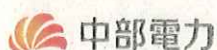


- **ベストミックスの実現に向けた施策**
- **浜岡原子力発電所の安全性向上に向けた取り組み**

2019年12月11日



経営講習会 講演資料

INDEX

- 01 | 世界と日本のエネルギー情勢 【5分】
- 02 | エネルギーミックス 【5分】
- 03 | 日本のエネルギー事情 【10分】
- 04 | 日本のエネルギー政策と原子力発電の役割について 【5分】
- 05 | 浜岡原子力発電所の概要 【5分】
- 06 | 浜岡原子力発電のしくみ 【5分】
- 07 | 浜岡原子力発電所の安全性向上対策 【10分】
- 質疑応答 【5分】

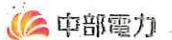
01

世界と日本のエネルギー情勢

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

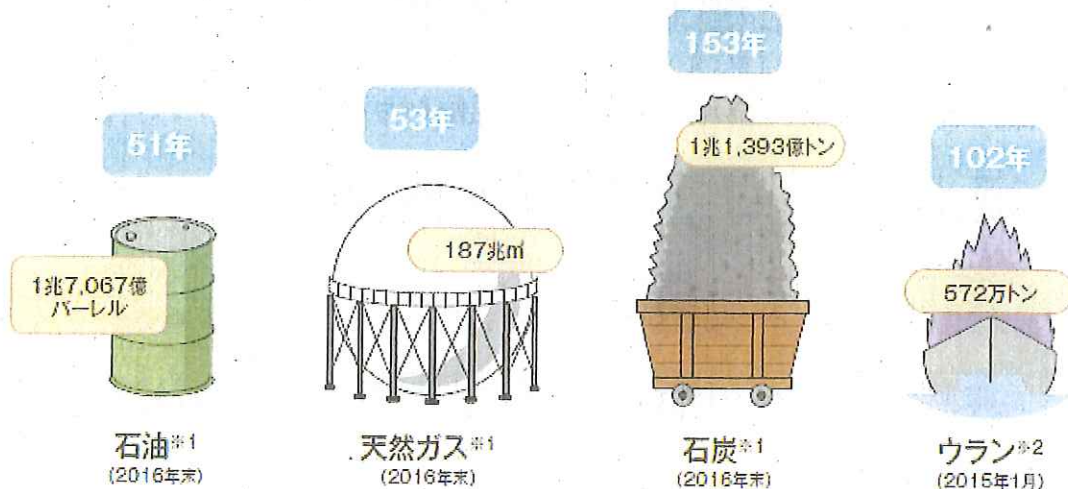
3

01 | エネルギー賦存量 ～資源には限りがある～



エネルギー資源の消費は急速に進んでおり、現在確認されている石油や天然ガスは、**50年程度で枯渇**するといわれている。ただし、**近年燃料掘削技術の進歩**により、**米国では非在来型のシェールガス・オイルの供給量が増加**している。

<世界のエネルギー資源確認可採埋蔵量>



(注) 可採年数=確認可採埋蔵量÷年間生産量
ウランの推定可採埋蔵量は130TWh、kgU未満

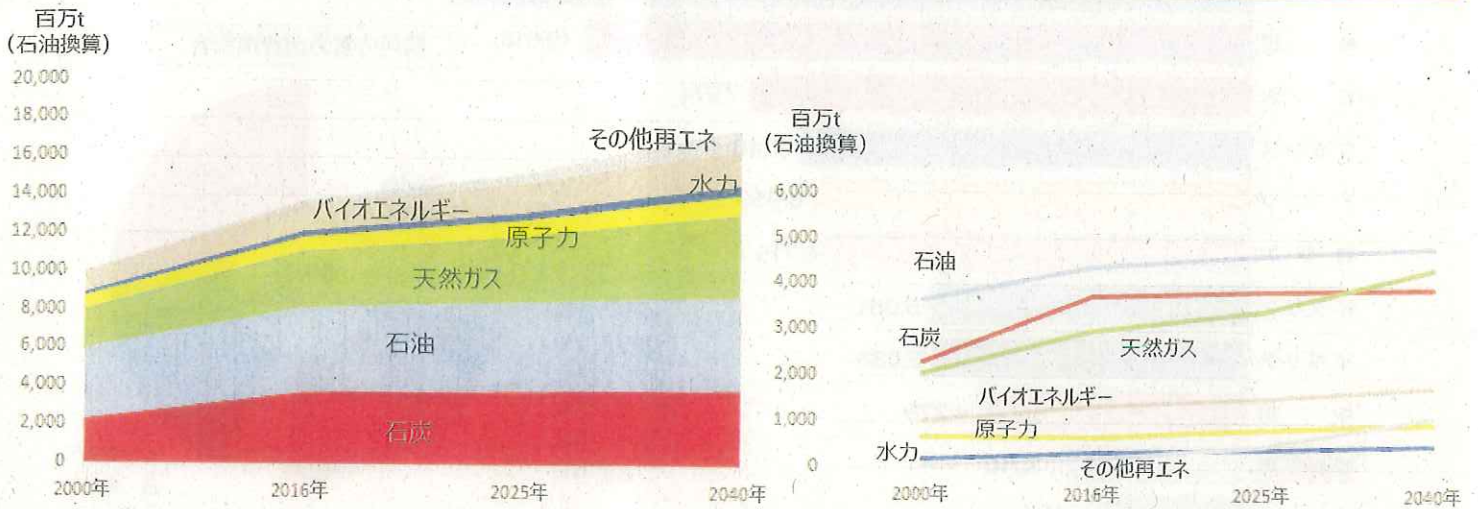
出典:(※1)BP統計2017 (※2)OECD・IAEA「Uranium2016」

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

4

01 | 世界の一次エネルギー需要の推移

- ・化石燃料の中で、相対的に環境負荷の小さい**天然ガスの増加率が最も大きい**
- ・全体に占める割合は小さいが、**バイオエネルギー・その他再エネも大幅に増加**

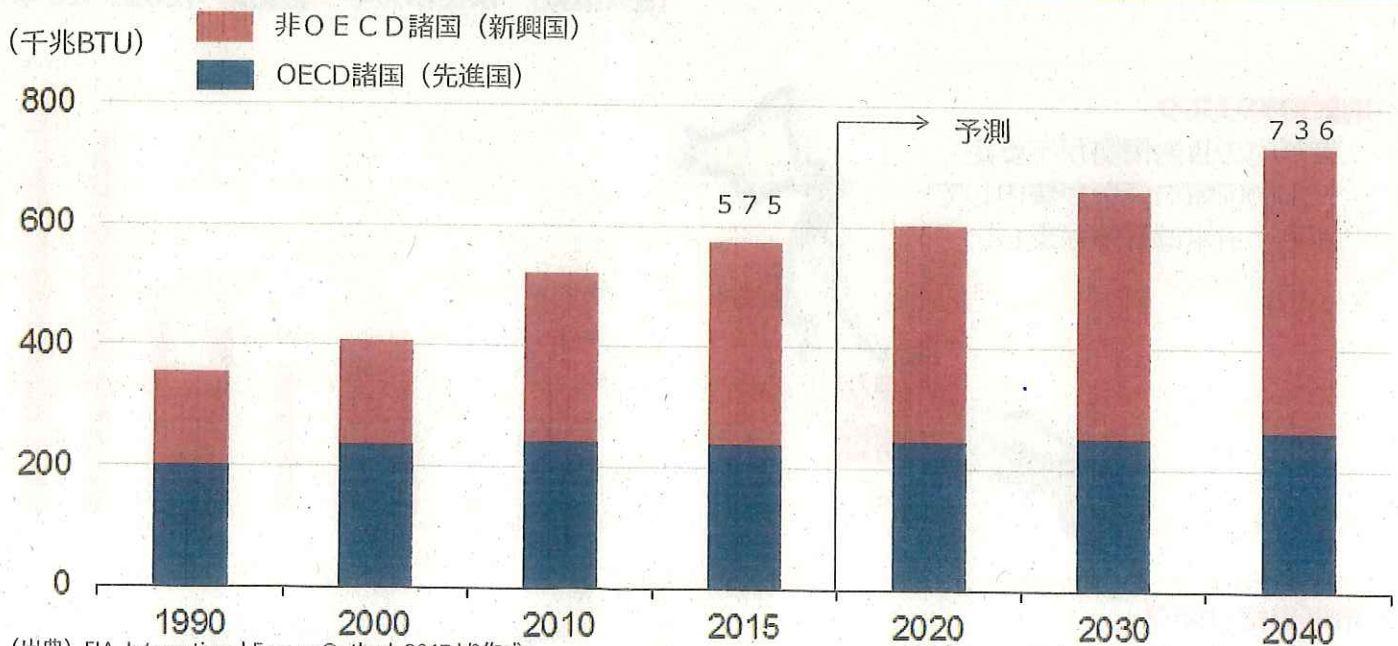


(出典) IEA, World Energy Outlook 2017より作成

01 | 世界のエネルギー消費の見通し

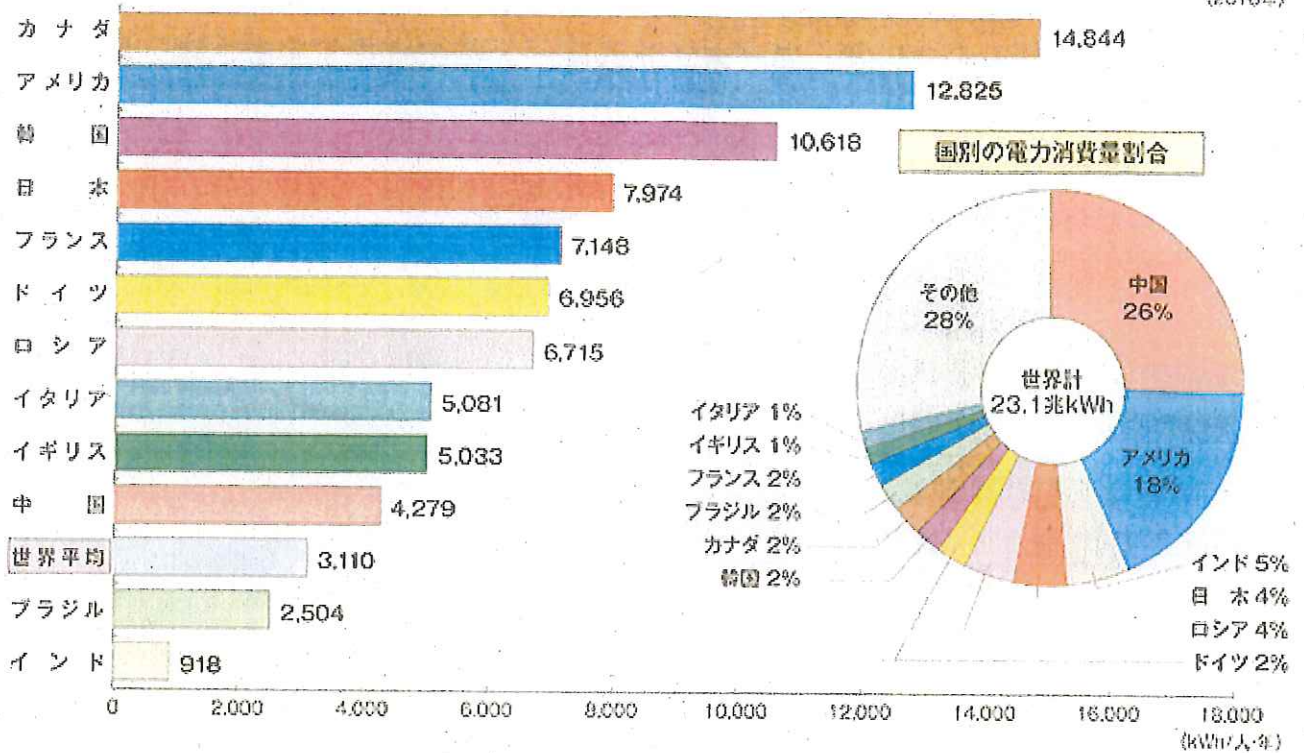
中国、インド始め新興国の経済成長により、消費が大きく伸びていく見通し

- ・非OECD諸国は、2015年から2040年にかけて41%増加
- ・OECD諸国は、2015年から2040年にかけて9%増加



(出典) EIA, International Energy Outlook 2017より作成

(2016年)



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

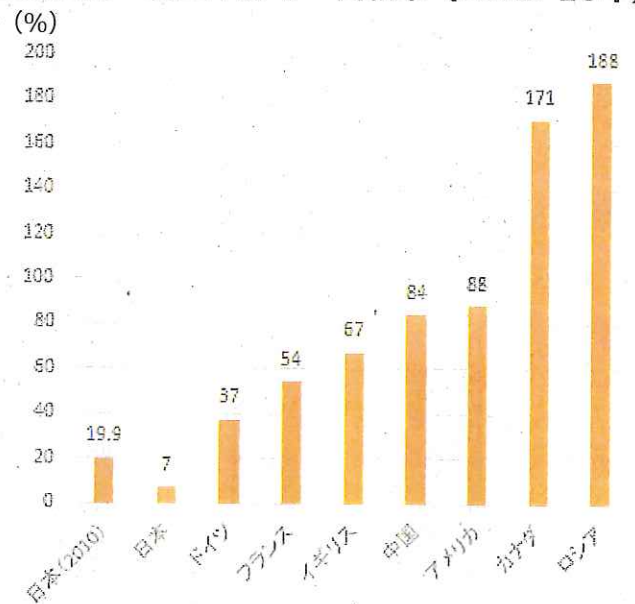
出典：原子力・エネルギー図面集

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

01 | 日本が抱える構造的な問題

日本は、資源に乏しく、島国であるため、**安定的なエネルギーの確保が困難という構造的な問題**を抱えている。

【主要国の一次エネルギー自給率 (2015・16年)】



※中国・ロシアは2015年、その他は2016年のデータ

(出典) IEA, World Energy Balances 2017より作成

地政学的リスク

- ・ 資源国の政治情勢が不安定
- ・ 一部の国家に資源が集中しており、日本は資源が乏しい



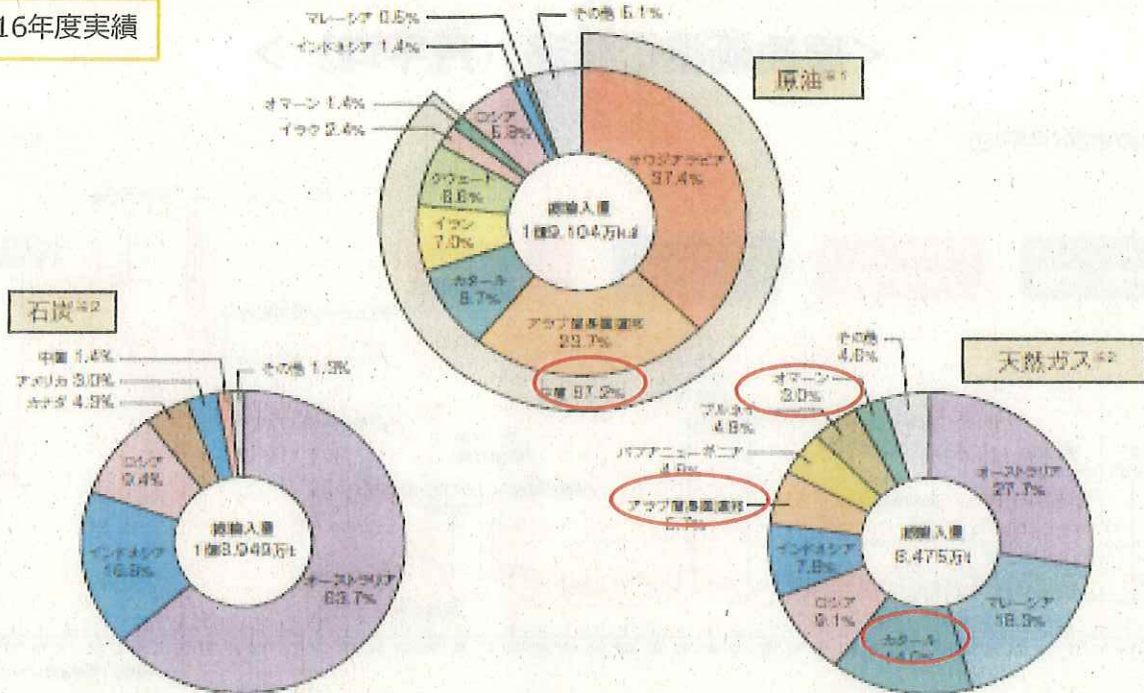
市場価格リスク

新興国需要の急増による価格上昇

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

中東依存度は、**原油が8割以上、天然ガスが3割程度**

2016年度実績



(注)四捨五入で合計値が合わない場合がある (出典) : ※1 石油連盟統計資料、※2 財務省貿易統計

01 | 増え続ける世界のエネルギー消費 ~リスクの顕在化~

- 日本は40年ほど前に、中東からの石油輸入が不足する「オイルショック」を経験しています。
- 石油が不足することにより生産が滞り、モノ不足と物価の猛烈な値上がりによって、社会は大混乱しました。



燃料不足の貼紙が出された → ガソリン (ガス) スタンド

← トイレtp紙を買rしめる人々
石油価格の高騰により、品不足の噂が流れ、不安からパニックが起きた。



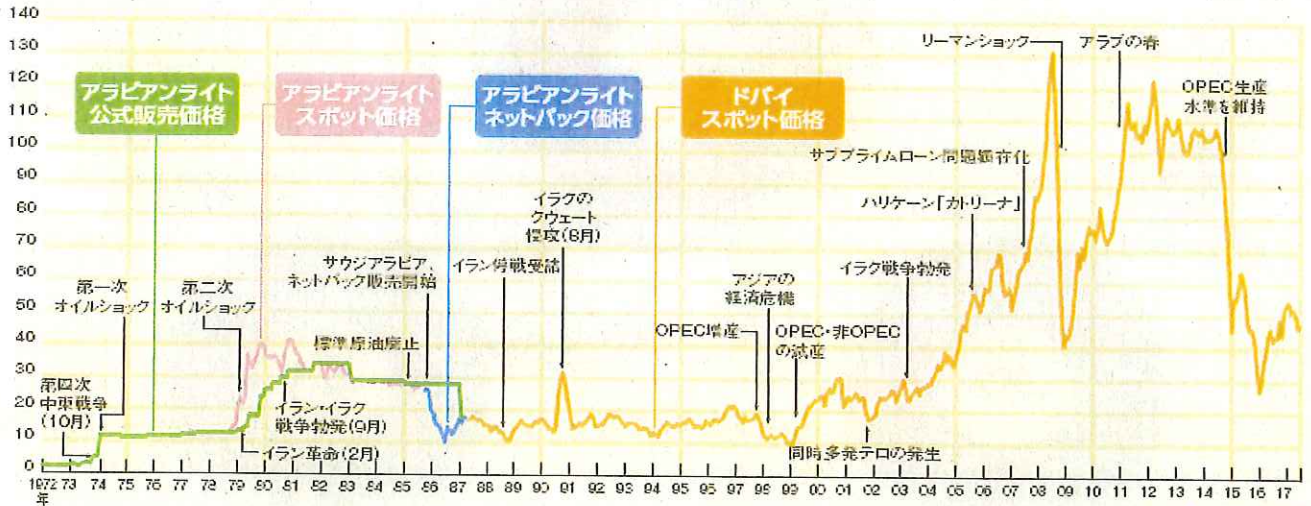
- 過去40年の原油価格を見ると、非常に大きく変動していることがわかります。
- 現在は中国などの景気減速にともなって値下がりがしていますが、再び値上がりする可能性があります。

<原油価格の推移 (月平均)>

(ドル/バレル)

■原油価格の推移(月平均)

単位:ドル/バレル



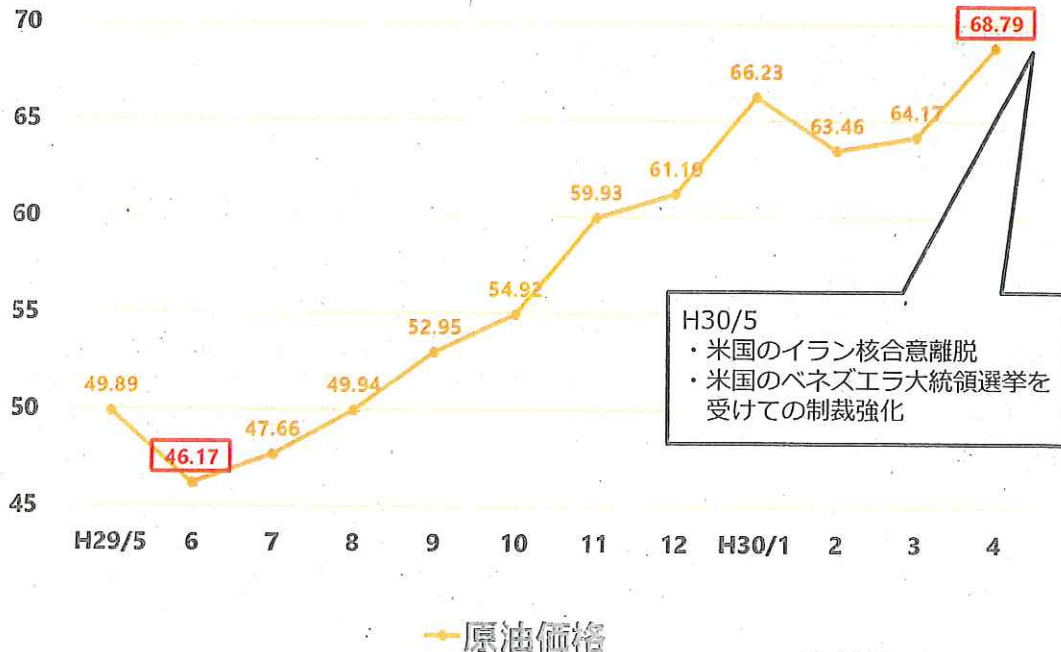
(出典) 石油連盟「今日の石油産業2017」

Copyright © CHUBU Electric Power Co.,Inc. All Right Reserved.

過去1年間の原油価格は、国際情勢等の影響を受け、再び**上昇傾向**にあります。

<直近の原油価格の推移 (H29/5～H30/4)>

ドル/バレル



(出典) 世界銀行HPより作成

Copyright © CHUBU Electric Power Co.,Inc. All Right Reserved.

02

エネルギーミックス

02 | 2030年のエネルギーに関する選択肢

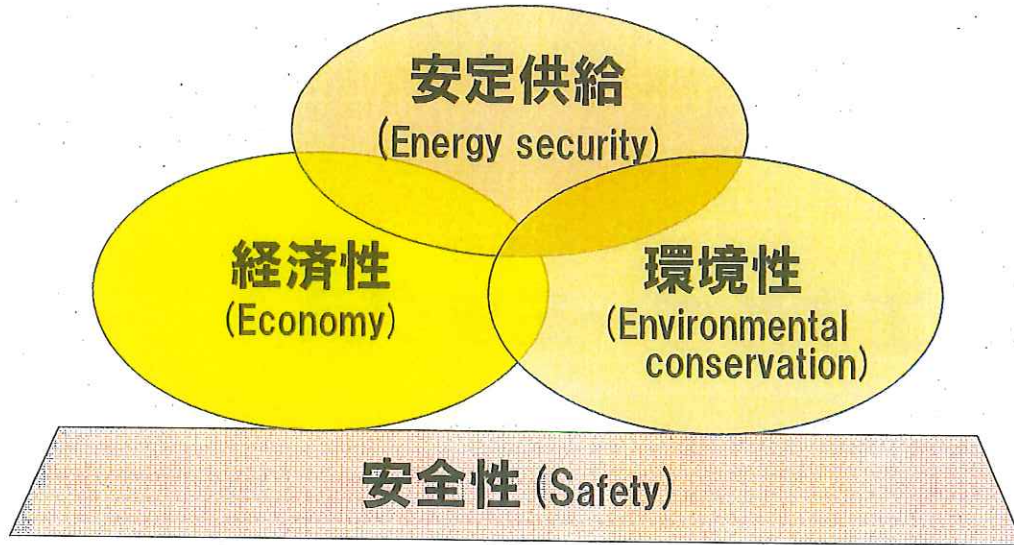
エネルギーを考える・選ぶポイント

- エネルギーを選ぶときに、どういう尺度（ものさし）で比較すればよいでしょう？
- 国や専門家の議論で良く使われるのは、S + 3 Eという考え方です。

エネルギーは、生活や経済活動の必需品だから...

- ①量が足りなくなると、パニックになる
=「安定供給」(Energy Security) も大切
- ②値段が高くなると、生活が困る
=「経済性」(Economy) も大切
- ③環境に優しくないと、地球が悲鳴を上げる
=「環境性」(Environmental Conservation) も大切

「安全性」(Safety) を満たすことを大前提に、上の3つの要素のバランスに配慮してエネルギーを考えるのが一般的



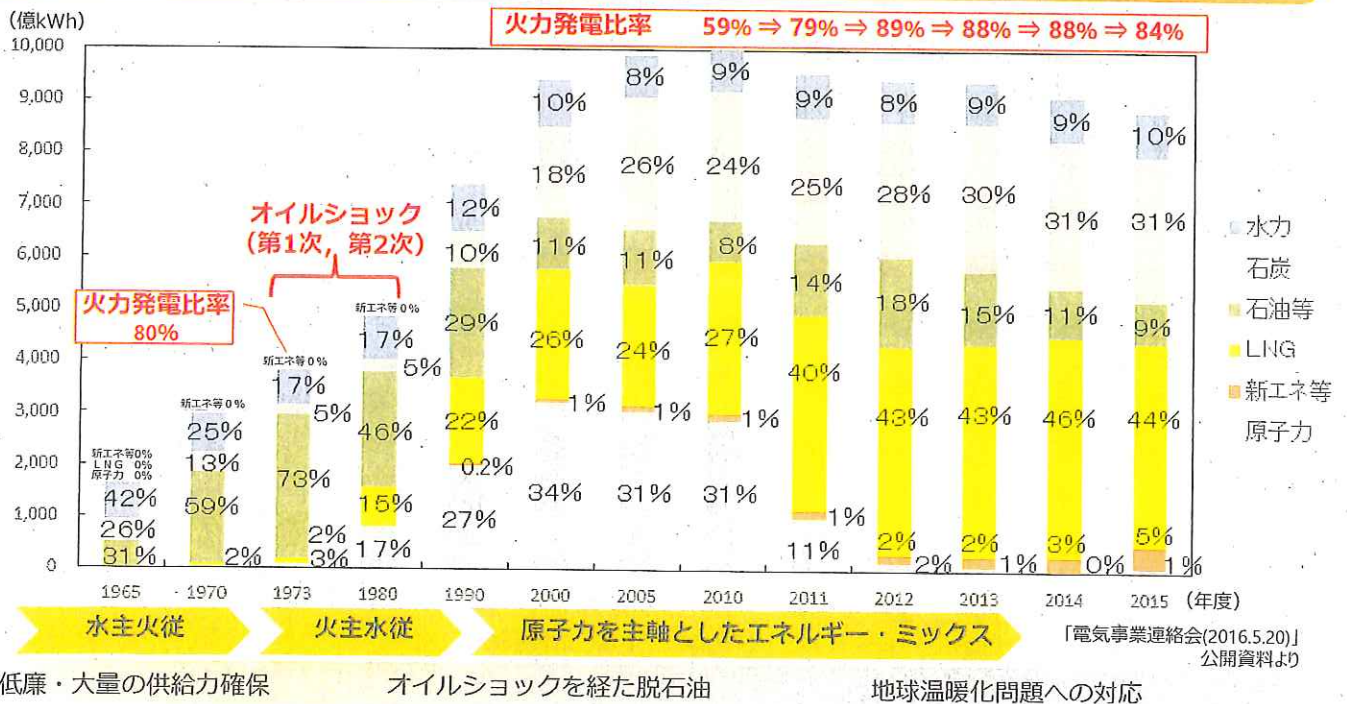
電気事業者は、

- ・ **安全性「S」の確保**を前提に、
- ・ 供給面における低炭素化・高効率化などにより、**「安定供給」「環境性」「経済性」の3つの「E」**を同時に達成し、
- ・ お客さまに**良質で安価な電気を安定的に供給**することが求められる。

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

02 | 安定供給確保 ～日本の発電電力量構成比の推移～

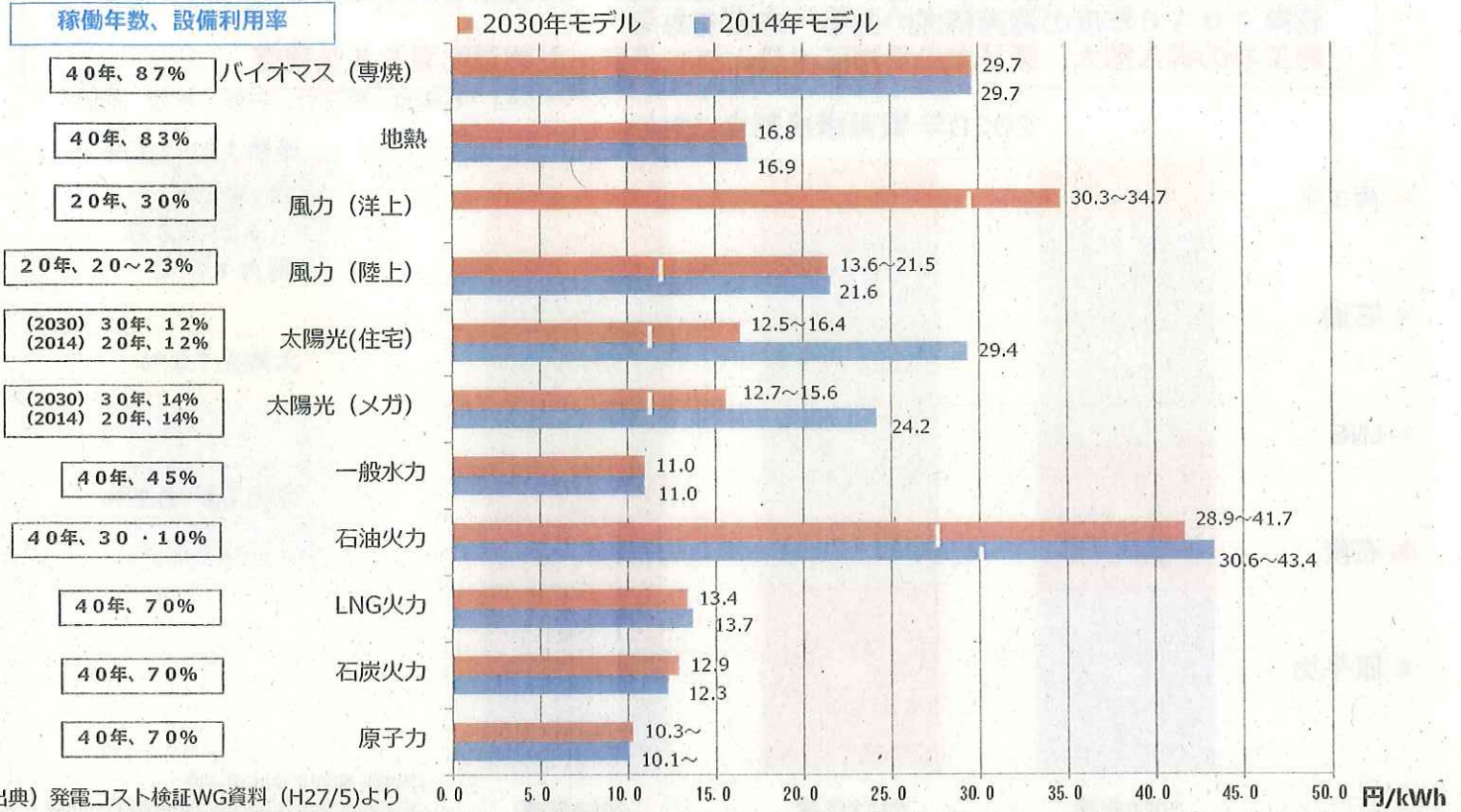
○オイルショックの反省を踏まえ、**脆弱なエネルギーセキュリティの改善**に向け電源構成を多様化してきた。
 ○震災後原子力発電所の停止により**火力発電比率は、2014年度には88%を超えオイルショック時（1973年度：80%）を上回っている。**



Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Right Reserved.

02 | 【経済性】 電源別の発電コスト

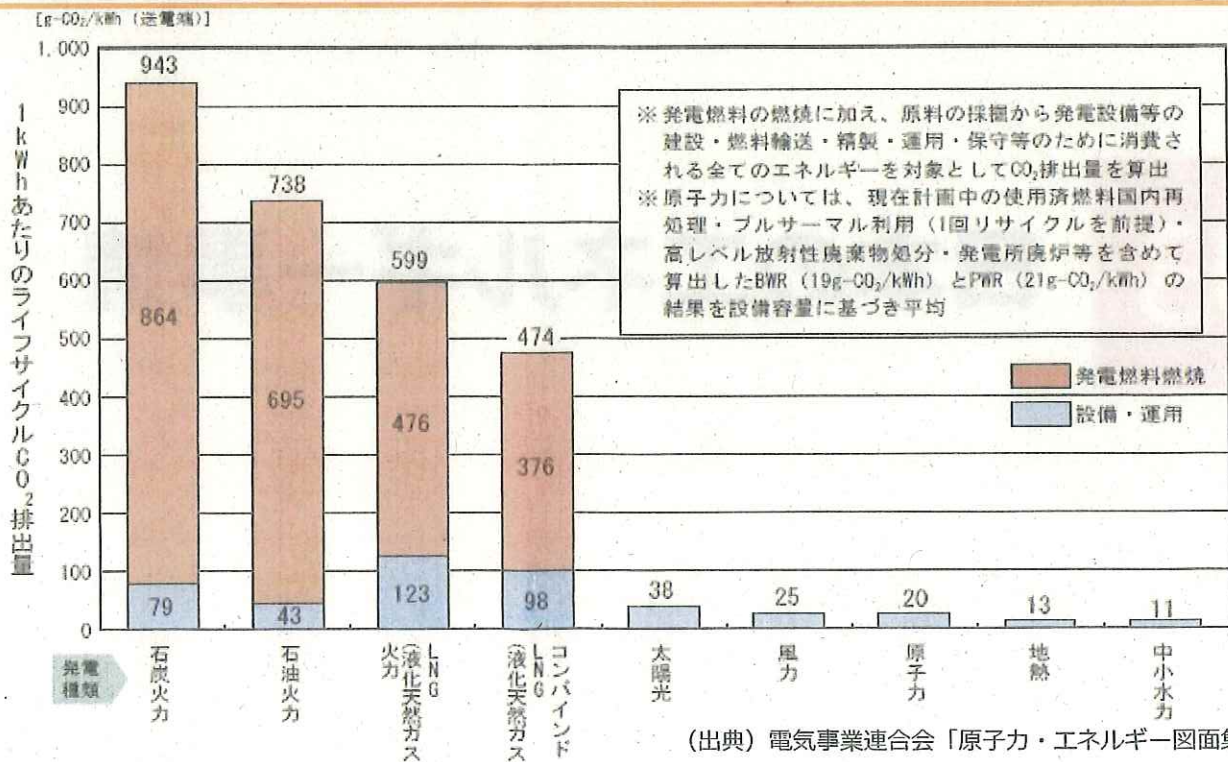
2030年エネルギーミックス検討のため発電コストの試算結果 (H27/5)



Copyright © CHUBU Electric Power Co. Inc. All Right Reserved.

02 | 【環境保全】 電源別のkWhあたりのCO2排出量

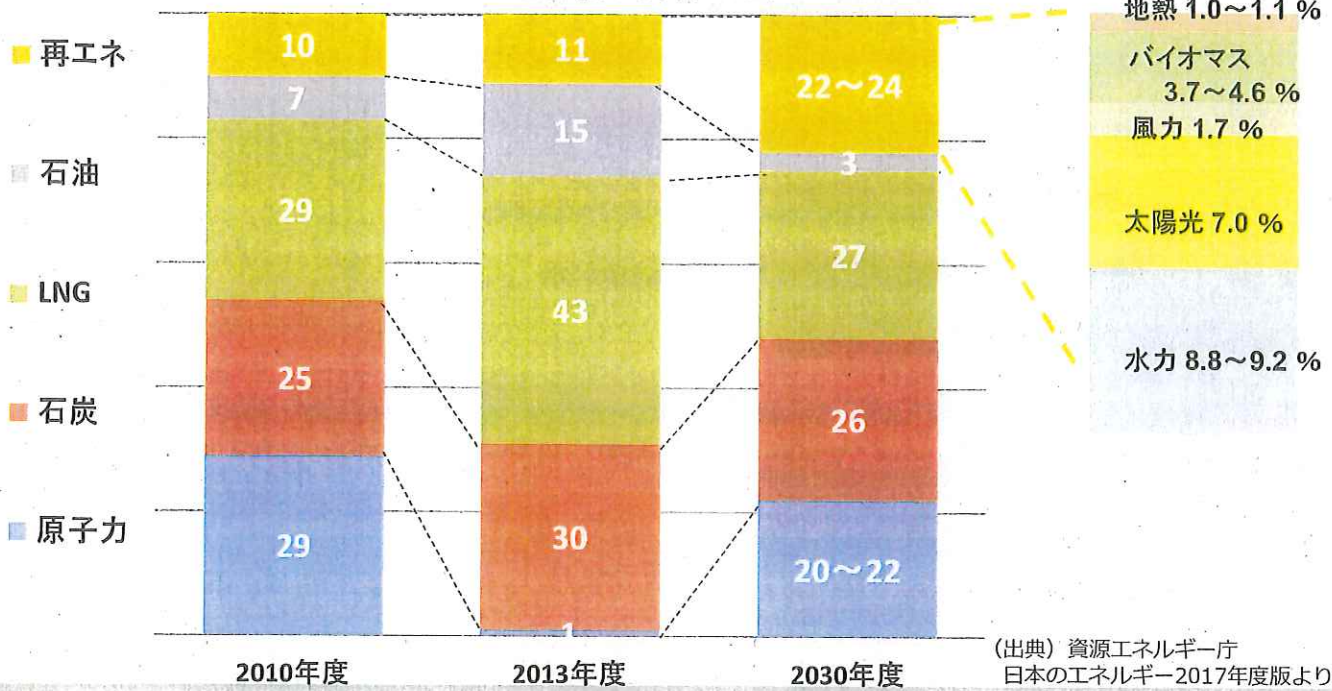
環境性の観点からは、**原子力や再生可能エネルギーを活用し、化石燃料の中でもより低炭素な燃料を選択、また、効率よく発電することが重要**



Copyright © CHUBU Electric Power Co. Inc. All Right Reserved.

- エネルギーの基本方針に基づき、3E+Sを達成すべく施策を講じたときに実現される、将来2030年度の電源構成のあるべき姿である
- 再エネの導入拡大、原子力の低減により、ベースロード電源比率56%程度

2030年 電源構成割合 (%) ※ベースロード電源：原子力、石炭、水力、地熱



(出典) 資源エネルギー庁
日本のエネルギー2017年度版より作成

Copyright © CHUBU Electric Power Co.,Inc. All Right Reserved.

03

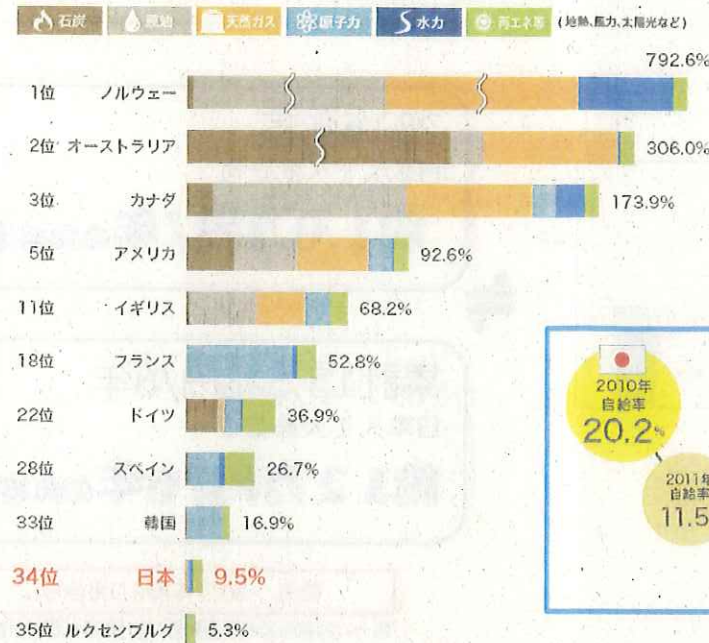
日本のエネルギー事情

03 日本のエネルギー事情

(2) エネルギー自給率の低下

●日本は石油や天然ガスなどの資源に乏しい国ではあるが、20.2%（震災前）の自給率を保っていた。しかし、原子力発電所の停止で、自給率は6.4%（2014年）まで落ち込んだ。
 ●その後、原子力発電所の再稼働、再生可能エネルギーの普及で、9.5%（2017年）まで持ち直してはいるが、他のOECD加盟国と比較しても低い水準のままである。

主要国の一次エネルギー自給率比較（2017年）

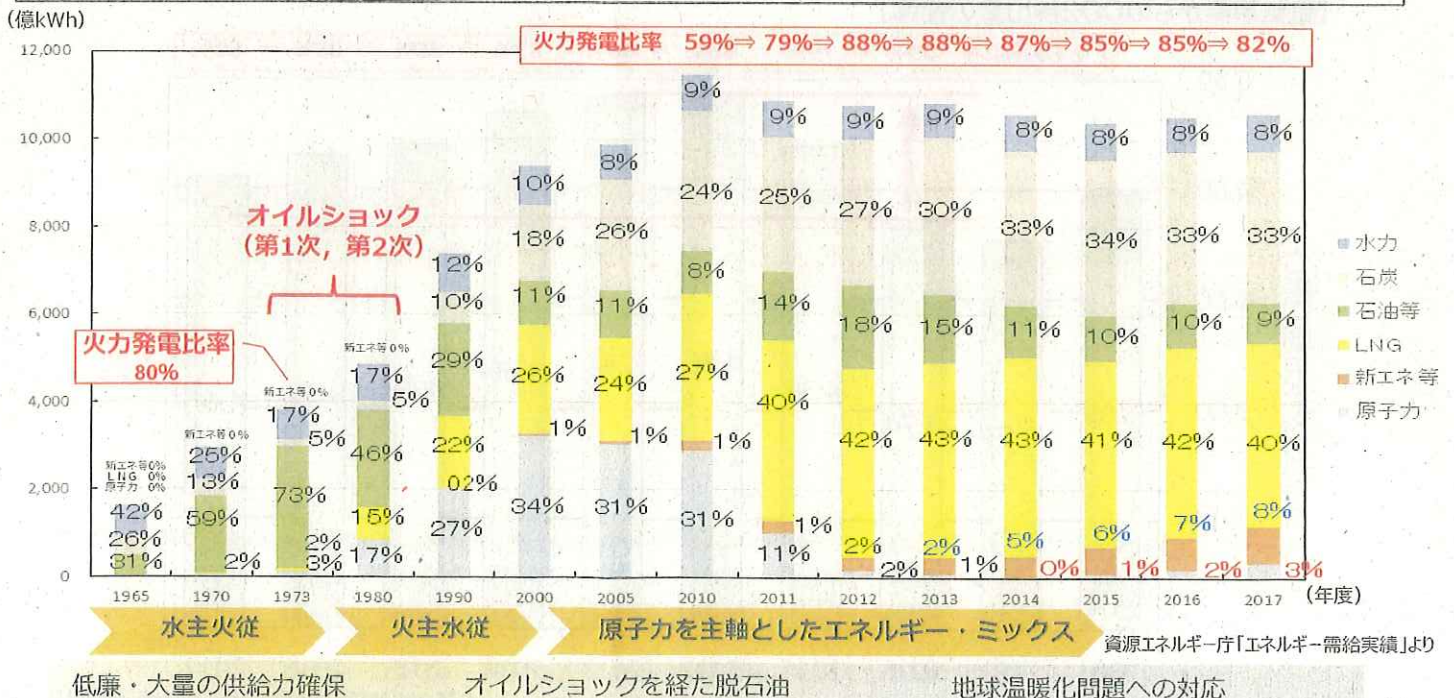


資源エネルギー庁「日本のエネルギー2018年度版」より

03 日本のエネルギー事情

(1) 日本の発電電力量構成比の推移

●かつて日本の火力発電比率は80%もあり、オイルショックにより、エネルギーセキュリティの脆弱性を強く認識し、原子力を主軸としたエネルギー・ミックスの実現を目指した。
 ●東日本大震災以降、原子力発電所の停止により、火力発電に依存した状況に戻った。
 現在の火力発電比率は80%半ばであり、オイルショック前をも上回るレベルで推移している。

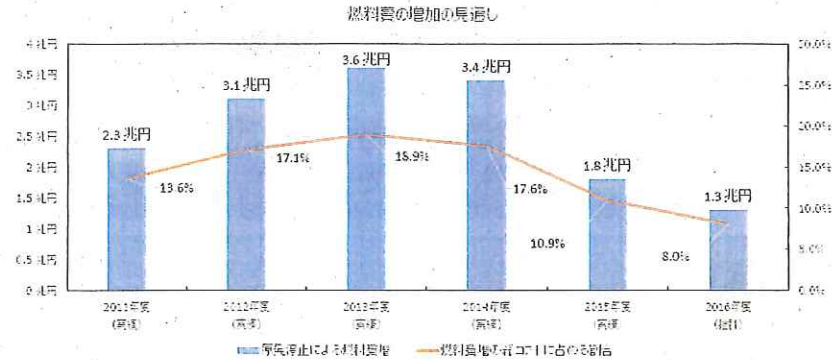


03 日本のエネルギー事情

(3) 燃料費の増加は、国富の流出

- 現在、原子力発電所が停止していることによる経済的影響は、極めて大きい。
- 資源の少ない日本にとって、火力発電の焼き増しによるコスト増は、化石燃料の輸入増加により、**国富の流出**となっている。
- 2015年度と比較すると燃料消費増加分は減少で推移。省エネ等による燃料消費量の減少および円高、さらには2016年度も引き続き、燃料価格が低下するものと推定される。

(兆円/年)



2016年度
日本人1人あたり
約1.0万円/年の負担増

累計15.5兆円/6年
日本人1人あたり
約12万円/6年の負担増

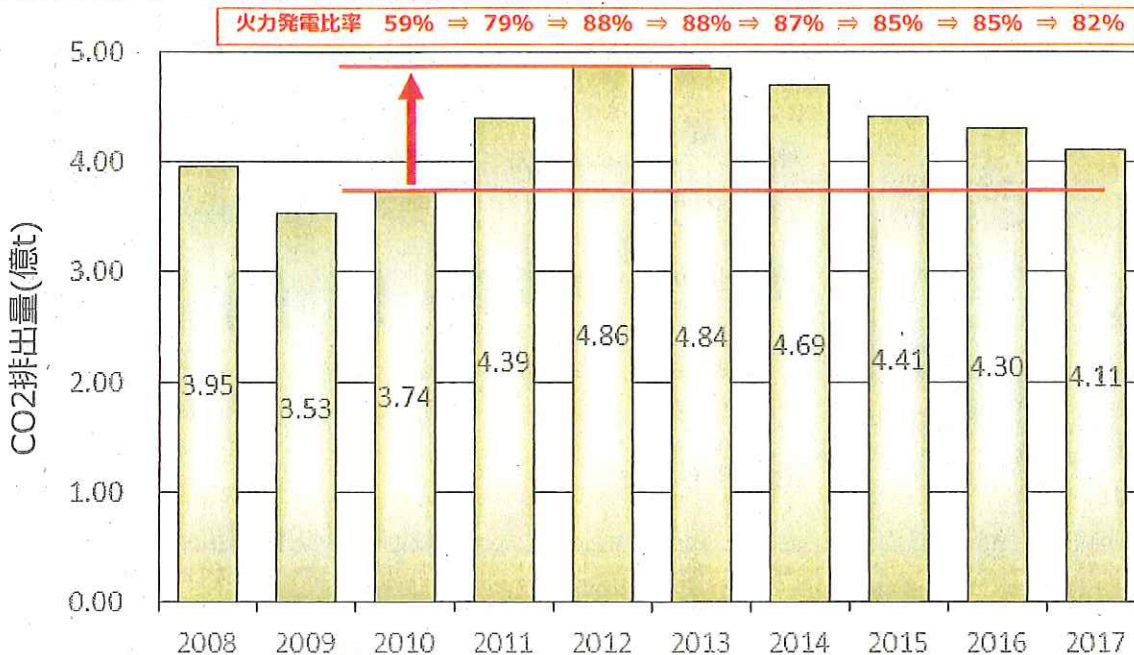
参考：2017年度より報告なし
電力・ガス基本政策小委員会「電力需給検証報告書」より

03 日本のエネルギー事情

(4) CO2排出量の増加～地球の温暖化対策

- CO2の排出量は、火力発電の発電電力量に依存。
- 震災後の原子力発電所停止に伴い、電気事業からのCO2排出量は1億トン以上激増。
- 現状は、原子力発電所再稼働、火力発電所リプレース、再生可能エネルギーの普及で、増加量は減少傾向。

【電気事業からのCO2排出量の推移】



環境省「2017年度の温室効果ガス排出量（確報値）について」より

03 日本のエネルギー事情

(5) 中東への依存度の増加～供給安定性の低下

朝日新聞DIGITAL 2019.6.13

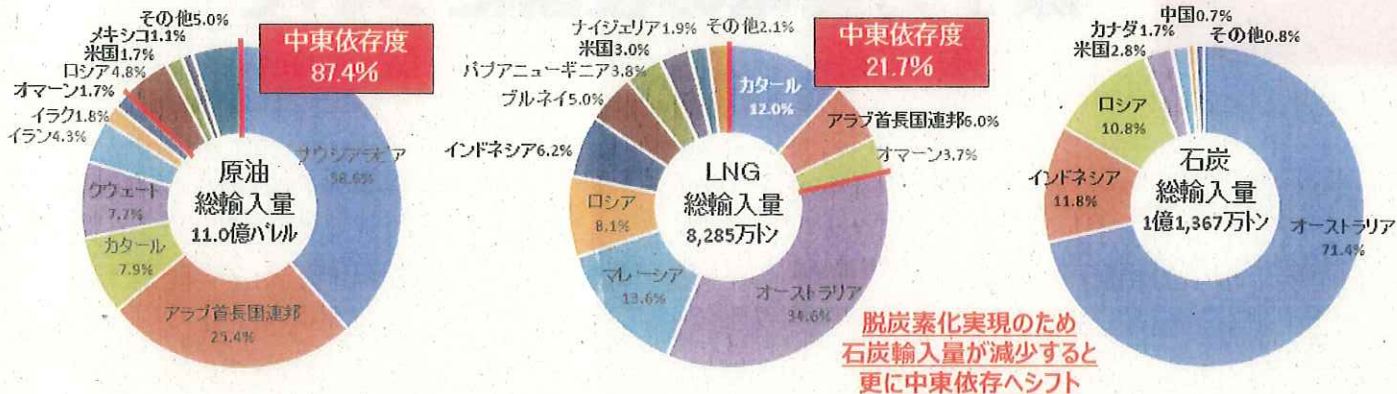
- 原油の9割、LNGの2割は中東から輸入している。
- ホルムズ海峡等で何らかの危機や封鎖が生じた場合には、調達が困難となるリスクがある。

アメリカとイランの関係悪化

- 2015年 アメリカ、ヨーロッパなど6か国とイランが締結（イラン核合意）
- 2018年5月8日 アメリカが離脱表明、イランへの制裁の再発動
- 2019年4月 アメリカ イラン革命防衛隊をテロ組織指定
- 2019年5月 アメリカ 空母、戦略爆撃機部隊をバクシャ湾へ派遣
- イラン 短距離弾道ミサイルを配備
- 2019年6月 ホルムズ海峡で、日本のタンカーに砲撃 → アメリカはイランの仕業と非難
- イラン アメリカの無人偵察機 撃墜 (2019.6.24時点)



【主なエネルギー資源の輸入先(2018年)】



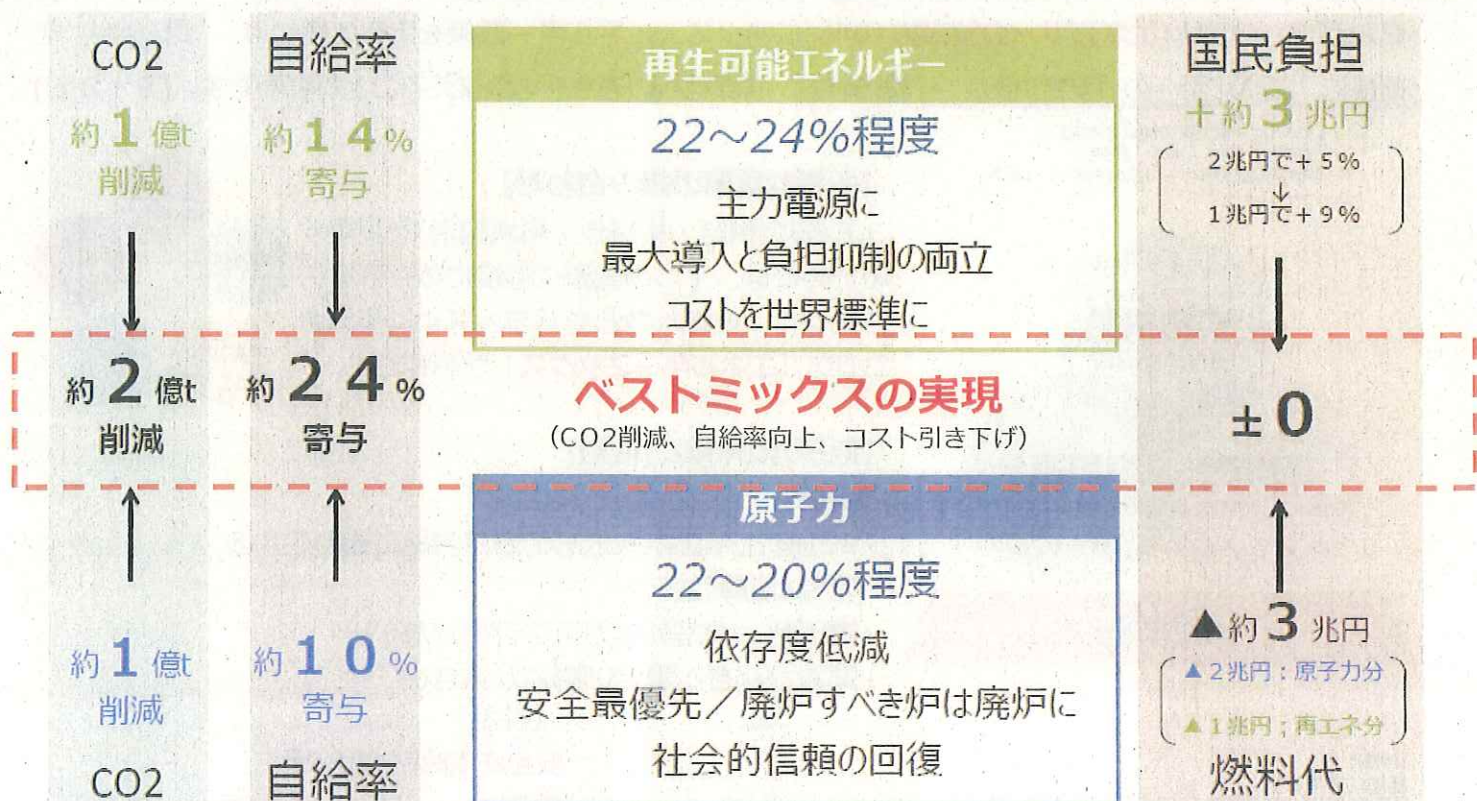
脱炭素化実現のため
石炭輸入量が減少すると
更に中東依存ヘシフト

資源エネルギー庁「日本のエネルギー2018」より

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Rights Reserved.

03 日本のエネルギー事情

(6) ベストミックス実現で脱炭素化、自給率向上、国民負担軽減



* CO₂コストは2013年度からの差分
* 再エネ24%、原子力20%の導入ケース

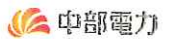
出典：資源エネルギー庁「原子力発電をとりまく状況（2018年1月15日）」

Copyright © CHUBU Electric Power Co., Inc. All Rights Reserved.

04

日本のエネルギー政策と 原子力発電の役割について

04| 日本のエネルギー政策と原子力発電の役割



資源が乏しい日本(エネルギー自給率約10%)において、エネルギー政策を考える際には、『安全性』を前提に、エネルギーの『安定供給』・『経済性』・『環境への適合』を踏まえることが重要です。(S+3E)

【エネルギー自給率約10%の内訳】
原子力：1.4% 水力：3.5%
再生可能エネルギー（水力を除く）：4.7%



【多様な電源の組み合わせ】

3E(安定供給・経済性・環境適合)を実現するためには、1つの電源に過度に依存するのではなく、多様な電源をバランスよく組み合わせる「**エネルギーミックス**」が必要です。



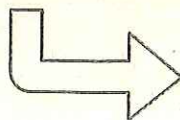
【原子力の特徴と役割】

《特徴》

- ・ 準国産エネルギーとして安定供給に優れている
- ・ 安価な運転コスト
- ・ 運転時、温室効果ガスの排出がない
- ・ 事故が起きた場合の影響が大きい

《役割》

安全の確保を大前提に、
重要なベースロード電源として活用



【出典】
資源エネルギー庁
「平成29年度(2017年度)のエネルギー需給実績(確報)」
「エネルギー基本計画(平成30年7月)」
電気事業連合会「原子力コンセンサス」を基に作成

今、日本は様々なエネルギー問題を抱えています。

資源エネルギー庁
「平成29年度(2017年度)エネルギー需給実績(確報)」
「日本のエネルギー2018エネルギーの今を知る10の質問」を基に作成

自給率の低下

日本のエネルギー自給率は、OECE35ヶ国中34位です。

- 1位…ノルウェー：約793%
- 3位…カナダ：約174%
- 5位…アメリカ：約93%
- 18位…フランス：約53%
- 22位…ドイツ：約37%
- 34位…日本：約10%
- 35位…ルクセンブルク：約5%
(2017年、日本のみ2017年度)

安定供給

電気を必要な時に必要なだけ使えるように

- 国産・準国産エネルギー源である再生可能エネルギー、原子力の活用。

電力コストの上昇

化石燃料の依存度が高まると電気料金は大きく上昇します。(2014年度)

電灯料金(主に一般家庭用)
25%上昇
(2010年度比)

電力料金(主に工場・オフィス用)
38%上昇
(2010年度比)

経済性

家計のために電気料金は安く

- 安価な電源である原子力発電、石炭火力の活用。

CO₂排出量の増加

化石燃料による発電で二酸化炭素の排出量は増加します。

電力部門のCO₂排出量(百万トン-CO₂)

- 2010年度…453
- 2013年度…573
- 2015年度…519
- 2017年度…494(速報値)

環境

CO₂などの温室効果ガスの排出を抑える

- CO₂を排出しない再生可能エネルギー、原子力の活用。
- 石炭火力の効率化、LNG火力の活用

安全性

どの発電方法を選ぶにしても、事故や自然災害などに対して**安全性を確保することが前提です。**

05

浜岡原子力発電所の概要

05 | 浜岡原子力発電所の概要

- ・発電所は静岡県御前崎市に位置しています。
- ・当社は、これまで御前崎市をはじめ牧之原市、掛川市、菊川市ならびに静岡県と「安全協定」を結んできました。
- ・また、2016年7月8日、新たに島田市、磐田市、焼津市、藤枝市、袋井市、吉田町、森町（5市2町）ならびに静岡県と「県・5市2町の安全協定」を結びました。



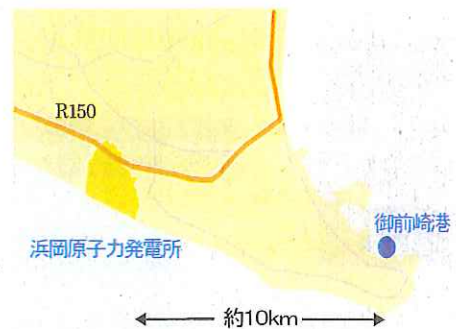
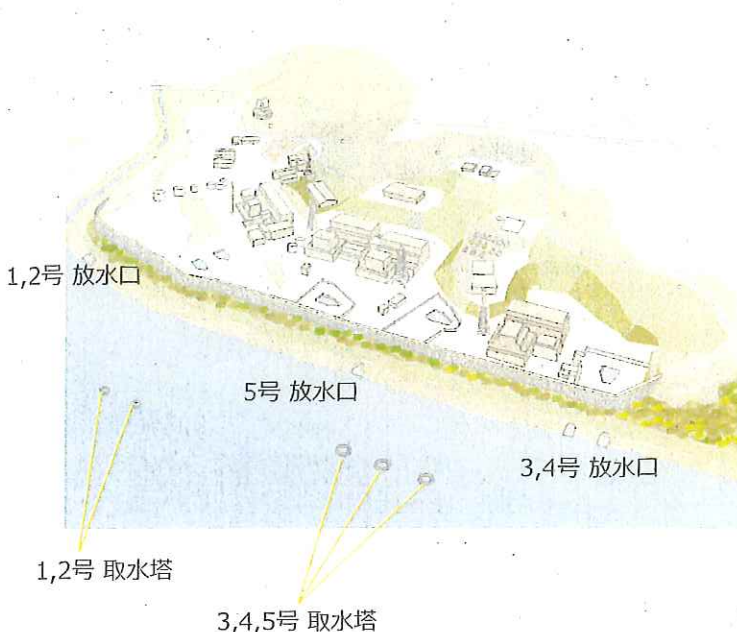
浜岡原子力発電所と隣接市の位置関係

- 4市人口：約24.5万人(2019年3月末)
御前崎市…3.3万人、牧之原市…4.6万人、掛川市…11.8万人、菊川市…4.8万人
- 5市2町を含む11市町のうち、PAZ^{※1}+UPZ^{※2}内人口：約84万人(2016年4月)

- ※1 PAZ: Precautionary Action Zone
予防的防護措置を準備する区域（原子力施設から概ね半径5km圏内）
- ※2 UPZ: Urgent Protective action planning Zone
緊急防護措置を準備する区域（PAZの外側の概ね半径30km圏内）

05 | 浜岡原子力発電所の概要

- ・敷地面積は約160万㎡（東西に約1.6km 南北に約1km）です。
- ・日本で唯一、敷地前面に専用の港を設けていない原子力発電所です。このため、大型機器等は、発電所と御前崎港との間を陸上輸送しています。
- ・原子炉で発生させ、タービンを回した後の蒸気を間接的に冷やす海水は、沖合600mに設置した取水塔から取水しています。



原子炉圧力容器の陸上輸送の様子



御前崎港の専用岸壁・専用クレーン

05 | 浜岡原子力発電所の概要

- ・ 1～4号機は沸騰水型軽水炉（BWR）、5号機は改良型沸騰水型軽水炉（ABWR）です。
- ・ 現在、1,2号機は廃止措置中。3,4号機は適合性確認審査中。5号機は海水流入事象に伴う対応中です。

1号機(54万kW) 2号機(84万kW)

廃止措置中
(2009.1.30運転終了)

2015.2 燃料搬出完了
現在、原子炉領域周辺設備解体中

5号機(138万kW)

安全性向上対策実施中

海水流入事象対応中

3号機(110万kW) 4号機(113.7万kW)

安全性向上対策実施中

新規制基準への適合性確認審査

2015.6.16 申請 2014.2.14 申請



	浜岡の規模	静岡県(富士川以西・60Hz区域)
最大電力	361.7万kW (3～5号機の総電気出力)	406.0万kW 【2016年8月9日】
年間電力需要	発電電力量 (震災前の3年度平均※) 220億5,700万kWh	205億858.3万kWh 【2016年度実績】

※：2006年度～2008年度

内閣総理大臣要請を受けて停止
(4号機2011.5.13、5号機2011.5.14)

05 | 浜岡原子力発電所の概要

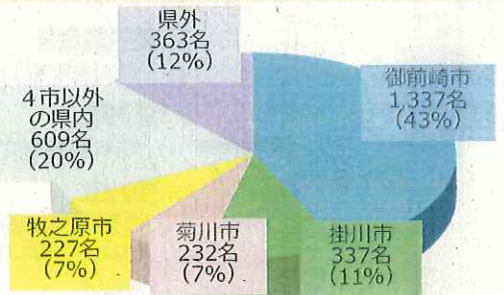
- ・ 発電所で働く従業員は協力会社含めて約3,100名です。半数以上が4市に在住しています。

従業員数（住所別）

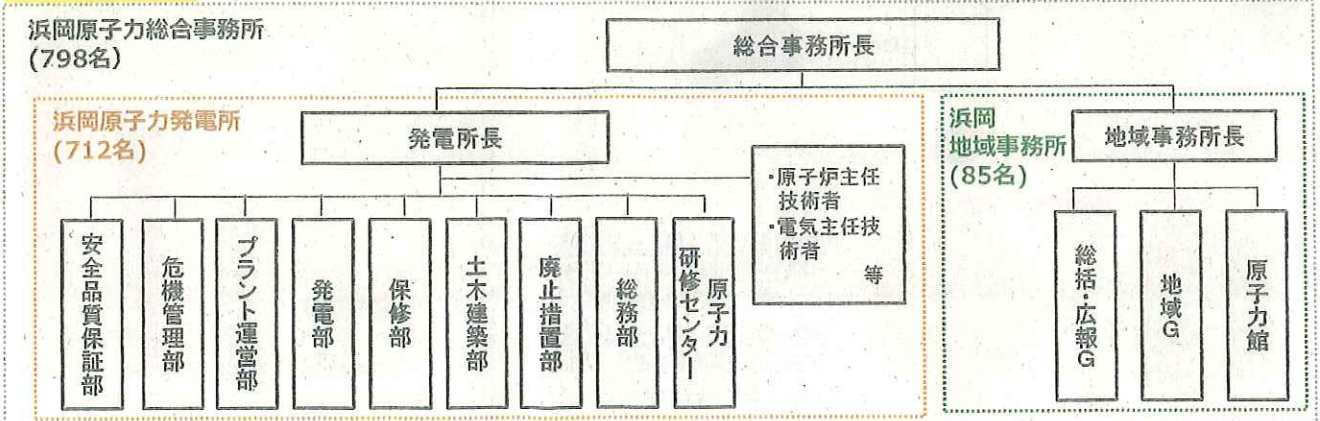
中部電力： 798名
協力会社： 2,307名

4市	2,133名 (69%)
4市以外の県内	609名 (20%)
県外	363名 (12%)
計	3,105名

(2019年10月1日)



発電所の組織図



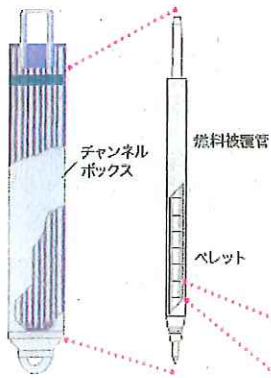
・ 2012年7月1日より、原子力安全技術研究所（本店技術開発本部所属）を発電所構内に設置

06

原子力発電のしくみ

06 | ウラン燃料

燃料集合体 燃料棒



燃料集合体

燃料棒を束ねたもの (長さ4.5m×幅14cm)

燃料棒

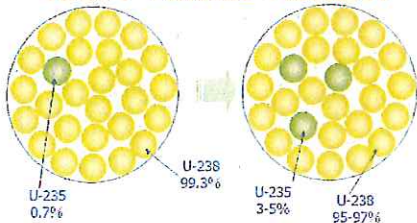
燃料被覆管にペレットを詰めたもの

ペレット

ウランを焼き固めたもの
(ペレット1個にて1家庭の約8か月分の電力量に相当)



天然ウラン ⇒ 濃縮処理 ⇒ 低濃縮ウラン



ウラン235 (U-235)

中性子を吸収すると、核分裂して、エネルギーを発生する。

ウラン238 (U-238)

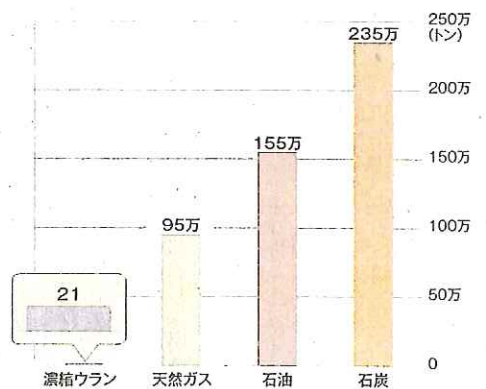
中性子を吸収すると、プルトニウム239 (Pu-239) になる。

エネルギー密度の比較

ウランはエネルギー密度が高く、同じ量の電気を作るために必要な燃料が、石油や石炭、天然ガスなどに比べて桁違いに少ない量で済みます。

このため、輸送や貯蔵が便利であるという特徴もあります。

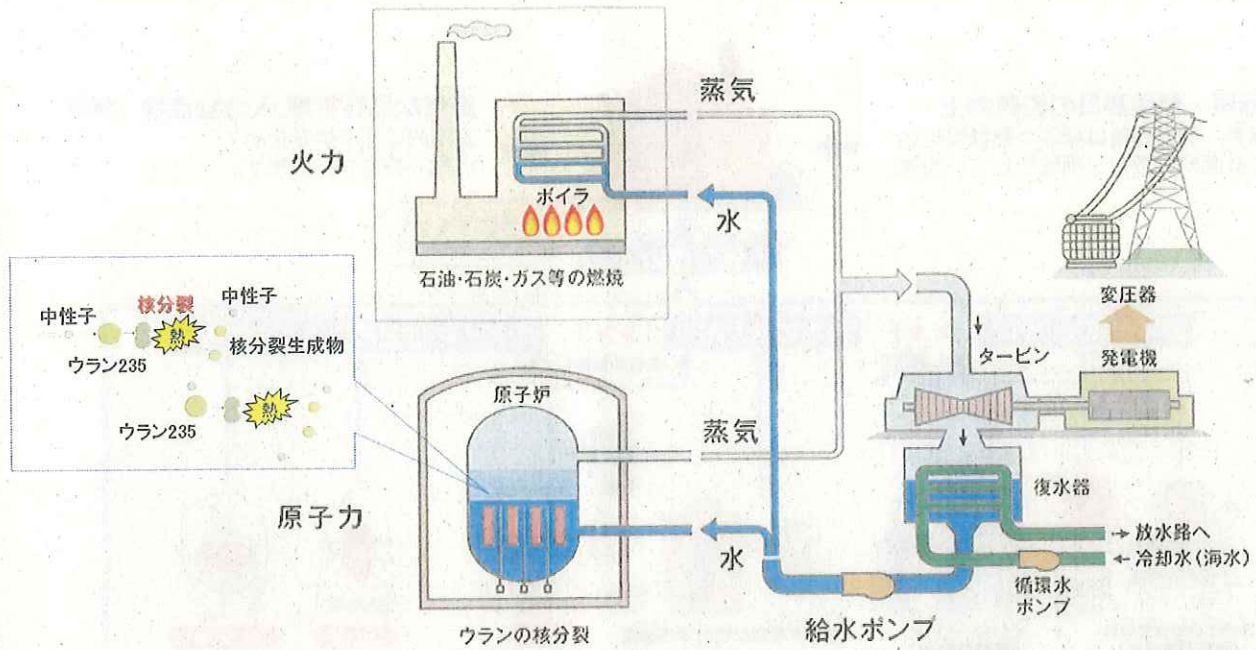
■ 100万kWの発電所を1年間運転するために必要な燃料



出典：資源エネルギー庁「原子力燃料のしくみ」

06 | 火力発電と原子力発電のちがい

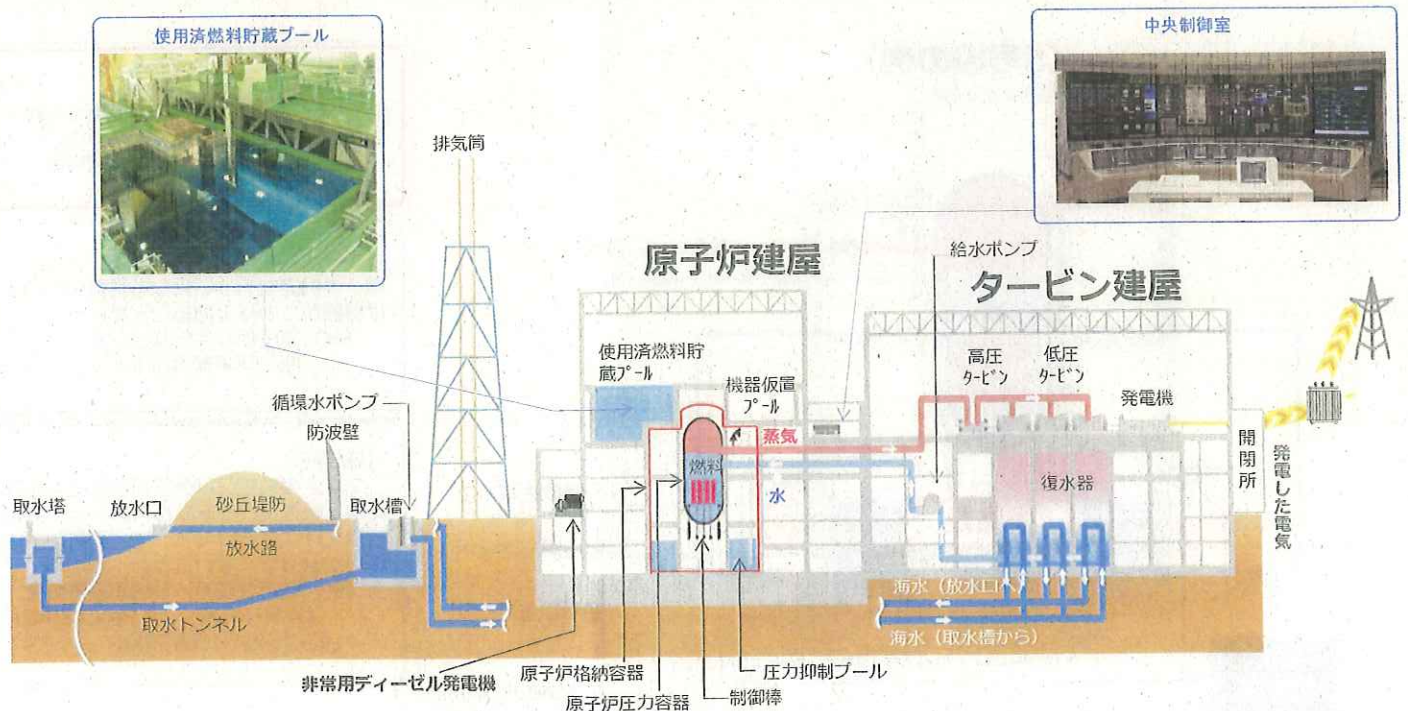
- ・火力発電は、石油・石炭・LNGなどを燃やして蒸気を作り、タービンを回すことで発電します。
- ・原子力発電は、ウランの核分裂による熱で蒸気を作り、タービンを回すことで発電します。



出典：「原子力・エネルギー」図面集2015 5-1-1

06 | 原子力発電のしくみ

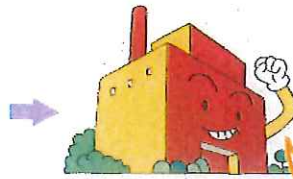
原子力発電は、ウランの核分裂による熱を利用しています。この熱で水を沸かし、その蒸気の中で、タービンを回転させることで、発電機で電気をつくります。



06 | 浜岡原子力発電所の設計の特徴（安全確保のしくみ）

原子力発電所では、「危険なものを扱っている」「機械は故障する場合もある」「人はミスをする場合もある」ということを前提に、何重もの安全対策をとって安全を確保しています。

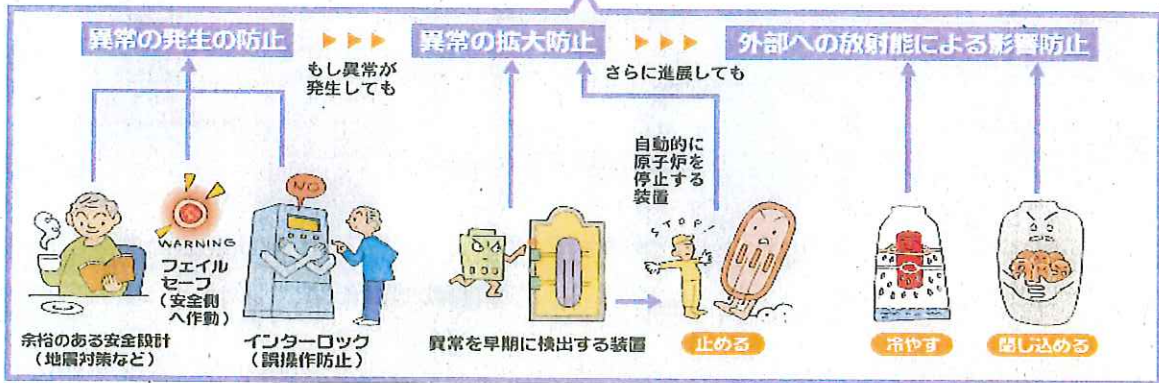
運転員・保守要員の資質向上
 運転員・保守要員は経験や熟練度に応じて計画的に教育・訓練をしています。



厳重な品質管理, 入念な点検・検査
 定期的に原子炉を止めて点検・検査を行います。

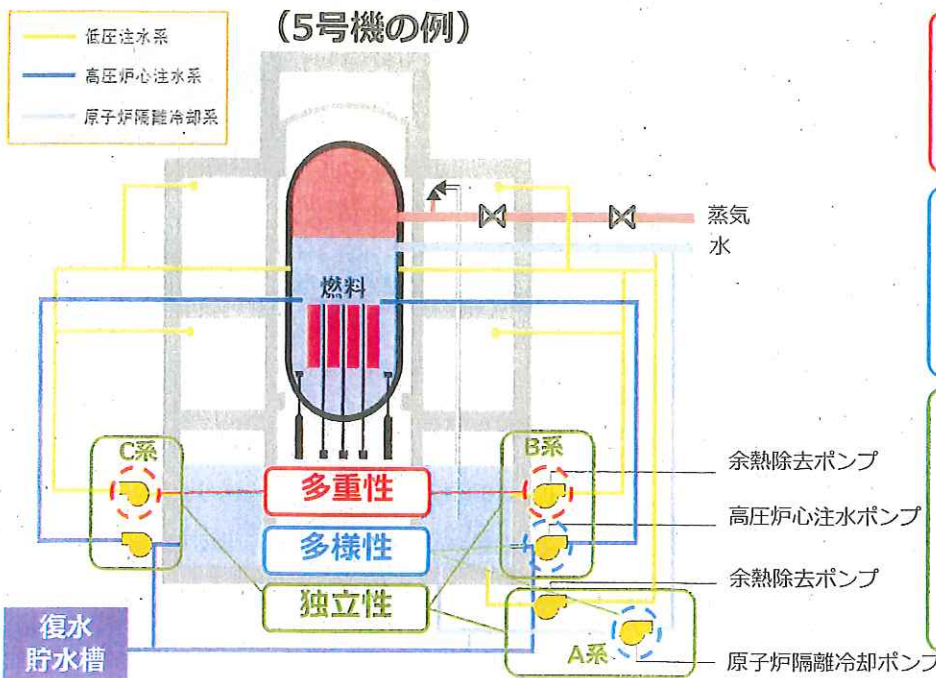
多重防護の設計

同じ機能をもった装置が2つ以上ある



06 | 浜岡原子力発電所の設計の特徴（非常用炉心冷却装置の例）

配管等の破断により原子炉内の水が減少した場合に備えて、原子炉内への水を注入する非常用炉心冷却装置は、【多重性】【多様性】【独立性】を備えた系統としています。

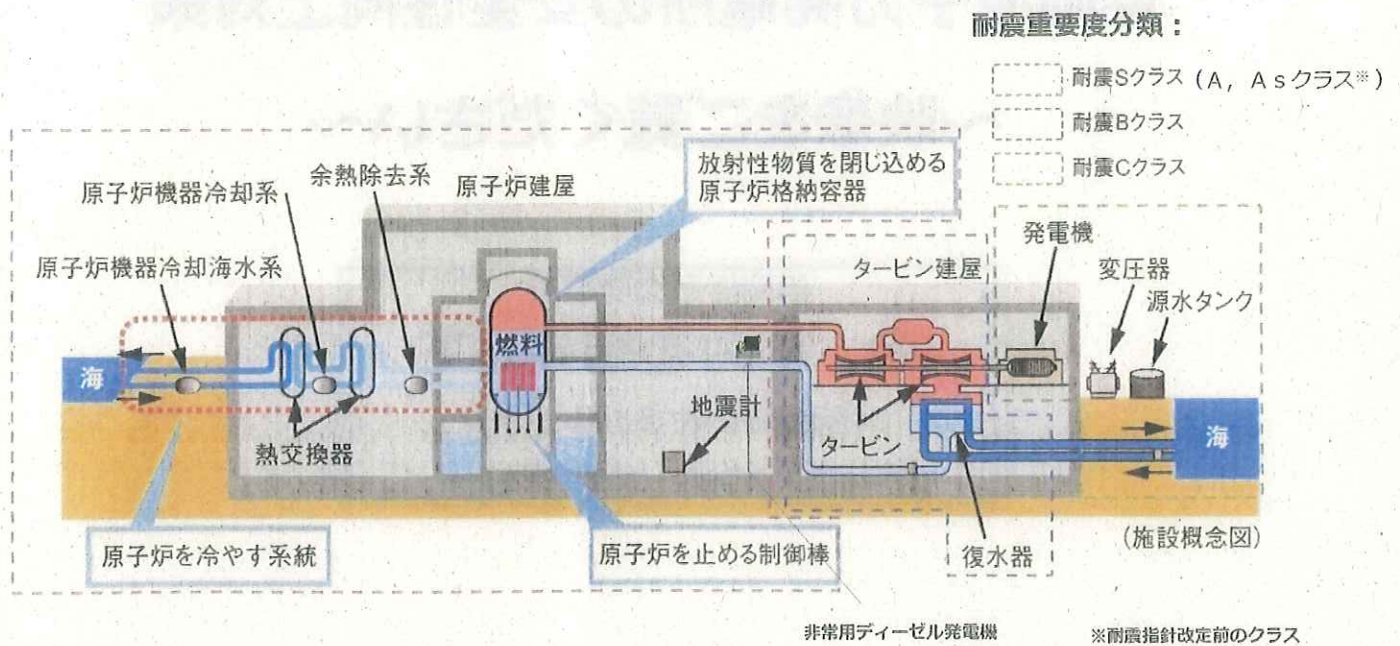


【多重性】
 同一の機能を有する同一の性質の系統又は機器が二つ以上あることをいう。
 (例) 余熱除去ポンプを複数設置

【多様性】
 同一の機能を有する異なる性質の系統又は機器が二つ以上あることをいう。
 (例) 高圧炉心注水ポンプと原子炉隔離冷却ポンプ

【独立性】
 二つ以上の系統又は機器が設計上考慮する環境条件及び運転状態において、共通要因又は従属要因によって、同時にその機能が阻害されないこと。
 (例) 電源を含め、系統を複数設置 (A系～C系) し、各系統を場所的に分離した場所設置

原子力発電所は設備の重要度に応じた設計を行っています。

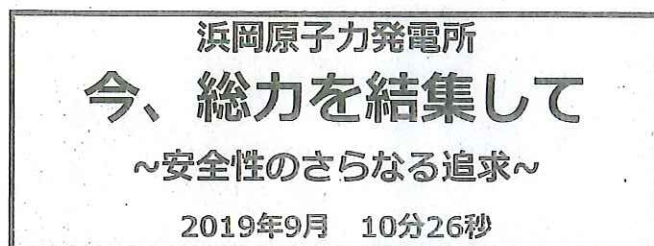


07

浜岡原子力発電所の
安全性向上対策

浜岡原子力発電所の安全性向上対策

～映像をご覧ください～



07 | 発電所の取り組み（まとめ）

- 今後も原子力規制委員会による審査に真摯に対応し、新規制基準への適合性を確認いただけるよう、努めてまいります。
- また、浜岡原子力発電所の安全性、信頼性の向上に努め、当社の取り組みについて、地域をはじめ社会の皆さまに丁寧にご説明し、ご理解を賜るよう全力で取り組んでまいります。