

2024/9/24

MESH 構想：ワット・ビット連携からの 電力システムのインターネット化

東京電力パワーグリッド株式会社
取締役副社長執行役員最高技術責任者
スマートレジリエンスネットワーク代表幹事
岡本 浩



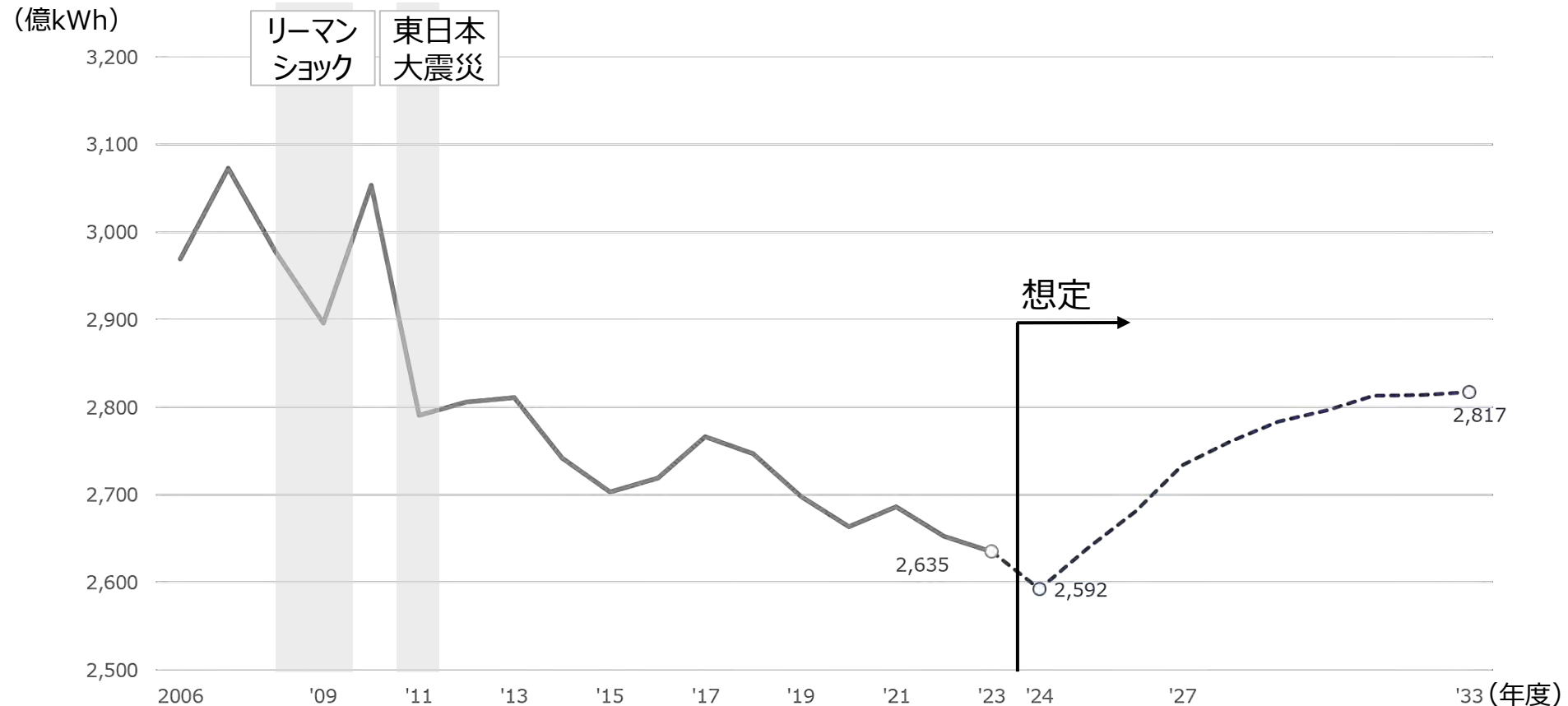
1. 電力需給の現状と今後の見通し
2. 将来の電力需給に関わる課題
3. 当社のMESH構想：GXとDXの同時達成
4. まとめ



2024年度供給計画におけるエリア需要の見通し

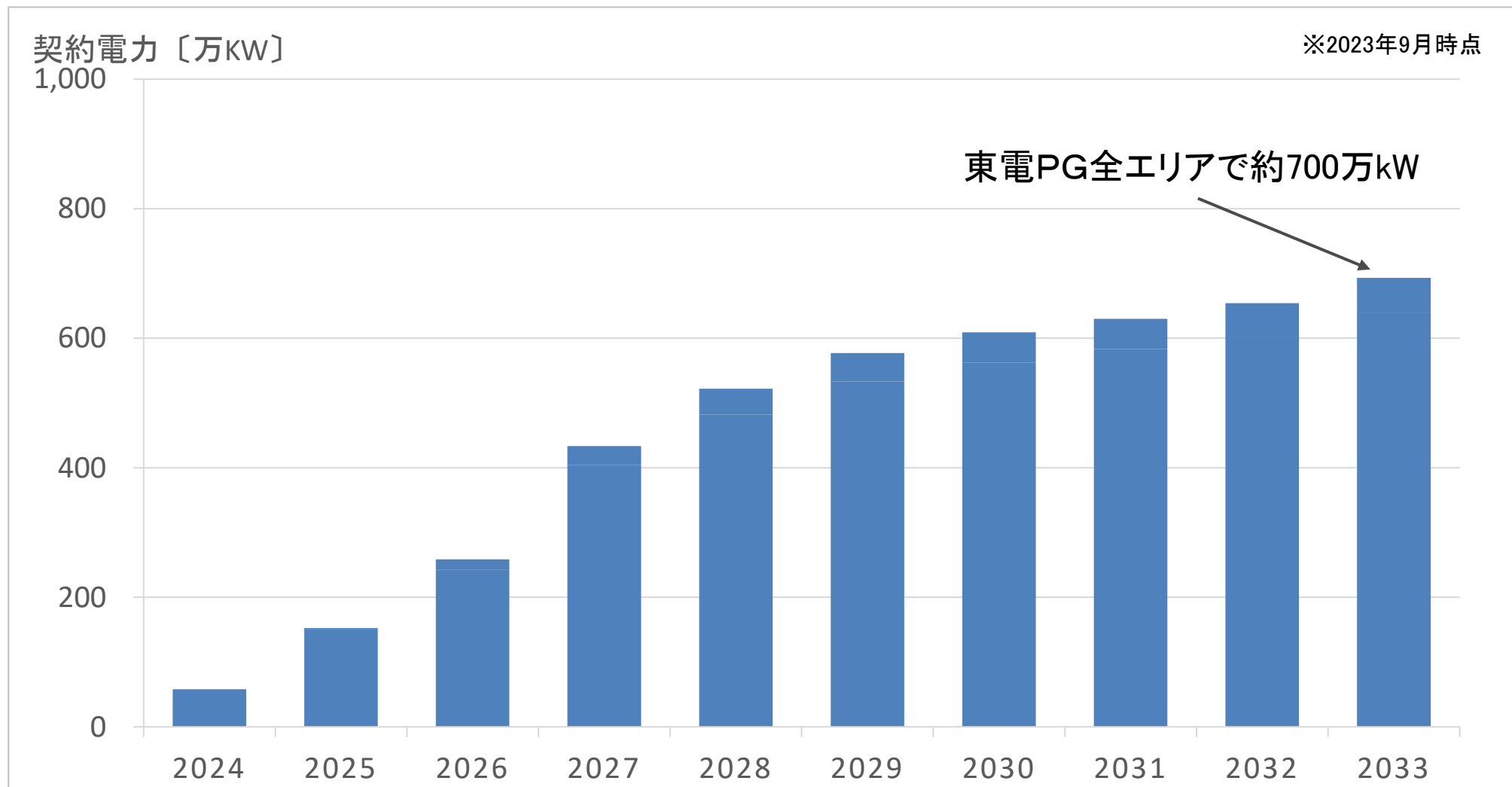
2

- 2023年度の電力需要は、政府や自治体、電気事業者等からの節電呼びかけや小売電気事業者が実施する節電プログラム等の影響により、前年度に引き続き減少傾向。
- 中長期にかけては、人口減少や節電影響の定着ならびに継続的な省エネの進展等を見込む一方で、**データセンターの新增設等を反映した結果、電力需要は増加傾向**となる見込み



データセンター(DC)事業者様からのお申込み状況

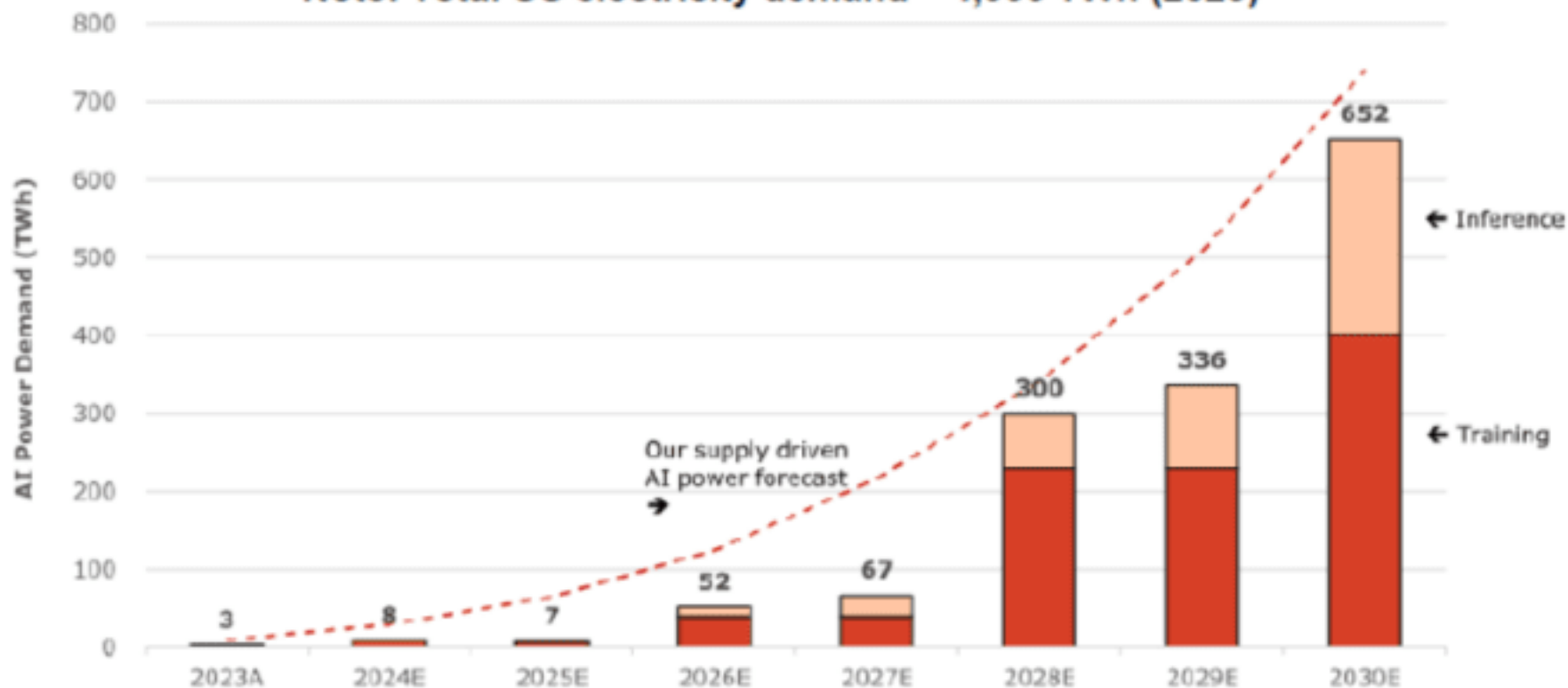
3



Summary of GenAI demand forecast

Source: Wells Fargo

Note: Total US electricity demand – 4,000 TWh (2023)



	2023A	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
(+) Training power demand (TWh)	3	8	7	40	40	229	229	402
(+) Inference power demand (TWh)	0	0	0	12	27	70	107	250
Demand driven AI power forecast (TWh)	3	8	7	52	67	300	336	652
Supply driven AI power forecast (TWh)	9	29	65	125	217	341	506	739

Source: Wells Fargo Securities, LLC estimates

<https://www.marketwatch.com/story/ai-could-demand-a-shocking-amount-of-electricity-check-out-this-chart-e91e306d>



GX×DXが変革するエネルギー需給構造

電力需要（自家消費含む全国）

スマート電化

パソコン
EV
バス
電熱需要
(自動化)

大規模系統電源（脱炭素化）

分散型電源

分散型電源 + 貯蔵装置

2013

2020

2030

2050



需給構造転換に向けた電力システムの課題

① 再エネ等の非化石電源の量とコスト

- 日本はエネルギー消費密度が高い

② 再エネ等の非化石電源とエネルギー消費地の空間ギャップ

- エネルギーコスト（電源＋系統＋燃料＋CO2）の最小化を実現するための系統整備

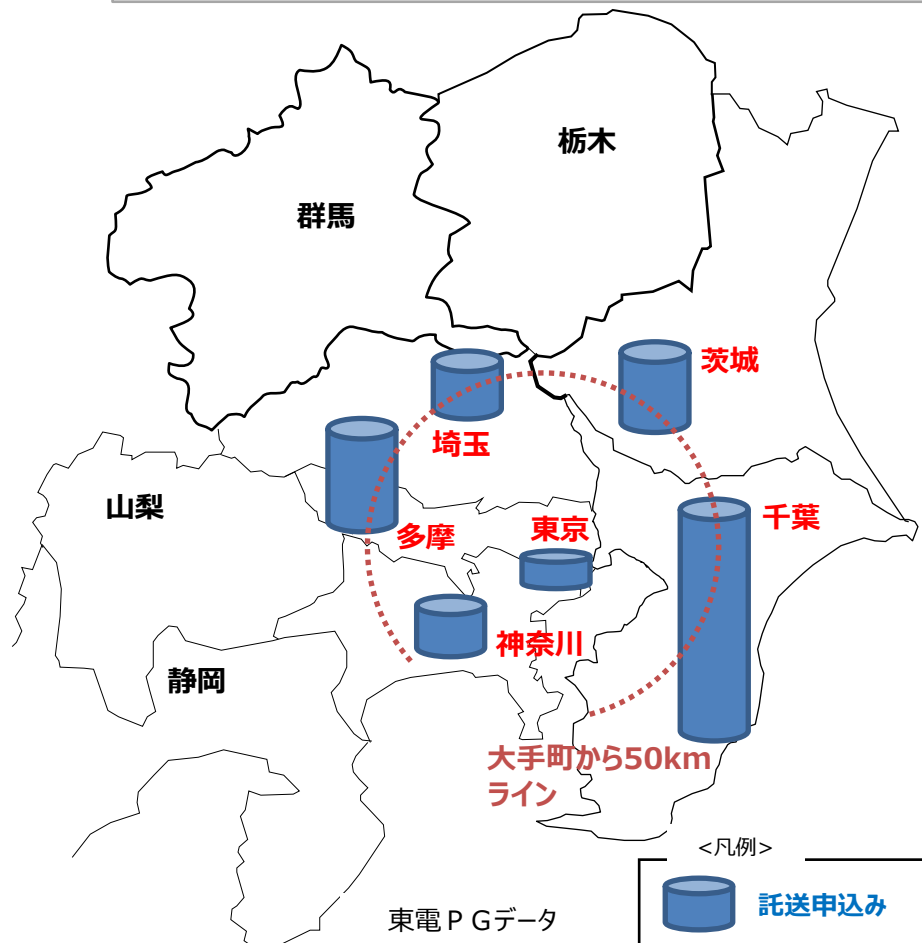
③ 出力が変動する再エネと電力需要の時間的ギャップ

- 蓄電池・電気自動車など分散型エネルギー資源（DER）の有効活用
- 供給信頼性を確保するためのバックアップ電源の維持

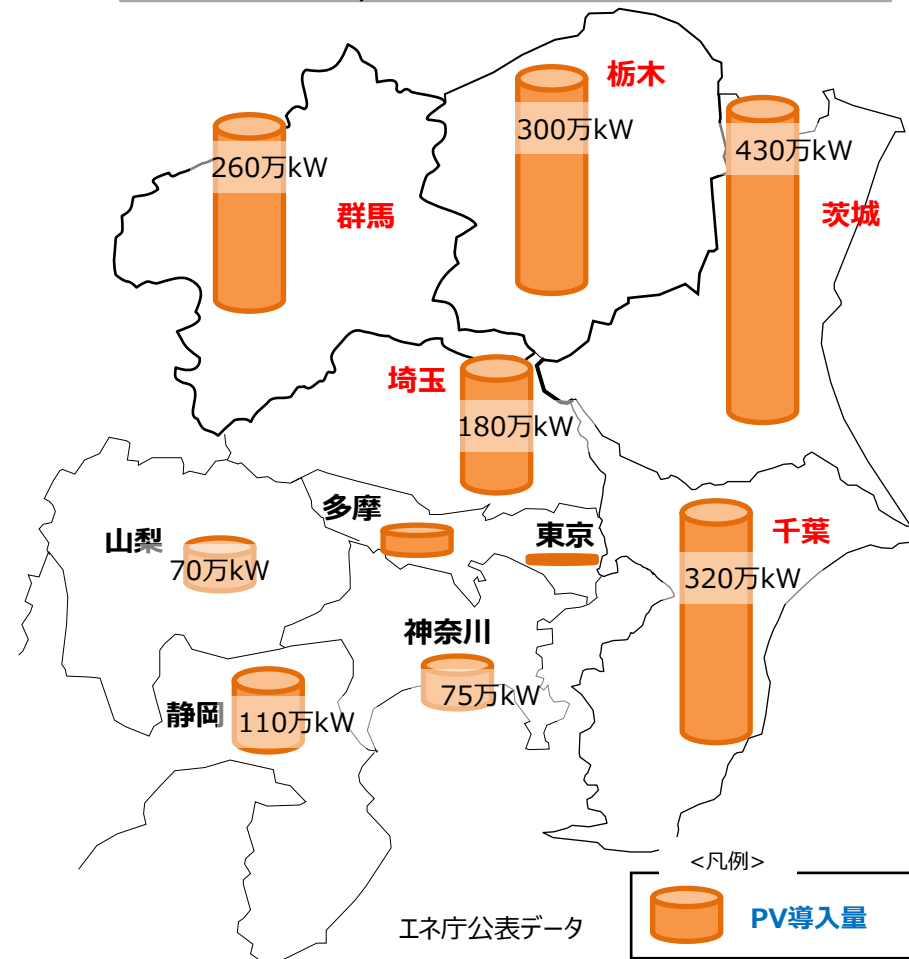


エリア別のDC申込実績と太陽光導入実績

データセンター託送申込み(2023/9末)
～約700万kWの都県別～

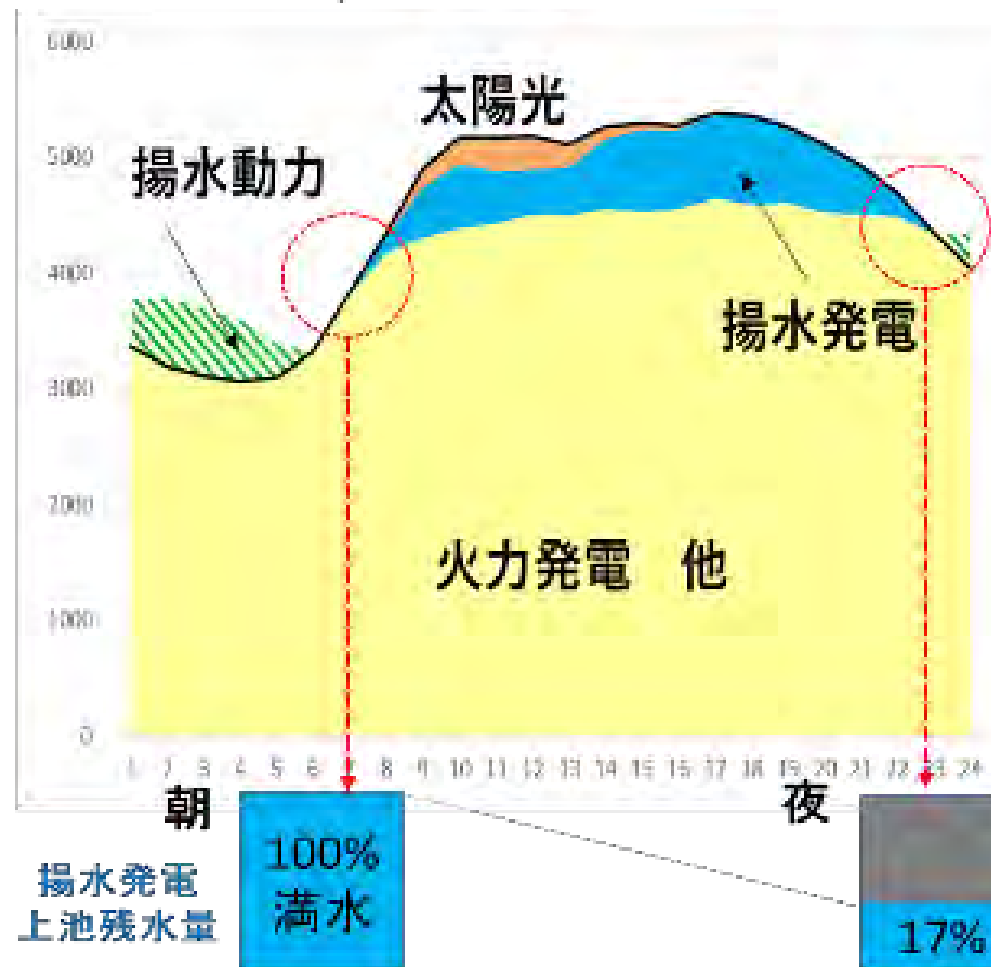


太陽光導入量 (2023/9末)
～約1,800万kWの都県別～

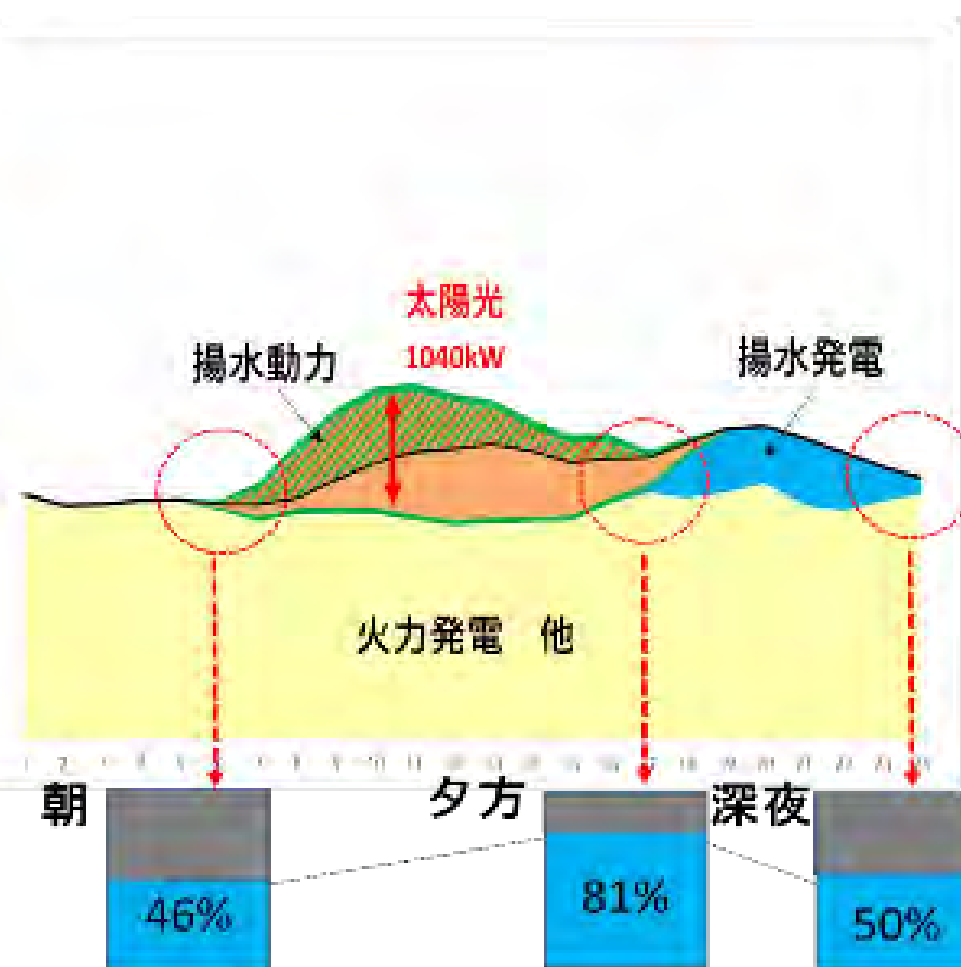


不足と余剰を繰り返す電力需給

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



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



将来の需給バランス維持とスマート電化の推進

9

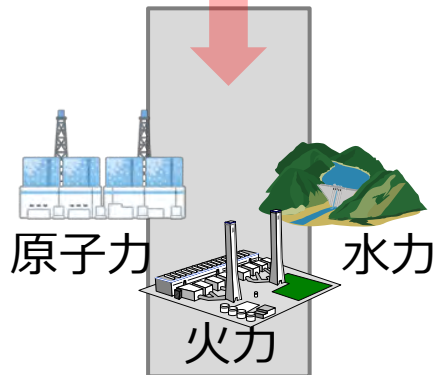
これまで

- ✓ カーボンニュートラル
- ✓ AI/ML、ブロックチェーン



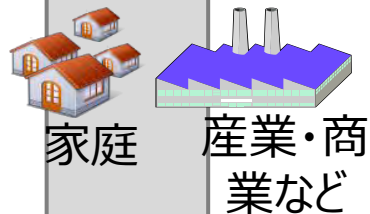
系統運用者

指令
調整



供給

変動



需要

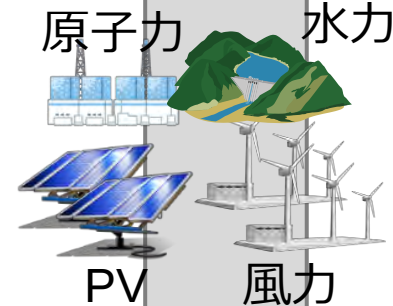
将来

系統運用者
市場運用者

価格シグナル
CO2情報など

経済DR

変動



供給

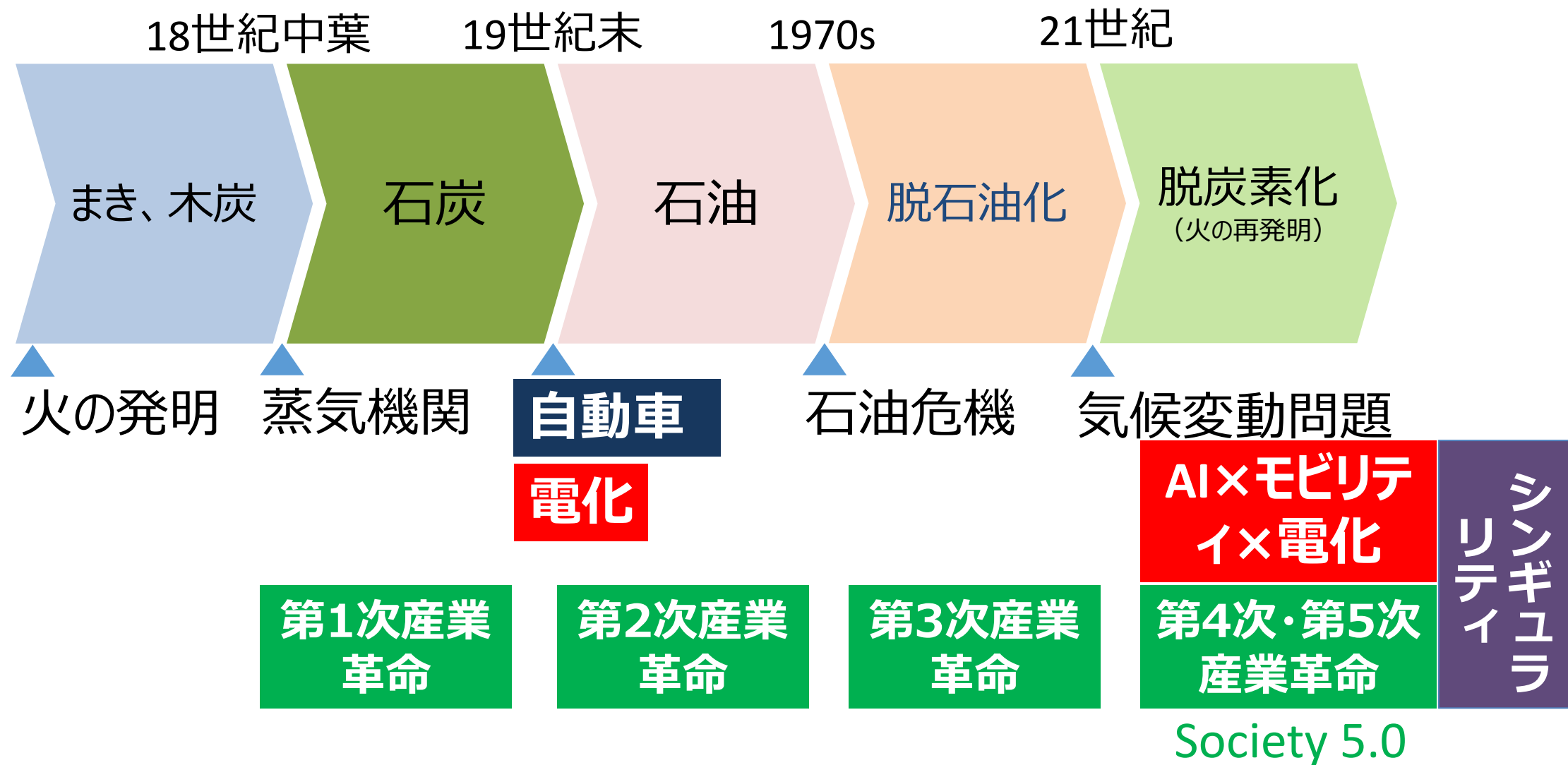
お客さま
需要



需要



生産性向上とエネルギー転換の「共進化」



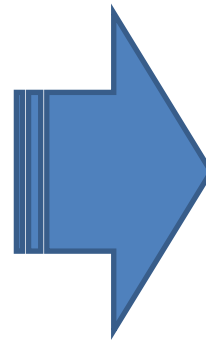
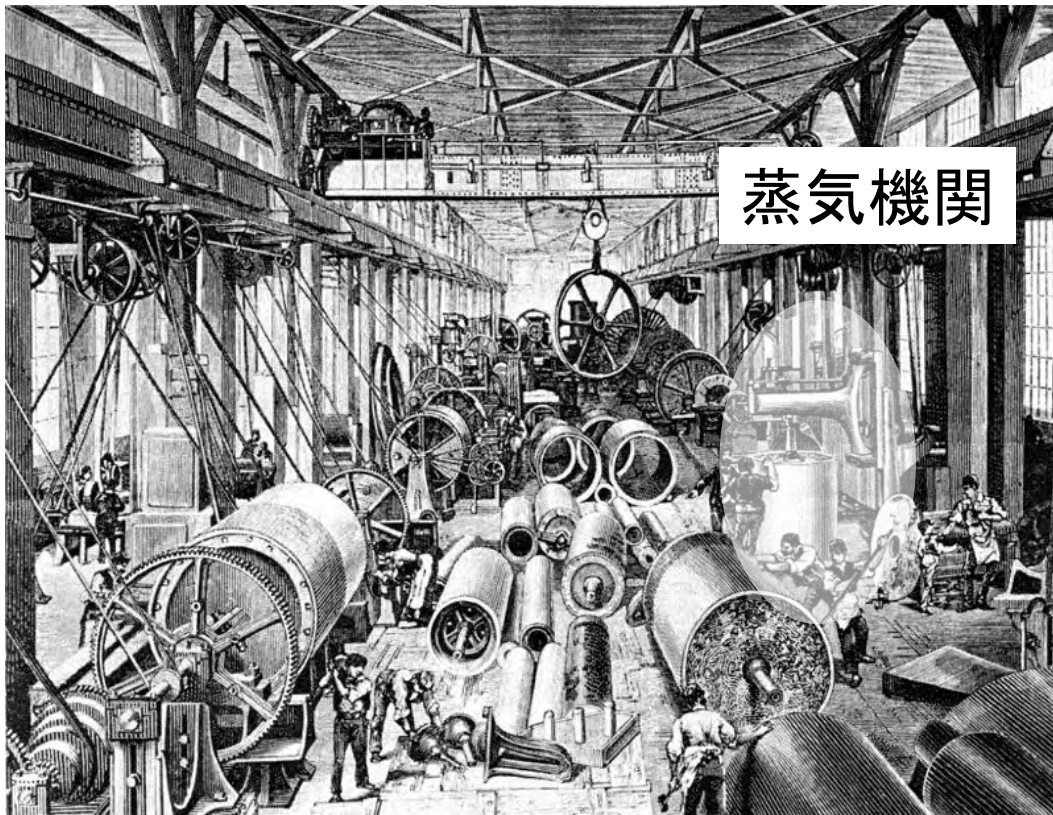
(※) 岡本個人の仮説です



第2次産業革命：蒸気機関から電気モーターへ

11

- 電化は最も破壊的なテクノロジーの一つであり、20世紀初頭、米製造産業に大量絶滅の惨事を招いた(McAfee & Brynjolfsson, “Machine, Platform, Crowd”)



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bild_Maschinenhalle_Escher_Wyss_1875.jpg

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LongBeachFord.jpg>

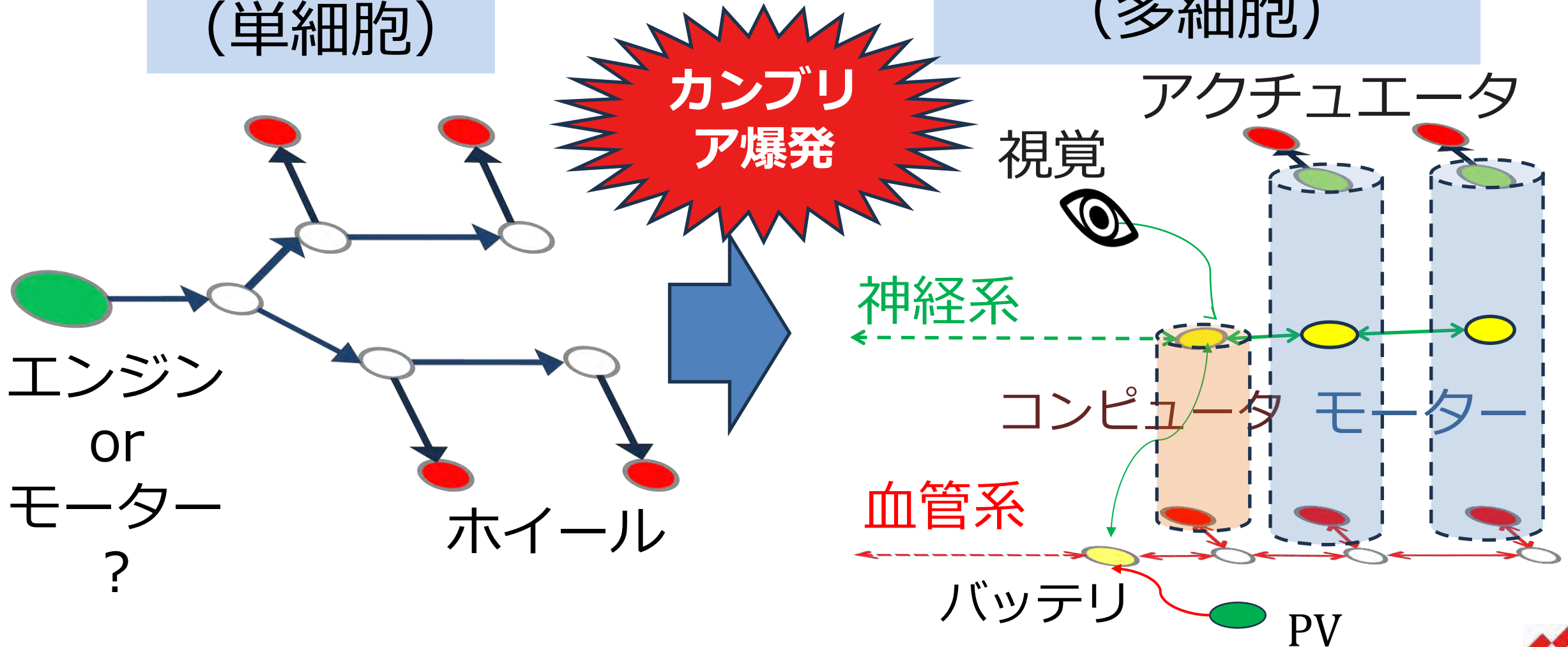


電動化の本質：モビリティのカンブリア爆発

12

クルマ
(単細胞)

電腦モビリティX
(多細胞)



インターネットのような電力システムを創る

【分散化】 スマホのようにユーザーが発電したり蓄電できる。

アプリを選んで自分用にカスタマイズできる

【双方向】 出し手・受け手が双方向になる（余剰時には誰かに融通し、不足時には誰かから融通してもらう）

【広域化】 日本中そして世界ともとつながる

【融合】 インターネットやモビリティと融合する（共進化）

セキュリティ、プライバシー、ユーザのデータ主権の確保が必要



岡本家の内線

たくさんのフィーダーがあって
配電用変電所に似ている！



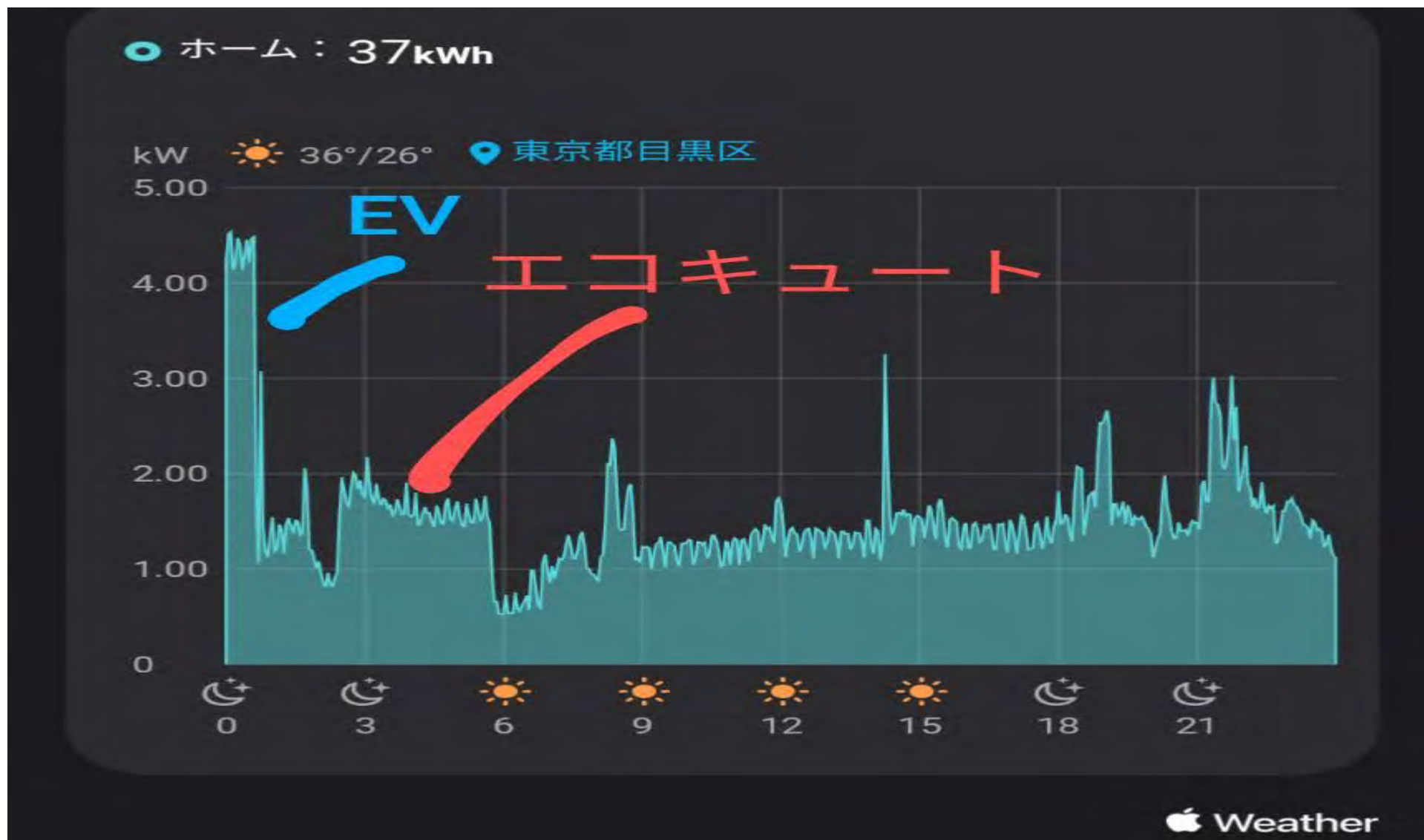
日産アリア (EV)



おひさまエコキュート



岡本家のエネルギー使用（オール電化住宅）



ユーザ体験（UX）を確保しつつ再エネを導入拡大するための経済DR自動化（AI活用）

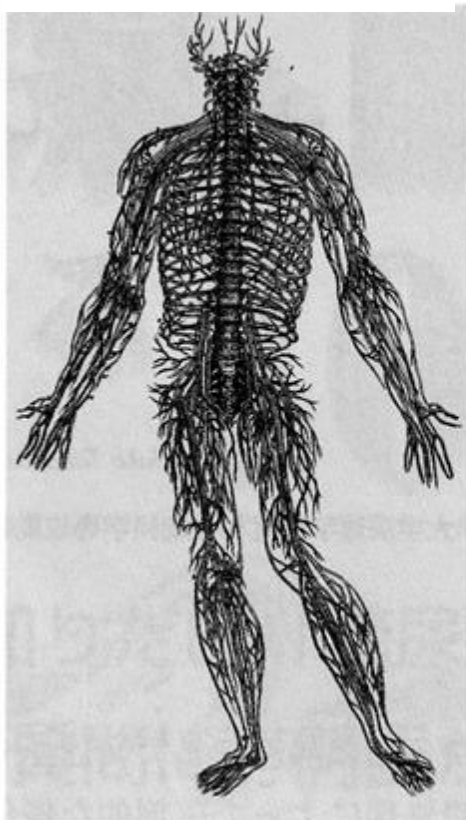
電気料金をダイナミックに変えて運転を自動化したら？

- ① おひさまエコキュートは、天気予報情報と連携して明日の昼間に晴れる確率が高ければ、自動的に昼間にお湯を沸かして昼間のPVを自家消費する
- ② しかしPVがない岡本家では、晴天日でも電気代の高い昼間にお湯を沸かす理由がないので、この機能を使わない
- ③ 岡本家の電気代をその地域の電気の需給状況にあわせてダイナミックに変えて、地域の電力価格予報を天気予報の代わりに使えば電気代の安い時を狙って自動的にお湯をわかすはず
- ④ EVの充電も同様に実現（契約アンペアを超えない自動制御も要）

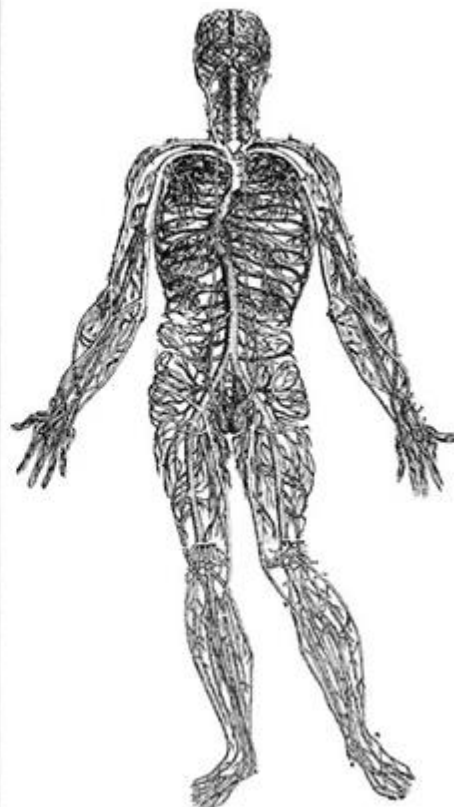


人体におけるサイバー・フィジカル融合と 恒常性の調節

神経系



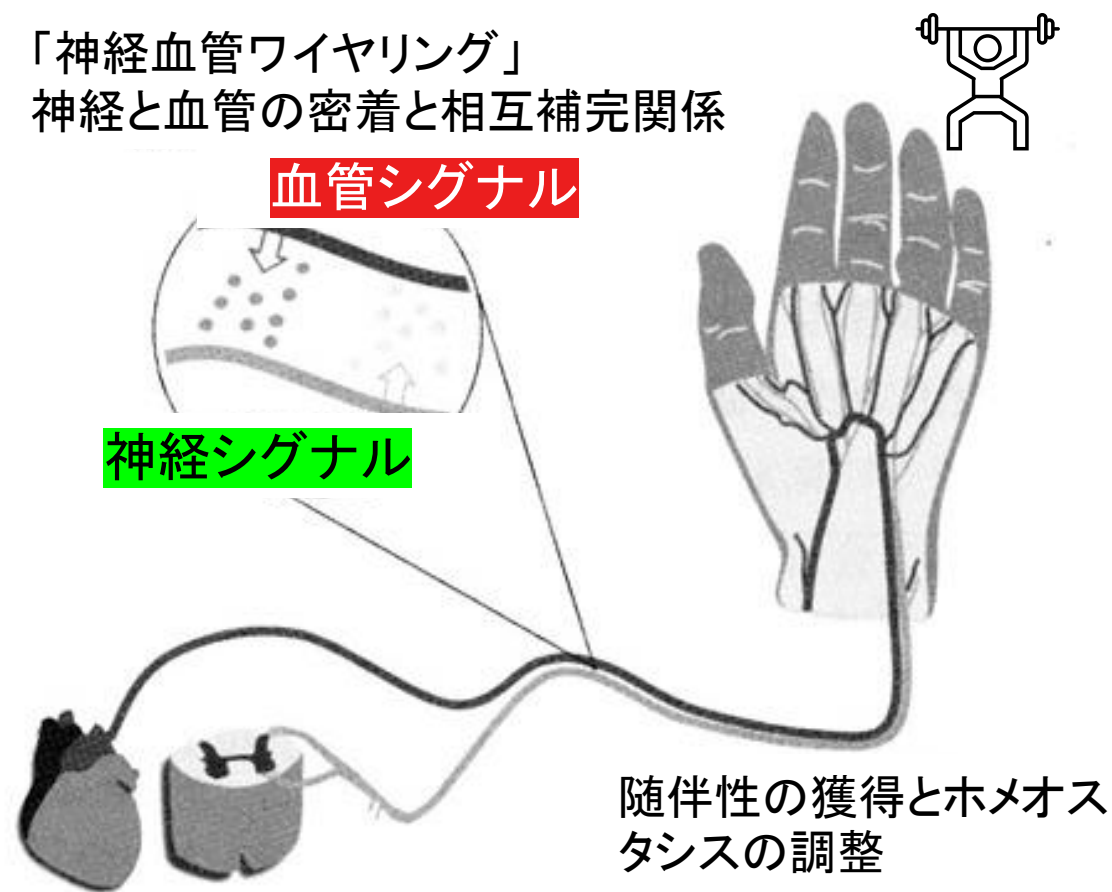
血管系



「神経血管ワイヤリング」
神経と血管の密着と相互補完関係

血管シグナル

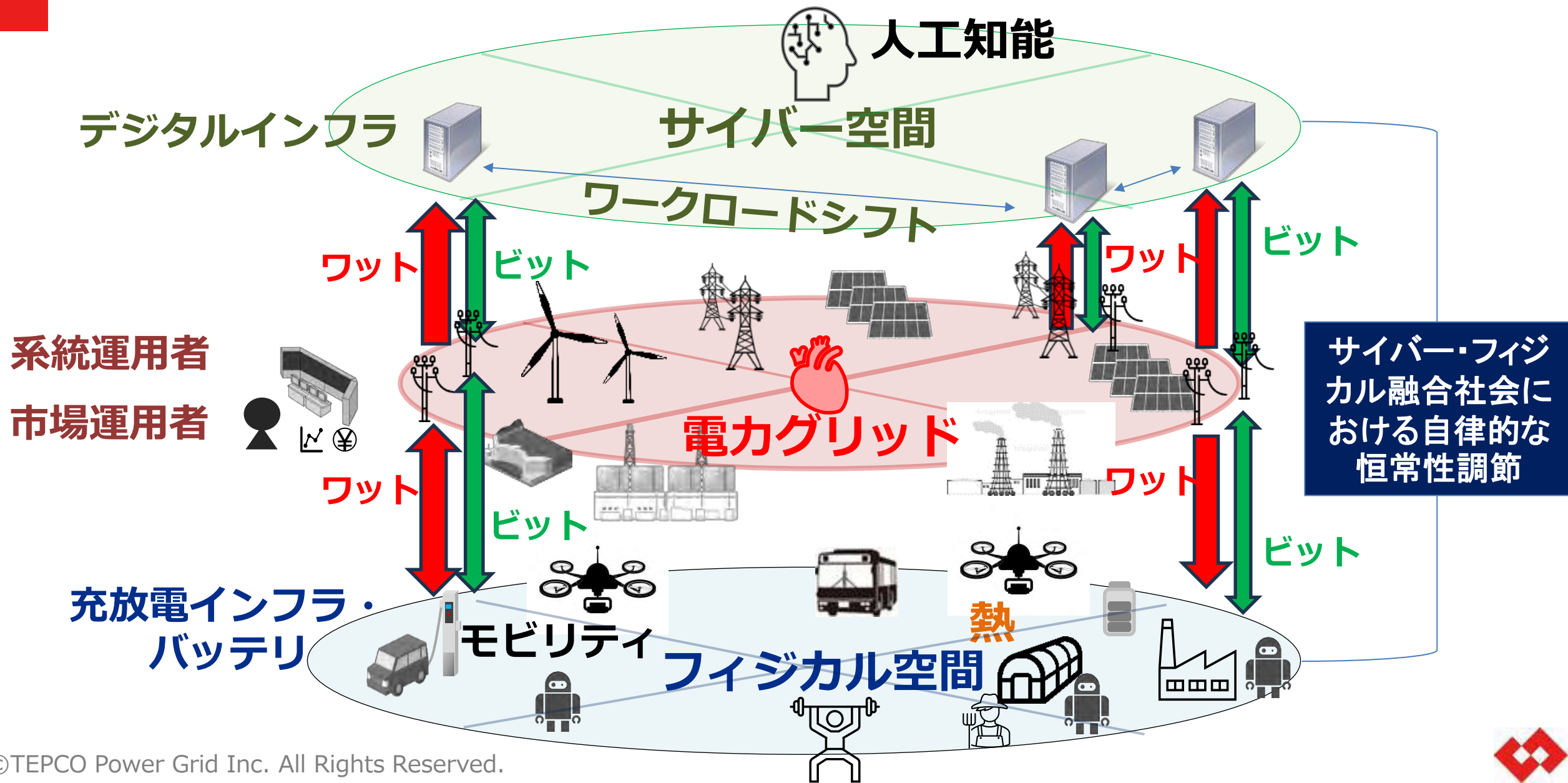
神経シグナル



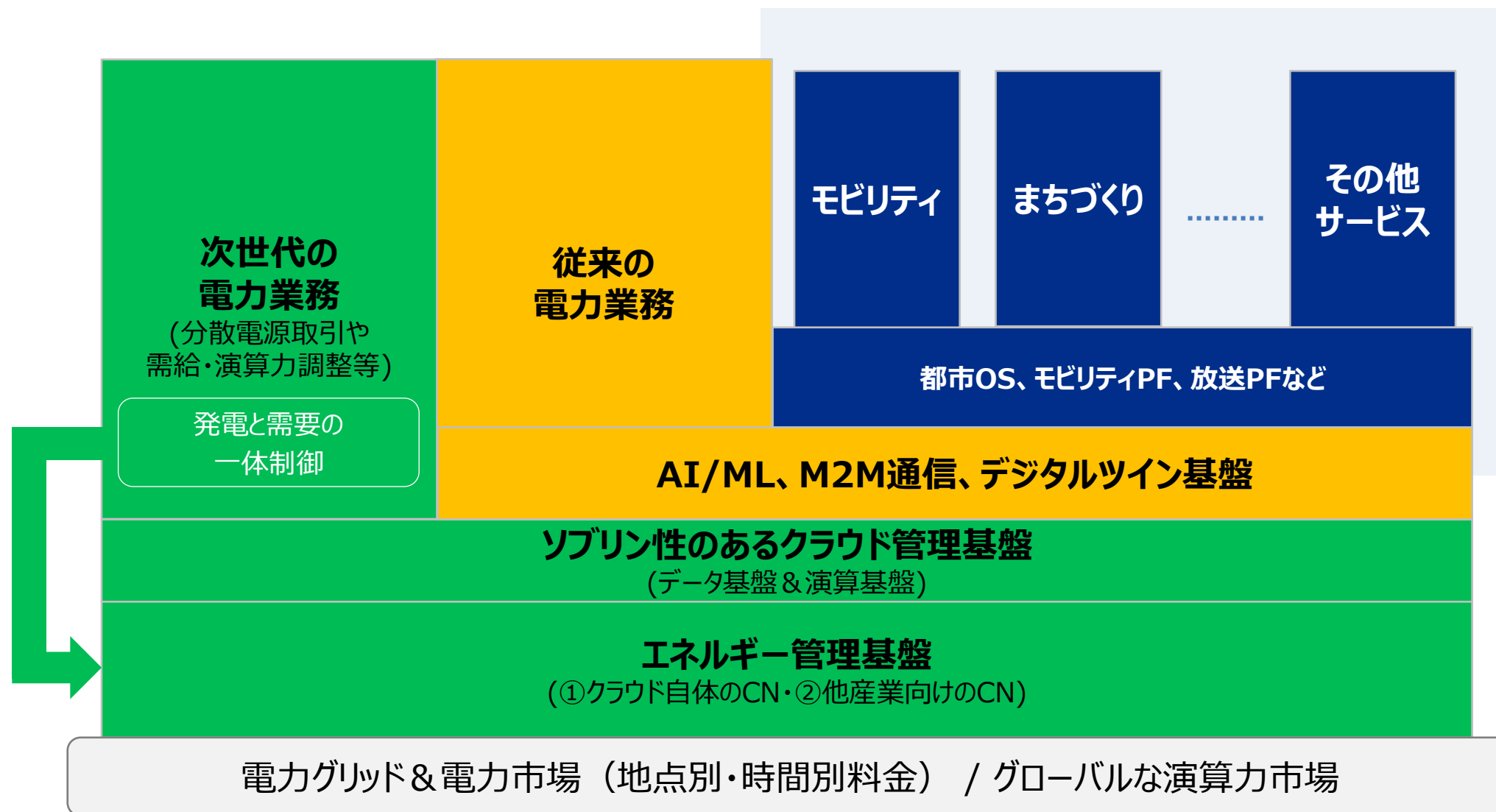
(出所) 高橋淑子、「神経-血管ワイヤリングの調節機構」、血管医学、Vol.14、No.3、2013年9月



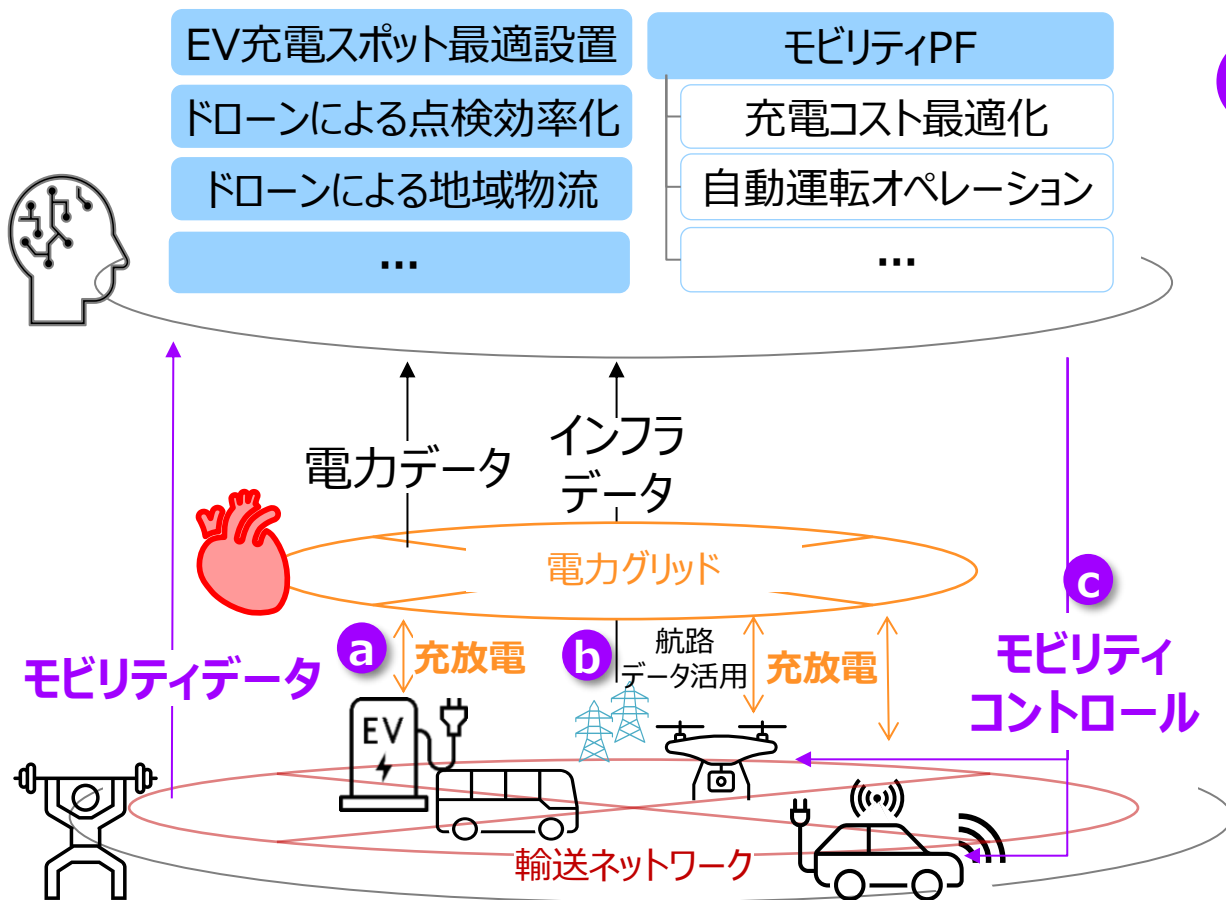
MESHによる社会の恒常性調節



電脳融合 (Electro-Cyber Integration)



モビリティでの価値提供へのチャレンジ



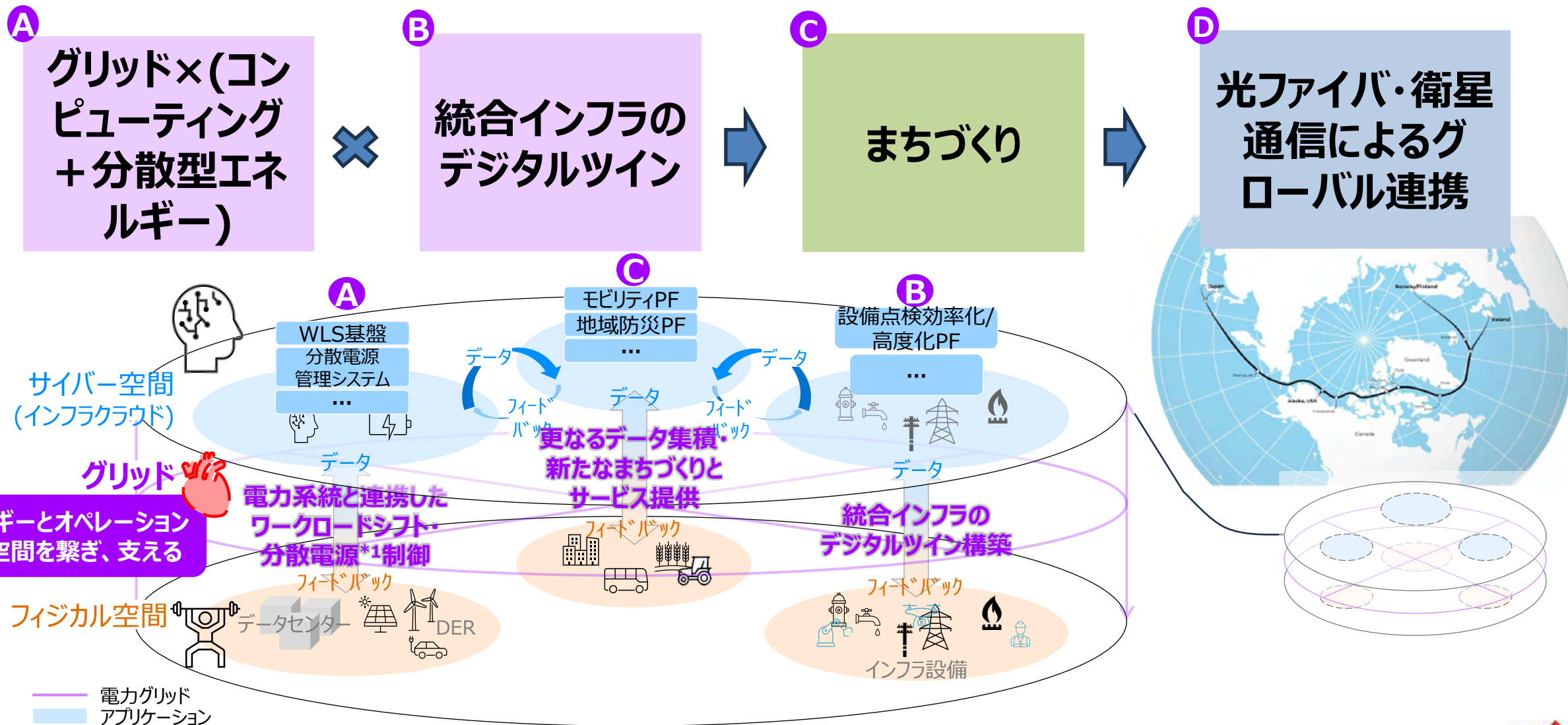
a 電力グリッドとEV含む分散型エネルギー資源の連携
電力市場の価格シグナルと連携しEV（＝動く蓄電池）・充電スポットの充放電タイミングをコントロール、システムを安定化・充電コストを最適化

b インフラ設備データを活用したドローン航路整備
インフラのデジタルツインを利用しドローン航路を整備、インフラ管理作業の効率化や地域物流を実現

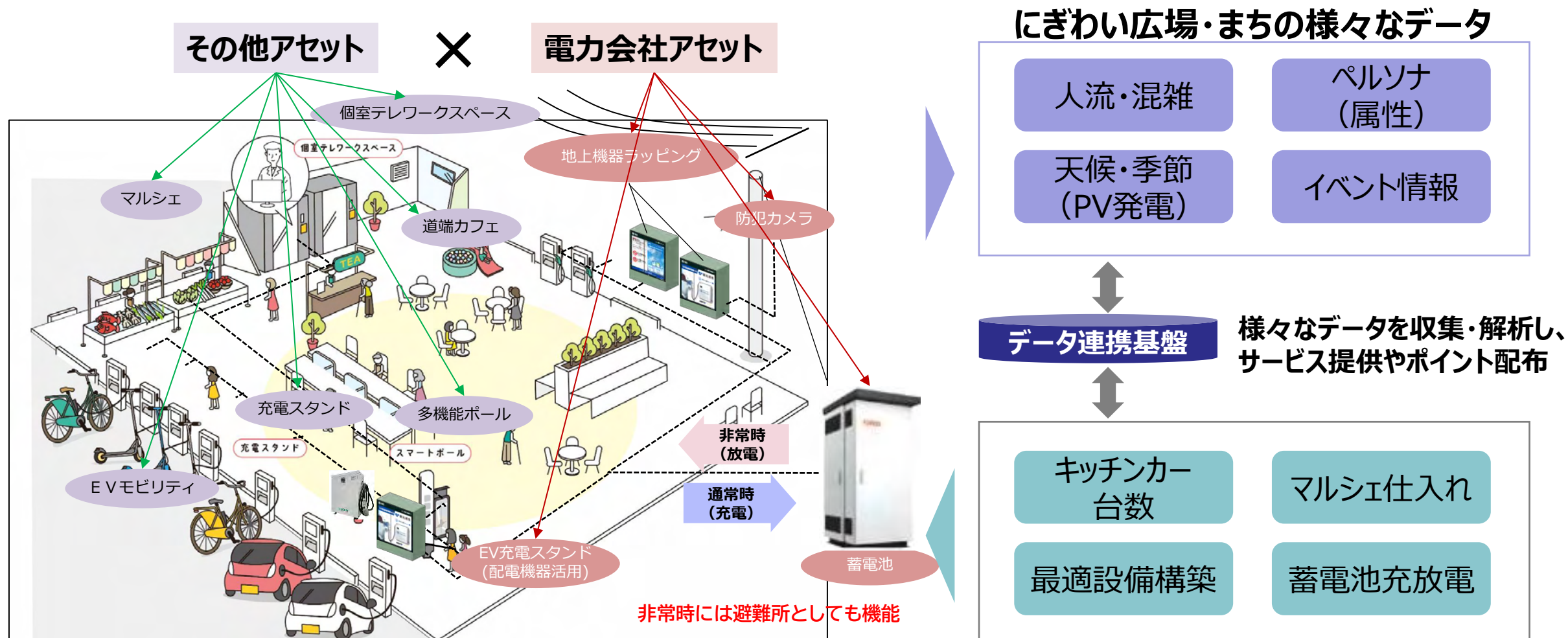
c 電力グリッドと連携した自動運転・自動運航の一括コントロール
分散電源制御やインフラデータを自動運転・運航アルゴリズムと組み合わせ、充電コストを自動で最適化するモビリティプラットフォームを提供、モビリティデータをクラウド上に蓄積しながら、まちづくりの高度化を図る



地域にあわせたまちづくりとグローバル連携



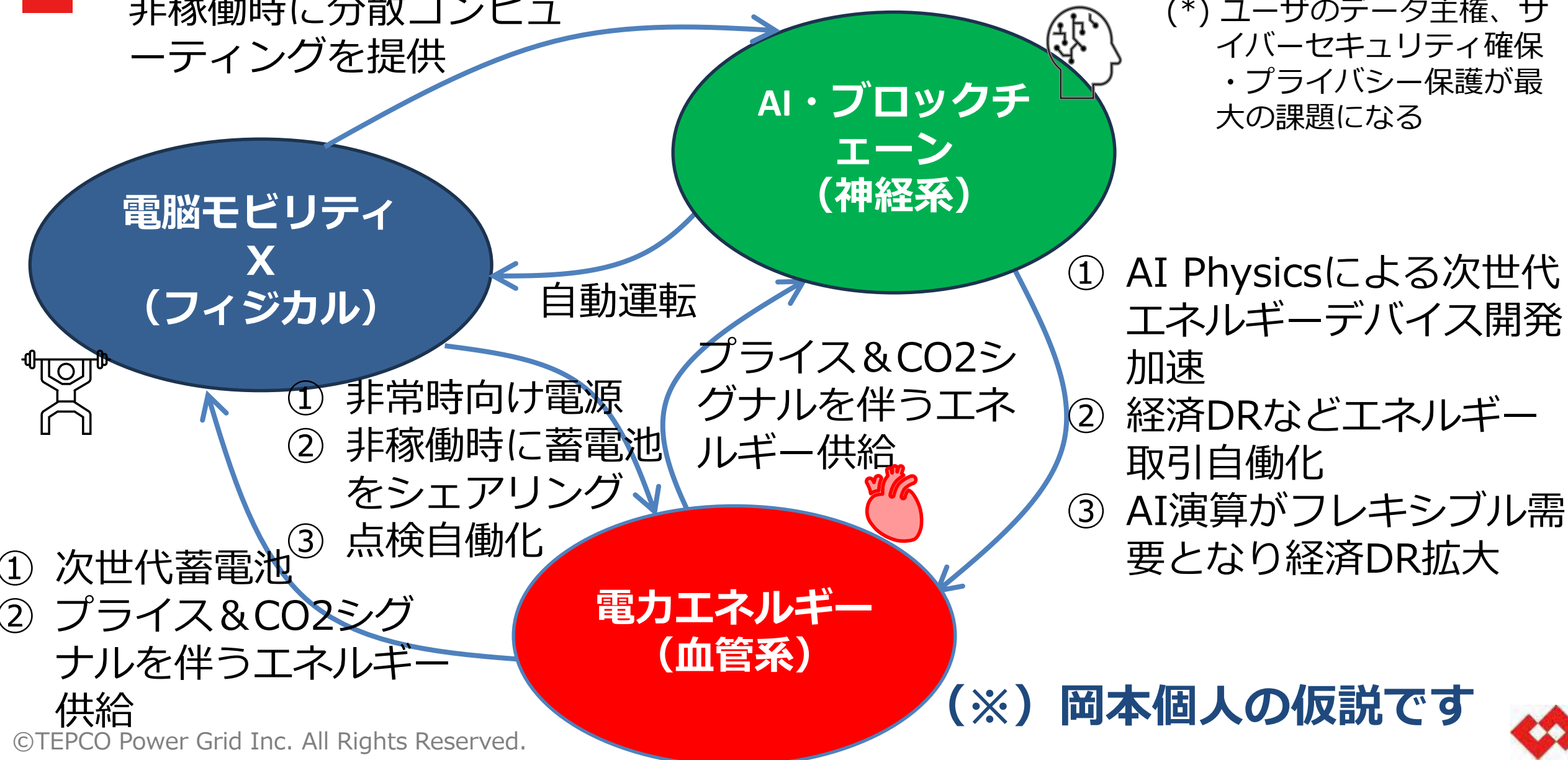
にぎわい広場（デジタル田園都市国家構想でのアセット活用）



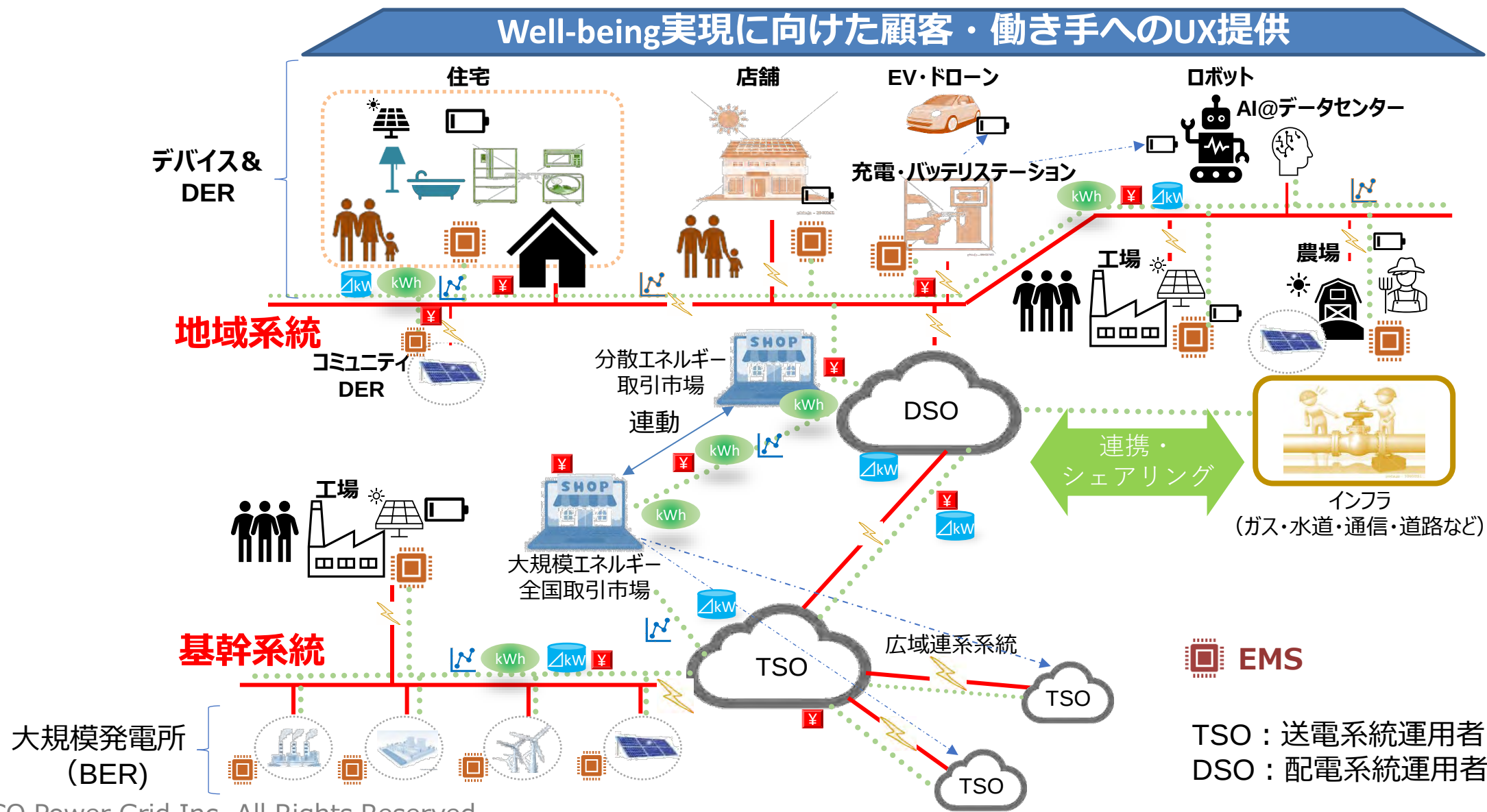
シンギュラリティへのパス（3領域の共進化）

非稼働時に分散コンピューティングを提供

(*) ユーザのデータ主権、サイバーセキュリティ確保・プライバシー保護が最大の課題になる



Utility 3.0の実装案（2030年頃を目標）



5. まとめ

- AIなどデジタルテクノロジーの急激な進展、分散型エネルギーの普及により**Utility 3.0は実装段階へ**
- **“More from Less”**（より少ない資源と人口から、より多くの価値を創出）の原則にしたがい、**人口減少下の我が国の創出価値を増大**させることを第一の目標とおけば、いずれカーボンニュートラルも達成可能
- 東京電力パワーグリッドは**エネルギーとグリッドに関わる人財・アセット・データを磨き込み**、多くのパートナーの皆さまと協働、**人間中心の地域の産業革命と三方よしのまちづくり**を推進





以降、参考資料



エネルギー出力密度と需要密度 (W/m^2)

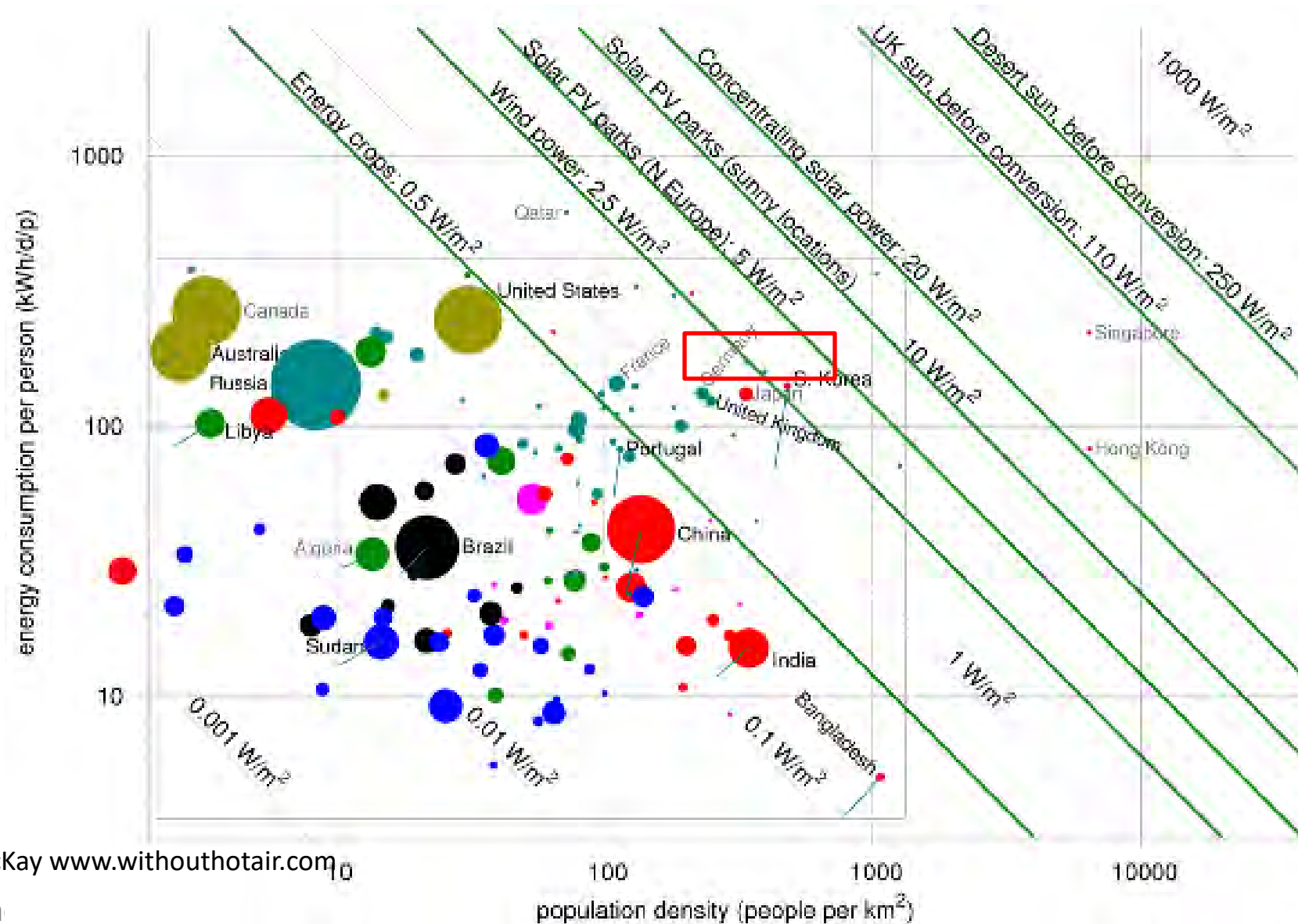


Figure by David J. MacKay www.withouthotair.com



国土面積あたりの再エネ発電電力量

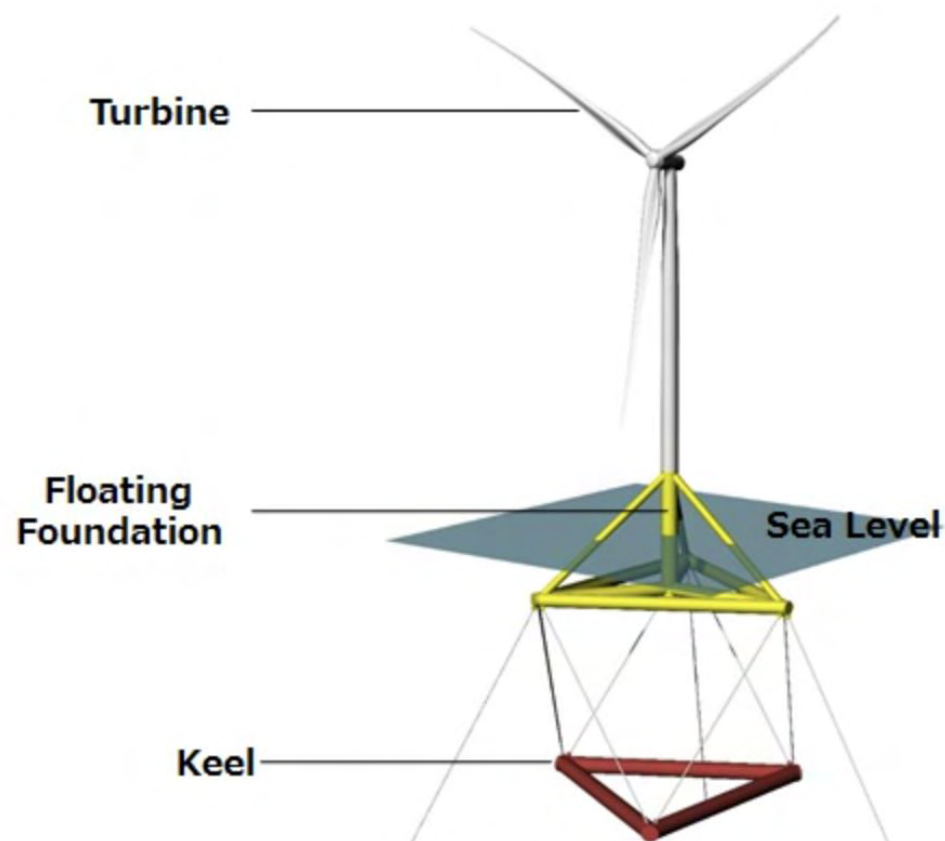
	諸元		電力需要 密度 [億kWh/万km ²]	国土面積当たりの再エネ発電電力量 [億kWh/万km ²] 下段は2020年の発電電力量				発電電力量 に占める 再エネ比率 [%]
	国土面積 [万km ²]	発電電力量 [億kWh]		太陽光	風力	水力	再エネ計	
米国	983	40,680	41.37	1.21 1,189億kWh	3.37 3,312億kWh	3.25 3,194億kWh	8.56 8,413億kWh	21%
中国	960	74,180	77.29	2.74 2,627億kWh	4.86 4,663億kWh	13.71 13,156億kWh	22.42 21,518億kWh	29%
英国	24.4	3,002	123.03	5.36 131億kWh	31.19 761億kWh	3.10 76億kWh	55.24 1,348億kWh	45%
フランス	64.4	5,107	79.30	2.30 148億kWh	6.27 404億kWh	10.07 648億kWh	19.86 1,279億kWh	25%
ドイツ	35.7	5,434	152.21	14.51 518億kWh	36.35 1,298億kWh	6.93 247億kWh	71.09 2,538億kWh	47%
スペイン	50.5	2,530	50.10	3.92 198億kWh	10.78 544億kWh	6.60 333億kWh	22.52 1,137億kWh	45%
イタリア	30.1	2,732	90.75	8.49 255億kWh	6.16 185億kWh	15.95 480億kWh	38.81 1,168億kWh	43%
日本	37.8	9,598	253.92	21.72 821億kWh	2.32 88億kWh	23.59 892億kWh	54.77 2,070億kWh	22%

(出典)「エネルギー産業の2030年 Utility 3.0の実装」



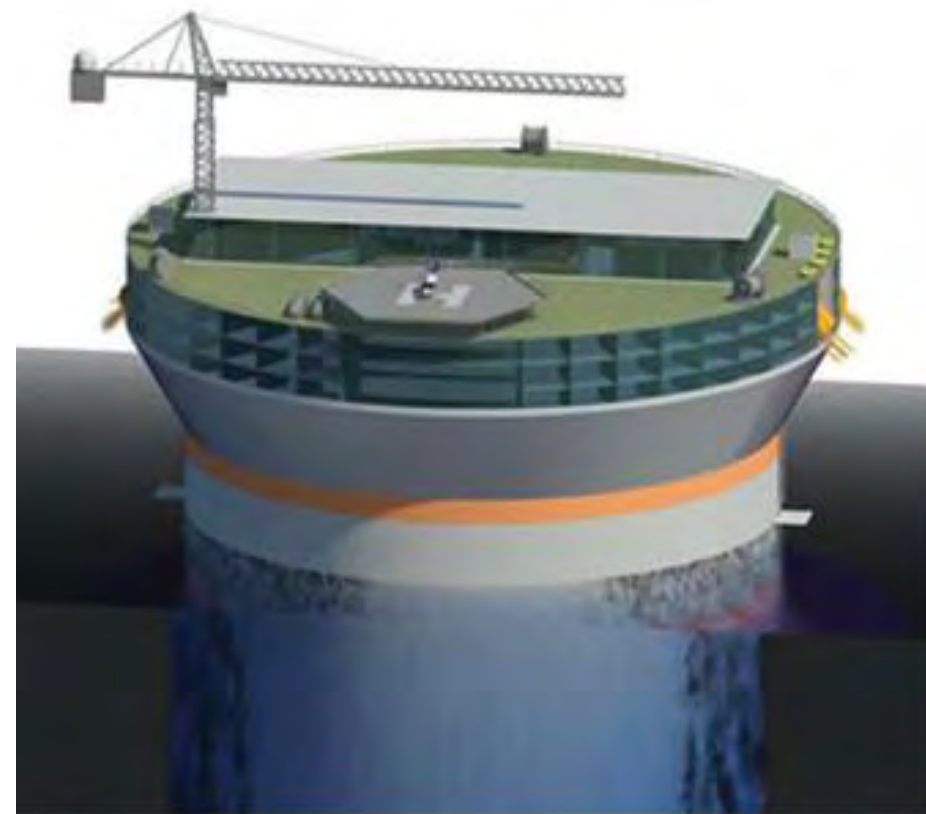
洋上エネルギーの活用

テトラスパー型浮体式洋上風力発電



出典：東京電力リニューアブルパワー

MITが提案する浮体式洋上原子力発電



出典：産業競争力懇談会COCN報告書



炭素循環からの農業再革命（営農型太陽光発電）

30



千葉エコ・エネルギー(株) 代表取締役 馬上丈司氏(右側)と岡本

