

環境価値等を踏まえたアグリゲーションビジネスの展望

デロイトトーマツコンサルティング合同会社 サステナビリティユニット 大屋昌士

世界を取り巻く環境の変化

脱炭素という目標は変わっていないが、保護貿易、自給率の向上等に係る動きが加速化している



出所 : O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M., Solecki, W., 2015. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change in press.

将来に向けてどのような課題が生じるか（課題の例）

気候変動により自然災害の増加、脱炭素に向けた政策支援、再エネ拡大による電力システム改革等により様々な課題が生じる

エネルギー調達の
不確実性

ウクライナ戦争等による
エネルギー価格高騰・不安定化

災害激甚化による
BCPニーズの高まり

脱炭素に向けた
支援策・義務化

FIT・FIP制度
の継続

PV設置の義務化・
ZEH・ZEB基準省エネ
義務化(2030)

EV充電器の
設置義務化

値差補助による
水素普及促進

ゼロカーボンシティ
の提唱・補助

排出権取引の本格開始・
CPとしてのコスト負担化

電力系統維持に
向けた支援

再エネ比率向上
による系統混雑

送配電設備の
老朽化

EV普及による
系統圧迫

配電網レベルの需給
調整の仕組み検討

需給調整
市場の整備

弊社のシミュレーションモデルの概要

IEAで開発が進む“TIMES”に、上位2電圧(350超の変電所)の系統情報やメッシュ粒度の再エネポテンシャルを反映した精緻なシミュレーションモデルを開発

シミュレーションモデル概要

- IEA*1のETSAP*2で開発が進められている長期のエネルギーの在り方を分析するプログラム
- IEAや各国政府の長期エネルギーシナリオの分析において活用されている
- 将来のエネルギー需要やエネルギー供給・輸送設備の技術データ等をインプットすることにより **最も経済合理性のある技術の組み合わせ（電源構成等）を解として出力**

政府の審議会においても活用

第4回 将来の電力供給シナリオに関する検討会 配布資料

- 2024年3月5日 第4回 将来の電力供給シナリオに関する検討会 配布資料
- 資料 議事次第 (314KB)
 - 資料1 需要想定と検討状況について (3526KB)
 - 資料2-1 2050年度までの全国の長期電力需要想定一追加的要素(産業構造変化)の暫定試算結果一(一般財団法人電力中央研究所) (6364KB)
 - 資料2-2 2050年に向けた日本の電力需要の見通し(データセンター、半導体、自動車、鉄・化学等、自家発電を中心に)(公益財団法人地球環境産業技術研究機構) (4087KB)
 - 資料2-3 将来の電力供給シナリオに関する技術検討(デロイトトーマツコンサルティング合同会社) (2260KB)
 - 資料3 技術検討会社の将来想定を踏まえた方向性について(事務局) (904KB)
 - 資料4 御意見書 市村オブザーバー提出資料 (499KB)

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 (第66回会合)

令和6年12月3日(火)

配布資料

- ▶ 配布資料一覧 (PDF形式: 73KB)
- ▶ 議事次第 (PDF形式: 44KB)
- ▶ 委員名簿 (PDF形式: 87KB)
- ▶ ヒアリング機関出席者一覧 (PDF形式: 55KB)
- ▶ 資料1 事務局提出資料(シナリオ分析について) (PDF形式: 3,002KB)
- ▶ 資料2 事務局提出資料(次期エネルギー基本計画の骨格(案)) (PDF形式: 189KB)
- ▶ 資料3 ヒアリング資料(国立環境研究所) (PDF形式: 1,453KB)
- ▶ 資料4 ヒアリング資料(地球環境産業技術研究機構) **【2024/12/16 差し替え】** (PDF形式: 2,592KB)
- ▶ 資料5 ヒアリング資料(地球環境戦略研究機関) (PDF形式: 4,631KB)
- ▶ 資料6 ヒアリング資料(デロイトトーマツコンサルティング) (PDF形式: 2,267KB)
- ▶ 資料7 ヒアリング資料(日本エネルギー経済研究所) (PDF形式: 2,024KB)
- ▶ 資料8 ヒアリング資料(マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン) (PDF形式: 964KB)
- ▶ 資料9 杉本委員提出意見 (PDF形式: 264KB)
- ▶ 資料10 エネルギー政策に関する「意見箱」へのご意見 (PDF形式: 695KB)

何を分析できるのか

- **複雑化する将来のエネルギー需給構造をコスト最小化等を目的関数にして計算することができる**

【分析結果例】
一次エネルギーの供給、転換、セクターへの供給の最適解

何をインプットするのか

- **エネルギーに係る様々な情報をインプット**

【系統情報】

【再エネの導入可能量】

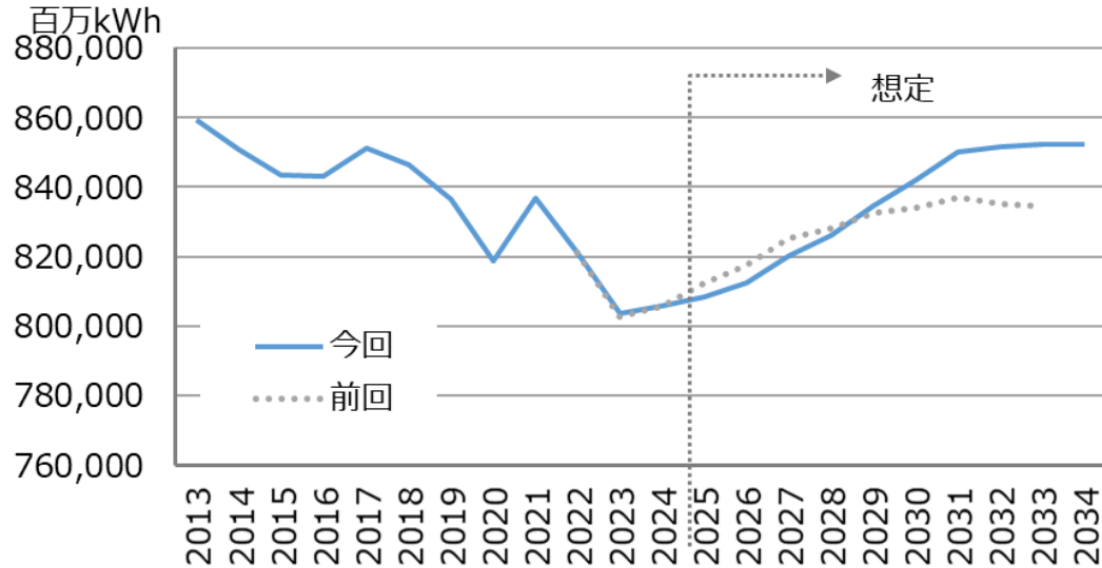
⇒その他、人口動態、発電所情報(能力、位置)等をInput

*1: 国際エネルギー機関 (International Energy Agency) *2: エネルギー技術システム解析プログラム (Energy Technology Systems Analysis Programme)、出所: 資源エネルギー庁HP、OCCTO HP

将来の電力需要について

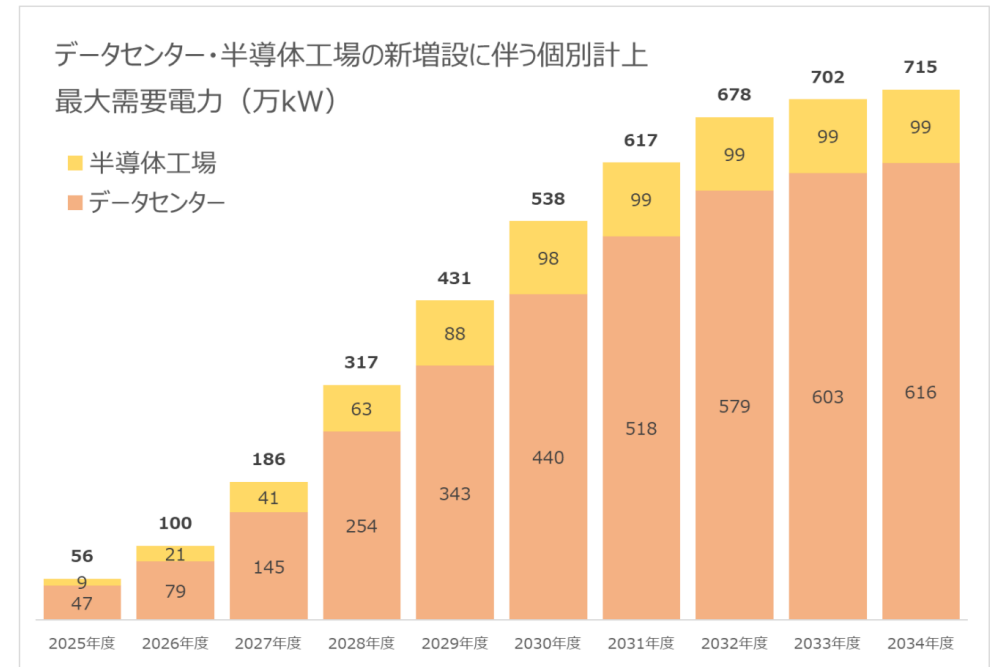
減少傾向であった電力需要はデータセンタ、半導体産業の創出により、将来的な電力需要は増える可能性

全国の電力需要の見通し



これまで減少傾向であった電力需要は今後増加していく見込み

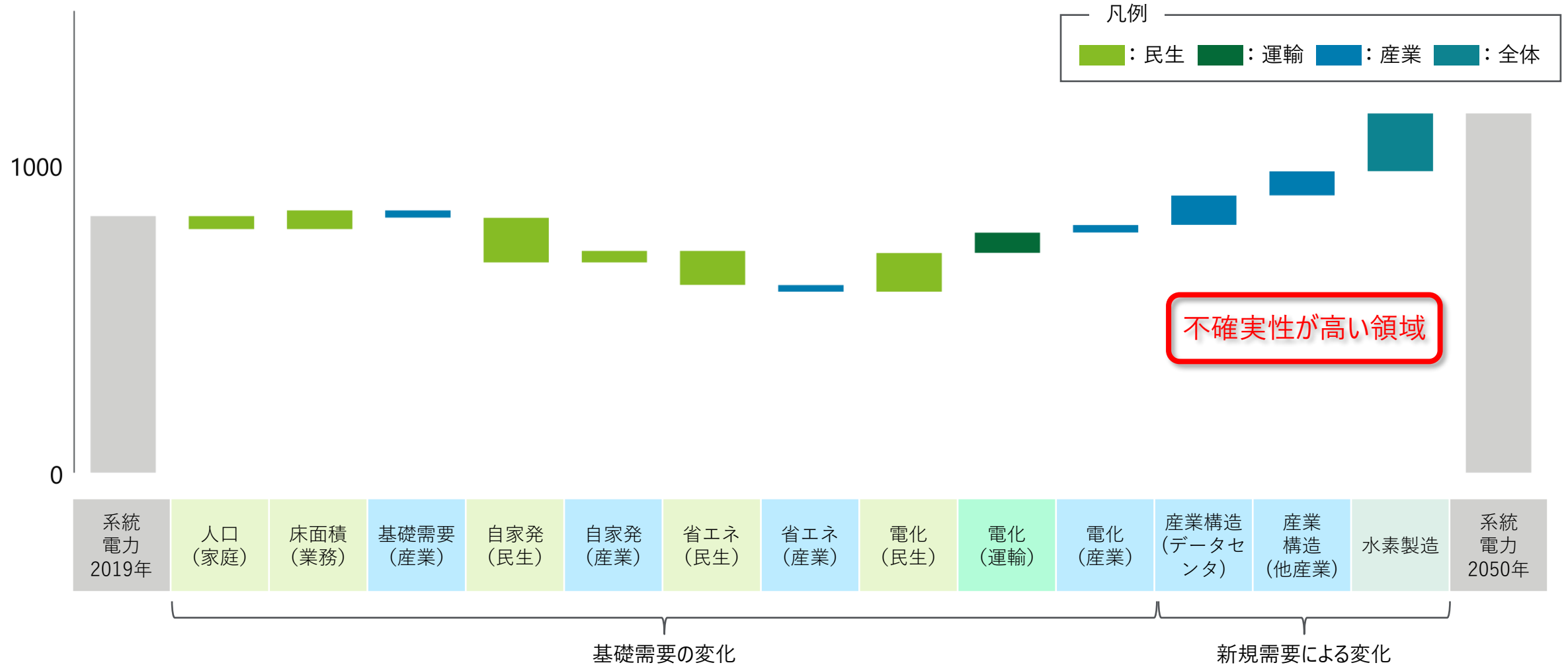
データセンター・半導体工場の新增設に伴う電力需要の想定



特にデータセンターや半導体工場の立地による電力需要が大きく増加

部門別の電力需要の変化

省エネ、人口減、コンビニの衰退による需要の減少はあるものの、電化の進展やデータセンタ、半導体産業の創出による需要の増加の影響が大きい可能性



日本のエネルギー需給

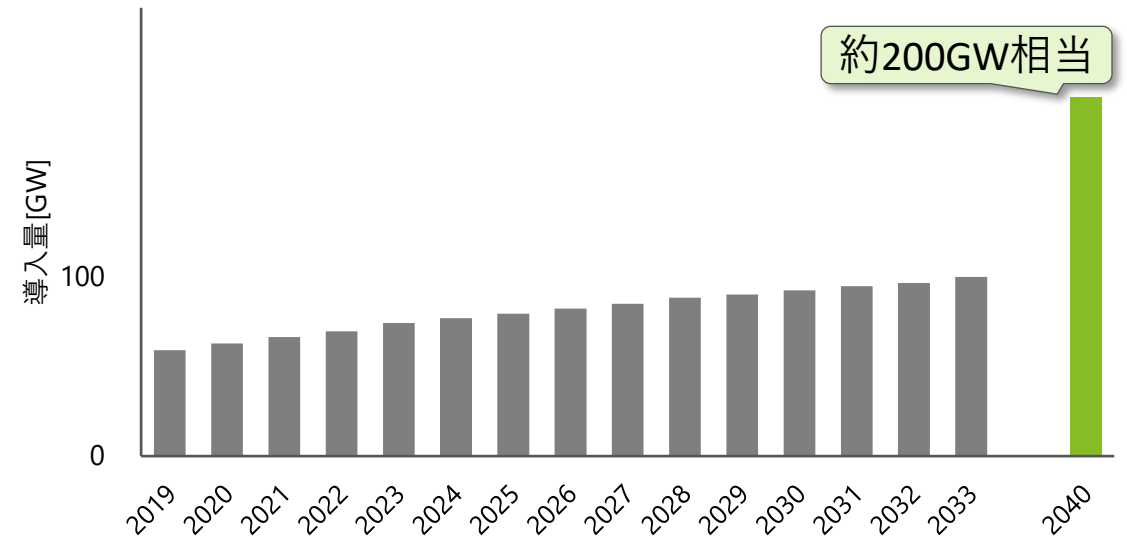
増加する電力需要に対応しつつ脱炭素を進めるために再エネを導入していく必要があるものの、太陽光以外の再エネの導入は大幅には期待できない可能性、さらに太陽光の目標値は野心的な水準

2040年の電源構成の見通し

	2013年度 (実績)	2022年度 (実績)	2040年度 (見通し)
電力需要	0.99兆kWh	0.90兆kWh	0.9~1.1兆kWh程度
産業	0.36兆kWh	0.32兆kWh	0.38~0.41兆kWh程度
業務	0.32兆kWh	0.31兆kWh	0.29~0.30兆kWh程度
家庭	0.29兆kWh	0.26兆kWh	0.23~0.26兆kWh程度
運輸	0.02兆kWh	0.02兆kWh	0.04~0.10兆kWh程度
発電電力量	1.08兆kWh	1.00兆kWh	1.1~1.2兆kWh程度
再エネ	10.9%	21.8%	4~5割程度
太陽光	1.2%	9.2%	23~29%程度
風力	0.5%	0.9%	4~8%程度
水力	7.3%	7.7%	8~10%程度
地熱	0.2%	0.3%	1~2%程度
バイオマス	1.6%	3.7%	5~6%程度
原子力	0.9%	5.6%	2割程度
火力	88.3%	72.6%	3~4割程度

2040年の電源構成において太陽光は火力に次いで割合が高く、設備容量に換算すると約200GW相当

太陽光の導入量の推移



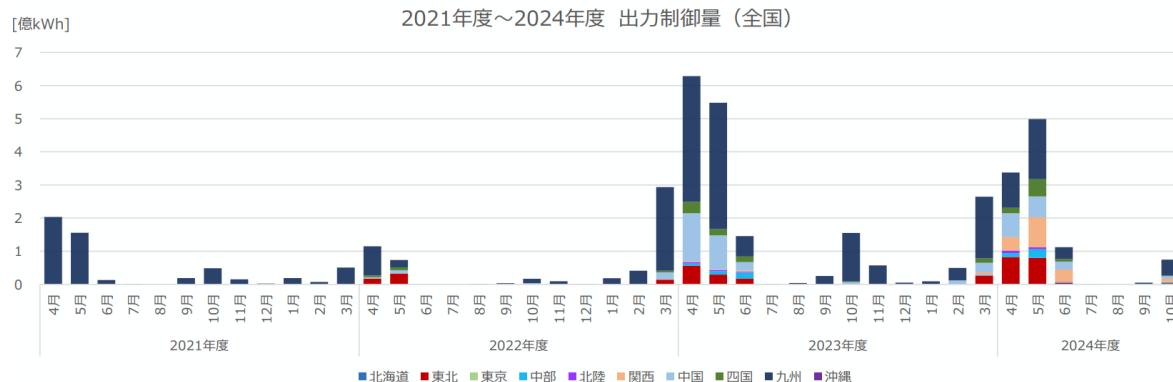
※2023年度・2024年度の電力広域的運営推進機関「供給計画の取りまとめ」に記載されている数値をベースに作成（記載されていない値は線形補間）

- 2040年に200GW前後導入するにはこれまで以上のペースで導入を進める必要がある
- メガソーラーに適した土地も限定されてくるため、今後は小規模太陽光の導入も重要となる

出力抑制について

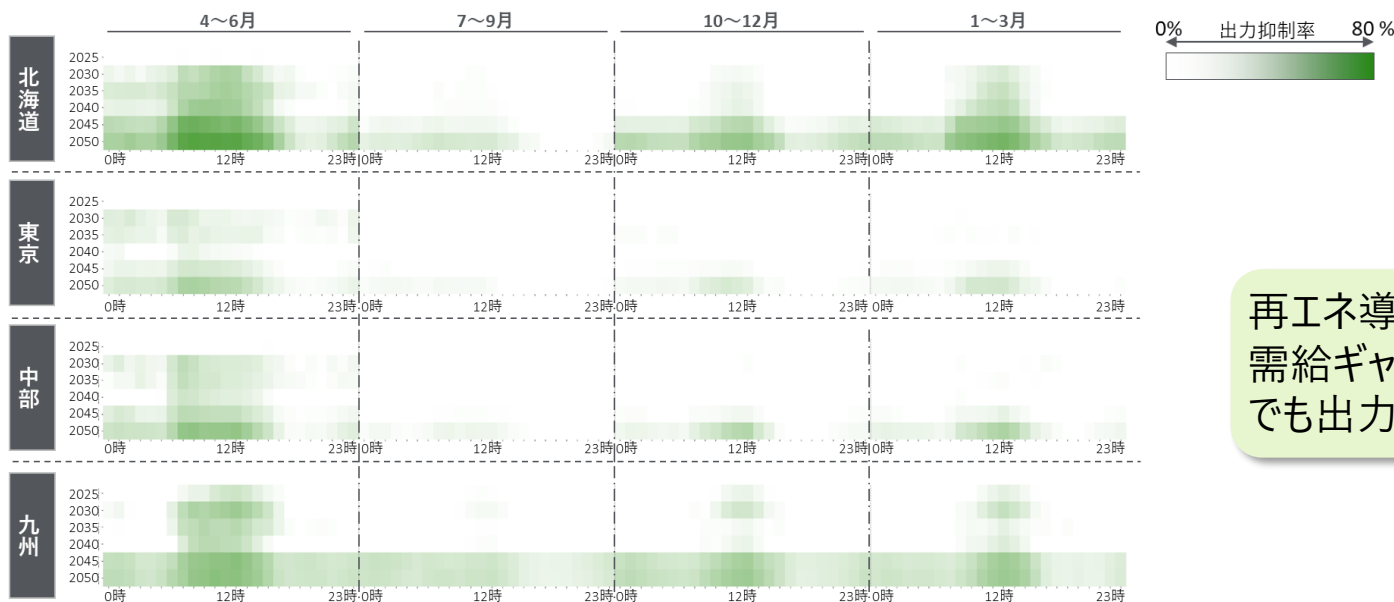
現状で九州を中心に出力抑制がされており、今後の再エネ導入量の増加に伴って将来的に出力抑制が増えていく可能性

出力制御の実施状況*1



これまでは再エネが豊富な九州での出力抑制量が多かったものの、最近では関西や四国など他のエリアでも増加

出力抑制の見通し



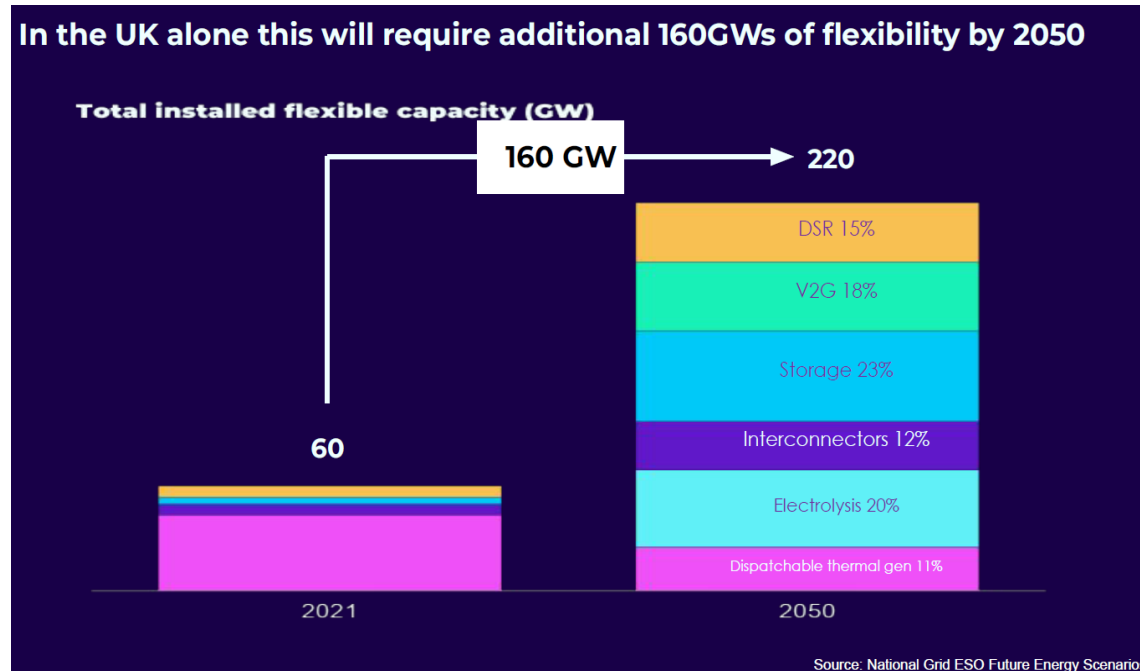
再エネ導入が進むにつれて時間的・地理的な需給ギャップが増え、将来的には東京や中部などでも出力抑制が増えていく可能性

出所：*1 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等について、出所：弊社シミュレーションモデルより予測（前提より結果が変わることに留意が必要）

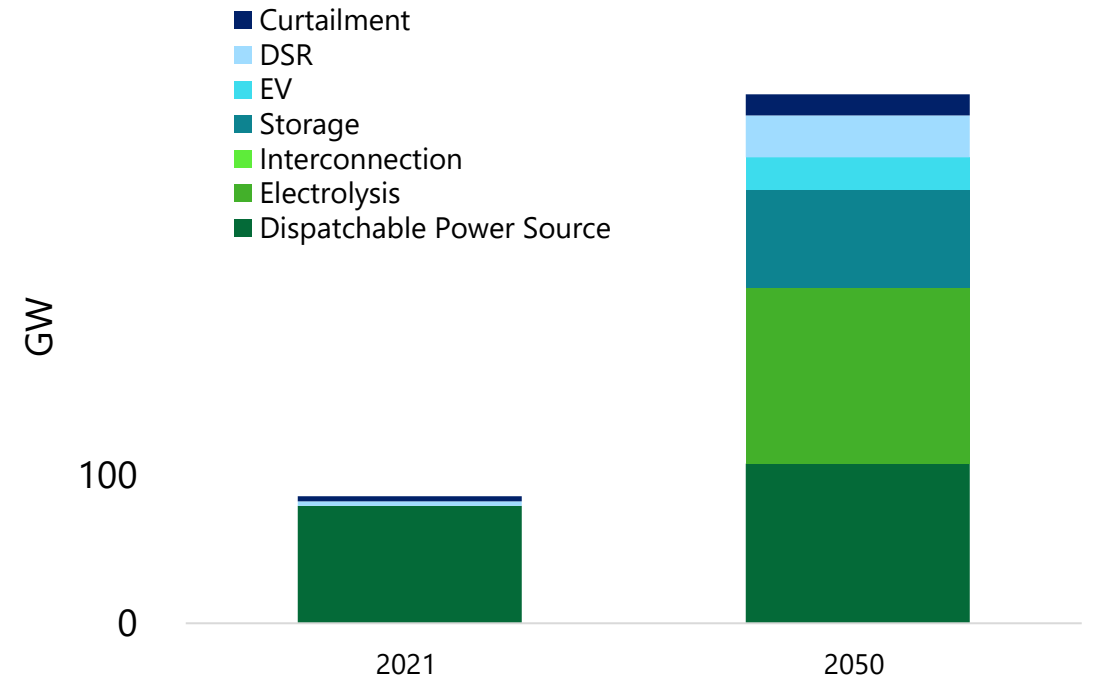
調整力について

日本の電力システムにおいても、蓄電池や水電解、デマンドレスポンス等による調整力が求められていく

イギリスにおいて必要な柔軟性

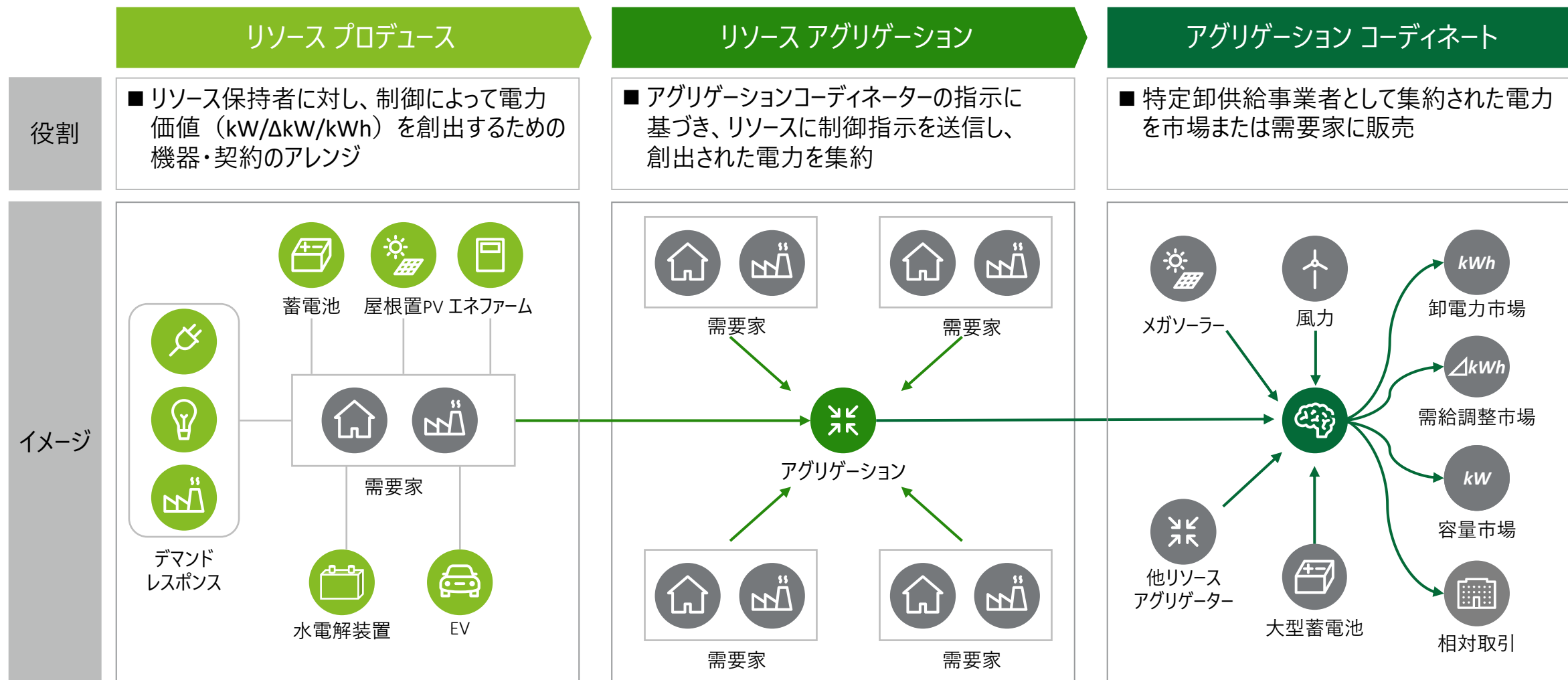


日本において必要な柔軟性



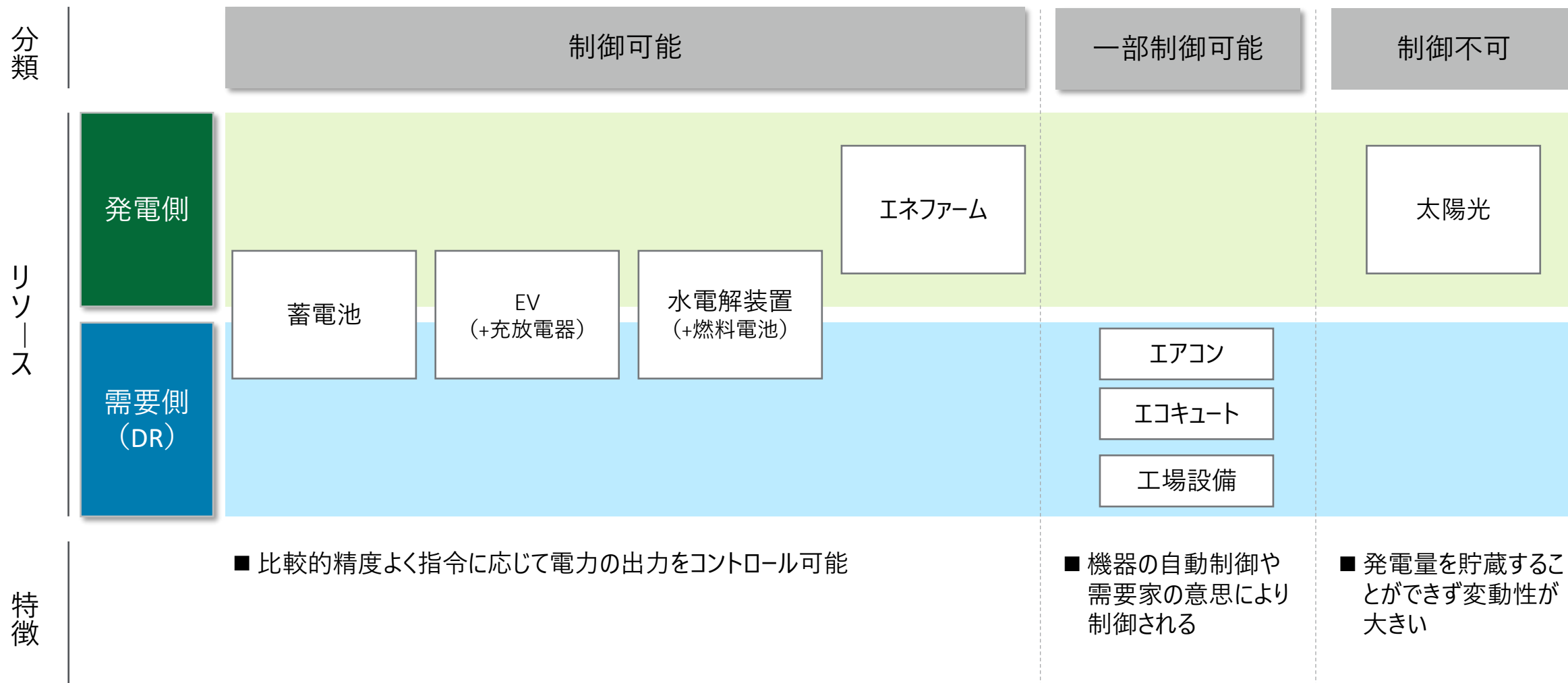
アグリゲーションビジネスのバリューチェーン

リソースの創出、創出された電力の集約、集約された電力の販売という3つのバリューチェーンが存在



リソースの分類

基本的には太陽光の出力変動を制御可能な蓄電池やEV等で補いつつ、DRも今後の活用が見込まれる



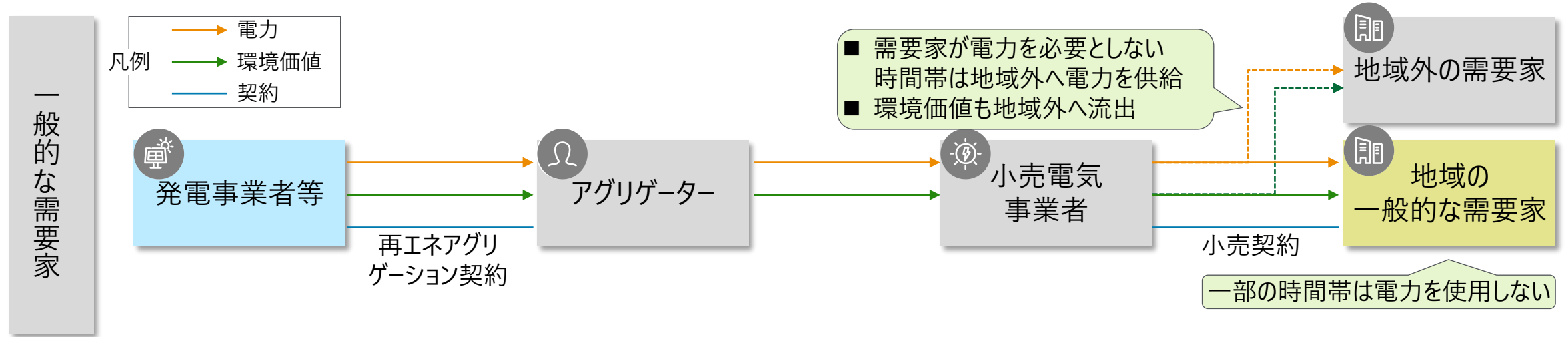
アグリゲーションビジネスの類型

取引形態やリソースの規模によって複数のパターンに分けられ、近年は環境価値に着目したアグリゲーションビジネスが普及しつつある

		大規模リソース	小規模リソース
アグリゲーション 発電側の	変動価格 (市場取引)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業用太陽光等が対象 ■ 再エネの発電事業者等によって多く導入されており、環境価値も需要家へ販売 ■ 価格のボラティリティが高いため需給の予測が重要 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 家庭用卒FIT太陽光等が対象 ■ 現行制度では環境価値の取引の手続きに負担が伴うこともあり、導入事例は少ない ■ 価格のボラティリティが高いため需給の予測が重要
	固定価格 (相対取引)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業用太陽光等が対象 ■ PPAとして多く導入されており、環境価値はセットで取引（＝フィジカルPPA）、または別個に取引（＝バーチャルPPA） ■ 価格変動のリスクを回避することが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 家庭用卒FIT太陽光等が対象 ■ 現行制度では環境価値の取引の手続きに負担が伴うこともあり、導入事例は少ない ■ 価格変動のリスクを回避することが可能
アグリゲーション 需要側の	変動/固定 価格	<ul style="list-style-type: none"> ■ 需要に対して供給が多くなる時間帯に工場等の電力使用量を増加（上げDR） ■ 工場を持つメーカー等で一部実施されている ■ 出力抑制を回避し、システム全体としての再エネ利用を増やすため、環境価値を創出可能だが、市場は発展途上 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 需要に対して供給が多くなる時間帯に家庭のエコキュート等の電力使用量を増加（上げDR） ■ 一部の電力会社にて昼間の電力料金が安価になるプランを導入済み ■ 出力抑制を回避し、システム全体としての再エネ利用を増やすため、環境価値を創出可能だが、市場は発展途上

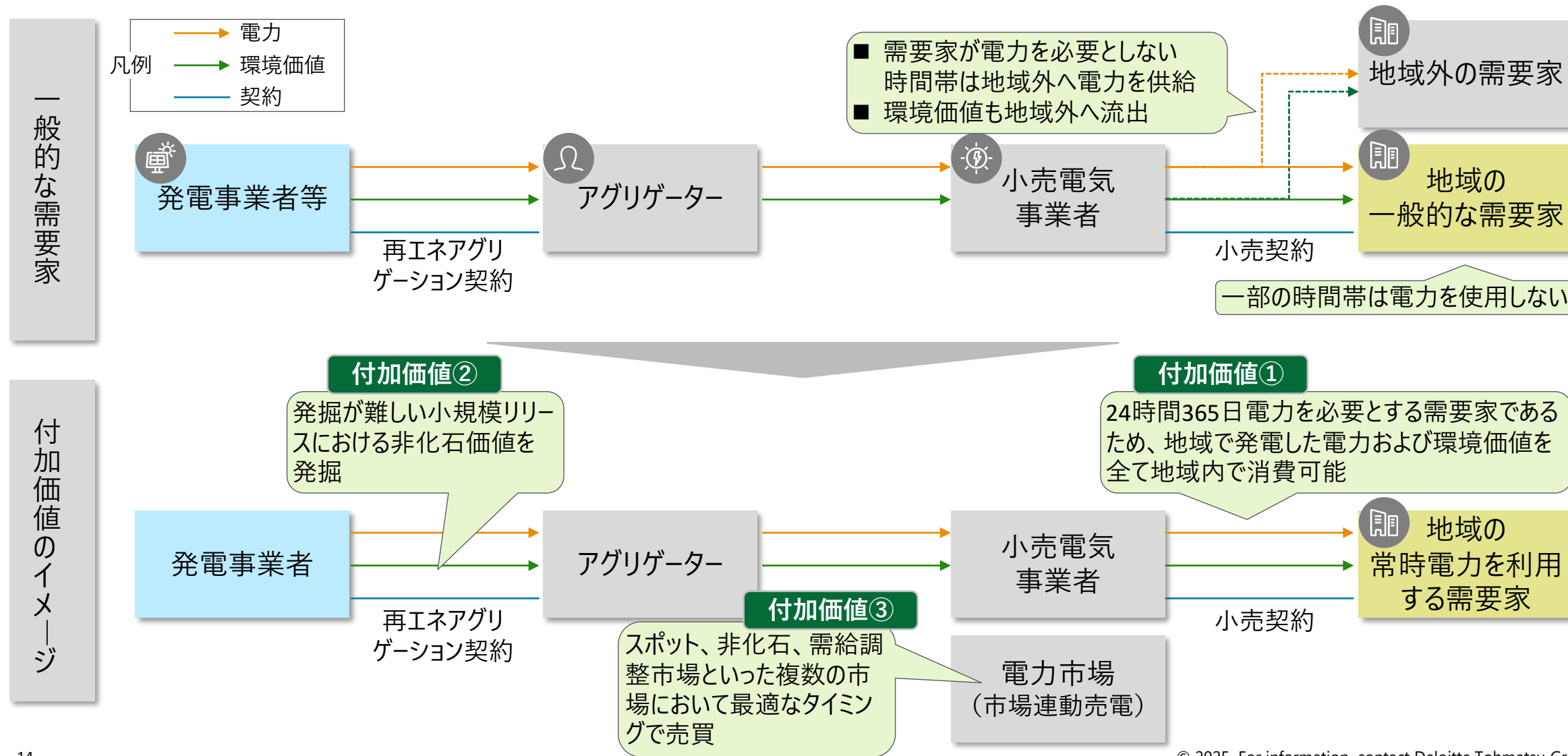
アグリゲーションビジネスの事例

一般的には、発電事業者等がアグリゲーターと契約をし、小売り電気事業者を通して、電力や環境価値を提供



アグリゲーションビジネスの事例 - 付加価値の提供 -

需要家ニーズに合わせて、様々な付加価値が検討されている

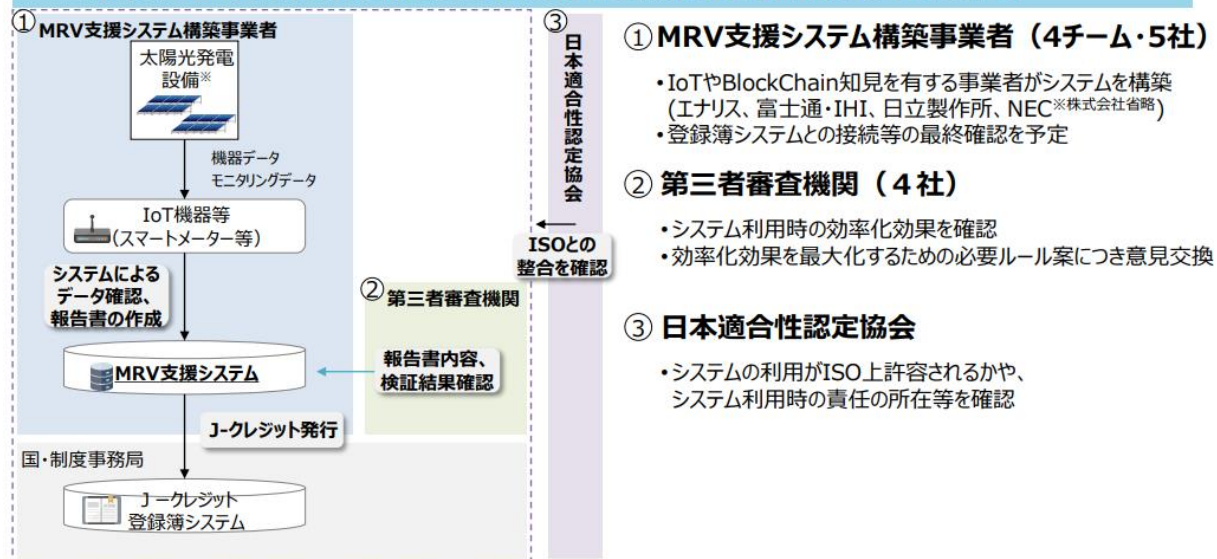


(ご参考) Measurement, Reporting and Verification (MRV) について

J-クレジット制度において、MRV支援システムの導入によるクレジット検証工程の効率化に係る取組に参画している

1.2 MRV支援システムの導入によるクレジット検証工程の効率化

- MRV支援システムを構築事業者（4チーム・5社）が開発中。
- 開発後の運用開始に向けて、第三者審査機関（4社）と効率化効果を最大化するための運用ルール素案検討を行っており、同素案に関しては日本適合性認定協会よりISOとの整合性もご確認いただいた。
- 本日は、MRV支援システムを次年度より本格的に稼働開始するための制度改定を提案する。



※太陽光発電設備は実証協力者の協力会社の設備の場合あり

32

1.2 MRV支援システムの導入によるクレジット検証工程の効率化

- 現行制度でのMRV支援システムの運用に向けて、検討すべき論点1～4を導出した。
- 結論として、MRV支援システムを導入した際の責任の所在等について、制度文書上での整理が必要。

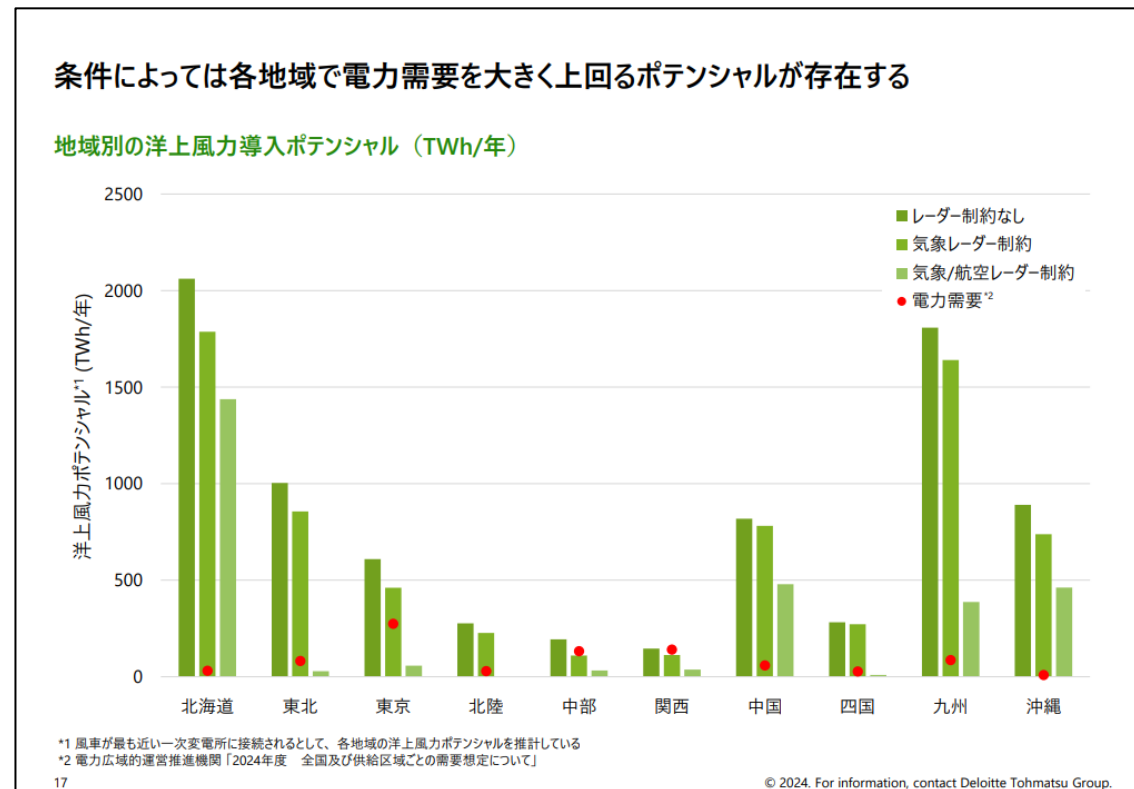
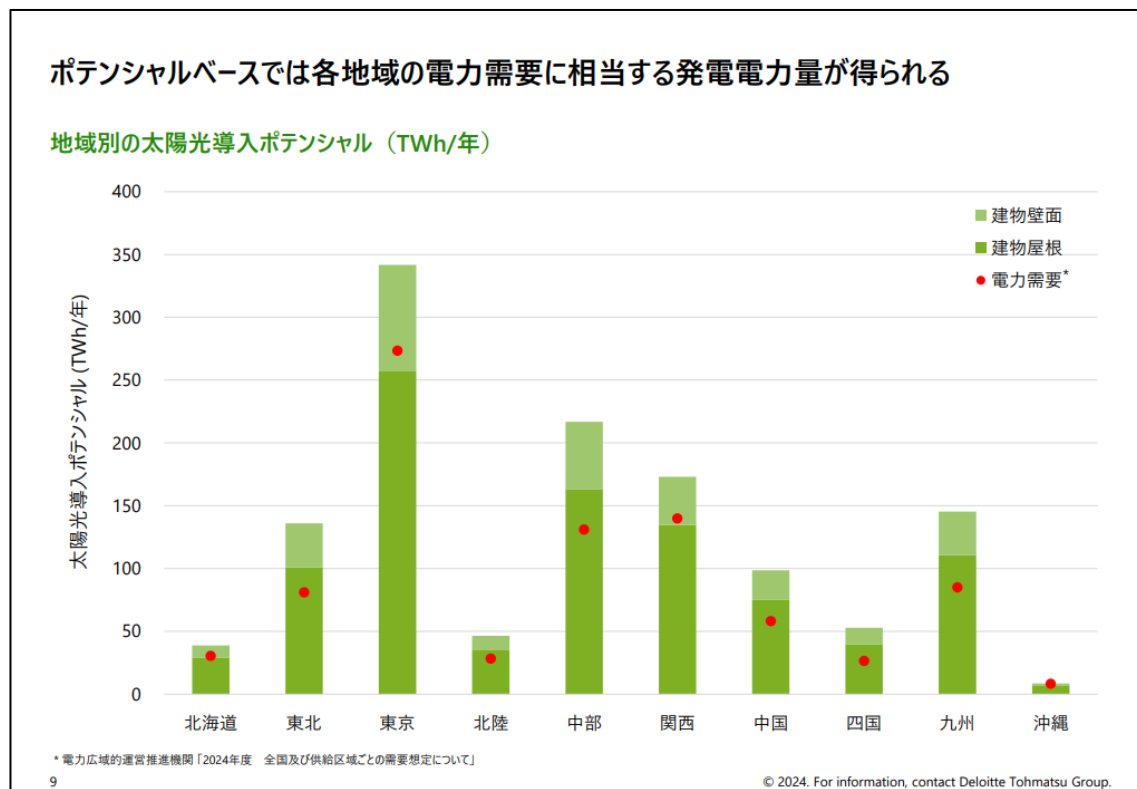
論点	論点の検討結果
<p>1 MRV支援システムを用いる場合にどのように業務手順が変更されるか</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 検証手続きがどのように変化するか ● システム運営者の選定・解任等をどのように行うか ● それらの変更がISO上許容されるか 	<ul style="list-style-type: none"> ● 審査機関との討議を経て、従来審査機関が確認していた「転記誤り、入力誤り等の人手による誤りがないこと」をMRV支援システム利用時には同システムが担保することとなるため、当該検証が省略可能であることを規定する必要がある ● MRV支援システムはJ-クレジット登録簿システムに接続するため、制度管理者がMRV支援システム運営者を評価し、選定する手順を規定する必要がある ● これらにISO上の課題がないことを、日本適合性認定協会様との討議で確認した
<p>2 MRV支援システムの運営者に求められる要件は何か</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 責任の帰属や、発生が見込まれるトラブルの防止のために運営者には何が課されるか 	<ul style="list-style-type: none"> ● MRV支援システム運営者はプロジェクト実施者の情報を管理してクレジットの創出を支援することとなるため、プロジェクト実施者の個人情報の取り扱いや創出後クレジットに関する責任の所在等についてプロジェクト実施者と事前に合意する必要がある ● プロジェクト実施者に向けた透明性の確保のために情報を開示する必要がある
<p>3 MRV支援システムに要される要件は何か</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 検証を省略できるシステムの仕様は何か ● システム仕様をどのように担保するか 	<ul style="list-style-type: none"> ● 審査機関との討議を経て、MRV支援システムを用いて検証業務の一部を省略するためには、モニタリングデータや登録簿上のデータの取得から、排出削減量の算定までに月原則人手が介入しないことを担保する必要があると結論付けた ● 仕様の担保は、MRV支援システム運営者の責任である旨定める必要がある
<p>4 MRV支援システムを使った場合の検証に係る責任は誰に帰属するか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● システム要求仕様に沿ったMRV支援システムの開発や、同システムが出力する還元物についてはMRV支援システム運営者に責任が帰属すると結論付けた ● これらにISO上の課題がないことを、日本適合性認定協会様との討議で確認した

33

どのようなリソースを集めて
どの地域で
いつ誰に売るのがか

再エネポテンシャル

屋根置き太陽光及び洋上風力が有望。ただし、資材高騰、設置事業者不足等により、どの程度のリソースが今後市場に投入されるかは不透明。地域毎に有望な再エネは異なり、需要家ニーズ（種類、時間帯等）に合わせた設計が必要



屋根だけでなく、ペロブスカイト電池等の壁面設置も有望
屋根置きであれば都市部が有望

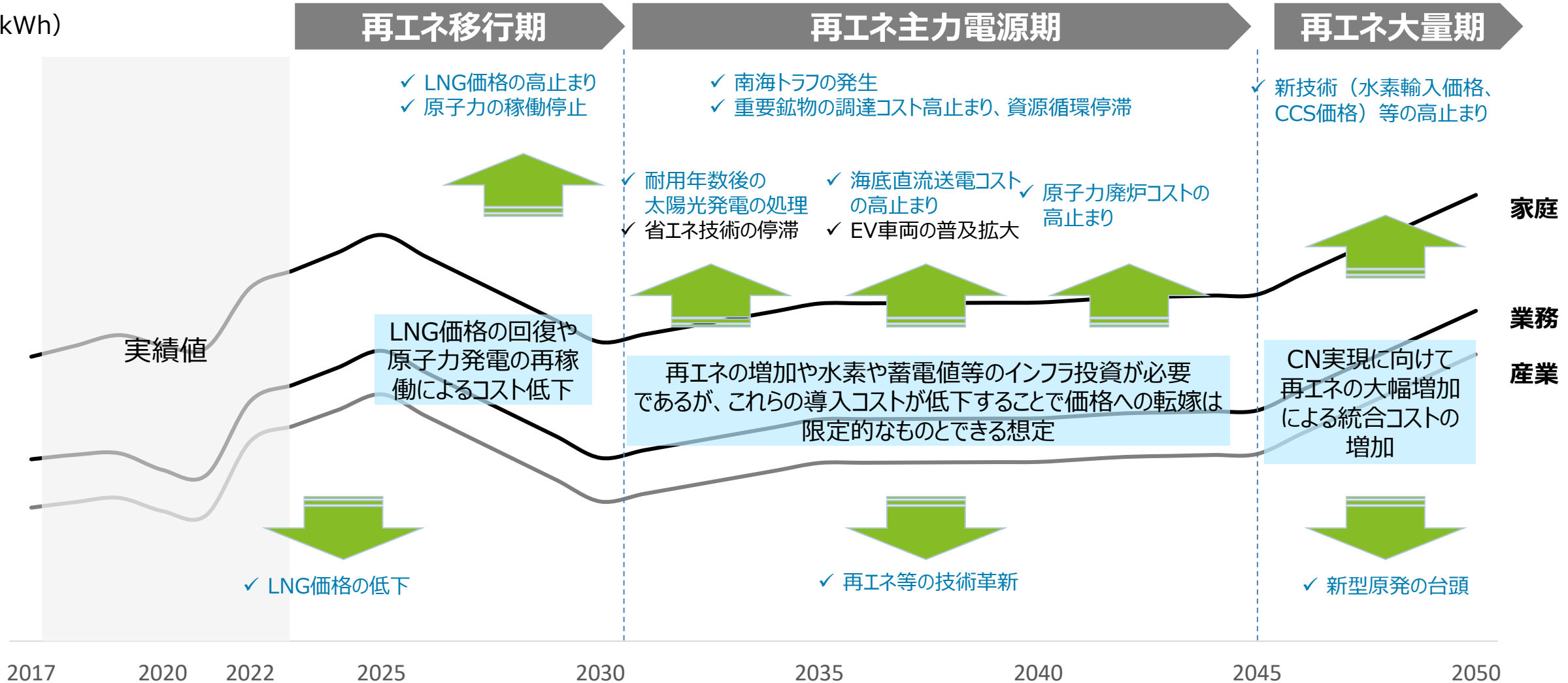
上記は着床、浮体の合計値
北海道や東北、九州等が有望

* 営農型等、様々な太陽光発電方法があるがここは一例

将来の電力価格とは

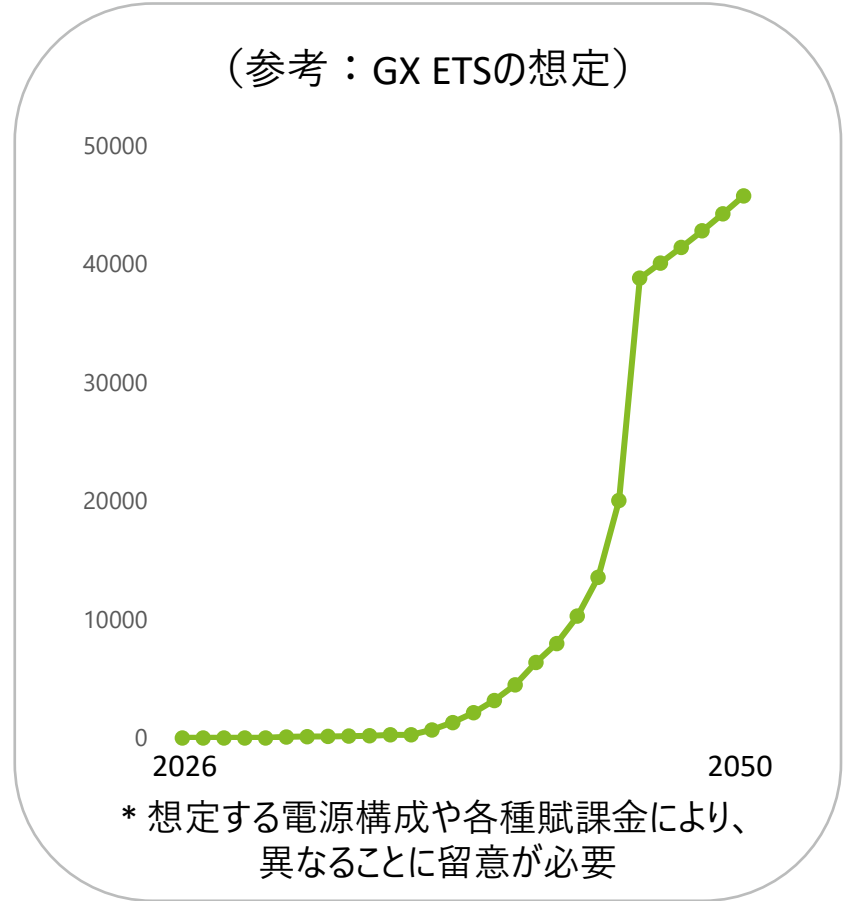
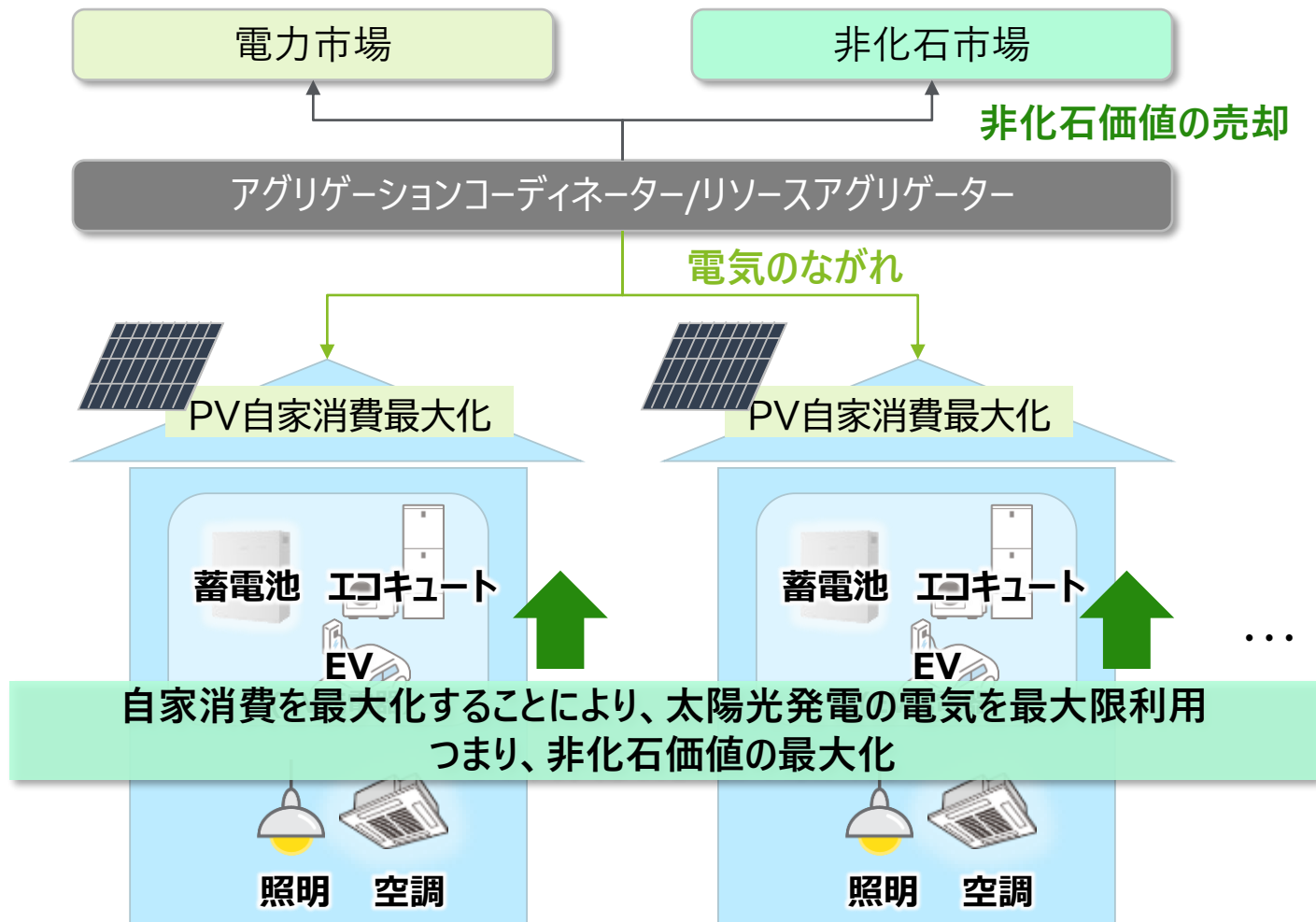
電力小売価格は再エネの増加に伴う統合コストにより増加すると思料。ただし、スポット市場価格は逆の傾向。
 将来の価格を見据え、固定価格または変動価格で販売するかで事業性は大きく変化

(円/kWh)



非化石価値の発掘

脱炭素の強制力の影響を受けにくい中小企業や家庭では非化石価値が埋もれている。これらをどのように獲得していくかが1つの勝ち筋。カーボンプライシングは2030半ば以降、再エネ賦課金及び化石燃料賦課金の減少に伴い、急激に増加する



出所：IEA、弊社シミュレーションモデルより予測（前提より結果が変わることに留意が必要）

アグリゲーションビジネスの要諦

