

主催: 特定非営利活動法人 環境エネルギー政策研究所(ISEP)

共催: 一般社団法人 全国ご当地エネルギー協会(JCPA)、三宅坂総合法律事務所(MSLO)

後援: 再エネ100宣言RE Action協議会、自然エネルギー100%プラットフォーム

助成: 独立行政法人環境再生保全機構地球環境基金

地域の脱炭素化に向けた再生可能エネルギー100%への課題



2022年11月8日

飯田 哲也

特定非営利活動法人 環境エネルギー政策研究所

「ネオ1970s」 エネルギー危機の時代

気候危機

(画像:NOAA)

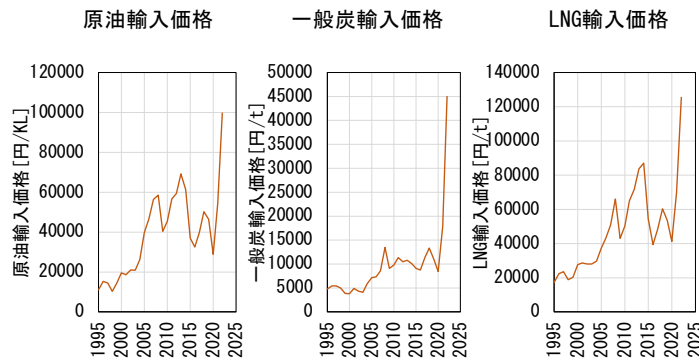
ロシアによるウクライナ侵攻

(画像:Foreign Affairs)

化石燃料高騰

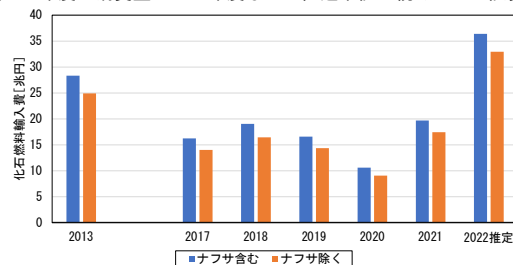
(画像:iStock)

日本の化石燃料輸入価格高騰(1995～2022年6,7月)



1995～2021年度は年度平均。石炭は2022年度は2022年6月価格、原油と天然ガスは7月価格。
財務省貿易統計、石油連盟石油輸入価格より作成

化石燃料輸入費、今年度は巨額になるおそれ (2022年度は消費量が2021年度なみで直近単価が続くとして試算)



財務省貿易統計(輸入量)、日本エネルギー経済研究所(輸入価格)より作成
ナフサ分のうち石油化学用(プラスチック製造用)は化石燃料燃焼とは違うのでそれを差し引いた分も示した。
これは国内出荷分に国内卸価格をかけて求めた。
2022年度は輸入量が2021年度と同じ、単価は石炭が2022年6月、石油とガスが2022年7月分になったとして試算。

2022年度の厳しい電力需給の状況

- 近年、脱炭素の流れの中で、再生可能エネルギーの導入拡大に伴う火力発電所の稼働率の低下等により休廃止が増加。併せて、今年3月の福島県沖地震による稼働停止の長期化も懸念。
- 一方で、これまでに再稼働した原子力発電所は計10基にとどまり、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの導入が進んでいるものの、特に冬季において、需給ひっ迫時の供給力が減少。
- その結果、2022年度夏季は、**7月の東北・東京・中部エリアにおいて予備率3.1%**と非常に厳しい見通し。冬季は、**1月、2月に全7エリアで安定供給に必要な予備率3%を確保できず、東京エリアはマイナスの予備率と特に厳しい見通し。**

※10年に1度の猛暑・厳冬においても最低限必要とされる予備率は3%

<猛暑・厳寒時の需要に対する予備率>

夏季

	7月	8月	9月
北海道	21.4%	12.5%	23.3%
東北	3.1%		
東京			
中部			
北陸		4.4%	5.6%
関西			
中国			
四国	3.8%		
九州			
沖縄	28.2%	22.3%	19.7%

冬季

	12月	1月	2月	3月
北海道	12.6%	6.0%	6.1%	10.0%
東北	7.8%	3.2%	3.4%	9.4%
東京		▲0.6%	▲0.5%	
中部				
北陸	4.3%	1.3%	2.8%	
関西				
中国				
四国				
九州				
沖縄	45.4%	39.1%	40.8%	65.3%

<3月の福島県沖地震により停止継続中の火力>
新地発電所 1号機、2号機 計200万kW(復旧時期未定)

予備率3%に対する不足量

東京エリア 1月: ▲199万kW 2月: ▲192万kW
西日本6エリア 1月: ▲149万kW 2月: ▲18万kW

「エネルギー危機」に対する日本とドイツ

日本

原発を巡る岸田首相の主張や 自民党公約と政府の新方針



政府は原発を「重要なベースロード電源」と位置づけているが、将来的には、**再生可能エネルギーを主力電源化し、原発への依存度は下げていくべきだ**(2020年の著書で)

安全が確認された**原発の再稼働を推進。可能な限り原発依存度を低減**する(21年衆院選の自民党公約で)

安全が確認された原子力の最大限の活用を図る(22年参院選の自民党公約で)

新增設や運転期限の延長は明記せず

政府が新たに示した方針

- 原発の**新增設**を検討
- 最長60年の運転期限の延長を検討
- テロ対策の不備が指摘されている東電柏崎刈羽原発など**7基の再稼働**を目指す

(出典) 東京新聞 (2022年8月26日)

ドイツ



シュテフィ・レムケ
ドイツ環境大臣
(2022年9月22日)

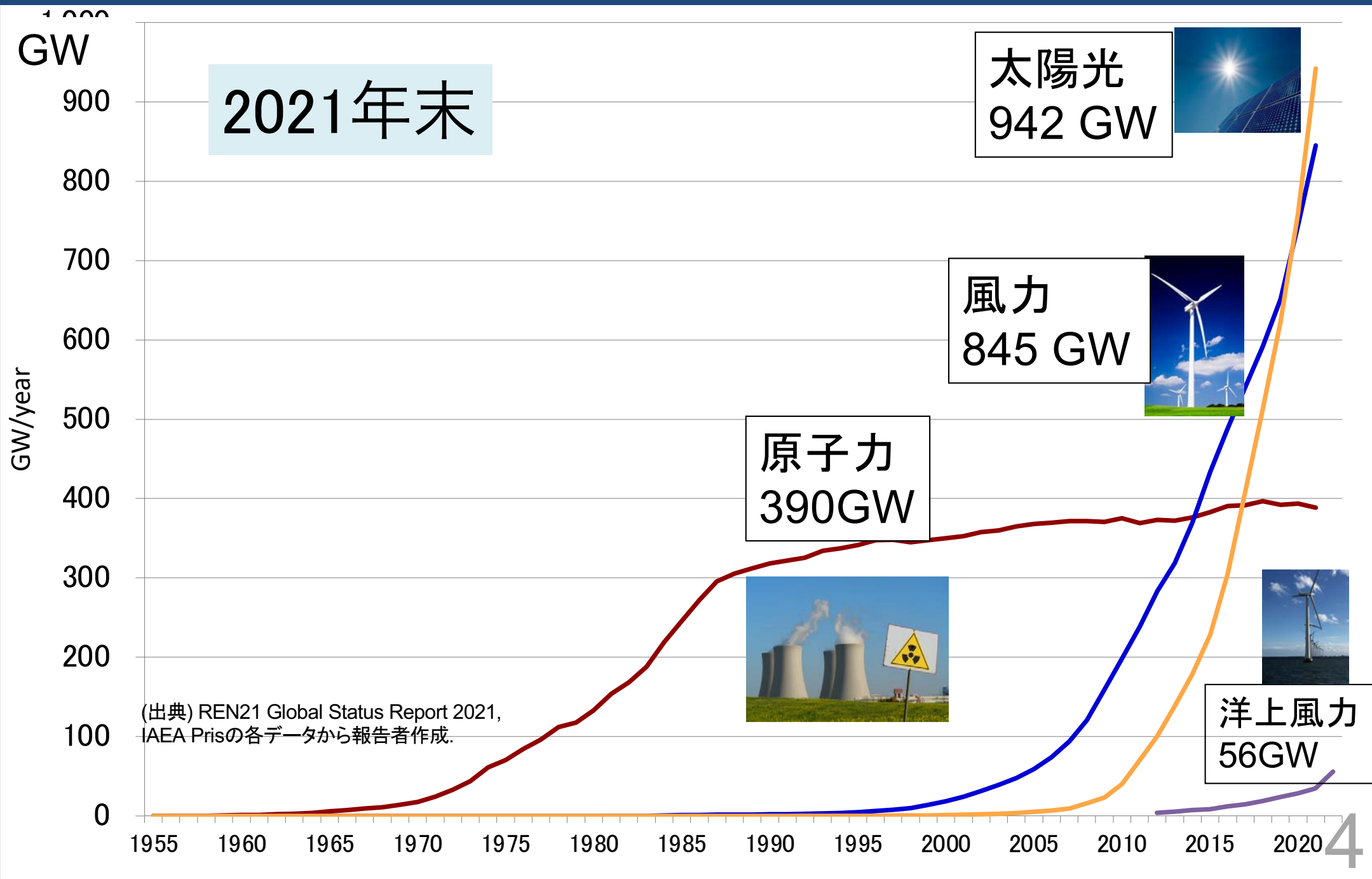
ドイツは脱原発を延長しない理由は3つ。

1. 原発の危険性はチェルノブイリや福島が証明。
2. 原発は高コスト、招来世代に核廃棄物を残す。
3. 原発が戦争の標的になることをロシアが証明。

『リスクの高い原発を、コーヒーメーカーのように水を補充し新しい珈琲豆とフィルターを入れ換えて、またスイッチを入れるように扱うのは、無責任すぎます。』

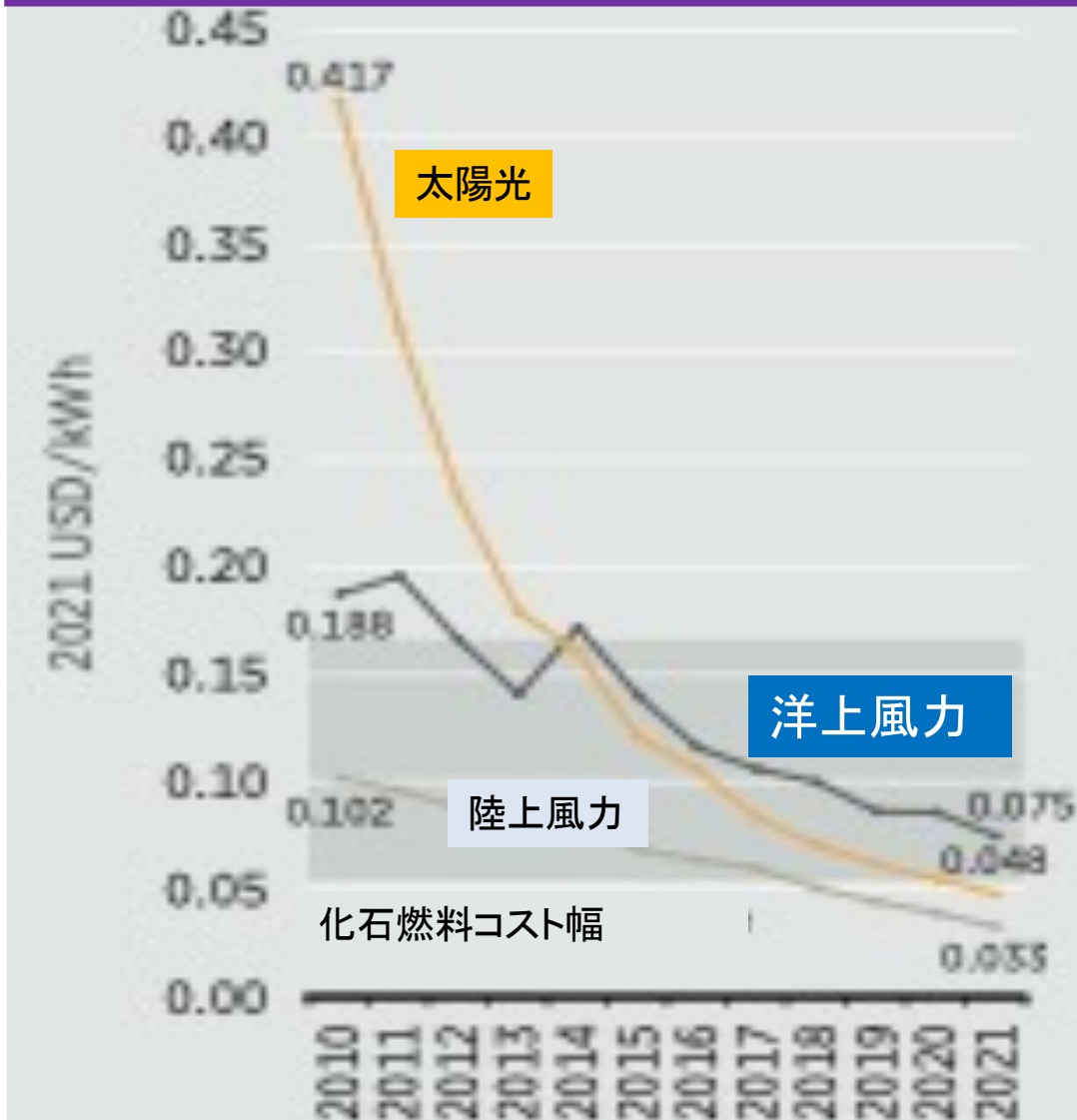
(出典) ドイツ連邦環境省 (2022年9月22日)より報告者引用

主役は太陽光発電・風力発電(+蓄電池)



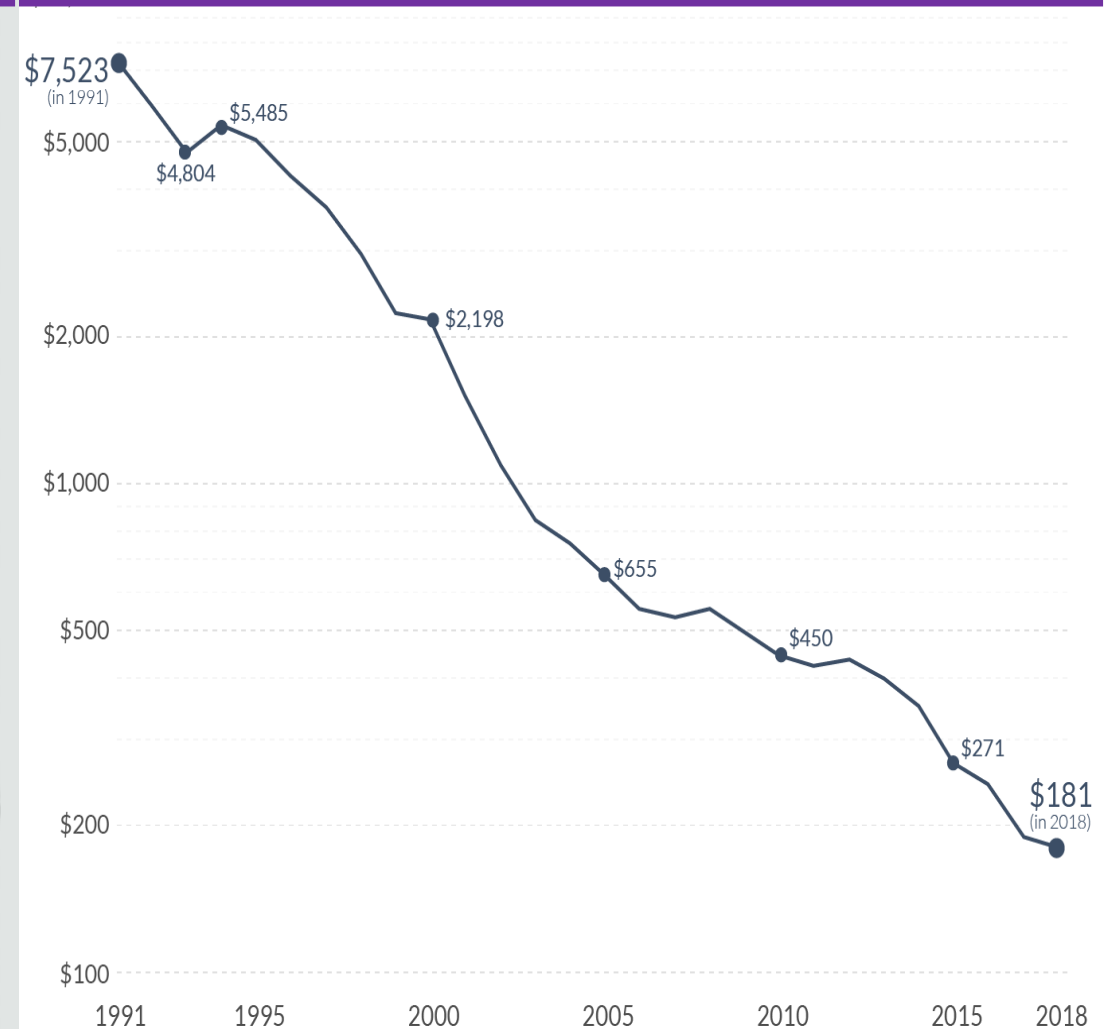
電力・エネルギー分野の「破壊的変化」:「燃料」から「技術」へ
 主役は太陽光発電・風力発電(+蓄電池):技術学習効果の衝撃

太陽光・陸上風力・洋上風力の
コスト低下



(出典) IRENA “Renewable Power Generation Costs in 2021”(2022年)

リチウムイオン電池
30年で97%、10年で90%コスト下落



Prices are adjusted for inflation and given in 2018 US-\$ per kilowatt-hour (kWh).
 Source: Micah Ziegler and Jessika Trancik (2021). Re-examining rates of lithium-ion battery technology improvement and cost decline.
 OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

(出典) Hannah Ritchie “The price of batteries has declined by 97% in the last three decades” Our World in Data, June 04, 2021

再生可能エネルギー100%は世界の科学者の主流になった

【主な結論】

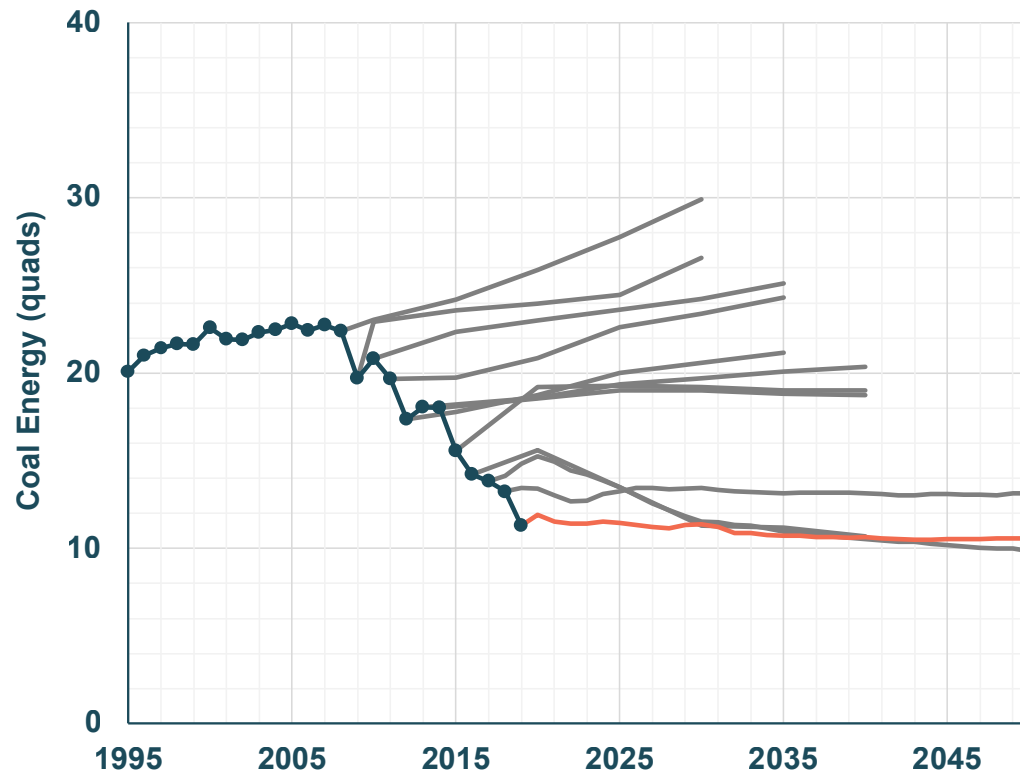
- 世界全体や各国、地域での再生可能エネルギー100%は低コストで実現できることが**科学者の主流**となった
- 風力と太陽光、蓄電池、グリーン水素
- 最近の研究テーマは、
 - ✓ エネルギー貯蔵
 - ✓ 柔軟性と系統混雑
 - ✓ セクターカップリング
 - ✓ 電力2X、水素2X、地域熱供給
 - ✓ 二酸化炭素除去(CDR)によるネガティブ
 - ✓ グローバルサウスとオフグリッド
- 1.5度目標に間に合う可能性
- 近年再エネ100%の研究が急増(年20%以上)
- **初期は強い懐疑論**に遭遇、今日は解消
- 国際エネルギー機関(IEA)やIPCCは未だに**「組織的慣性力」**のために消極的

Researchers agree: The world can reach a 100% renewable energy system by or before 2050

THEMES / 10 AUGUST 2022



石炭

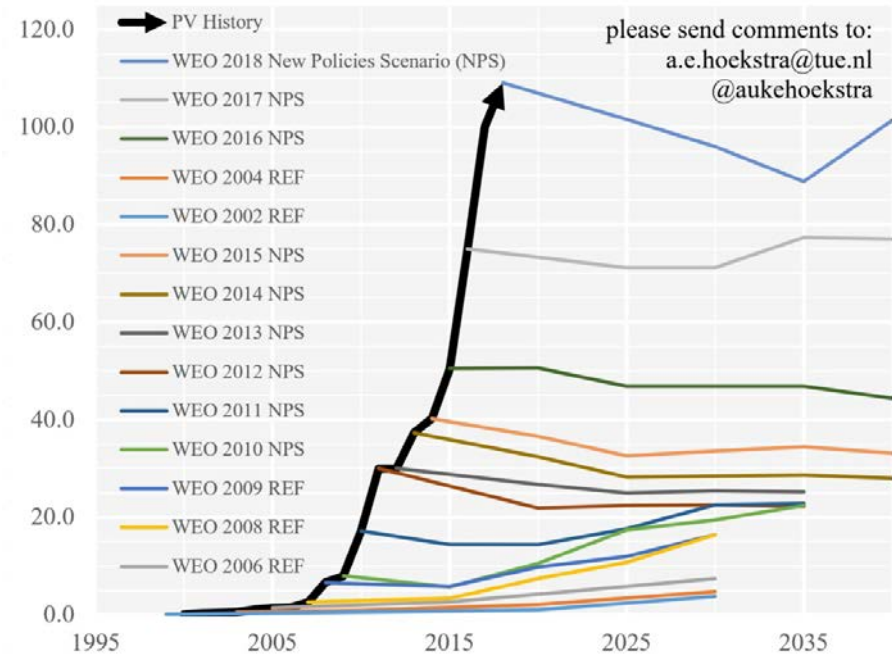


Source: US EIA Annual Energy Outlook series, 1995-2020.¹⁴

太陽光

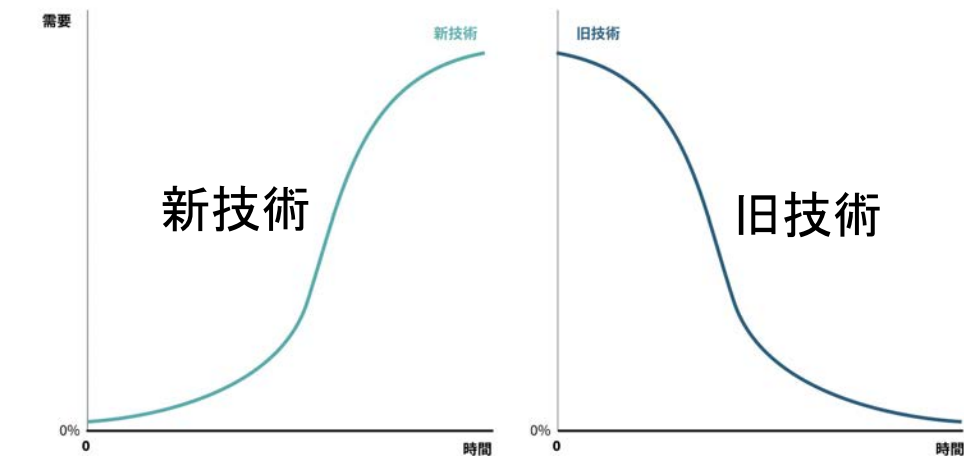
Annual PV additions: historic data vs IEA WEO predictions

In GW of added capacity per year - source International Energy Agency - World Energy Outlook



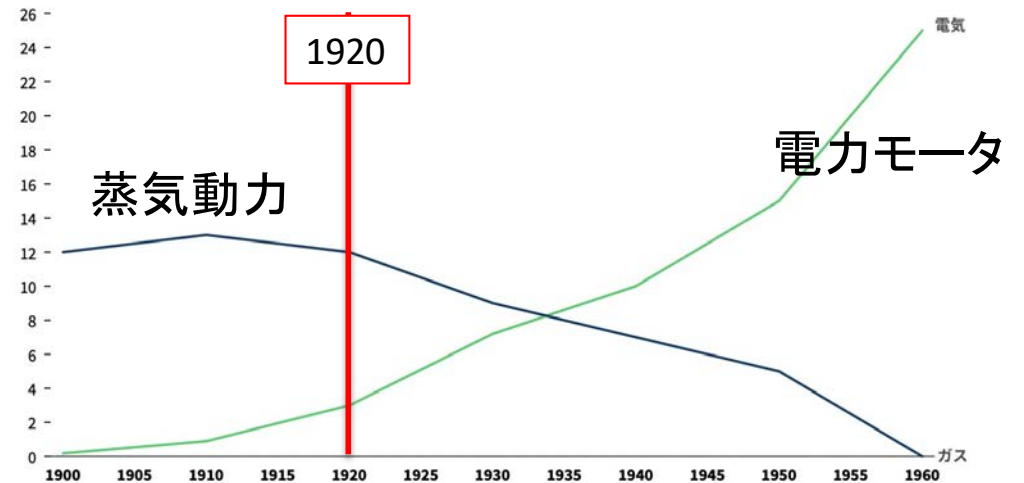
ピーク理論～「旧」から「新」への技術急転換のメカニズム

図表4. ゼロ成長システムにおける新技術の成長が旧技術の需要に与える影響



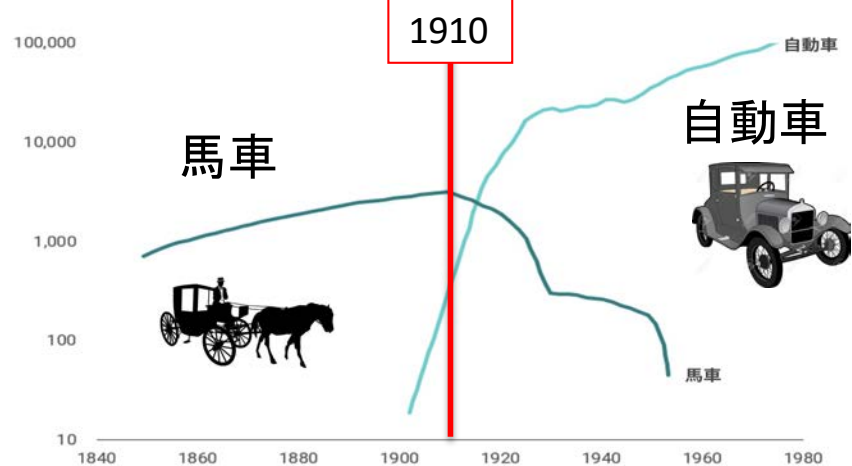
出典：RMI

図表4. 英国における蒸気動力から電力への転換（エネルギー需要：単位 TWh）



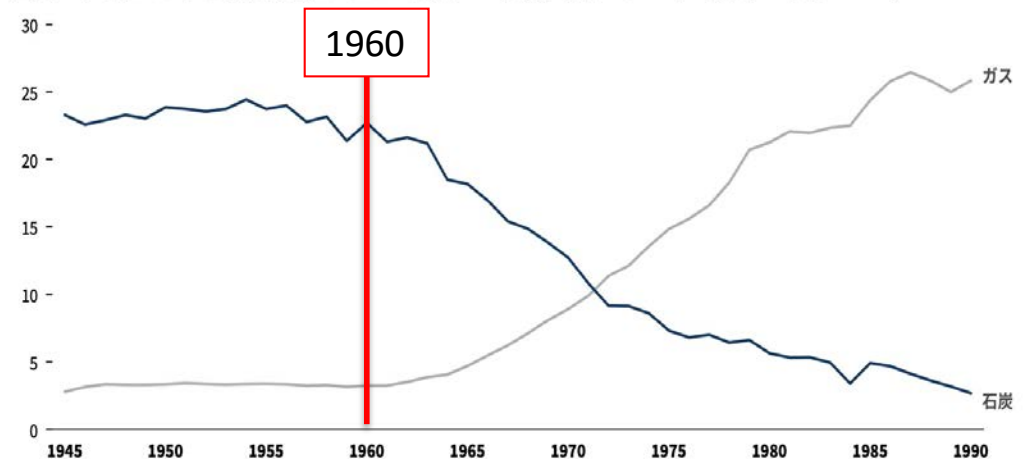
出典：Fouquet

図表2. 米国における馬車から自動車への転換（馬車と自動車の台数：単位 1,000）



出典：Nakicenovic

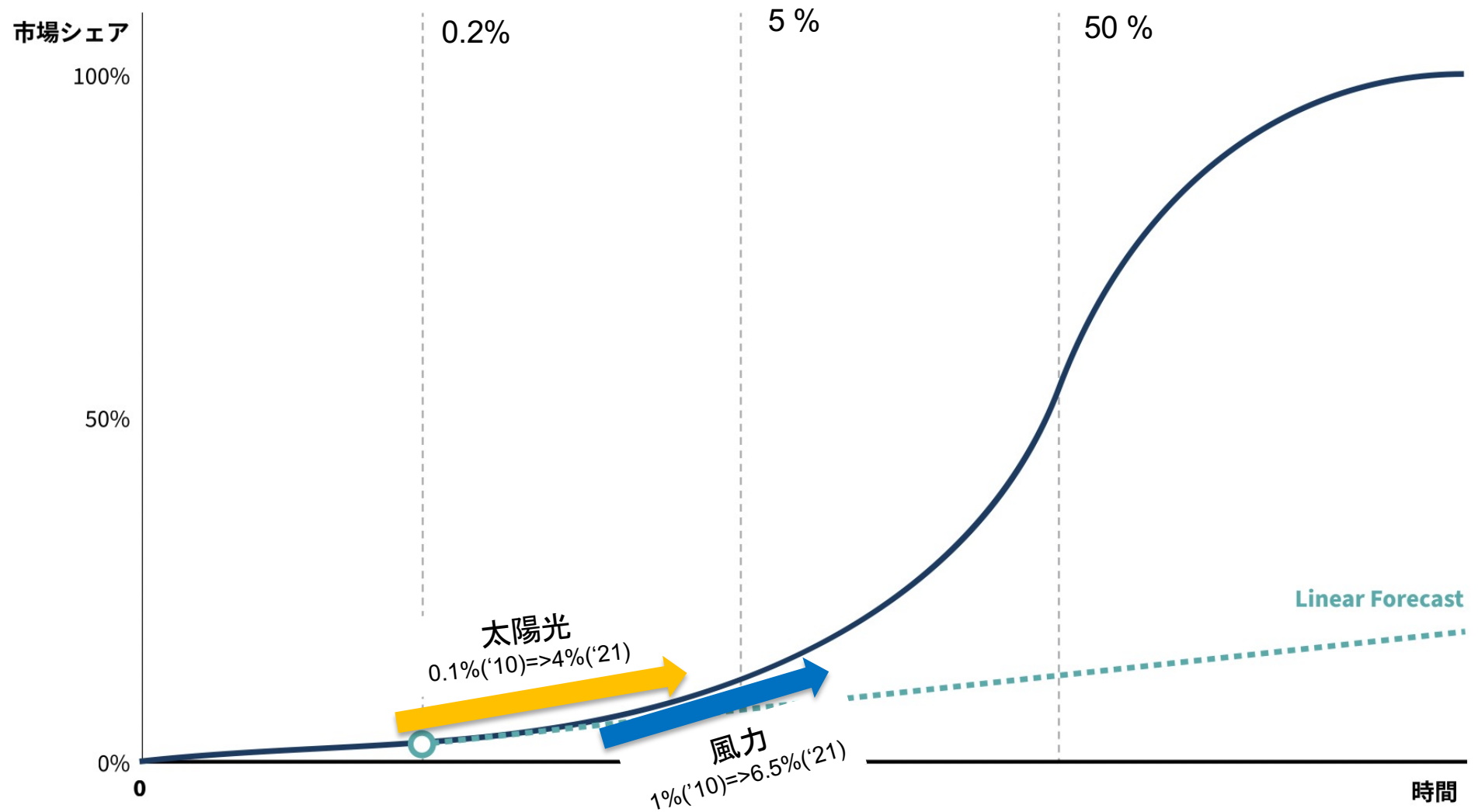
図表6. 英国における石炭暖房からガス暖房への転換（熱エネルギー需要：単位 mtoe）



出典：Fouquet

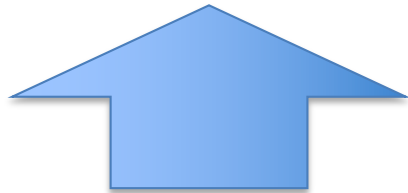
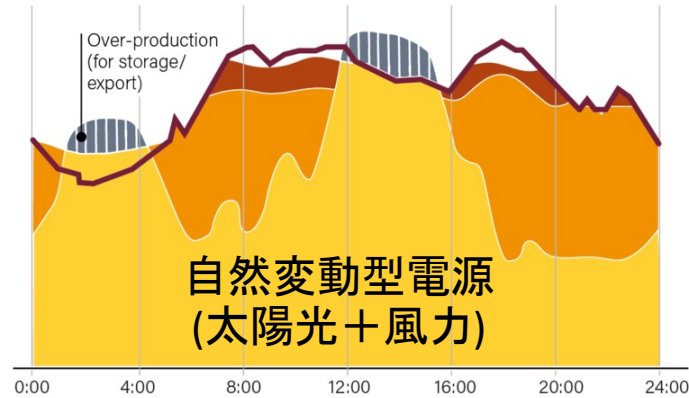
「ピーク理論」で急拡大する太陽光発電・風力発電(+蓄電池)

漸進的にはじまり、急速に成長するとき、最初の5%と次の50%にかかる時間はほぼ同じ

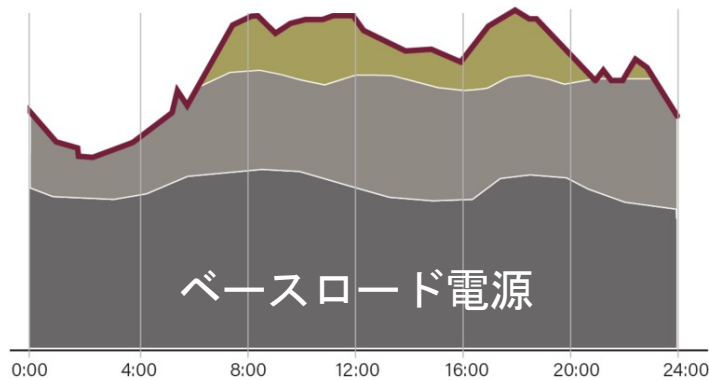


再エネ(太陽光・風力)最優先原則徹底と柔軟性の導入

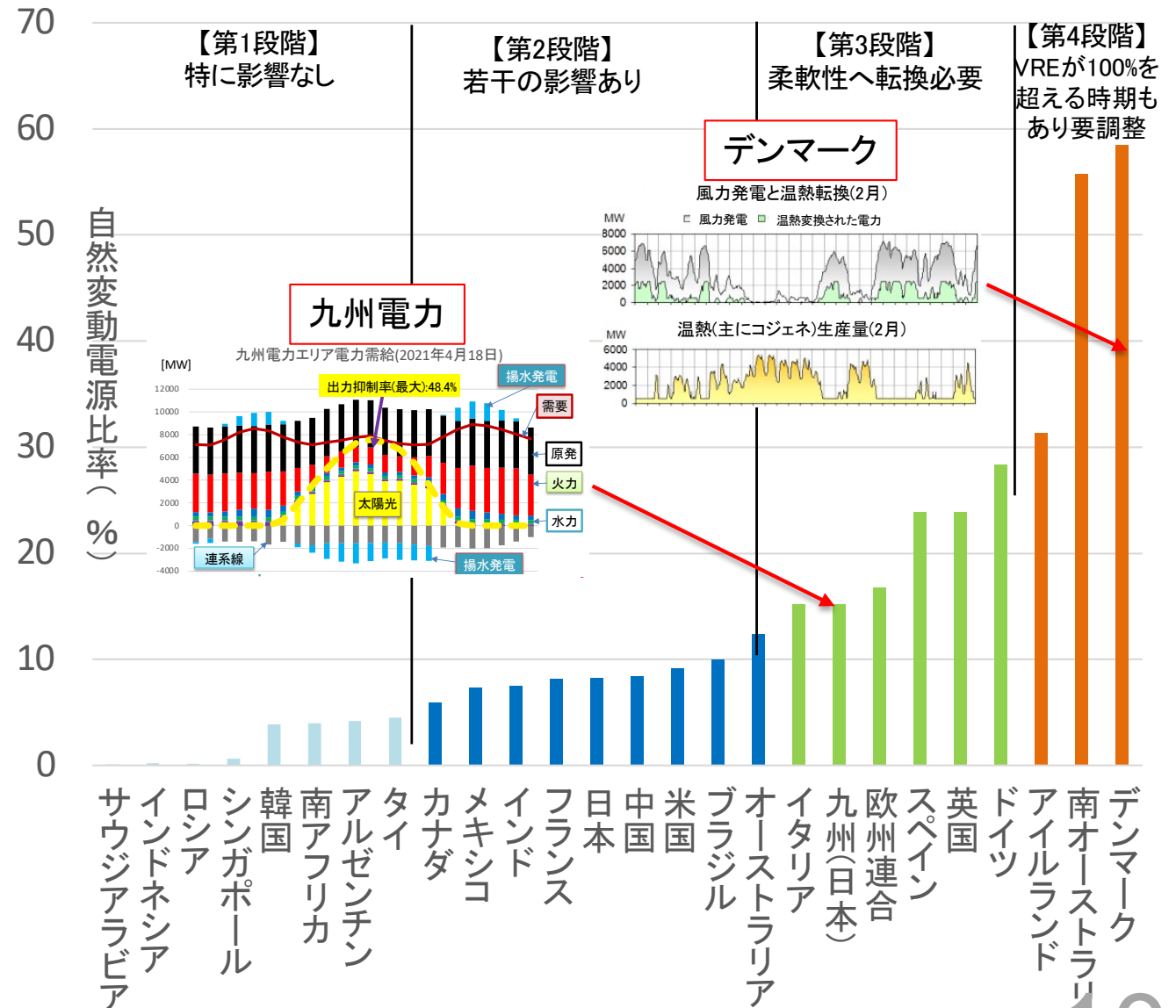
柔軟性パラダイム



ベースロードパラダイム



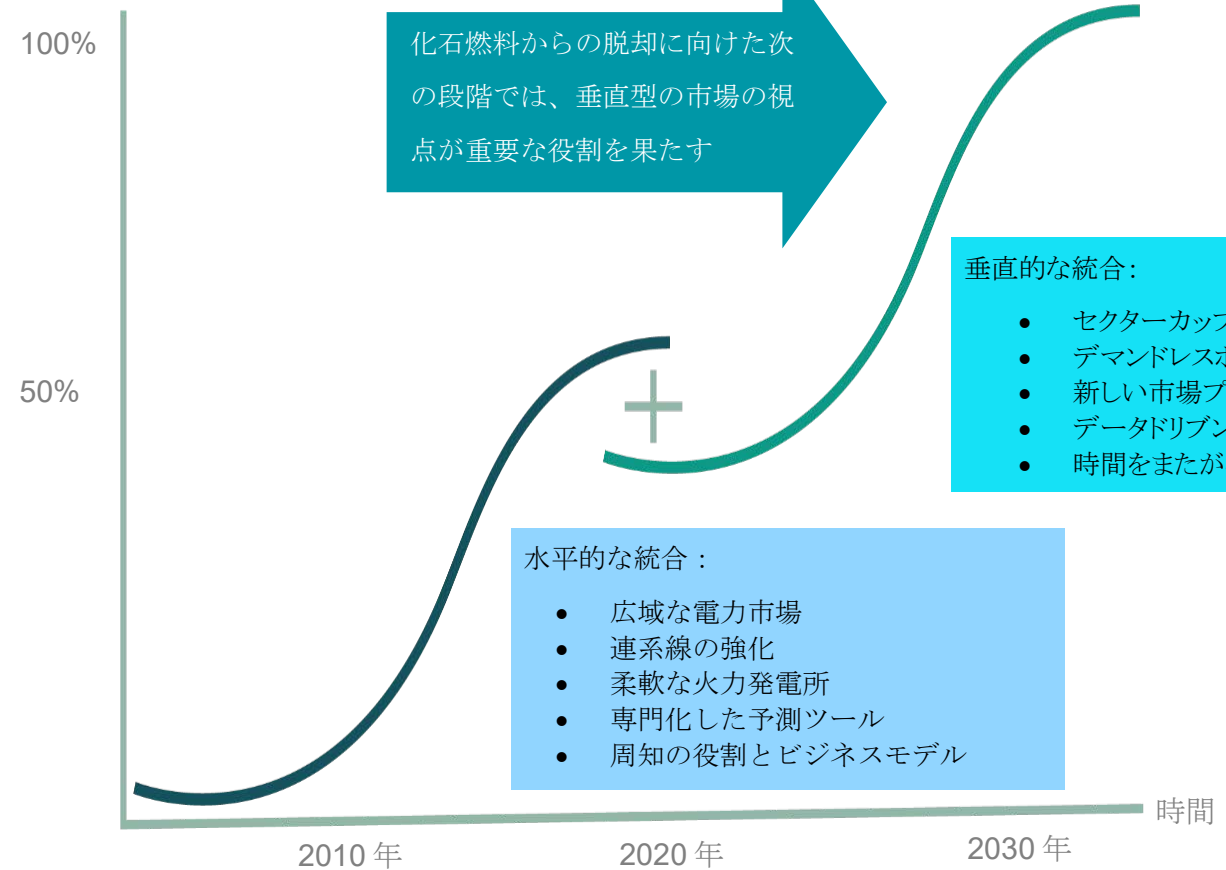
自然変動電源(太陽光+風力)の比率と柔軟性段階



VREと柔軟性 さらなるチャレンジ

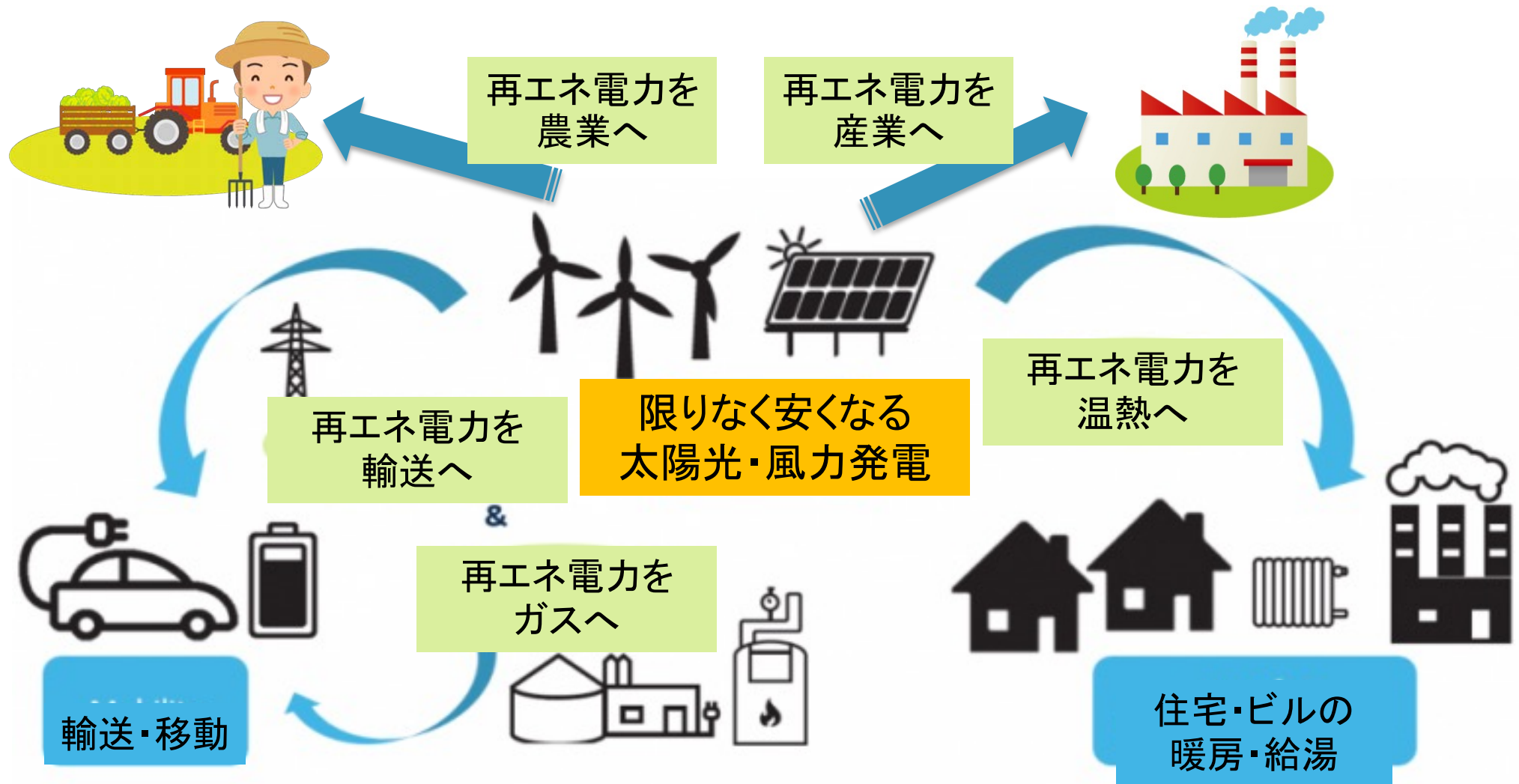


VRE のシェア



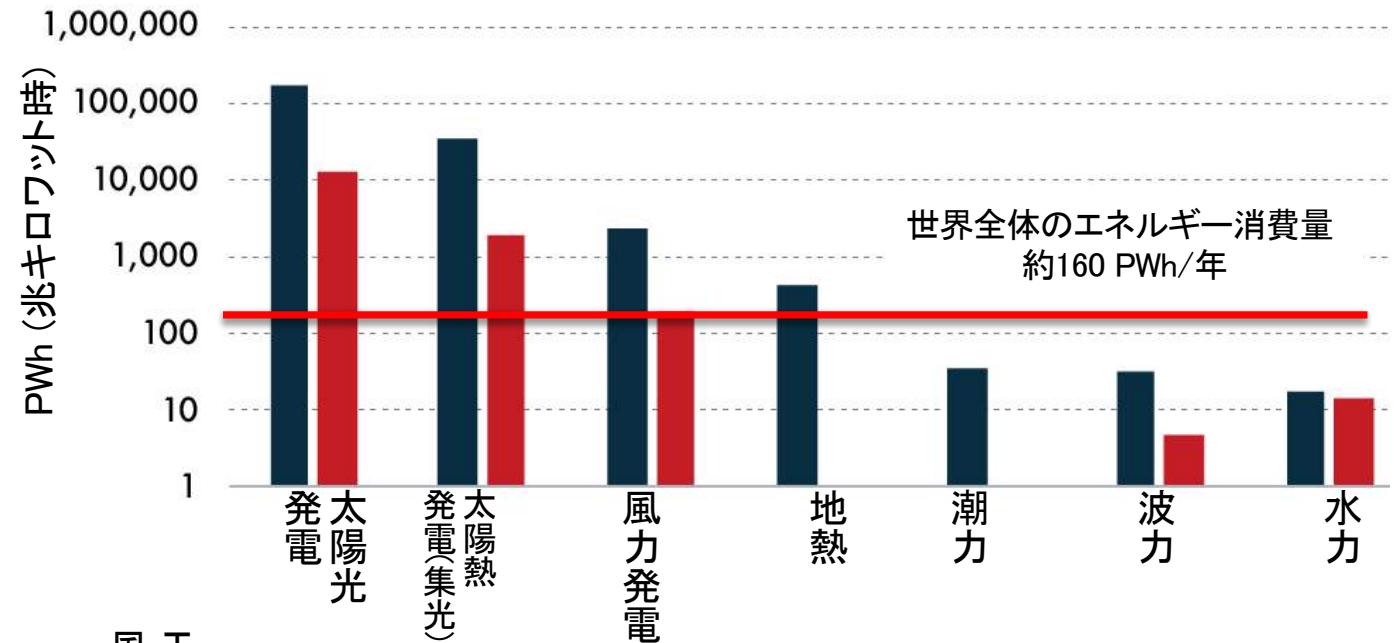
セクター(分野)・カップリング(結合)

限りなく安くなる再エネ電力(太陽光・風力発電)を温熱・輸送・産業分野へ展開

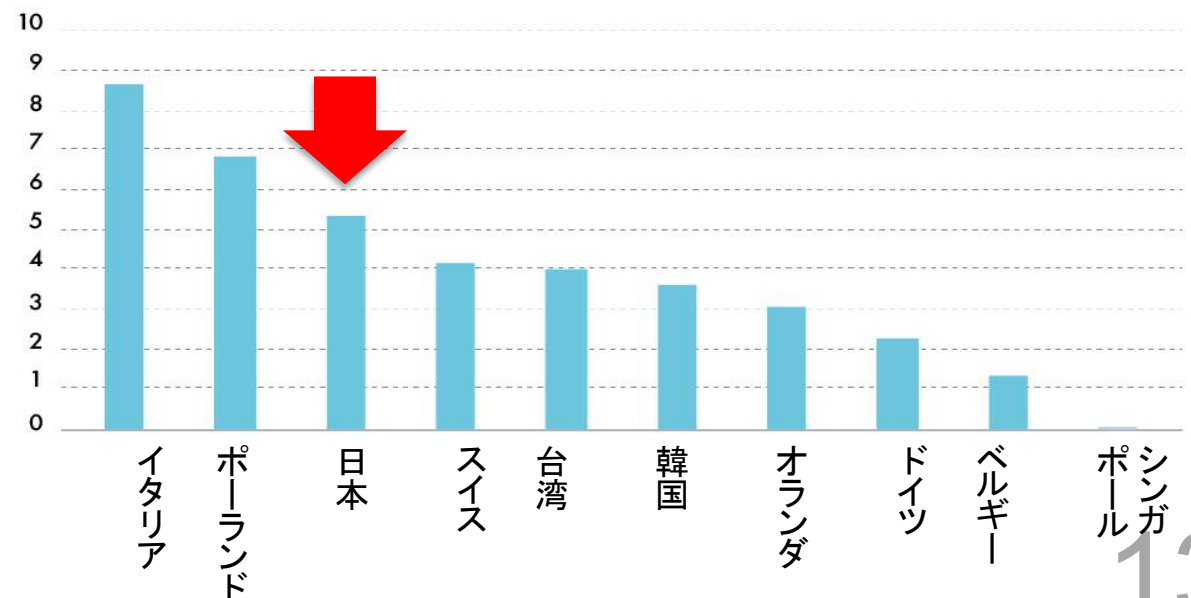


再エネの利用可能性

■ 理論的可能量 ■ 技術的可能量



エネルギー総需要に対する
風力+太陽光の技術的可能量比率



人類が使っている
エネルギー量
160 PWh/年

技術的・経済的に
利用可能な太陽光発電
16000 PWh/年 (100倍)

地球に降り注ぐ
太陽エネルギー
1600000 PWh/年
(1万倍)

再エネポテンシャルが高い農地

大きなポテンシャルを持つ未集計太陽光



海上ソーラー



垂直ソーラー

可能性
(垂直ソーラー
海上ソーラー
等)

太陽光ポテンシャル
1985TWh
+さらなる可能性

電力量(TWh)

総発電電力量
1001TWh(2020)
(資源エネルギー庁2022)

1,001

11.1

373.4

590.9

411

366

233

95

1% 農地以外土地

19% 田圃

30% 畑地

21% 荒廃農地

18% 住宅以外建築

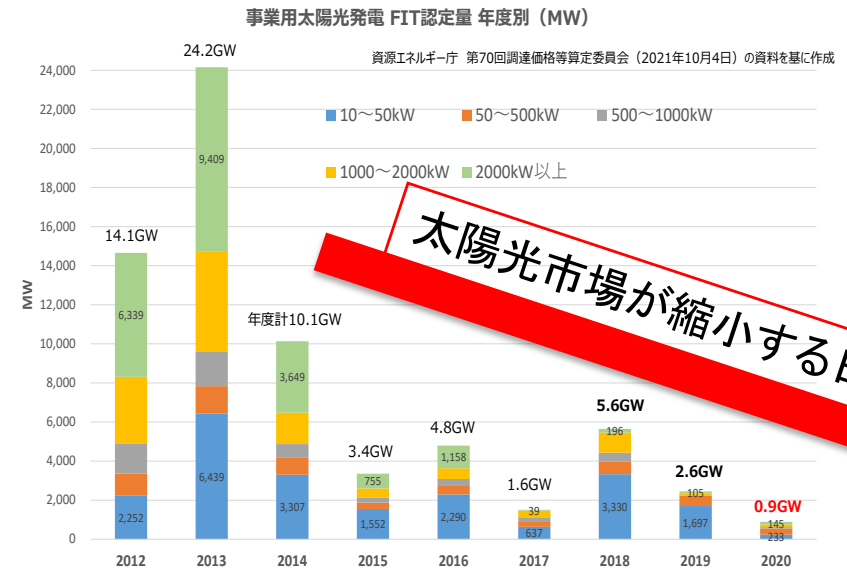
12% 住宅・集合

5% 既存

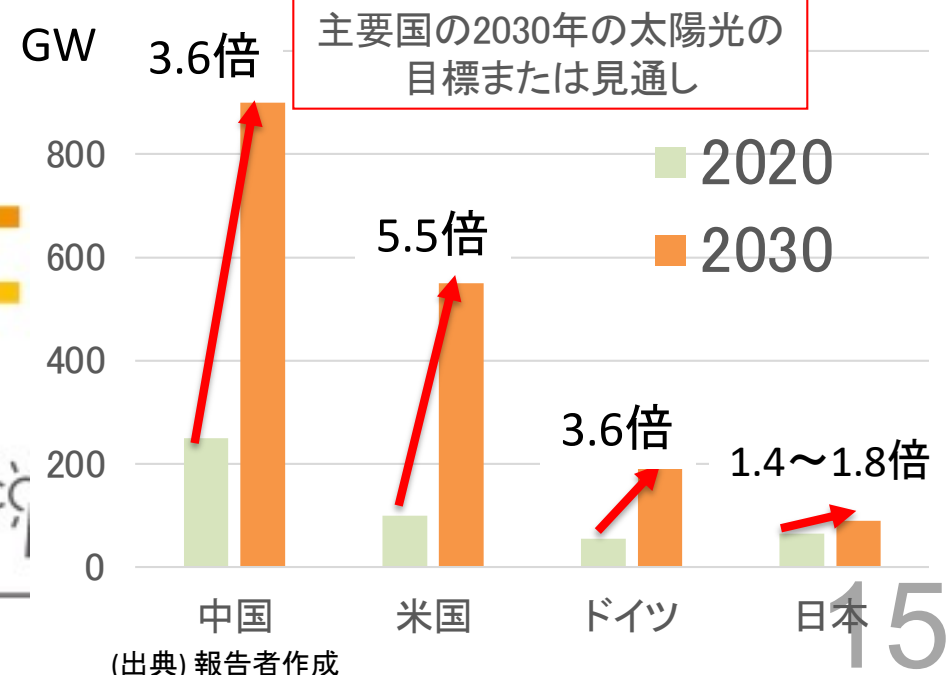
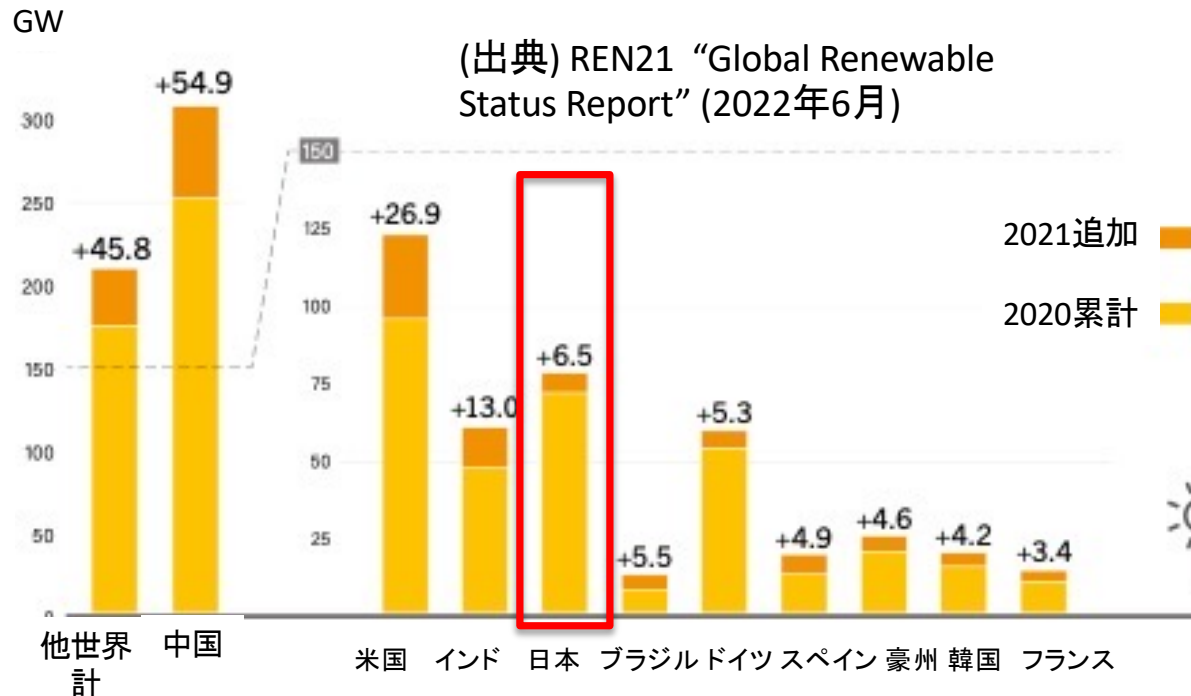
ポテンシャルの
70%が農地系

3.11から急拡大した太陽光発電と「FITトラウマ」

- FITの「光」---成果
 - ✓ かげろうじて世界第3位の累積PV設置量(今のところ)
 - ✓ 他の再エネ市場も誕生
- FITの「影」---負の連鎖
 - 申請ラッシュで電力会社が系統を閉じる
 - 国民負担を無用に大きくした
 - 土木造成費の余裕で自然破壊リスク
 - ブローカー・土地転がし・反社系の暗躍
 - その結果、地域からの反発拡大
 - 後追い・猫の目・泥縄で政策カオス
 - 拙速入札でダメ押し、さらに拙速なFIPへ
- 急拡大の海外とは逆に「太陽光バブル」終焉へ



(出典)「資料1太陽光発電の現状と自立化・主力化に向けた課題」太陽光発電協会、第71回調達価格算定委員会(2021年10月29日)





- 「旧いエネルギーコンセプト」
 - 再エネ100%コンセプトの不在
- 「太陽光FITトラウマ」によるバックラッシュ
 - FITと低圧太陽光を敵視する経産省
 - 立ちはだかる系統問題と出力抑制
 - 緑vs緑を生んだ「メガソーラー」
- 歴史的に外縁化されてきた風力発電
 - 経産省: 太陽光=身内、風力=外来
 - 電力: 太陽光=オール電化、風力敵視
 - 三菱社内: 原子力>>>風力の社内力学
- 遅々として改善しない系統連系問題
 - 枠もなく高い負担金が続く
 - 柔軟性なき出力抑制問題
- 中途半端な電力自由化と電力市場の機能不全
 - 事実上の独占維持の「発送電分離」
 - 発電・販売の事実上の市場独占
 - 市場メカニズムが機能しない
 - 高コスト・機能不全の容量市場
- 「再エネ価値市場」と「非化石証書市場」

ソーラーに関する国内外の「言説/認識」のズレを解消する必要性

国際的な言説と認識

- 太陽光・風力を軸に再エネ100%が早期かつ経済的に達成可能。そのためには太陽光・風力の加速度的な拡大が必要
- 営農ソーラーの多面的な便益に注目が集まる
 - ✓ 再エネ利用の土地制約の解消
 - ✓ 既開発土地の優先利用原則(自然保護)
 - ✓ 農地を立体的利用するメリット
 - ✓ 農地や農業、農家へのメリット
 - ✓ 食料生産・エネルギー生産・雇用創出などからEDGs的な観点から途上国支援でも注目される。
- EUや政府を挙げての支援的な姿勢へ
 - ✓ 中国での積極活用 of 先行
 - ✓ 独の新RES法での再強化
 - ✓ 仏のような農業施設への位置づけの試み
 - ✓ 土地制約の厳しい台湾・韓国での積極姿勢

日本における言説と認識

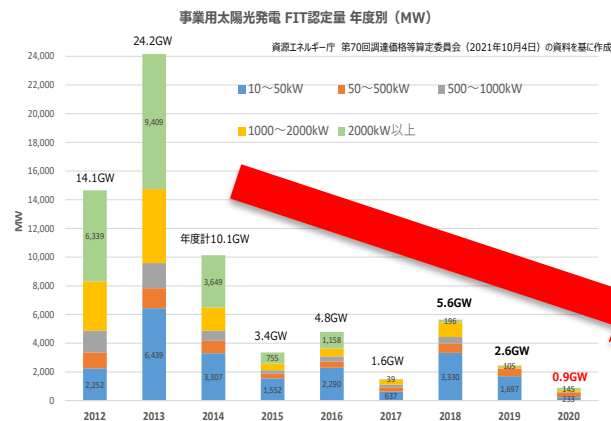
- 日本では共通認識なし。むしろ「**太陽光発電はもう限界・充分**」という誤った認識や一部にはネガティブイメージが見られる。
- 低圧太陽光を「**野良ソーラー**」と呼ぶ不見識
- 大局観の不在
 - 気候危機、エネルギー危機で農業も被害
 - 営農ソーラーで農家の経営も安定化
 - 営農ソーラーも農作物も「農地と太陽エネルギー」からの生産物であり農業設備化
- 行政の営農ソーラーに対する「異物視」
 - ✓ ネガティブ要素(収量、景観等)のみ警戒
 - ✓ ポジティブ要素(土地保水、高温障害回避、農家経営等)を無視
 - ✓ 背景には「**FITトラウマ**」の可能性
農業全体の衰退化の趨勢のもとで、営農ソーラー下だけに営農継続性要求はムリゲー**→ 営農への影響に関する「技術基準」に転換すべき**
- 「FITトラウマ」を払拭し、「**新しい常識**」を確立することが必要

日本だけが市場崩壊する太陽光発電への逆風と政策ミス

意図せぬ急拡大と政策失敗への
バックラッシュ(負の連鎖)による

太陽光市場の抑制要素

- ・支援策の複雑化とリスク(入札とFIP)
- ・容量市場等再エネ優先を損なう後ろ向き政策
- ・系統問題(空容量、負担金、無補償の抑制)
- ・撤去積立金と発電側課金(事後規制)
- ・地域活用要件の自家消費
- ・地域反発・合意形成と増大する自治体条例
- ・その他細々とした規制(農地等)



改革の方向性

1. 圧倒的に高い国家目標とその迅速実現

- ・ 脱炭素・・・▲60%(2030)水準
- ・ 再エネ・・・太陽光300GW(2030)水準、風力加速化
- ・ 蓄電池 & EV・・・10倍増 & 加速化
- ・ 「3倍速削減」(ドイツ)のような迅速化目標

2. 再エネ最優先原則

- ・ 最優先接続・最優先給電
- ・ 連系負担金見直し、柔軟性原則、クイックコネク

3. 政策再点検・再構築

- ・ 電力市場の抜本的な見直し
- ・ 容量市場の廃止と抜本的な見直し
- ・ 規制ソフトコストの圧縮(事例: 米SolarAPP+)
- ・ FIT・FIP等の見直しと整理
 - FITの再強化(ドイツは新RES法で一部PVを20円へ)
 - 余剰は「スマート逆潮流」へ(ソーラー蓄電池市場構築)
 - 地域活用電源は「コミュニティ蓄電池利用に見直し
- ・ 環境価値・非化石証書の抜本的な見直し

4. 市場喚起

- ・ 再エネPPA、P2Pの促進へ抜本的な見直しへ
- ・ コミュニティエネルギー指令等

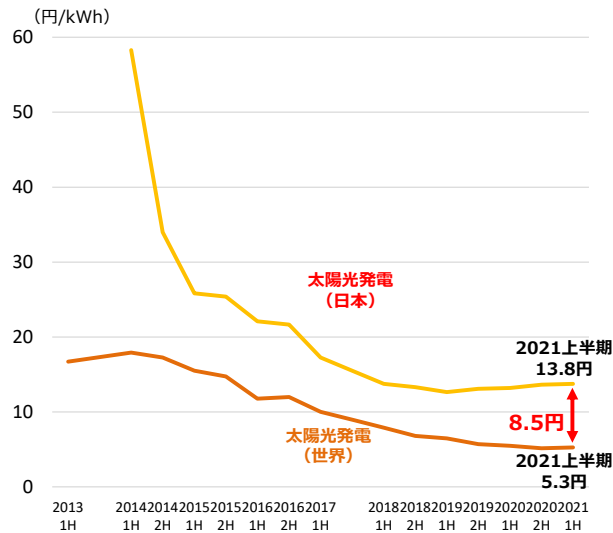
5. 未来志向で市場拡大(蓄電池・DX活用)

- ・ 社会インフラを蓄電池レディ、EVレディとする

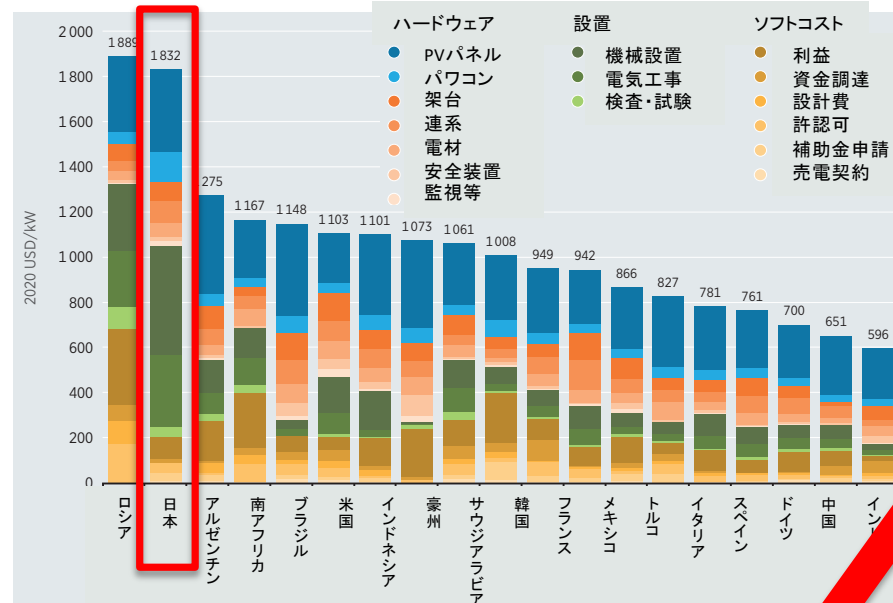
ソフトコストを引き下げる規制見直しの必要性

太陽光も毎年コストが下がってきたが内外価格差が大きい

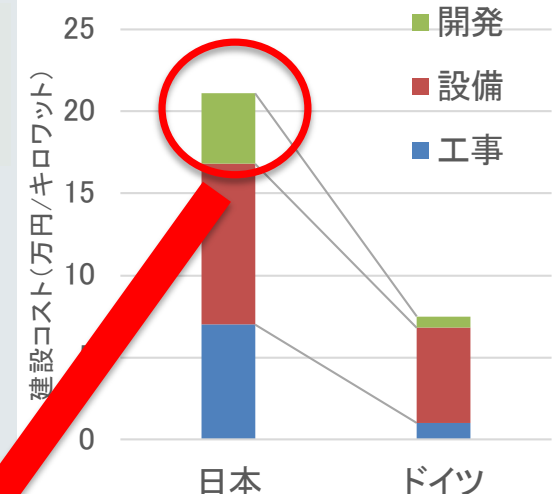
＜世界と日本の太陽光発電のコスト推移＞



【出典】第70回調達価格算定委員会 資料1 2021年10月4日

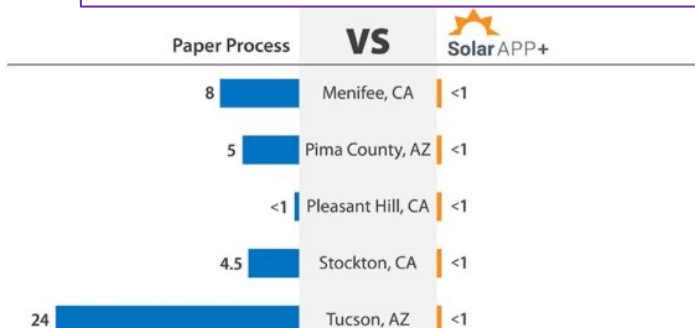


【出典】IRENA, "Renewable power generation costs in 2020" 2021年6月



【出典】第71回調達価格算定委員会 資料1(2021年10月29日)より報告者作成

許認可を統一化・迅速化する
「SolarApp+」
(米国立再生可能エネルギー研究所)



【出典】PV Magazine USA 2022年2月3日 <https://pv-magazine-usa.com/2022/02/03/solarapp-permitting-software-reduces-project-times-by-12-days-on-average-in-pilot/>

ソフトコスト
(規制コスト・取引コスト)
を下げる2つの事例

系統連系を迅速化する
「クイックコネクト」(ハワイ電力)
※まず連系し、書類業務は事後



【出典】Hawaiian Electric webpage

非化石証書・環境価値を巡って

市場名称 (仮称)	再エネ価値取引市場	高度化法義務達成市場
市場の 目的	需要家の再エネ価値の安定的な 調達環境の整備	高度化法の目標達成の後押し及 び再エネ等カーボンフリー電源の 投資促進
取引対象 証書	FIT非化石証書	非FIT非化石証書
取引参加者 (売り側)	GIO (低炭素投資促進機構)	発電事業者
取引参加者 (買い側)	小売電気事業者、 需要家	小売電気事業者
証書の用途	①温対法排出係数の低減 ②証書の環境価値を表示・主張	①高度化法における非化石電源 比率への参入 ②温対法排出係数の低減 ③証書の環境価値を表示・主張
証書発行量 規模感 (20年度発電量実績 (一部推計あり))	約900億kWh	約900億kWh ※相対取引含め

小売が訴求する価値 概要

環境 価値	非化石価値	・ 高度化法上の非化石電源比率の算定時に非化石電源として計上できる価値。
	ゼロエミ価値	・ 小売電気事業者が調整後排出係数算定時に、実CO2排出量を減算する価値。
	環境表示価値	・ 小売電気事業者が需要家に対して、その付加価値を表示・主張する権利。
産地価値		・ 電気が特定の地域で発電されたものであることを表示し訴求する価値。
特定電源価値		・ 電気が特定電源由来のものであることを表示し訴求する価値。

価値の取引方法

非化石証書

電気取引
(PPA)※

「第一原理思考」(そもそも論)からの問い

■ 混乱の原因を探る

1. 二つの価値(再エネ価値、非化石証書)の混在
 ① 非化石証書は必要か？
2. FIT法の賦課金に環境価値を溶かしてしまったこと
 ① 環境価値は賦課金の「外枠」とすべきではないか？

■ 纏れた糸を解きほぐす方向性

1. 再エネ価値への一本化
2. FIT法の賦課金から環境価値を切り離す

環境省・脱炭素先行地域～100の先行地域から脱炭素ドミノを起こす

◆要件と特徴:

- 2030年までに、地域の電力100%の脱炭素化
- 交通など、電力以外の地域特性に応じた1つ以上の取り組み
- 地域課題の解決に結び付く、地域の特徴ある取り組み
- 他の地方自治体等の取組に横展開可能なモデルケース
- 先行地域優先の再エネ交付金:選定地域に上限50億円
予算:初年度200億円、次年度400億円
- その他、省エネ対策など

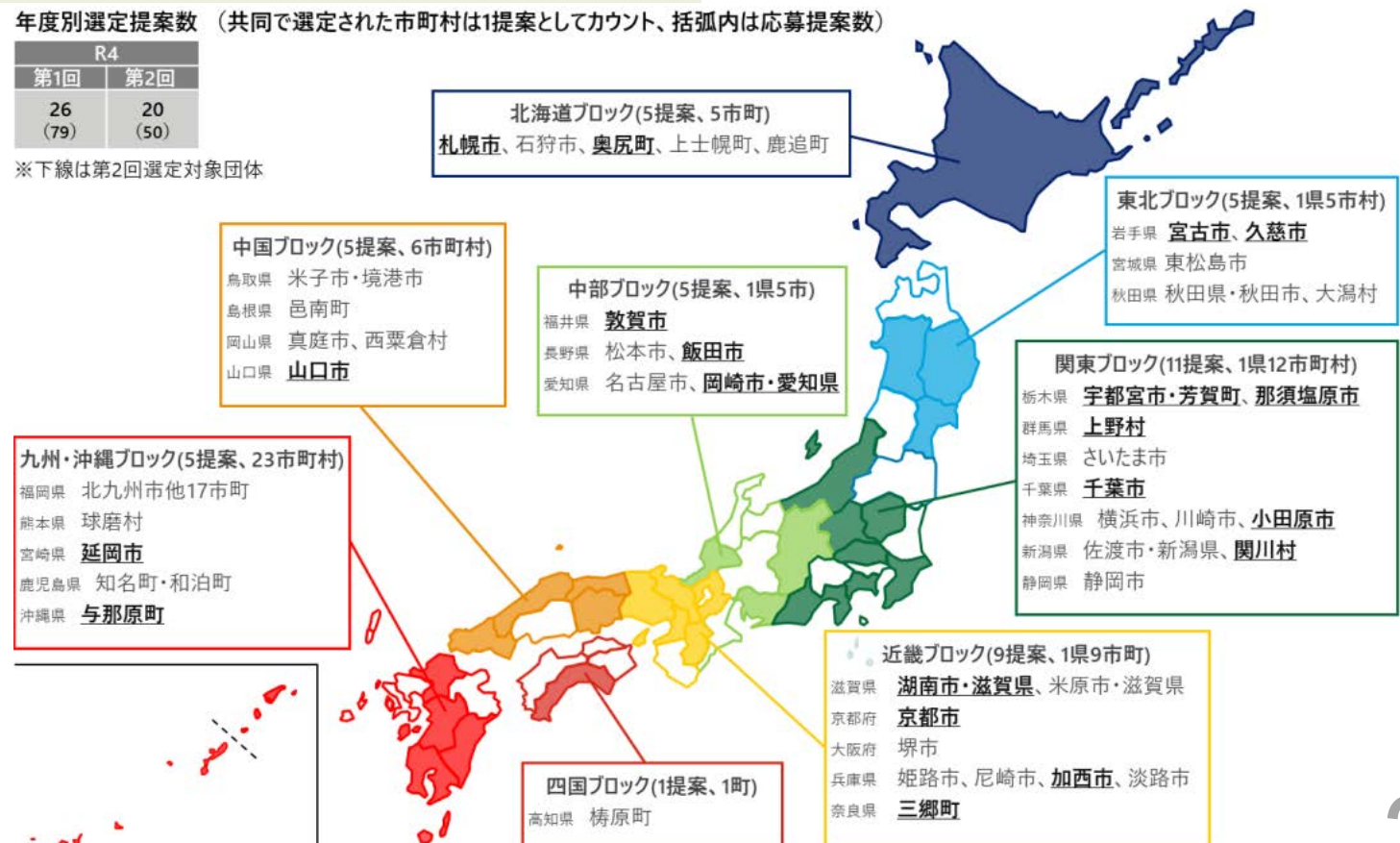
◆公募と結果:

- 2022年4月、第1回選定
➡79の応募で26地域選定
- 2022年11月、第2回選定
➡50の応募で20地域選定)

年度別選定提案数 (共同で選定された市町村は1提案としてカウント、括弧内は応募提案数)

R4	
第1回	第2回
26 (79)	20 (50)

※下線は第2回選定対象団体



第1回脱炭素先行地域に選定された大潟村

2011～14	公共施設15カ所にPVを計155kW(環境省・文科省補助)導入
2013	大潟村自然エネルギーの導入及び省エネルギーの促進に関する実施計画
2014	デンマーク政府の招へいで村長がデンマーク訪問、エネルギー交流開始
2015	大潟村分散型エネルギーインフラ(地域熱供給)プロジェクトマスタープラン デンマークと日本(村、県立大、ISEP)とのもみ殻ボイラー共同開発開始
2015	大潟共生自然エネルギー太陽光発電所(2MW)
2019	大潟村脱炭素型地域づくりモデル形成事業検討報告書
2020	「ゼロカーボンシティ」表明及び「バイオマス産業都市」採択
2021	もみ殻ボイラー研究開発完了、地域熱供給の事業化具体化
2022	環境省脱炭素先行地域への応募と第1回選定 ただちに地域エネルギー会社オーリス発足



大潟共生自然エネルギー発電所

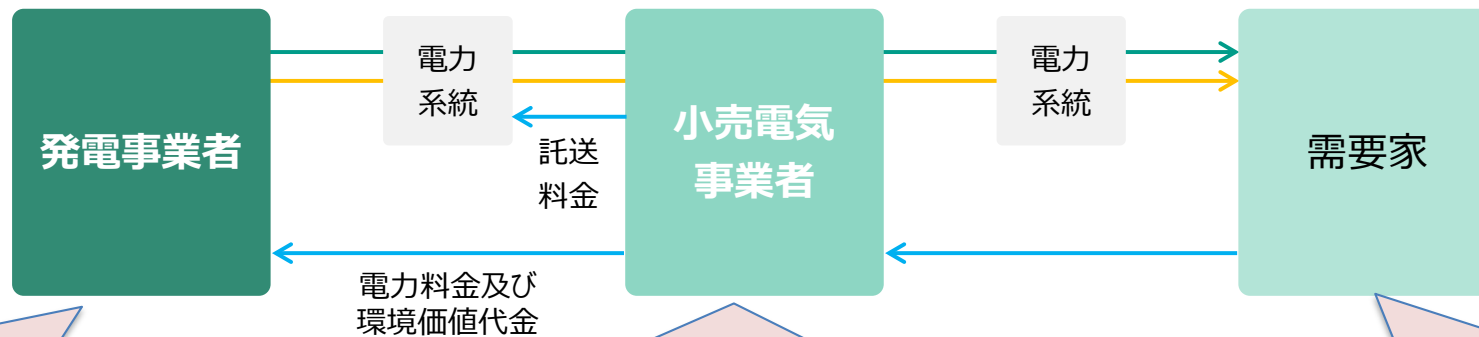


ソーラーカーレース

地域エネルギー事業から見た オフサイトPPAの課題と可能性

「コーポレートPPA」ではなく「地域事業PPA」特有の課題と困難性

→ 環境価値 → 電力 → お金



- 地域エネルギーとしての重要な収益源だが、**旧一電に委ねる**場合、発電事業も委ねることになり収益源を失う

- 卸電力取引所リスクのために**地域新電力**の設立は非現実的
- **外の手新電力**と村役場や村内企業との契約は「ヨソ者」のため困難
- 事実上唯一の実現可能性は**旧一電の協力**だが裁量次第

- 行政も村内企業も20年等の**長期契約**は非現実的
- **環境価値**にプラス費用を支払うことは困難(オンサイトPPAによる値引きとセット)

地域エネルギー事業におけるオンサイトPPA・オフサイトPPA

直接的

間接的

	オンサイト PPA	自己託送	オフサイトPPA		再エネ 電気購入	再エネ 証書購入
			フィジカル	ヴァーチャル		
概要	施設内に太陽光を設置し自家消費	離れた自社等の土地に太陽光設置し電力会社の系統で自己託送	再エネ発電事業車からオフサイトの再エネ環境価値付き電力購入	再エネ発電事業車からオフサイトの再エネ環境価値のみを購入	再エネ環境価値付きの電力を購入	再エネ環境価値のみの購入
発電関係 連系協議 同時同量 FIP活用 小売事業者	不要(*) 不要 無関係 不要	必須 需給調整 無関係 必須	必須 必須 可能(▲) (既存電力可)	必須 必須 ?(整備中) 価値のみ取引	不要 不要 価値移転可 必須	不要 不要 無関係 価値のみ取引
費用 託送料金 再エネ賦課金 燃料調整費 市場変動	◎ 不要 不要 不要 無し	△ 必須 不要(当面) 不要 無し	▲ 必須 必須 必須 有り	▲ 不要 不要 不要 有り	▲ (料金に含む) (料金に含む) (料金に含む) 契約次第	▲ 不要 不要 不要 無し
課題など	経済性高い 導入比率に限界 (逆潮流無し範囲)	発電側系統連系 制度的不安定性 (過渡期)	発電側系統連系 長期契約前提 市場変動リスク 小売の不安定性 旧一電の協力?	発電側系統連系 長期契約前提 市場変動リスク 小売の不安定性 制度整備過渡期	火力+証書? 追加性? 小売事業者の持 続不安定性	証書の評価? 追加性?
地域からの 視点	受入は可能 長期契約が課題	地域では土地は 豊富だが地域内 での利用機会小 大手需要家向き	× 地域需要家便益 × 市場リスク × 長期契約 × 脱炭素先行地域 のFIP利用不可 → 旧一電協力のみ	× 地域需要家便益 × 市場リスク × 長期契約 × 脱炭素先行地域 では利用不可		× 地域需要家便益 × 評価低

まとめ

■エネルギー政策の方向性(再エネ100%)は科学者のコンセンサスへ

- 膨大かつ無尽蔵、CO2も放射能も出さないクリーンで、純国産、地産地消可能な太陽エネルギーが世界中で最も安くなりつつあり、再エネ100%実現可能は科学者でも主流へ。
- 世界全体の再エネ100%は、2050年かそれ以前に一次エネルギーを含めて実現可能であり、1.5℃目標に間に合い、もっとも経済的であること

■日本の課題

- 文明史的なエネルギー大転換が急速に進む世界に背を向けて、原発・エネルギー政策の方向性やコンセプトで日本は大きくズレていること。
- 太陽光発電と風力発電という自然変動型の再エネで100%を実現するために、最新技術やデジタル化による電力市場の整備で日本は立ち遅れていること。
- オフサイトPPAは新しい市場の可能性があると同時に、系統制約、電力市場リスク、環境価値の未整備など基礎となる政策に左右される要素が大きい。

■地域エネルギー事業とPPAの課題

- 環境省・脱炭素先行地域は「脱炭素なだれ」を狙った野心的なプロジェクトであり高い意義がある。
- しかし、現実に取り組むと「地域エネルギー事業」であるが故の課題が、PPAをはじめとして次々に出てくる。
- 卸電力市場の高騰リスクで地域新電力の立ち上げが現実的ではない、長期契約の困難さ(地域政治的、与信的)、環境価値への追加費用負担が困難など「地域事業PPA」特有の課題がある。