みやぎ地域・市民電力連絡会
学習講演会

文明史的エネルギー・モビリティ大転換の時代に
再エネと市民電力の未来

Institute for Sustainable energy Policies isep

2024年3月30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

1. 2050年原発3倍増どころか1／3になる

2. 2030年再エネ設備3倍増とは

3.「新しい現実」と「新しいエネルギーコンセプト」の出現

4. 立ち遅れる日本

5. 地域からのエネルギー転換へ

能登地震で誰の目にも明らかになった原発安全の「空理空論」

放射能異常を計れない、原発事故にも緊急対応できない、市民も逃げられない、救援にもゆけない

能登地震で原発周辺400人8日間孤立　避難計画機能せぬおそれ

有料記事　能登半島地震

市野塊　2024年1月23日 6時00分

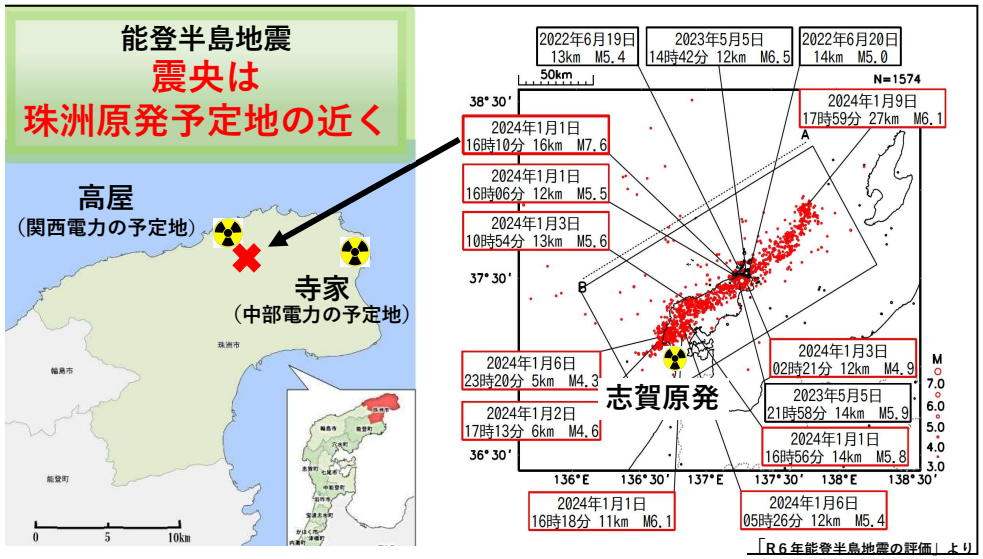
（出典）朝日新聞2024年1月23日

=2024年1月5日午後、石川県志賀町、佐々木凌撮影

能登半島地震 のあと、 北陸電力 志賀原発 （ 石川県 志賀町 ）の半径30キロ圏内で、最大8地区約400人が8日間孤立状態になっていたことがわかった。 原発事故 時には5キロ圏の住民は30キロ圏外に避難、5～30キロ圏はまず屋内退避し、 放射線量 が上がった場合に圏外に避難するが、この避難計画が機能しないおそれがある。

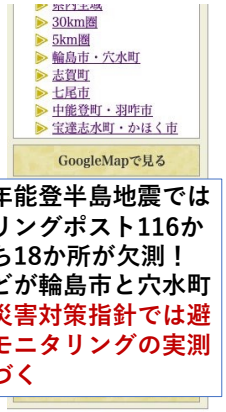
内閣府 などによると、地震を受け、志賀原発の5～30キロ圏の 輪島市 の7地区と穴水町

（出典）日経クロステック2024年1月11日



（出典） 北野進さん「原発ゼロの会」資料より2024年2月15日

2024年2月8日（木）9：00～「原発ゼロ・再エネ100の会」でのレポート　まさのあつこ（フリーランス・ジャーナリスト）

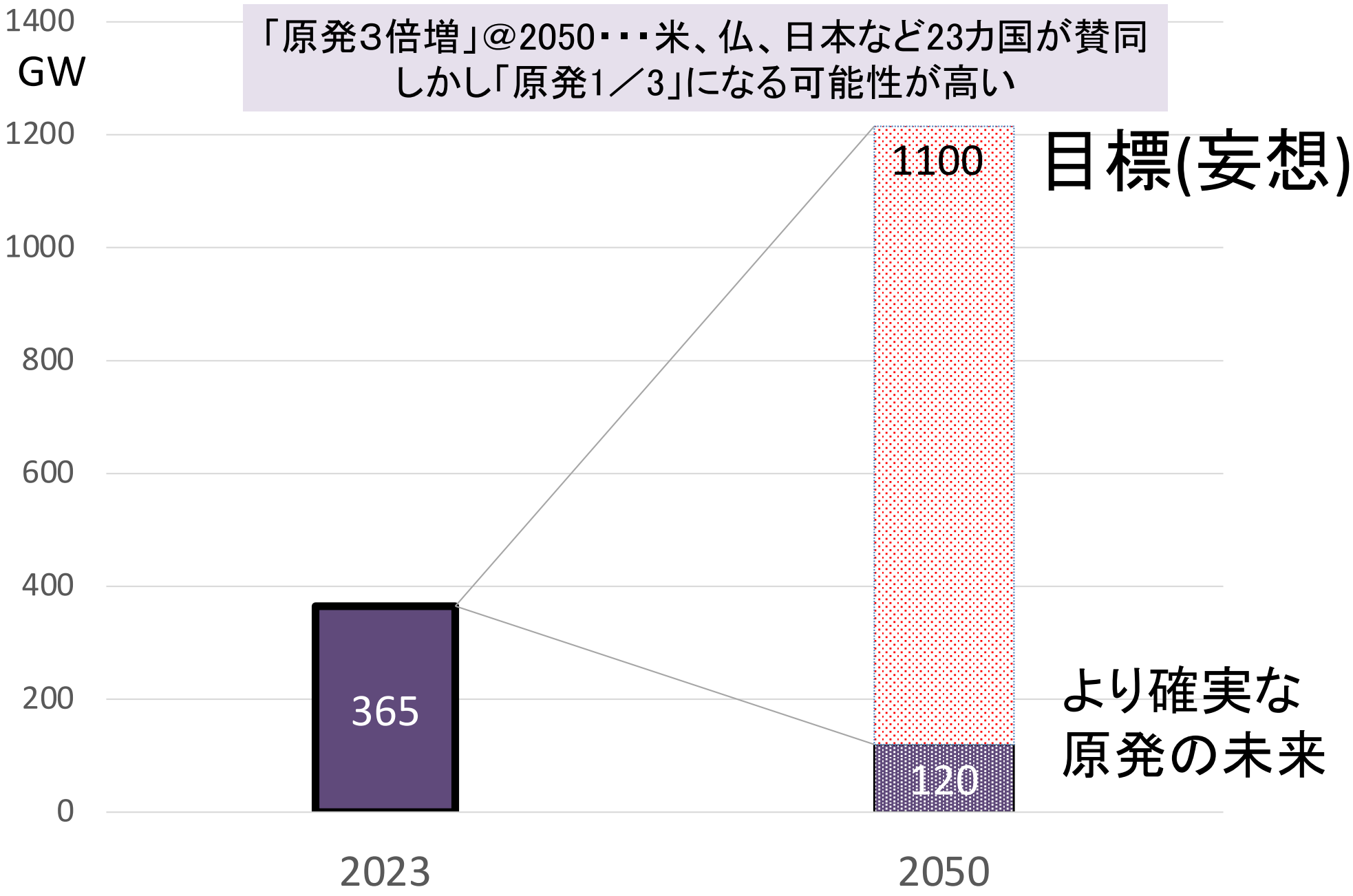


- 令和５年能登半島地震ではモニタリングポスト116か所のうち18か所が欠測！
- ほとんどが輪島市と穴水町
- 原子力災害対策指針では避難にはモニタリングの実測値に基づく

出所：石川県 環境放射線データ リアルタイム表示
2024年1月4日午後11:35 時点
（避難計画の考え方の見直しが必要
https://note.com/masanoatsuko/n/n48d2a2a823a0 より）

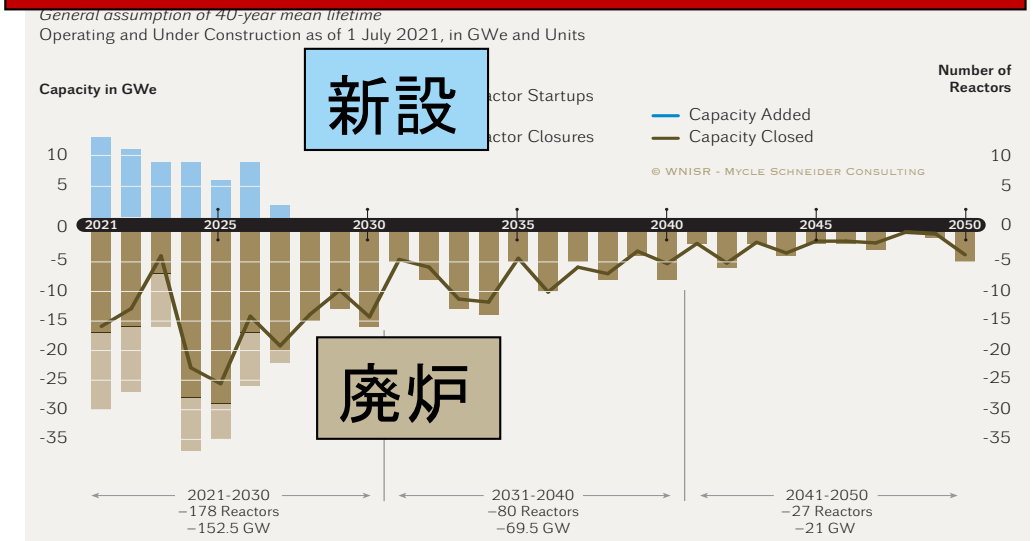
（出典） まさのあつこさん「原発ゼロの会」資料より2024年2月8日

COP28での2つの「3倍増」

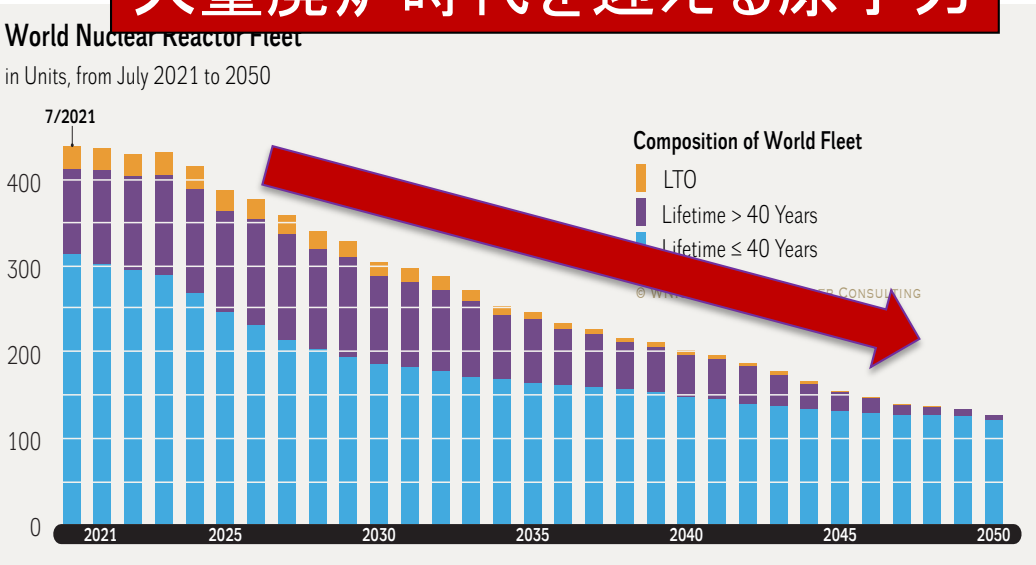


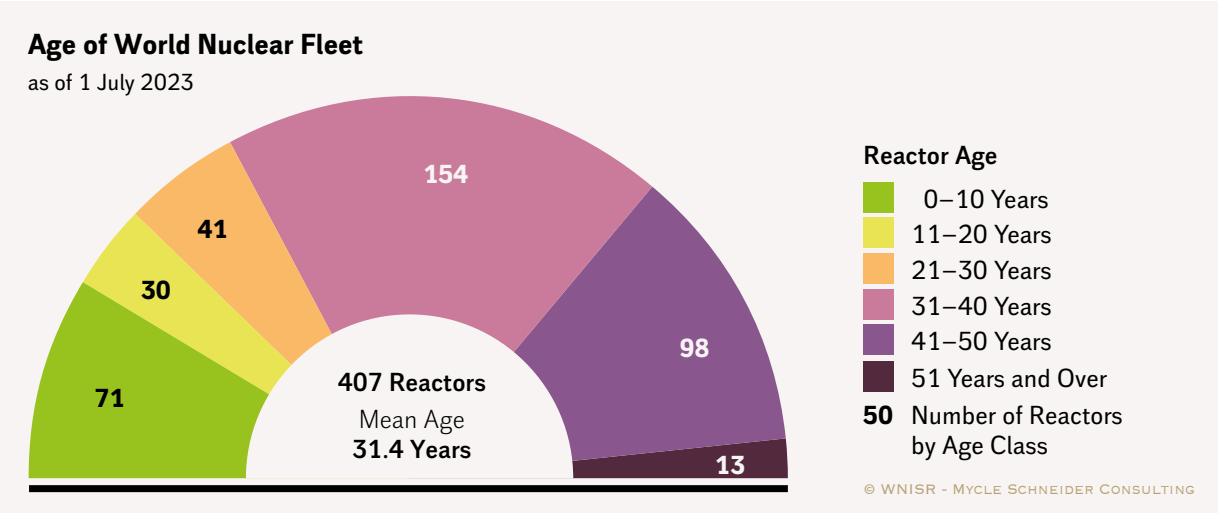
原発は気候変動対策に役立たない　原発では間に合わない

新設より廃炉が多い原子力



大量廃炉時代を迎える原子力





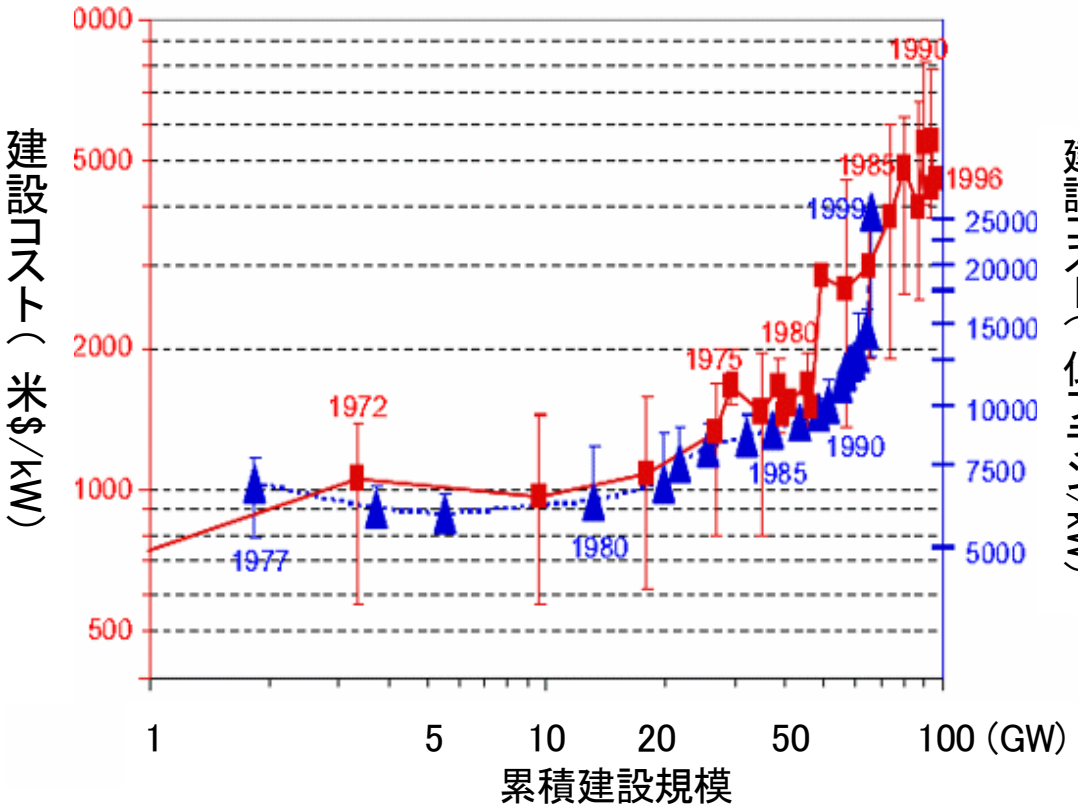
原発の事実（2023年7月1日）

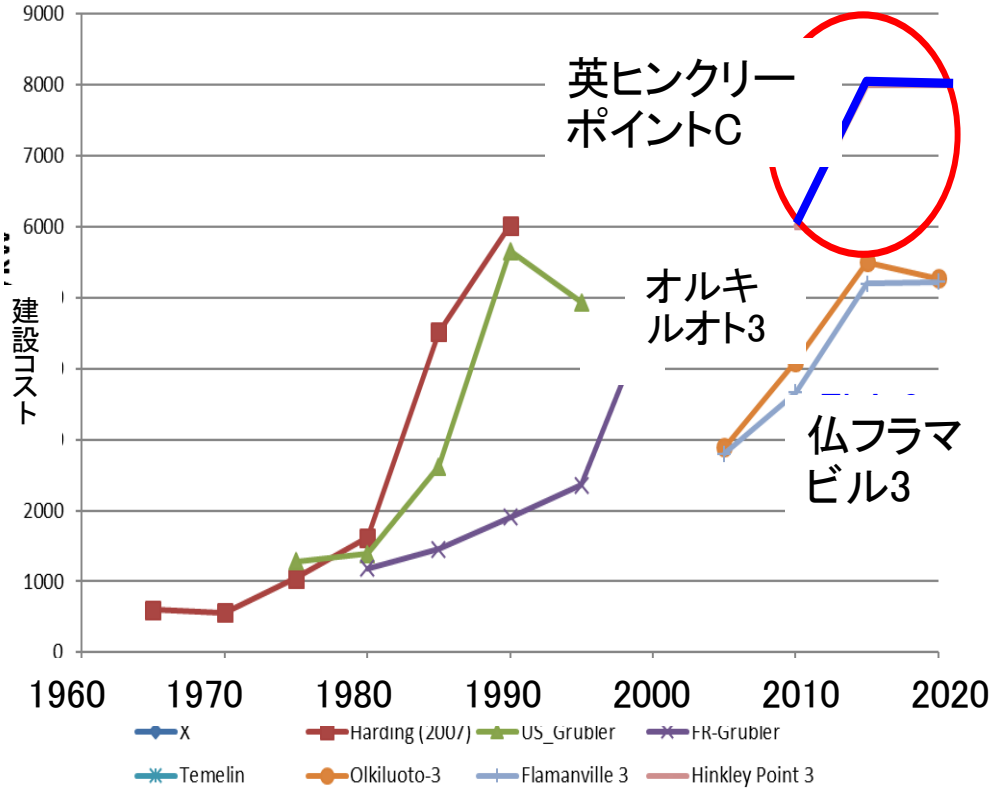
- 世界の原発　407基
- 平均稼動年　31.4年
  （以下は2022年7月時点）
- 既廃炉原発　204基
- 平均寿命　27年

（出典）World Nuclear Industry Status Report 2023 (29 December 2023)
https://www.worldnuclearreport.org/-World-Nuclear-Industry-Status-Report-2023-.html

コストが上がり続け、工期が遅れ続ける新規原発

- オルキルオト3(フィンランド):費用:30→110億€、工期:着工2005年→竣工2010予定、現実2023年
- フラマンビル3(フランス):費用:4倍増、工期:着工2007年→竣工2012予定、2024なお未完成
- ヒンクリーポイントC(英国):費用:4倍増、工期:着工2017年→竣工2023予定、完成見通せず
- ボーグル3(米国):費用:倍増、着工2013年→竣工2016予定、現実2023年





（出典） Data: US from Koomey and Hultman 2007, France from Grubler 2009. Diagram from GEA forthcoming

Data: Reinhard HAAS “On the dramatic changes in the Economics of nuclear power” Sept.1, 2017

1. 2050年原発3倍増どころか1／3になる

2. 2030年再エネ設備3倍増とは

3.「新しい現実」と「新しいエネルギーコンセプト」の出現

4. 立ち遅れる日本

5. 地域からのエネルギー転換へ

福島第一原発事故後の日本とドイツとの途方もない落差

日本

火事場泥棒的に原発GX推進
（ガラパゴス&原発・トランスフォーメーション）

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）

新増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**新増設**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

脱原発堅持＆再エネ100%前倒し
（真のグリーン・トランスフォーメーション）

シュテフィ・レムケ
ドイツ環境大臣
(2022年9月22月)

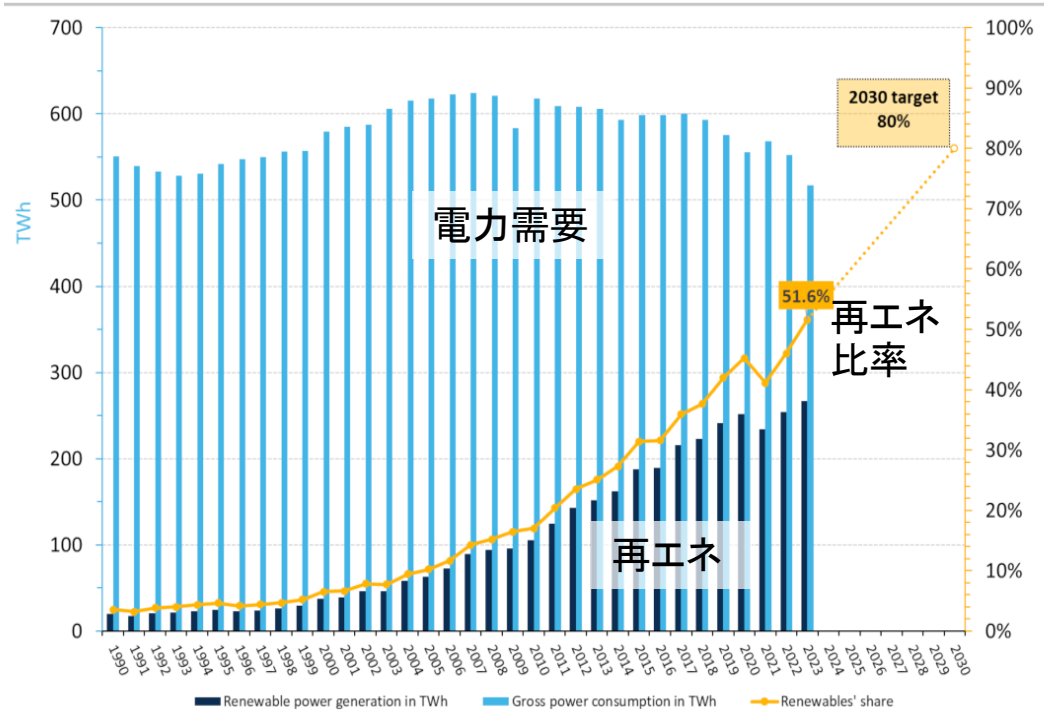
ドイツは脱原発を延長しない理由は3つ。
1. 原発の危険性はチェルノブイリや福島が証明。
2. 原発は高コスト、将来世代に核廃棄物を残す。
3. 原発が戦争の標的になることをロシアが証明。

『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。』

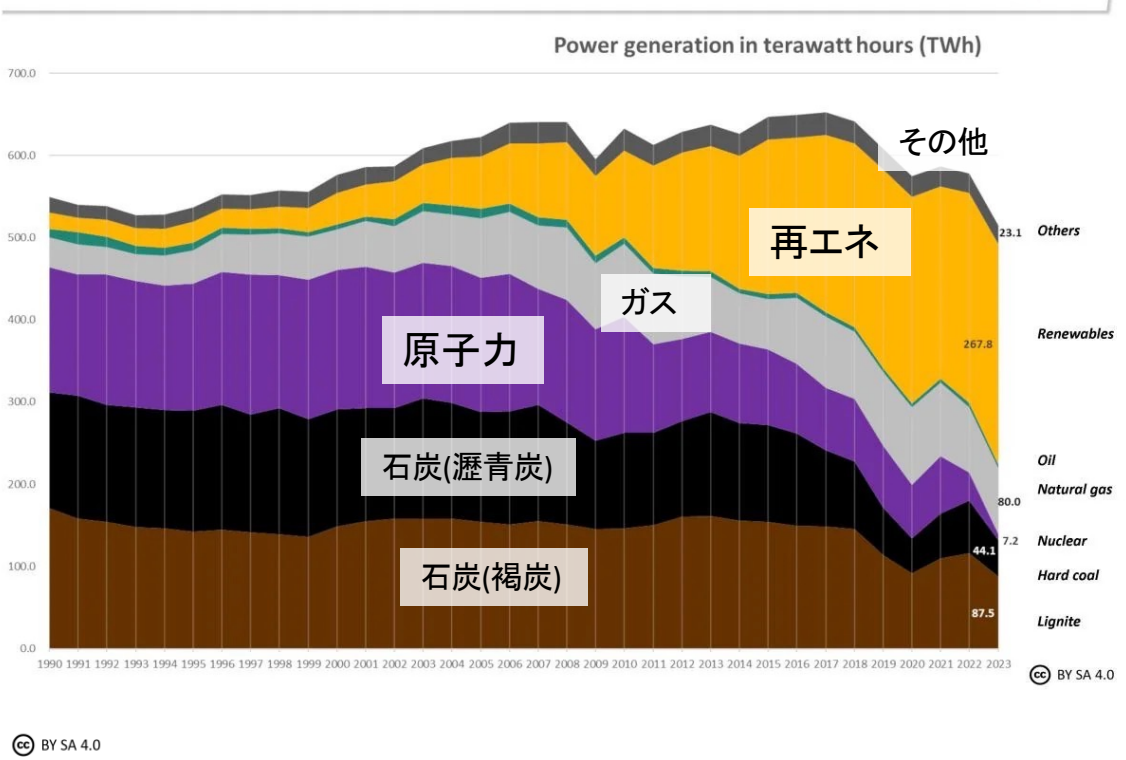
(出典) ドイツ連邦環境省 (2022年9月22日)より報告者引用

ドイツの再エネ電力比率は2023年に50%を越えた

ドイツの電力消費と再エネ比率(1990-2023)



ドイツの電力生産の内訳(1990-2023)

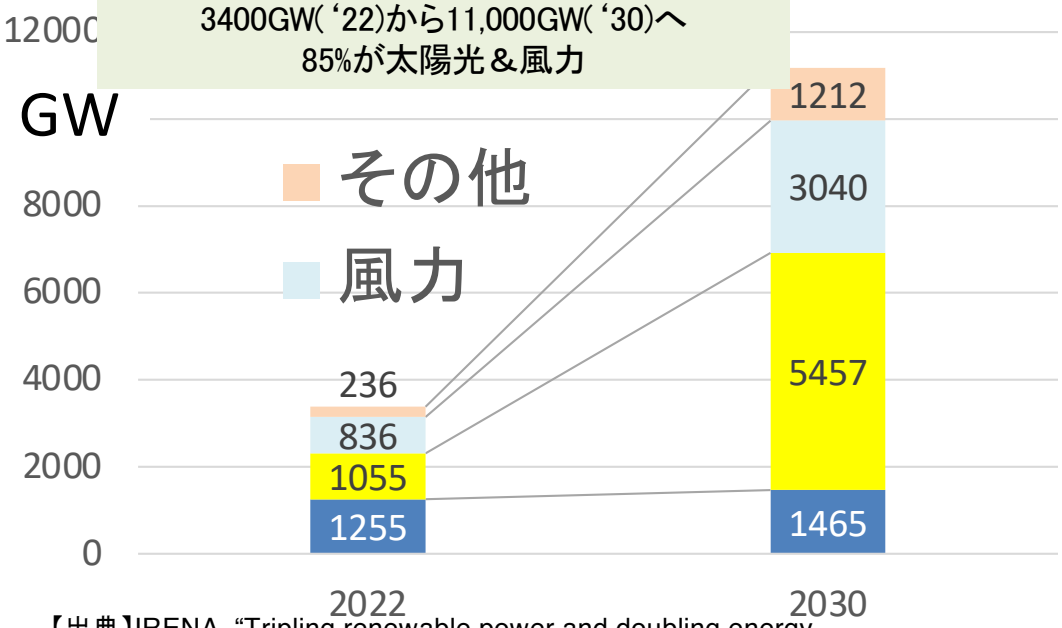


(Soure) Clean Energy Wire, “Renewables cover more than half of Germany’s electricity demand for first time this year” ,Dec.18th, 2023
https://www.cleanenergywire.org/news/renewables-cover-more-half-germanys-electricity-demand-first-time-year

COP28での「再エネ設備3倍増」が意味するもの

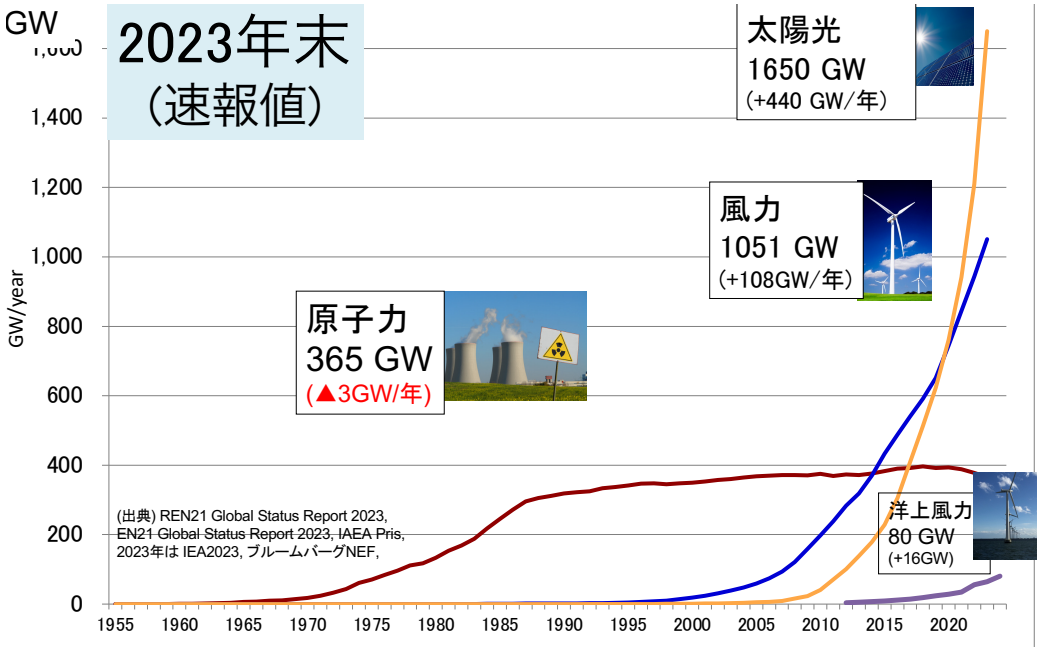
「再エネ設備3倍増」@2030

3400GW(‘22)から11,000GW(‘30)へ
85%が太陽光＆風力

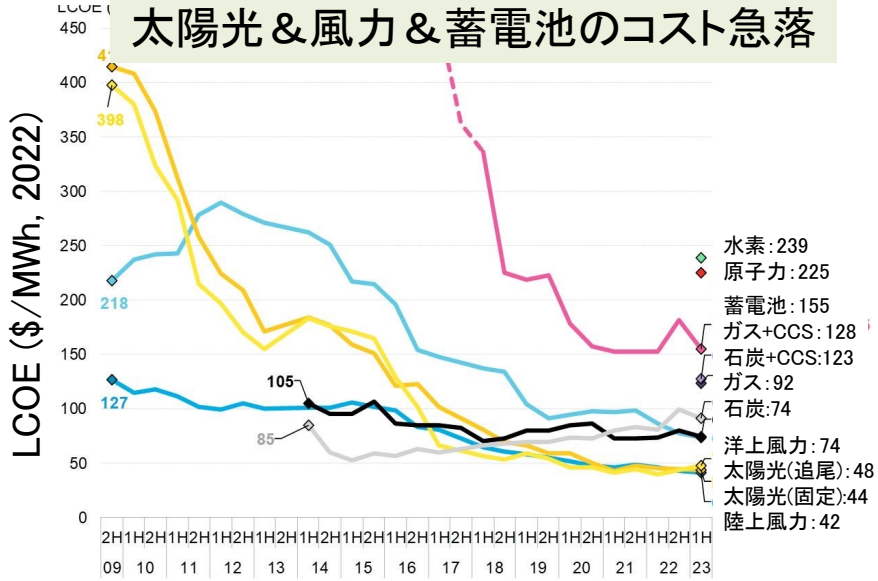


【出典】IRENA, “Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030”, ISBN: 978-92-9260-555-1, Oct. 2023

太陽光＆風力急拡大の実績

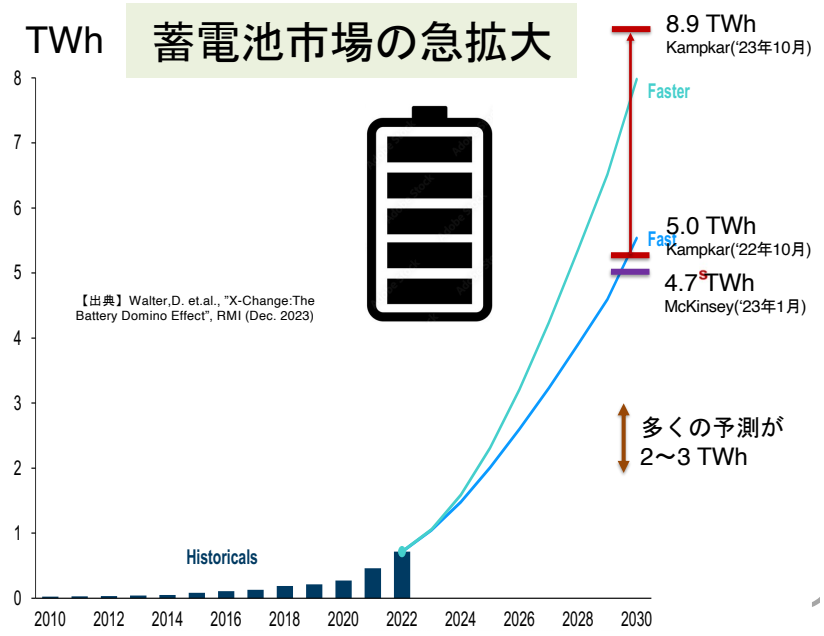


太陽光＆風力＆蓄電池のコスト急落

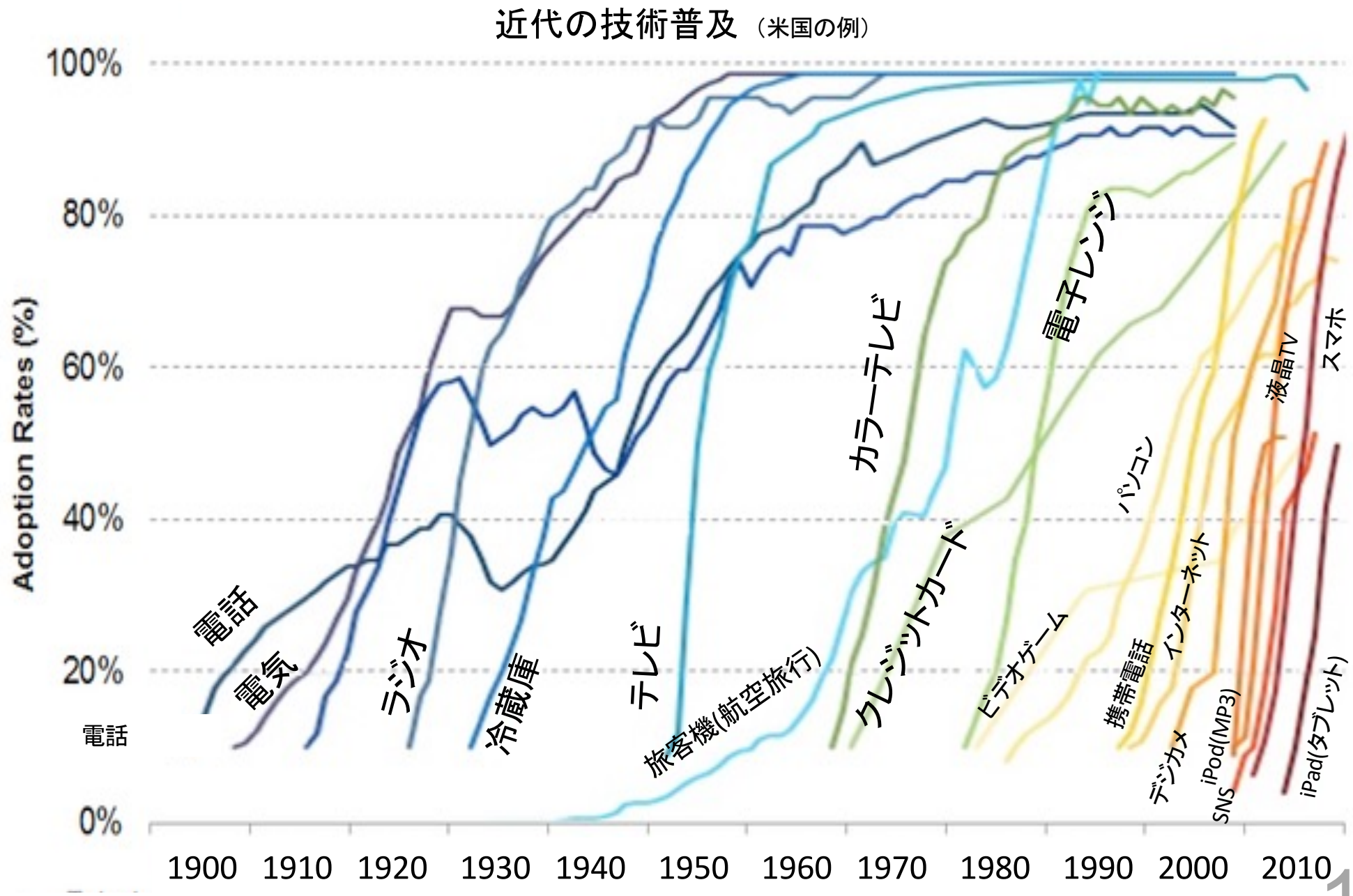


(出典) Cost of Clean Energy Technologies Drop as Expensive Debt Offset by Cooling Commodity Prices, (2023年7月)
https://about.bnef.com/blog/cost-of-clean-energy-technologies-drop-as-expensive-debt-offset-by-cooling-commodity-prices/

蓄電池市場の急拡大



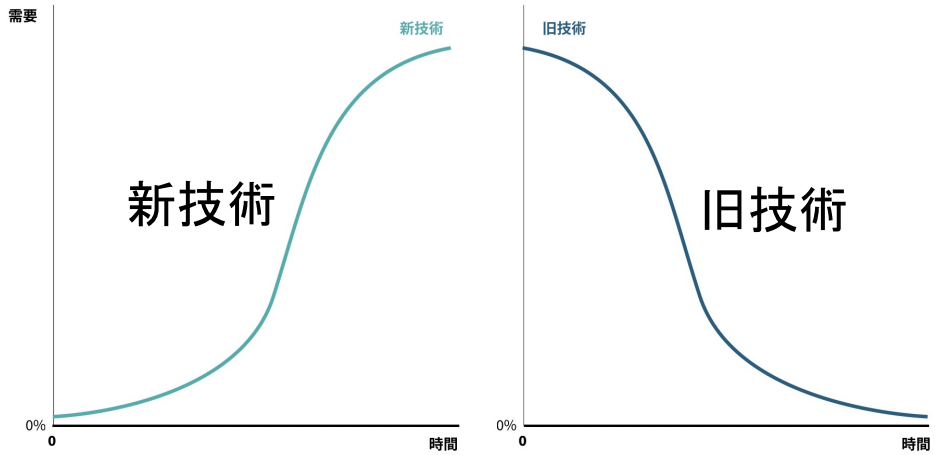
近代技術のS字型普及



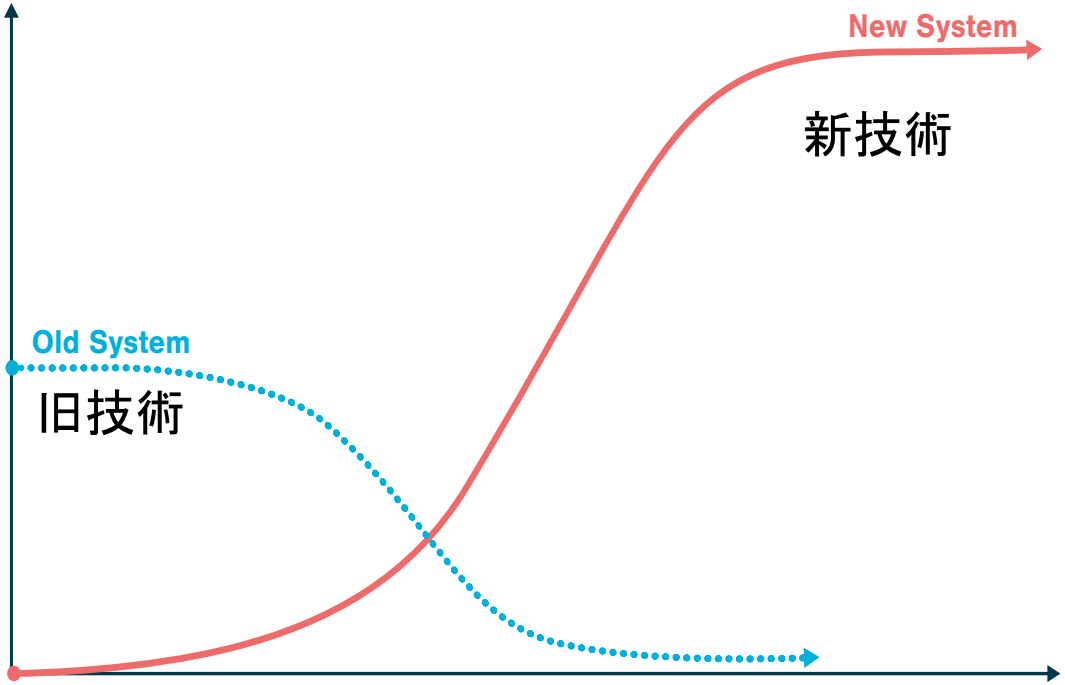
(出典) Asymco

ピーク理論～「旧」から「新」への技術急転換のメカニズム

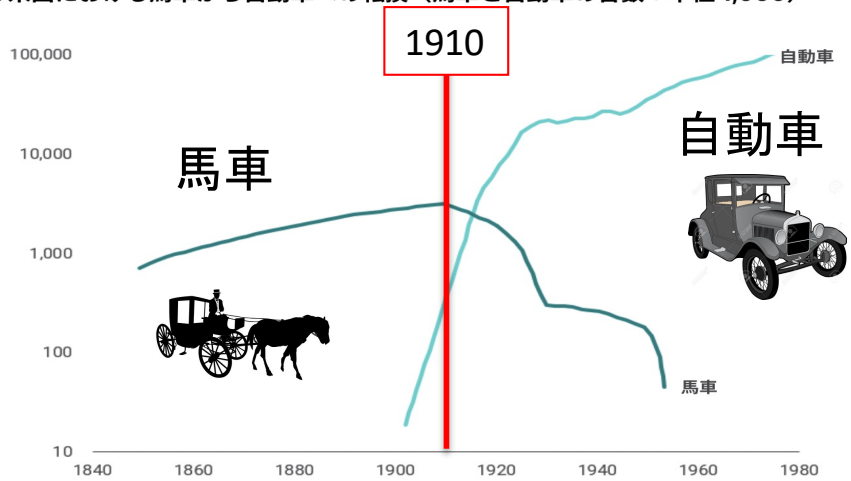
図表4. ゼロ成長システムにおける新技術の成長が旧技術の需要に与える影響



出典：RMI

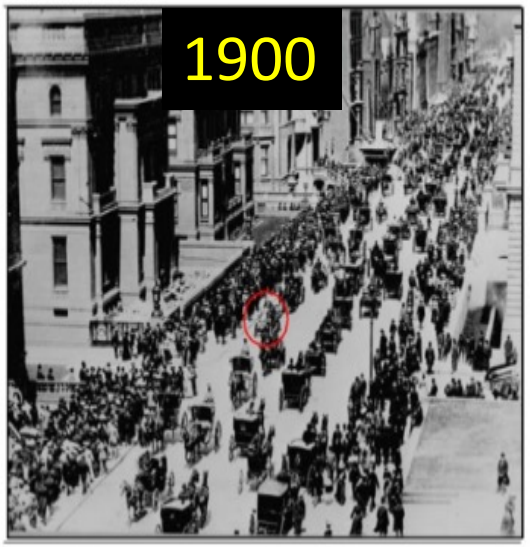


図表2. 米国における馬車から自動車への転換（馬車と自動車の台数：単位 1,000）



出典：Nakicenovic

Easter morning 1900: 5th Ave, New York City. Spot the automobile.

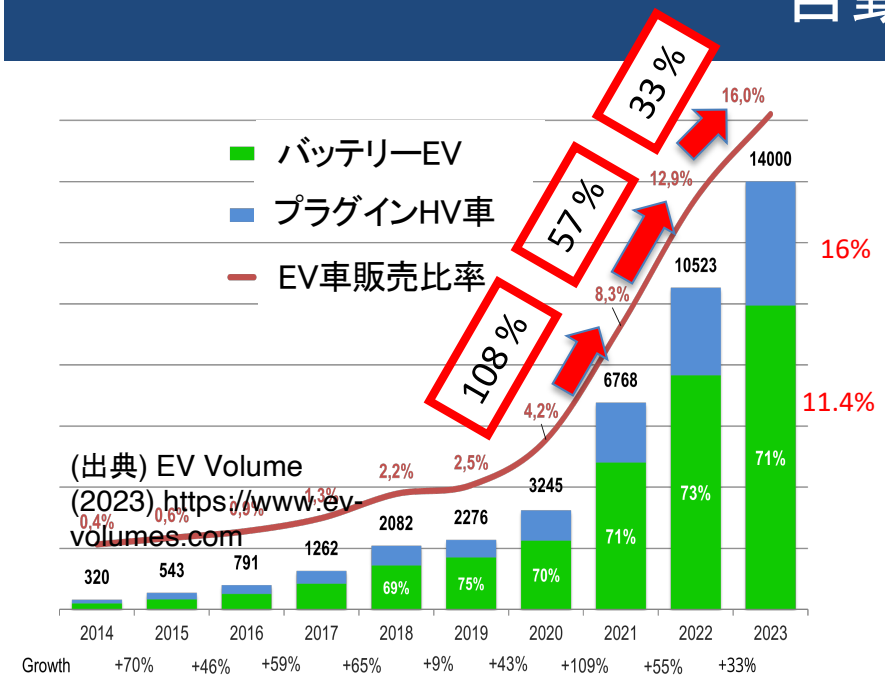


Source: US National Archives.

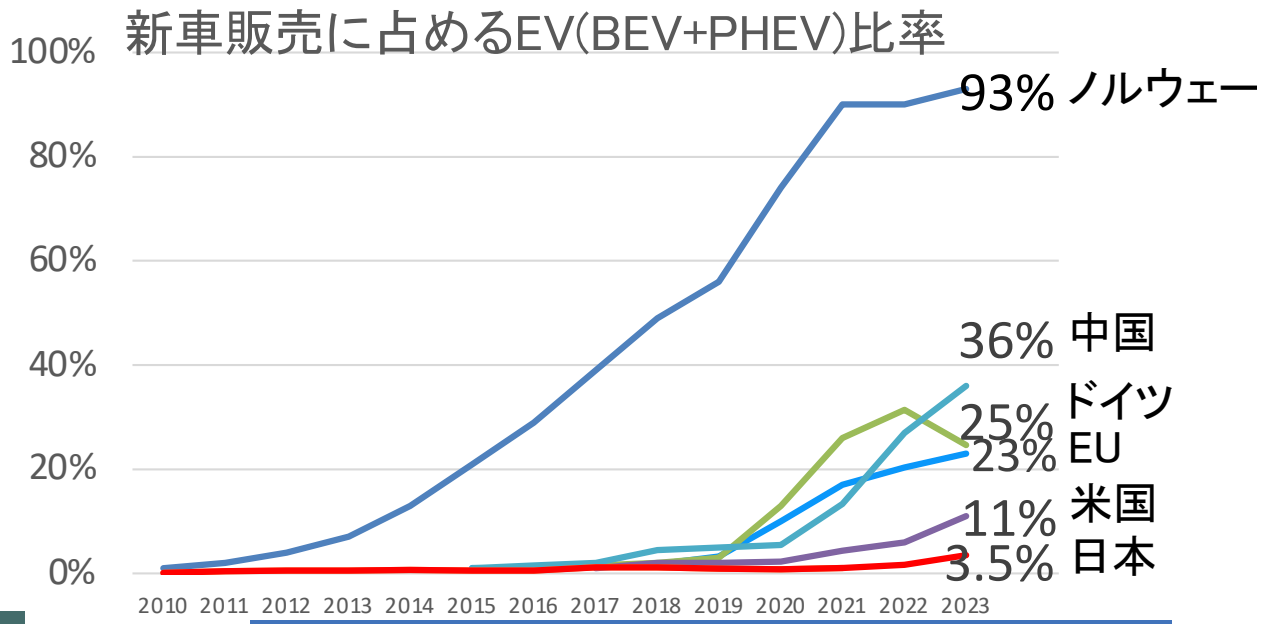
Easter morning 1913: 5th Ave, New York City. Spot the horse.

Source: George Grantham Bain Collection.

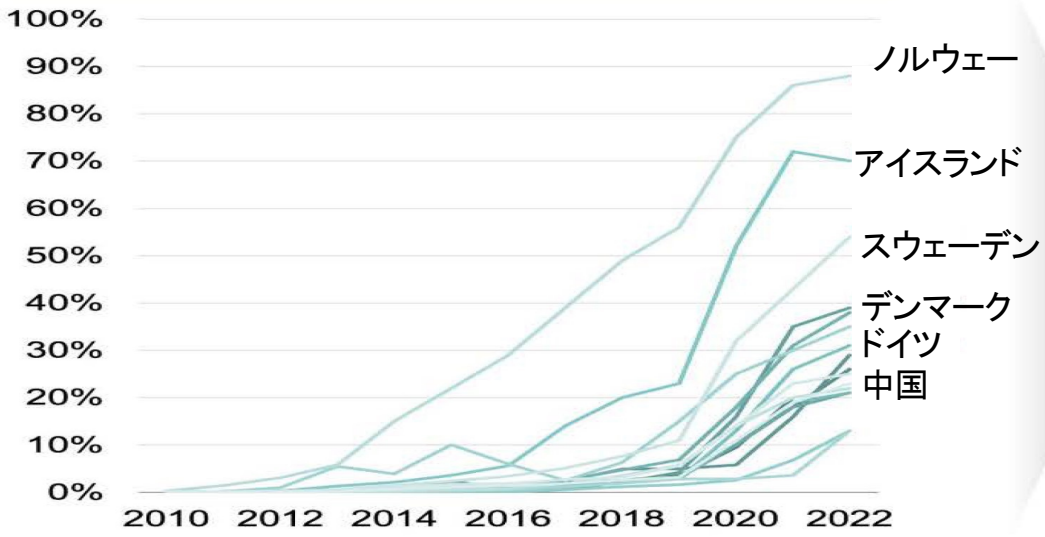
自動車の大変革(EV化)



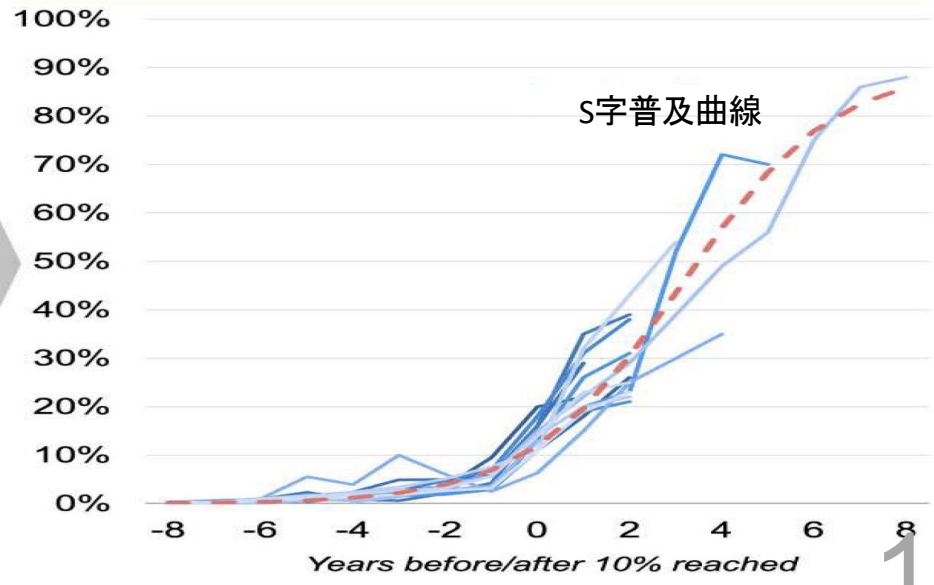
(出典) EV Volume (2023) https://www.ev-volumes.com



各国の電気自動車普及(新車販売比率)



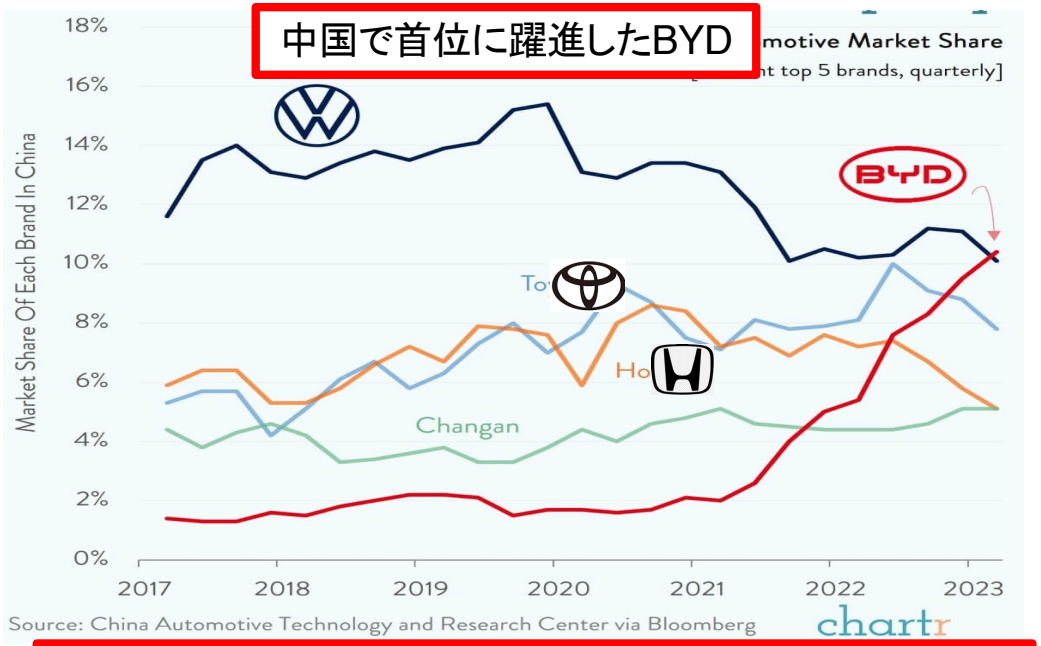
普及率10%を時間軸を揃えると・・

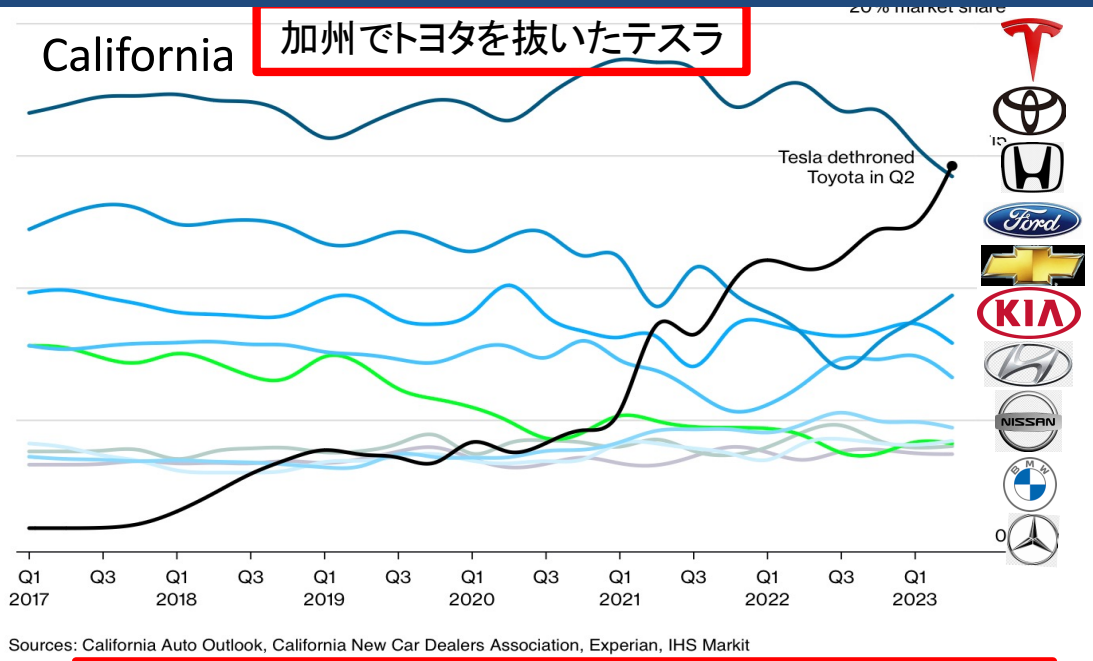


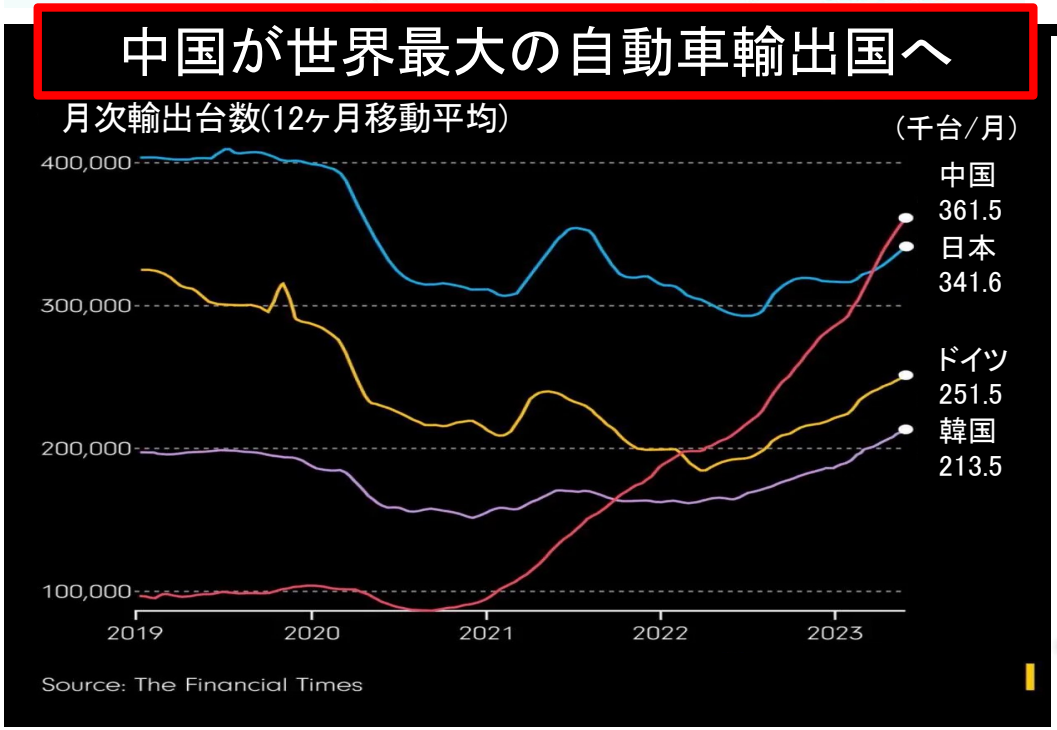
Source: Systems Change Lab, IEA, RMI

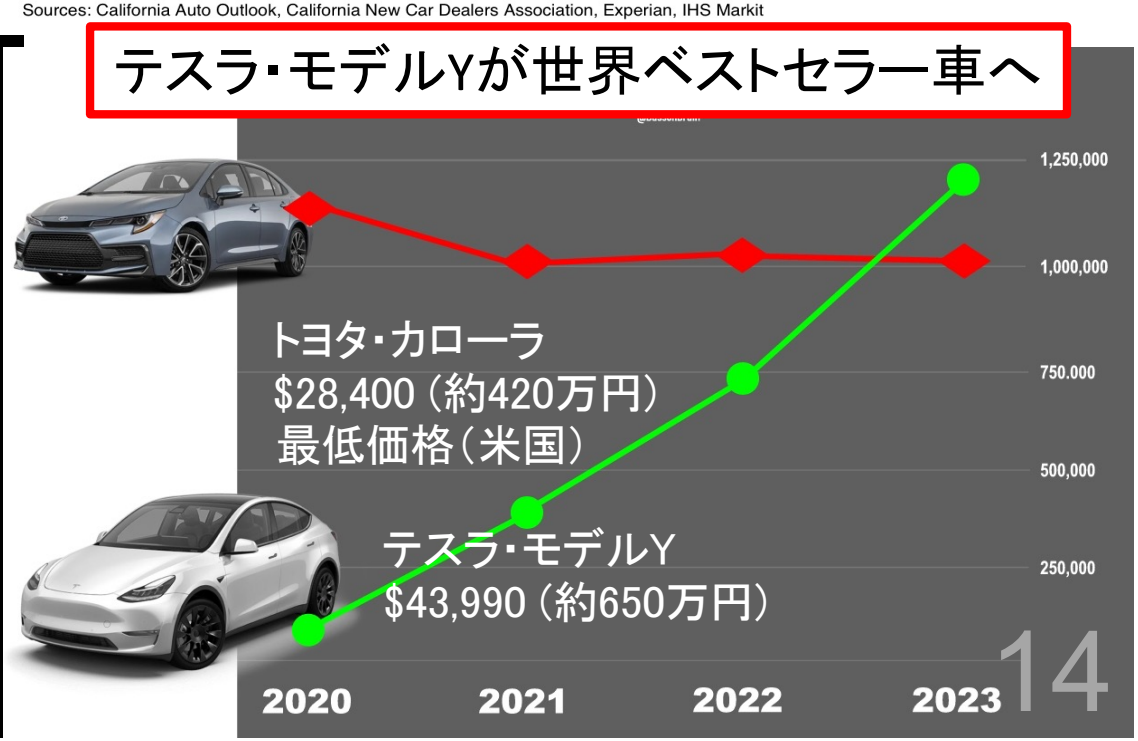
RMI – Energy. Transformed.

顕在化してきた自動車産業界の大変革(EV化)



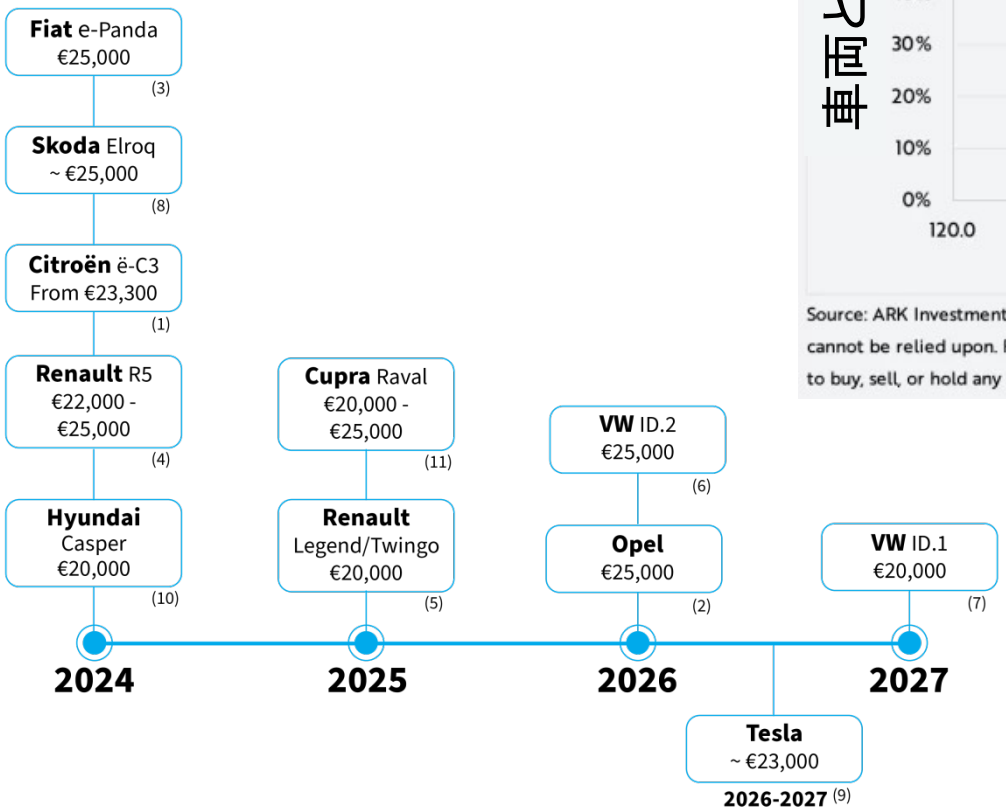






爆発的なEV移行の「前夜」

欧州ではこれから2万5千ユーロ車が一気に発売される予定

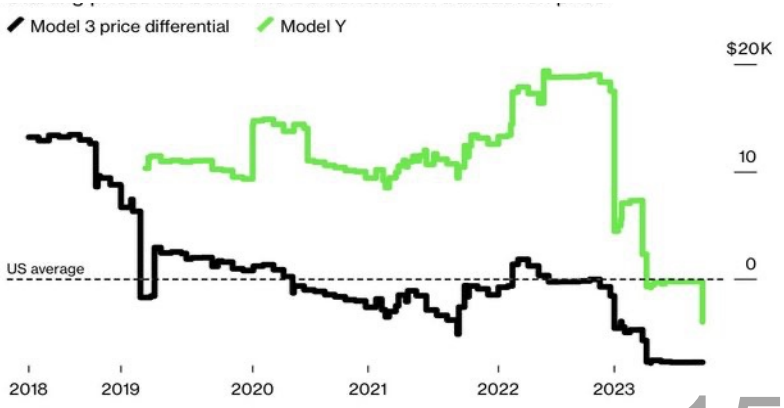


Volumes based on GlobalData Q3 2023 production forecast. Sources: (1) Electrive, (2) Reuters, (3) Bloomberg, (4) Autocar, (5) Electrive, (6) Automotive News Europe, (7) Carscoops., (8) Electrive, (9) Electrive, (10) Automotive News Europe, (11) Cupra.

米国ではEV化価格低下が大衆車クラス目前

Source: ARK Investment Management LLC, 2022; GoodCarBadCar.Net; EVvolumes.com. Forecasts are inherently limited and cannot be relied upon. For informational purposes only and should not be considered investment advice or a recommendation to buy, sell, or hold any particular security or cryptocurrency.

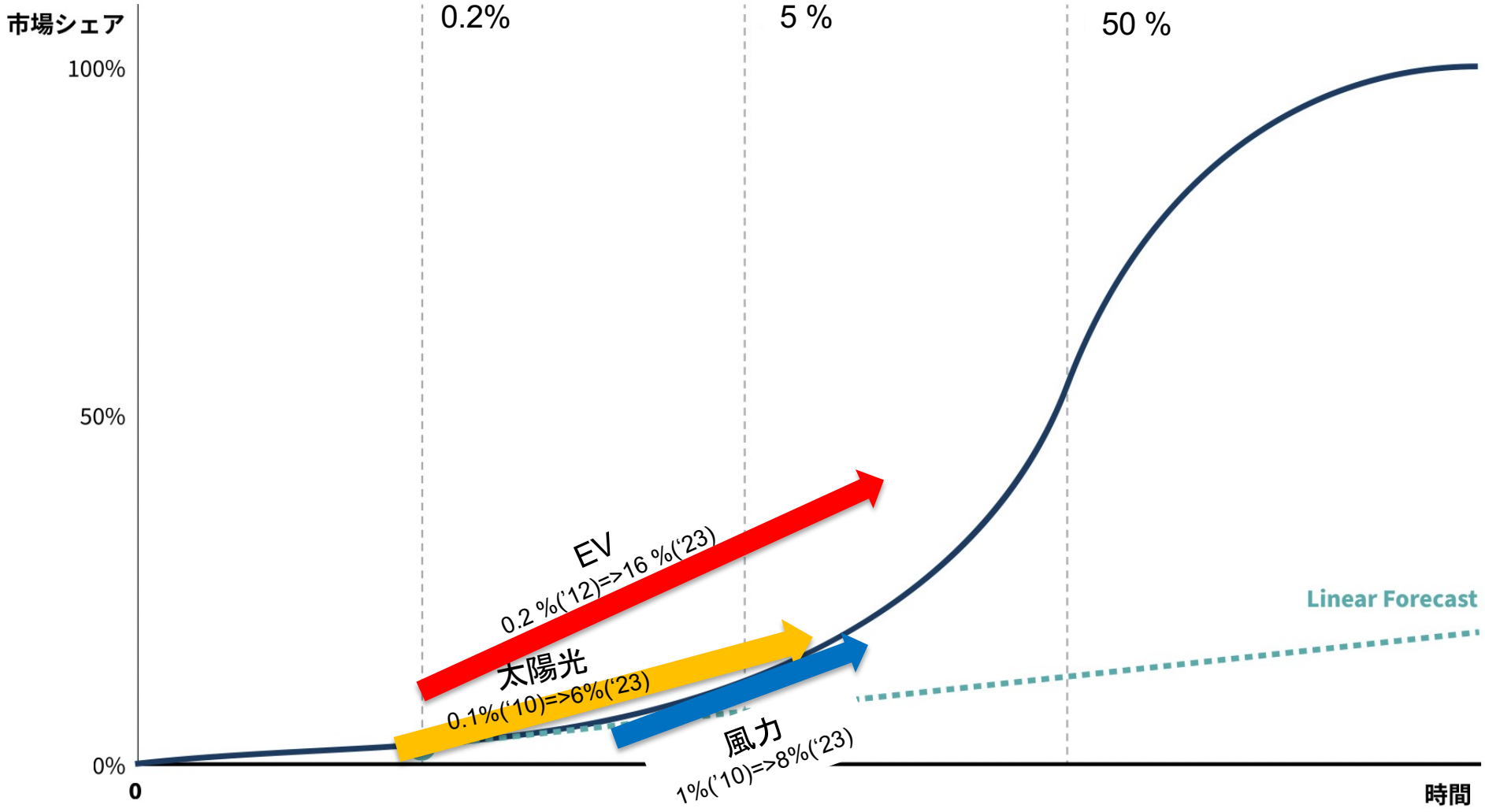
テスラの継続的なコスト/価格低下で米国平均新車価格を下回る



Data: Tesla, Bloomberg Green, Edmunds
Note: Differential shows the price of each Tesla base model minus the average transaction price for a new vehicle in the US for the prior month.

「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



出典：RMI

1. 2050年原発3倍増どころか1／3になる

2. 2030年再エネ設備3倍増とは

3.「新しい現実」と「新しいエネルギーコンセプト」の出現

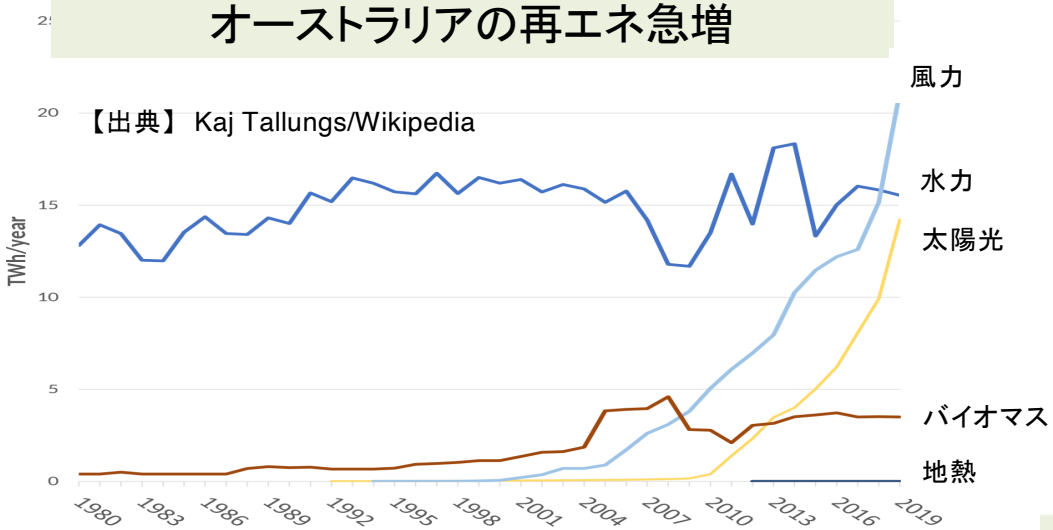
4. 立ち遅れる日本

5. 地域からのエネルギー転換へ

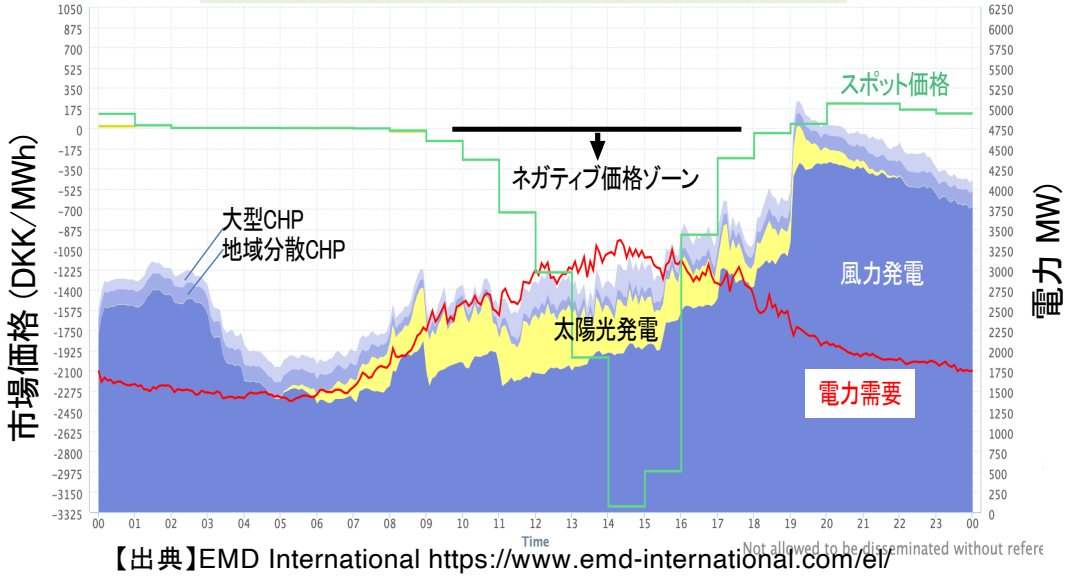
「新しい現実」の出現

■ 再エネ100%超が数日間続く地域の出現
- 太陽光＋風力の急激な変化
- 自然変動電源が主役の時代へ
- 急速に柔軟性を高める系統・技術・市場

オーストラリアの再エネ急増

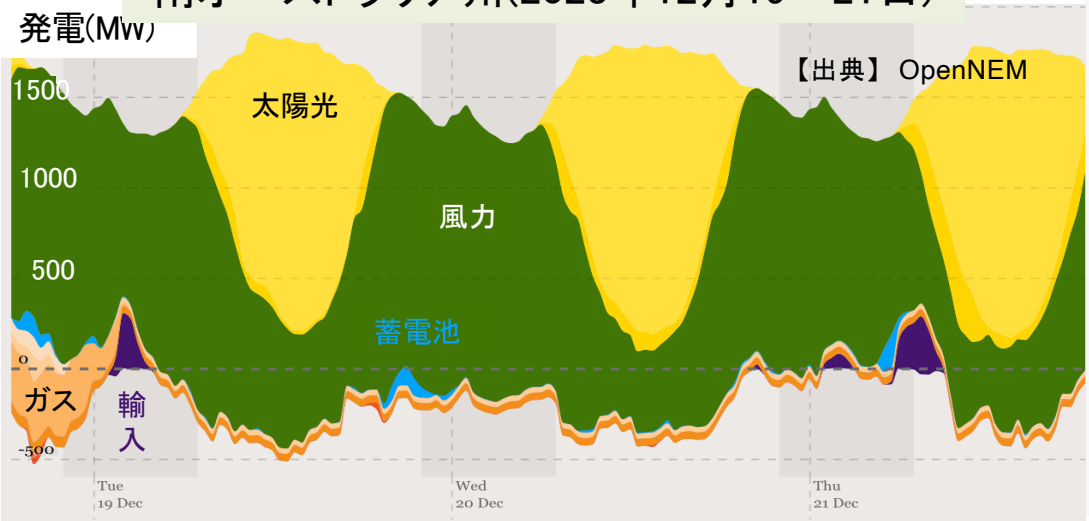


西デンマーク(2023年7月2日)

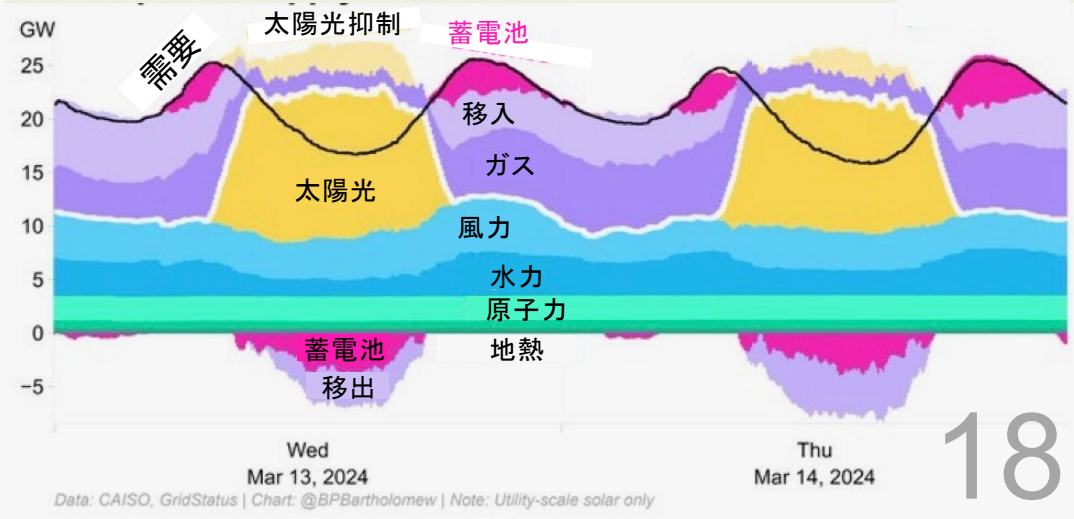


【出典】EMD International https://www.emd-international.com/el/

南オーストラリア州(2023年12月19～21日)



カリフォルニア州(2024年3月13-14日)

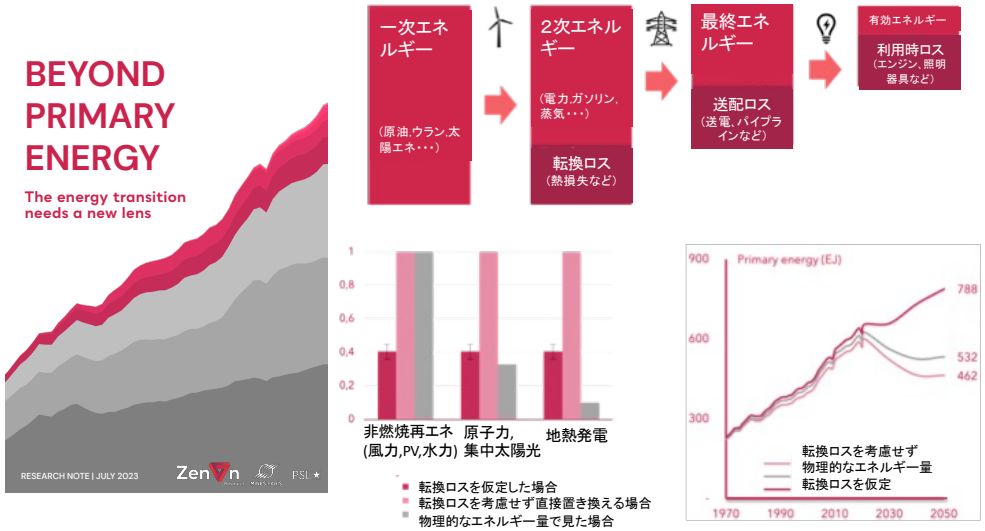


「新しいエネルギーコンセプト」が提案されている

再エネ100%を前提として・・・

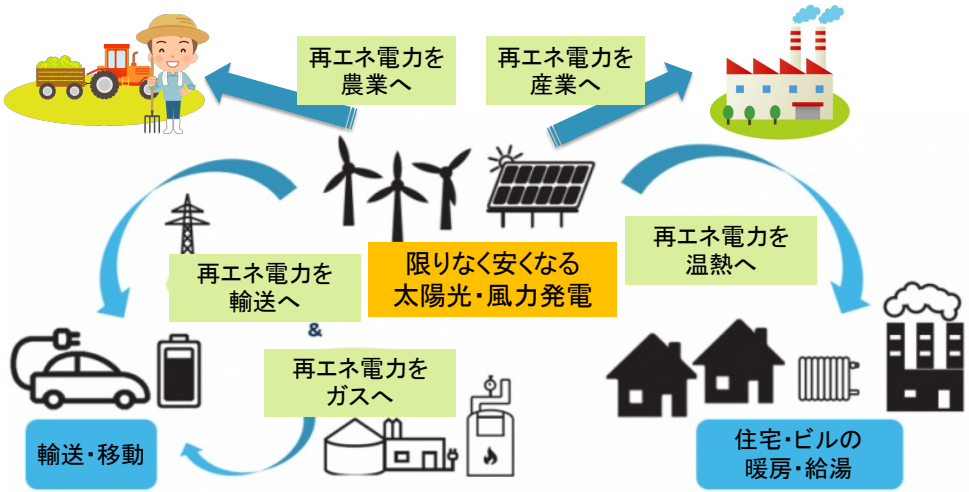
- 「1次エネルギー」の見直し
- セクター・カップリング
- シン・オール電化の5本柱

「1次エネルギー」の見直し



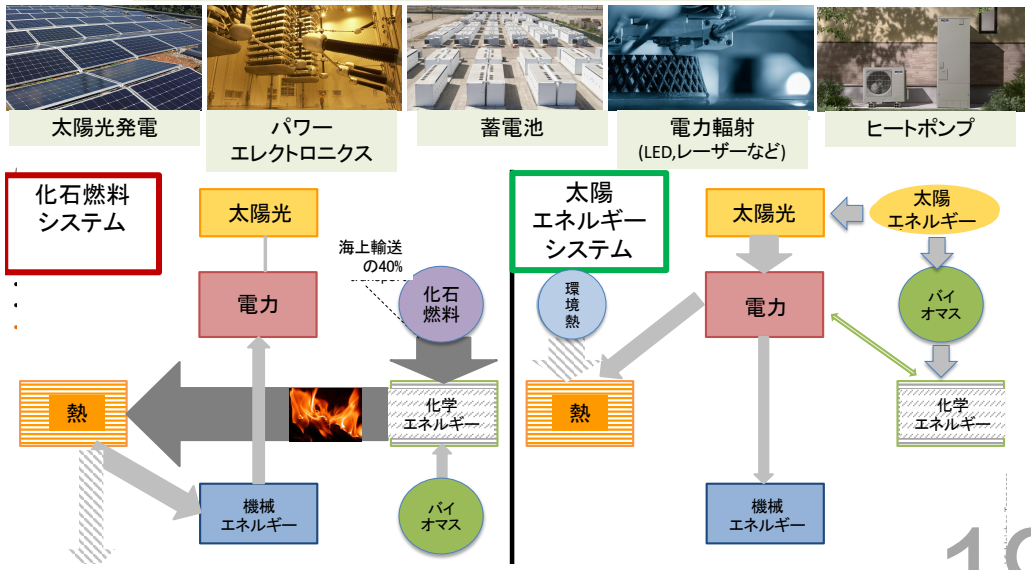
(出典)Kevin Pahud, et. al., Zenon (July 2023)

セクター・カップリング



(出典)cleanenergywire.orgをベースにISEP加筆

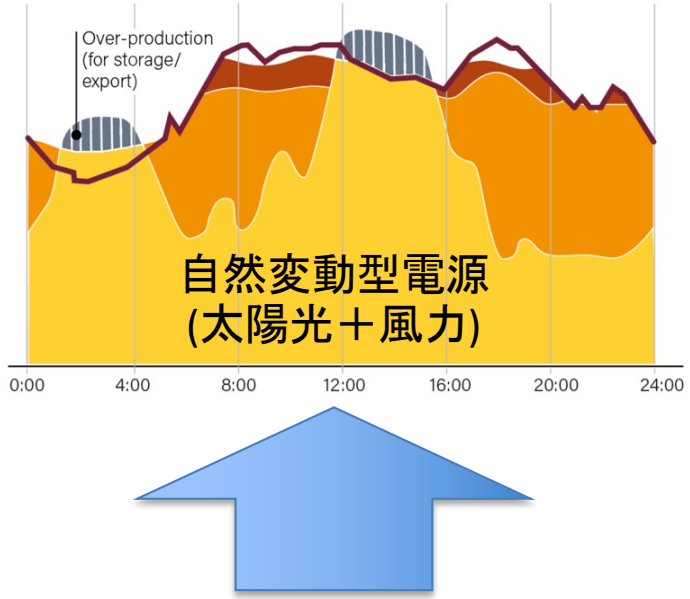
シン・オール電化の5本柱



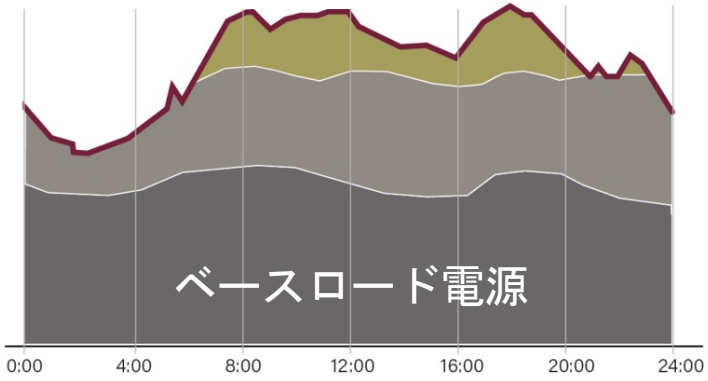
(出典)Ruggero Schleicher-Tappeser, 26th REFORM Group Meeting (2023)

再エネ（太陽光・風力）最優先原則徹底と柔軟性の導入

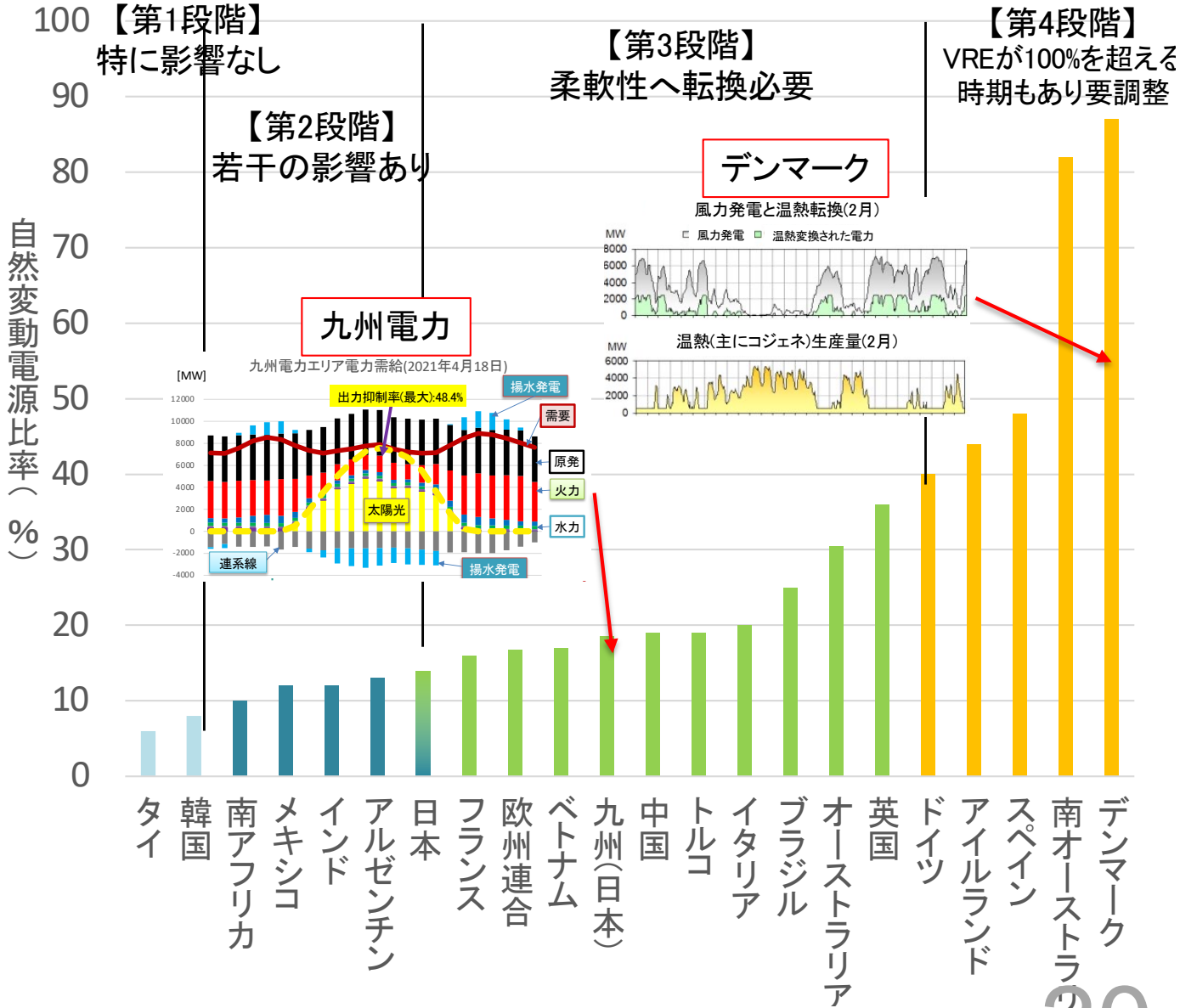
柔軟性パラダイム



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

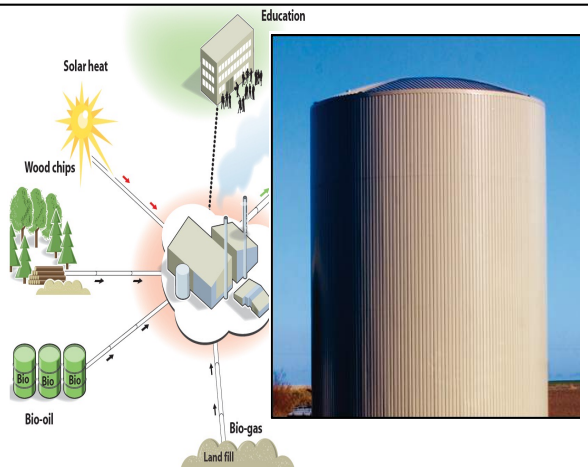


【出典】REN21 “Renewables 2017 Global Status Report” (June 2017)

出所:IEA “Renewable Energy Market Update : Outlook for 2023 and 2024”, June 2023, 九州電力は一般送配電事業者データより作成

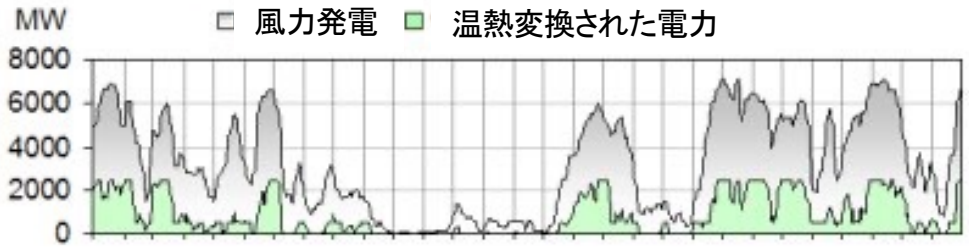
太陽光と風力の拡大：地域熱供給とスマート化

地域熱供給＋コジェネ＋ヒートポンプ/電気ボイラー
＋貯湯タンク



風力発電

風力発電と温熱転換(2月)



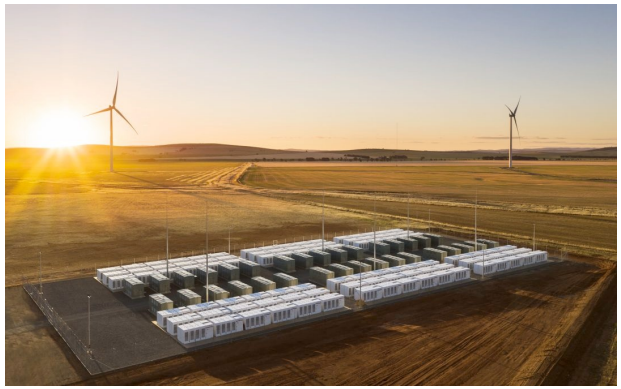
温熱(主にコジェネ)生産量(2月)

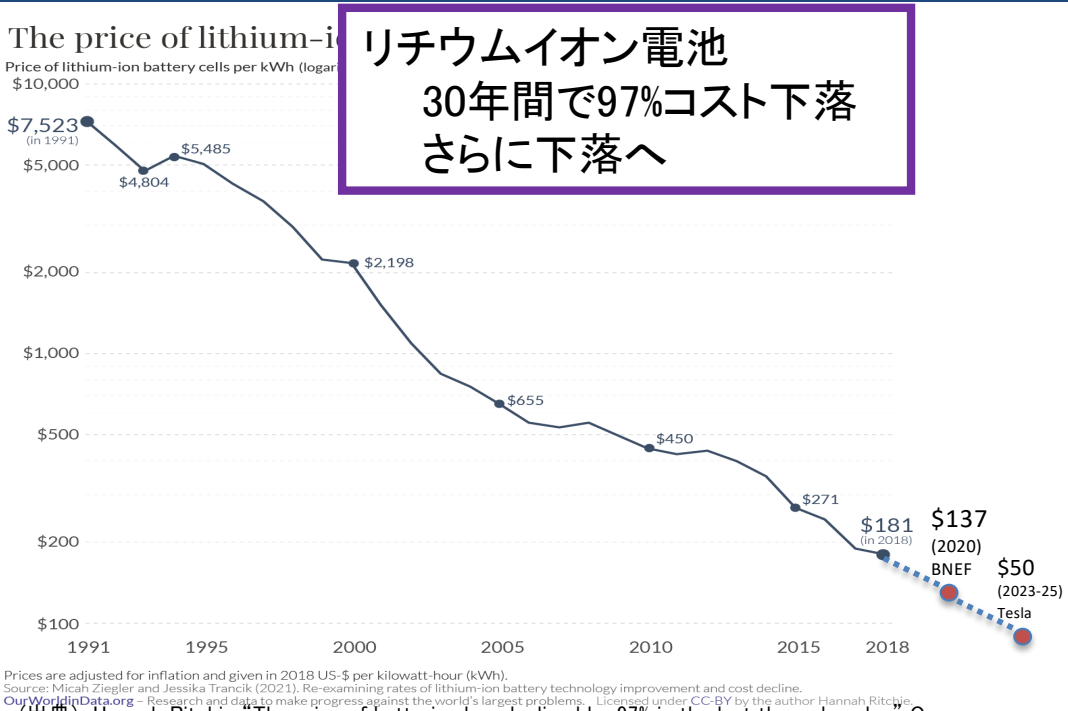
1. 風力の変動を補完するコジェネ
2. 温熱の変動は貯湯
3. 余剰風力を温熱化して貯湯
4. 余剰風力で風力ガス(メタン化)
   →北海の化石ガスからバイオガス・風力ガスへ

(出典)デンマークエネルギー庁資料をもとに飯田加筆

ゲームチェンジャーとしての蓄電池

- 系統側蓄電池の急速な拡大に着手する
- 日本でもすでに4万円/kWhに
- 同時に、需要側蓄電池(BTM)を活用した需要側管理(DR)の本格導入へ
- 容量市場を維持するなら、蓄電池とDRを最優先すべき

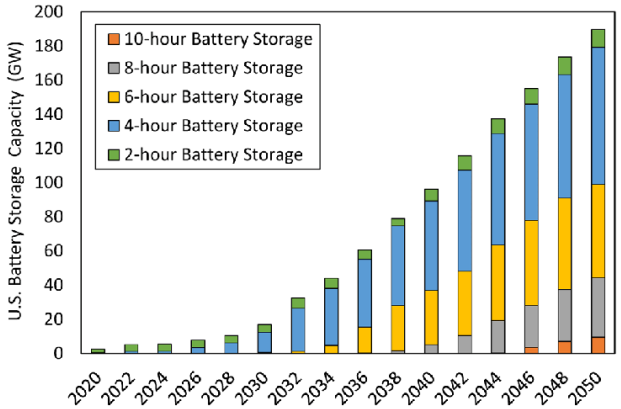




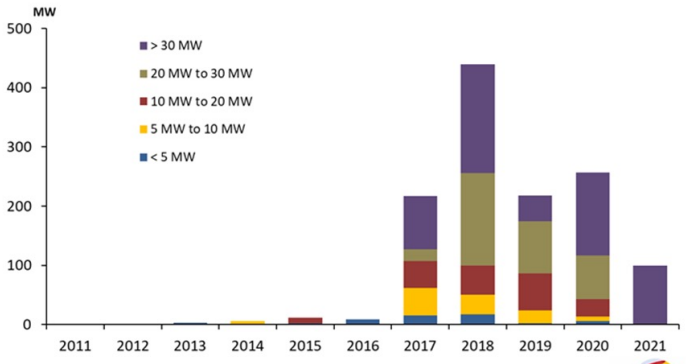
リチウムイオン電池
30年間で97%コスト下落
さらに下落へ

（出典） Hannah Ritchie “The price of batteries has declined by 97% in the last three decades” Our World in Data, June 04, 2021, https://ourworldindata.org/battery-price-decline (2021/7/10アクセス)

米国180GWh(2050)

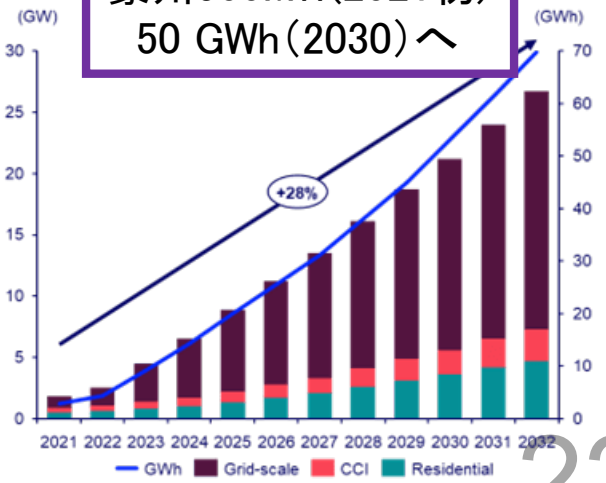


英国1.3GW(2021初)
年内1.8GW追加発注



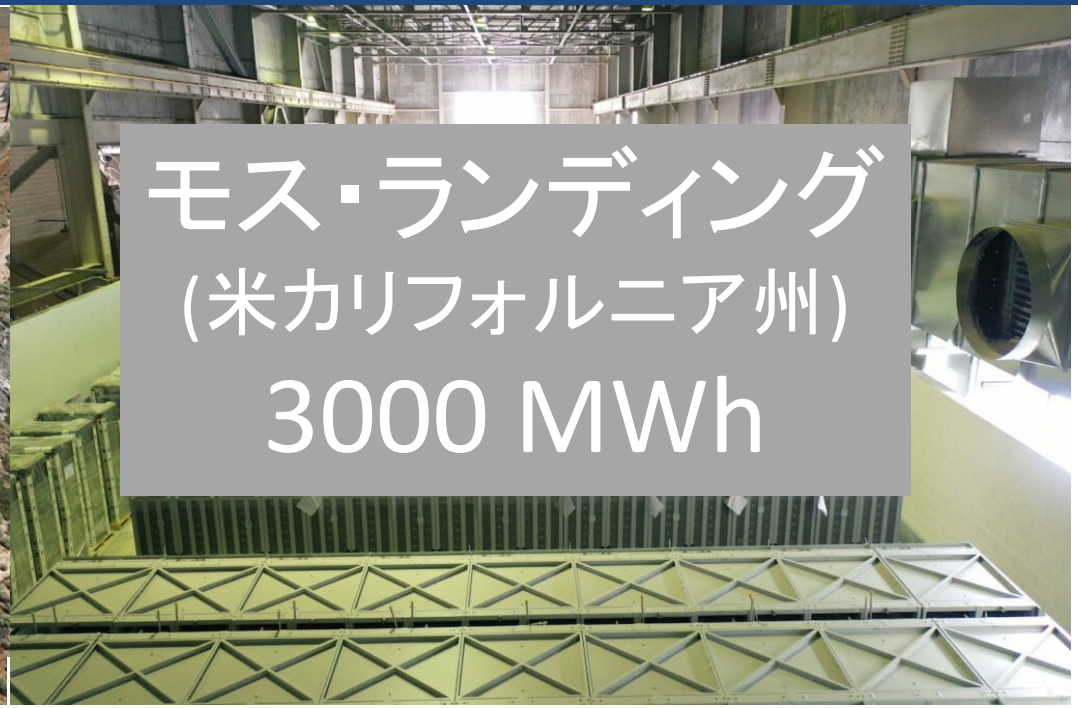
© Solar Media Ltd., 2021
Source: *UK Battery Storage Project Database* report; March 2021 release.

豪州500MW(2021初)
50 GWh（2030）へ



（出典） Sangita Shetty, Energy Storage Pro 22nd July 2023, https://energystoragepro.com/2023/07/22/australia-leads-global-battery-energy-storage-market-with-40-gw-pipeline-wood-mackenzie-report-reveals/ (2024/1/28アクセス)

急拡大する世界の定置型蓄電池



1. 2050年原発3倍増どころか1／3になる

2. 2030年再エネ設備3倍増とは

3.「新しい現実」と「新しいエネルギーコンセプト」の出現

4. 立ち遅れる日本

5. 地域からのエネルギー転換へ

九州電力出力抑制から見えてくるもの

朝日新聞デジタル ＞ 記事

時時刻刻

「捨てた」再エネ電気、45万世帯分　出力制御急増で　朝日新聞集計

有料記事　気候変動を考える

安田朋起 小宮山亮磨　2024年2月10日 5時00分

牛舎の屋根に設置した太陽光発電所。新たに出力制御の対象に加えられ、昨年になって急に売電収入が半分近く減った=2023年9月、熊本市東区

東京新聞 TOKYO Web

東京 | 首都圏 | こちら特報部 | 社会 | 政治 | 経済 | 国際 | スポーツ | ライフ

こちら特報部

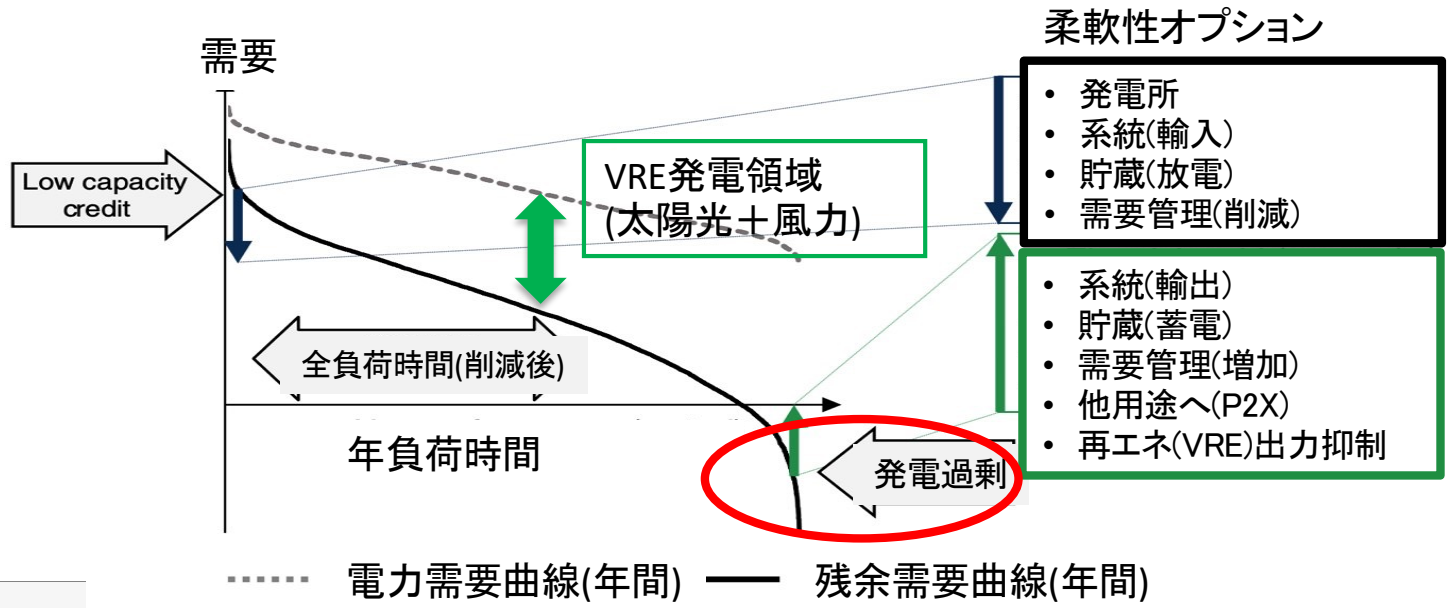
電気代高騰中なのに…再生可能エネルギーの電力を「捨てる」？　中部電力が初の「出力制御」

2023年4月11日 11時30分

中部電力が8日、再生可能エネルギー事業者らの太陽光や風力発電を抑制する「出力制御」を初めて実施した。製造業が集中する中部地方は国内3大電力需要地。ここで電力が余るほど再エネが普及したとも言える。ただ、資源高で電気代が上がり続ける中、燃料費のかからない再エネをあえて「捨てる」のはもったいない気も。どうにかならないのか。（岸本拓也）

https://www.tokyo-np.co.jp/article_photo/list?article_id=243298&pid=981707

出力抑制は「絶対悪」ではないが・・・
九州電力の出力抑制はVRE比率に比して大きすぎないか？



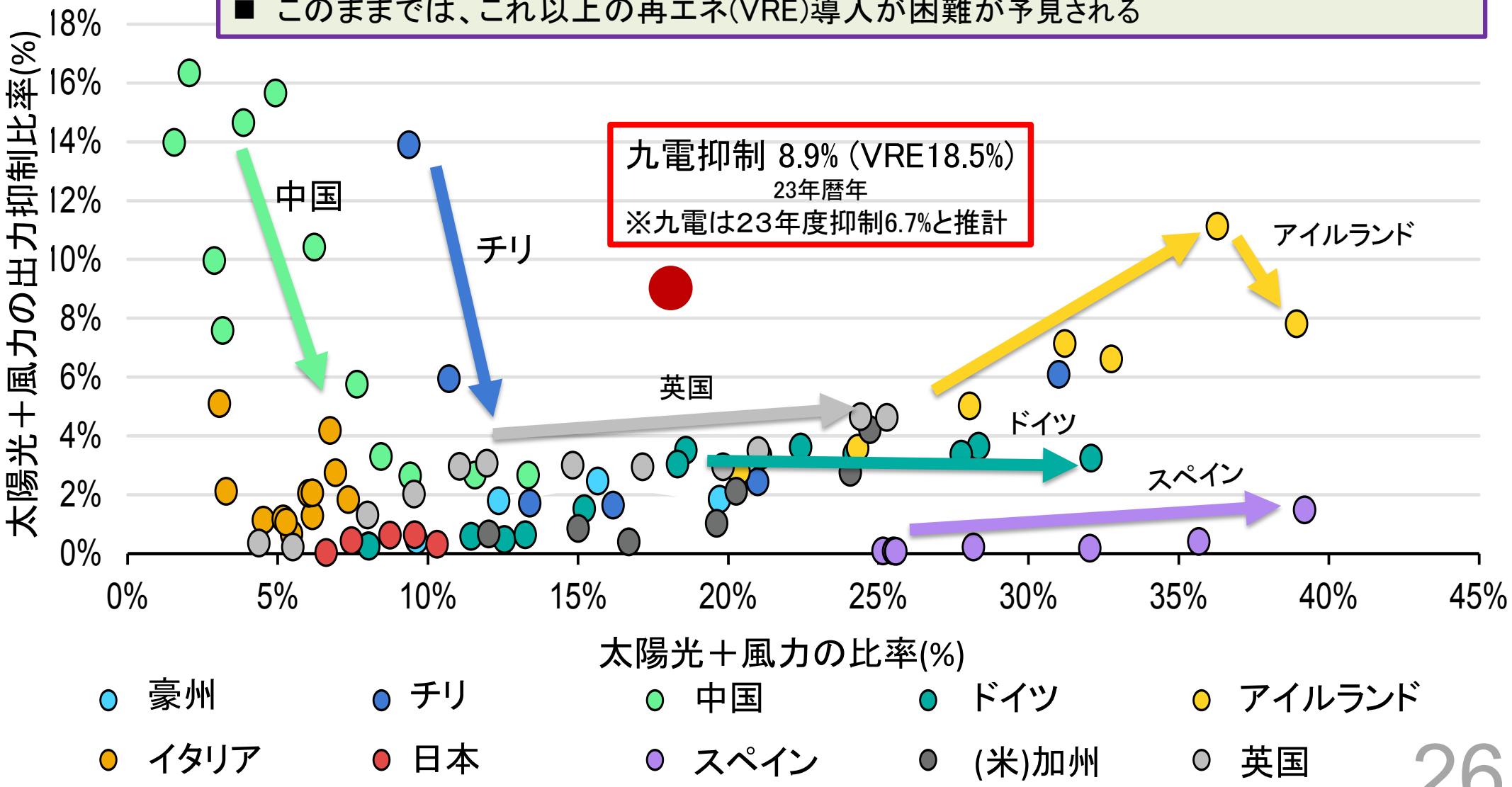
【出典】Shantanu Chakraborty, “Energy Flexibility: It’S Quantification, Market Implications And Future”, INCITE, 20 March, 2019
http://www.incite-itn.eu/blog/energy-flexibility-its-quantification-market-implications-and-future/

他の柔軟性手法が最大限追求されているか？
柔軟性を大きく高める段階ではないか？

大きすぎる九電の出力抑制率

- 九州電力は年間で9%もの出力抑制(2023年暦年) ※九電は23年度で6.7%と予測
- 諸外国と比較すると、VRE比率(18.5%)が低い割に、出力抑制率が大きい

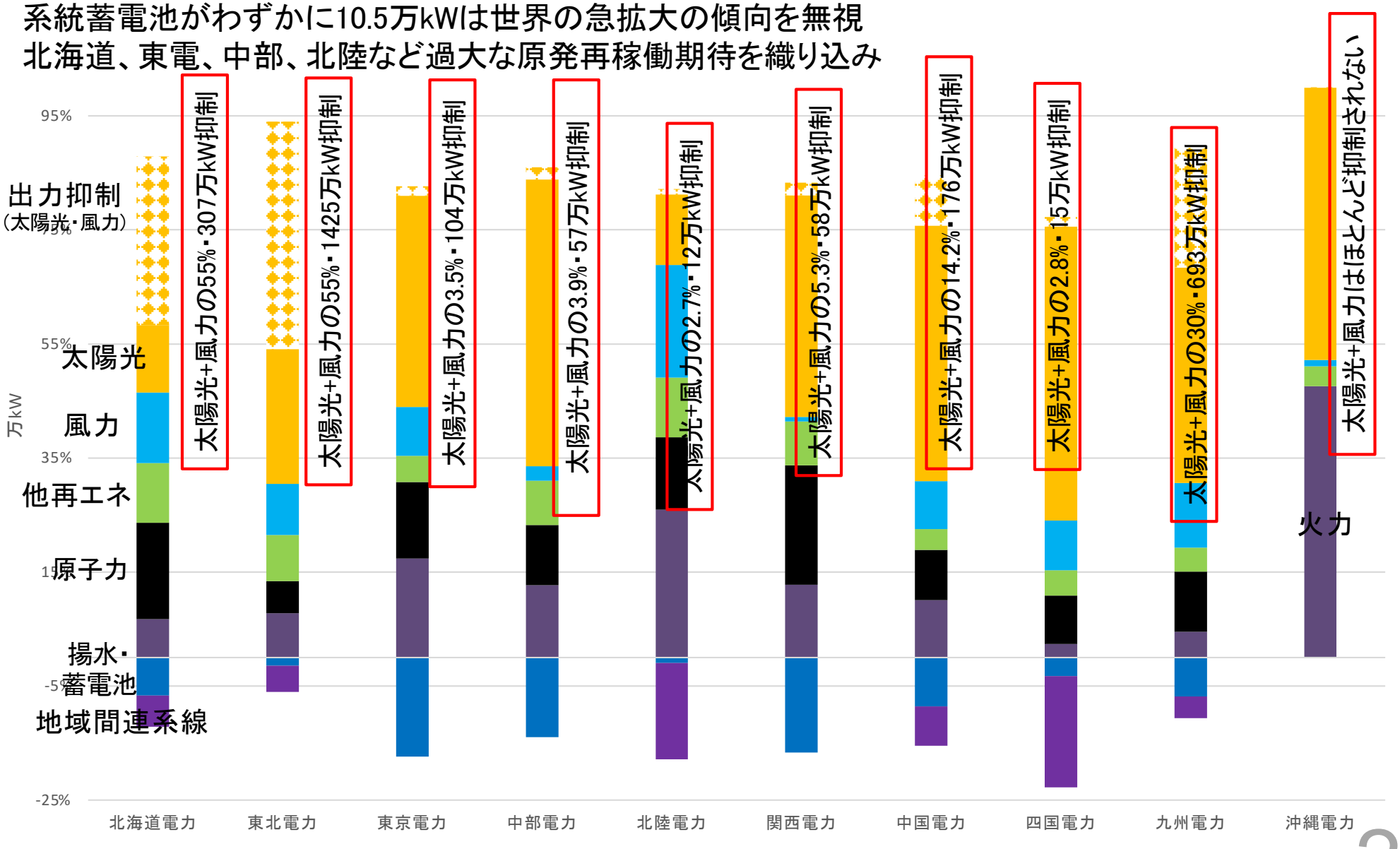
■ 電力系統の「柔軟性不足」を示しており、さまざまな構造的対策の必要性を示唆
■ このままでは、これ以上の再エネ(VRE)導入が困難が予見される



出所:IEA “Renewable Energy Market Update : Outlook for 2023 and 2024”, June 2023、 九州電力は一般送配電事業者データより作成

このままだと2030年に「再エネ3倍増」は期待できない

- 2032年までに太陽光が71GWから108GWへ、風力が5.4GWから27GWに増える想定は低すぎる
- 再エネ出力抑制は全電力会社に広がり、2032年に最大55%(北海道・東北電力)の抑制
- 系統蓄電池がわずかに10.5万kWは世界の急拡大の傾向を無視
- 北海道、東電、中部、北陸など過大な原発再稼働期待を織り込み



(出典)資源エネルギー庁「再生可能エネルギー出力制御の 長期見通しについて」第49回系統 ワーキンググループ(2023年12月6日)から作成

経産省系統ワーキング(2024年3月11日、第50回)

国(経済産業省)も対応しているが・・・

出力制御対策パッケージ

- 2023年12月に取りまとめた**出力制御の抑制に向けた新たな対策パッケージ**では、
  - **需要面**での対策により、出力制御時間帯の**需要家の行動変容・再エネ利用を促しつつ**、
  - **供給面**での対策により、**再エネが優先的に活用される仕組みを措置**するとともに、
  - **系統増強**等により、**再エネ導入拡大・レジリエンス強化の環境を整備**するなど、**切れ目のない対策**を講じることとしている。
- その際、太陽光等の更なる導入拡大を見据え、**中長期的な観点から、特に需要面の対策に重点**を置き、家庭・産業それぞれの分野で**予算措置と制度的措置を一体的に講じる**ことにより、**供給に合わせた需要の創出・シフト**を図っていく。

【具体的な対策】

1．需要面での対策
①需要側のリソースの活用に向けた消費者の行動変容の促進（電気料金メニューの多様化等）
②家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入を通じた需要の創出・シフト
③機器のDR Ready化（通信制御機器の設置）
④電炉等の電力多消費産業におけるDRの推進
⑤電力の供給構造の変化に合わせた電力多消費産業の立地誘導・需要構造の転換
⑥系統用：蓄電池、再エネ併設蓄電池、水電解装置の導入を通じた需要の創出・シフト
⑦事業者用：蓄電池の導入や、事業者所有設備への通信制御機器の設置の支援等

2．供給面での対策
①再エネ発電設備のオンライン化の更なる推進等　②新設火力発電の最低出力引下げ(50%→30%) 等
③出力制御時の他エリアでの非調整電源の出力引下げ　④火力等発電設備の運用高度化
⑤水力発電を活用した出力制御量の抑制
⑥電力市場の需給状況に応じた再エネの供給を促すFIP制度の更なる活用促進

3．系統増強等
①連系線の運用見直し等による域外送電量の拡大　②地域間連系線の更なる増強による域外送電量の拡大

4．電力市場構造における対応（中長期的な検討課題）
◆価格メカニズムを通じた供給・需要の調整・誘導

16

【資料】経済産業省系統ワーキンググループ(第50回) 2024年3月11日

さらなる出力抑制低減への提言

【短期的な緊急措置】
- ■ 火力最低出力を深掘りすべき
  - 個別50%→30%では効果は限定的。さらに下げる仕組み
  - 電源IIIの予防的停止、天然ガスへのシフト
- ■ 広域での最低出力化への対応
  - 中央3社の火力最低出力化を促して広域対応を進める仕組み
  - 地域間連系線活用の最大化、特に関門連系線の最大限活用
- ■ 電気温水器等の深夜需要を昼間へシフト
- ■ 再エネ出力抑制に対する経済的補償
- ■ 原子力発電も柔軟性向上に参加させるべき
  定期点検時期の調整、低出力運転化など

【中長期的に柔軟性の飛躍的な向上へ】
- ■ 系統蓄電池等の急速・大規模導入
  2030年で40GW・160GWh規模
- ■ 既存FIT電源への蓄電池優遇・誘導
- ■ 余剰FITを活用した需要側蓄電池拡大＆DR
- ■ 電力市場の抜本的改革

抜本的・構造転換的な対策が必要
・再エネ(太陽光・風力)急拡大を前提とした電力システム改革へ

電気温水器・エコキュート需要を昼間にシフト

- 中国、四国、九州は電気温水器やエコキュートの普及率が高く、昼間シフトの効果が期待できる
- エコキュートだけでなく、未だに電気温水器も多い

電力会社	世帯数	世帯普及率		消費電力(万kW)		
		エコキュート	電気温水器	エコキュート	電気温水器	計
北海道電力	2,469,063	2.9%	10.5%	7	78	85
東北電力	4,364,234	16.5%	8.5%	72	111	183
東京電力	20,470,379	10.1%	4.5%	207	276	483
北陸電力	1,162,534	23.2%	10.7%	27	37	64
中部電力	6,323,103	18.1%	8.0%	114	152	266
関西電力	9,964,365	12.6%	8.4%	126	251	377
中国電力	3,125,655	24.3%	13.2%	76	124	200
四国電力	1,627,691	29.8%	12.7%	49	62	111
九州電力	5,584,631	21.8%	12.0%	122	201	323
沖縄電力	613,294	7.2%	8.9%	4	16	21

注1) 総務省統計局『国勢調査報告』。2020年10月1日現在。
注2) エコキュート、電気温水器の普及率は環境省「令和 3 年度 家庭部門の CO2 排出実態統計調査 資料編(確報値)」(2023年3月)
注3) 消費電力はエコキュート1kW、電気温水器3kWとして推計

【旧一般電気事業者における軽負荷期の電気料金割引サービス等（低圧）】

	会社名	概　要	夜間割引料金の状況(2024年4月～)
ポイント付与	中部電力ミライズ	NACHARGE（ネイチャージ） ・需要側のアクションに応じてポイントを提供　4/1～東京電力	北海道電力：新規受付中止 東北電力：継続中 東京電力：継続中 中部電力：継続中 北陸電力：継続中 関西電力：継続中 中国電力：継続中 四国電力：継続中 九州電力：継続中
	九州電力	九電ecoアプリ ・需要シフトに応じてポイントを提供	
料金メニュー	中国電力	ぐっとずっと。タイムサービス ・対象期間の日中の電力量料金を割引　4/1～東北電力、九州電力	
DRサービス等	北陸電力	Easyキュート ・遠隔制御によりエコキュートの通電時間を制御し、対価としてポイントを提供	

- 全社昼間需要増・シフトに取組み
  新規受付中止、メニュー多様化、ポイント制など
- 効果は限定的と考えられる

【資料】経済産業省系統ワーキンググループ(第50回) 2024年3月11日

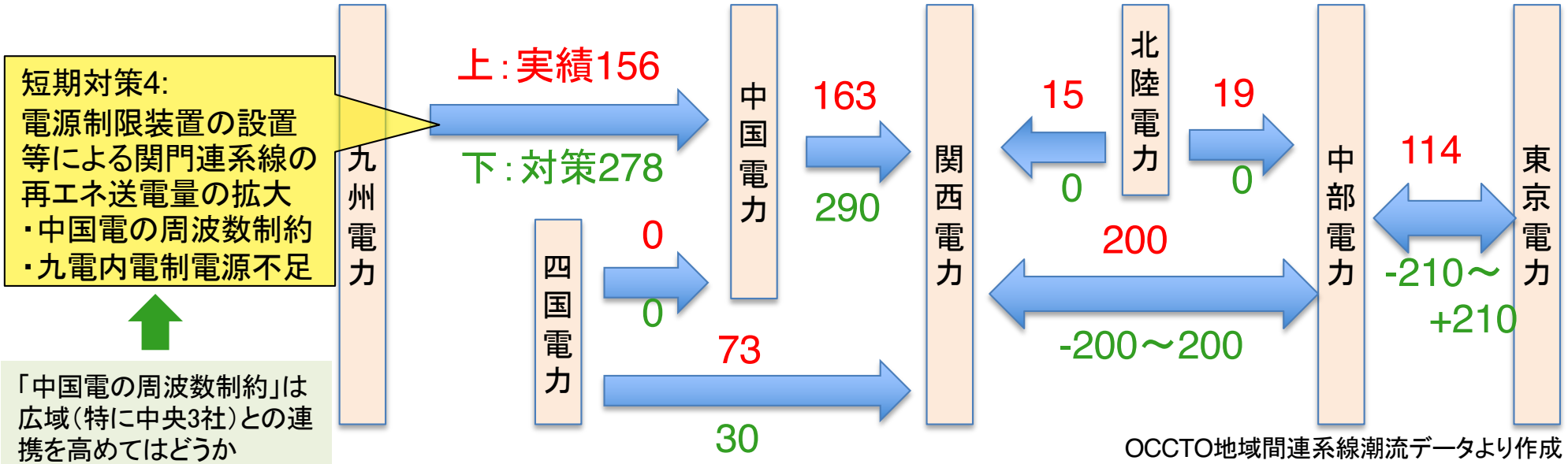
地域間連系線の最大活用と火力最低出力の広域化対応

出力制御対策パッケージ
3.系統増強等
1連系線の運用見直し等による域外送電量の拡大 2地域間連系線の更なる増強による域外送電量の拡大

【資料】経済産業省系統ワーキンググループ(第50回) 2024年3月11日

地域間連系線の増強・最大活用と広域対応により、出力抑制はさらに提言できるのではないか。

(2023年4月23日12-13時平均値、単位:万kW)



OCCTO地域間連系線潮流データより作成

「中国電の周波数制約」は広域(特に中央3社)との連携を高めてはどうか
九電内電制電源不足は揚水発電活用、蓄電池急拡大、過渡的には容量市場活用によるガス火力維持で対応してはどうか

広域(特に中央3社)で一体的な優先給電ルールに沿った運用をしてはどうか(特に火力発電)

東京新聞 TOKYO Web

東京 | 首都圏 | こちら特報部 | 社会 | 政治 | 経済 | 国際 | スポーツ | ラ

〉こちら特報部

電気代高騰中なのに…再生可能エネルギーの電力を「捨てる」？　中部電力が初の「出力制御」

2023年4月11日 11時30分

中部電力が8日、再生可能エネルギー事業者らの太陽光や風力発電を抑制する「出力制御」を初めて実施した。製造業が集中する中部地方は国内3大電力需要地。ここで電力が余るほど再エネが普及したとも言える。ただ、資源高で電気代が上がり続ける中、燃料費のかからない再エネをあえて「捨てる」のはもったいない気も。どうにかならないのか。（岸本拓也）

https://www.tokyo-np.co.jp/article_photo/list?article_id=243298&pid=981707

朝日新聞デジタル ＞ 記事

太陽光が急に増えて…電気を「捨てる」出力制御、全国の大手電で拡大

有料記事

岩沢志気　内藤尚志　2023年5月10日 8時00分

list 45

コメントプラス　蟹江憲史さんなど2件のコメント

メガソーラー発電所

太陽光と風力でつくった電気の受け入れを大手電力が一時的に止める「出力制御」が、大手10社のうち8社のエリアまで広がっている。これまでは電気の使用量が比較的少ない地域に限られていたが、今年は大都市圏の中部も実施し、東京と関西も備え始めた。再生可能エネルギーを使い切れずにムダにしているのに等しく、普及に向けた課題となっている。

朝日新聞デジタル ＞ 記事

時時刻刻

「捨てた」再エネ電気、45万世帯分　出力制御急増で　朝日新聞集計

有料記事　気候変動を考える

安田朋起 小宮山亮磨　2024年2月10日 5時00分

list 33

れ、昨年になって急に売電収入が半分近く減った

全国ご当地エネルギー協会に寄せられた出力抑制に対する「声」

- 今年2月辺りから出力抑制が顕著になり晴天日は40～50%、晴天の週末は80～90%の抑制が掛かっております。おそらく今月は稼働後初めて売電額が融資返済額を下回る見込み。ここまで酷い状況は初めて。(九州の会員団体)
- ほぼ毎日のように出力抑制されており、このままでは地域復興のための基金への拠出ができなくなるばかりか、地域金融機関への融資返済が滞る可能性さえある(九州の協力団体)
- 今後の出力抑制が予見不能のため、協議中だった新規FIT太陽光電源の融資を断られた（九州の協力団体）
- 出力抑制が、本来なら揚水発電、蓄電池、電力消費会社及び他地域との連携、水素化・水素発電、蓄熱などにより回避すべきところを、安易に抑制しているのではないか(山口の協力団体)
- 抑制により失った発電量および代理抑制の補填金額が中国電力によってどのように求められているのか、まったくわからない(山口の協力団体)
- 再エネ比率がまだ非常に低いのに年間で10%を超える再エネ出力抑制をするようでは、再エネ主力電源化や2030年・2050年のエネルギー基本計画の目標も達成できない(ご当地事務局)

出力抑制は春期に影響が大きく出るとは言え、さすがに年間で10%以上もの出力抑制・発電量減少では、太陽光プロジェクトファイナンスや太陽光リース事業の多くで、逆ざや・債務超過の懸念がある。

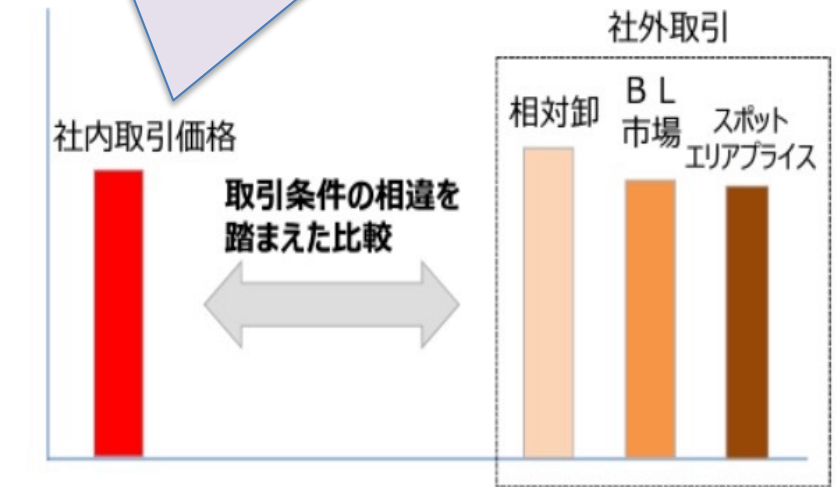
九州の会員から情報提供された今春の出力抑制による財務影響(千円)

	2023年	3月	4月	5月	6月
1	売電収入	4,928	3,862	4,068	6,124
2	前年比	-2,532	-2,574	-3,344	-838
3	代理制御補填	N.A.	N.A.	123	551
4	融資返済	5,330	5,330	5,330	5,330
5	1+3-4	-402	-1,468	-1,139	1,345

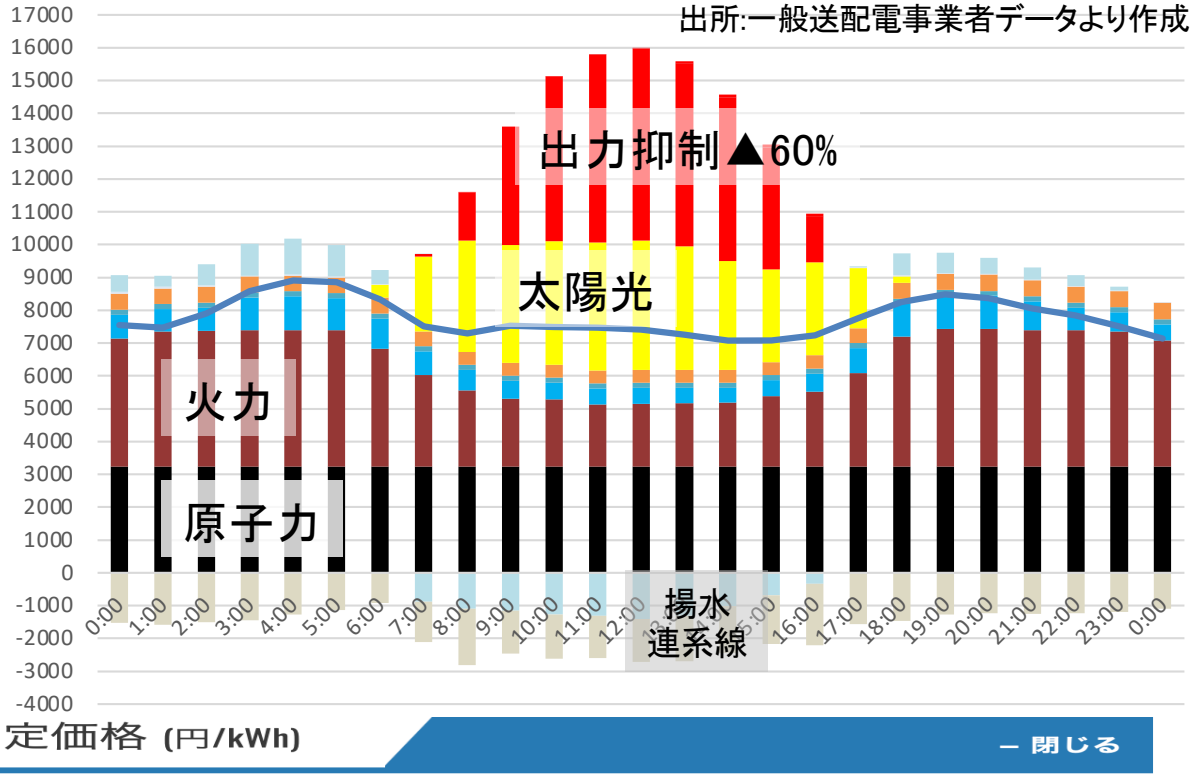
自然変動再エネ（太陽光＋風力）の急拡大を前提とする電力改革の必要性

- ■ 市場的な課題～旧一電との非対称性
  - 「PV止め放題」
  - 「内外無差別」なのか
- ■ 政策的な課題～再エネを前提とした電力政策へ
  - 柔軟性の飛躍的向上へ
  - 再エネ最優先の軽視(会社間連系)
  - 再エネも柔軟性に参加～抑制への補償
- ■ 技術的な課題
  - 「肩代わり抑制」のみにシワ寄せ
  - 高比率のVREのリアルタイム統合？
  - 卸電力取引所との連携

電源・小売の8割を占める旧一般電気事業者の内部取引は9割を占める
※2024年1月社内取引117GWh、社外取引10GWh

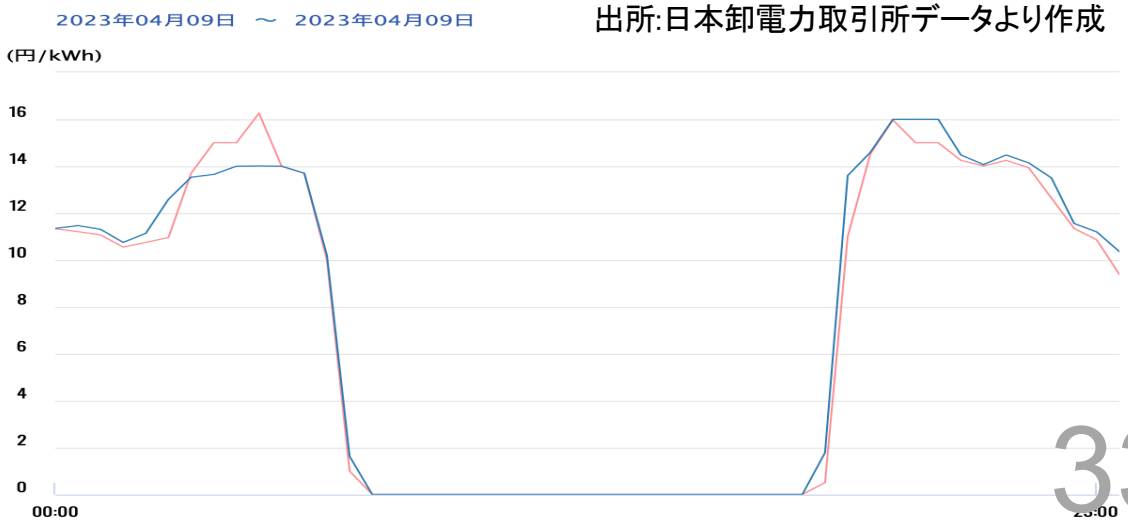


出所:一般送配電事業者データより作成



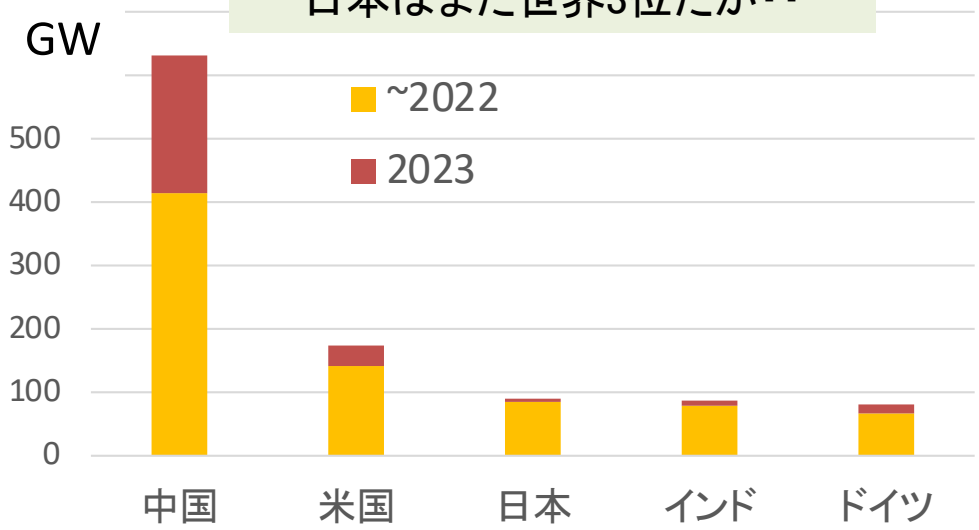
約定価格 (円/kWh)　－ 閉じる

出所:日本卸電力取引所データより作成

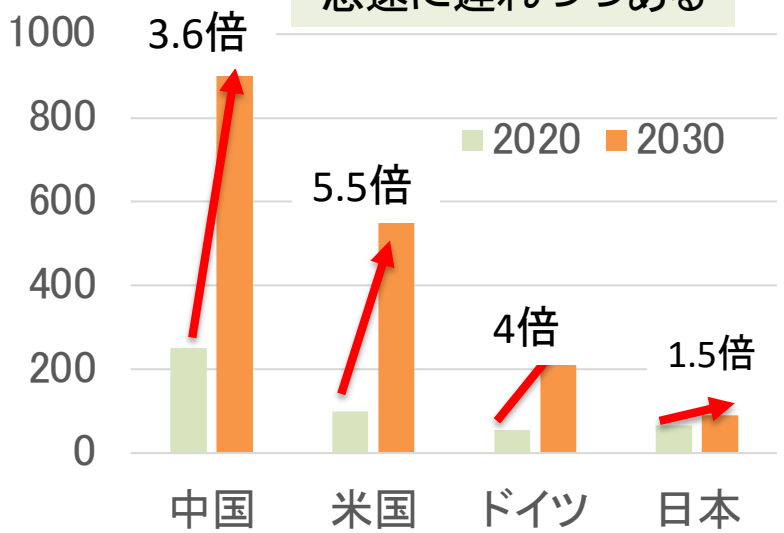


再エネ普及の課題

日本はまだ世界3位だが・・



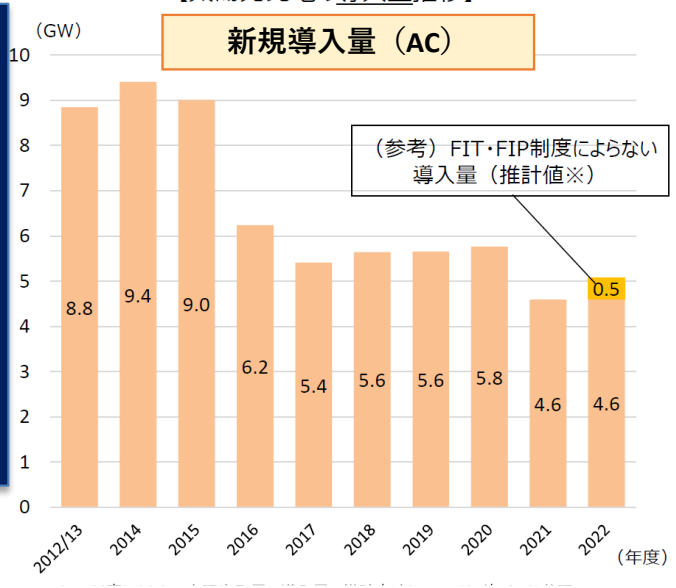
急速に遅れつつある



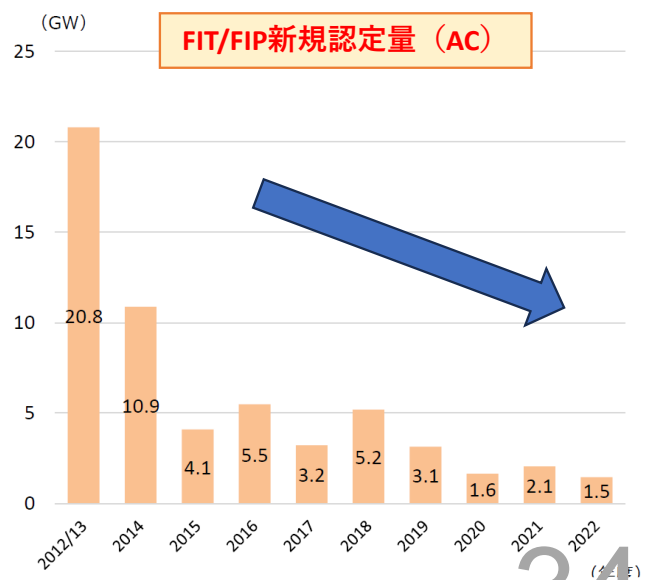
太陽光市場の抑制要素

- 国全体支配する抑制的な言説と「空気」
- 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、ガレージ等)

【太陽光発電の導入量推移】



【（参考）太陽光発電の認定量推移】



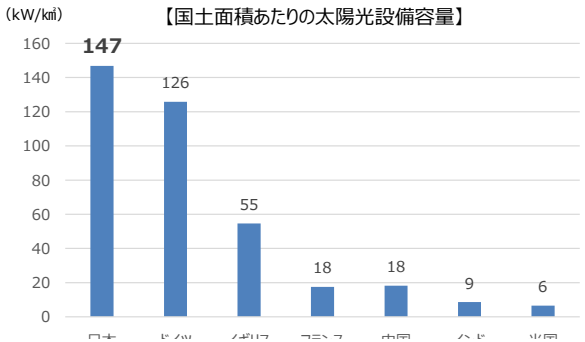
※：容量の単位：GW（ギガワット＝100万kW）
交流出力（パワーコンディショナーの合計出

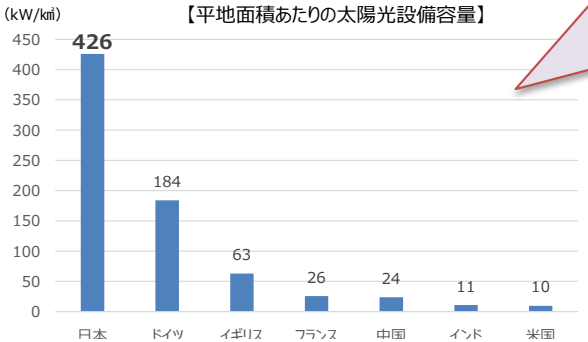
出所:太陽光発電協会(再エネTF資料より)2024年3月22日

再エネ普及の課題

【太陽光発電】面積あたりの各国太陽光設備容量

- 国土面積あたりの**日本の太陽光導入容量は主要国の中で最大。平地面積でみるとドイツの２倍。**





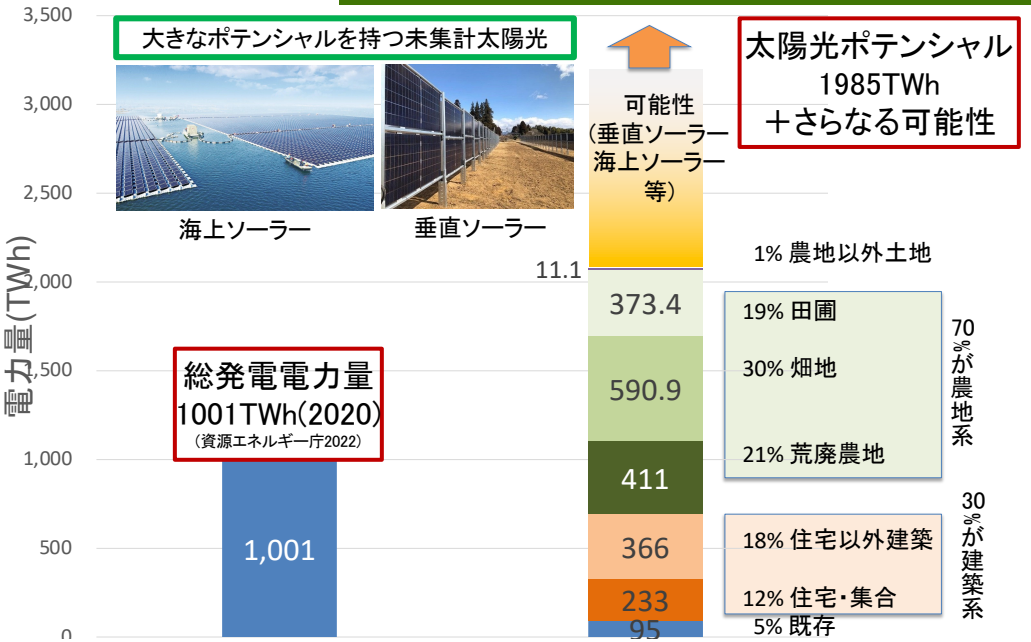
「虚偽」ではないが恣意的で誤解誘導的

- 相対的に「日本は頑張っている」と示し
- 同時に「これ以上、入れる余地がない」という「言い訳」を印象づけている

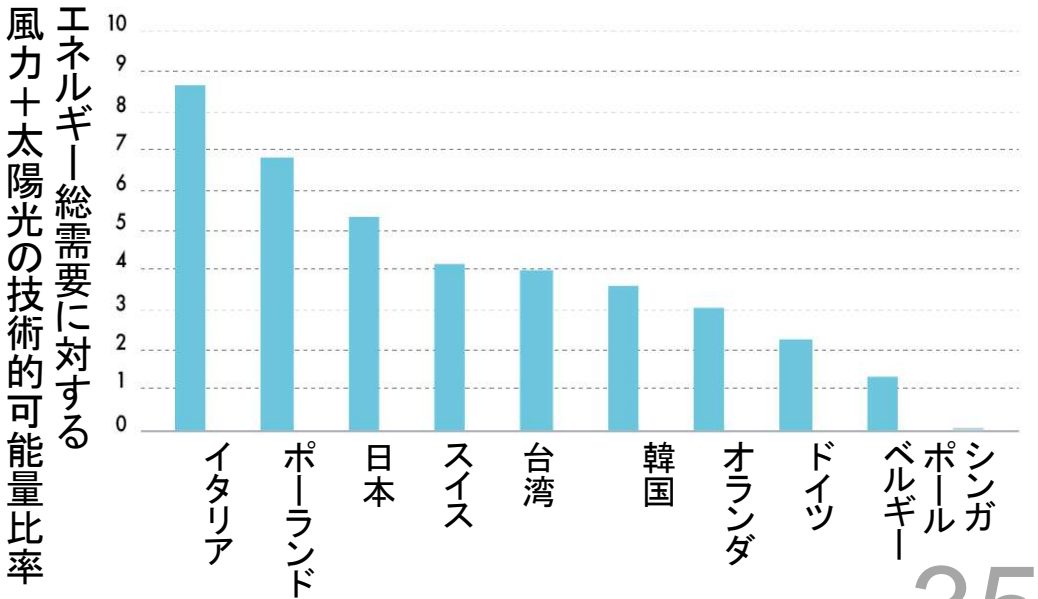
純国産エネルギーである太陽光や風力導入の最大化にベストを尽くすことが本来あるべき姿勢ではないか。

出所:経済産業省「2030年に向けた今後の再エネ政策」2021年10月14日

前向きに追求すれば大きな導入可能性がある



【出典】環境省 令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び 提供方策検討等調査委託業務報告書(2022年3月)から作成



(出典) Kingsmill Bond, et.al., “The sky’s the limit”, Carbon Tracker Apr.2021

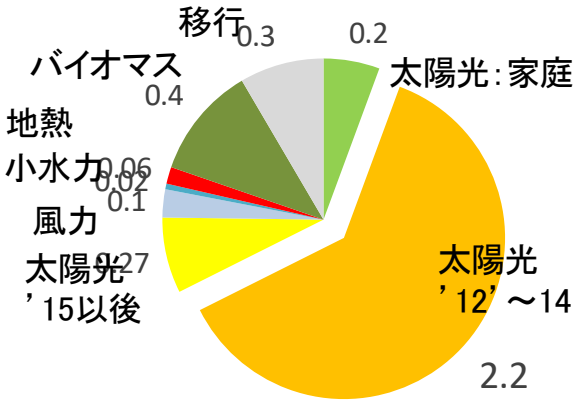
世界で最後に導入したFITで、唯一・最悪の失敗をした日本

FIT制度設計失敗の バックラッシュ(負の連鎖)

認定時点で
固定価格決定
↓
数年で過剰利益
↓
地上げラッシュ

- 系統連系への殺到 → 電力系統抑制 (第１次九電ショック)
- 余分な国民負担 → 国と政治のバックラッシュ
- バブルと乱開発 → 地域や環境団体反発

余分に高くなった消費者負担

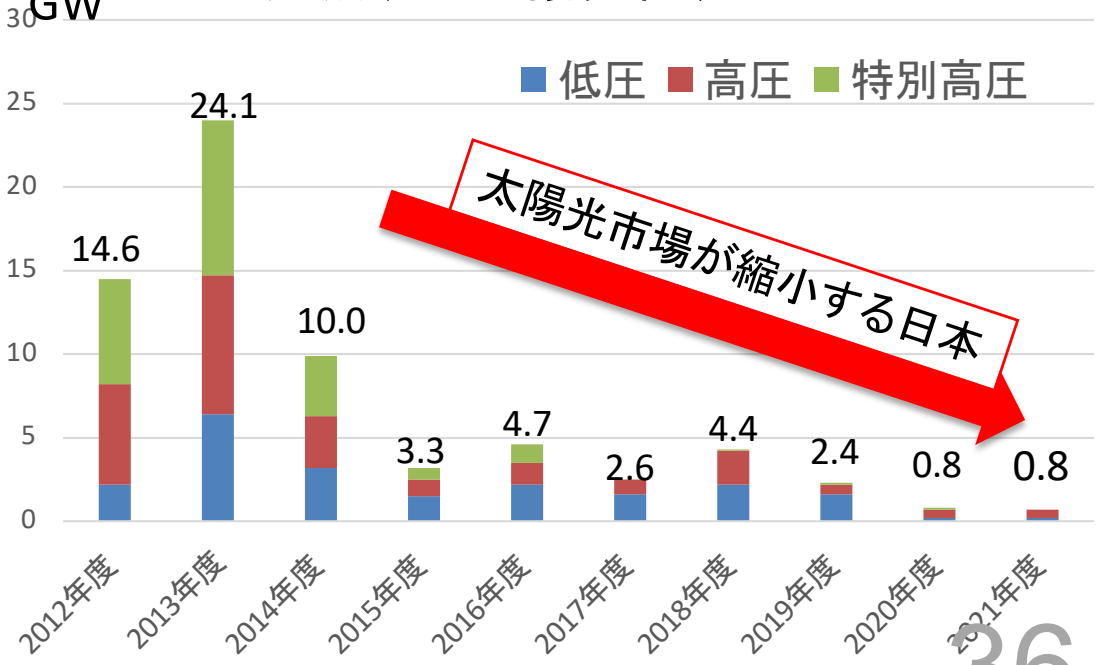


(出典)調達価格算定委員会データ(2019)より報告者作成

自然破壊と地域対立

62% (出典)太陽光発電の環境配慮ガイドライン(環境省)2020年3月

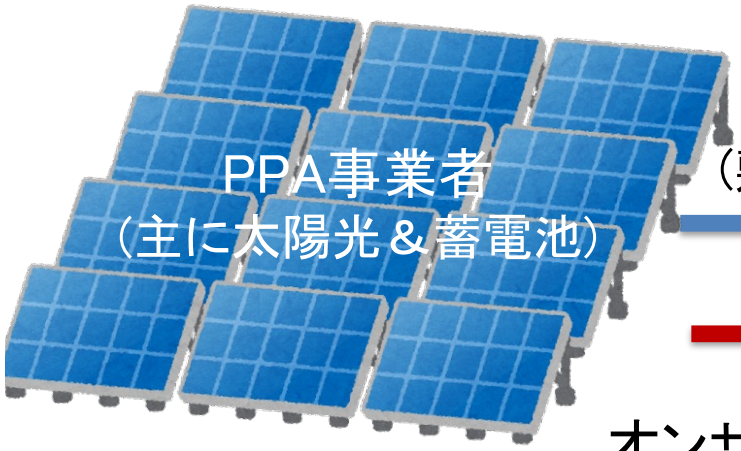
激減する太陽光認定量



(出典) 経済産業省「太陽光発電について」第82回調達価格等算定委員会、2022年12月26日から筆者作成

急拡大するオンサイトPPA/オフサイトPPAの光と影

【光】国の制度に依らない新しい太陽光市場拡大の可能性
【影】「いいとこ取り」(大企業のみ)、電力系統・市場の制約を受ける



PPA事業者
（主に太陽光＆蓄電池）

オフサイトPPA
（敷地外の需要家）

新電力

系統

需要家

オンサイトPPA
（事実上の自家消費）

需要家

- ✓ PPAは、本来、「電力購入契約」を意味するが、和製英語で「民間自主太陽光電力の購入」を意味するように転じた

自然変動再エネ（太陽光＋風力）の急拡大を前提とする電力改革の必要性

最大の問題は「共通の前提」と「統合の欠落」
- 太陽光＋風力発電がこれから急拡大し圧倒的な比率を占める前提
- これを電力システムの中に「高次元で統合」してゆく必要性

再エネと系統問題

■再エネ「劣後」接続
- 再エネ優先接続ではない
- 過剰な接続負担金のウラ側
  - ✓ 原因者負担
  - ✓ 計算方法が前近代的

■再エネ「劣後」給電
- 頻発する九電「出力抑制」
- 原発最優先給電
- 「柔軟性」の欠如

■FIT送配電買取の「罠」
- 新電力だけが市場リスクに曝される
- 送配電会社は年間平均の「回避可能原価」

電力市場問題

■事実上の「独占」が続いている
- 送配電事業者が「子会社」
  - ➢ 顧客データ「のぞき見」問題の原因
  - ➢ 内部補填がより大きな問題
- 旧一電が発電も小売も8割を支配する
  - ➢ 事実上の独占が放置される
  - ➢ 卸電力取引所の高騰問題の真因

■市場メカニズムが機能しない
- 流動性のない「市場」
- 市場メカニズムが機能しない「市場」
- 「30分同時同量」というガラパゴス

■旧一電に有利、新電力に著しく不利
- 旧一電は市場（インバランス）リスクなし
- ガラパゴス市場
  （「容量市場」「ベースロード市場」など）

1. 2050年原発3倍増どころか1／3になる

2. 2030年再エネ設備3倍増とは

3.「新しい現実」と「新しいエネルギーコンセプト」の出現

4. 立ち遅れる日本

5. 地域からのエネルギー転換へ

22年の貿易赤字は21.7兆円で過去最大

「エネルギーと環境の失敗」が「産業・経済の失敗」へ？

貿易赤字(2022年度)

1. 化石燃料輸入額は▲35.2兆円→2023年は▲27兆円
2. デジタル赤字は▲4.7兆円
3. 医薬品の赤字は▲4.6兆円
4. 農林水産の赤字は▲12兆円(うち農水▲10兆円)
5. 自動車1足打法(＋14兆円)

→2023年、自動車輸出世界一は中国に抜かれ、中国・欧州・加州市場で日本車衰退

経常収支

1. 9.2兆円（前年から54%、約11兆円減少）
2. 先端技術衰退は海外に波及
3. 国内超低金利政策→海外の債券安＋円安＋バブル崩壊？

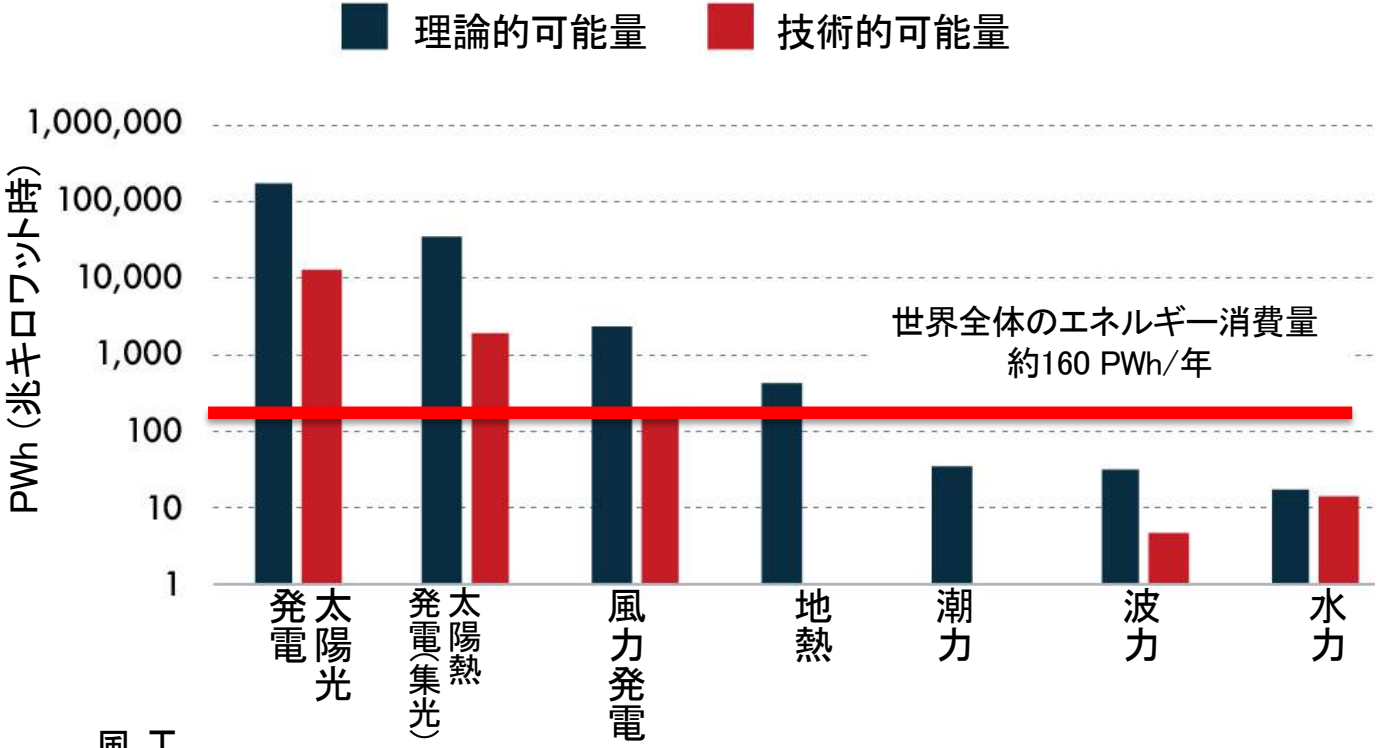
太陽光・風力の飛躍的拡大と社会的合意

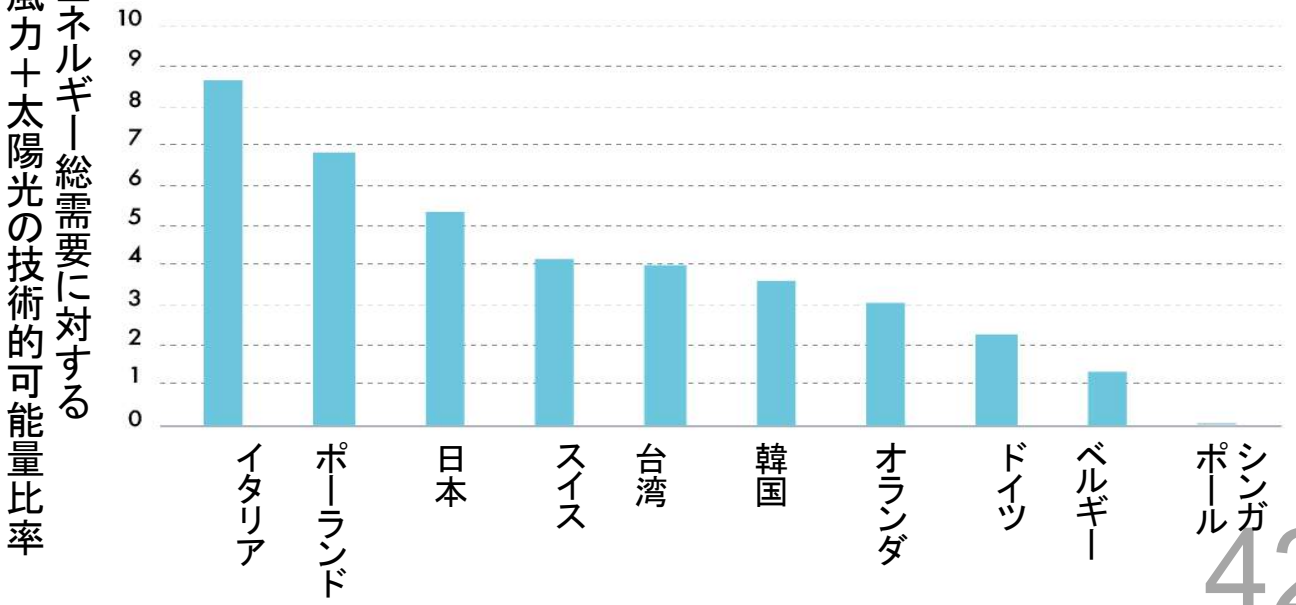
再エネの利用可能量

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)





(出典) Kingsmill Bond, et.al., "The sky's the limit", Carbon Tracker Apr.2021に飯田加筆

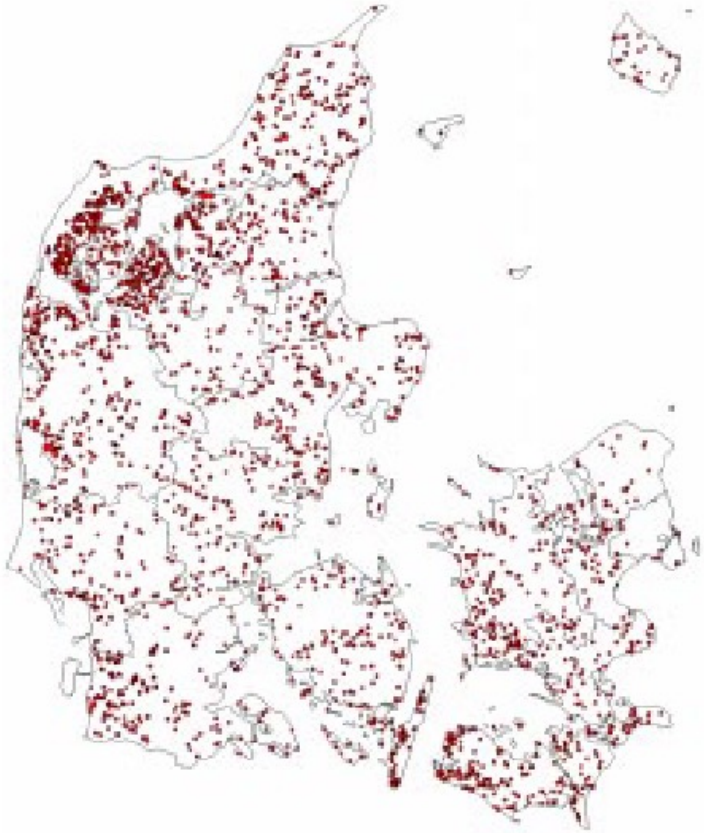
太陽光・風力の飛躍的拡大と社会的合意

1. ゾーニングと戦略的環境アセス

- ✓ 社会環境と自然環境の最優先
- ✓ 既開発地（農地など）の優先活用

2. 地域の参加とオーナーシップ

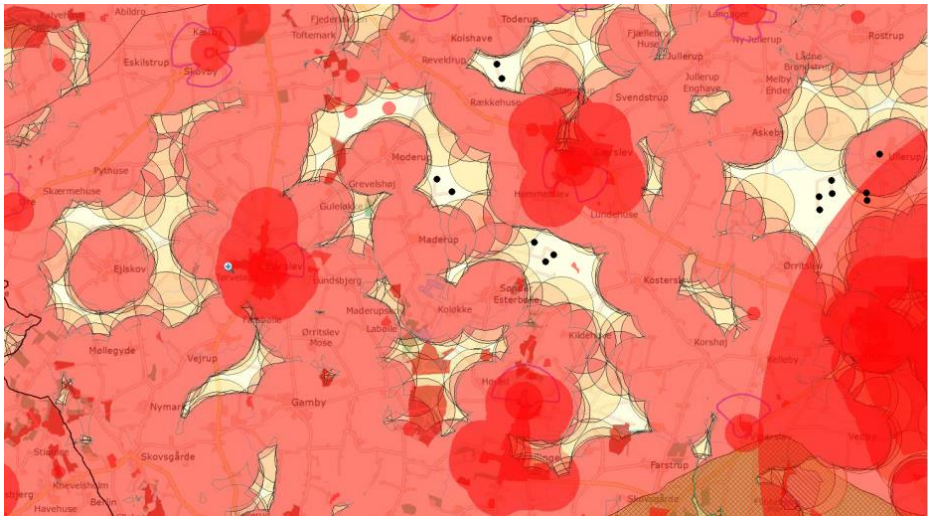
- ✓ ご当地エネルギー3原則
  - ① 地域社会のオーナーシップ
  - ② 重要な意思決定への参加
  - ③ 便益の分配

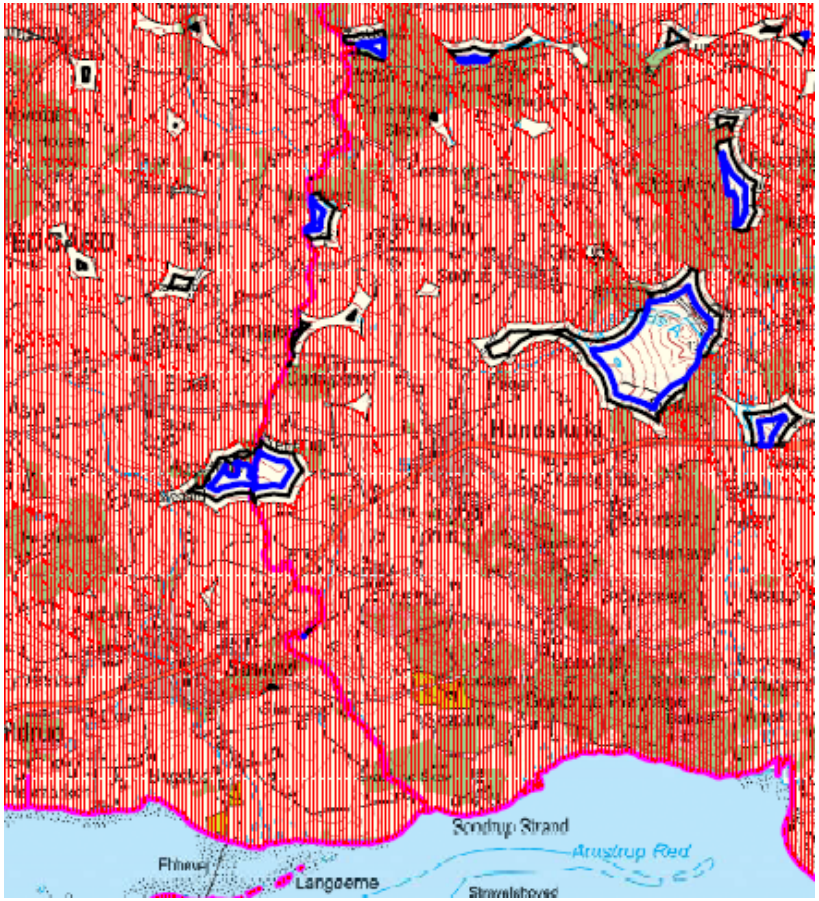


デンマークの風力プロセス（その6）

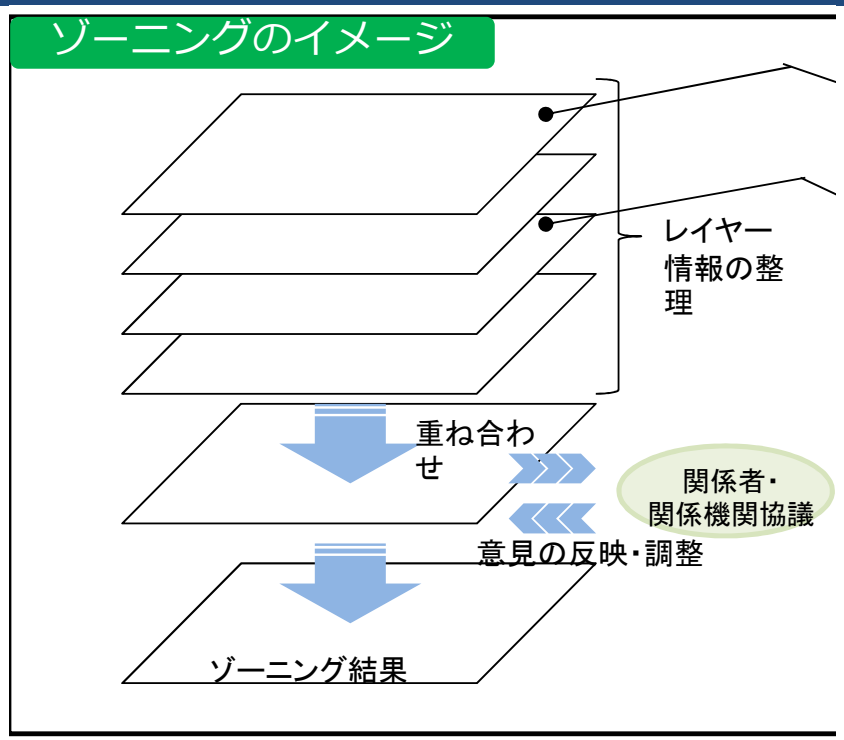
風車建設可能性場所

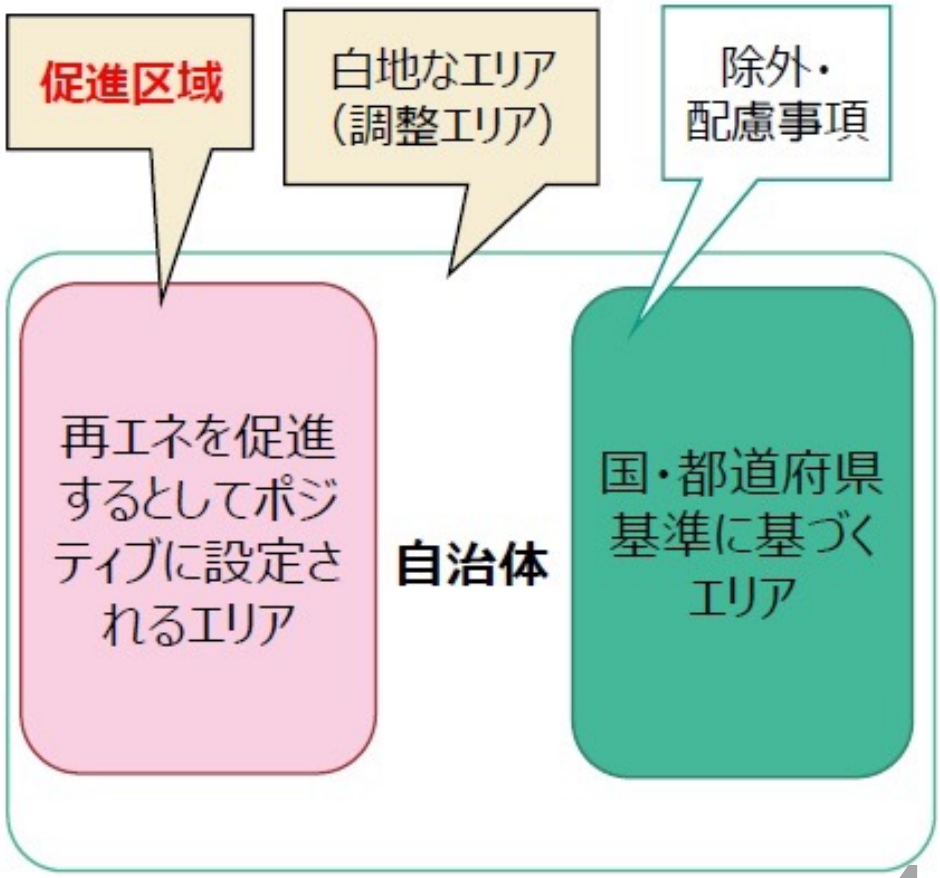
さらに調整が入る可能性





改正温対法による再エネ促進区域の設定





「環境省が「再エネ促進区域」制度、許認可などワンストップに」メガソーラービジネス (2021年9月9日)に飯田加筆

太陽光は住宅・建築物と農地、風力は洋上に大きな可能性

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）

TWh／年

450
400
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0

総発電電力量
1171TWh(2018)
（資源エネルギー庁2022）

1170.5

総発電量('18)

未利用地：85
建築物：27
既設：89

2767

農地
2767

荒廃農地：
94

249

住宅：249

太陽光

2304

浮体

992

着床

686

陸上

既設：9

風力

【出典】環境省「令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」(2020年6月)

太陽光発電設置義務の流れ

東京都：2025年～

NHK（2022年12月16日）

川崎市：2025年～

NHK（2022年11月18日）

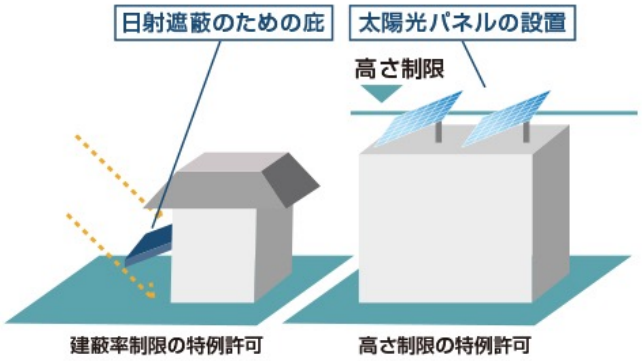
EU：2029年～

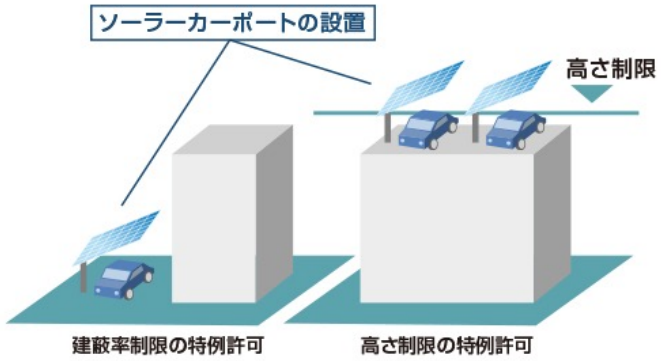
すでにEUで9カ国が実施中

米カリフォルニア州：2018年～

「建築物再生可能エネルギー利用促進区域制度」の活用

	建築基準法	建築物省エネ法
対象エリア	全国	再エネ利用促進区域
許可要件	市街地環境を害さない かつ 構造上やむを得ない場合	市街地環境を害さない かつ 特例適用要件に適合する場合
主なターゲット	既存建築物	新築建築物・既存建築物
工事のイメージ	再エネ利用設備の設置 断熱改修工事 省エネ設備の更新工事	再エネ利用設備の設置



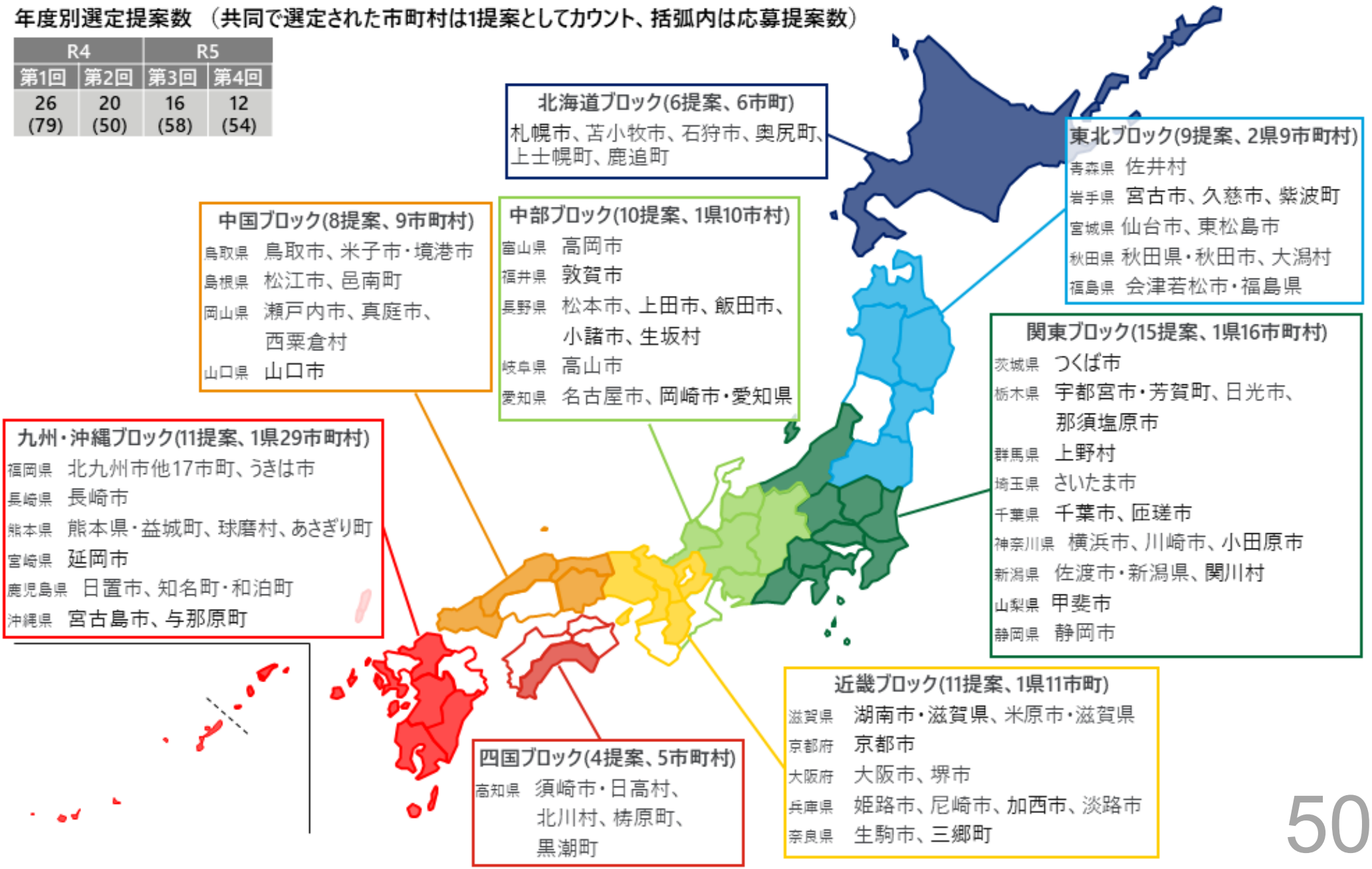


Nobeyama Agrivoltaics
野辺山営農ソーラー

脱炭素先行地域(74提案)

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		R5	
第1回	第2回	第3回	第4回
26 (79)	20 (50)	16 (58)	12 (54)



北海道ブロック(6提案、6市町)
札幌市、苫小牧市、石狩市、奥尻町、上士幌町、鹿追町

東北ブロック(9提案、2県9市町村)
青森県　佐井村
岩手県　宮古市、久慈市、紫波町
宮城県　仙台市、東松島市
秋田県　秋田県・秋田市、大潟村
福島県　会津若松市・福島県

中国ブロック(8提案、9市町村)
鳥取県　鳥取市、米子市・境港市
島根県　松江市、邑南町
岡山県　瀬戸内市、真庭市、西粟倉村
山口県　山口市

中部ブロック(10提案、1県10市村)
富山県　高岡市
福井県　敦賀市
長野県　松本市、上田市、飯田市、小諸市、生坂村
岐阜県　高山市
愛知県　名古屋市、岡崎市・愛知県

関東ブロック(15提案、1県16市町村)
茨城県　つくば市
栃木県　宇都宮市・芳賀町、日光市、那須塩原市
群馬県　上野村
埼玉県　さいたま市
千葉県　千葉市、匝瑳市
神奈川県　横浜市、川崎市、小田原市
新潟県　佐渡市・新潟県、関川村
山梨県　甲斐市
静岡県　静岡市

九州・沖縄ブロック(11提案、1県29市町村)
福岡県　北九州市他17市町、うきは市
長崎県　長崎市
熊本県　熊本県・益城町、球磨村、あさぎり町
宮崎県　延岡市
鹿児島県　日置市、知名町・和泊町
沖縄県　宮古島市、与那原町

近畿ブロック(11提案、1県11市町)
滋賀県　湖南市・滋賀県、米原市・滋賀県
京都府　京都市
大阪府　大阪市、堺市
兵庫県　姫路市、尼崎市、加西市、淡路市
奈良県　生駒市、三郷町

四国ブロック(4提案、5市町村)
高知県　須崎市・日高村、北川村、梼原町、黒潮町

環境省・脱炭素先行地域の進捗率が著しく低いワケ

■ 令和４年度における、46地域の民生部門電力の実質ゼロの取組の進捗状況は以下のとおり。

実質ゼロの進捗率 ＝ （ 再エネ等の電力供給量 ＋ 省エネによる電力削減量 ）÷ 民生部門の電力需要量

	自治体	民生部門電力の実質ゼロの取組 進捗率	再エネ	省エネ	新規再エネ導入量
第1回	北海道石狩市				
	北海道上士幌町	12.4%	12.4%	0%	22.2kW
	北海道鹿追町				
	宮城県東松島市				
	秋田県	1.1%	0%	1.1%	
	秋田県大潟村				
	埼玉県さいたま市	14.1%	14.1%	0%	10kW
	神奈川県横浜市	28.0%	26.4%	1.6%	
	神奈川県川崎市	9.5%	9.2%	0.3%	
	新潟県佐渡市				
	長野県松本市	0.8%	0.8%	0%	21.9kW
	静岡県静岡市				3,041kW
	愛知県名古屋市				
	滋賀県米原市				
	大阪府堺市				
	兵庫県姫路市	0.5%	0%	0.5%	
	兵庫県尼崎市				
	兵庫県淡路市				
	鳥取県米子市				
	島根県邑南町				
	岡山県真庭市				
	岡山県西粟倉村	5.0%	5.0%	0%	
	高知県梼原町				

	自治体	民生部門電力の実質ゼロの取組 進捗率	再エネ	省エネ	新規再エネ導入量
第1回	福岡県北九州市	15.6%	15.6%	0%	
	熊本県球磨村	4.2%	4.2%	0%	256kW
	鹿児島県知名町				
第2回	北海道札幌市	3.8%	0.2%	3.7%	670kW
	北海道奥尻町				
	岩手県宮古市	0.1%	0.1%	0%	
	岩手県久慈市				
	栃木県宇都宮市				
	栃木県那須塩原市				
	群馬県上野村				
	千葉県千葉市	5.6%	5.6%	0%	6,030kW
	神奈川県小田原市				64kW
	新潟県関川村				
	福井県敦賀市	4.4%	3.2%	1.2%	
	長野県飯田市	0.6%	0.6%	0%	51.7kW
	愛知県岡崎市				
	滋賀県湖南市				
	京都府京都市				
	兵庫県加西市				
	奈良県三郷町				
	山口県山口市				
	宮崎県延岡市				
	沖縄県与那原町				

環境省・脱炭素先行地域の進捗率が著しく低いワケ

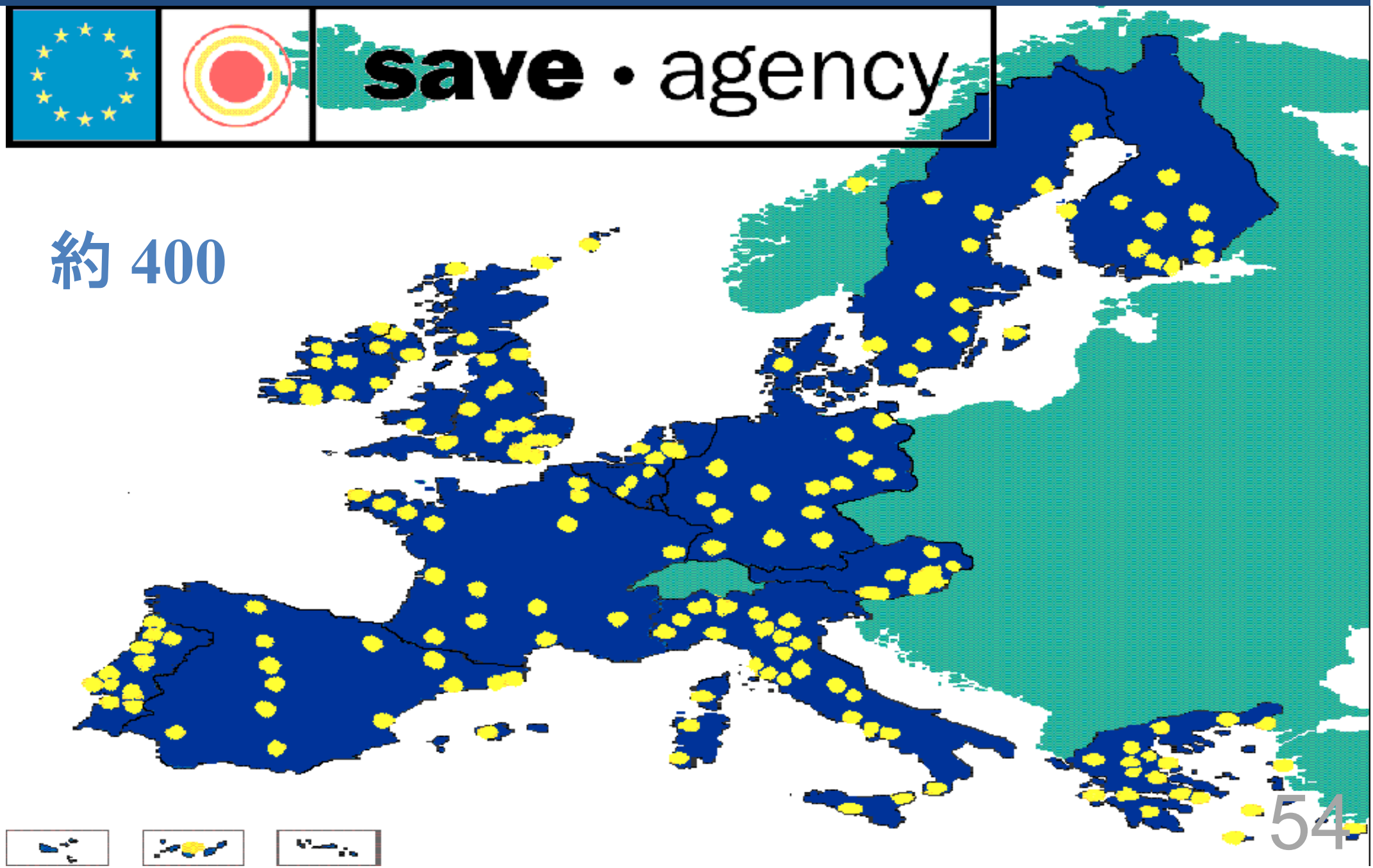
項目	環境省の指摘		飯田の考え
準備不足	• 系統連系 • 設置場所	▲ ▲	• これを誰が準備するのかへの考えが不足 （自治体では不可能、地域エネルギー事業体必須）
体制	• 事業者任せ • 自治体オーナーシップ不足 • 担当職員の不足 • 関係事業者との連携体制変更 • 庁内の連携不足 自治体側の要員に力が入りすぎてズレている	× △ △ ？ △	• 地域エネルギー事業を構築する「地域エネルギー事業体」(ハブ)への発想がない • 地域新電力＝地域エネルギー事業という誤解も多い。地域エネルギー事業が軸であり、地域新電力はその機能の一つに過ぎない • 地域参加型の「ご当地エネルギー」(コミュニティパワー)が必須
ファイナンス	• 融資決定時間	×	• 時間だけの問題ではなく地銀では対応できない構造的な課題←合理的なリスクマネーの出し手が必要
官僚主義	• （庁内の連携不足）	×	• 国、自治体、金融機関それぞれの官僚主義で手続きが縺れ、遅れや混乱が生じている。
その他	• 離島の困難さ • 新電力とエネルギー事業との誤解	×	• 環境省も多くの自治体も「大きな誤解」をしている

デンマーク・サムソ島～天下の大事は必ず細さきよりおこる

自然エネルギー100%の島「サムソ島」(デンマーク)は、1995年の自然エネルギー自給率4%から、10年間で150%へと高めることに成功した。

デンマークの「地域エネルギーハブ」が1992年以後、全欧州に拡大した

save • agency

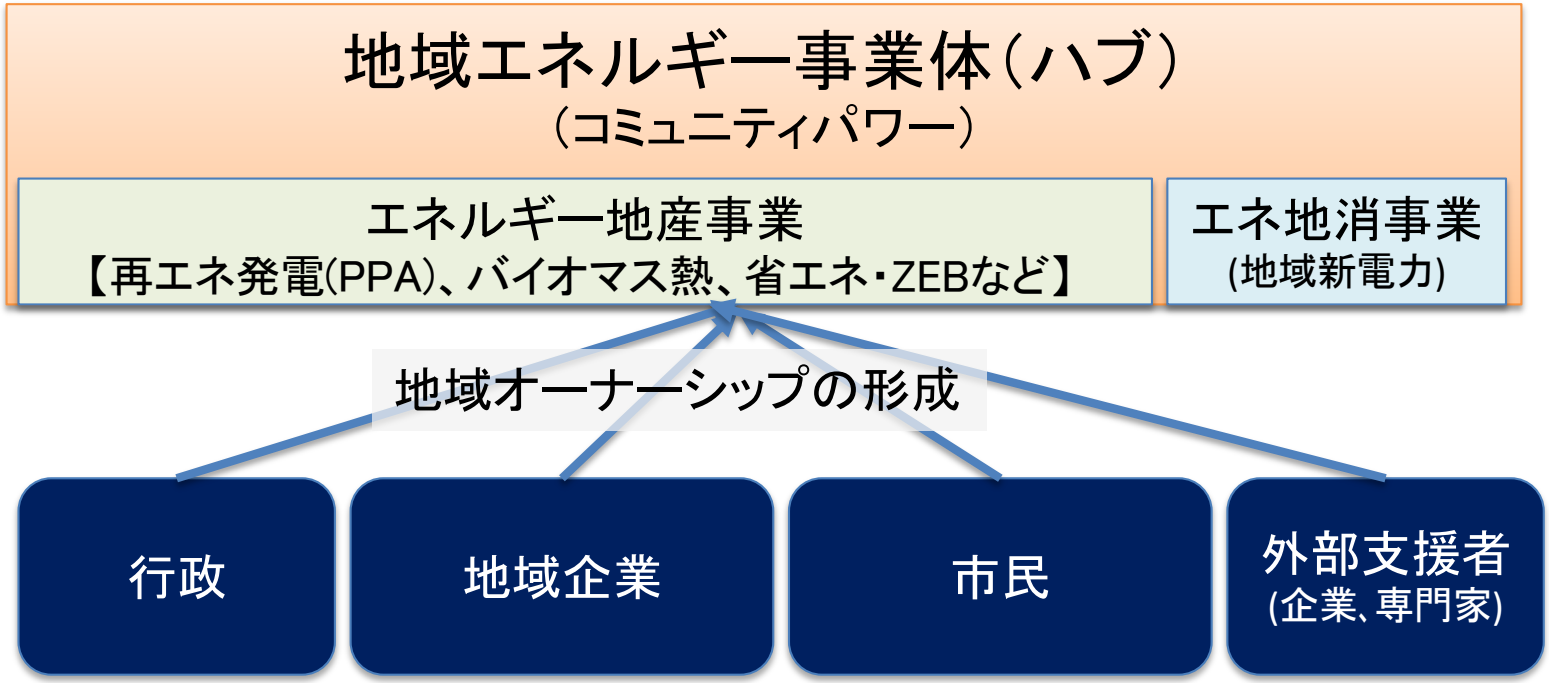


公民連携による「地域エネルギー事業体(ハブ)」が必須

■ コミュニティパワー三原則
① 地域オーナーシップ
② 地域意思決定
③ 地域への便益(裨益)

■ 内発的発展へ

≠「地域新電力」ではない



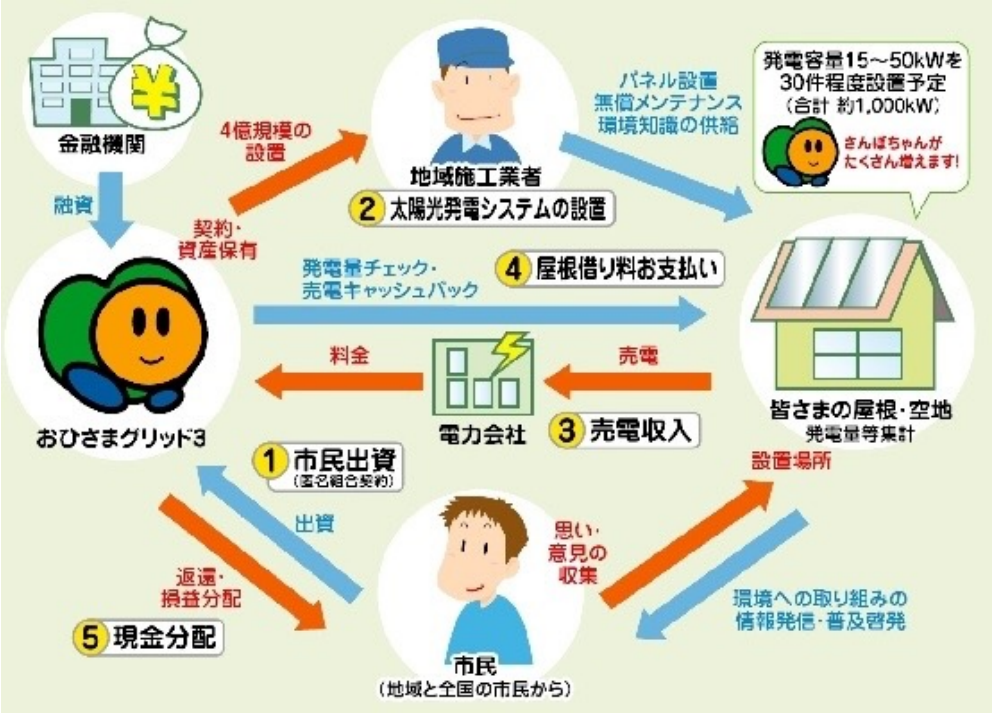
地域エネルギー事業の先行事例(1/2)

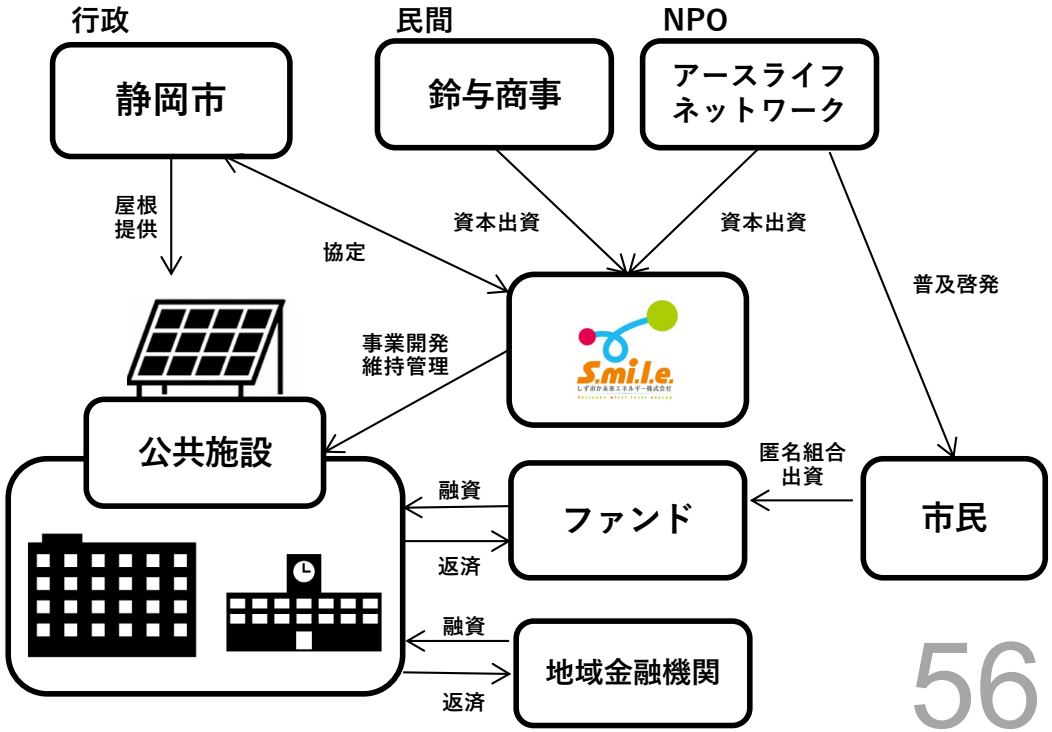
おひさま進歩エネルギー(長野県飯田市)

- デンマークの1970年代からの地域エネルギーハブをお手本に環境省「平成のまほろば事業」のもと、2004年設立し
- 地域のNPOをベースに、行政、市内金融機関、ISEPが全面協力して発足。
- オンサイトPPAの超先行事例を創出。
- 翌年の備前グリーンエネルギーとともに、まほろば事業で唯一の継続・発展した事例であり、地域エネルギー事業ハブの重要性を立証

しずおか未来エネルギー株式会社

- 環境省「地域主導型再生可能エネルギー事業化検討業務」のもと、2012年設立
- 温暖化対策に取り組んできたNPOアースライフネットワークと静岡市の協働で、公共施設の屋根を利用した市民太陽光発電事業を開発
- アースライフネットワークと鈴与商事の資本出資で「しずおか未来エネルギー」を設立し、市と再エネ普及の協定のもとで事業運営をおこなっている





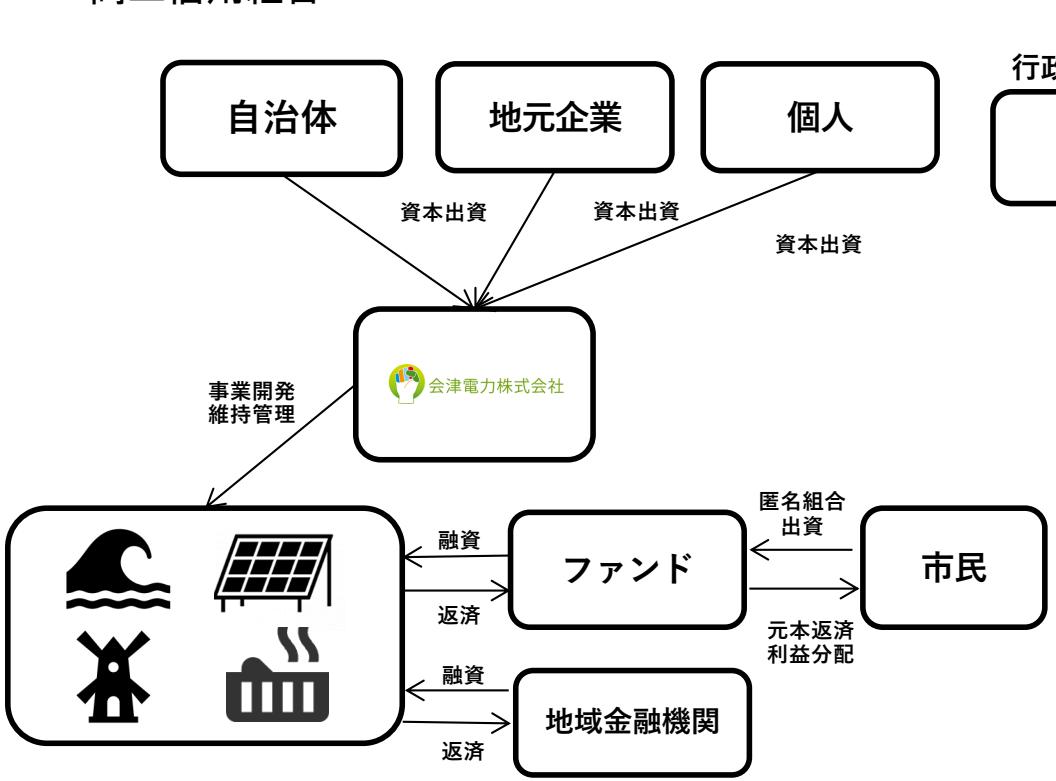
地域エネルギー事業の先行事例(2/2)

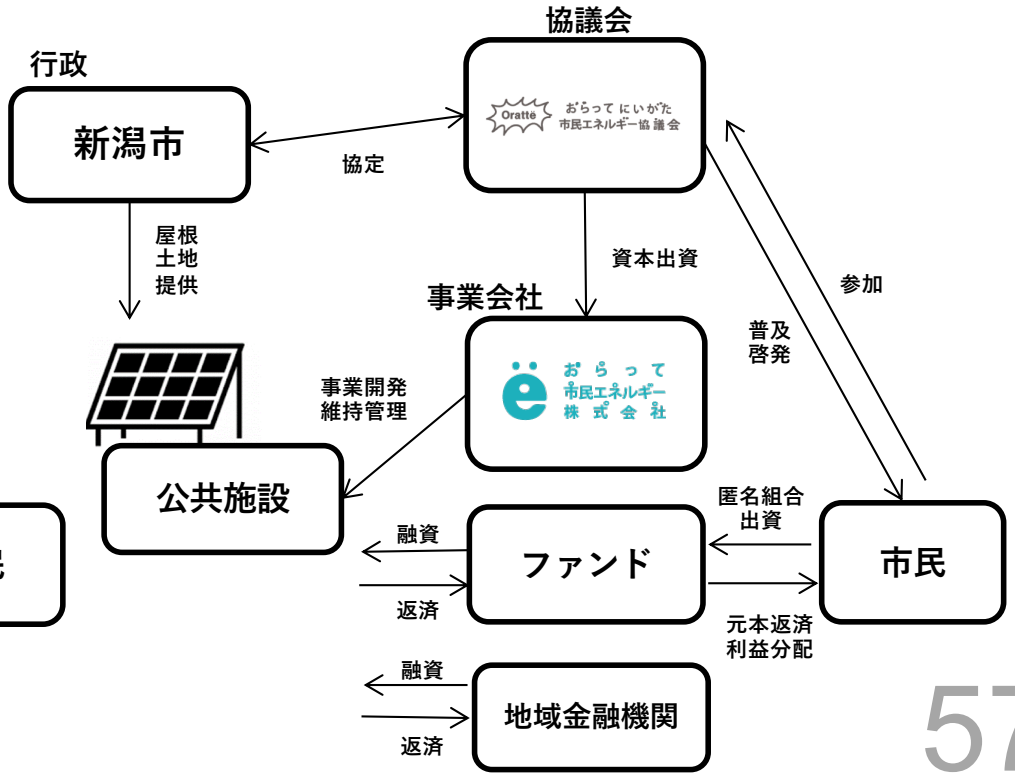
会津電力株式会社

- 福島原発事故の後、福島県内のキーパーソンが集い、2018年設立
- 太陽光発電を中心に、小水力発電、バイオマス、風力発電に取り組んでいる
- 2018年末時点で19企業、個人48名が資本出資
- 自治体（喜多方市、磐梯町、猪苗代町、西会津町、北塩原村、只見町、三島町、昭和村）
- 東邦銀行、福島銀行、大東銀行、会津信用金庫、会津商工信用組合

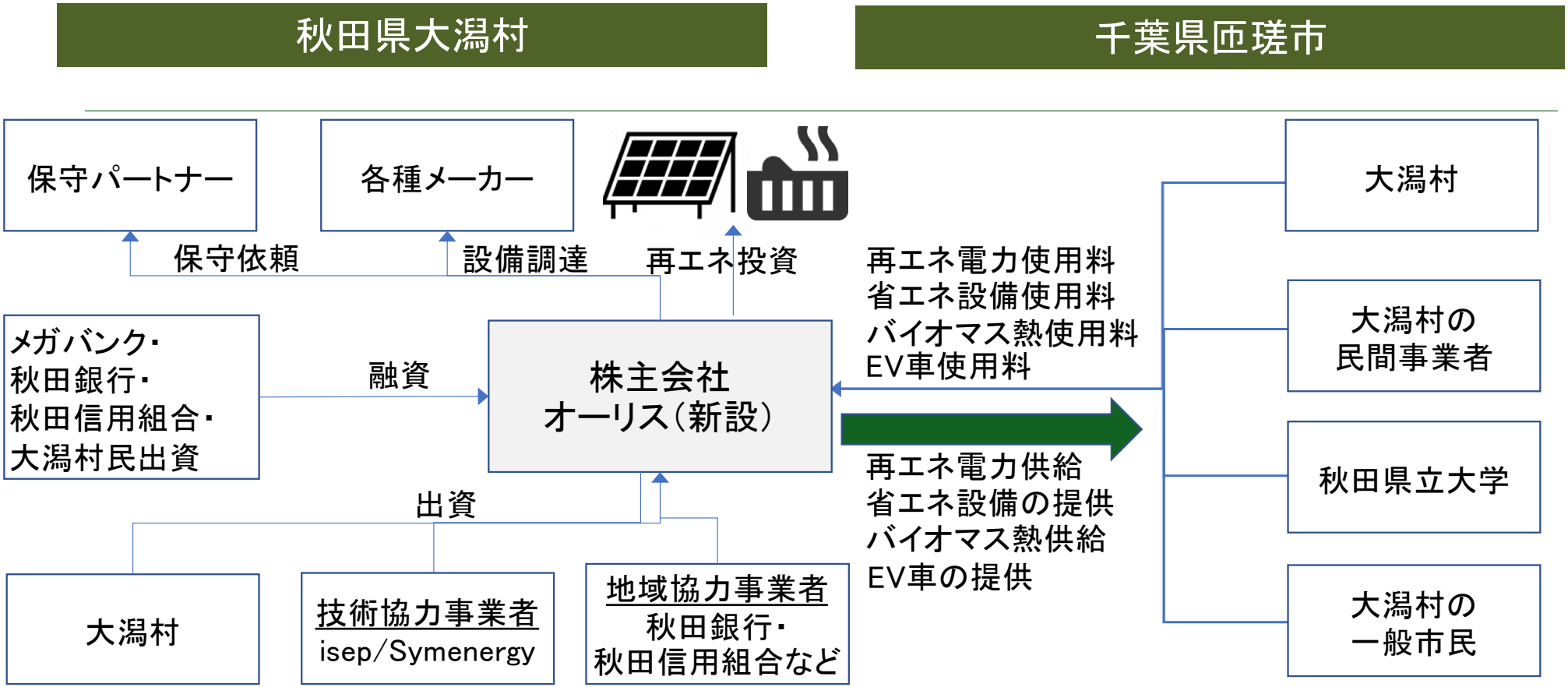
おらってにいがた市民エネルギー協議会

- 新潟市と市民の勉強会を通じてキーパーソンが集い、2014年設立
- 市と協議会の協定のもと、公共施設の屋根・土地を活用した太陽光発電事業に取り組む
- 事業は、幅広く市民が会員として参加する協議会の意思決定にもとづいておこなわれる
- 新潟県内の自治体との連携を進め、温泉地域でEVを活用したまちづくり活動など、多様なステークホルダーとの協働プロジェクトを展開している





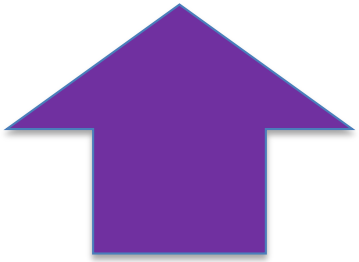
脱炭素先行地域事業の先行事例(大潟村を例示)



- 大潟村の関係者を中心にエネルギー事業会社を設立し、再エネ電源・バイオマスを活用したエネルギー事業を立ち上げ。事業収益は将来の再エネ電源に再投資することで地域循環を実現
- 新設するエネルギー事業会社が関連設備を保有することで、大潟村の需要家に対しては、初期費用を抑えた形で再エネ電力・バイオマス熱を供給し、地域の脱炭素化を促進

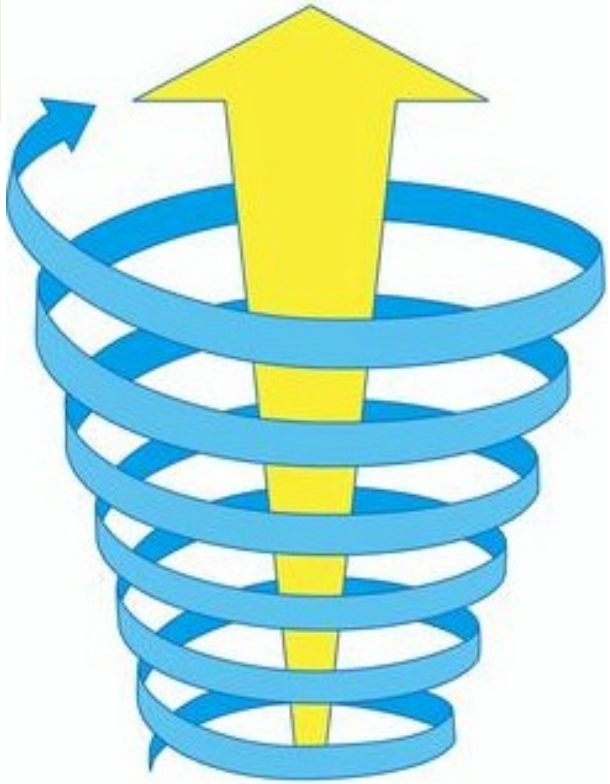
「地域エネルギーハブ」の重要性

1. 開かれた包摂的な場の公共性
2. 地域の多様な人々の参加と成長・成熟の場
3. 地域内の信頼関係・エコシステムやネットワーク

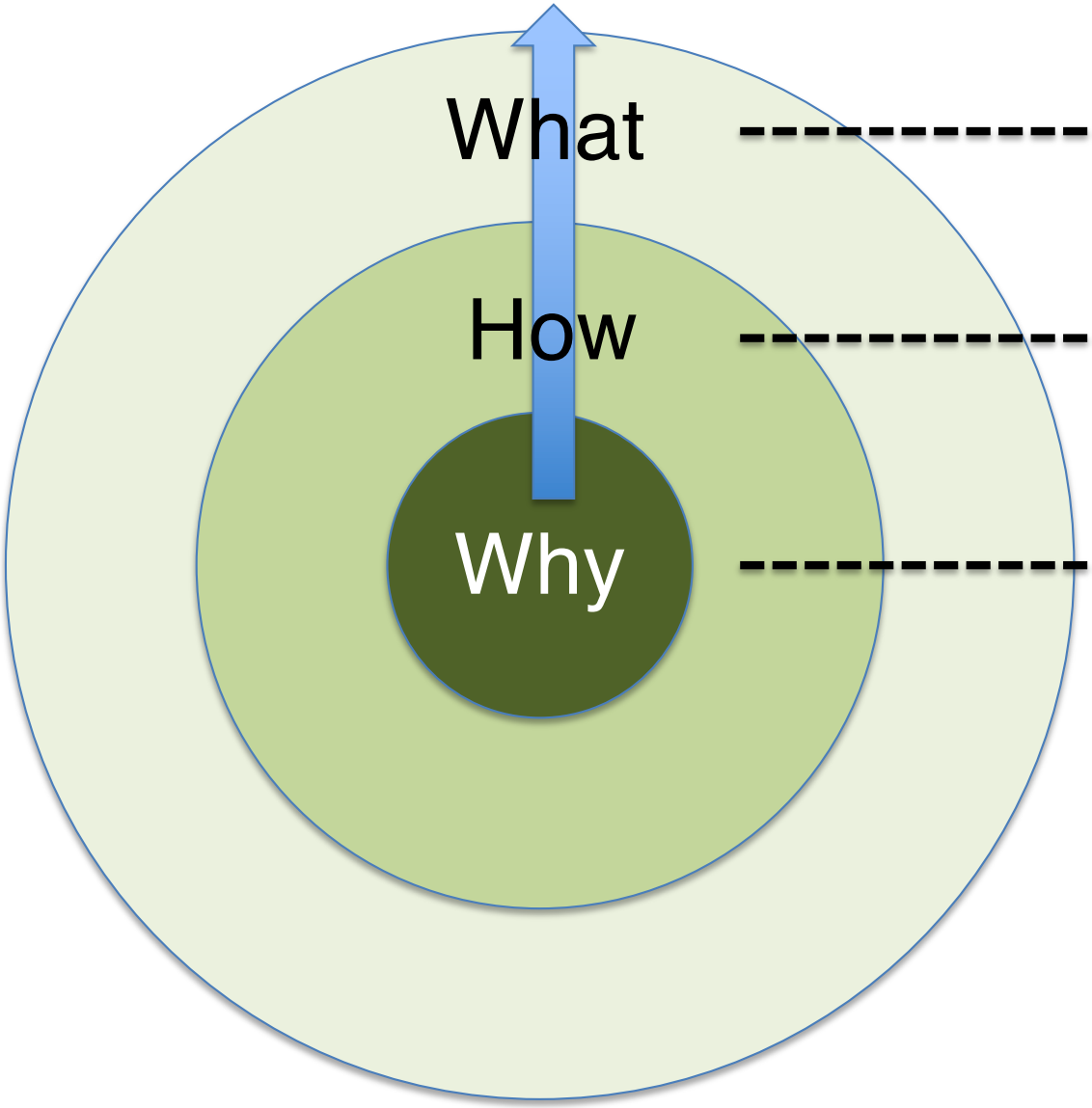


コミュニティパワー（ご当地エネルギー）3原則

1. 地域コミュニティによるオーナーシップ
2. 地域コミュニティの重要な意思決定への参加
3. 地域コミュニティへの便益の分配



コミュニティ・パワーのゴールデン・サークル



地産地消エネルギーとして

何をやるか(太陽光、小水力・・)

どのようにして

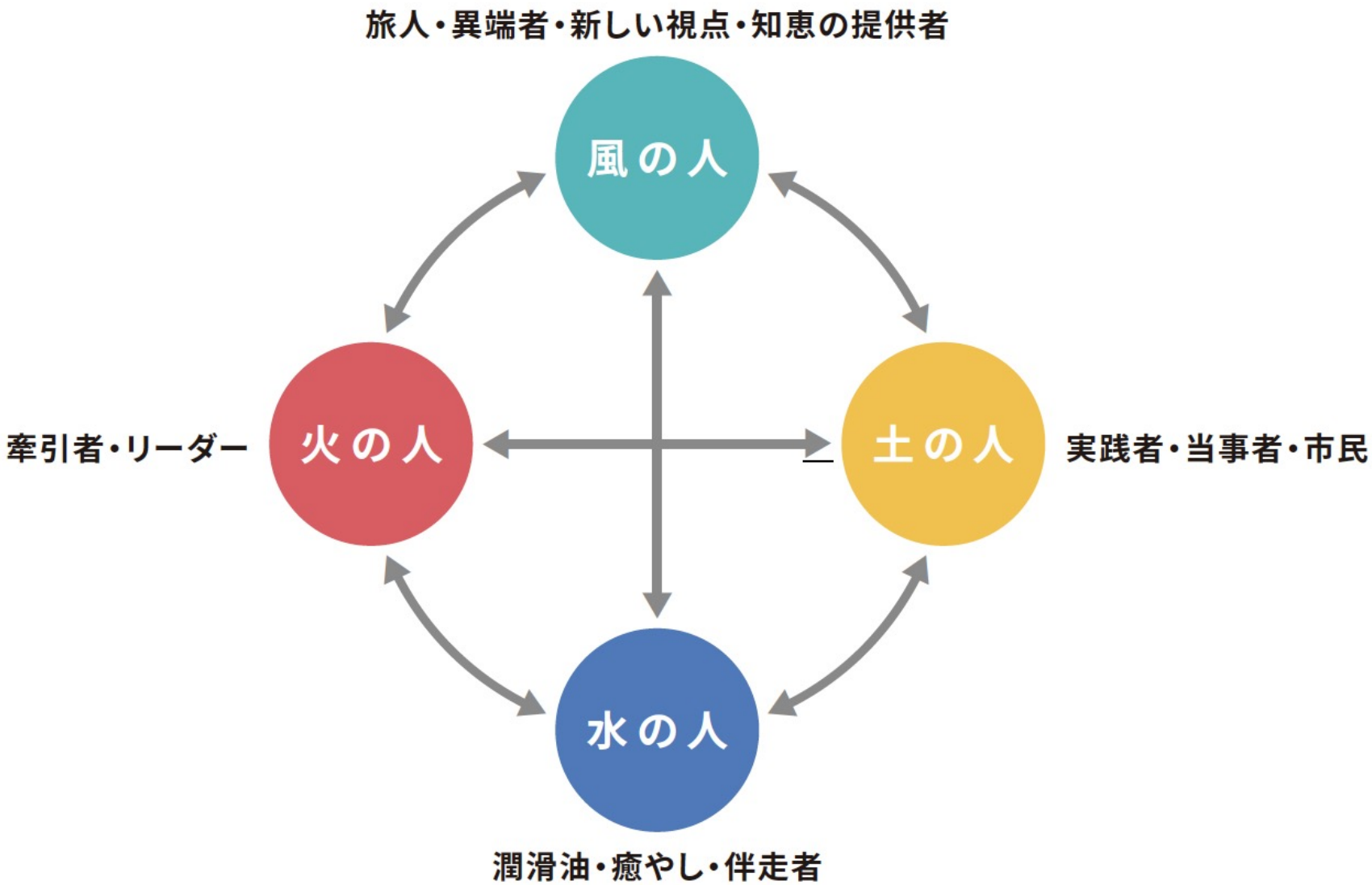
- みんなで参加し
- 自分たちで創り
- みんなで分かち合う

ビジョン・目的

- なぜ地産地消エネルギーが必要か
- どのような浦幌を目指すか

【出典】サイモン・シネック「Whyから始めよ」日経BPから報告者作成

まちづくりを牽引する4種のリーダーシップ

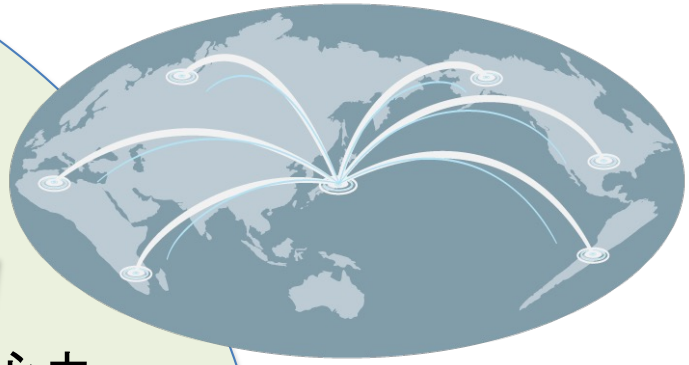


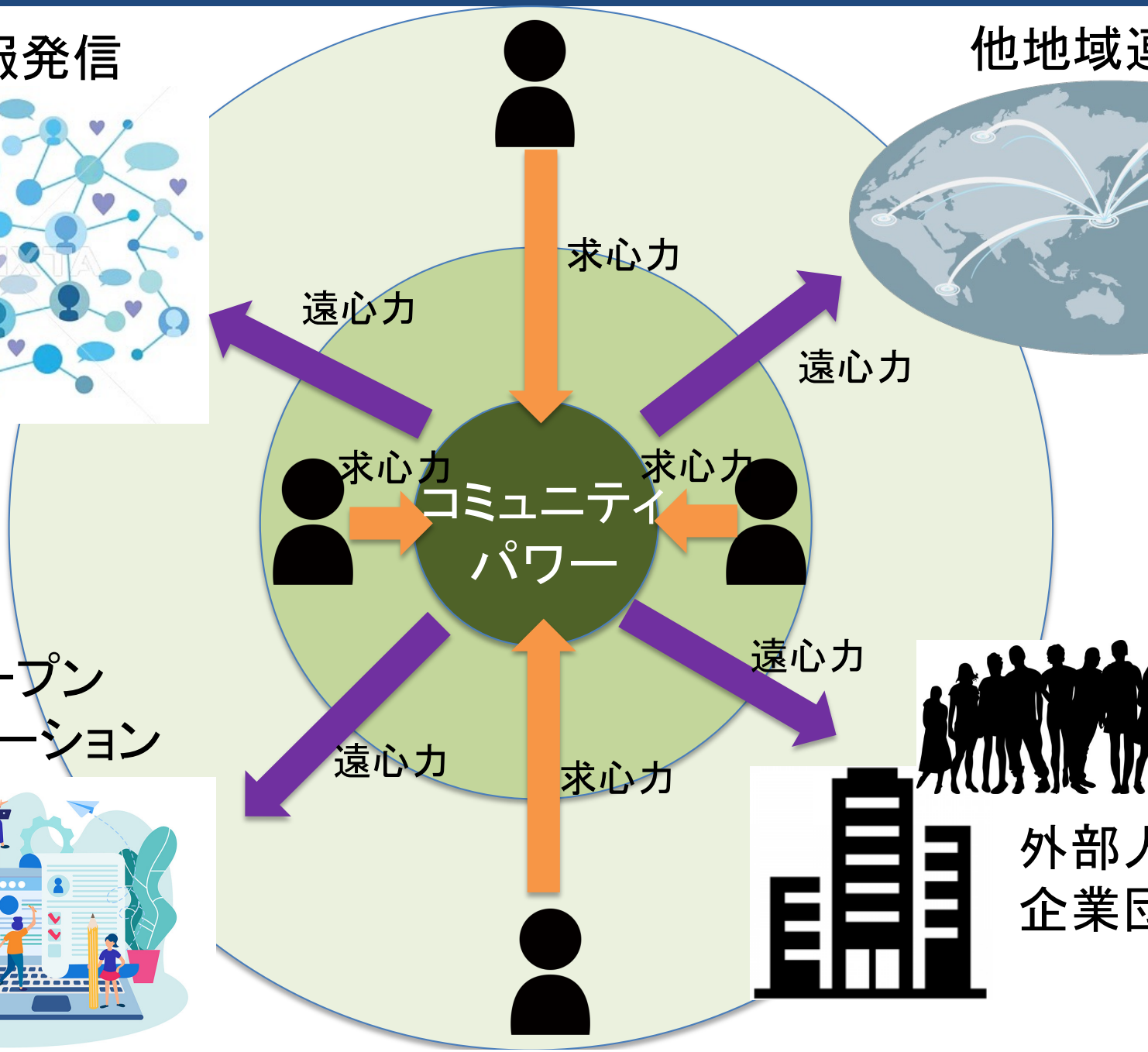
【出典】やまもと・けいたその他の著者「市民主導の地域創生を牽引する4種のリーダーシップ：雲南市のまちづくりを支える「土・火・水・風」の人」Stanford Social Innovation Review Japan. (2023.10.17)

遠心力と求心力

情報発信

他地域連携

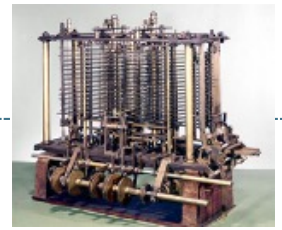




オープン
イノベーション

外部人材
企業団体協力

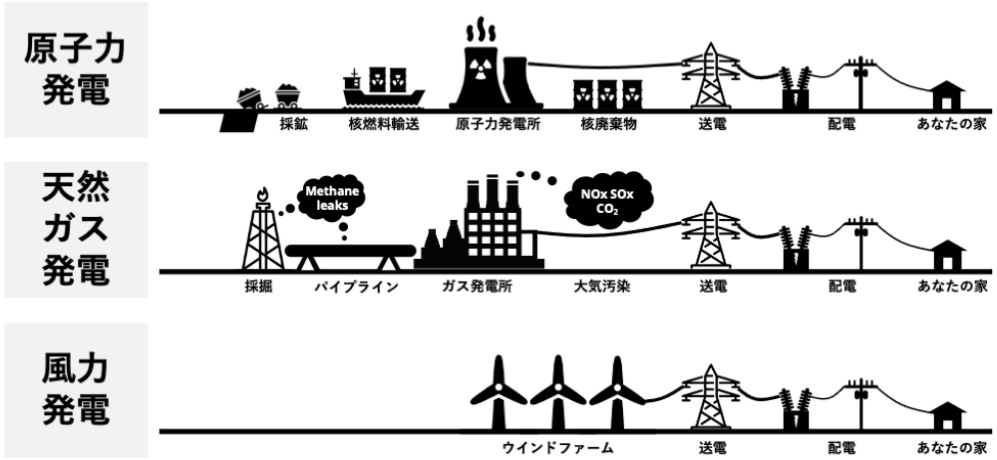
中央集中のトップダウン(トリクルダウン)から
分散自律のボトムアップ(コミュニティシェア)へ



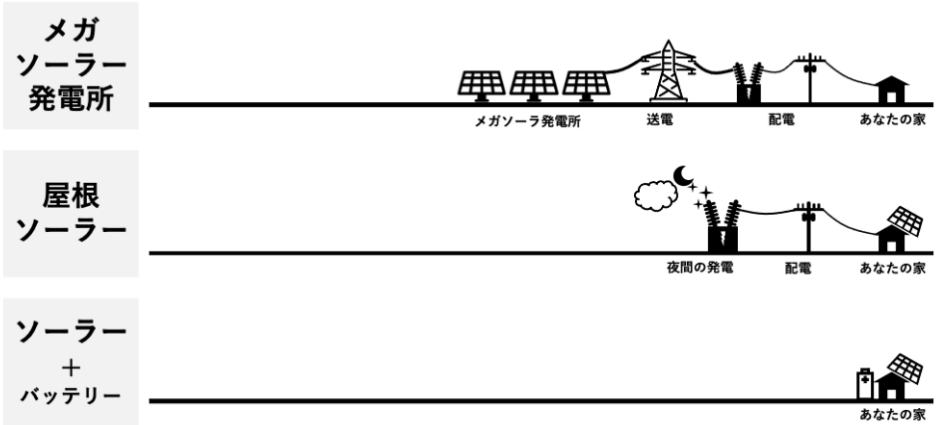
1900s

2020s

中央集中型発電は複雑



ソーラー発電はシンプル

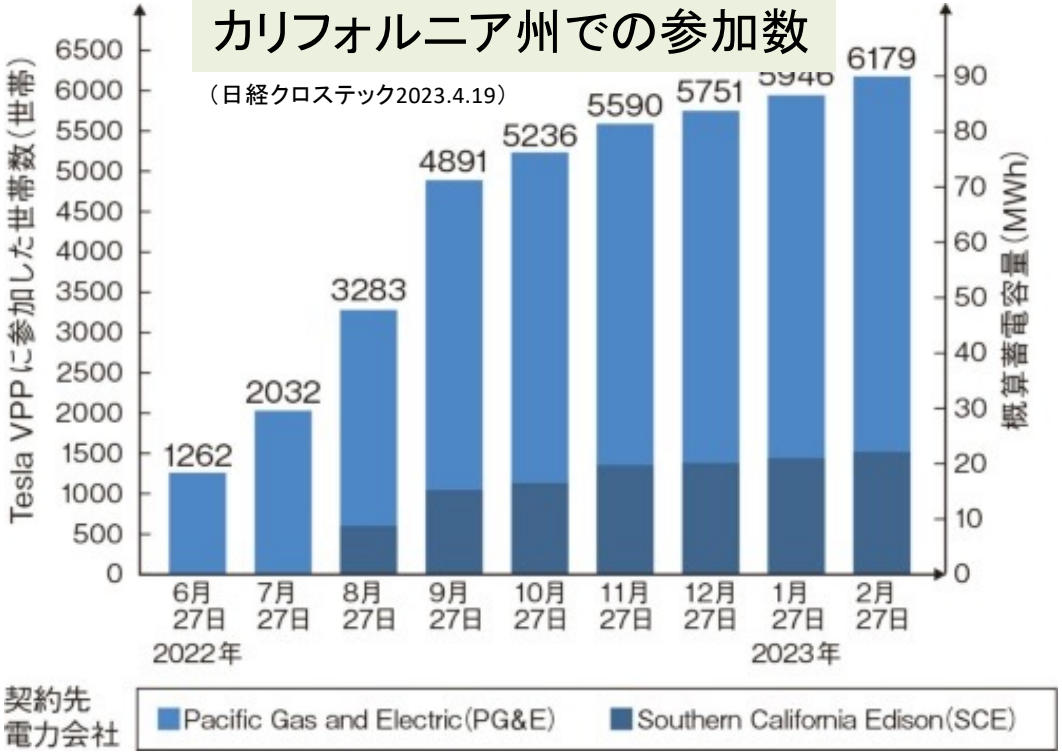


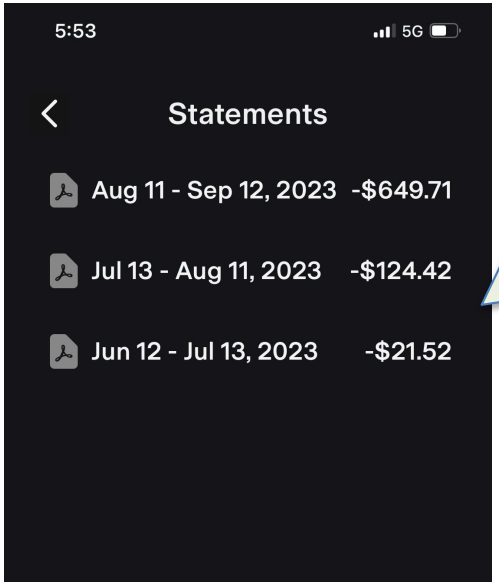
自分で創ったもので他人に自由に売れないのは現代に2つだけ

VPPの先頭を走るテスラ

カリフォルニア州での参加数

（日経クロステック2023.4.19）





テスラVPP契約者の例
（テキサス州）
- 9月:649.71ドル(約9.7万円)
- 8月:124.42ドル(約1.9万円)
- 7月:21.52ドル(約0.32万円)

※いずれも電気料金相殺後の「支払い」(売上げ)

@Stambushの2023/9/19のX(Tweet)より

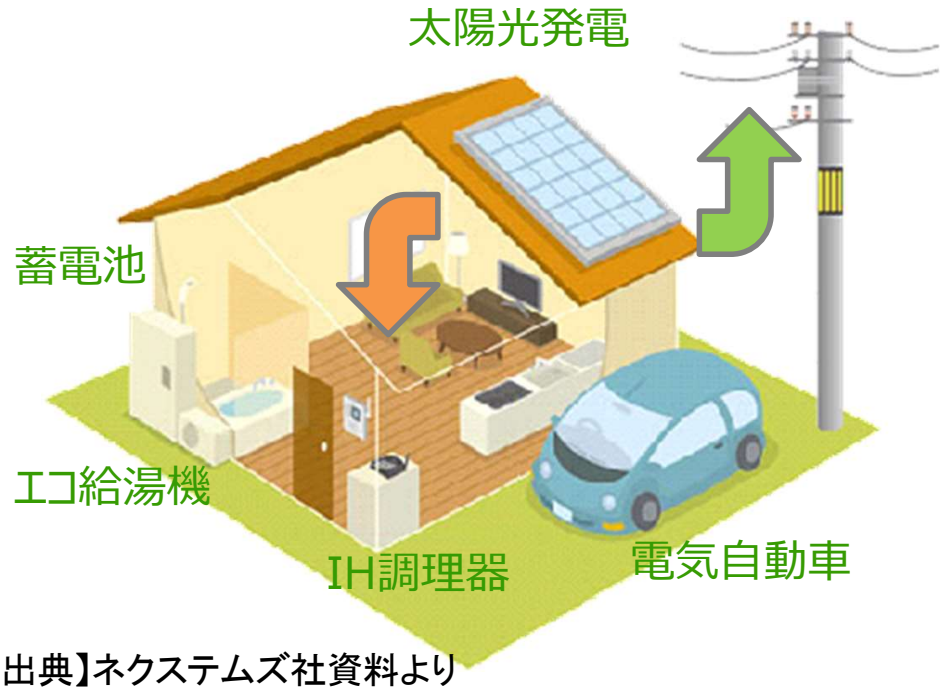
宮古島での家庭の太陽光・蓄電池・エコキュート・EVに挑戦

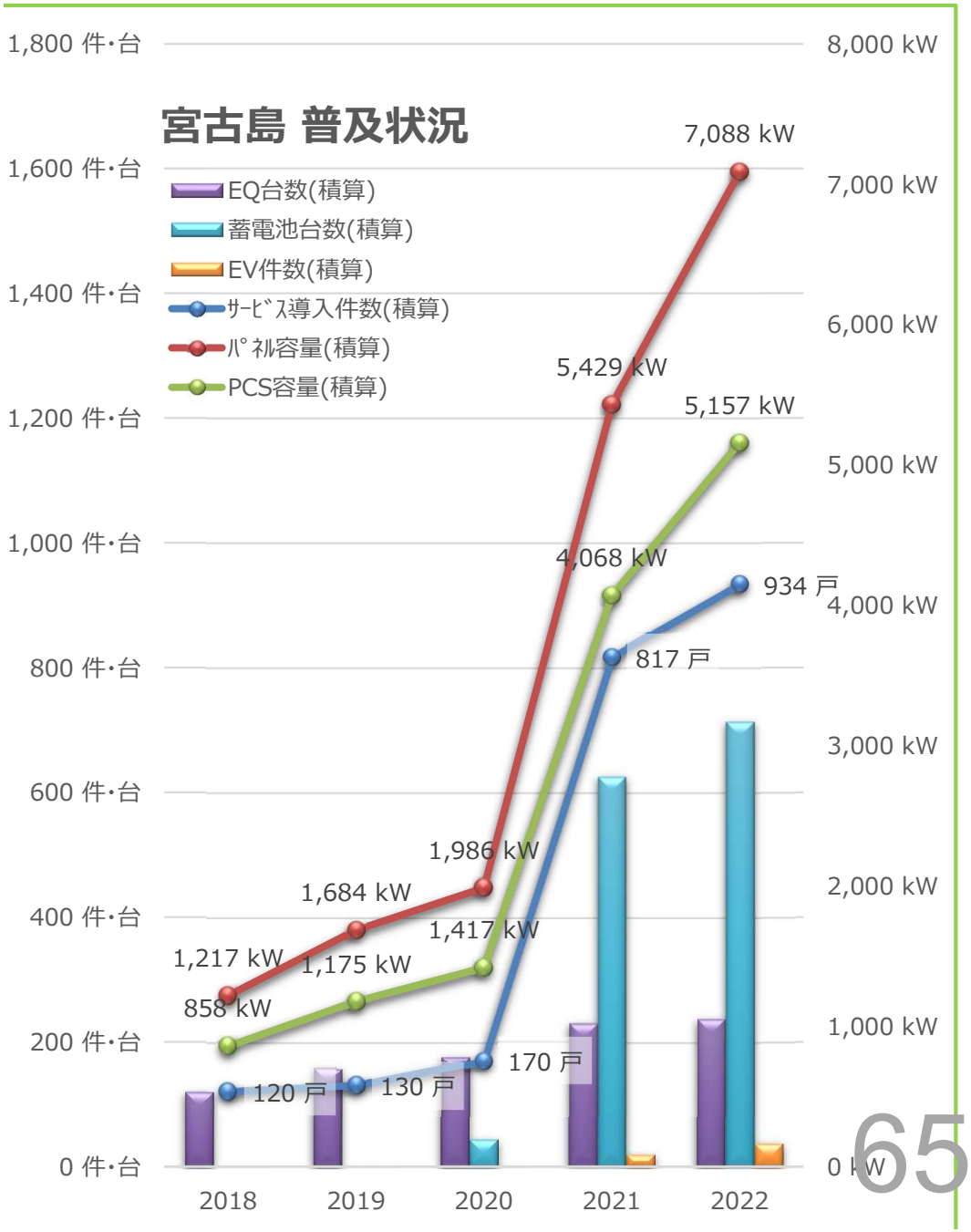
再エネサービスプロバイダ事業
Renewable Energy Service Provider

オンサイトPPA
On-site Power Purchase Agreement

太陽光発電と蓄電池等の無料設置
事業者による設備保守メンテナンス

自家消費売電　＋　余剰電力売電





【出典】ネクステムズ社資料より

まとめに代えて

- グローバルには文明史的なエネルギー・モビリティ転換が加速度的に進みつつあり、その主役は太陽光・風力・電気自動車（蓄電池）
- 化石燃料と原子力の時代が終わりつつあることは歴史的傾向と経済的に確定しているが、国や産業界の中枢は「旧い考え」に固執したまま
- 日本は再エネ（太陽光＋風力）導入でも、電力改革でも中途半端で行き詰まり
  - ✓ 太陽光は国と電力が抑制する上に、日本社会全体を「ネガティブな風説」（ナラティブ）が覆う
  - ✓ 電力改革は旧一電に有利な制度・市場へと歪み
- そうした中で、地域からの市民参加によるエネルギー自立に大きな可能性
  - ✓ 新しい技術や太陽光・蓄電池等の低コスト化は追い風