自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

自然エネルギーが加速するエネルギー転換

2021年6月21日

大林 ミカ 事業局長
益財団法人 自然エネルギー財団

原子力には期待できない

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。

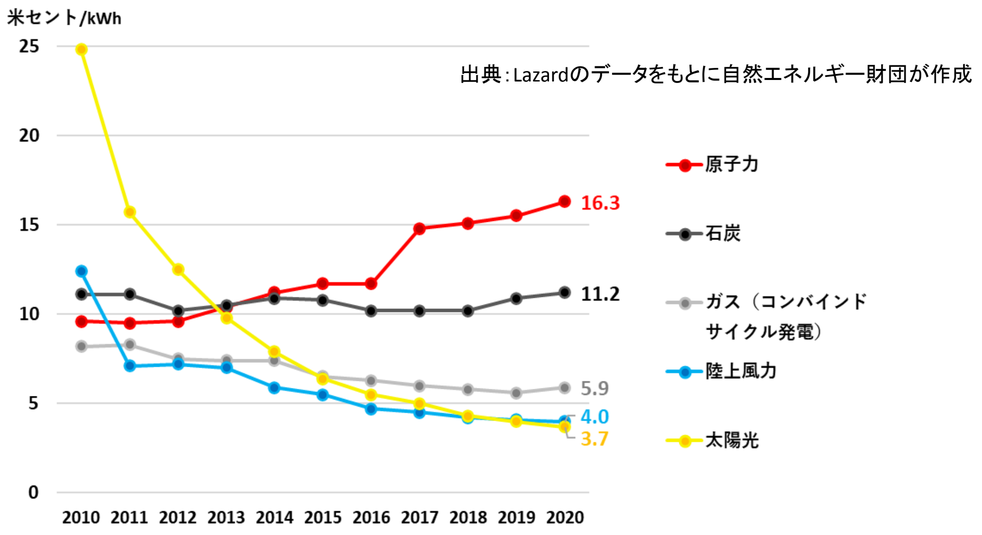
女川2号機と東海第二の再稼働コスト（廃炉費用など含まず）

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

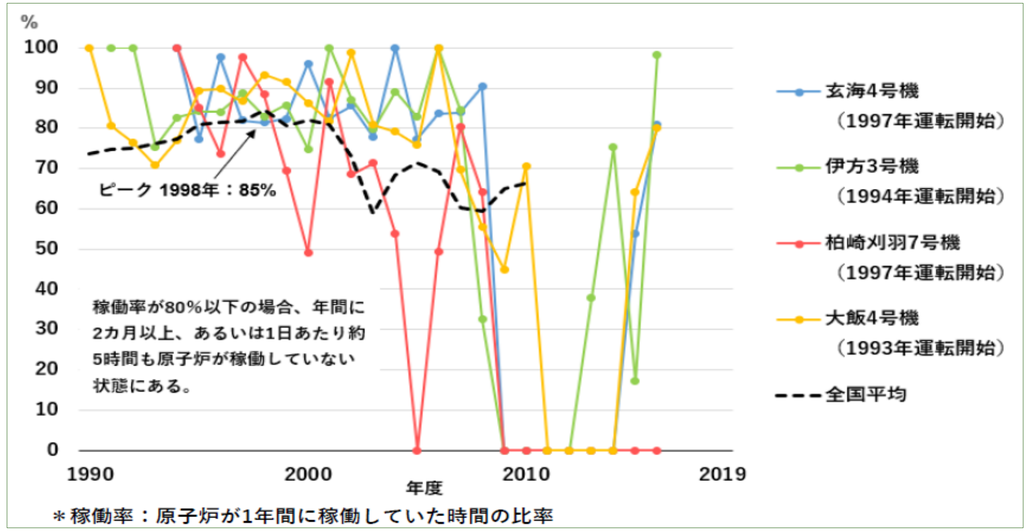
＊前提条件：初期投資は回収済み、財務コストはゼロ、廃炉費用と使用済み核燃料処分費用は十分に確保

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

新設の発電所の均等化発電原価（LCOE、世界平均）



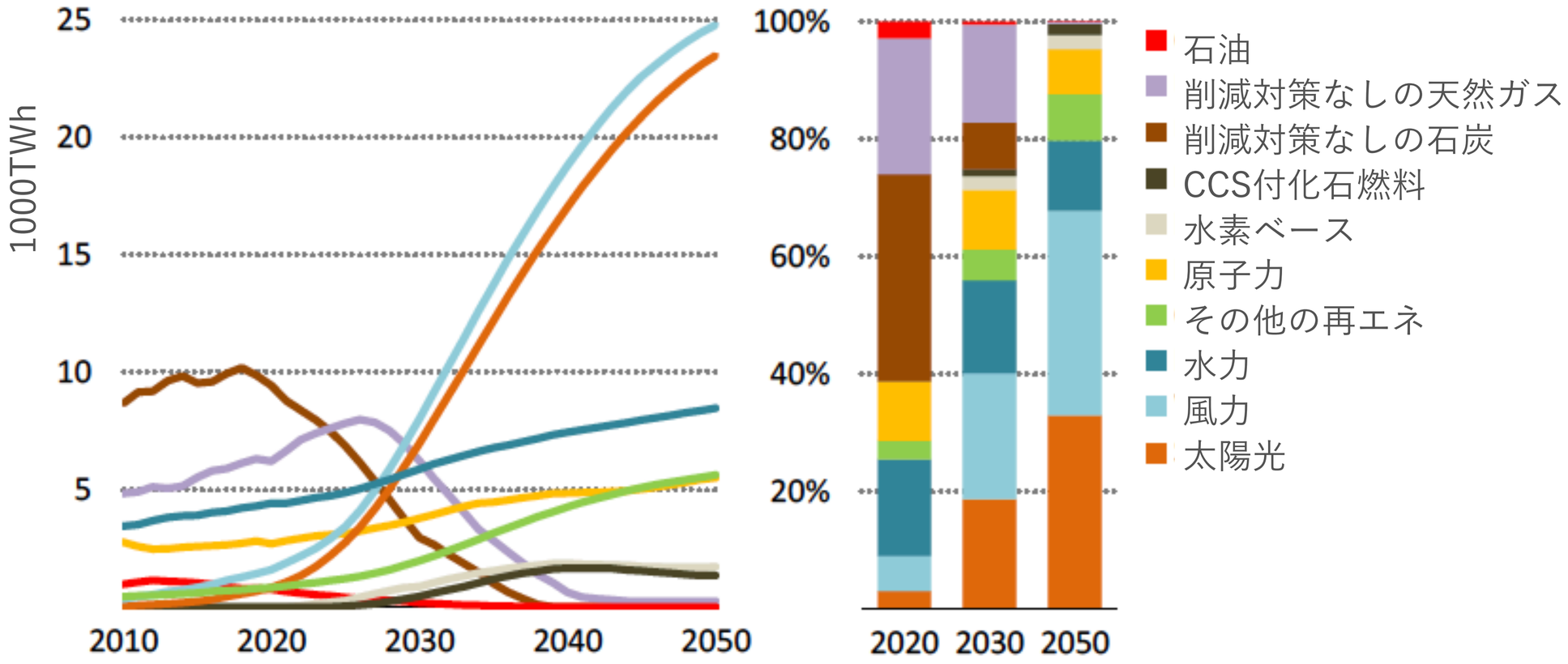
1990年代に運転を開始した原子力発電所の稼働率



＊稼働率：原子炉が1年間に稼働していた時間の比率

IEAーネットゼロシナリオも再エネ約90%

Figure 3.10 ▷ ネットゼロシナリオにおける世界の発電量



IEA. All rights reserved.

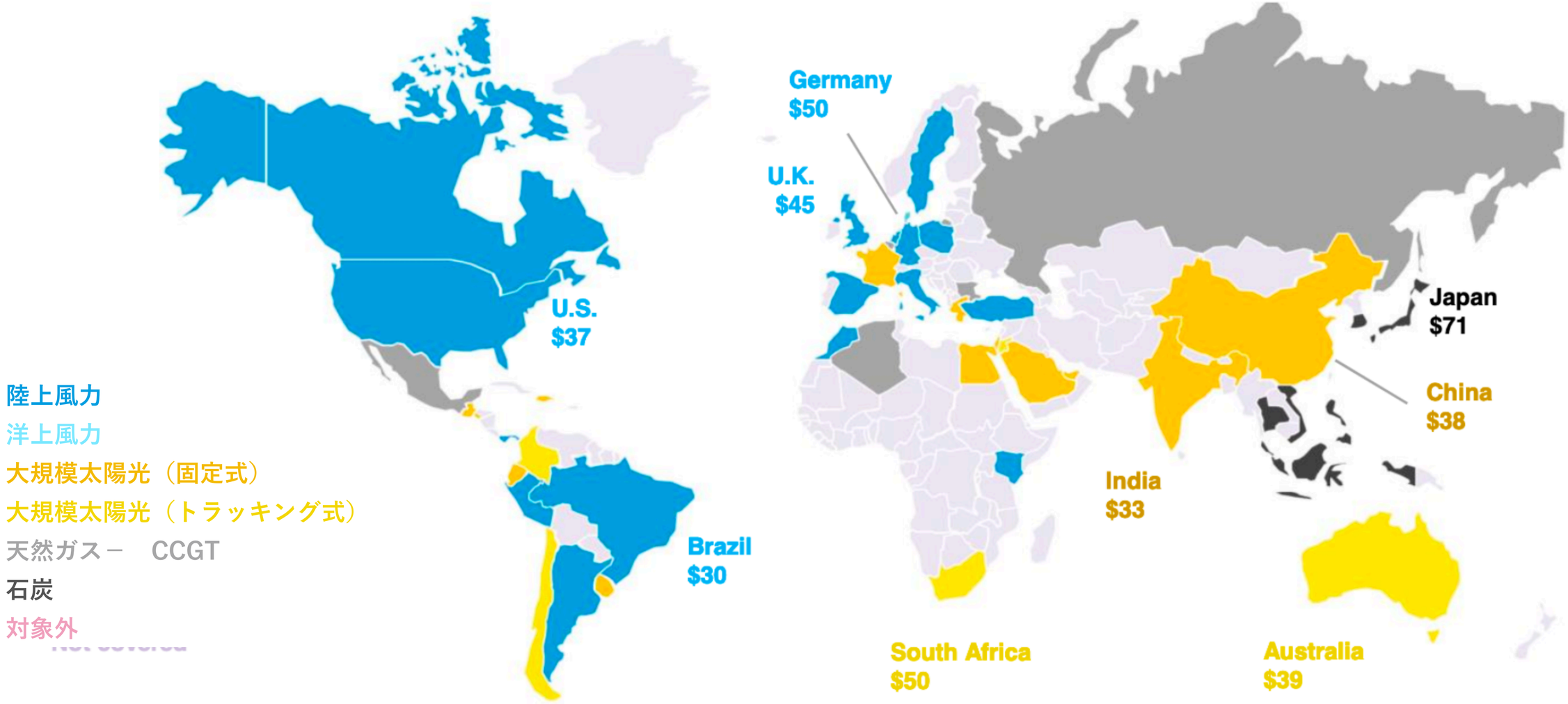
太陽光発電と風力発電の普及が進み、総発電量に占める再生可能エネルギーの割合は2020年の29%から2050年には90%近くまで上昇し、それを原子力、水素、CCUSが補完する。

世界の自然エネルギーの拡大

自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

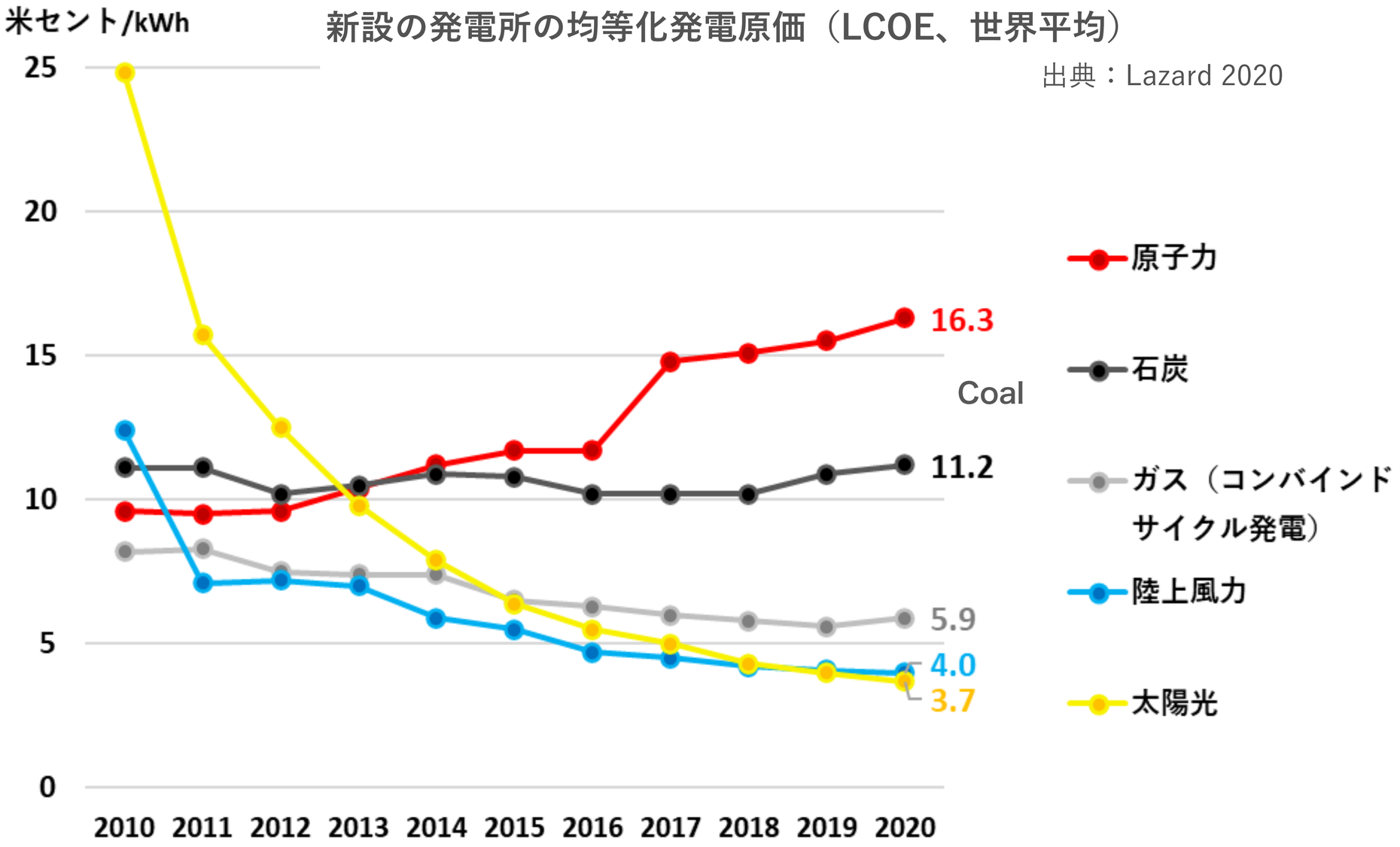
自然エネルギーは、

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)

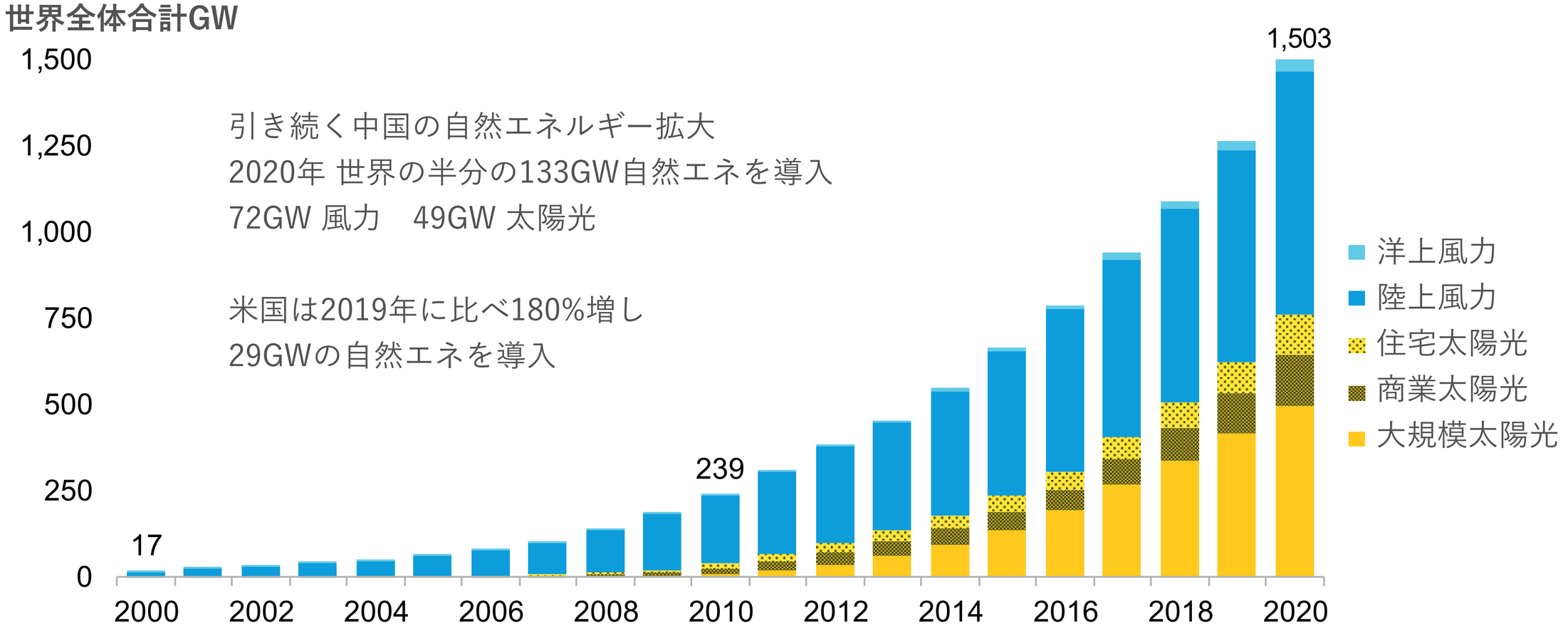
世界：電源のコスト比較


米セント/kWh
新設の発電所の均等化発電原価（LCOE、世界平均）
出典：Lazard 2020
25
20
15
10
5
0
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
16.3
Coal
11.2
5.9
4.0
3.7
原子力
石炭
ガス（コンバインドサイクル発電）
陸上風力
太陽光

自然エネルギーの新たな10年が始まった

2020年に世界で導入された発電容量全体の80％以上が自然エネルギーであり、全体で260GW以上が導入された。特に拡大しているのは、太陽光発電と風力発電であり、伸びを支えているのは、破壊的ともいえる価格低下である。

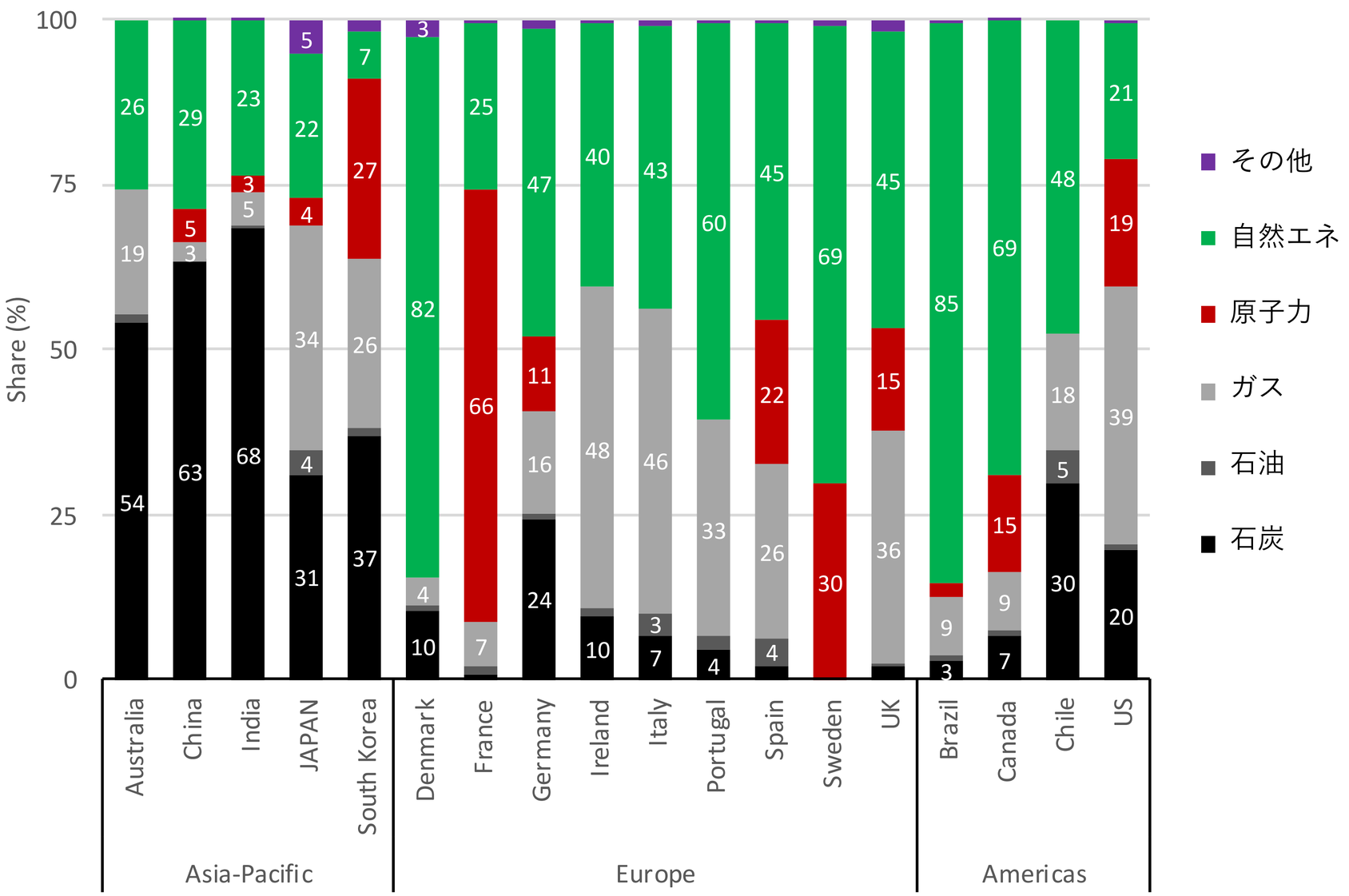
この10年で、太陽光のコストは9割低下、風力発電もコストが4割低下した。昨年は127GWを追加、これまでで714GW（うち6GWは集中型太陽熱発電）が導入されている。風力は、新しいプレーヤーとして洋上風力が34GW増えたのを合わせ、昨年は111GWを追加、これまでで733GWが導入されている。



世界の発電ミックスの現状

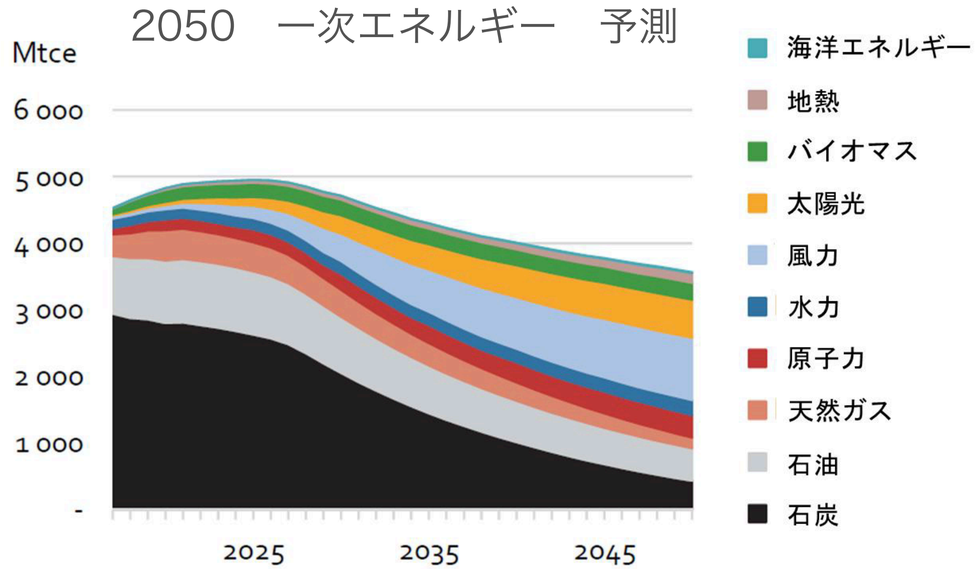
世界では自然エネルギーによるエネルギー転換が加速している。すでに欧州諸国では2020年、自然エネルギーが発電で50%を超えた。中国も自然エネルギーを加速、昨年世界全体で追加された発電設備容量のうち自然エネルギーが8割の260GWを占め、そのうち半分を中国が導入。

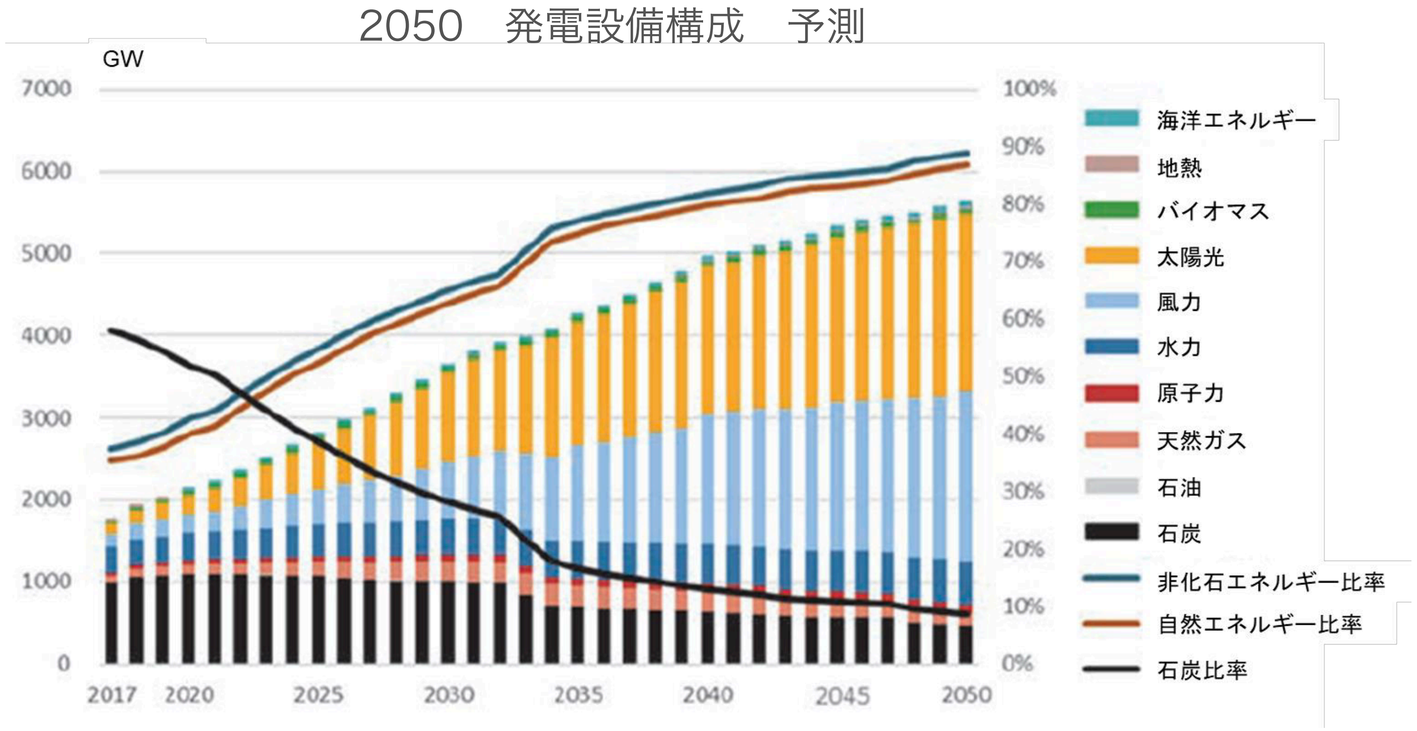
2020年　各国の発電ミックス（送電端）

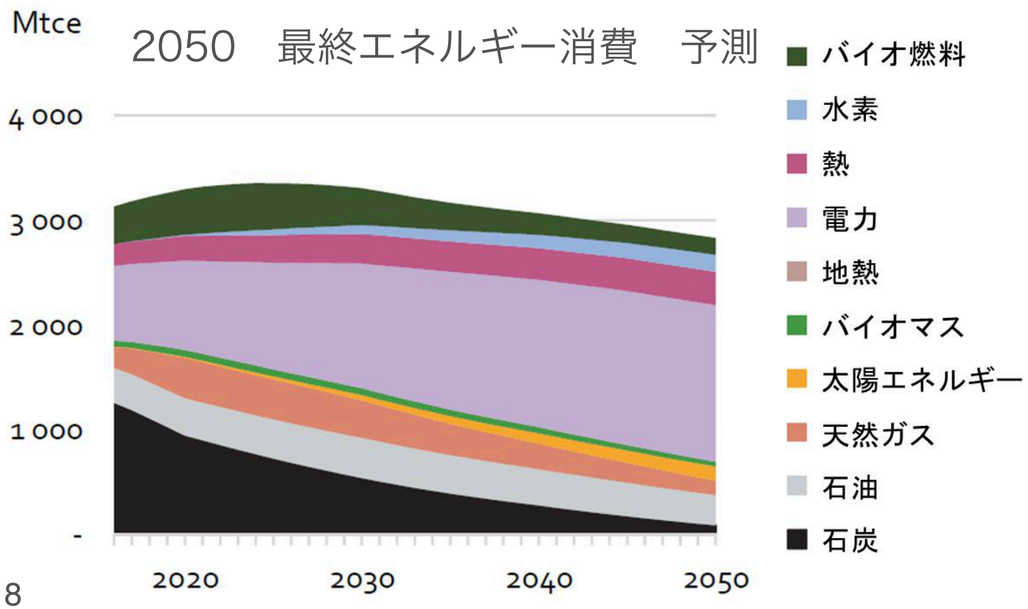


出典）IEA（2021）より自然エネルギー財団作成

エネルギー転換を加速する中国







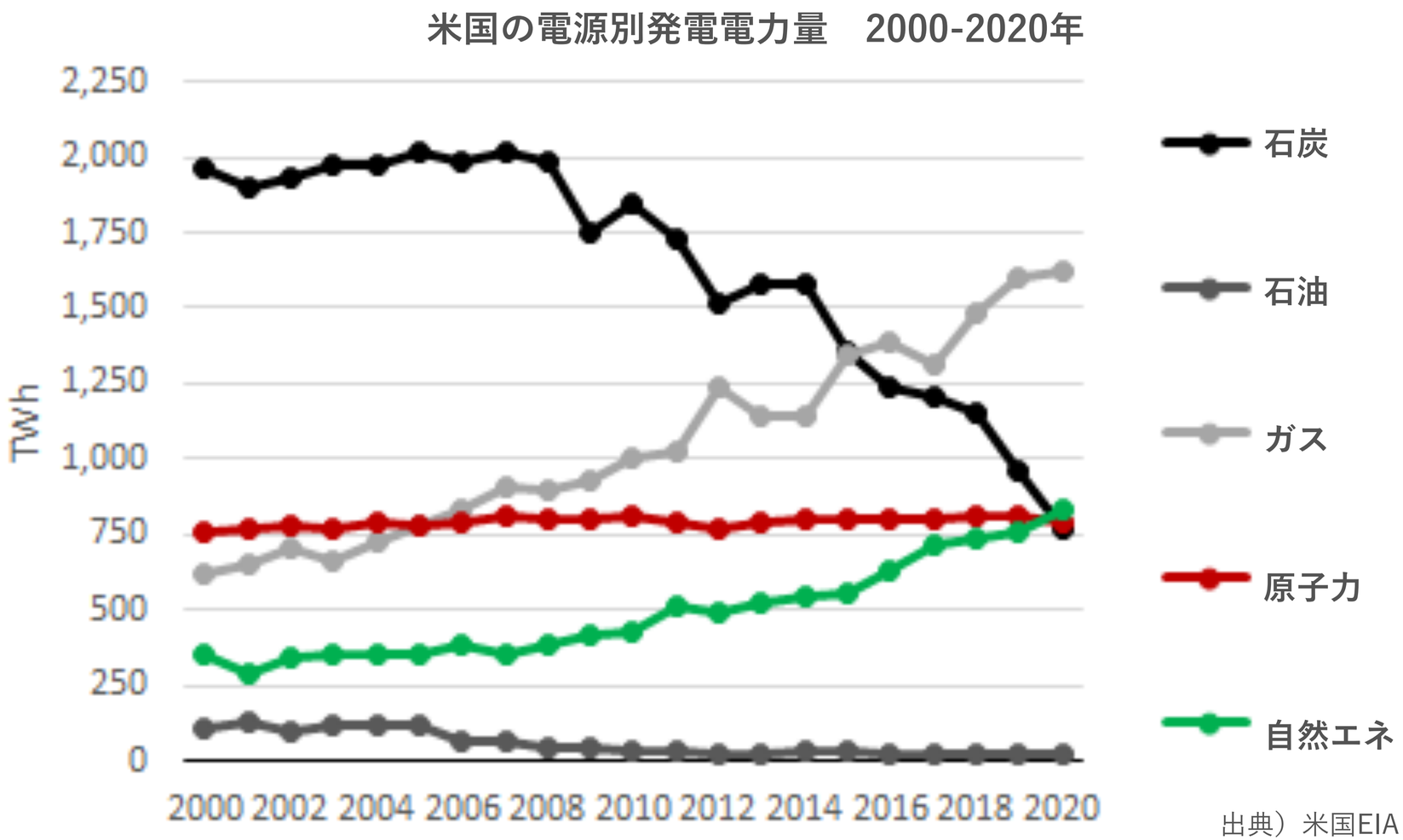
中国「国家再生可能エネルギーセンター」

- 一次エネルギー消費総量が減少し、自然エネルギーが中心となる消費構造
- 風力と太陽光は将来の主要電源となる
- 電力は最終エネルギー消費の中心となる

出典）王嘉陽、自然エネルギー財団　2021年4月24日

エネルギー転換を加速する米国

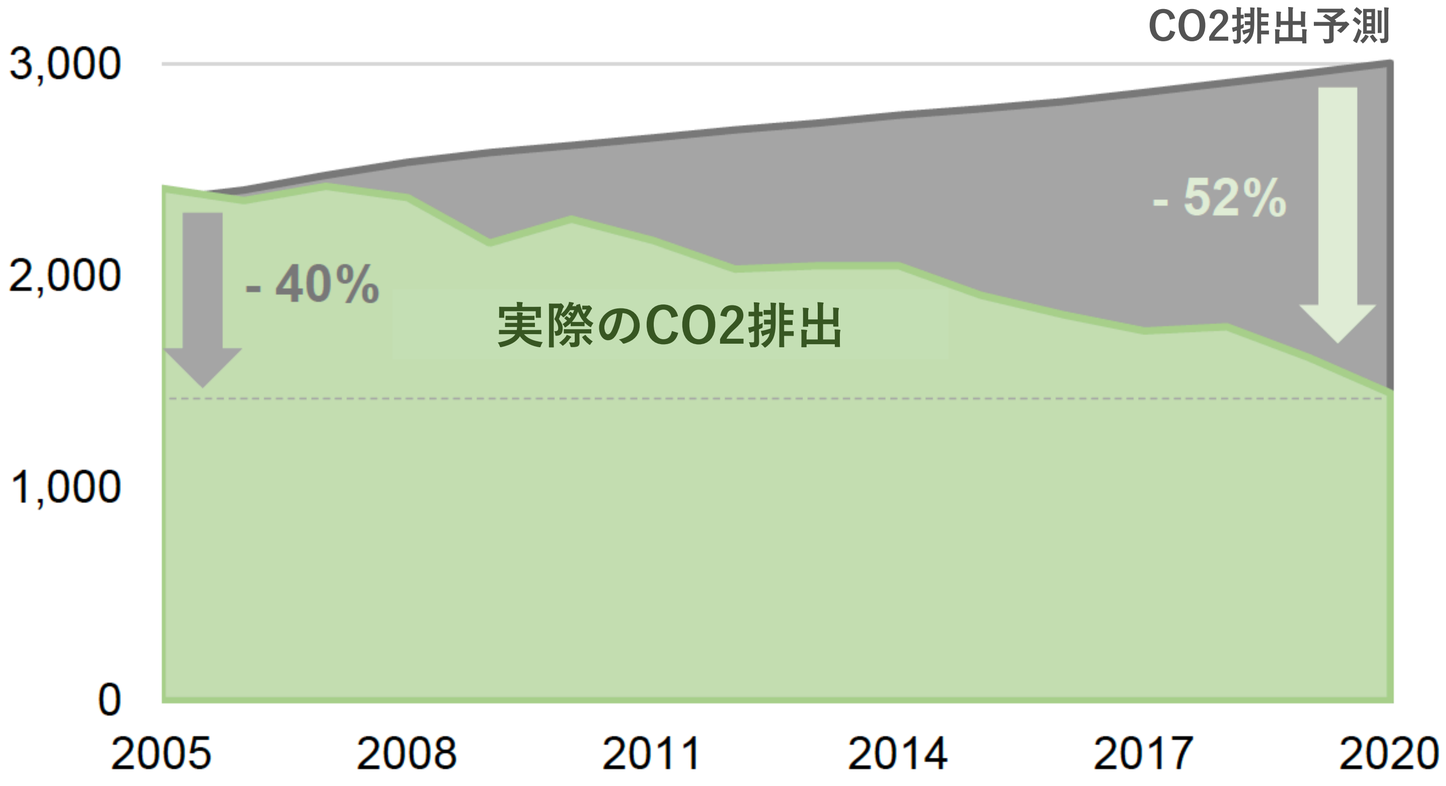
2020年、自然エネルギーが、それぞれ原子力と石炭からの発電量を追い越した。
2019年に比べ180%増し29GWの自然エネを導入。



出典）米国EIAより自然エネルギー財団が作成

エネルギー転換を加速する米国

エネルギー関連二酸化炭素排出の状況　2005-2020（MMT/yr）



CO_2 Reductions	2020 actual	2019 actual
Electricity		
Actual vs. 2020 projection	-52%	-46%
Actual change from 2005	-40%	-33%
Residential		
Actual vs. 2020 projection	-40%	-36%
Actual change from 2005	-29%	-24%
Commercial		
Actual vs. 2020 projection	-49%	-42%
Actual change from 2005	-32%	-22%
Industrial		
Actual vs. 2020 projection	-34%	-28%
Actual change from 2005	-22%	-15%
Transportation		
Actual vs. 2020 projection	-38%	-26%
Actual change from 2005	-18%	-3%

Notes: Residential, commercial, industrial, and transportation emissions include embedded emissions associated with electricity use. Negative numbers mean actual 2020/2019 was lower.

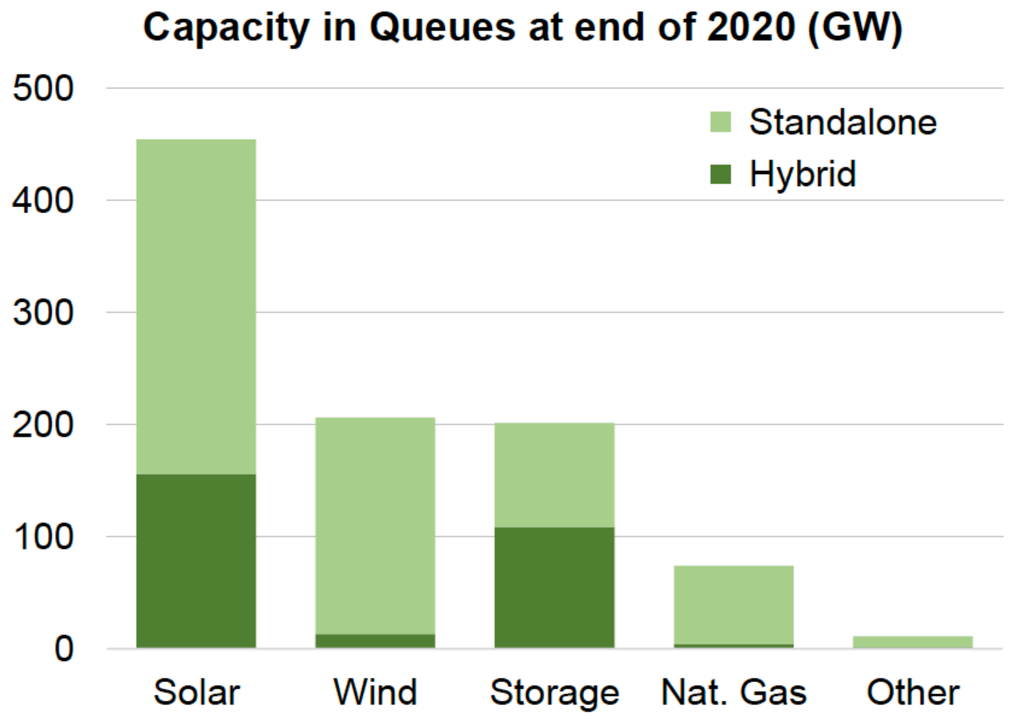
Figure 9. Sector-specific energy-related CO_2 emissions reductions

出典）Half Way to Zero, Ryan Wiser, LBNL、MAR 2021、https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/halfway_to_zero_report.pdf

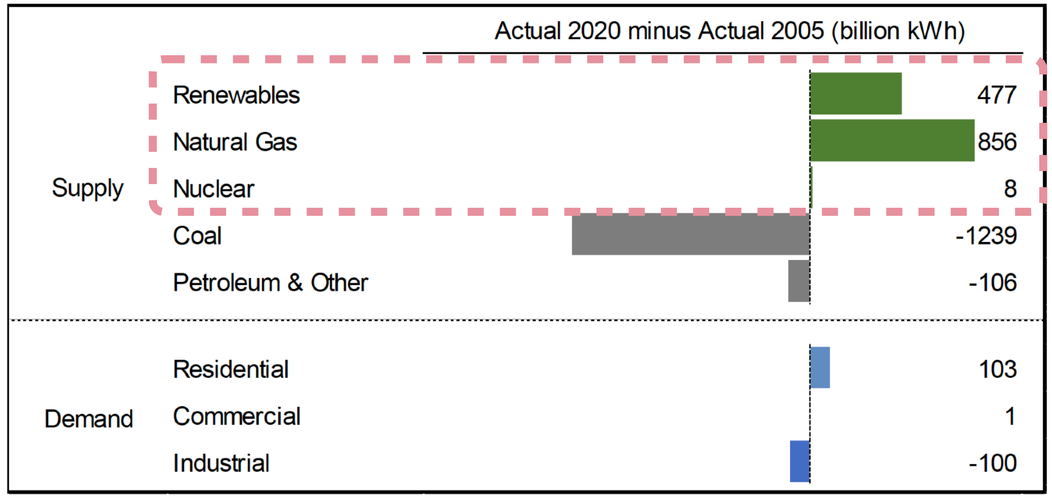
エネルギー転換を加速する米国

2035年までに電力セクターを脱炭素化するためには、今後、1,100GWの太陽光や風力を導入する必要がある。しかし、2025年までに570GWの導入が予定されており、このまま行けば、達成できる可能性もある。

2020年末の段階で開発が計画されている自然エネルギー（GW）

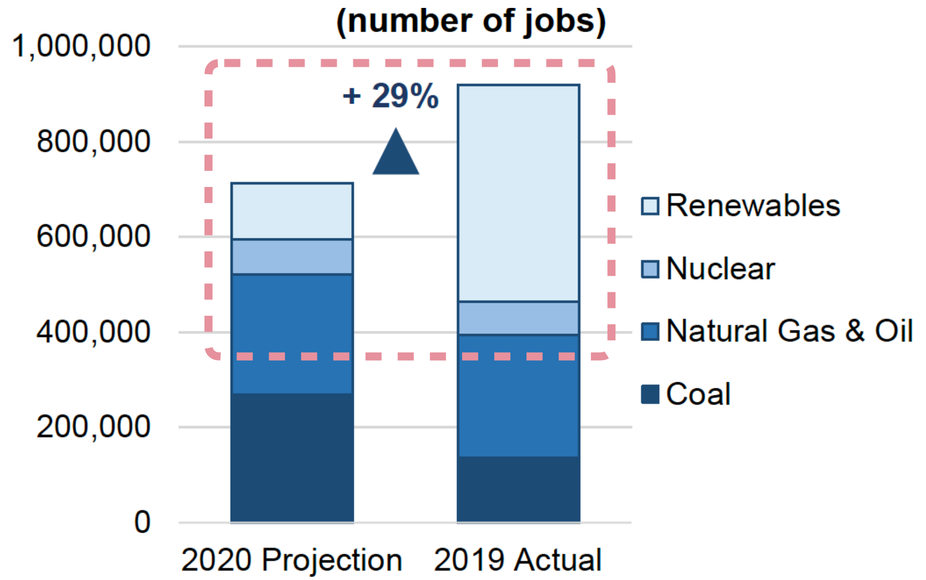


エネルギー需給の変化　2020と2005の比較



Note: Positive numbers mean actual 2020 was higher, negative numbers mean actual 2020 was lower.

電力供給と雇用　（雇用数）　2020年予測と2019年の実際



_to_zero_report.pdf

https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20210528.php

Small Modular Nuclear Reactors Are Mostly Bad Policy

People asserting that SMRs are the primary or only answer to energy generation either don't know what they are talking about, are actively dissembling or are intentionally delaying climate action.

By Michael Barnard Published May 3, 2021 275 Comments

（なぜ自然エネルギーではなくSMRが必要だという主張をするのか？）

・気候対策をしているように見せかけて、**政府の気候対策を先延ばしにできるからである。**自然エネルギーは目的に適っていないと主張することで、最も知性が低く思慮のない支持者に迎合することができる。一方で、SMRは、最新の配備・運転可能な形態ではまだ存在しないため、本当の問題に直面することもない。

・もうひとつの大きな理由は、自然エネルギーに起因するものだ。15年前には、自然エネルギーはコストがかかりすぎ、送電網の信頼性に問題があり、大量の原子力が必要だと主張することができた。しかし、15年間にわたる原子力発電の展開の失敗と、なによりも自然エネルギーのコスト低下と送電網の信頼性が証明されたことで、この意見は否定された。

・SMRではスケールメリットを享受できない。

・核技術である以上、膨大なセキュリティコストが必要になる。

・原子炉である以上、民間の保険適用だけでは運転できず、事故時の賠償リスクから逃れられない。

状態	基数	発電容量（MWe）
計画段階または放棄	22	208
建設中	2	119
設計段階	28	60
稼働中	5	50
総計	57	100

世界原子力協会のデータに基づくSMNRの状態別分類表（著者作成）

コスト地域	各炉・年間（100万ドル）	各炉・全ライフサイクル（100万ドル）	原子炉全体（100万ドル）
世界	$8.2	$1,224.4	$165,300.0
国・州・自治体	$25.9	$3,880.9	$523,920.0
サイト	$18.0	$2,700.0	$364,500.0
合計	$52.0	$7,805.3	$1,053,720.0

米国全体での総セキュリティコストの原子炉あたりの配分（筆者が2021年に発表した表）

米かキャビアか－新規原発計画は気候保護を邪魔する

エイモリー・B・ロビンス　ロッキーマウンテン研究所名誉会長

2021年1月下旬、Bloombergの取材より

「原子力発電への支出は、むしろ「気候変動の機会費用」、つまり、いかにして最小のコストで最小の時間で最も多くの炭素を節約するかという問題を中心に考えるべきである。この考え方に従えば、原子力はコストが高いために、自然エネルギーとエネルギー効率化に到底叶わない。原子力発電所の新規建設や既存の発電所の運転を維持するための支出は、実際には気候保護の妨げになる。なぜなら、より早く建設することができ、より多くの炭素排出を削減することができる、他の安価な技術から投資を遠ざけてしまうからである。」

「**多くのアナリストは、異なる電源間のコストと速度の常識的な比較を無視**してる。それは、**人々が飢えている飢餓は緊急であり、キャビアと米はどちらも食料であり、したがって、キャビアと米の両方が飢餓を減らすために不可欠であると主張するようなもの**である」

Paradigm Shift in Energy

自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

CONTACT:
Mika Ohbayashi
Renewable Energy Institute