

電気事業連合会

一般財団法人
JAERO 日本原子力文化財団

エネルギーや放射線に関する出前授業

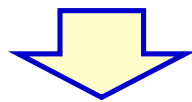
エネルギーおよび原子力の現状と課題

近畿大学
理工学部 エネルギー物質学科
教授 渥美 寿雄

エネルギーの概要

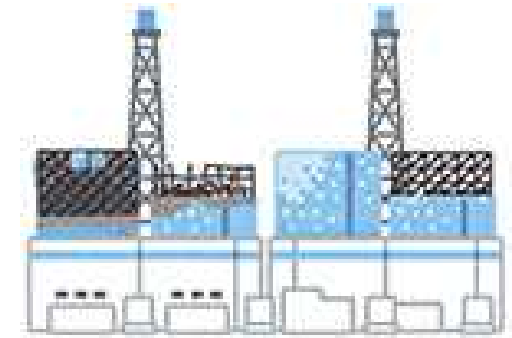
「エネルギー」について知っておいてほしいこと

1. 「(良い・悪いなどの)イメージ」だけで語られてしまう話が多く、**現実を考えていないことが多い。**
 - ・実際に使った場合に、「**作られる電気の量は？**」
 - ・実際に使った場合に、「**作られる電気の質は？**」
などが全く考えられていない。
2. **マスコミ情報も問題があり、インターネット情報では、さらにひどい話が多い。**
 - ・自分自身が自分の頭でよく考えて、情報を取捨選択し、自分が正しいと思う「**判断や理解**」をする必要がある。

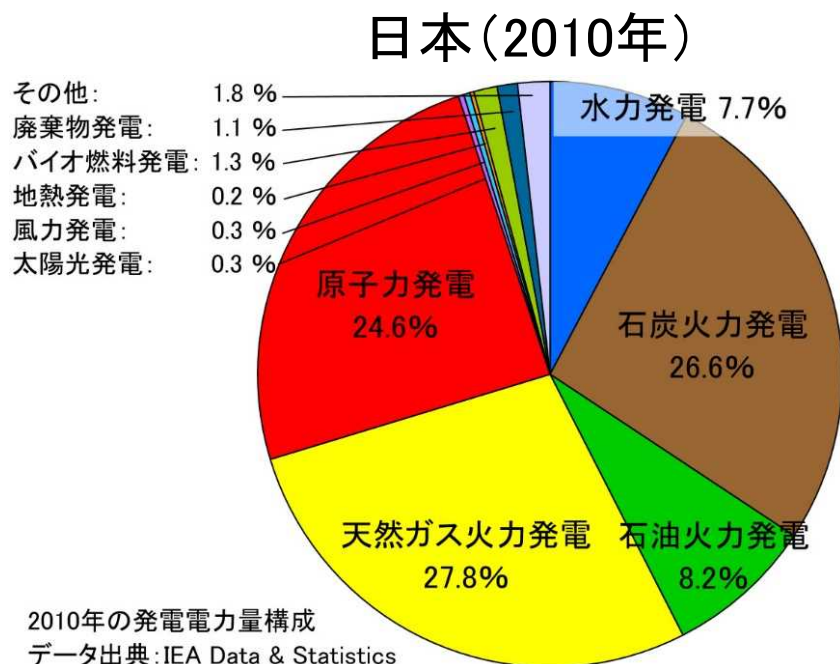


「**メディアリテラシー**」、「**情報リテラシー**」

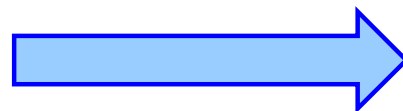
という力が求められる。



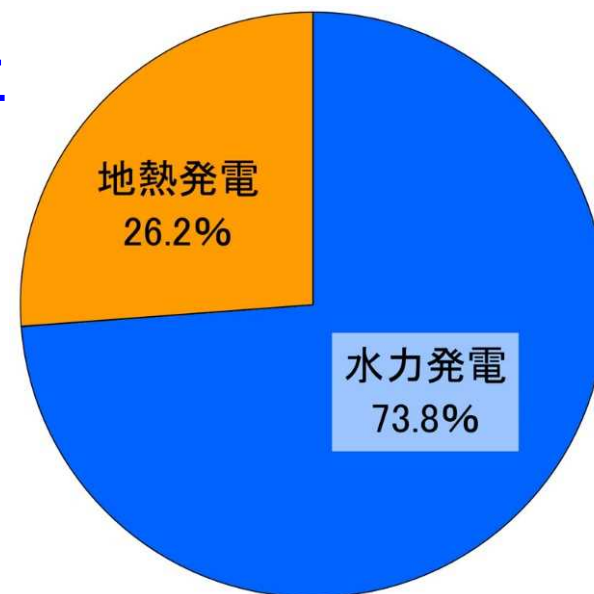
これをどう思いますか？（あるニュース番組より）



日本がお手本にすべき国??



アイスランド(2010年)



福島原子力発電所事故前(2010年)の日本の発電電力量構成

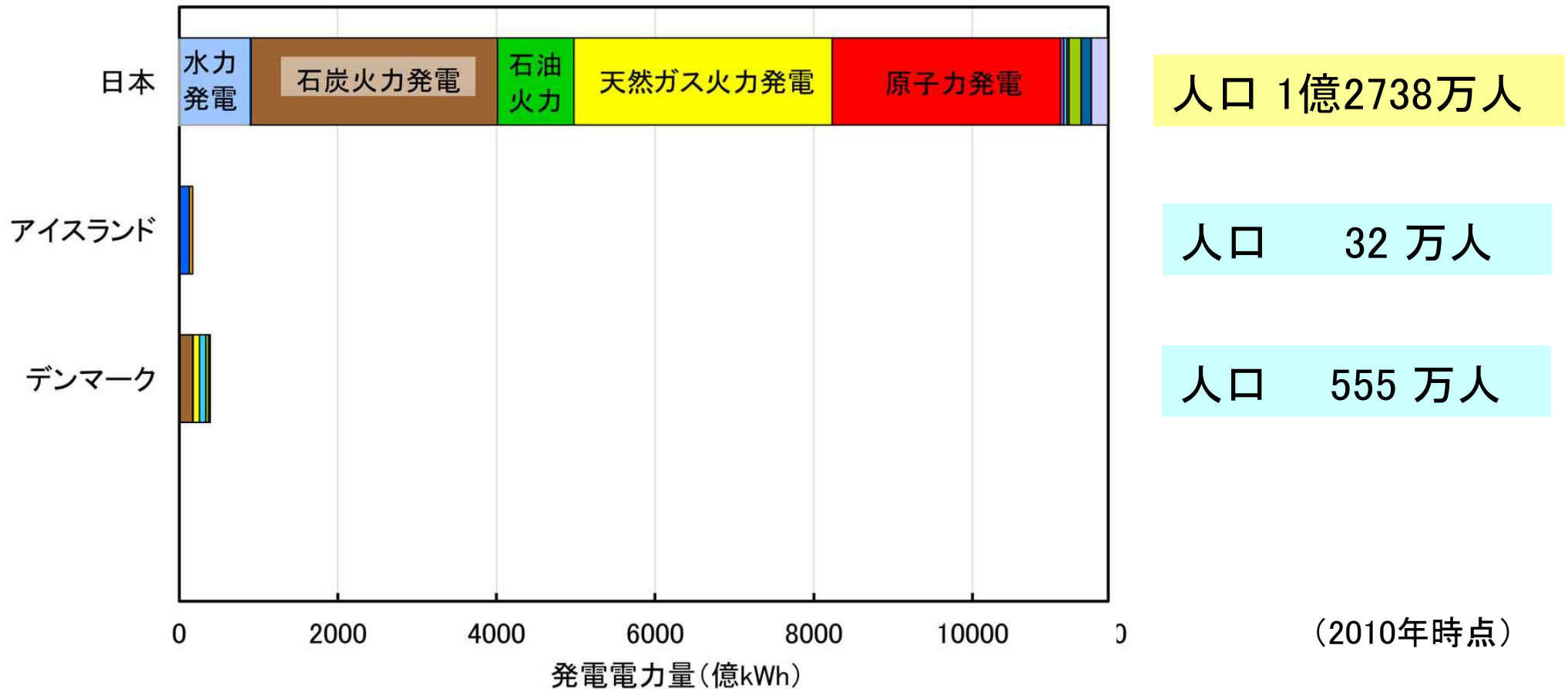
データ出典: IEA Data & Statistics

1. アイスランドは、「再生可能エネルギー」だけで電気を作っている。
2. 日本は水が豊富だし、火山国でもあるのに、なぜこんなふうにはできないの???

【選択】 ① 確かに、その通り ② そうかも知れない ③ いや、それは無い

割合ではなく、量で考えないといけない

*データは、全て2010年で比較しています



2010年の発電電力量構成

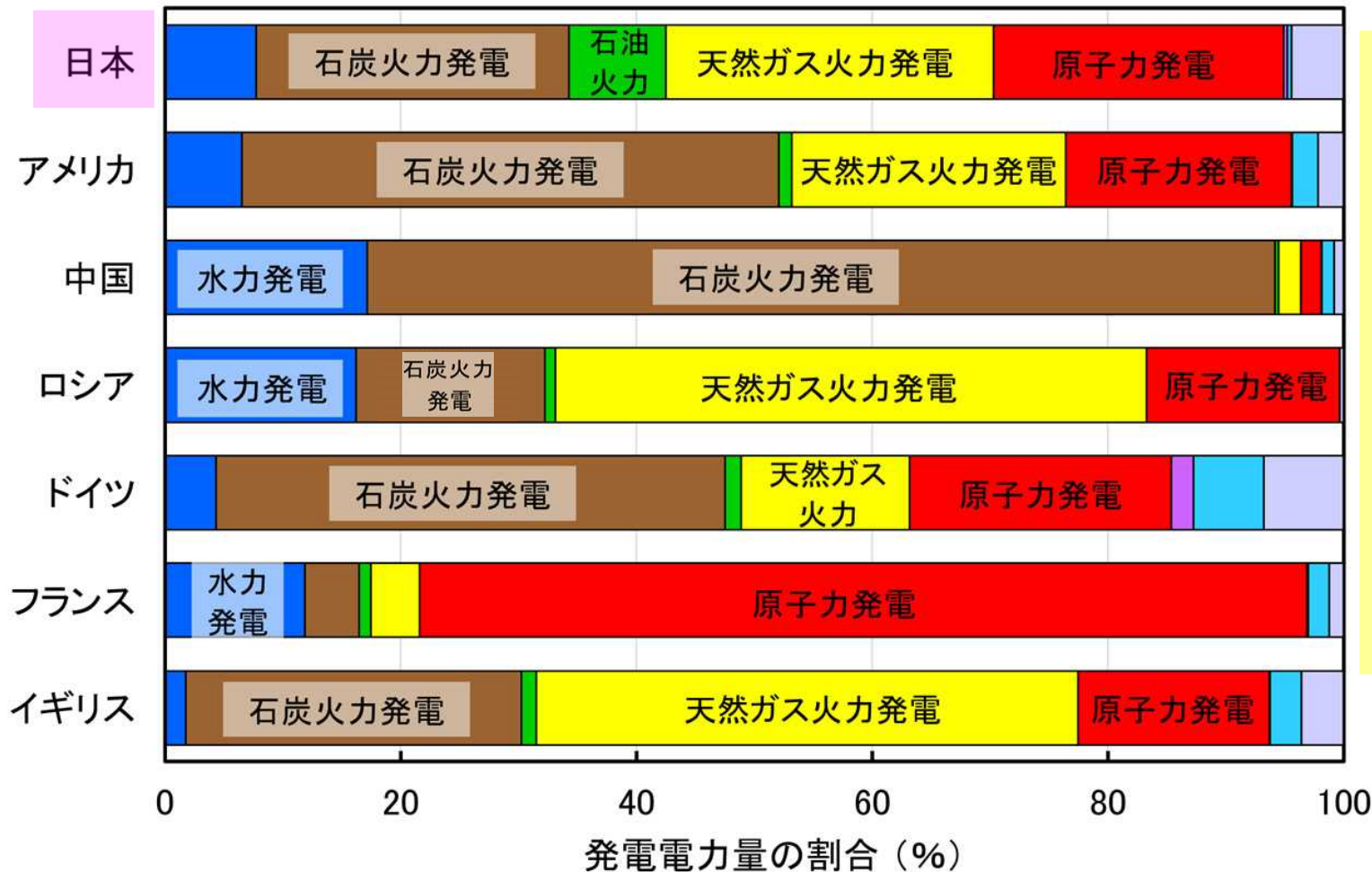
風力発電、バイオ燃料で特色のあるデンマークも加えました

データ出典:

IEA Data & Statistics (2010)

エネルギー消費量の大きな国々では

*データは、全て2010年で比較しています



それぞれの国は、その国の事情に合わせた発電方法を選んでいる。

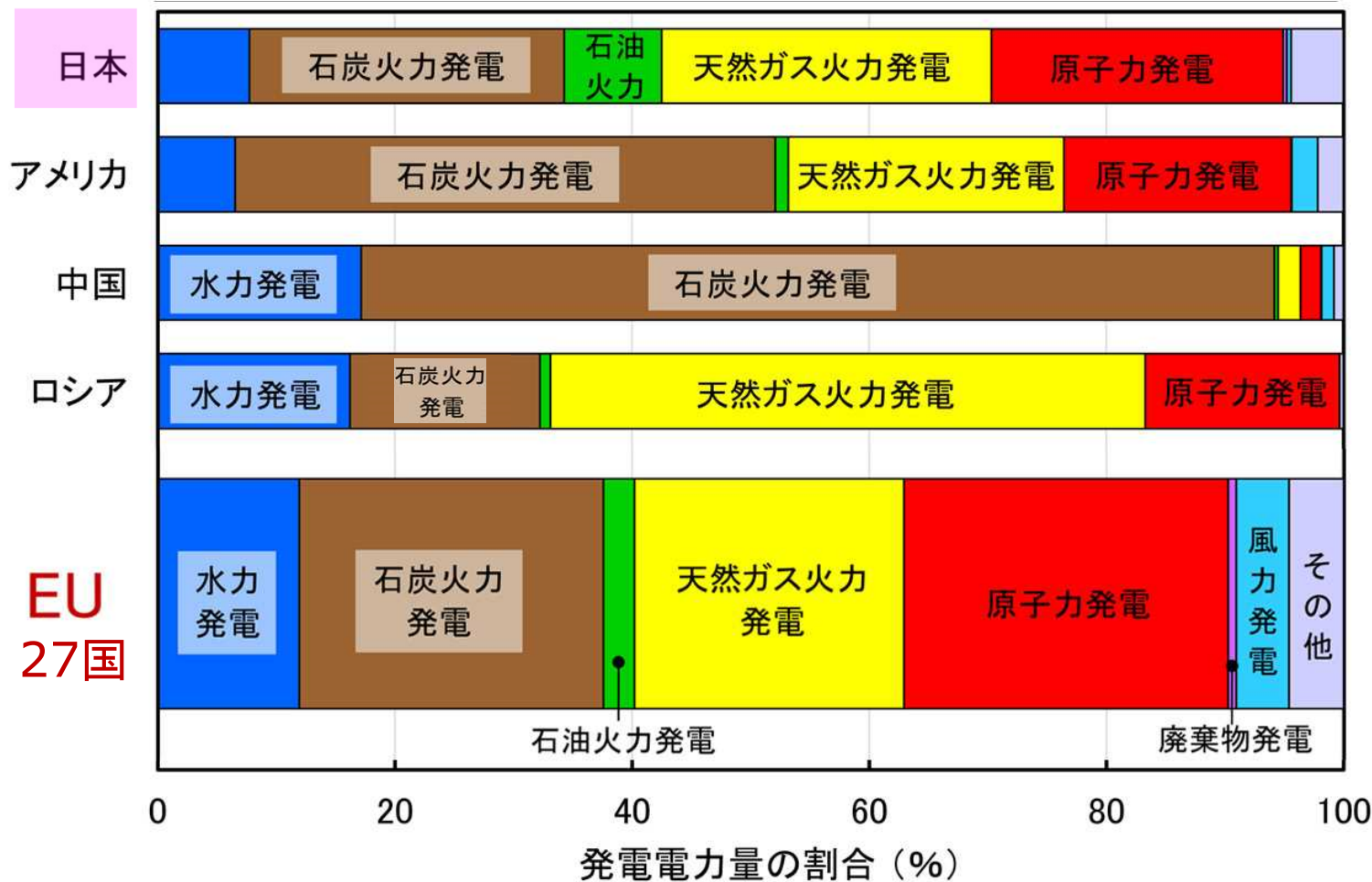
この頃は、

- ① 自国産出・自国固有資源の利用
- ② 低コストの発電方法
- ③ 輸入や資源入手の容易さ
- ④ CO₂排出や環境への配慮の順で決められる傾向があった

データ出典：
IEA Data & Statistics
(2010)

エネルギー消費量の大きな国々では

*データは、全て2010年で比較しています



特別な国でなく、「EU全体」のように見ると、日本のエネルギー選択とほとんど同じ

「日本の選択はおかしい」、「こんなことをしているのは日本だけ」のようなことが、よく言われたりしますが、日本のエネルギー選択は、おかしいものではなく、極めて妥当ではないでしょうか。

データ出典：
IEA Data & Statistics
(2010)

エネルギーは「国の血液」とたとえられる

- 「血液」のような役割
 - 生きていくために無くてはならない。止まってしまうと死んでしまう
 - 全身(国)の隅々にまで、酸素や栄養分(燃料や電気)を届ける
- 「エネルギー供給」が途絶えると？
 - 国民の生活、国の経済、交通、産業、医療・・・が成り立たない
 - 国家間の紛争・戦争の原因になる(第2次大戦以降の戦争の多くは資源やエネルギー争奪)
- 低い「自給率」
 - 日本の一次エネルギー自給率は僅かに12.6%。87.4%(2022年度)を輸入に頼っている(資源エネルギー庁 エネルギー白書2024)
- 「自給率」が低いと何がいけないのか (食料自給率も38%(2022年度):農林水産省)
 - 国としての支出超過 → これに見合うだけの輸出、または外貨獲得が必要
 - 安定的に供給・使用できるのかどうか(「エネルギー安全保障」の問題)
 - 諸外国との外交も慎重に行わねばならない
- こんな重要なもののなのに・・・
 - 当たり前に見えることから、重要性が認識されにくい。軽く考えられる。誤解されている
 - 間違った情報が世の中にまん延している



「ウクライナ情勢」と、これが与えたエネルギーへの影響

2022年2月24日 ロシアによるウクライナ侵攻

ウクライナのエネルギー事情

- ・天然ガス、石油、石炭をロシアから輸入していた(2015年まで)
→ 依存を下げるため、原子力発電に力を入れていた

ヨーロッパ諸国のエネルギー事情 (CO₂削減第一で、エネルギー安全保障に問題があった)

- ・天然ガス、石油、石炭をロシアから輸入
(天然ガスは、パイプラインにより大量に輸送されている。特にドイツ、イタリア、オランダ、トルコなどで輸入量が多い)

原油、天然ガスの不足と価格高騰 → エネルギー確保の問題、世界経済への影響

エネルギー政策の変更

- ・ヨーロッパの多くの国で、制裁としてロシアからの石炭、石油、天然ガス輸入をやめる
- ・イギリス、フランスで原子力発電の新設計画
- ・ベルギーで脱原発政策撤回
(ドイツは、2023年4月にすべての原発を停止して、脱原発を行った)

「SDGs」について

- 「エス・ディー・ジーズ」と読みます。
- **持続可能な開発目標** (Sustainable Development Goals) という意味です。
- 2015年9月の国連サミットで採択されたもので、国連加盟193か国が2016年～2030年の15年間で達成するために掲げた**17の目標** (大きな項目) と **169のターゲット** (具体的に何をするか) です。
- 「**環境や資源を守り、気候変動や自然災害へ対応しながら、将来も豊かで安心して暮らせる社会を世界中が協力して達成しよう**」という取り組みです。



エネルギー分野での「持続可能(sustainable)」とは？

遠い将来(数千年先)でも、

- 1) 「無くならず(枯渇せず)」使い続けることができる
- 2) 「環境が破壊されず」使い続けることができる
- 3) 「経済的に破綻せず」使い続けることができる

【より具体的には】

- 1) 資源が枯渇しない
 - 2) (直接的) 有害物質、汚染物質を排出しないこと
(間接的) 二酸化炭素(CO₂)を排出しないこと
(地球温暖化の原因にならない)
 - 3) 安価なエネルギーであること
-

再生可能エネルギー (太陽光発電・風力発電)

「再生可能エネルギー」とは

- 主として自然界に存在し、使用しても、それ以上の速度で資源が再生され、枯渇しないエネルギーのこと。

- 例
- 水力発電
 - 地熱発電
 - 太陽光発電
 - 風力発電
 - バイオマス発電



バイオマスとは、動植物や糞尿、生ごみなどから作られた生物資源を指す。この生物資源を「直接燃焼」したり「ガス化」することで発電に利用する。



黒部川第四ダム(関西電力)



八丁原地熱発電所(九州電力)

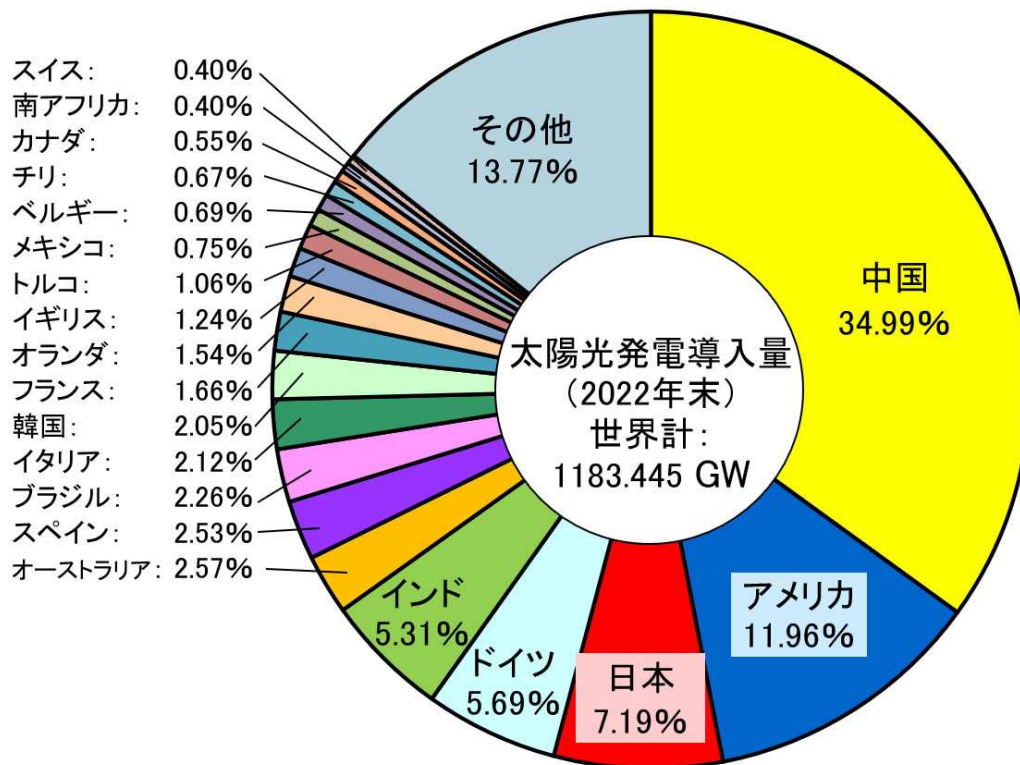


堺太陽光発電所(関西電力)



瀬戸ウインドヒル発電所(愛媛県)

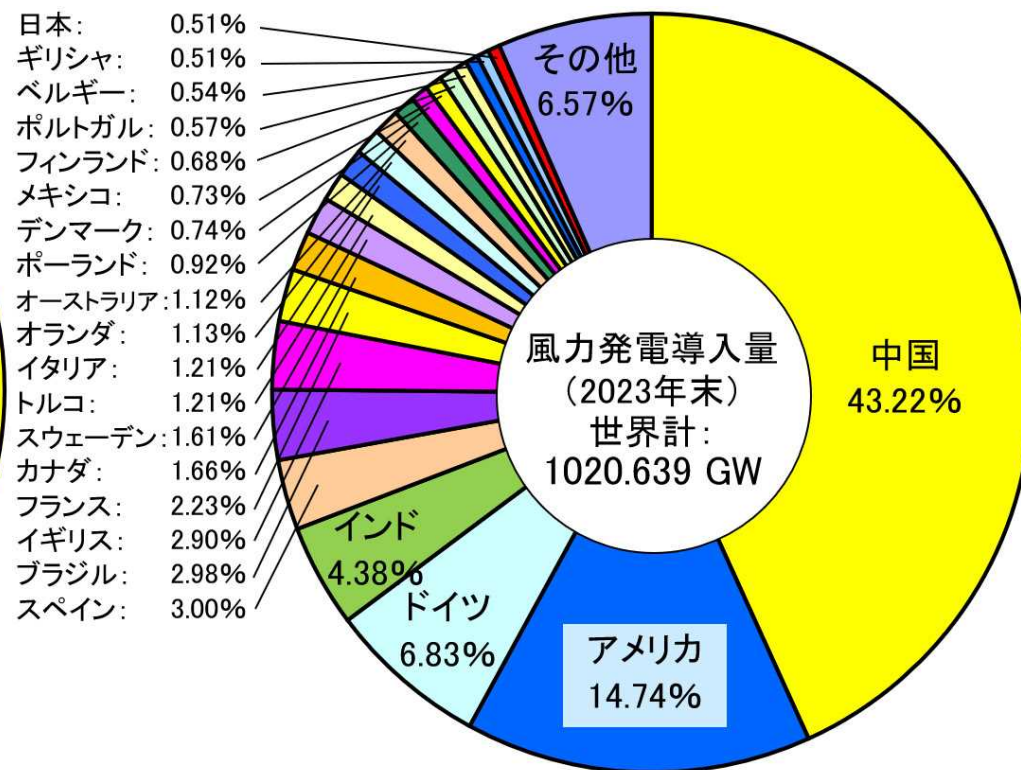
太陽光と風力：世界の現状は



太陽光発電の導入量(設備容量)(2022年末)

出典:IEA-PVPS「Trends in Photovoltaic Applications」
(2023)、及びイギリス、インド、ブラジル各国の報告

太陽光発電で2023年の世界データが揃うのは10月の見込み

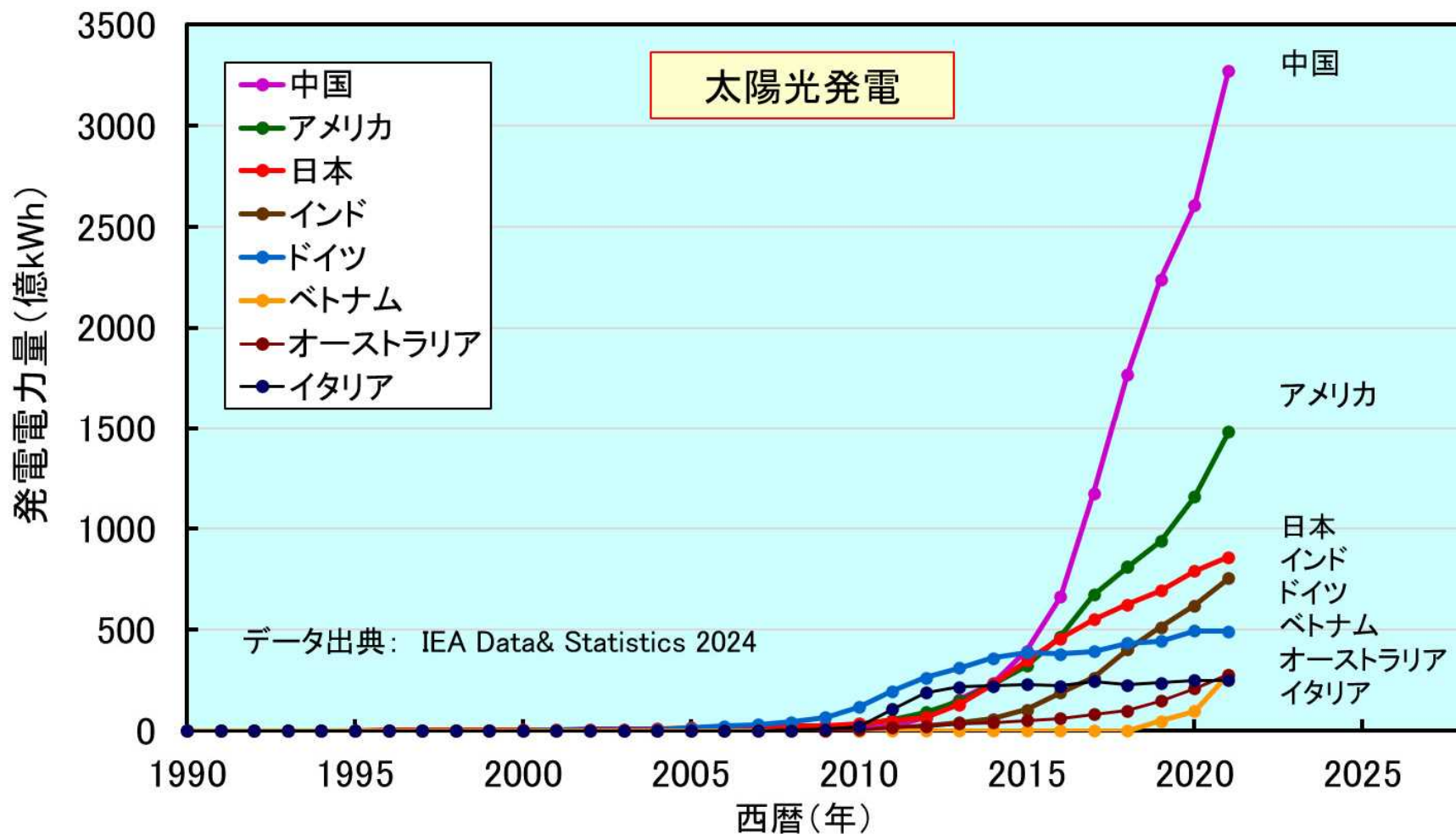


風力発電の導入量(設備容量)(2023年末)

出典:GWEC「Global Wind Report 2023」
Wind Europe「Wind Energy in Europe 2023」

太陽光発電の動向

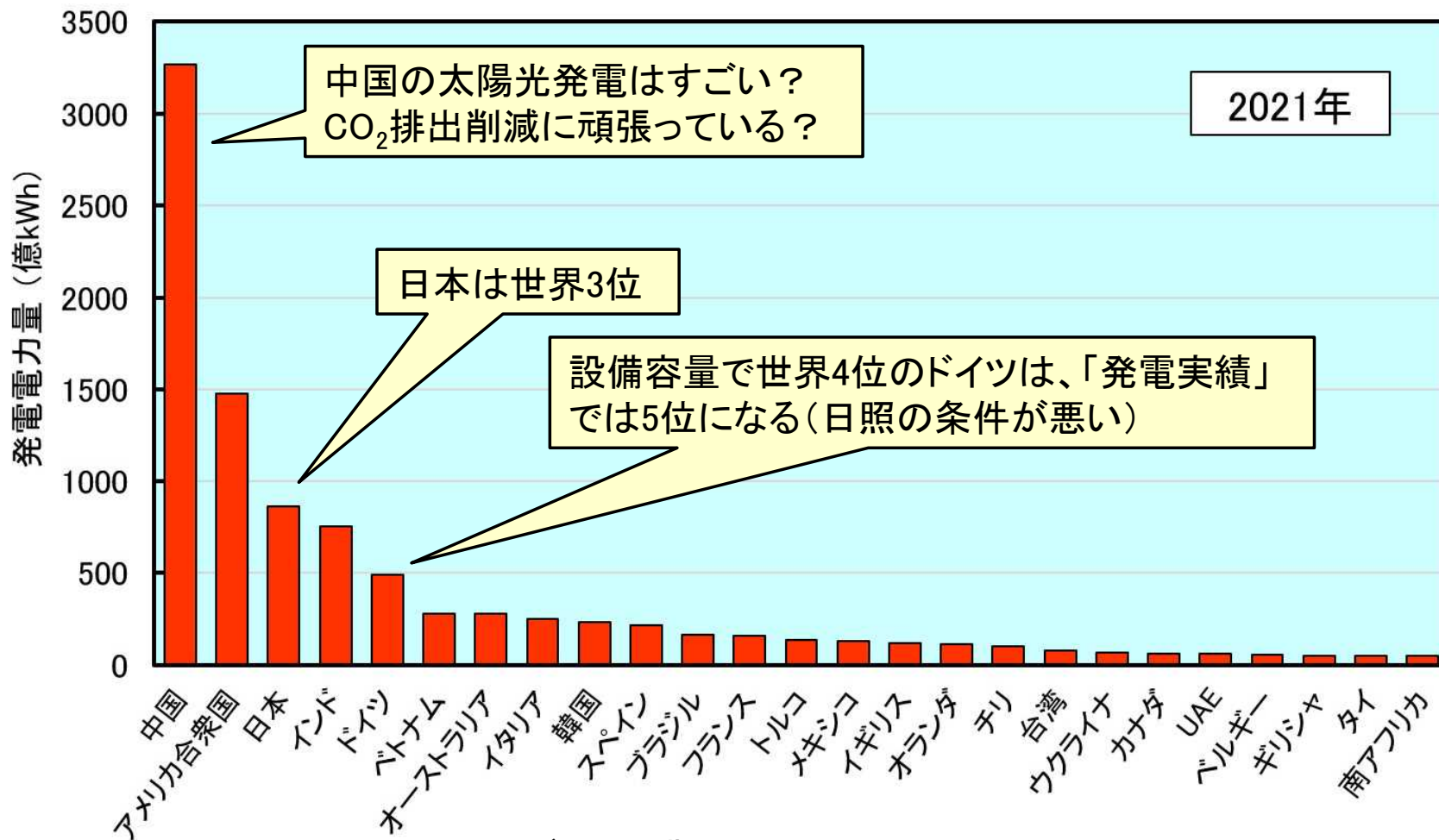
太陽光発電の発電実績



近年の中国、
次いでアメリカ
の伸びが著しい

太陽光発電が盛んな国

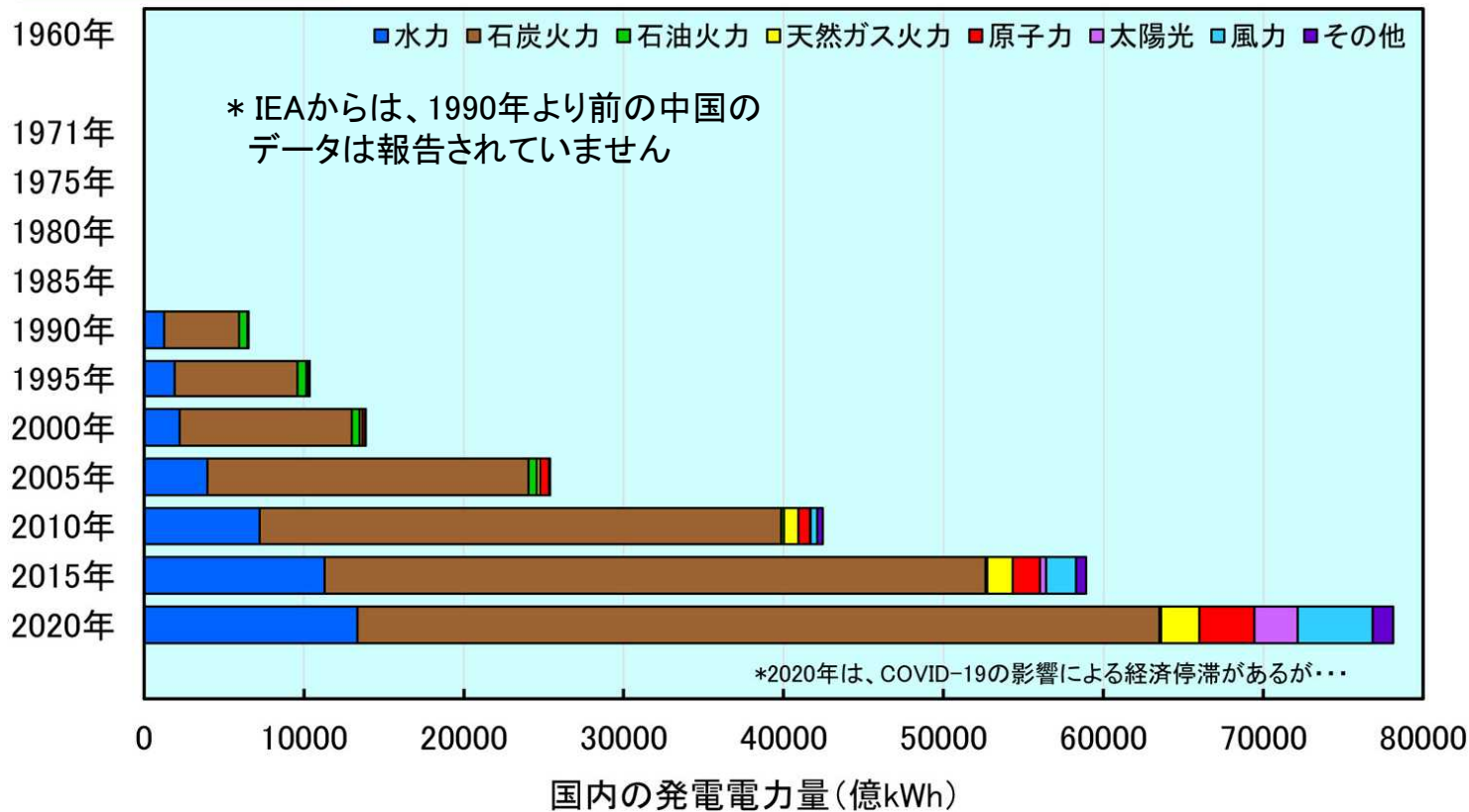
太陽光発電の発電電力量TOP20(2021年)



データ出典: IEA Data & Statistics 2024

中国の発電電力構成

中国の発電実績



データ出典: IEA Data & Statistics、IEA Electricity Information

総発電電力量が極端に大きいので、太陽光、風力とも割合としては、非常に少ない

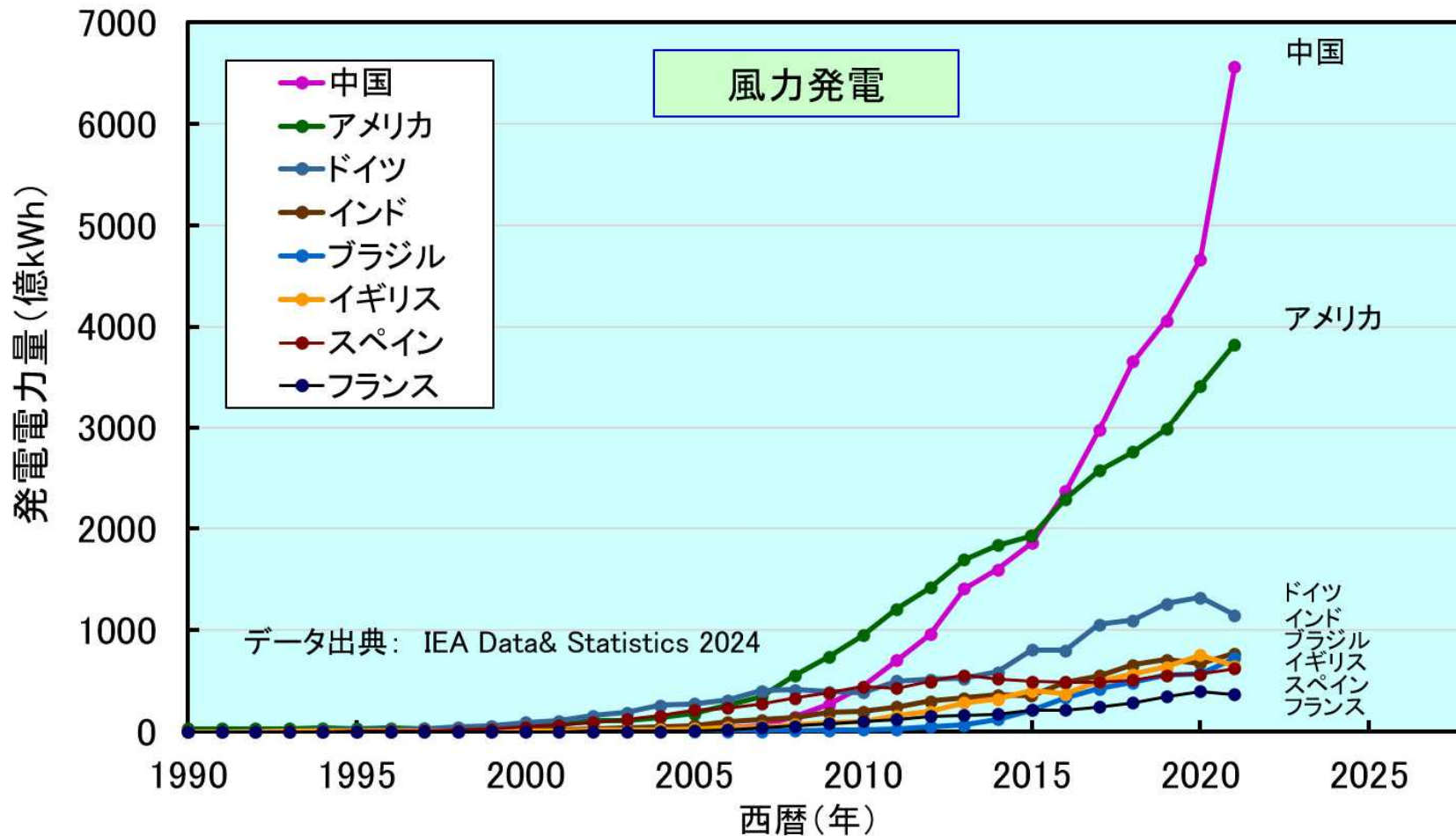
電力消費の伸びが現在でも極めて大きく、「やれることは、すべて行う」方針であることから、**石炭火力発電が現在でも増え続けている。**

また、総発電電力量は、アメリカの約2倍、日本の約8倍、ドイツの約15倍に達している(2021年)。

水力発電として世界TOP10中のうち、5つの発電所が中国にあるが、それでも**総発電量の15.5%**

風力発電の動向

風力発電の発電実績

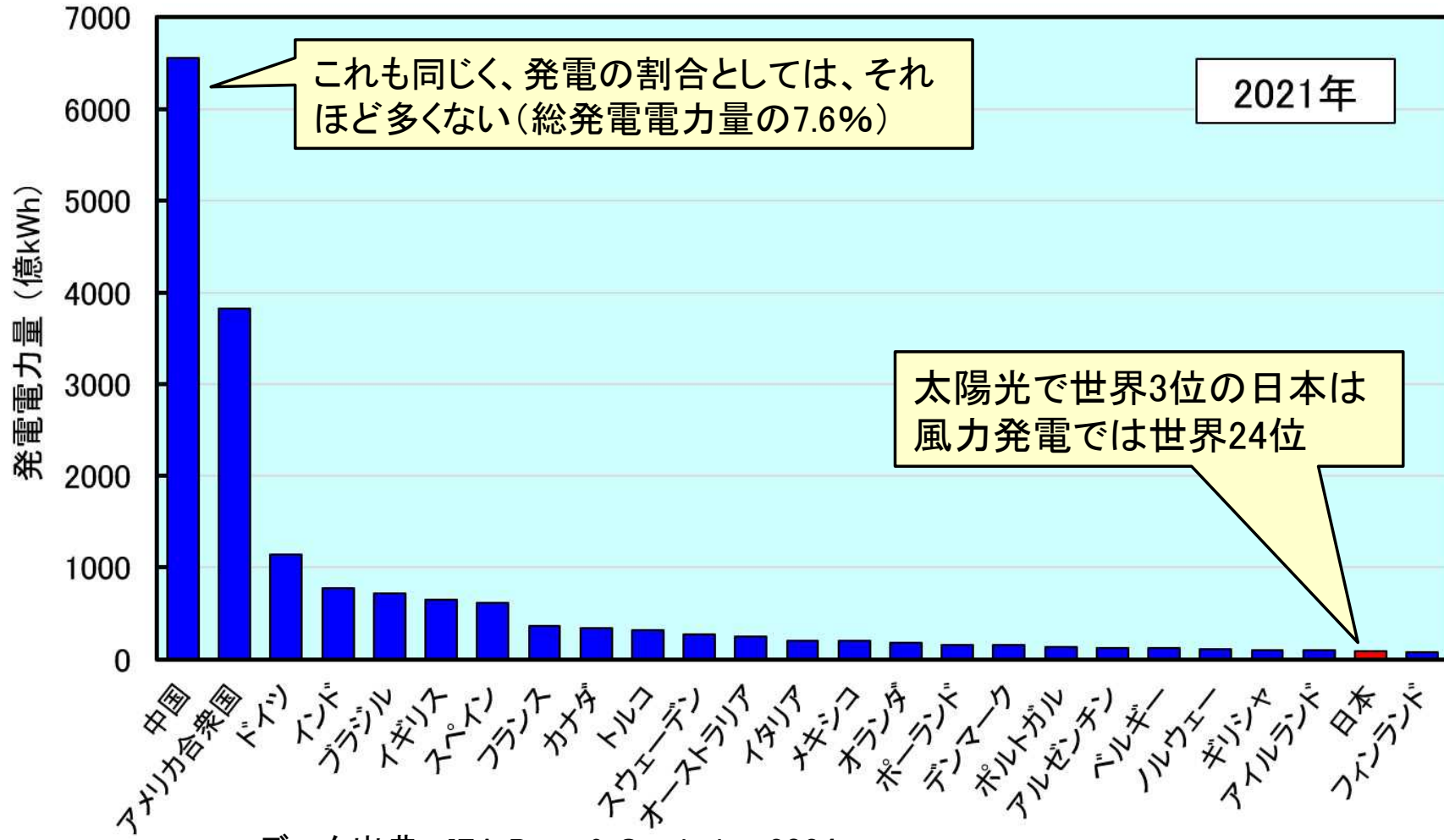


太陽光と同様に、中国、次いでアメリカの伸びが著しい。

ヨーロッパでは、2021年に風が非常に弱かったため、発電量が低下している。

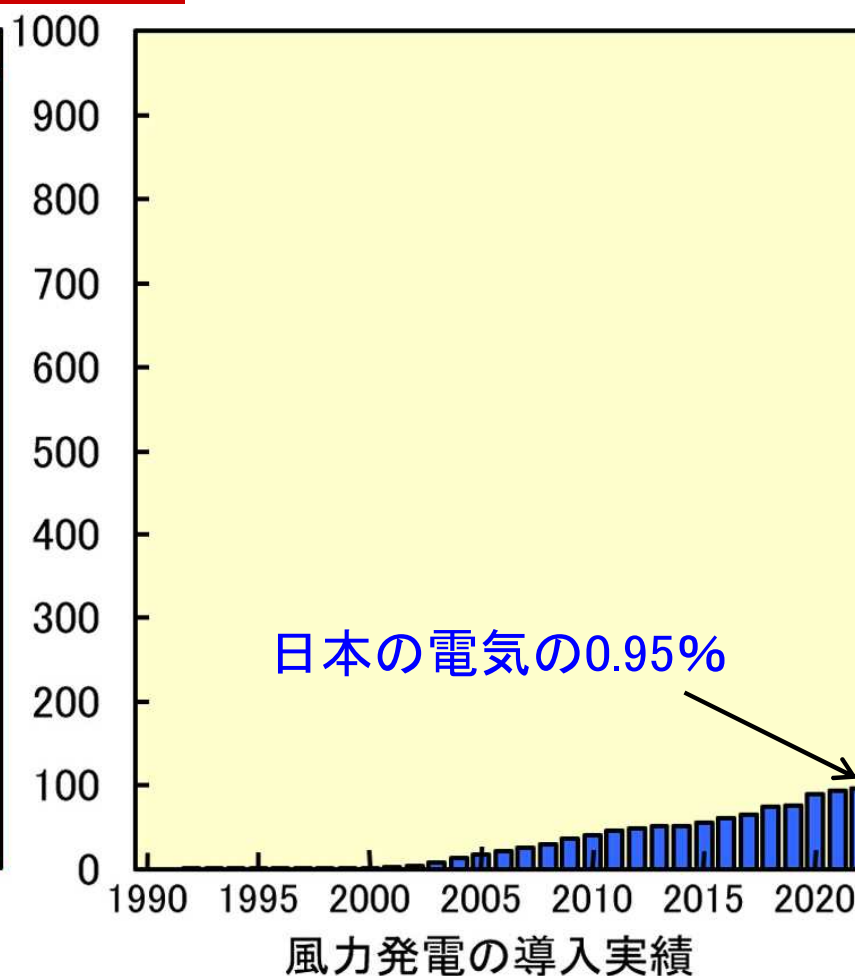
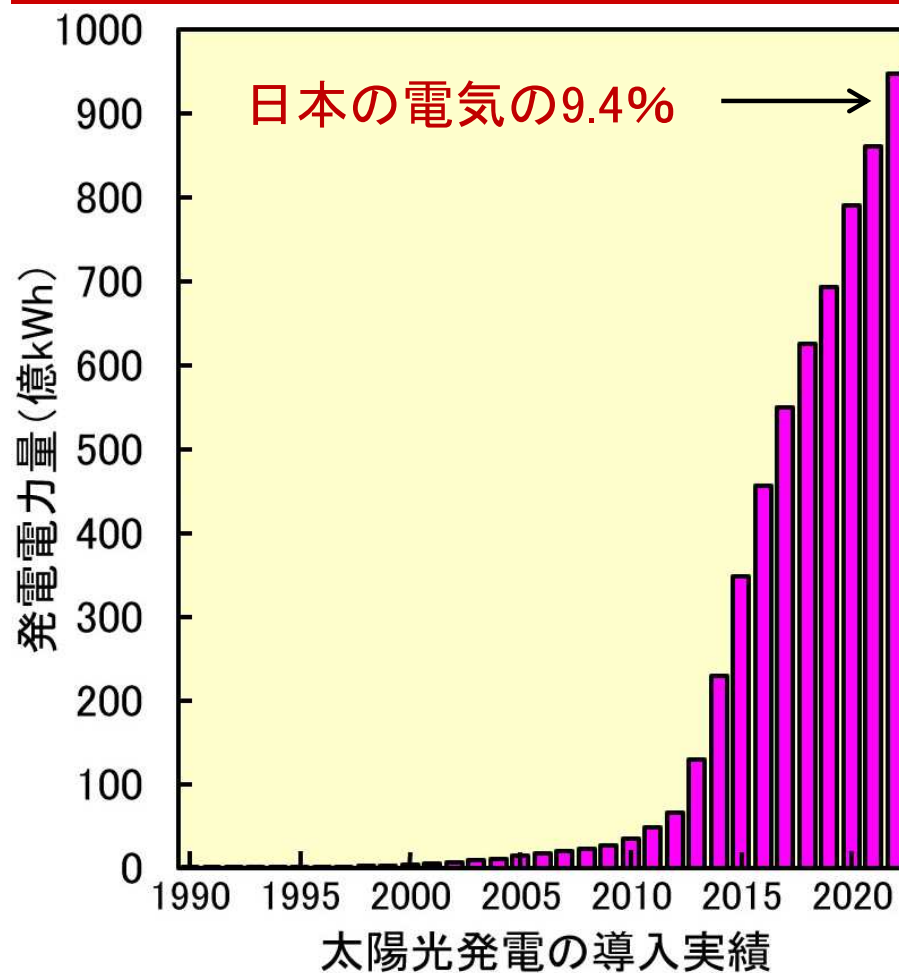
風力発電が盛んな国

風力発電の発電電力量TOP25 (2021年)



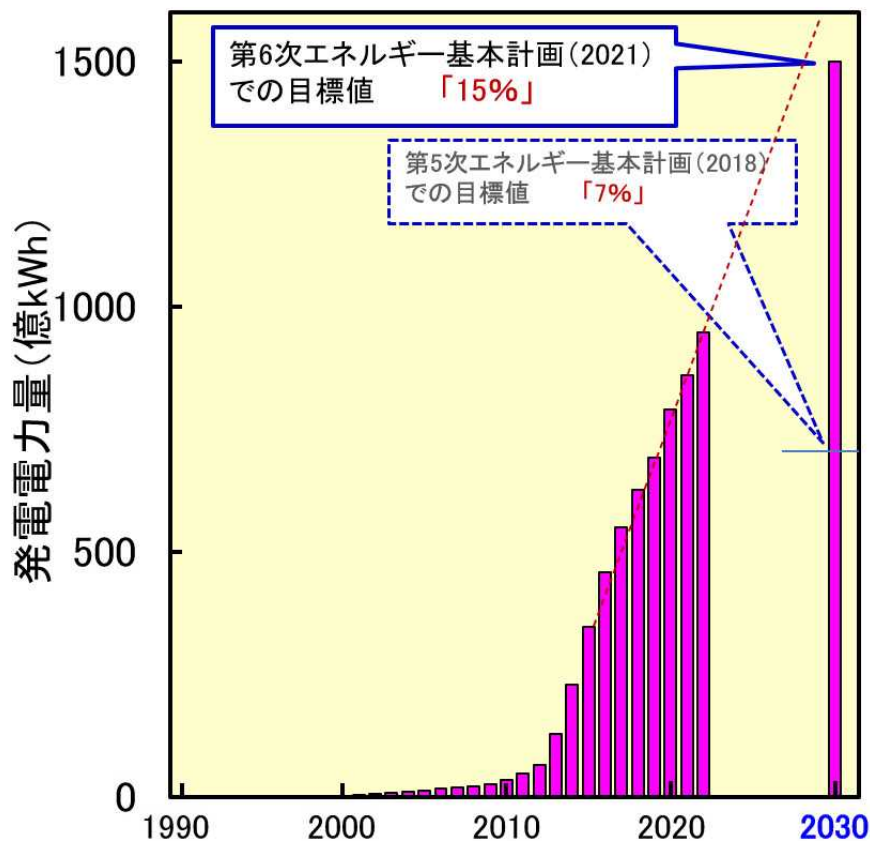
データ出典: IEA Data & Statistics 2024

日本の太陽光発電と風力発電の実績

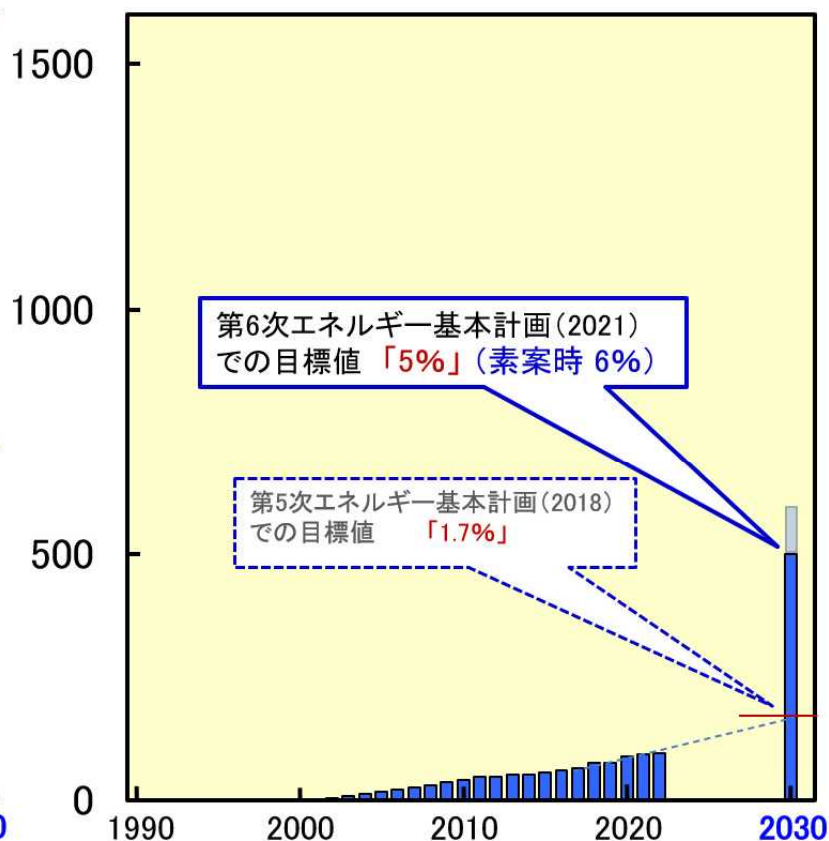


データ出典: IEA Data & Statistics 2024

日本の太陽光発電・風力発電の実績と目標(2030年)



太陽光発電の導入実績と目標



風力発電の導入実績と目標

「太陽光発電」は、第5次での目標値を達成、第6次では倍増された。しかし、現在の増加率から見ると達成しそうに思われる(不安定電源としての課題が懸念)

「風力発電」は、現在の増加率では目標の達成は不可能。第5次で設定された1.7%も難しい。

データ出典: IEA Data & Statistics 2024

目標値: 経済産業省 資源エネルギー庁「第6次エネルギー基本計画(素案)」より

日本も風力発電を増やせるか

① 日本は風力発電の資源小国

風力発電で得られる電気は、「風速の3乗」に比例する。
デンマーク、イギリス、ドイツ北部、オランダなどでは、年間の平均風速は10m/s。
日本の本州沿岸部の5m/sとでは、全く風況が違う。
5m/sの地域に、ヨーロッパと同じように風力発電機を設置しても1/8の電気しか得られない。
1000kWの発電機は、1基の設置費用が約3億円。
ヨーロッパでは、発電した電気を販売することで、2~3年で減価償却できるが、日本では20年かかる。
採算が合わないので絶望的。

② 騒音問題

民家から少なくとも2km離れないと騒音の問題で設置できない。日本の人口分布を考えると、立地的に厳しい。

③ 洋上風力は？

塩害・腐食で耐用年数が短く、建設費や維持費も高い。また、台風対策がかなり厳しい。

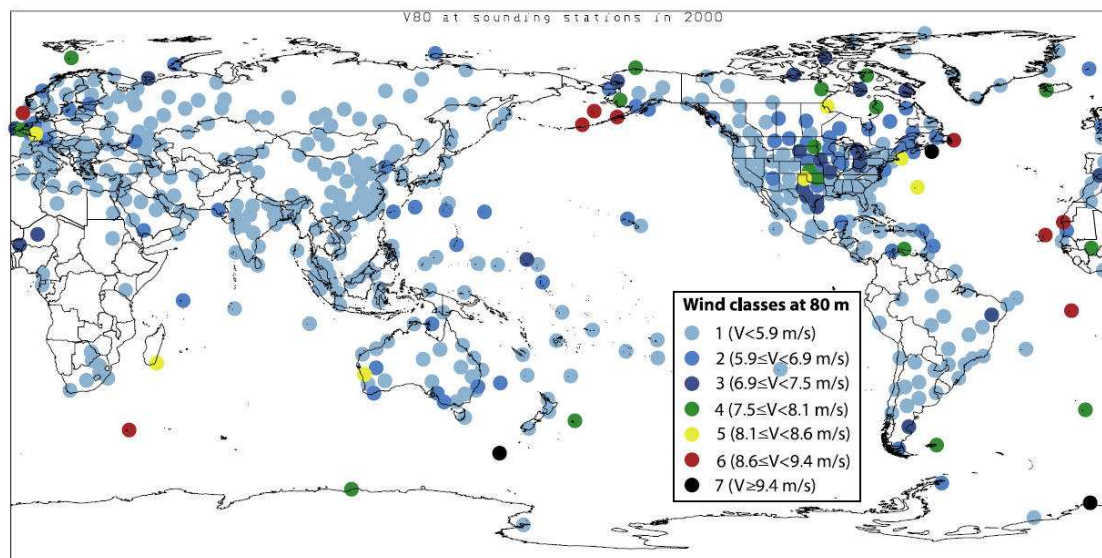


Figure 2. Map of wind speed extrapolated to 80 m and averaged over all days of the year 2000 at sounding locations with 20 or more valid readings for the year 2000.

図：世界の風況

C.L.Archer, M.Z.Jacobson 「Evaluation of Global Wind Power」
Journal Geophysical Research 110 (2005) D12110. より引用

日本は、太陽光発電に有利だが、風力は厳しい。
一方、ドイツやイギリスは、風力発電に有利だが太陽光発電は不利（緯度が高くて太陽光が弱く、冬は曇天ばかり）。
国には国の置かれた環境があることを理解すべき。

原子力発電

「エネルギーの現状と課題」

□ 「現状」

- ロシアのウクライナ侵攻に関連して石油や天然ガスが手に入りにくくなっている。値段も非常に高くなっている（天然ガスの価格：2021年7月→2022年7月で約2倍）
- 地球温暖化防止、「SDGs」、「COP（気候変動枠組条約）」の取り組みから、CO₂を減らす努力を行わなければならない。

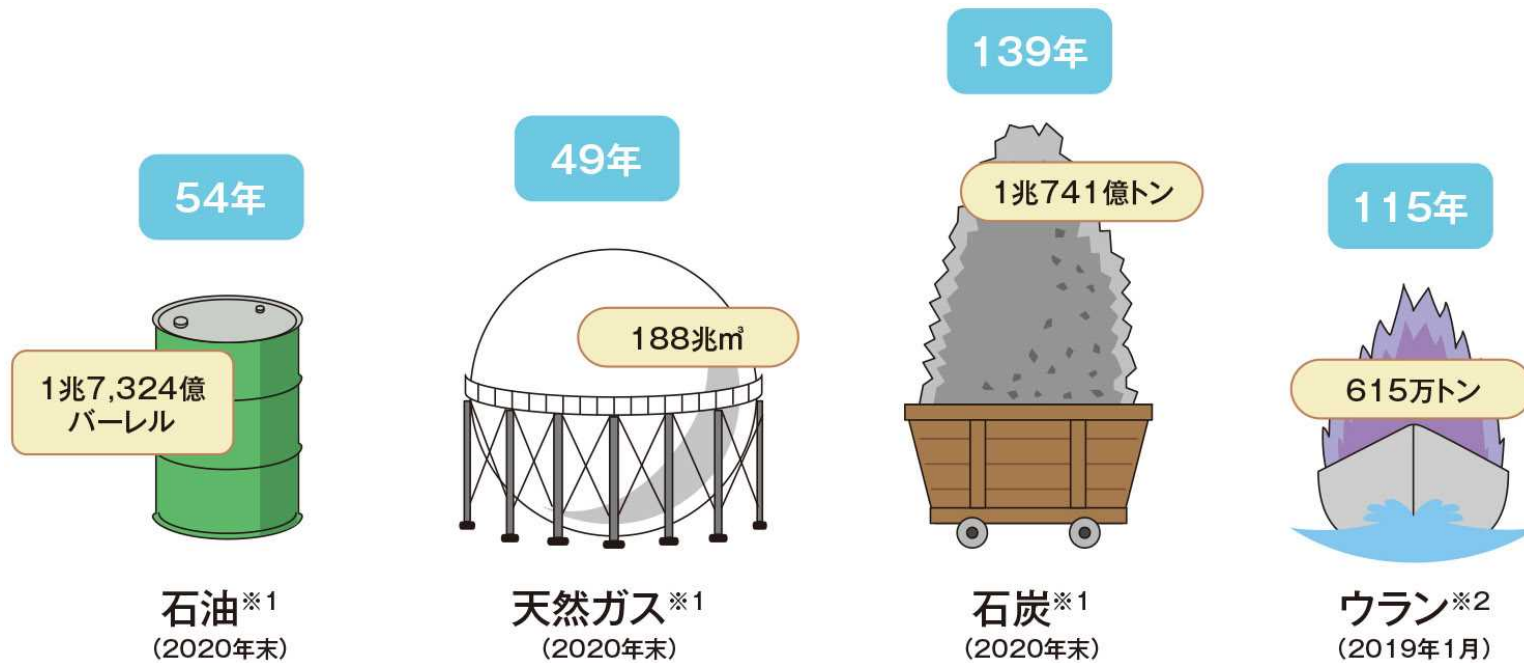
□ 「課題」の例

- 1) 「エネルギー安全保障」（安定的に確保する）のために何をするか
- 2) 「化石燃料」（石炭、石油、天然ガス）を使わない社会にできるか
- 3) 「火力発電」、特に「石炭火力発電」を減らすことは可能なのか
- 4) 「再生可能エネルギー」を増やすことで、これらが解決できるか
- 5) 「再生可能エネルギー」をさらに増やすことは本当に可能なのか
- 6) 「原子力発電」を増やすことで、これらが解決できるのか
- 7) 「原子力発電」を増やすことは、国民が納得するのか
- 8) 省エネルギーは、どこまで可能なのか
- 9) これらを解決する新しいエネルギーは出てこないのか

完璧な「正解」は、
ありません。

いろいろと考え、
努力して、できる限り
より良い未来（持続可能な社会）
を作る必要があります。

「エネルギー資源」について



「確認可採」ではなく「推定値」を使うと
石油: 60～220年
天然ガス: 100～5000年
石炭: 400～1500年
ウラン: 250～7000年

残り少なくなってくると価格が高騰し、「資源争奪」で紛争や戦争が起こる。

出典: 原子力・エネルギー
図面集 2023
(日本原子力文化財団)

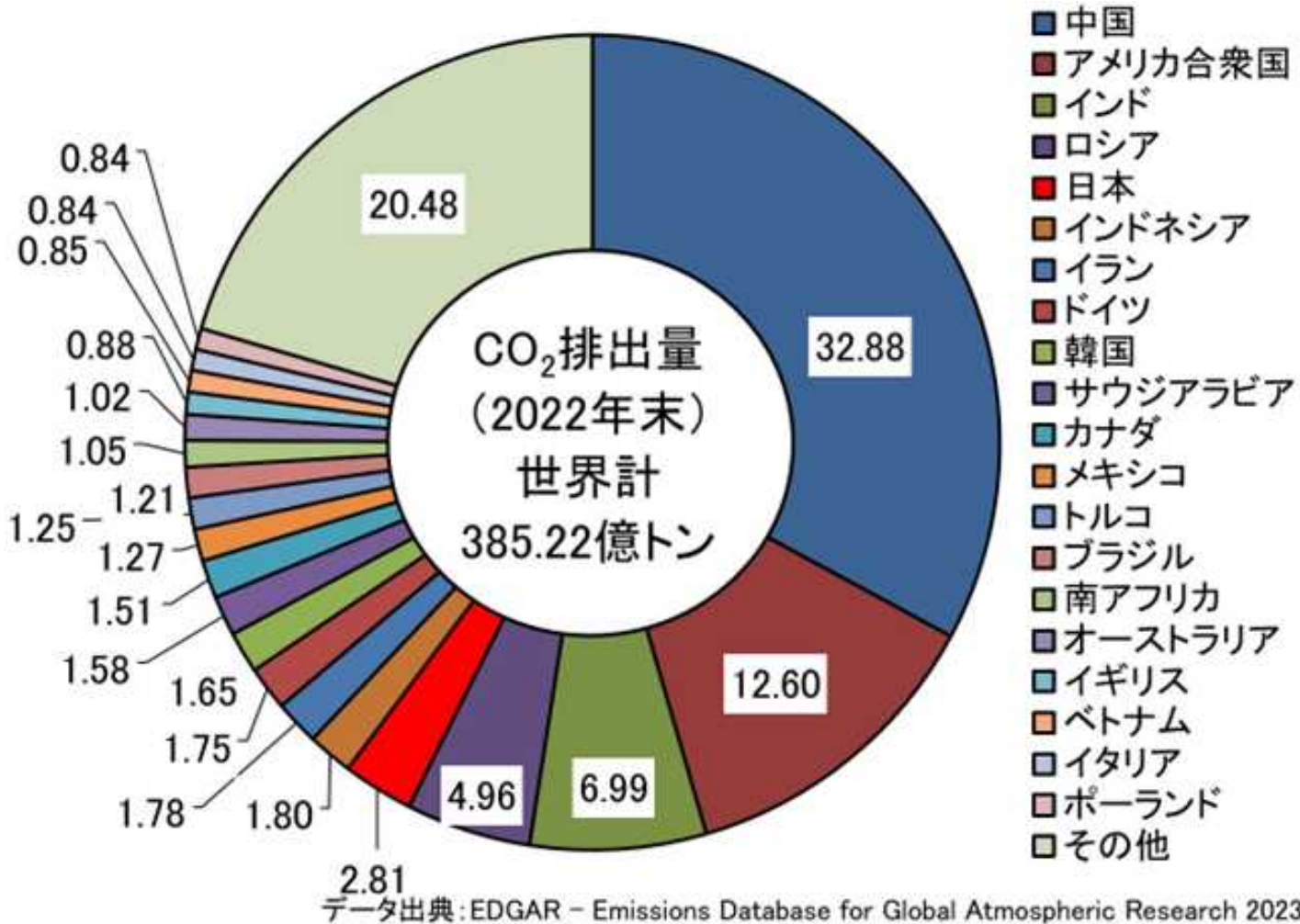
計算方法

$$\text{可採年数} = \frac{\text{確認可採埋蔵量}}{\text{年間生産量}}$$

存在が、はっきりと確認されていて、技術的、経済的に採掘・採取することができる量

1年間にどれだけ採掘しているか(消費量ではない)

世界の二酸化炭素排出量(2022年)



「化石燃料燃焼」による
CO₂排出の国別割合

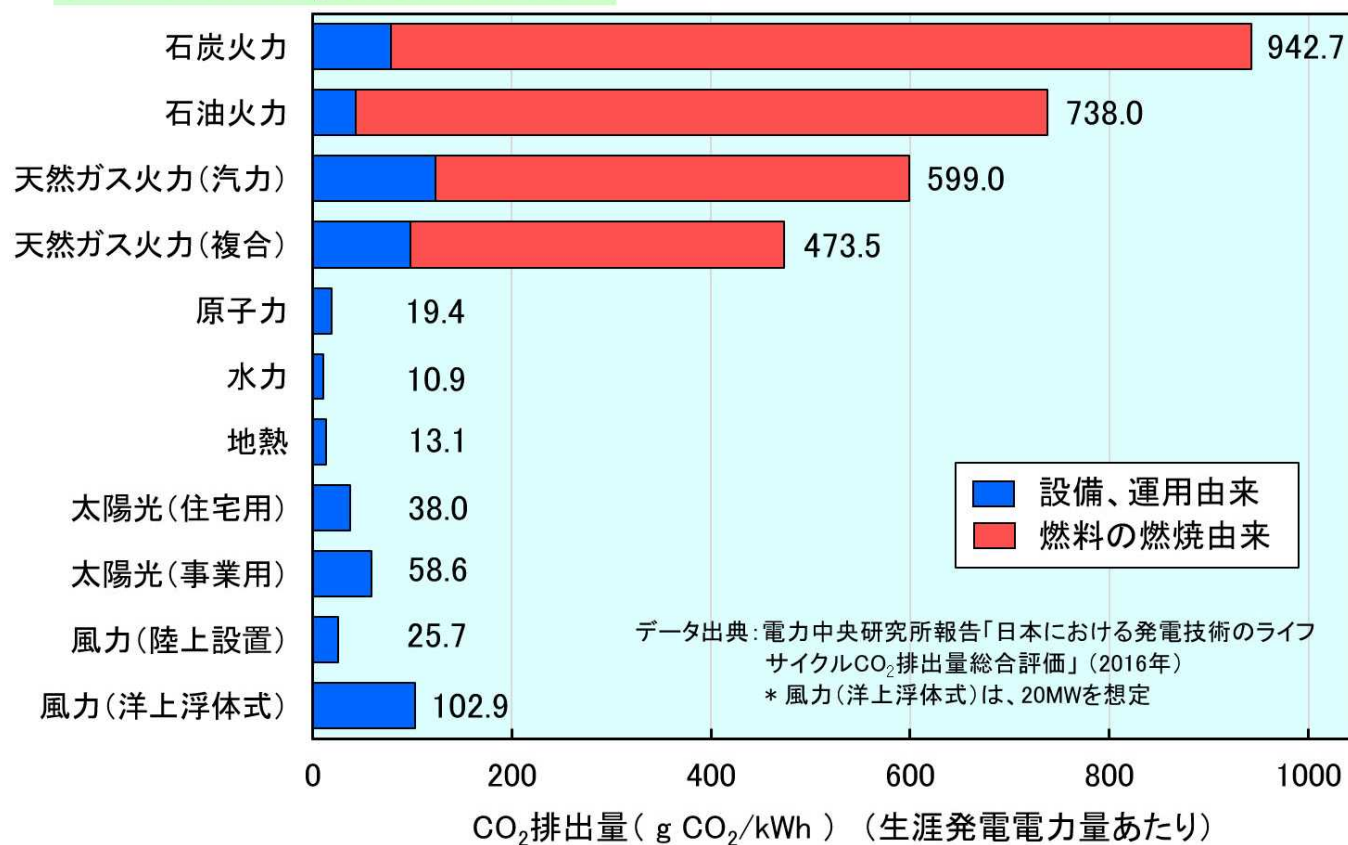
中国が世界の1/3、上位
3ヶ国で世界の半分以上
を排出している。

日本は、現在世界の約3
%を排出(1974年の5.8
%が過去最大)

中国のCO₂排出は、今後
も増加の見込み(2030年
でピークアウトさせると
宣言しているが・・・)

「二酸化炭素(CO₂)」を出さないエネルギー選択

ライフタイムCO₂排出量評価結果



「ライフサイクルアセスメント」:
単に燃料の燃焼だけでなく、発電設備の建設、資源の調達、発電設備の運用、設備の廃棄などすべての過程を含めた発電設備生涯でのCO₂排出量評価。

原子力発電は、燃料調達・製造廃棄物処理・最終処分、廃炉の工程を含んだ評価をしている。

太陽光発電は、シリコンパネルの製造、フレームのアルミ製造に多くの電力を必要とすること、設備の稼働率が低いことからCO₂排出量は多めになる。

天然ガス火力は石炭に比べ40~50%削減でき、火力発電を避けることでCO₂は大きく削減できる。

ニュース解説番組より

- あれだけ大きな事故があったのに、なぜ原子力発電を続けようとしているのか？
電気は足りているのに。

- 1) その神経が理解できない
- 2) その理由がさっぱり分からない

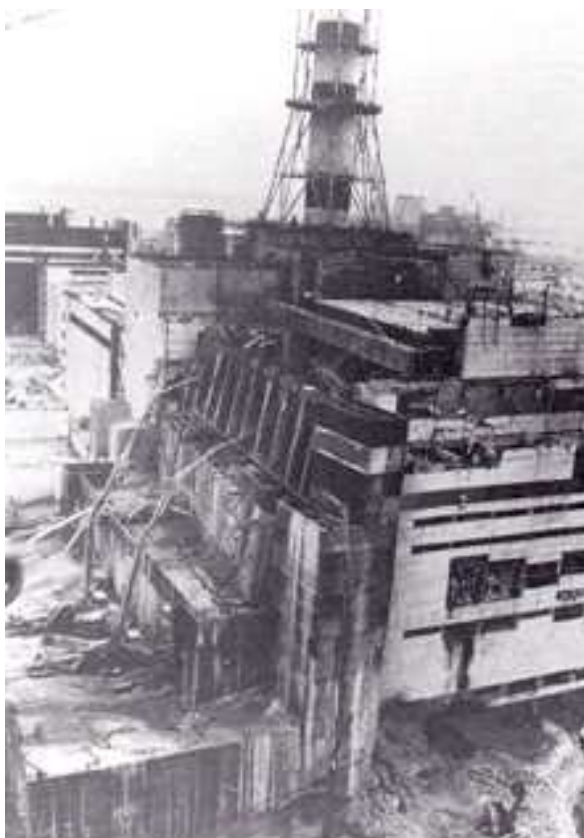


(テレビを見ていたとしたら、どう感じますか？ 同じ？ 違う？)

- 1) は、「個人のとらえ方」の問題なので、発言としては有り得る。
- 2) は、明らかに不勉強？ 「理由」は簡単。

その理由は？ ⇨ ①国の経済事情 ②他に有効な方法が無いこと

チェルノブイリ原子力発電事故と その後のウクライナ



爆発により破壊された
チェルノブイリ原子力発電所4号炉

写真:原子力文化財団ホームページより

ウクライナでの原子力発電の動向

1986年 4月 チェルノブイリ原子力発電所4号機事故

・この時点で12基運転

1990年 8月 ウクライナ最高会議が「原子力発電所の建設凍結」を決議

・1990年の原子力発電の割合:26%

1993年 10月 経済回復のため「原子力発電所の建設凍結」を撤回

2000年 12月 チェルノブイリ発電所3号機停止(同発電所完全閉鎖)

2006年 3月 「2030年のエネルギー戦略」決定

・原子力発電の比率50%を目標とする

2022年末で 運転中15基、建設中2基

・チェルノブイリ事故後に運転開始が8基

・世界7位の発電電力量(2020)を持つ原子力発電国

・2021年の原子力発電の割合:55%

データ出典:日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発動向」、

IAEA; PRIS Power Reactor Information System (2023)、「IEA statistics 2023」

日本は、なぜ原子力発電を導入したか？

■ 石油、石炭、天然ガスは、ほとんど全て輸入

石油: 世界5位、石炭: 世界3位
天然ガス: 世界2位の輸入国(2023)

- 輸入すると、外国への支払いが増加(貿易赤字、国富流出)
- エネルギー安全保障(エネルギーセキュリティ)として問題(相手国との直接関係、相手国周囲の状況、海路の確保)
- 原子力の燃料は少力で大量のエネルギーが取り出せ、何年も使える燃料はリサイクルでき、高速増殖炉が完成すれば輸入はほぼなくなる
将来は、海水から抽出(海水1m³中にウランが3.3mg含まれる)

輸入なしでエネルギーが確保できないか？

準国産
国際エネルギー機関(IEA)では国産で定義

■ アメリカの積極的売り込み

■ 1970年頃は「公害」が問題視(事故がなければクリーン)

- 火力発電は「大気汚染」、水力発電は「環境破壊」

■ 発電時に二酸化炭素を出さない(1995年頃からの理由) (地球温暖化対策に都合が良い)

■ 他の発電方法より(長期的に見れば)安く電気を作ることができる

これ1個で1軒の家庭の半年分の電気を作ることができる



原子力発電の長所と短所

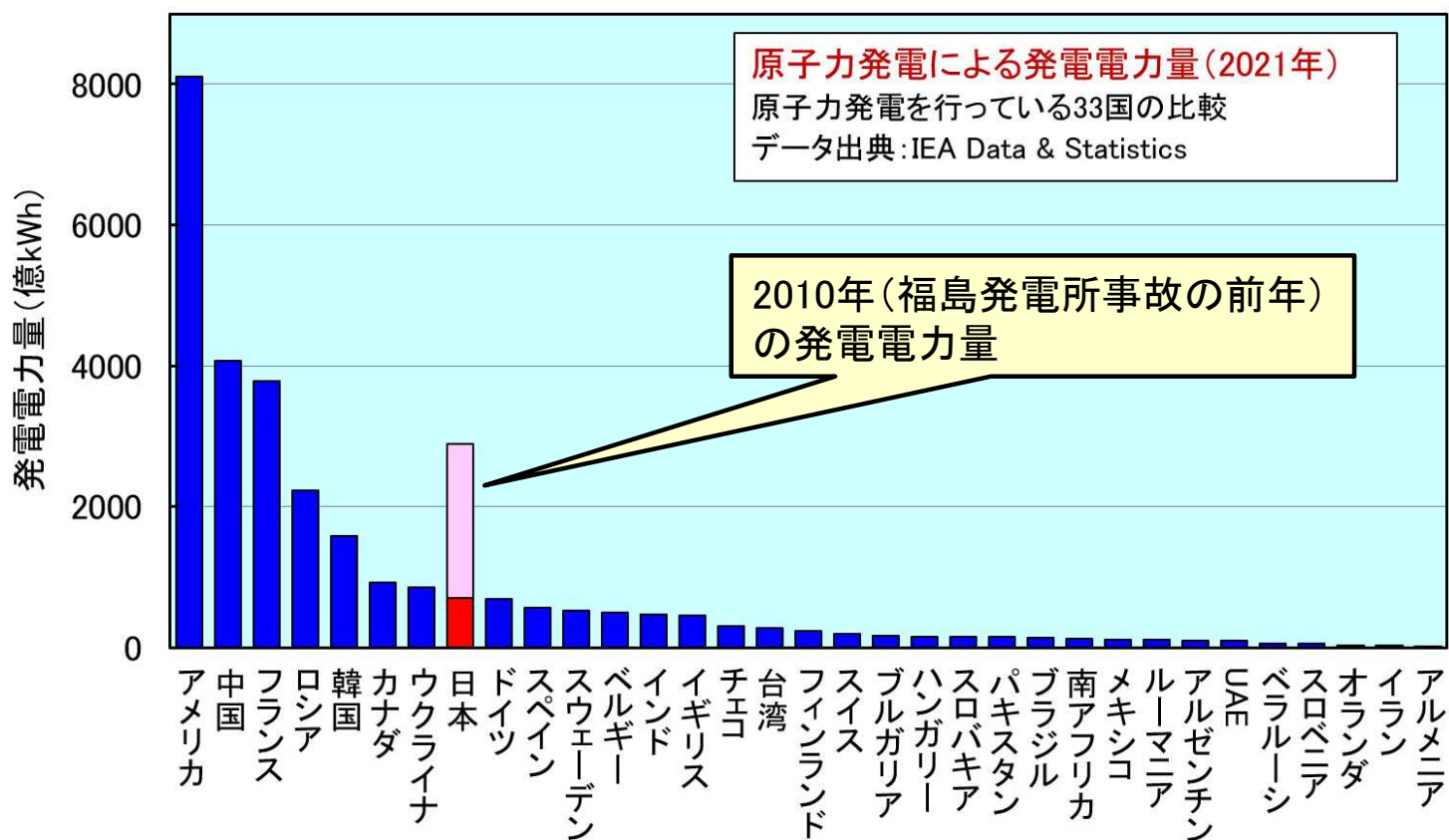
長所

1. 安定したエネルギー源であること
 - 資源枯渇の心配が当分ない
 - この先、30年程度大きな価格変動が予想されない
 - 昼夜、季節、異常気象などに関係なく安定した電気を供給できる
2. 安い電力供給ができること
3. 二酸化炭素の排出削減効果が期待できること
4. 代わりとなるエネルギー源が当分考えられないこと

短所

1. 安全性への不安(放射能、放射線に対する懸念)
 2. 放射性廃棄物の最終処分地が未定(技術的には問題でない)
-

原子力発電の現状



【原子力発電について】

日本は、かつてフランスに次いで3位(1985年~2010年)。

中国の増加が著しく、2020年にフランスを抜いて2位になる。また、インドの増加も著しい。

エネルギー関連データ(2020年)で

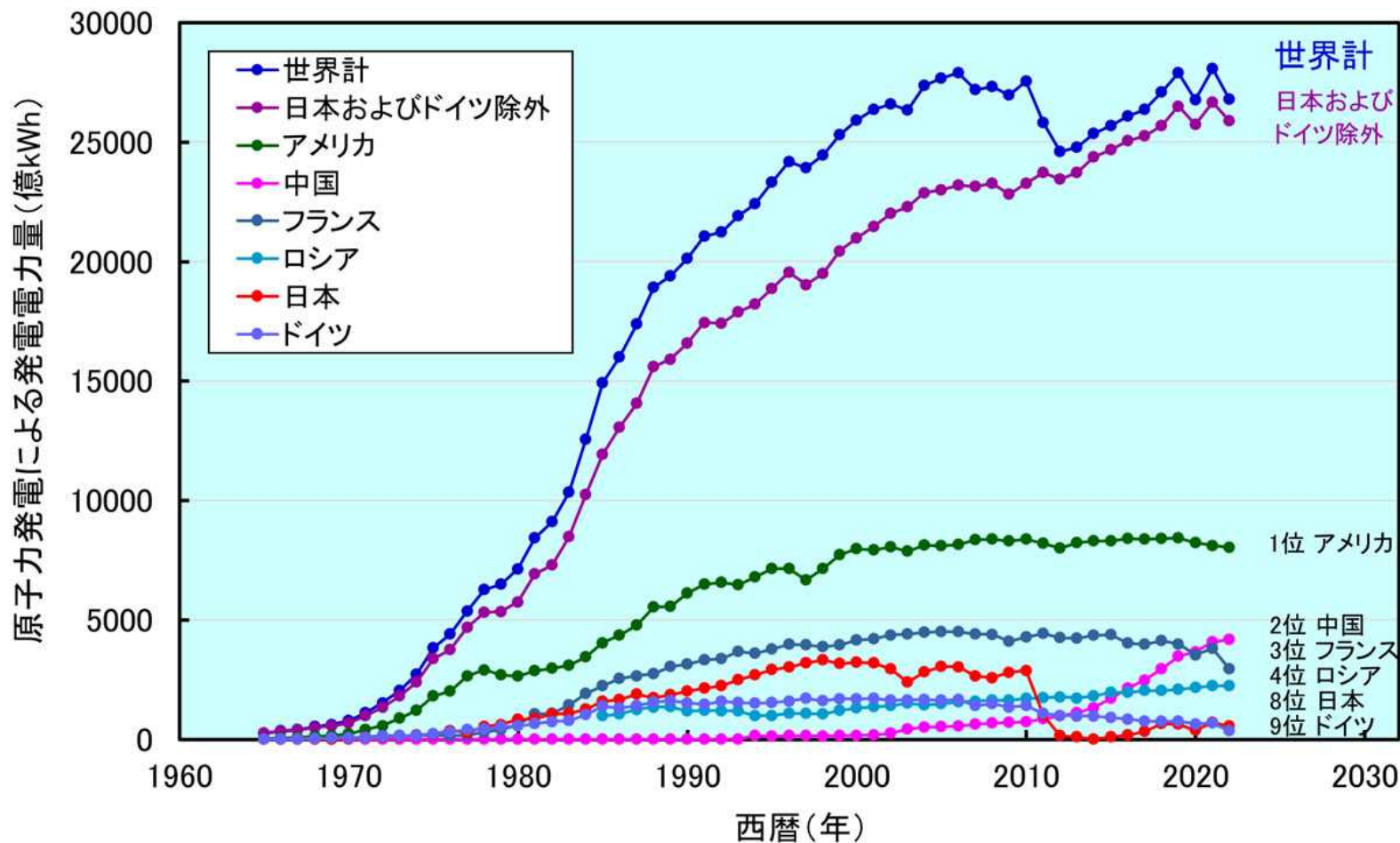
【中国が1位】

- ・一次エネルギー消費量
- ・石炭消費量
- ・CO₂排出量
- ・総発電電力量
- ・石炭火力発電電力量
- ・水力発電電力量
- ・太陽光発電電力量
- ・風力発電電力量

【アメリカが1位】

- ・石油消費量
- ・天然ガス消費量
- ・天然ガス火力発電電力量
- ・原子力発電電力量

原子力発電は今後どうなるか（発電電力量）

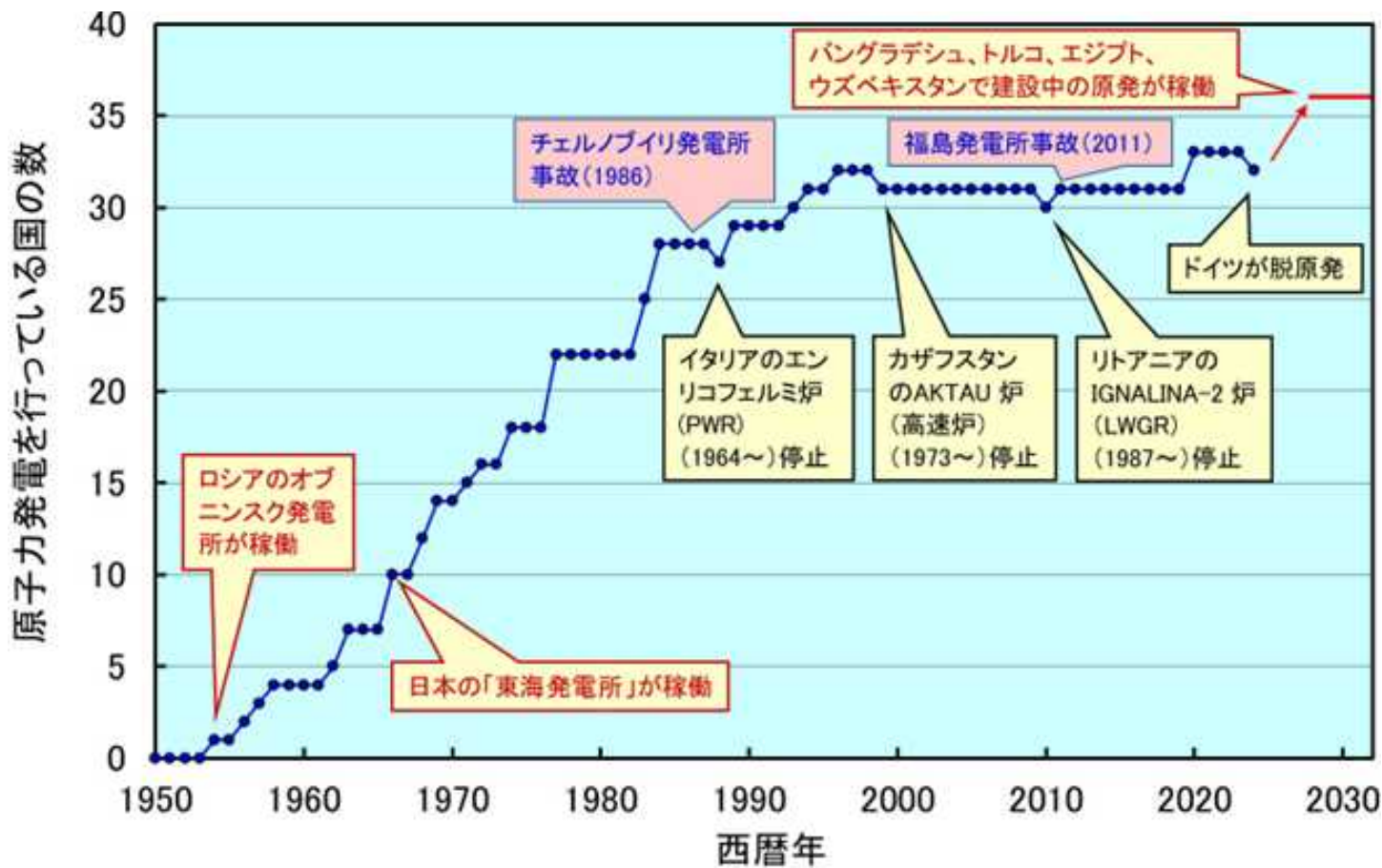


ドイツの減少、日本の原発停止での減少分を除けば、世界的には今後も増加する傾向にある。

2020年は、世界的な新型コロナウイルス禍により、景気、およびエネルギー消費が低下し、原子力発電の発電量も減少している。

データ出典: IEA Data & Statistics (1965-2022年)、BP Statistical Review of World Energy 2024 (2022年の中国)

原子力発電は今後どうなるか(導入国)



1985年くらいまで急な右上がりで導入が進んできた。

大きな事故が起こると、その後、導入国数に若干の停滞が見られ。

導入計画を進めている国・検討中の国もあるので、これからも増加の見込み*

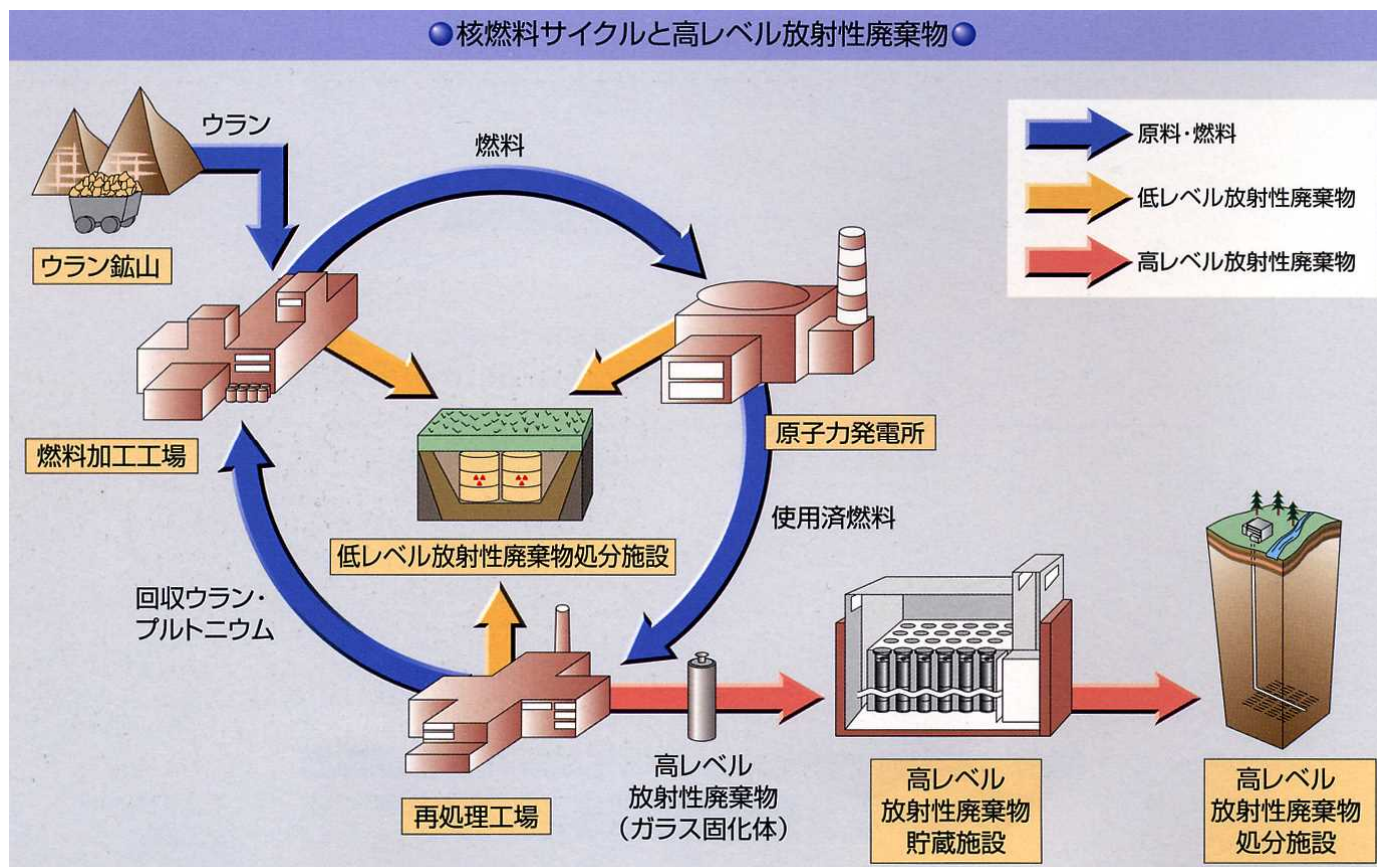
- ・ポーランド
- ・カザフスタン
- ・ヨルダン
- ・サウジアラビア
- ・リトアニア
- ・ケニア
- ・イタリア
- ・タイ

*日本原子力産業協会「主な世界の原子力発電開発動向」、「世界の最近の原子力発電所の運転・建設・廃止動向」より

データ出典: IEA Data & Statistics、IAEA Power Reactor Information System (PRIS)

核燃料サイクルと放射性廃棄物処分

核燃料サイクル



「核燃料サイクル」:

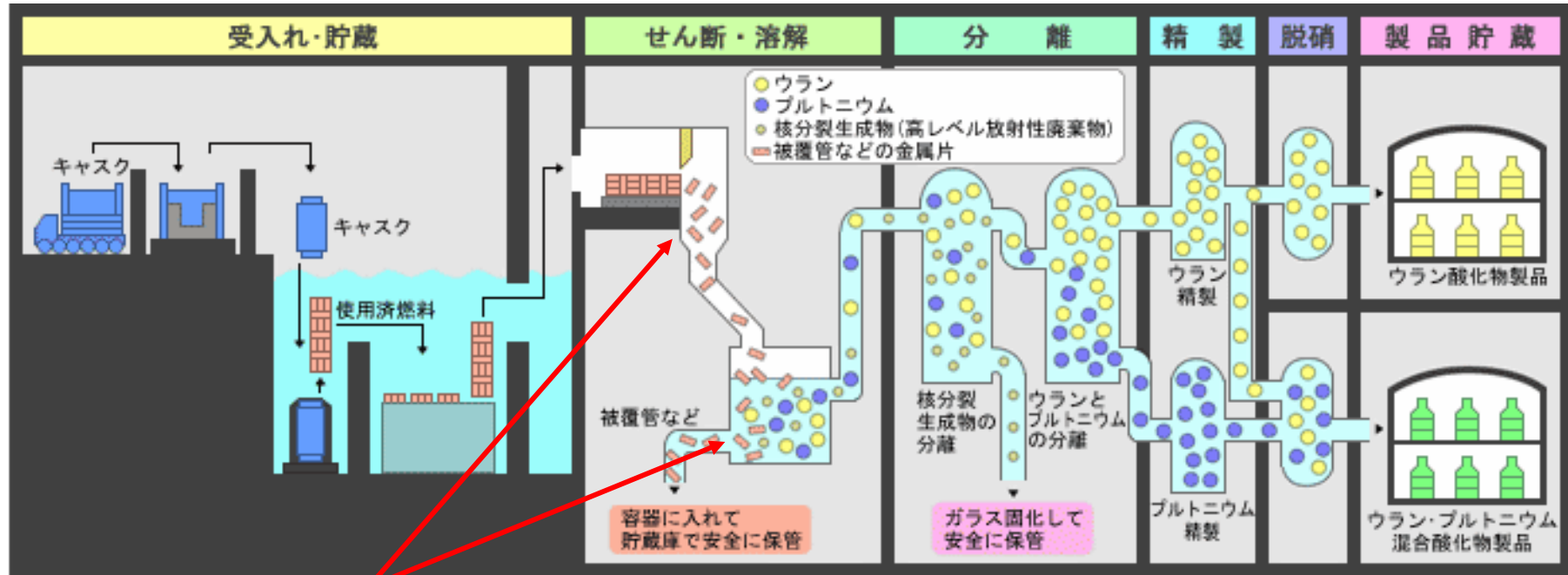
ウラン燃料をリサイクルして利用する一連の流れのこと。

「再処理」:

原子炉運転時に生成した「プルトニウム」と、再利用可能な「 ^{235}U 」を回収し、核のゴミである「高レベル放射性物質」を分離すること。

得られたプルトニウムは、高速増殖炉で利用するのが理想であるが、高速増殖炉が運転されていない現状では、通常の「軽水炉」で利用することになる。これを「プルサーマル」と呼んでいる。

再処理の工程(1)



「Chop and Leach」機械的にせん断した後、硝酸で溶解

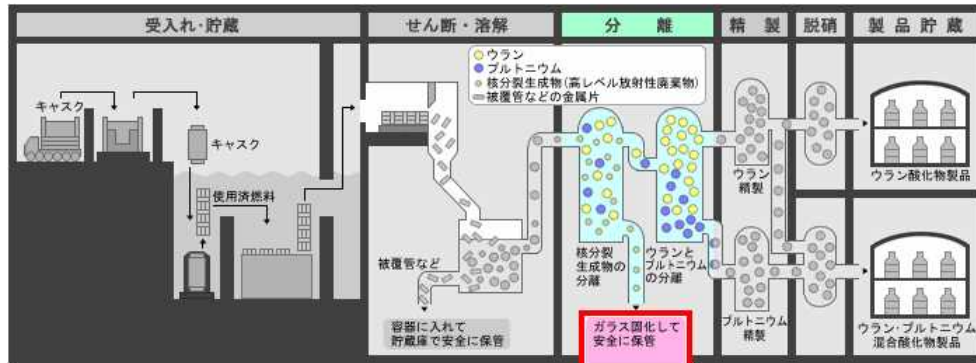
溶解、分離工程において、本来廃棄物に含まれていたのではない、工程(process)の不活性物質(inert)も入ることになる

リン酸トリブチル(TBP)+有機溶媒(ノルマルドデカン)でウラン、プルトニウムを抽出

アルカリ洗浄(炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム)で使った廃液も混合される

図：日本原燃ホームページより

再処理の工程(2)



以下の3つに分類される

1) 「回収ウラン」

使用済み燃料ではあるが、 ^{235}U の濃縮度は依然1%程度あり、天然ウランの0.72%より高い。再利用の価値があるため「回収」される。

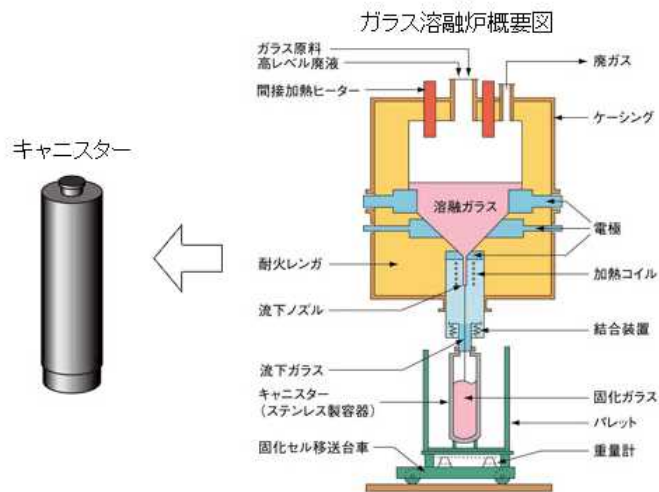
濃縮過程で分離される0.72%より低い「劣化ウラン」「減損ウラン」とは全く別のものなので、用語をしっかりと使い分けること

2) 「プルトニウム」

^{239}Pu が主成分だが、 ^{240}Pu や ^{241}Pu も含む。高速増殖炉やプルサーマル燃料に使用できる。

3) 「高レベル放射性廃棄物(HLW)」

分離した後、ガラスと共に溶融され、キャニスターの中で「ガラス固化」される。

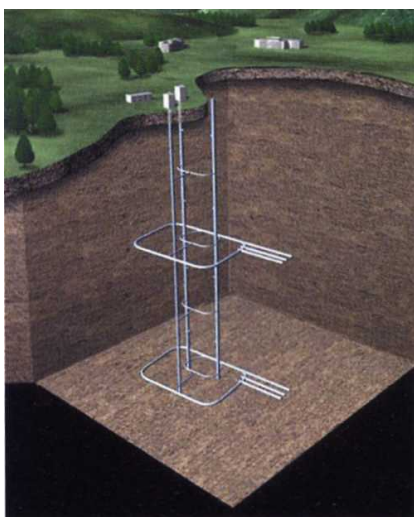


日本原燃ホームページより

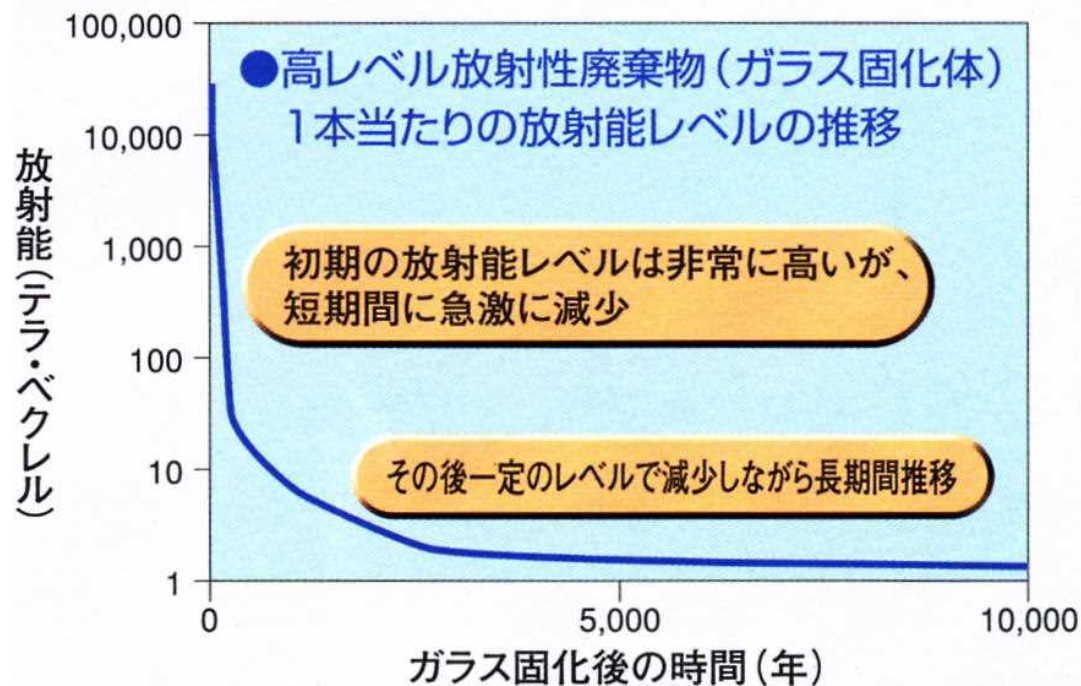
廃棄物固化と処分の概略



ガラス固化体



300mより深い
地下に埋設



ベクレルとは放射能の強さを表す単位のことであり、1テラ・ベクレルは1兆ベクレルです。

重金属のような毒物は、永久に毒物だが、放射能は、長い年月のうちに減少していく。3千年~1万年(どういう基準かによって異なる)で危険性が無くなるが・・・、どのように隔離・貯蔵するかが問題。

放射性廃棄物処分について

□ 誤った情報

- 1) どのように処理、処分するのか、その見通しも全く立っていない？
- 2) 将来、日本中が放射性物質で埋め尽くされる？

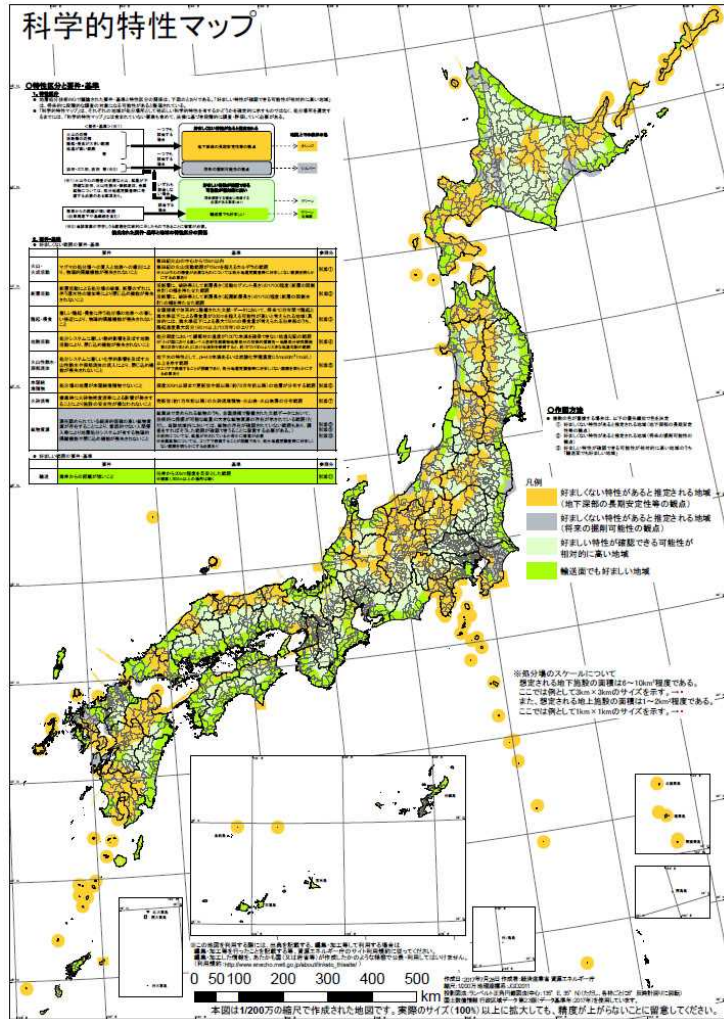
□ 実際の問題は

- 1) 「どのように処理、処分するか」は決定されており、「どこに処分するか（どこに埋めるか）」が決まっていない（受け入れてくれる所が必要）
- 2) 「核のゴミ」は、極めて放射能が高く、人間の生活環境から隔離する必要があるが、発生量は少なく、処分場は1か所確保できれば解決する。（放射性廃棄物の発生量（重量比）は、一般・産業廃棄物の約1/20000）（量ではなく、場所が問題）

□ 海外での処分場

- フィンランド：オルキルオト（処分地として決定し、施設建設中）
 - スウェーデン：フォルスマルク（処分地として決定し、事業許可済）
 - フランス： ビュール近郊（計画中）
-

「科学的特性マップ」



2017年7月に、経済産業省資源エネルギー庁の主導で、「科学的特性マップ」が提示された。

「条件」

- 1) 火山・火成活動 (マグマが入ってこない)
- 2) 断層活動 (処分場内に断層がない)
- 3) 隆起・浸食 (周辺を含め大きな地質変化がない)
- 4) 地熱活動 (処分深度で100°Cにならない)
- 5) 火山性熱水・深部流体 (熱水、異常pHの水が入らない)
- 6) 未固結堆積物 (78万年より新しい軟弱な地層でない)
- 7) 火砕流 (火砕流や火山岩でできた地質ではない)
- 8) 鉱物資源 (価値の高い鉱物資源が出る場所ではない)
- 9) 輸送 (海岸から20km以内で運び入れやすい)

条件に適する場所は、日本国内に結構ある
 → 受け入れをしてもらえるかどうかの問題？

日本の廃棄物最終処分場候補地？

岐阜県瑞浪市：

1995年：「東濃地科学センターにおける地層科学研究にかかる協定書」で、「放射性廃棄物を持ち込むことや使用することは一切しないし、将来においても放射性廃棄物の最終処分場とはしない」ことを確認。

2002年：日本原子力研究開発機構「東濃地科学センター」が開所し、深地層の研究を開始。

北海道幌延町：

1984年：幌延町議会が誘致を決議したが、周辺町村が反対。

2000年：北海道の「特定放射性廃棄物に関する条例」で「特定放射性廃棄物の持込みは受け入れ難い」と宣言。

青森県六ヶ所村：

2008年：「高レベル放射性廃棄物の最終処分に係る確約書」で「青森県を最終処分地にはしないという約束」に。

高知県東洋町：

2007年：町長が高レベル放射性廃棄物(HLW)処分地候補の文献調査への応募。住民のリコールが成立して町長が辞職し、また再選挙でも前町長が破れて申請は消滅。

北海道寿都町：

2020年：町長が候補地立地文献調査応募検討を表明するが、知事、道庁が条例をもとに反対。

町議会で条例案が否決され、住民投票なしに「文献調査」実施が可能に。11月「文献調査」開始。

2021年：反対派の町民も多いものの、推進派の片岡氏が町長選挙で当選(6選)(1135対900)

北海道神恵内村：

2020年：商工会が文献調査応募検討を求める請願を村議会に提出。しかし北海道知事が応募へ反対。

村議会が請願を採択し、経産相が文献調査実施を認可し、11月「文献調査」開始。

2022年：推進派の高橋氏が村長選挙で当選(6選)(559対48)

長崎県対馬市：議論の結果、「文献調査」を受け入れないことに

佐賀県玄海町：2024年6月「文献調査」開始

寿都町、神恵内村は受入れの方針。国は歓迎。
北海道知事・道庁は反対。さてどうなるか・・・

エネルギーミックス

様々な「発電方法」について

日本の発電割合(2022年)

□ 水力発電	ダムで貯えた水を流すことで発電する	→ 9.2 %
□ 石炭火力発電	石炭を燃やして水蒸気を作り、発電する	→ 30.8 %
□ 石油火力発電	石油 //	→ 4.0 %
□ 天然ガス火力発電	天然ガス //	→ 32.9 %
□ 原子力発電	ウランが高温になることで水蒸気を作る	→ 5.5 %
□ 太陽光発電	ソーラーパネル。太陽の光で電気を作る	→ 9.4 %
□ 風力発電	風力で風車を回し、発電する	→ 0.9 %
□ 地熱発電	地下に水を送り、水蒸気を作って発電する	→ 0.3 %
□ ごみ発電	ごみ焼却場で火力発電する(日本は世界一)	→ 2.0 %
□ バイオマス発電	余った木材を燃やしたり、ゴミや糞尿などからメタンガスを作って火力発電する	→ 3.3 %
□ その他	波力、潮汐力、海洋温度差もありますが… これらは、ほぼ0。実際は、その他ガス、廃熱利用など	→ 1.7 %

発電方法を選択する4つのキーワード(3E+S)

(安全性はもちろん大切だが、それだけでは決められない難しさ)

□ エネルギーは、安定的に供給されるのか(安全保障)(Energy security)

■ エネルギー供給の**安全保障**

- 輸入ばかりを続けると国の経済が成り立たなくなる
- どの国から輸入するか(国どうしの関係、輸入経路が安全か)
- 将来的にも使い続ける事ができるか(資源の枯渇、価格高騰が無いかどうか)

■ エネルギー供給の**安定性・変動性**

- 量として十分に供給できるか
- 質は良いか(時間的に変動しないか)



特定のエネルギーに頼ると、
使えなくなった時が問題。

⇒ **「ベストミックス」**
(うまく分散させる)

□ 「発電コスト・経済性」としてどうか(Economy)

- 産業界は、外国と厳しい価格競争を戦っている
電気料金が高いと製品コストに直接反映してしまう

□ 「環境負荷」(環境への影響)はどうか(Environment)

- 二酸化炭素(CO₂)排出は低く抑えられるか
- 平常の運転時に大気汚染、水質汚染を起こさないか

□ 「安全性」はどうか(Safety)

- 重大な事故を起こさないか → 国民の合意が得られるか

発電方法の選択(採点例)

技術で克服可能

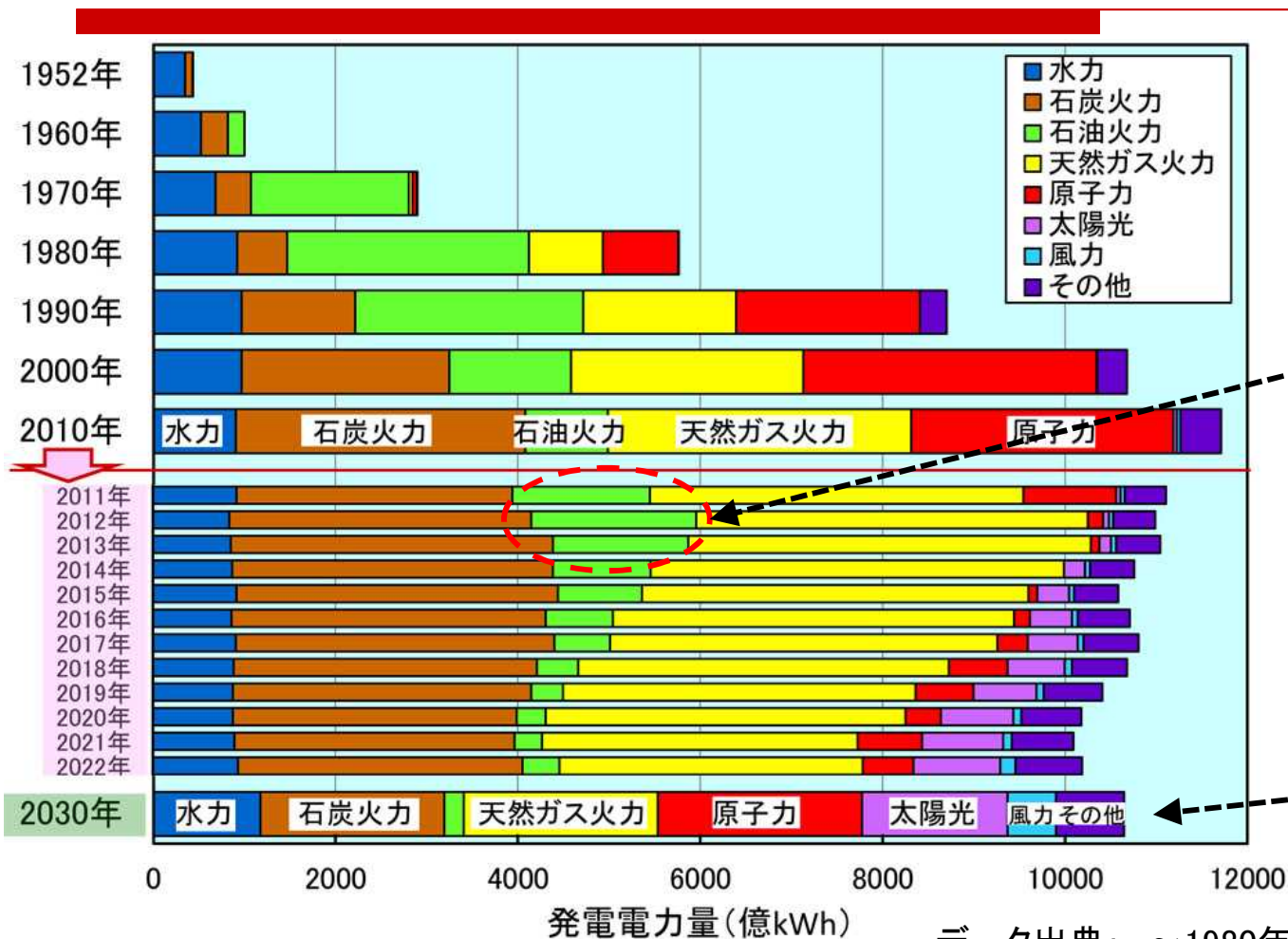
発電方法	エネルギー安定供給 Energy Security					発電コスト Economy	環境負荷(平常時) Environment		安全性(異常事故時) Safety
	国産?	輸入国は?	資源将来性	電力供給量	変動性		CO ₂	大気汚染 水質汚染	
原子力発電	△	○	○	○	○	○	○	○	△
水力発電	○	-	○	△	○	△	○	○	△
石炭火力発電	×	○	△	○	○	○	×	△~×	○
石油火力発電	×	×	×	○	○	×	×	△	○
天然ガス火力発電	×	△	○~△	○	○	△~×	△~×	○~△	○
太陽光発電	○	-	○	△	×	△	○	○	○
風力発電	○	-	○	×	×	△	○	○	○~△
地熱発電	○	-	○	×	○	△	○	△	○~△
ごみ発電	○	-	○	×	○	△	△	△	○
バイオマス発電	△	△	○	×	○	×	○	○~△	○

*どの項目を重要視するかは、考え方や置かれた立場で変わる

今後、蓄電技術が必要

これにも疑問があります

「日本の発電方法と発電量」



福島第1原子力発電所事故
(2011年)の影響

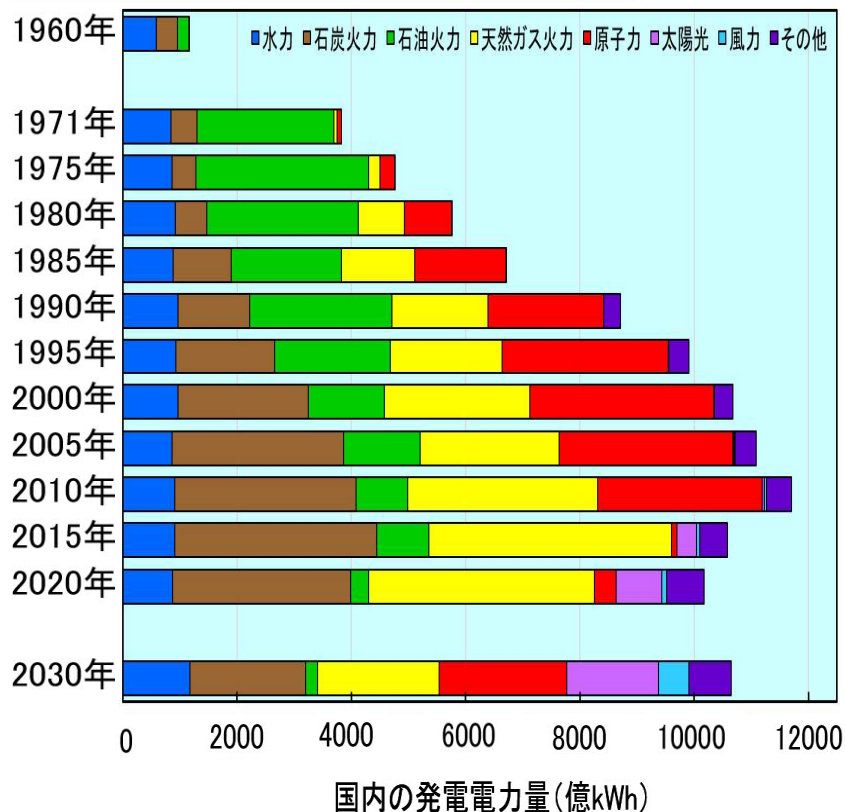
「石油火力」、「天然ガス火力」という高い発電方法の比率が増えたため、
1年あたり3~4兆円、
3年間で約10兆円支出が増加し、海外に支払った。
⇒電気料金値上がり、景気回復を阻害。2013年が、日本史上で最高のCO₂排出年になってしまった。

2030年、この電力構成で、46%削減を目指す

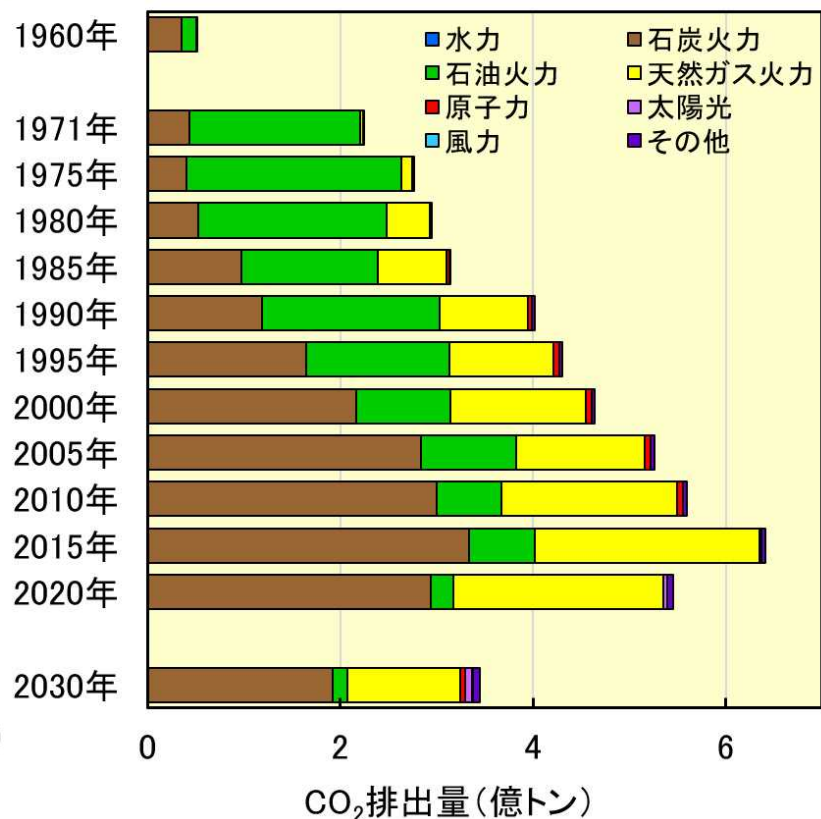
データ出典: ~1980年 資源エネルギー庁「エネルギー白書」
1990年~ IEA Data and Statistics 2024

2030年の目標達成でCO₂はどうなる？

日本の発電実績と2030年の発電目標



日本の発電方式ごとのCO₂排出量



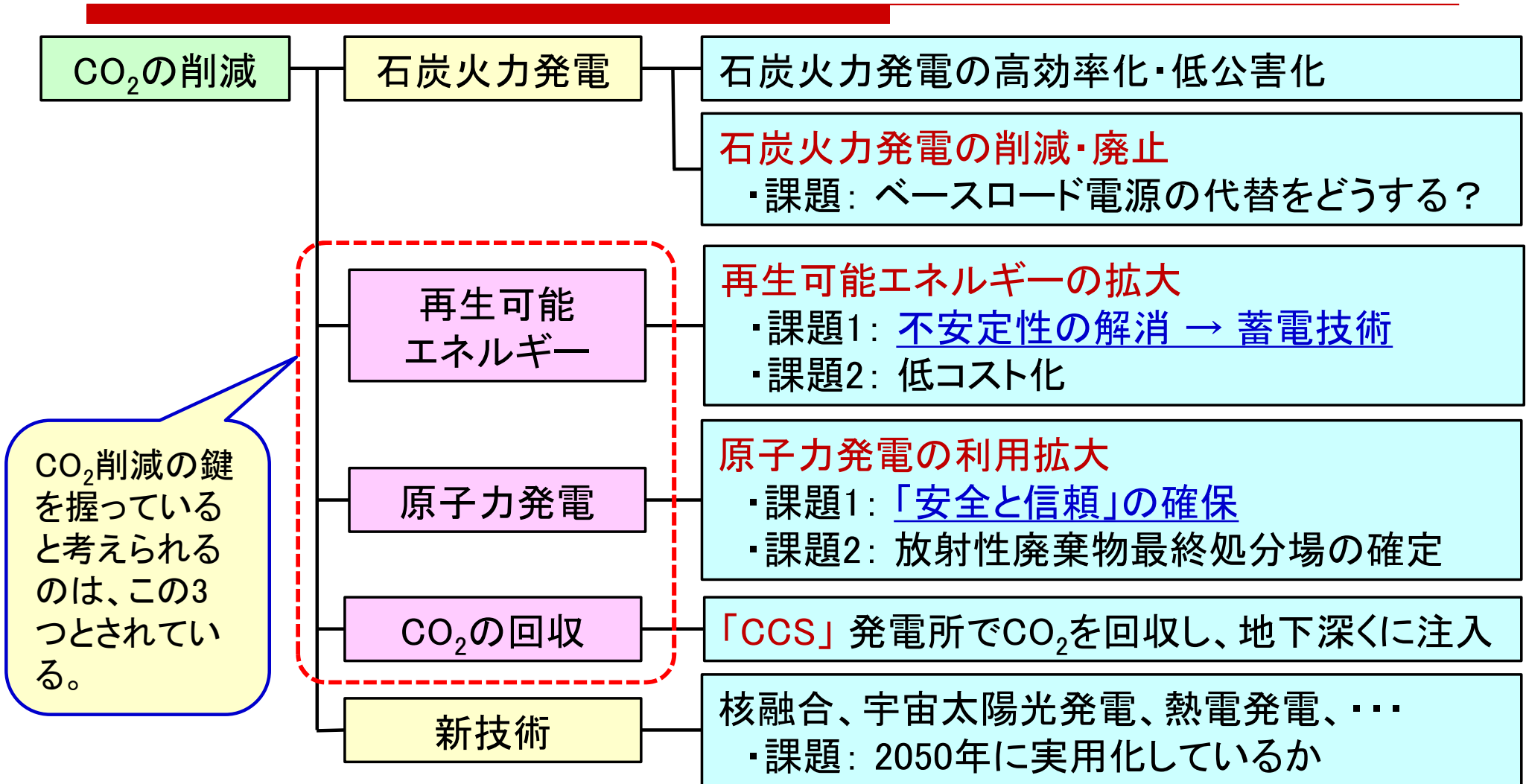
2030年の電力構成が達成できれば、2013年(過去最大の年)に比べて、約50%削減になる。

課題

- ・水力発電の増加は難しい
- ・天然ガス火力をここまで減らせるのか
- ・原子力発電の再稼働、新規建設が順調に進むかは微妙
- ・風力発電の目標達成は難しい
- ・省エネも必要になりそうだが、可能か？

データ出典: IEA Data & Statistics、IEA Electricity Information、資源エネルギー庁「第6次エネルギー基本計画」、電力中央研究所レポート

「発電部門」でのCO₂を減らすには



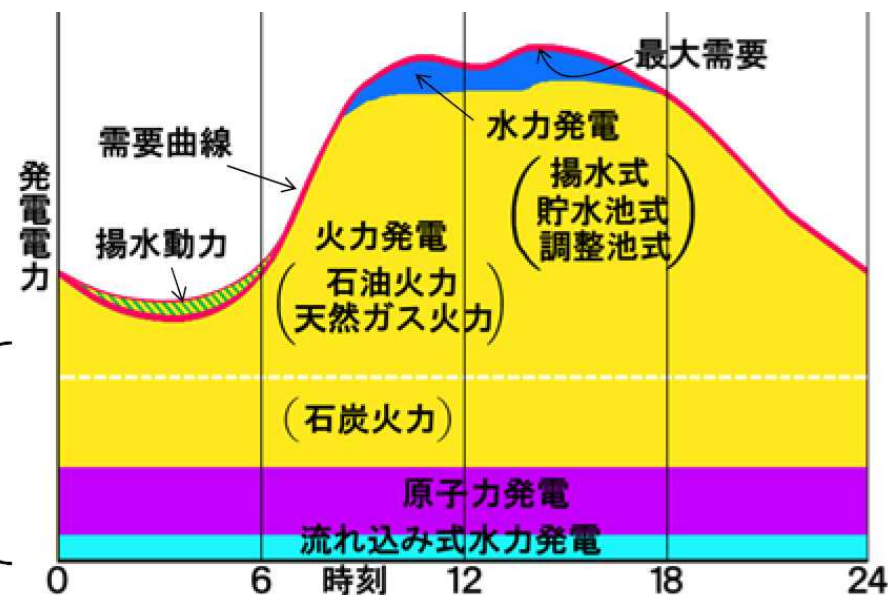
「需給同時同量」が求められる

私たちの電気の使用量(需要)は、1日あたりに大きく変動します。
発電(供給)する側は、それと同じ時刻に同じ量を作らないといけません。
余らせても、足りなくてもいけないので、常に需要に合わせて発電量が調整されています。

このため、右の図のように「ベースロード電源」と「ピーク供給電源」など、発電方法の特性に合わせ、これらを組み合わせて発電しています。

「太陽光発電」、「風力発電」は、昼夜、晴雨、風況によって発電量が変化する極めて不安定な発電方法です。

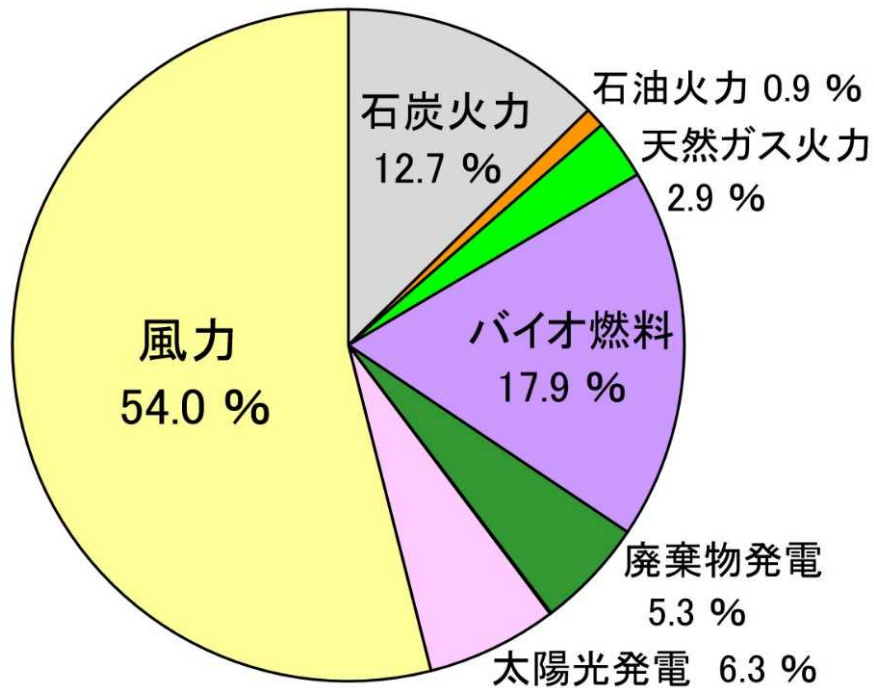
「ベースロード電源」には、安価で安定的な供給力が必要で、「石炭火力発電」と「原子力発電」がこれを担当していました。



再生可能エネルギーの不安定性

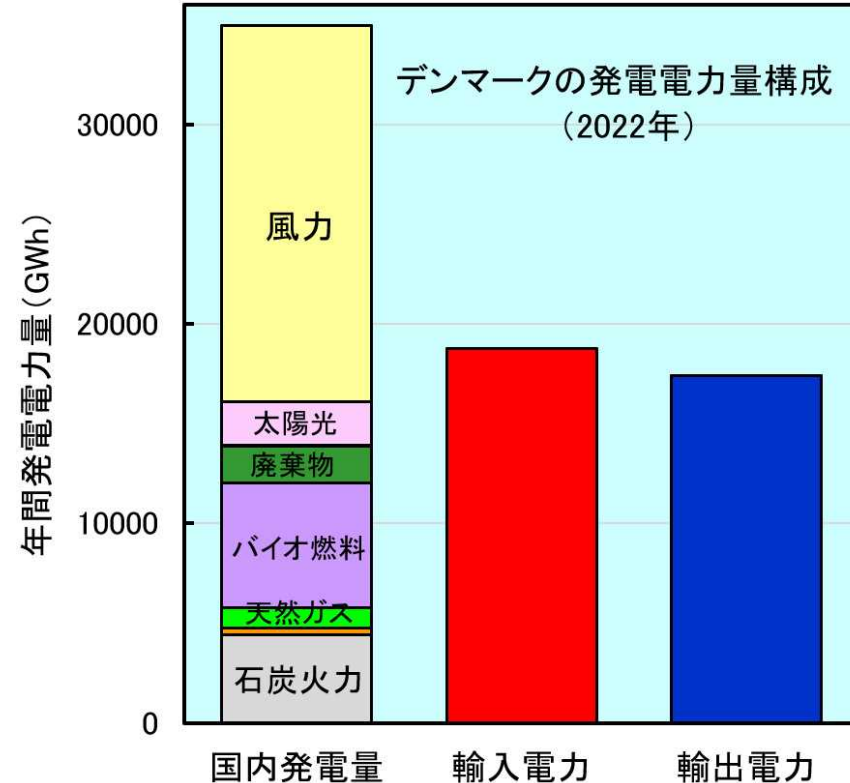
デンマークの風力発電の問題点

デンマークの発電電力量構成(2022年)



「風力発電で国内の発電電力量の約半分を賄っている」と言われて、大変に有名であるが...

データ出典: IEA Data and Statistics 2024



不安定な電源が増えると、「バックアップ電源」の容量が大量に必要になる。デンマークでは、国を越えて、「輸入」「輸出」という形で平滑化して運用している。→ 日本では無理... 不安定な電力が 10%以上になると問題。

「エネルギーの現状と課題」:まとめ

1. 今後のエネルギーをどうするのか

- 「**エネルギー安全保障**」(安定的に確保する)を、しっかりと考えないといけない
 - 「化石燃料」をできる限り使わない社会にしていかなければならない
 - 「再生可能エネルギー」をどこまで増やせるのか
 - 「原子力発電」を増やすことはできるのか

2. 地球温暖化防止(SDGs達成、COP公約達成)のため「**CO₂排出削減**」が必要

- CO₂排出削減目標の達成は、極めて難しい
- **適切なエネルギー選択**、省エネルギーが求められる
(原子力を含めるかどうかは、国民の判断にかかっている)

3. エネルギー関連分野では、誤った情報、安易な考え方が多い

- 誤った情報に惑わされずに、「**正しく判断**」する必要がある

4. 最後に

- 今後の私たちの社会で極めて重要なのに、(なかなか関心を持ってもらえない)
「エネルギー問題」や**「発電」**等に興味を持ってもらえれば幸いです
-