

島根原子力発電所2号機 原子炉設置変更許可について

中国電力株式会社

SHIMANE NUCLEAR POWER STATION

<目次>

- | | | |
|-----------------------|---|-------|
| 1. 島根原子力発電所の概要 | … | 5ページ |
| 2. 原子力発電のしくみ | … | 11ページ |
| 3. 原子力発電の必要性 | … | 17ページ |
| 4. 島根原子力発電所の安全対策 | … | 49ページ |
| 5. 地域のみなさまからよくいただくご質問 | … | 93ページ |

余白

余白

1. 島根原子力発電所の概要

SHIMANE NUCLEAR POWER STATION

1. 島根原子力発電所の概要

< 項 目 >

- 島根原子力発電所の概要 … 7ページ
- 島根原子力発電所の構内配置図 … 8ページ
- 島根原子力発電所の設備概要と現状 … 9ページ
- 適合性審査の流れ … 10ページ

島根原子力発電所の概要

- ・島根原子力発電所は、島根県松江市鹿島町に所在しています。

[島根原子力発電所立地位置図]



・島根原子力発電所の構内配置図



○発電所敷地面積 約192万m²

○発電所構内組織人員数
(2021年3月末時点)

当社社員 約 550名

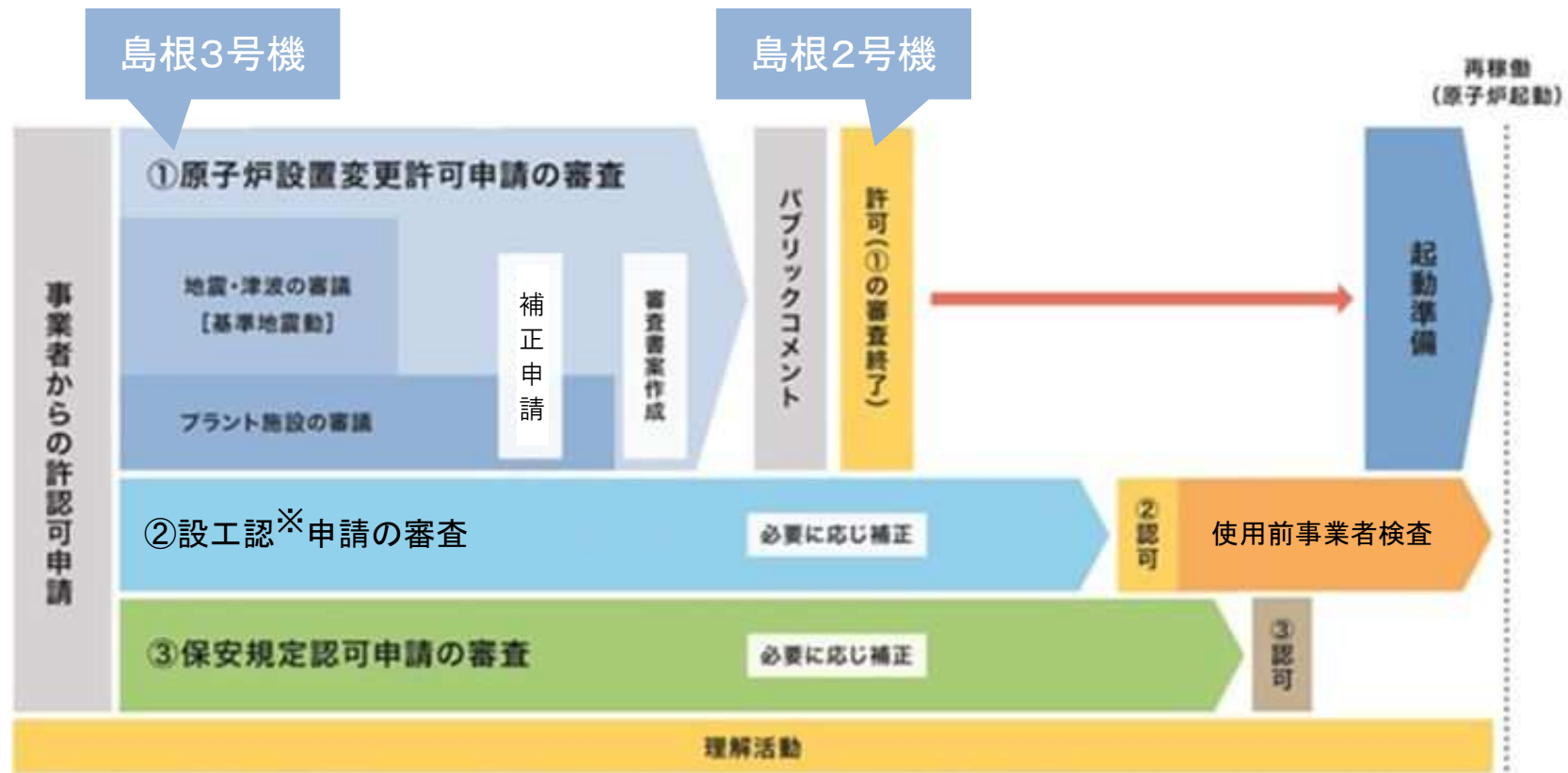
協力会社社員 約2,550名

.....
合 計 約3,100名

・島根原子力発電所の設備概要と現状

	1号機	2号機	3号機
営業運転開始	1974年3月	1989年2月	未定
定格電気出力	46万kW	82万kW	137.3万kW
原子炉型式	沸騰水型 (BWR)	沸騰水型 (BWR)	改良型沸騰水型 (ABWR)
運転状況	営業運転終了 (2015年4月30日)	2012年1月～ 停止中 (第17回定期事業者検査中)	建設中 設備の据付工事完了
新規制基準への 対応状況	廃止措置中 (2017年7月28日～)	原子炉設置変更許可 を受領 (2021年9月15日)	国へ適合性審査の 申請を実施 (2018年8月10日)

・適合性審査の流れ



※ 設工認:「設計及び工事の方法その他の工事の計画」の認可

なお、現在は島根2号機の審査を優先して対応していますが、島根3号機の設工認申請、保安規定認可申請等、遅滞なく対応していきます。

適合性審査は、「①原子炉設置変更許可申請」の許可だけでなく、「②設工認申請」、「③保安規定認可申請」の認可も必要。

2. 原子力発電のしくみ

SHIMANE NUCLEAR POWER STATION

2. 原子力発電のしくみ

< 項 目 >

○原子力発電のしくみ

… 13ページ

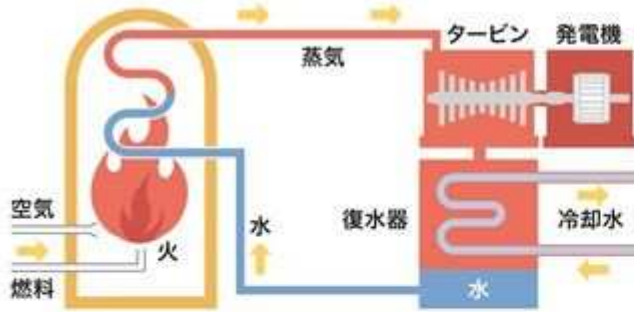
原子力発電のしくみ

ポイント

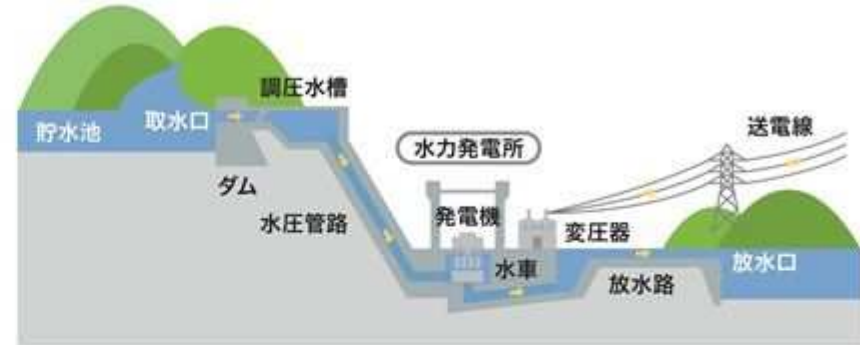
- ・火力発電と同様に蒸気のでタービン(羽根車)を回して電気を作ります。
- ・発電に必要な蒸気は、核分裂による熱を利用して作ります。
- ・原子炉を「止める」、原子燃料を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ことで、原子力発電所の安全を確保します。

・発電のしくみ

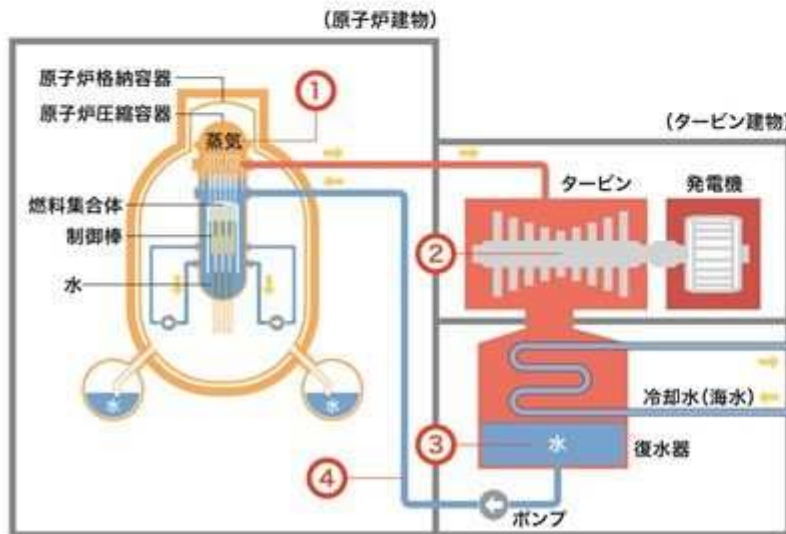
火力発電のしくみ



水力発電のしくみ



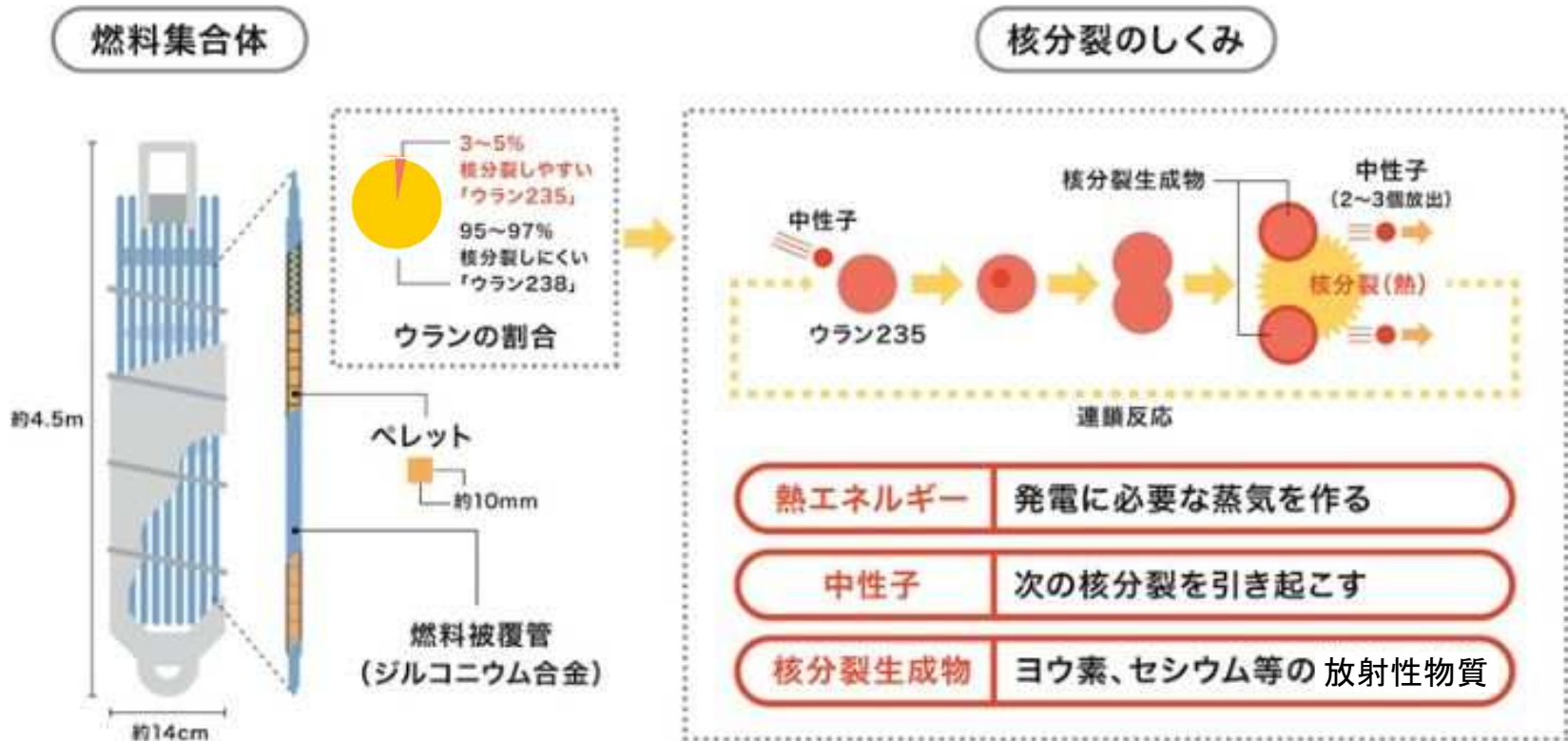
原子力発電のしくみ



- ① 燃料から得られる熱を利用して蒸気を作る
- ② 蒸気のでタービン・発電機を回して発電する
- ③ 使い終えた蒸気を冷却して水に戻す
- ④ 原子炉の中に水に戻す

タービン(羽根車)を回して発電する点では原子力発電も同じ。

・核分裂による熱を利用して発電



原子爆弾の場合

核分裂しやすい
ウラン235の割合 100%

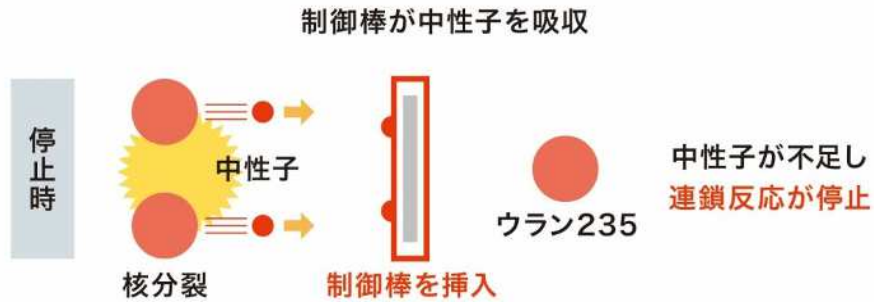
ウラン235に中性子を当てて原子核を分裂させ、
その際に生じる熱を利用して水を沸騰させる。

・原子力発電所の安全確保の基本

原子炉を

止める

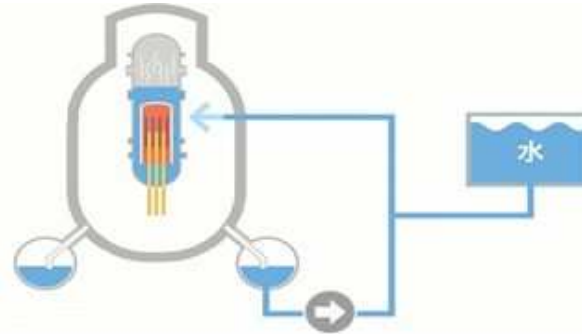
異常を検知して
自動停止する



原子燃料を

冷やす

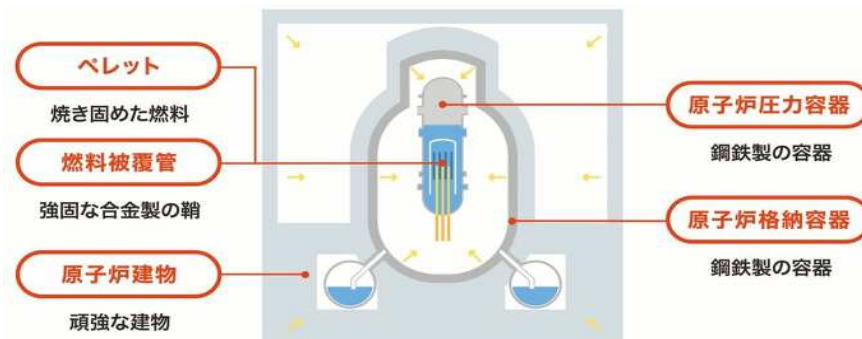
原子炉に水を
注入し冷却する



放射性物質を

閉じ込める

多重の壁で
放射性物質を
閉じ込める



3. 原子力発電の必要性

SHIMANE NUCLEAR POWER STATION

2. 原子力発電の必要性

<項目>

- 日本のエネルギー政策と原子力 … 19ページ
- 電気を安定してお届けするため … 23ページ
 - 当社の状況・課題(安定供給)
- 低廉な電気料金を維持するため … 31ページ
 - 当社の状況・課題(経済性)
- 環境への適合性を高めるため … 39ページ
 - 当社の状況・課題(環境への適合)

日本のエネルギー政策と原子力

ポイント

- ・国は、「安全確保」を大前提に、「安定供給」、「経済性」、「環境への適合」(S+3E)を同時達成するため、バランスのとれた電源構成(エネルギーミックス)を目指しています。
- ・各電源には長所と短所があり、適切に組み合わせることが重要です。
- ・原子力発電は「重要なベースロード電源」と位置付けられ、2030年における発電電力量に占める割合は約2割とすることが示されています。
- ・現在、国では第6次エネルギー基本計画※の策定に向けた議論が行われています。

※国が約3年ごとに策定する、エネルギー政策の基本的な方向性。

・日本のエネルギー政策[S+3E]

安全確保
Safety

S + 3E

安定供給
Energy Security

経済性
Economic Efficiency

環境への適合
Environment

バランスの取れた構成



原子力



石炭



天然ガス



水力



太陽光






バイオマス



風力

「S+3E」の同時達成を基本的な視点とした
エネルギー政策がとられている。

・エネルギー源の長所と短所

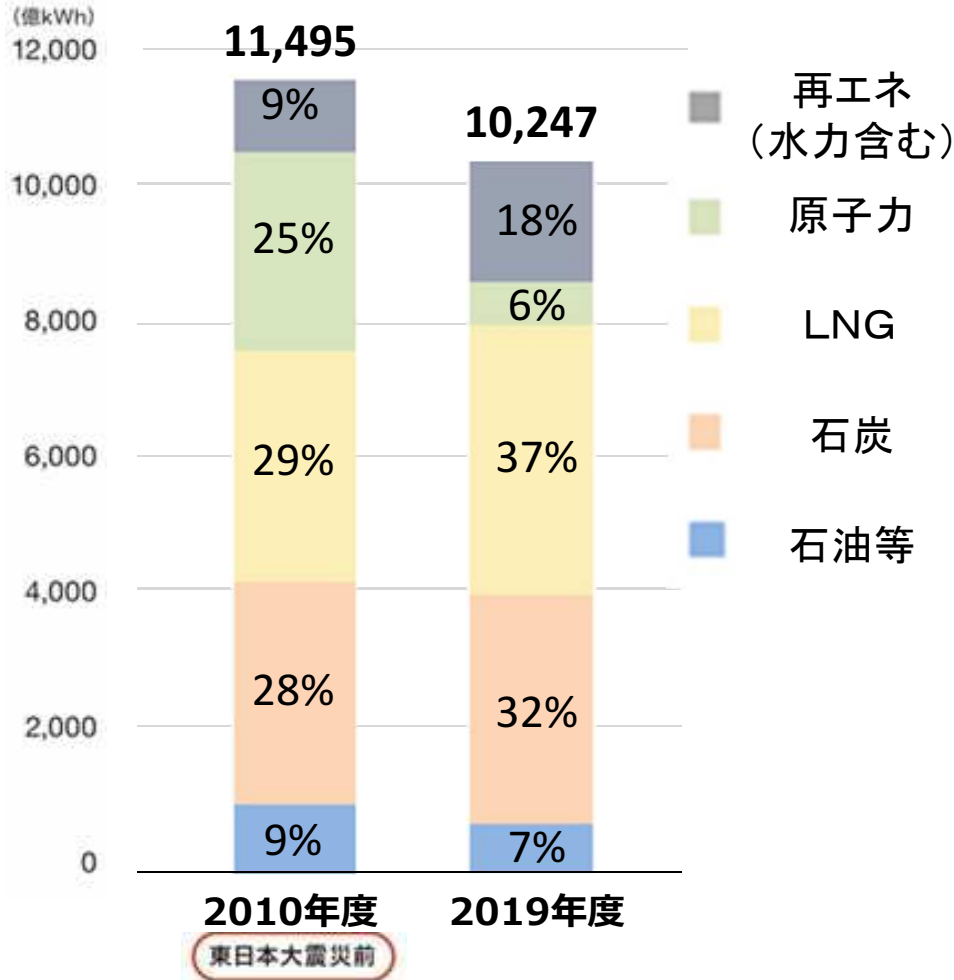
エネルギー源(電源)	長 所	短 所
 火力	<ul style="list-style-type: none"> ・安定的に大量の発電が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的な資源獲得競争の激化に伴う将来的な調達リスクの懸念
	石油 (内燃力除く) <ul style="list-style-type: none"> ・運搬・取り扱い・貯蔵, 発電出力の調整が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・資源の埋蔵量が少ない ・他の化石燃料に比べ価格が乱高下しやすい
	石炭 <ul style="list-style-type: none"> ・埋蔵量が豊富で安定的に調達可能 ・他の化石燃料に比べ安価で安定 	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂排出量が多い
	天然ガス <ul style="list-style-type: none"> ・他の化石燃料に比べCO₂排出量が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期貯蔵・機動的な調達が困難 ・石油価格に連動して価格が変動
 原子力	<ul style="list-style-type: none"> ・安定的に大量の発電が可能 ・燃料を安定的に調達できる ・少ない燃料で大量のエネルギーを取り出せる ・発電時にCO₂を出さない 	<ul style="list-style-type: none"> ・万が一事故が起こった際のリスクが甚大なため, 安全対策の徹底が必要 ・高レベル放射性廃棄物の最終処分地の選定が必要
再生可能 エネルギー		
 水力	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーを電力に換える効率が高い ・純国産資源として持続的な利用が可能 ・発電時にCO₂を出さない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模開発の余地が限定的
	風力 <ul style="list-style-type: none"> ・今後の導入が見込まれる ・純国産資源として持続的な利用が可能 ・発電時にCO₂を出さない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量に発電するためには広い面積が必要 ・発電量が自然条件に左右される
	太陽光 <ul style="list-style-type: none"> ・需要の多い昼間に発電可能 ・純国産資源として持続的な利用が可能 ・発電時にCO₂を出さない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量に発電するためには広い面積が必要 ・発電量が自然条件に左右される
	バイオマス <ul style="list-style-type: none"> ・他の再生可能エネルギーに比べ安定的な発電が可能 ・地域資源の有効活用が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・資源が広い地域に分散しているため, 燃料の収集・運搬・管理コストがかかり発電コストが高い

電源ごとに長所と短所がある。

原子力も含め,各電源を適切に組み合わせることで安定性が向上。

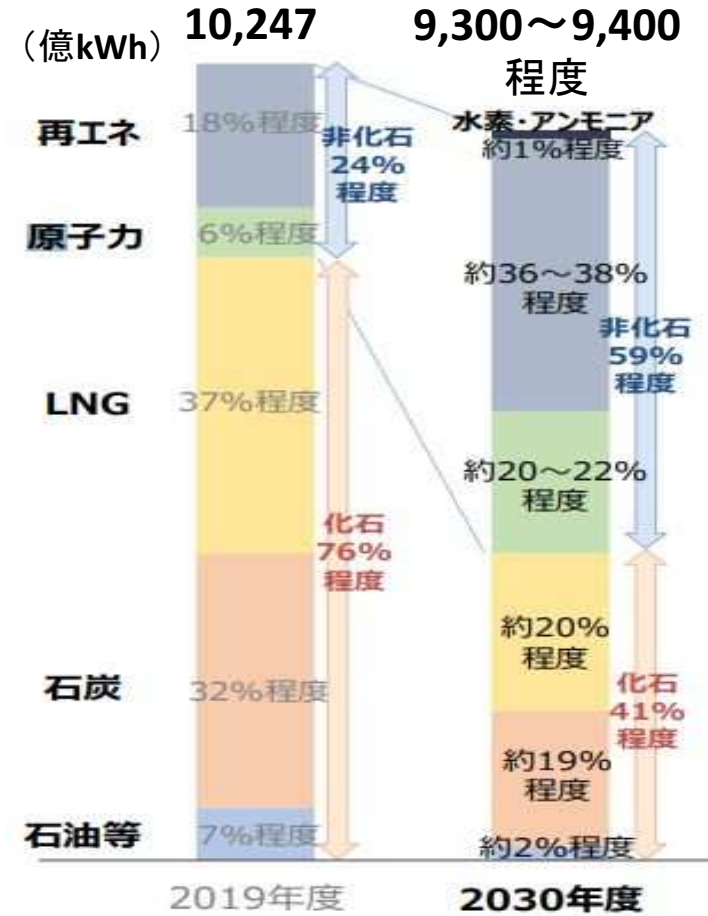
・日本の2030年度のエネルギーミックス

電源別発電電力量の推移(全国)



出典: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

2030年度のエネルギーミックス(素案)



出典: 資源エネルギー庁が示す第6次エネルギー基本計画(素案)の概要(2021年7月)を基に作成

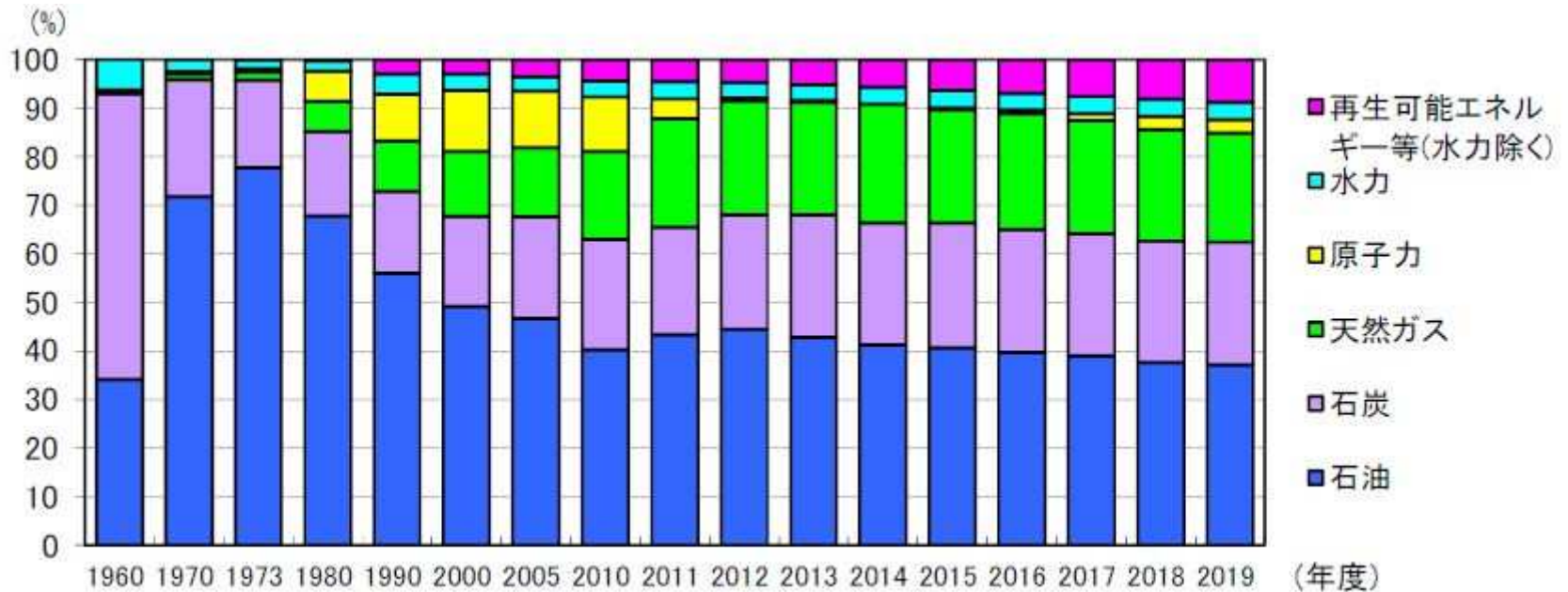
現在は、原子力発電の停止により、火力発電の割合が上昇。
2030年度における原子力発電の割合は約2割を目指す。

電気を安定してお届けするため

ポイント

- ・日本は発電に使用する燃料の多くを輸入に頼っています。
(島国である日本は、隣国との電力融通ができません。)
- ・原子力発電は少ない燃料で発電できるため、国内保有燃料だけで数年にわたり発電を維持できます。
- ・原子力発電は、昼夜を問わず安定的に発電することが可能であり、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」です。

・日本の一次エネルギー国内供給構成および自給率(%)の推移

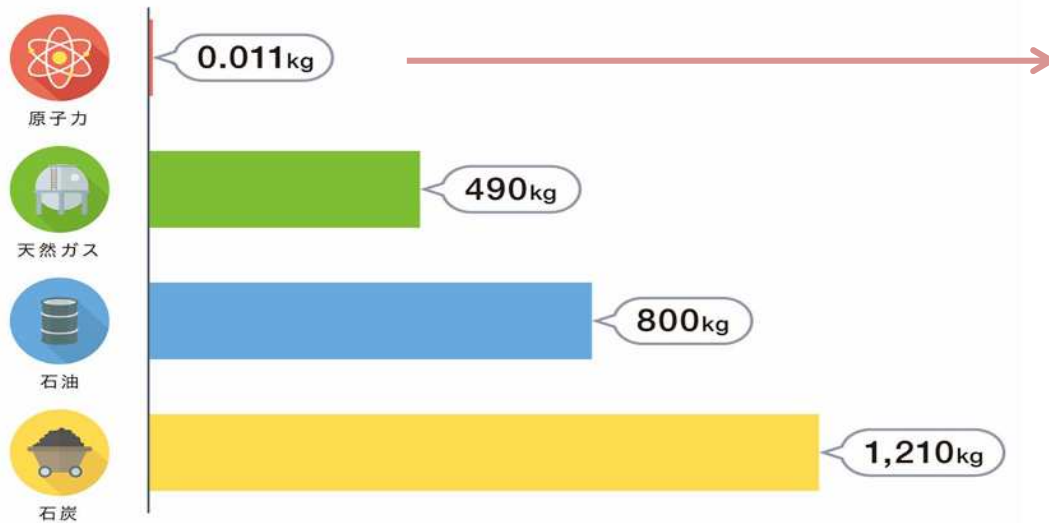


年度	1960	1970	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
エネルギー自給率 (%)	58.1	15.3	9.2	12.6	17.0	20.2	19.6	20.3	11.6	6.7	6.6	6.4	7.4	8.2	9.6	11.8	12.1

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」「令和元年度(2019年度)エネルギー需給実績(確報)」を基に作成

2011年度以降、原子力発電の停止により自給率は低下。
日本のエネルギー自給率は、約1割。

＜一般家庭1年分の電気を発電するために必要な燃料＞



原子力発電に必要な燃料は石炭の約10万分の1

※経済産業省 資源エネルギー庁[原子力2010]のデータをもとに一般家庭が使う電力量を300kWhとして算出しています。
出典：電気事業連合会ホームページ

＜原子力発電1年間分と同じ発電量を得るために必要な面積＞

原子力発電

島根2号機
82万kW



太陽光発電

宍道湖の約6割の面積
(約48km²)

必要な面積は…

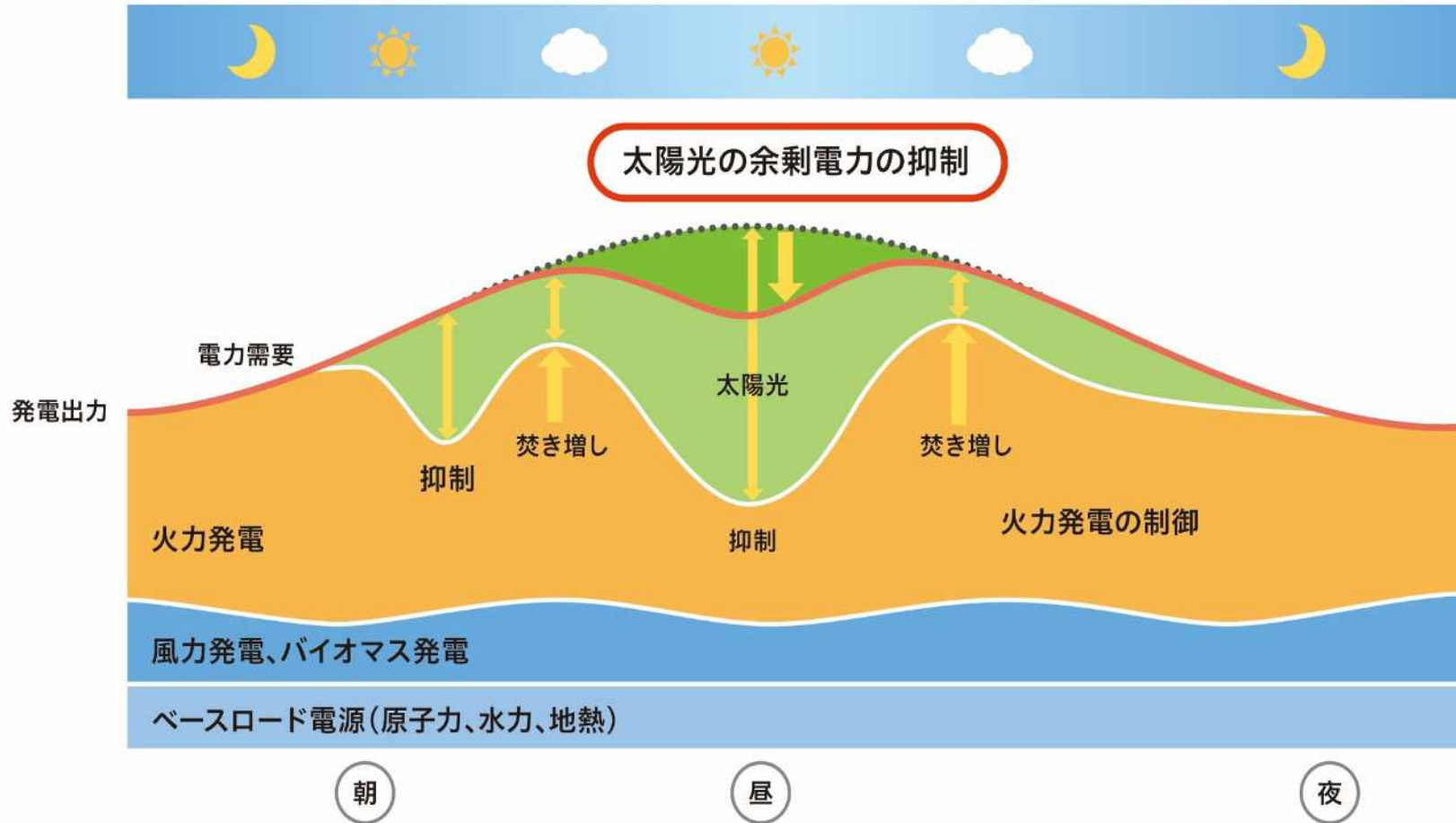


風力発電

宍道湖の約2倍の面積
(約175km²)



・電力需給イメージ(需要の小さい,5月晴天日など)



変動する再エネの出力を調整するために,火力発電が必要。
原子力発電の役割は, 安定的に発電できる「ベースロード電源」。

➤ 当社の状況・課題（安定供給）

ポイント

- CO₂排出削減のため、近年、再生可能エネルギーが急速に増加する一方、火力発電所の休廃止等により、全国的に冬場の需給が特に厳しくなっています。
- 全国の中でも火力比率の高い当社では、東日本大震災以降、原子力発電の停止に伴い、高経年火力の高稼働により供給力を確保しています。
- 中長期にわたって安定して電気をお届けしていくために、島根2号機、3号機の稼働により、電源構成のバランスを改善していく必要があります。

・冬季高需要期(2月)の最大需要発生時の予備率見通しの推移

＜予備率＞使われる電気の量に対する供給力の余裕度
 安定供給に最低限必要な予備率:3%

(年度)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北海道	5.8%	7.2%	11.4%	14.0%	16.2%	16.6%	16.4%			5.3%
東北	6.1%	8.9%	9.0%	6.1%	8.0%	15.8%	4.3%	6.6%	6.3%	4.9%
東京	9.4%	10.2%	7.9%	6.6%	6.4%	8.9%				▲0.3%
中部	6.6%	6.3%	5.7%	6.1%	3.1%	3.0%	8.6%			
北陸	8.3%	6.0%	7.2%	5.3%	10.5%	11.8%	4.0%			
関西	4.1%	3.0%	3.0%	3.3%	9.3%	17.9%		4.3%	6.4%	3.0%
中国	7.7%	8.5%	8.3%	9.6%	15.9%	12.2%	8.6%			
四国	9.1%	7.2%	5.5%	6.2%	10.4%	25.3%				
九州	3.1%	3.1%	3.0%	4.7%	8.9%	5.9%				

出典:「2021年度夏季及び冬季の電力需給の見通しと対策
 について」(2021年5月)を基に作成

2018年度より電力融通を織り込んだ手法に変更

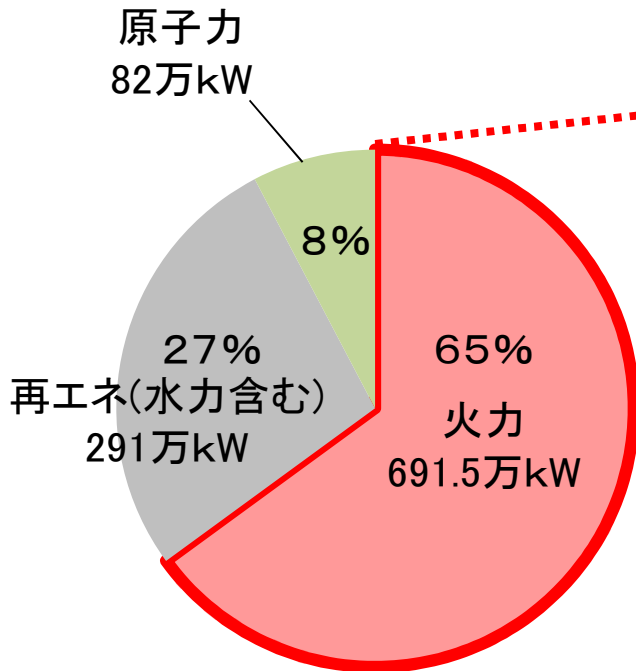
来年の冬(2月)は、2012年度以降で最も厳しい見通し

↑
 主な要因としては

全国的な火力発電所の供給力減少に伴う影響

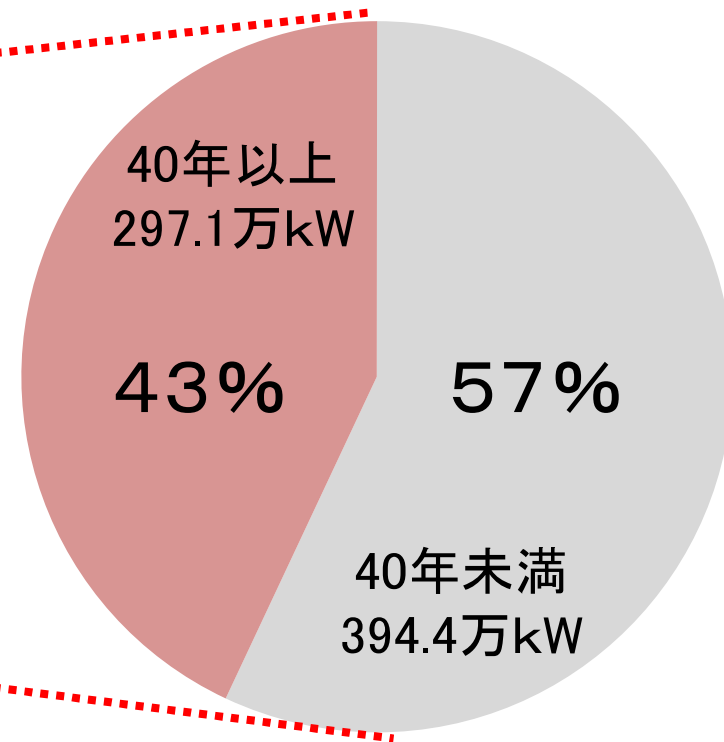
・当社火力設備の経年状況(設備容量ベース)

当社発電設備構成比(%)



当社高経年火力の割合(%)

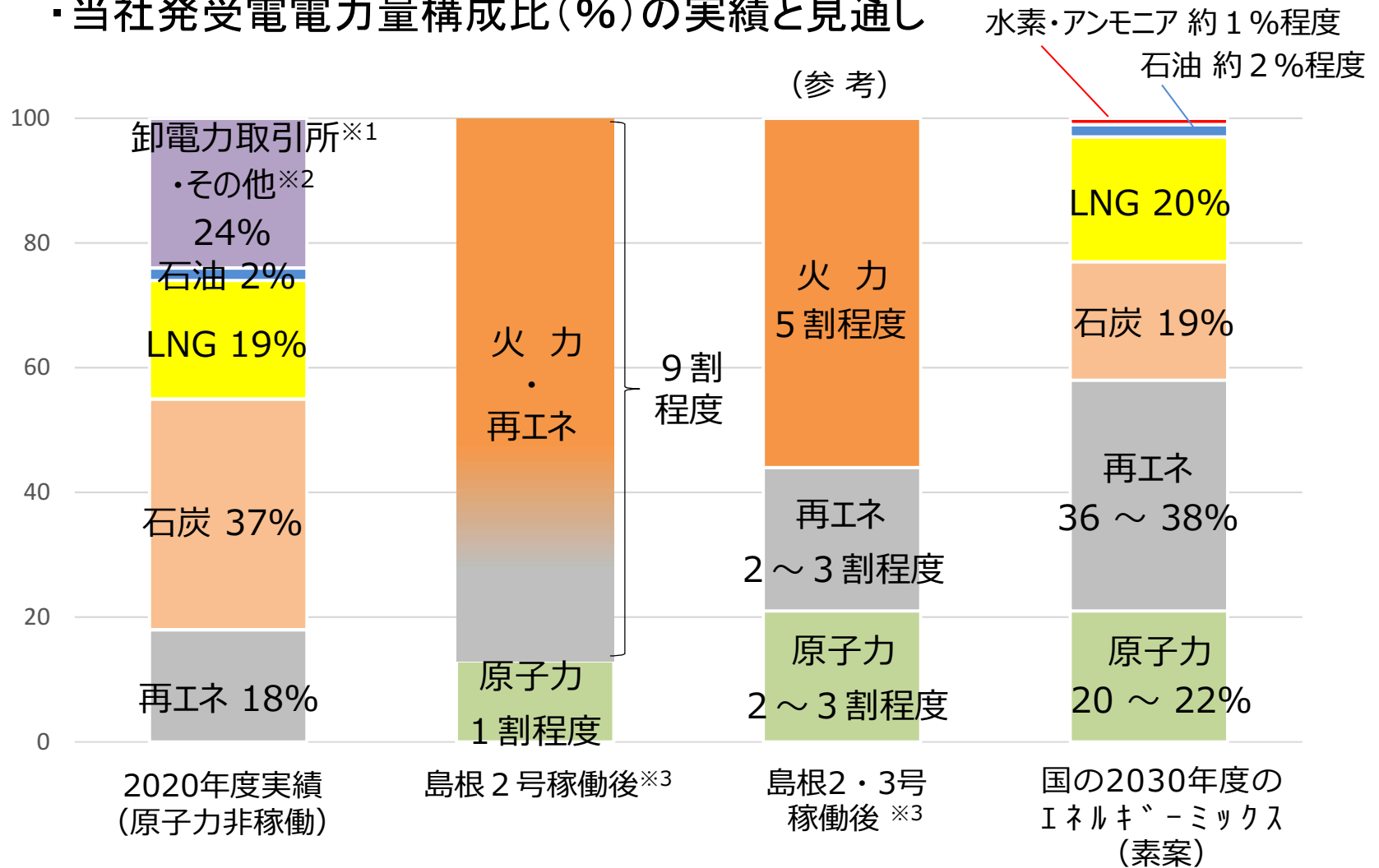
当社火力設備の総量691.5万kWのうち、



現在、運転開始から40年を超過する当社火力設備は、総量691.5万kWのうち、約297万kW(43%)となっている。

※いずれも他社受電分を含まない。

・当社発受電電力量構成比(%)の実績と見通し



- ※1 発電事業者や小売電気事業者等が電力の売買を行う市場。
- ※2 他社から調達している電気で発電所が特定できないもの等が含まれる。
- ※3 卸電力取引所分は含まない。

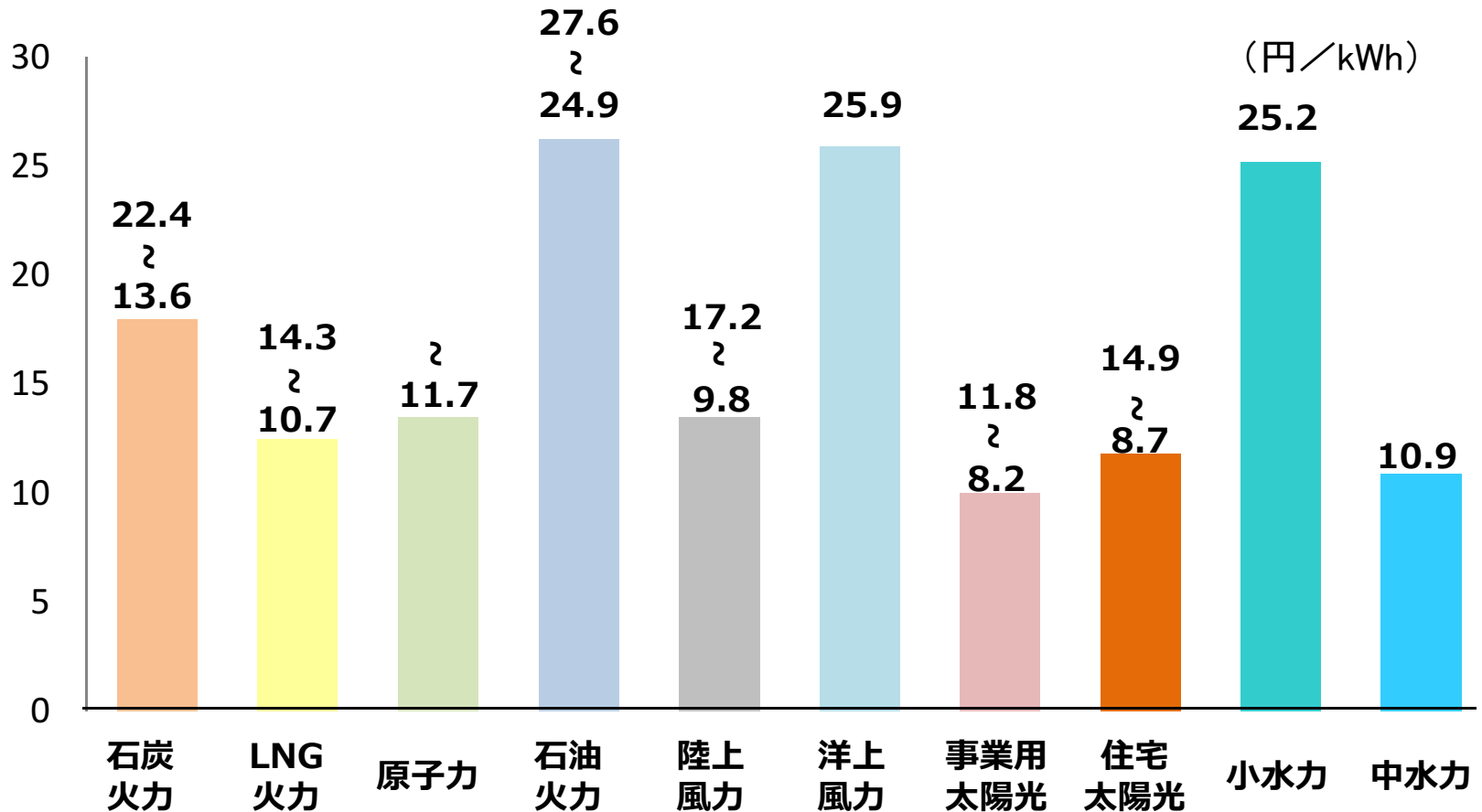
国の政策(S+3E)も踏まえ、再生可能エネルギーの導入拡大および島根原子力発電所の稼働により、電源構成のバランス改善が必要。

低廉な電気料金を維持するため

ポイント

- ・電気料金は私たちの生活や経済活動に直結するため、できるだけ安価に電気をお届けすることが求められます。
- ・原子力発電の発電コストは、他の電源と比べても遜色ありません。
- ・日本はエネルギー資源の多くを輸入に頼っています。原子力発電は化石燃料による発電に比べ、燃料価格の変動影響を受けにくいいため、発電コストの大幅な上昇を避けられます。

・電源別発電コスト試算(2030年)



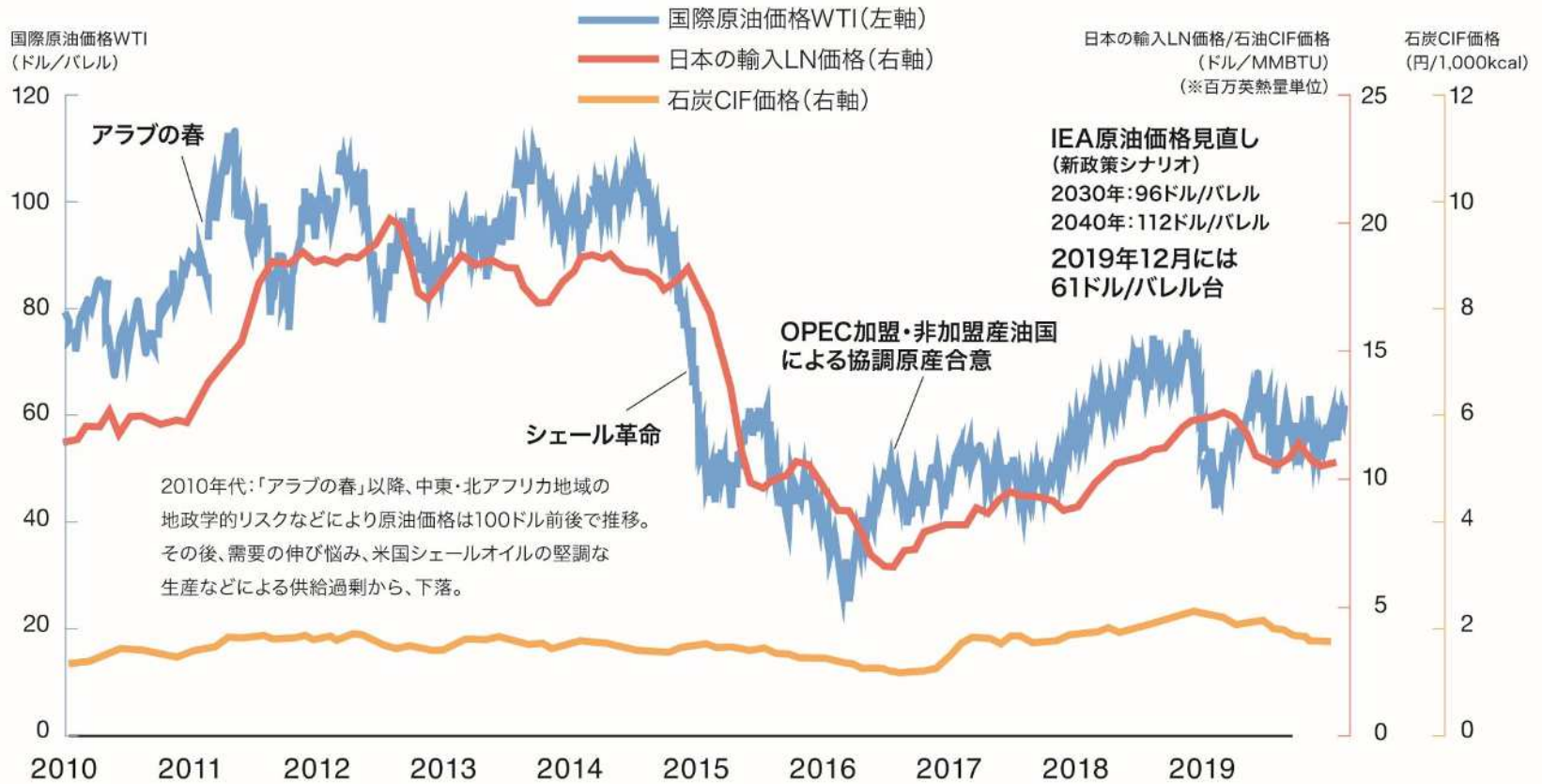
※発電コスト(円/kWh)に幅がある場合は、中間値でグラフを作成しています。

出典: 発電コスト検証ワーキンググループ「基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告」(2021年9月)を基に作成

発電が不安定な再エネは、火力や揚水で補助・調整するための費用、送電系統増強の費用、蓄電池導入の費用などの追加コストを考慮する必要があり、原子力発電コストは他の電源と比べても遜色ない。

・化石燃料の価格の推移

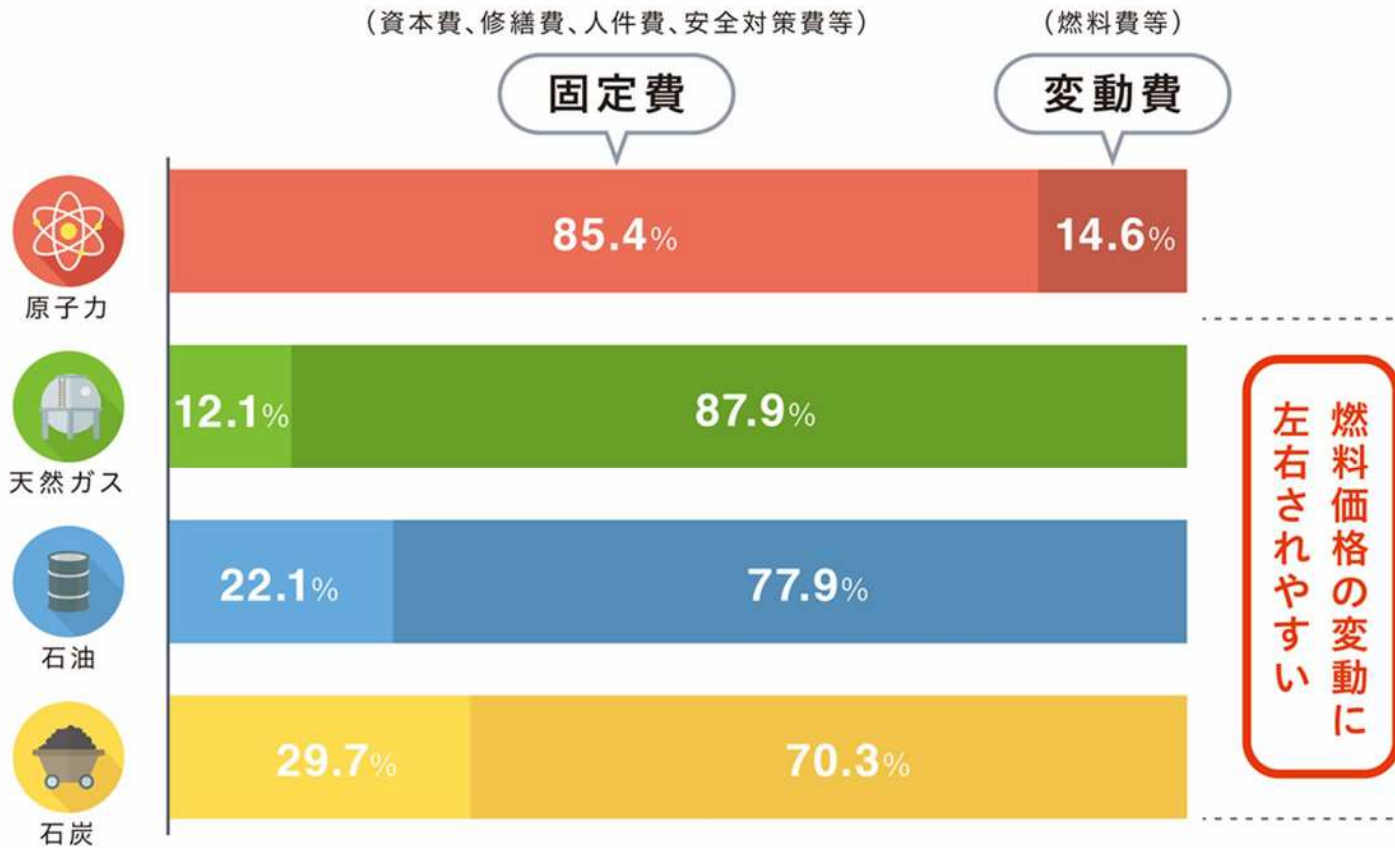
過去の原油価格下落局面と現在の状況



出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー2019年度版」を基に作成

原油価格・LNG価格は国際情勢等により乱高下してきた。

・発電コストの構成



※石油は設備利用率30%, その他は70%で算出しています。
 ※発電コスト検証ワーキンググループ『長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告(2015年5月)』を基に作成しています。

原子力発電は、発電コストに占める固定費の割合が大きく、燃料価格の変動影響を受けにくい。

➤ 当社の状況・課題（経済性）

ポイント

- 島根2号機の稼働停止以降、火力発電の発電割合が増加したことで、燃料価格の変動による影響を受けやすくなっています。しかし、島根2号機の稼働によって、影響を受けにくくなり、電気料金の安定化に寄与します。
- 一定の前提を置いた場合、島根2号機の稼働による燃料費減少額は年間400億円程度です。様々な安全対策費用が必要となっているものの、燃料費メリットを踏まえると、十分な経済性を見込んでいます。
- 震災以降、他の電力会社が原子力発電所の稼働低下に伴い電気料金を改定する中、当社はあらゆる分野の効率化とコスト削減により電気料金を維持している状況です。

・当社の燃料費の推移



当社は、原子力発電の停止以降、火力発電による発電割合の増加に伴い、燃料価格による影響を受けやすくなっている。

島根2号機の稼働により影響を受けにくくなり、電気料金の安定化につながる。

・島根2号機の稼働による燃料費の削減効果

【島根2号機稼働による燃料費への影響額(経年推移)】

年度	燃料費削減効果(試算値)
2021年度	400億円程度
2020年度	320億円程度
2019年度	450億円程度
2018年度	450億円程度
2017年度	450億円程度
2016年度	400億円程度

過去の運転実績をもとに、島根2号機の設備利用率を約8割とすると、燃料費削減効果は年間400億円程度。

現在、島根原子力発電所では、様々な安全対策費用が必要となっているが、今後の稼働を踏まえた燃料費メリットを踏まえると、十分な経済性が見込まれる。

・他電力会社の電気料金改定状況

実施年月	電力会社と電気料金の改定率		改定要因
2012. 9	東京電力	+8.46% (規制部門)	原子力発電所の稼働低下に伴う燃料費増大
2013. 5	関西電力 九州電力	+9.75% +6.23%	原子力発電所の稼働低下に伴う燃料費増大
2013. 9	北海道電力 東北電力 四国電力	+7.73% +8.94% +7.80%	原子力発電所の稼働低下に伴う燃料費増大
2014. 5	中部電力	+3.77%	原子力発電所の稼働低下に伴う燃料費増大
2017. 8	関西電力	-4.29%	原子力発電所の運転再開に伴う燃料費削減および経営効率化深掘り
2018. 7	関西電力	-5.36%	原子力発電所の再稼働に伴う燃料費削減および経営効率化深掘り
2019. 4	九州電力	-1.09% (規制部門)	原子力発電所の稼働と経営効率化の取組状況を反映

【参考：原子力発電所の再稼働実績】

出典：電気事業連合会「INFOBASE 2020」を基に作成

プラント	再稼働時期	プラント	再稼働時期
川内1号(九州)	2015年 9月	玄海3号(九州)	2018年 5月
川内2号(九州)	2015年11月	玄海4号(九州)	2018年 7月
高浜3号(関西)	2016年 2月	大飯3号(関西)	2018年 4月
伊方3号(四国)	2016年 9月	大飯4号(関西)	2018年 6月
高浜4号(関西)	2017年 6月	美浜3号(関西)	2021年 7月

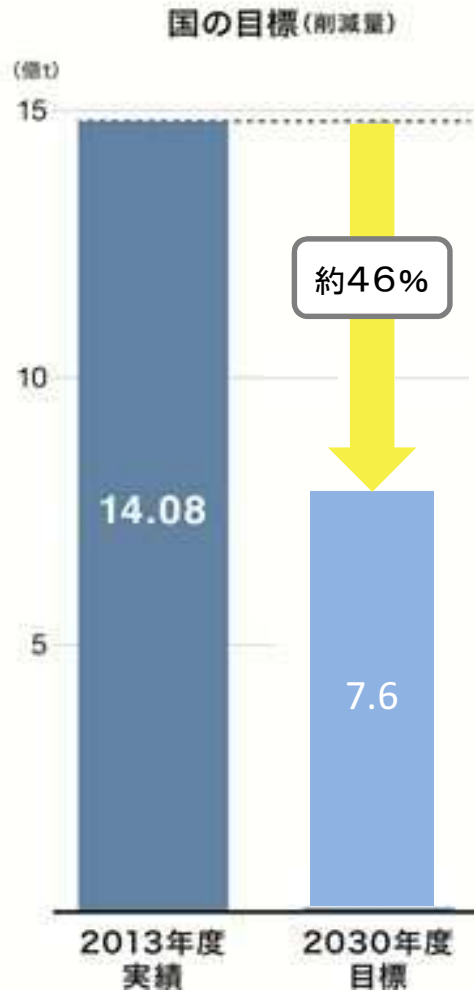
震災以降、原子力発電所の運転を停止したことによる火力燃料費の増大を理由に、多数の電力会社が電気料金を改定。

環境への適合性を高めるため

ポイント

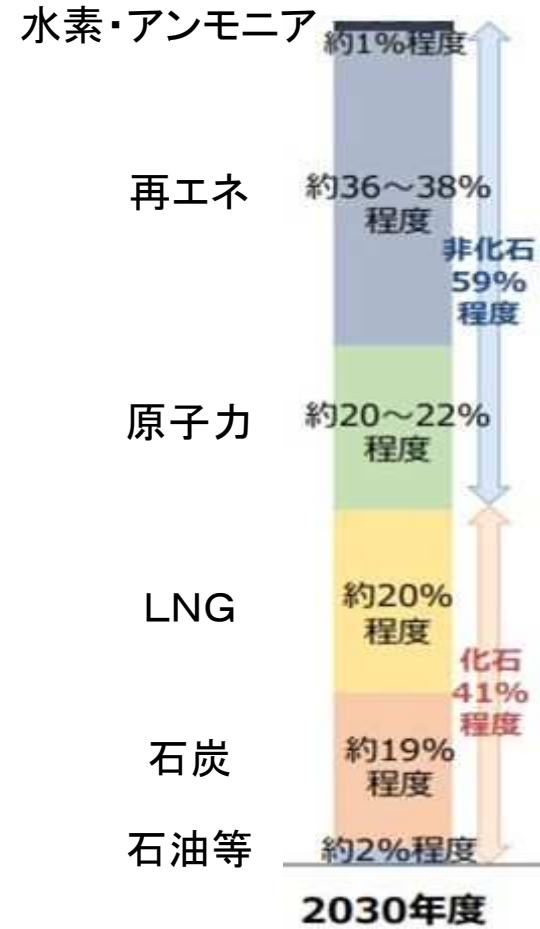
- ・日本は、2030年度に2013年度比でCO₂排出量を46%低減させるとともに、2050年のカーボンニュートラルを目指すこととしています。
- ・日本のCO₂削減目標を実現するにあたり、電気事業者には大きな役割が求められます。
- ・原子力発電は発電時にCO₂を排出せず、実用段階にある脱炭素化の選択肢とされています。

・日本のCO₂削減目標



出典: 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会資料を基に作成

2030年度のエネルギーミックス(素案)



出典: 資源エネルギー庁が示す第6次エネルギー基本計画(素案)の概要(2021年7月)を基に作成

非化石電源(原子力・再生可能エネルギー)比率を上げることが目標達成の鍵。

- ・日本全体のCO₂排出量と各部門ごとの排出割合(直接排出量)

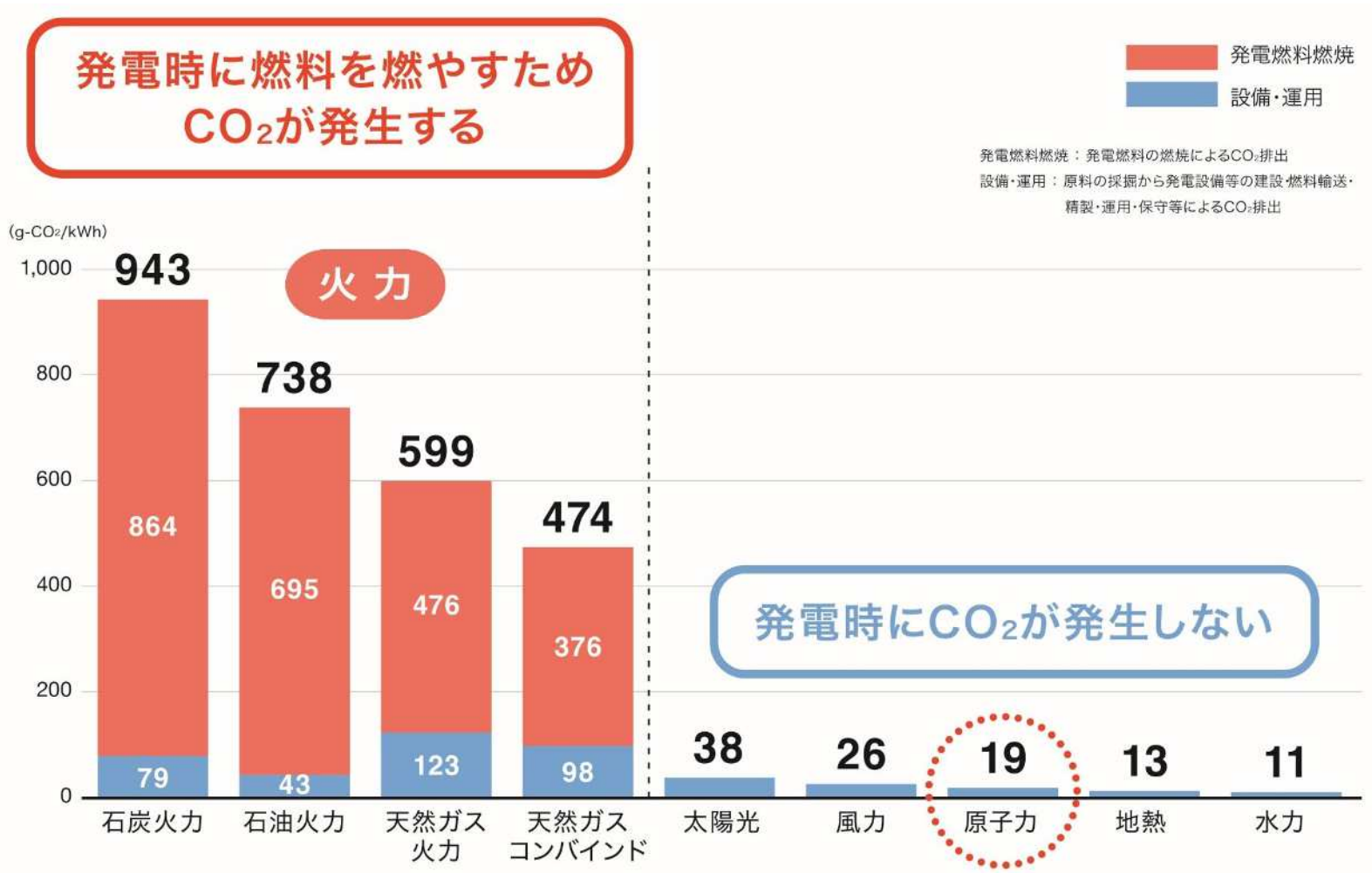


出典:温室効果ガスインベントリオフィス

日本のCO₂排出量はエネルギー転換部門(電気事業・ガス事業・熱供給事業)の割合が約4割。

また、エネルギー転換部門のうち、電気事業の割合は約9割。

・各電源のCO₂排出量



※発電燃料の燃焼に加え、原料の採掘から発電設備等の建設・燃料輸送・精製・運用・保守等のために消費されるすべてのエネルギーを対象としてCO₂排出量(原単位)を算出しています。

出典：電力中央研究所報告書(2016年7月)を基に作成

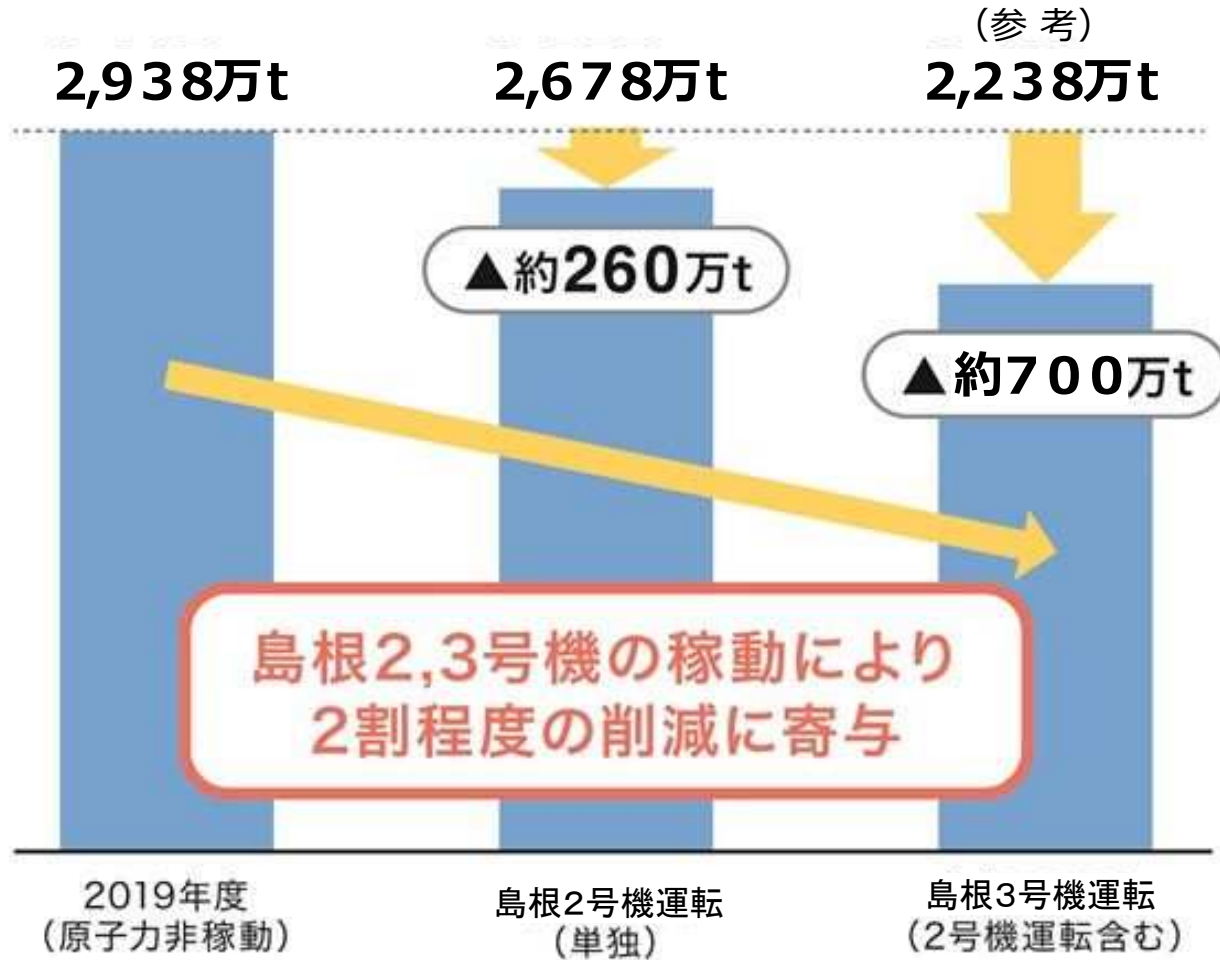
原子力発電は発電時のCO₂排出がゼロ。

➤ 当社の状況・課題（環境への適合）

ポイント

- 島根2号機の稼働により当社CO₂排出量の約1割の削減が可能となります。
（3号機も稼働した場合は約2割の削減が可能）
- 地球温暖化問題への取り組みを重要課題と認識し、「2030年度までに30～70万kWの再生可能エネルギーを新規導入」という目標を掲げ、積極的に導入拡大する計画としています。
- 再生可能エネルギーの導入拡大に加え、革新的な低炭素石炭火力発電の開発などに取り組んでいます。

・島根原子力発電所の稼働による当社CO₂排出抑制効果(試算値)



島根2号機,3号機の稼働によりCO₂排出量の約2割が削減可能。(2019年度の当社CO₂排出量比)

・再生可能エネルギーの開発

再生可能エネルギーの導入目標



中国地方における主な取り組み地点



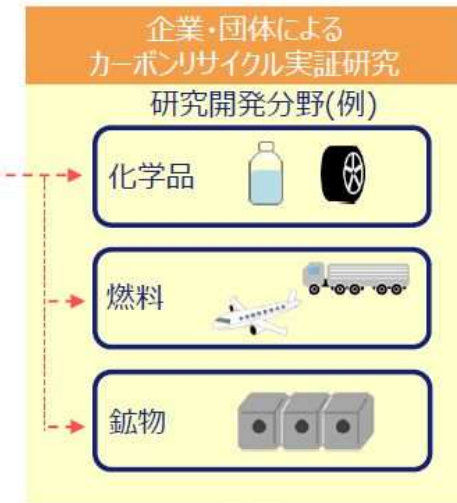
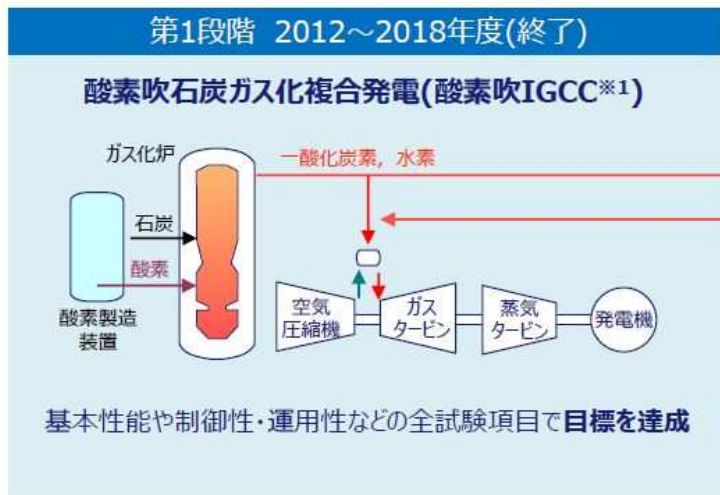
現在の主な取り組み内容

国内	太陽光	○光ソーラー発電の開発 [福山太陽光：2011年12月， 宇部太陽光：2014年12月] ○広島県との地域還元光ソーラー発電事業 [庄原：2013年10月，他6箇所]
	風力	○風力発電の開発 [海士風力：2018年2月]
	バイオマス	○IA・ウォーター(株)とのバイオマス発電事業 [山口県防府市：2019年7月]
海外	水力	○インドネシア水力発電事業 [出資参画：2019年3月]
国内	バイオマス	○木質バイオマスの混焼発電 [新小野田1,2号：2020年8月～混焼拡大] ○広島ガス(株)とのバイオマス発電事業 [広島県安芸郡海田町：2021年4月] ○IA・ウォーター(株)とのバイオマス発電事業 [福島県いわき市：2021年4月]
	水力	○既存水力のリペアリング [滝山川：2021年4月]
	バイオマス	○木質バイオマスの混焼発電 [三隅2号：2022年11月予定]
	水力	○既存水力のリペアリング [北原：2024年3月予定，他5発電所]
海外	風力	○台湾洋上風力発電事業 [運転開始：2022年予定]
	水力	○台湾水力発電事業 [運転開始：2024年予定]

■：至近1年間の新規導入案件，■：今後の新規導入案件

当社は、地球環境問題へ対応するため、積極的に再生可能エネルギーの導入拡大に取り組んでいます。

・参考：大崎クールジェンプロジェクト



実証試験設備の様子

- ※1 酸素を用いて石炭をガス化し、水素と一酸化炭素を主成分とする生成ガスを燃料とするガスタービンと蒸気タービンにより複合発電する技術。
- ※2 IGCCに燃料電池(FC)を組み合わせて発電効率を更に向上させる技術。

中国電力として
NEDO公募事業に2件採択

- ・ Gas-to-Lipidsバイオプロセスの開発
- ・ CO₂有効利用コンクリートの研究開発

電源開発(株)と共同で設立した大崎クールジェン(株)を通じ、石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)とCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力の実現を目指した実証試験を推進。

また、大崎クールジェン(株)が分離・回収したCO₂をカーボンリサイクルの研究を行う企業・団体へ供給することを計画しており、当社としてもNEDO公募事業の採択を受け、カーボンリサイクルの技術開発に取り組んでいる。

- ・参考：当社グループの太陽光，風力発電所の一例



福山太陽光発電所(中国電力)

所在地：広島県福山市箕沖町
出力：3,000kW
営業運転開始：2011年12月



海士風力発電所(ESS)

所在地：島根県隠岐郡海士町
出力：1,990kW
営業運転開始：2018年2月

・参考：石炭火力発電の高効率化・脱炭素化

[三隅発電所2号機の建設]

○利用可能な最良の発電方式である超々臨界圧(USC)の採用, バイオマス混焼の拡大等によって環境性にも優れた電源とし, 経年火力の代替とすることで環境負荷の低減にも努めていきます。



所在地	島根県浜田市
出力	100万kW
営業運転開始	2022年11月

[新小野田発電所1,2号機のバイオマス混焼拡大]

○地球温暖化防止に向けた取り組みの一環として, 二酸化炭素の排出量を削減する目的で, 2004年から木質チップによるバイオマス混焼発電の実証試験を経て, 2007年度から本格運用しています。これに加え, 更なる利用拡大に向けた設備改良を行い, 2020年7月からは木質ペレットも受入れ, バイオマス混焼の拡大を図っています。

