速器施設J-PARC
(出典)日本原子力研究開発機構

【工業】

- 精密計測
- 非破壊検査
- 材料の改良・機能性材料の創製
(自動車タイヤ、半導体素子加工プロセス等)
- 滅菌・殺菌等(医療器具等)

半導体

半導体の製造

ラジアルタイヤの製造



微細加工、不純物導入等、放射線による加工技術を利用して半導体を製造。



電子線照射によりゴムの粘着性の制御を容易にできることを利用。

【農業】

- 品種改良

耐病性イネの作出



放射線照射による突然変異を利用して新品種を開発
→188品種を開発
(2008年現在)

- 害虫防除

ウリミバエの根絶



放射線を照射し不妊化したオスを大量に放ち、孵化しない卵を産ませ、害虫を根絶

- 食品照射

ジャガイモ芽止め



(未照射)(照射済み)
放射線照射によってジャガイモ発芽を防止

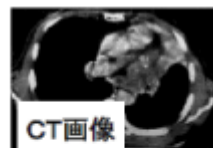
【環境保全】

- 窒素酸化物、硫黄酸化物等の分解、除去
- ダイオキシンの要因となる揮発性有機化合物の分解等

【医療】

＜放射線による診断＞

- レントゲン、X線CT
- PET
(陽電子放射断層撮象法)



CT画像



PET-CT装置

＜放射線による治療＞

- リニアック
線形加速器で作成したX線により治療する方法
- ガンマナイフ
放射性同位元素から発生するガンマ線により治療する方法
- 重粒子線による治療
加速器により加速した重粒子線(陽子線・炭素線)により治療する方法

【核セキュリティ】

- 核鑑識技術(核物質等の出所、履歴、輸送経路、目的等)を分析・解析)
- 隠匿された核物質の検出

【課題⑤】原子力発電利用国

- 現在、33カ国が原子力発電を利用、そのうち自国で炉型を開発した国は10カ国。

自国炉型開発国（10カ国）

国名	主な原子炉メーカー	国名	主な原子炉メーカー
日本	三菱重工、日立、東芝	中国	中国核工業集団、中国広核集団
米国	ウェestingハウス、GE	ドイツ	シーメンス →現：仏フラマトムに統合
フランス	フラマトム	カナダ	CANDUEナジー（重水炉）
ロシア	ロスアトム	インド	インド原子力公社（重水炉）
韓国	斗山重工業	英国	BNFL（ガス炉） →現：米ウェestingハウスに統合

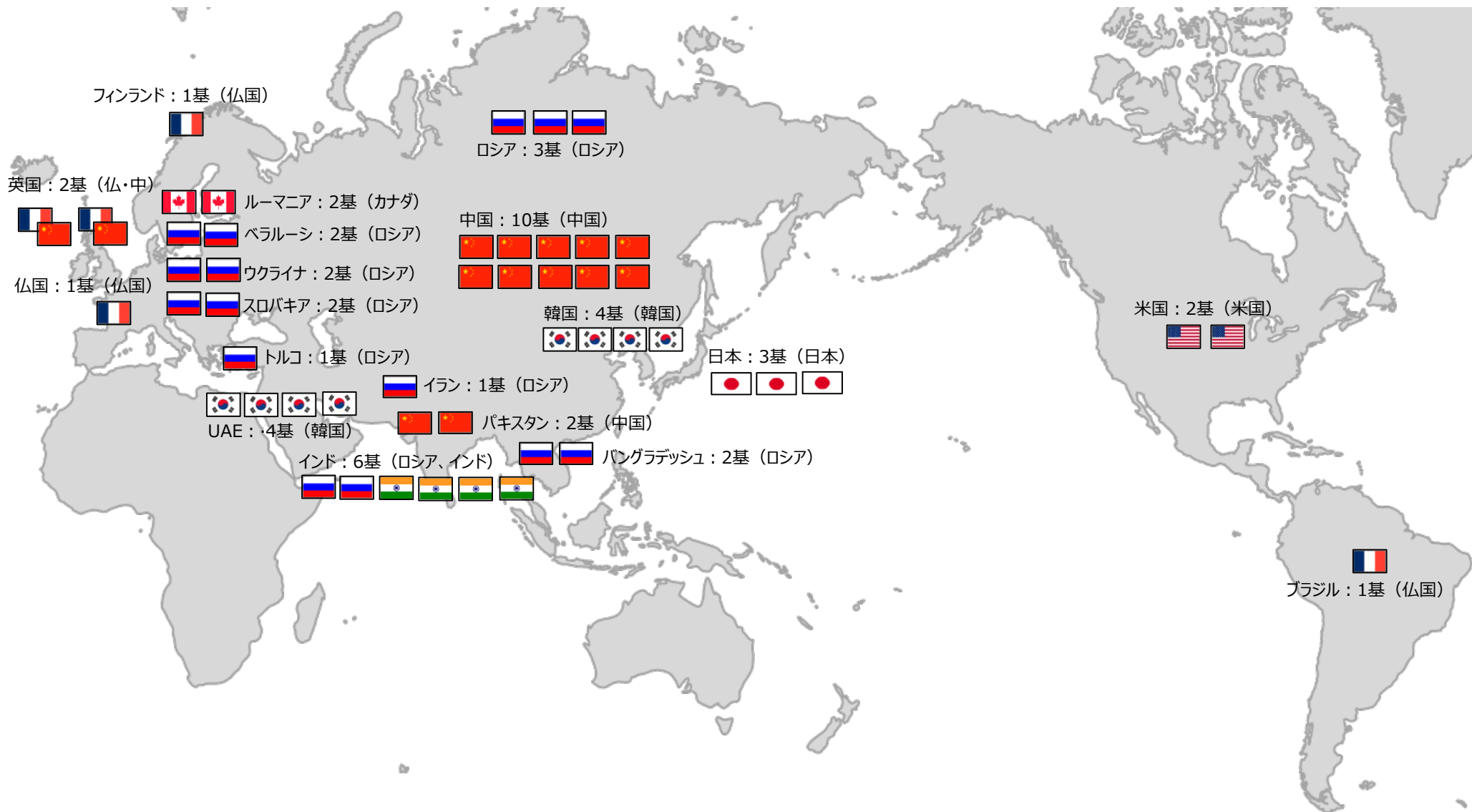
その他の原子力発電利用国（23カ国）

ウクライナ スウェーデン スペイン ベルギー 台湾 スイス スロバキア チェコ フィンランド
ブルガリア ハンガリー アルゼンチン パキスタン オランダ 南アフリカ ブラジル メキシコ
スロベニア アルメニア ルーマニア イラン UAE ベラルーシ

原子力発電所建設中・計画中の国（6カ国）

バングラデシュ、トルコ、エジプト、ウズベキスタン、リトアニア、カザフスタン

【課題⑤】世界の原子力発電所の建設状況

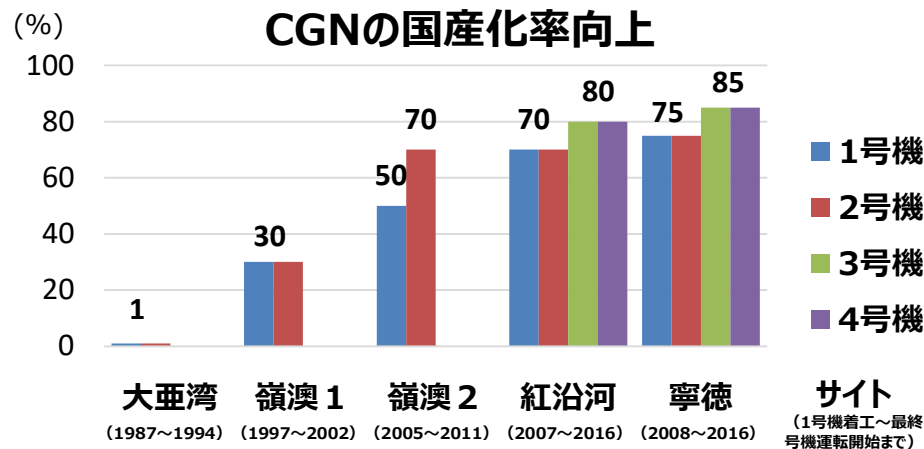


【課題⑤】中国の原子力技術の現状

- 中国は、国産化率85%を達成。自国炉型の「華龍一号」を開発、2021年1月に商業運転開始。
- 研究開発分野では、論文数などで、件数を増やしている。

国産化率・国産炉

- 中国広核集団（CGN）は、1987年に着工した大亜湾以降発電所の建設以降国産化を進め、2010年代には**国産化率85%を達成**した。



- 国産開発した「華龍一号」は、**2021年1月、福清発電所5号機が商業運転を開始**。海外でも建設・計画中。

福清発電所



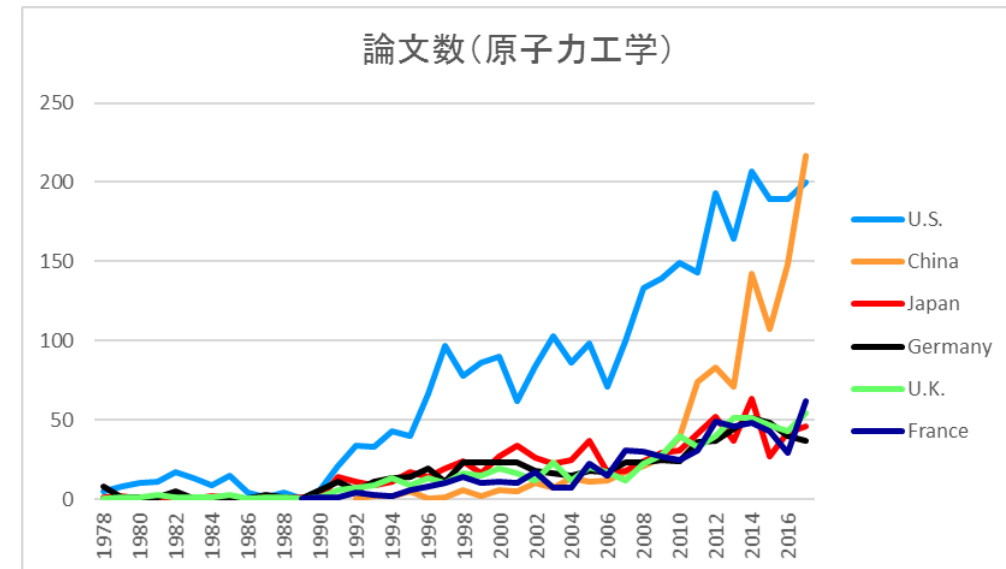
海外案件

- ✓ パキスタン・カラチ発電所で2基受注。
- ✓ アルゼンチン・アートチャ発電所で2基受注。うち1基が華龍一号。
- ✓ 英国・ブラッドウェルB発電所で2基建設予定。事前設計認証取得を目指す。

研究分野での実力

- 中国の原子力工学での論文数は、2017年に**米国を抜きトップ**になっている。

主要国別論文数 (1978年～2017年)



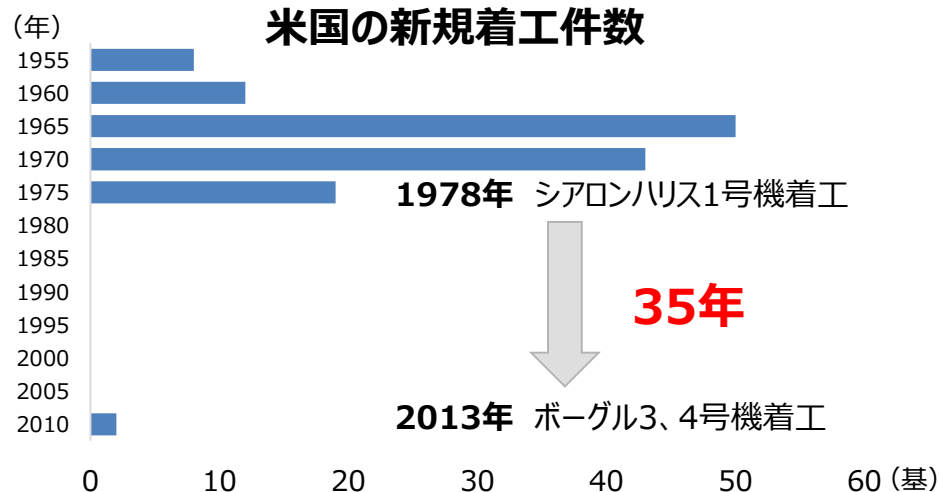
（出典）第18回原子力小委員会 文部科学省提出資料より抜粋
Clarivate Analytics Web of Scienceを用いて、文科省にて集計

【課題⑤】米国の原子力産業の現状

- 米国は、35年間新規建設がない間、原子力産業における事業者の減少や一部資機材の輸入が進展。
- 現在は、原子力の再興に向けた取組を進め、革新原子炉開発等で原子力産業を支援。

35年ぶりの新規建設

- 2013年に着工したボーグル3、4号機は、**35年ぶりの新規着工**となった。



- 長期間建設がない間、米国では**原子力に関与する事業者が減少し、一部資機材は海外から輸入した**。
 - ✓ 米国機械学会が認証する原子力規格（N-Stamp）取得企業が**600社（1980年）から200社以下（2007年）に減少**。
 - ✓ 米国エネルギー省は、2005年、米国企業には**第三世代原子炉の主要資機材（原子炉圧力容器、蒸気発生器等）を製造する能力はない**、と評価。
 - ✓ 2002年以降、**原子炉圧力容器上蓋（取り替え用）は全て海外に依存**。

原子力の再興に向けた取組

- トランプ大統領は、2017年6月の演説で「**原子力の再興と拡大**」を表明し、**原子力産業の再生・復活**に注力、立法側でも原子力支援の法案が成立。

原子力技術開発に関する立法

法律	内容
原子力革新対応法（NEICA） 2018年9月成立	✓ 先進型原子炉の実証プロジェクトを実施時に、DOEがサイトを提供 ✓ 新型炉のライセンスを取得するまでの費用の一部をDOEが補助 等
原子力革新・近代化法（NEIMA） 2019年1月成立	✓ NRCの新型炉に対する規制ガイドラインの予見性向上 ✓ 国内研究施設の使用ライセンス付与 ✓ DOEによるライセンス申請にかかる費用の補助 等

- DOEは、2020年4月に「原子力部門における米国の主導権回復への戦略」の中で、**原子力産業全体で米国の主導権を回復するための18の政策提言**を提示。
- バイデン次期大統領は、**クリーンエネルギーへ4年間で2兆ドルの投資**を計画する中で、**革新原子炉への投資**に言及するなど、**ネットゼロに向けて原子力への支援を継続する意向**。

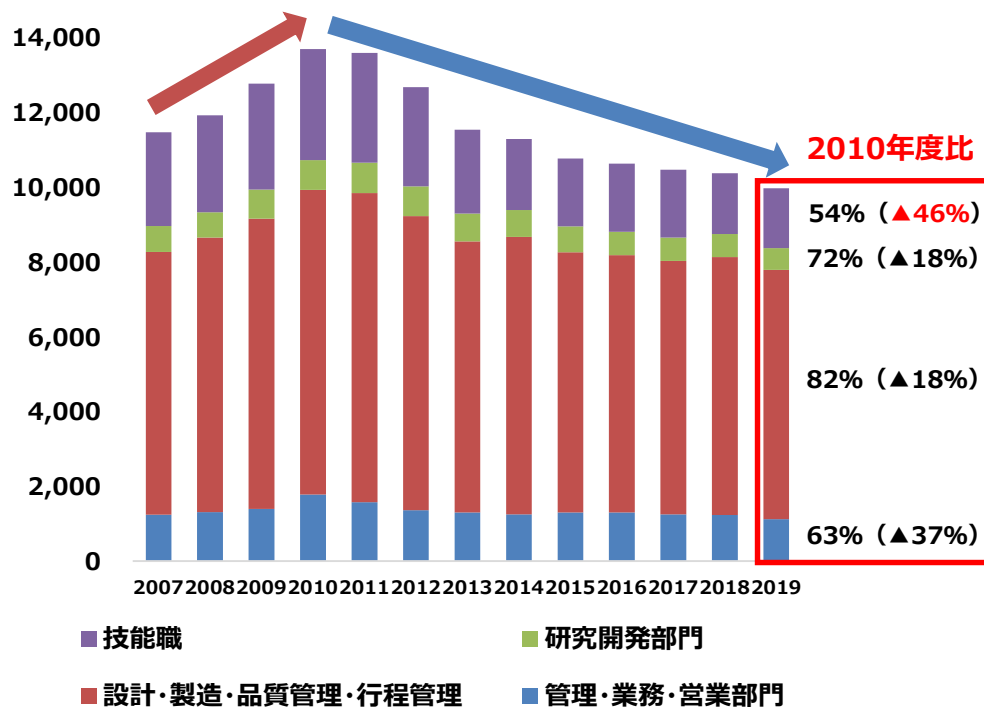
【課題⑤】国内メーカーの原子力技術維持における課題

- 国内メーカーは、震災以降、原子力関連業務に従事する従業員が減少傾向にある。
- 直近では、原子力特有の技術を持つサプライヤー企業の一部が原子力事業から撤退・廃業。

原子力従事者の減少

- 震災以降、原子力関係メーカー14社の原子力関連業務に従事する従業員は減少傾向。特に溶接工など高い技術力を持つ技能職が大きく減少

メーカー14社の各部門の原子力従事者



(出典) 日本電機工業会資料より作成

サプライチェーン企業の撤退・廃業

- 一部の機器製造メーカー、素材メーカーは、原子力事業から撤退。廃業を選択する企業も存在。

日本鑄鍛鋼

- ✓ 2020年3月末に自主廃業
- ✓ 原子炉圧力容器、蒸気発生器、タービン用部材（大型鍛造品）等を製造



川崎重工業

- ✓ 2020年11月に原子力事業の譲渡を発表
- ✓ 2023年3月までに、譲渡先のアトックスに技術支援を実施する予定
- ✓ 今後は水素エネルギー関連事業を推進



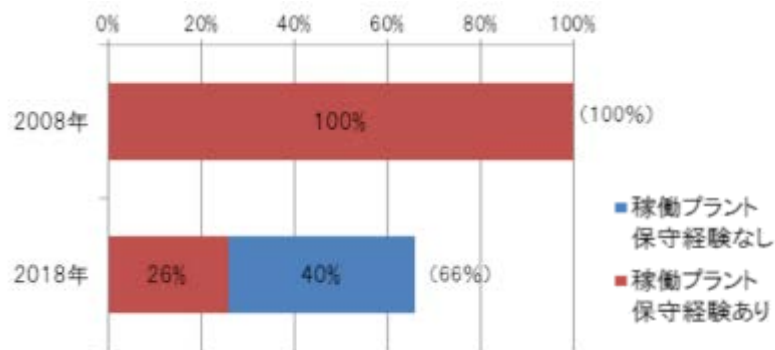
(出典) 各社ホームページ等より作成

【課題⑤】プラントの運転・保守に必要な技術力維持

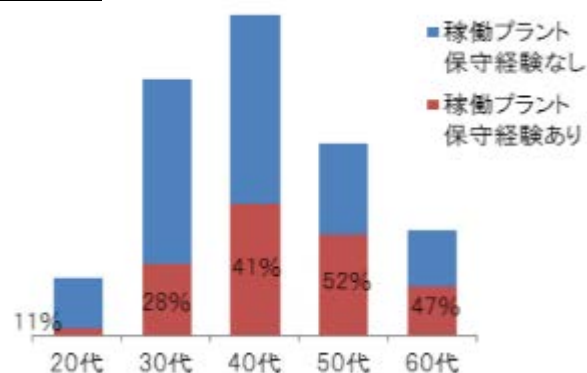
- プラントの長期停止により、稼働プラントの運転・保守作業を経験する機会が減少。
- 電力会社では、人員の融通や研修等により、再稼働に備えて技術力を維持している。

保守経験の低下の例

- 保守・定検を行うA社では、2018年の作業班長（各作業ごとの責任者）は2008年に比べて**33%減少**している。



- また、作業班長のうち、稼働プラントの保守経験を有する者の比率も低下している。



（出典）日本原子力産業協会資料より

電力会社の技術力維持の取組例

- **未稼働プラント（泊発電所）の運転員を稼働プラント（高浜発電所、伊方発電所）へ約2年間派遣し、当直勤務として経験を蓄積。**
- 活きた現場として火力発電所に運転員・保修員を派遣し経験を蓄積
- **海外プラントメーカーへの研修派遣等による技術レベル向上**
- 教育訓練の充実（シミュレーター訓練、ベテラン社員によるOJT等）
- 原子力安全推進協会（JANSI）による再稼働レビュー（先行プラントの知見を、後続プラントへ現場レベルで反映）

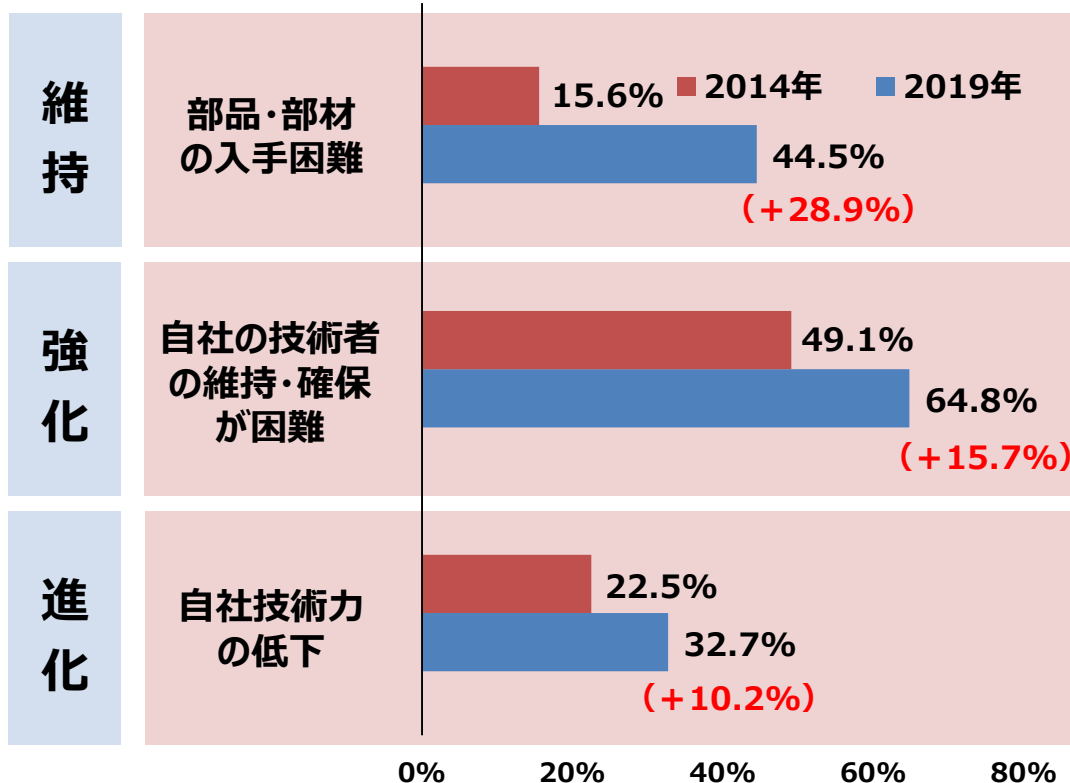
（出典）電気事業連合会調べ

【課題⑤】人材・技術・産業基盤の維持・強化に向けた取組の方向性

- 安全な原子力利用を持続的に進めていくためには、原子力産業の競争力強化が不可欠。

- ① 実績のある確かな技術を国内に維持する
- ② 安全性と経済性の一層の向上を実現する能力を強化する
- ③ 脱炭素化の選択枝を担うことができる原子力産業に進化する

原子力関連事業者の課題認識



対応の方向性

供給途絶リスクの回避

- ・ 代替可能性の低い主要機器・部品を特定し、個別のサプライヤーを支援することで国内に維持する。
- ・ 一般産業向け工業品として製造された機器・部品等を原子力施設に使用する手法を整備し、サプライチェーンを強化する。

技術・技能の伝承

- ・ 社内での円滑な技術伝承や、他社への技術移管を支援し、原子力特有の高度な製造技術、運転保守技術を維持する。
- ・ 原子力産業界全体での人材確保・人材育成に向けた取組を支援し、更なる安全性向上を実現する。

革新的な原子力技術開発

- ・ 軽水炉の安全性向上に加え、多様な社会的要請に応える革新的な原子力技術の開発、導入を推進する。
- ・ 多様な主体による革新的な原子力技術開発を促進するため、ベンチャー企業や他業種等の参入を促していく。

- ・ 原子力産業に関わる事業者にアンケートを実施、（2014年：N=271、2019年：N=156）
- ・ 各項目について「あてはまる」「どちらかといえばあてはまる」と答えた事業者の割合を算出

（出典）令和元年度原子力の利用状況等に関する調査（国内外の原子力産業に関する調査）より

【課題⑤】各国のイノベーションに向けた取組



英

革新炉の実証支援

グリーン産業革命の一環として、
革新炉実証等に向けた
£ 385M(約539億円)の基金を設置



SMRの開発

ロールスロイス社のSMRが2029年ま
での運開を目指す



仏

高速炉開発の推進

・多年度エネルギー計画で高速炉開発方針を堅持。

多様な炉型の開発

・軽水炉SMRであるNUWARDを開発中。
・大型の高速炉に加え、小型モジュールタイプの高
速炉も開発。



NUWARD



露

高速実証炉

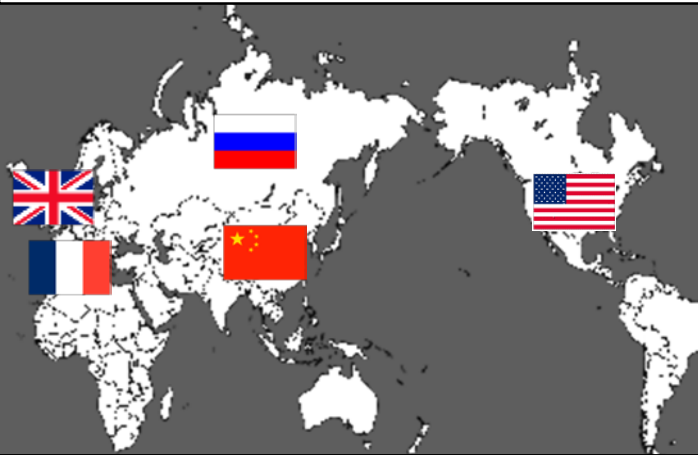


BN-800
～ 2015年12月に運開 ～

海上浮揚式原発



アカデミック・ロモノソフ号
～ 本年5月に運開 ～



中

高温ガス炉



高温ガス実証炉 (HTR-PM)
が今年に運開予定

中国国産炉 (華龍1号)

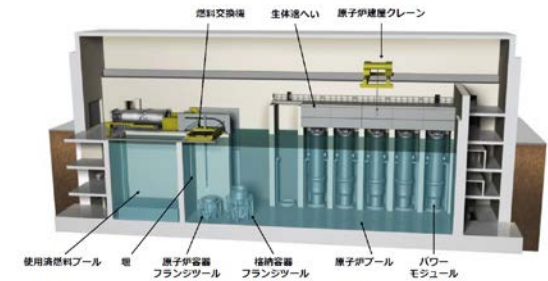


福清原子力発電所
～ 2021年1月に商用運転開始～



米

軽水炉SMRの開発



NuScale社のSMR
～ アイダホ国立研究所内で2029年の運開を目指す ～

その先の実証炉建設

7年以内の実証炉建設に向け、2 炉型の支援を決定



ナトリウム冷却高速炉
(テラパワー社)



高温ガス炉
(X-Energy社)

【課題⑤】安全性、経済性等の更なる向上に向け、原子力イノベーションは重要な課題

- 軽水炉の安全性向上はもちろん、小型モジュール炉、その他革新炉の研究開発が進展。

軽水炉の安全性向上

福島事故を踏まえた安全対策

- ATF（事故耐性燃料）



事故時に水素を発生しない燃料被覆管

新技術の取り込み

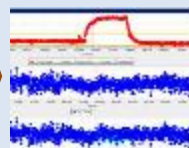
- 原子力×デジタルイノベーション
(例：ビッグデータ分析技術を活用した
プラント自動監視システム)



データ取得



自動解析



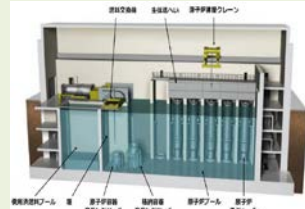
異常検知

小型モジュール炉

小型炉心で自然循環、シンプル化

- 先進国で複数の開発プロジェクト

NuScale SMR (NuScale)
BWRX-300 (GE日立, 日立GE)
UK SMR (Rolls Royce)
Nuward (CEA, EDF等) ...



NuScale SMR (NuScale)

高温ガス炉

水素製造等の高温熱利用

- JAEAのHTTRが世界最高温度950℃
を達成、高い安全性
- 民間でも多様な炉型開発



試験炉HTTR
(JAEA)



水素製造・発電用小型炉
(三菱重工、東芝/富士電機)



高速炉

「戦略ロードマップ」に基づき、着実に 開発を推進、放射性廃棄物対策

- 米仏とも協力
- 多様な高速炉の技術間競争の促進



常陽
(高速実験炉)



米国で開発中の多目的
高速炉試験炉 (VTR)

核融合

水素を燃料に発電・熱利用

- ITER計画、原型炉建設に向けた
取組を通じた技術開発を推進
- 京大発ベンチャー誕生



ITER

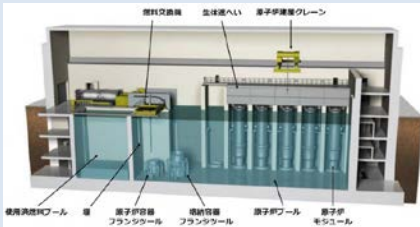


KYOTO-iCAP

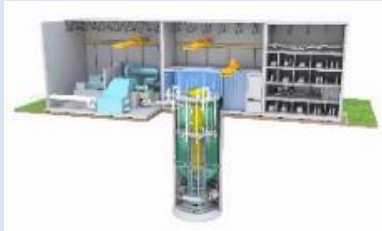
小型軽水炉(SMR)

- 小さな炉心により、受動安全採用等のシステムシンプル化、信頼性向上
- モジュール生産による工期短縮
⇒ 避難範囲縮小、低資本費

◆ NuScale (NuScale社)



◆ BWRX-300 (GE日立)



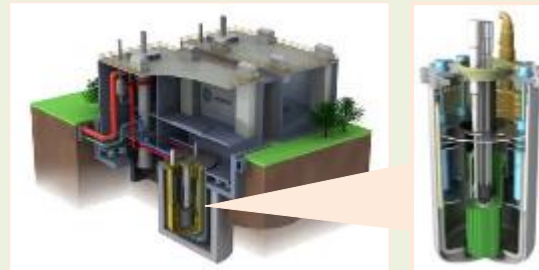
高速炉

- 高速中性子を利用した、ナトリウム冷却炉
⇒ 資源の有効利用、放射性廃棄物の減容化・有害度低減

◆ 実験炉：常陽 (JAEA)



◆ PRISM (GE日立)



高温ガス炉

- 化学的に安定なヘリウム冷却材・多重被覆燃料を使用した高温の原子炉(約950℃)
⇒ 熱利用・水素製造、高い安全性

セラミック被覆燃料
1600℃でも放射性物質を閉じ込め可能。



◆ 試験炉：HTTR (JAEA)



【課題⑤】各国で進展する原子力イノベーションへの支援

- 軽水炉の安全性向上はもちろん、軽水炉SMR、高温ガス炉、高速炉等の開発を、各国も様々な支援。
- 政府支援を受けたベンチャー企業等の多様な主体が様々な革新炉型を開発し、実証に向けた開発競争中。

米国

革新技術による軽水炉の安全性向上

- 事故耐性燃料の商用化に向け、2020年は計\$55.6M（約56億円）を支援予定。

多様な革新炉の開発・実証支援

- 2029年のNuScale社のSMR運転開始に向け、DOEがコストシェアのもと10年間で\$1.4B(1400億円)の支援。
- 革新炉開発支援プログラム（ARDP）で、**7年以内の高速炉と高温ガス炉の実証炉建設**を目指し、最大\$3.2B（3200億円）を支援。技術フェーズに応じた計3つの支援プランを用意。

ARDPの3つの支援プラン

Demos

- 7年以内に運転開始を目指す**高温ガス炉**（X-Energy社）と**ナトリウム冷却高速炉**（Terra Power社）を支援対象に選定。

Risk Reduction

- Demosの5年後頃の運開を目標
- 技術面・運用面・規制面での課題解決を支援。

ARC-20

- 2030年台中盤の商用化を目指す革新的な技術開発を支援。

技術熟度

- DOEが革新炉開発支援のため、**高速炉の多目的試験炉（VTR）を開発中。2026年～2030年の運開を目指す。**

英国

軽水炉SMRの開発

- 2029年の運転開始を目指すロールスロイス社に£18M（約25.2億円）の政府支援。

その先の革新炉実証に向けた支援

- 2020年7月、非軽水炉SMR向け支援のPhase2が開始。3炉型（WH社鉛冷却高速炉、U-Battery社高温ガス炉、Tokamak Energy社核融合炉）に支援を重点化し、**支援総額は2年間で£40M（約54億円）**。
- 2020年11月に**革新炉実証等に向けた£385M（約539億円）のAdvanced Nuclear Fundの設置を発表。**

フランス

大型軽水炉の低コスト化に向けた開発

- フラマンビルでコストオーバーランが生じた**軽水炉EPRの低コスト化**に向けた開発を実施。（EPRはインドへの2基輸出計画等あり）

グリーンリカバリーの一環として、サイクル技術や革新炉を開発

- **核燃料サイクル推進のため、燃料のマルチリサイクル技術の開発等に€200M（約250億円）を支援。高速炉開発も実施。**
- 総額€70M（88億円）の個別プロジェクト支援の中で、**軽水炉SMR（Nuward）の予備設計完了に向けた支援を実施。**