

青森大学とシニアとの対話会

2024年11月7日（木）

講演テーマ：

「考えよう日本のエネルギー」

SNW東北（シニアネットワーク東北）：本田 一明

テレビやニュースでよく「SDGs(エスディー・ジーズ)」 という言葉を見かけますね

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

SDGsは、「Sustainable Development Goals」の略称。
日本語で“**持続可能な開発目標**”という意味

目標7は
エネルギー
に関すること



SDGsは、2016年から2030年の15年間で達成すべき“**世界共通の目標**”として、貧困・健康と衛生・エネルギー・環境・平和など17種類の目標が提示され、2015年9月に国連で開催された持続可能な開発サミットで国連に加盟している全193カ国によって採択されました。

青森県SDGsロゴマーク



AOMORI
SDGs

[青森県SDGs取組宣言登録制度 - 青森県庁ホームページ \(aomori.lg.jp\)](#)

目標7:すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する



手頃な価格でクリーンなエネルギー

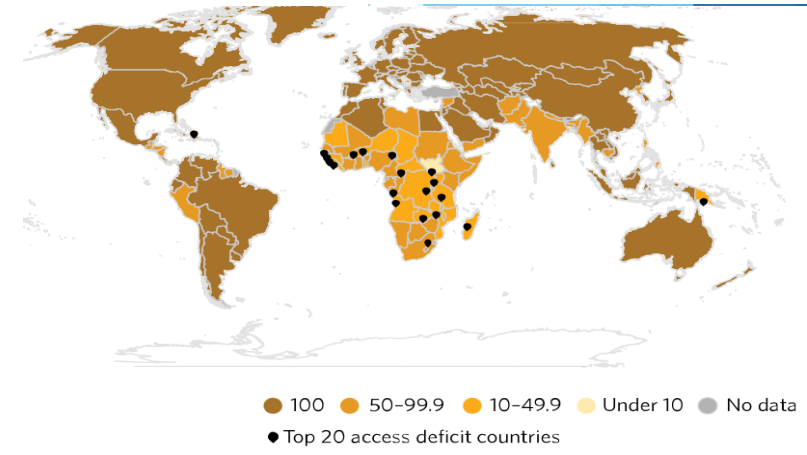


国連 SDGsレポート(2024) (p22) から

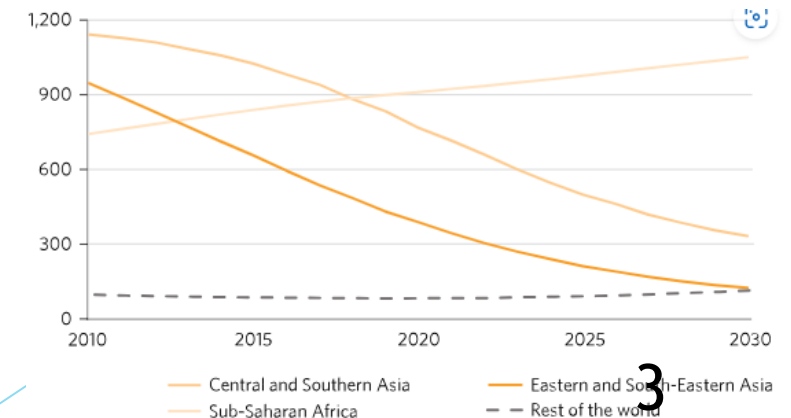
- ・持続可能なエネルギー目標の達成に向けて、大きな進歩が見られました。
- ・電気を利用できない人の数は、2015年の9億5,800万人から2022年には6億8,500万人に減少しました。
- ・クリーンな調理用燃料がない人(主に木材、木炭、糞、作物廃棄物などを使用)の数は、同期間に28億人から21億人に減少しました。

出所: [The-Sustainable-Development-Goals-Report-2024.pdf \(un.org\)](https://www.un.org/sustainabledevelopment/reports/2024)から作成

電力を利用できる人口の割合、2022年(割合)



調理用のクリーン燃料や技術にアクセスできない人口、地域別、2010~2030年(百万人)



本日の内容

1. エネルギーを考えるときに大切なこと
 - ・日本のエネルギーの課題
2. エネルギー基本計画(課題解決のために)
 - ・再生可能エネルギーについて
 - ・原子力発電について
 - ・火力発電について
3. エネルギー需給の実績
4. エネルギーを取り巻く環境の変化
5. 最近のトピックス
6. 青森県のエネルギー関連施設
7. 参考

0. エネルギー資源について

一次エネルギーと二次エネルギー

一次エネルギー
(加工されない状態で供給されるエネルギー)

①化石燃料

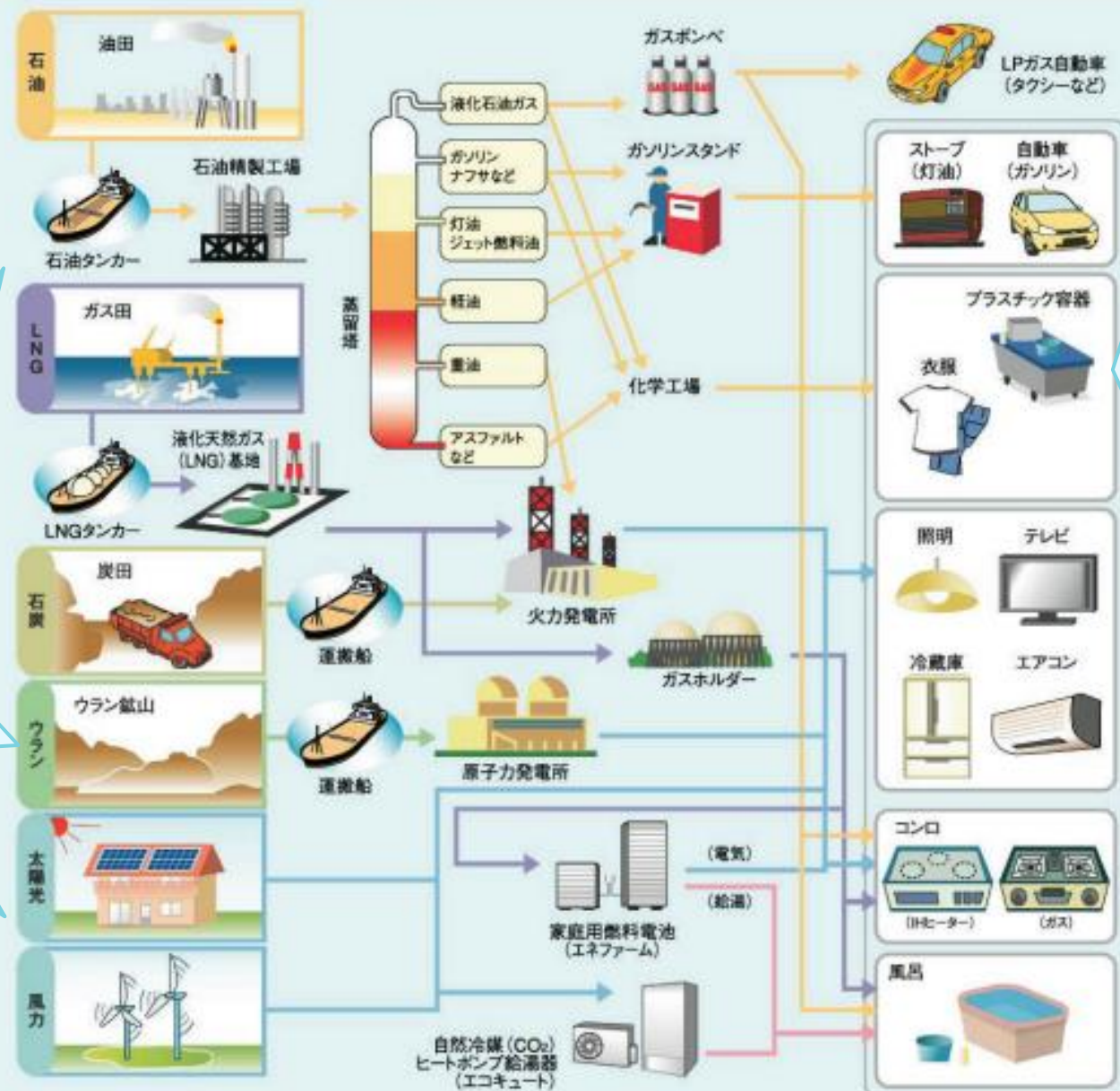
・石油、石炭、天然ガス

②原子力エネルギー

・核分裂、(核融合)

③再生可能エネルギー

・太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスなど



二次エネルギー
(一次エネルギーを転換・加工して輸送、貯蔵、利用に適した形態に変換したエネルギー)

電気、都市ガス、ガソリン、灯油、水素、など

1. エネルギーを考えるときに大切なこと

S + 3E

安定供給
(自給率が高い)
Energy
Security

経済効率
(コストが低い)
Economic
Efficiency

環境
(CO₂が少ない)
Environment

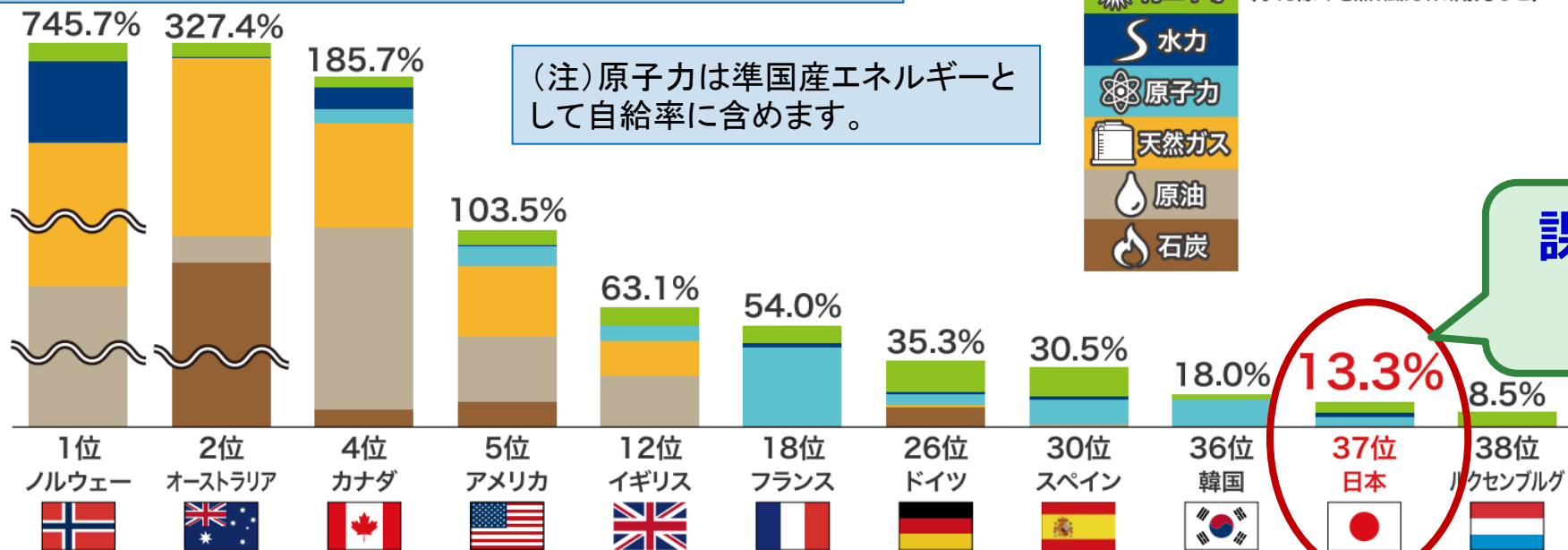
+

安全性
Safety

安全性を大前提とし、
安定供給、経済効率、
環境を同時達成する
べく、取組むこと
(S+3E)

1-1. 日本のエネルギーの課題（安定供給）(1/4)

主要国の一次エネルギー自給率（2021年）



エネルギー自給率：
一次エネルギーのうち、自国内で確保できる比率です

課題1：日本のエネルギー自給率は低い

国内にエネルギー資源が乏しいことが原因です

出典：IEA「World Energy Balances 2022」の2021年推計値、日本のみ資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の2021年度確報値。※表内の順位はOECD38カ国中の順位

我が国のエネルギー自給率

2010年度
自給率
20.2%

2011年度
自給率
11.5%

2012年度
自給率
6.7%

2013年度
自給率
6.5%

2014年度
自給率
6.3%

2015年度
自給率
7.3%

2016年度
自給率
8.0%

2017年度
自給率
9.5%

2018年度
自給率
11.7%

2019年度
自給率
12.1%

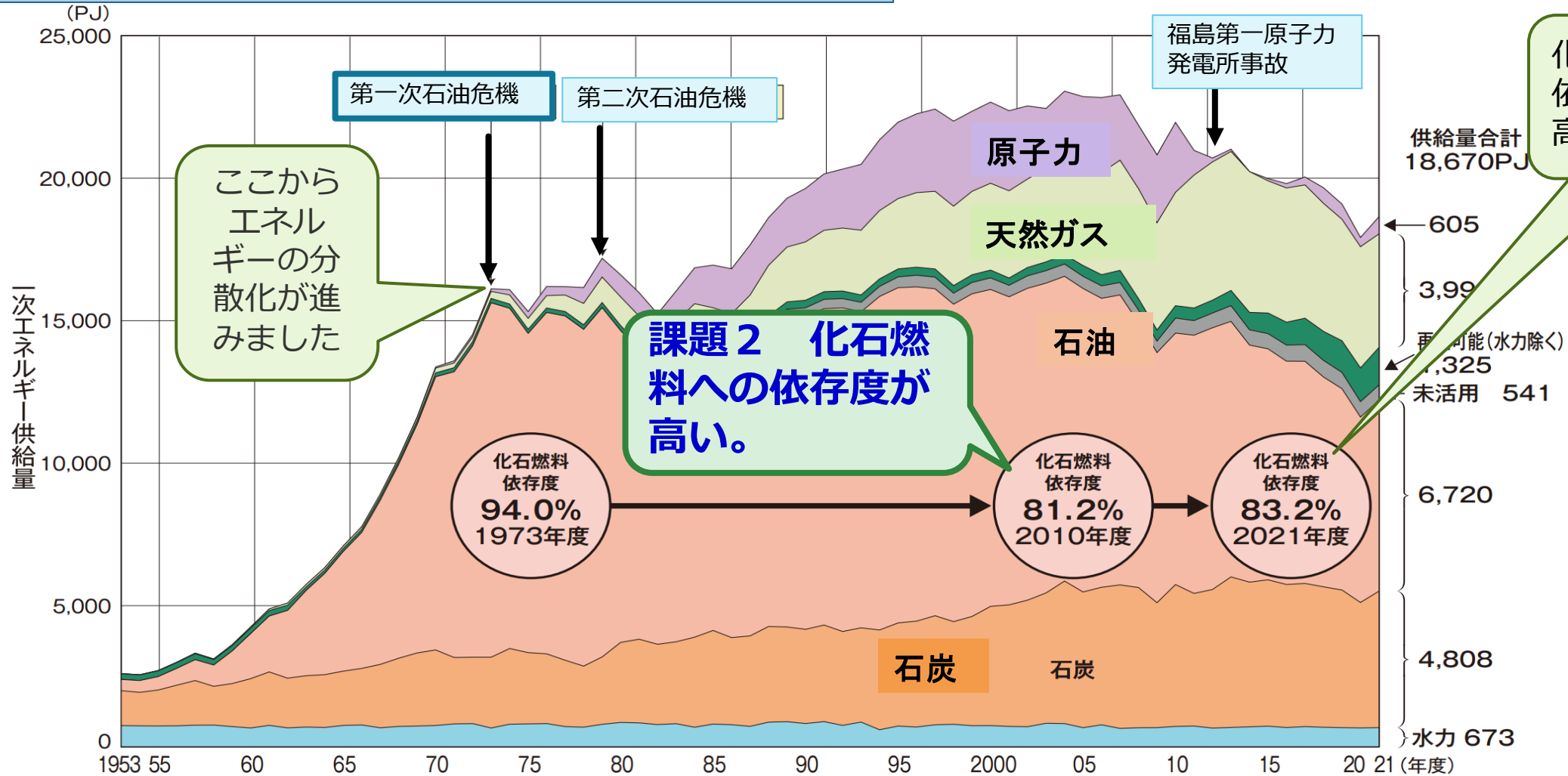
2020年度
自給率
11.3%

2021年度
自給率
13.3%

自給率の低さは、国際エネルギー情勢に日本の安全保障が大きく影響されることを意味しており、エネルギー安全保障面での脆弱性を示しています。

1-1. 日本のエネルギーの課題(安定供給)(2/4)

日本の一次エネルギー供給実績推移



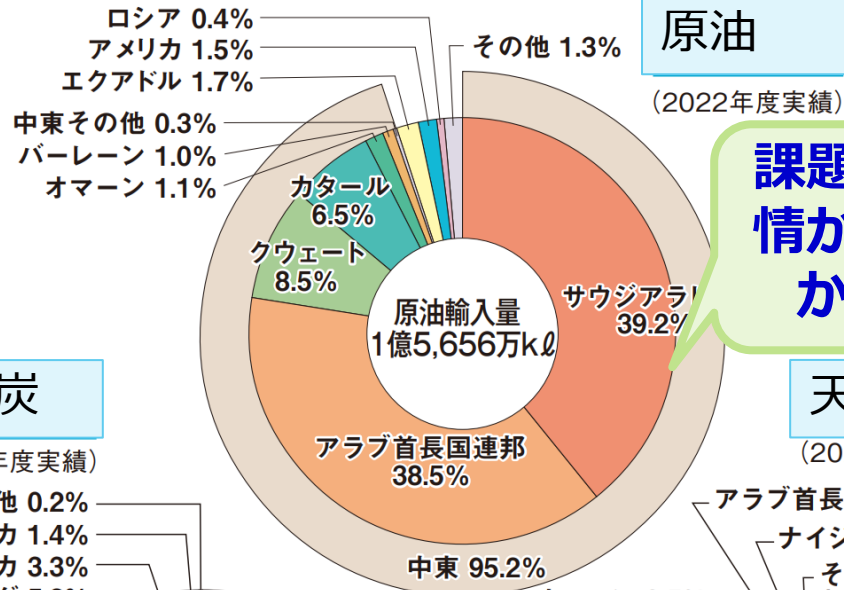
(注) 1PJ(=10¹⁵J)は原油約25,800klの熱量に相当(PJ:ペタジュール)
「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている

出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

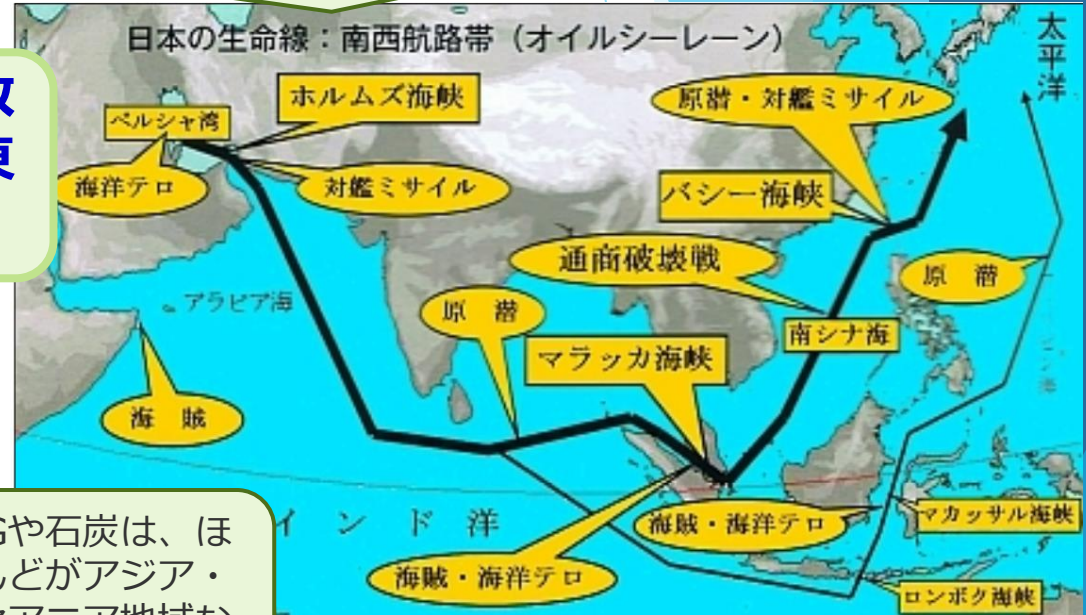
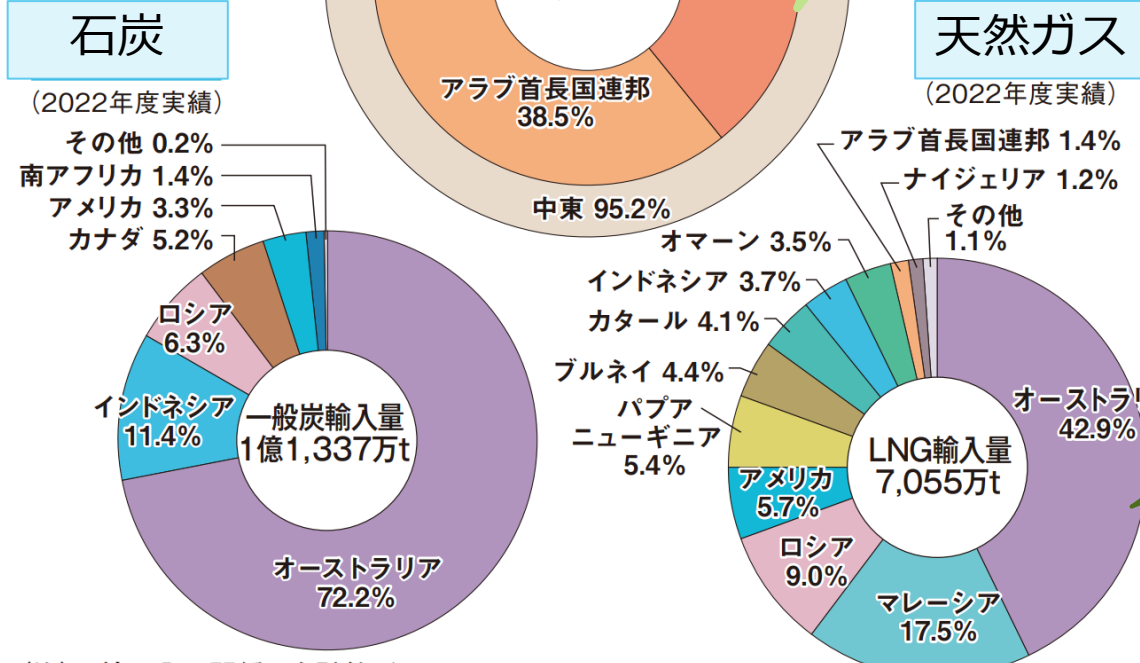
1-1. 日本のエネルギーの課題（安定供給）（3/4）

日本が輸入する化石燃料の相手国別比率

海外にエネルギー資源を依存していると、国際情勢などの影響により、**エネルギー資源を安定的に確保できないという問題**があります



課題3：原油は政情が不安定な中東から95.2%も



LNGや石炭は、ほとんどがアジア・オセアニア地域など海外からの輸入



2019年にはホルムズ海峡で日本船籍タンカーが攻撃されています

(注)四捨五入の関係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 財務省貿易統計より作成

1-1. 日本のエネルギーの課題（安定供給）（4/4）

課題4: 日本には国際的なガスパイプラインや送電線網也没有せん

エネルギーの周辺環境に恵まれておらず、単独でのエネルギー安定供給体制が必要です



欧州のガスパイプライン網

出所: エネ百【1-1-12】ヨーロッパにおける天然ガスのパイプライン網 | エネ百科 | きみと未来と。(ene100.jp)

欧州では、各国間のガスパイプラインが整備され、相互に融通されています

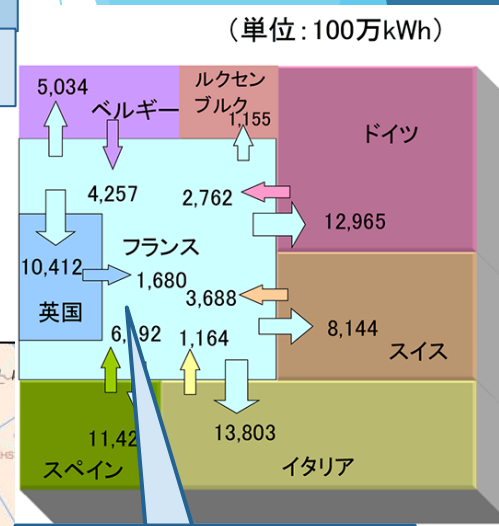
欧州電力網は、各国の緊急時の備えとして機能し、また、系統容量が大きいので、再エネの導入余力を生んでいます



欧州の送電線網

出所: Map Continental-Europe-2.500.000.pdf (entsoe.eu)

出所: 東北エネルギー懇談会 嵐田 稔氏資料



フランスの電力輸出入

出所: エネルギー白書2023 第2部 第2章 第3節 二次エネルギーの動向 | 令和4年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2023) HTML版 | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)

フランスで発電された電力(原子力が70%)は、近隣諸国に輸出されており、他国との電力融通は日常的です

1-2. 日本のエネルギーの課題（経済効率）(1/2)

課題5：日本のエネルギー価格は世界のエネルギー価格の動向と密接に関連

過去の燃料価格の推移と現在の状況



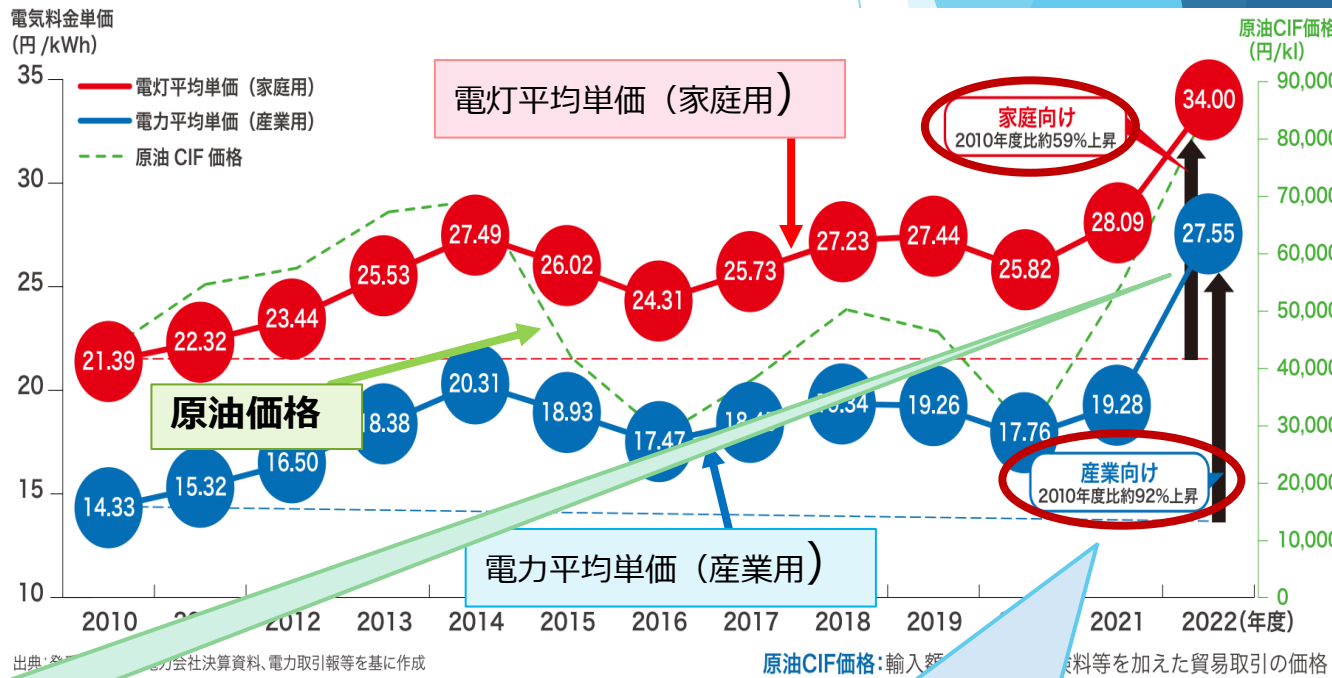
ウクライナ情勢をめぐり地政学的緊張の高まりなどを受け上昇

新型コロナの影響

為替相場の影響も

出所：エネルギーHP energy_in_japan2023 (meti.go.jp)

電気料金平均単価の推移(2010年度以降)



震災前と比べ、2022年度の平均単価は、家庭向けは約59%、産業向けは約92%上昇

1-2. 日本のエネルギーの課題（経済効率）(2/2)

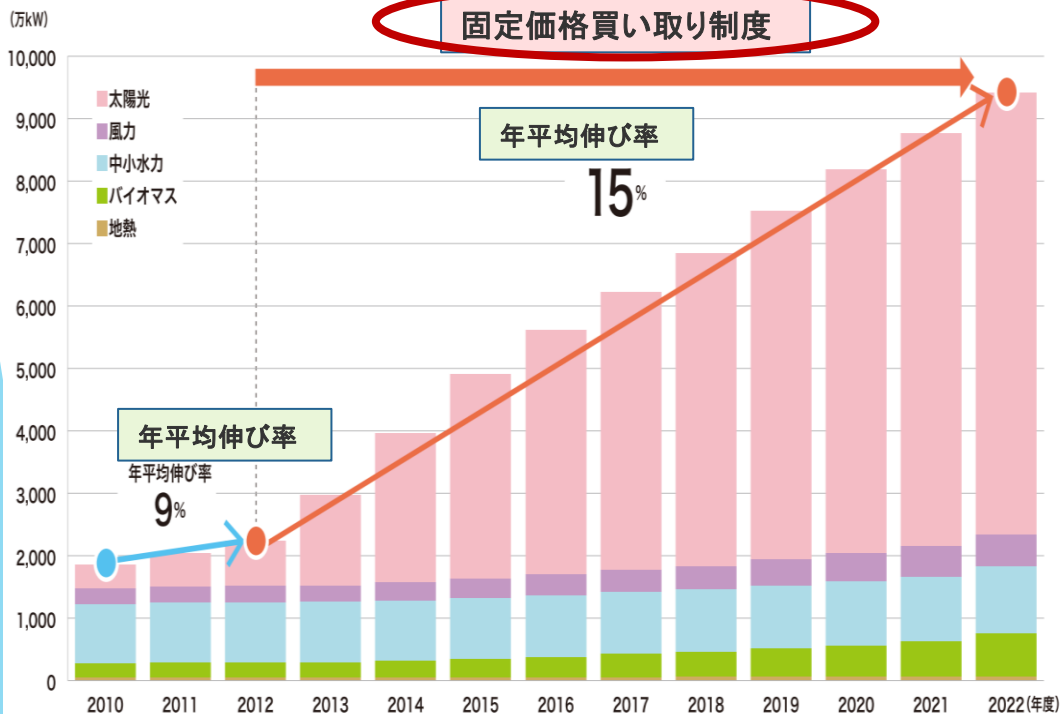
課題 6 : 固定価格買い取り制度(FIT)が電気料金を押し上げつつあります

再エネの設備容量は急速に伸びており、それと同時に家庭が負担する買取費用も急速に増加しています。

電気料金を左右するもうひとつの要因が、再生可能エネルギー（再エネ）のコストです。

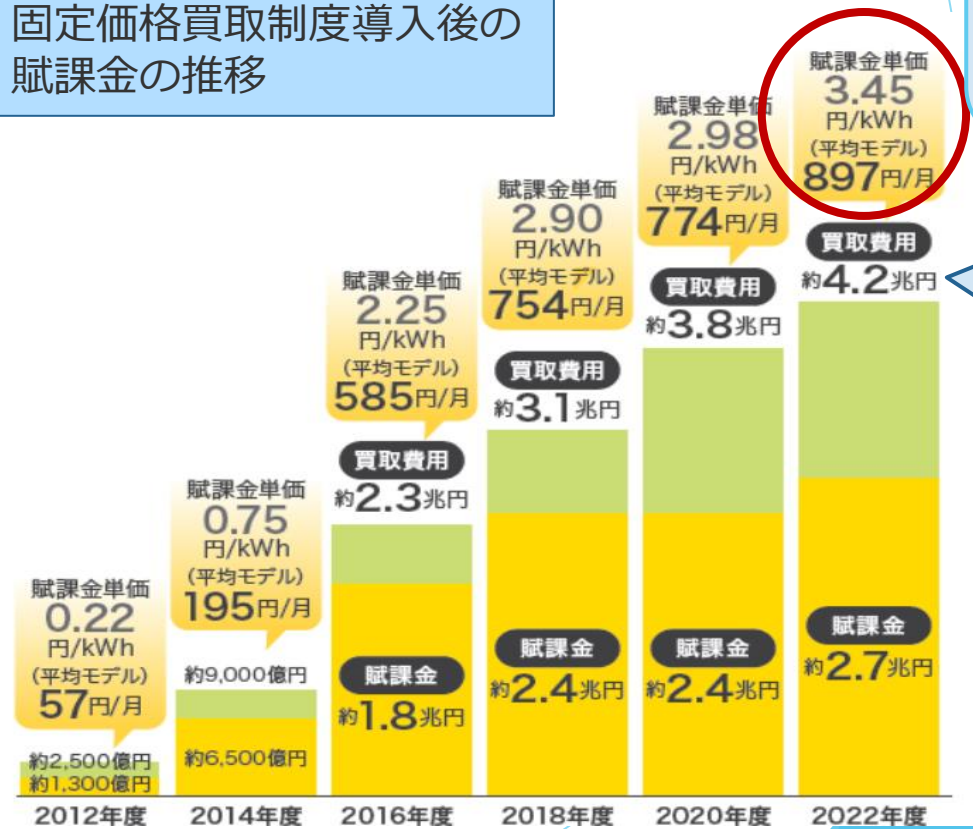
2022年度の買取費用は4.2兆円

再エネの設備容量の推移(大規模水力は除く)



出所: エネ庁HP [energy.in.japan2023\(meti.go.jp\)](http://energy.in.japan2023(meti.go.jp))

固定価格買取制度導入後の賦課金の推移



1-3. 日本のエネルギーの課題（環境）（1/2）

課題7: 脱炭素（カーボンニュートラル）に向けた対応が求められています

カーボンニュートラルとは

「温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させること」を意味します。

- ・ 経済活動を行う以上、完全に二酸化炭素（温室効果ガス）の排出量をゼロにすることはできない。
- ・ そこで、できるだけ排出量を減らした上で、どうしても残った「残存排出量」の分を森林に吸収させたり、地下に埋めたりすることで実質的な排出量をゼロにするという考え。

2020年10月の臨時国会で、菅総理が「2050年カーボンニュートラル宣言」を行いました。

「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2025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致します」

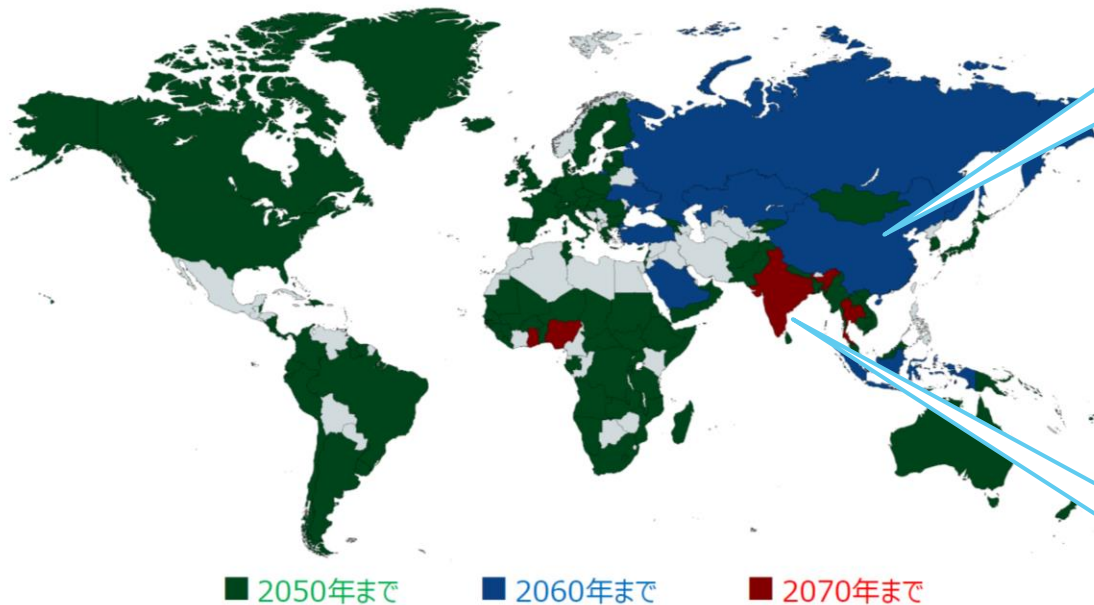


出典：首相官邸Twitter 13

1-3. 日本のエネルギーの課題(環境) (2/2)

カーボンニュートラルは世界の潮流

カーボンニュートラルを表明した国・地域(2023年5月時点)



- 2050年までのカーボンニュートラルを表明している国・地域は日本を含めて147カ国・地域です。
- さらに2060年、2070年までのカーボンニュートラルを表明している国・地域を含めると、世界全体のCO2排出量に占める割合は90%となります。

出所: エネ庁HP [energy in japan2023 \(meti.go.jp\)](https://energy.in.japan2023.meti.go.jp)

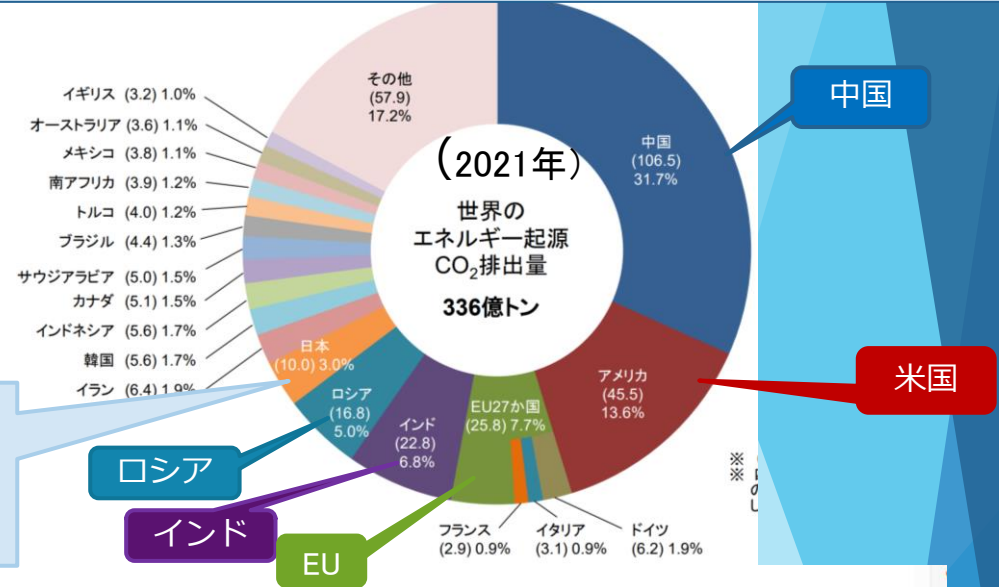
中国(32%)、
ロシア(5%)は
2060年まで

日本は
10.0億トン
3.0%

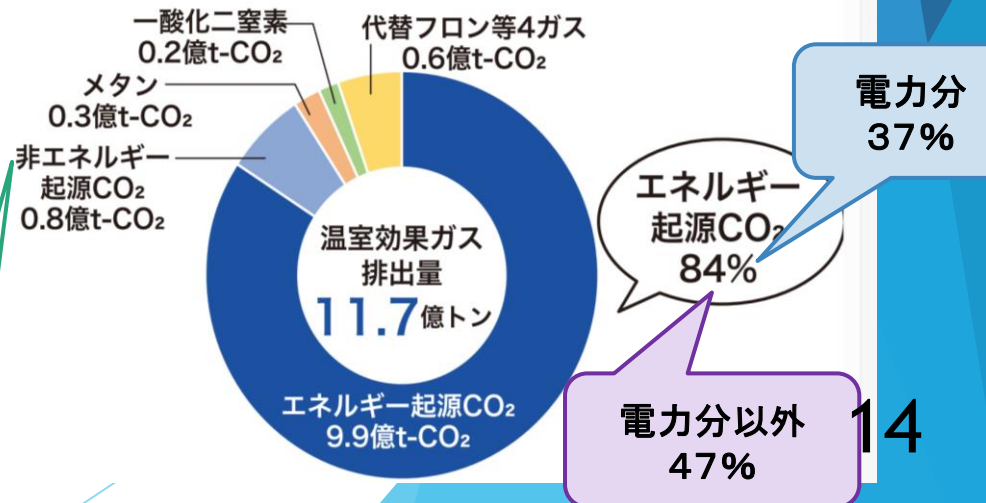
インド(7%)
は2070年
まで

工業プロセスにおける化学反応や廃棄物の処理などで発生する二酸化炭素。(例えば、セメントの製造、生石灰の製造、ソーダ灰ガラスや鉄鋼の製造、アンモニアの製造、エチレンの製造、などの工程で発生)

世界のエネルギー起源CO2排出量336億トン



日本の温室効果ガス排出量(2021年度)



2. エネルギー基本計画（課題解決のために）

2021年10月22日に「第6次エネルギー基本計画」が発表されました。

エネルギーの需給・利用等に関する国の中・長期的政策の基本指針です。

第6次エネルギー基本計画の大きなテーマは2つ

①世界的に取り組みが加速している**気候変動問題への対応**

2020年10月に表明された「**2050年カーボンニュートラル**」と、2021年4月に表明された「**2030年度の温室効果ガス排出46%削減（2013年度比）、さらに50%削減の高みを目指す**」という野心的な削減目標の実現に向けて、エネルギー政策の道筋を示したもの

②日本の**エネルギー需給構造が抱える課題の克服**について

気候変動対策を進めながらも「**S+3E（安全性+エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境への適合）**」という基本方針を前提にした取り組みが示されています。

【日本】政府、第6次エネルギー基本計画を閣議決定。7月発表の素案から修正なし



2-1. 第6次エネルギー基本計画

2030年度におけるエネルギー需給の見通し

現行の計画
です。

自給できるエネルギーへの転換（自給率の向上）

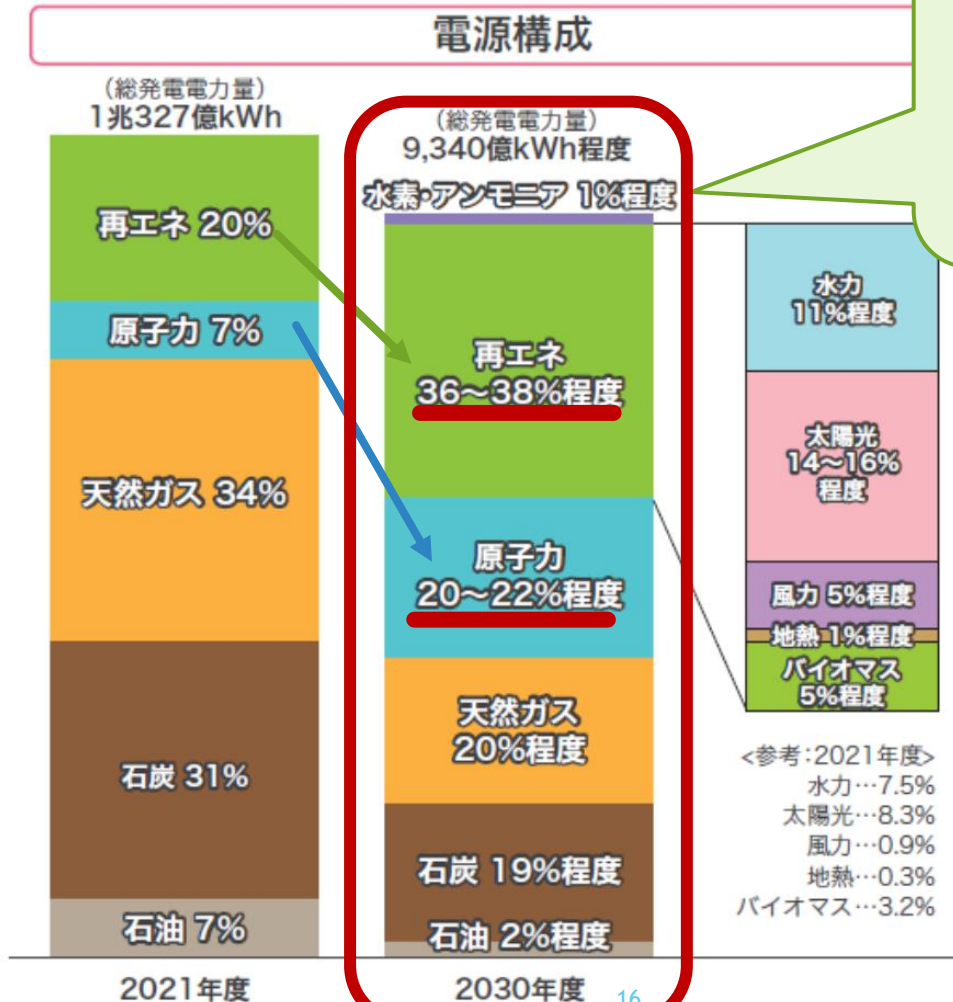
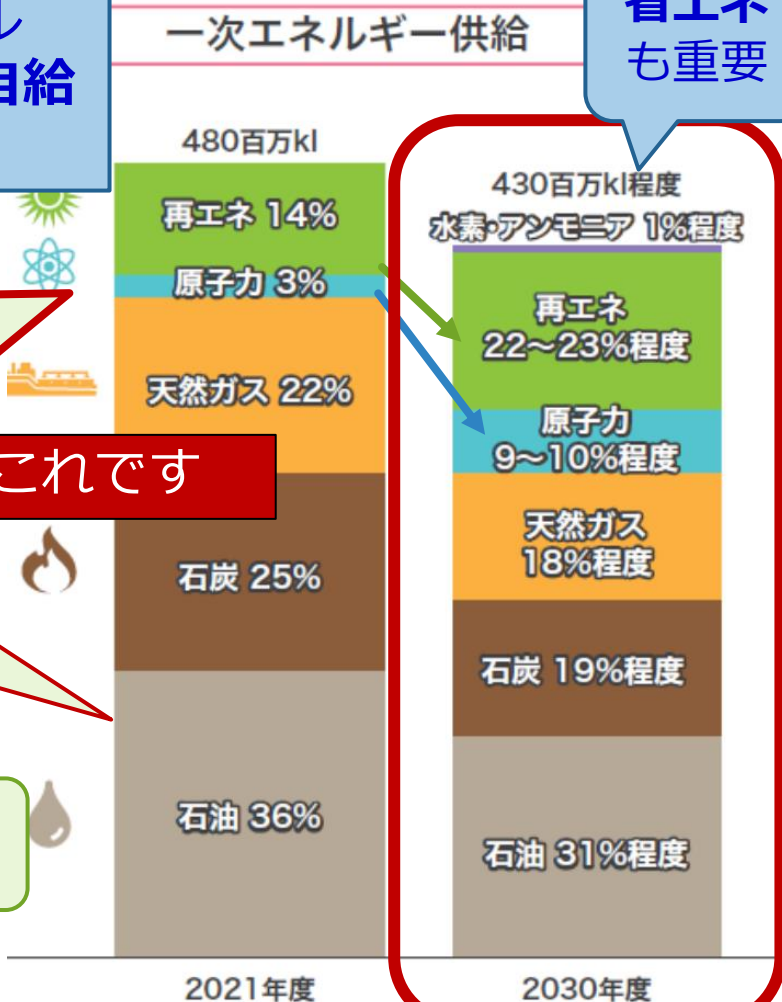
省エネも重要

再エネ、原子力の拡大を進め、化石燃料の使用を減らしていく

これです

加えて、安定供給体制、も大事です

再エネ、原子力の比率を上げ、自給率を高める



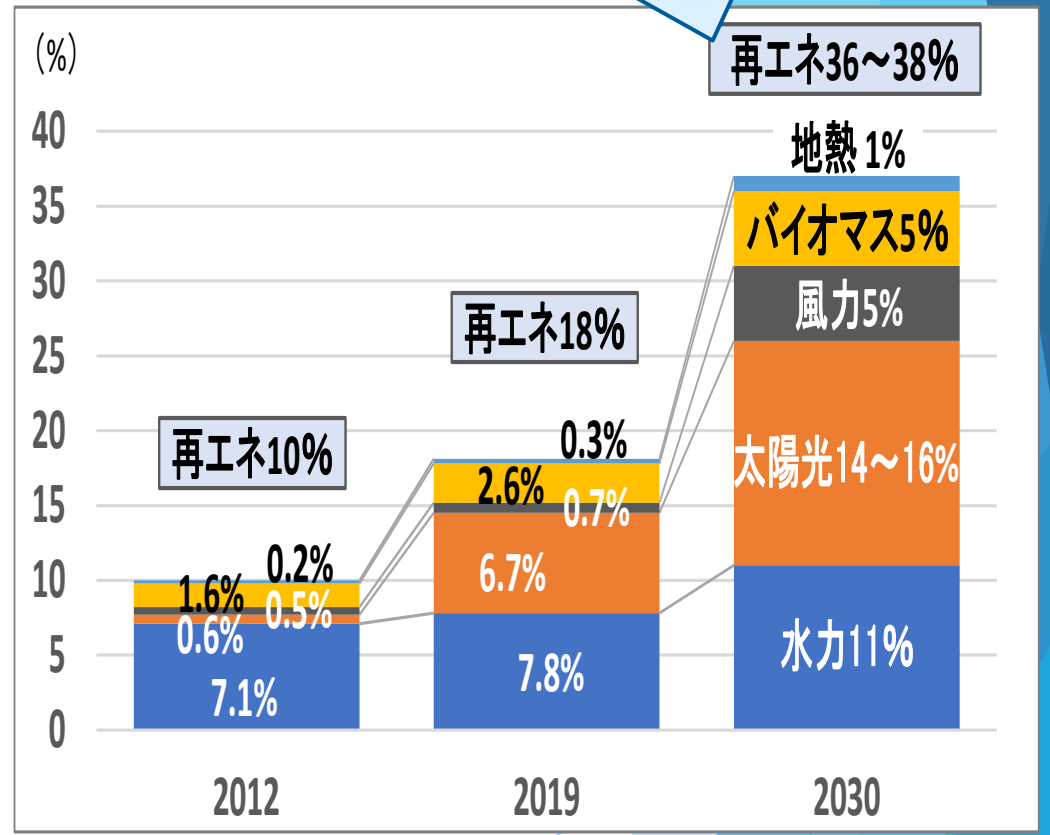
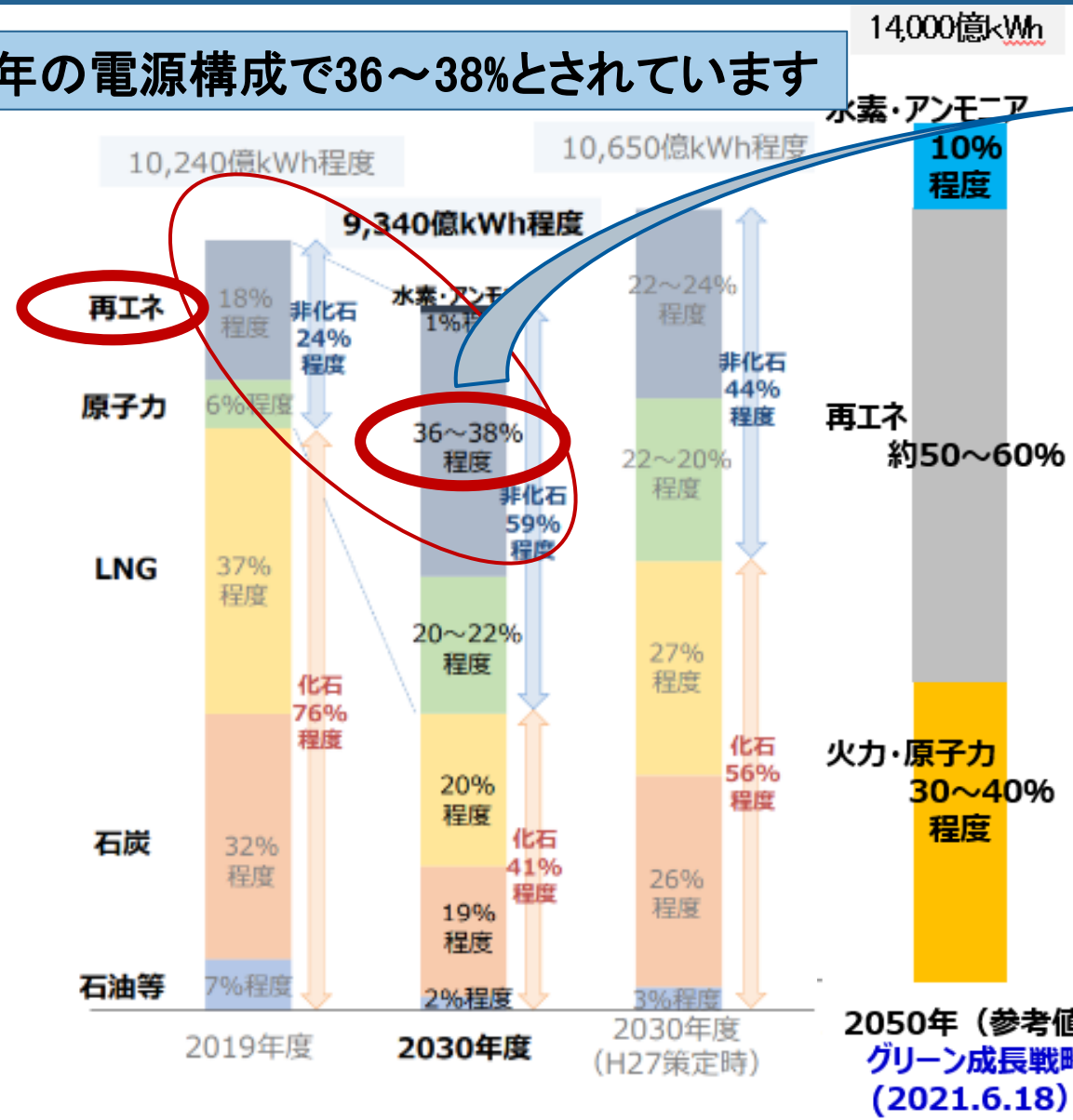
<参考:2021年度>
水力...7.5%
太陽光...8.3%
風力...0.9%
地熱...0.3%
バイオマス...3.2%

出所: エネ庁HP 2022-日本が抱えているエネルギー問題(前編) | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)

(注)原子力は準国産エネルギーとして自給率に含めます

2-2. 再生可能エネルギーについて (1/6)

2030年の電源構成で36~38%とされています



出典：資源エネルギー庁 2050年カーボンニュートラルを目指す 日本の新たな「エネルギー基本計画」 | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)

2-2. 再生可能エネルギーについて (2/6)

再生可能エネルギー（太陽光・風力）のメリット/デメリット

- メリット**
- 燃料が枯渇する心配がない
 - 発電時にCO2を出さない
 - 原子力のような事故の心配がない

- デメリット**
- ▲天候に左右され、発電が不安定
 - ▲総合コストを考慮した発電コストが割高
 - ▲景観を害する事例も発生

(注)総合コスト; 電源を電力システムに受け入れるコスト

変動型
再生エ

安定型
再生エ

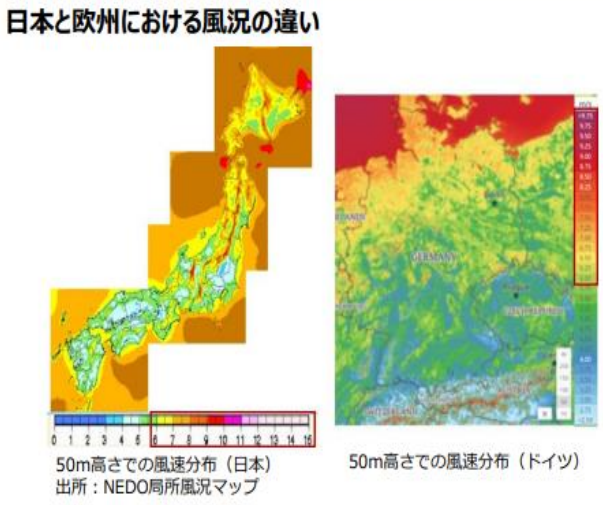
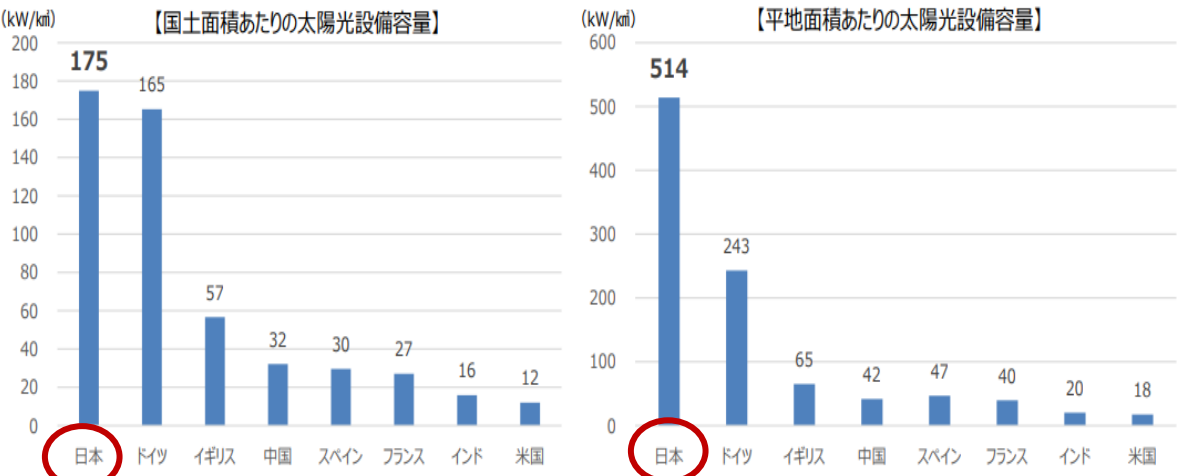
	強み	課題
太陽光発電	<ul style="list-style-type: none"> ・相対的にメンテナンスが簡易 ・非常用電源としても利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・天候により発電出力が左右される ・一定地域に集中すると、送配電システムの電圧上昇につながり、対策に費用が必要となる
風力発電	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模に開発した場合、コストが火力、水力並みに抑えられる ・風さえあれば、昼夜を問わず発電できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・広い土地の確保が必要 ・風況の良い適地が北海道と東北などに集中しているため、広域での連携についても検討が必要
水力発電	<ul style="list-style-type: none"> ・安定して長期間の運転が可能で信頼性が高い ・中小規模タイプは分散型電源としてのポテンシャルが高く、多くの未開発地点が残っている 	<ul style="list-style-type: none"> ・中小規模タイプは相対的にコストが高い ・事前の調査に時間を要し、水利権や関係者との調整も必要
地熱発電	<ul style="list-style-type: none"> ・出力が安定しており、大規模開発が可能 ・昼夜を問わず24時間稼働 	<ul style="list-style-type: none"> ・開発期間が10年程度と長く、開発費用も高額 ・温泉、公園施設など開発地域が重なるため地元との調整が必要
バイオマス発電	<ul style="list-style-type: none"> ・資源の有効活用で廃棄物の削減に貢献 ・天候に左右されにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ・原料の安定供給の確保や、原料の収集運搬、管理にコストがかかる

出所（下表）：資源エネルギー庁HPから作成
 制度の概要 | 固定価格買取制度 | なつとく！再生可能エネルギー (meti.go.jp)

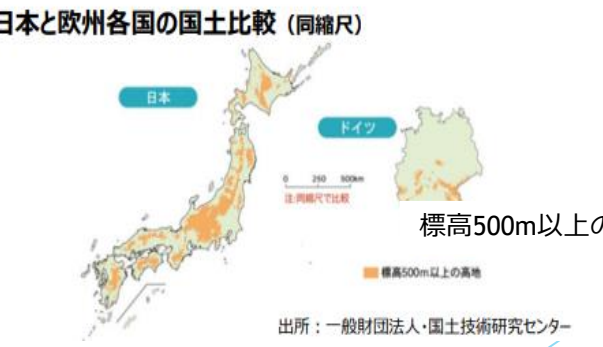
2-2. 再生可能エネルギーについて (3/6)

太陽光：国土面積当たりの**日本の太陽光導入容量は主要国の中で最大**。平地面積で見るとドイツの2倍

風力：日本は風況の良い平地が限られているため、山間部の割合が増加。開発し易い平野部での適地が減少しつつある。今後はコストは高くなるが**洋上風力**に期待がかかる。



	日	独	英	中	仏	西	印	米
国土面積	38万km ²	36万km ²	24万km ²	960万km ²	54万km ²	51万km ²	329万km ²	983万km ²
平地面積※ (国土面積に占める割合)	13万km ² (34%)	24万km ² (68%)	21万km ² (87%)	740万km ² (77%)	37万km ² (68%)	32万km ² (63%)	257万km ² (78%)	674万km ² (68%)
太陽光の設備容量 (GW)	66	59	14	308	15	15	52	118
太陽光の発電量 (億kWh)	861	500	124	3,392	151	216	719	1,462
発電量 (億kWh)	328	5,909	3,080	85,010	5,505	2,709	16,512	43,490
太陽光の総発電量に占める比率		8.5%	4.0%	4.0%	2.7%	8.0%	4.4%	3.4%



設備容量は、中国、米国について世界第3位です。

Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)
定量等より作成
引いて計算したもの。
出所: エネ庁HP 058_004.pdf (meti.go.jp)

出所: エネ庁HP 031_02_00.pdf (meti.go.jp)

2-2. 再生可能エネルギーについて(4/6)

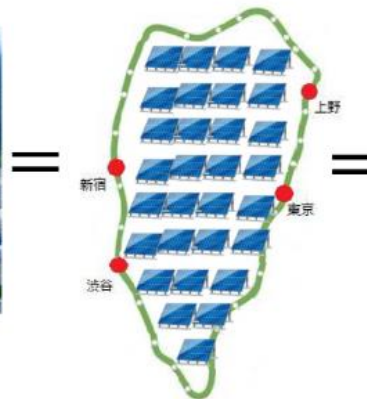
広大な土地が必要

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

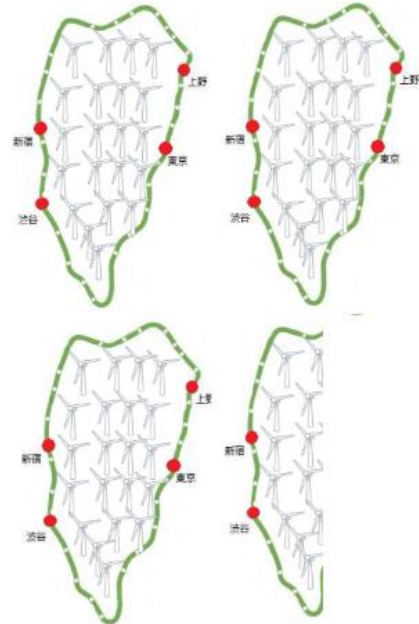
原子力発電所
100万kW級
(約0.6km²)



太陽光発電
山手線一杯の面積
(約58km²)



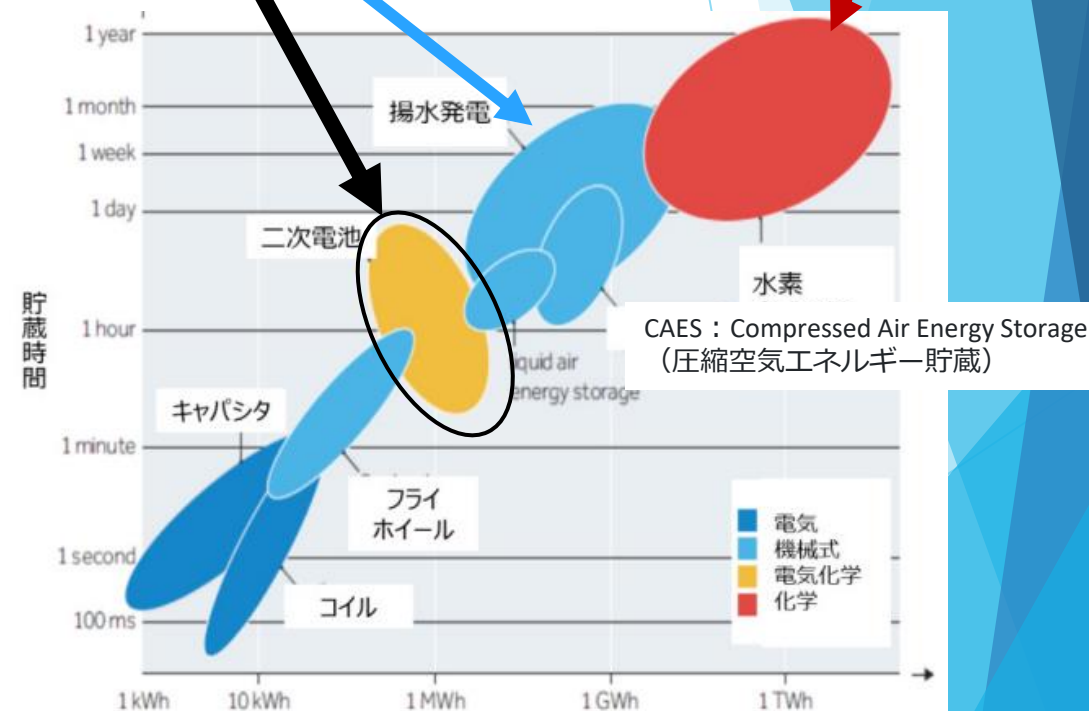
風力発電
山手線の3.4倍の面積
(約214km²)



太陽光は夜、雨天、曇天、風力は風のない日は発電できない

→ 「蓄電池」に期待がかかるが・・・

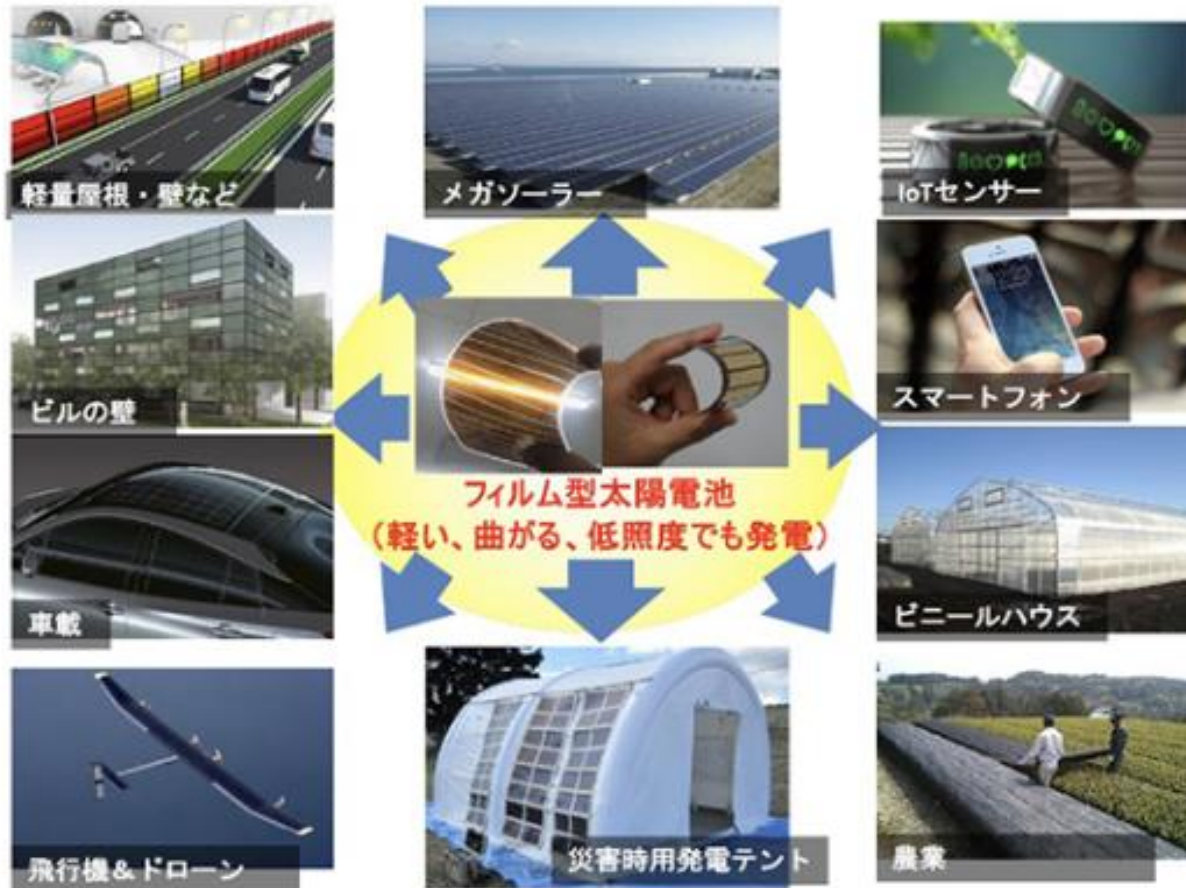
→ 揚水発電、燃料を転換した（水素）或いはCCUS付火力発電が現実的では・・・



各種電力貯蔵方式の貯蔵容量と貯蔵時間

2-2. 再生可能エネルギーについて(5/6)

これから期待されるペロブスカイト太陽電池



鉛とヨウ素を主原料とし、印刷技術で量産可能で工程数も少なく、一日の製造量が多い。コストはシリコン製の1/3~1/5。

レアメタルが不要で、主原料のヨウ素は日本が世界第2位の生産量を誇るものであり、安全保障上有利。

現在主流の太陽光パネルに用いられているシリコン型太陽電池と異なり、薄く、軽く、曲げられるのが特徴

インクの印刷のように、塗って乾かすだけなので、製造期間も短い。さらに、曇りや雨の日、蛍光灯の光など弱い光でも発電する強みを持つ。

これまで設置が難しかったビルの側面や柱、電気自動車にも設置可能になる。そのほか、キャンプ用テント、ジャケット、気球、など、対象はいくらでも広がる。

出所：日本人が開発「薄くて曲がる」太陽電池のすごみ 髪の毛より薄い「ペロブスカイト」で生活が変わる | 環境 | 東洋経済オンライン (toyokeizai.net)

2-2. 再生可能エネルギーについて(6/6)

これから期待される洋上風力発電

洋上風力発電とは

	洋上	
	着床式	浮体式
風の状況	○	○
コスト	○	△
景観や地形などの制約	△	○
普及の度合い(現在)	○	○
業競争力(可能性)	△	○

(タワの形状は一例)

水深50m前後まで

水深50m以上

海底ケーブル

チェーン

50m

500×472

出所：朝日新聞デジタル：〈ニュースがわかるん！〉洋上風力発電 - おすすめ記事〈原発・エネルギー特集〉(asahi.com)



出所：ヨーロッパの洋上風力発電所を視察してきました。
- 日本自然保護協会オフィシャルサイト (nacsj.or.jp)

コスト低減が課題です

洋上風力発電の建設候補地



洋上風力には着床式と浮体式の2種類があります

2-3. 原子力発電について(1/8)

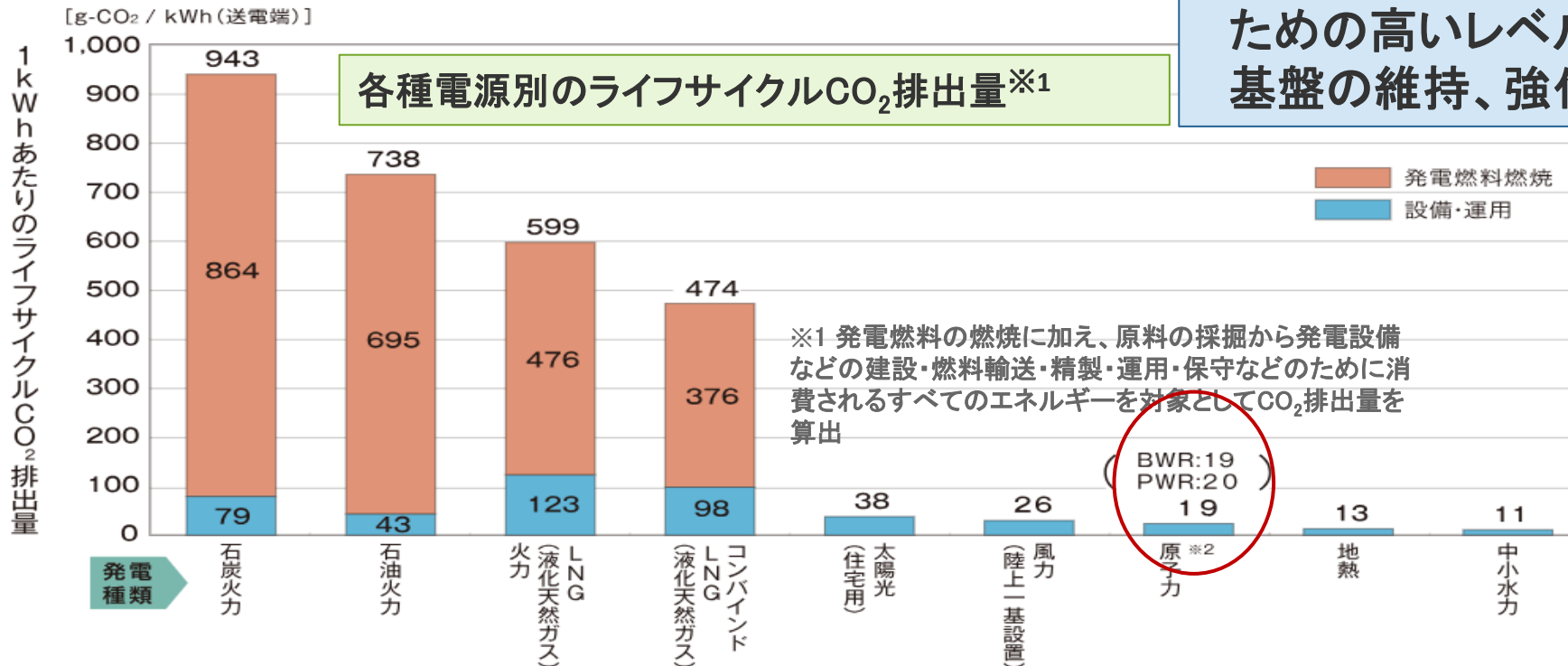
原子力のメリット／課題

メリット

- ・発電時にCO2を排出しない
- ・気象条件などによる発電電力量の変動がない
- ・準国産エネルギー源として、安定供給できる
- ・発電コストと統合コストがともに低い

課題

- ・社会的信頼の回復
- ・安全性向上、核セキュリティの追求
- ・廃炉や放射性廃棄物処分などのバックエンド問題への対処
- ・エネルギー源として原子力の活用を継続するための高いレベルの原子力人材・技術・産業基盤の維持、強化



2-3. 原子力発電について(2/8)

原子力関係者は福島第一事故を深く反省。新規制基準で安全性は更に向上。加えて自主的な安全性向上対策を実施

新規制基準で安全性は更に向上

発電用原子炉に係る従来の規制基準と新規制基準の比較

<従来の規制基準>

<新規制基準>

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

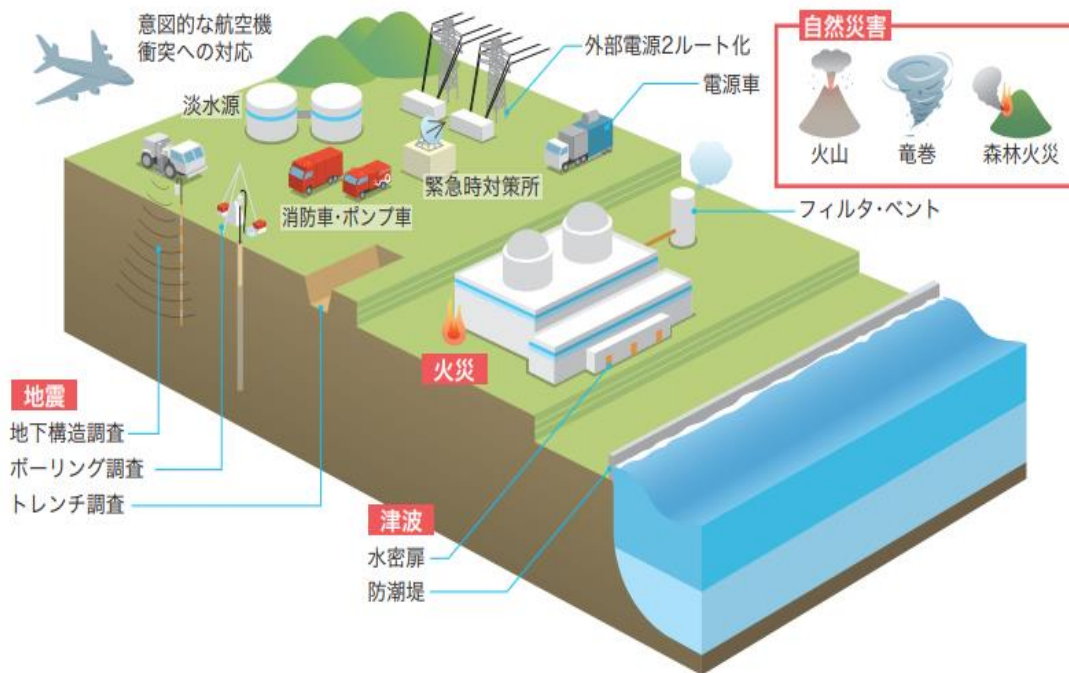
設計基準の強化
外的事象に対する
考慮の拡大

意図的な航空機衝突への対応
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)
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 (難燃性ケーブルの使用等)
電源の信頼性(独立の2回線確保等)
その他の設備の性能 (通信設備の強化等)
耐震・耐津波性能(防潮堤の設置等)

新設 (テロ対策)(シビアアクシデント対策)
新設
強化又は新設
強化

様々な安全対策が追加されています

●新規制基準で求められる主な安全対策



2-3. 原子力発電について(3/8)

日本の原子力発電所の現状

稼働中の原子炉 12基

現在、再稼働している発電所はPWR
今後BWRの早期稼働が期待されます

原子力発電所の現状

2024年10月16日時点

再稼働
12基

設置変更許可
5基

新規制基準
審査中
10基

未申請
9基

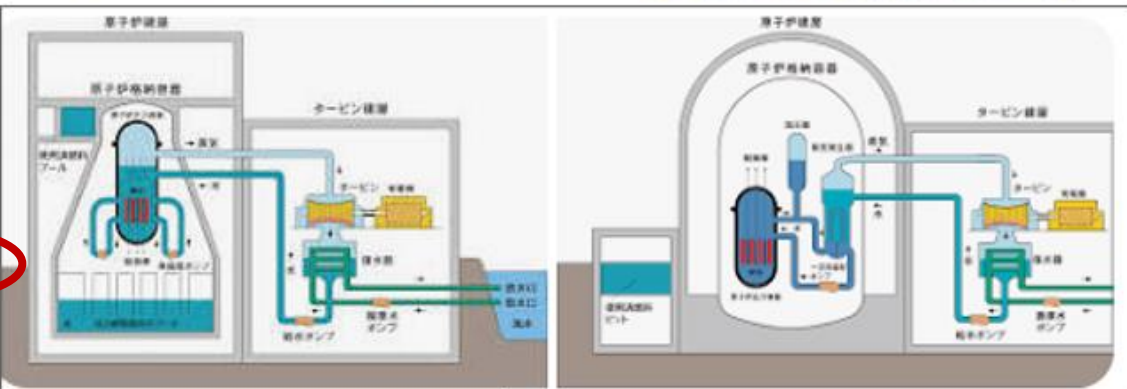
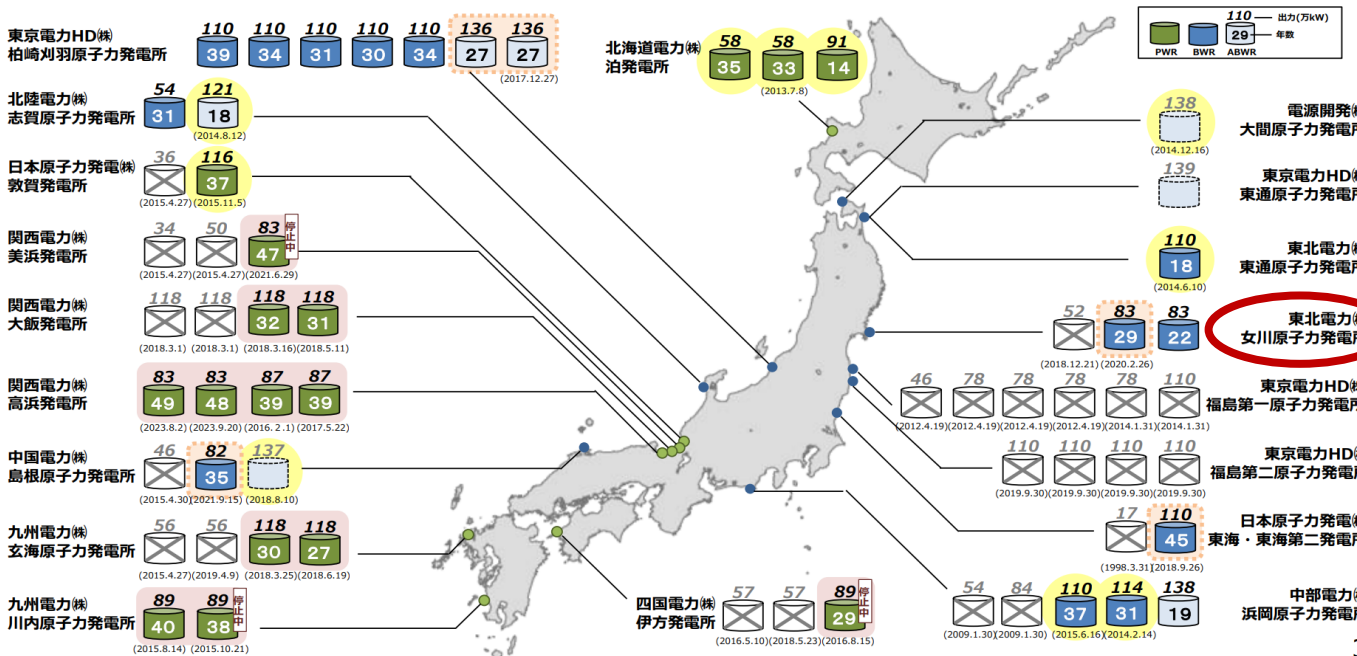
廃炉
24基

稼働中 9基、停止中 3基 (送電再開日)

(許可日)

(申請日)

(電気事業法に基づく廃止日)



BWR原子力発電所

PWR原子力発電所

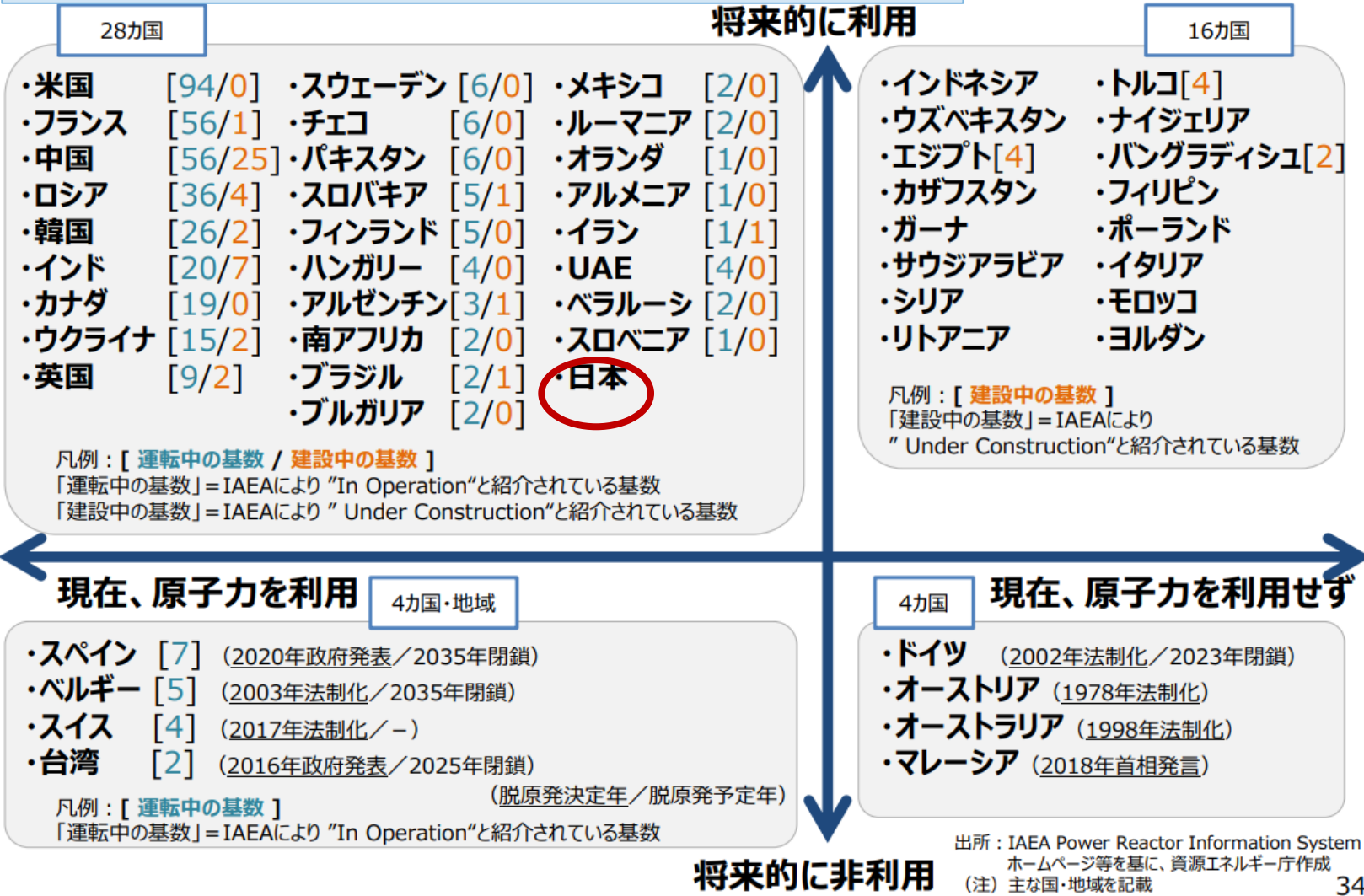
東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、中国電力、日本原子力発電で採用

北海道電力、関西電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電で採用

2-3. 原子力発電について(4/8)

各国の原子力発電所利用国の動向

2024年6月時点



COP28での再エネ、原子力

昨年12月2日のCOP28首脳級会合終了後、議長国のUAEは2030年までに世界全体の再生可能エネルギーの発電容量を3倍に引き上げ、エネルギー効率を2倍にするという誓約に110か国以上が合意したと発表

また、米国や日本、韓国、英国など22の有志国は、2050年までに世界の原発の設備容量を3倍に増やすとの宣言をまとめました。

مضاعفة إنتاج الطاقة النووية ثلاث مرات بحلول عام 2050
 الإمارات العربية المتحدة، ديسمبر 2023
TRIPLING NUCLEAR ENERGY BY 2050
 United Arab Emirates, December 2023



2-3. 原子力発電について(5/8)

GX実現に向けた基本方針

2022年末に取りまとめられ、2023年2月に閣議決定

(1) エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- 複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創設
- 省エネ効果の高い断熱窓への改修等、住宅省エネ化への支援強化

②再エネの主力電源化

- 次世代太陽電池（ペロブスカイト）や浮体式洋上風力の社会実装化

③原子力の活用

- 安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化
- 厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り運転期間のカウントから除外を認める

④その他の重要事項

- 水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- カーボンリサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進

出所：「激動するエネルギーの「今」を知る！「これから」を考える！「エネルギー白書2023」 | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)

脱炭素、安定供給及び経済成長を確立するグリーントランスフォーメーション（GX）実現のための政府方針です

GX脱炭素電源法

2023年5月31日の参院本会議で可決、成立

GX脱炭素電源法	原子力基本法	▶ 原発活用によって電力安定供給や脱炭素社会を実現させることは「国の責務」
	原子炉等規制法	▶ 「原則40年、最長60年」とする原発の運転期間の規定を削除 ▶ 運転開始30年後を起点に、10年以内ごとに劣化状況を原子力規制委員会が審査
	電気事業法	▶ 原発の運転期間の規定を新設 ▶ 再稼働審査などによる停止期間を運転年数から除外することで60年超運転を可能に。運転延長は経済産業相が認可
	再処理法	▶ 原子力事業者に廃炉資金の拠出を義務化
	再エネ関連	再生可能エネルギー特措法 ▶ 送電網整備の支援強化

政府は2050年までに温暖化ガスの排出量を実質ゼロにする目標を掲げ、脱炭素電源となる再生可能エネルギーや原子力を「最大限活用する」と明記しました。

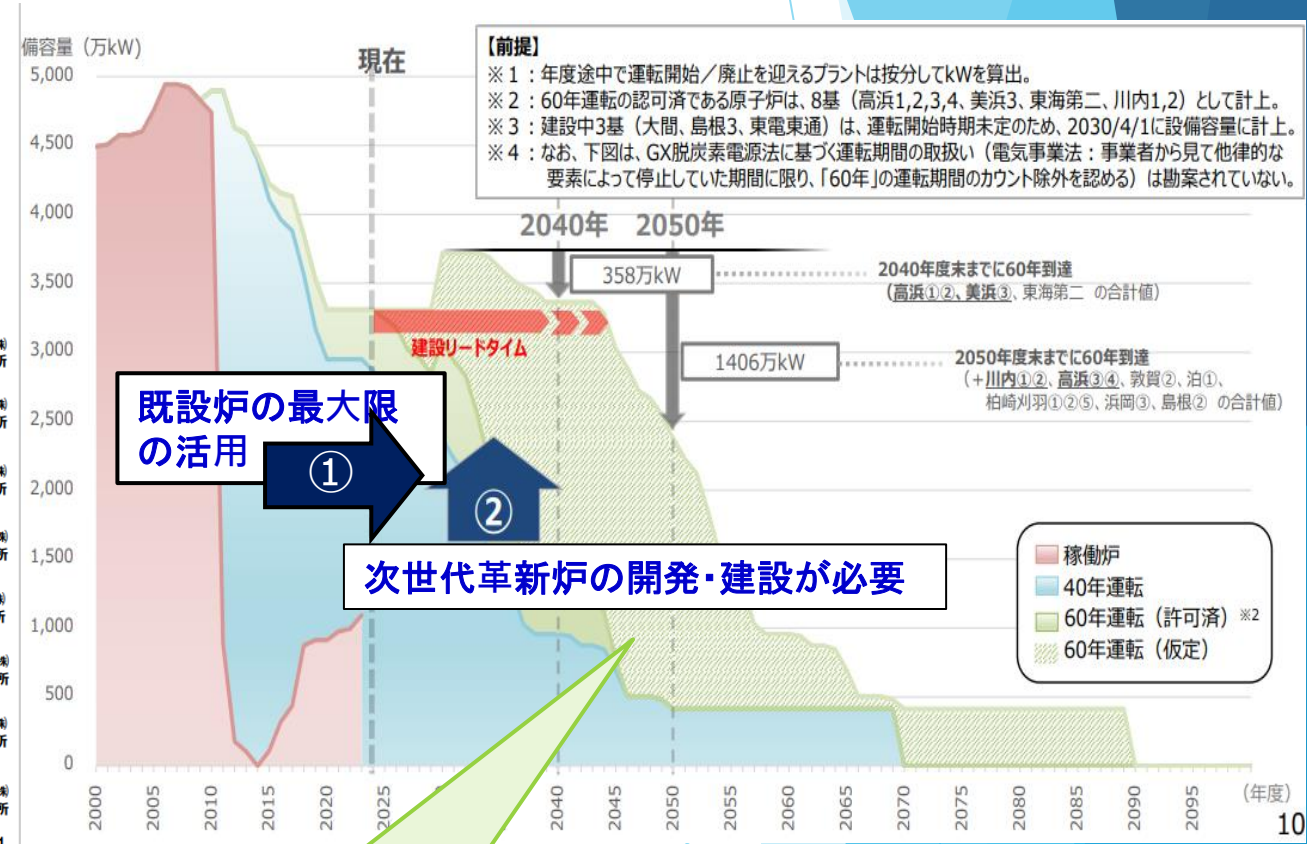
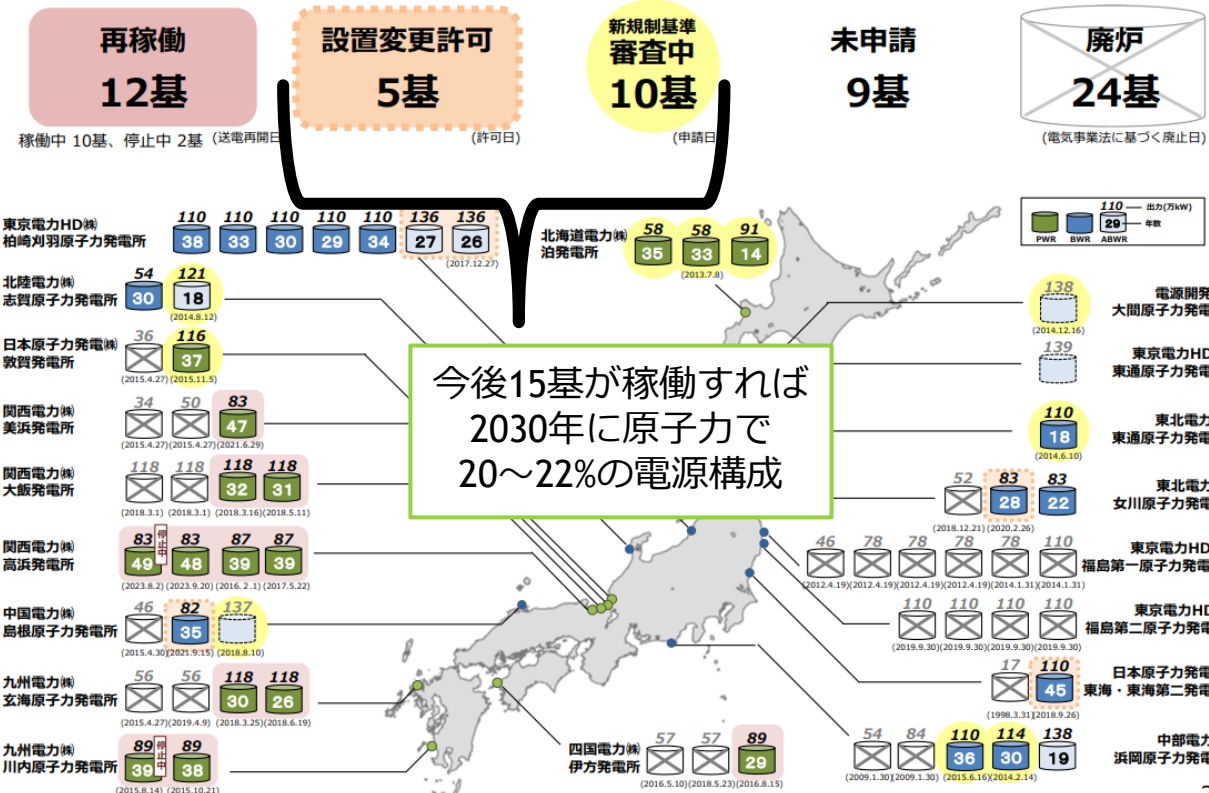
出所：原発「60年超運転」法が成立 自公維国などが憲法改正を主張 福島の反省と教訓どこへ：東京新聞 TOKYO Web

4-3. 原子力発電について(6/8)

2030年に原子力で20~22%の電源構成は

国内原子力発電所の設備容量見通し

原子力発電所の現状①



出所: エネHP 039_01_00.pdf (meti.go.jp)

新たな原子力発電所の建設が行われなければ、中長期的に原子力発電の容量は減少

出所: エネ庁HP 039_01_00.pdf (meti.go.jp)

2-3. 原子力発電について(7/8)

次世代革新炉の種類と特徴

将来的には次世代革新炉の開発と実装を

革新軽水炉

※現行炉と同じ出力規模



◆ 三菱重工業

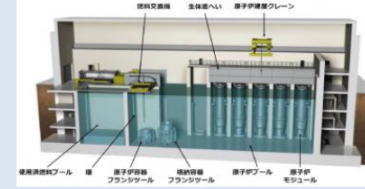
- 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- 受動安全や外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による所外影響の低減

<課題>

- ・初期投資の負担 ・建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

※軽水炉、小出力



◆ VOYGR（NuScale社）

- 炉心が小さく自然循環冷却、事故も小規模に
- 工期短縮・初期投資の抑制

<課題>

- ・小規模なため効率低い（規模の経済性小） ・安全規制等の整備



◆ BWRX-300（日立GE）

高速炉

※冷却材に軽水でなくナトリウムを使用



◆ 実験炉：常陽（JAEA）

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

<課題>

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

高温ガス炉

※冷却材にヘリウムガス、減速材に黒鉛を使用



◆ 試験炉：HTTR（JAEA）

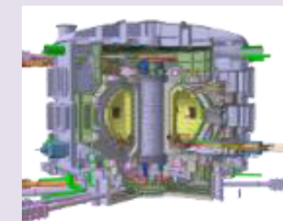
- 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- 高温耐性で炉心熔融なし
- 950℃の熱の利用が可能（水素製造等）

<課題>

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

核融合

※水素をヘリウムに融合・メカニズム大きく異なる



◆ 実験炉：ITER

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

<課題>

- ・プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間）

2-3. 原子力発電について(8/8)

課題：
原子力発電にともなって発生する「高レベル放射性廃棄物」の処分について現時点で具体的な処分地は決まっています。

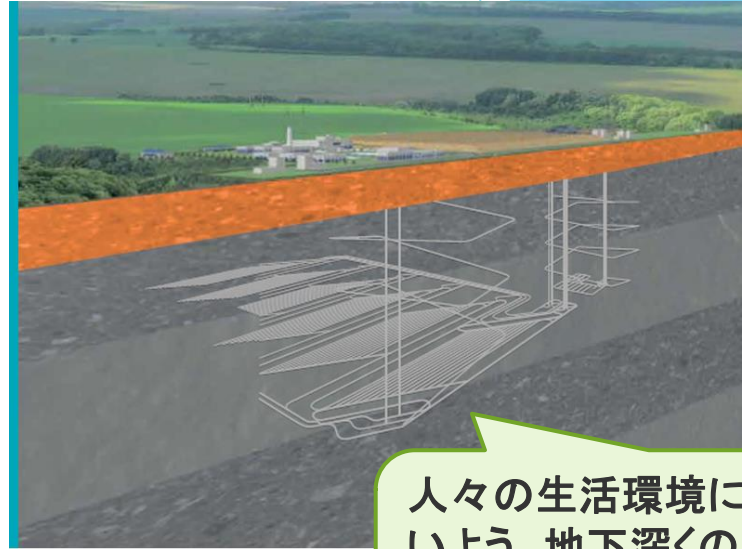


ガラス固化体にはウランやプルトニウムなどの核分裂する物質がほとんど含まれないことから、臨界状態になることはなく、爆発することはありません。
※臨界とは核分裂反応が連鎖的に発生し続けること

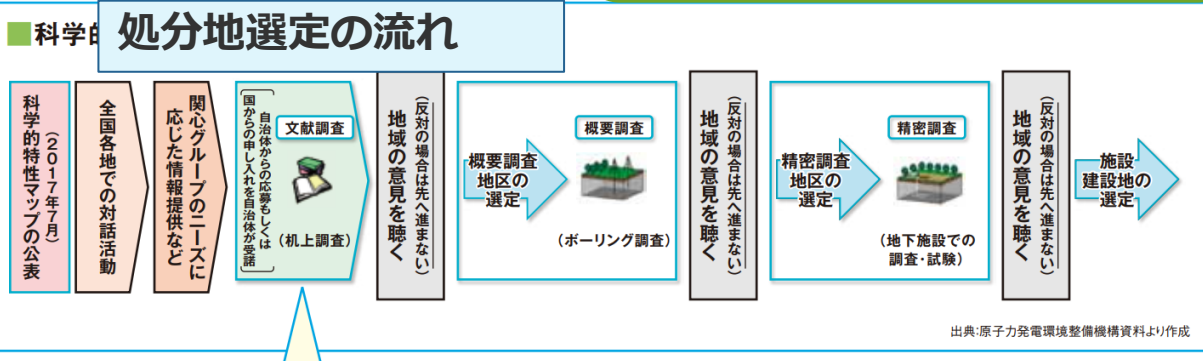
高レベル放射性廃棄物は、地下深部の安定した岩盤に処分

- 【天然バリア】**
- 火山や断層活動などの影響を考慮し、安定した地層を選ぶ。
 - 地下300mより深い安定した岩盤を選ぶ（酸素が少ないため金属が錆びにくく、地下水の動きも非常に遅い）。

- 【人エバリアの例】**
- ガラス固化体をオーバーバック（厚い金属製容器）に入れ、さらに緩衝材（水を通しにくい粘土）で覆って埋設する。



人々の生活環境に影響を与えないよう、地下深くの安定した岩盤に閉じ込める地層処分という方法で最終処分する方針です。



出典:原子力発電環境整備機構資料より作成

北海道 寿都町/神恵内村における「対話の場」を中心とした活動

佐賀県玄海町

2-4. 火力発電について(1/6)

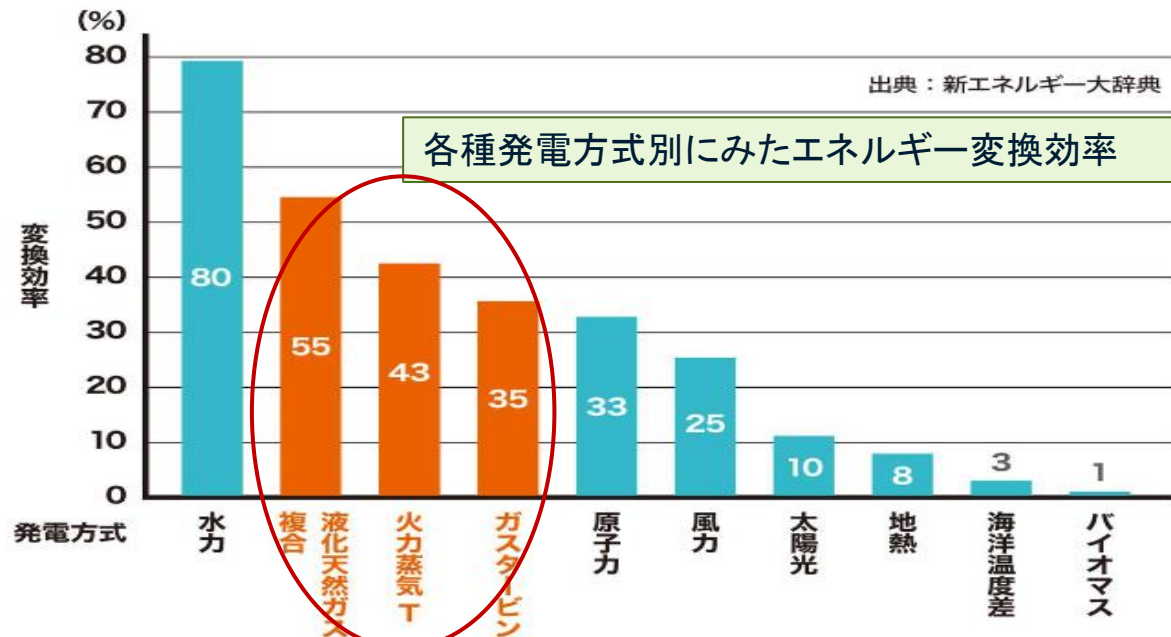
火力発電のメリット/デメリット

メリット

- ・安定した電力の供給ができる
- ・出力を調整しやすい
- ・エネルギー変換効率が高い
- ・設置場所の制約がない
- ・発電所・発電設備の建設コストが安い
- ・比較的短期間で建設できる

デメリット

- ・CO2などの温室効果ガスの排出量が多い
- ・燃料を輸入に頼っている
- ・化石燃料は有限の資源であり、燃料が枯渇する恐れがある



31

出所:火力発電のメリットは？課題は？仕組みからわかりやすく解説 - WITH YOU

2-4. 火力発電について(2/6)

G7気候・エネルギー・環境大臣会合

本年4月28日～30日、イタリア・トリノにおいて、G7気候・エネルギー・環境大臣会合が開催され、エネルギー政策や気候変動政策について、幅広い議論が行われました。

石炭火力については、各国のネット・ゼロの道筋に沿って、2030年代前半、または、気温上昇を1.5度に抑えることを射程に入れ続けることと整合的なタイムラインで、排出削減対策が講じられていない既存の石炭火力発電をフェーズアウトすることに合意しました。



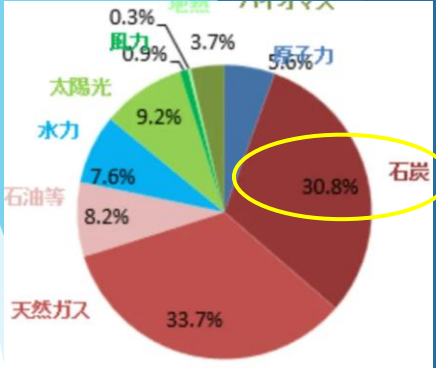
齋藤経済産業大臣

伊藤環境大臣

2-4. 火力発電について(3/6)

石炭火力発電に関する各国の状況

	石炭火力全廃の年限を表明					火力発電の段階的な脱炭素化					
国名	フランス	イギリス	カナダ	イタリア	ドイツ	アメリカ	日本	韓国	オーストラリア	中国	インド
発電量 (億kWh)	4,692	3,221	6,512	2,821	5,743	44,729	10,106	6,102	2,708	88,892	18,194
石炭火力の割合	1.3%	2.0%	4.0%	8.6%	33.0%	20.4%	30.8%	33.9%	49.3%	61.8%	71.8%
今後の見通し	2027年1月1日までに石炭火力を退出。	2024年10月1日までに、排出削減対策が講じられていない石炭火力をフェーズアウト(残る容量は約2GW)	2030年までに排出削減対策が講じられていない石炭火力をフェーズアウト。 CCUS付きであれば2030年以降も稼働可能。	2025年までに石炭火力をフェーズアウト(サルデーニャを除く)。	遅くとも2038年までに(理想的には2030年までに)石炭火力をフェーズアウト。	2035年までに発電部門のネットゼロを、2050年までに排出量のネットゼロを達成。	2030年ミックステで19%。 非効率な石炭火力のフェードアウト、水素・アンモニアやCCUS等を活用。	石炭火力の発電電力比率を2030年に約20%まで引き下げる方針。	2035年に再エネ82%とするも、石炭火力については言及なし。	国全体の排出を2030年にピークアウトさせる方針だが、石炭火力に関する明確な言及なし。	容量シェアは23年は51%から2029-30年に32%に減少も、容量そのものは40GW増える見込み。



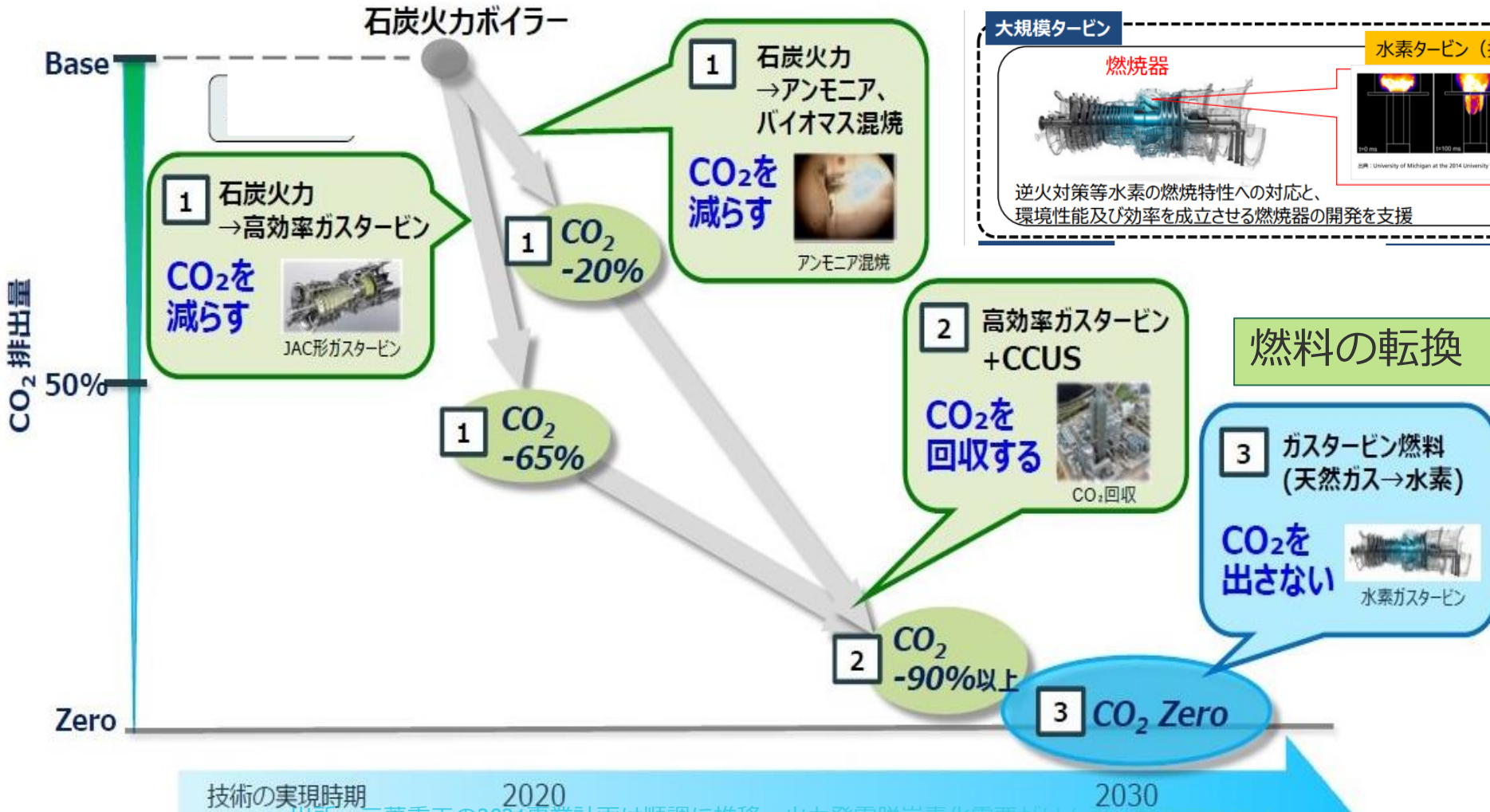
石炭火力発電の割合が元々低い国は全廃の年限を表明

石炭火力の割合が高い国は、段階的な脱炭素化を目指す

(出典) 電力需要及び石炭火力の割合についてはIEA World Energy Balance Sheet 2022, 各種報道をもとに経産省作成。総合エネルギー統計 (2022年度確報) をもとに、各国の政策方針については各国政府HP、

2-4. 火力発電について (4/6)

火力発電の脱炭素化



(注)「CCS」:「Carbon dioxide Capture and Storage」の略。「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれます。発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入するというものです。

「CCUS」:「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」を略したもので、回収したCO₂の貯留に加えて利用しようというものです。

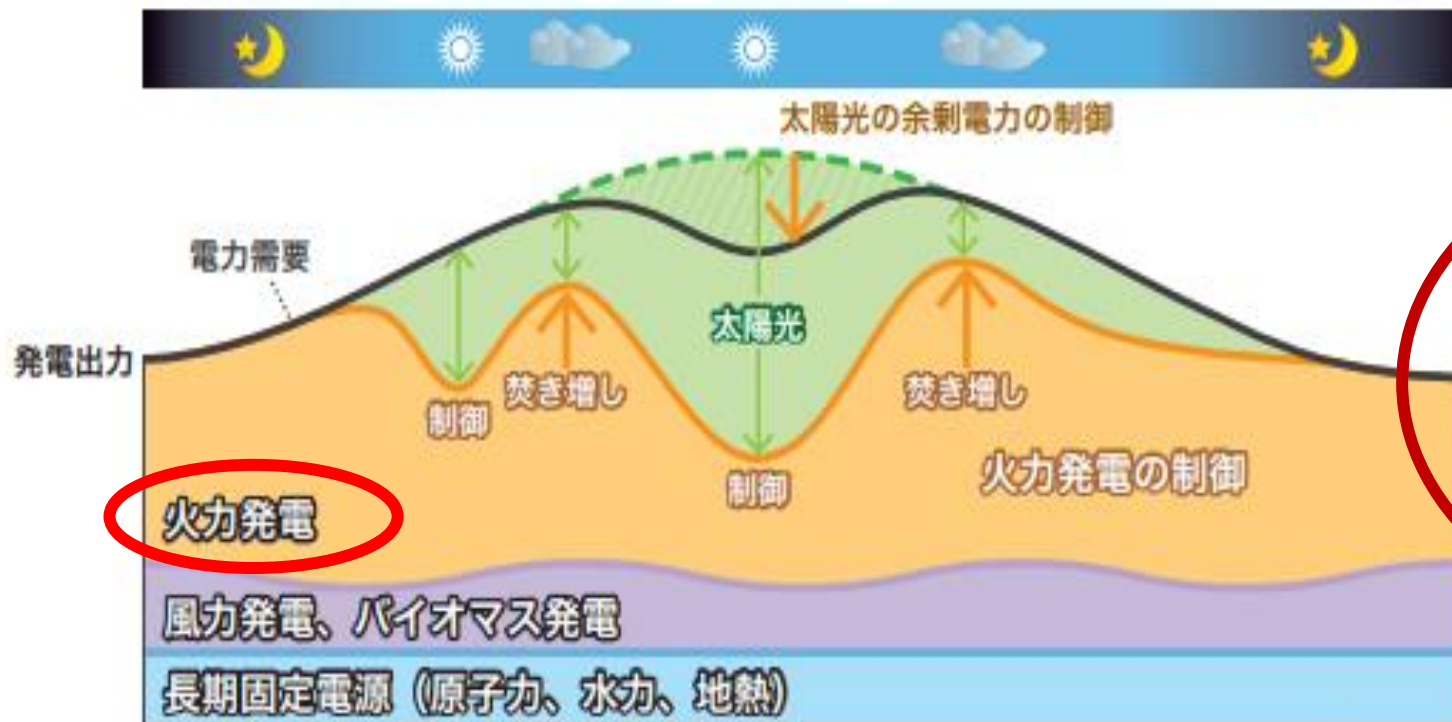
出所：三菱重工の2021事業計画は順調に推移、火力発電脱炭素化需要がけん引、製造業不景気にニュース (2/3 ページ) - MONOist (itmedia.co.jp)

2-4. 火力発電について (5/6)

Q 再エネだけでエネルギーを賄うことはできないのですか？

A 再エネは季節や天候によって発電量の変動し、安定供給のためには火力発電などの出力調整が可能な電源や、蓄電池と組み合わせてエネルギーを蓄積する手段の確保が必要です。

最小需要日(5月の晴天日など)の需給イメージ



電気を安定して使うには、常に発電量(供給)と消費量(需要)を同じにする必要があります。そのため、再エネの出力の上下に対応出来る火力発電などで、発電量と消費量のバランスをとる必要があります。

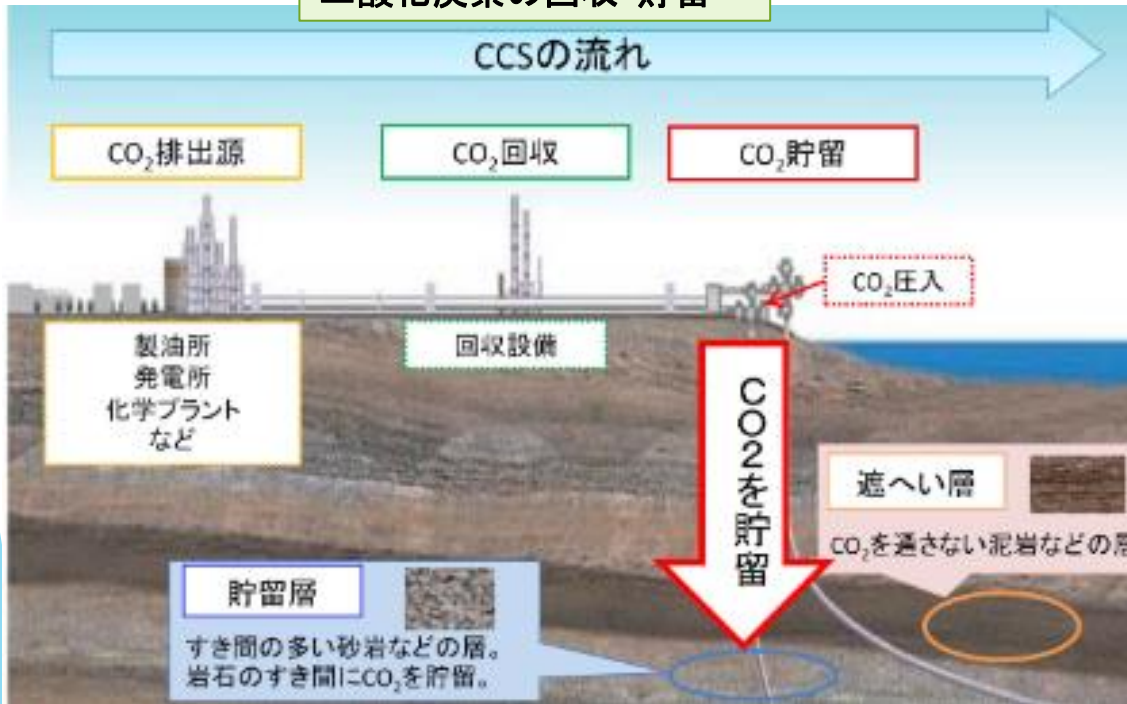
2-4.火力発電について(6/6)

火力発電は、供給力及び調整力確保の観点から引き続き重要な電源

今後はCCS (注) や燃料の転換(アンモニア、水素など)でCO2排出を削減

供給力: その時間帯に発電できる最大出力
調整力: 需給の調整に使う電力

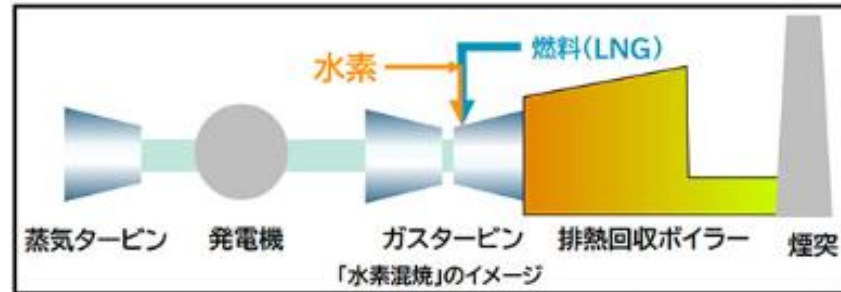
二酸化炭素の回収・貯留



出所: <https://www.sbbt.jp/article/cont1/89994>

(注)「CCS」:「Carbon dioxide Capture and Storage」の略。「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれます。発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入するというものです。

CO2を排出しない燃料(アンモニア、水素)への転換



対象号機	新潟火力発電所第5号系列5-1号機
所在地	新潟県新潟市東区桃山町
燃料種	LNG(液化天然ガス)
出力	5.45万kW
実証期間	2023年10月中旬～2025年3月(予定)
水素混焼率	1%程度(体積比)
水素供給元	水素カードル(ボンベ20本組)



取組み	2021	2022	2023	2024	2025	2026～
新潟火力における水素/アンモニア燃焼実証	FS	詳細検討・設備改造	実証			
水素/アンモニア燃焼専焼設備実装検討		FS・詳細検討				実装検討

スケジュール

840 x 414

東北電力、LNG火力発電所で水素混焼実証 10月から新潟で開始 | 環境ビジネスオンライン

出所: 東北電力、LNG火力発電所で水素混焼実証 10月から新潟で開始 | 環境ビジネスオンライン (kankyo-business.jp)

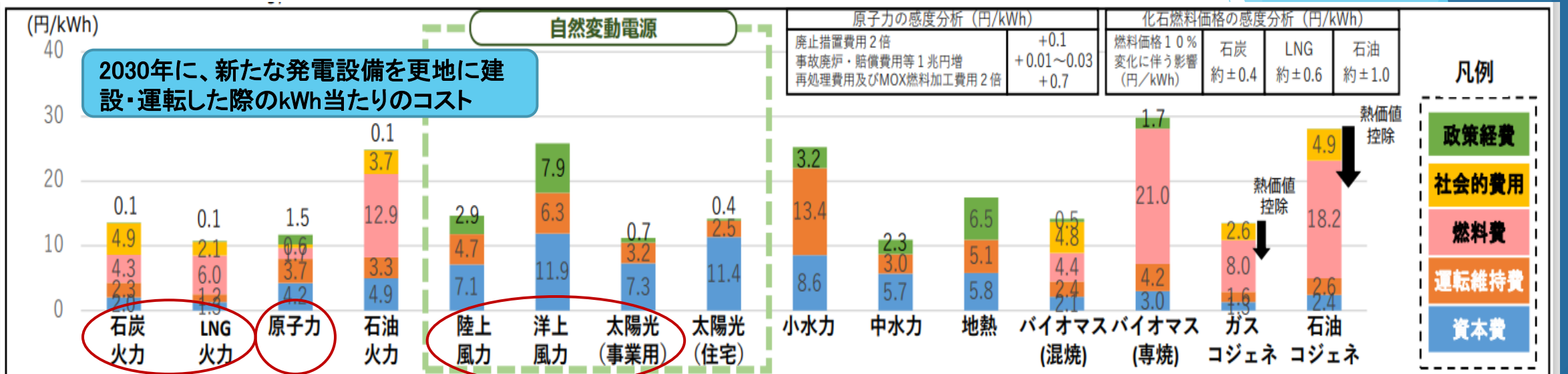
2023年10月です

2-5. 各電源の利点と課題

各種電源の特徴

	火力	原子力	水力(大規模)	水力(小規模)	再エネ
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・大量で安定的な電力供給ができる ・需要に合わせて発電量を調整できる ・需要地に近い場所での建設も可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量で安定的な電力供給ができる ・燃料は準国産で安定確保でき、また、リサイクルも計画 ・CO2を排出しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量で安定的な電力供給ができる ・資源は枯渇することなく、国内で確保できる ・CO2を排出しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・資源は枯渇することなく、国内で確保できる ・CO2を排出しない ・1日の発電電力の変動が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・資源は枯渇することなく、国内で確保できる ・CO2を排出しない ・小規模の設置がしやすい
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・CO2を排出する ・燃料調達の量や価格が海外情勢に左右されやすい ・資源は枯渇する可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な事故時の被害が大きい ・放射性廃棄物の最終処分場が決まっていない ・大量の冷却水がある場所に限定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム建設が自然環境や生活環境を損なうことがある ・施設の建設費や維持費がかかる ・大規模立地の場所がなくなった 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力コストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力供給が気候条件などに左右されやすい(太陽光、風力) ・電力コストが高い ・立地が限定される(風力、地熱)

2-6. 2030年の電源別発電コスト試算の結果



参考① 電源立地や系統制約を考慮しない機械的な試算 (2015年の手法を踏襲)

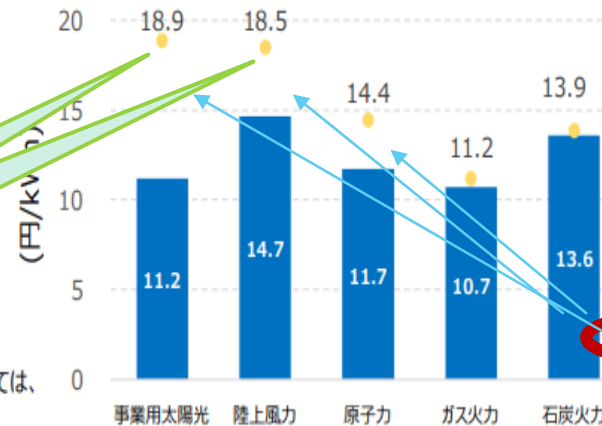
「系統が日本全国で大幅に増強され、日本全体で電力需給が瞬時に調整される」前提を置いてなお生じる追加費用 (火力効率低下や揚水活用等の費用) 追加費用として試算。

自然変動電源の導入量・割合※1※2	生じる追加費用
1450億kWh (15%) 程度	年間8,470億円
1850億kWh (20%) 程度	年間1兆1,500億円
2350億kWh (25%) 程度	年間1兆4,000億円

※1 導入割合は総発電電力量
 ※2 検証時点では、洋上風力の諸元を流用し、陸上風力の諸元を流用し

太陽光、風力は燃料費がタダだというものの電源別限界コストは高い

参考② 電源立地や系統制約を考慮した、モデルによる分析・試算 (委員による分析※2)



- 2030年エネルギーミックスが達成された状態から、さらに各電源を微少追加した場合に、電力システム全体に追加で生じるコストを計算し、便宜的に、追加した電源で割り戻してkWh当たりのコスト (電源別限界コスト) を算出。
 - どの電源を追加しても、電力システム全体にコストが生じる。これを、どう抑制していくのか、誰がどう負担するのかを議論していくことが重要。
- 青 横棒：発電コスト (上の積上げ棒グラフの値と同じ)
 黄色ドット：電源別限界コスト

※2 第8回発電コスト検証WGにおける委員発表資料より引用。

電源別限界コスト：太陽光・風力 (自然変動電源) の大量導入により、火力の効率低下や揚水の活用などに伴う費用

2-8. そうだったのか！エネルギーミックス(1/2)

——太陽光——天然ガス——原子力

電力コスト
は安いかな

環境にはどうか
(CO2排出)

一種類の電源で
全てを満たすもの
はありません

スゴイ、バラン
スよい電源が
ス・テ・キです

自然の影響は
(天候、昼夜)

各電源の特徴
を活かして
構成する

資源の在庫
は十分か

いろいろな電源で、
リスク対応もでき
そうだね！

出力の増減
は自由か

大規模災害
の懸念は

出典：東北エネルギー懇談会HP

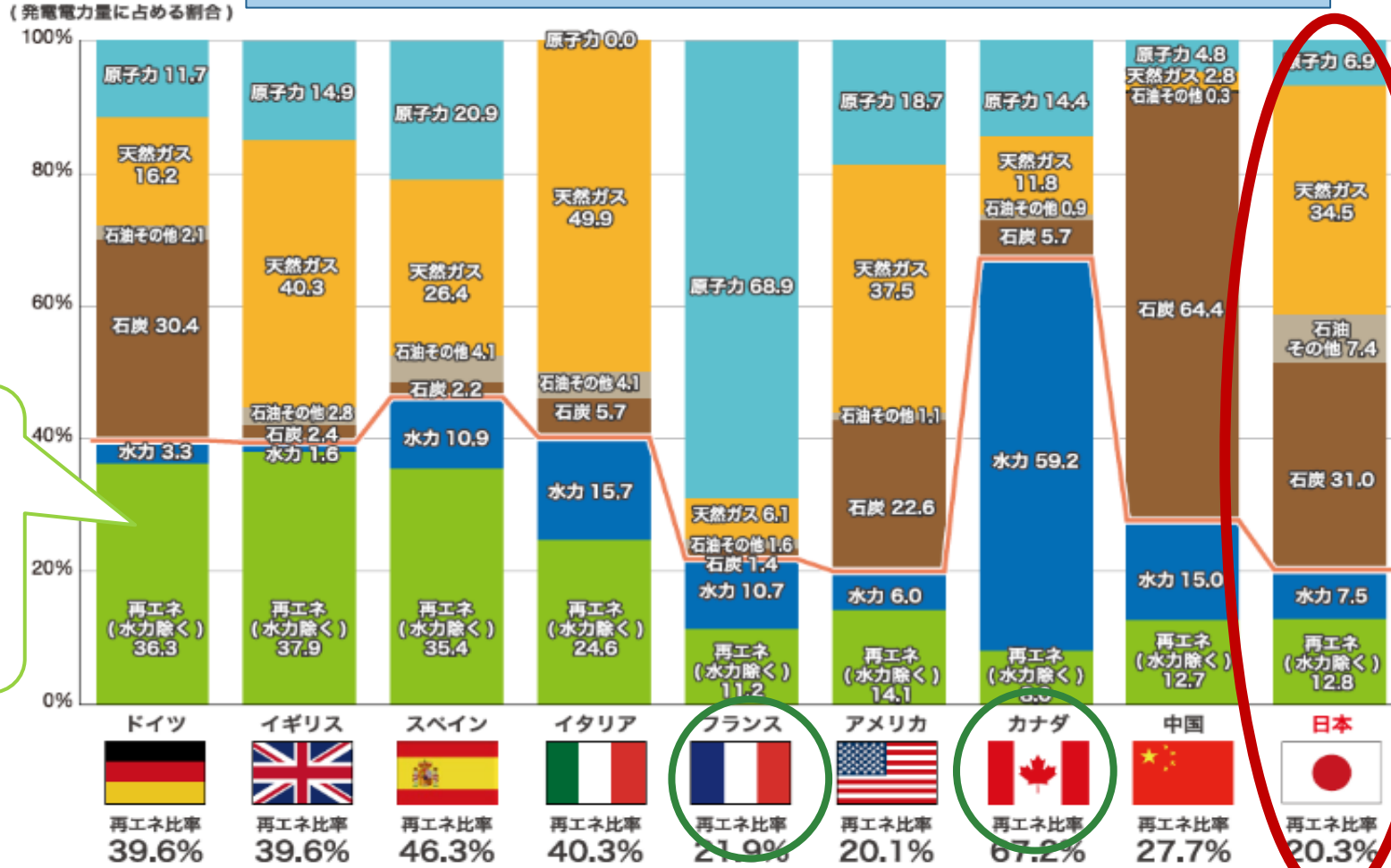
[日本のエネルギー問題“まるわかり” | 東北エネルギー懇談会 \(t-enecon.com\)](http://t-enecon.com)

39

39

2-8. そうだったのか！エネルギーミックス(2/2)

主要国の発電電力量に占める再エネ比率の比較



CO2排出係数 (kg CO2/kWh)
 スペイン (2022年データ) を除き2019年のデータ

中国	0.64
日本	0.44
アメリカ	0.38
ドイツ	0.33
イタリア	0.30
スペイン	0.22
イギリス	0.18
カナダ	0.13
フランス	0.04

石炭

水力

原子力

再エネ+天然ガス+原子力

再エネ+天然ガス+原子力

CO2の排出が少ない

再エネ、化石燃料、原子力のバランス

(出典) IEA 「Market Report Series - Renewables 2022 (各国2021年時点の発電量)」、
 IEA データベース、総合エネルギー統計(2021年度確報値) 等より資源エネルギー庁作成
 出所: 2023-日本が抱えているエネルギー問題 (中編) | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁 (meti.go.jp)

3. エネルギー需給の実績(1/2)

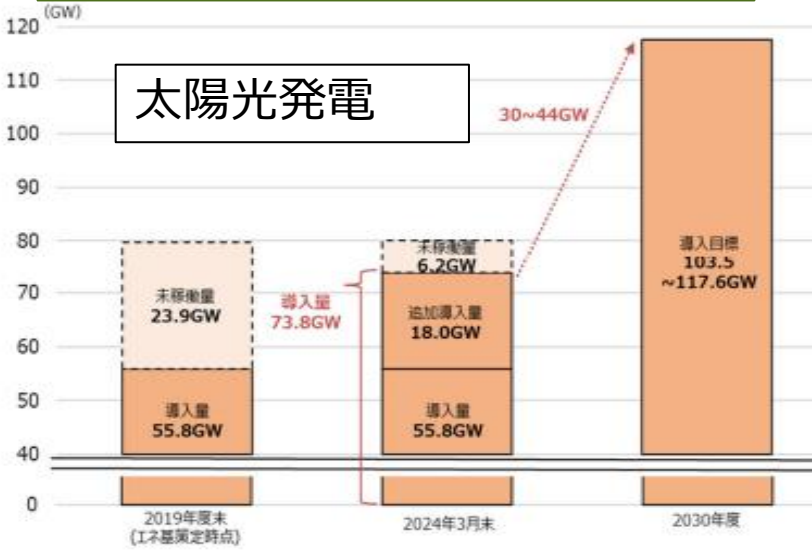
		2010年度	2013年度	2021年度	2022年度	2030年度 (現行ミックス)
エネルギー	エネルギー自給率	20.2%	6.5%	13.3% (減少)	12.6%	30%
	最終エネルギー消費量	3.8億kl	3.6億kl	3.2億kl (減少)	3.1億kl	2.8億kl
	1次エネルギー供給の化石燃料割合	81.2%	91.2%	83.2% (増加)	83.4%	68%
電源構成	火力発電	65.4%	88.3%	72.8% (減少)	72.8%	41% (3,840億kWh)
	石炭	27.8%	32.9%	31.0%	30.8%	19% (1,780億kWh)
	LNG	29.0%	40.9%	34.4%	33.8%	20% (1,870億kWh)
	石油等	8.6%	14.4%	7.4%	8.2%	2% (190億kWh)
	再生可能エネルギー	9.5%	10.9%	20.3% (増加)	21.7%	36~38% (3,360~3,530億kWh)
	太陽光	0.3%	1.2%	8.3%	9.2%	14~16% (1,290~1,460億kWh)
	風力	0.3%	0.5%	0.9%	0.9%	5% (510億kWh)
	水力	7.3%	7.3%	7.6%	7.6%	11% (980億kWh)
	地熱	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	1% (110億kWh)
	バイオマス	1.3%	1.6%	3.2%	3.7%	5% (470億kWh)
原子力	25.1%	0.9%	6.8% (減少)	5.5%	20~22% (1,880~2,060億kWh)	
エネルギー起源CO2排出量	11.4億t	12.4億t	9.9億t (減少)	9.6億t	6.8億t	

出典：総合エネルギー統計（2022年度確報）、2030年度におけるエネルギー需給の見通しをもとに資源エネルギー庁作成

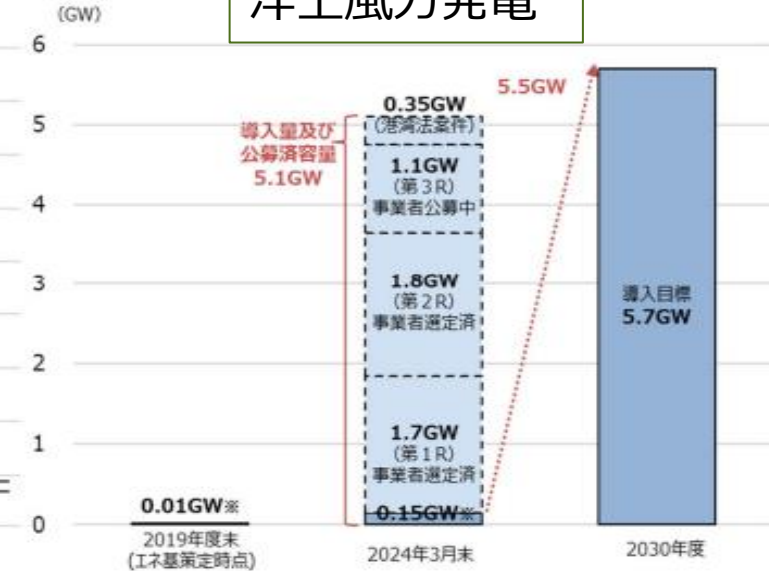
3. エネルギー需給の実績(2/2)

各電源ごとの導入状況

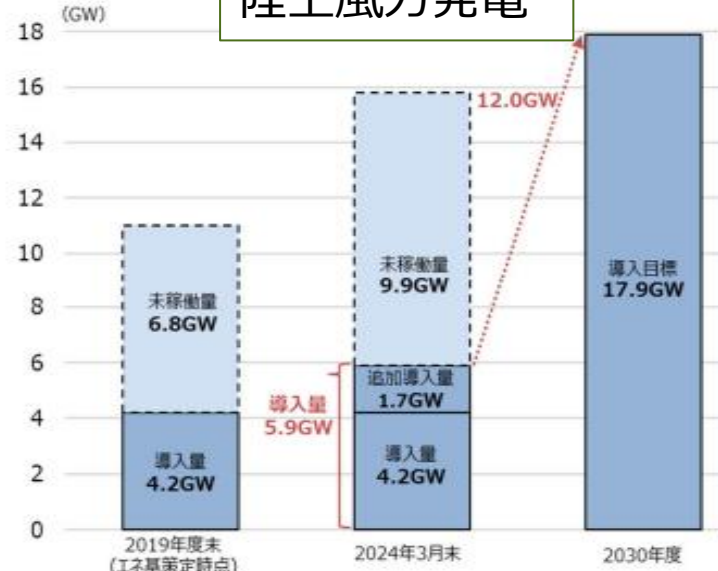
太陽光発電



洋上風力発電

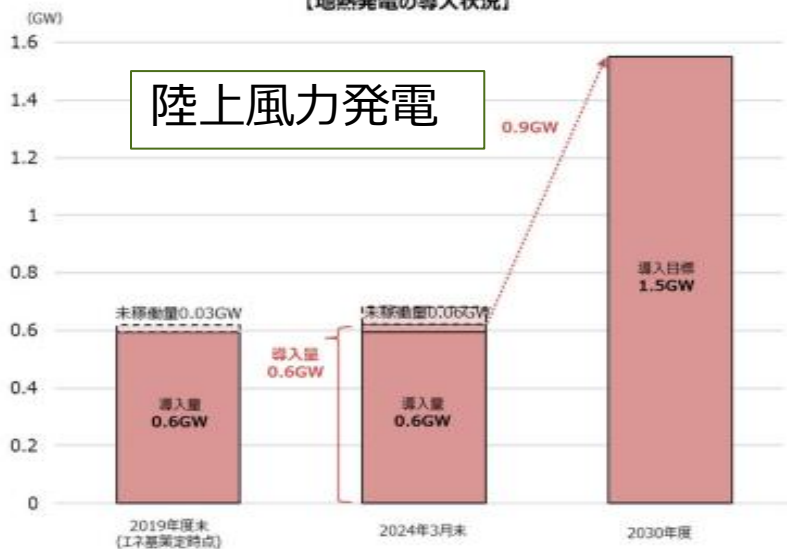


陸上風力発電



【地熱発電の導入状況】

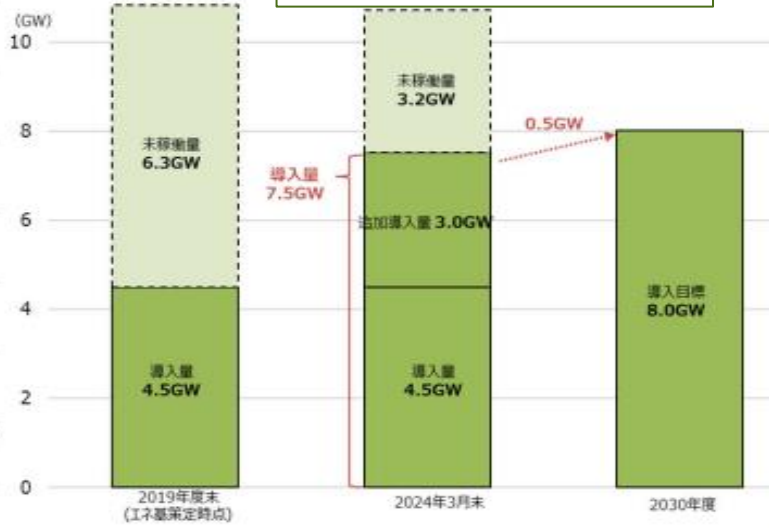
陸上風力発電



中小水力発電



バイオマス発電

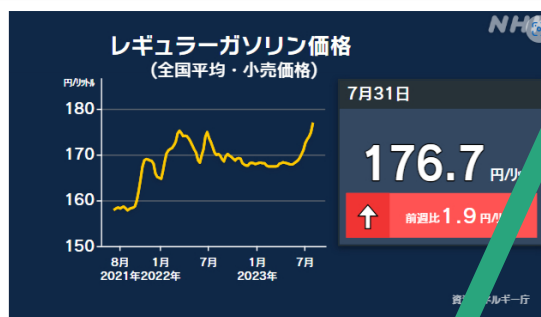
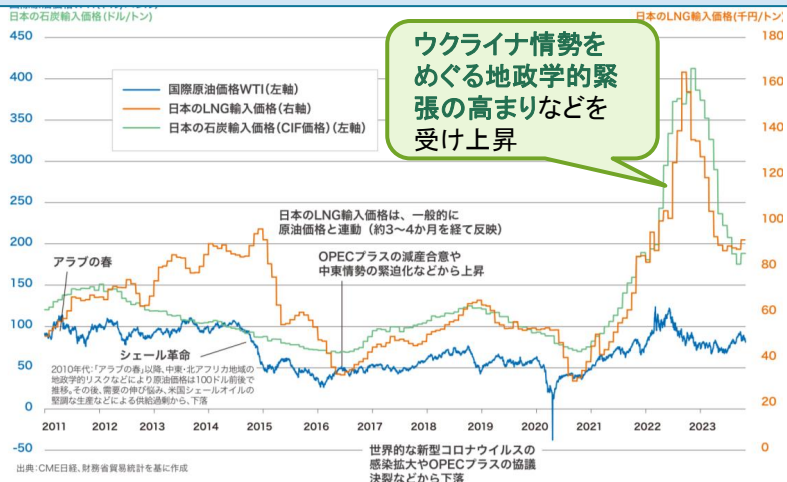


4. エネルギーを取り巻く環境の変化(1/5)

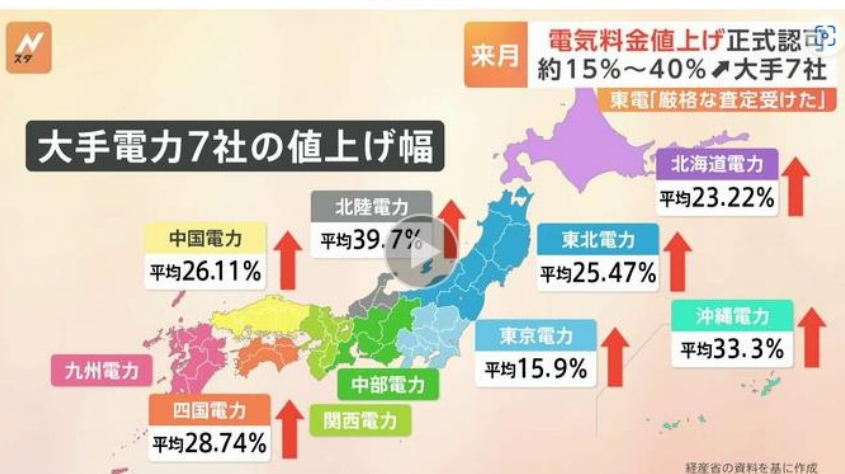
ロシアのウクライナ侵攻 (2022年2月24日)

エネルギーの安全保障とは、国民の生活を維持していくために必要な量のエネルギーを、**妥当な価格**で確保すること

・世界各国は**エネルギー安全保障**の重要性を再認識



ガソリン価格 約15年ぶり 1リットル 176円超 11週連続値上がり



50年前(1973年)の晩秋、日本全国のスーパー店頭からトイレットペーパーや洗剤が消えました。**オイルショック(石油危機)**の影響です。



10月に勃発した第4次中東戦争がきっかけです。OPECが原油の供給制限と輸出価格の大幅な引き上げを行うと、国際原油価格は3カ月で約4倍に高騰したのです。これにより、石油消費国である先進国を中心に世界経済は大きく混乱しました。

出所: オイルショック
写真 - Google 検索

4. エネルギーを取り巻く環境の変化(2/5)

GX実現に向けた基本方針

◆ 「GX実現に向けた基本方針」が2022年末にとりまとめられ、**2023年2月に閣議決定**。

脱炭素と経済成長を両立するグリーントランスフォーメーション（GX）実現のための政府方針です

(1) エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- 複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創設
- 省エネ効果の高い断熱窓への改修等、住宅省エネ化への支援強化

②再エネの主力電源化

- 次世代太陽電池（ペロブスカイト）や浮体式洋上風力の社会実装化

③原子力の活用

- 安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化
- 厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り運転期間のカウントから除外を認める

④その他の重要事項

- 水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- カーボンリサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進

(2) 「成長志向型カーボンプライシング等の実現・実行

①GX経済移行債を活用した、今後10年間で20兆円規模の先行投資支援

②成長志向型カーボンプライシングによるGX投資インセンティブ

③新たな金融手法の活用

⇒ 今後10年間で150兆円を超えるGX投資を官民協調で実現・実行

④国際展開戦略

- クリーン市場の形成やイノベーション協力を主導
- 「アジア・ゼロエミッション共同体」(AZEC)構想を実現

⑤公正な移行などの社会全体のGXの推進

- 成長分野等への労働移動の円滑化支援
- 地域・くらしの脱炭素化を実現

⑥中堅・中小企業のGXの推進

- サプライチェーン全体でのGXの取組を推進

政府は2050年までに温暖化ガスの排出量を実質ゼロにする目標を掲げ、脱炭素電源となる**再生可能エネルギー**や**原子力**を「**最大限活用する**」と明記しました。

4. エネルギーを取り巻く環境の変化(3/5)

気候変動対策の進展 (cop28で初の評価を実施)

2023年11月30日から12月13日まで、世界の国々が気候変動の問題を話し合う「COP28」がUAEのドバイで開催されました。

決定文書では、パリ協定の目標達成にあたり、「**世界の気温上昇を1.5度に抑える**」という目標まで隔たりがある(オントラックではない)こと、1.5度目標に向けて行動と支援が必要であること、が強調されました。

GHG排出削減を指す「緩和」に関しては、1.5度目標を達成するために、2025年までにGHG排出をピークアウトさせ、2030年までに43%、**2035年までに60%を排出削減する必要性**が認識されました。

具体的には、

- ・2030年までに再エネ発電容量を世界全体で3倍、省エネ改善率を世界平均で2倍に
- ・排出削減が講じられていない石炭火力のフェーズダウンに向けた取り組みの加速
- ・2050年までにネットゼロを達成するための、エネルギーシステムにおける化石燃料からの移行
- ・再エネ、原子力、CCUSなどのCO2除去技術、低炭素水素などを含むゼロ・低排出技術の加速
- ・ゼロ・低排出自動車の導入、インフラ構築を含め、多様な道筋の下で道路交通の排出削減を加速



COP28」は、温室効果ガス(GHG)の排出削減目標や気候変動への対策について議論される「国連気候変動枠組条約締約国会議」の28回目の会議です。締約国198カ国などが参加しました。



4. エネルギーを取り巻く環境の変化(4/5)

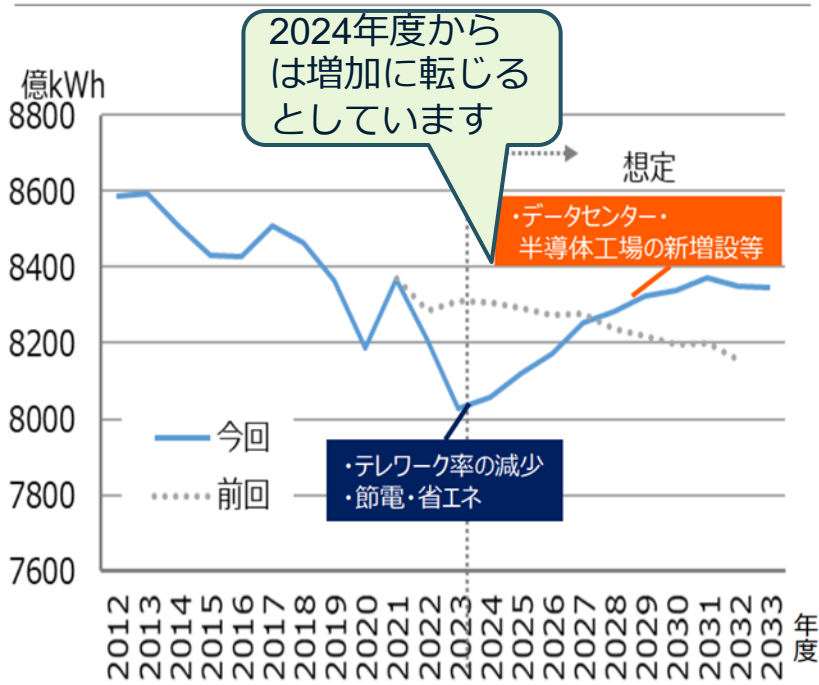
DXの進展による電力需要の増大

DX(デジタルトランスフォーメーション):
企業がデジタル技術を活用して業務やビジネスモデルを改革し、競争力を高めること

人口減少や節電・省エネ等により家庭部門の電力需要は減少傾向ですが、人手不足対応のための省人化、遠隔化に加え、データセンターや半導体工場の新增設等による産業部門の電力需要の大幅増加により、全体として電力需要は増加傾向

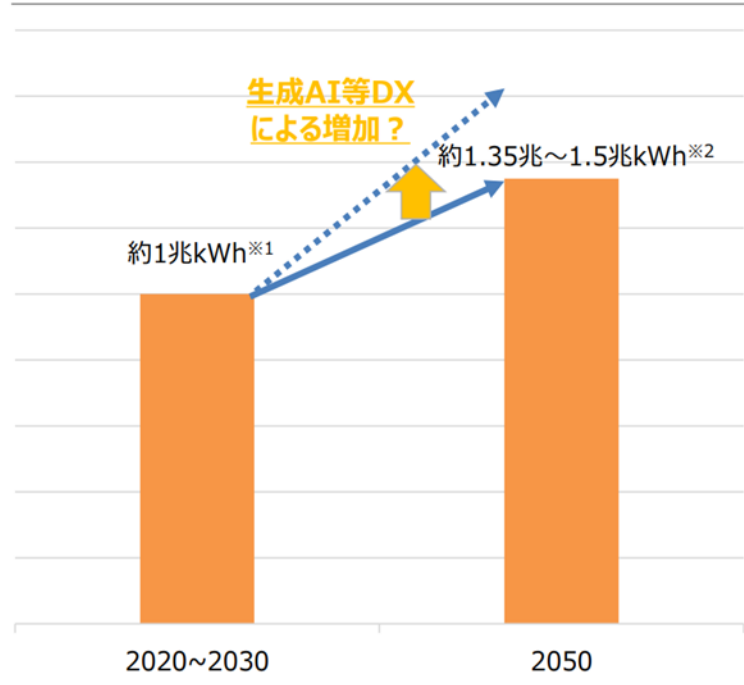
データセンター・半導体工場の新增設に伴い、北海道、東京、中国の需要が特に増加。

我が国の需要電力量の見通し



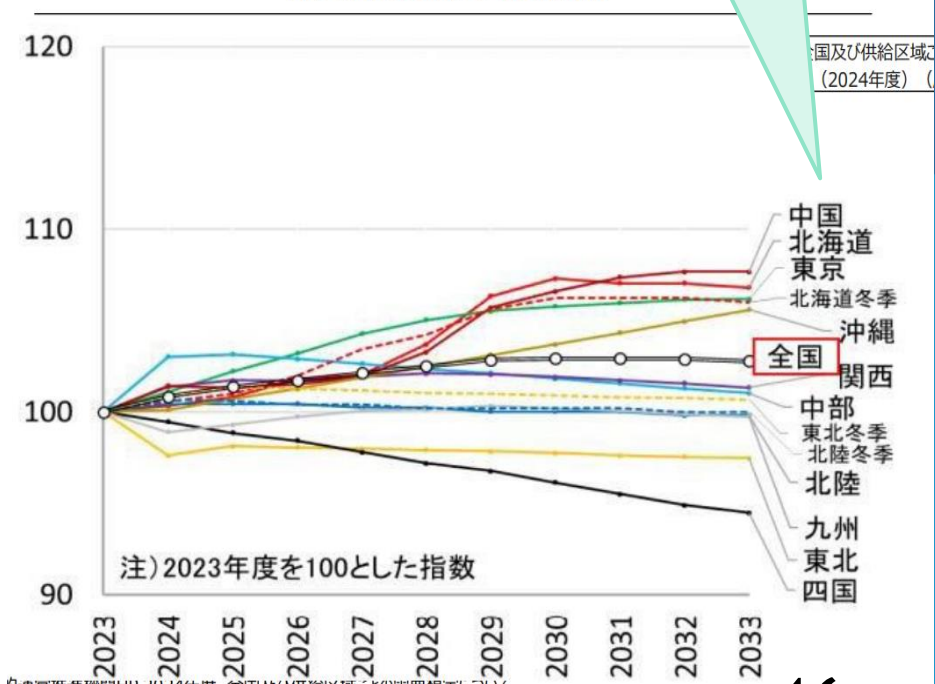
(出所) 電力広域的運営推進機関「全国及び供給区域ごとの需要想定(2024年度)」(令和6年1月24日)を元に作成

国内発電電力量のイメージ



※1: 総合エネルギー統計、第6次エネルギー基本計画に基づく。
※2: 第43回基本政策分科会で示されたRITEIによる発電電力量推計を踏まえた参考値。

最大需要の想定(送電端)



4. エネルギーを取り巻く環境の変化(5/5)

第7次エネルギー基本計画の検討

すくなくとも3年ごとに検討されます

国のエネルギー政策の指針である「エネルギー基本計画」の見直しに向けて、本年5月15日に開いた総合資源エネルギー調査会(経産相の諮問機関)基本政策分科会で議論が始まりました。

2040年度の電源構成などを検討し、今年度中に改定されます。

エネルギー政策は我々の未来に大きな影響を与えますので、その議論は非常に重要です。私たち一人ひとりが関心を持ち、積極的に議論に参加することが求められます。

・環境(脱炭素)偏重ではなく、エネルギー安全保障とエネルギーコストに重点を置いた強靱かつ柔軟(レジリエンス)なものにして欲しいものです。

・エネルギーを知ることは、国際社会を知ることであります。私たちの周りのエネルギーの問題について、自分事として考えてみよう!



総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(5月15日)



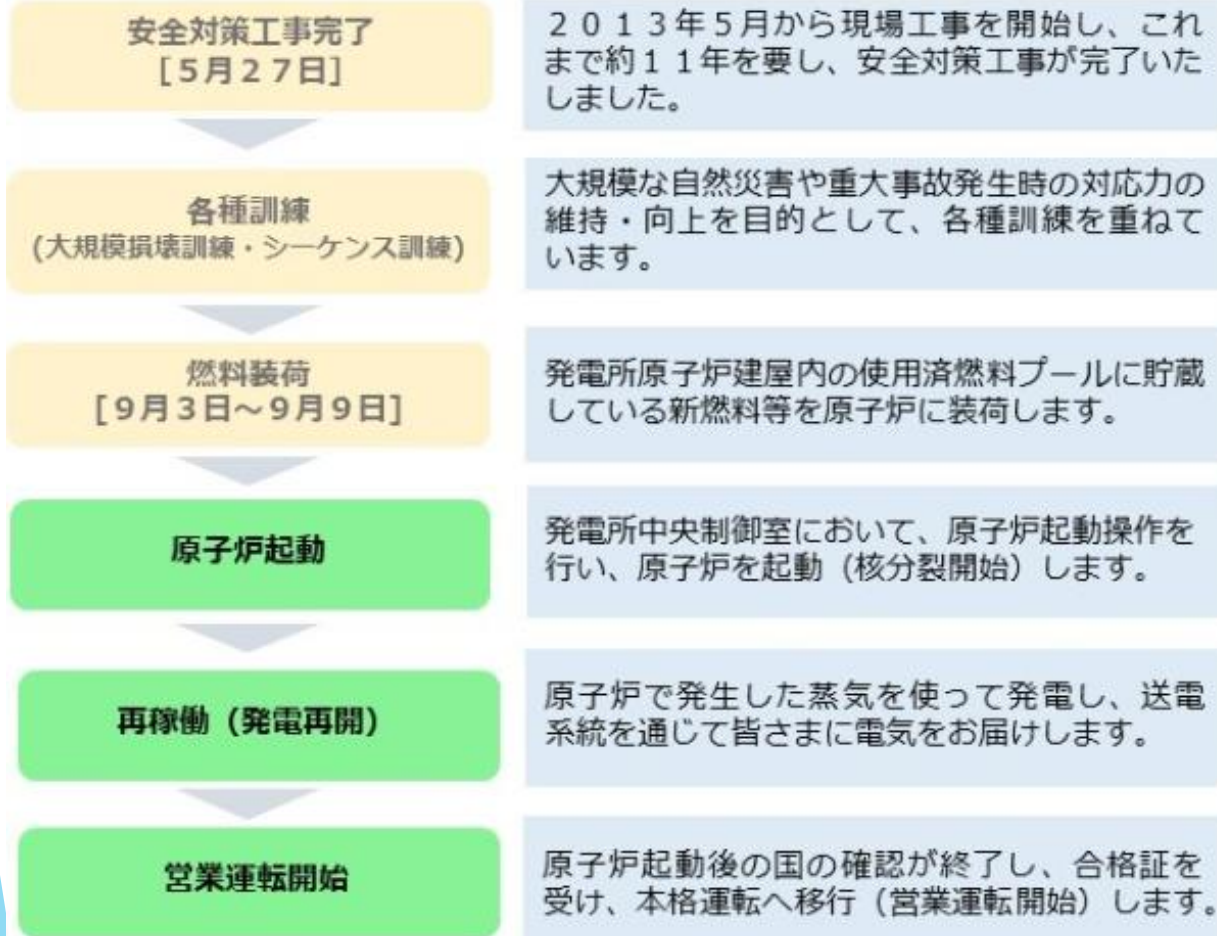
齋藤経済産業大臣

「日本はエネルギー政策における戦後最大の難所にある。将来のあるべき姿を示していただきたい」

5. 最近のトピックス(1/3)

東北電力 女川原子力発電所2号機の再稼働

<再稼働に向けた工程>



出所: [女川原子力発電所2号機における再稼働スケジュール等に関する情報 | 東北電力](#)



シーケンス訓練 (写真は大容量送水ポンプへのホース接続作業の様子)



燃料装荷 (写真は原子炉に燃料集合体を挿入する作業の様子)



原子炉起動操作 (写真は運転シミュレータ訓練の様子)



出所: [「女川原発」の検索結果 - Yahoo!検索\(画像\)](#)

5. 最近のトピックス (2/3)

むつ市 中間貯蔵施設に使用済み核燃料初搬入

9月26日、新潟県にある柏崎刈羽原子力発電所から使用済み核燃料が運び込まれました

中間貯蔵施設は、東京電力と日本原子力発電の原発から出る使用済み核燃料を一時的に保管する全国初の施設です。



使用済み核燃料 むつ市の中間貯蔵施設に初搬入 | ABAニュース (aba-net.com)

六ヶ所村 核燃料再処理工場“完成目標2026年度中に延期

8月29日、日本原燃の増田尚宏 社長が青森県庁で宮下知事と面会し、新たな完成時期の目標を2026年度中とすることを報告。

併せて、MOX燃料工場の竣工目標を、2027年度中に延期するとなりました。



青森 使用済み核燃料の再処理工場“完成目標2026年度中に延期”日本原燃が県に報告 | NHK | 青森県

5. 最近のトピックス (3/3)

(仮称)みちのく風力発電事業の取り止め

2023年10月10日、株式会社ユーラスエネルギーホールディングスは、(仮称)みちのく風力発電事業の取り止めを発表。

この計画は、八甲田山の北側に高さ150mほどの風車を最大150基建設予定でした。出力:約600,000kW

この事業廃止により、ブナを始めとした推定約35万本の樹木が伐採される大規模な土地改変が見直され、八甲田の貴重な自然環境が残されることとなりました

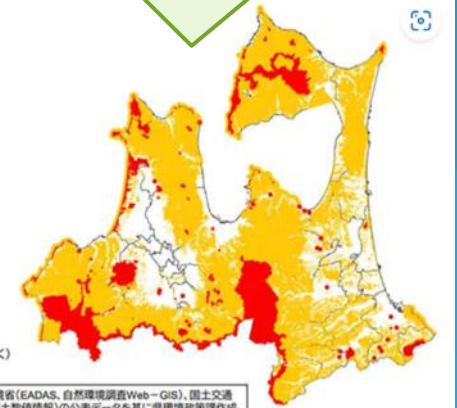
再生可能エネルギーは、推進と環境保護のバランスをどう取るかが問われています

青森県は、再エネ発電設備の導入と、自然環境や景観保護との両立を図るため、陸上風力、太陽光発電の計画について、立地の制限や地元の合意形成を図る手続きを具体的に定める条例の制定を目指しています。



青森県は、本年9月3日一定の規模を超える陸上風力、太陽光発電事業を禁止する「保護地域」の案を示した地図を公表しました

- 保護地域
- 自然公園区域(国立公園/特別保護、1種、2種、3種)
- 自然公園区域(国立公園/特別保護、1種、2種、3種)
- 自然公園区域(国立公園/特別保護、1種、2種、3種)
- 自然公園区域(国立公園/特別保護、1種、2種、3種)
- 自然環境保全地域(国指定)(野生保護、特別)
- 自然環境保全地域(国指定)(野生保護、特別)
- ラムサール条約湿地
- 鳥獣保護区(国指定・県指定)(特別保護地区を含む)
- 世界自然遺産(緩衝区域を含む)
- 世界文化遺産(緩衝区域を含む)
- 国指定文化財等(史跡、名勝)
- 保護林
- 緑の回廊
- 都道府県指定文化財(史跡、名勝)



●については、GISデータがないため。

6-1.青森県の風力発電施設

青森県は風力発電において日本のトップランナーであり、特に津軽半島や下北半島を中心に多くの風力発電所が稼働しています。



風力発電設備・導入実績(青森県)(2018年3月末現在)

出所: NEDO新エネルギー部: [日本における風力発電設備・導入実績] | 都道府県別導入事例

風力発電の累積導入量 上位5道県(2021年末現在)

1	青森県	65.6万kw
2	秋田県	64.8万kw
3	北海道	49.1万kw
4	鹿児島県	26.6万kw
5	三重県	20.2万kw

※日本風力発電協会調べ



青森県は全国的にみて最も風が強いエリア。冬、大陸から津軽海峡を通過して太平洋に吹き抜ける季節風のおかげです。



ウインドファーム津軽

6-2.青森県の原子力関連施設

青森県は日本の原子力政策において重要な役割を果たしており、原子力関連施設が集まる地域です



大間原子力発電所



むつ関連施設



使用済み燃料中間貯蔵施設



出所：青森県HPを基に作成



東通原子力発電所（東京電力）



東通原子力発電所（東北電力）



量子科学センター

核融合研究所



原子燃料サイクル施設

ま と め

- ・エネルギーを考える上で大切なことは、**S+3E**。安全性を大前提とし、安定供給、経済効率、環境を同時達成すべく取り組む。安定供給(自給率の向上)にむけては化石燃料依存度を下げ、再生可能エネルギー及び原子力の割合を高める。
- ・再エネ、原子力、火力、何れも電源としての利点・課題があり、一つのエネルギー源で必要な要件を同時に満たすものはない。このため、**再エネ、原子力、火力(CO₂を排出しない)**を**バランスよく組み合わせた電源構成**(エネルギーミックス)とすることが必要。
- ・ウクライナ危機で、世界は**エネルギー安全保障**の大切さを再認識。現在第7次エネルギー基本計画が検討されている。環境(脱炭素)偏重ではなく、エネルギー安全保障とエネルギーコストに重点を置いた強靱かつ柔軟(レジリエンス)なものにして欲しいものです。
- ・**青森県は日本エネルギーにとって重要な役割を果たしている。**

私たちの周りのエネルギーの問題について、自分事として考えてみよう。 53

ご清聴ありがとうございました



7. 参 考

1. 東日本大震災の影響を受けた原子力施設
2. 福島第一原子力発電所の事故の概要
3. 女川原子力発電所の地震・津波対策（福島事故前）
4. 女川原子力発電所の地震後の状況
5. 女川原子力発電所の現在の状況
6. 原子力発電所 福島事故の教訓
7. 最近の原子力に関する世論調査から

1. 東日本大震災の影響を受けた原子力施設

(2014年12月現在)



+
震央

*1~4号機は、燃料取

福島第一原子力発電所
(1~4号機)以外の発電所に安全上の問題はありませんでした。

*冷温停止状態の定義

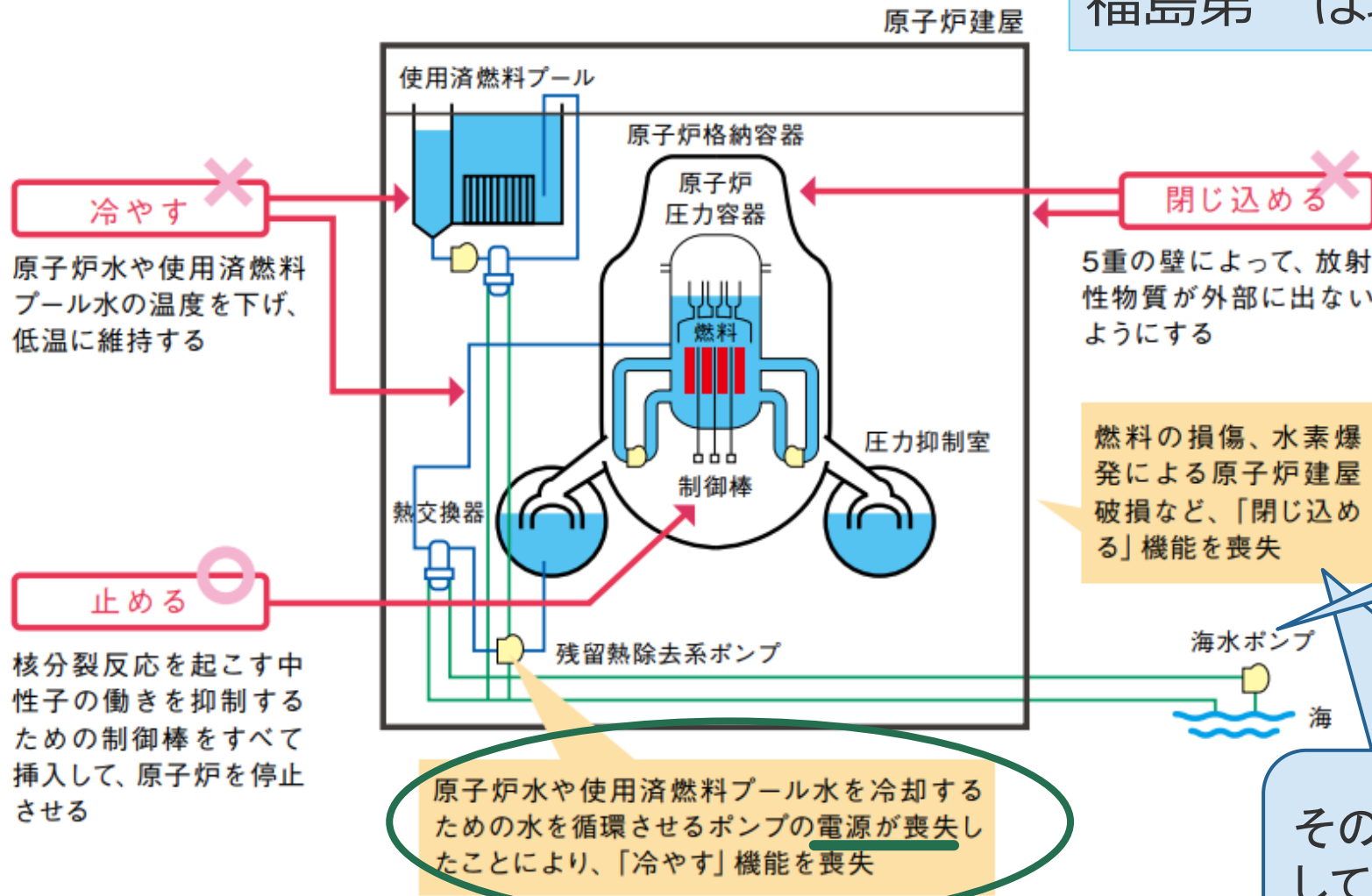
- 圧力容器底部の温度が... 下がっていること
- 格納容器からの... 放出を管理し、追加的放出による公衆の被曝量を大幅に抑制していること(評価時点における格納容器からの追加的放出による敷地境界における被ばく線量1ミリシーベルト/年が目標)
- 上記2条件を維持するために、循環注水冷却システムの中期的安全を確保していること

10-2-1

出所：エネルギー文化財団 エネ百科

2. 福島第一原子力発電所の事故の概要

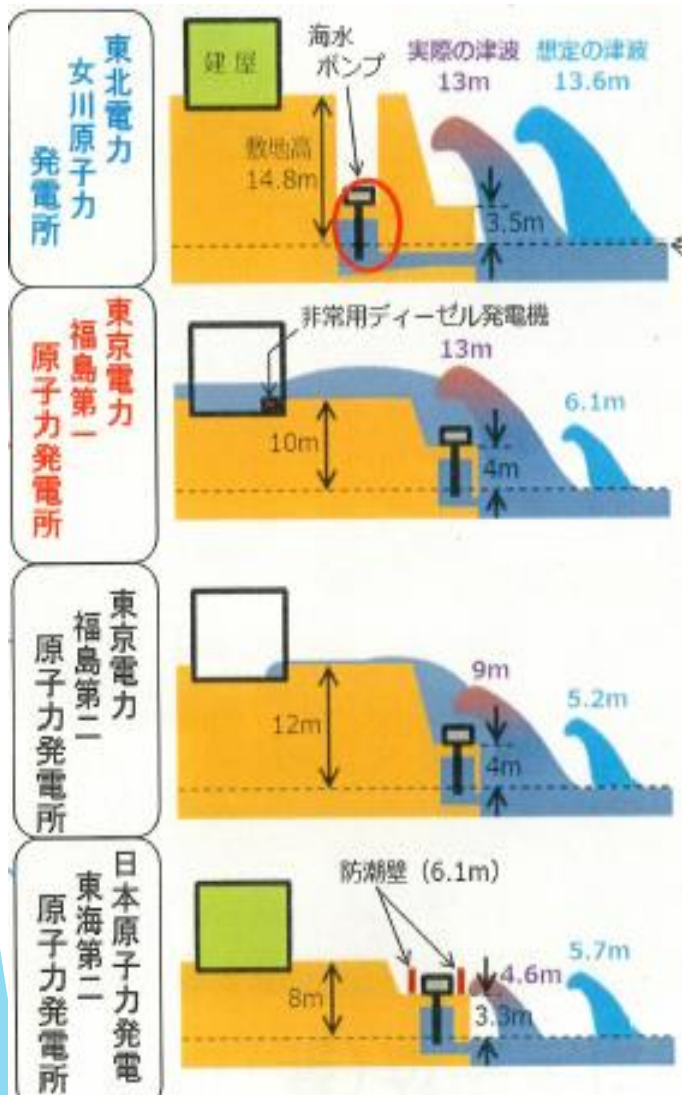
福島第一は地震の揺れに耐えました。



しかし、津波により原子炉を冷やすという重要な設備の機能を失った結果、燃料から発生する熱を冷やすことができずに燃料が溶けるといふ重大事故に発展。

その後、格納容器の破損、そして水素爆発を起こして、放射性物質の放出に至りました。

3. 女川原子力発電所の地震・津波対策 (福島事故前)



出所：東北電力資料



津波高さ: 約13m
津波最大波到達時刻: 15時29分
(地震発生から43分後)

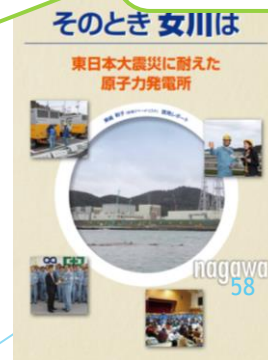


- ・地震直後、津波到達後も**電源が確保**されていた
- ・敷地が高く(14.8m)、津波に洗われることがなかった

海水ポンプ室を壁で囲うピット化

機器・配管に3基で合計6,600か所のサポートを設置

緊急対策室や計算機室を含む事務棟に耐震補強工事を行っていた



出所：東北エネルギー懇談会HP [onagawa.pdf \(t-enecon.com\)](http://onagawa.pdf(t-enecon.com))

4-4. 女川原子力発電所の地震後の状況

IAEA（国際原子力機関）調査団（平成24年7月30日～8月9日（現地調査期間））

女川原子力発電所の施設は、地震の規模、揺れの大きさ、長い継続時間にかかわらず「驚くほど損傷を受けていない」



発電所構内の体育館では地域の方々を受け入れました。（3月14日には364人に）

女川原子力発電所構内の体育館⁵⁹

5. 女川原子力発電所の現在の状況



海拔29m,全長800mの防潮堤



ガスタービン発電設備



大容量送水ポンプ車



大容量電源装置



代替非常用冷却海水ポンプによる冷却機能確保訓練



全交流電源喪失時を想定したシミュレーターによる運転訓練

6. 原子力発電所の福島事故の教訓反映

(1F事故での教訓)



※燃料を覆うジルコニウム合金が高熱になると炉内の水蒸気（水）を分解して水素が発生

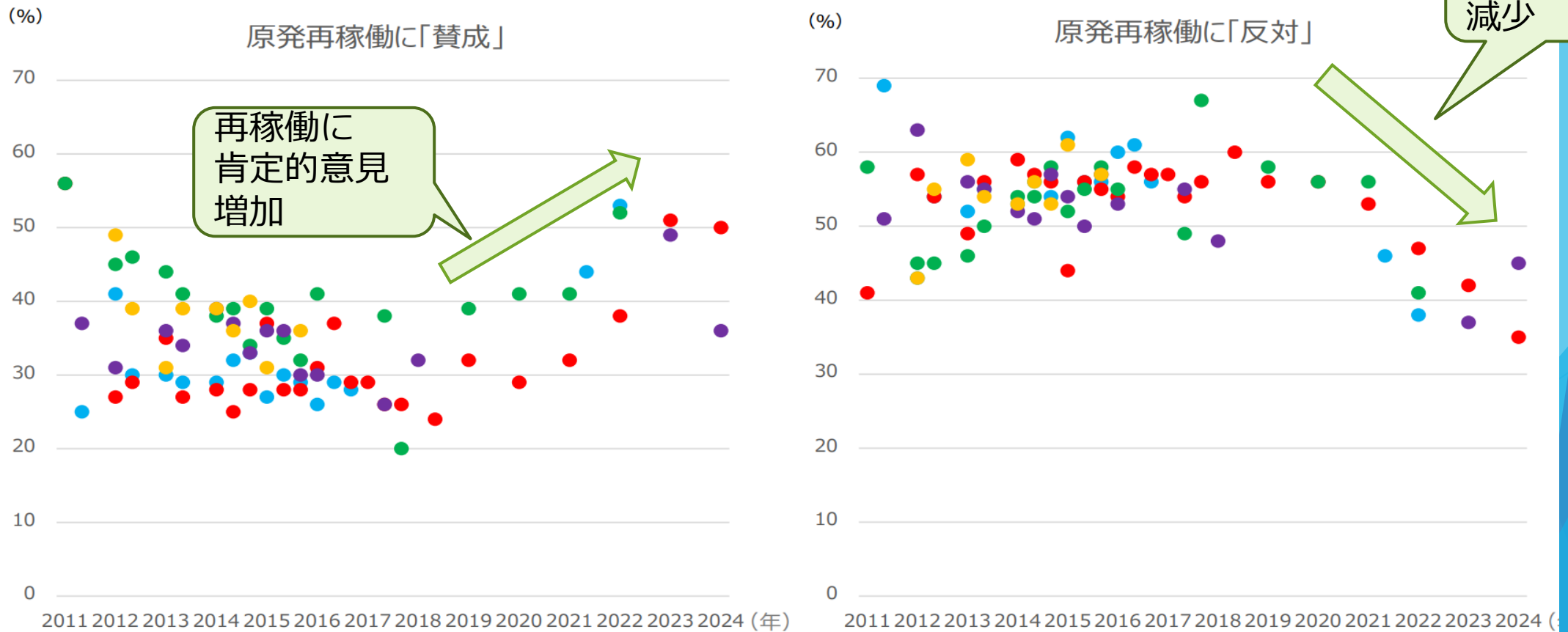
7. 最近の原子力に関する世論調査から



本頁出所：[【寄稿】原子力を取り巻く「空気」が変わった？～2022年度「原子力に関する世論調査」の結果を読む～ | エネ百科 | きみと未来と。\(ene100.jp\)](#)⁶²

7-1. 原子力発電の再稼働に関する世論調査の経年変化(全国紙)

- 東京電力福島第一原子力発電所事故後、各社は原発の再稼働について世論調査を実施。近年、再稼働への肯定意見が増加し、否定意見が減少する傾向にある。



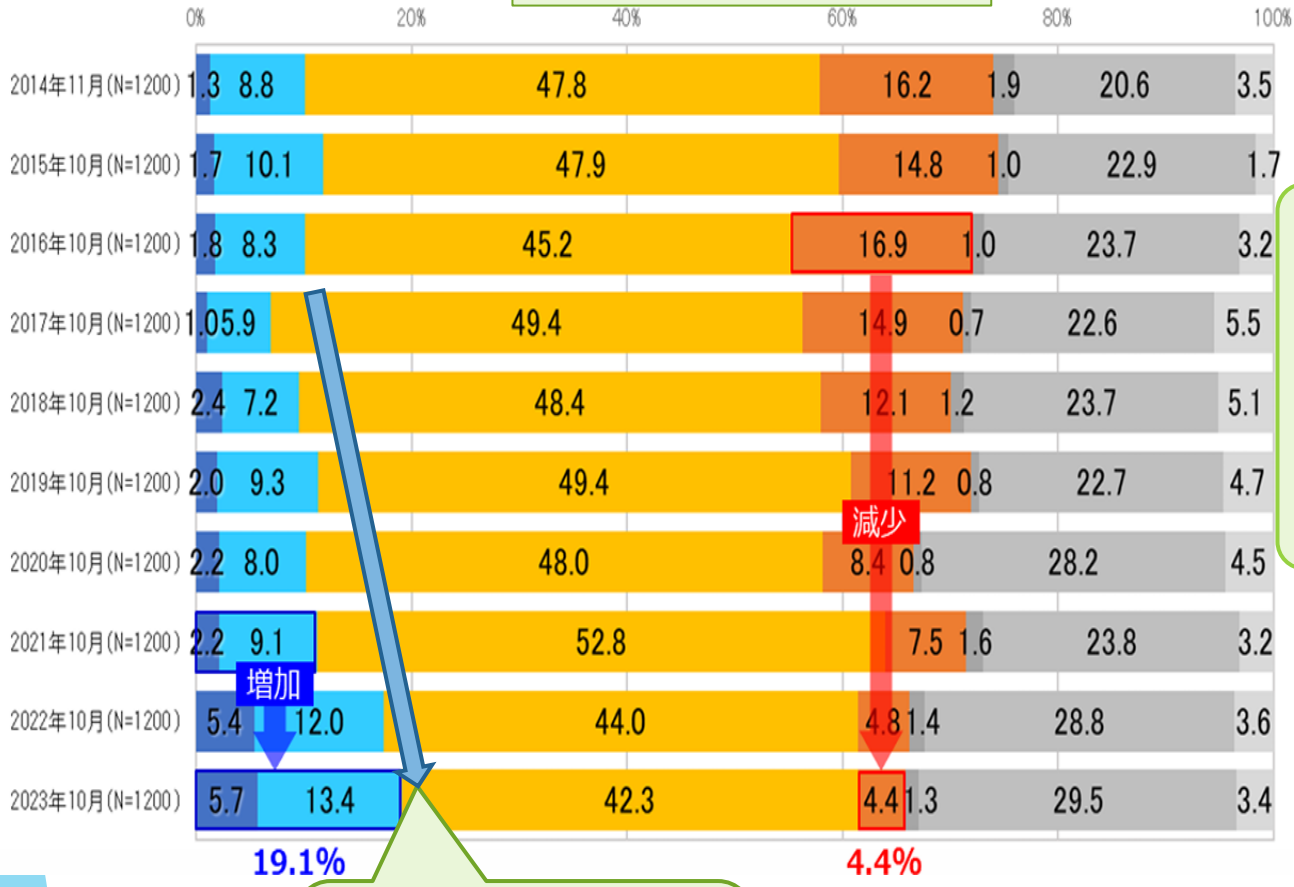
● 日経新聞 ● 朝日新聞 ● 読売新聞 ● 毎日新聞 ● 産経新聞

出所: エネ庁HP 039_01_00.pdf

7-2. 原子力に関する世論調査の経年変化と年代別傾向 (日本原子力文化財団)

問8 今後日本は、原子力発電をどのように利用していけばよいと思いますか。あなたの考えに近いものをお選びください。(○は1つだけ)

経年変化 (2014~2023年)

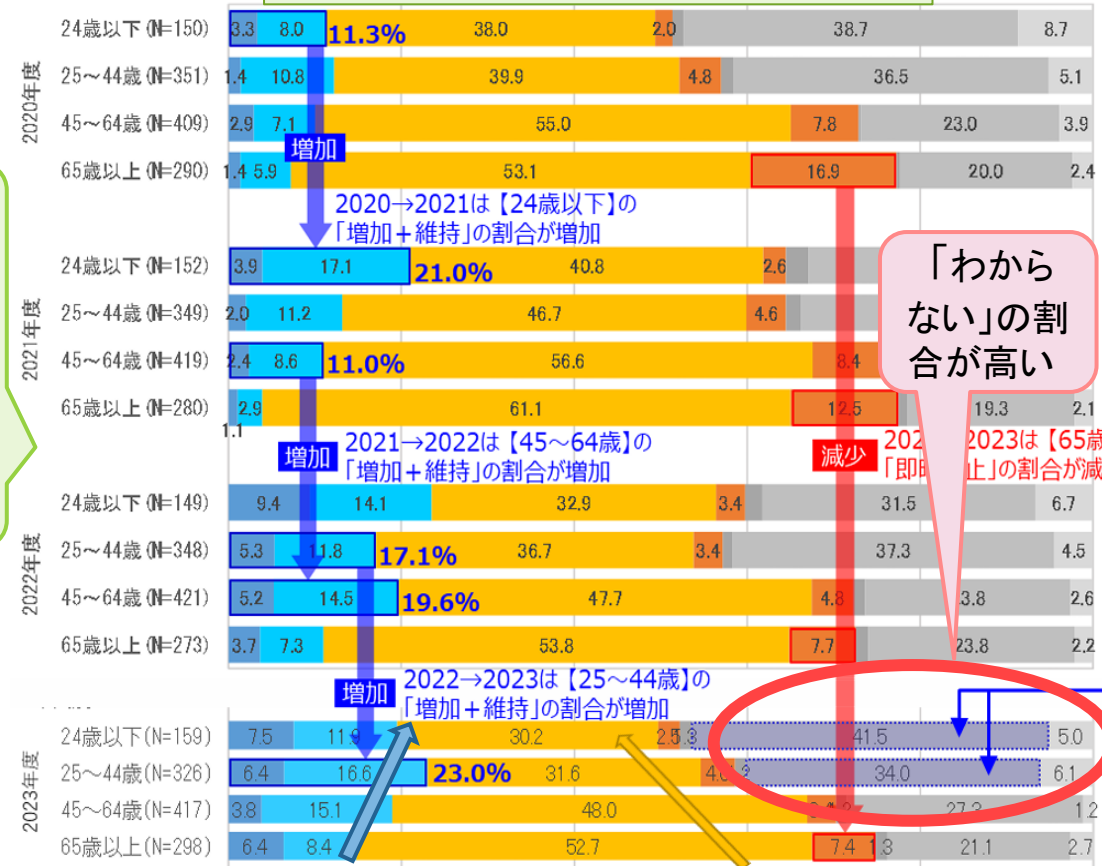


若い人ほど、原子力発電の利用について、肯定的な傾向

原子力発電の積極的な利用の意見が増加傾向

- 原子力発電を増やしていくべきだ (増加)
- 原子力発電は即時、廃止すべきだ (即時廃止)

2020~2023年度 年代別



「わからない」の割合が高い

- 原子力発電をしばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ (徐々に廃止)
- その他、わからない、あてはまるものはない

7-3. 河北新報(3月17日)の原子力発電に関する意識調査



女川原発2号機の再稼働の賛否

昨年2月に本紙が実施した原発に関する電話世論調査では、賛成が53.2%で、反対の46.7%を回り、比較可能な2017年以降で初めて賛否が逆転した。今回は調査方式が異なり単純比較はできないが、再び



原発の安全性についてどう思うか

反対が上回る形となった。回答の内訳は「反対」17.4%、「どちらかといえば反対」26.5%、「どちらかといえば賛成」27.6%、「賛成」13.8%、「分からない」14.8%。今回は調査方式が異なり単純比較はできないが、再び

宮城・本紙調査

賛成41%再び逆転

賛成の理由は「再生可能エネルギーへの移行まで当面必要」が44.1%で最も多く、「電気料金を安くできる」が24.5%、「安全性対策が十分にとられている」が12.5%を占めた。

反対の理由は「安全性に疑問がある」が47.2%で最も多く、「早く再生可能エネルギーに移行すべきだ」が19.1%、「使用済み核燃料の最終処分場が決まっていない」が14.9%で続いた。

賛成の理由は「再生可能エネルギーへの移行まで当面必要」が44.1%で最も多く、「電気料金を安くできる」が24.5%、「安全性対策が十分にとられている」が12.5%を占めた。

女川再稼働 反対43%

女川原発2号機の再稼働は若い世代ほど賛成し、年代が上がるにつれ、反対が増える傾向が調査で浮かび上がった。

反対理由は全世代とも「安全性に疑問がある」がトップだった。

年代別で反対が最も多かったのは70歳以上の61.2%。年代が下がるにつれて反対の割合が低下する傾向がみられた。逆に賛成が最も多かったのは18~29歳で54.7%だった。

女川原発事故時の避難計画

能登地震で不安拡大30%

河北新報が宮城県内の有権者を対象に実施した原発に関する意識調査は、東北電力女川原発(宮城県女川町、石巻市)の重大事故時の避難計画への認識も尋ねた。今年1月の能登半島地震発生で「不安感が大きくなった」が30.9%を占めた。「不安感の程度は変わらない」の33.9%も含まれると、避難計画への不安感は64.8%に上った。

「1面に記事記事、7面に調査結果」

能登半島地震では、被災地や家屋の倒壊が相次ぎ、避難地の石川県宮沢町に立地する避難計画の実効性が改めて問われた。

能登半島地震後も「個別的な被害はなかったものの、感の程度は変わらない」は



宮城・本紙調査

能登半島地震後の女川原発の避難計画への認識

「不安感が大きくなった」30.9%、「不安感の程度は変わらない」33.9%、「信頼感が大きくなった」17.9%。女川原発では、外部に放射線物質が漏れやすくなる大事故が起きた場合、原発から5km圏の住民は車やバスで避難し、5~30km圏の住民は屋内避難を基本としながら、放射線量の測定結果に応じて避難する計画を各自が決定している。この避難計画の認知度を尋ねると「あまり知らない」「全く知らない」が計45.3%で過半数に達した。「よく知っている」「ある程度知っている」が計54.7%を占めた。

「世代的に不公平感」関連か

再稼働に賛成と答えた70歳以上の16.6%は理由に「使用済み核燃料の最終処分場が決まっている」を挙げた。将来世代に負担を押しつけないという意識の表れとみられる。

「世代的に不公平感」関連か

再稼働に反対と答えた70歳以上の16.6%は理由に「使用済み核燃料の最終処分場が決まっている」を挙げた。将来世代に負担を押しつけないという意識の表れとみられる。

安全懸念拭えず

東北大学大学院文学研究科・青木駿子准教授(環境社会学)の語、女川原発2号機の再稼働について反対が賛成を上回ったことや、賛成と答えた住民も4割以上が「再生可能エネルギーの移行まで当面必要」との消極的な理由の賛成で、安全対策への懸念が払拭されたわけではないと、懸念が受け止められるべきと、避難計画への懸念も数字に表れている。原発には地・近隣自治体の住民だけでなく、より広範な人々に当事者意識が求められる。

Q:「原子力発電所再稼働に伴うリスクが民衆に受け入れられると思いますか？」とのご質問には。

リスクと安全という科学的な視点に加えて安心という心理的(感情的)な視点も絡む問題です。

「リスク」という言葉を、理系の人には「被害の影響の大きさ」や「被害が発生する可能性(確率)」、あるいは「影響の大きさと可能性(確率)の組合わせ」という意味で使います。
一方、日常的には「危険性」や「危険度」といった意味合いで用いられています。

“安全”の定義

日本では：(安全：広辞苑より)

- **危険がないこと**、平穩無事であること
- 損傷、損害、危害を受ける心配がないこと

日本と世界では、安全に関する考え方が違う？

世界では：(国際規格の定義) (ISO/IEC GUIDE 51)

- **許容できないリスクがないこと**

(Safety : Encyclopedia Britannicaより) : **activities** that seek either to minimize or to eliminate hazardous conditions. (危険な状態を最小限にするか、または排除することを求める**活動**)

英語文化圏ではコントロールすることそのものと捉えられている。

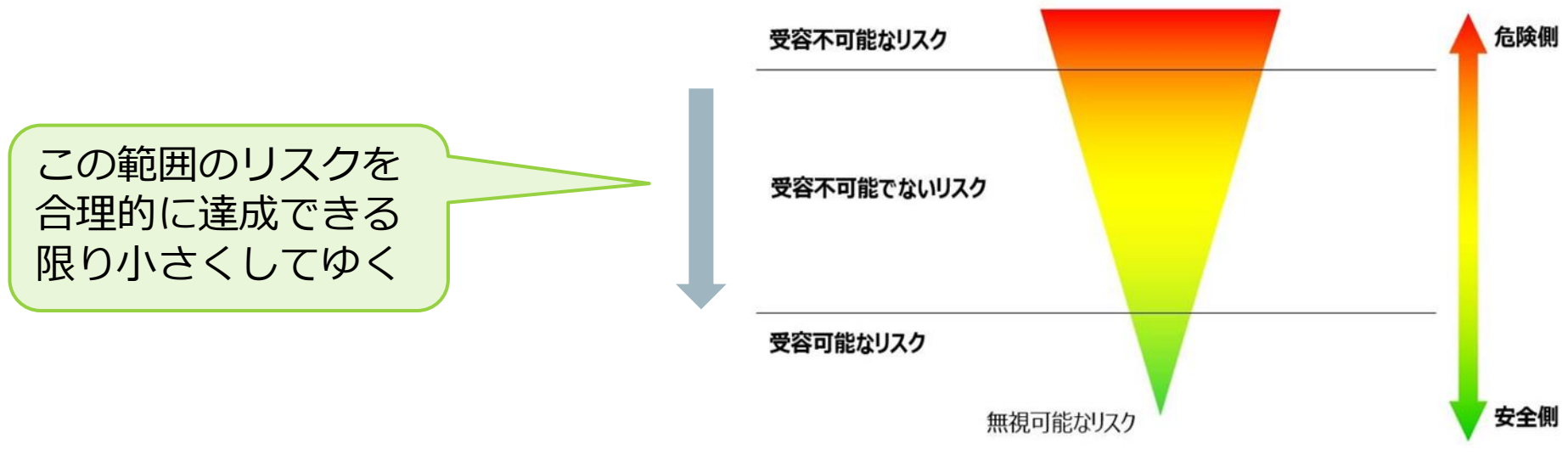
「日本語の字義」のように考えていてはコントロールの対象にならない。

現実的に解釈すれば、**安全とは**「リスクを見つけ出し、これを合理的に達成可能な限り小さくする活動」と言えます

そもそも“安全”とは

安全か？ = 社会的に受け入れられる**リスク**以下

「安全」とは、「許容不可能なリスクがないこと」 (ISO/IECガイド51)



特に新しい技術的な事柄一般について、専門家と一般の方とでは、安全に関する考えに違いがある？から、ここに(専門家が思うに)安全であるが、(一般の方は)安心できず、受け入れられない、ということになるのだろうと思います。

原子力発電所の再稼働、処理水の放出、原子力に限らず新型コロナワクチン、遺伝子組み換え作物などにしても然り、どの程度のリスクであれば安全かということではなく、**ゼロリスク(安心)**を求める方にこれらを受け入れて頂くことは難しいのではないのでしょうか。

リスクと安全、安心と信頼

安心は技術的な事柄ではなく、心理的(感情的)なことであって、人と人との或いは人とそれと関連する組織との**信頼感**から生まれるものであることから、再稼働を受け入れ頂くには原子力に携わる者は安全に関するリスクを低減してゆくことは勿論のこと、関係者との信頼を大事にし、醸成して行くことが大切と思います。

これによって受入れて頂く土壌ができるのではないかと思います。

ご清聴ありがとうございました

