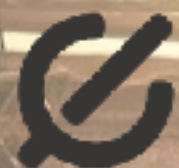


世界のエネルギー動向

エネキャリ エネルギー概論2

2023年10月22日

ポスト石油戦略研究所代表
大場紀章



ポスト石油戦略研究所
Post-oil Strategy Institute

プロフィール

大場紀章(おおばのりあき)

エネルギーアナリスト/ポスト石油戦略研究所 代表

Photo by onuma yusuke

- ・ 京大院理学研究科博士課程中退
- ・ 技術系シンクタンクにてエネルギー調査
- ・ 2015年に独立、2021年に創業
- ・ 株式会社JDSCエグゼクティブフェロー
- ・ PHP総研 客員研究員
- ・ 経産省CES検討委員会委員
- ・ ちとせ研究所スペシャリスト



研究領域

自動車

国際政治

科学技術

電力

石油

産業政策

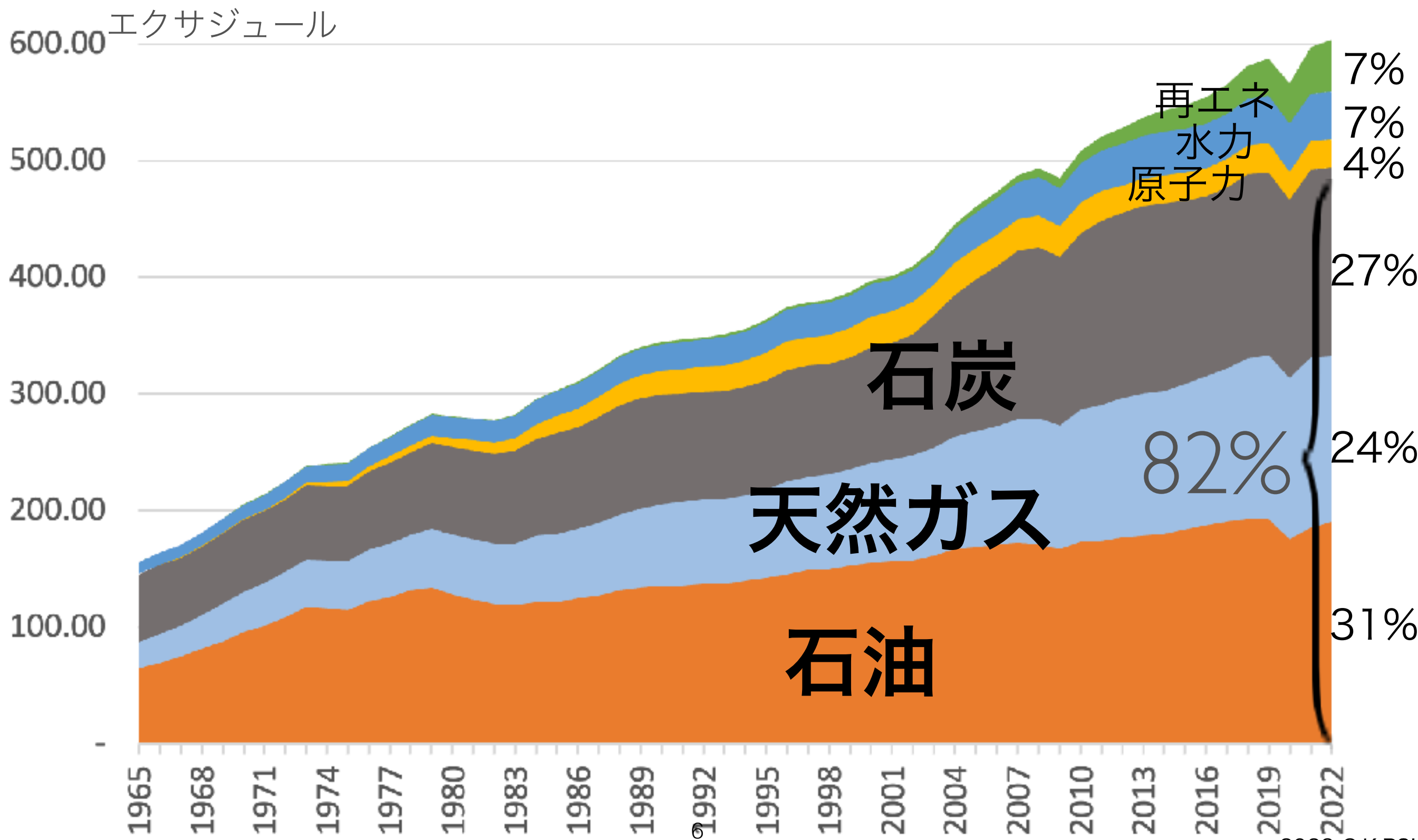
講義内容

1. エネルギー供給とは
2. カーボンニュートラルとは
3. エネルギー安全保障とは
4. これからの日本のエネルギー戦略

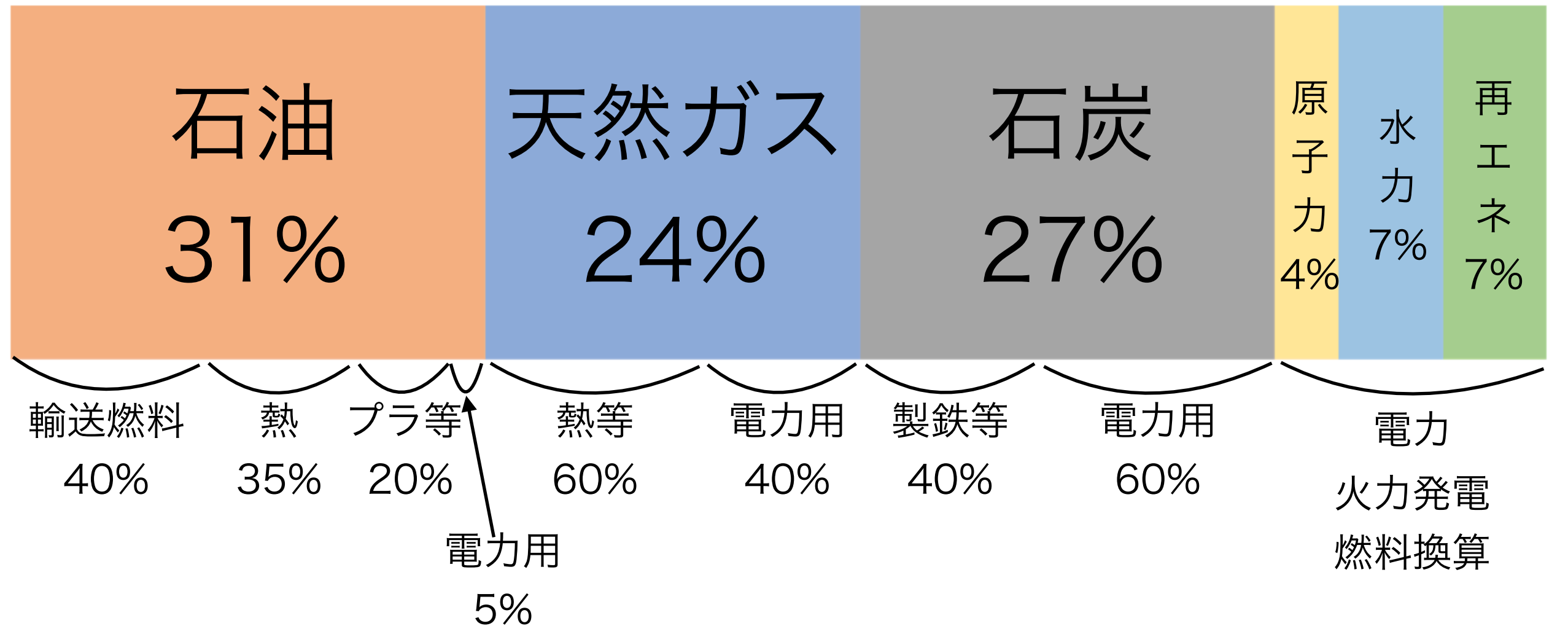
1. エネルギー供給とは

世界の一次エネルギー消費量の推移

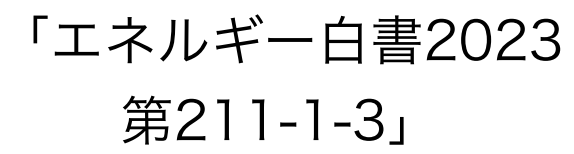
3大資源：石油・天然ガス・石炭で8割強



世界の一次エネルギー供給の内訳 とその使われ方



(推定値)



日本のエネルギーバランフロー

一次エネルギー47.8%がエネルギー変換

最終エネルギー消費

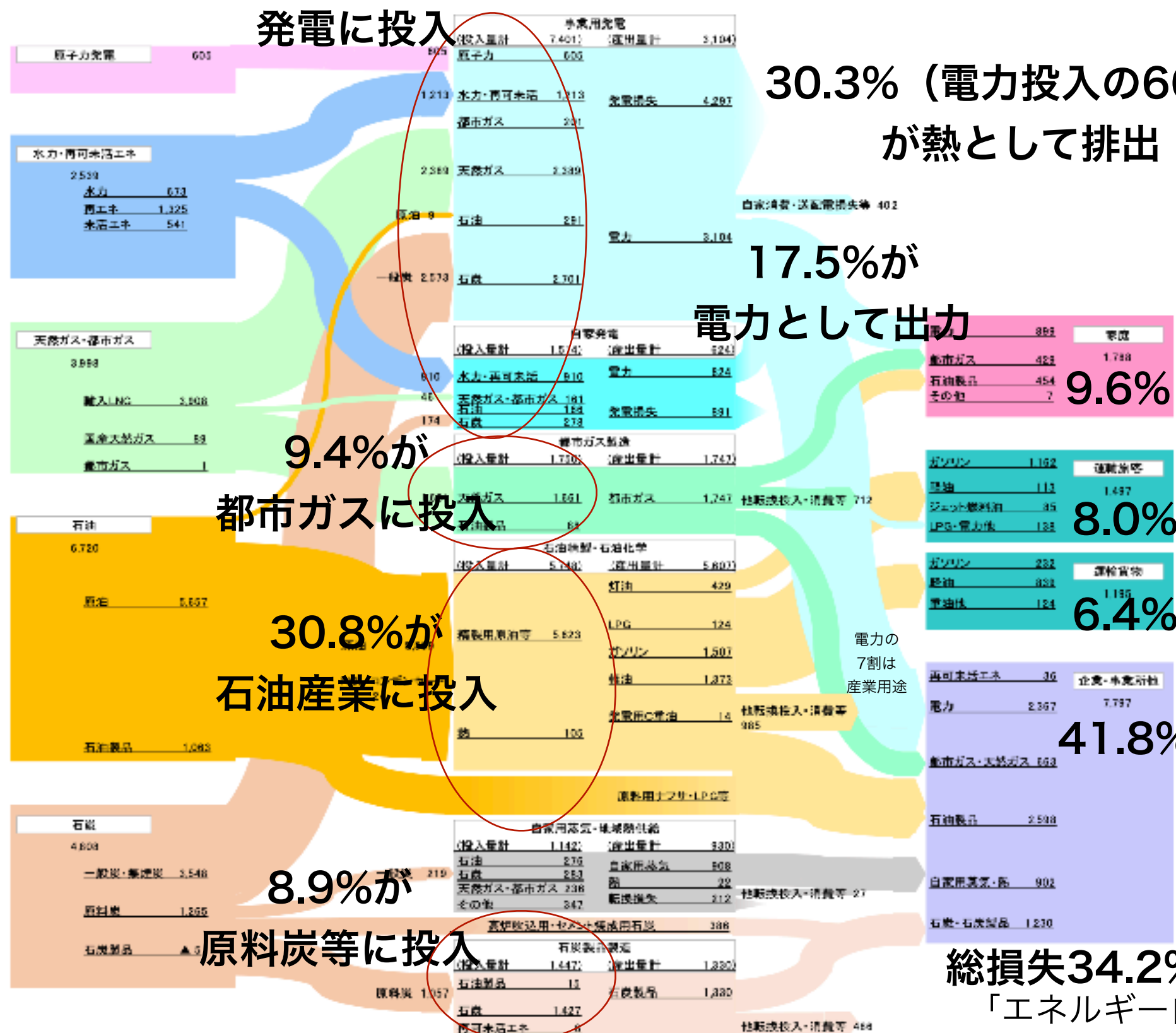
原子力
3.2%

再エネ等
13.6%

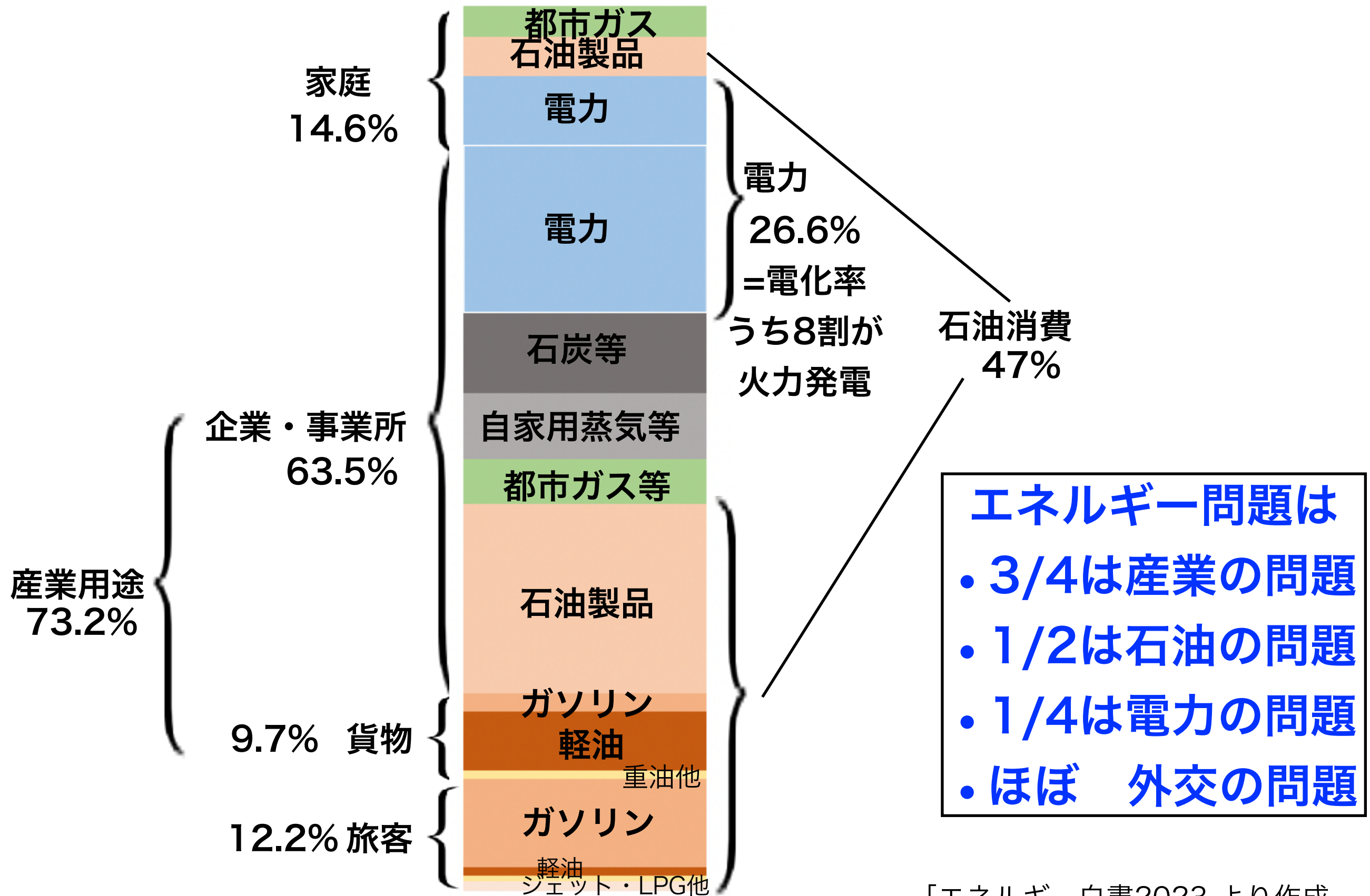
天然ガス
21.4%

石油
36.0%

石炭
25.8%

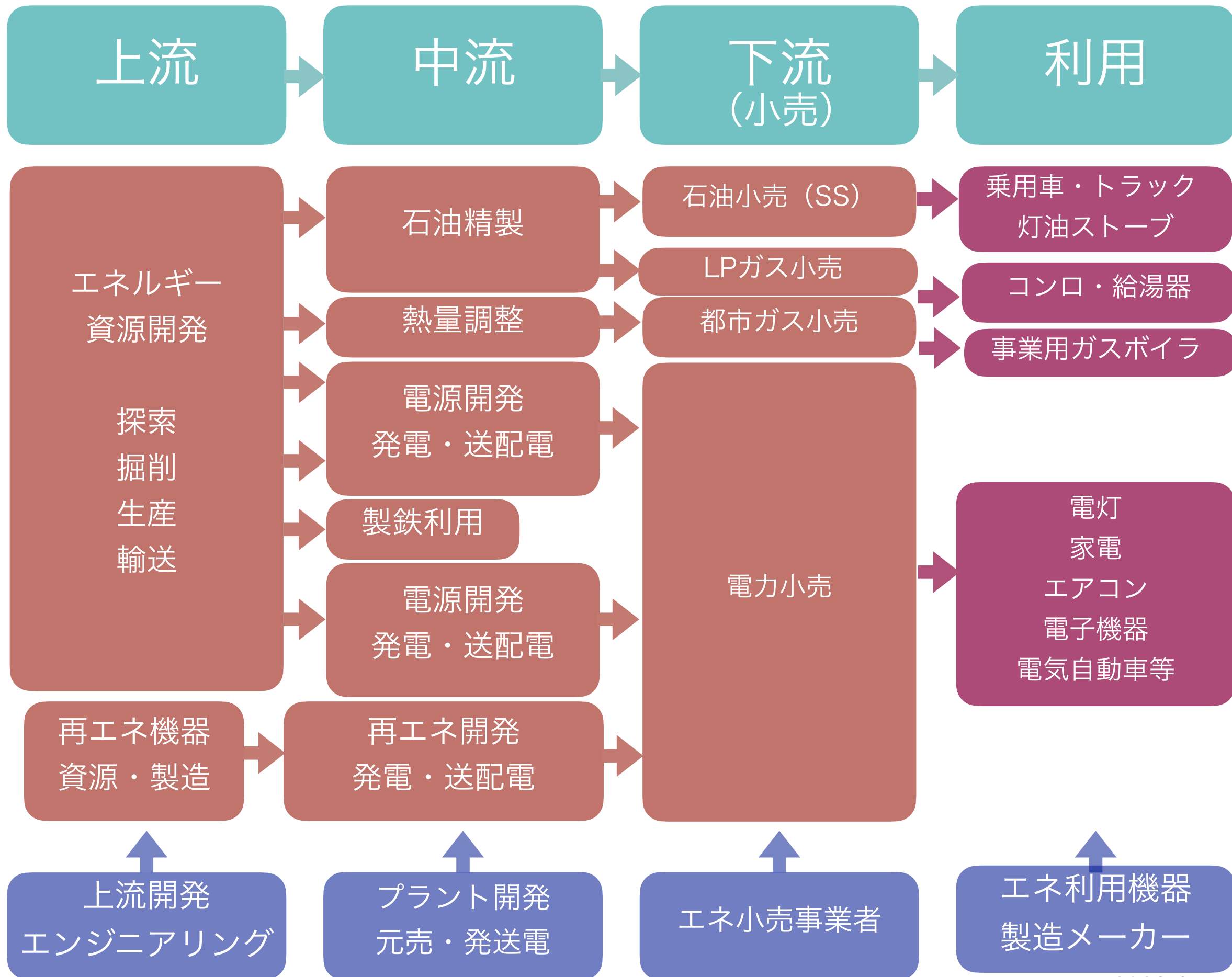


日本のエネルギー消費の実態

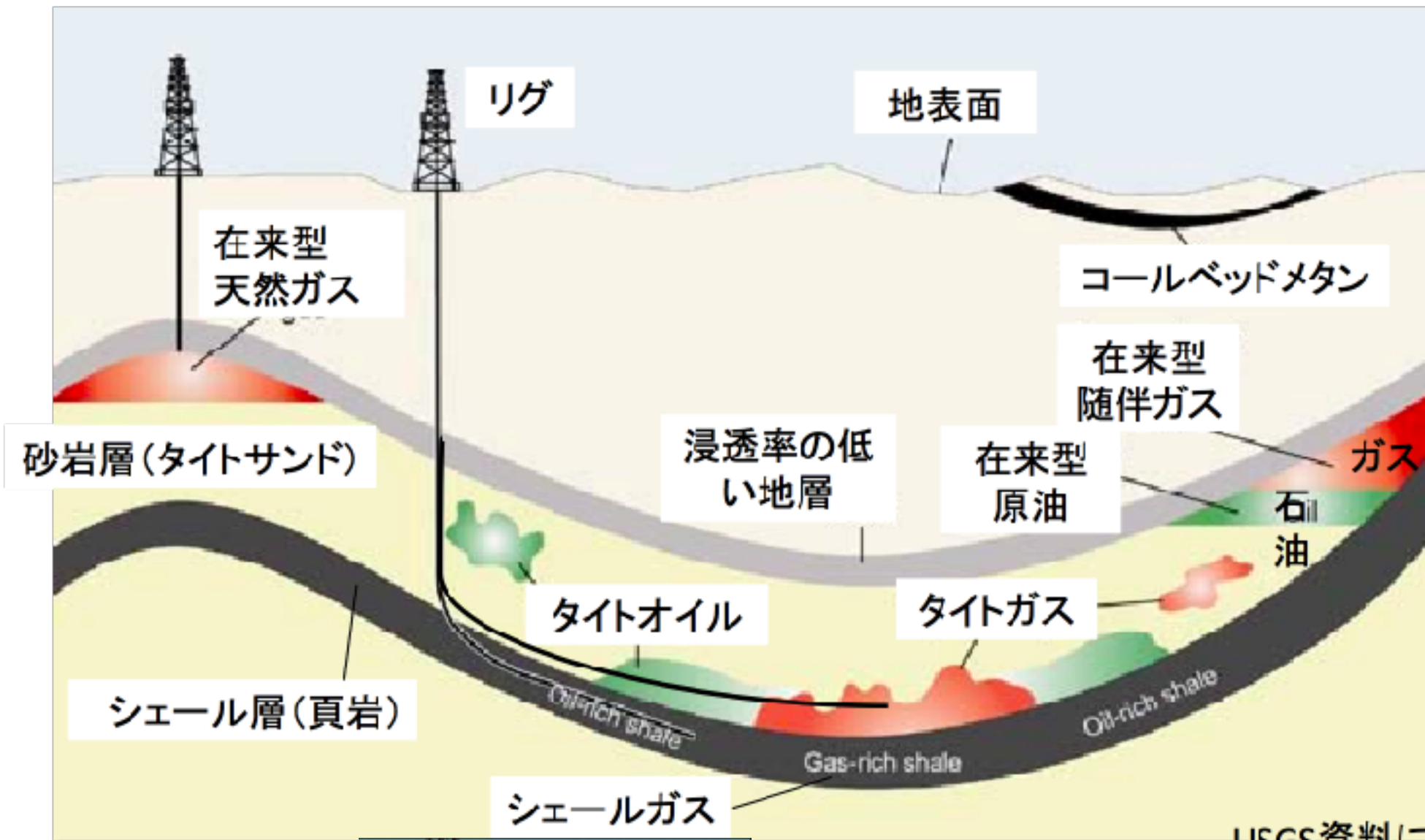


「エネルギー白書2023 より作成

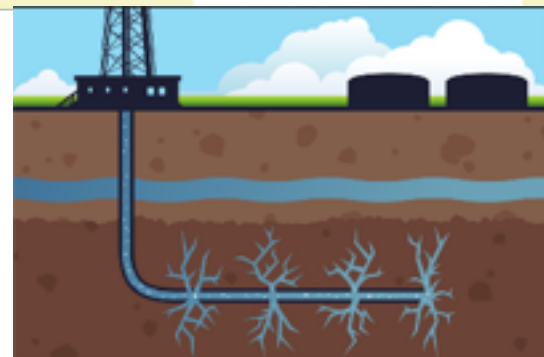
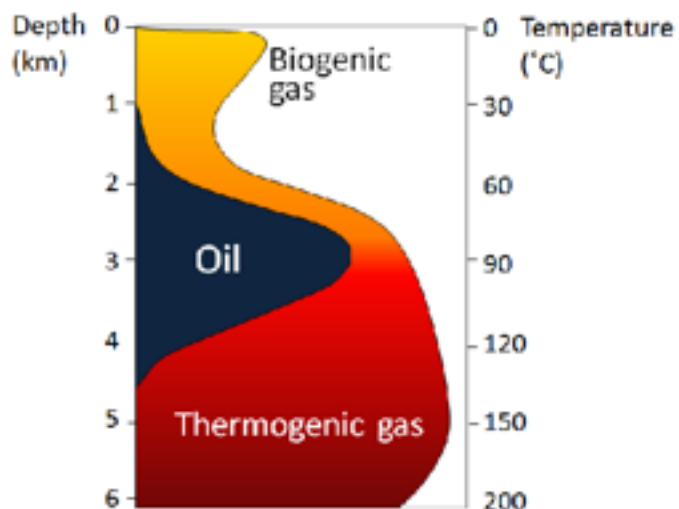
🔄 エネルギー供給のフローと関連産業



3大化石燃料の存在位置



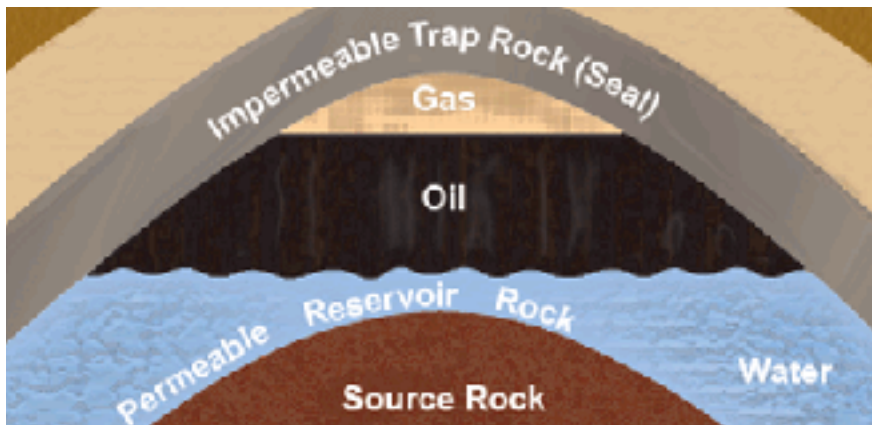
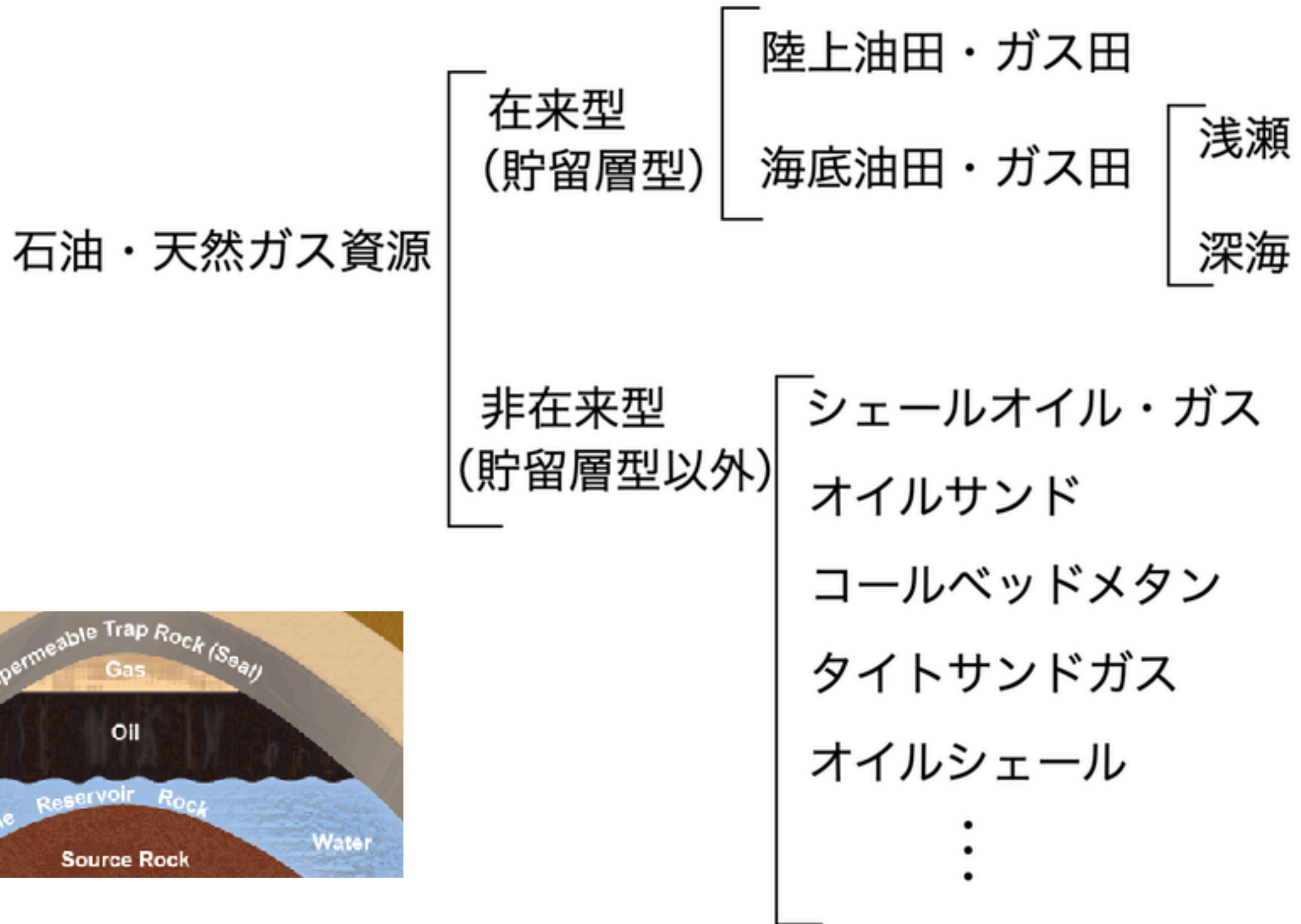
USGS資料に加筆



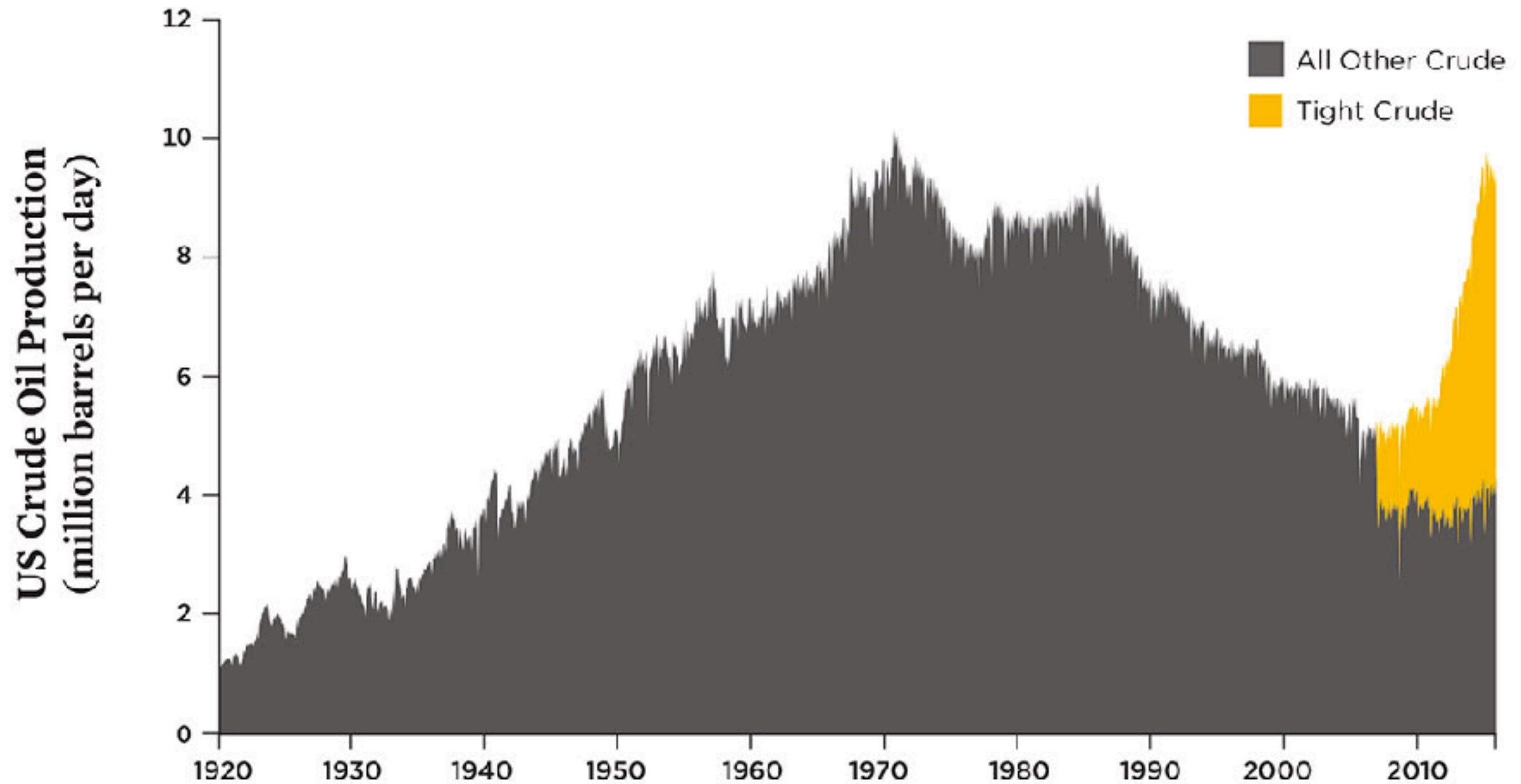
シェール革命
水平掘削+水圧破碎
(フラッキング)

実際にはシェールオイルは砂岩（サンドストーン、タイトサンド）層から取れることが多く、石油工学的には「タイトオイル」と呼ばれる

㊦ 在来型と非在来型の分類



🔪 米国シェール革命の衝撃

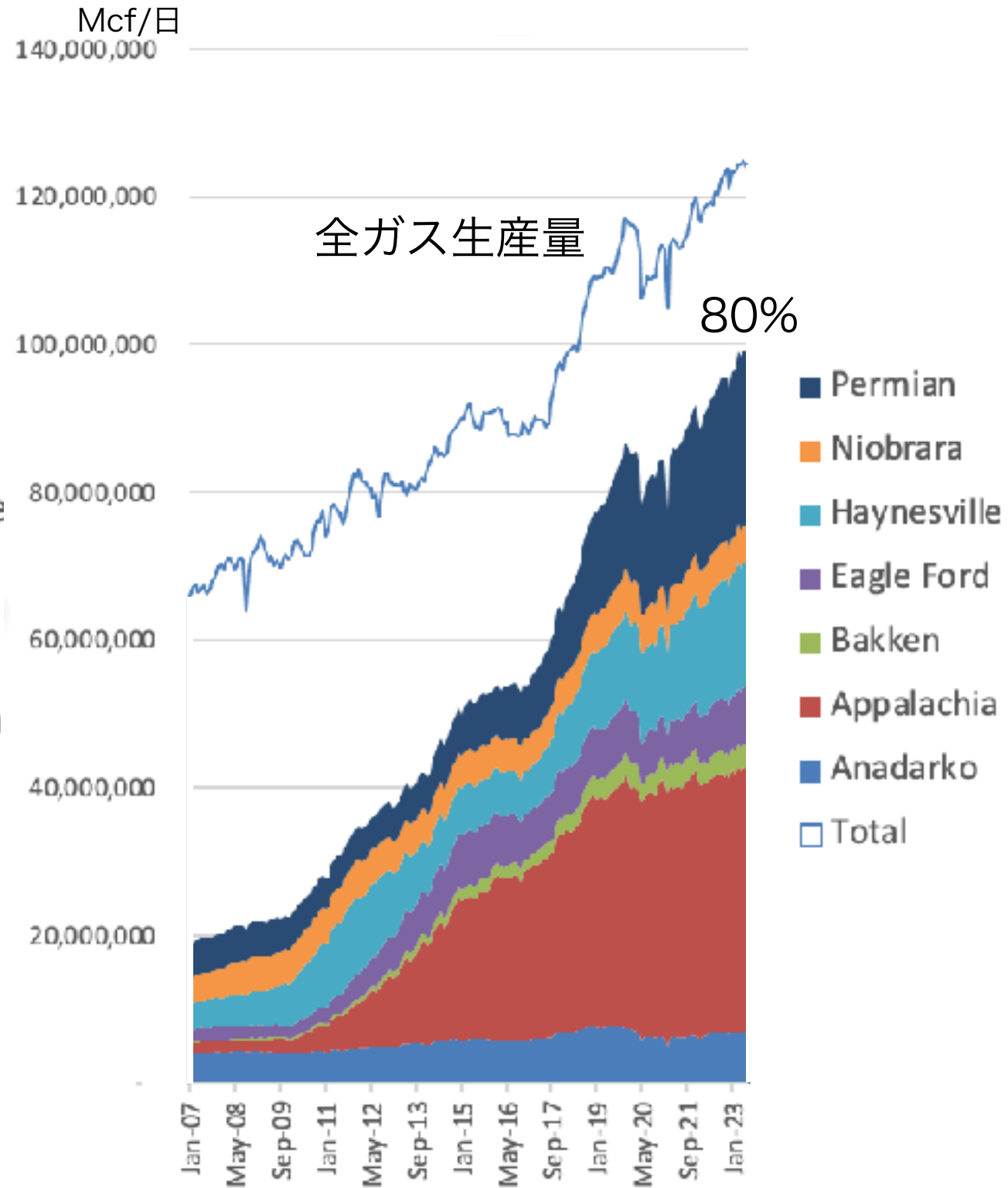
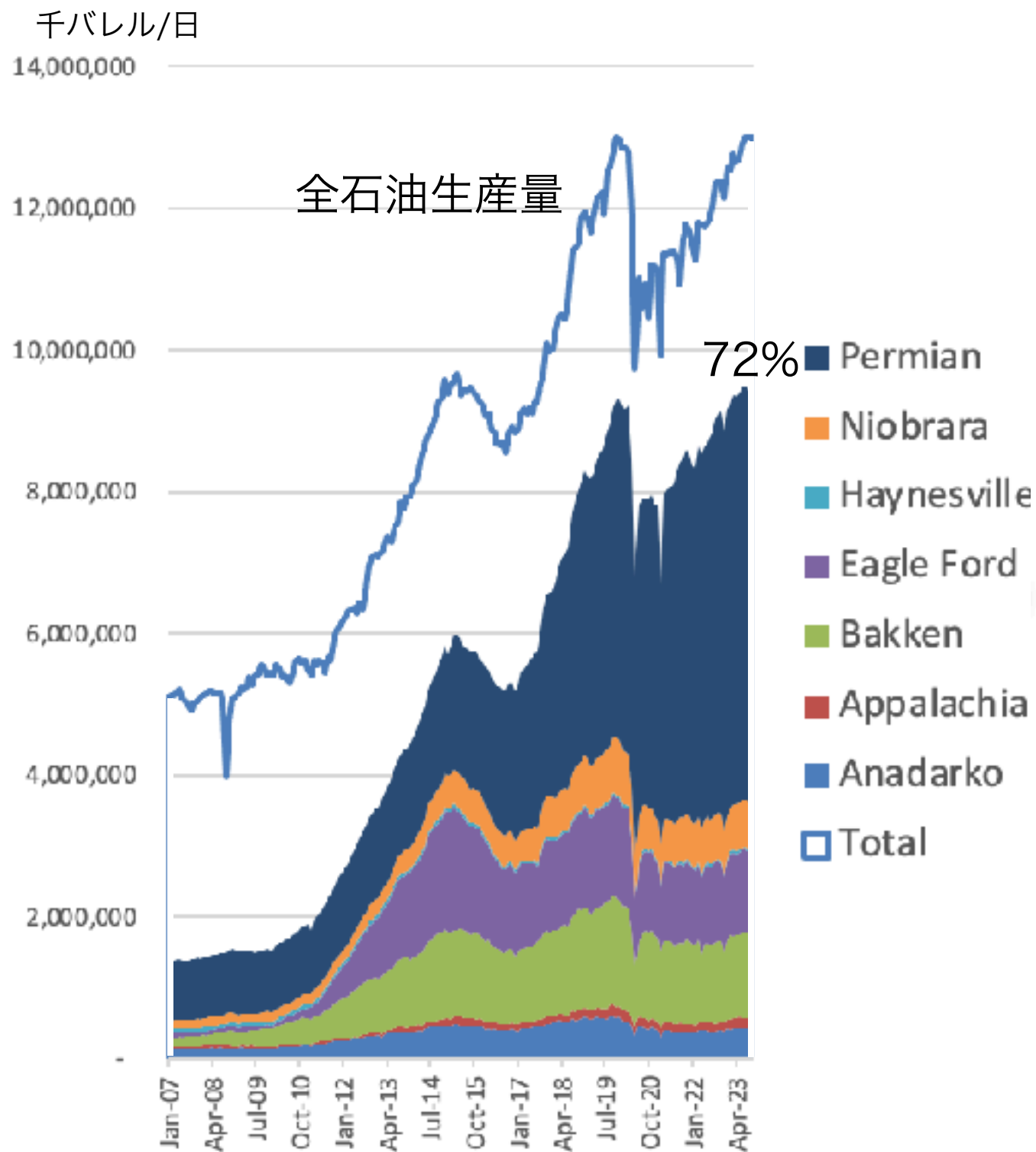


Domestic oil production declined substantially between 1970 and 2005, but has rebounded rapidly over the last decade as a result of tight oil extraction.

SOURCE: EIA 2016.

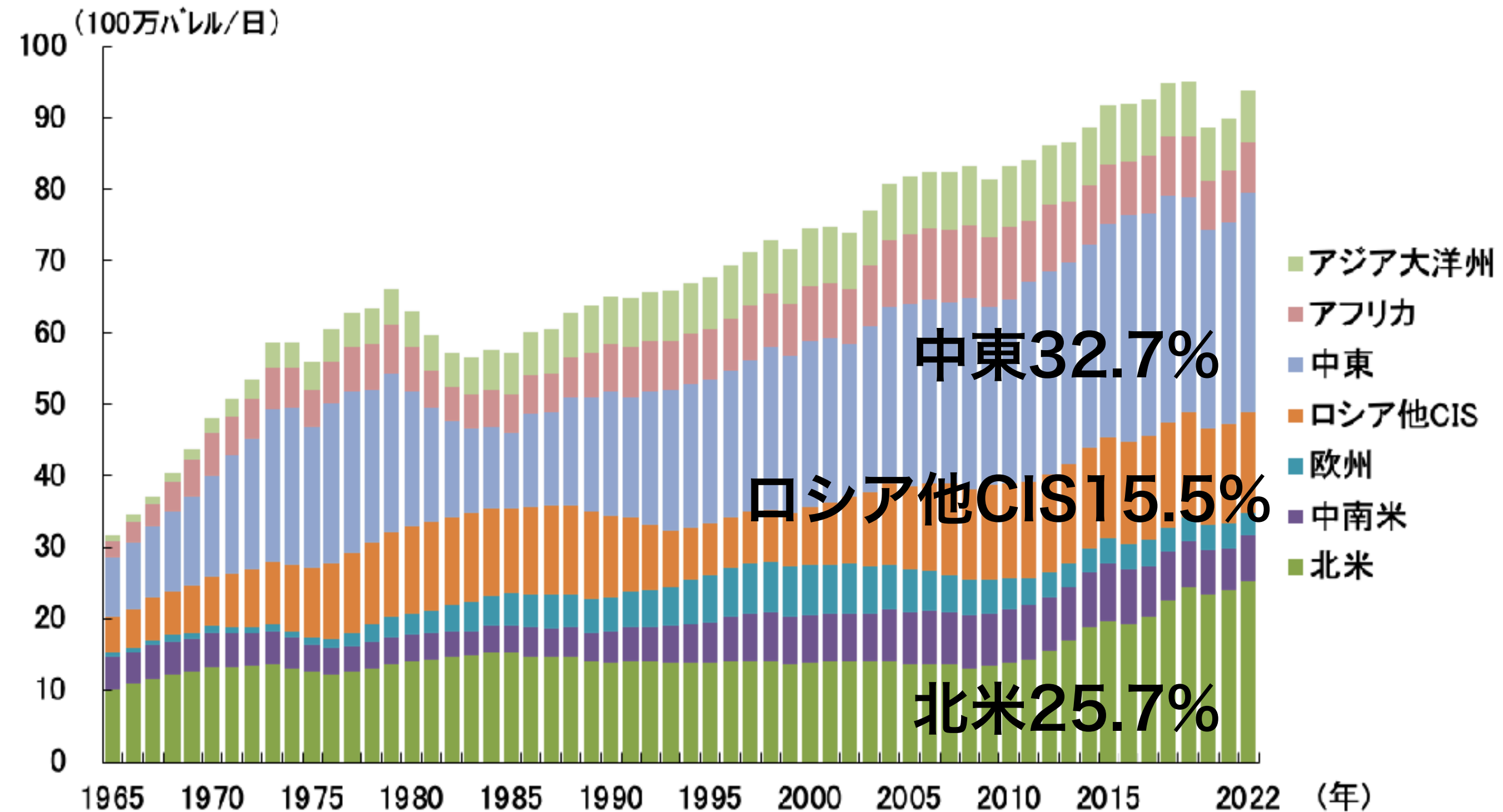
© Union of Concerned Scientists

🌀 米国シェール革命の衝撃



EIAデータより作成

世界の原油生産量の内訳



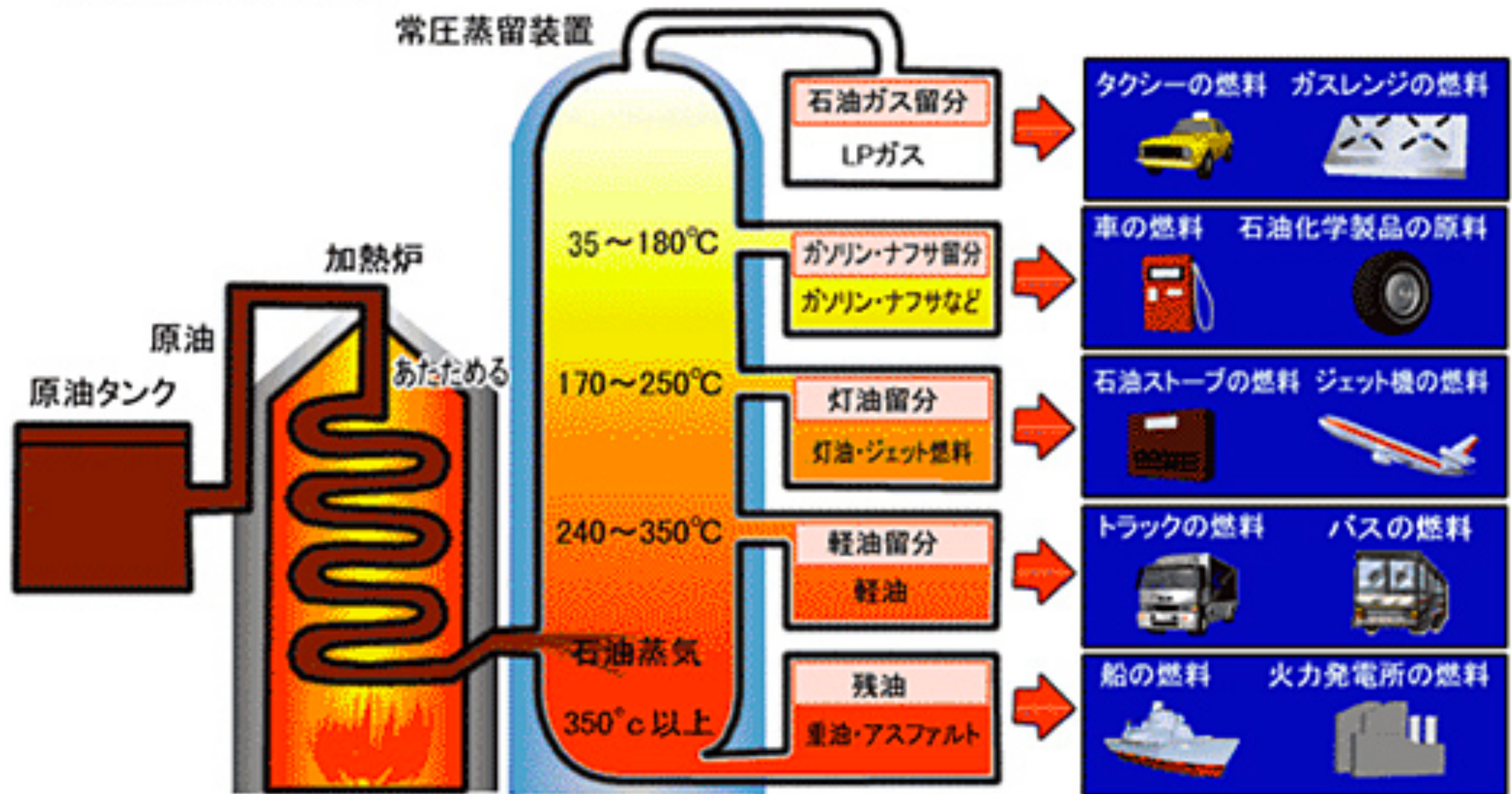
Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

🔄 石油精製のされかた

原油：掘ったままの石油

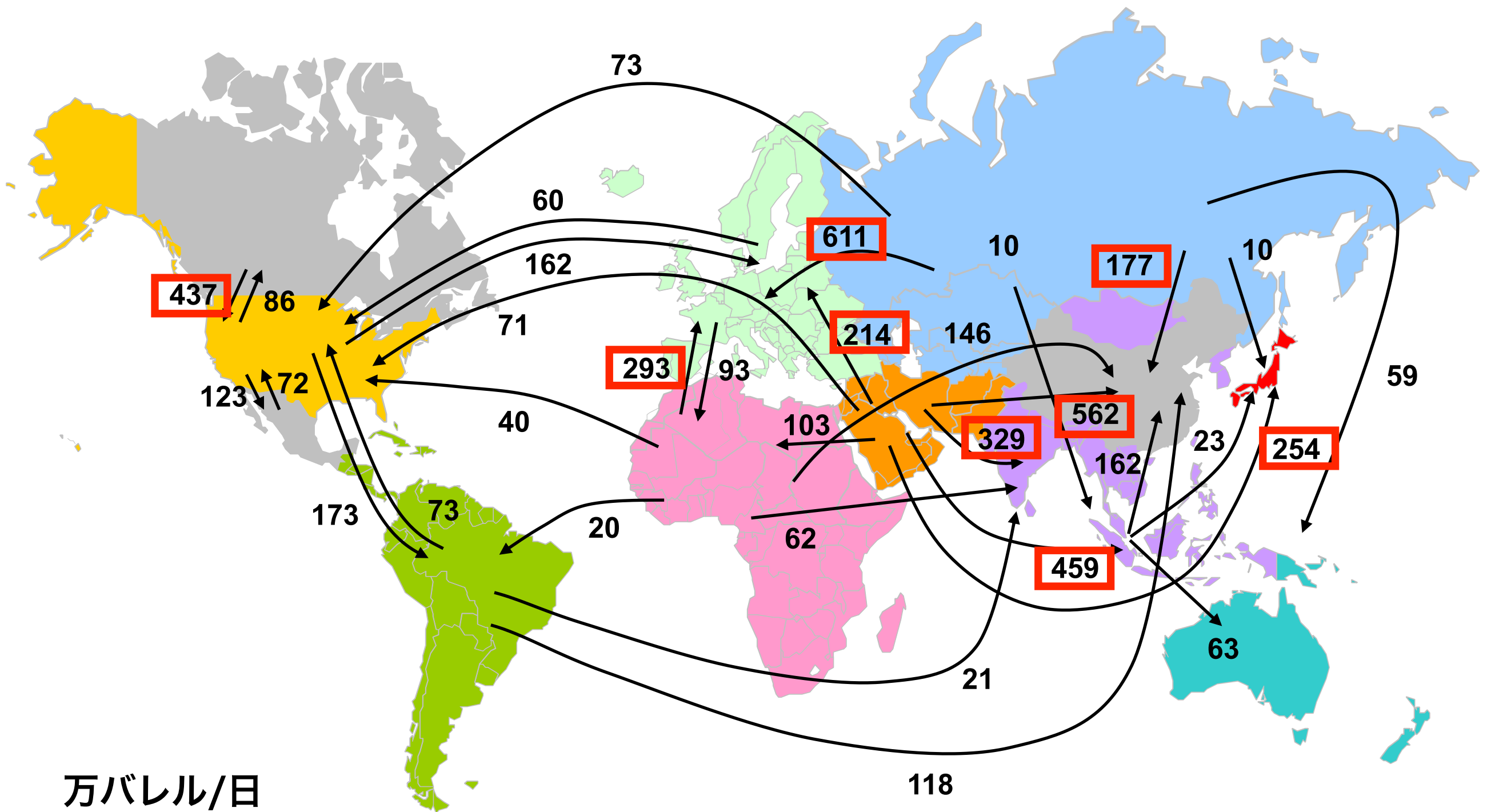
石油製品：加工され消費される状態の石油

常圧蒸留装置のしくみ



石油情報センターHPより

原油および石油製品の貿易量(2021年)



万バレル/日

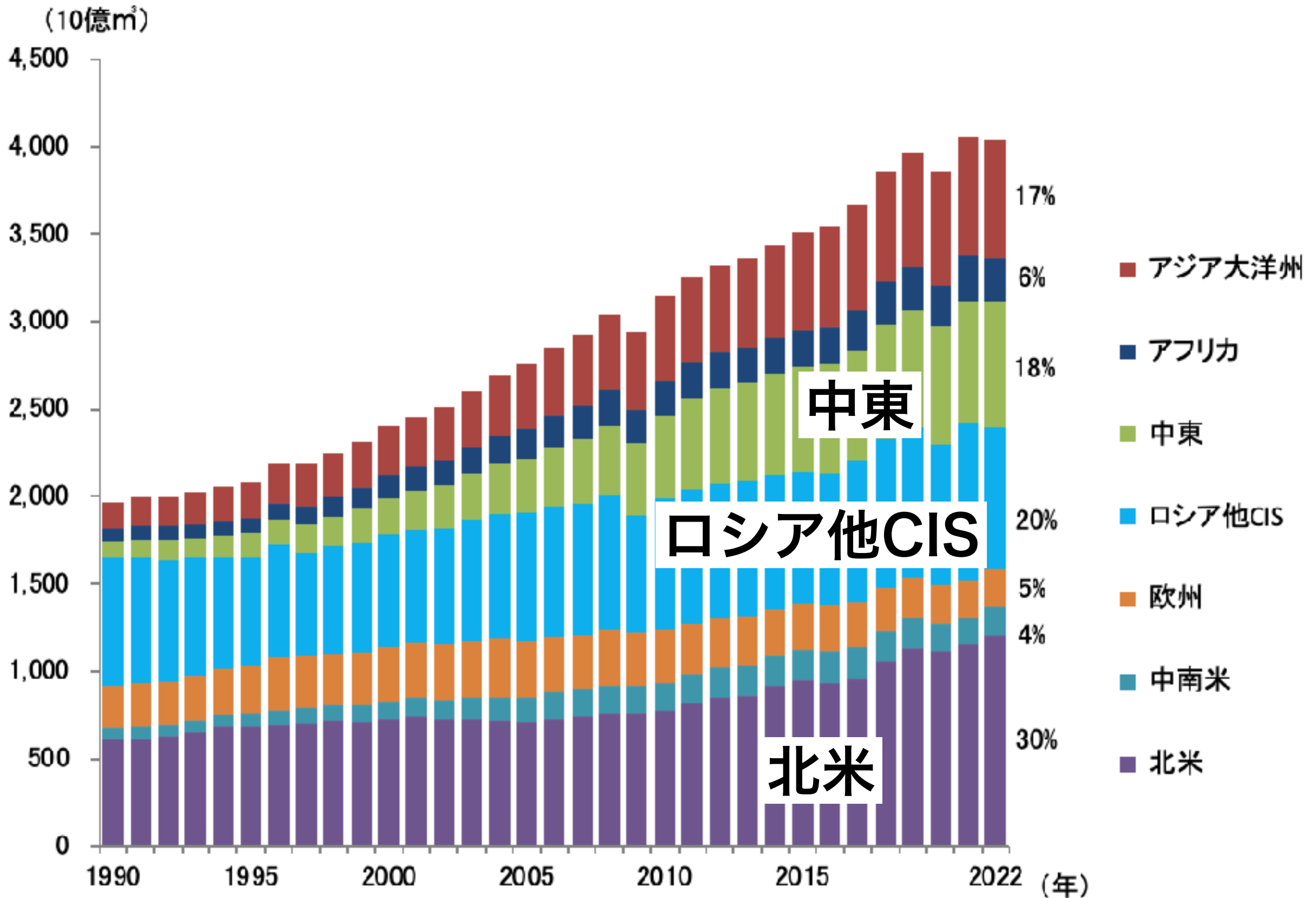
エネルギー白書2023より

🌀 EIAによる石油貿易の8つのチョークポイント



エネルギー白書2023より

天然ガス生産量の内訳



Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

天然ガス輸送方法

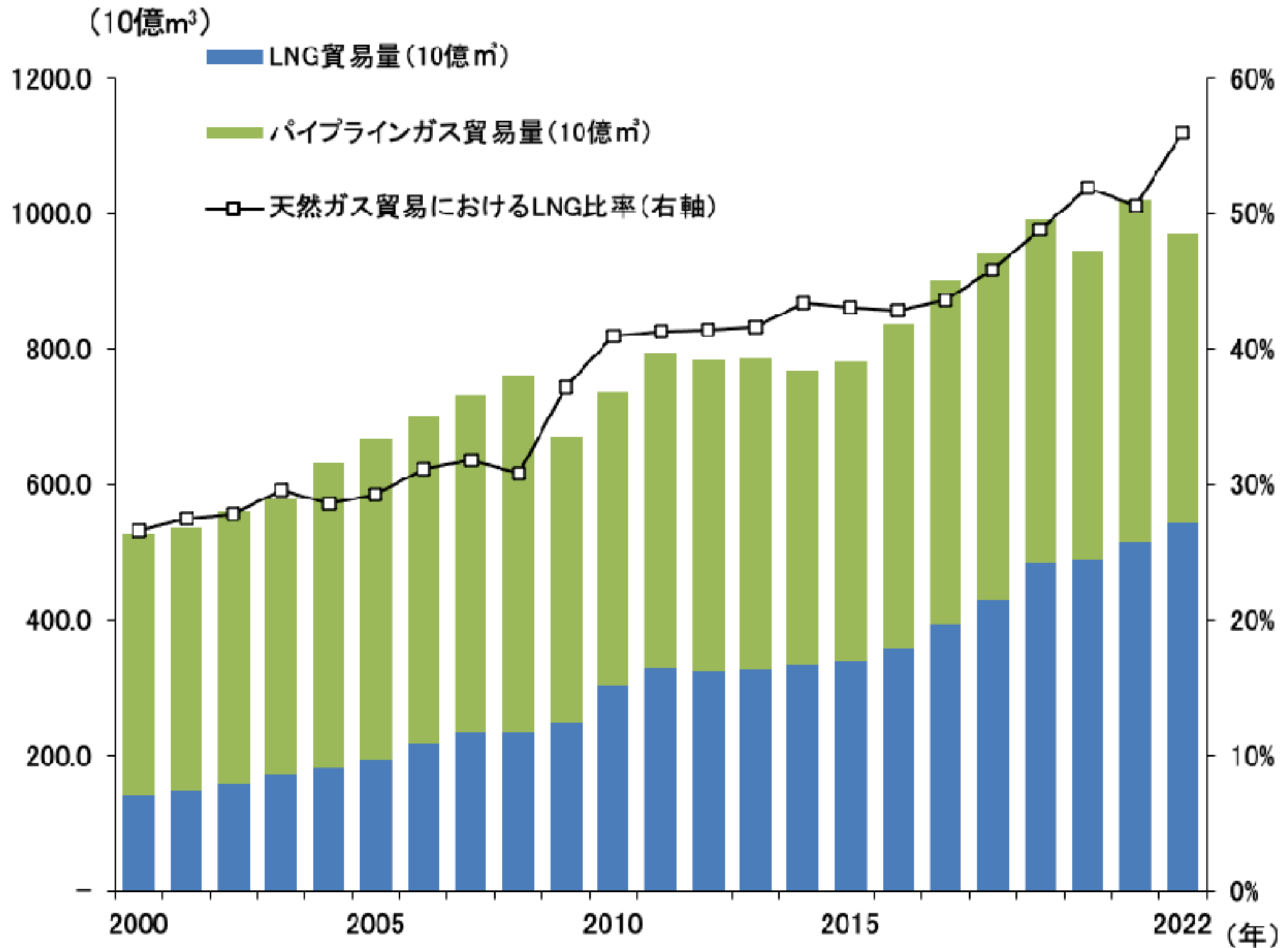


液化天然ガス(LNG)運搬船
(マイナス162度)



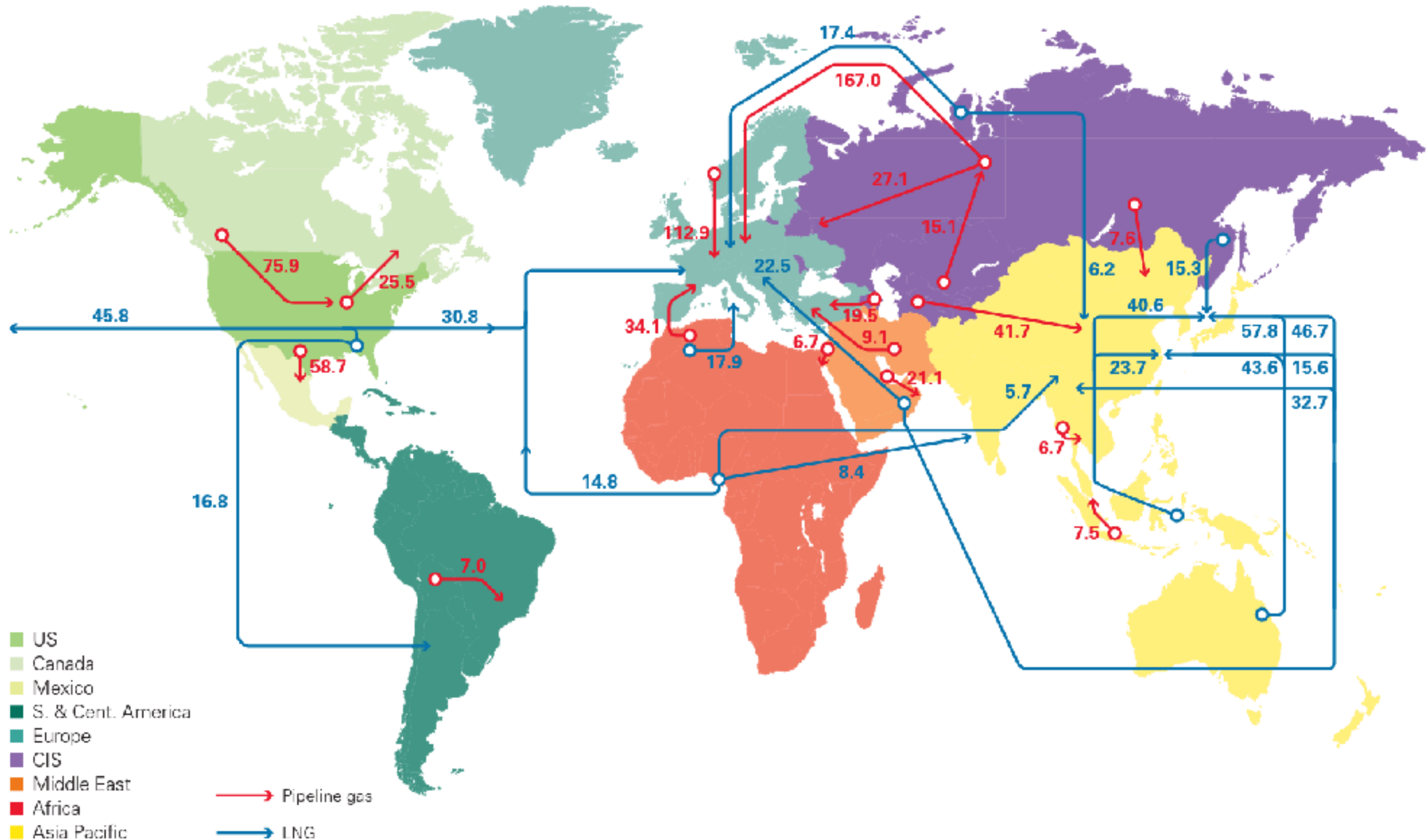
天然ガスパイプライン

天然ガス輸送方法の内訳



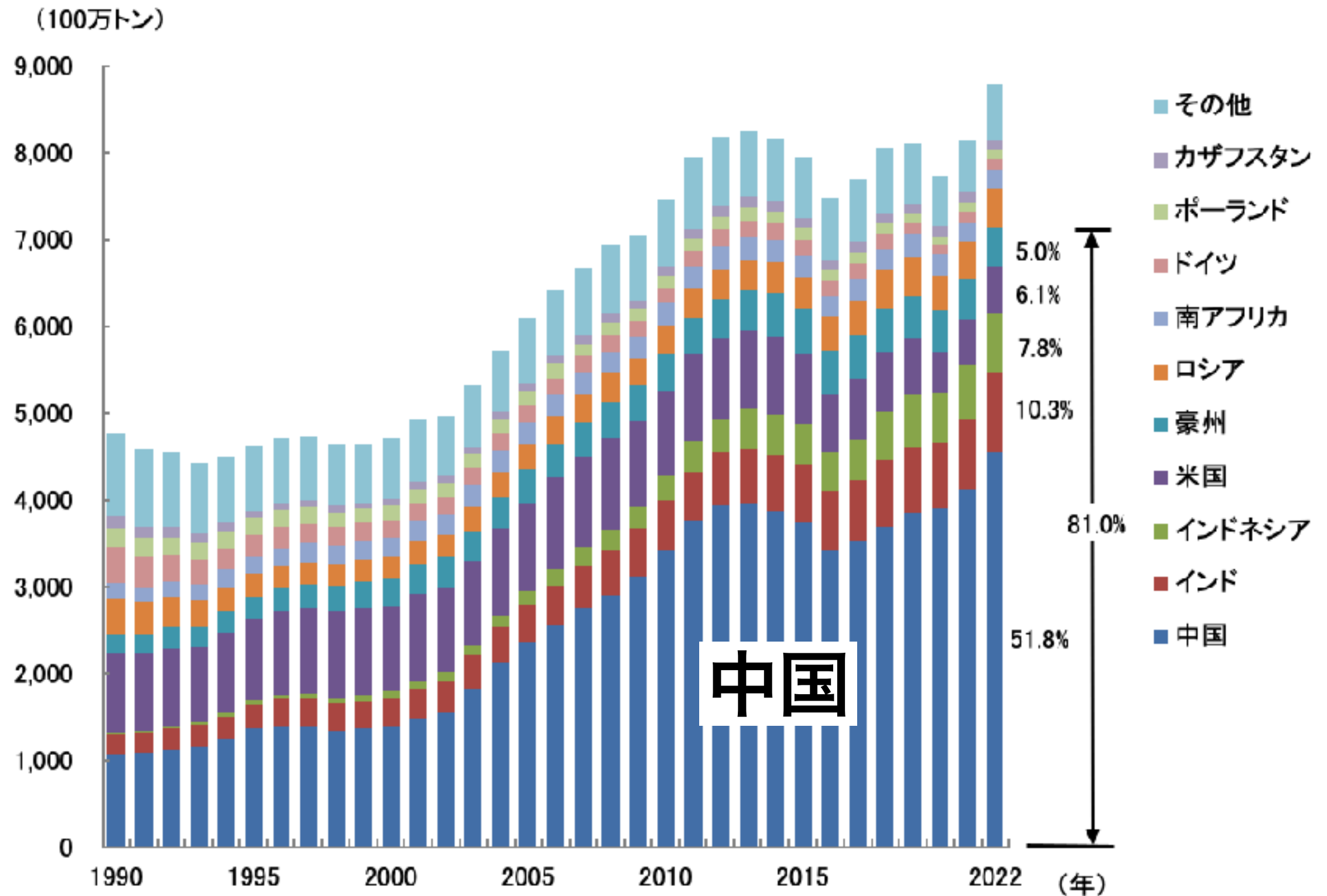
Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

天然ガス貿易量(2021年)



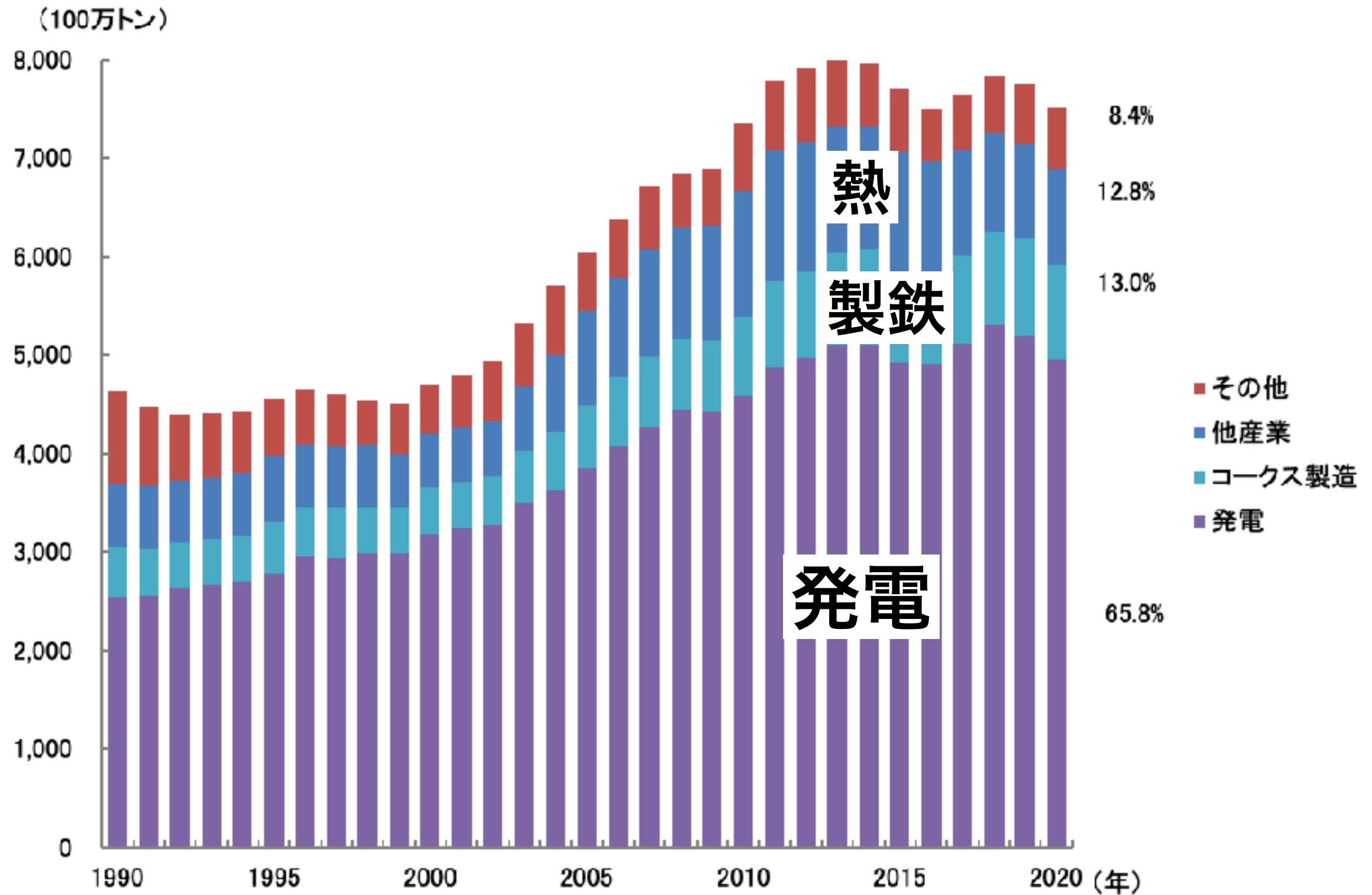
BP Statistical Review of World Energy 2022より

石炭生産量の内訳

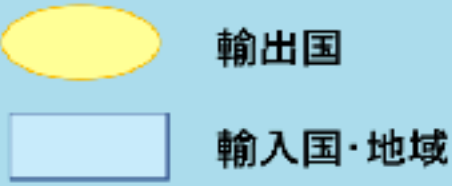


Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

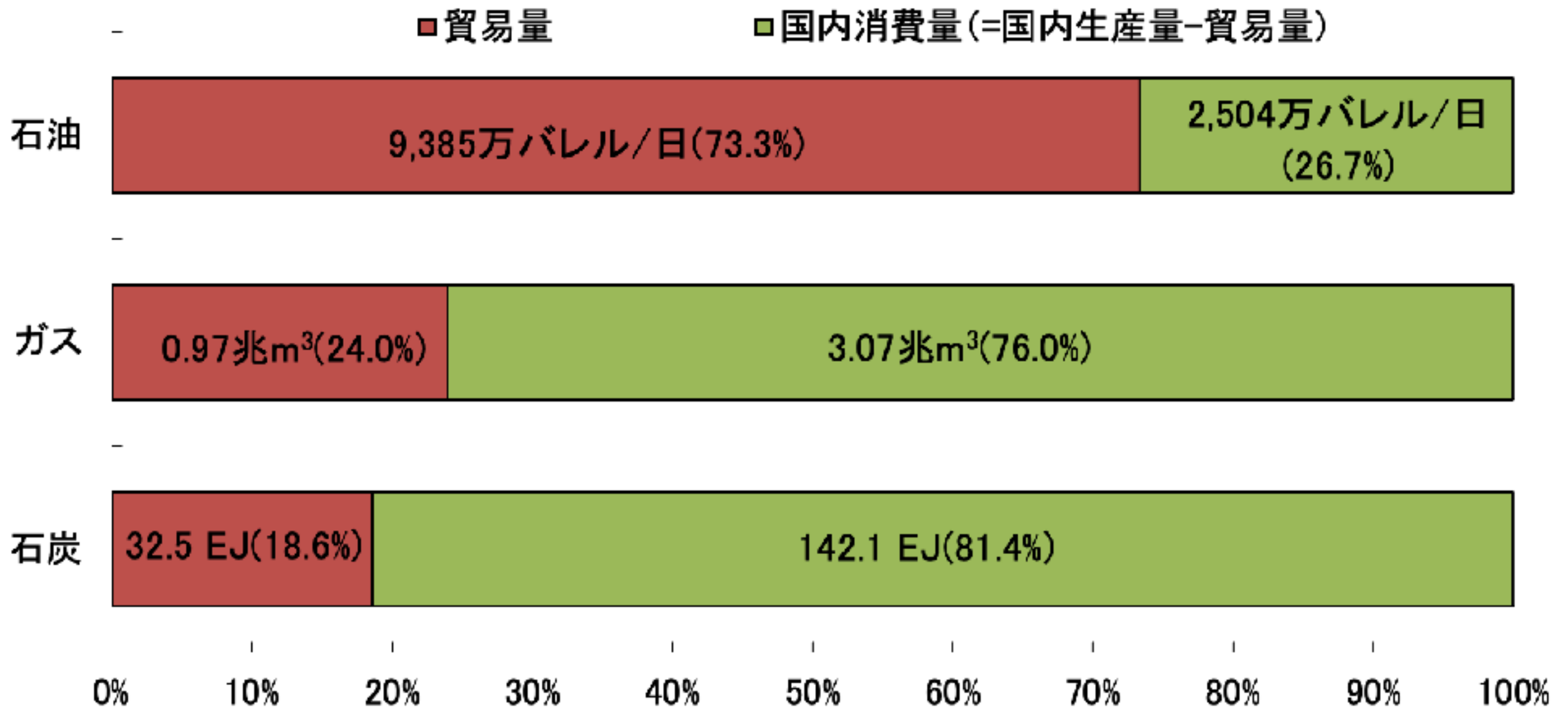
石炭の使われ方の内訳



IEA World Energy Statistics 2022より

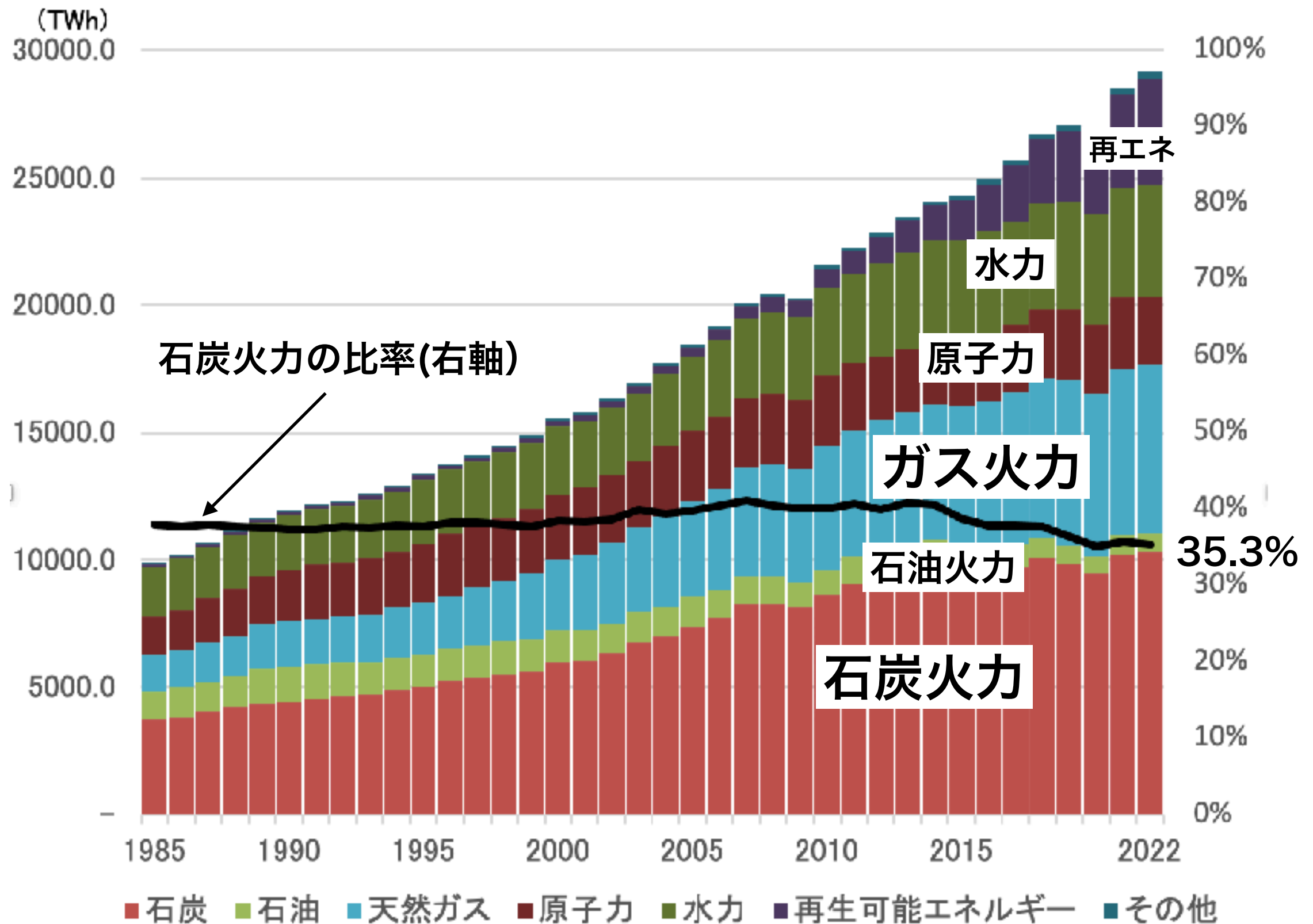


各化石燃料の国内消費の割合(2022 年)



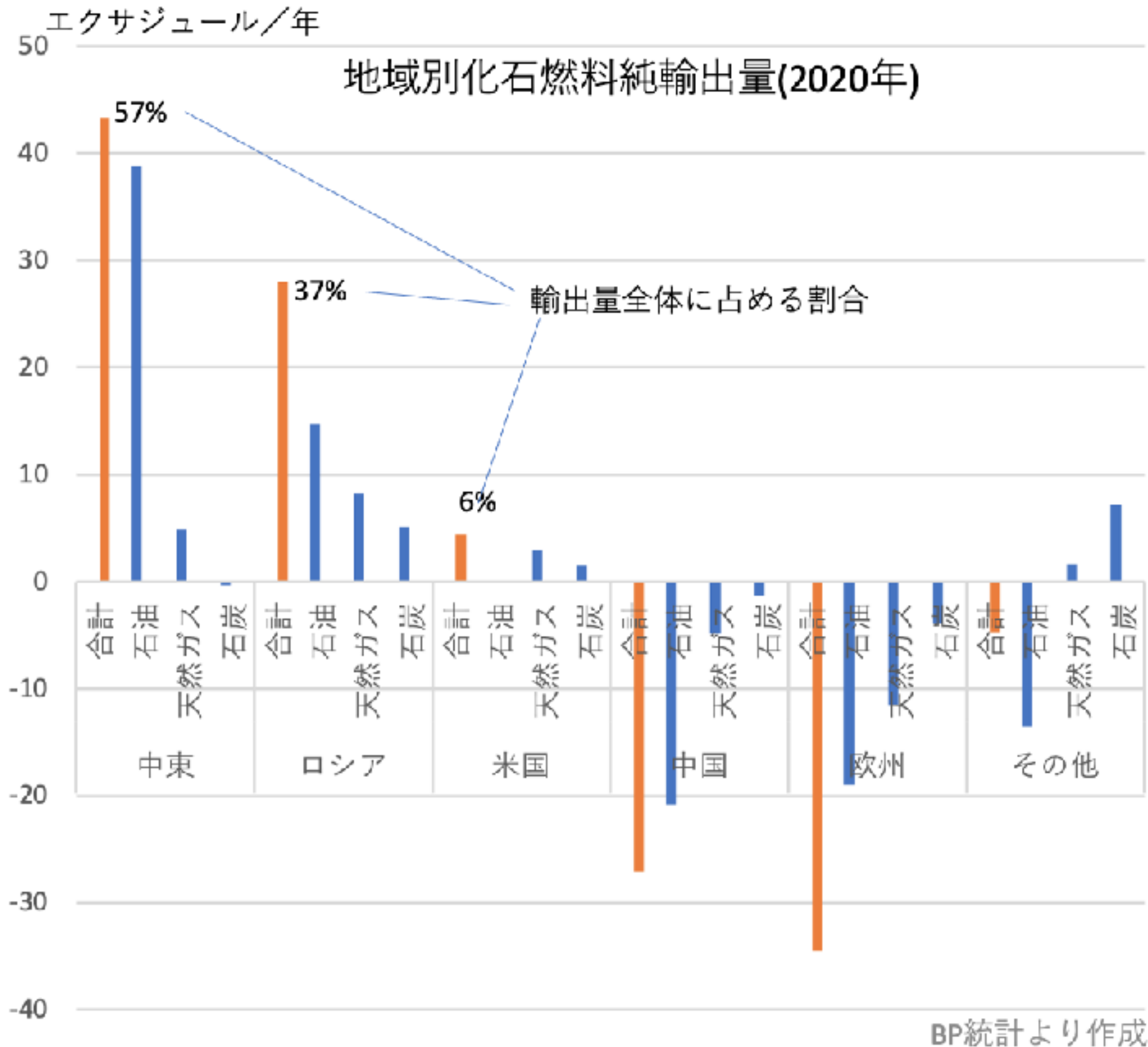
Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

世界の燃料別発電電力量の内訳



Energy Institute Statistical Review of World Energyより作成

世界のエネルギー供給システム



2. カーボンニュートラルとは

🔄カーボンニュートラル≡脱炭素

カーボンニュートラル

元々はバイオ燃料を後付けで環境価値で正当化するための概念

近年ではCCUS等で相殺して（国家や企業が）「実質ゼロ」という意味に

GHG全体ではなくCO2のみという意味の場合がある（タイ等）

ビジネスサイドではScope1+2までを含むと解釈される場合がある（SBT等）

ネットゼロエミッション

「カーボンニュートラル」より厳しい目標を指す場合がある

- GHGまで含む（タイ等）＝クライメートニュートラル（EU、UNFCCC）
- ビジネスサイドでScope3まで含む（SBT等）

脱炭素

使われる文脈により様々解釈が可能な曖昧な日本の政策用語

なぜ「今」脱炭素なのか？ 政治的な時系列

～2015年(パリ協定前)
2度目標 先進国80%減



2015年 COP21 パリ協定
「2度より十分低く、**1.5度に抑える努力を追求**」



2018年 IPCC 1.5度特別報告書
「1.5度と2度では被害に大きな違い」
「**1.5度に抑えるには2050年に100%減**」



2019年
英国、フランス、ドイツ等がCN宣言



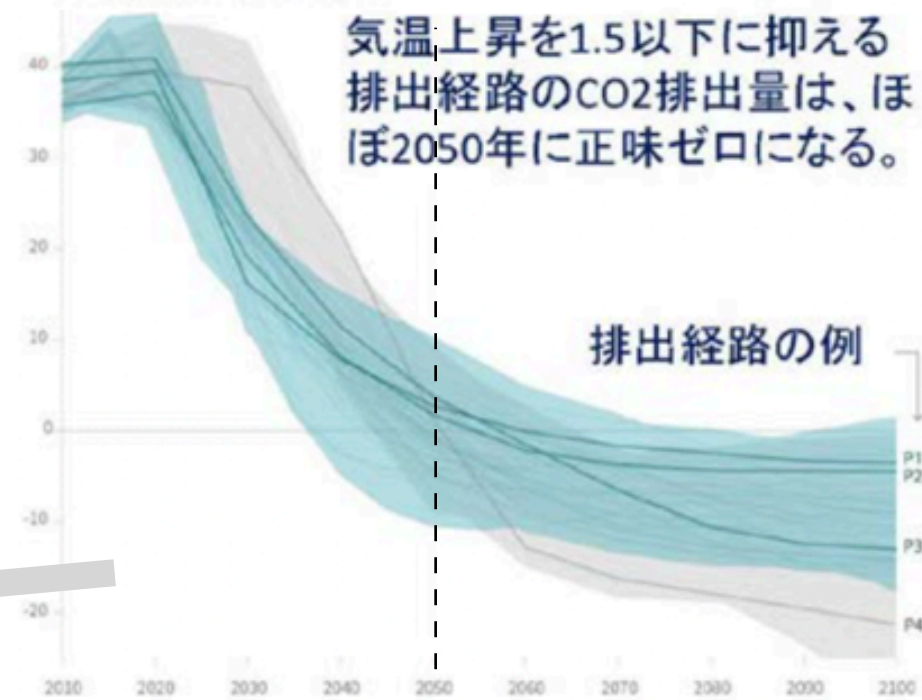
2020年
中国(2060年)、EU、**日本**等がCN宣言



2021年
米、露(2060年)、印(2070年)等がCN宣言

150を超える国と地域(**GDPカバー率は2020年の26%→90%**)

世界総正味CO2排出量
10億トンCO2/年



IPCC図より



❧ 多くの日本人が勘違いしていること

- ・ 「脱炭素はパリ協定orバイデン政権の圧力で決まった」

→2021年のグラスゴーCOP26の交渉前に既に殆どの国が自発的にCN宣言していた
パリ協定(COP21)では「2度以内」しか合意していない（1.5度は”努力追求”のみ合意）

- ・ 「脱炭素はグレタさんのような環境原理主義者によって生まれた」

→環境活動家の影響もあるが、どちらかというビジネスサイド、欧米の金融セクター
が「気候正義」を大義名分に利益のため公的機関に働きかけた影響が大きい

- ・ 「脱炭素は政府の義務なので、事業者は従わざるを得ない」

→パリ協定以降、政府は削減義務を負わず、目標提出義務のみになったので、目標未達
でもなんのペナルティもない。むしろ脱炭素政策は産業界から政府への要請」

- ・ 「脱炭素で石油投資が急減、再エネ増でエネルギー価格は高騰」

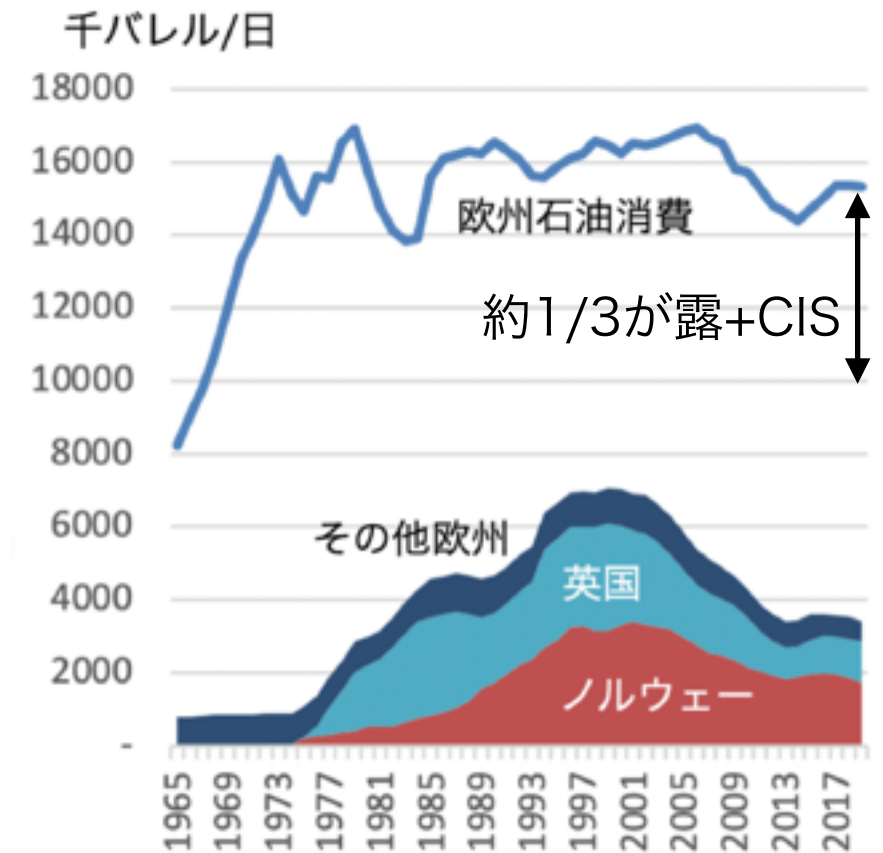
→世界的な脱炭素トレンド以降（2019-2021年）石油ガス上流投資は増え続けている。
困難なのは公的資金や日本の金融機関絡み。再エネ増加はエネ価格を抑制している。

- ・ 「脱炭素＝再エネだから日本は不利」

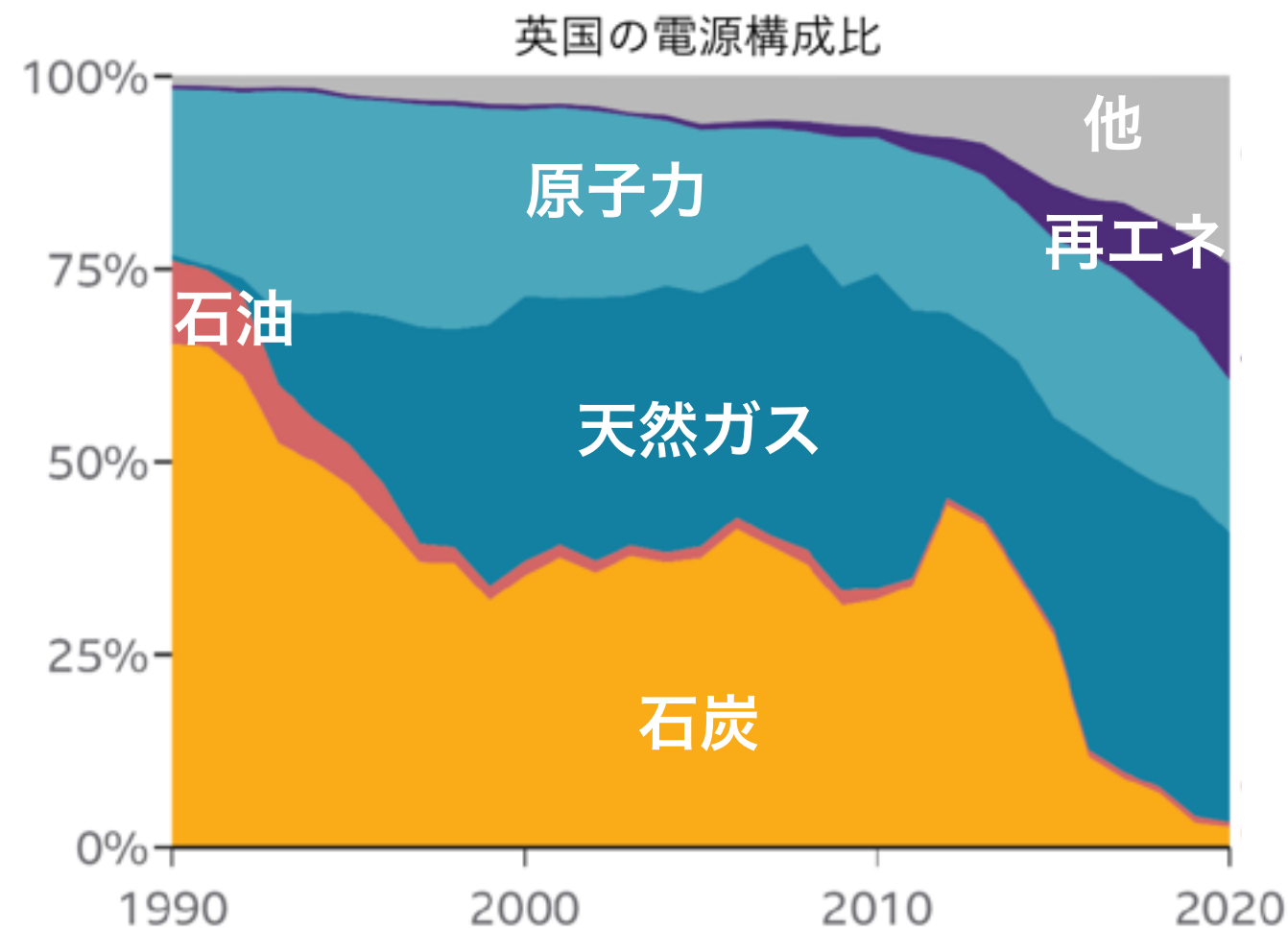
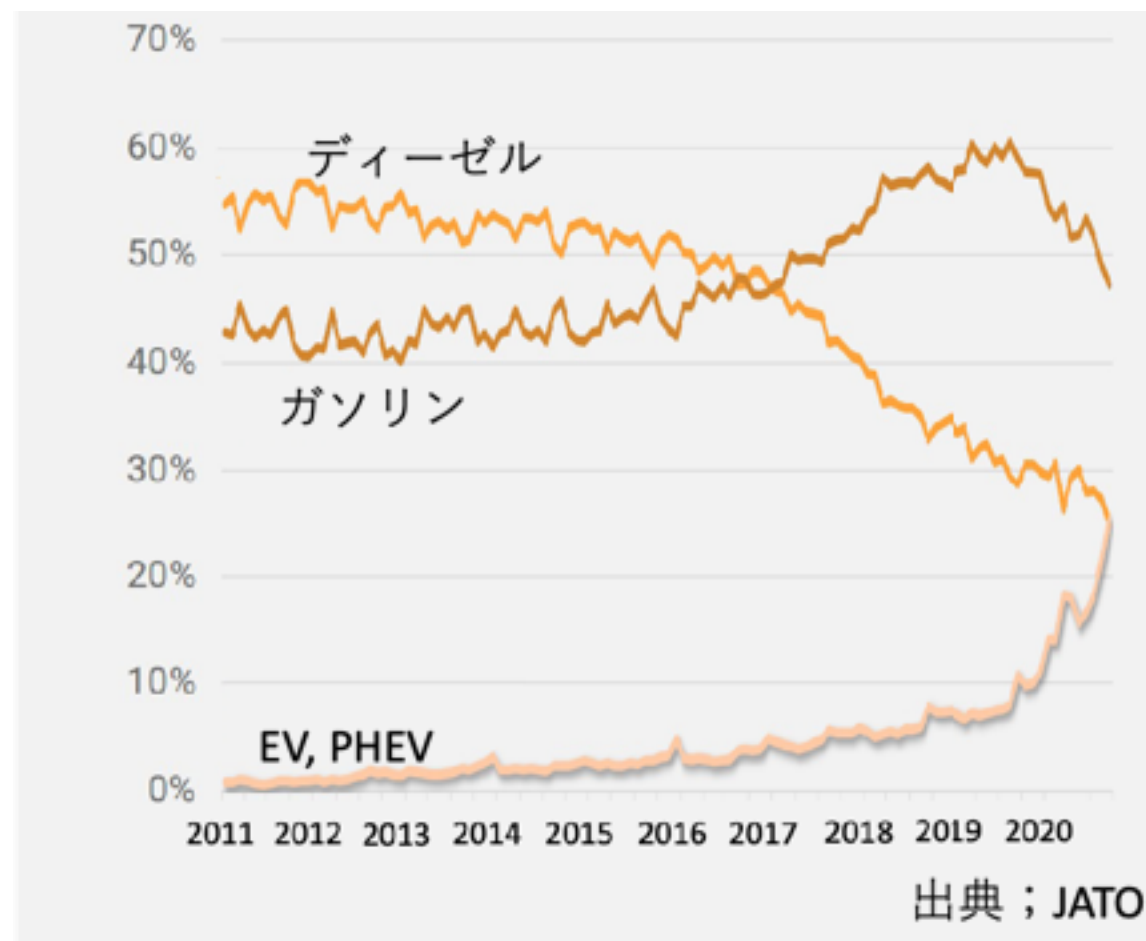
→必ずしも再エネ振興策ではない。原子力推進や省エネ・電化製品の輸出等、産業競争
力向上に繋がる脱炭素にのみ力を入れるべき

🔗 難しいCNが世界で合意できた背景

- 2000年に北海油田生産ピーク、ロシア依存へ
- 2014年 ロシアクリミア併合→脱露依存へ
- 2015年 原油価格暴落→欧州石油業界の凋落
- 2015年 VWディーゼル不正→独自自動車戦略の転換
- 2016年 ダイムラーCASE戦略発表
- 2017年 英仏 ICE販売禁止発表
- 2019年 英国の石炭火力2%に+Brexitとメイ首相退陣



2011-2020年 EU 27カ国 燃料別月次自動車登録数シェア

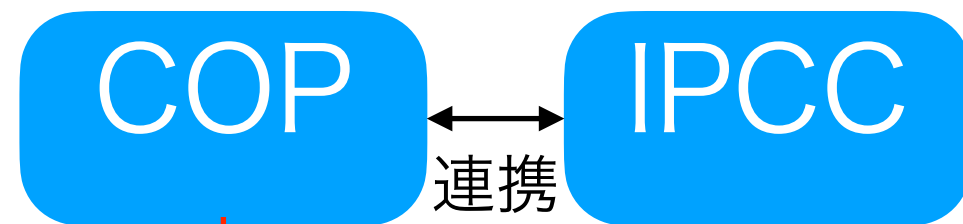


✂ 削減主体、主導主体、対立軸が変わった

従来と現在の気候変動構図の変化のイメージ

従来

現在



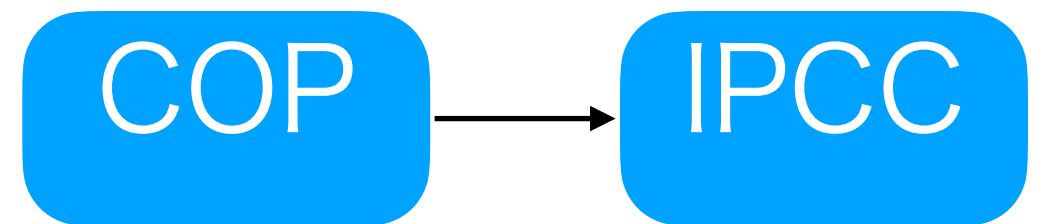
目標遵守義務

政府

目標・規制

電力

産業



目標提出義務

政府

支援要請

電力

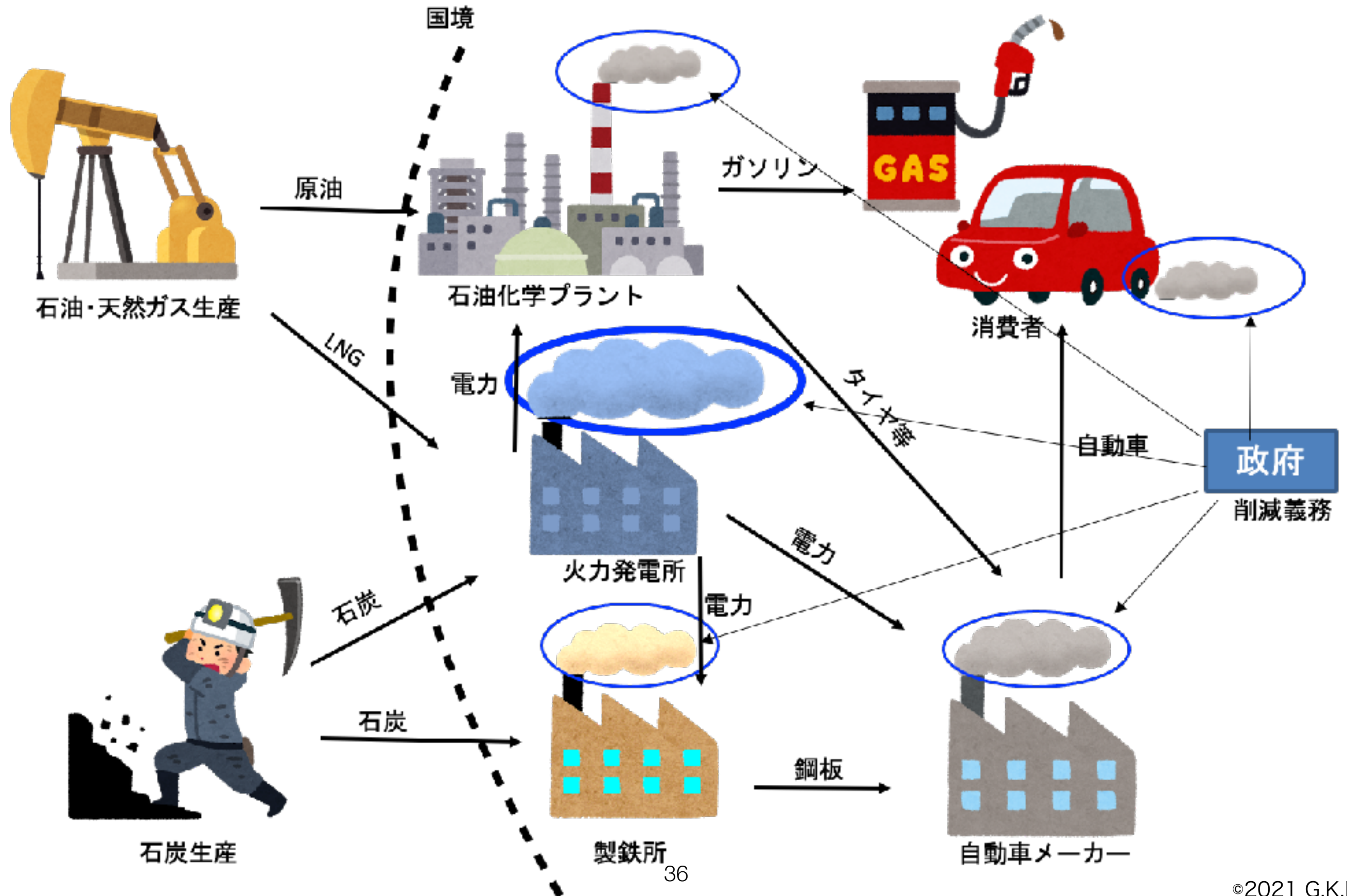
産業

金融セクター
銀行・ファンド・会計

TCFD
ISSB
SBTi
RE100 etc.

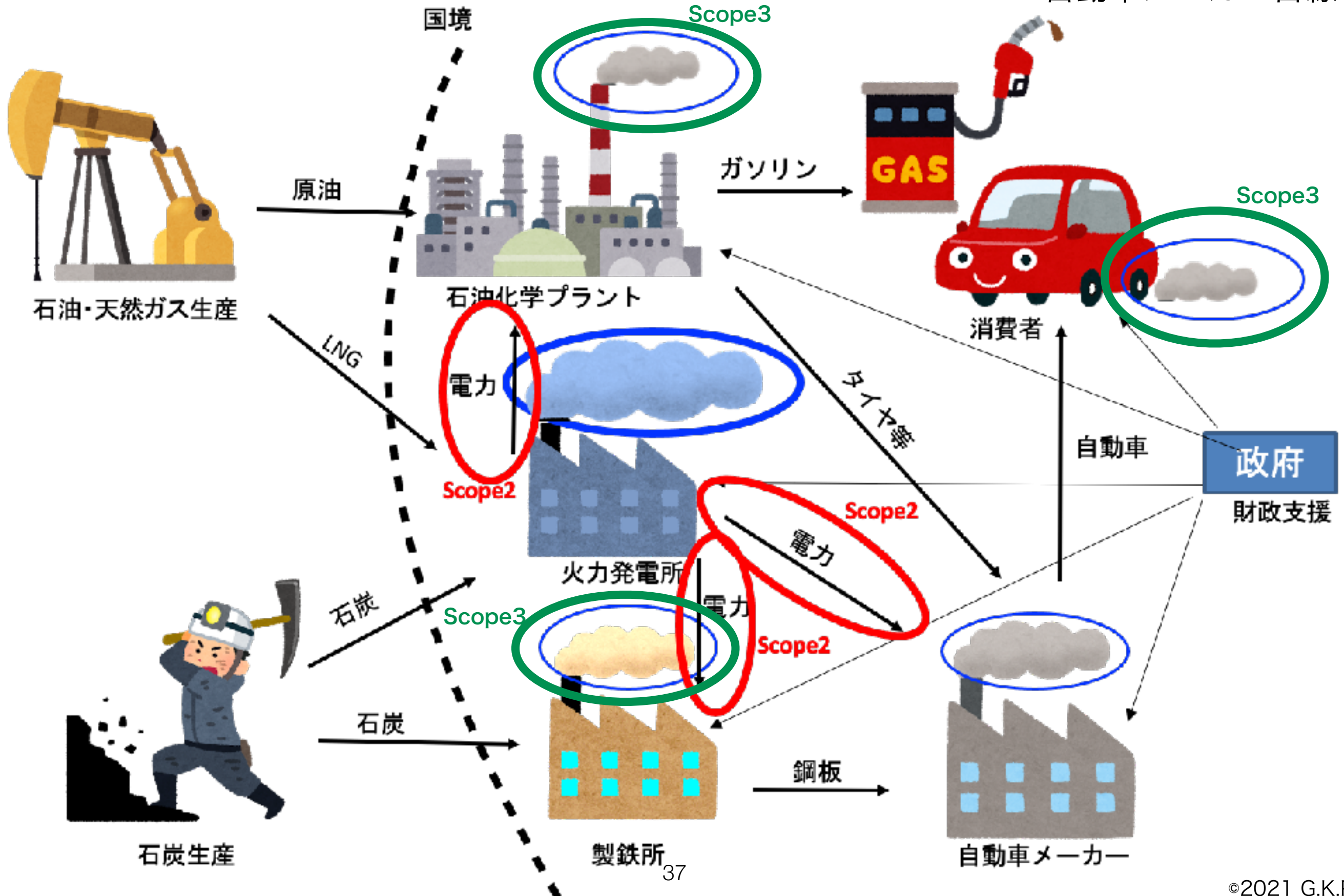
← 規制的働きかけ
← 支援働きかけ

CO2の排出責任はだれか？：パリ協定前（Scope1）

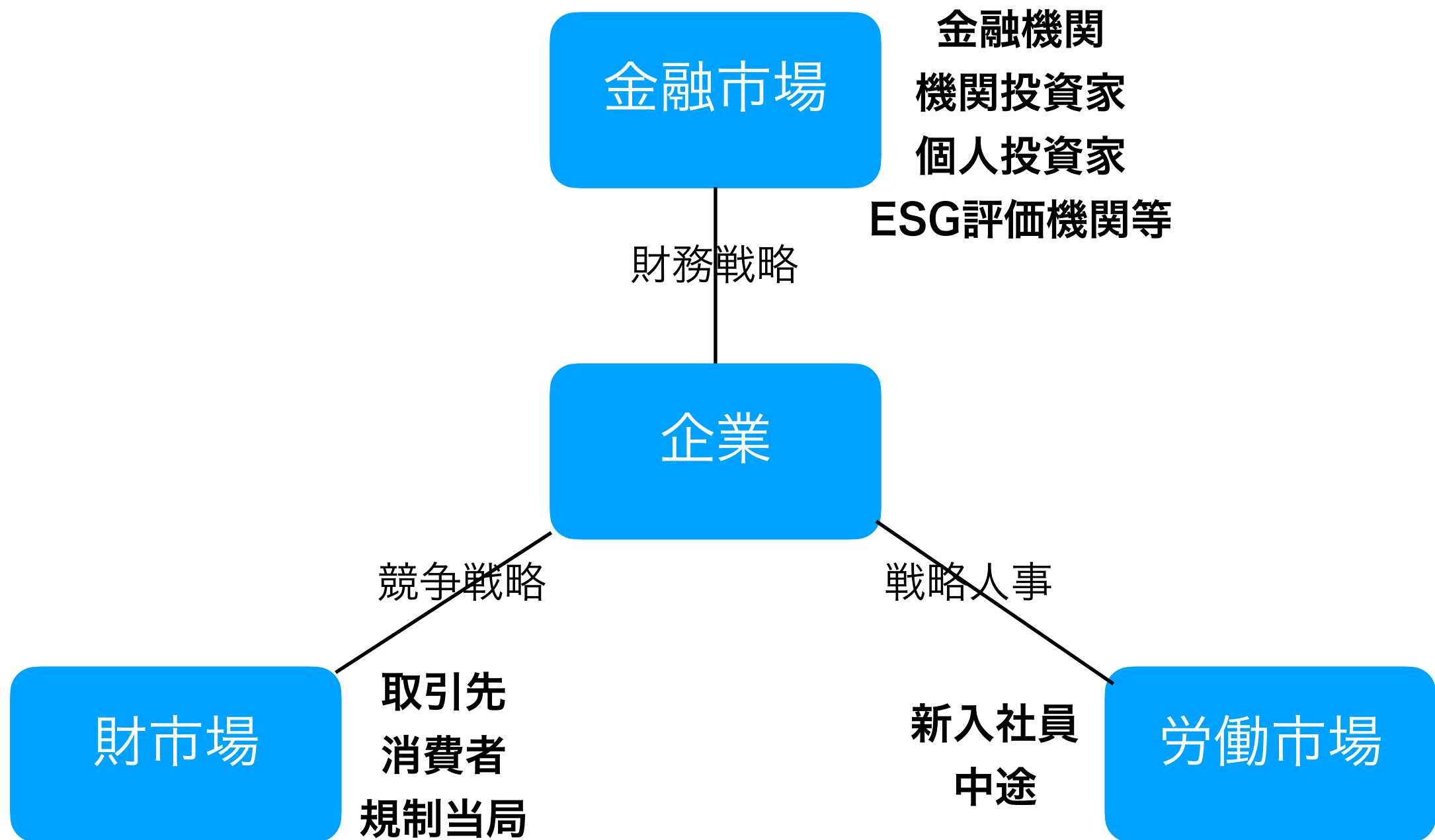


CO2の排出責任はだれか？：パリ協定後 (Scope1-3)

自動車メーカー目線



☑ 企業は3つの市場で評価される



☞ 誰が何のために減らすのか？

パリ協定以前

「削減義務を持つ政府」が
「条約の罰則回避」のために
「電力や産業等」の
CO2を減らす

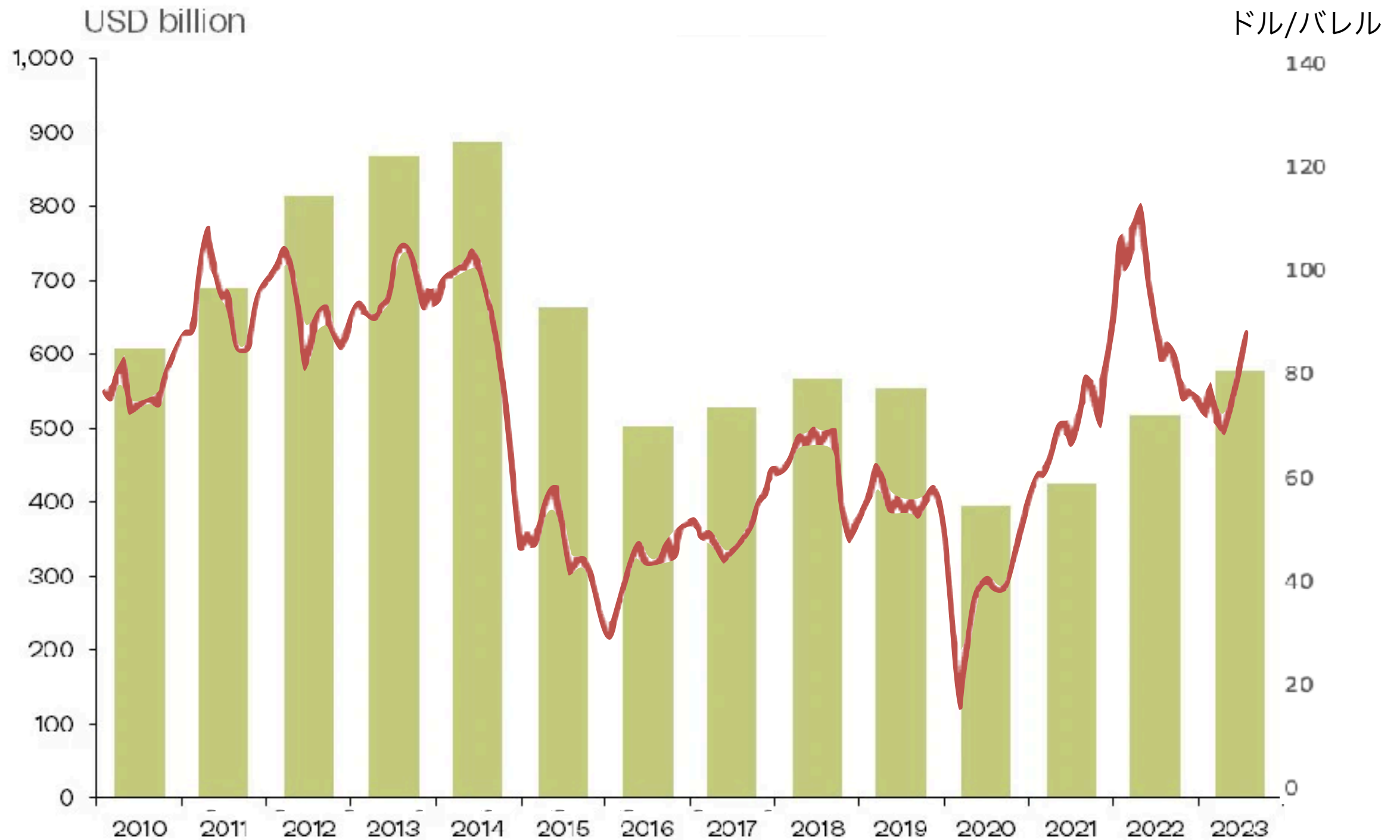
パリ協定以降

「企業」が
「市場対応と競争力」のために
「自社・取引先・顧客」の
CO2を減らして
企業価値を高める

→国単位のCO2削減は二次的な問題に
企業としてできること

産業機械の待機電力削減、低中温度域熱のHP化、高断熱化等

石油ガス上流投資額の推移と原油価格

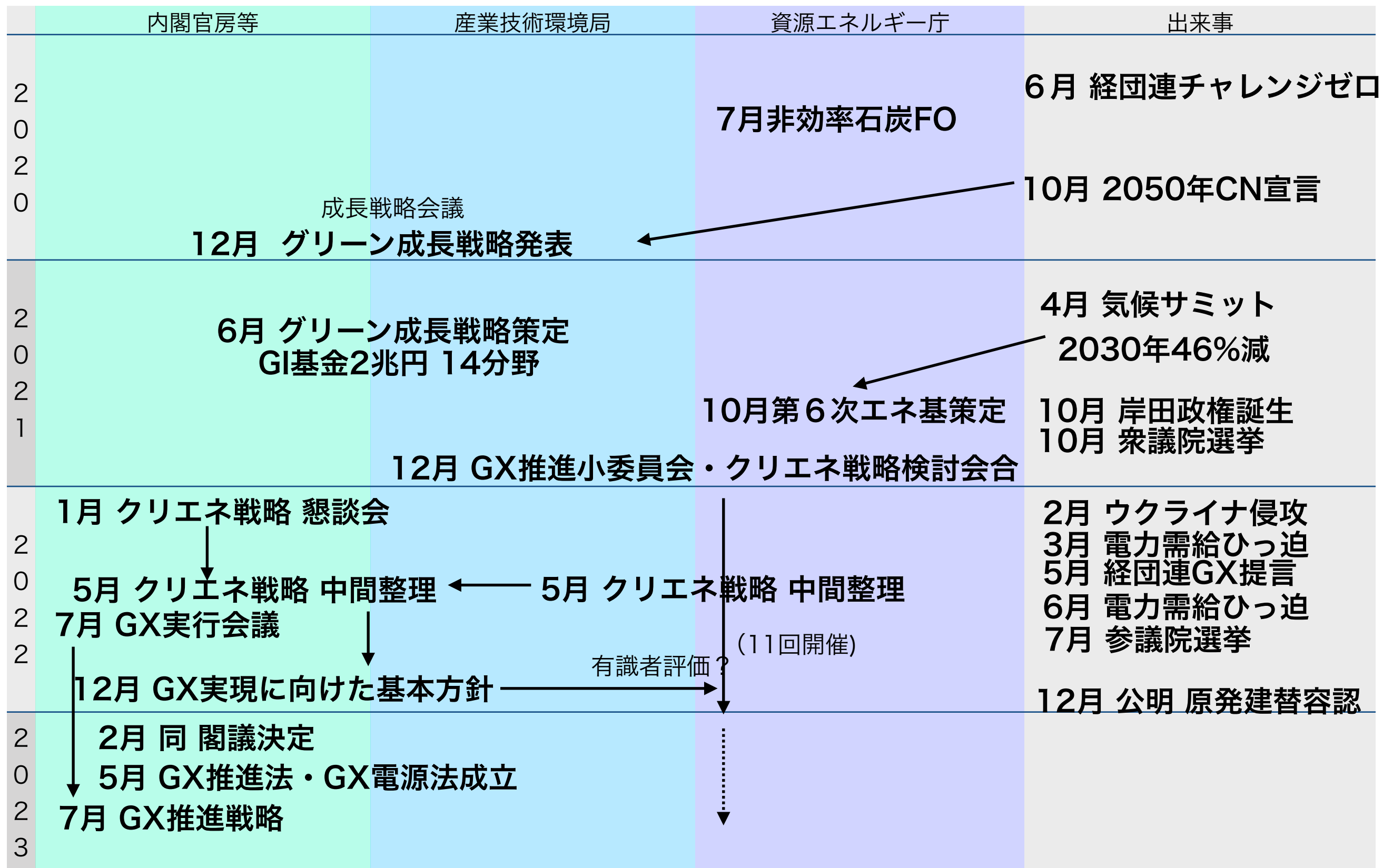


Source: Rystad Energy's Upstream Solution, July 2023

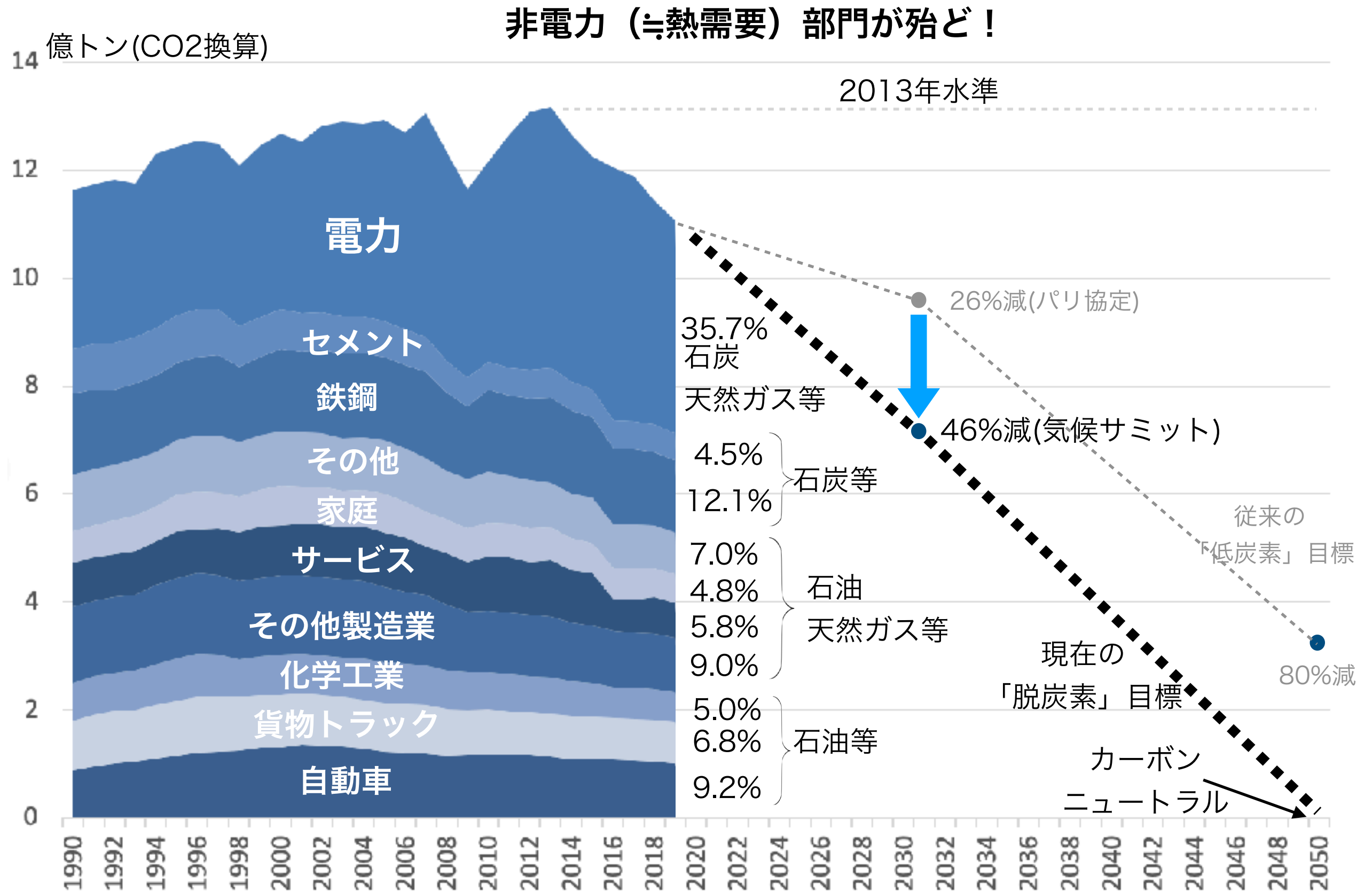
A Rystad Energy graphic

殆の民間金融機関・投資ファンド、
石油メジャーは上流開発投資を辞めていない

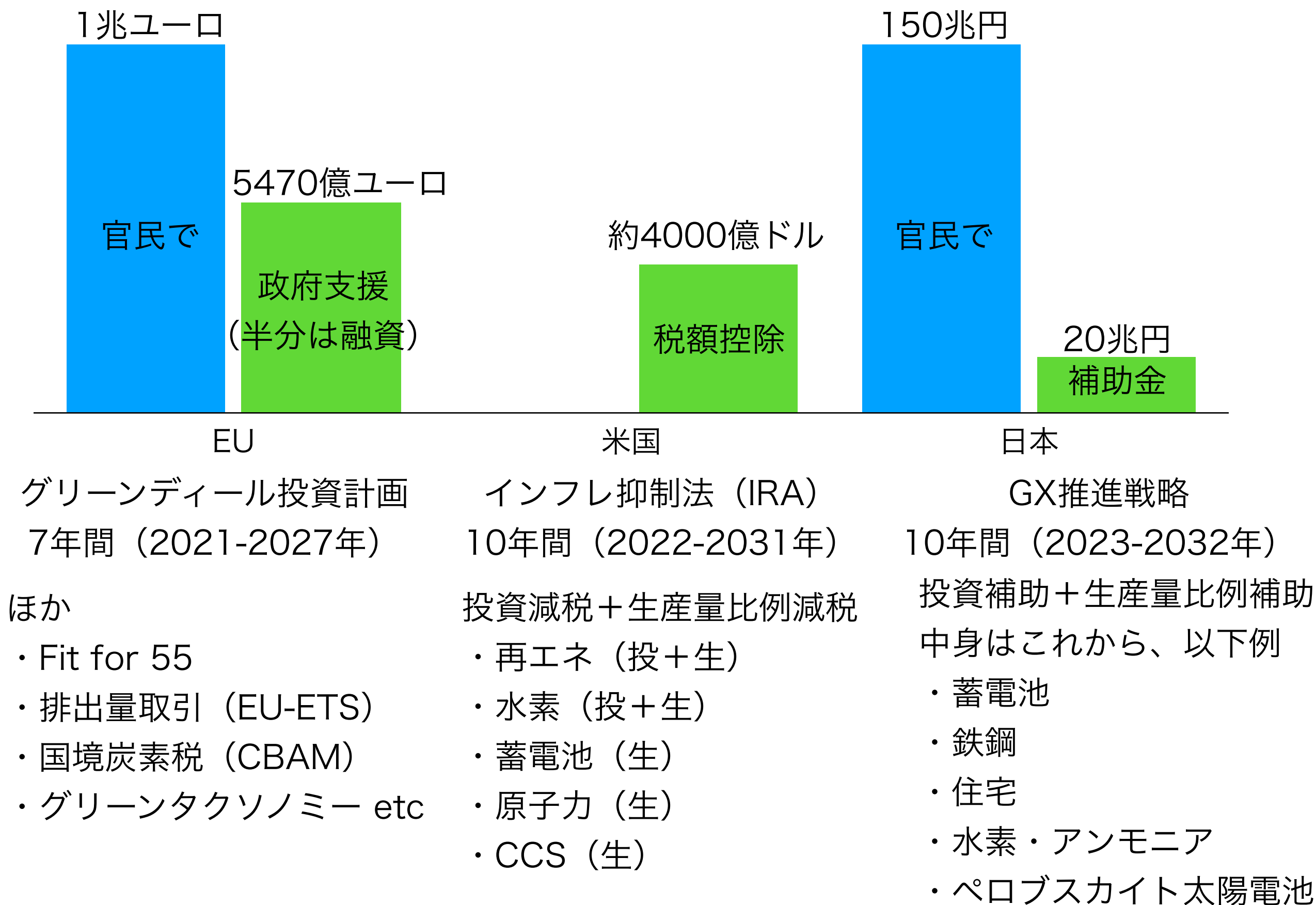
日本のCN・GX政策の推移



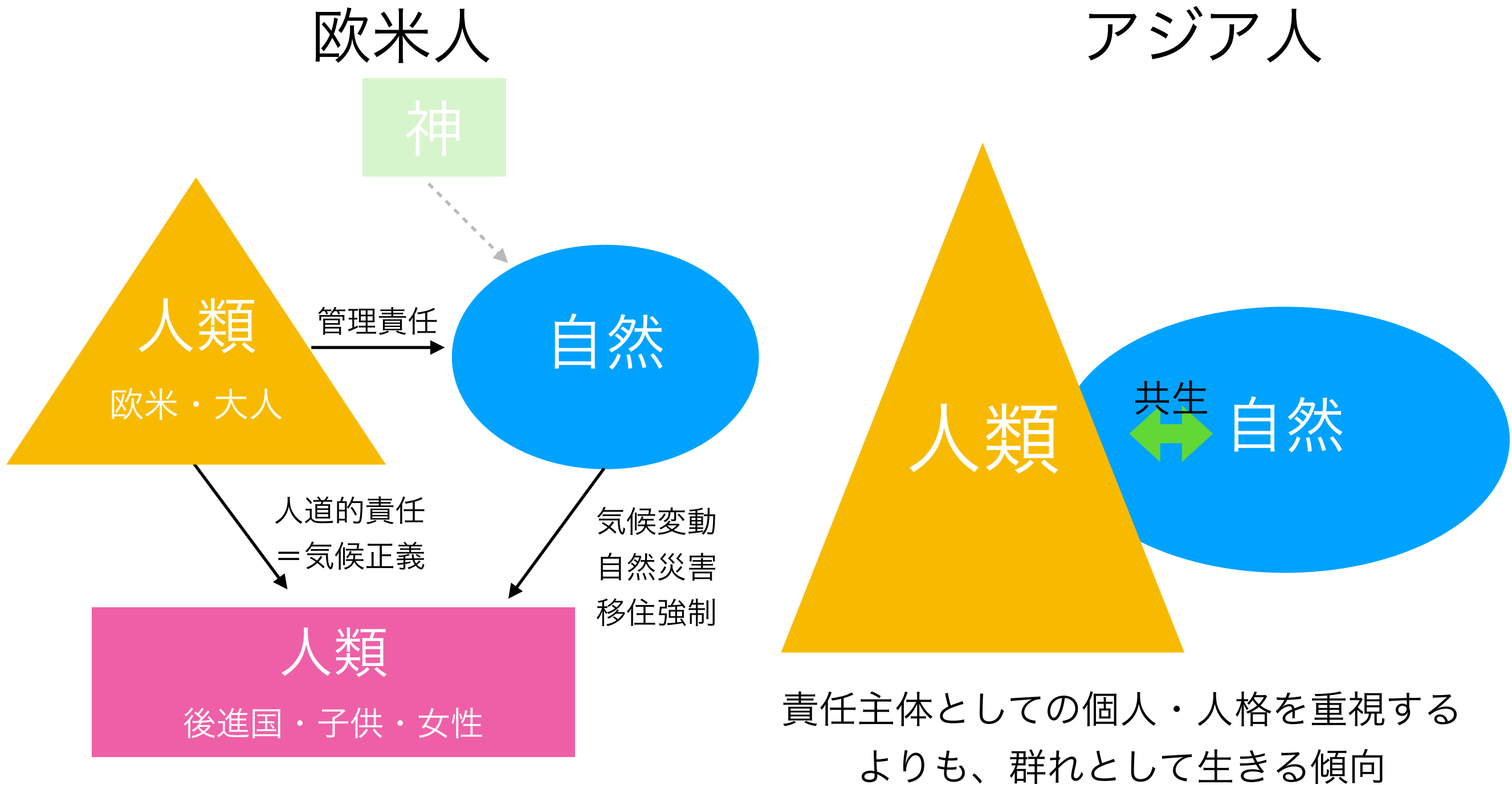
日本のCO2排出量の推移と脱炭素目標



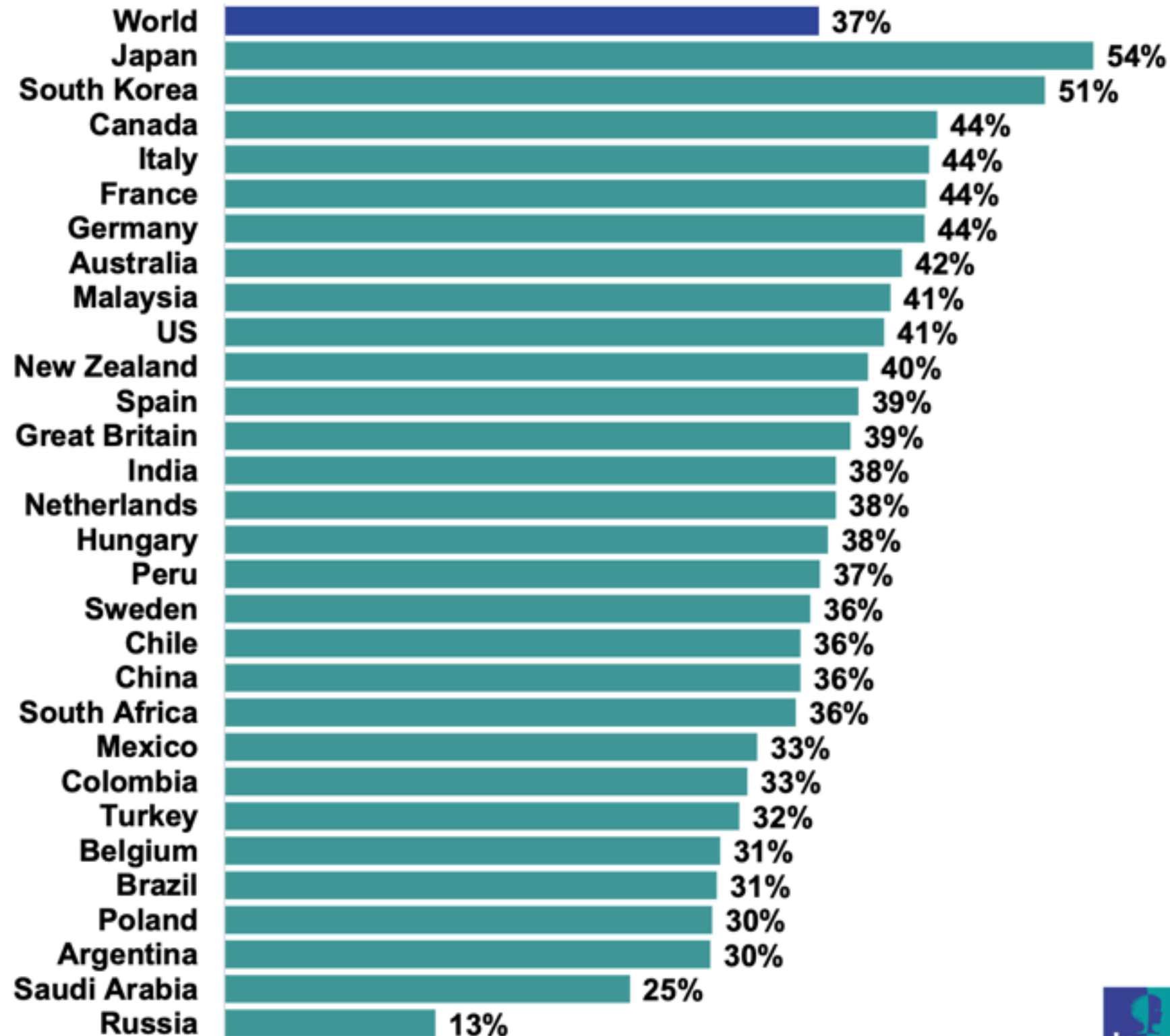
🌀 グローバルな脱炭素財政出動競争



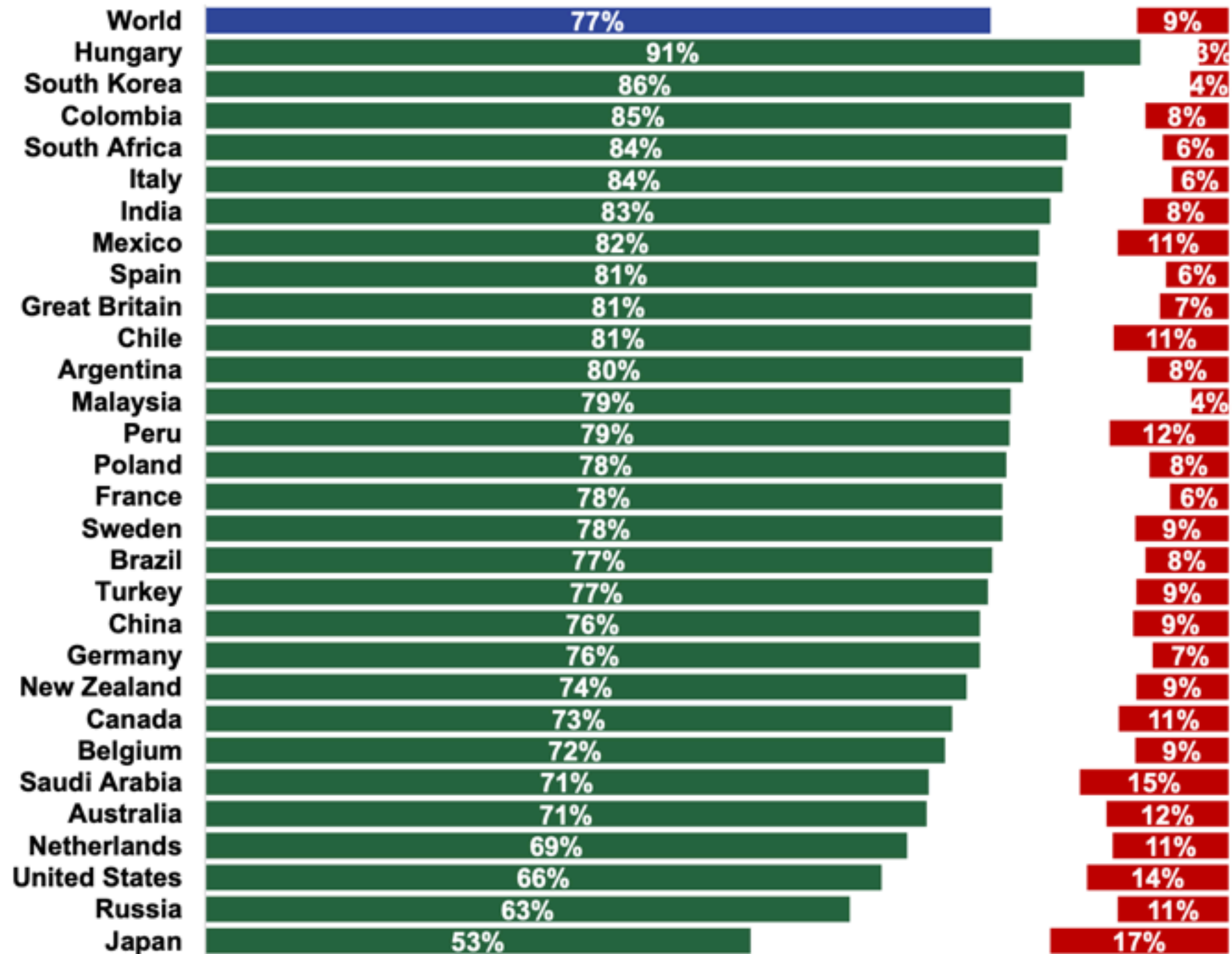
🌀 欧米人とアジア人の世界観の違い



最も重要な環境問題は温暖化ですか？



☞ 人間の活動が気候変動に影響していると思うか？



2014年69%からダウン

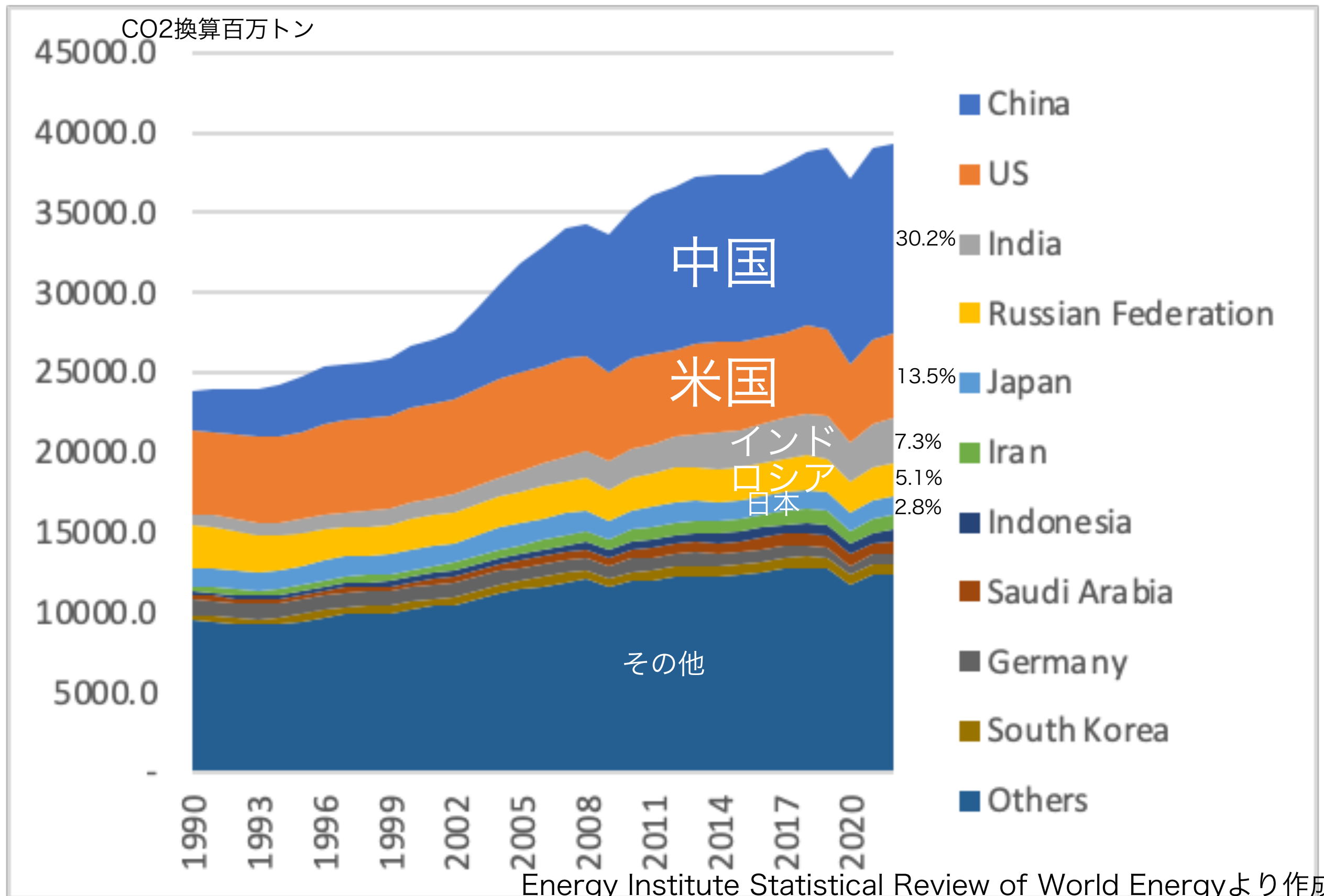
■ Strongly agree/tend to agree

■ Tend to disagree/strongly disagree



IPOS 2020

各国の温室効果ガス排出量



3. エネルギー安全保障とは

☞ エネルギー政策とは

エネルギー政策（広義）

エネルギー政策（狭義）

- ・ 電力政策 エネルギー政策（最狭義）
 - 火力、**原子力、再エネ、系統、市場設計**
- ・ 燃料政策
 - 石油、ガス、石炭、ウラン、調達・流通
- ・ 省エネ政策

エネルギー関連産業政策

- エネルギー消費産業
 - ・ 製造業、製鉄、セメント、製紙、化学等の産業政策
- エネルギー消費機器産業
 - ・ 自動車、家電等

エネルギー
安全保障政策

外交安保

環境政策

気候変動

エネルギー
産業政策

産業政策

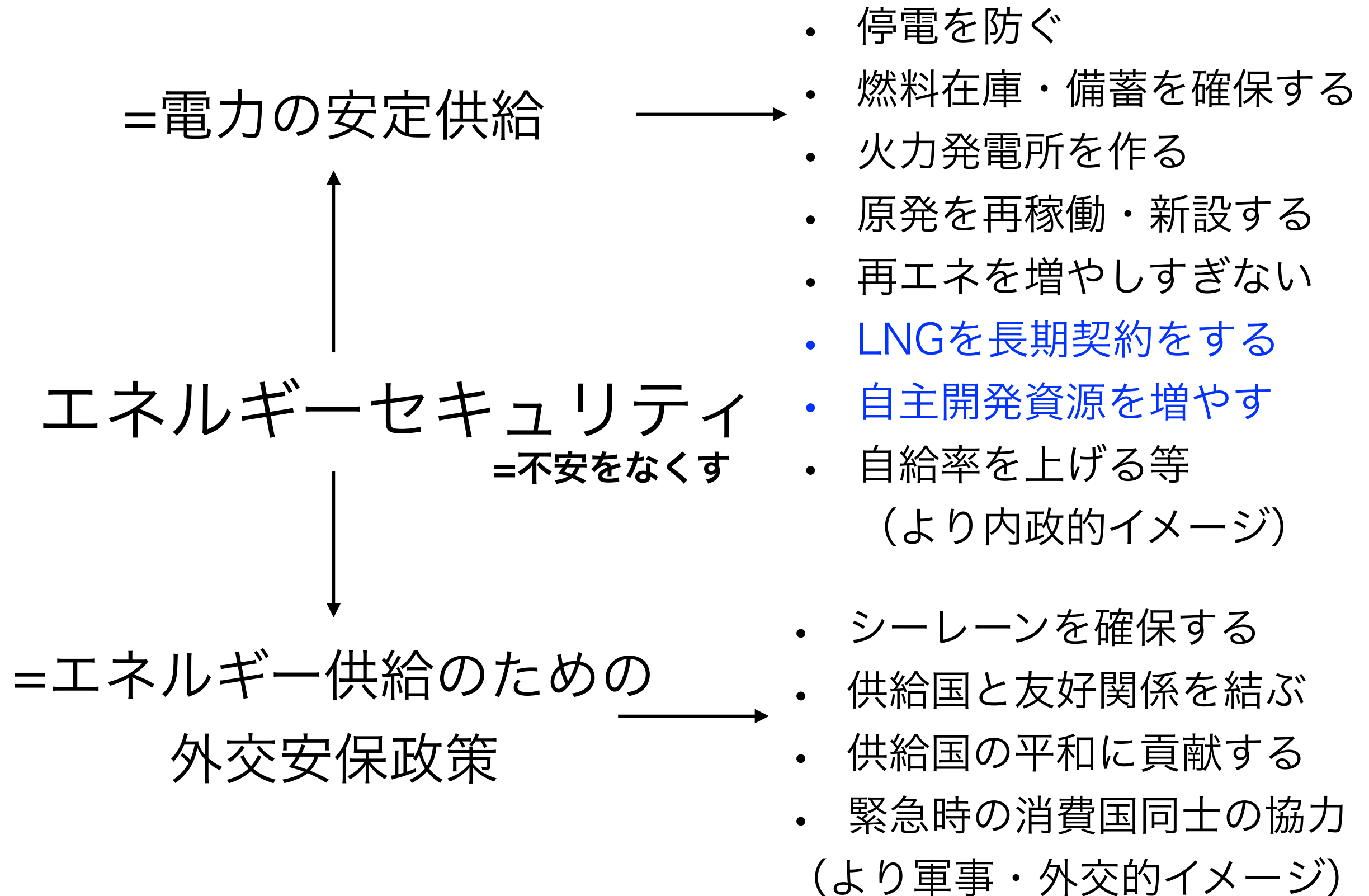
他、研究開発、教育など

☑エネルギー政策の原則 S+3E



(経産省資料より)

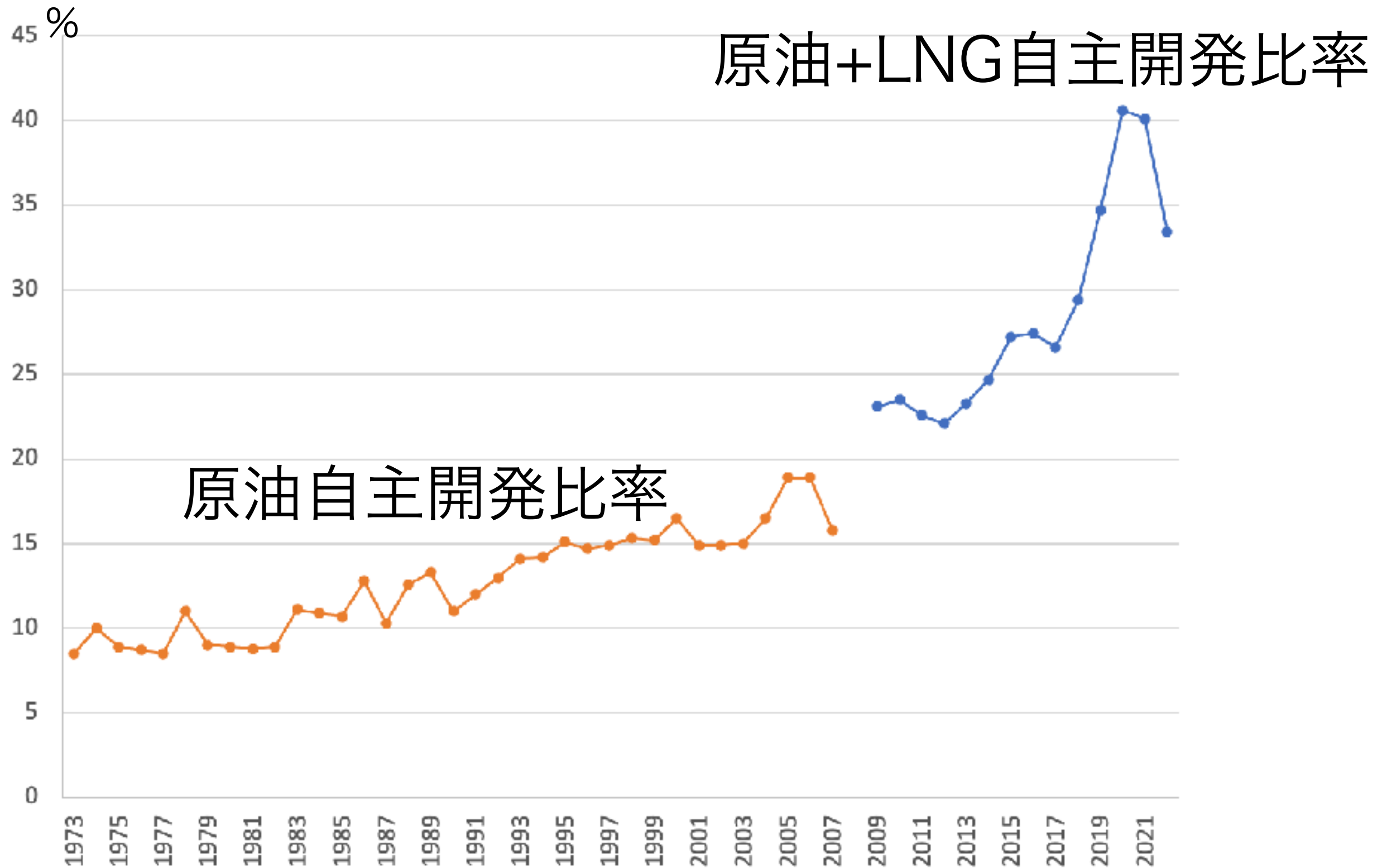
④「エネルギー安全保障（セキュリティ）」とは何か



⌘ エネルギー安全保障が危ぶまれた主な事例

- ・ 1941年 ABCD包囲網による対日石油禁輸
- ・ 1973年・1979年 石油危機
- ・ 2011年 福島第一原発事故→計画停電
- ・ 2021年 日本LNG供給危機
- ・ 2022年 ノルドストリーム破壊
- ・ 2022年 サハリン1,2プロジェクト接收

自主開発資源の拡大



経産省資料より作成

4. これからの日本のエネルギー戦略



🔗 なぜ日本は脱炭素しなければならないのか

1. 企業の財務戦略のため

- ・ 金融市場からの評価のため
 - 機関投資家・金融機関からの評価、TCFD、ESG投資対応、資金調達
- ・ 政府支援を引き出すため
 - GI基金支援事業、GX債支援、、、

2. 企業の競争力のため

- ・ 顧客ニーズ（財市場）対応のため
 - 自動車業界の要求、EU規制、サプライチェーンでの脱炭素
- ・ 人材獲得（労働市場）のため
 - 企業のイメージ、将来の事業持続性

3. ポスト石油時代対応のため

- ・ 石油供給の将来懸念

2/10 GX実現に向けた基本方針 閣議決定

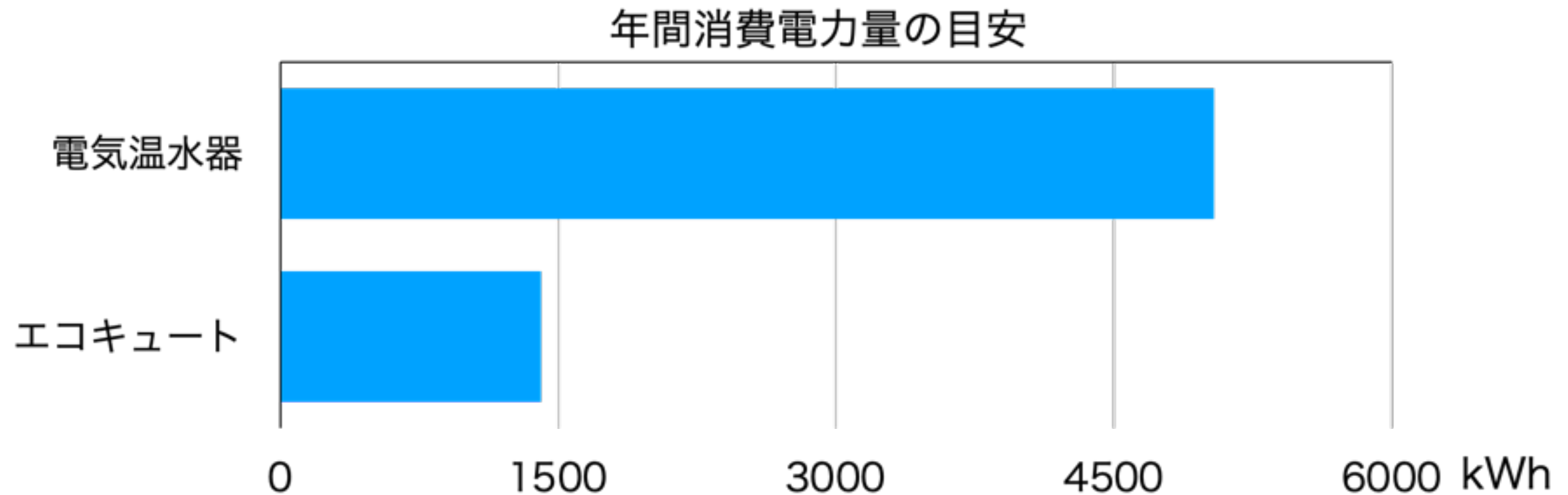
(1) エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

- ①徹底した省エネ・・・断熱窓改修等
- ②再エネの主力電源化・・・北海道から海底直流送電等
- ③原子力の活用・・・建替えの具体化、60年運転
- ④その他の重要事項・・・水素アンモニア値差支援等

(2) 「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

- ①GX経済移行債・・・10年20兆円
- ②成長志向型CP・・・排出量取引、炭素に対する賦課金
- ③新たな金融手法・・・GX推進機構設立等
- ④国際戦略等・・・AZEC、リスキリング等

⚡ 電気温水器をエコキュートに変えるだけで



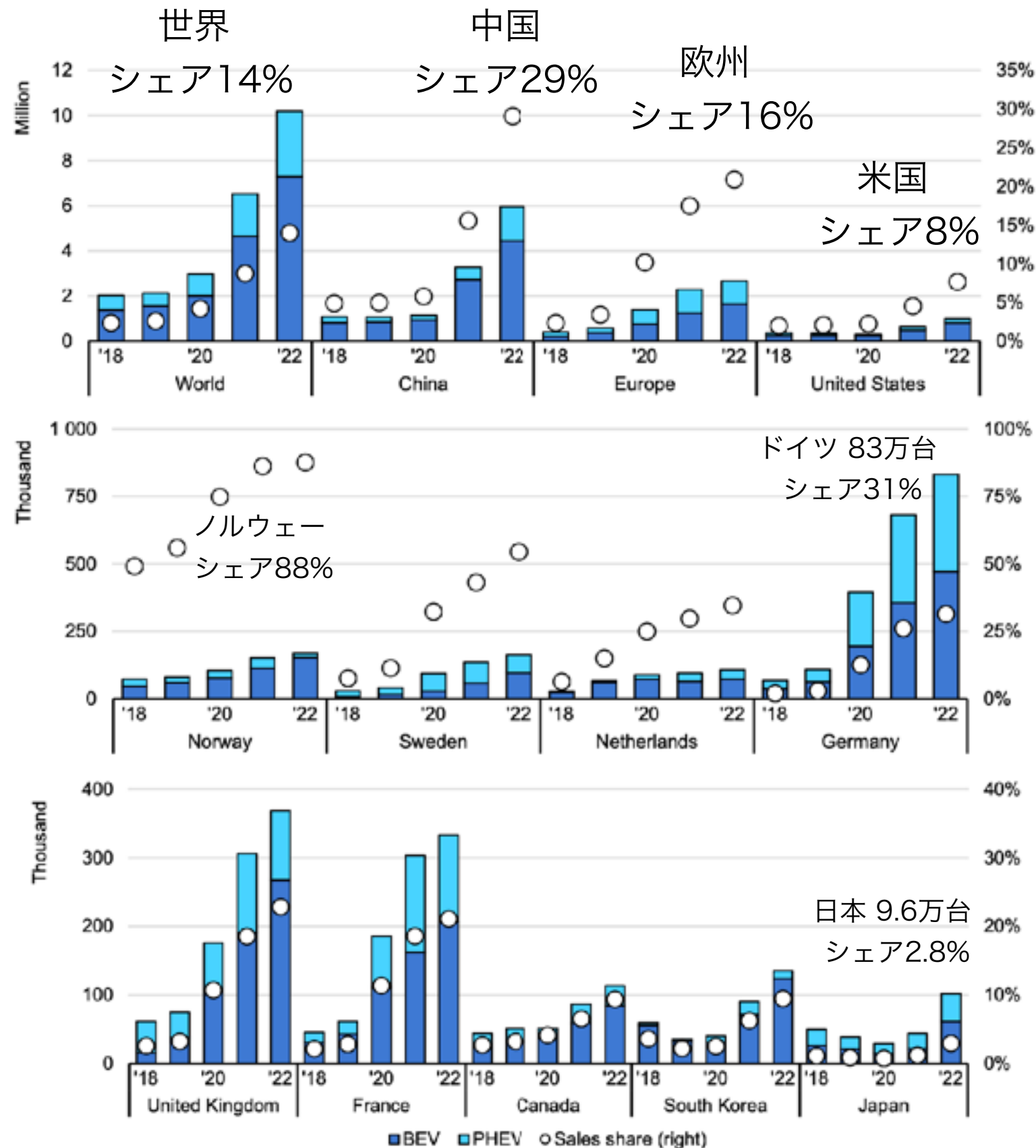
- ✓ 年間12万円の電気代節約！ 4～5年で投資回収
- ✓ 1000億円分のLNG節約！ (100万台分置き換えた場合)
- ✓ 原発3基分の出力節約！ (100万台分置き換えた場合)

- 既設電気温水器は175万台あると推計※1、うち100万台を置き換えたと仮定
- 電気温水器の一次エネルギー消費量を49GJ/年、エコキュートを13.7GJ/年と仮定※2
- カタログ値より、電気温水器の加温時出力を4.4kW、エコキュートを1.4kWと仮定
- 電気料金を33.2円/kWh、LNG価格を1000ドル/tと仮定

※1 平成23年度エネルギー環境総合戦略調査（エネルギー需給見通し上の各種対策の進展状況・進展見通し等に関する調査）報告書 三菱総研

※2 住宅事業建築主基準の判断の基準ガイドブック 建築環境・省エネルギー機構

世界のEVの売れ行き状況



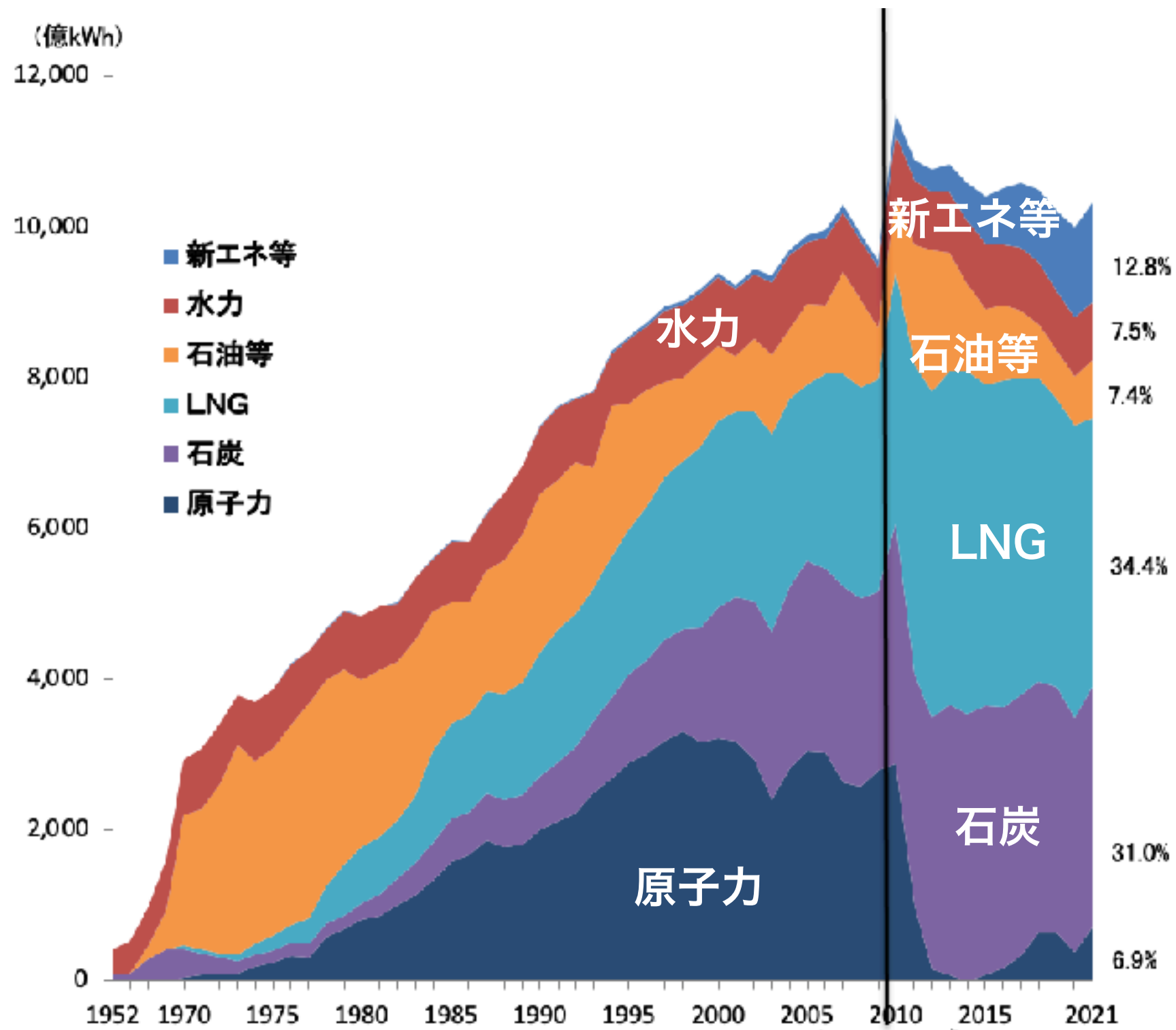
2012年10万台
2017年100万台
2022年1000万台
10年で100倍

ストックベース
2600万台
うち6割が中国

過去10年の
自動車販売成長
の7割がEV

IEA EV Outlook 2023より

日本の電源構成の推移

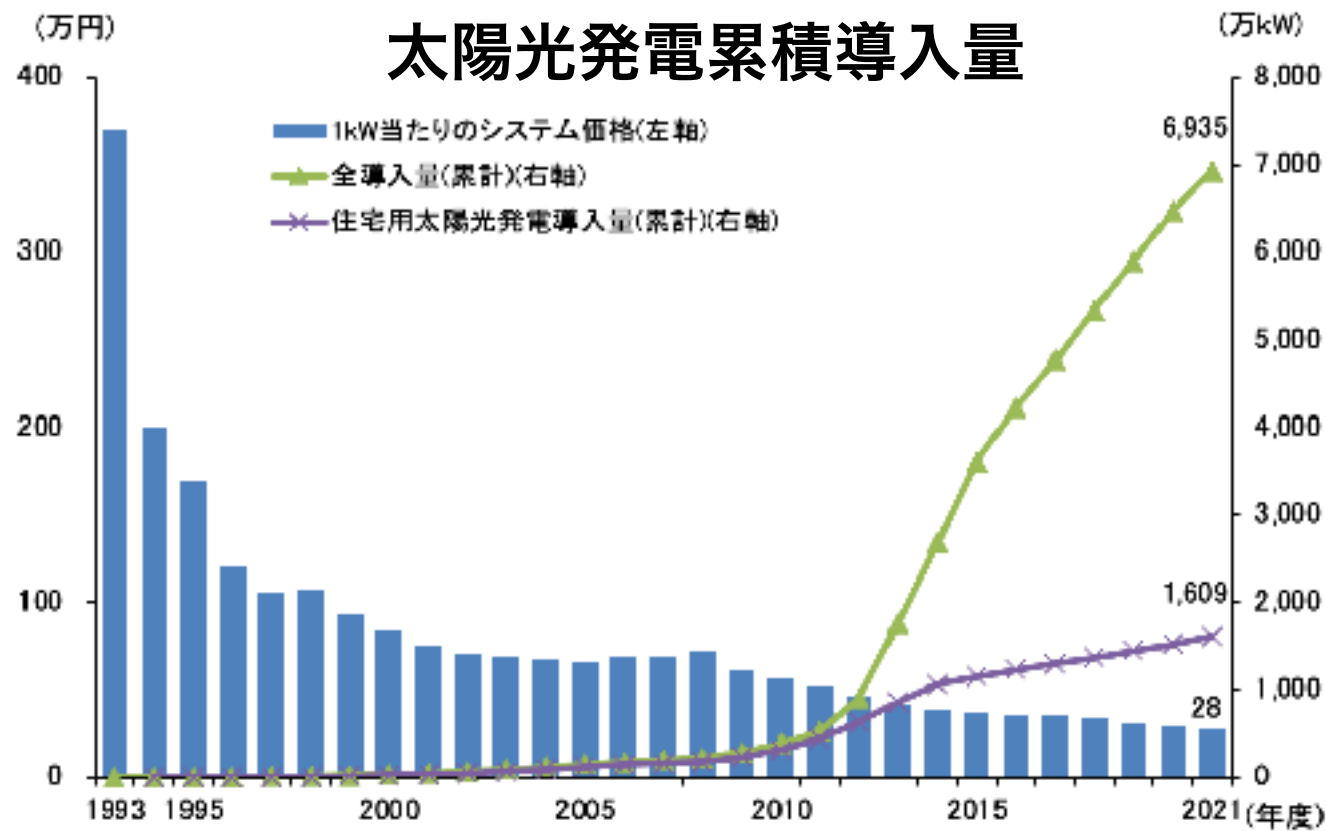


資源エネルギー庁「電源
開発の概要」、「電力供給
計画の概要」を基に作成

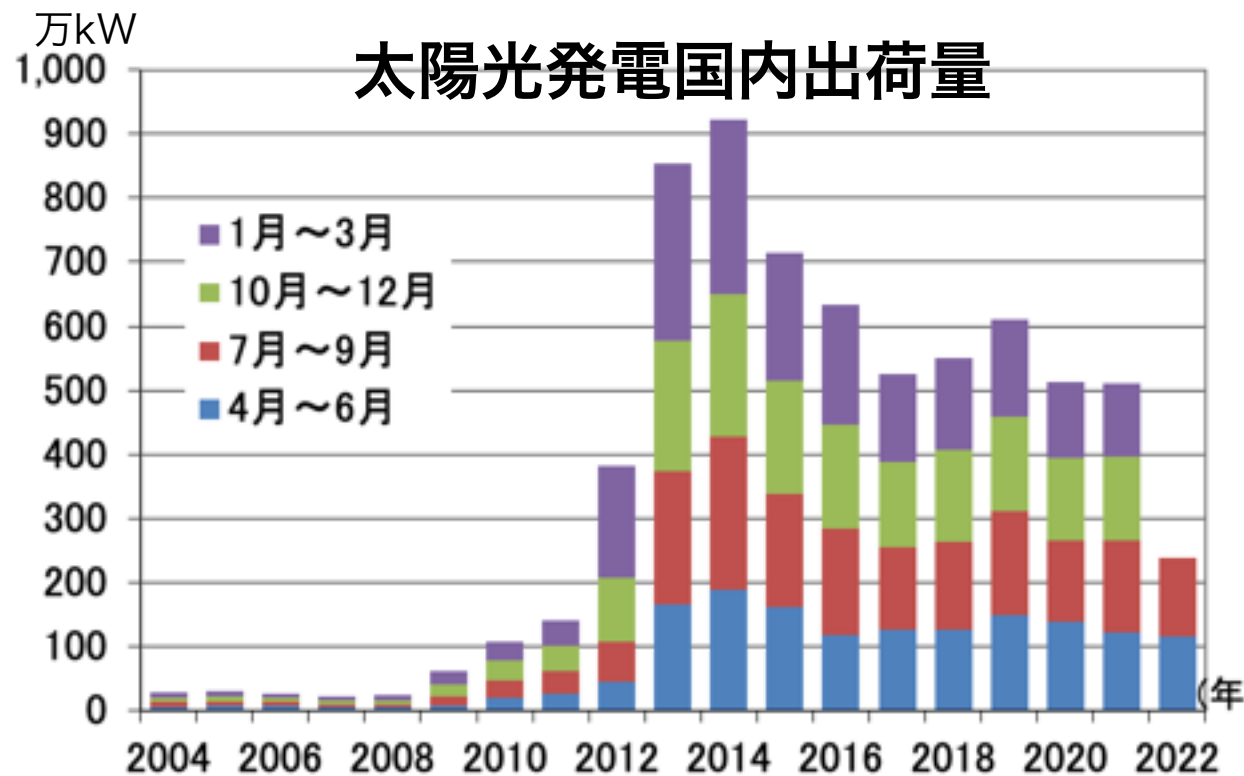
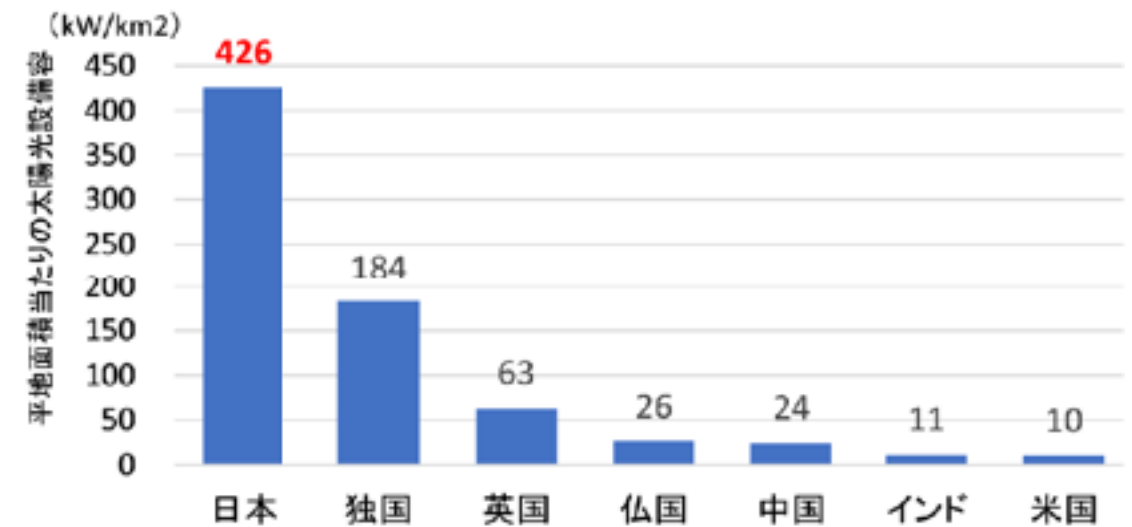
資源エネルギー庁
「総合エネルギー統
計」を基に作成

エネルギー白書2023より

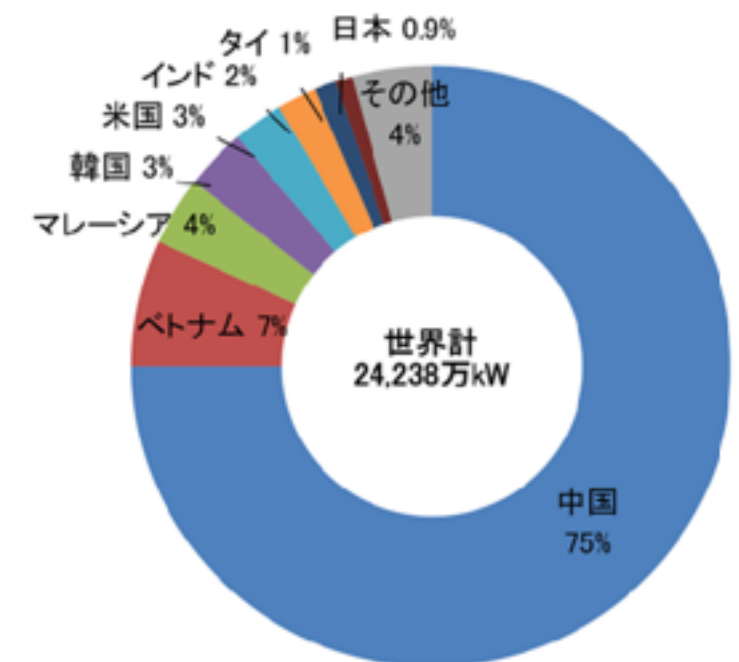
☞ 太陽光発電導入の推移



太陽光発電 平地面積あたり導入量



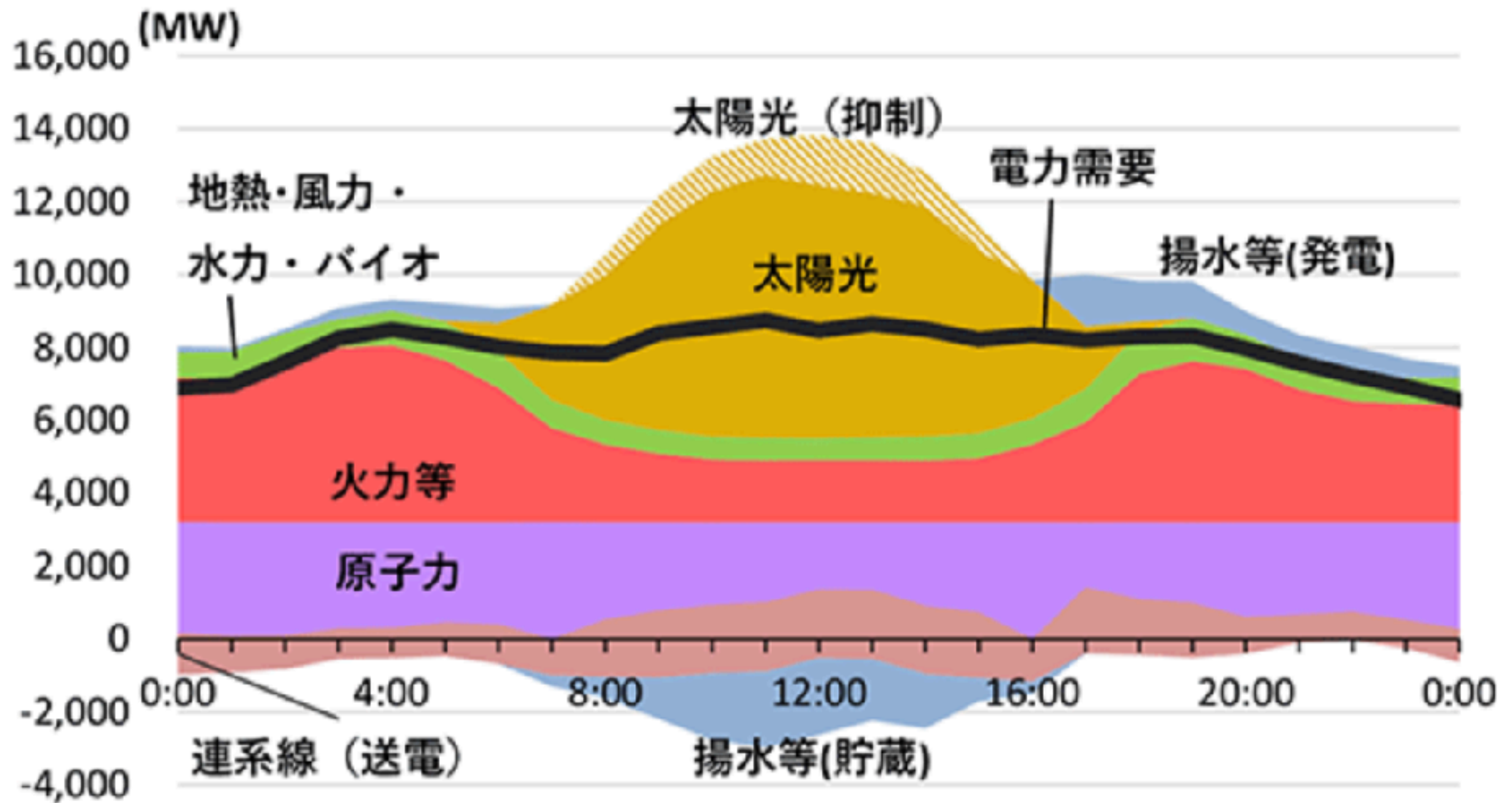
太陽光発電モジュール生産量



エネルギー白書2023、経産省資料より

☞ 出力抑制の必要性

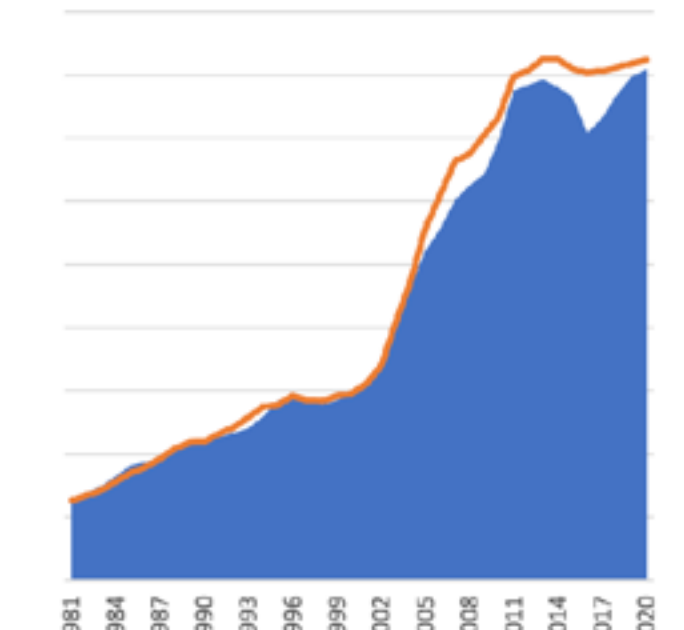
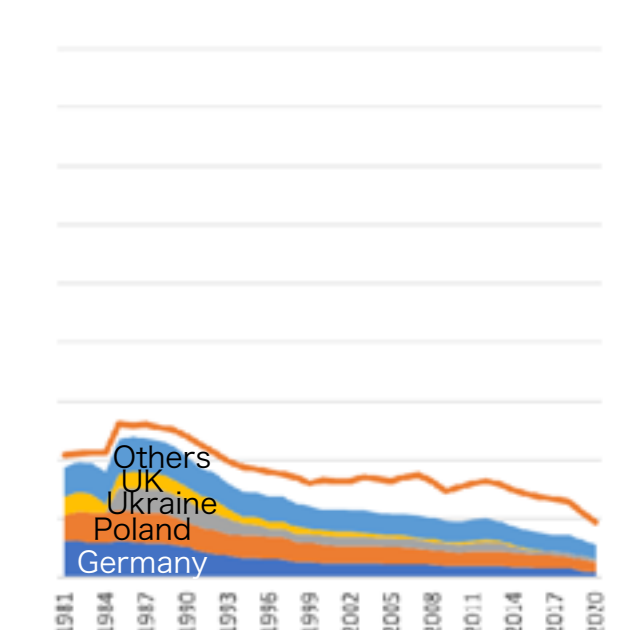
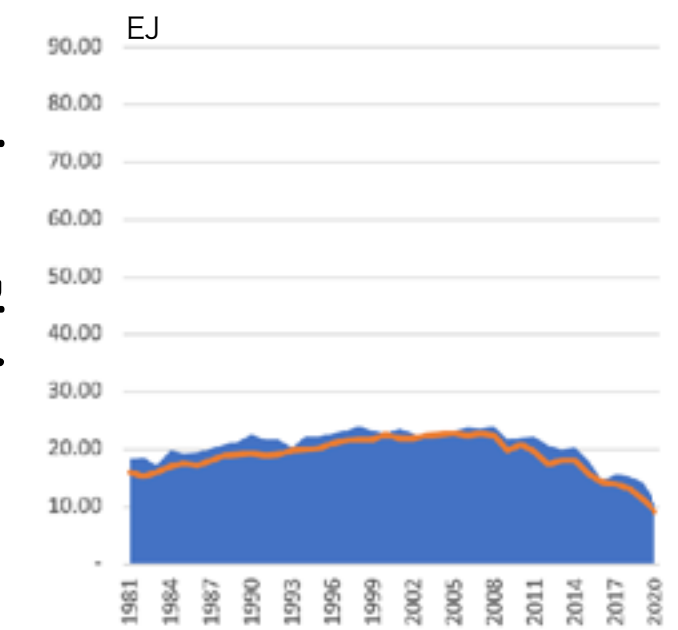
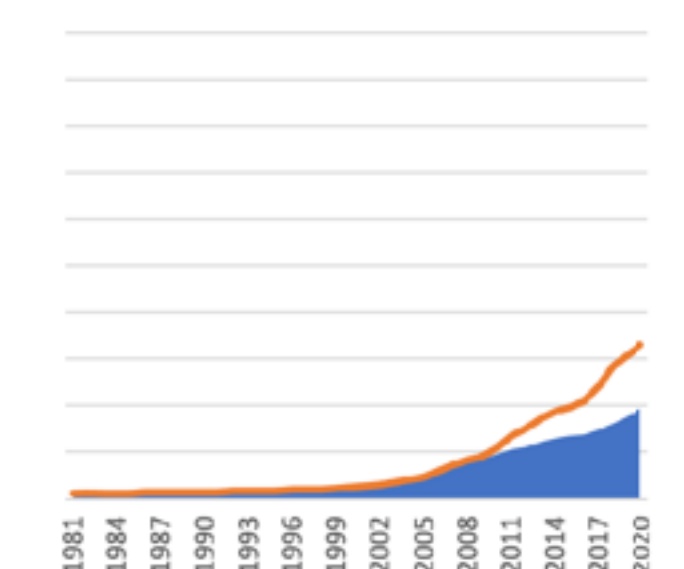
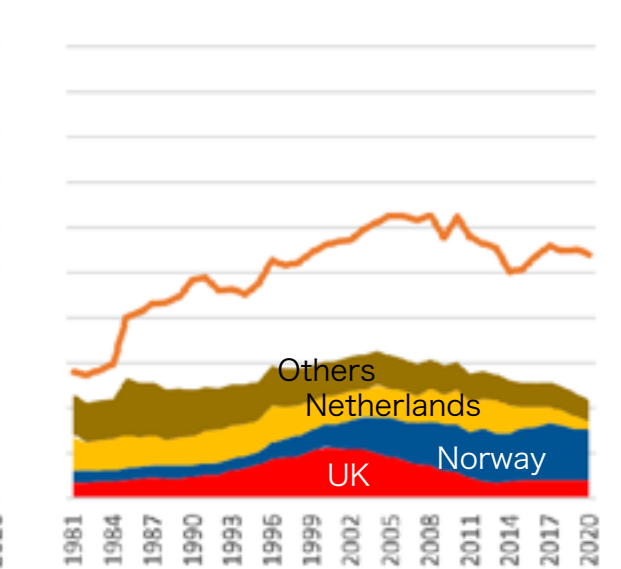
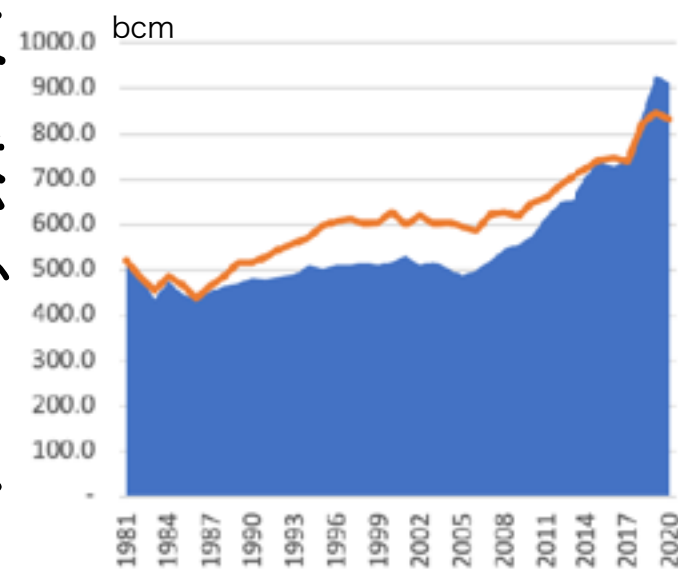
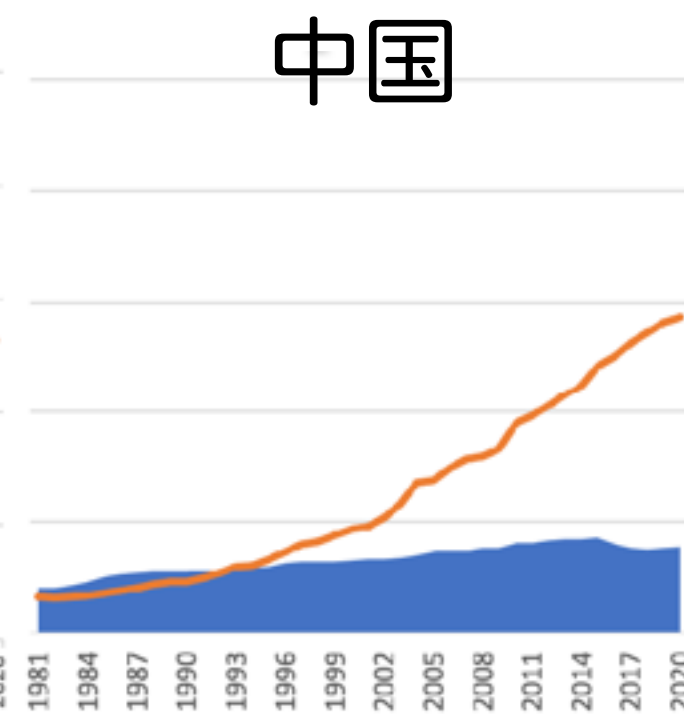
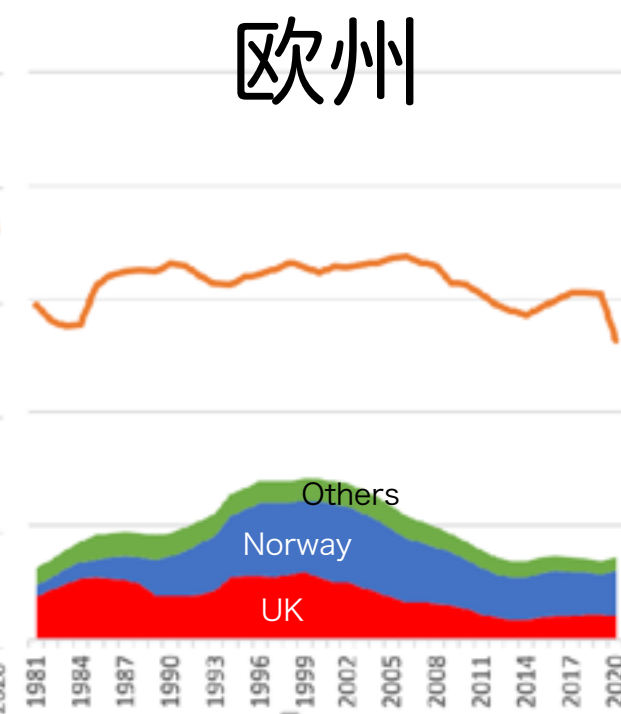
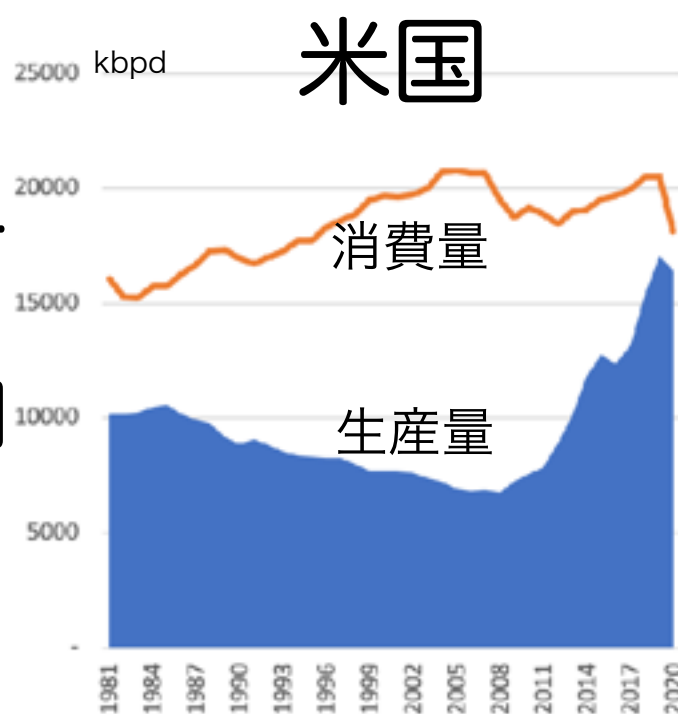
【第213-2-14】 九州エリア需給実績と出力抑制の状況（2020年4月30日）



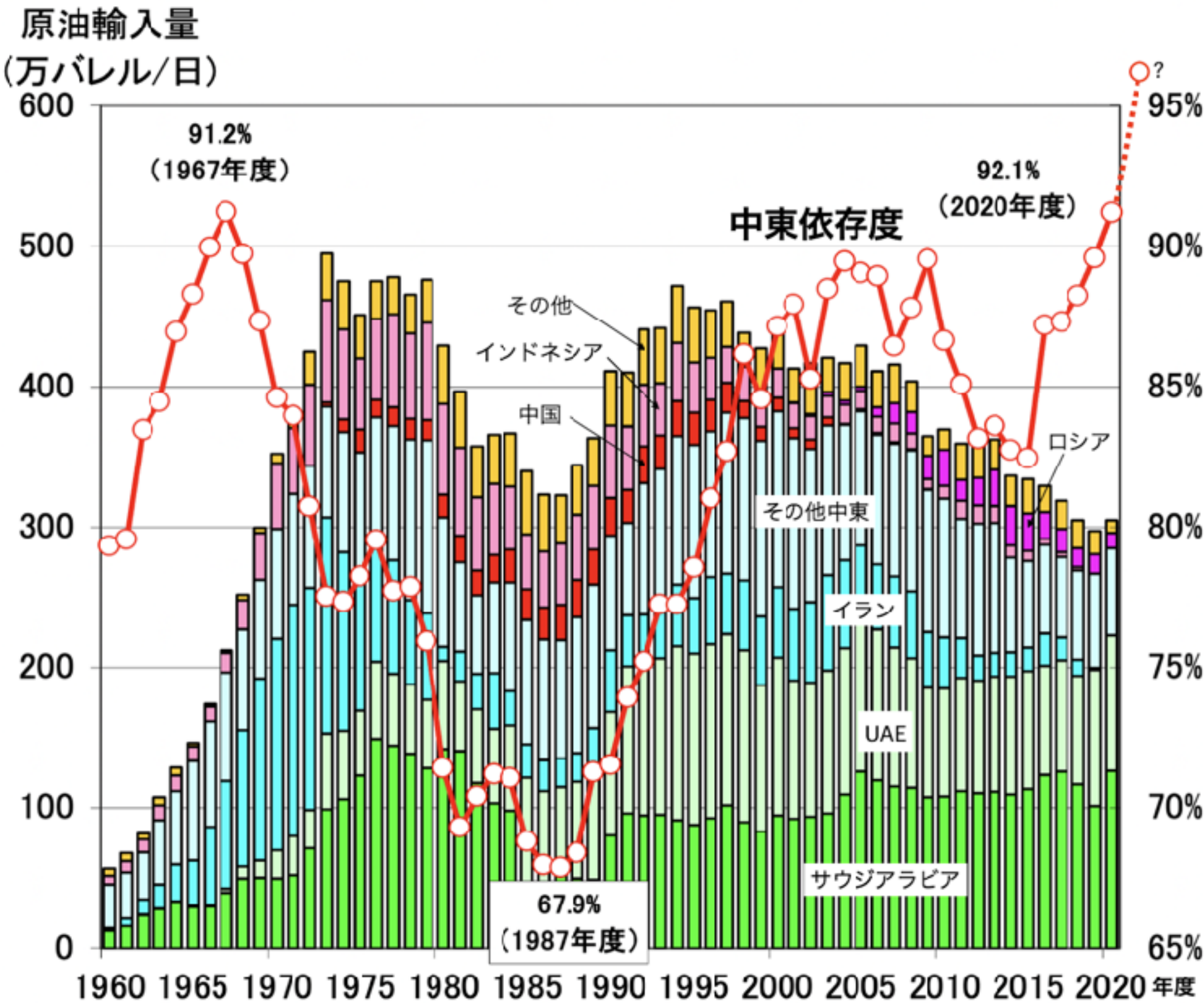
石油

天然ガス

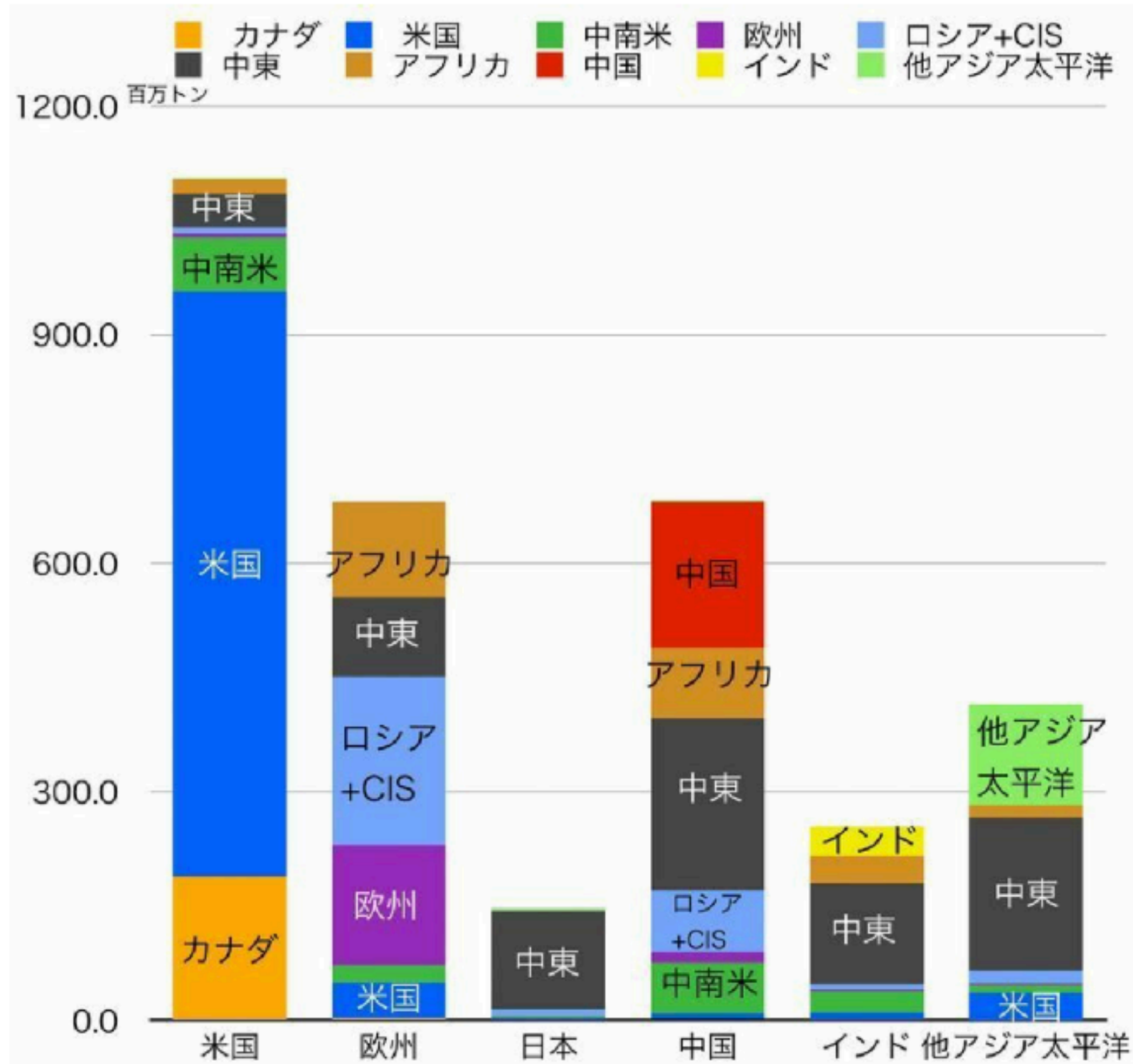
石炭



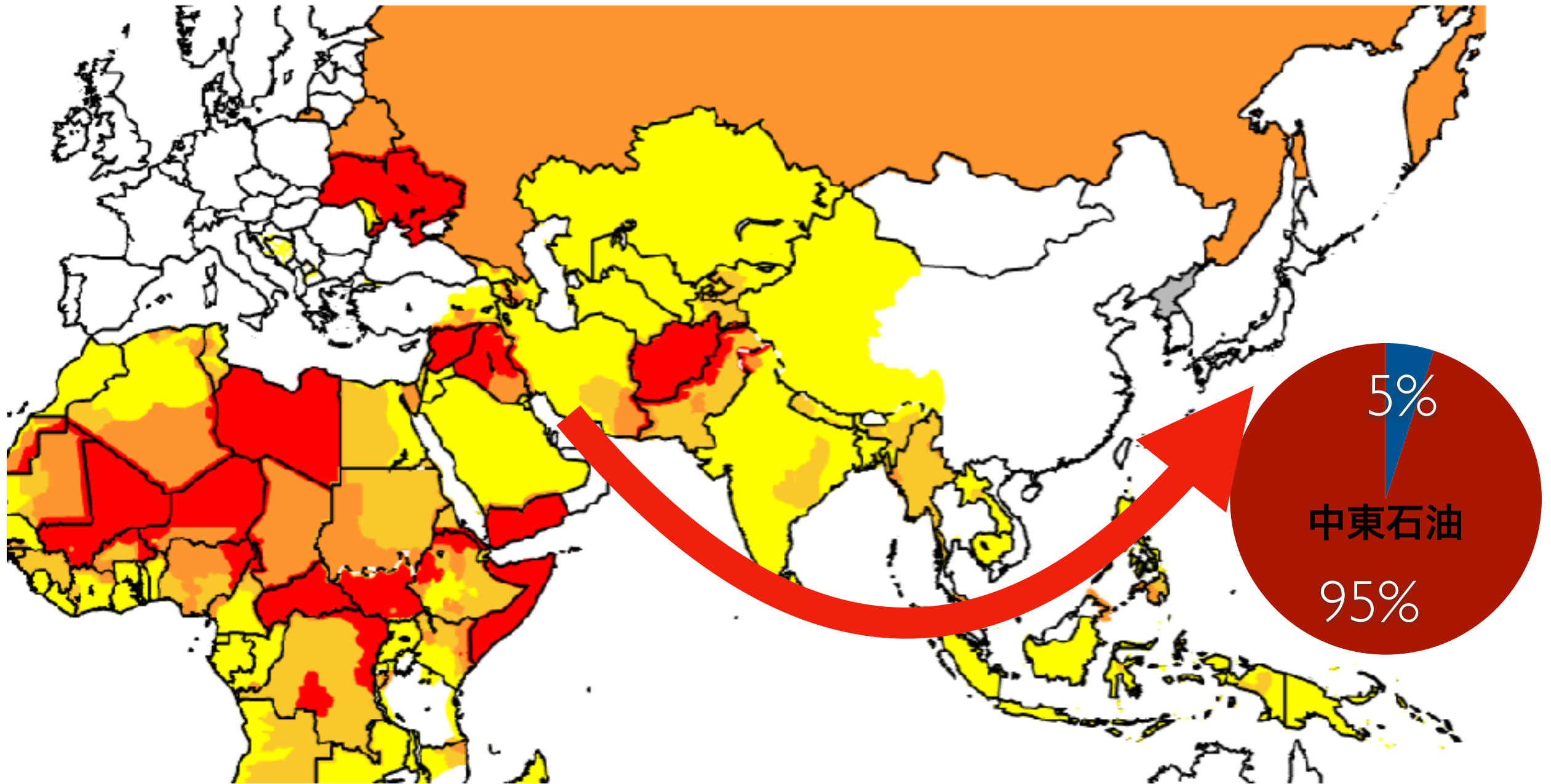
日本の中東依存度の推移



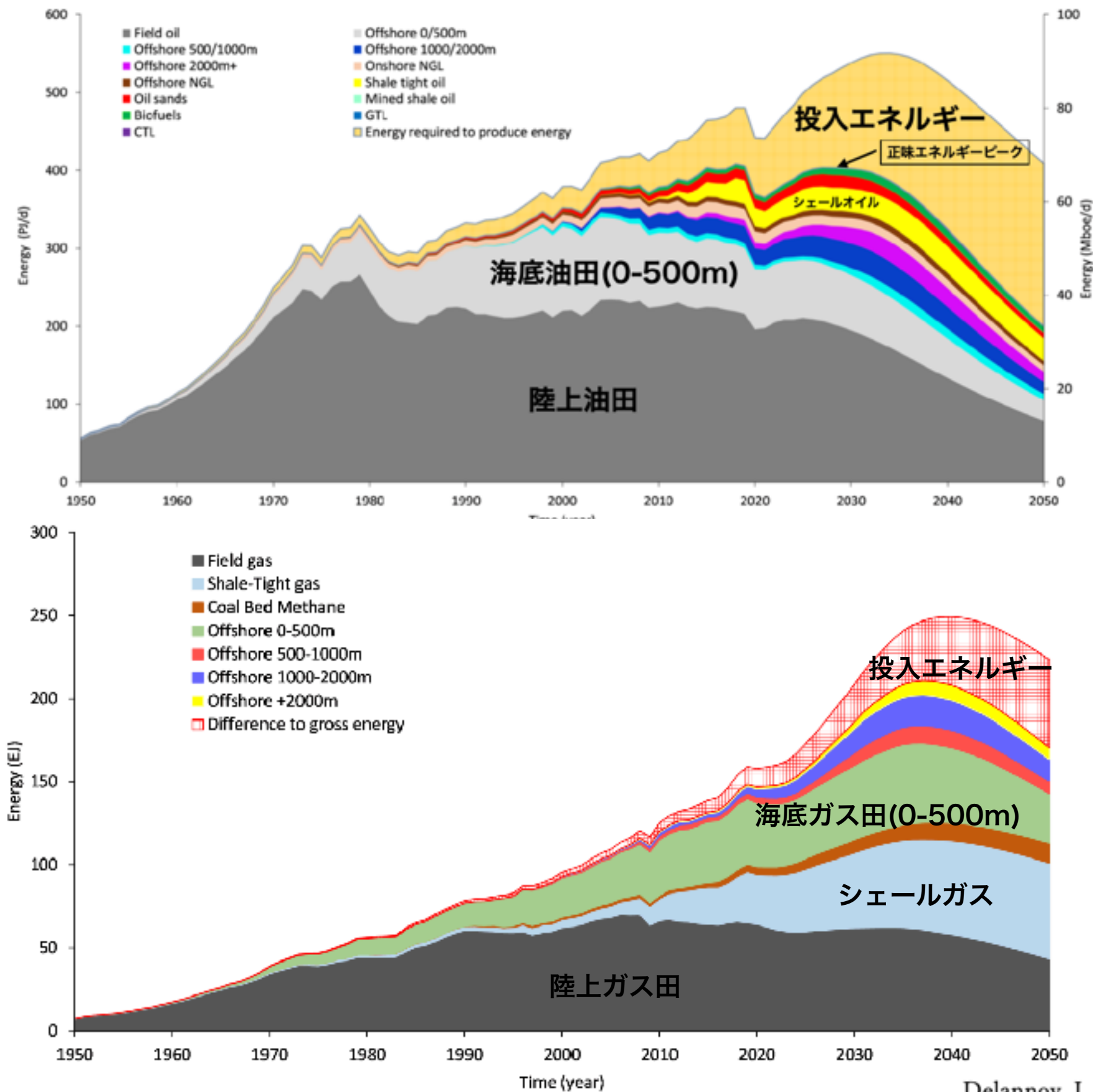
中東依存度が高いのは日本だけ・・・



⌘ 高まる中東リスク



石油・ガスの実質供給ピーク

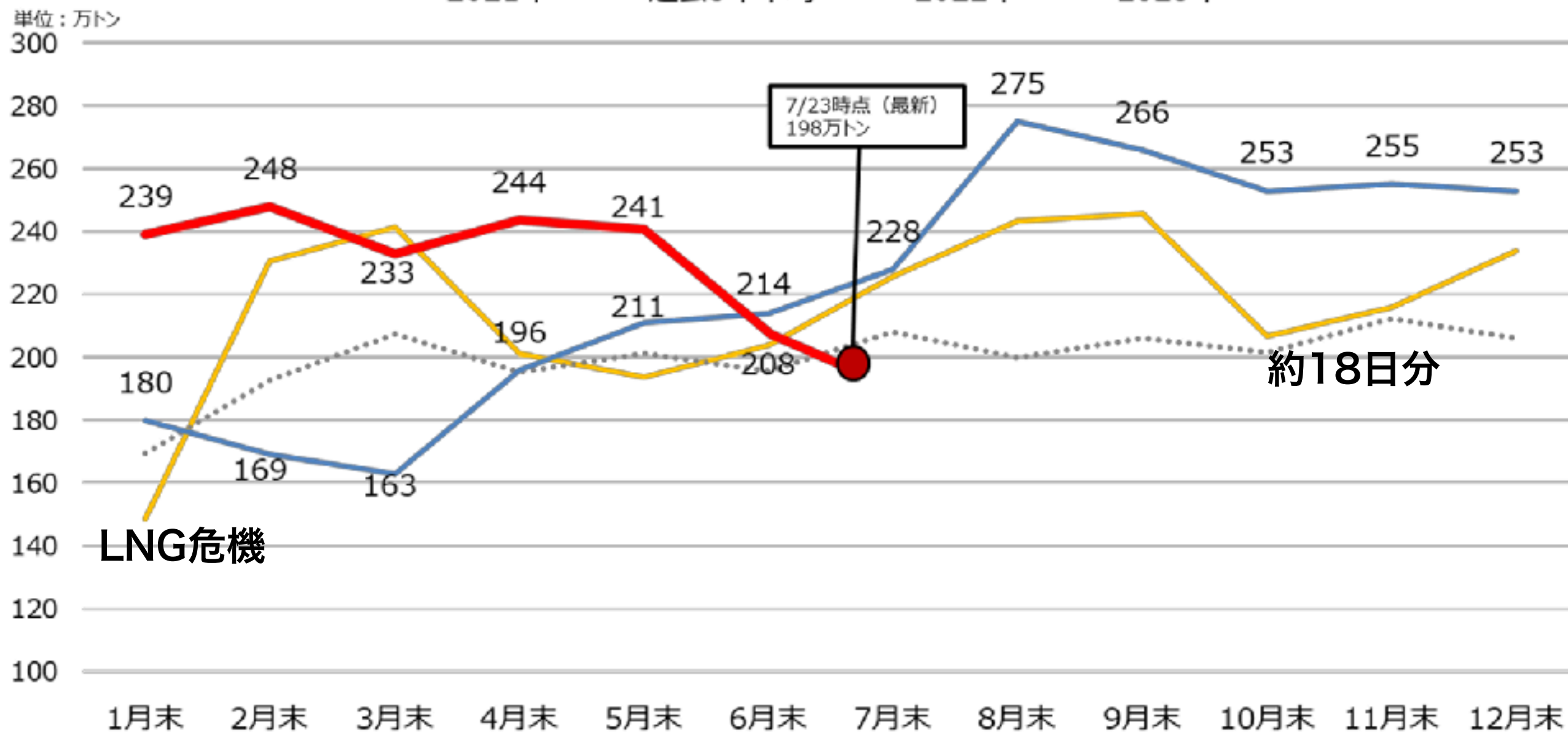


Delannoy, L., et al. 2021. より

少ないLNG在庫量

大手電力発電用LNG月末在庫量の推移と最新の週末在庫量

— 2021年 過去5年平均 — 2022年 — 2023年

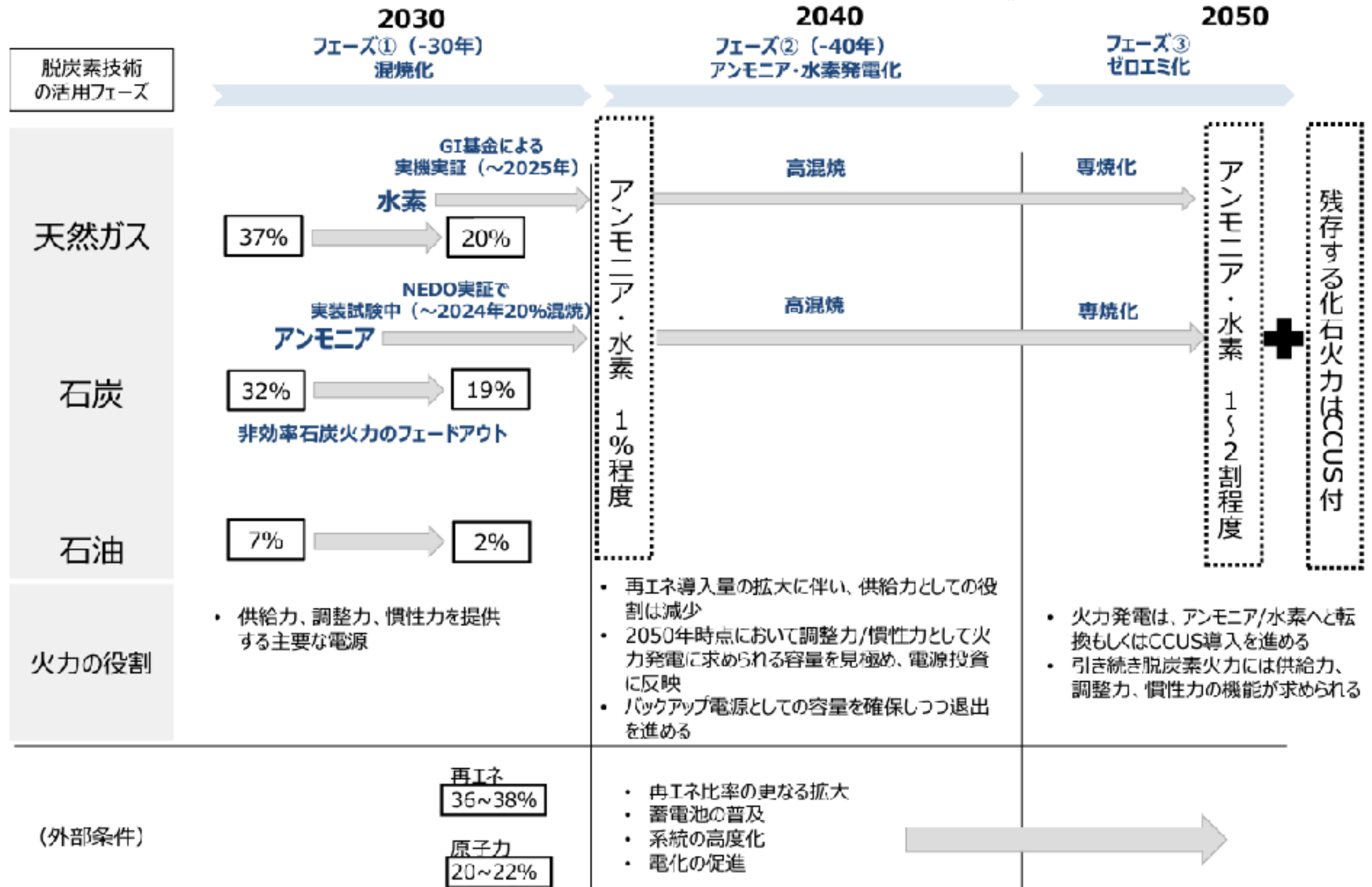


https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electricity_measures/pdf/denryoku_LNG_stock.pdf

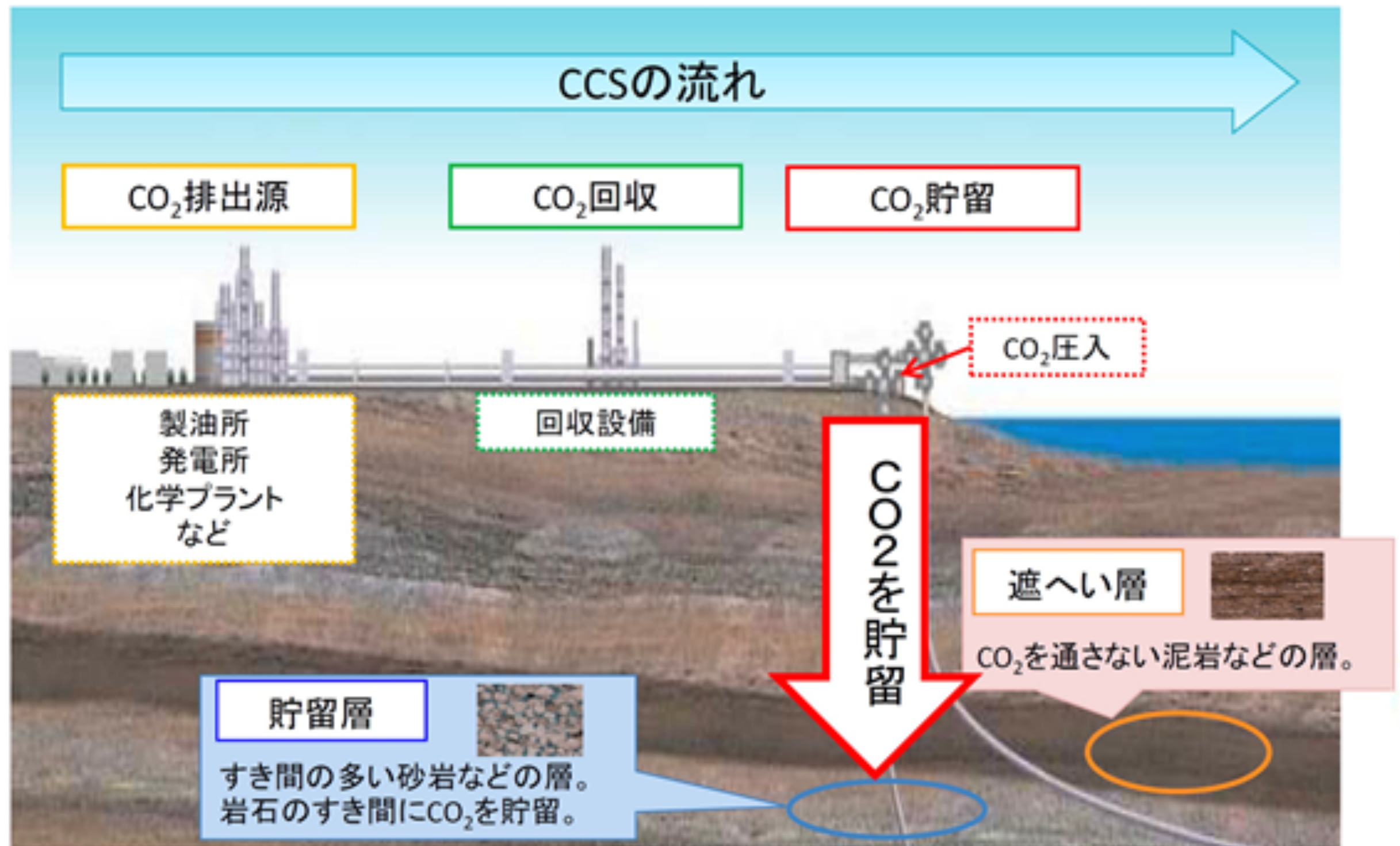
2050年に向けた火力発電のロードマップ

2050年に向けた火力発電のロードマップ（イメージ案）

※現時点ではイメージ案であり、今後の議論を踏まえ修正されていくもの。



☞ CCSの可能性



🔄 ご静聴ありがとうございました

公式X📄、公式Youtube📺 開設!



ポスト石油戦略研究所
Post-oil Strategy Institute

“ポスト石油”時代を日本が生き抜いていくため

既存の業界にとらわれず

必要な変革を導く”シンクタンク”

学生インターン募集中！