

---

# 需給運用(エネルギーマネジメント)の現状と将来について

2023年12月7日

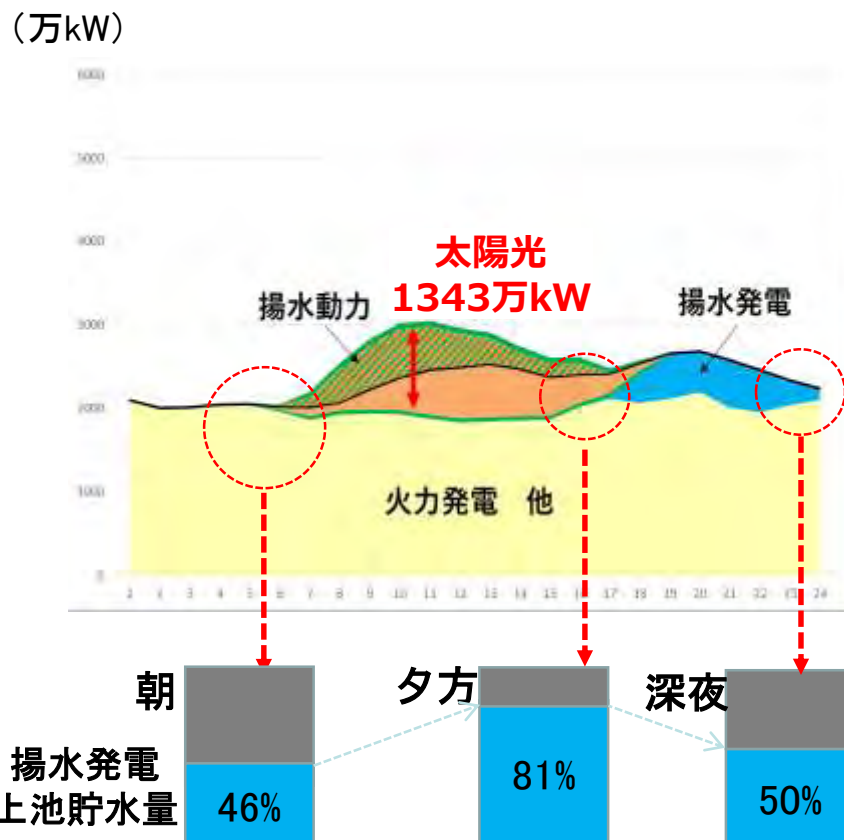
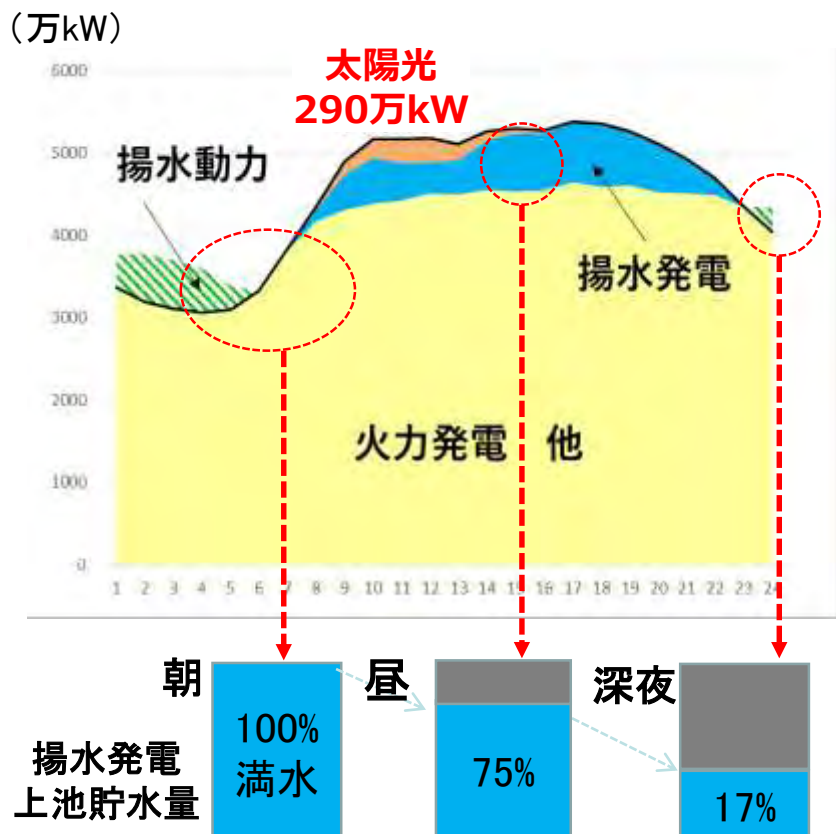
東京電力パワーグリッド株式会社  
経営企画室 兼 系統運用部 片岡俊朗

# 【現状】不足と余剰を繰り返す電力需給

- 電力需要と再生可能エネルギー供給のミスマッチにより、需給不足と余剰、地域的な需給の偏りによる系統混雑が拡大

東京エリア 2022年1月6日(平日・雪)  
最大需要5,374万kW、10.8億kWh/日

東京エリア 2022年5月2日(日曜・晴)  
最大需要2,673万kW、5.5億kWh/日

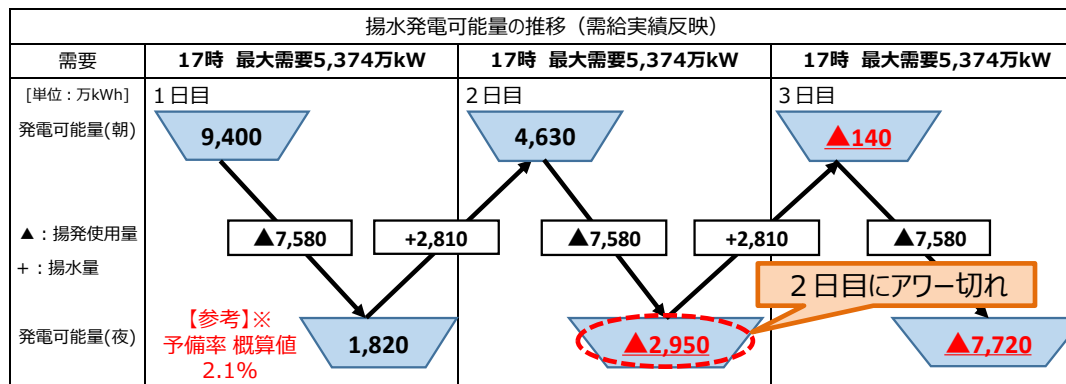


- 冬季最大需要2022年1月6日(木)の需給状況が仮に2日継続の場合、揚水発電の上池貯水量の水切れ懸念。

出典:2022.3.22 第71回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会資料3-3抜粋

## 1月7日に天候回復しなかった場合のシミュレーション

- 1月6日AM～7日AMの低気温が2日継続した場合のシミュレーション
- 1月6日～7日に実際に発動した6,443万kWhの供給力対策を反映しても、2日目に必要な揚発可能量を確保できず、需給バランスが破綻  
(水の尽きた揚発から順次停止し、最終的に揚発供給力約900万kWが消失)



※最小予備率 概算値: (発電可能量(夜) / 揚発予定時間(16h)) / 最大需要 5,374万kW



# 【現状】再エネ出力制御の見通し

- 2023年度において東京エリアを除くすべてのエリアで再エネ出力制御を実施する見通し。
- 東京エリアにおいてもローカル系統混雑により2024年度以降に再エネ出力制御を実施する見通し。

## 2023年度の各エリアの再エネ出力制御見通し等（更新）

（出所）第47回 系統WG  
（2023年8月3日）資料1

	北海道	東北	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
出力制御率見通し （2023年度更新） 出力制御率（%）※2 [制御電力量(kWh)]	0.01% [50万 kWh]	0.93% [1.47億 kWh]	0.26% [0.41億 kWh]	0.55% [1,062万 kWh]	0.20% [0.18億 kWh]	3.8% [3.50億 kWh]	3.1% [1.63億 kWh]	6.7% [10.3億 kWh]	0.14% [74.3万 kWh]
仮に、エリア全体がオンライン化した場合 出力制御率（%） [制御電力量(kWh)]	- ※3	0.66% [1.04億 kWh]	0.20% [0.32億 kWh]	0.47% [894万 kWh]	0.13% [0.12億 kWh]	2.9% [2.63億 kWh]	2.6% [1.34億 kWh]	6.7% [10.3億 kWh]	0.11% [64.1万 kWh]
連系線利用率 ※4	50%	北本50%/東北東京80%	-20%	10%	-20%	10%	10%	10%	10%
最低需要 ※5 （2021年度）[万kW]	292	724	1,031	217	1,143	492	492	492	492
変動再エネ導入量 （2021年度）[万kW]	272	914	1,066	131	672	652	652	652	652
変動再エネ導入量/最低需要（2021年度）[%]	93%	126%	103%	60%	59%	132%	132%	132%	132%
（参考）出力制御率見通し（2023年度当初想定）※6 出力制御率（%）	0.01%	0.56%	0.01%	0.02%	-	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%

出典：  
第48回 系統ワーキンググループ（2023年10月16日）  
資料5「2024年度における系統制約により再生可能エネルギーの出力制御見通しについて（短期見通し）（東京電力パワーグリッド株式会社）」抜粋

## 2. 再エネ出力制御見通し

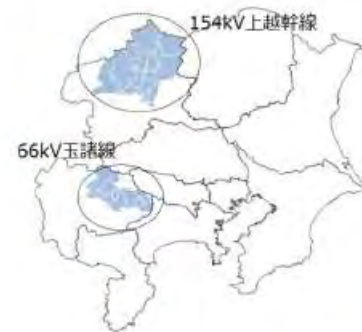
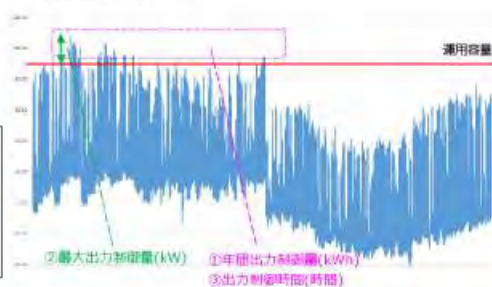
2

▶ 東京電力PG管内における2024年度の出力制御見通しは下表のとおり※

※前述の算定条件で試算したものであり、気象条件や新規電源申込み等により、制御対象量等は変わることがあります

	①年間出力制御量 (kWh)	②最大出力制御量 (kW)	③出力制御時間 (時間)	④年間出力制御率 (%)
154kV上越幹線	1,220	680	3	0.08
66kV玉諸線	15,440	830	26	1.28

↓ 下記グラフはイメージ図。



④年間出力制御率 (%) =  
①年間出力制御量[kWh] / NF出力制御しない場合の発電量合計[kWh]  
※未連系の設備利用率は、既設設備利用率を使用。

©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社



出典：  
再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第54回)  
(2023年9月8日)資料3「再生可能エネルギーの出力制御の抑制に向けた取組等について(資源エネルギー庁)」抜粋



# 【現状】太陽光出力の変動と需給運用（冬季の例）

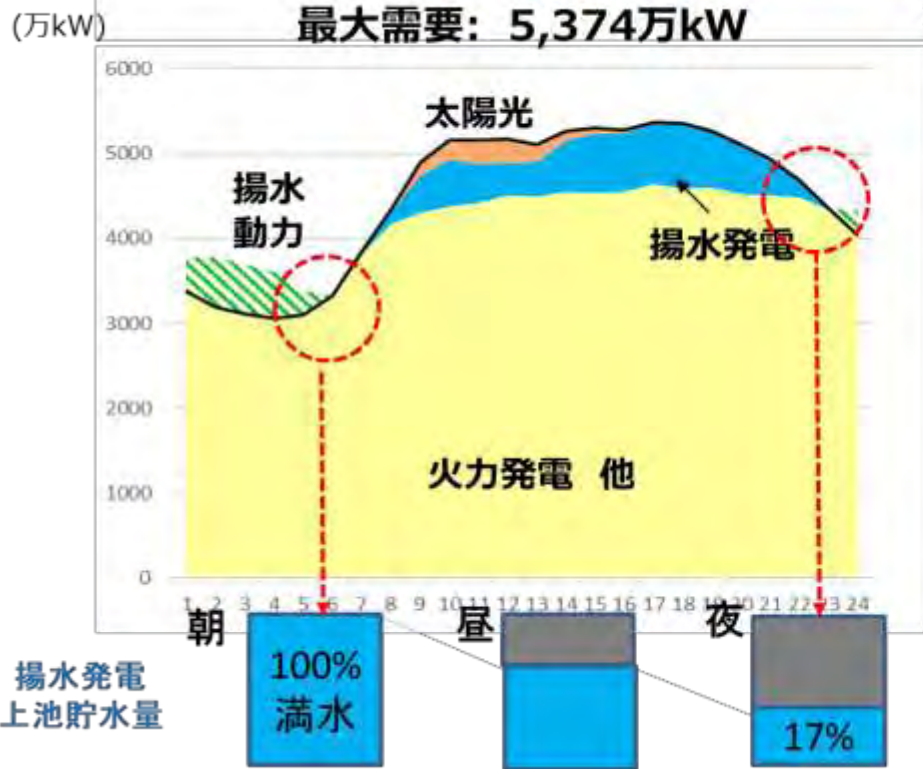
- 冬季降雪日の特徴として、高め需要かつ太陽光低出力（冬季晴れ日は、低め需要かつ太陽光高出力）

⇒ 揚水発電の1日の発電可能量：約9,000万kWh（満水時）  
太陽光の1日の発電量：約9,000～1,000万kWhと変化

天候(太陽光)の変化により、  
需給状況が大きく変化

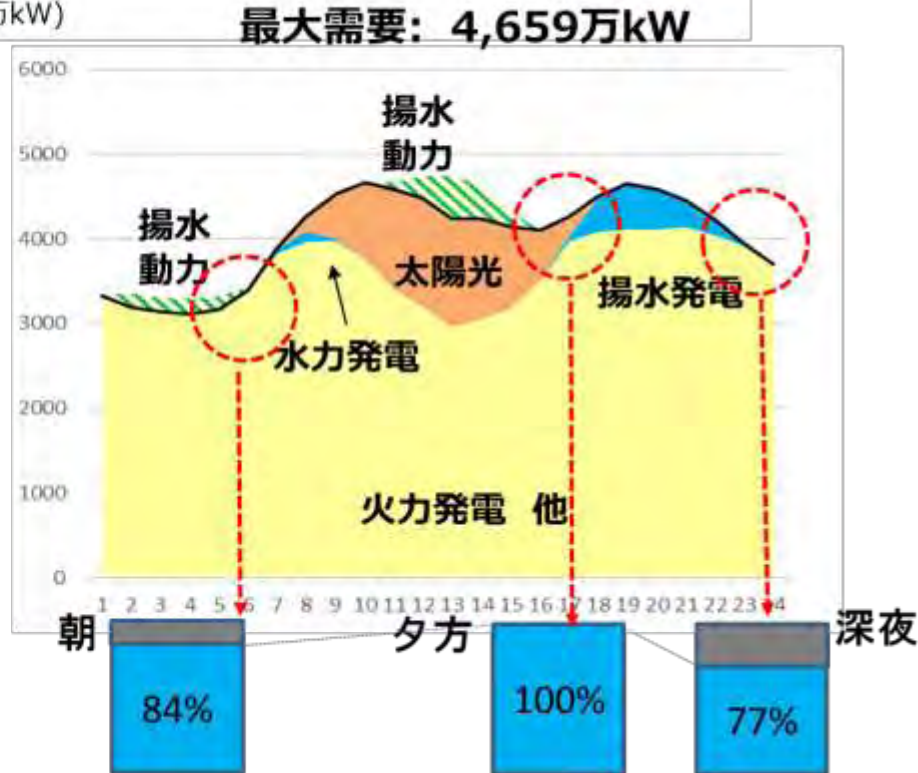
### 2022.1.6(木) 雪（冬季最大電力記録）

最大需要：5,374万kW



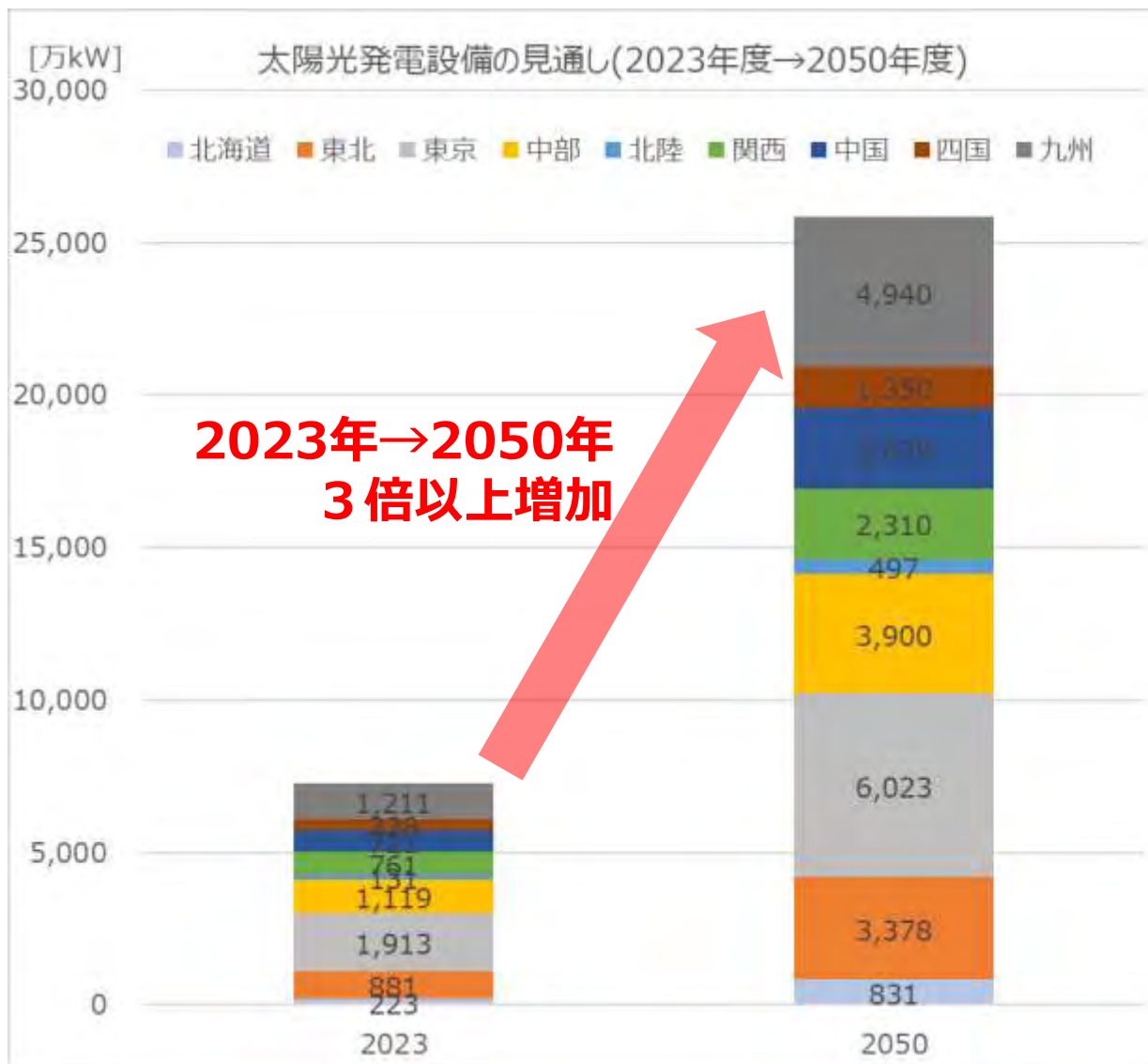
### 2022.2.24(木) 晴

最大需要：4,659万kW



# 【現状と将来】太陽光発電設備の見通し

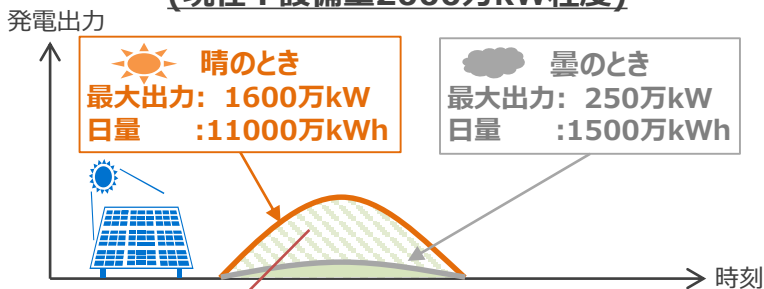
■ 2050年の太陽光発電設備は現在(2023年)の3倍以上に増加する見通し



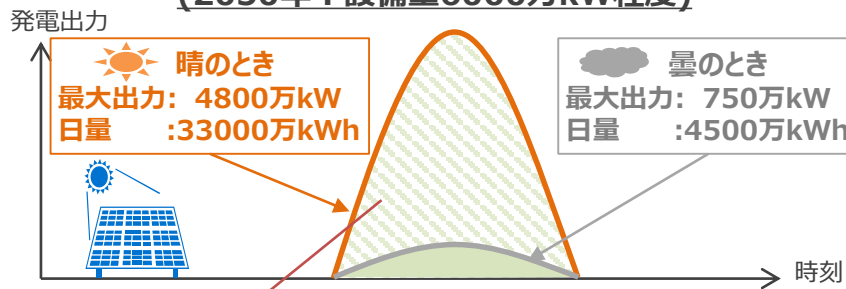
データ出所 ; 2023年度:2023年度供給計画、2050年度:広域連系系統マスタープラン

- PV6000万kW導入時(2050年想定：東京エリア)では、PVの発電出力変動幅が現状よりも大きくなり、揚水発電・ポンプ(待機コストゼロ)だけでは調整力が足りない可能性。
- この不足分を火力発電のみに頼ると、待機出力\*が増加し、火力稼働に伴うPV出力制御量が増加。  
※火力発電は、発電機を完全に停止してしまうと、再稼働に時間を要する為、一定程度稼働し続ける必要がある
- CNや社会コスト最適化の為に、揚水発電と同様に待機出力ゼロのEV等のDER活用が不可欠。

PVの発電出力イメージ  
(現在：設備量2000万kW程度)



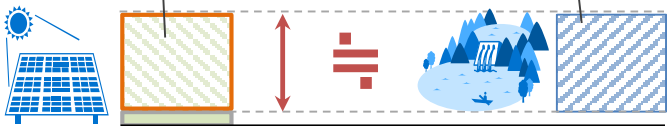
PVの発電出力イメージ  
(2050年：設備量6000万kW程度)



PV  
導入量増加

**揚水発電・ポンプの調整力で対応可**

PVの発電出力変動 最大出力:1350万kW 日量 :9500万kWh	≡	揚発・ポンプの調整力 最大出力:2000万kW 日量 :9000万kWh
---	---	--

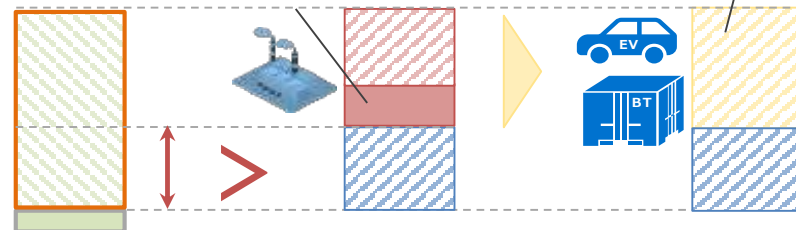


**揚水発電・ポンプの調整力だけでは対応不可**

PVの発電出力変動 最大出力: 4050万kW 日量 :28500万kWh	>	揚発・ポンプの調整力 最大出力:2000万kW 日量 :9000万kWh
---	---	--

火力待機出力増  
+PV抑制量増

**DER活用が不可欠**

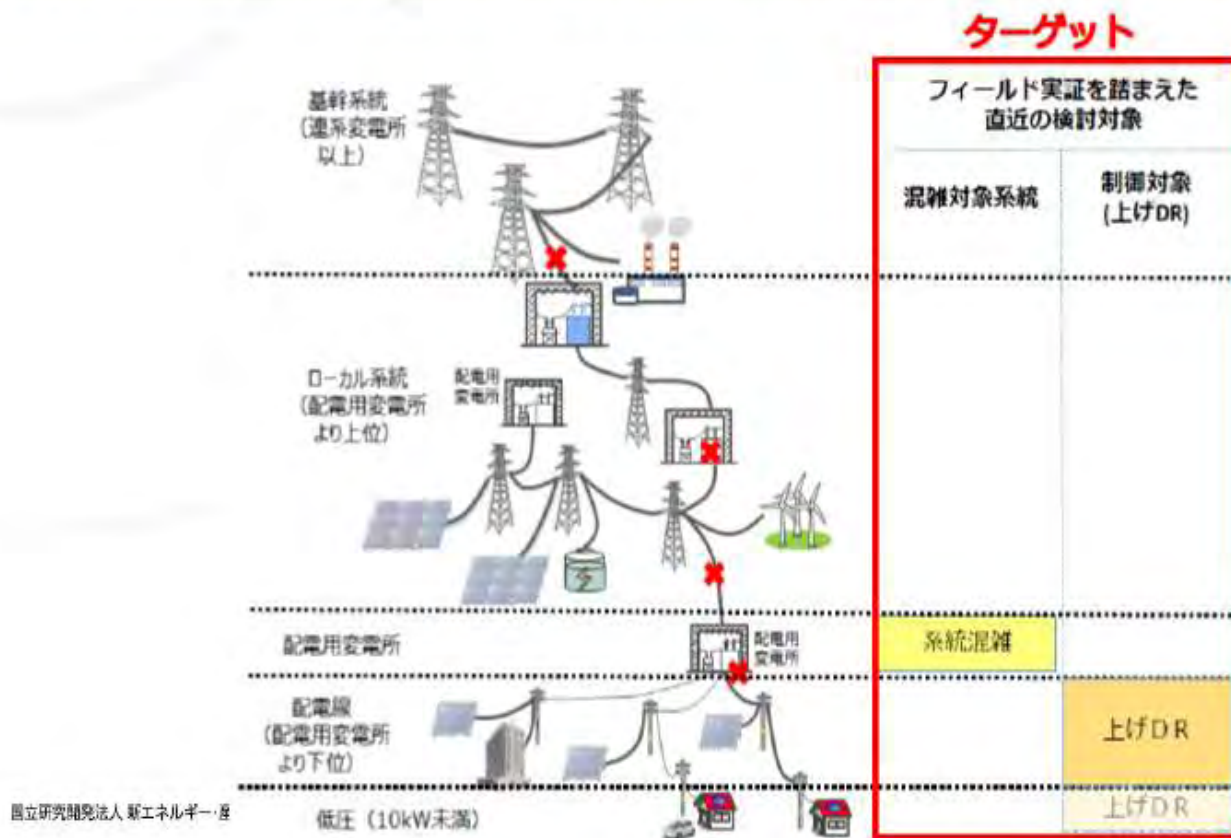


出典：2023.1.18 第4回次世代の分散型電力システムに関する検討会資料4抜粋

## II. システム開発・フィールド実証 DERによる系統混雑緩和のターゲット



- FSにおける便益試算結果（ケース②送電線（ローカル系統）＋配電用変電所でプラス）を踏まえ、本システム開発・フィールド実証では、ターゲットを配電用変電所の混雑とし、配電線以下のDERフレキシビリティによる上げDRを行うことで、配電用変電所混雑の緩和を実現するシステムについて検証する。





# 【将来】これからのエネルギーマネジメント（再エネ主力時の需給運用）

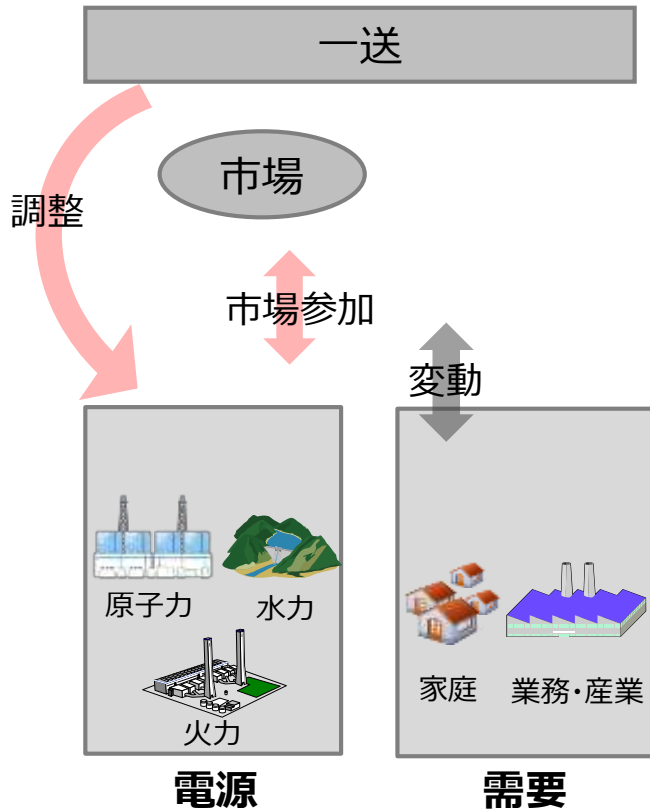
■これまでの需要変動にあわせて火力発電などの電源を調整しているが、これからは電源の変動にあわせて需要を調整する時代に。

将来の主な電源(変動)：太陽光・風力などの変動電源が主力、原子力・水力・地熱・その他はベース

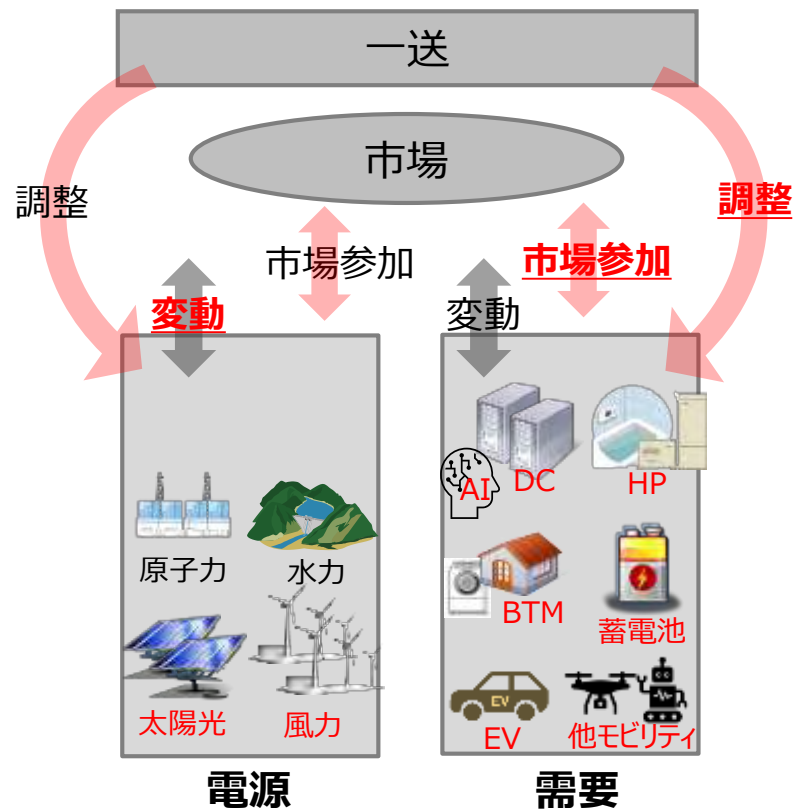
将来の主な需要(調整)：DC・EV・蓄電池(蓄電機能として揚水含む)・HPや家電、その他需要

CN:カーボンニュートラル  
 DC:データセンター  
 EV:電気自動車  
 HP:ヒートポンプ  
 BTM:宅内機器

<これまで(As Is)>



<将来(To Be)>



- 需要リソースは、生活に直接影響のない「**機器制御型**」と、生活に影響のある「**行動変容型**」に分類。
- 生活向上を優先し、「機器制御型」の調整力活用を指向。

## 機器制御型リソース

蓄電池、EV充電器、給湯器（ヒートポンプ）など

- 生活に直接影響を与えない機器
- アグリゲーター等により自動制御する形態が考えられる。  
※機器制御の事前同意が前提

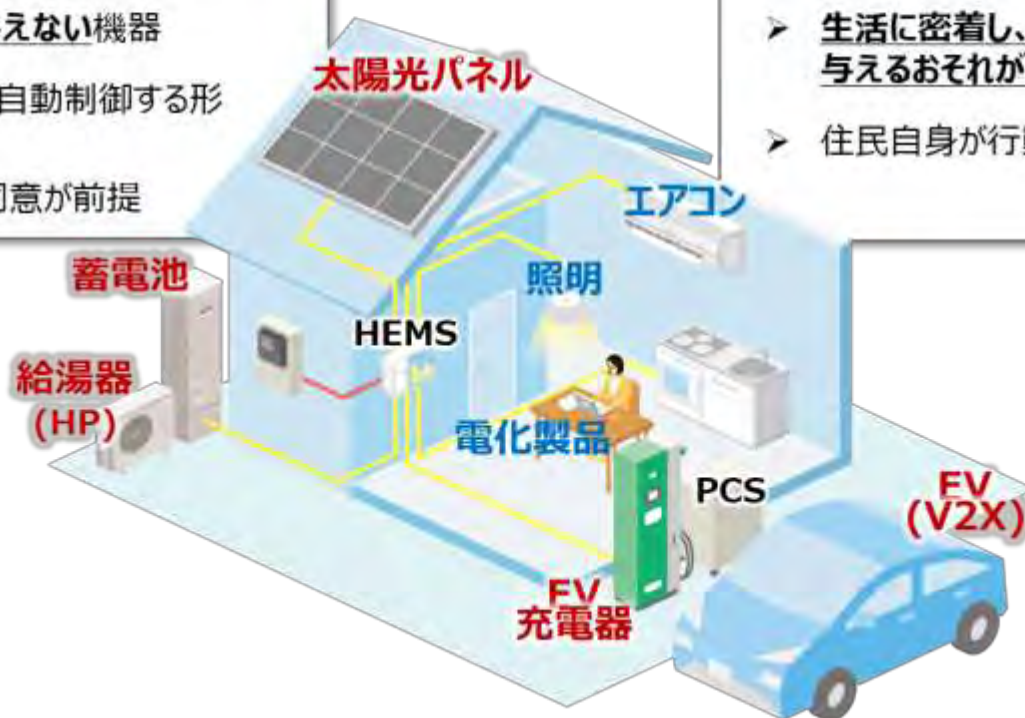
調整力として活用

## 行動変容型リソース

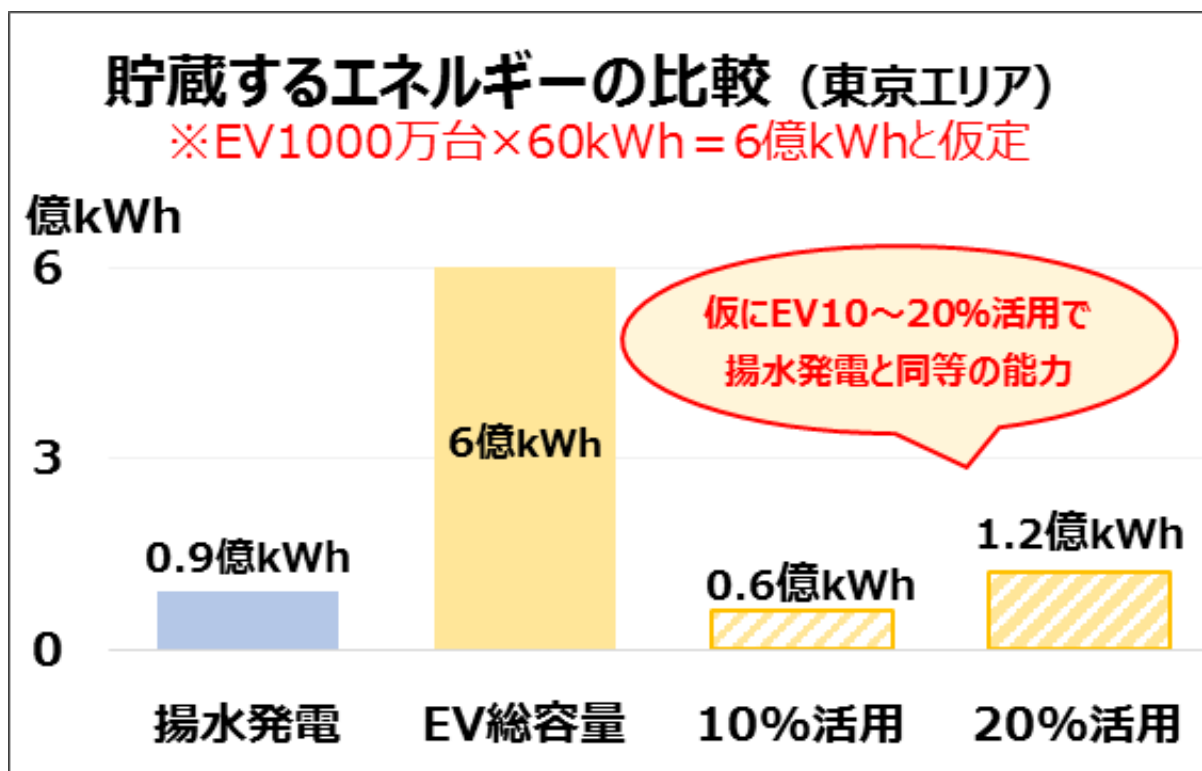
エアコン、照明、テレビ、冷蔵庫などの家電製品

- 生活に密着し、制御すると生活に支障を与えるおそれがある機器
- 住民自身が行動変容する形態に向いている。

緊急時に活用



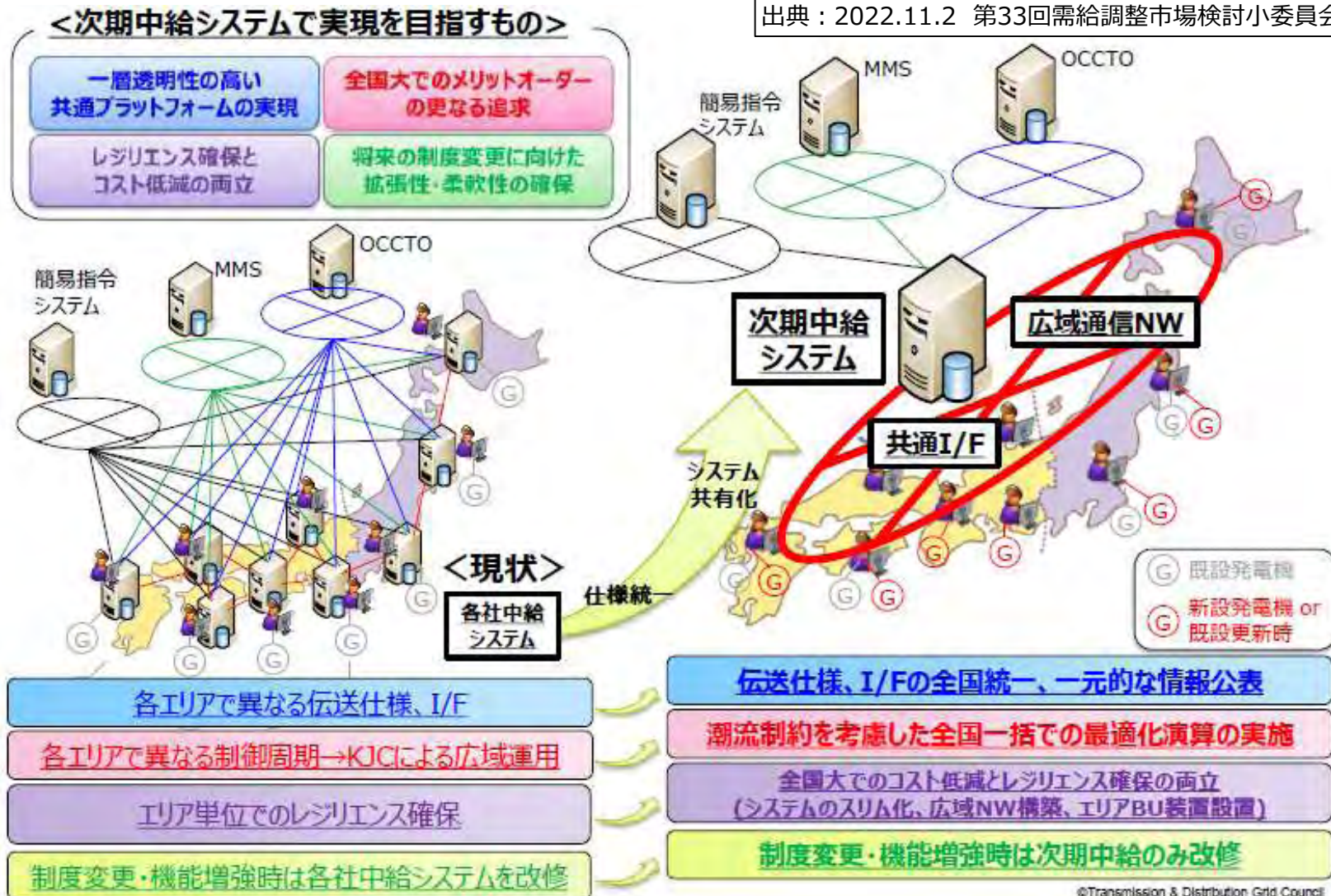
- 東京エリアの揚水発電が貯蔵するエネルギーは<0.9億kWh>
- 仮に蓄電容量60kWhのEVが1000万台導入されれば、EVが貯め得るエネルギーは<EV1000万台×60kWh=6億kWh>)  
このうち、仮にEVの蓄電容量の10~20%程度を活用できれば、現状の揚水発電と同等の調整能力





- 一般送配電事業者の中給システムの共有化(次期中給システムの開発)を行い、安定供給維持を前提とし、**一層透明性の高いプラットフォームの実現、全国大でのメリットオーダーの更なる追求、レジリエンス確保とコスト低減の両立、将来の制度変更に向けた拡張性・柔軟性の確保等**を実現

出典：2022.11.2 第33回需給調整市場検討小委員会資料4抜粋



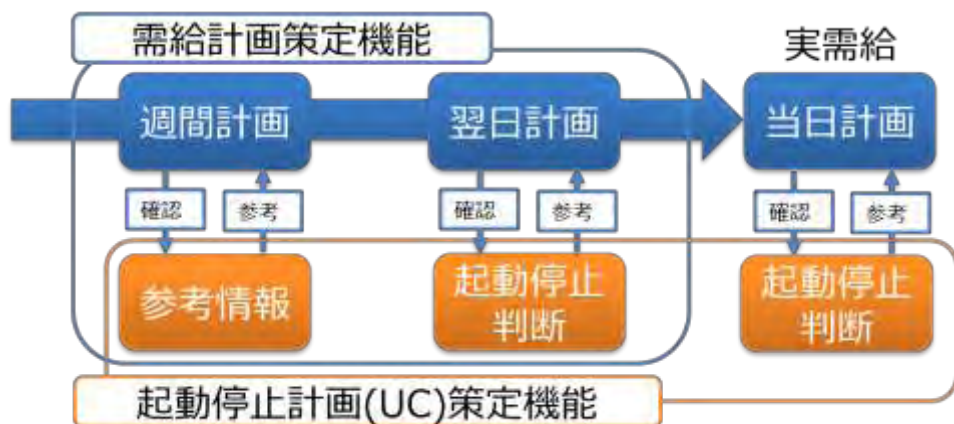


- 次期中給システムでは、全国一括で同時に最適化処理が可能となることから、**全国大の発電機起動停止計画を策定可能な最適化演算機能(UC)\*を実装する。【SCUC機能】**
- また、EDCの時間領域において全国一括で同時に最適化処理が可能となるため、**地域間連系線および各エリアの地内システムの混雑を同時に考慮した全国メリットオーダー型の需給制御を実装する。【SCED機能】**

出典：2022.11.2 第33回需給調整市場検討小委員会資料4をもとに作成

## SCUC機能

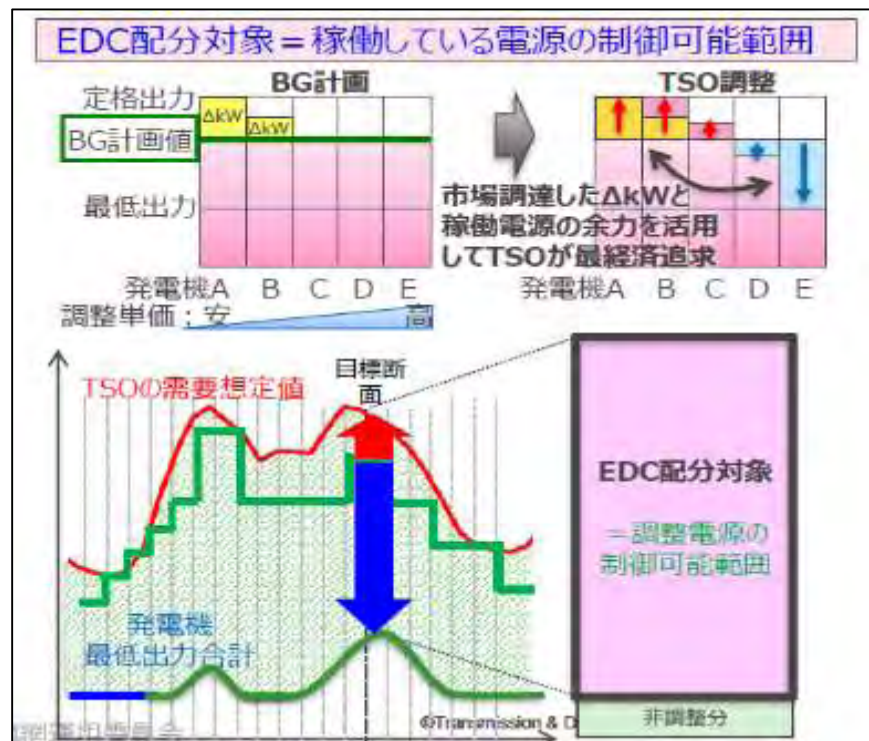
(潮流制約を考慮した全国大の発電機起動停止の最適化演算機能)



※本最適化演算の仕組みは、諸外国で採用実績がある技術である一方で、日本では前例がない取組みであり、その適用可能性について、シミュレーションによる分析等を進めている。  
特に、日本の系統の特殊性（串型系統、同期連系系統間の直流設備連系等）や、制度の特徴（欧州の制度を参照した制度設計）を考慮し、具体的な実装仕様について検討中。

## SCED機能

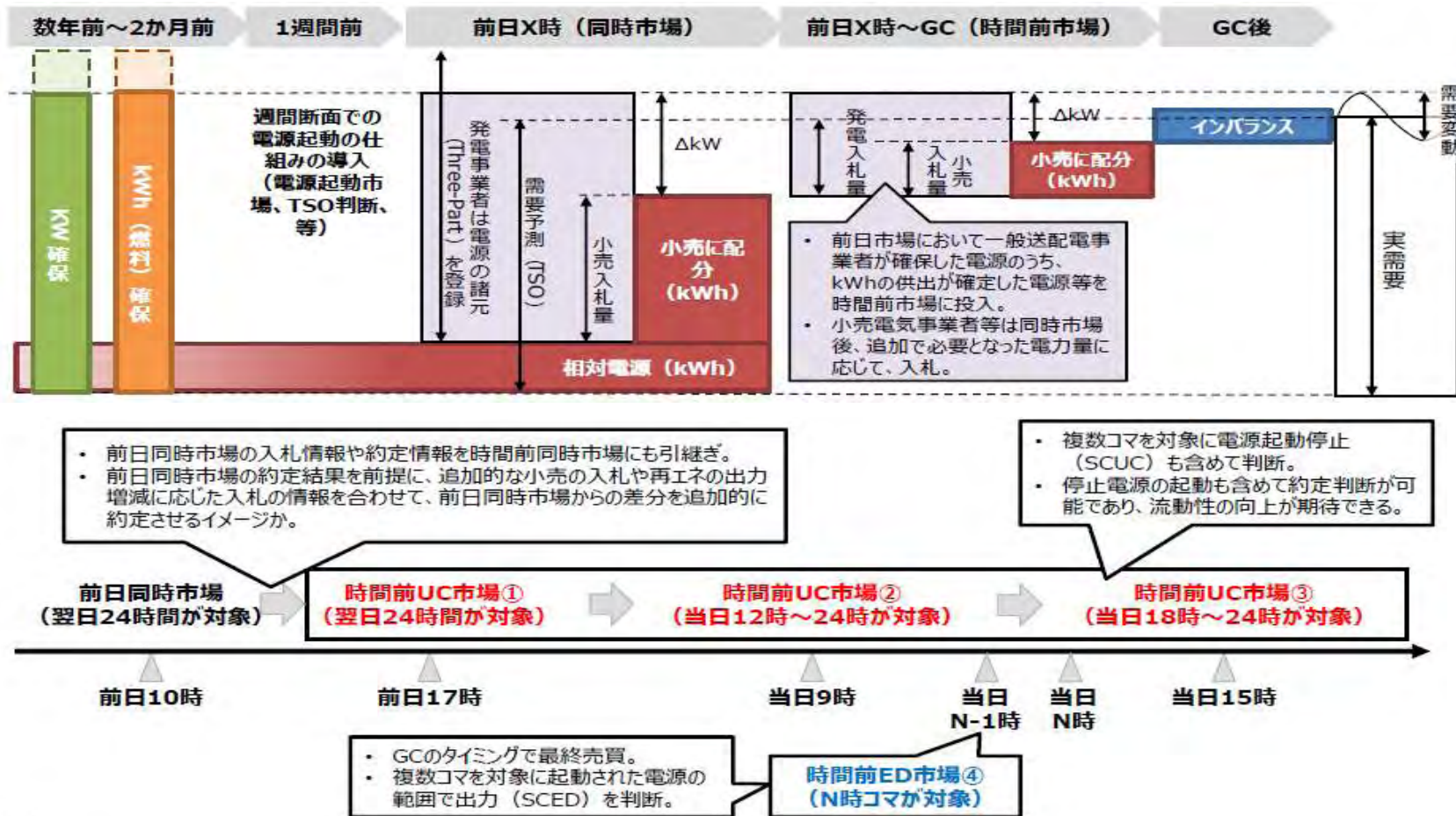
(潮流制約を考慮した全国大の需給制御機能(EDC))



# 【将来】今後の需給運用（kWhとΔkWを同時に約定）

- 国の審議会では、Three Part Offerを導入するとともに、kWhとΔkWを同時に約定させる、すなわち、供給力、調整力に関わらず全ての電力を同時に約定させる仕組み（SCUC・SCEDロジックにより、市場約定を決定する仕組み）等について議論中。

出典：2023.4.25 あるべき卸電力市場、需給調整市場及び需給運用の実現に向けた実務検討作業部会 取りまとめ資料をもとに作成



(※)

- ・ **時間前UC市場**：電源の起動停止も判断できるSCUCの計算を随時行いつつ、これを元にした売買を行う市場。
- ・ **時間前ED市場**：実需給の直前において、電源の出力配分の変更のみを再計算するSCEDを行い、これを元にした売買を行う市場。
- ・ 時間はイメージのしやすさのために記載したものであり、実際の前日同時市場や時間前同時市場の開場時間や頻度は別途検討が必要。



出典：2022.11.7 第1回次世代の分散型電力システムに関する検討会資料6-1抜粋

- 再エネ大量導入等に資する次世代NW実現に向け、**全国市場**※と**お客さま設備**（地域分散エネルギー）を結ぶローカル階層に、**需給と混雑を管理し、地域分散エネルギー活用を促すための分散エネルギー取引市場**が必要。

※：日本卸電力取引所・電力需給調整力取引所

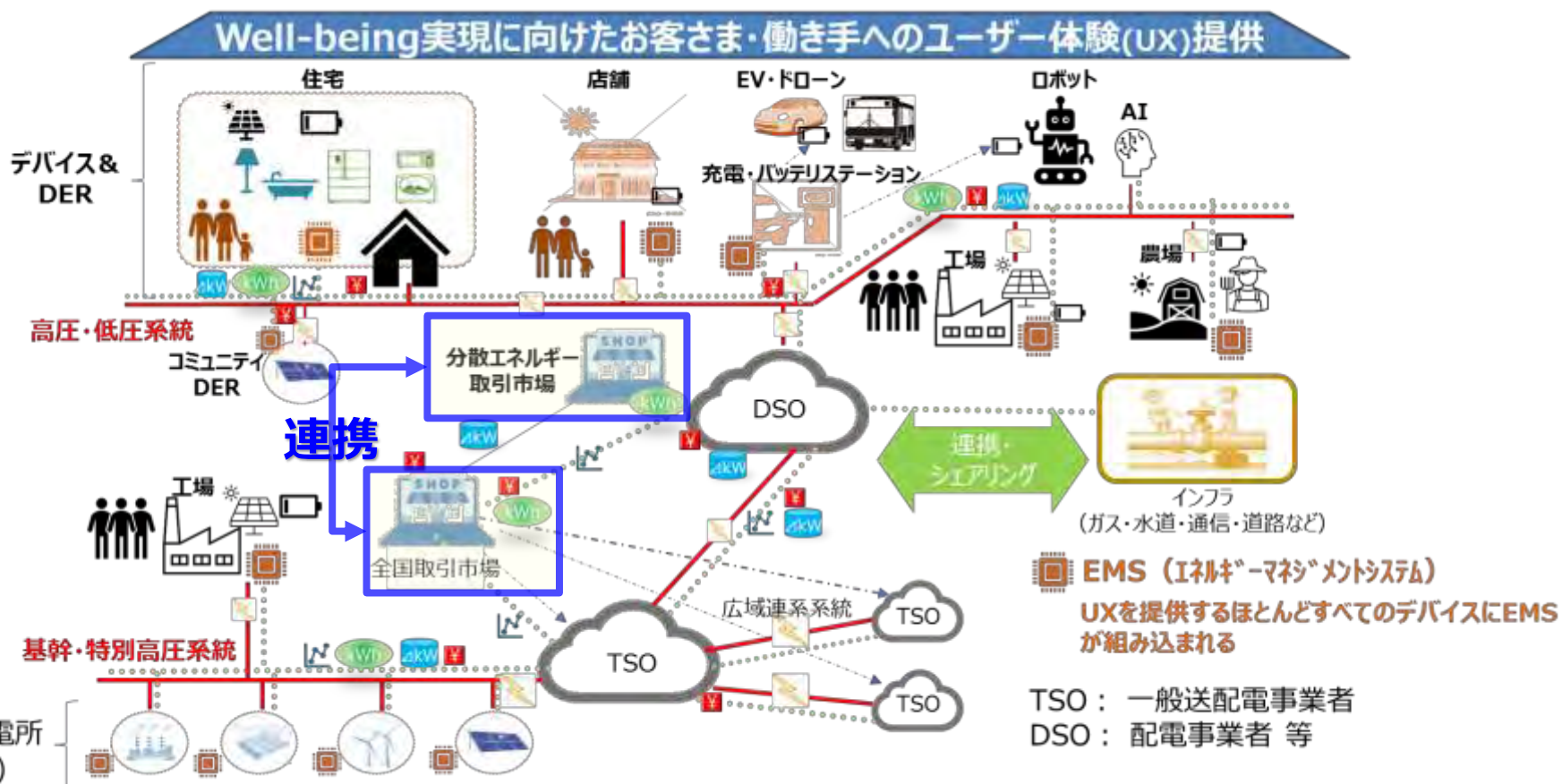
- **地産地消**を誘引する取引マッチングを行い、**混雑状況を加味した価格シグナル**等の情報を発信し、**市場参加者**（発電事業者・小売電気事業者・アグリゲーター等）が**自律的に行動する仕組み**によって、**地域課題**や**系統課題の解決**に貢献。



# 【将来】今後の需給運用 (Utility 3.0の実装 <2030年頃>)

出典：2022.11.7 第1回次世代の分散型電力システムに関する検討会資料6-1修正

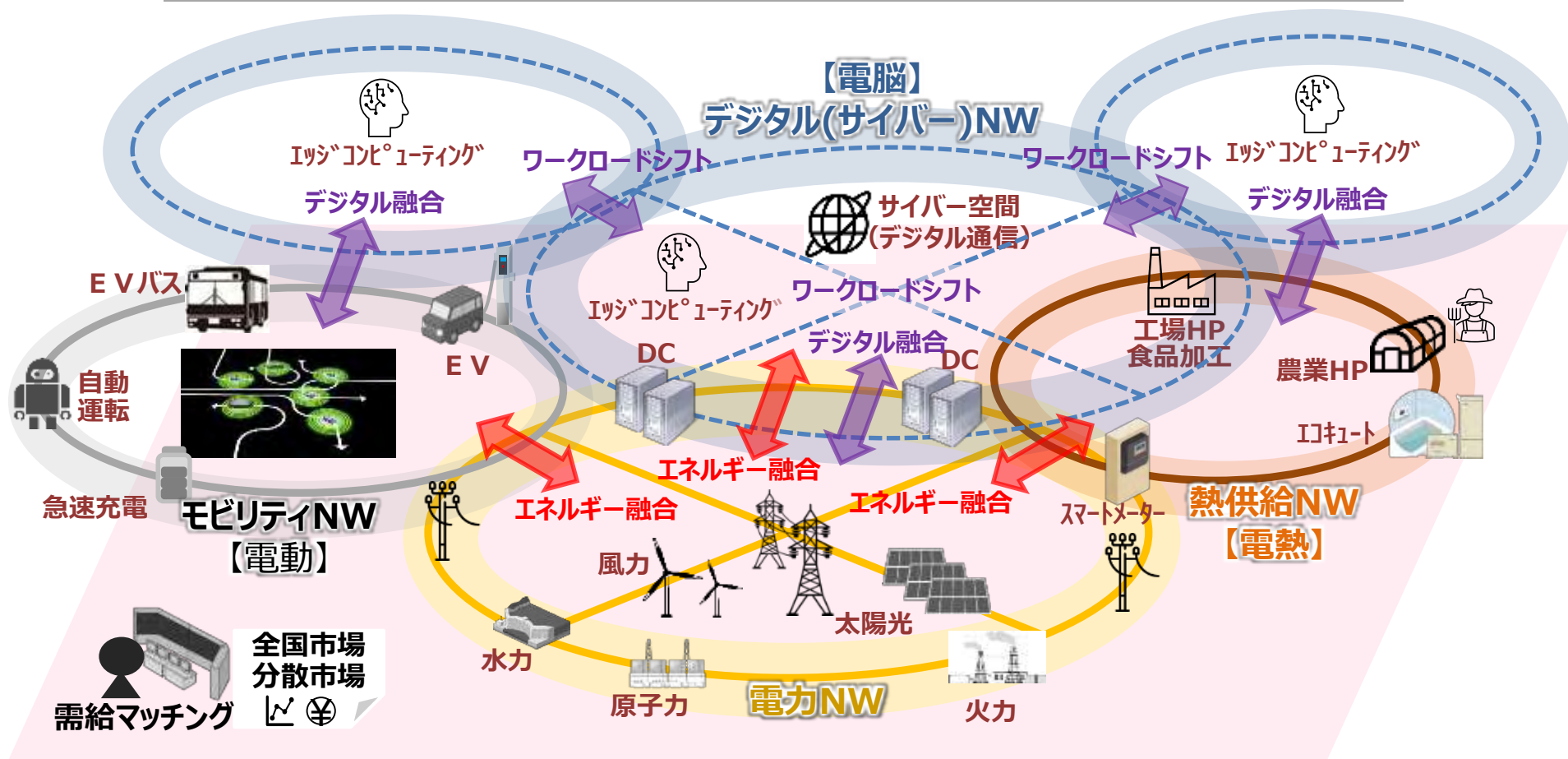
- カーボンニュートラルに向けて、PV等の再エネ導入が更に拡大することで、**PV等の再エネ発電出力の変動幅(時間単位、日単位、季節単位)が大きく、現状の揚水発電等の調整力だけでは需給運用が厳しい状況**
- その為、揚水発電と同様に、**再エネ発電出力変動に応じてEV等を充放電する電力需給運用を実施**
- これらを実現するためには、**蓄電池等の充電情報(SOC)・位置情報や発電・系統側情報等の共有が必要**であり、その情報を活用した**分散エネルギー取引市場と全国同時市場の連携**により**電力需給を最適化**





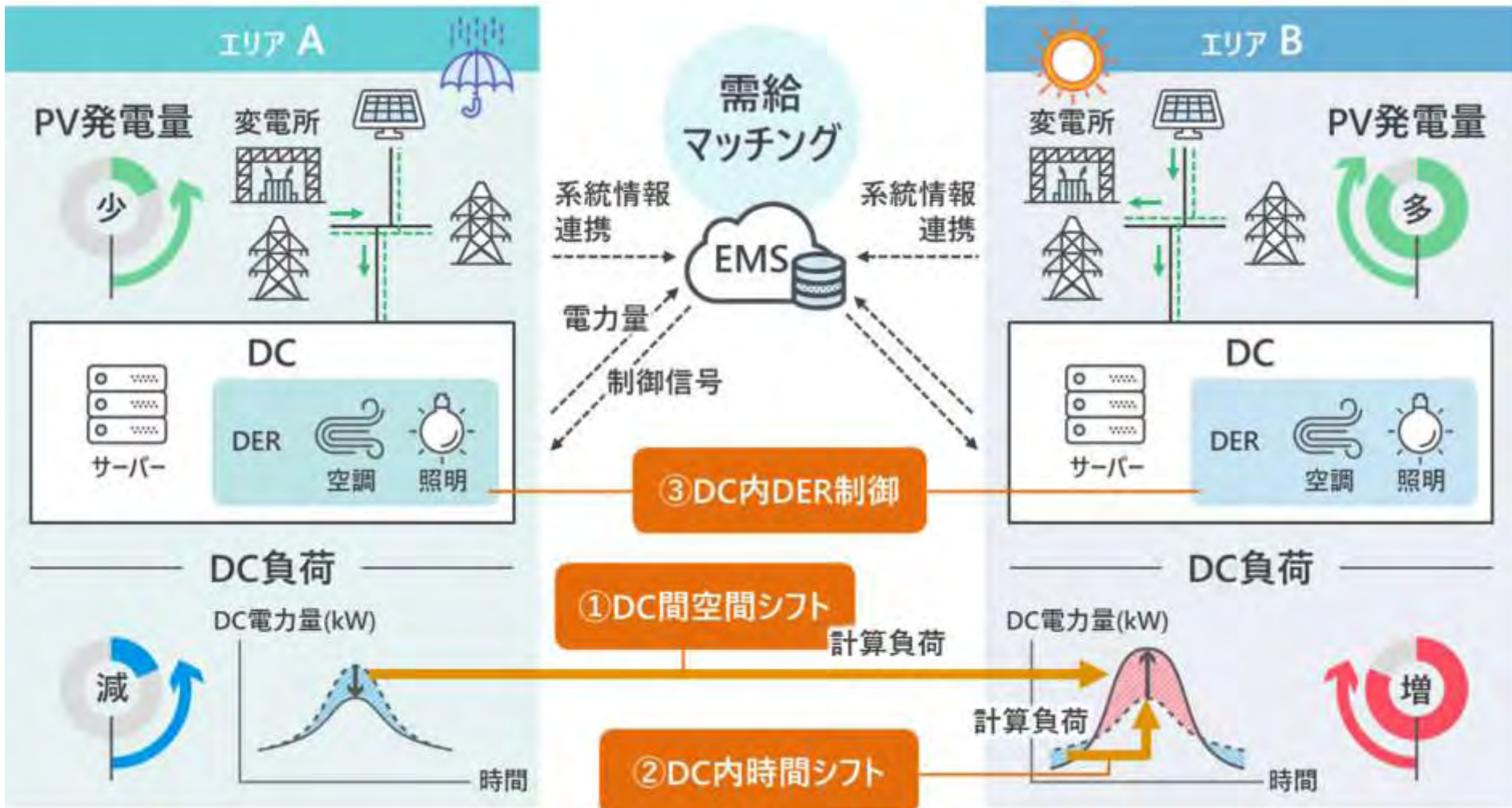
- サイバー空間の電力消費が急増、リアル(電動・電熱など)とサイバー(電腦)全体のエネマネが必要
- 電力グリッド×デジタルインフラのメッシュにより、リアル空間のネットワークも連携したエネルギーマネジメントを行うことにより、社会の生産性を向上しつつ、カーボンニュートラル化と物理インフラ・ダウンサイジングを実現

「電力グリッド×デジタルインフラ」のメッシュにより3つのNWをエネルギー融合(共創環境の実現)



# (参考) 電力グリッド×デジタルインフラのメッシュ具体例

■東電PGと日立製作所の自社設備を活用し、①両地点間の空間シフト、②地点内時間シフト、③地点内DER制御（on/off、可変制御）を実施 ※2023年7月5日プレスリリース済



EMS (Energy Management System : エネルギーマネジメントシステム) PV (Photovoltaic : 太陽光発電)

# (参考) 電力グリッド×デジタルインフラのメッシュ具体例

■DCワークロードシフト（空間シフト、時間シフト等）による地産地消により系統混雑の緩和を目指す。なお、東京エリアでは、2030年前半までに約700万kWの連系申し込みをいただいているところ。

