自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

エネルギー危機と自然エネルギー

今こそエネルギー転換を進める時

2022年7月1日

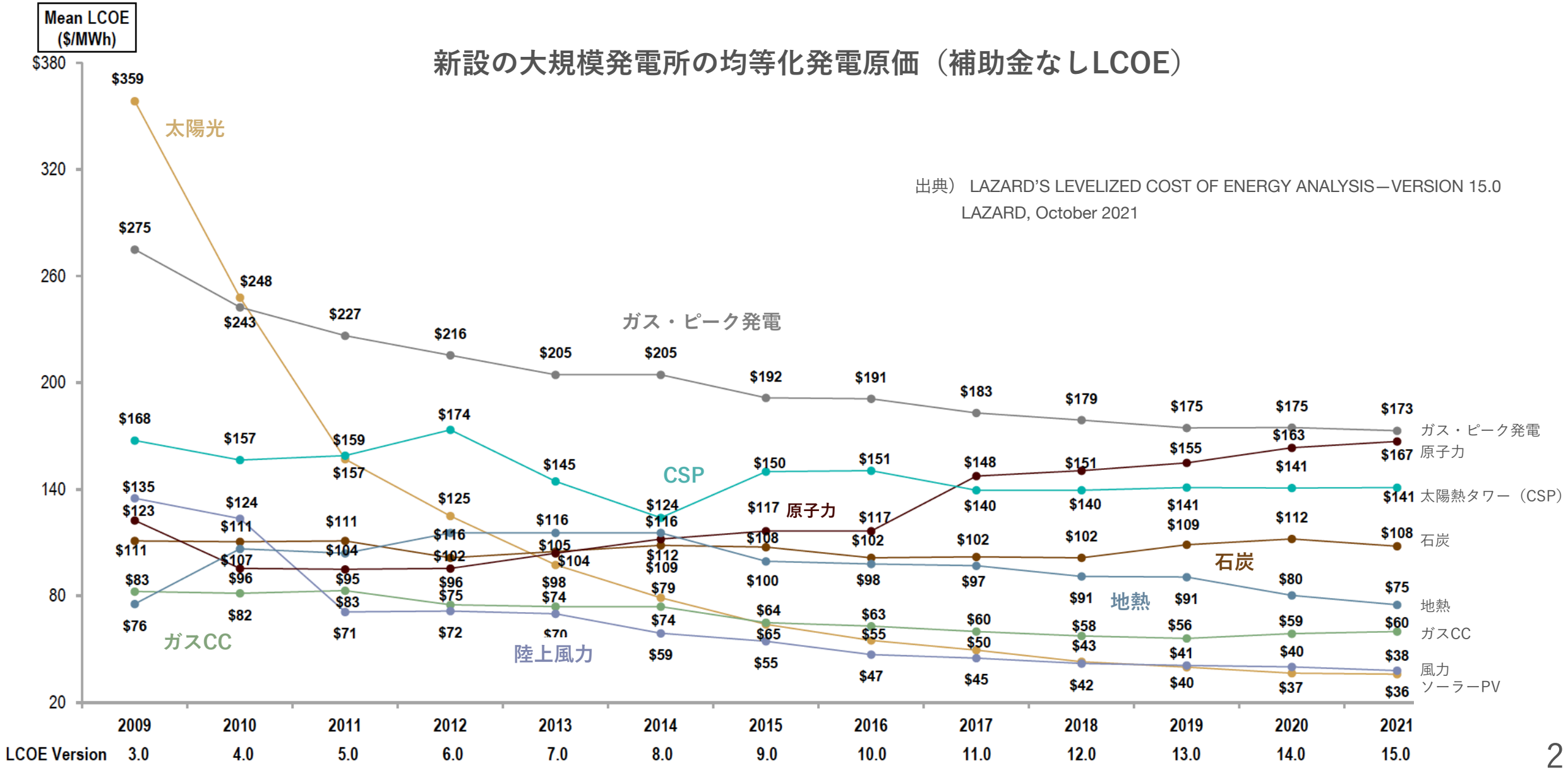
FoEジャパンオンラインセミナー：

原発はグリーンか？　欧州のエネルギー事情とEUタクソノミーのゆくえ

大林 ミカ 事業局長
公益財団法人 自然エネルギー財団

世界では・・・自然エネルギーが一番安い電源に

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

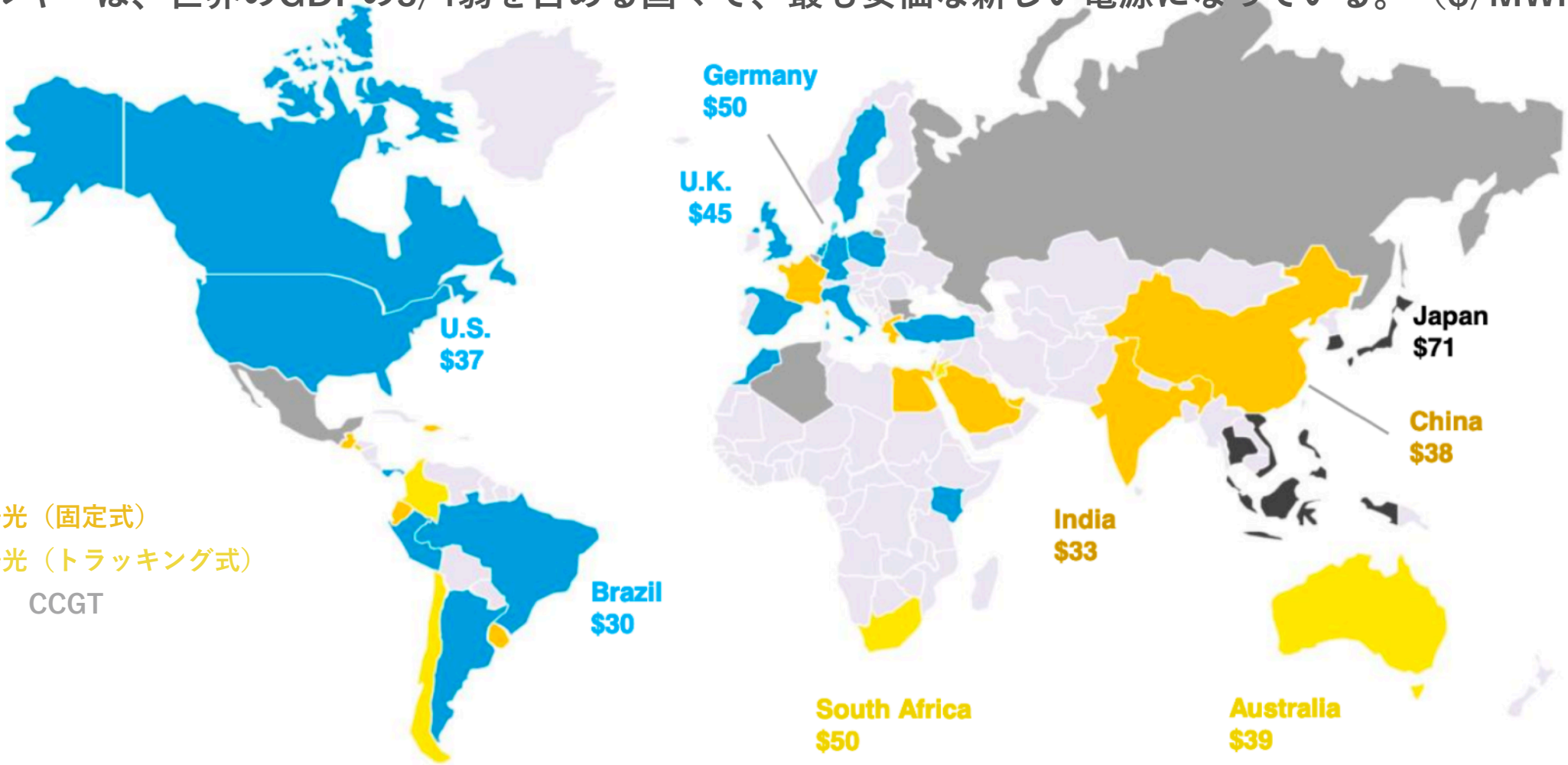


世界では・・・自然エネルギーが一番安い電源に

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

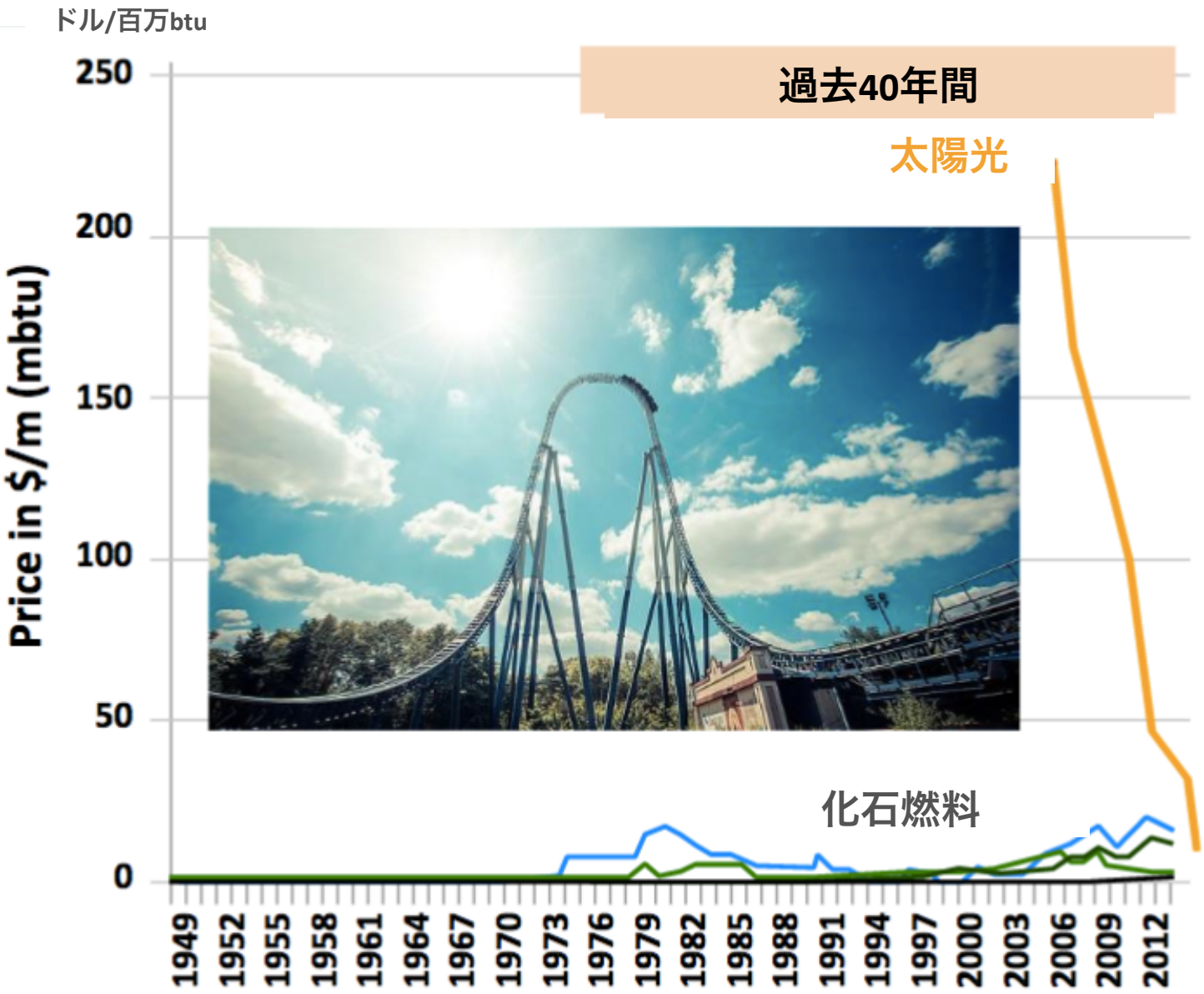
Renewables are now the cheapest new electricity in countries making up just under ¾ of world GDP

自然エネルギーは、世界のGDPの3/4弱を占める国々で、最も安価な新しい電源になっている。（$/MWh）



出典）BloombergNEF (2021)

エネルギー転換：太陽光の破壊的な価格低下

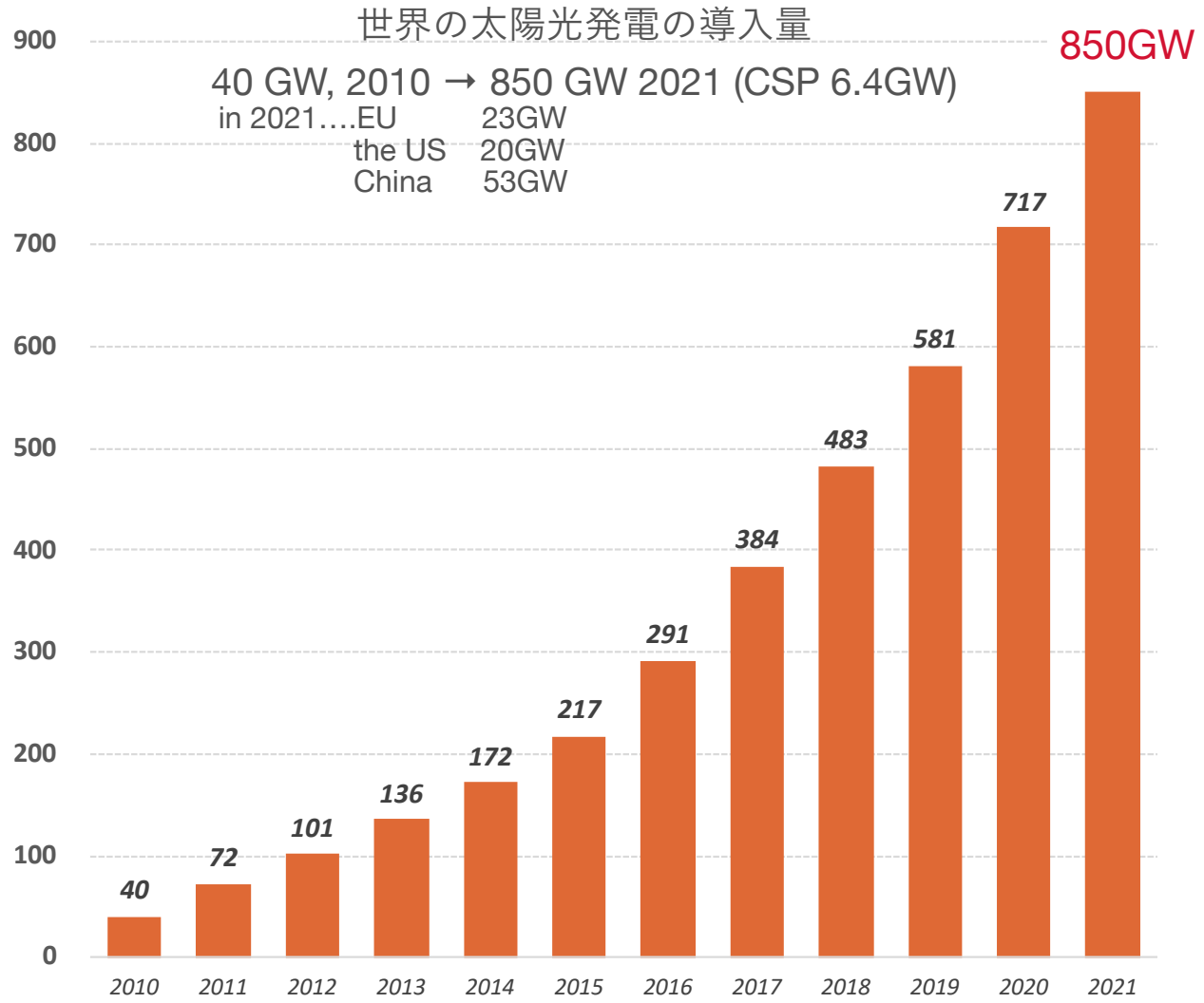


出典）Jeremy Reget, Carbon Trucker

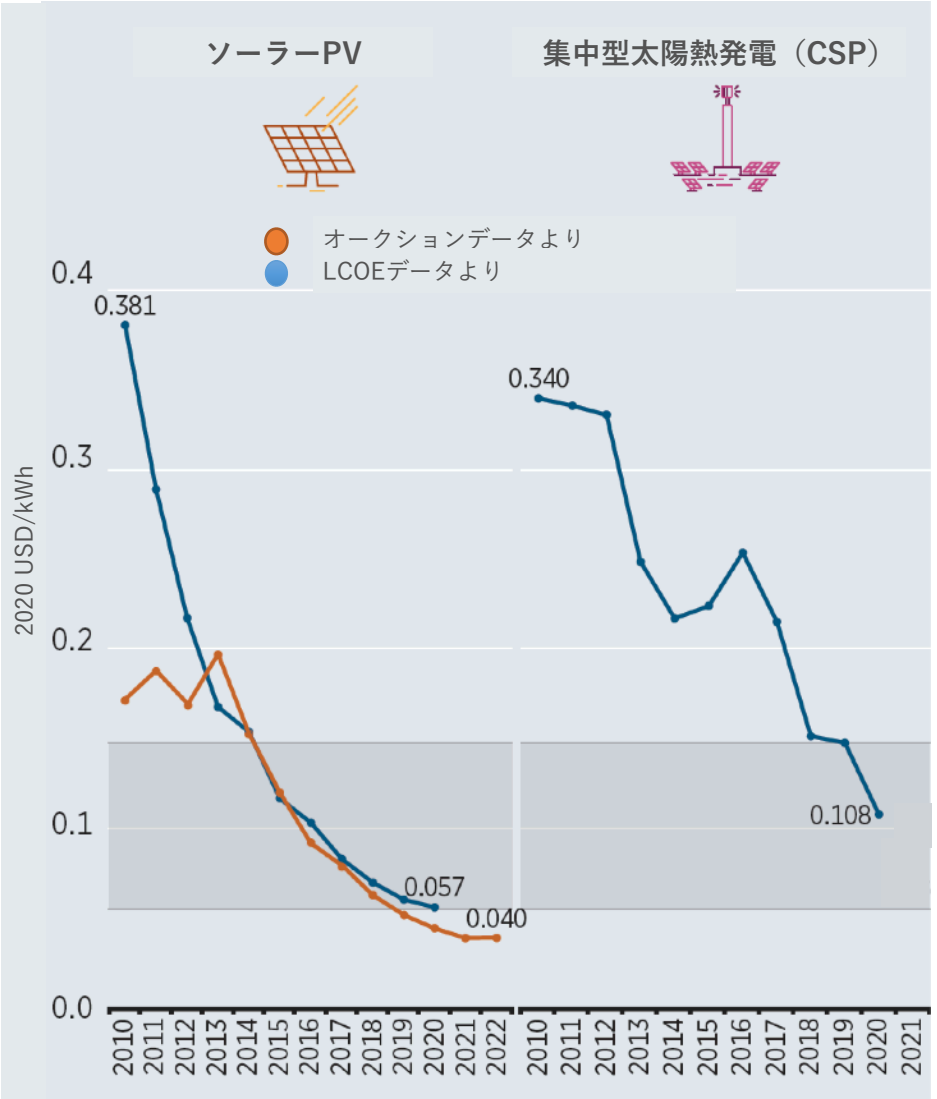
エネルギー転換：世界の太陽光発電の拡大とコスト低減

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

世界では太陽光がすべてを席巻しつつある。この10年でPVソーラーのコストは9割低下し、集中型太陽熱発電（CSP）もコストが下がってきた



出典）BP Statistics (2021), IRENA (2022), Renewable Energy Capacity Statistics 2022

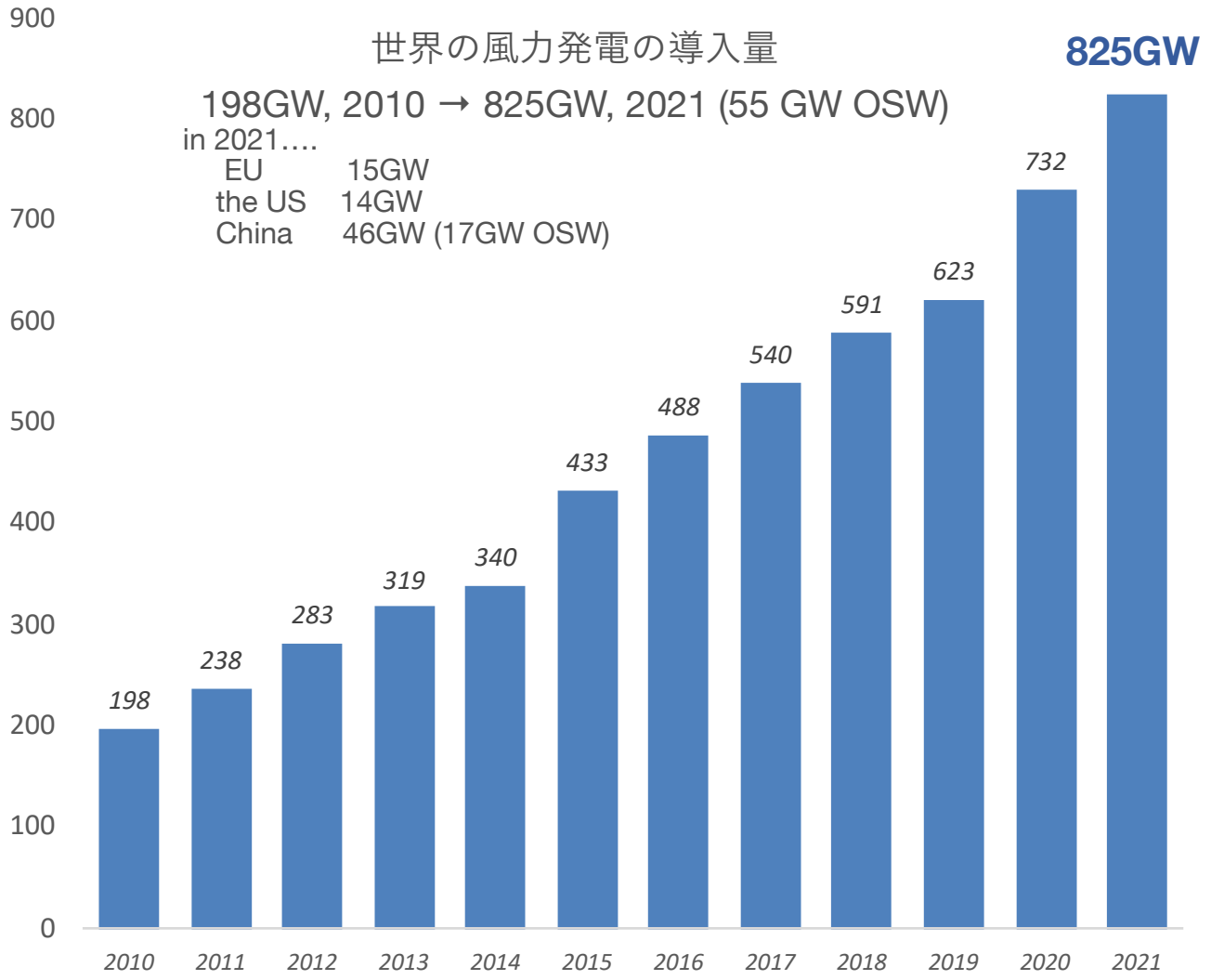


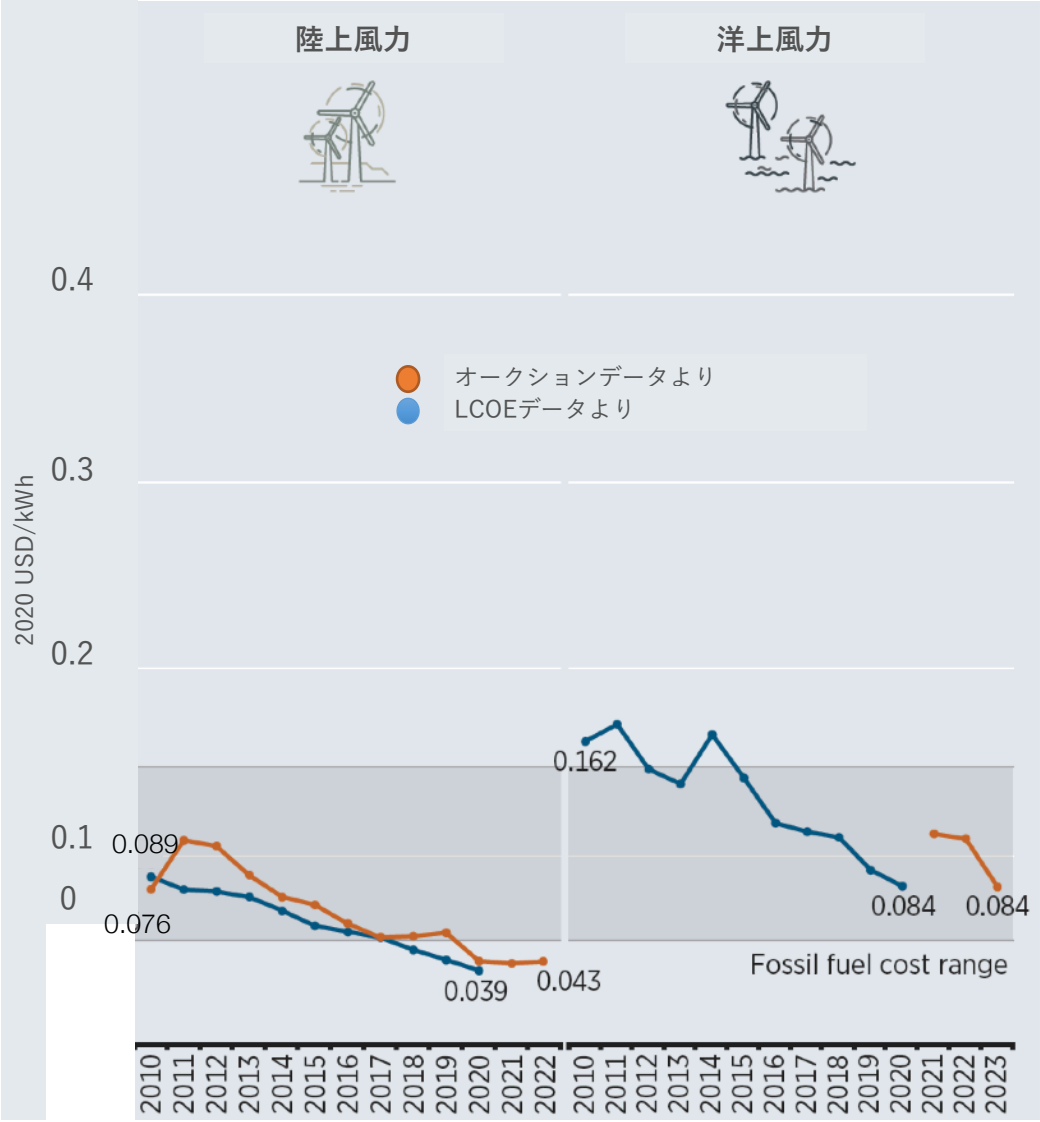
出典）IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020

エネルギー転換：世界の風力発電の拡大とコスト低減

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

風力発電は堅調に拡大。すでに競争力を持つ電源だったが、この10年でさらにコストが半減。
近年では、洋上風力という新しい技術が市場を拡大。

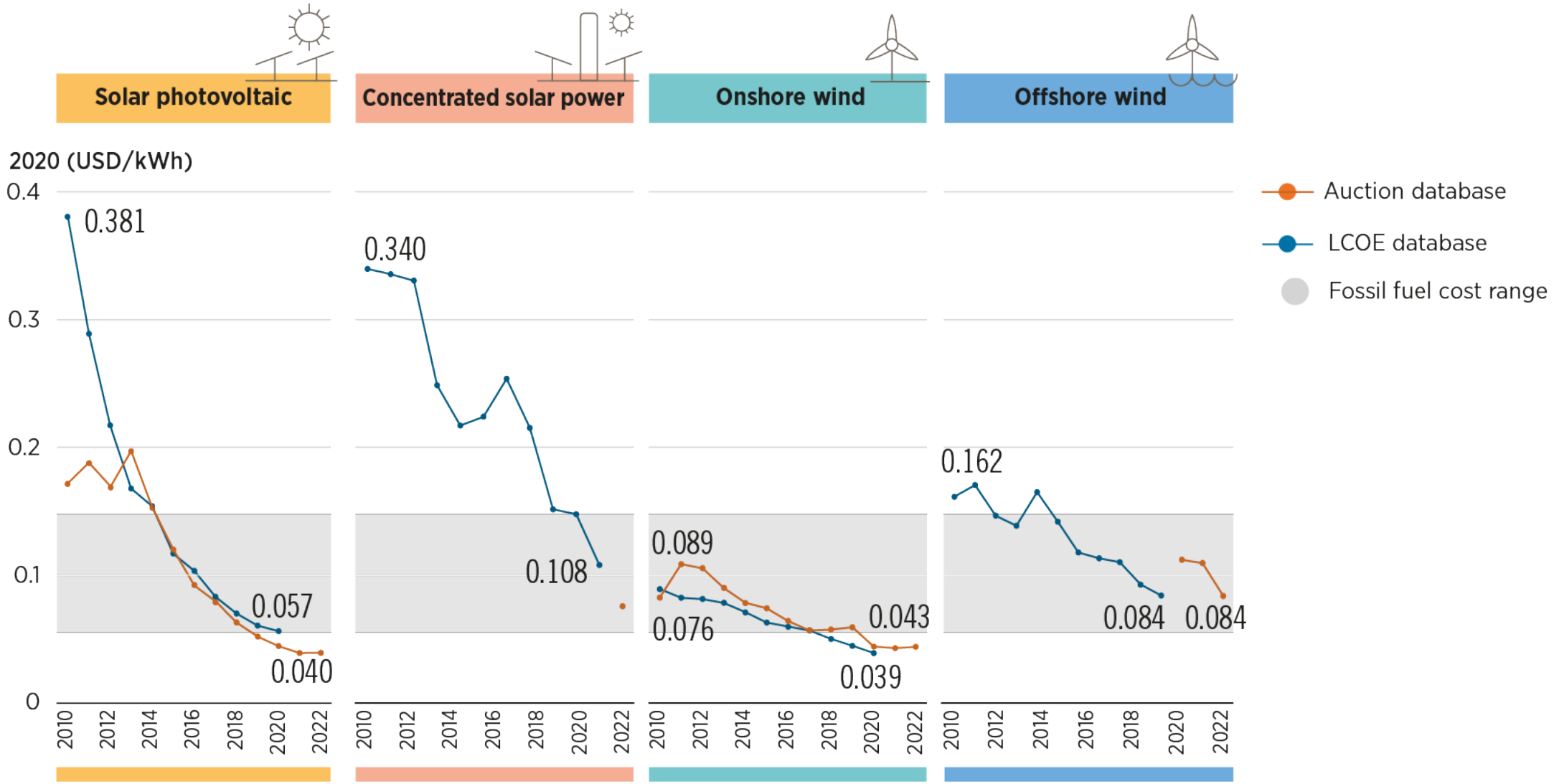




出典）BP Statistics (2021), IRENA (2022), Renewable Energy Capacity Statistics 2022

出典）IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020

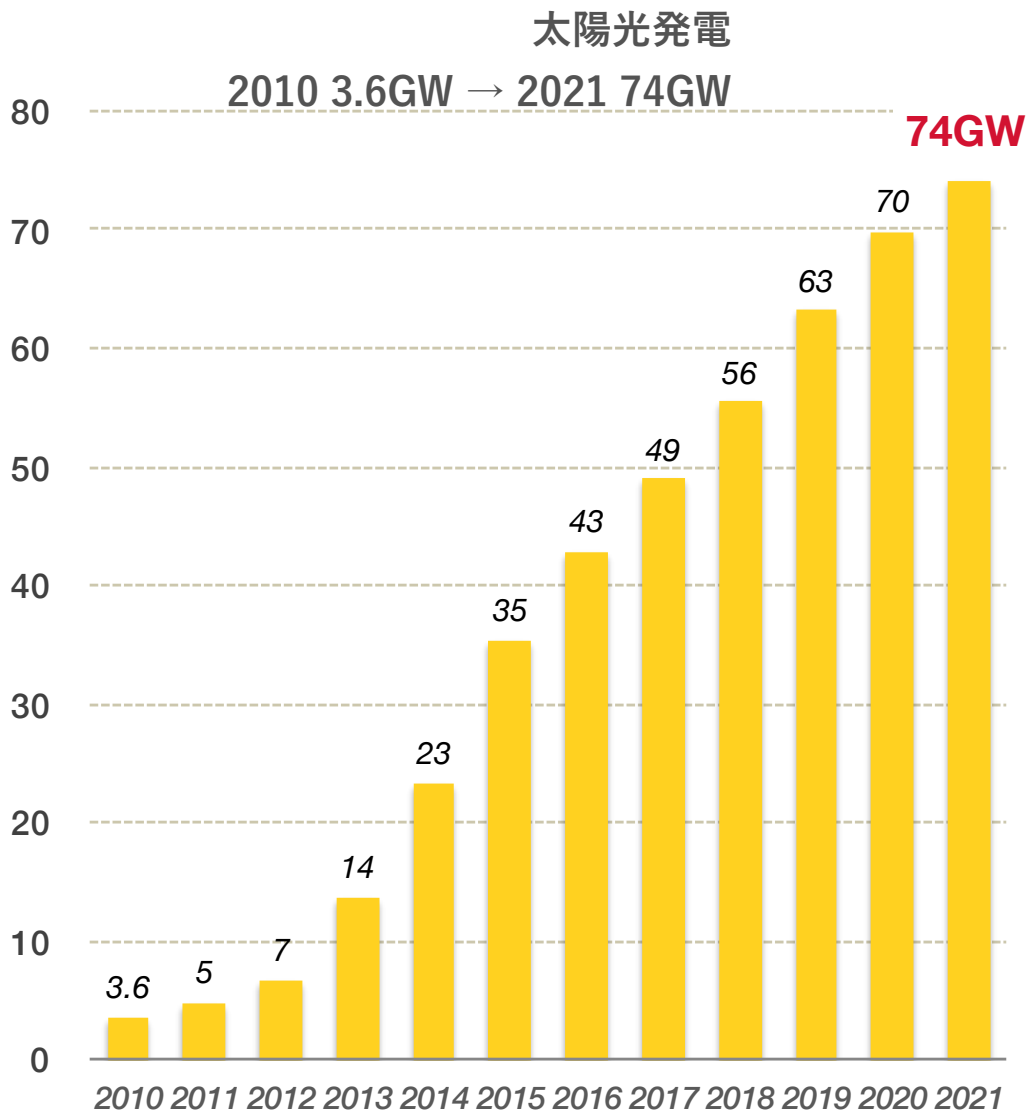
Renewables-based electricity is already the cheapest power option in most regions



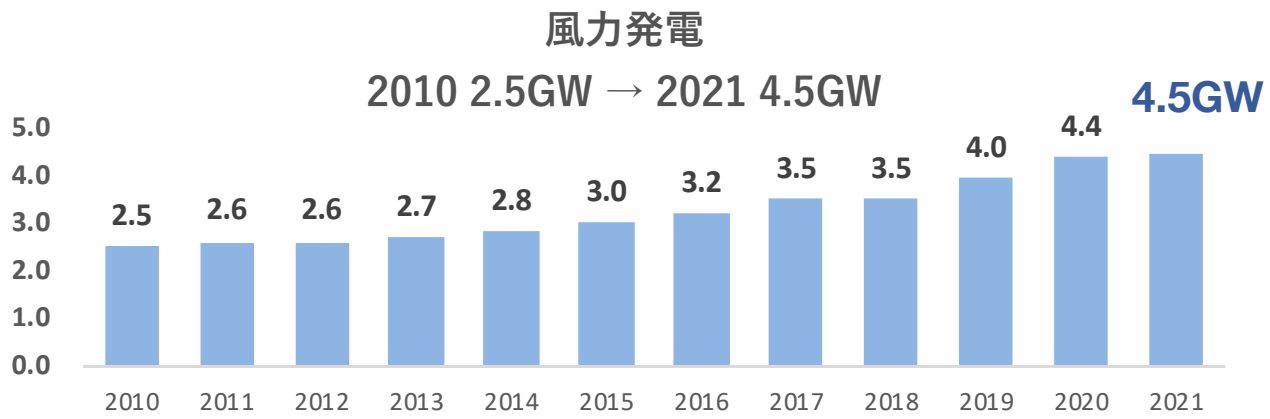
The global weighted average levelised cost of electricity from utility-scale solar photovoltaic (PV) projects fell by 85% between 2010 and 2020, concentrating solar power (CSP) by 68%; on-shore wind by 56%, and off-shore wind by 48%.

source: World Energy Transitions Outlook, 2022, IRENA

日本の自然エネルギーの拡大



出典）BP Statistics (2021)



出典）GWEC（2021）

2012年の固定価格買取法導入以降、売電用太陽光が拡大

◎　一方で、風力発電は、系統接続の困難さ、助成制度や法制度の改定など変わる政策に伴って、市場が影響を受けてきた。

2000年：電力会社による長期購入メニュー

2003年：RPS法施行

2007年：改正建築基準法施行

2009年：地域新エネルギー等導入促進事業、
新エネルギー等事業者支援対策事業終了

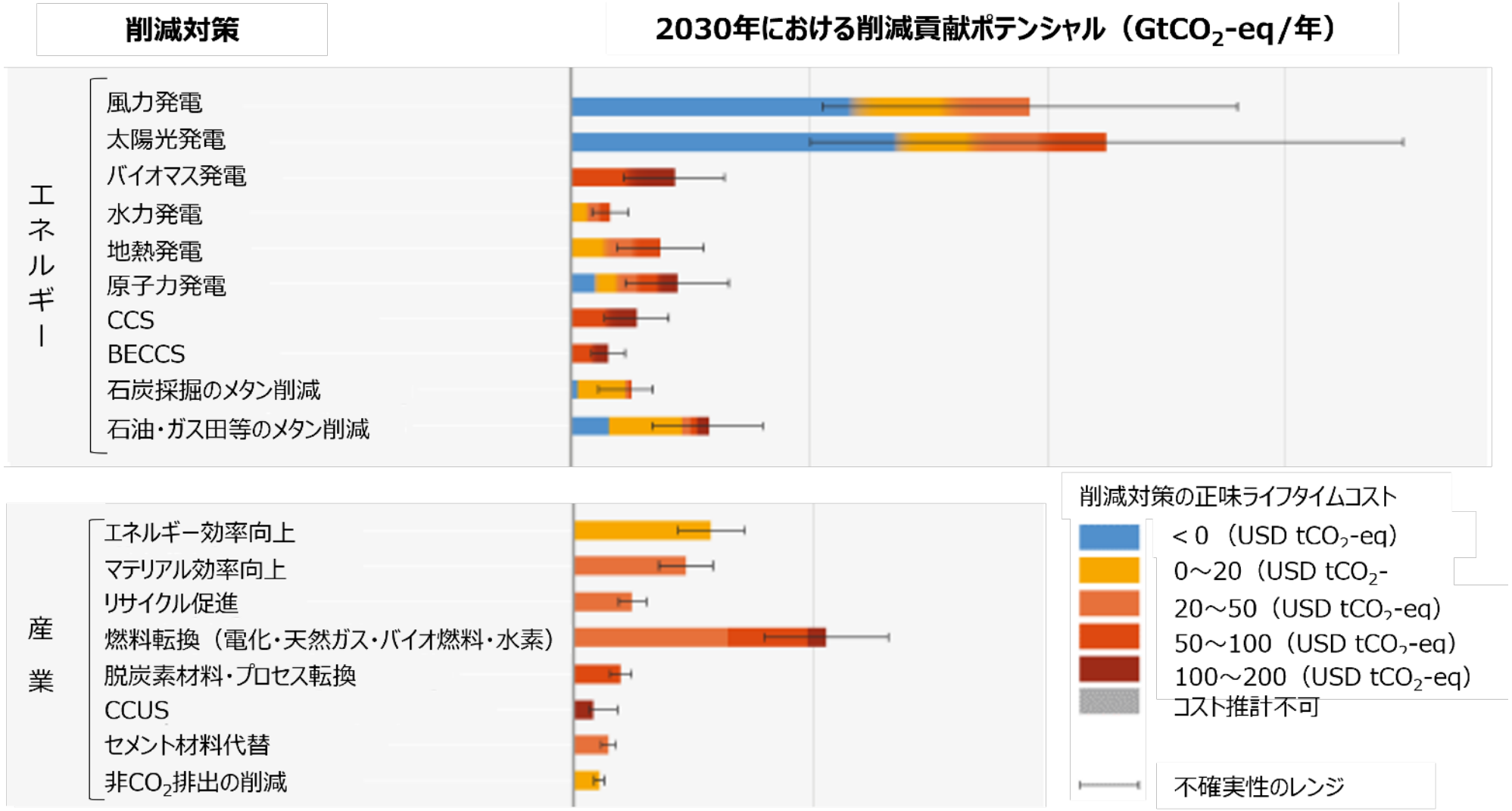
2012年：FIT法施行（7月）、環境影響評価法施行（11月）

エネルギー転換：気候危機と2030年のエネルギー選択

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

IPCC第６次評価報告書：風力発電、太陽光発電が最も削減コストが低くポテンシャルが大きい

図 21　2030年における排出削減対策と削減費用別の削減ポテンシャル（抜粋）



エネルギー転換：各国の目標

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

国・地域	自然エネルギー電力 目標やシミュレーション		温室効果ガス削減目標 (1990年比)		石炭火力 数値
	2030年	2050年 （シミュレーション）	中期	2050年	
EU	Fit for 55：64.8%相当 （最終エネルギー消費の38-40%）	少なくとも80-97%	2030年に55%削減	気候中立	ー
ドイツ	2030年までに80% 2035年までにほぼ100%	気候中立な電力で国内のすべての発電と消費	2030年に65%削減 2040年までに88%削減	2045年に気候中立 2050年にネガティブ排出	2030年ゼロ
フランス	2030年までに40%	ー	2030年に55%削減	気候中立	2024–26年ゼロ
スペイン	2030年に74%	100%	2030年に40%削減	気候中立	2030年ゼロ
英国	2030年60%の変動型再エネ ＋ その他再エネ（水力など）	80%の変動型再エネ ＋ その他再エネ（水力など）	2035年に78%削減 2035年に電力脱炭素化	気候中立	2025年ゼロ
米国	ロードアイランド 100% カリフォルニア州　2030年に60% ニューヨーク州　　2030年に70%	カリフォルニア、ハワイ、 ニューヨーク、など15州/自治区 2030-2050年に100%	2030年に50-52%削減　(2005年比) 2035年に電力脱炭素化	気候中立	ー
日本	2030年に36-38% 第6次エネルギー基本計画素案	ー	46%削減 (2013年比)	気候中立	2030年19% 火力全体で41%

※　EUの再エネ目標は2021年7月14日に提示されたもので、欧州各国目標値も見直しの可能性がある。また、各国とも全体目標値や自然エネなど個別目標の設定について随時野心的に更新している。
出典）2022年3月時点、各国の政策などより自然エネルギー財団で作成

エネルギー危機：各国のエネルギー対策

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

・ウクライナ情勢を受け、主要先進国は「脱炭素（脱化石燃料）の加速」
・省エネと再エネの加速は共通

ウクライナ情勢を受けての各国のエネルギー安全保障戦略					
		化石燃料調達	省エネ	再エネ	原子力
ＩＥＡ	「ＥＵのロシア産天然ガス依存を低減する10項目プラン」（3/3発表）	○	○	○	○
ＥＵ	「REPower EU」（3/8発表）	○	○	○	×
ドイツ	「エネルギー安全保障の進捗報告書」（3/25経済・気候保護省発表） 「イースター・パッケージ」（4/6法案採択）	○	○	○	×
フランス	「経済社会レジリエンス計画」（3/16発表）	○	○	○	○
英国	「エネルギー安全保障戦略」（4/6発表）	○	○	○	○
米国	バイデン大統領スピーチ（3/31）	○	○	○	△
日本	岸田首相会見（4/8）	△	×	△	△

エネルギー危機と自然エネルギーの役割：トーマス・コーベリエル理事長講演（2022/6/14、東京）

2022年6月22日

イベント　自然エネルギー

2022年6月14日

印刷する

トーマス・コーベリエル理事長 来日記念イベント

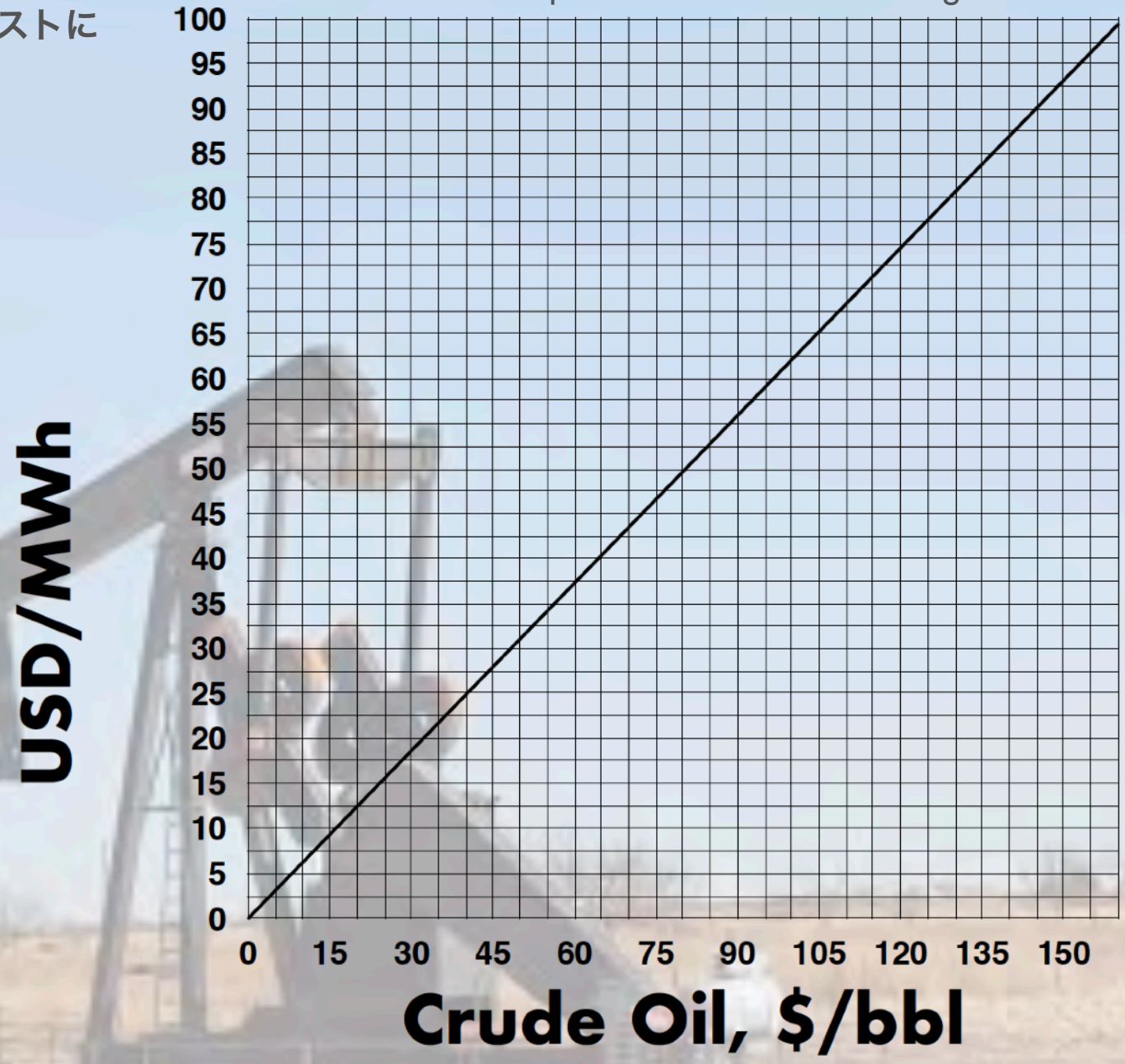
エネルギー危機と自然エネルギーの役割

in English

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より
https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

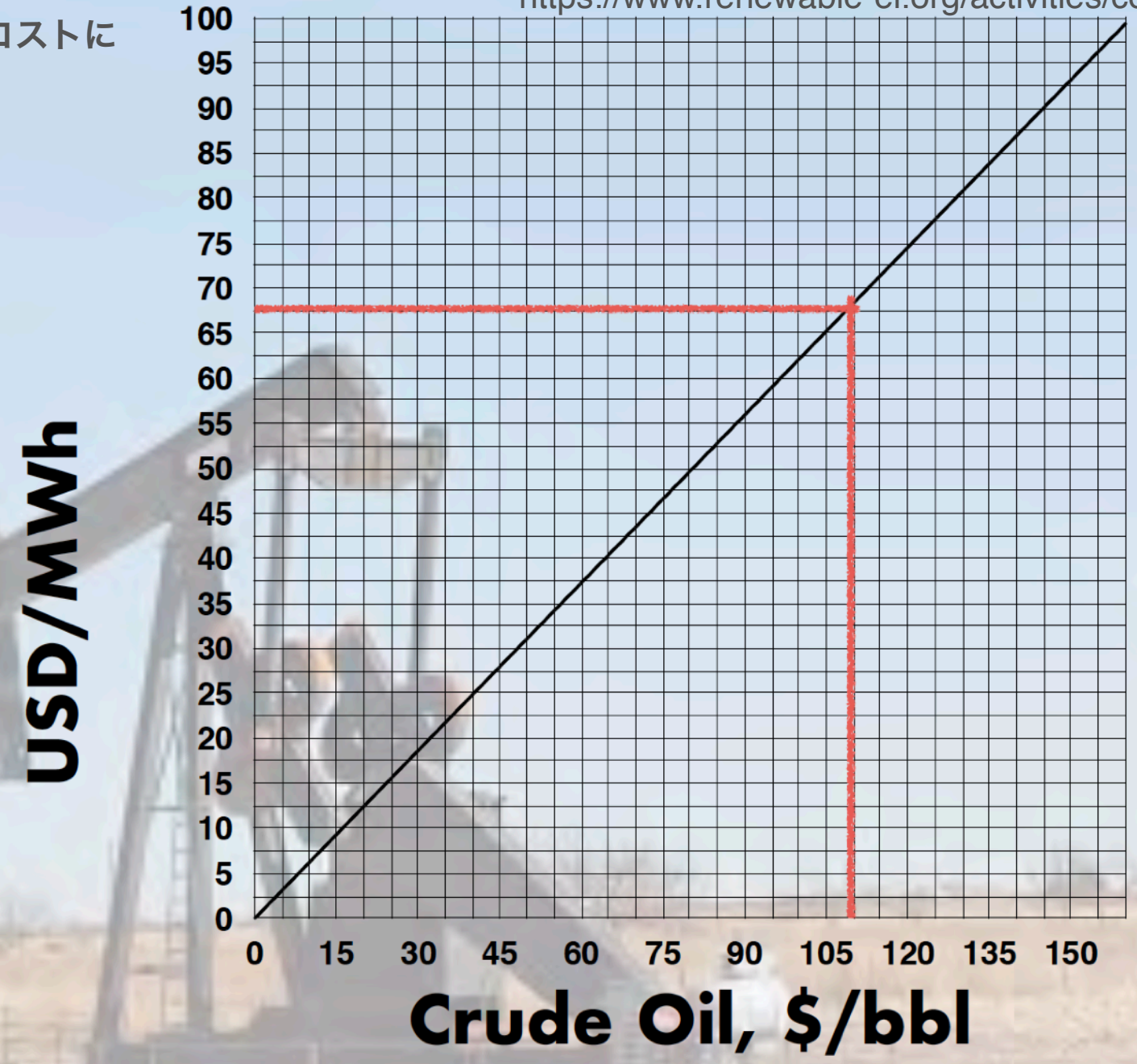
石油の価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

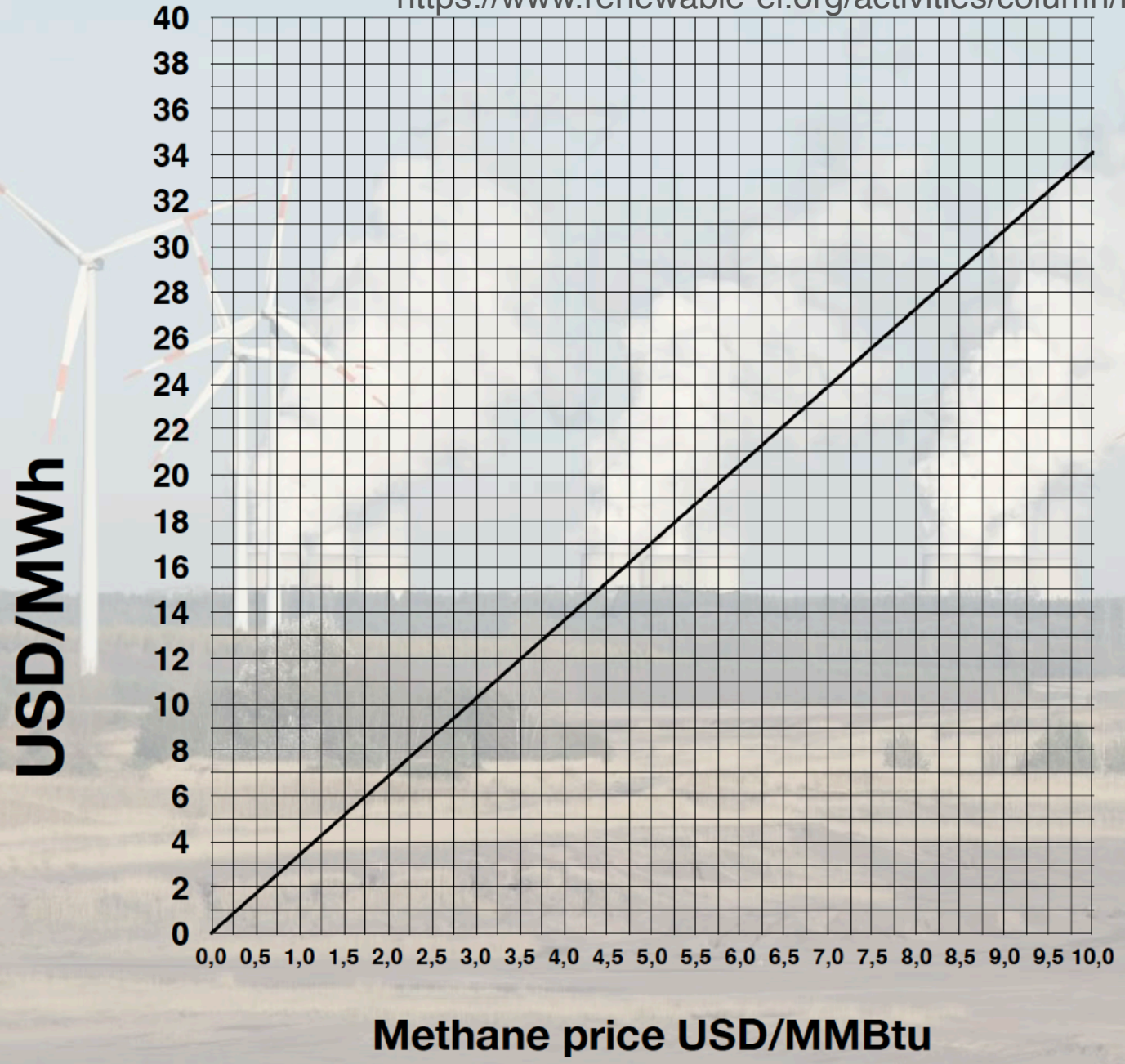
石油の価格を電力コストに換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

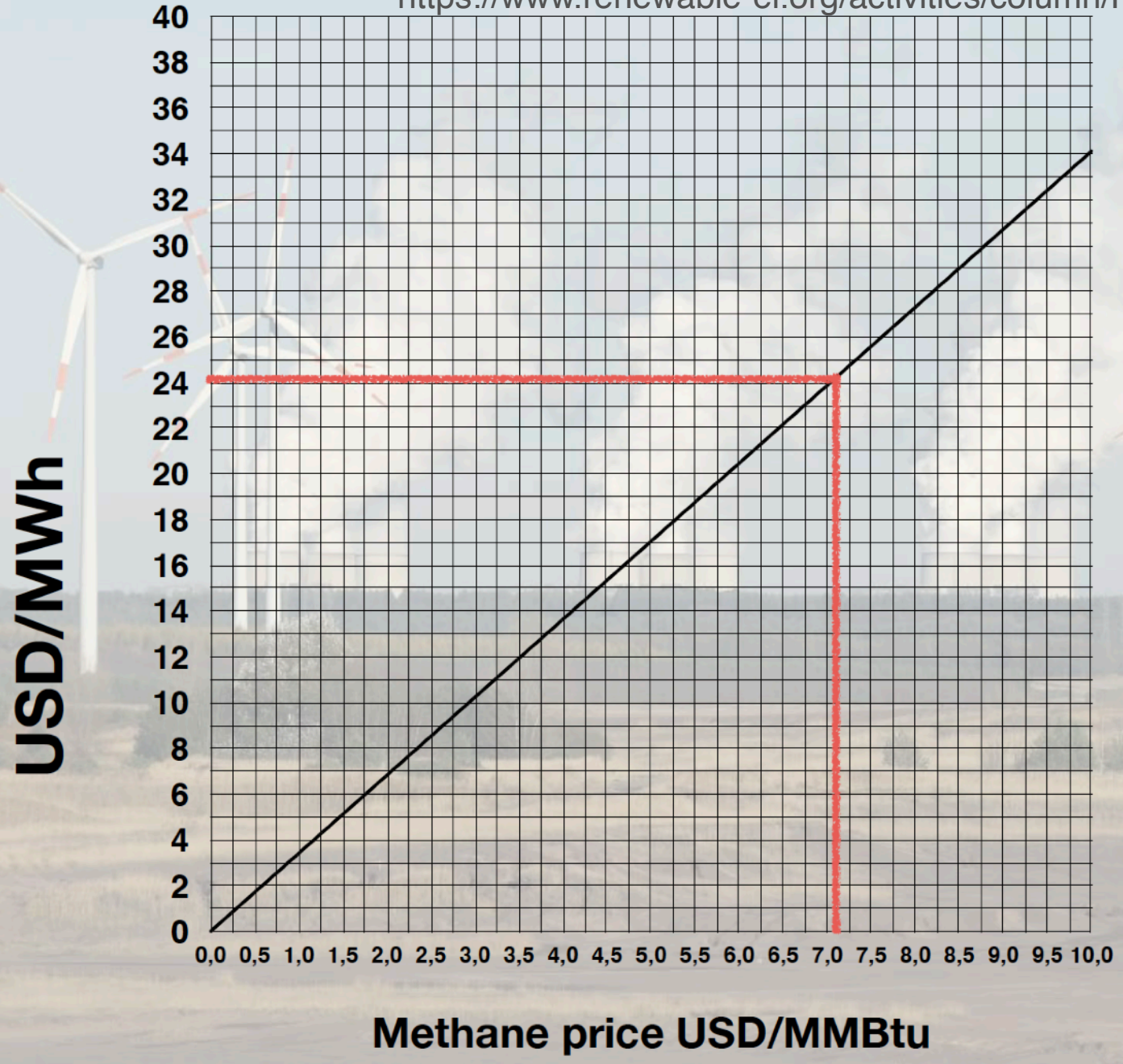
ガスの価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

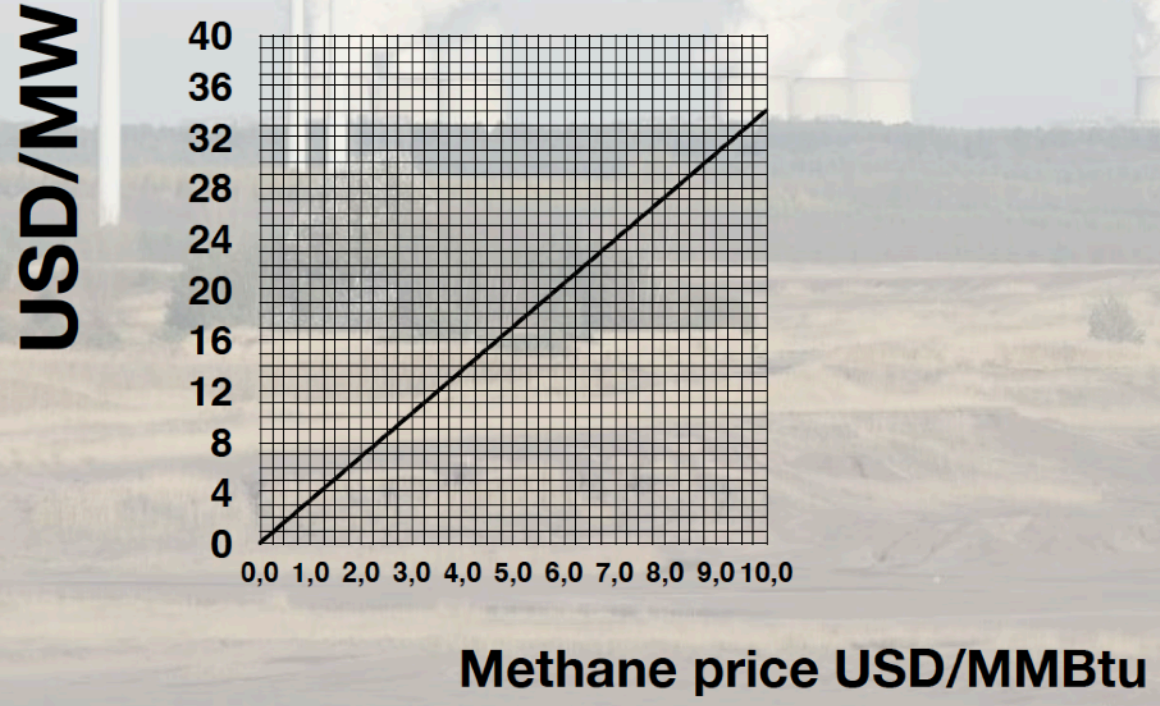
ガスの価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

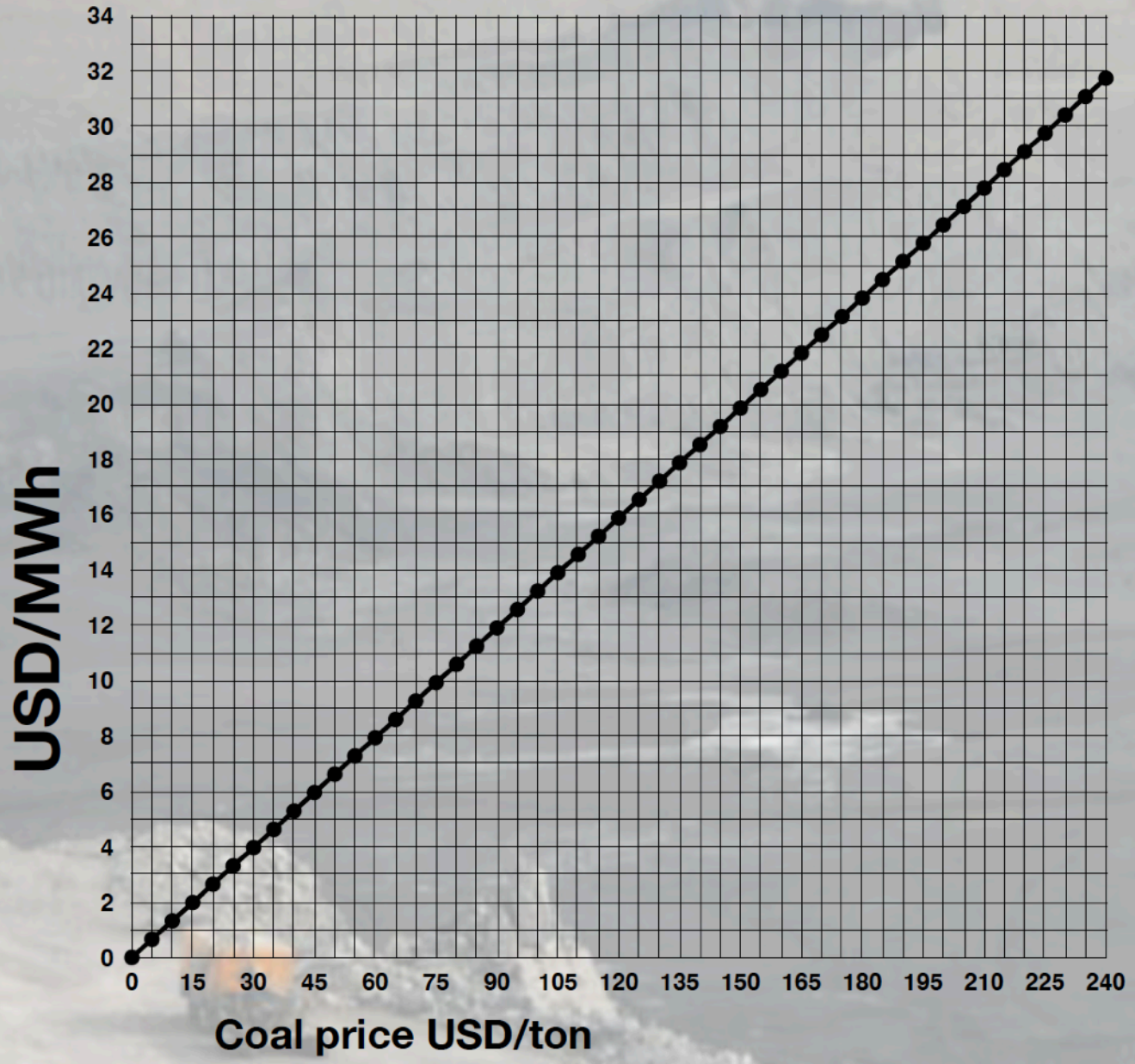
ガスの価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

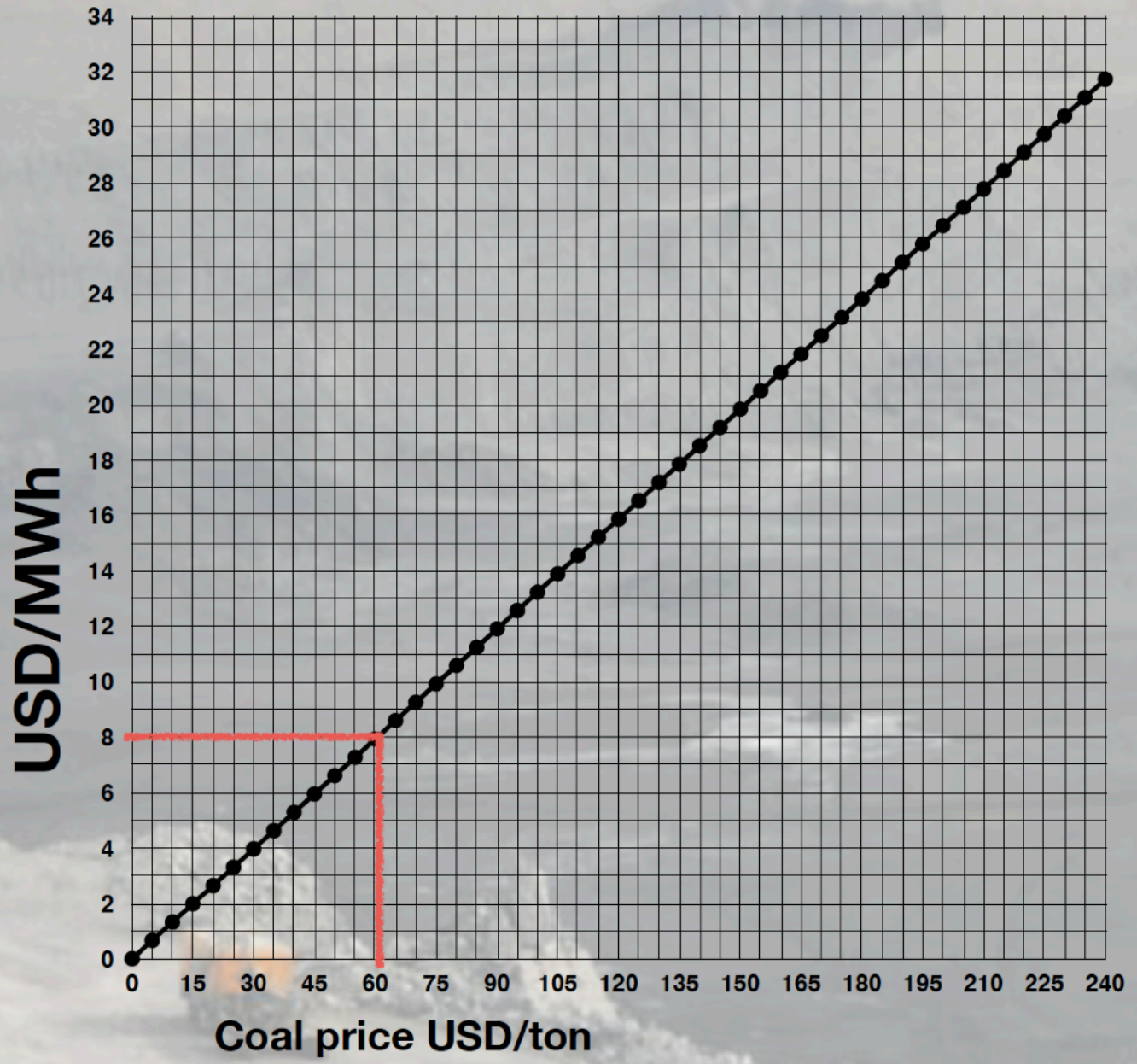
石炭の価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

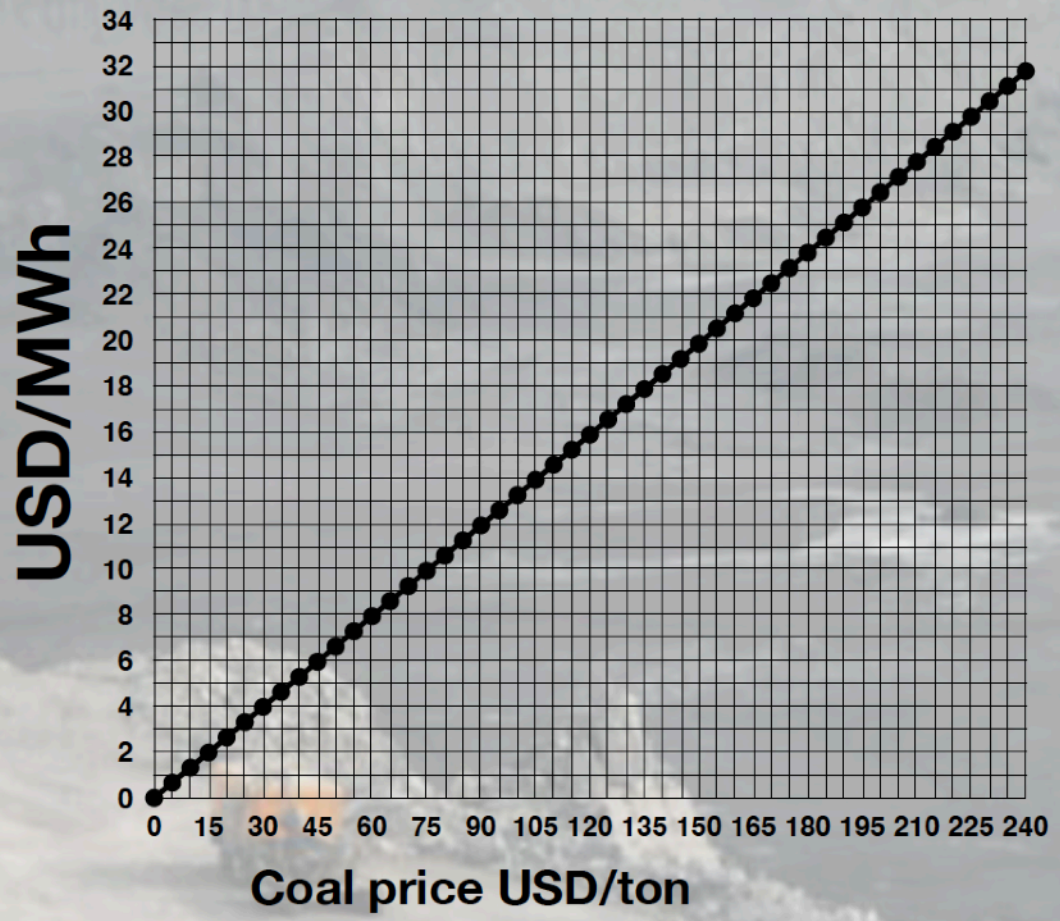
石炭の価格を電力コストに
換算すると



2022年6月14日、「エネルギー危機を欧州はどう克服するのか」、トーマス・コーベリエル　自然エネルギー財団 理事長より

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20220622.php

石炭の価格を電力コストに
換算すると



日本のエネルギー・脱炭素長期戦略：原子力の課題

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

1. 原子力は最もコストが高い電源

電源別新設コストでは、原子力発電は太陽光発電や風力発電の4倍以上、最も高い電源となった。今後も市場の縮小と稼働率の低下により、さらにコストが上昇していく。欧州ではすでに20円/kWhを超えている。

2. 再稼働に必要なコストも上昇

再稼働を目指す発電所は、安全対策費などが多額になり、コストが上昇。JEPXの取引価格（2019年度平均：約8円/kWh）を上回り、新設太陽光発電のコスト（2020年度のFIT買取価格：12円/kWh）より高い。

3. 原子力は電力を安定供給できない

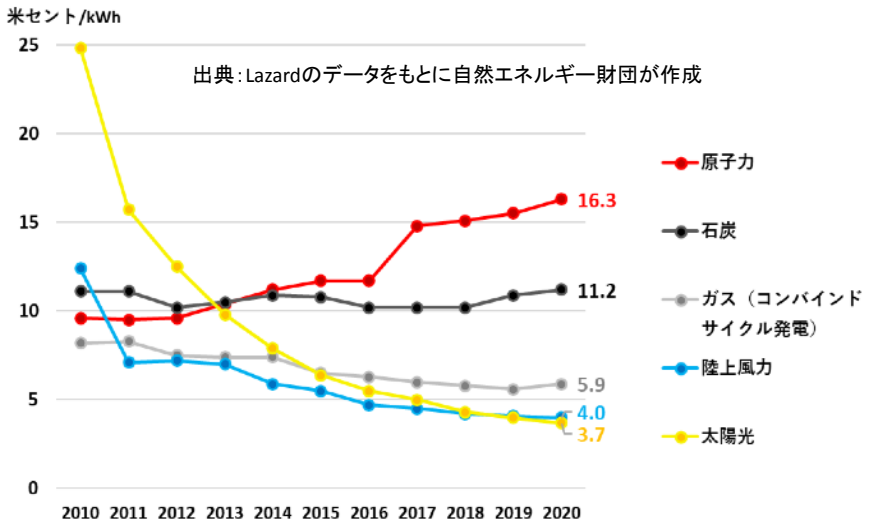
国内で最も新しく運転を開始した4基の稼働率（年間の稼働時間の比率）は、2000年以降に60～70％程度。50％を切るケースも多い。地震やトラブルによる運転停止が長引き、安定供給へ影響する。大規模・集中型発電所の急な運転停止は、長期に広範囲の停電を引き起こす恐れもある。

女川2号機と東海第二の再稼働コスト（廃炉費用など含まず）

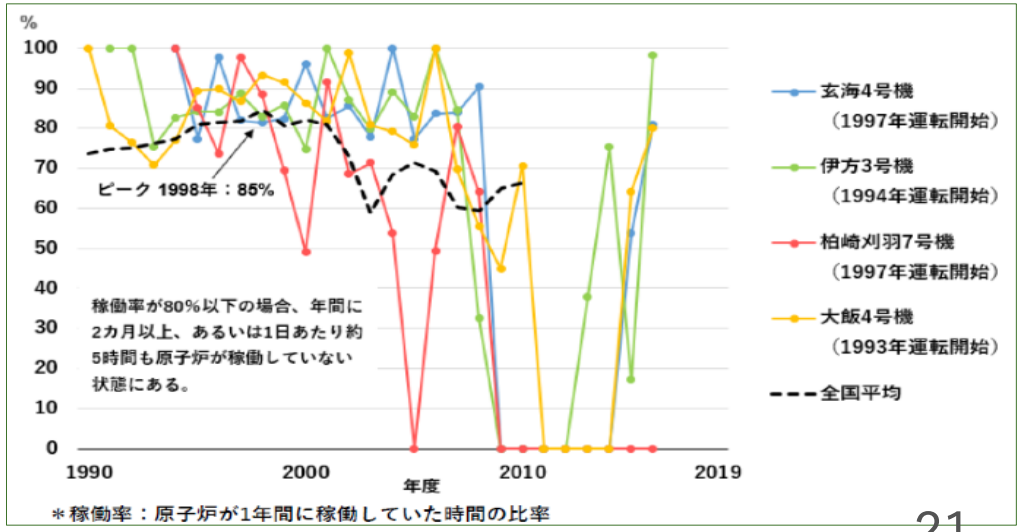
費用・運転条件	女川2号機	東海第二
安全対策強化	3400億円	1740億円 –> 2500億円
特定重大事故等対処施設	不明（東海第二と同等と想定）	610億円 –> 1000億円
新規設備投資（合計）	4010億円 – 4400億円	2350億円 – 3500億円
運転維持費、核燃料リサイクル費用など	6.4円/kWh	6.4円/kWh
再稼働後の運転年数（2022年度から）	13年	16年
設備容量	825 MW	1,100 MW
設備利用率	70%	70%
発電電力量（残存運転期間の累計）	65.81 TWh	108.00 TWh
廃止までの累計コスト	8220億円 – 8610億円	9260億円 – 1兆410億円
再稼働コスト（最小）	12.5 – 13.1円/kWh	8.6 – 9.6円/kWh

＊前提条件：初期投資は回収済み、財務コストはゼロ、廃炉費用と使用済み核燃料処分費用は十分に確保

新設の発電所の均等化発電原価（LCOE、世界平均）



1990年代に運転を開始した原子力発電所の稼働率



出典：自然エネルギー財団「縮小する日本の原子力発電存在価値を問われる9つの課題」（2020年7月）
https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20200714.php

ロシアのウクライナ侵攻に対するEUのエネルギー戦略(3月8日)

・2022年末までに、ロシアからの天然ガス輸入を1/3に減らす。

・屋根置き太陽光発電の導入加速

・自然エネ開発プロジェクトの手続き加速

・産業の脱炭素化

・バイオメタン開発

・グリーン水素開発の加速

・天然ガス調達の多様化

ドイツは2035年に自然エネルギー100％へ

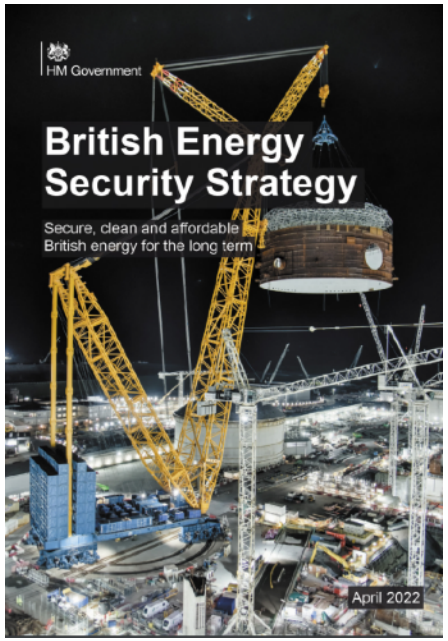
- ドイツ連邦環境省と連邦経済・気候保護省は、3月8日、ドイツの原発運転期間延長の妥当性に関する審査結果を公表。
- メリットとリスクを比較検討した結果、経済的コストや安全技術上のリスクの高さなどを理由に、2022年末までに停止予定の残る3基の原発運転延長は推奨できないとの結論を出した。
- ロシアからのエネルギー輸入依存度を下げるためにも、再生可能エネルギーの拡大を推進することが重要であるとの立場を表明。

気候保護省は、3月4日時点の「再生可能エネルギー法」の改正案を公開し、
2035年にはドイツ国内の電力供給をほぼ完全に再生可能エネルギーによって賄うことを目指す方針を示した。

'Accelerated Energiewende essential for secure energy supply' | Germany reduces Russian imports

「欧州レベルでエネルギー転換を推進する必要があり、再生可能エネルギーの拡大は、国内とヨーロッパの安全保障の問題である」

英国のエネルギー安全保障戦略（2022年4月）



日本の報道では、「2050年に原発比率25%」という点のみに焦点をあてるが、実際には最大の力点が置かれているのは、風力発電と太陽光発電の利用。「圧倒的に太陽光と風力による低価格のネットゼロ電力システム」の実現を目標とする。

ジョンソン首相の巻頭言

「価格を下げ、長期的に維持しようとするならば、手頃な価格でクリーン、そして何よりも安全なエネルギーが必要である。英国のために英国でつくられた電力供給が必要なのだ。

私たちは、汚れたガスや上昇し続ける気候変動の原因となる二酸化炭素で街や大気を窒息させていた時代に逆戻りさせようとはしていない。

その代わりに、英国の無尽蔵の風力資源と、そう、太陽光を利用するのである。」

洋上風力発電：現在10GW →2030年までに50GWへ（浮体式５GWを含む）

ーこのために現在は13年の開発期間を半減するために様々な改革を行う

ー英国は「風力発電のサウジアラビアになる」

太陽光発電：現在14GW→2035年までに70GWへ５倍化

出典）英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS） "Net Zero and the Power Sector Scenarios"（2022年2月）
Net Zero Lower Demand Scenario with Hydrogen シナリオ

フランスは原子力＋自然エネルギーをめざすが。。

マクロン大統領の公表したエネルギー政策の方針（2022年2月10日）
- 既存の原子炉の50年以上の運転をめざす
- 6基の新設をめざし、更に8基の新設を検討する。
- SMRの導入を進める
- 2030年までに再生可能エネルギー発電量を倍増する。
- 2050年までに太陽光発電を100GW以上、洋上風力発電を40GW以上に

出典：France24” Announcing new reactors, Macron bets on nuclear power in carbon-neutral push”等

フランスの原子力発電が直面する困難

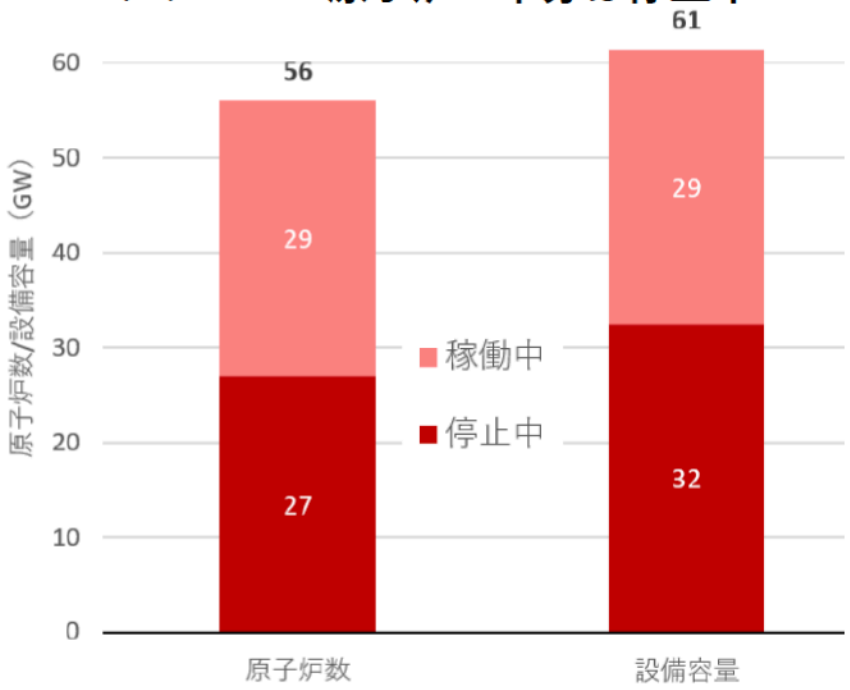
- 唯一建設中のフラマンヴィル3号機の稼働が更に遅れる。
  （2007年着工し2012年稼働予定が、未だに稼働せず。
  5000億円の予定が2.6兆円以上に）

- 現在、既存原子炉の半分は運転できない事態に。
  －新型コロナ感染の影響で必要な点検が行えない。
  －2021－2022の冬季に5つの原子炉で溶接部の不具合が
  発見され、総点検が必要に。

- 原発を運営する国営電力会社EDFの巨額の負債（約５兆円）

出典：ロマン・ジスラー「原子力発電の新設をフランスが計画、技術とコストに難題を抱える」2022年１月28日

フランスの原子炉の半分は停止中

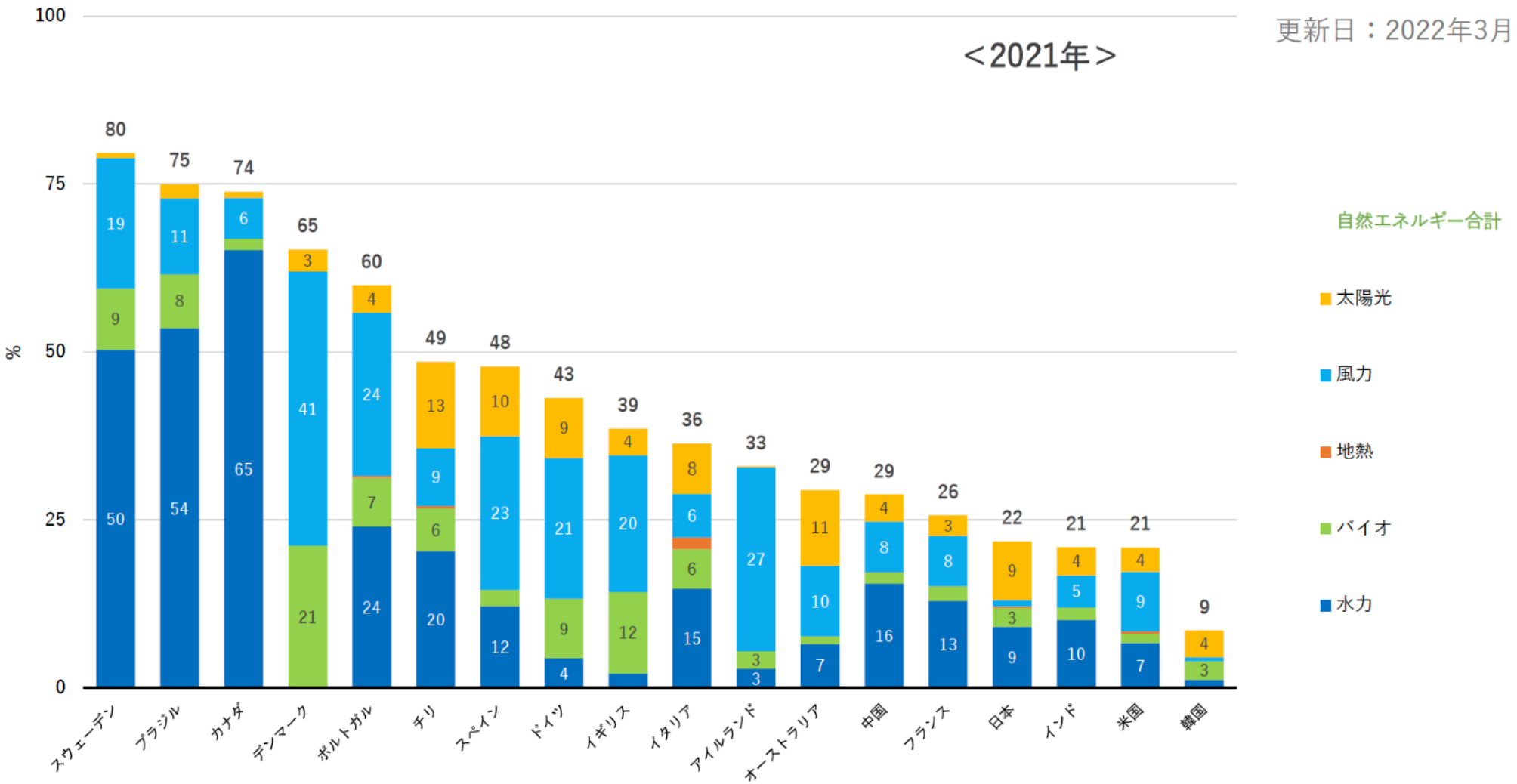


出典：RTE資料により自然エネルギー財団作成

二つの危機に共通する要因：日本のエネルギー転換の遅れ

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

更新日：2022年3月18日



・注：各国の電力消費量＝［国内の発電電力量］＋［他国からの輸入量］－［他国への輸出量］。グラフにおけるデータは、所内電力量（ネット発電量）に基づく。
・出典：IEA, Monthly Electricity Statistics－Data up to December 2021（2022年3月）（2022年3月16日ダウンロード）。

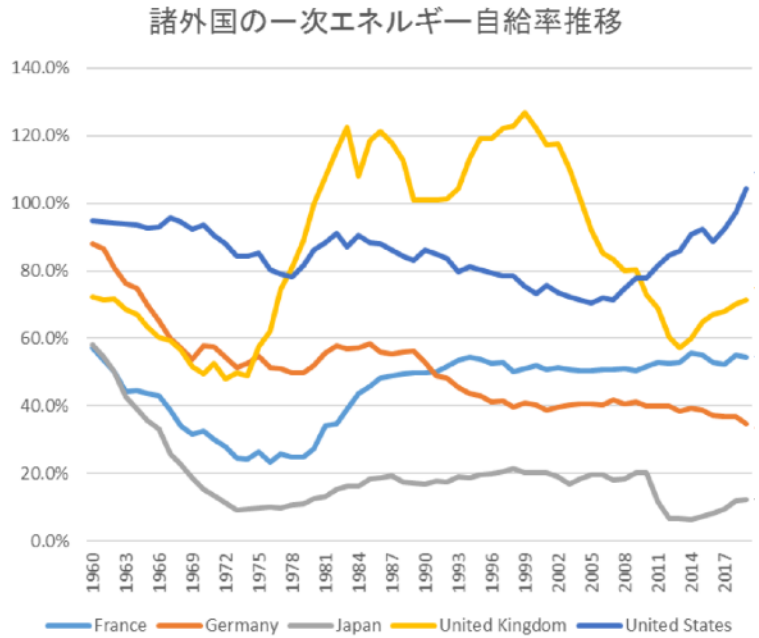
日本の直面するエネルギー危機とは

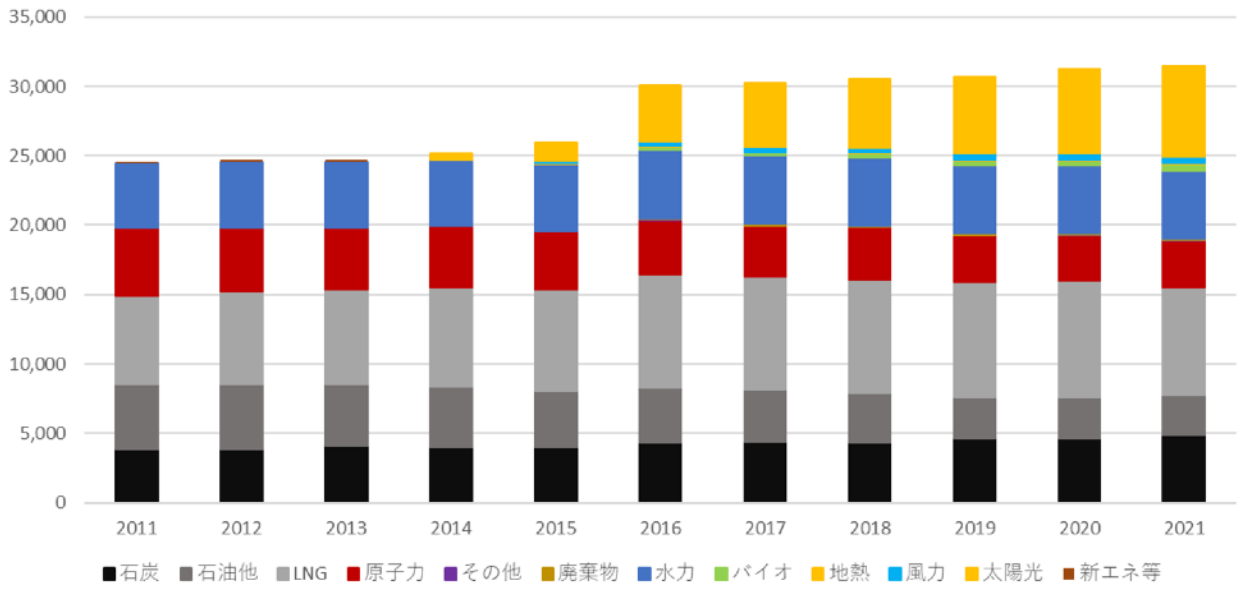
エネルギー価格の高騰
（ロシアからの化石燃料輸入を
禁止する場合の影響を含め）

先進国の中で最低レベルのエネルギー自給率が改善されず、
海外からの化石燃料依存が続く

今年の冬の電力供給不足の懸念
（３月の地震にともなう首都圏の
電力ひっぱく）

・需要管理も含め電力市場改革の不徹底
・原子力発電に替わる代替電源の整備が
不十分



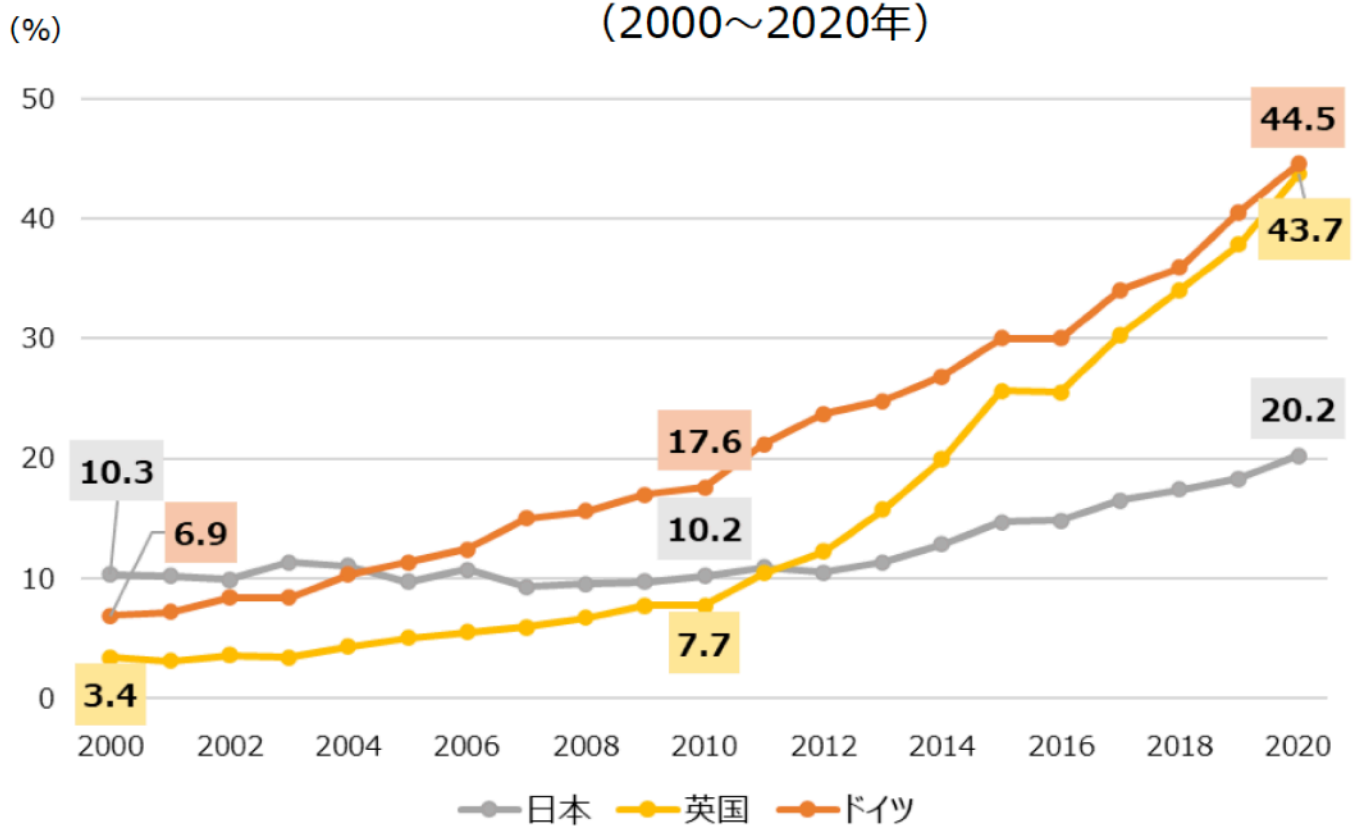


二つの課題に共通する要因：日本のエネルギー転換の遅れ

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

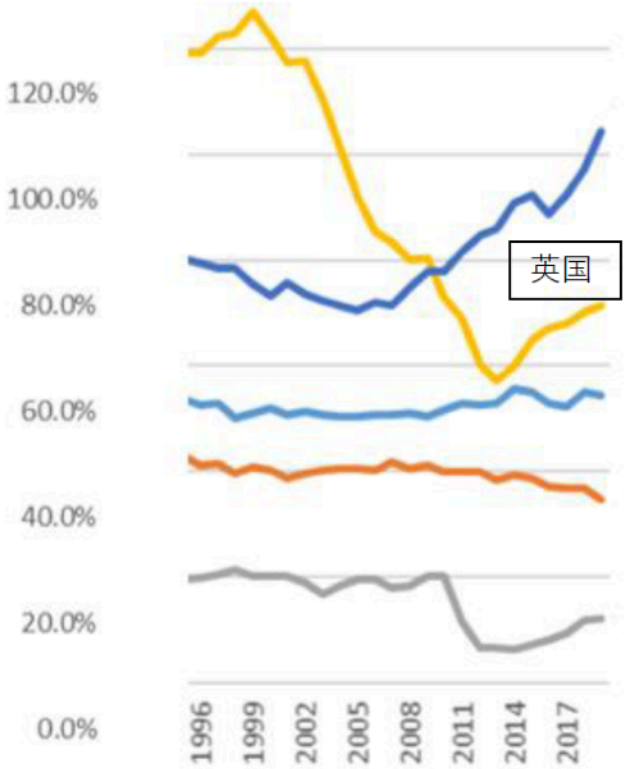
過去20年間（2000～2020年）で自然エネルギー電源割合は、
- 日本は10ポイントの増加 （10.3% → 20.2%）
- 英国は40ポイントの増加 （ 3.4% → 43.7%）
- ドイツは38ポイントの増加（ 6.9% → 44.5%）

日本・英国・ドイツにおける自然エネルギー電力のシェア
（2000～2020年）



出典：Enerdata "World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2021"より自然エネルギー財団作成

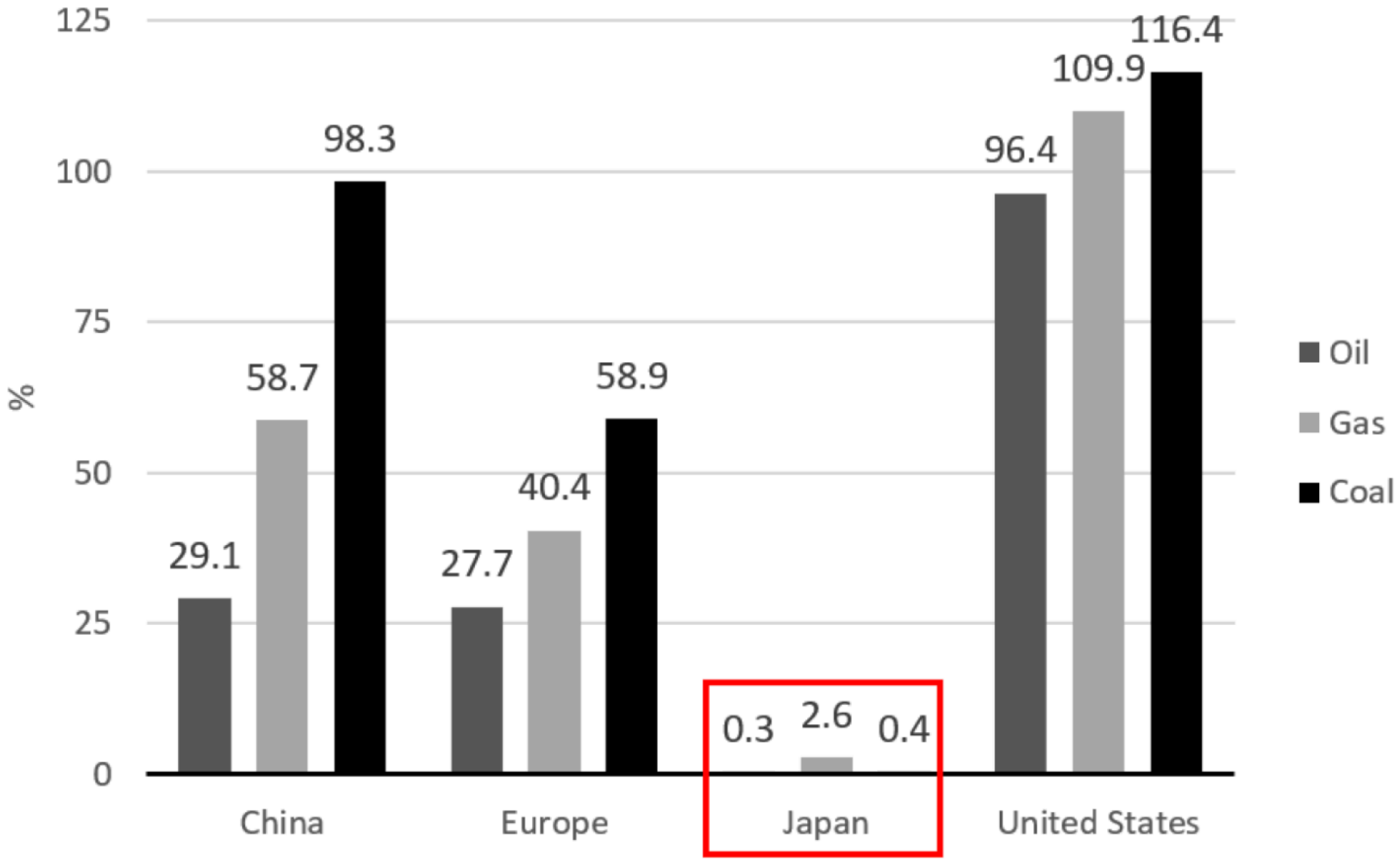
エネルギー自給率の推移（抜粋）



英国の自給率は、北海油田の生産量減少で低下していたが、洋上風力の増加で拡大に転じている。

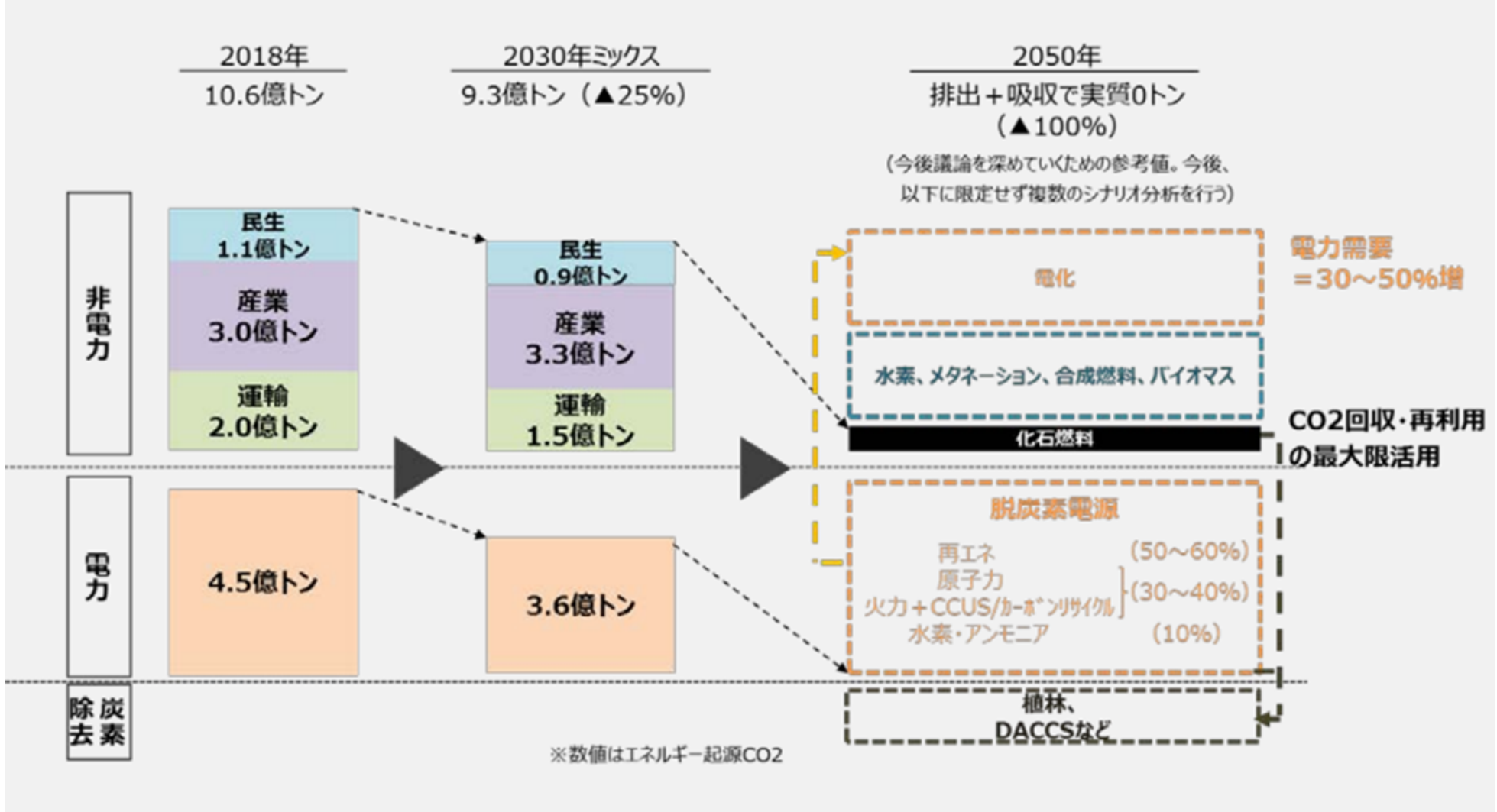
出典：基本政策分科会第38回会合資料

化石燃料の自給割合(2020年)



出典：BP及びIEA資料より自然エネルギー財団作成

「ゼロエミ火力」で最大40～50%、中心はCCS火力



出典）経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020年12月25日）

エネルギー危機解決へ何が必要か

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

①自然エネルギー電力拡大の加速

－改定された2030年自然エネルギー目標（36-38%)も国際的には、低い水準。
「再エネ最優先の原則」に基づき、2030年目標を超える導入を実現
－2050年目標を世界標準になりつつある90%程度へ
（エネ基の検討過程では、50～60%程度。事実上、これが目標になっている）

②化石燃料由来の「ゼロエミ火力」への依存（電力供給の最大４～５割）を避ける

－化石燃料依存のCCS（CO_2回収・貯留）火力が「ゼロエミッション火力」の中心
－水素火力、アンモニア火力も政府の戦略なら化石燃料依存が続く

③エネルギー効率化、省エネを促進する仕組みの導入

－実効性のあるカーボンプライシング
－建築物省エネ法の改正をいったん見送り

④電力市場改革の徹底

－発送電分離を所有権分離まで進める

エネルギー効率化と自然エネルギー拡大が危機打開の道

■化石燃料の時代から自然エネルギーの時代へ
・少数の国家がエネルギー資源を独占する世界から、大半の国々がエネルギー自立を実現できる世界へ
・気候危機回避のために、保有していても、化石燃料を使用することが許されない世界へ

これまでのエネルギーミックス

・化石燃料をエネルギー供給の根幹におき、その観点から、
↓
・日本を「資源小国」と定義し、
↓
・海外の化石燃料資源の確保
・「準国産」とする原子力発電開発を追求

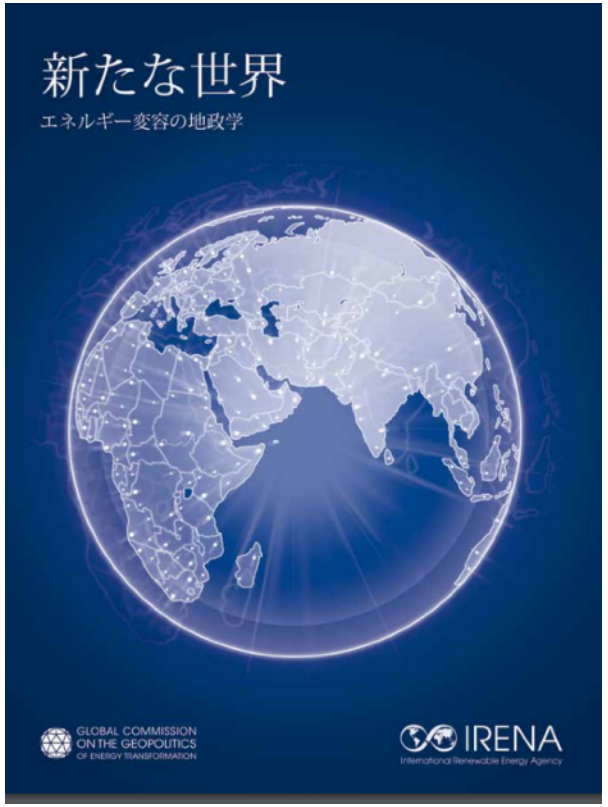
・石炭と原子力を重要なベースロード電源に位置づけ

これからのエネルギーミックス

・自然エネルギーへの転換により、あらたな観点の「3E＋S」を実現する。

1　脱炭素社会の実現
2　化石燃料に依存しない安定供給の確保
　－不安定な化石燃料依存からの脱却
3　自然災害やテロなどによるリスクの低減
　－原発事故リスク、大規模電源依存の回避
4　アフォーダブルなエネルギー供給
　－化石燃料の輸入総額は約16兆円

自然エネルギー時代の安全保障
（参考）IRENA「新たな世界－エネルギー変容の地政学」

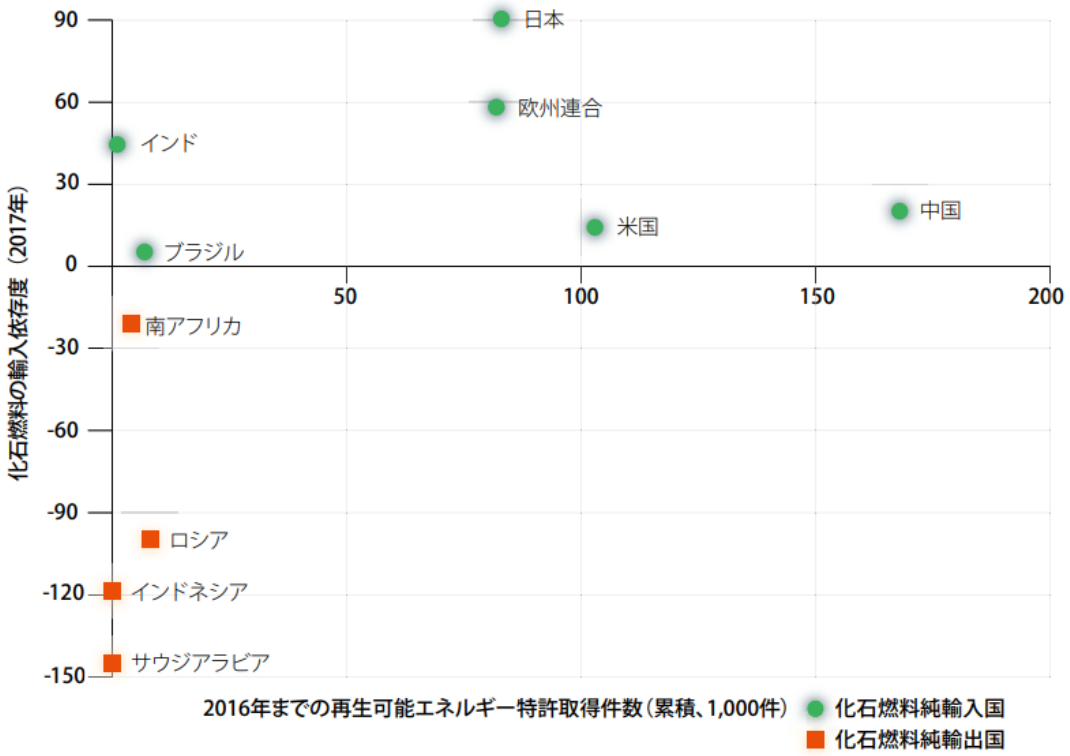


再生可能エネルギーへの移行から生まれる世界は、化石燃料を基盤につくられた社会から大きく様変わりするだろう。

世界の勢力の構造と体制は多くの面で変化し、国内の力関係も変容するだろう。権力は分散し、拡散していくであろう。

中国など一部の国は、再生可能エネルギー技術に多額の資金を投資して再生可能エネルギーの生みだすチャンスを活用できる能力を高めており、影響力を増すだろう。

図 4. エネルギー転換が主要な国や国家グループにおよぼす影響



対照的に、化石燃料輸出に大きく依存しエネルギーの移行に対応できない国はリスクにさらされ、影響力を失うと思われる。エネルギー供給は、もはや少数の国家の独占するものではない。大半の国々がエネルギーの自立性を実現できる能力をもつようになり、自国の発展と安全保障を高めることができるからだ。

Paradigm Shift in Energy

自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

CONTACT:
Mika Ohbayashi
Renewable Energy Institute
e-mail: m.ohbayashi AT renewable-ei.org