



# 原子力産業への期待

## エネルギー政策の中での原子力の位置づけ

2022年11月22日 内山正人 (ディレクトフォー、J-Power)

# エネルギーをめぐる深刻な状況

## 1. 資源価格高騰・・・カーボンニュートラルへのトランジションの難しさ

石油、天然ガス 世界的に需給タイト基調、ポストコロナ景気回復、脱炭素で資源開発投資停滞、再エネ不調など複合要因

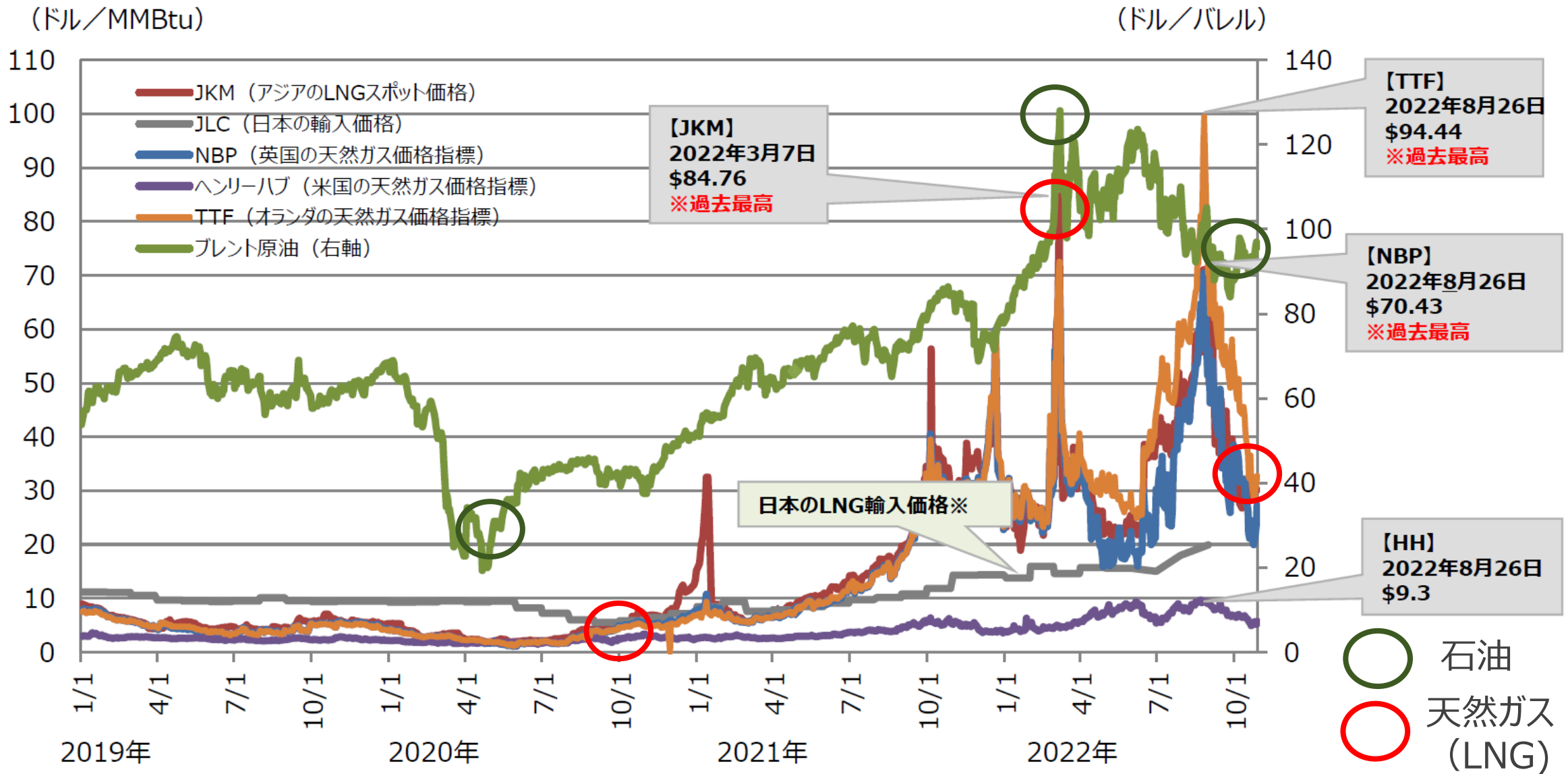
## 2. 東日本ブラックアウトの危機・・・再エネ拡大、脆弱なポートフォリオ

再エネ増、老朽火力の退役、原発再稼働遅れ、火力定検停止、東北の地震で火力複数機停止、寒波で電力需要急増→電力供給余力無し、kwh不足

## 3. ロシアのウクライナ侵攻・・・エネルギー自給の不安 = 安全保障問題

欧州：脱原子力、脱石炭政策への影響、資源価格高騰継続、日本のロシア依存度 LNG9% 石炭11%、サハリンLNG権益(日本の大手商社20%強)

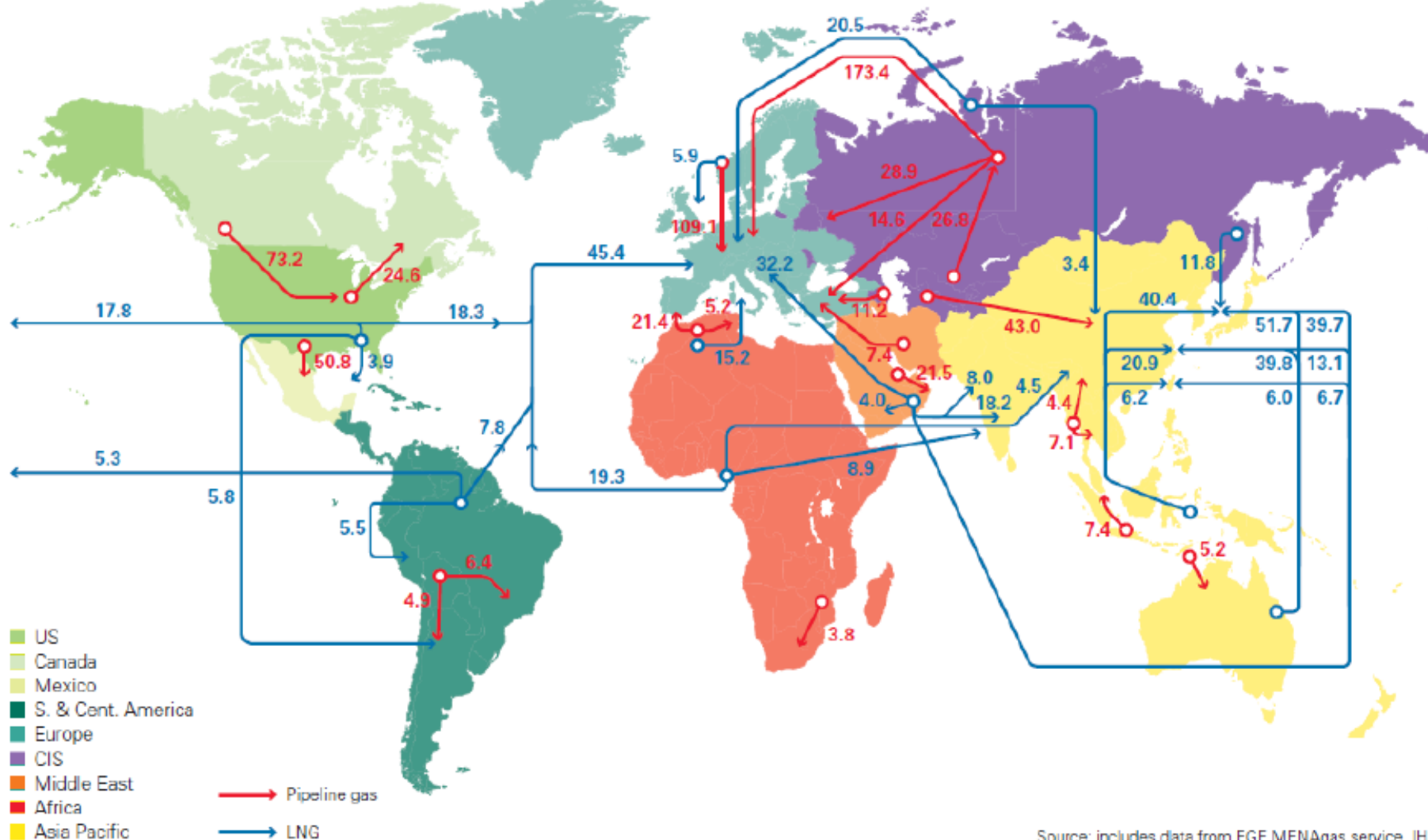
# 石油・天然ガス LNGスポット価格の動向



# 石油および天然ガス LNG貿易 (2019年)

パイプラインガス、LNGの主要取引フロー (2019年, Bcm)

Major trade movements 2019  
Trade flows worldwide (billion cubic metres)

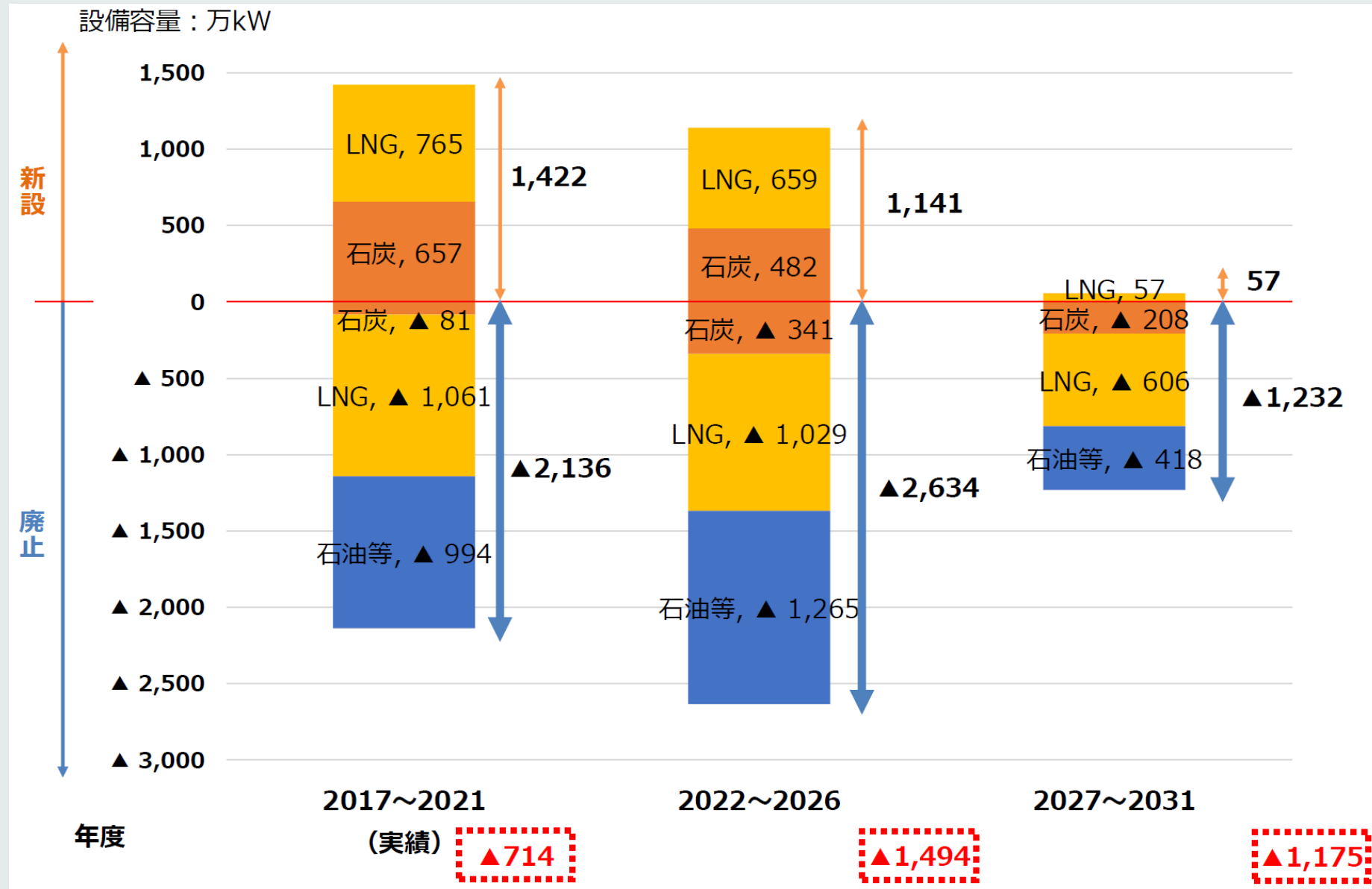


Source: includes data from FGE MENA gas service, IHS.

【MEMO】  
赤：パイプライン  
青：LNG(海上輸送)  
貿易の主流はパイプライン。日本へは、アジア太平洋、中東、北米からのLNG。

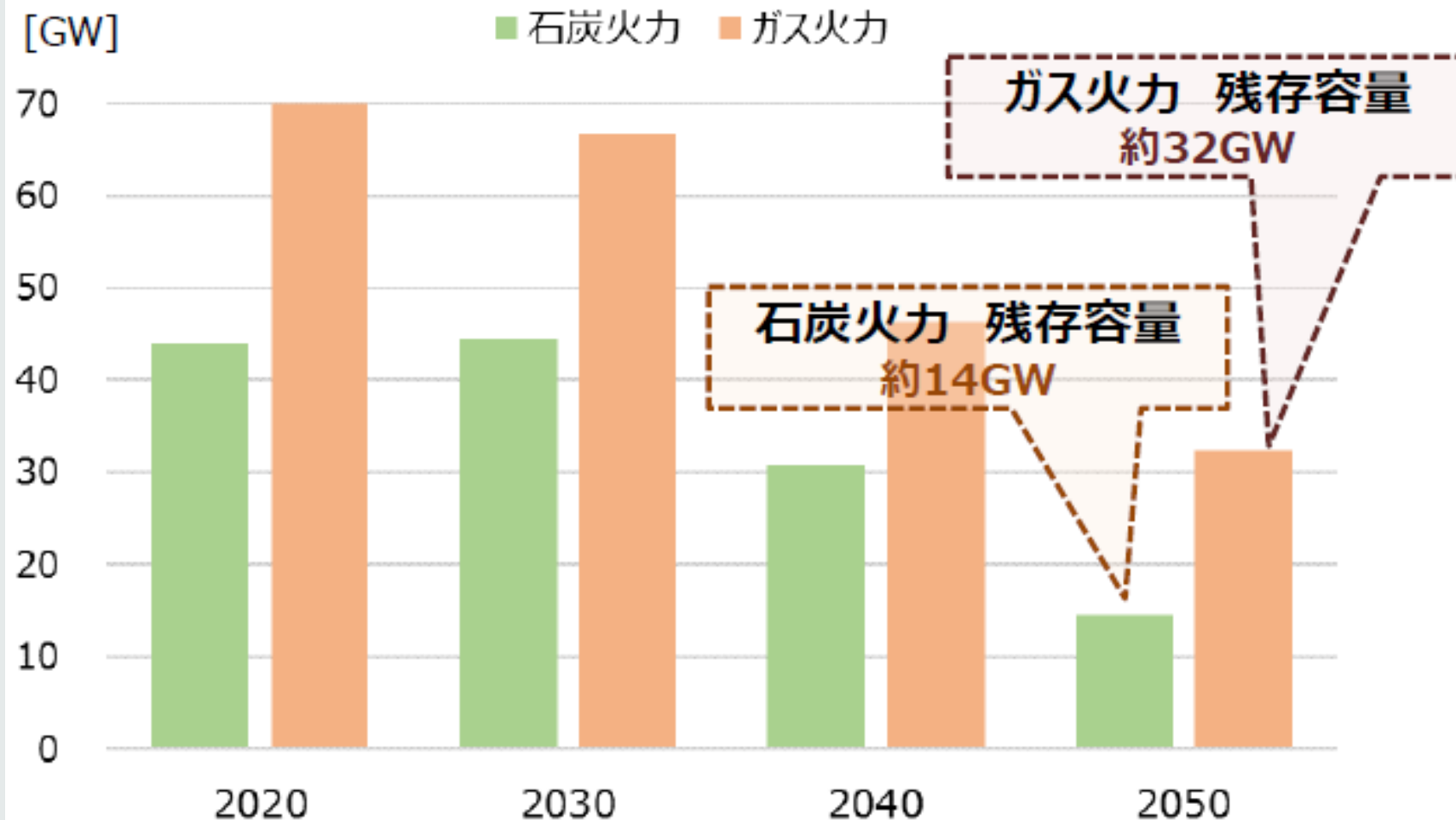
世界の天然ガス貿易は相互関係を強める傾向で、ロシアの動きは間接的に日本も影響を受ける。  
欧州天然ガス需給タイト→LNG価格高騰

# 今後10年間の火力供給力の増減見通し



# 火力発電の設備容量見通し

## 火力発電の容量推移（寿命を40年と想定）

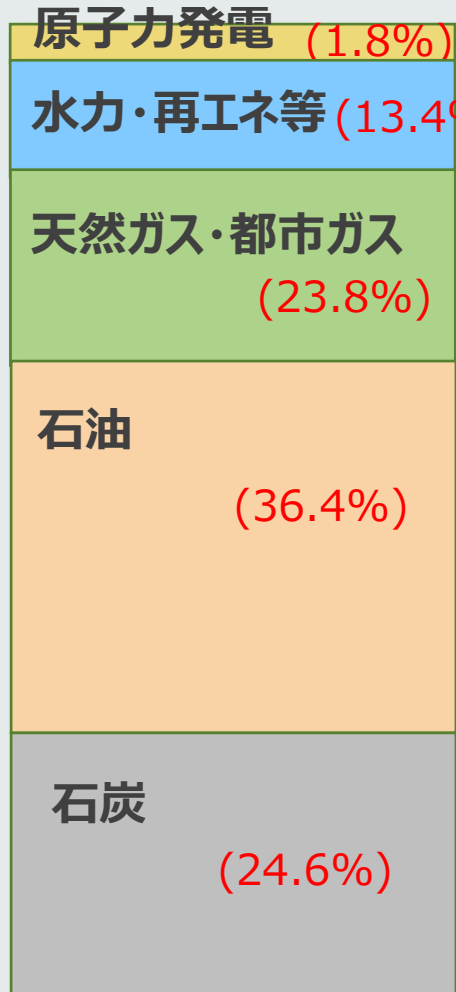


\* 既設・建設中の火力発電設備を対象に、設備寿命を40年として算出

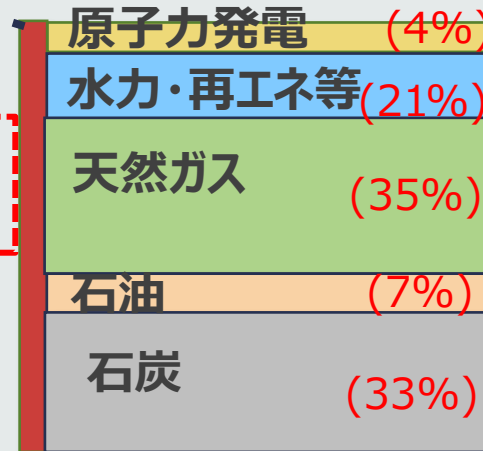
【MEMO】  
今後火力への  
新規投資がなく、  
減算設備の寿  
命を40年と  
すると2050年  
では供給力が  
大きく減少する。

# 日本のエネルギーフローの概要 (2020年度)

## 一次エネルギー供給



## 電力供給



電力化率\*1  
47.5%

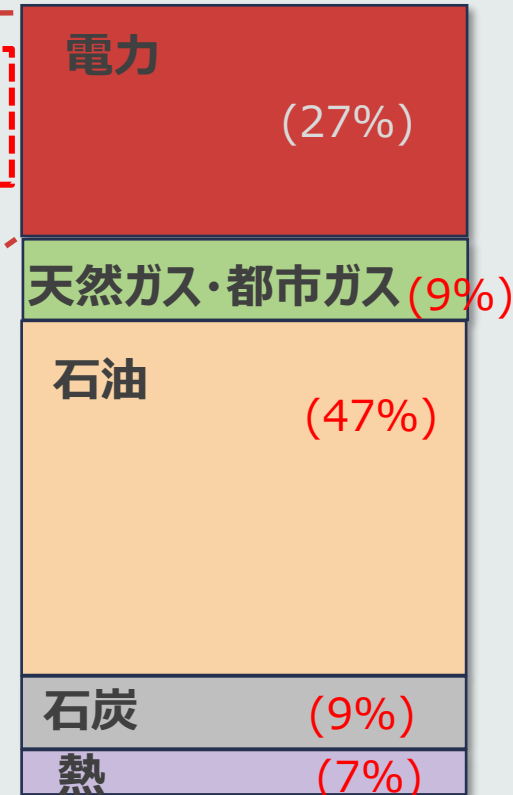
電化率\*2  
27%

化石エネルギー

\*1 電力化率: 発電に要したエネルギーの割合  
\*2 電化率: エネルギー消費に占める電力利用率

## 最終エネルギー消費

(エネルギー源別)

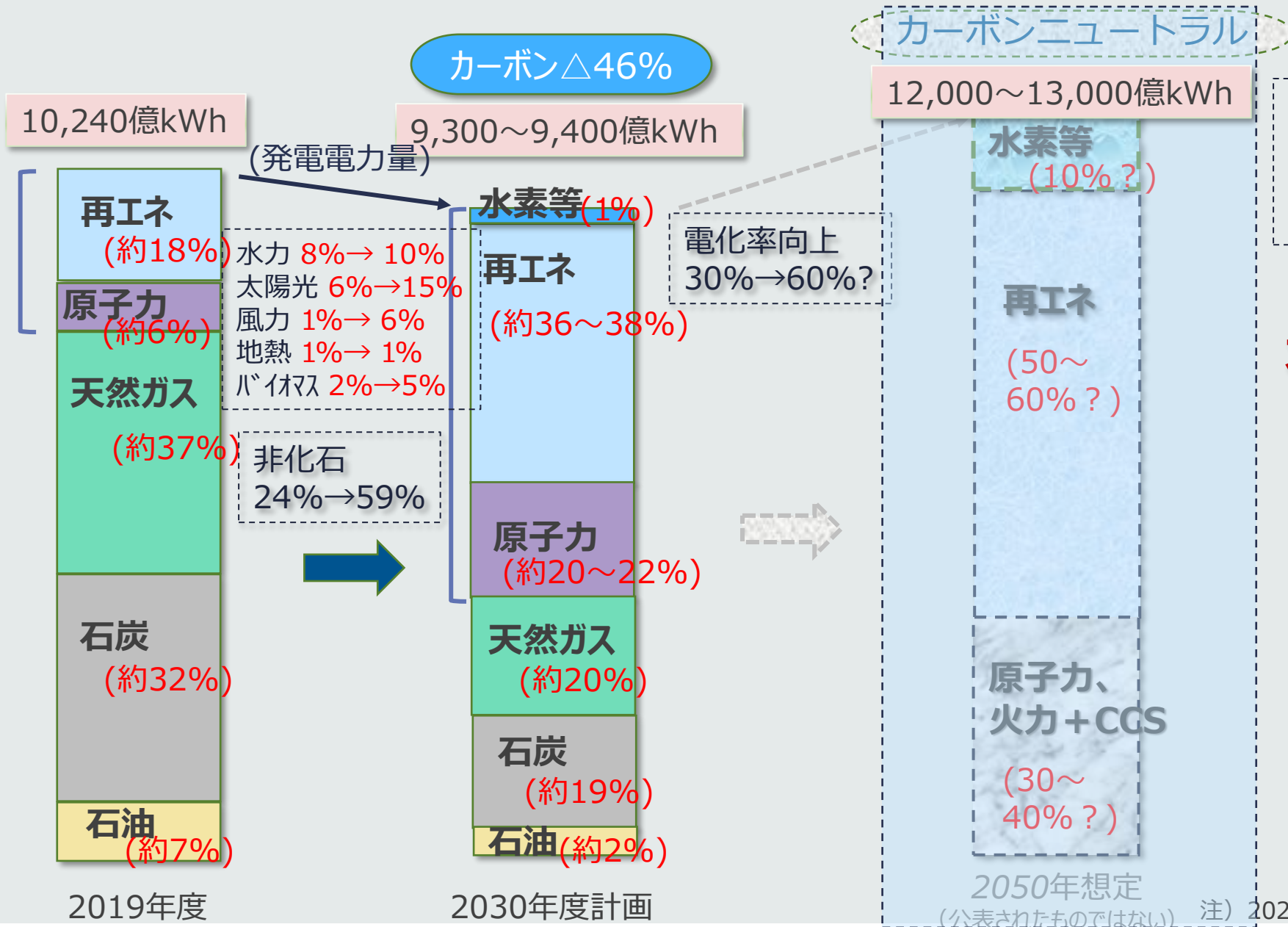


(部門別)



(資源エネルギー庁「総合エネルギー統計速報」を基に作成)

# エネルギー基本計画 + 2050年想定 (電源構成)



2050年CN実現に必要な再エネの規模拡大を試算 (前提: 一次エネルギー30%減、電力供給20-30%増、電化率60%、再エネ比率60%)



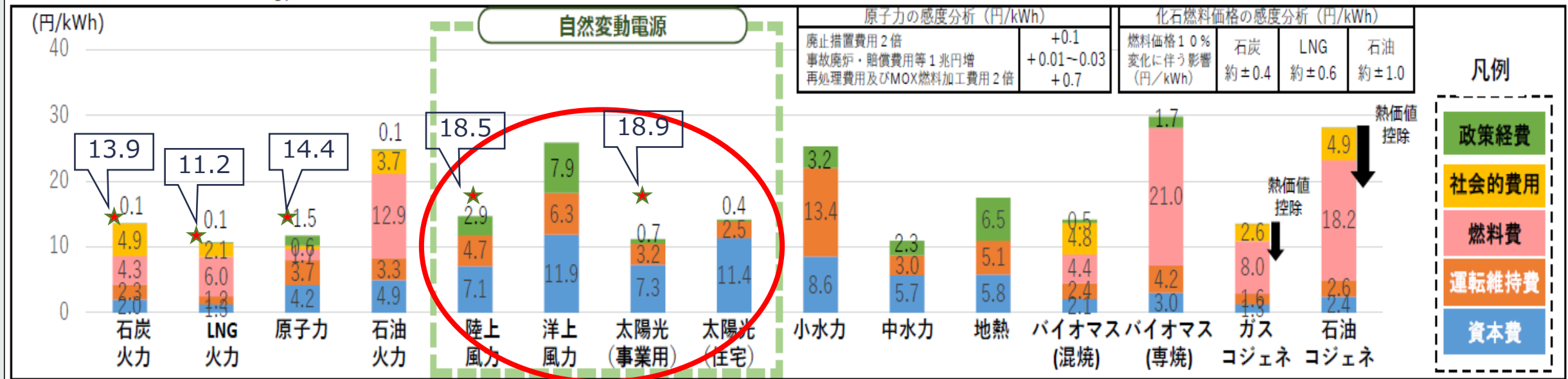


# 2030年電源別発電コスト試算結果

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼、5%)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト(円/kWh) ※( )は政策経費なしの値	13.6~22.4 (13.5~22.3)	10.7~14.3 (10.6~14.2)	11.7~ (10.2~)	24.9~27.5 (24.8~27.5)	9.9~17.2 (8.3~13.6)	26.1 (18.2)	8.2~11.8 (7.8~11.1)	8.7~14.9 (8.5~14.6)	25.3 (22.0)	10.9 (8.7)	17.4 (10.9)	14.1~22.6 (13.7~22.2)	29.8 (28.1)	9.5~10.8 (9.4~10.8)	21.5~25.6 (21.5~25.6)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	33.2% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年	60% 40年	60% 40年	83% 40年	70% 40年	87% 40年	72.3% 30年	36% 30年

(注1) 表の値は、今回検証で扱った複数の試算値のうち、上限と下限を表示。将来の燃料価格、CO2対策費、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算としている。例えば、太陽光の場合「2030年に、太陽光パネルの世界の価格水準が著しく低下し、かつ、太陽光パネルの国内価格が世界水準に追いつくほど急激に低下するケース」や「太陽光パネルが多化して発電量が下がるケース」といった野心的な前提を置いた試算値を含む。

(注2) グラフの値は、IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)の公表済政策シナリオの値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコスト。



★ 系統接続などを考慮したコスト

**【MEMO】**  
自然変動電源は、発電コストに加えて系統接続のためのコストが3円/kWhから7円/kWh程度かかる。

# 原子力発電コスト試算

原子力発電コスト (2020年)  
**11.5円~/kWh**  
 (政策経費を除いた場合: 10.2円/kWh)

社会的費用

発電原価



## 事故リスク対応費用(0.6円~/kWh)

- ・福島原発事故による事故対応費用を、約23.8兆円(廃炉8兆円、賠償7.9兆円、除染・中間貯蔵5.6兆円、その他2.3兆円)と想定し、出力規模等により約15.7兆円に補正。損害費用は下限を提示。
- ・前回の共済方式の算定根拠を踏襲し、4,000炉・年に設定。  
(ただし今後、全ての追加的安全対策を実施した場合の効果を勘案する必要あり。)

## 政策経費(1.3円/kWh)

- ・立地交付金や技術開発予算等、約2,981億円を反映(2020年度予算ベース)。

## 核燃料サイクル費用(1.7円/kWh)

- ・使用済燃料の半分を20年貯蔵後に再処理し、残りの半分以上を45年貯蔵後に再処理するモデル。

## 追加的安全対策費(1.3円/kWh)

- ・新規基準に基づく、追加的安全対策に要する費用1基あたり平均約2,000億円について、モデルプラントの建設費として計上すべき費用を精査し1,369億円を計上。

## 運転維持費(3.3円/kWh)

- ・人件費22.2億円/年、修繕費1.9%(建設費比例)、諸費94.1億円/年、業務分担費。

## 資本費(3.3円/kWh)

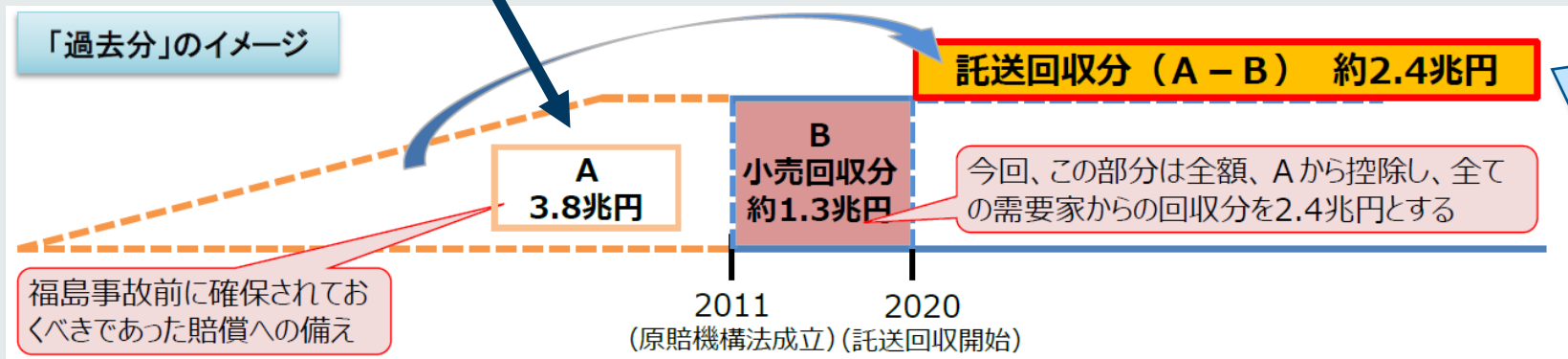
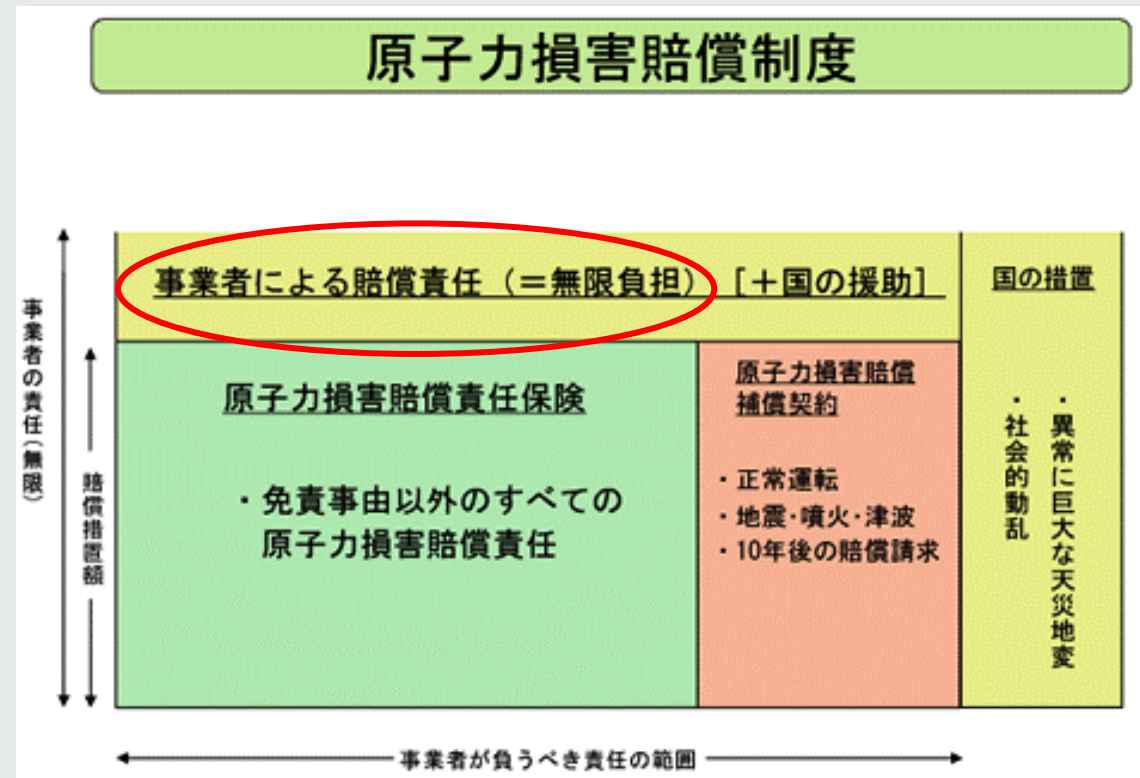
- ・建設費40万円/kW(120万kW×40万円=4,800億円)、固定資産税1.4%、廃止措置費用750億円を反映。

**【MEMO】**  
 事故対応費用は15.7兆円を算定。核燃サイクルには高レベル放射性廃棄物処分コストも見込む。

※モデルプラント想定値  
 設備容量120万kW、設備利用率70%、稼働年数40年、割引率3%  
 ※設備利用率は60%・70%・80%、割引率は、0・1・3・5%、稼働年数は40年・60年の複数ケースで試算する

# 原子力賠償制度

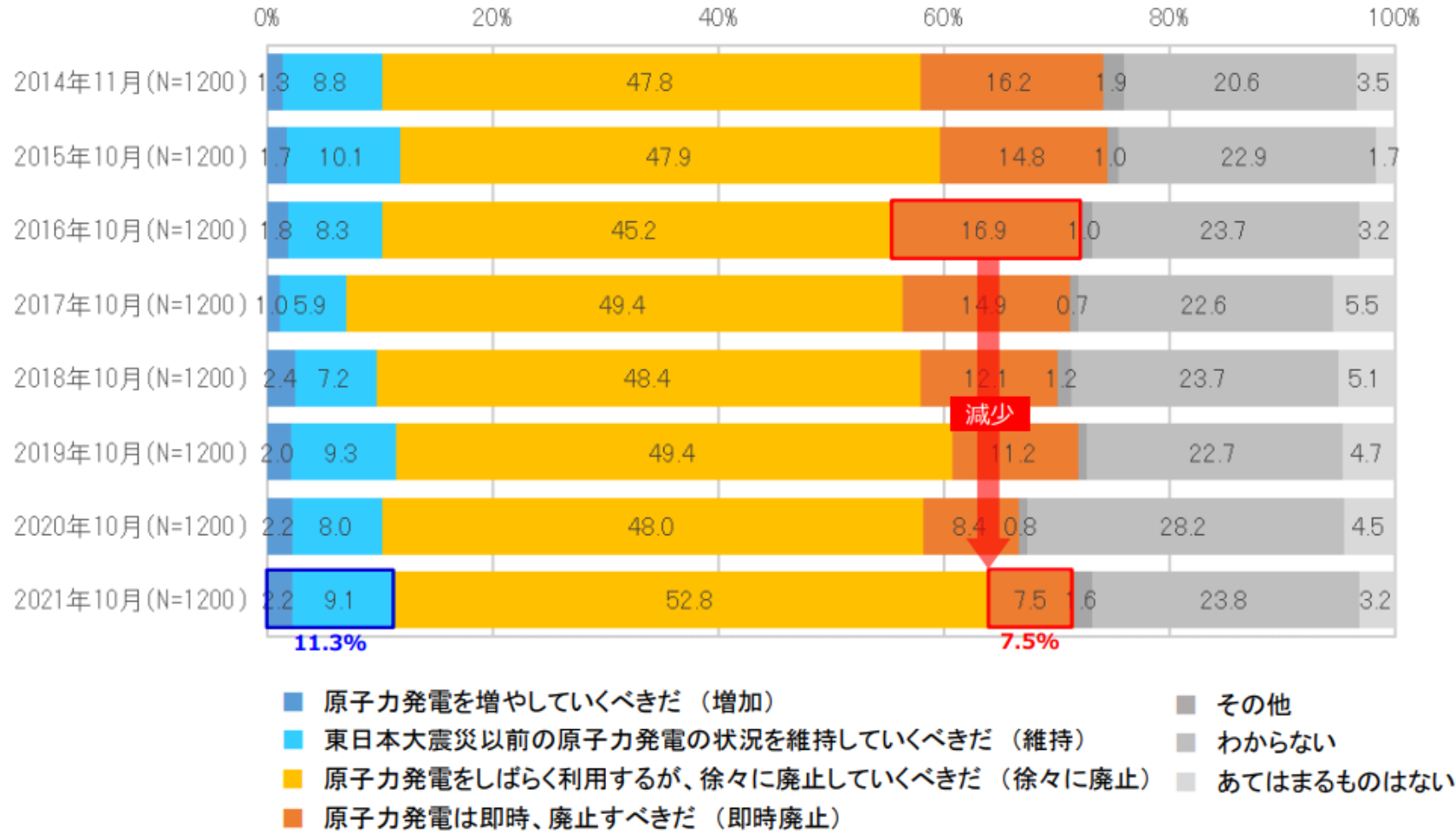
福島第一の事故処理総額 約22兆円  
 廃炉・処理水 8兆円 賠償 8兆円  
 除染 4兆円 中間貯蔵 1.6兆円  
 大半は東電負担だが、賠償の約8兆円は東電及び各電力会社が負担



新電力を含む各電力会社の託送料金として、600億円/年×40年で回収される = 国民負担

# 原子力に関する世論調査(1)

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)



(日本原子力文化財団資料より)

19、20日に実施した朝日新聞社の全国世論調査では、原子力発電について聞いた。今停止している原発の運転再開に「賛成」は38%（昨年2月調査では32%）、「反対」は47%（同53%）だった。原発事故後、毎年同じ質問で調査をしているが、「反対」が半数を割ったのは初めて。「賛成」は年々増え、過去最高となった。原発立地13道県と、そうでない都府県の在住者の「賛成」はともに38%だった。  
(2022/2/22朝日新聞)

## 停止中の原発運転再開の賛否

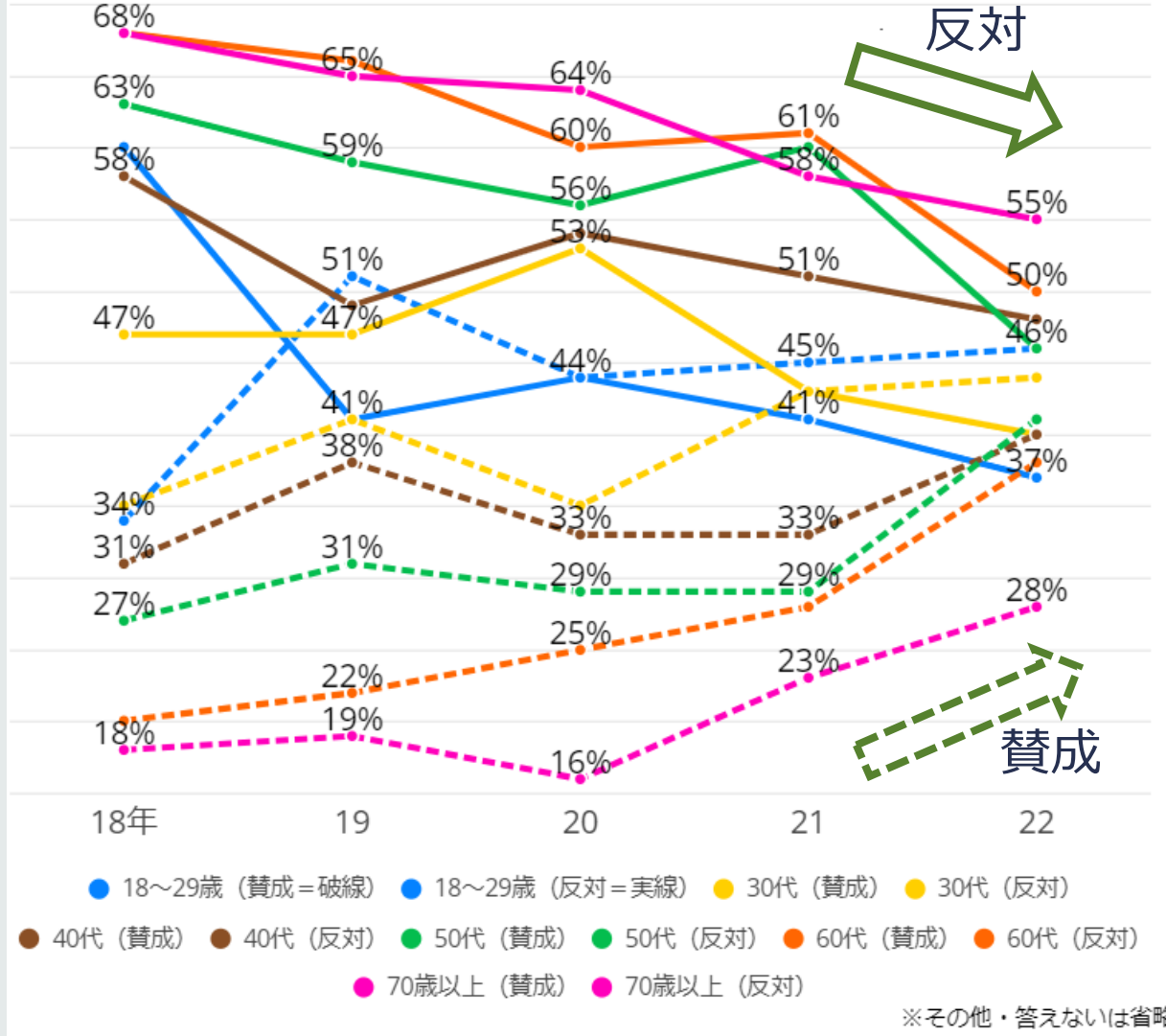


数字は%。その他・答えないは省略

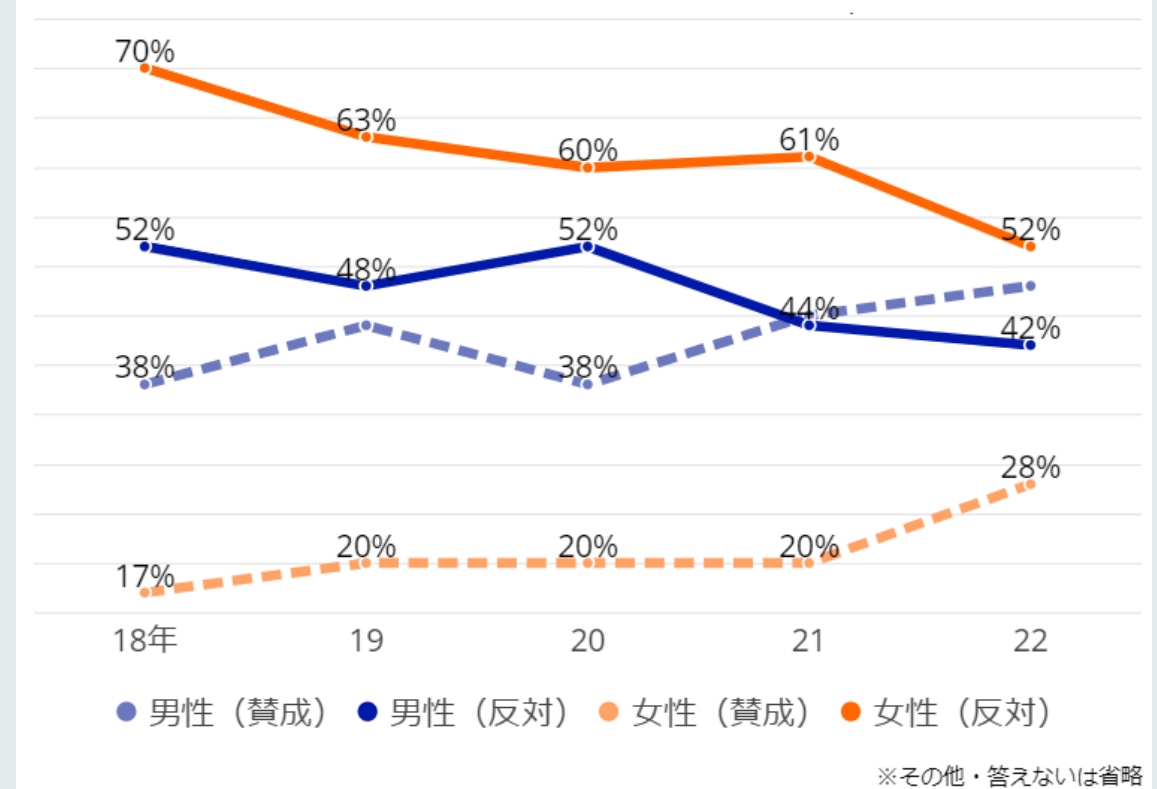
原発再開の賛否についての世論調査の回答結果

# 原子力に関する世論調査(2)

■今停止している原子力発電所の運転を再開することに・・・(年代別)



■今停止している原子力発電所の運転を再開することに・・・(男女別)



**【MEMO】**  
 実線が反対、破線が賛成。年代的には若い世代の賛成が多い。この1-2年は賛成が増える傾向。

(2022/2/22朝日新聞)

# カーボンニュートラル and/or 安全保障-1

再エネ及び原子力はCNにもエネルギー安全保障にも有効・重要

## 【再エネ】

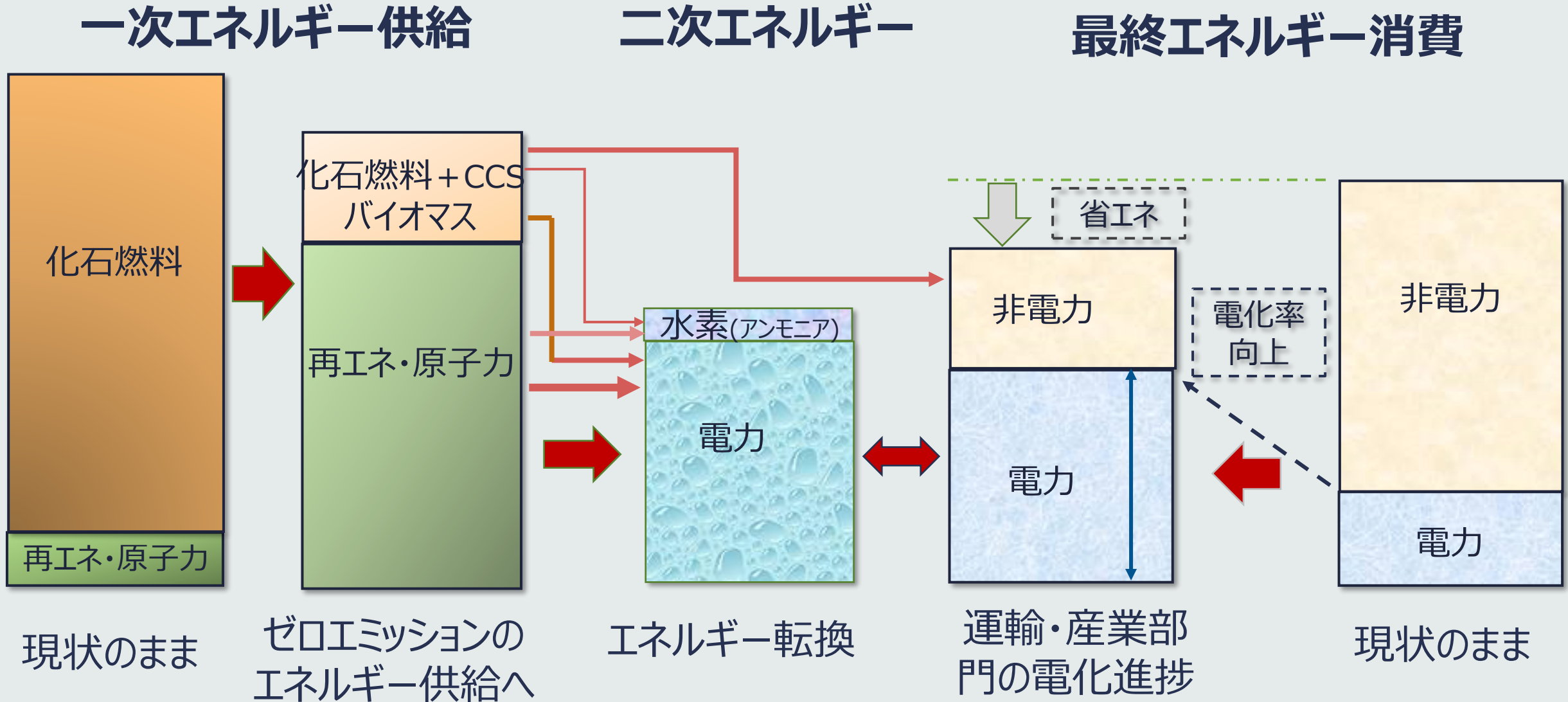
- CNの実現は再エネだけで達成可能か？
- 電力に占める再エネ比率は50-60%が限界→再エネ発電ピーク時は電力需要の2倍の供給→需給ギャップ解消に膨大な蓄電等が必要
- 再エネは発電利用中心→産業・輸送部門は、電力以外の化石代替が必要→水素、バイオマス、合成燃料？など
- 再エネ余剰電力によるグリーン水素製造は高コスト、化石資源によるブルー水素製造には膨大なCCS貯留が必要

# カーボンニュートラル and/or 安全保障-2

## 【原子力】

- CN実現には電化率大幅増が条件→再エネ増だけでは電力需給対応に課題→電源の多様化必須
- Manageableなゼロエミッションの電源構成は、ベースロードとして地熱、原子力、ミドルはCCS付火力 ↔ 自然変動電源
- 化石資源は、電力では対応できない製造部門などで優先的に使用、且つCCS付きでゼロエミッションに
- エネルギー安全保障には化石燃料輸入依存比率を下げつつ安定確保が必要→原子力カードを使わない政策表明は戦略性を欠く

# カーボンニュートラルに向けてのエネルギーフロー変革 (イメージ)





# 日本の原子力政策の課題

- 日本の原子力基本政策は「**国策民営**」・・・これが問題では
- 研究開発は動燃・原研、9電力は軽水炉開発 開銀が資金提供
- 日米原子力協定の存在 日本の核燃料サイクルを許容→六ヶ所、プルサーマル 核燃料サイクル路線 原子力を民間主体で推進
  - 六ヶ所施設トラブル等で工事遅延、高レベル最終処分地決まらず
  - MOX燃料工場、再処理工場は未竣工 電力会社の財務的な負担大
- 国の関与は限定的、責任回避 原子力賠償法は実質機能せず
- 9電力（民間）経営による経済性と効率性の追求が事故の一因？
- 世論の原子力許容、信頼感喪失→CN実現とウクライナで変化も？  
再稼働が精一杯？

# まとめと議論のポイント

1. 日本の原子力開発の主体は国か民間か 現在は「**国策民営**」  
国プロでうまくいくか、責任の所在は 民間での負担過重 原陪法の限界（無限責任？） 人材確保、メーカー、ファイナンスは
2. カーボンニュートラル実現を優先し、原子力を増強すべきか  
欧米の動きは原子力回帰、中国・インドは開発拡大&輸出展開  
国内世論の動向は原子力容認へ、ウクライナ危機の影響は未知数  
エネルギー需給構造変革へのトランジション期に原子力は必要？
3. 核燃料サイクルを堅持するか、新設・増設 新型炉の実現性  
六ヶ所の稼働は不透明、高レベル処理調査どまり  
原子力開発のリードタイム→次世代革新炉はCNに間に合う？

ご清聴ありがとうございました。

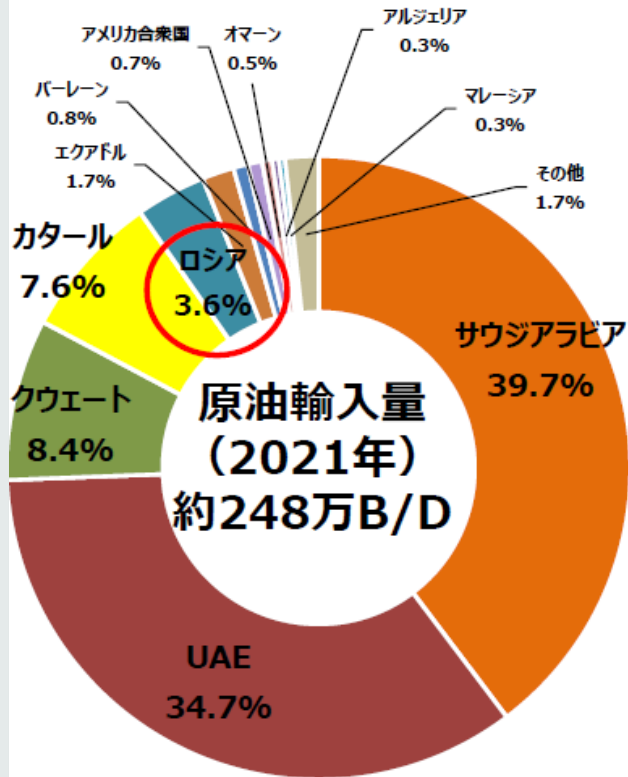
お問い合わせやご意見などがありましたら、下記までメールをお願いします。

内山正人 [uchiyamam@gol.com](mailto:uchiyamam@gol.com)

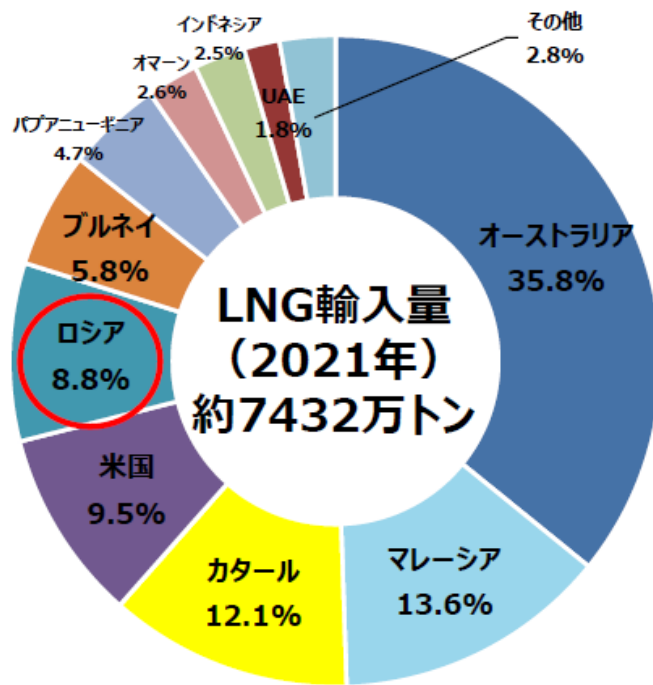


# 參考資料

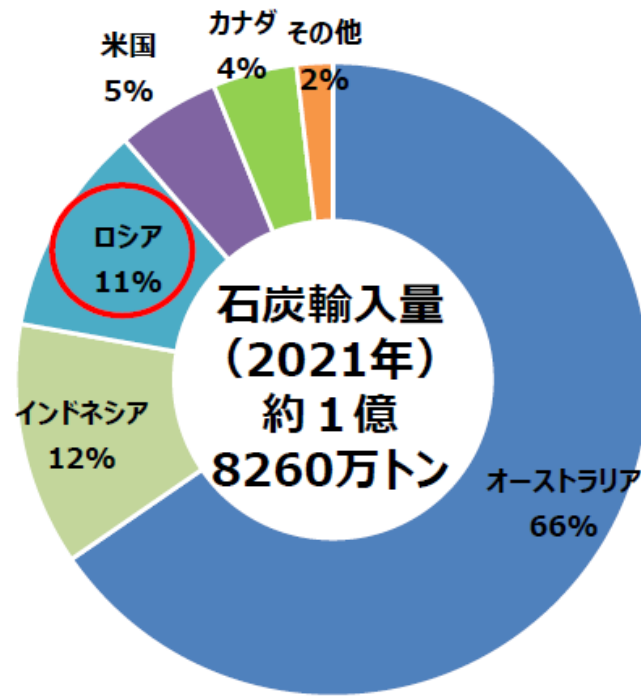
# 日本の化石燃料輸入先 (2021年)



海外依存度 99.7%



海外依存度 97.7%



海外依存度 99.5%

**【MEMO】**  
日本の輸入依存度は、いずれもほぼ100%。  
ロシア依存は、LNGで約9%（サハリンなど）。

出典：財務省貿易統計

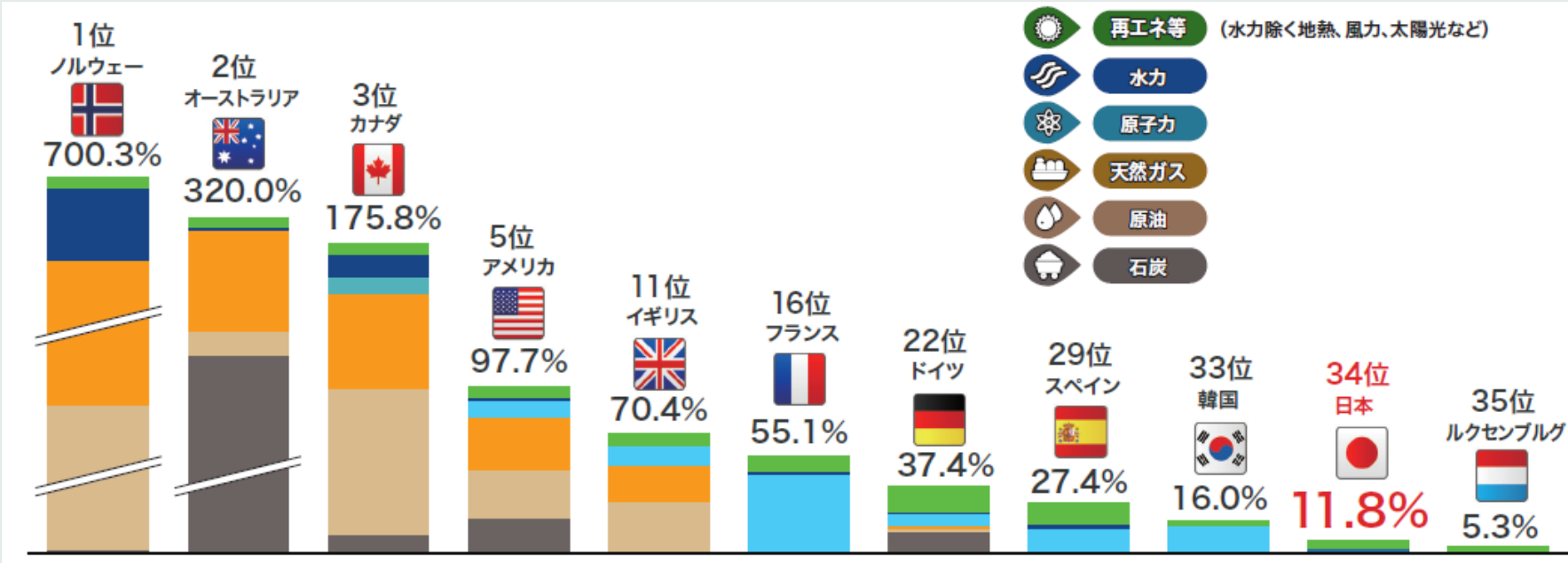
可採年数 50年

可採年数 52年

可採年数 150年

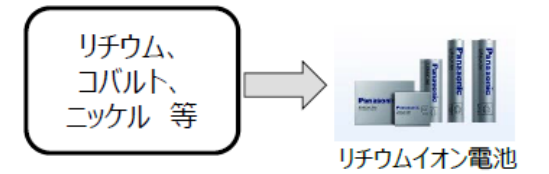
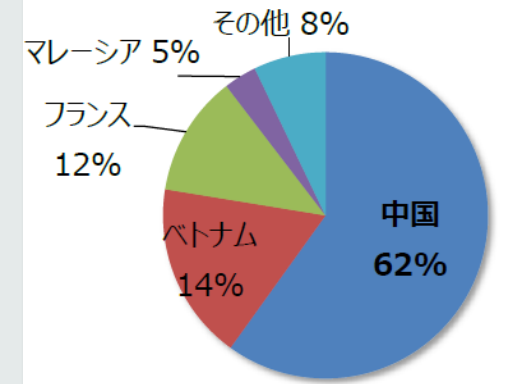
(注) 可採年数：経済的・技術的に採掘できる確認埋蔵量を年間生産量で除したもの 2022/4/22 資源エネルギー庁 石油天然ガス小委員会より

# エネルギー自給率（主要国比較）



(資源エネルギー庁 日本のエネルギー2020より)

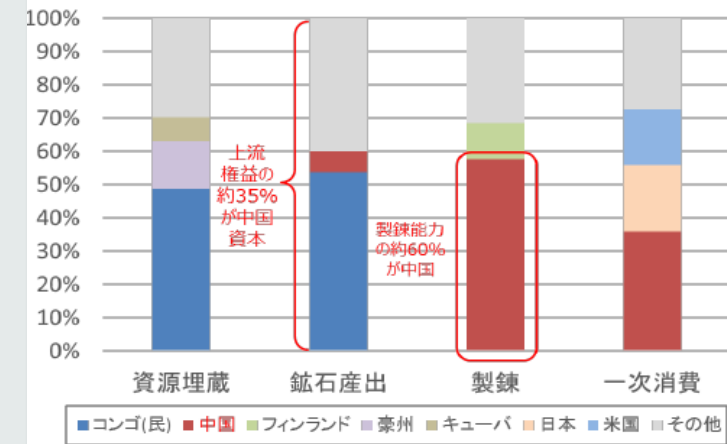
日本のレアース輸入相手国（2019年）



**【MEMO】**  
 エネルギーの自給率は主要国の中でも大きく劣後。化石燃料の対外依存はエネルギー安全保障上の課題。  
 (参考) 食料自給率  
 カロリーベース 37%  
 生産額ベース (国際標準) 66%

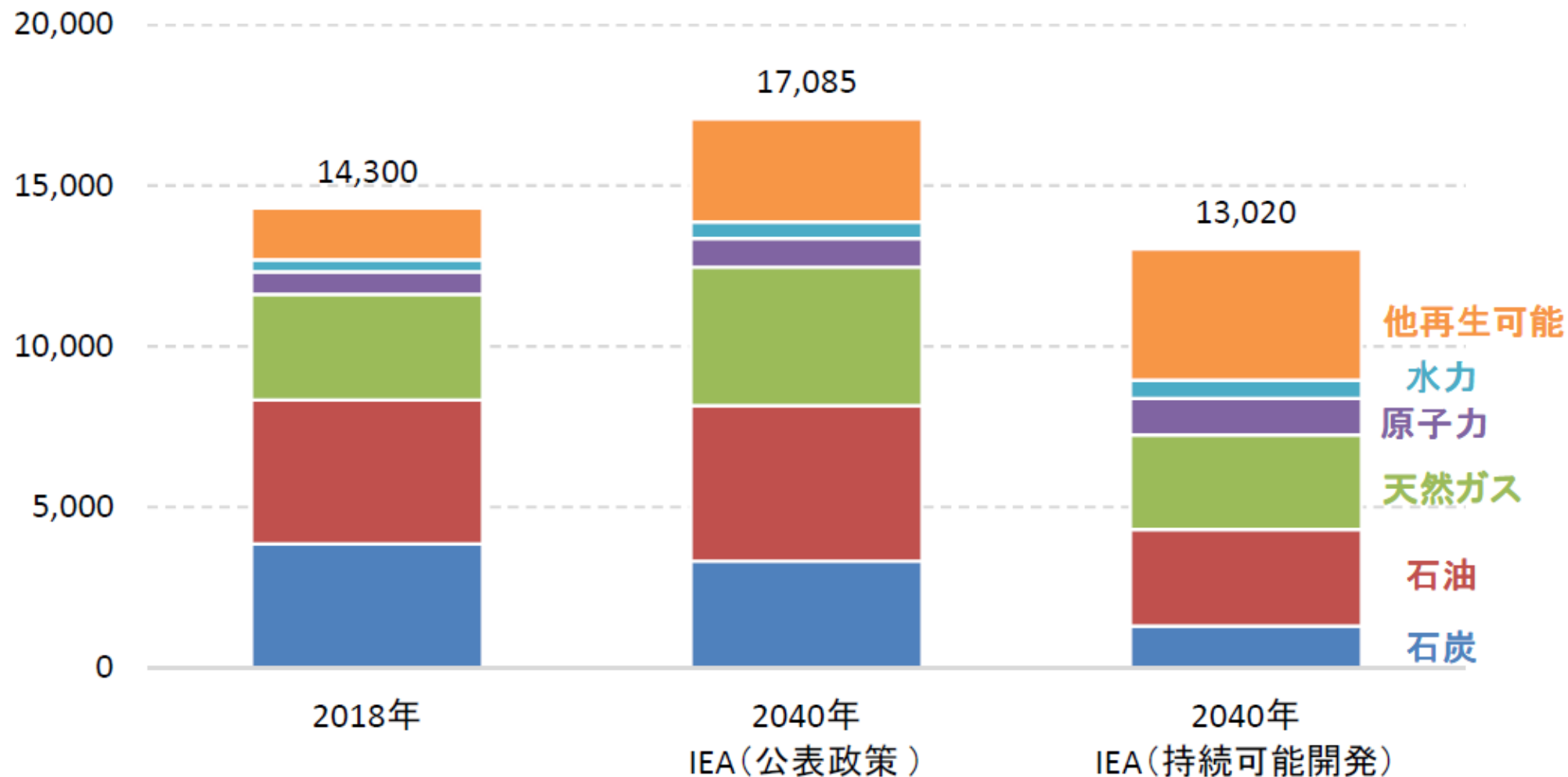
**【MEMO】**  
 再エネ開発で必要なレアース等は、資源の賦存が偏在している。

コバルトの各工程での各国シェア



# 世界のエネルギー需要展望

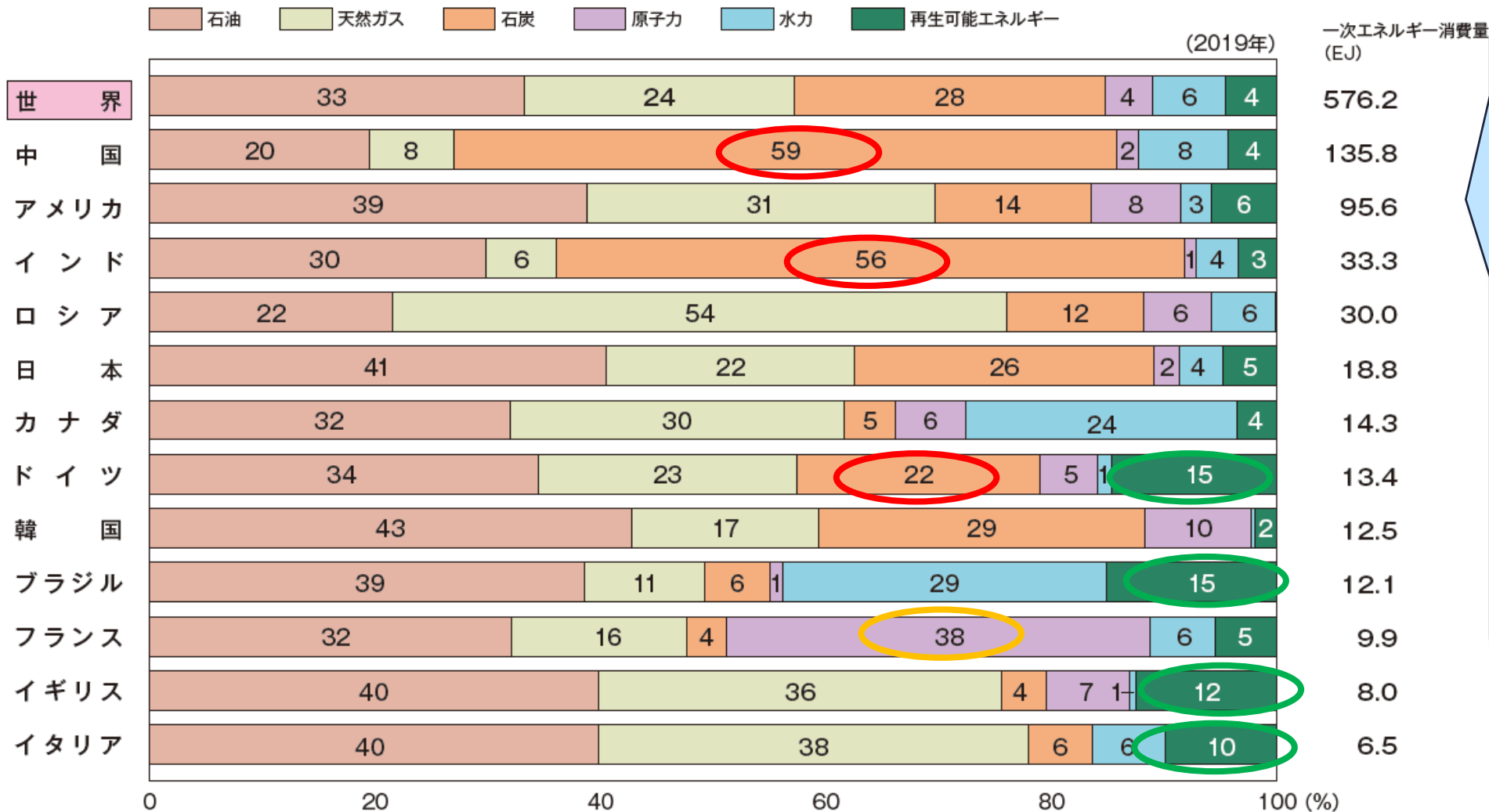
(100万石油換算トン)



(注)他再生可能は、風力、太陽光、地熱、バイオマス等の再生可能エネルギーである。

出典：IEA「World Energy Outlook 2020」

# 主要国の一次エネルギー構成（2019年）



一次エネルギー消費量 (EJ)

【MEMO】  
 中国とインドは石炭比率が非常に高い。  
 ドイツは石炭を削減しているがまだ20%程度を占める。  
 フランスは原子力比率が高い。  
 欧州諸国は再生可能エネルギー比率が高い。

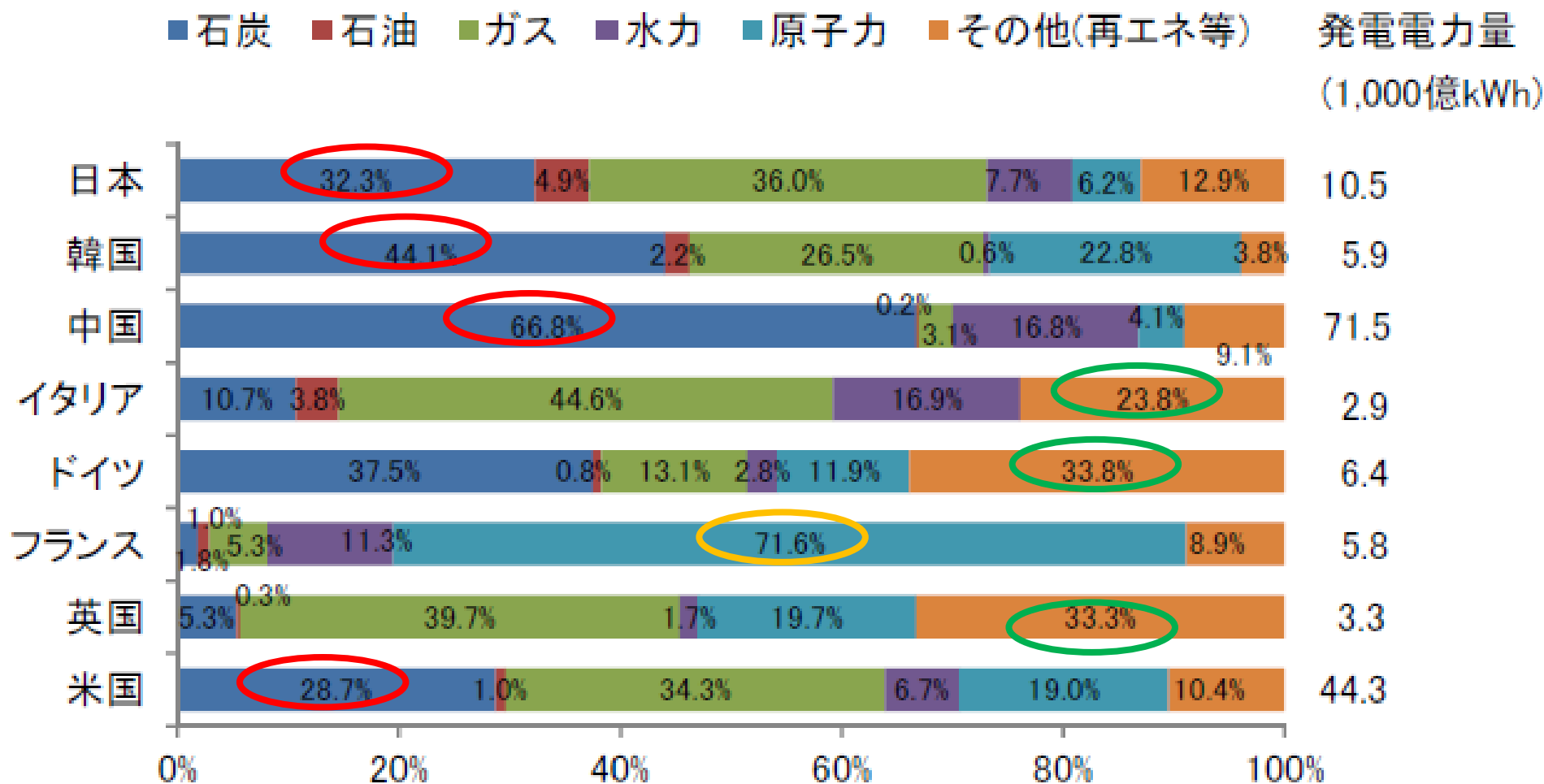
石炭  
 原子力

再生可能エネルギー

(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある  
 1EJ(=10<sup>18</sup>J)は原油約2,580万kℓの熱量に相当 (EJ:エクサジュール)



# 主要国の発電電力量の構成



【MEMO】  
電力では、欧州諸国の再エネへのシフトが顕著。イギリスは石炭火力廃止を先行し未だガス比率も高い。

石炭

再エネ

原子力

(注) 端数処理の関係で合計が100%にならない場合がある。

出典：IEA [World Energy Balances 2020 Edition] を基に作成

# 原子力発電所の現状

## 原子力発電所の現状

2022年9月13日時点

**再稼働**  
**10基**

稼働中 6基、停止中 4基 (起動日)

**設置変更許可**  
**7基**

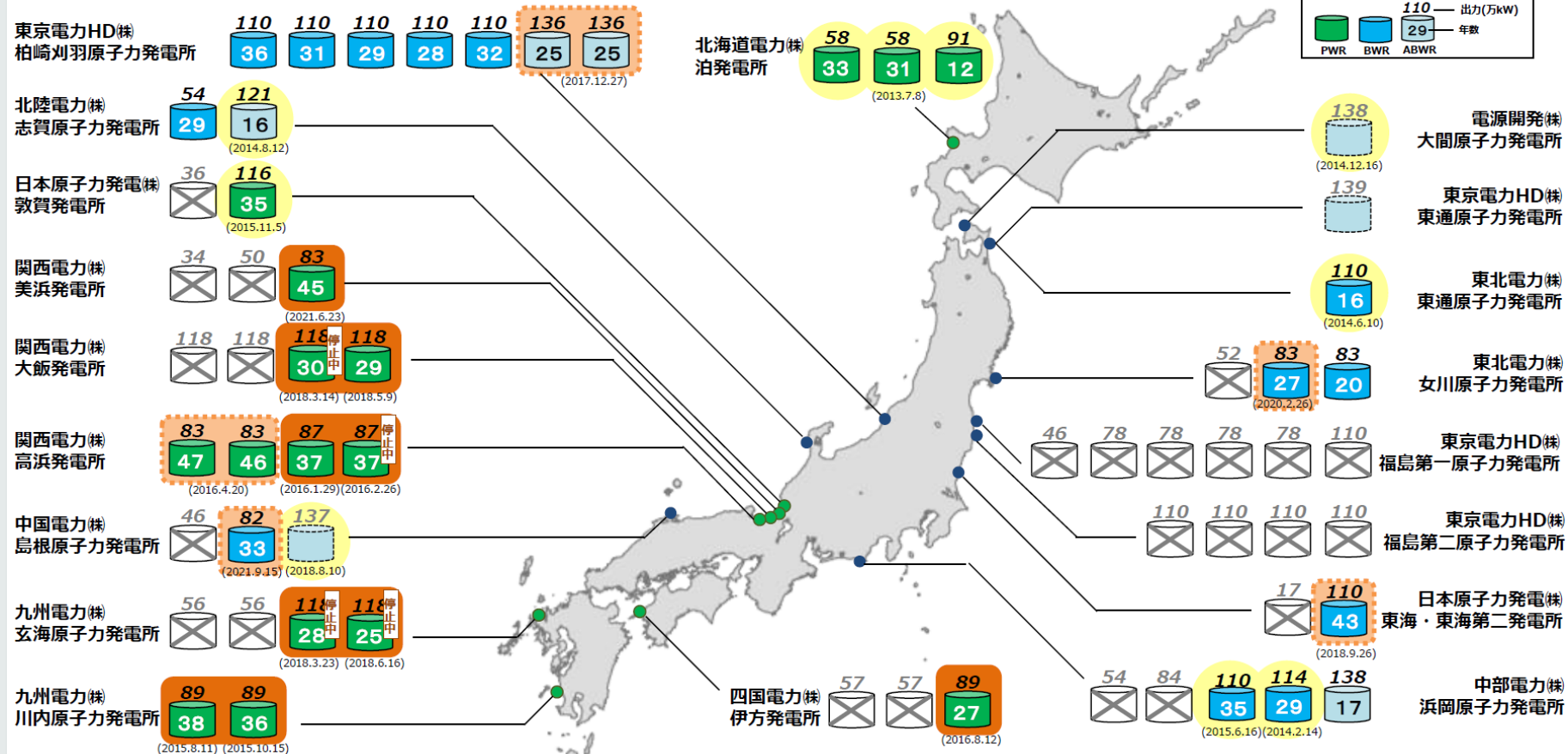
(許可日)

**新規規制基準  
審査中**  
**10基**

(申請日)

**未申請**  
**9基**

**廃炉**  
**24基**



# 原子力発電の将来の設備容量見通し

