

対話イン鹿児島大学2025 基調講演(2)



将来の電力需要予測の弱点

～データセンターなどの省電力技術、電気自動車は環境に優しいか～

令和7年7月

松永 健一

技術士(機械、電気電子、原子力・放射線、総合技術監理部門)

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会 会員

講演の目的と構成(1/2)

目的 第7次エネルギー計画(2025年2月)の**弱点**を明らかにする

1. 将来の電力需要予測の曖昧さ 【目標値が曖昧、環境という「空気」が独り歩き】

(1) データセンター(DC)等の電力需要増加の予測幅が過大

- ① 現状技術なら急増、国際競争力の大幅減 → 将来の仕事を失う
- ② 省電力技術(半導体省エネ、サーバー液浸冷却、光電融合)の進展が予測できない
データセンター、半導体は将来の産業のコメ

(2) 省エネ技術(光電融合など)・・・NTTのIOWN(アイオン)計画など

2. 電力供給策の曖昧さ 【目標が不明確なので、過渡期方策の準備不足】

(1) 「変動再エネを主力電源として最大限導入」の見込みが曖昧

- ① 昼夜一定のDC需要に変動再生エネでは対応不可【**図2**】
- ② 出力制御した変動再エネ電力量の増大(九州から全国拡大、高価な系統連携・蓄電)【**図2**】
- ③ ペロブスカイト太陽電池の国際競争力(中国リスク、従来パネルの二の舞対策なし)
- ④ 洋上風力の採算(三菱商事など)、産業競争力(中国は世界シェア7割)

(2) 変動再エネは容量の増加(主力電源化)に伴って「統合コスト」が急増【**図1**】

- ① 浮体式洋上風力は、着床式の2倍程の建設・運転費用が必要(?)・・・東大論文、中国リスク(日本民間洋上風力事業で既受注。情報の軍事利用が可能?管理せず)

講演の目的と構成(2/2)

図1 DC 電力需要は昼夜一定／太陽光に不向き

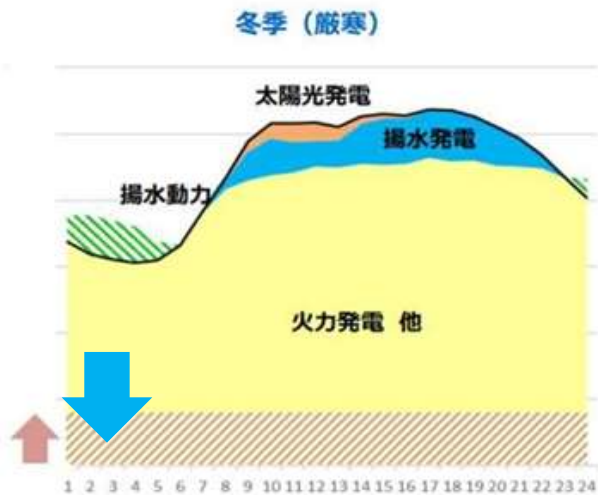
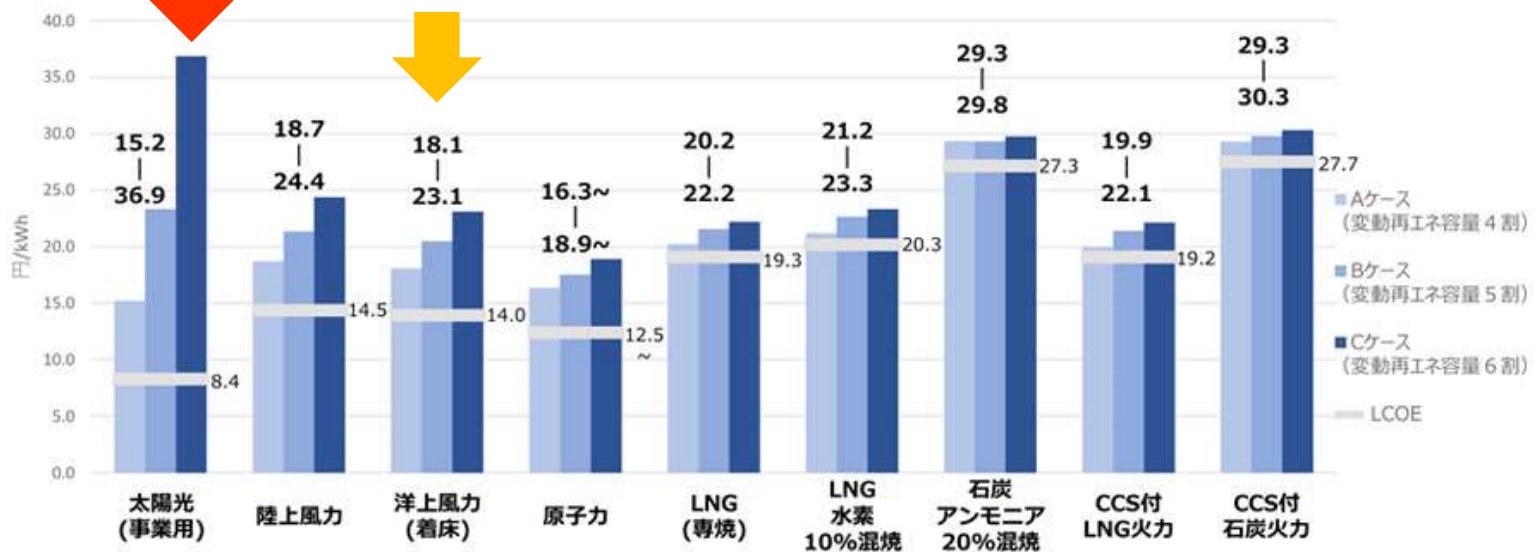


図2 出力制御された電力量の変遷



図3 統合コストの一部を考慮した発電コスト(2040年試算)





データセンターなどの将来の電力需要と 省電力技術

松永 健一

技術士(機械、電気電子、原子力・放射線、総合技術監理部門)

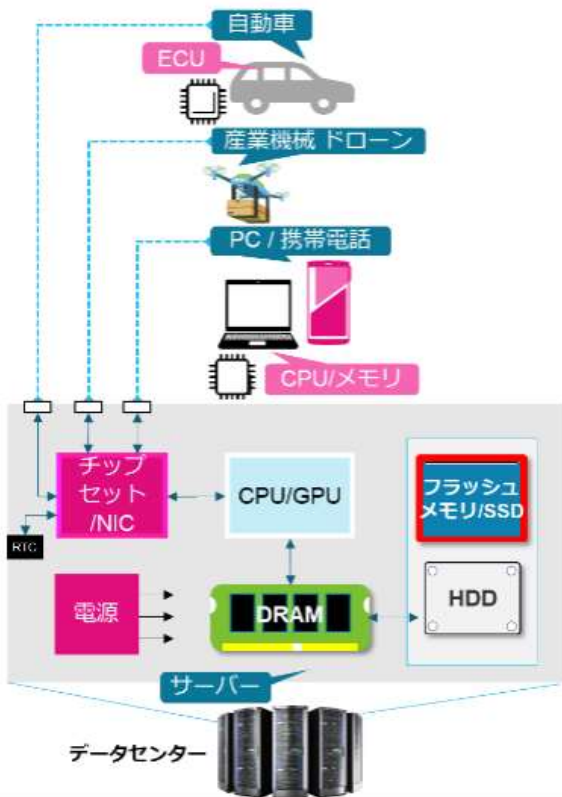
データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

1. 半導体とは：拡大する半導体市場（日本：「半導体・デジタル産業戦略」）

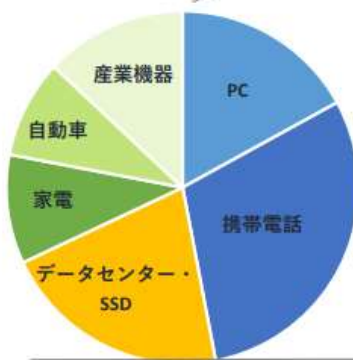
半導体はデジタル社会に不可欠な部品



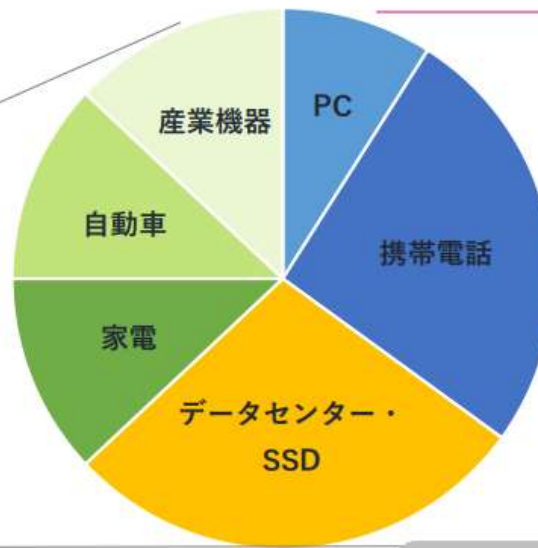
拡大する半導体の市場成長



2020年 約50兆円



2030年 約100兆円



半導体の内訳

その他
~3割

ロジック
~4割

メモリ
~3割

出所：経産省令和5年6月「半導体・デジタル産業戦略」より作成

KIOXIA
NANDフラッシュメモリ

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

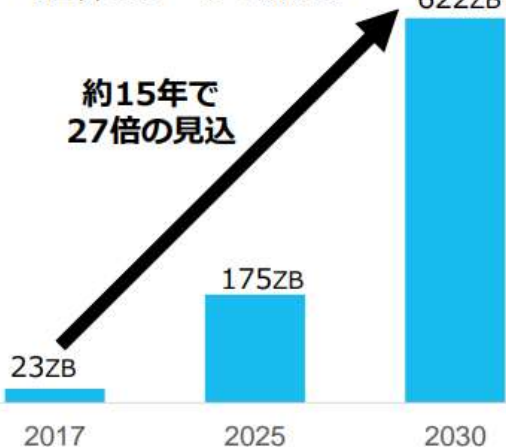
2. デジタル化の進化によるデータ生成量・保存量の増加（データ活用の時代へ）

- 全世界のデータ生成量は約15年で27倍に
- データ保存のための半導体メモリ需要も増
- データの生成・保存からデータ活用の時代 ⇒

大量のデータ活用で新しい価値を創出
(AI、ChatGPTなど)

データ生成量の増加

<世界のデータ生成量>



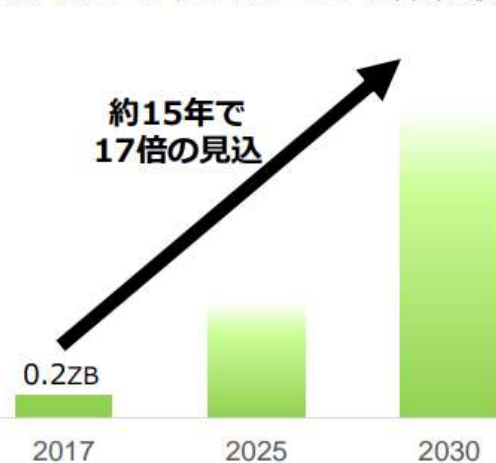
出所：2021年7月 経産省「次世代デジタルインフラの構築プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）の概要」より作成

デジタル社会イメージ（2030年）
データ活用：新たなサービス



データ保存量の増加

<NANDフラッシュメモリ世界市場規模>

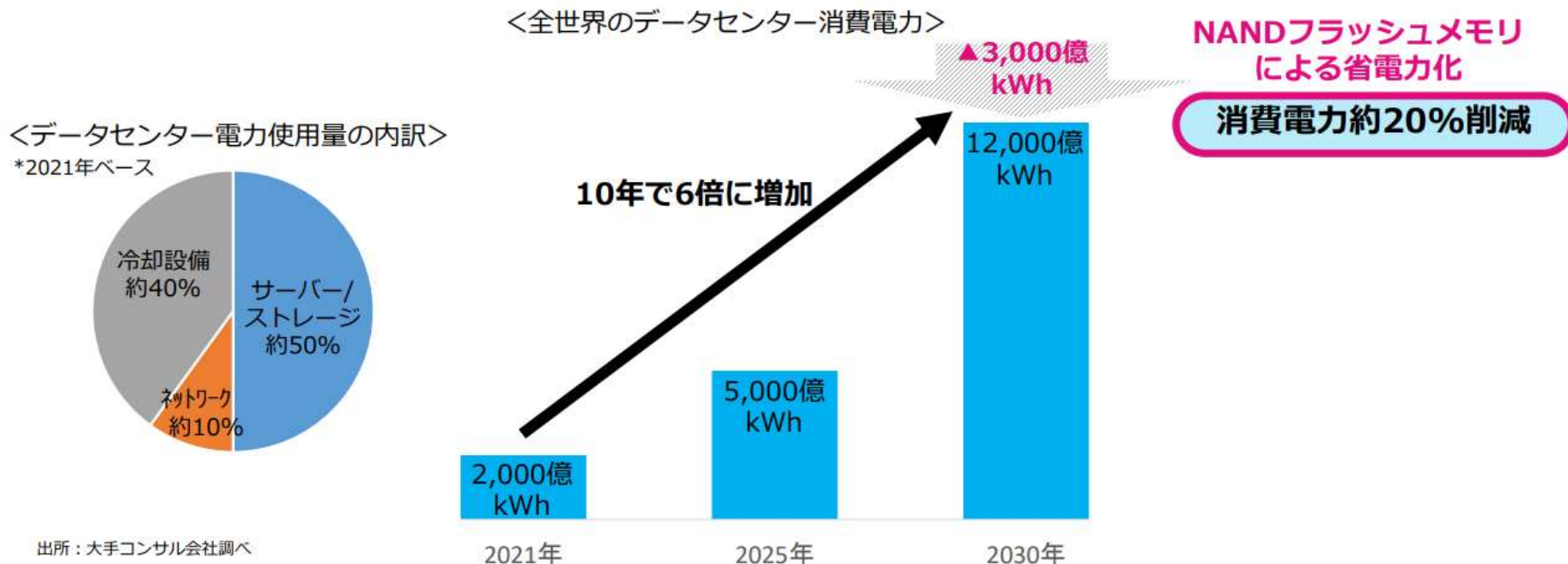


出所：各種データよりキオクシア作成

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

3. デジタル化の進化と消費電力：（例）全世界のデータセンター消費電力

- データセンターの消費電力は10年で6倍に増加
- NANDフラッシュメモリはデータセンターの省電力化にも貢献



KIOXIA

© 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 5

4. 半導体製造に必要な電力と課題②：コストと安定供給

■ 半導体製造においては、

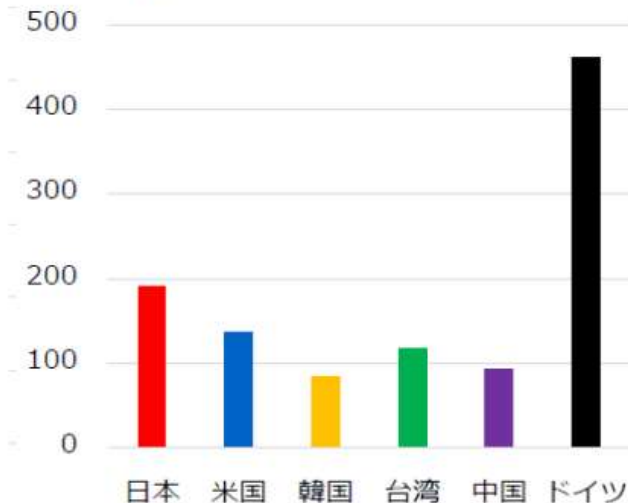
①大量、②安価、③安定的 な電力の供給体制が不可欠。

■ 各国の電力料金価格差 ⇒ 半導体製造のコスト競争力に直結

産業用電気料金の国際比較

※2022年6月のデータ

米ドル/MWh



出所：令和5年6月 経産省「半導体・デジタル産業戦略」

⇒各国との価格差低減に向けた施策が必要

＜③安定的な電力供給の必要性＞

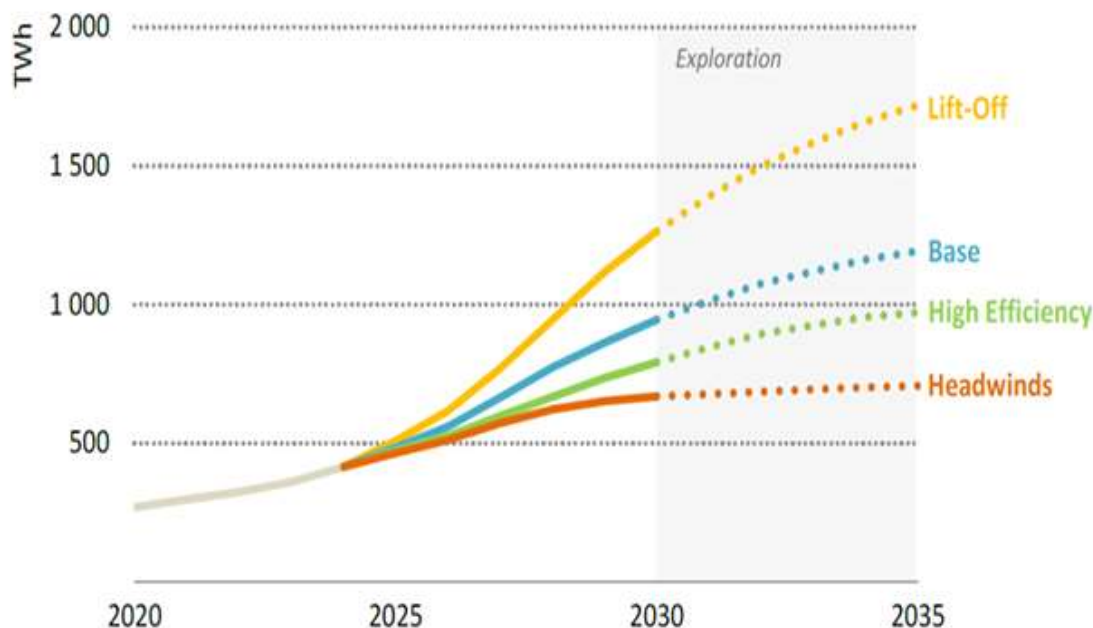
- 基本的に24時間365日のフル稼働
- 昼夜の消費電力差もほぼ無し
- 製造棟内を一定温度・湿度に保つ必要があり、夏季は電力需要増

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

世界全体のデータセンター関連の電力需要の増加

- IEAの「Energy and AI」（2025年4月公表）によると、**世界のデータセンター関連の電力消費量は、2024年に4150億kWh**（電力消費量の約1.5%相当）であり、**過去5年間にわたり年率約12%で増加**。
- 同レポートでは、データセンター関連の電力消費量について、ベースケースと3つの感度分析を実施。ベースケースでは、**2030年までに9450億kWhまで約2倍に増加**するとしている（感度分析の結果、**2030年時点で6700億~12600億kWh、すなわち1.6倍~3.0倍の幅で増加すると予想**）。

世界全体のデータセンター関連の電力需要のシナリオ分析



【参考】

飛躍ケース (Lift-Off Case)

インフラ等の環境が整い、ベースケースよりもAI導入が更に進展することを想定したケース。

ベースケース (Base Case)

現行の規制と業界予測を前提に電力消費量を推計。2028年までのサーバー出荷台数が2028年以降も継続するとともに、データセンターの効率改善も進展することを想定したケース。

高効率ケース (High Efficiency Case)

ベースケースと同様の制約要因を加味した上で、データセンターに関する効率改善がより進展することを想定したケース。

逆風ケース (Headwinds Case)

インフラ等の環境が整わず、ベースケースよりもAIの導入が遅れることを想定したケース。

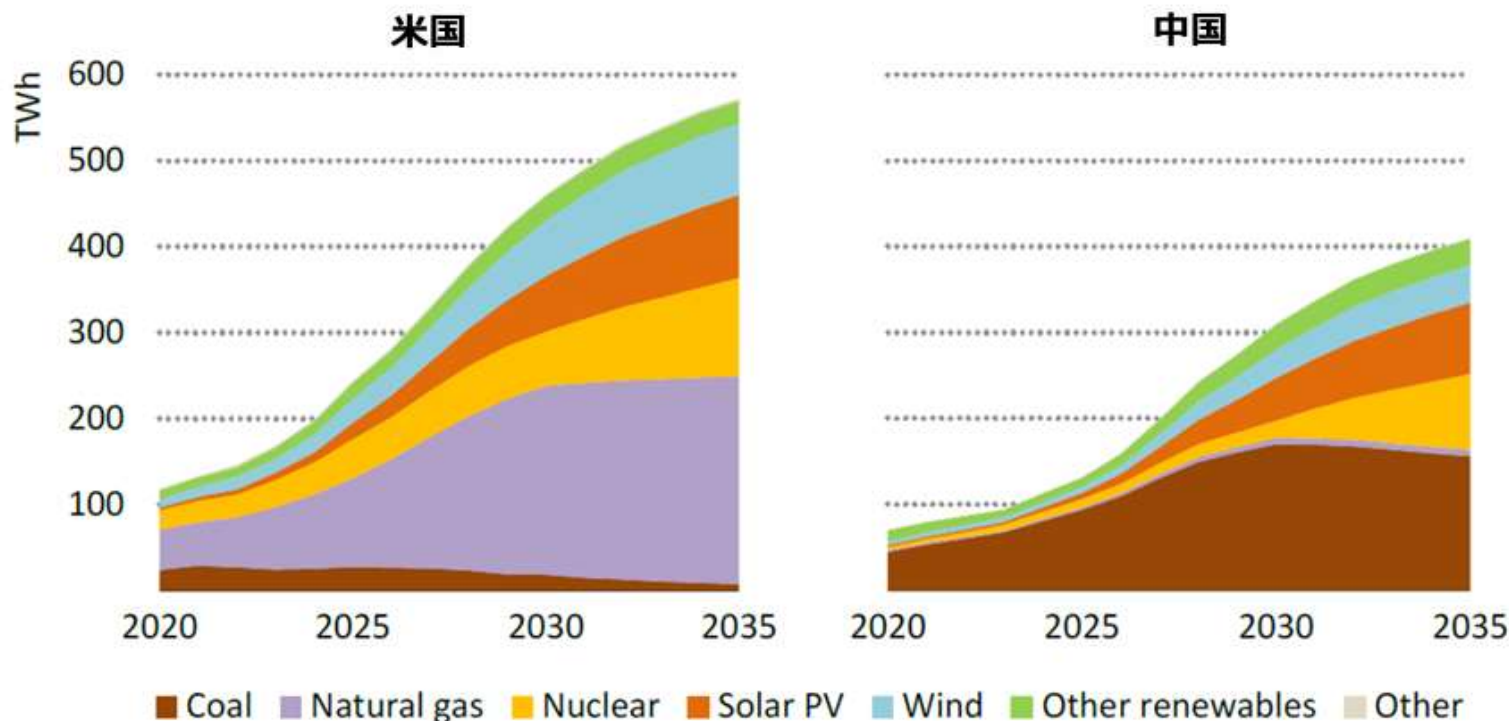
(出典) IEA「Energy and AI」（2025年4月公表）を基に経産省作成。

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

データセンターによる電力需要増加への対応（米国・中国）

- データセンターによる電力需要は、米国と中国で特に増加。
- 両国ともに、足下ではデータセンターで消費される電力の大半は化石燃料由来の電力。2030年までの電力消費量増加分の大半は化石燃料（米国はガス火力、中国は石炭火力が中心）により賄われ、2030年以降は、主に再エネや原子力の拡大により賄われるとの見通し。**

データセンター向けの発電電力量（ベースケース）



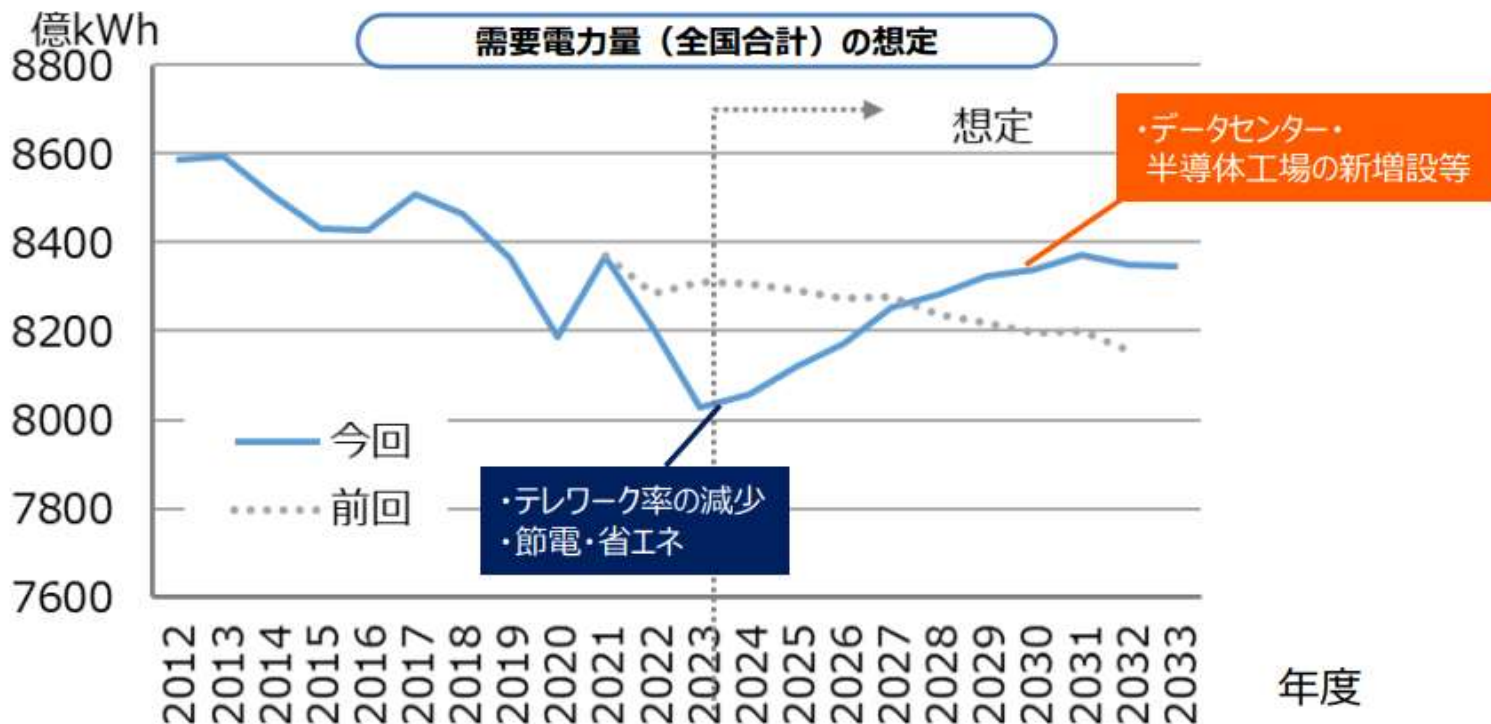
(出典) IEA「Energy and AI」(2025年4月公表)を基に経産省作成。

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

今後10年の電力需要の想定

- 毎年、電力広域的運営推進機関は、一般送配電事業者から提出された電力需要の想定を取りまとめ公表。
- 本年1月24日に公表された想定では、人口減少や節電・省エネ等により家庭部門の電力需要は減少傾向だが、**データセンターや半導体工場の新增設等による産業部門の電力需要の大幅増加により、全体として電力需要は増加傾向**となった。

※電力広域的運営推進機関が業務規程第22条の規定に基づき、2024年度供給計画における需要想定的前提となる人口、国内総生産（GDP）、鉱工業生産指数（IIP）その他の経済指標について、当年度を含む11年後までの各年度分の見通しを策定。



(出典) 電力広域的運営推進機関HP 2024年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について

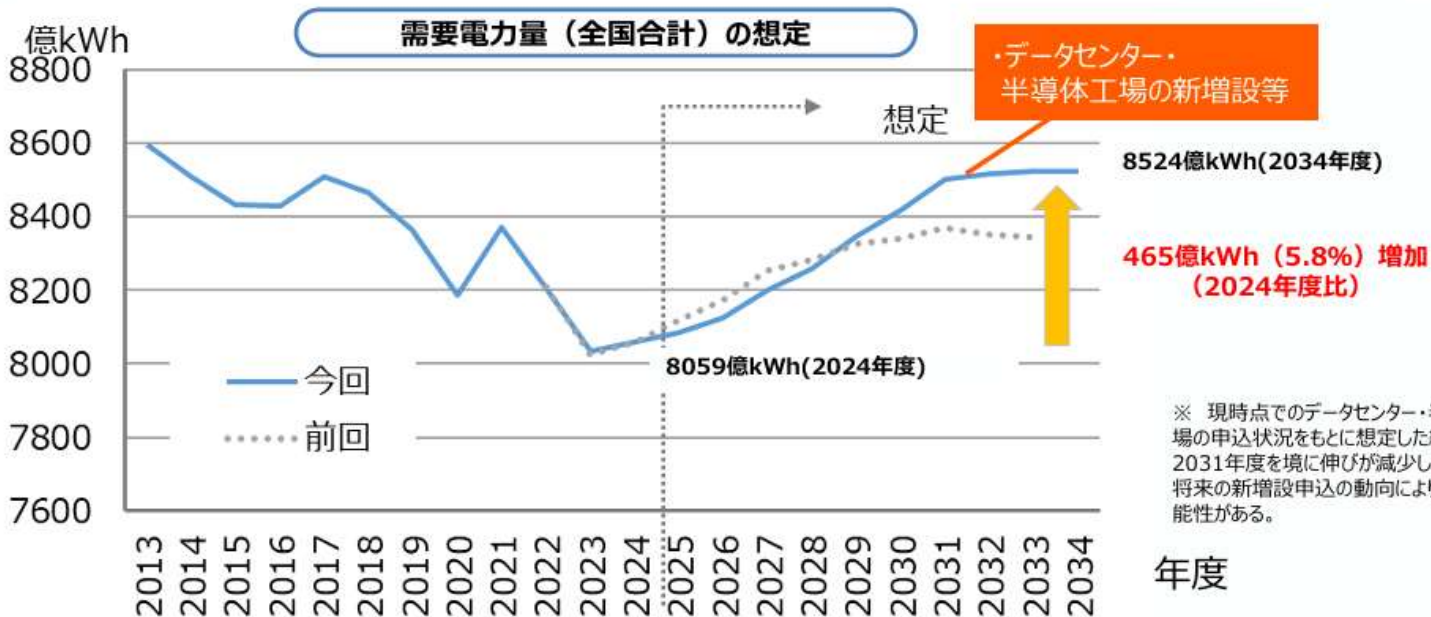
出典:「電力需要対策について」、資源エネルギー庁 第70回電力・ガス基本政策小委員会、2024.02.27

今後10年の電力需要の想定（電力量）

前回（2024年度）想定より上振れの見通し

- 毎年、電力広域的運営推進機関は、一般送配電事業者から提出された電力需要の想定を取りまとめ公表。
- 本年1月22日に公表された想定では、人口減少や節電等の影響はあるものの、**データセンターや半導体工場の新増設等による電力需要の増加によって、全体の電力需要も増加傾向となっている。**
- 具体的には、**データセンターや半導体工場の新増設を見込むエリアの拡大等に伴い、今回の取りまとめの最終年度（2034年度）における全国の需要電力量は8524億kWhとなり、2024年度比で約6%の増加となった。**

※電力広域的運営推進機関が業務規程第22条の規定に基づき、2025年度供給計画における需要想定の前提となる人口、国内総生産（GDP）、鉱工業生産指数（IIP）その他の経済指標について、当年度を含む11年後までの各年度分の見通しを策定。



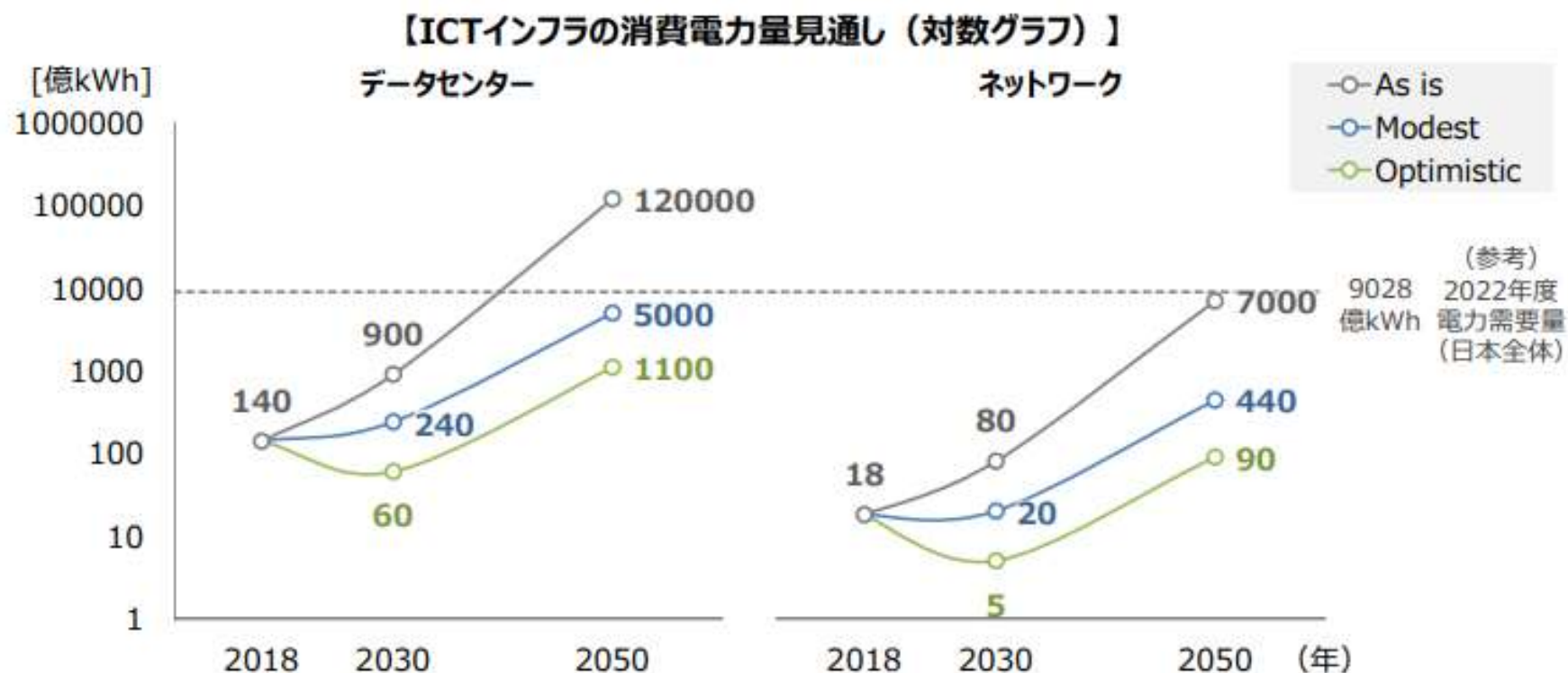
※現時点でのデータセンター・半導体工場の申込状況をもとに想定した結果、2031年度を境に伸びが減少しているが、将来の新増設申込の動向により変わる可能性がある。

出典先：電力広域的運営推進機関HP 2025年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

国内におけるデータセンターの消費電力量見通し（JST）

- 科学技術振興機構（JST）は、エネルギー効率の改善状況に応じたデータセンター・ネットワークの消費電力量の見通しは、省エネの度合いに応じて大きな幅があることを示している。また、2050年は遠い将来のため、その予測の信頼性は高くはないということも指摘している。
 - As is：現時点の技術のまま、全く省エネ対策が進まない場合
 - Modest：エネルギー効率の改善幅が小さい場合（2030年までと同等の改善率で2050年まで進捗）
 - Optimistic：エネルギー効率の改善幅が大きい場合

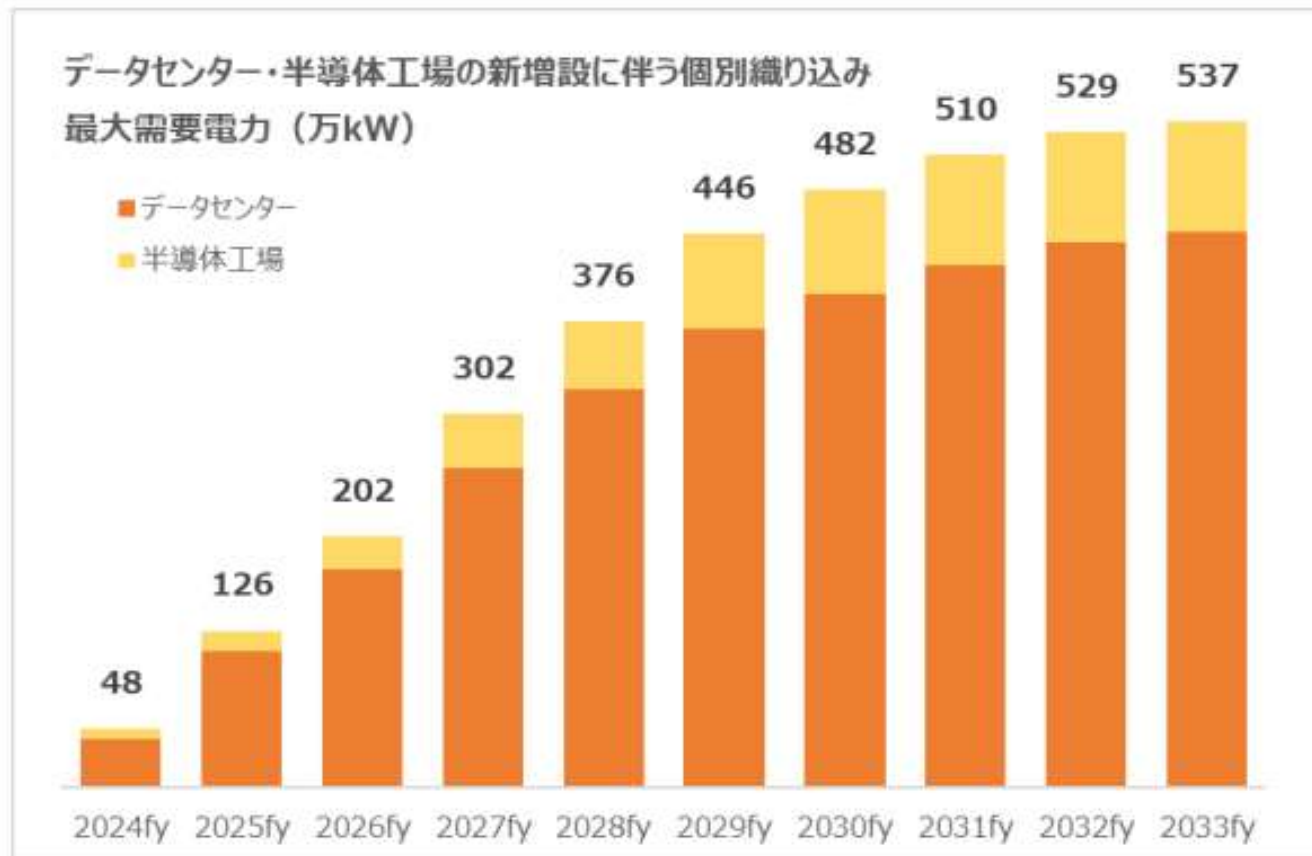


（出所）国立研究開発法人科学技術振興機構 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響Vol.4（2022年2月）及びVol.5（2023年2月）、総合エネルギー統計を基に作成

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

データセンター・半導体工場の新增設による影響

- 電力広域的運営推進機関では、データセンターや半導体工場の新增設により、**2024年度で+48万kW、2033年度で+537万kW**の最大電力需要の増加を見込んでいる。



(出典) 電力広域的運営推進機関HP 2024年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について

13

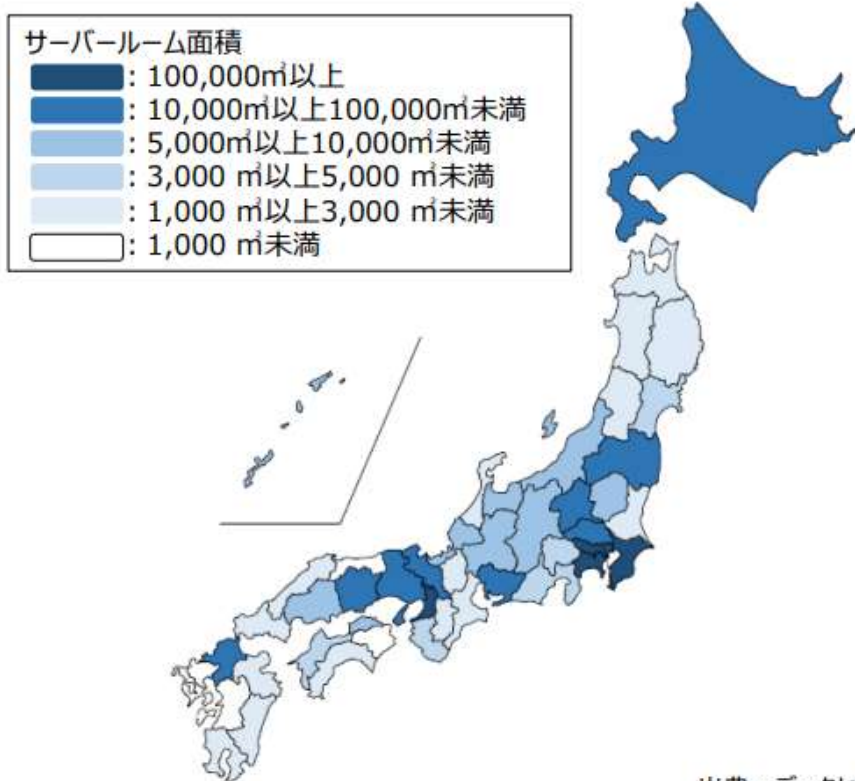
データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

デジタルインフラの現状（国内のデータセンターの立地状況）

デジタルインフラ（DC等）整備に関する有識者会合（第7回）事務局資料

- 国内データセンターの立地状況について、少なくともサーバー面積ベースで約150万㎡のデータセンター（東京ドーム約30個分）が存在。※非公開情報を除く。
- 他方で、その8割強が東京圏・大阪圏に集中しており、今後もこの傾向は続く見込み。

【データセンターの分布図】



【地域別のデータセンター立地状況】

	地域別DC立地面積/棟数（2023年）			
	面積（㎡）	割合	棟数（棟）	割合
北海道	17,290	1%	16	3%
東北	25,590	2%	40	8%
関東	1,070,450	64%	194	38%
中部	69,150	4%	78	15%
関西	411,550	24%	84	16%
中国/四国	37,920	2%	49	10%
九州/沖縄	47,960	3%	49	10%
合計	1,679,910	100%	510	100%

出典：データセンタービジネス市場調査総覧(2024年版)」（富士キメラ総研）等を基に作成

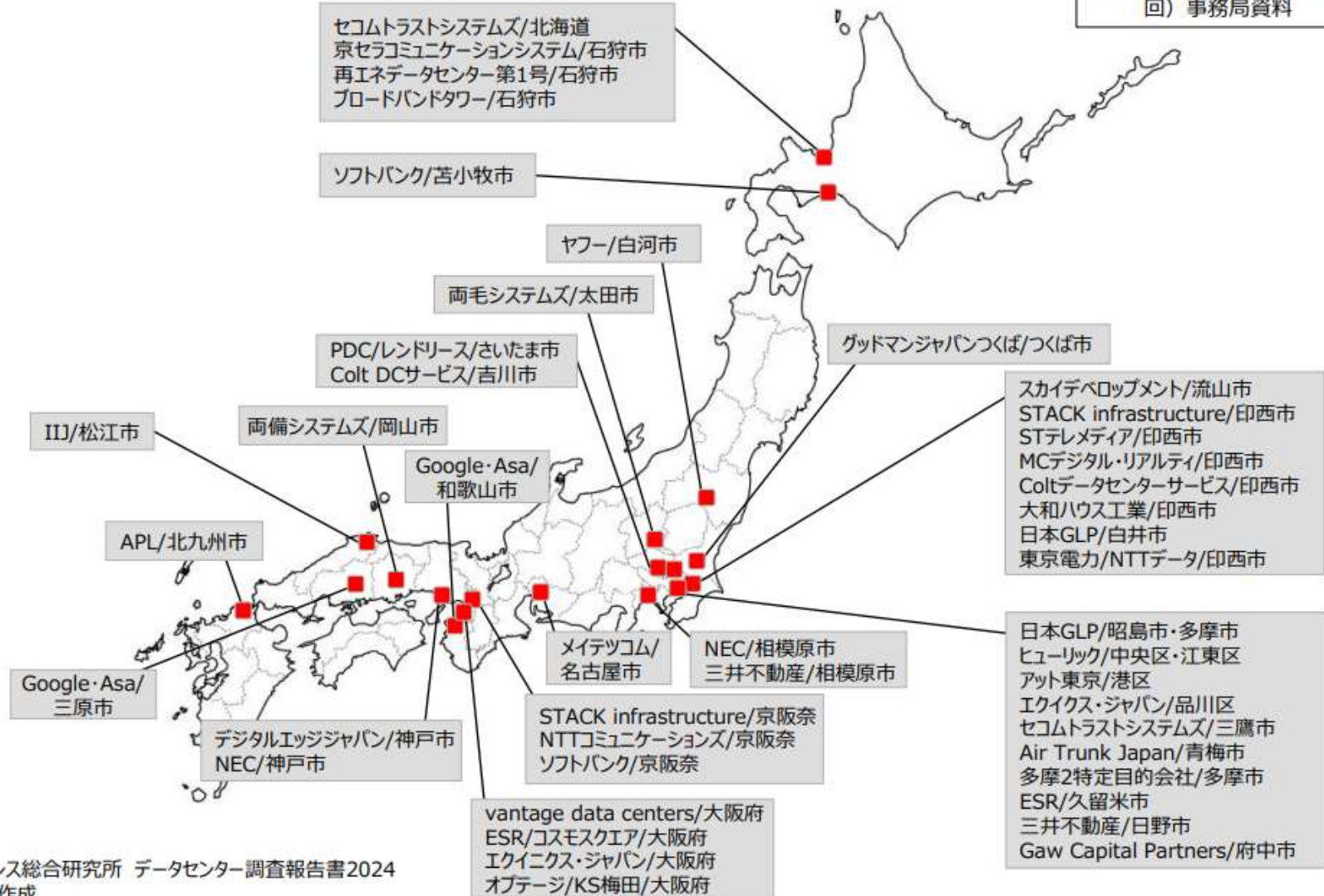
12

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

(参考) 2024年以降のデータセンターの新設計画

※コンテナ型データセンターなど、
小規模のものや増床案件は除く

デジタルインフラ（DC等）整備
に関する有識者会合（第7
回）事務局資料



出典：インプレス総合研究所 データセンター調査報告書2024
を基に総務省作成

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

世界を魅了するINZAIの激増する電力需要 千葉印西エリア



超高圧デジタル変電所



シールドマシンで掘削する洞道新設工事

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

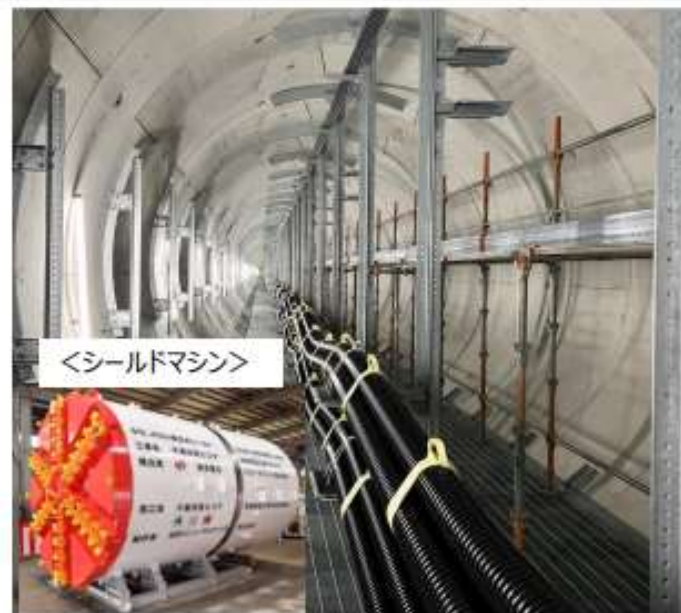
安定供給とCN両立に向けた短期的取組 **千葉印西変電所**

- PGエリア内のデータセンター新增設に伴う申込み済み契約電力は、2033年度時点で約700万kWの見込み。
- 特に千葉印西エリアはデータセンター動静が旺盛なことから、千葉印西変電所(275/66kV)を新設し、2024年6月5日から運用を開始。
- 急増する電力需要に対応するため、計画から竣工までの工期を従前の8年程度から4年9か月に大幅に短縮。
- データセンター新設に伴う電力需要増に対応するため、更なる変電所新設等の増強工事を実施予定。
- データセンターの新設を検討されている事業者様へは、再エネが普及している北関東エリア等をご案内。集中立地を防ぐとともに、電力の地産地消により、工期の短縮やコスト低減を実現していく。

データセンター需要動向



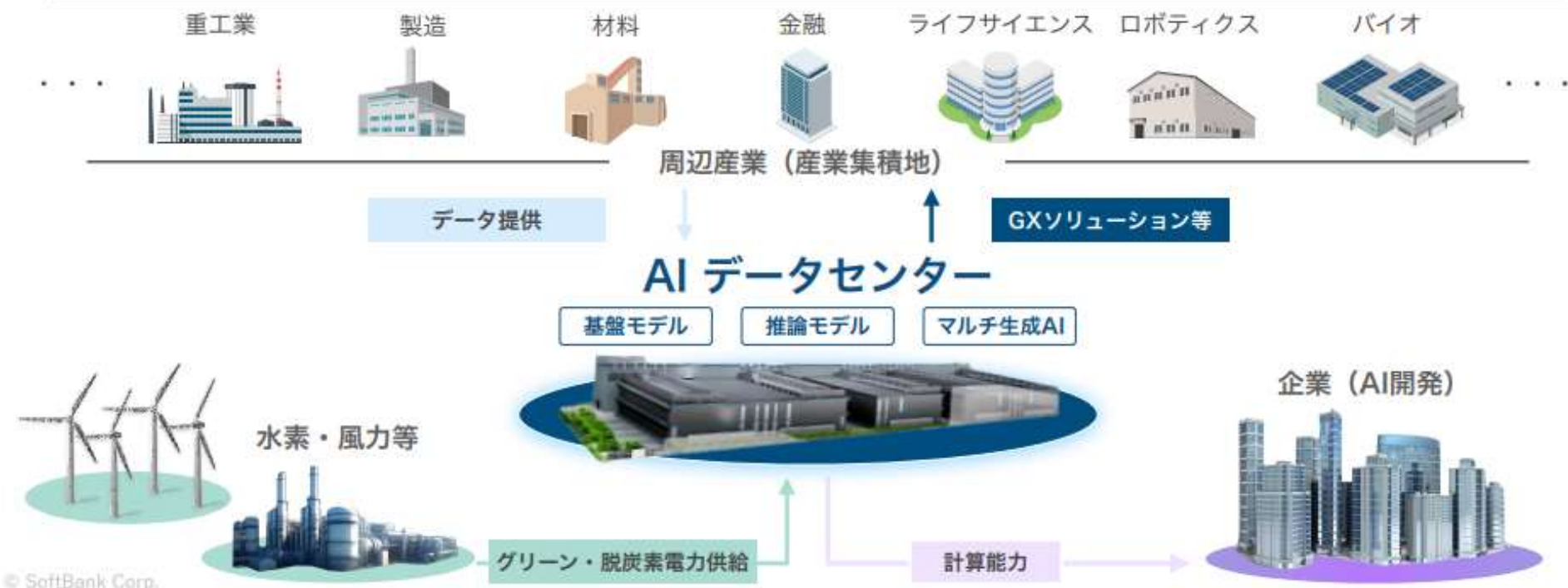
千葉印西エリア洞道内



※当該規模の洞道工事は、計画から竣工まで8年程度かかるが、4台のシールドマシンを投入し、約4年9か月の工期に短縮

AIデータセンターを中心とした産業集積構想

- GX実行会議にて、AI DCを中心とする産業集積などが、2040年に向けた方向性として示された。
- サービス品質の確保や、重要データの安全管理などの観点からDCを国内に整備することは必須。
- データセンターから提供されるAIサービスを、周辺産業が活用してエコシステムを形成することにより、人手不足への対応や生産性向上などに繋がる。



データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

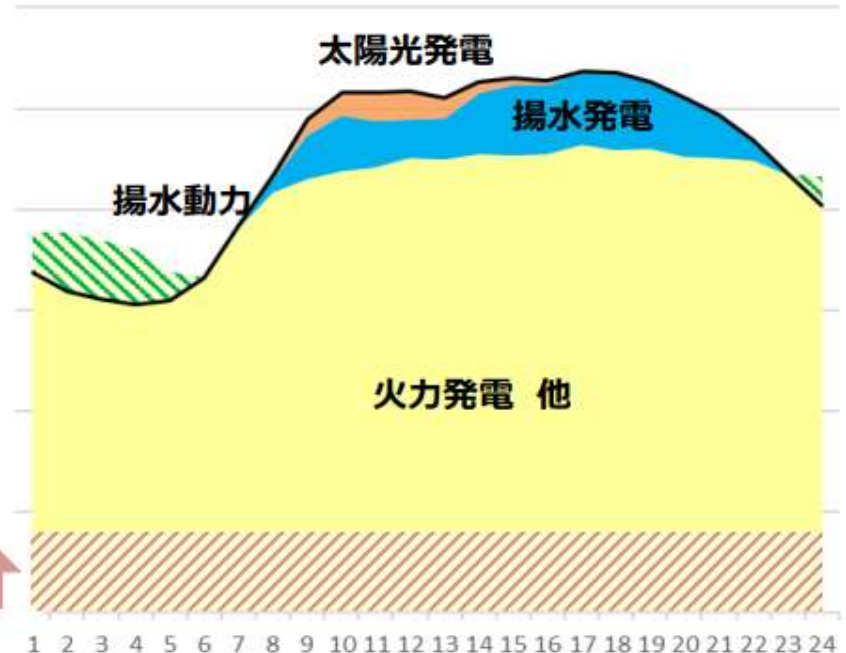
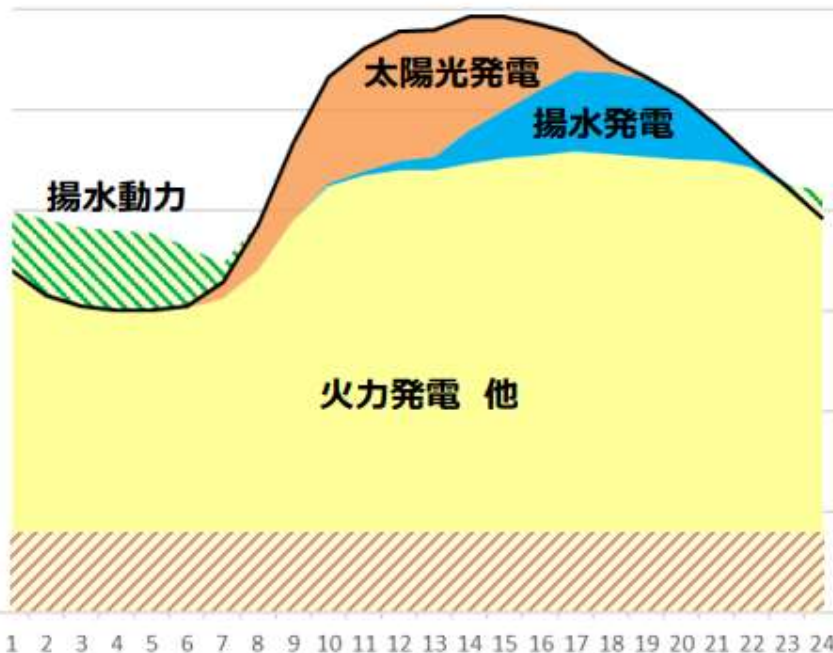
【参考】電力需要と供給力のロードカーブ

- データセンターは、情報処理システムにかかる需要設備*であるため、24時間365日電力使用の変動が小幅で一定の需要設備である。（※金融機関、通信システム等も同様）
- そのため、増加する電力需要に対応し、供給力のベースアップが必要。

【データセンターの需要増加を加味したロードカーブ（イメージ）】

夏季（猛暑）

冬季（厳寒）

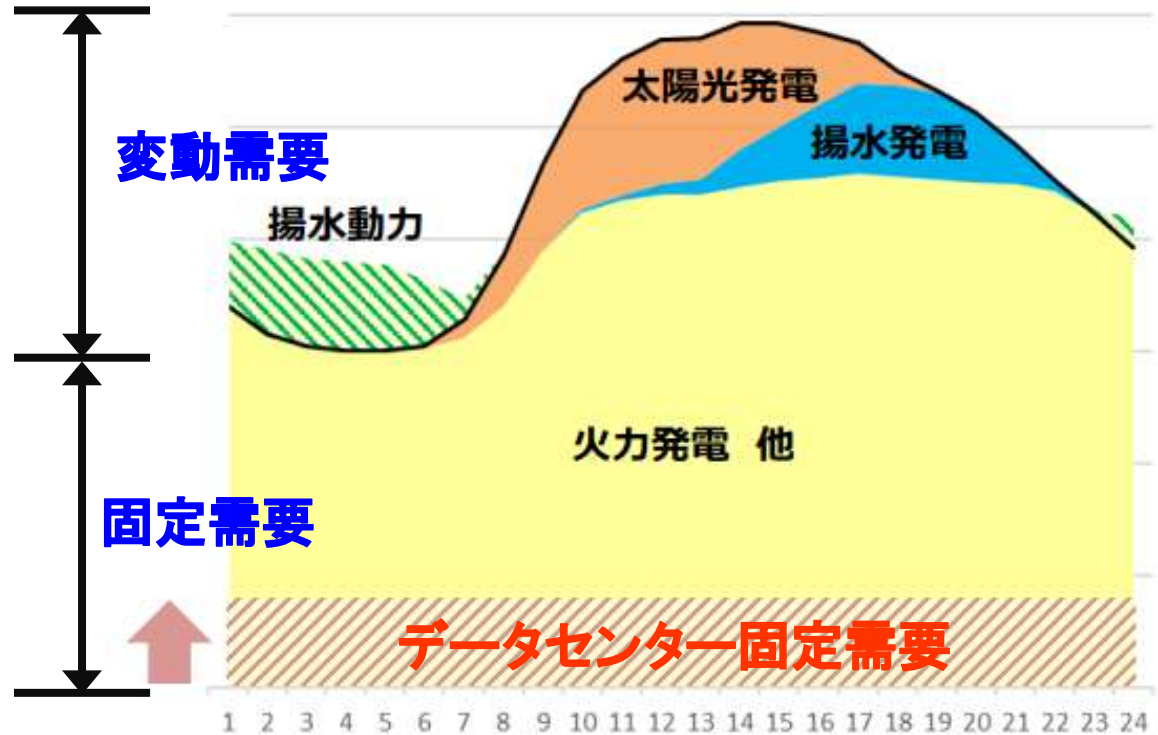


データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題
7次エネ基のリスク 変動型再エネでは解決しない

夏季（猛暑）

変動型再エネ
(太陽光、今後:風力)
BU1 **安定型再エネ**
(揚水、バイオ、地熱)
BU3 火力

原子力
BU1 **水力、バイオ、地熱**
BU2 火力(低炭素型)



BU1 **バックアップ(基本)**
BU2 **バックアップ(将来)**
BU3 **バックアップ(当面)**

7次エネ基のリスク
「変動型」再エネは「安定型」再エネが支える**欧州**
固定需要の急増は、「変動型」再エネでは**無理**

早期接続に向け需要家として検討中の取組

早期接続のため、系統に余力のある発電所近傍でのDC建設なども検討

DCの立地場所の変化

従来

通信の遅延抑制のため、
大需要地である**東京・大阪に集中**

- データの発生場所
- データの処理場所 (DC等)



今後

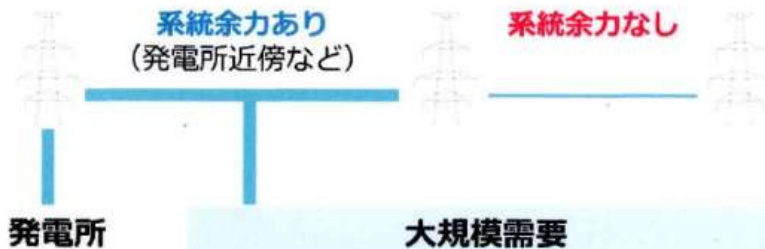
生成AIの学習に必要な計算処理では、
通信の遅延が一定程度許容される

→ 系統状況に応じた立地も可能



大規模需要家の取組

系統余力のある場所への立地や
オンサイト設備設置等の工夫



オンサイト設備



データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

米国における安定的な脱炭素電源確保の動き

- GoogleやAmazonなどでは、データセンター需要に対応した安定的な脱炭素電源の確保に向け、地熱や原子力の確保も進めている。

Googleによる地熱発電の活用

- 2023年11月28日、Google社は、Fervo社と提携した地熱発電プロジェクトが稼動し、ネバダ州のデータセンターに供給される地域送電網にカーボンフリーの電力が供給され始めたことを発表。
- 同社は、2030年までにすべてのデータセンターを24時間365日カーボンフリーエネルギーで運用する方針を掲げている。



(注) Fervo社とGoogle社の地熱発電所

(出所)Google社HPなどの公表資料を基に経産省作成

Amazonが原子力発電所直結のデータセンターを買収

- 2024年3月4日、テキサス州・ヒューストンに拠点を置くタレン・エナジー社は、同社が所有するペンシルベニア州北東部にあるキュムラス(Cumulus)データセンター・キャンパスをアマゾン・ウェブ・サービス(AWS)社に売却したと発表(売却額は6億5,000万ドル)。
- キュムラスデータセンターは、隣接のサスケハナ原子力発電所(BWR、130万kW×2基)から直接電力供給を受ける。



(注) サスケハナ原子力発電所

(出所)Amazon社HPや原子力産業新聞(2023年3月22日)などを基に経産省作成

データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

(参考) 脱炭素電源としての原子力活用に関する動向

- 世界的なGXの潮流も踏まえ、脱炭素電源である原子力の活用に向けた動きが、データセンター等の電力需要増を見込んだ海外IT企業等により進められている。

Microsoft社

- 2023年6月、**米コンステレーション・エナジー社**（原子力事業者）と、バージニア州ポイドトンにある**データセンター向けに原子力由来の電力の供給を受ける契約**を締結。
- Microsoft社は、この契約により、コンステレーション・エナジー社から最大35%の原子力由来の電力供給を受けることで、「100%カーボンフリーの電力でデータセンターを24時間稼働させる」という目標に大きく近づくことになる。



カルバート・クリフス原子力発電所

Amazon社

- 2024年3月、テキサス州・ヒューストンに拠点を置く**米タレン・エナジー社**より、**原子力発電所直結のデータセンターを買収**。
- 米タレン・エナジー社は、同社が所有するペンシルベニア州北東部にあるキュムラス（Cumulus）データセンター・キャンパスをアマゾン・ウェブ・サービス（AWS）社に売却したと発表（売却額は6億5,000万ドル）。
- キュムラスデータセンターは、隣接のサスケハナ原子力発電所（BWR、130万kW×2基）から直接電力供給を受ける。



サスケハナ原子力発電所

その他データセンター向け

- 2023年10月、米スタンダード・パワー社がオハイオ州とペンシルベニア州に立地する**データセンターへの電力源として、NuScale社のSMR技術の採用を発表**。
約2GW=24基の電力供給を想定し、**2029年に初号機の運転開始を目指す**。



©(株)NuScale[HP] (<http://www.nuscalepower.com>) から引用

(出所) コンステレーション・エナジー社HP、Amazon社HPや原子力産業新聞などを基に、資源エネルギー庁作成

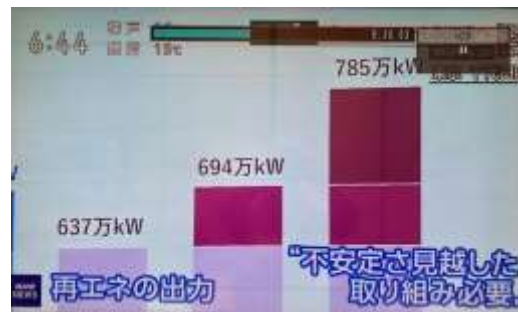
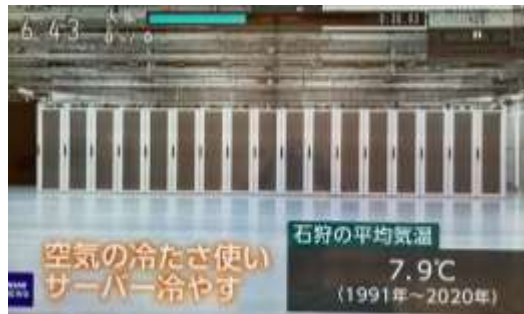
データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

動画を見て感想を 発信されていない？ 報道の信頼性をどう考えるか



データセンターなどの将来の電力需要と電力ネットワークの課題

サーバー液浸冷却技術 空冷と比べ必要電力94%減



まとめ(1) 将来の電力需要予測の弱点を明確にする

1. 将来の電力需要の曖昧さ

(1) データセンター(DC)等の電力需要増加(予測)の変動幅が大きい

① 2030年の規模(予測例)

- ・市場規模 半導体製造(日本): 10年で**2倍**(約100兆円)
データ生成量(世界): 15年で**27倍**
- ・電力需要 データセンター(世界): 10年で**6倍**

② データセンター電力使用量内訳(2021年)

- ・**サーバー**／ストレージ: 約50% ・ネットワーク: 約10%
- ・**冷却設備**: 約**40%**

③ 電気料金がコスト競争力に直結 韓国、中国、台湾、米国と**1.5~2倍**の差

④ 省エネ／電力技術(次項)の進展が予測できない

- ➡ データセンター、半導体は**産業のコメ** ➡ 将来の**仕事**に影響

(2) 省エネ／省電力技術の開発の進捗

- ・半導体省エネ
- ・サーバー**液浸**冷却 空冷と比べ約**94%削減**
- ・**光電**融合 NTTのIOWN(アイオン)計画



電気自動車(EV)は環境に優しいか？

～カーボンニュートラルの移行戦略を検証する～

松永 健一

技術士(機械、電気電子、原子力・放射線、総合技術監理部門)

講演の概要

地球環境の「敵」は、**温室効果ガス**であって**内燃機関**ではない。CO₂削減のためというが、電気自動車(EV)は本当に環境に優しいのか。EVに搭載されるリチウムイオン電池は、その製造過程で従来車より**かなり多くの**CO₂を排出する。電池を含む車両製造時、動力源となるエネルギー製造時および走行時、更には廃棄・電池資源回収時の**ライフサイクルCO₂排出量**を「日本機械学会論文」などから検証する。

また、新車を全て**EV**にしたところで、既存の内燃機関車を直ちに全て無くすことは現実的でない。既存の設備・技術(車、火力発電)を利活用しながら**燃料を低炭素化**していくことも、カーボンニュートラル(CN)までの**現実的な移行戦略**である。

移行戦略を検証する際に、日本と欧州(全体)の**電源環境**の違いを**誤解なく**認識することが極めて重要である。講演では、CNへ向けた、**自動車と火力発電**などの**現実的な移行戦略**を検証したい。

講演の内容

1. 自動車の低・脱炭素化

- (1) 最近の世界の動き
- (2) 自動車の環境性能をトータルで評価
- (3) 電気自動車の普及は電池製法改善と電カインフラ整備次第
- (4) 日本と欧州の電源環境の違い
- (5) 電動化の流れの中でもエンジン車が共存
- (6) 合成燃料とはグリーンな液体燃料

2. 2050年脱炭素へ向けての動向

- (1) 世界の脱炭素の動向(IEA)、脱炭素の道は険しい
- (2) カーボンニュートラル(CN)とは
- (3) 日本政府のCN政策・克服すべき課題

3. 技術的・経済的に現実的な選択

- (1) 自動車と火力発電の脱炭化技術の横串の関係
- (2) 再エネの課題、電力貯蔵の必要量、再エネを火力が支える現実
- (3) 火力発電の脱炭素化の例
- (4) 燃料の水素化の例(火力発電、製鉄×、航空機×) ×:削除

1. 自動車の低・脱炭素化

- (1) 最近の世界の動き
- (2) 自動車の環境性能をトータルで評価
- (3) 電気自動車の普及は電池製法改善
と電力インフラ整備次第
- (4) 日本と欧州の電源環境の違い
- (5) 電動化の流れの中でもエンジン車が共存
- (6) 合成燃料とはグリーンな液体燃料

1. 自動車の低・脱炭素化 最近の世界の動き(欧州、米国、日本)

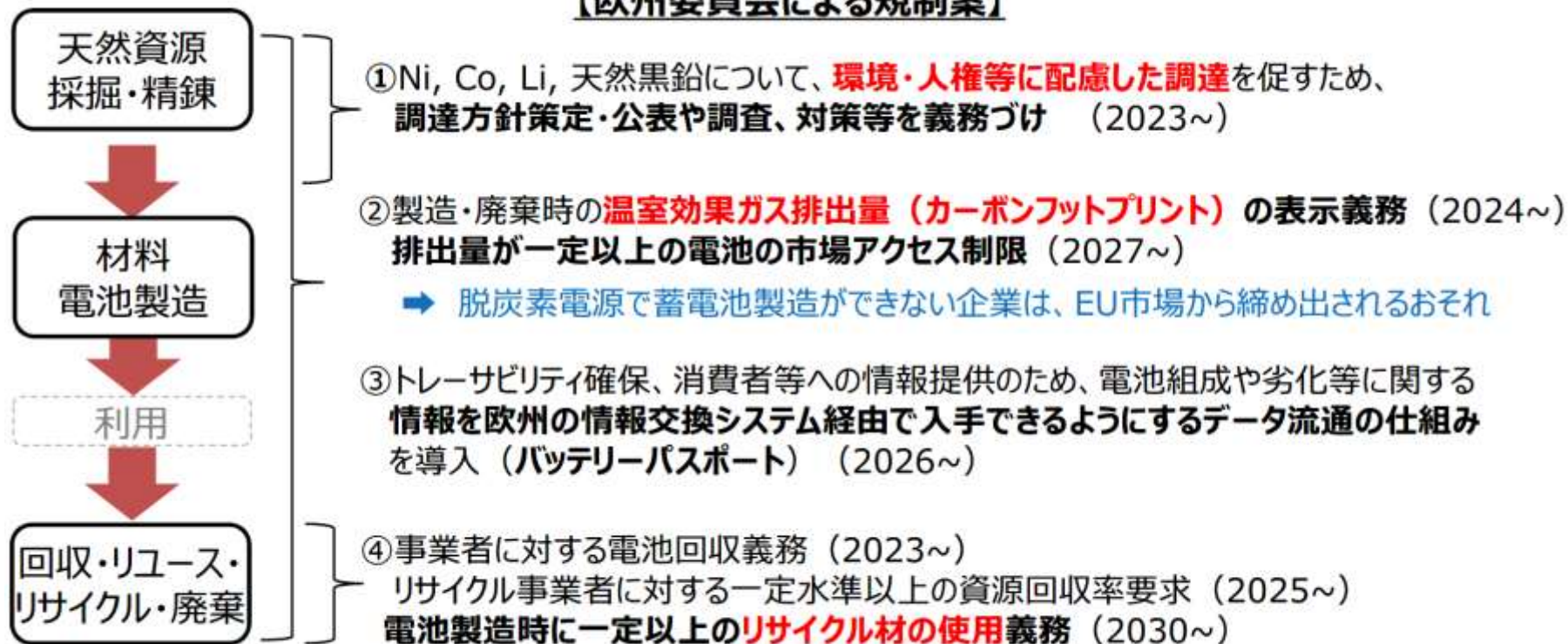
2023年は、電気自動車(EV)が実はまだ環境に優しくなかったことが世界中に周知される年になろう。欧州電池規制が転換点に。

1. 欧州・・・「電池規制」2023年8月発行。2024年7月からEVのリチウムイオン電池をカーボンフットプリント(CFP)の対象とする。CO₂排出量の基準値を満足しなければ売れなくなる可能性。電池の欧州域内生産・域内循環を誘導するもの。
 - ・ 廃棄物のリサイクル比率などがレアメタル毎に規定。
 - ・ EU市場で製品を販売する会社も対応が必要。
2. 米国・・・「インフレ抑制法(IRA)」によるEV税制優遇措置
 - ・ 電池部品、重要鉱物(Co、Li、Ni、黒鉛など)に要件。
 - ・ 最終組立が「北米」領域のEV、PHEV、FCV。日本は締結国。
3. 日本・・・2021年頃から「蓄電池産業戦略」を経産省で検討中。
 - ・ 「資源有効利用促進法」「自動車リサイクル法」に規定。

1. 自動車の低・脱炭素化 欧州委員会による電池規制(2023年8月)

2020年12月に規則案が公表。2023年8月17日に規則が発行された。

【欧州委員会による規制案】



記載されている施行時期は、規則案公表時点(2020年12月)のもの。現在、規則の発行時期含め欧州議会、欧州理事会で調整中。

1. 自動車の低・脱炭素化 欧州委員会による電池規制(2023年8月)

【削除要】

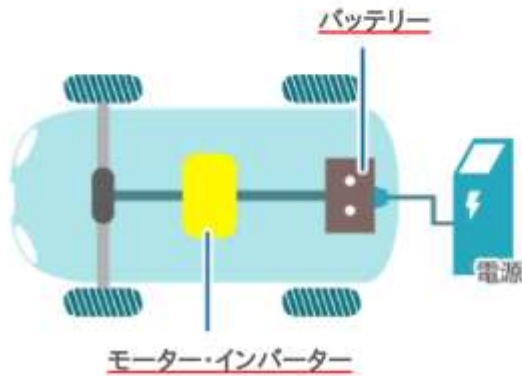
電池の再資源化／リサイクル材の使用の要件



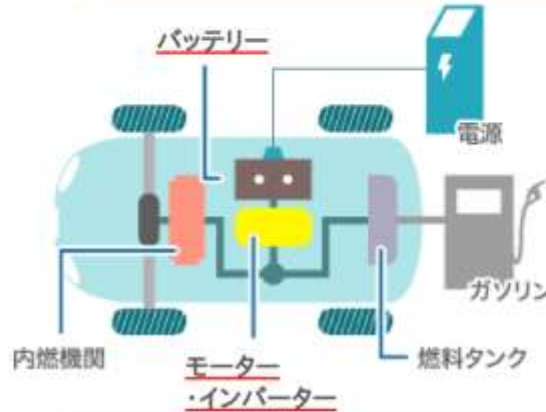
1. 自動車の低・脱炭素化

電気自動車の種類

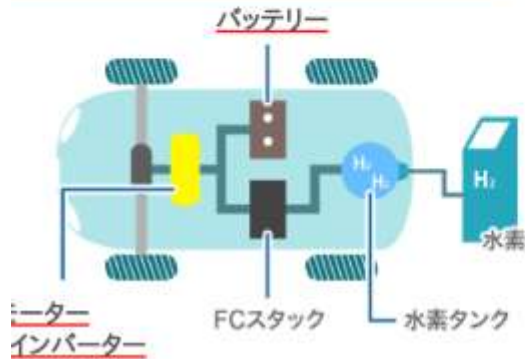
EV (電気自動車)



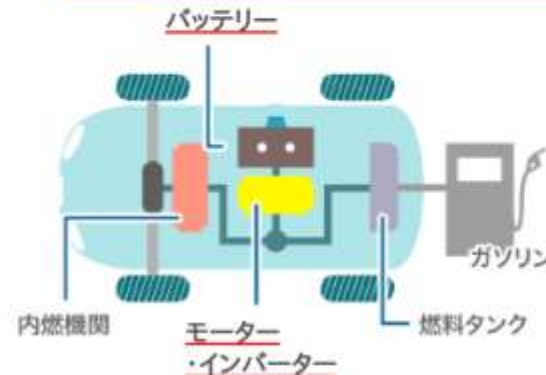
PHV (プラグインハイブリッド自動車)



FCV (燃料電池自動車)



HV (ハイブリッド自動車)



電動化の共通技術

Motor



Battery



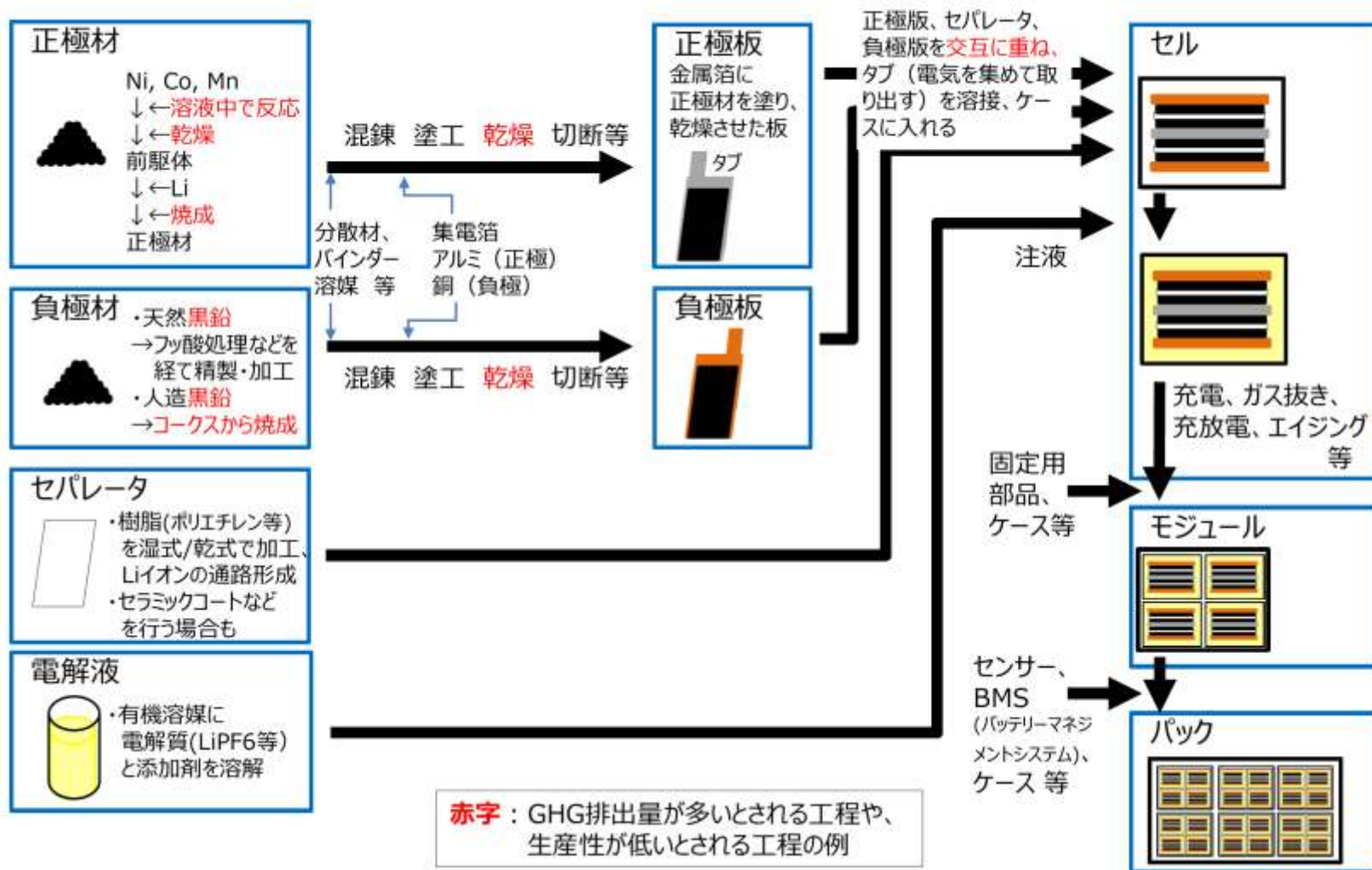
Inverter (PCU)



【出典】自動車新時代戦略会議(第1回)資料、経済産業省、2018.04.18

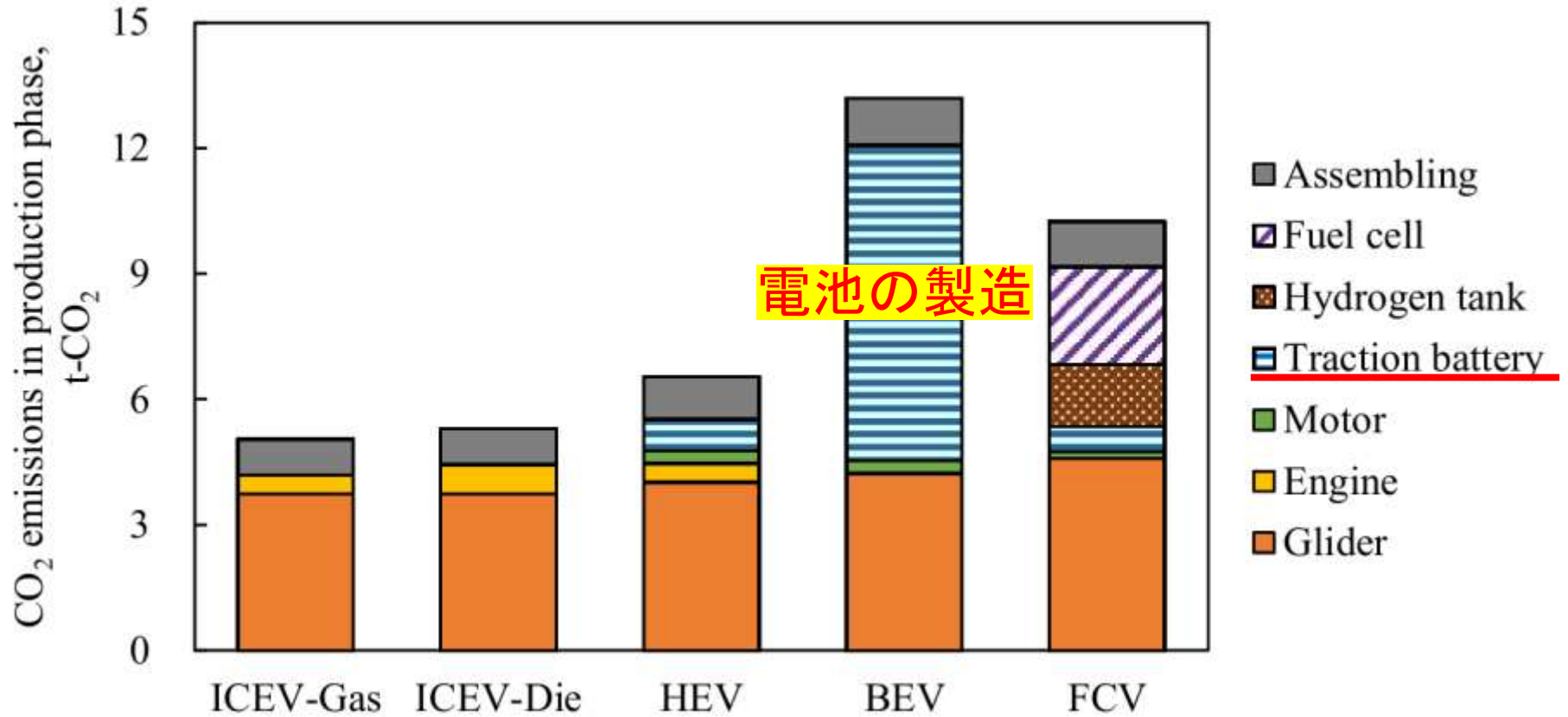
1. 自動車の低・脱炭素化 一般的な電池製造プロセス

(参考) 一般的な蓄電池製造プロセス (概要)



赤字 CO2排出量が多い、または生産性が低いとされる工程の例

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(日本)

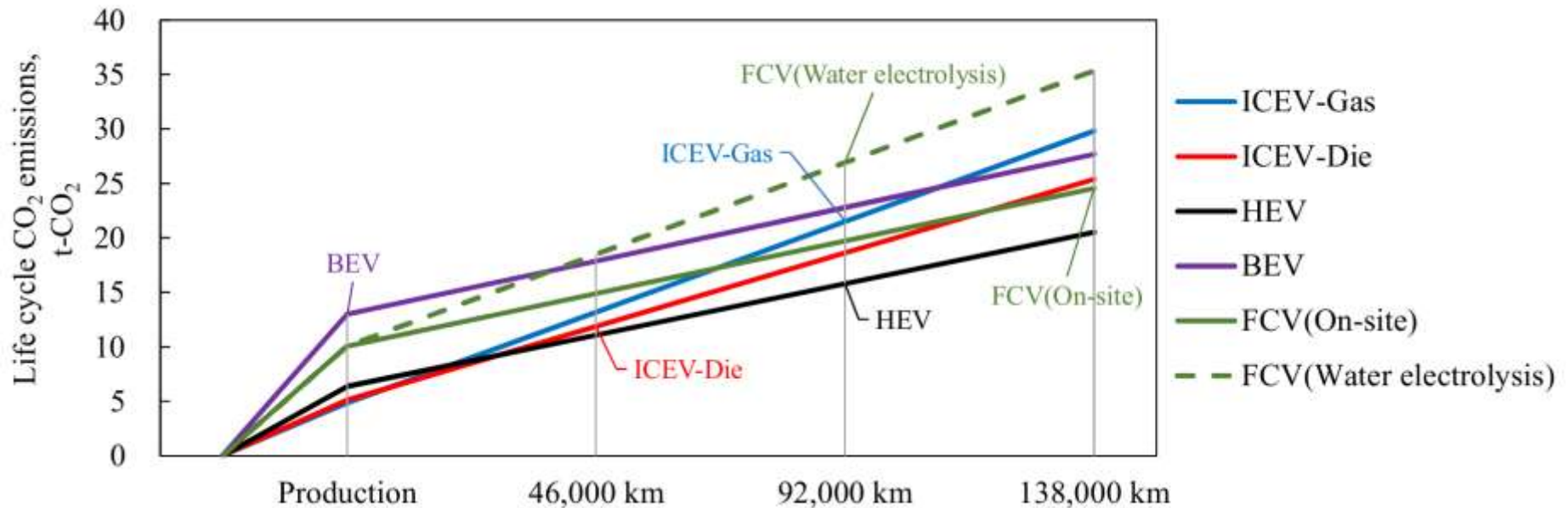


ガソリン車(普通、ディーゼル) / ハイブリッド車 / 電気自動車 / 燃料電池車

図 製造時CO₂排出量

出典: 内燃機関自動車, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車両 LCCO₂ 排出量の比較分析、日本機械学会Vol.84, No.866, 2018

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(日本)



① 製造時

② エネルギー製造・走行時

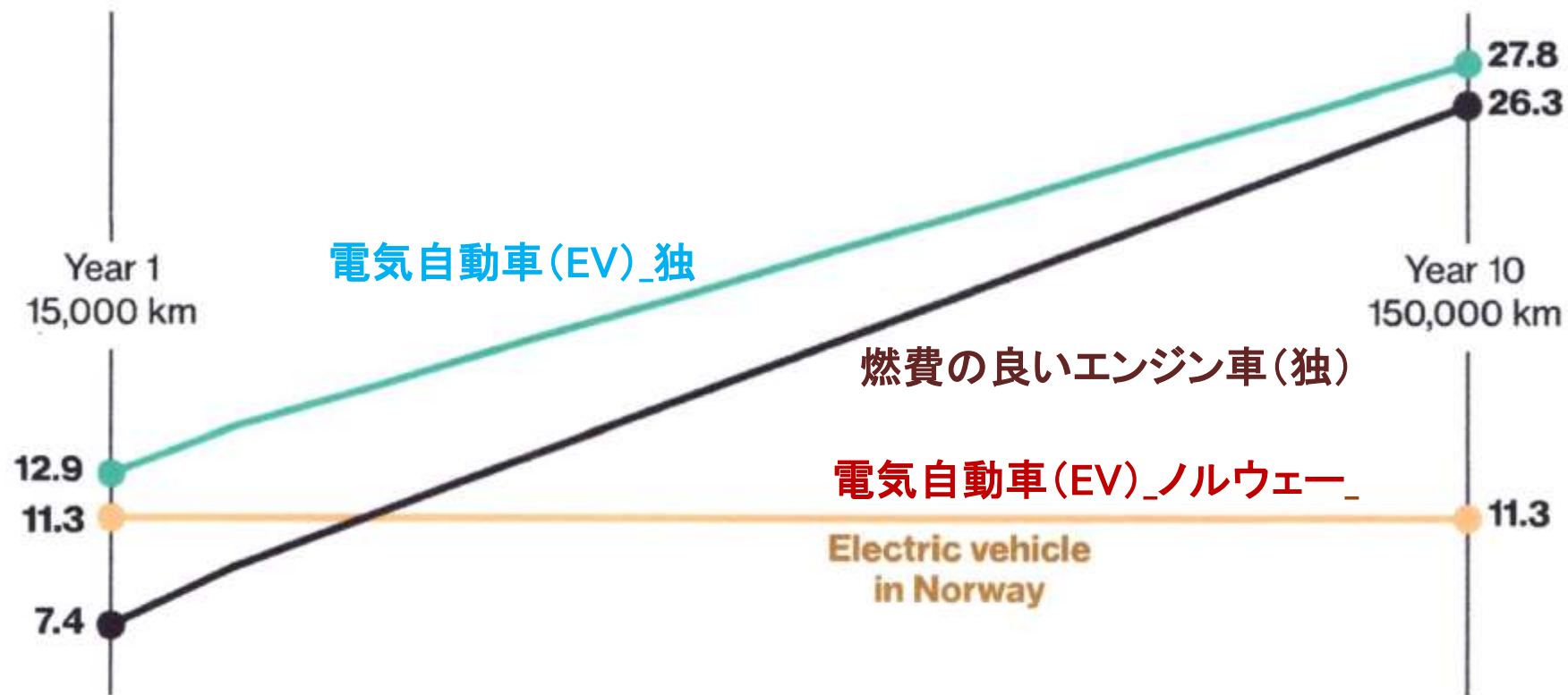
航続距離とCO₂排出量の関係

図 BEVバッテリーに起因するライフサイクルCO₂排出量

出典：内燃機関自動車，ハイブリッド自動車，電気自動車，燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車両LCCO₂排出量の比較分析、日本機械学会Vol.84, No.866, 2018

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(独)

Tons of CO2 emitted from cars driven 15,000km/year



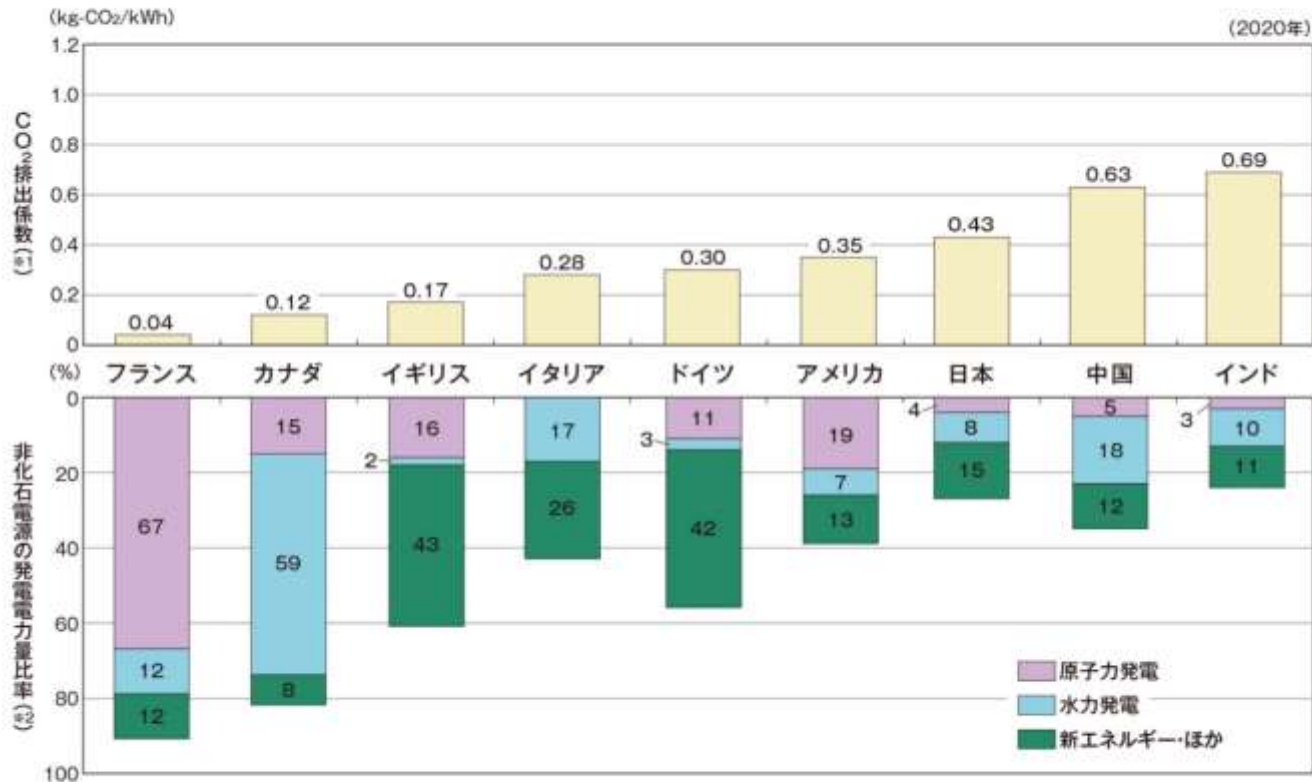
製造時CO2排出量を含む

航続距離とCO2排出量の関係 (2017年)

1. 自動車の低・脱炭素化 電気自動車の普及は電力インフラ整備次第

世界は、火力が約60%、水力約17%、原子力約11%、1kWh発電すると約0.5kgのCO₂を排出。仏は原子力、カナダは水力が突出して高い。国によりEVの環境価値に大差がある。

CO₂排出係数(発電端)の各国比較



(注) CHPプラント(熱電供給)も含む。日本は自家発電設備も含む。

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(日本)

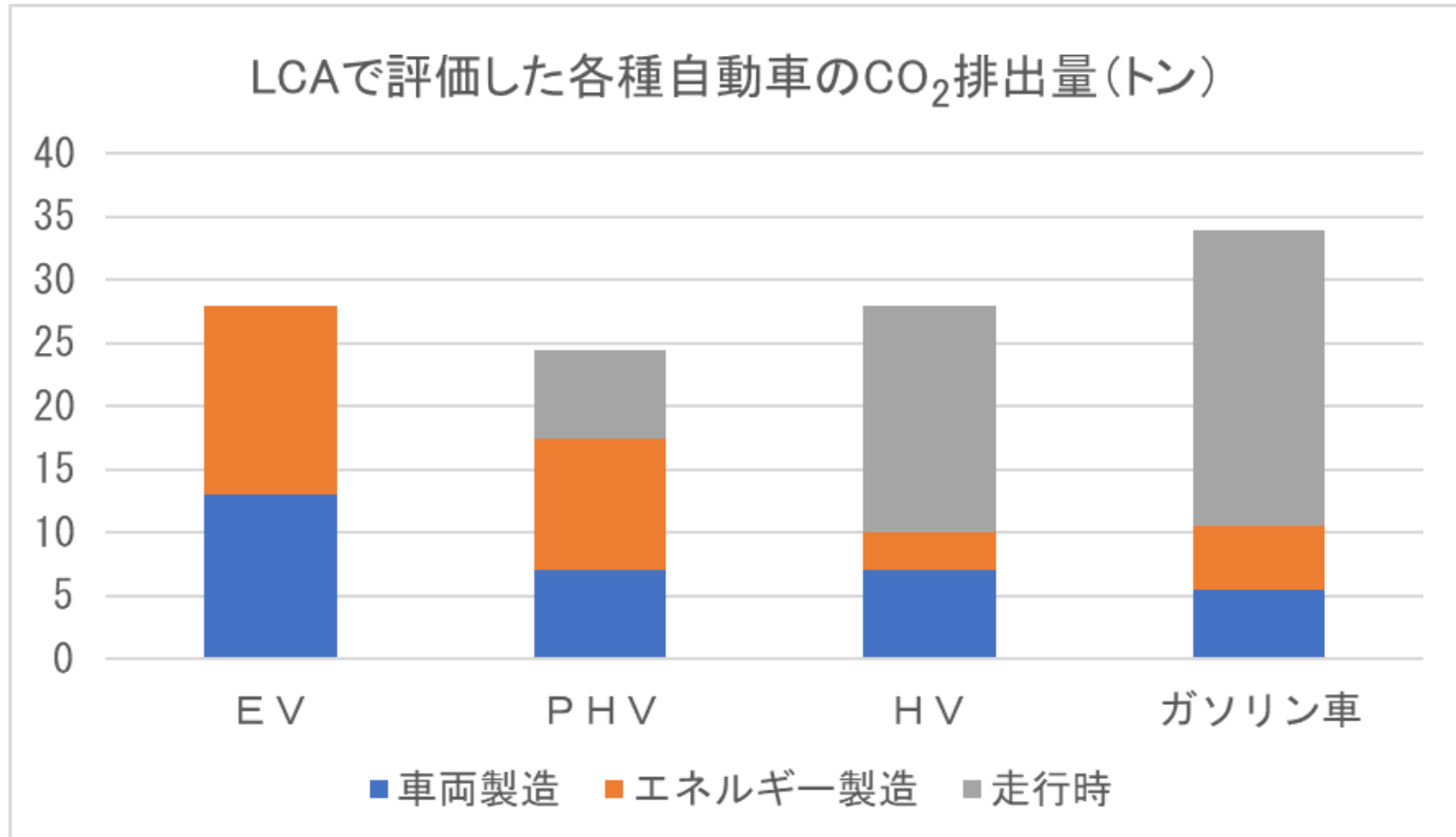


図 LCA で評価した1kW当たりのCO₂排出量

この条件ではPHVが最小

年間走行 1.5万km 使用期間 10年 電池容量 EVは 80kWh、PHVは 10.5 kWh

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(日本)

●評価結果も条件により優劣は異なる

- PHVは「エンジン走行」と「モータ(EVモード)走行」の2つを混合して運転しており、いずれの走行が支配的かによって排出量が大きく異なる。
- 欧州委員会(EU)では、内燃エンジン車やPHVなどの運転データを、車載コンピュータにより取得することを2021年からメーカーに義務づけている。
- このデータ60万件の分析結果として、PHVなどのCO2排出量が2024年3月に発表された。
- この結果によると、内燃エンジン車は、実際の排出量と認証値の差が+20%前後だったのに対して、PHVはこれが平均3.5倍であった(欧州で販売されているPHVの認証値の平均CO2排出量は、39.6g/km)。
- それ以前に、欧州の調査機関が行った「市街地走行試験」の結果でも、EVモードで走る走行距離の割合がメーカー主張の5~8割程度であり、バッテリー残量がゼロで走行すると、認証値の5~7倍のCO2排出量であると言われていたが、今回のEU発表でそれが裏付けられた形。

1. 自動車の低・脱炭素化 自動車の環境性能をトータルで評価(日本)

●環境性能は、UF値次第

- バッテリーの電気を使用して走行する「モータ(EVモード)走行」の割合を **UF (Utility Factor: ユーティリティファクター)** というが、この値をどう設定するかが重要となる。
- 2021～2024年のEU基準では高い値(70～85%)とみているが、実際には、**私有車が45～49%**、**社用車(PHV欧州顧客の70%)が10～15%**しか**EV走行していない**と、上記の調査機関は2022年に指摘している。
- 今後、EUは**UFを約50%に厳格化**する予定で、自動車メーカーがこれをクリアするのは、少なくとも当初は**大変だ**という。

1. 自動車の低・脱炭素化

自動車の環境性能を評価(スウェーデン)

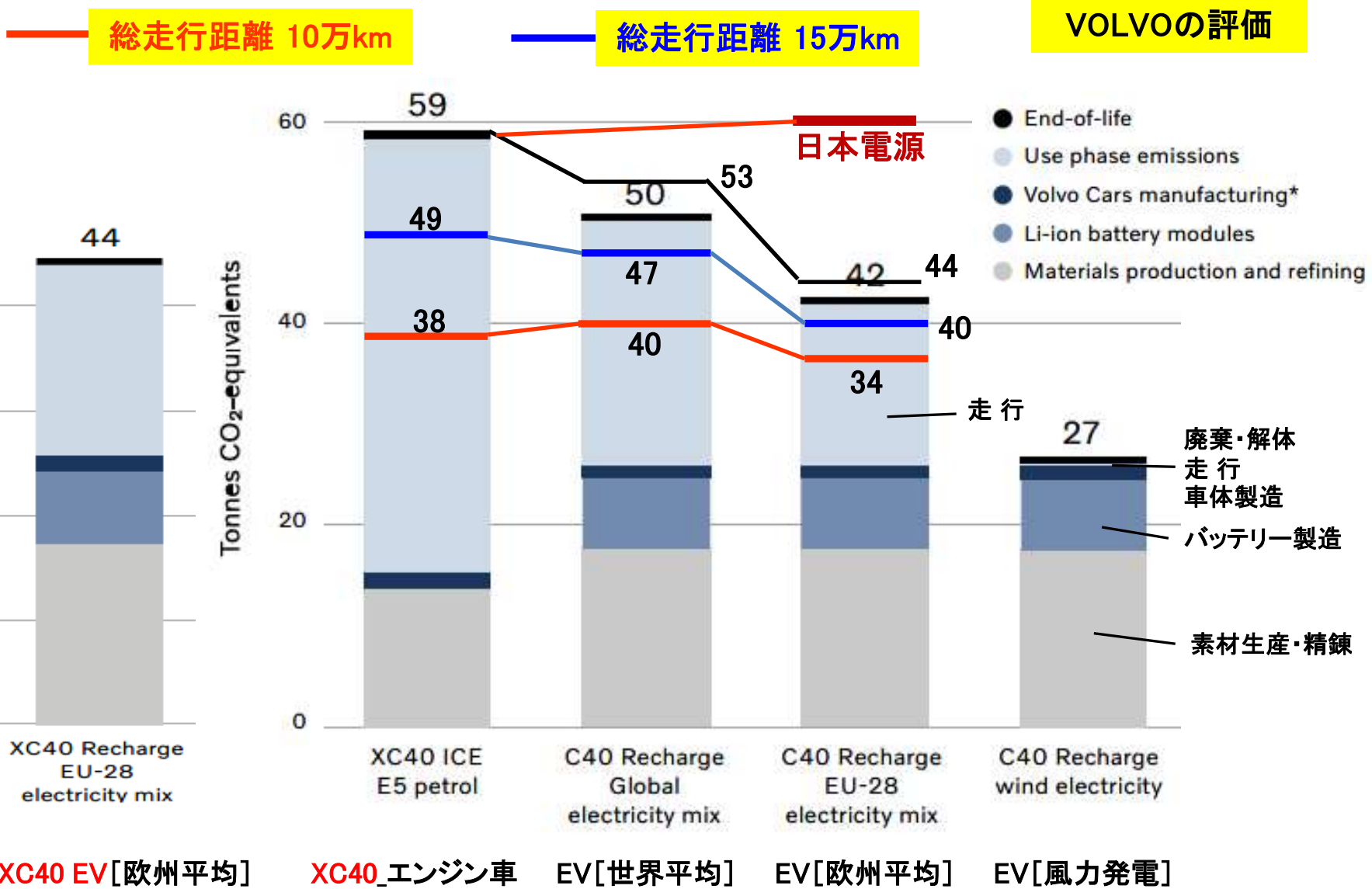


図 LCA で評価したCO2排出量 (総走行距離 20万km)

出典: Carbon footprint report Volvo C40 Recharge、VOLVO、2021

1. 自動車の低・脱炭素化 電池メタルのサプライチェーンの状況

- 蓄電池原材料の多くは、埋蔵量、生産量ともに特定国（豪州・南米・コンゴ民・尼等）に偏在。また、中流の精錬工程は、製造コストの低い中国に集中する傾向。
- 上流権益を押さえることに加えて、中流工程についても手当てしていくことが重要。

リチウム



ニッケル



コバルト



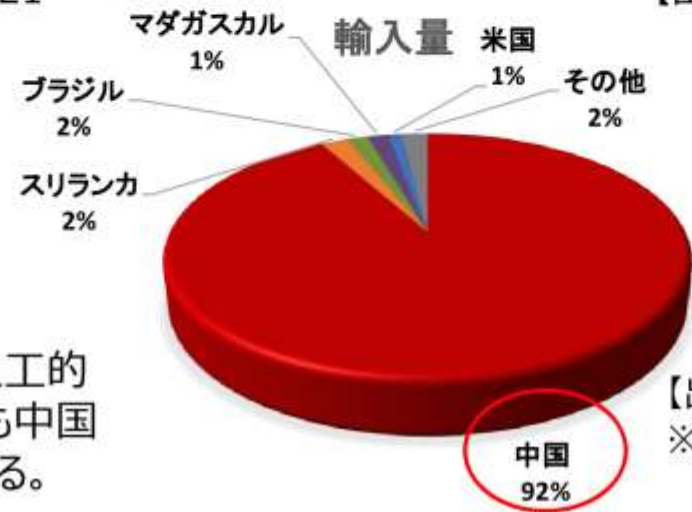
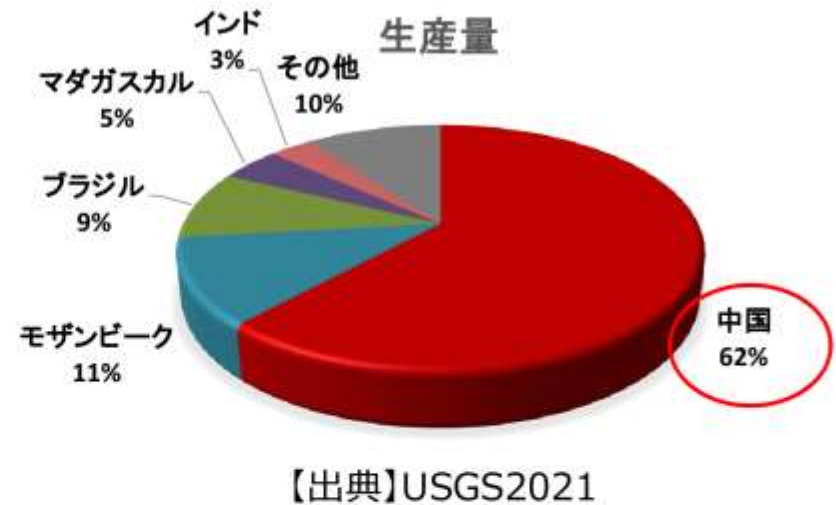
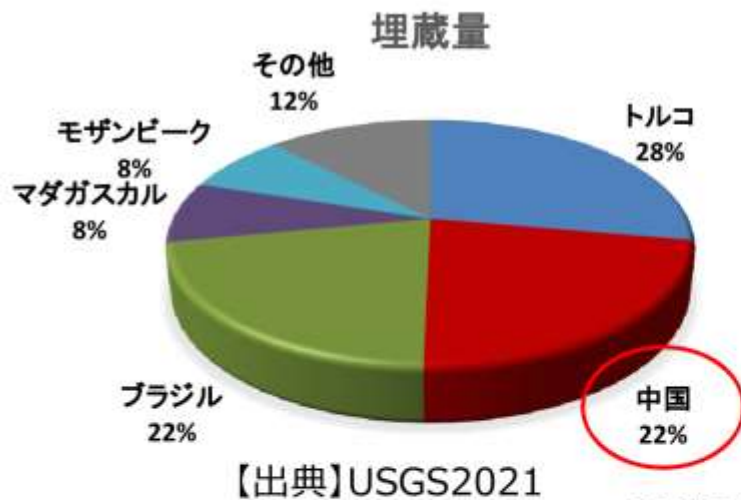
出典：USGS 2020、IEA、貿易統計 9

【出典】蓄電池産業戦略、経済産業省、2022.08.31

1. 自動車の低・脱炭素化

黒鉛のサプライチェーンの状況

- 負極の原材料である黒鉛は、生産や輸入において中国に大きく依存。



※石油・石炭コークス等から人工的に作り出す人造黒鉛についても中国が競争力を持っていると見られる。

※天然黒鉛（液状又はフレーク状のもの）

1. 不安定性の解決策 ドイツのノルウェーへの依存

ドイツはノルウェーとスウェーデンの豊富な水力で支えられており、変動再エネの限界を考慮する必要がない。



各国の発電量(2021) TWh

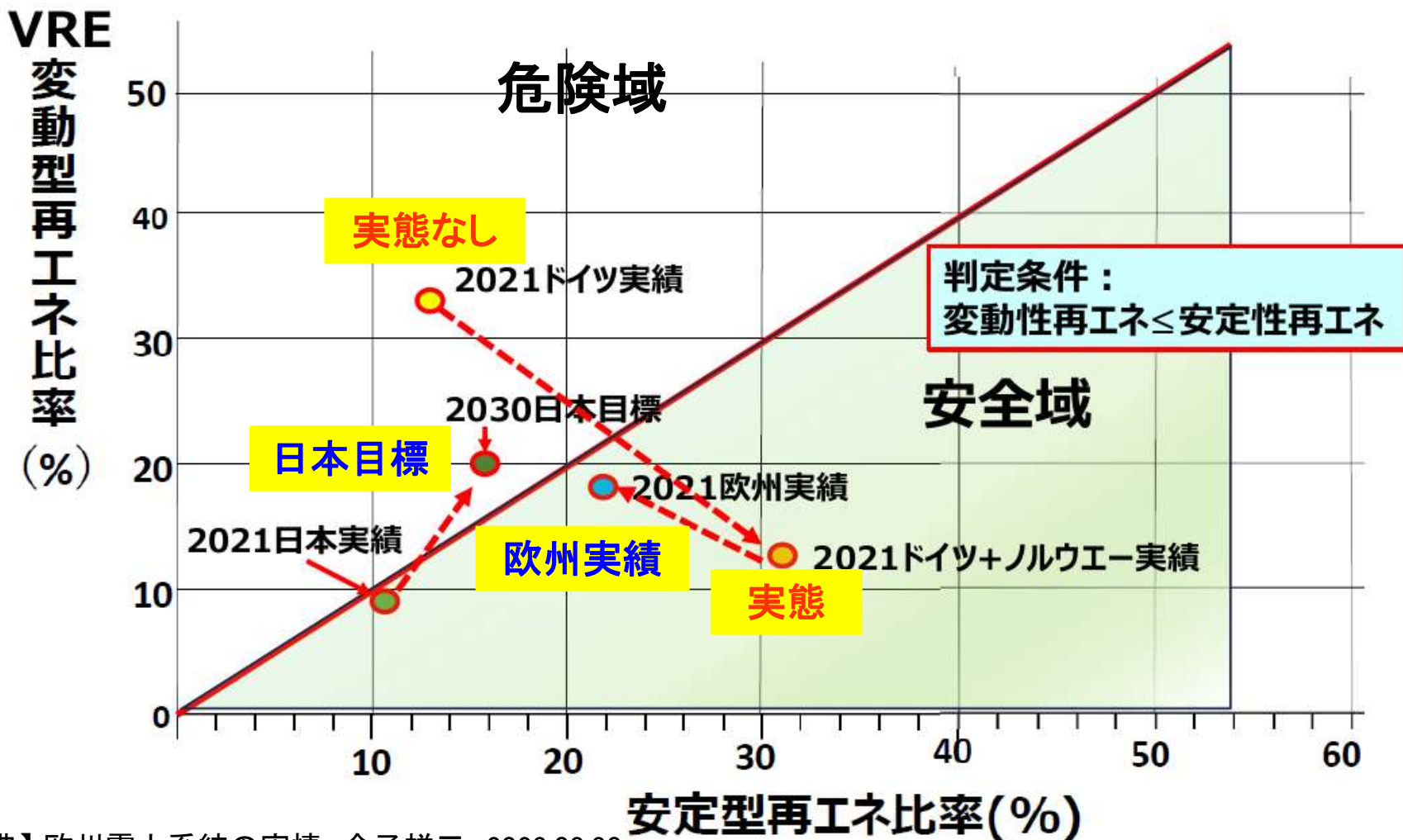
	ドイツ	ノルウェー	スウェーデン
太陽光	46.6	0	0
洋上風力	24.0	0	0
陸上風力	89.4	10.7	0
VRE小計	160.0	10.7	0
水力(流れ込み)	13.2	12.7	0
水力(貯水式)	1.2	123.2	74.2
水力小計	14.4	135.9	74.2

ドイツの代表的電力輸入国 (2021) Physical flow(GWh)

相手国	輸入量	輸出量	差し引き
ノルウェー	4284	1115	3169
スウェーデン	2222	279	1943
デンマーク	7287	3134	4153
フランス	9278	3696	5582

1. 不安定性の解決策 変動型再エネの許容範囲

電源比率の安定条件は、**変動型再エネ ≤ 安定型再エネ**。ドイツの変動型再エネの**安定性**を支えている**実態**は「ドイツ単独」ではなく、「**ノルウェー+ドイツ電力網**」。
2030日本目標は欧州全体の実績にも裏付けのない**危険域**。

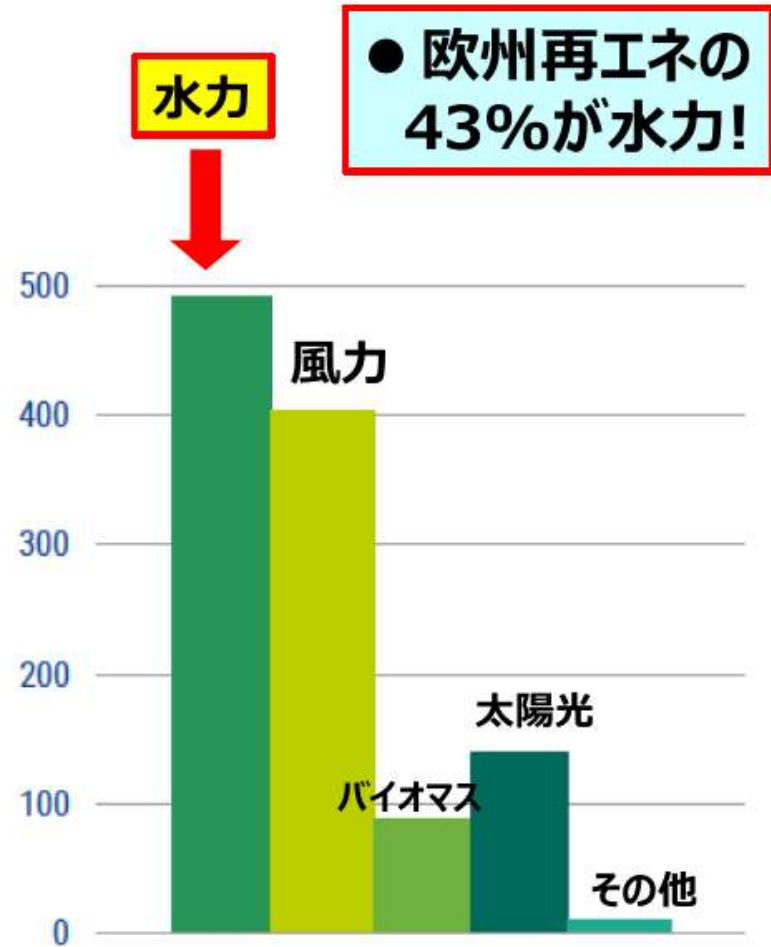


1. 欧州の再エネ :実は水力が最大

欧州再エネは水力が43%と最大。太陽光、風力の変動性再エネ48%の不安定性を支えている。

ENTSO-E renewable generation¹

	TWh	%
Renewable net generation 2021	1 144.5	
of which hydro	494.3	43
of which wind	407.1	36
of which biomass	90.0	8
of which solar	141.3	12
of which other renewable	11.9	1



1. 不安定性の解決策 電力系統の日欧比較

日欧の送電網の比較

日本は国土が細長く送電網は直線状で「串型系統」と呼ばれ、地域ごとの独立性が比較的高い。欧州は「メッシュ型」の送電網となっており、欧州全体で一つの送電網を形成。このため、欧州は迂回路が多く、混雑し難い一方、日本はボトルネックとなる所で混雑し易く、電力の特性上1カ所の混雑が全体に影響。

日本の電力系統の特徴

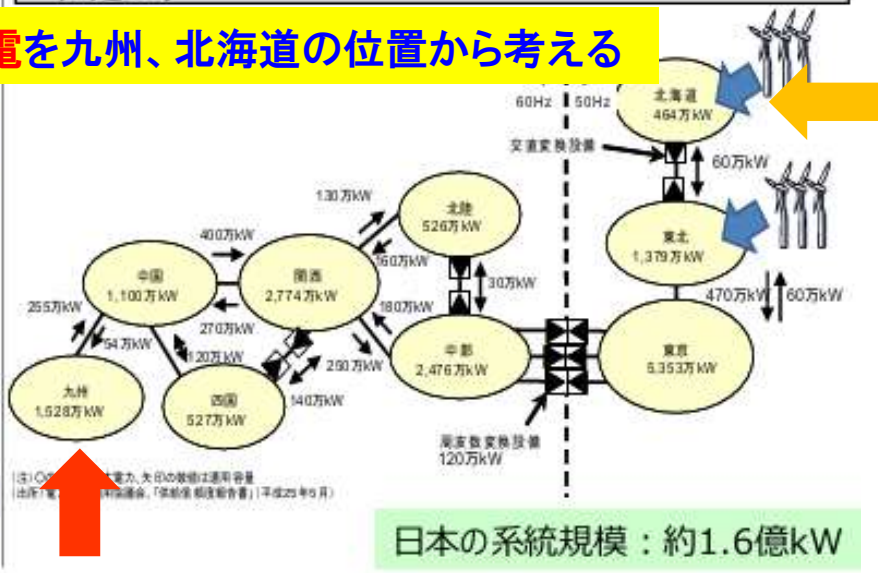
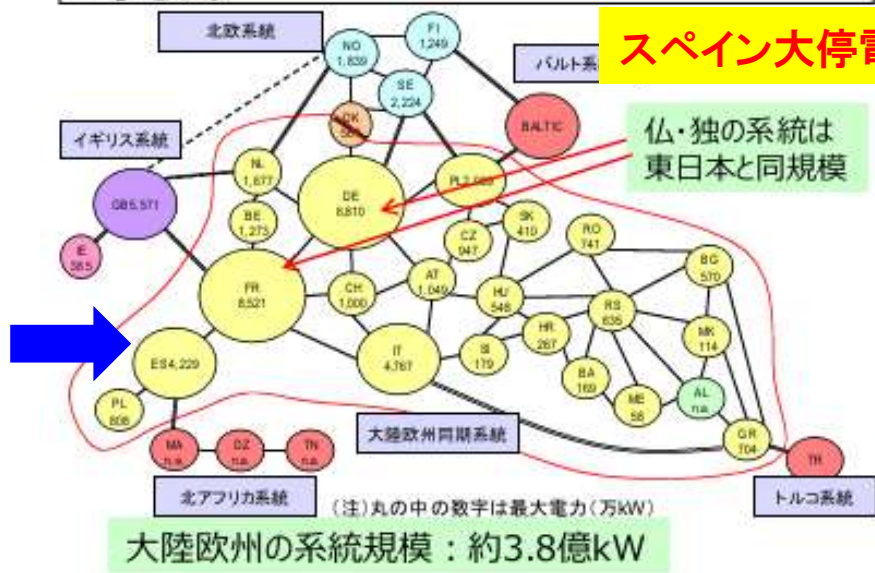
2種類(50.60Hz)の周波数。エリア間の連系は1点が多く、連系送電線容量が小さい。

<欧州>

- 多国間連系を進め、大規模な同期系統を形成し、いわゆるメッシュ系統となっている。
- このため、事故時には停電の影響を限定的にするのが比較的難しい。
- 地震や台風等の大規模災害リスクは相対的に小さい。

<日本>

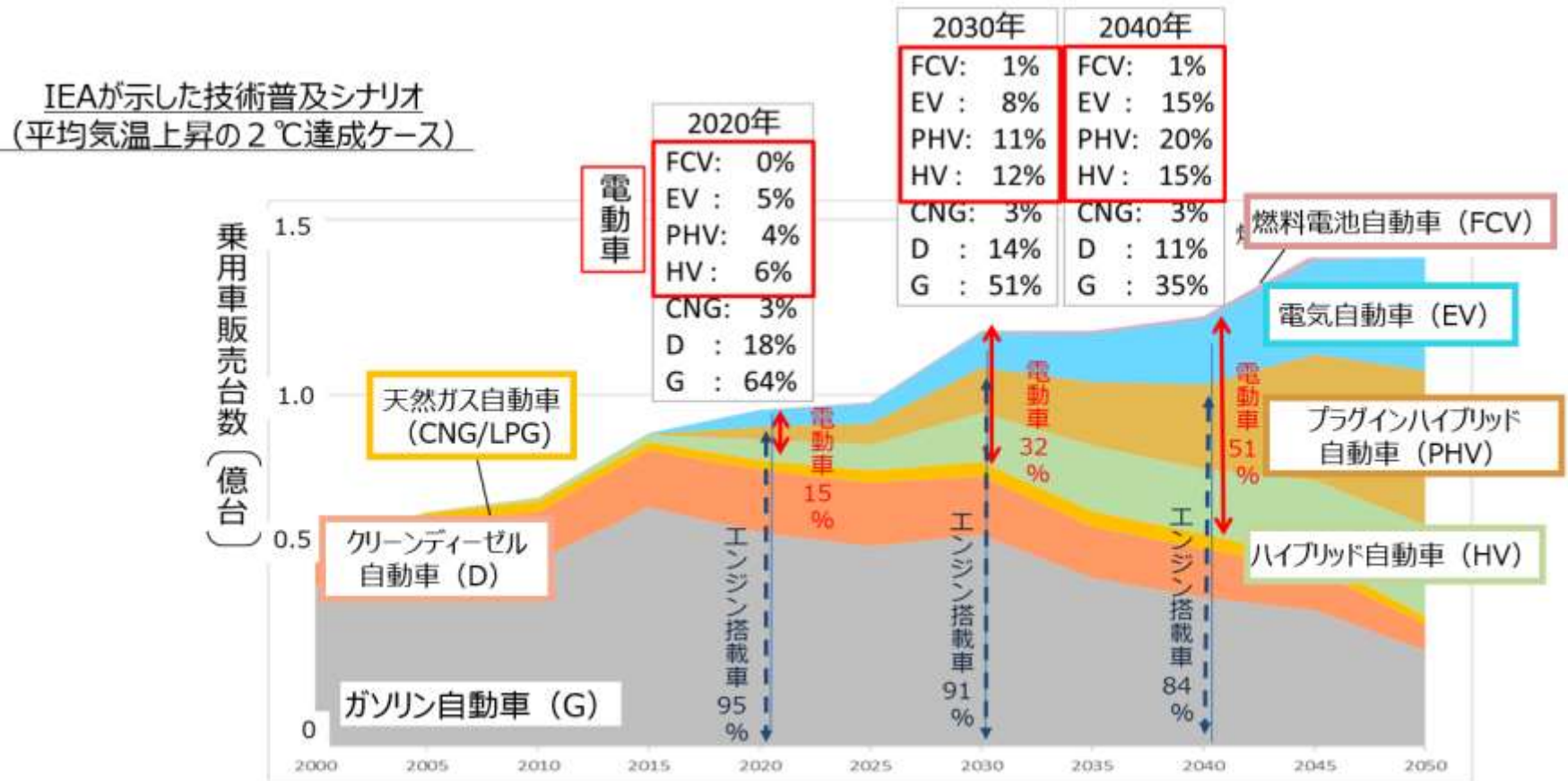
- 地域ごとに、電力系統が独立して発展。
- このため、特定の地域で生じた事故や停電の影響を比較的、限定し易い一方、地域を越えて送電可能な範囲は限定。地域間連系線を増強中。
- 地震や台風等の大規模災害リスクは相対的に大きい。



1. 自動車の低・脱炭素化

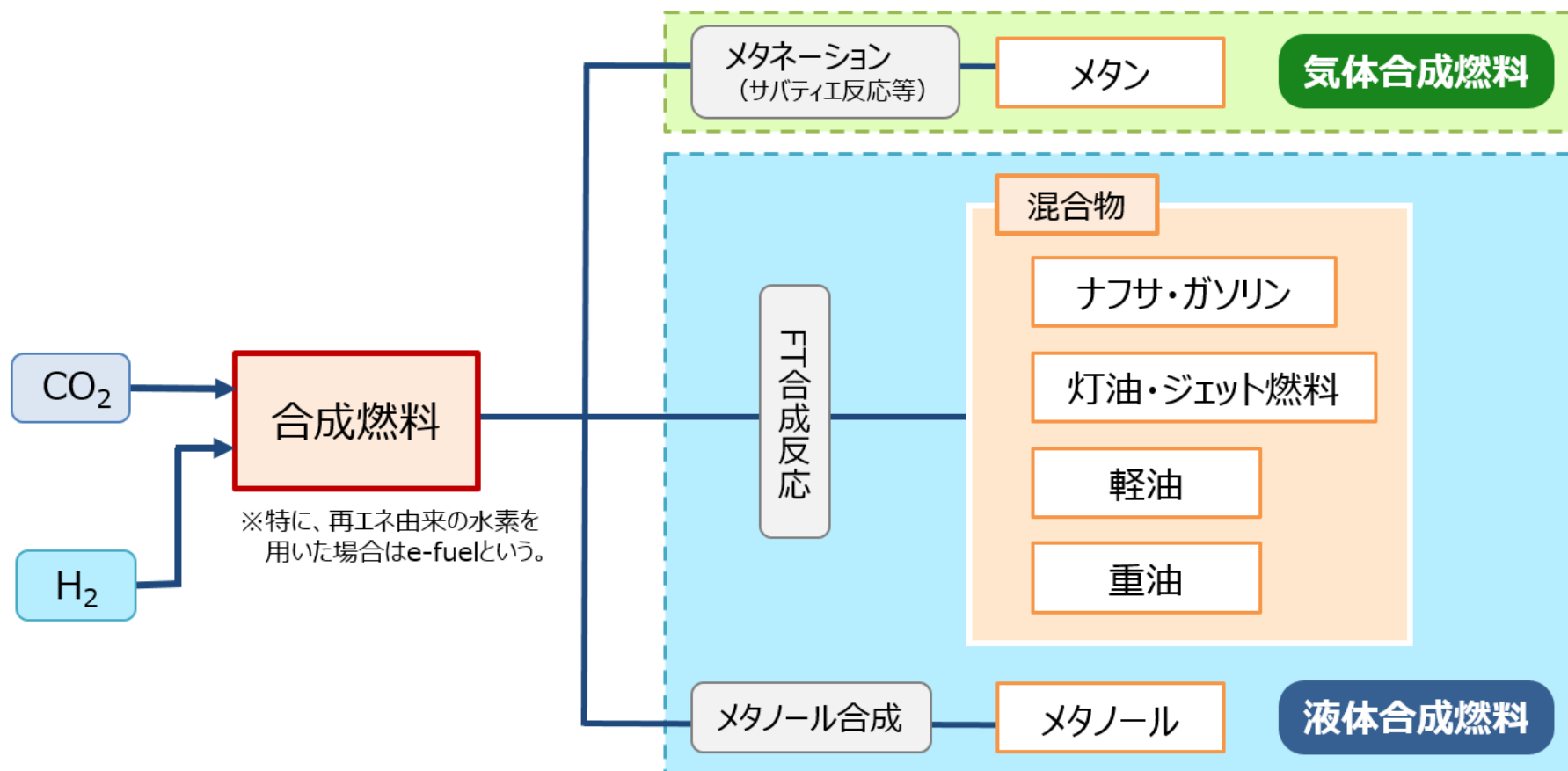
電動化の流れの中でもエンジン車が共存

2017年国際エネルギー機関IEA見通し。2030年時点、エンジン搭載車91%残り、2040年においても84%と予想。エンジン搭載車に供給する脱炭素燃料が重要



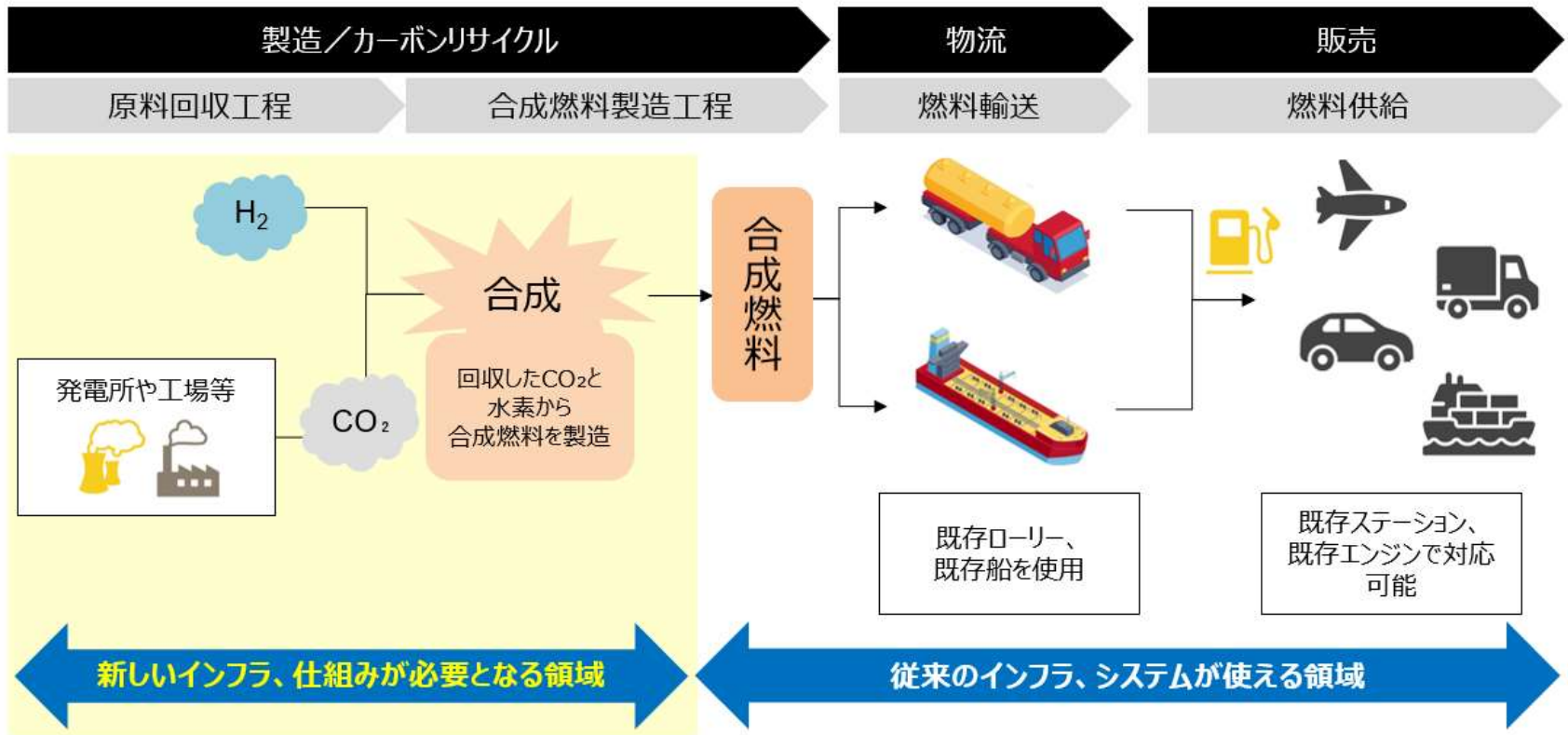
(出典) IEA 「ETP (Energy Technology Perspectives) 2017」に基づき経済産業省作成

【出典】資源エネルギー庁、2021.07.08



合成燃料は、CO₂とH₂を合成して製造。**原料CO₂**は、発電所や工場などからの排出CO₂を利用。将来は、大気中のCO₂を直接分離・回収したCO₂を想定。**原料水素**は、再エネ電気で水から水素をつくる「水電解」が基本。

1. 自動車の低・脱炭素化 既存設備が利用できるメリット 合成燃料



ガソリンを**液体合成燃料**に置き換えれば、**高いエネルギー密度**を保持しつつ**CO₂排出量**を低減できる。**【特徴】既存設備**(燃料インフラ)を**活用**できる。導入**コスト**を抑制でき、市場への導入がより円滑。国内で**大量生産**でき、液体なので常温常圧で長期**備蓄**が可能。

1. 自動車の低・脱炭素化

合成燃料の課題は製造技術とコスト

※NEDO「CO2からの液体燃料製造技術に関する開発シーズ発掘のための調査（2020.8）」の結果に基づき試算。

H ₂	CO ₂	製造コスト	
100円/Nm ³ × 6.34Nm ³ /L	5.91円/kg × 5.47kg/L		
= 634 円/L	+ 32 円/L	+ 33 円/L	= 約700円/L
国内水素で合成燃料を国内製造			
(32.9円/Nm ³ + 14.65円/Nm ³) × 6.34Nm ³ /L			
= 301 円/L	+ 32 円/L	+ 33 円/L	= 約350円/L
海外水素を輸送、合成燃料を製造			
32.9円/Nm ³ × 6.34Nm ³ /L			
= 209 円/L	+ 32 円/L	+ 33 円/L	= 約300円/L
海外で合成燃料を製造			
20円/Nm ³ × 6.34Nm ³ /L			
= 127 円/L	+ 32 円/L	+ 33 円/L	= 約200円/L
水素価格20円/Nm ³			

国内の水素を活用し、国内で合成燃料を製造するケース

海外の水素を国内に輸送し、国内で合成燃料を製造するケース

合成燃料を海外で製造するケース

将来、水素価格が20円/Nm³になったケース

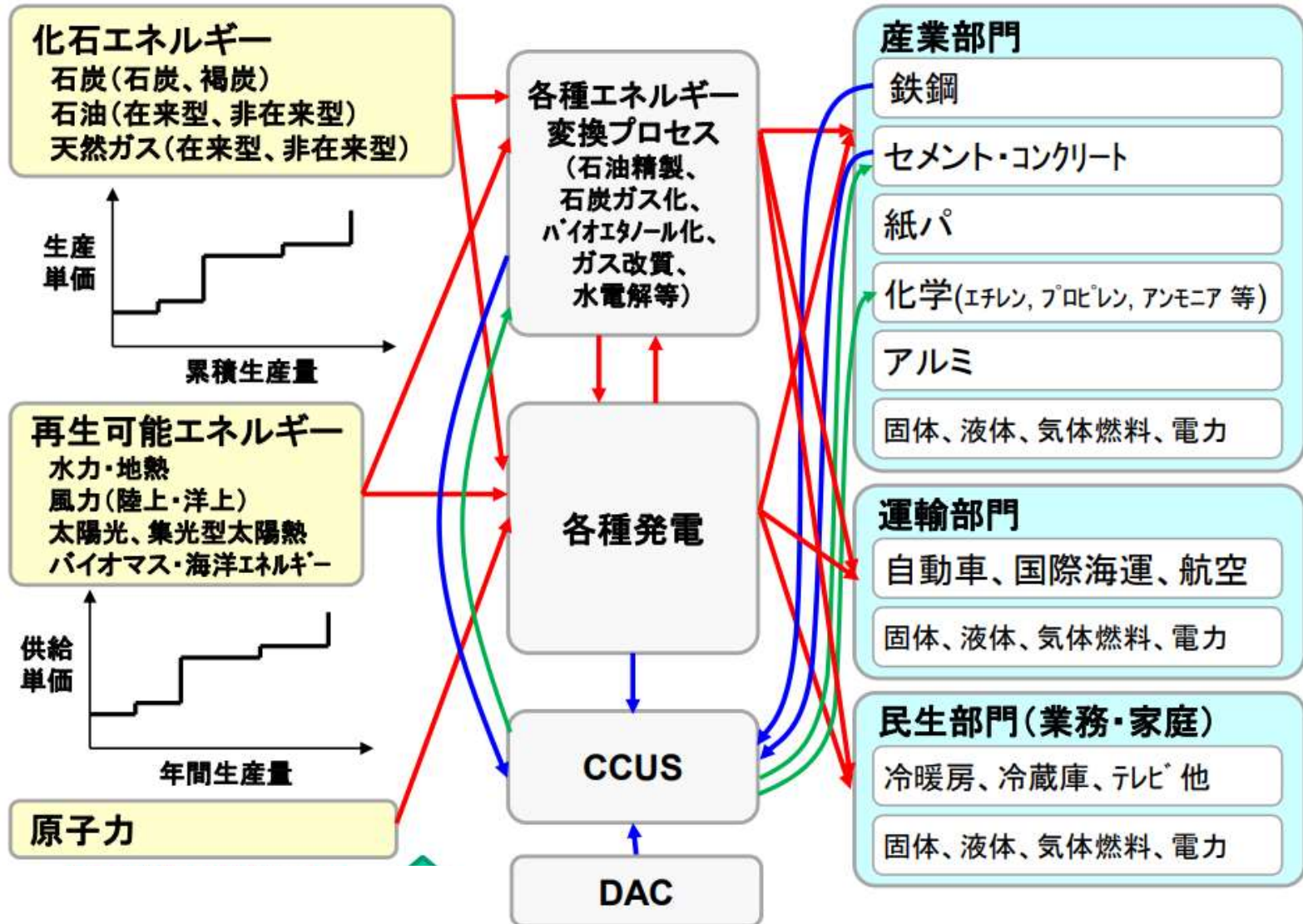
- 【残る課題】① 製造技術の確立・効率の向上、
② 製造コスト(国内の水素製造・輸送コストが高い。海外で製造)、
【現状】欧米を中心に開発・実証が急速に進む。

2. 2050年脱炭素へ向けての動向

- 2.1 世界の脱炭素の動向(IEA)_脱炭素の道は険しい_
- 2.2 カーボンニュートラル(CN)とは
- 2.3 日本政府のCN政策・克服すべき課題

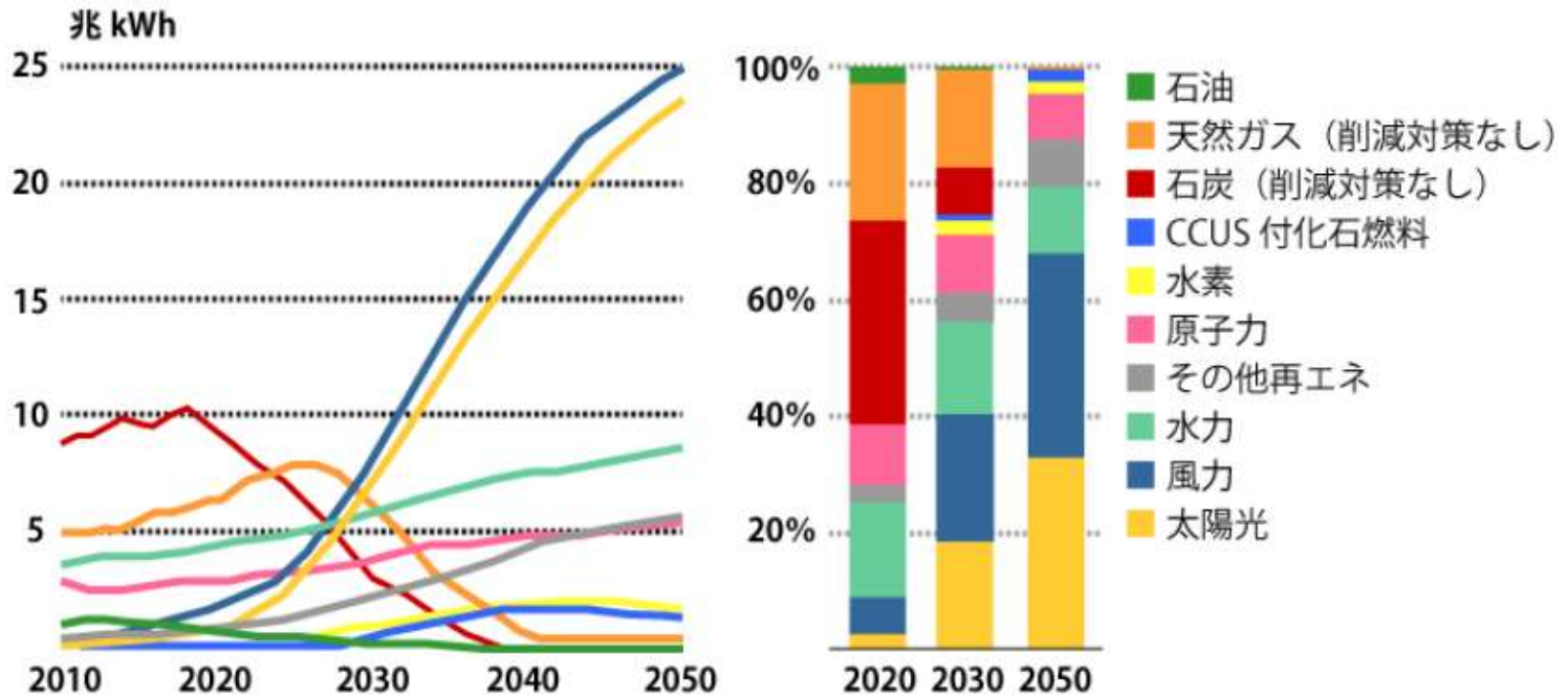
2.1 世界の脱炭素の動向

エネルギーフローの概要



2.1 世界の脱炭素の動向

2050年ネットゼロ排出量シナリオ(NZE)における世界の発電量(電源別)



太陽光と風力発電が先頭に立ち、再生可能エネルギーシェアを2020年の29%から2050年までに90%近くまで押し上げる。原子力と水素、CCUSが再生可能エネルギーを補完する

2050年ネットゼロでは、50年のエネルギー需要は現在より8%減、経済規模は2倍以上、人口は20億人増加。電力は全体の50%、輸送、産業など全てで重要な役割。

★ネットゼロでは、再エネ20年29%→30年60%→50年90% (非現実的?)

NZE 2050年ネットゼロを達成するために必要なシナリオ。気温上昇1.5°Cまで。見通しではない

【出典】NET Zero by 2050 : A Roadmap for the Global Energy Sector, IEA2021.5 (原産翻訳)

2.2 CNとは

CNのイメージ(模式的)

CNを実現するには、**電力部門**の脱炭素化が大前提。**非電力部門**は、電化や水素化などCO₂を排出しないエネルギーへの**転換**を進める。2050年には、排出量と、植林やDACCSなどによるCO₂の吸収を**相殺**することで、実質排出0トンを目指す。

世界のCO₂排出量
GT=10億トンCO₂

どこからやるのか

より**上流**から、**効果**のある、**容易**にできるものから



1.5℃シナリオに基づき2050年までに
グローバルでのCO₂ネットゼロを達成する
シナリオ
(IEA・IPCC等の情報を元に当社調べ)

2.3 日本政府のCN政策・克服すべき課題

部門別の技術開発項目(電力、産業部門)

どんな技術を開発しようとしているのか

パリティ=同等

		脱炭素技術	克服すべき主な課題 ※1 薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの	コストパリティ
電力部門	発電	再エネ	➢ 導入拡大に向け、系統制約の克服、コスト低減、周辺環境との調和が課題	
		原子力	➢ 安全最優先の再稼働、安全性等に優れた炉の追求、継続した信頼回復が課題	
		火力+CCUS/ カーボンリサイクル	➢ CO2回収技術の確立、回収CO2の用途拡大、CCSの適地開発、コスト低減が課題	
		水素発電	➢ 水素専焼火力の技術開発、水素インフラの整備が課題	水素価格 約13円/Nm3
		アンモニア発電	➢ アンモニア混焼率の向上、アンモニア専焼火力の技術開発が課題	
産業部門	熱・燃料	電化	➢ 産業用ヒートポンプ、設備のコスト低減、技術者の確保、より広い温度帯への対応が課題	
		バイオマス活用 (主に紙・板紙業)	➢ 黒液(パルプ製造工程で発生する廃液)、廃材のボイラ燃料利用の普及拡大に向け、燃料コストの低減が課題	
		水素化 (メタネーション)	➢ 水素のボイラ燃料利用、水素バーナー技術の普及拡大に向け、設備のコスト低減、技術者の確保、水素インフラの整備が課題 ➢ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	水素価格 40円/Nm3
		アンモニア化	➢ 火炎温度の高温化のためのアンモニアバーナー等の技術開発が課題	
	製造プロセス (鉄鋼・コンクリート ・化学品)	鉄： 水素還元製鉄	➢ 水素による還元を実現するために、水素による吸熱反応の克服、安価・大量の水素供給が課題	水素価格 約8円/Nm3
		コンクリート： CO2吸収型 コンクリート	➢ 防錆性能を持つCO2吸収型コンクリート(骨材としてCO2を利用)の開発・用途拡大、スケールアップによるコスト低減、CO2のセメント原料活用(石灰石代替)の要素技術開発が課題 ➢ セメントキルン(回転窯)からのCO2回収のための技術開発が課題	
		化学品： 人工光合成	➢ 変換効率を高める光触媒等の研究開発、大規模化によるコスト低減が課題	

※2 主なエネルギー起源CO2を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO2排出も対象
コストパリティは既存の主要技術を対象に燃料費のパリティ水準を算出

※3 水素発電のパリティはLNG価格が10MMBtuの場合、水素還元製鉄は第11回CO2フリー水素WGの
資料より抜粋(100kW級の純水素FCで系統電力+ボイラーを置換)

2.3 日本政府のCN政策・克服すべき課題

部門別の技術開発項目(民生、運輸、炭素除去)

どんな技術を開発しようとしているのか

パリティ=同等

		脱炭素技術	克服すべき主な課題 ※1 薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの	コストパリティ
民生部門	熱・燃料	電化	➤ エコキュート、IHコンロやオール電化住宅、ZEH,ZEB等を更に普及させるため、設備コスト低減が課題	
		水素化	➤ 水素燃料電池の導入拡大に向けて、設備コスト低減、水素インフラの整備が課題	
		メタネーション	➤ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	
運輸部門	燃料 (乗用車・トラック・バスなど)	EV	➤ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、充電インフラの整備、充電時間の削減、次世代蓄電池の技術確立が課題	電力価格 約10~30円/kWh
		FCV	➤ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、水素インフラの整備、が課題	
		合成燃料 (e-fuel)	➤ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	水素価格 約90円/Nm3
	燃料 (船・航空機・鉄道)	バイオジェット燃料/ 合成燃料 (e-fuel)	➤ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	
		水素化	➤ 燃料電池船、燃料電池電車の製造技術の確立、インフラ整備が課題	
		燃料アンモニア	➤ 燃料アンモニア船の製造技術の確立	
炭素除去	DACCS、BECCS、植林	➤ DACCS : エネルギー消費量、コスト低減が課題 ➤ BECCS : バイオマスの量的制約の克服が課題 (CCSの適地開発、コスト低減は双方共通の課題)		

※2 DACCS : Direct Air Capture and Storage、 BECCS : Bio-energy with Carbon Capture and Storage

※3 ガソリン自動車との比較。ガソリン価格が142.8円/Lの時を想定 (詳細は第11回CO2フリー水素WGの資料を参照)

※4 主なエネルギー起源CO2を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO2排出も対象
コストパリティは既存の主要技術を対象に燃料費のパリティ水準を算出

出典:資源エネルギー庁HP スペシャルコンテンツ

3. 技術的・経済的に現実的な選択

- 3.1 自動車と火力発電の脱炭化技術の横串の関係
- 3.2 変動型再エネの課題、電力貯蔵の必要量、再エネを火力が支える現実
- 3.3 火力発電の脱炭素化の例
- 3.4 燃料の水素化の例(火力発電、製鉄×、航空機×) ×:省略

3.1 自動車と火力発電の脱炭化技術の分類

脱炭素化の対象		自動車	火力発電
燃焼効率向上		[ガソリン] 燃費改良 ICE	[LNG] A-USC, GTCC
排ガス規制対策 (S、N)		排ガス規制対策 ICE	A-USC, GTCC
排ガスの脱炭素化			CCS
燃料の工程中脱炭素			[石炭ガス化] IGCC
燃料の脱炭素化		[CN 燃料] CNICE [水素] HICE	[アンモニア] AGT [CN 燃料] CNGT [水素] HGT
燃料駆動＋ 駆動の電動化 (蓄電)		[ガソリン＋蓄電] HEV, PHEV	(駆動機能なし)
駆動の 電動化	蓄電	[蓄電] BEV,	
	水素発電	[水素発電、電動] FCEV	

[]: エネルギー源, HEV: ハイブリッド車, PHEV: プラグインハイブリッド車,
BEV: 電気自動車, FCEV: 燃料電池車, ICE: 内燃機関 (エンジン) 車,
HICE: 水素エンジン車, CN 燃料: 合成燃料とバイオ燃料, CNICE: CN 燃料エンジン車,
A-USC: 次世代超超臨界圧発電, GTCC: ガスタービン複合サイクル発電,
IGCC: 石炭ガス化複合発電, AGT: アンモニアガスタービン発電,
CNGT: CN 燃料ガスタービン発電,
HGT: 水素ガスタービン発電, CCS: CO₂ 回収・貯蔵

3.2 変動型再エネ(太陽光)の課題

1 不経済性

- ・総合コスト(支える待機火力などの稼働率低下、送電網強化費用などを含むと新設発電コストが高い)

2 不安定性・電力需給が逼迫

- ・再エネ(太陽光、風力)普及のために送電網の強化を決定
北海道一関東、九州一本州に複数ルートを新增設
- ・2021年1月大雪で電力需給が逼迫。2022年2月に電力不足?
- ・北海道大停電 2018年9月

3 被災急増・二次自然災害の誘発

- ・太陽光パネル設置斜面の崩落、景観悪化など
規制する都道府県が多くなった

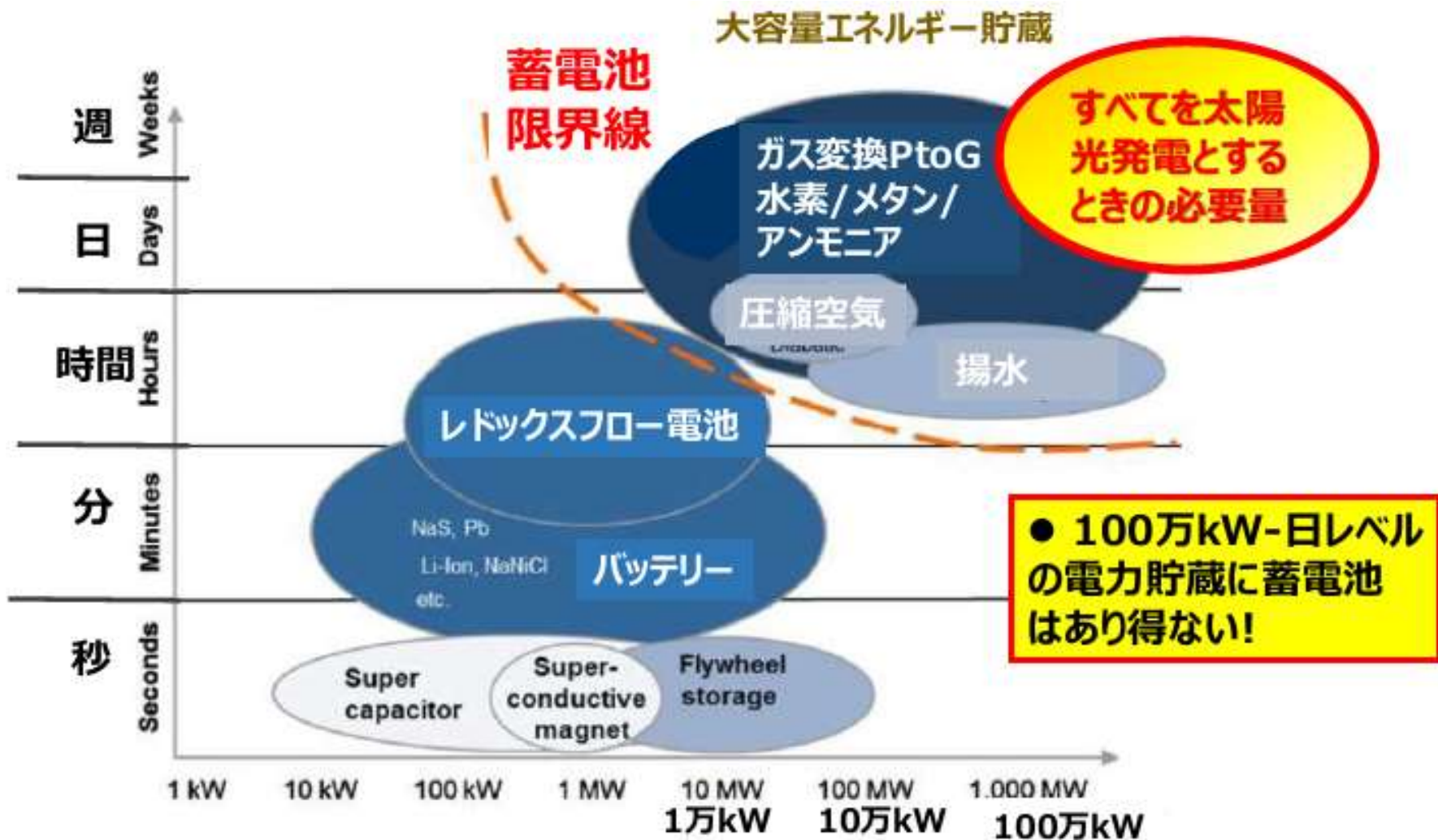


兵庫県姫路市 平成30年豪雨に伴い

4 国際競争力の失墜(EVを含む)

- ・重要鉱物資源の中国リスクがある。太陽光パネルの80%が中国製、今後の洋上風力も。EV電池や水電解装置の鉱物資源の多くが中国製など

3.2 経済性 全てを太陽光発電とするときの電力貯蔵の必要量

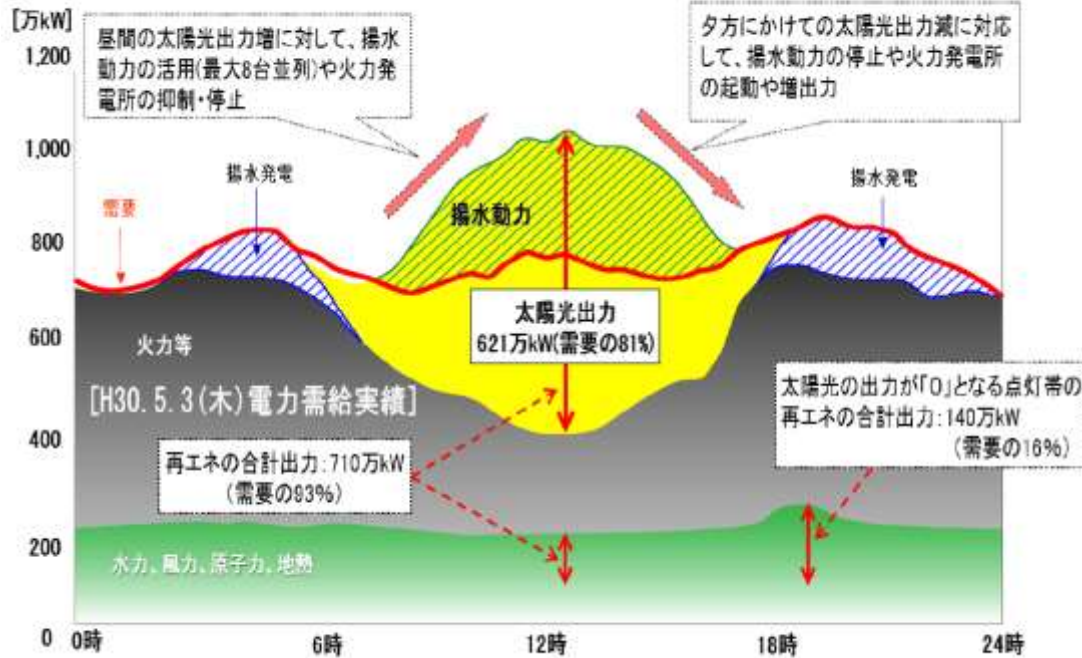


[出典] "Development and applications for MW-scale electrolyzer systems" (SIEMENS, 2016)
 水素・燃料電池戦略協議会CO2フリー水素ワーキンググループ資料に金子加筆

3.2 不安定性 再エネ大量導入による電力需給の抑制

[参考] H30.5.3(木)の電力需給状況

九州電力の再エネ出力余剰対策事例



出典:再エネ出力制御に向けた対応状況について,九州電力, 2018.10.10

2018年10月13日(土)昼過ぎ
 需要=828万kW
 火力抑制後の供給=1,293万kW
 揚水発電=-226万kW
 域外送電=-196万kW
太陽光発電抑制=-43万kW

1年間で56回出力抑制

2020年3月27日(土)昼過ぎ
 需要=830万kW
 火力抑制後の供給=1229.7kW
 揚水動力=-186.2万kW
 域外送電=-208万kW
 蓄電池=-5万kW
太陽光発電抑制=-385.7万kW

1年間で60回出力抑制



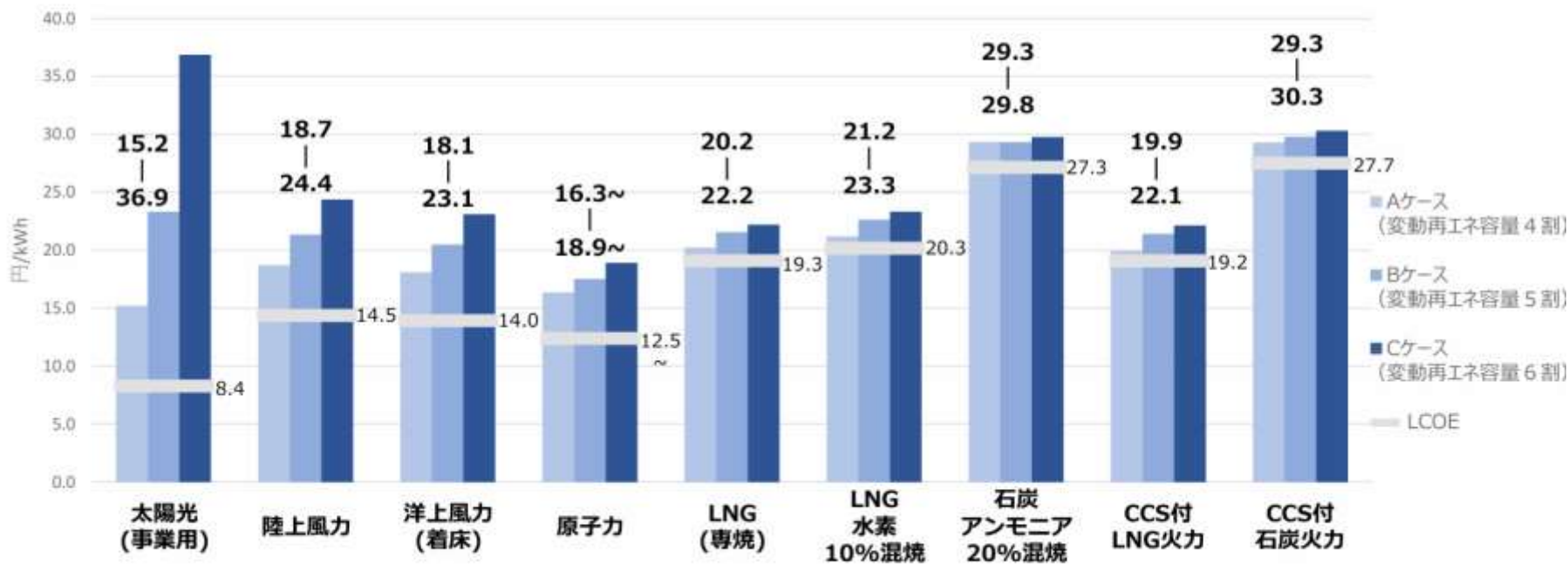
- ①揚水運転による再生可能エネルギーの余剰電力の吸収、火力発電等の出力制御
- ②連系線を活用した他地域への送電〔開門連系線の活用〕
- ③バイオマスの出力制御
- ④**太陽光・風力の出力制御**
- ⑤長期固定電源(水力、原子力、地熱)の出力制御

3.2 不安定性 再エネ大量導入による電力需給の抑制

【統合コストの一部を考慮した発電コスト】2040年の試算の結果概要

委員試算を踏まえた検証結果。
政策支援を前提に達成するべき
性能や価格目標とも一致しない

- 太陽光や風力といった安定した供給が難しい電源の比率が増えていくと、電力システム全体を安定させるために電力システム全体で生じるコストも増加する。電源別の発電コストを比較する際、従来から計算してきた①に加え、一定の仮定を置いて、②も算定した。
 ①新たな発電設備を建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算したもの（＝「LCOE」）
 ②ある電源を追加した場合、**電力システム全体に追加で生じるコスト**（例：他電源や蓄電池で調整するコスト）を考慮したコスト
 （■統合コストの一部を考慮した発電コスト）
- 統合コストの一部を考慮した発電コストは、**既存の発電設備が稼働する中で、ある特定の電源を追加した際に電力システムに追加で生じるコスト**を計算している。具体的には、LNG火力など他の電源による調整、揚水や系統用蓄電池による蓄電・放電ロス、再エネの出力制御等に関するコストを加味する。
- 将来のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、ある特定の電源を追加した際に電力システムで代替されると想定される電源の設定（今回は、費用が一番高い石炭火力とした）などの**試算の前提を変えれば、結果は変わる**。今回は、3ケースについて算定。更なる技術革新などが起こる可能性も留意する必要あり。



※2040年の電源システムについて、一定程度、地域間連系線が増強され、系統用蓄電池が実装されているケースを想定しており、これらによる統合コストの引き下げ効果は、上記結果に加味されている。加えて、デマンドレスポンスを一定程度考慮した場合、統合コストの一部を考慮した発電コストが上記より低い水準になる。

※地域間連系線の増強費用や蓄電池の整備費用は、「ある特定の電源を追加した際に」電力システム全体に追加で生じるコストではないため、計算には含まれない。

※水素、アンモニアは熱量ベース。

3.2 不安定性 出力制御された再エネの電力量

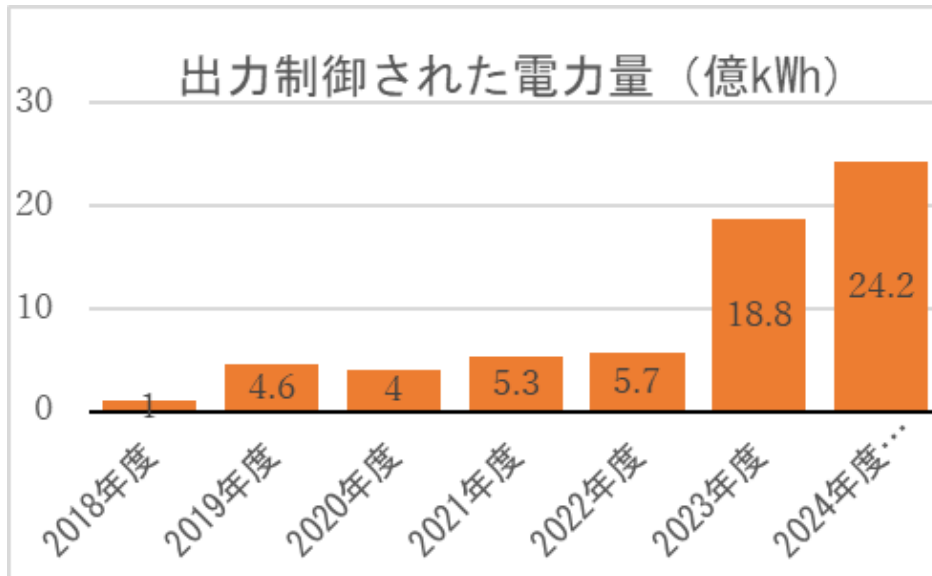
【九州エリア】



九州エリアの再エネ導入量の推移

「不安定型再エネ導入量(太陽光発電+風力発電)」と「最少需要」の比較

2016年には「最少需要」を上回った



出力制御された再エネ電力量(億kWh)

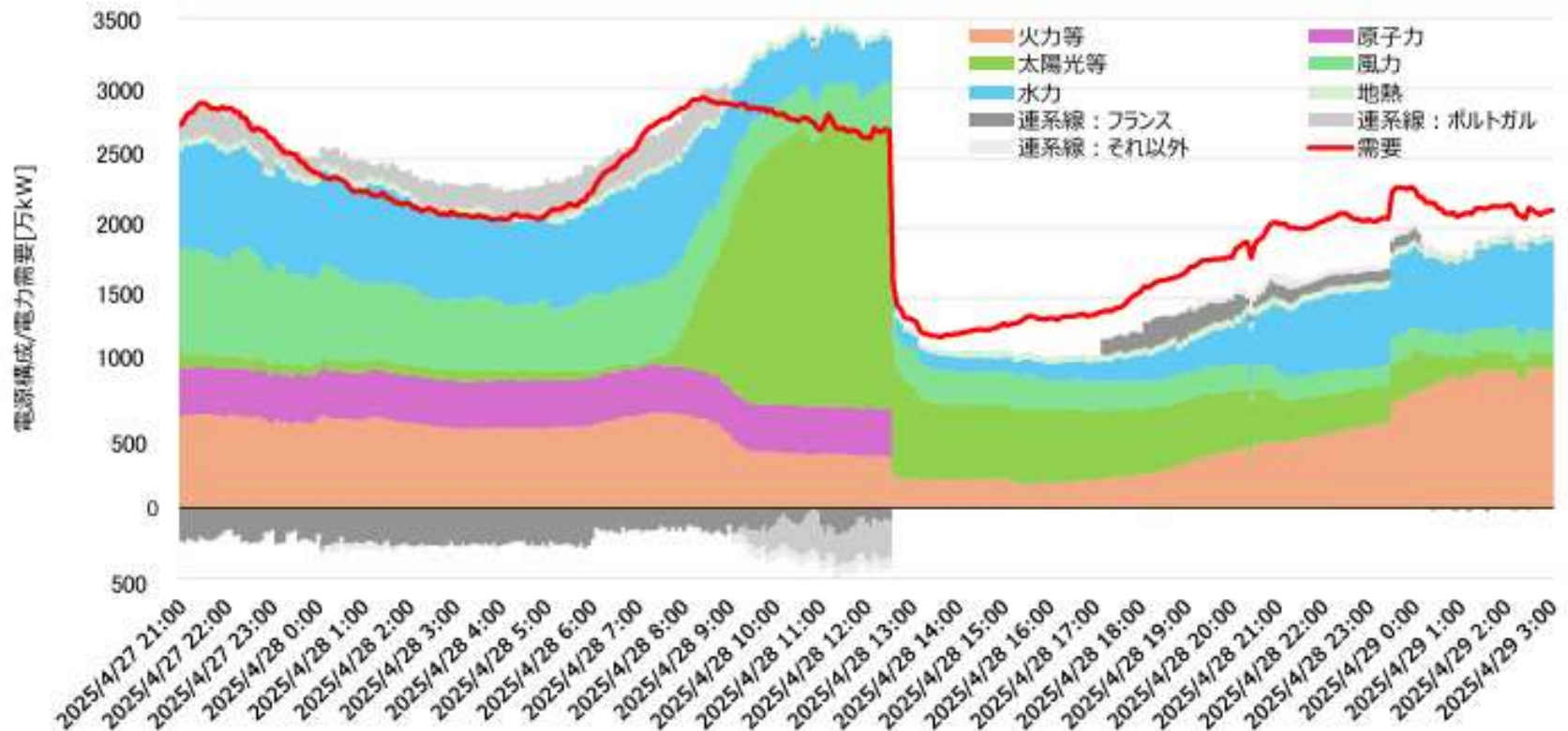
2021年度までは九州エリアだけで実施されていたものが、2022年度以降は他のエリアにも拡大

3.2 不安定性 再エネ大量導入によるスペインの大停電

欧州の停電について

- 現地時間、2025年4月28日の12:30頃、スペイン、ポルトガル及びフランスの一部などで大規模な停電が発生。
- 停電発生時には、スペインにおいて約1,500万kWの電源が停止するなどの事象が発生。欧州系統運用者ネットワーク（ENTSO-E）が専門家パネルを設置して、要因分析を進めている。 ※停電直前のスペインの電力需要は約2,700万kW

【2025年4月28日のスペイン国内の電力需給の状況】



(出典) Red Eléctrica de España S.A.の公表データを基に資源エネルギー庁作成

3.3 火力発電の脱炭素化(石炭ガス化／大崎クールジェンIGCC)

大崎クールジェンプロジェクトは、石炭火力発電から排出されるCO₂を大幅に削減させるべく、究極の高効率発電であるIGFCとCO₂分離・回収を組合せた革新的低炭素石炭火力発電の実現をめざすもの。石炭ガス化技術は、**安価に石炭を水素化する技術**とも言える。

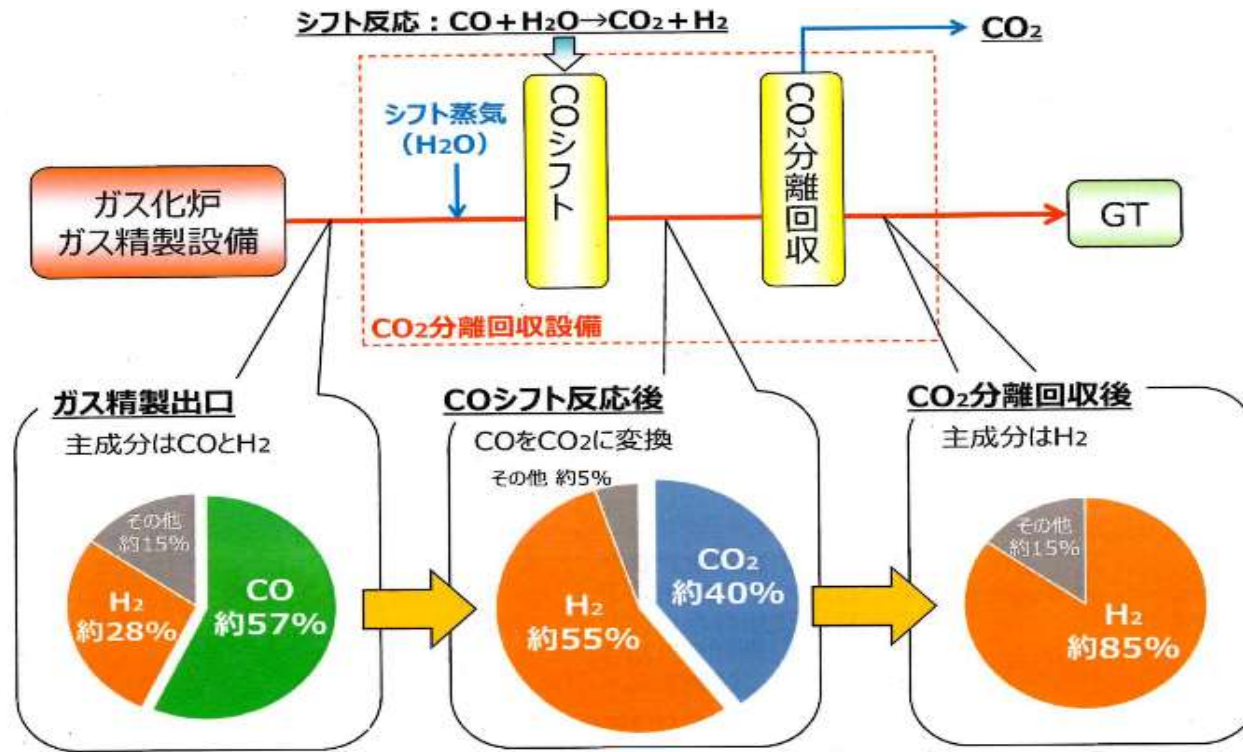


電源開発と中国電力が折半で設立した「大崎クールジェン(株)」。瀬戸内海の大崎上島(広島県)にあり、対岸の広島県竹原市には、電源開発の竹原火力発電所(超々臨界圧石炭火力)もある。「大崎クールジェンプロジェクト」は、NEDOとの国家プロジェクトとして開発した石炭ガス化複合発電(IGCC)。

3.3 石炭ガス化発電は水素発電だ (奈良林 直 東工大特任教授)

実質的な石炭水素化発電 (奈良林 直教授)

ガス化排熱回収とともに酸素を多く供給して(シフト反応)で水素の割合を55%まで高め、残りの40%のCO₂は、燃焼前に物理的に分離。これを貯留(CCS)すれば、水素比率を85%に高め、残りは窒素と4%まで減らしたCO₂になる(下図)。ガスタービンのバーナーで燃焼する前にCO₂を容易に分離・回収できる、ほとんどCO₂を排出しない火力発電所が実現する。



石炭ガス化設備における燃料水素の過程

3.4 燃料の水素化 水素ガスタービンが水素消費を拡大・コスト低減

- 水素焼きガスタービンにより消費される燃料水素は大規模かつ安定。
- 水素インフラ導入期においては、水素供給事業への参入リスクを下げ、インフラの拡充への波及効果が期待される。

GT 出力500MW 効率60%
20vol%水素混焼プラント 1基
水素消費量：1.4t/h



燃料電池自動車
10~13万台



100,000~130,000

20%混焼でFCV10~13万台相当の水素消費。専焼ならさらに効果大。

まとめ(2) 柔軟で安定な低・脱炭素移行戦略のために

2050年カーボンニュートラル(CN)の実現のために

1. 電気自動車(EV)は日本では**まだ**環境に優しくない。日本の産業の根幹をなす「**自動車産業**」は、**電動化の大きな流れの中でもエンジン車が共存する現実**を直視して、移行段階では燃料のCN化を含めて**幅広く**対応すべき。
2. 自動車のCN化のためには、上流の**電力の脱炭素化**を優先的に進めることが必須。**欧州**の再エネの最大は**実は水力**。**日本**の再エネの課題を直視し、再エネの不安定さや利用拡大にも貢献している火力発電の脱炭素、**燃料**のCN化を行い、**既存設備・技術**を利活用することも考慮すべき。
3. 脱炭素に電(動)化と水素化(水素燃料)の方向がある。**適用分野ごとに選択**する際、日本の**国際競争力**が考慮されるべき。
4. 既存設備・技術の低炭素化を図る**分野横断**の移行戦略が必要。

対話イン鹿児島大学2025 基調講演(2)



将来の電力需要予測の弱点

～データセンターなどの省電力技術、電気自動車は環境に優しいか～

ご清聴ありがとうございました