2023年11月1日

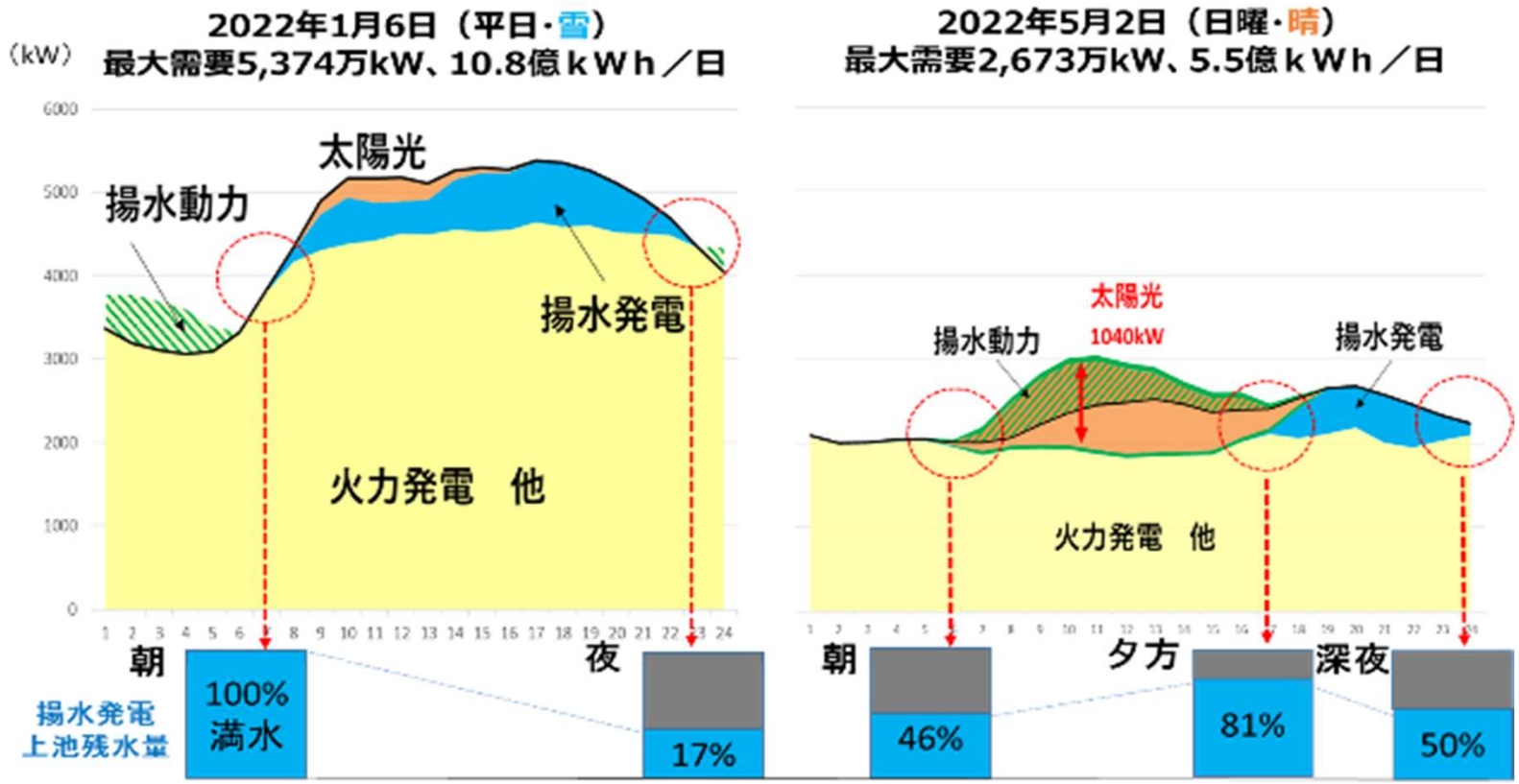
再生可能エネルギーを主力化するための これからのエネルギーマネジメント

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
岡本　浩

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

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



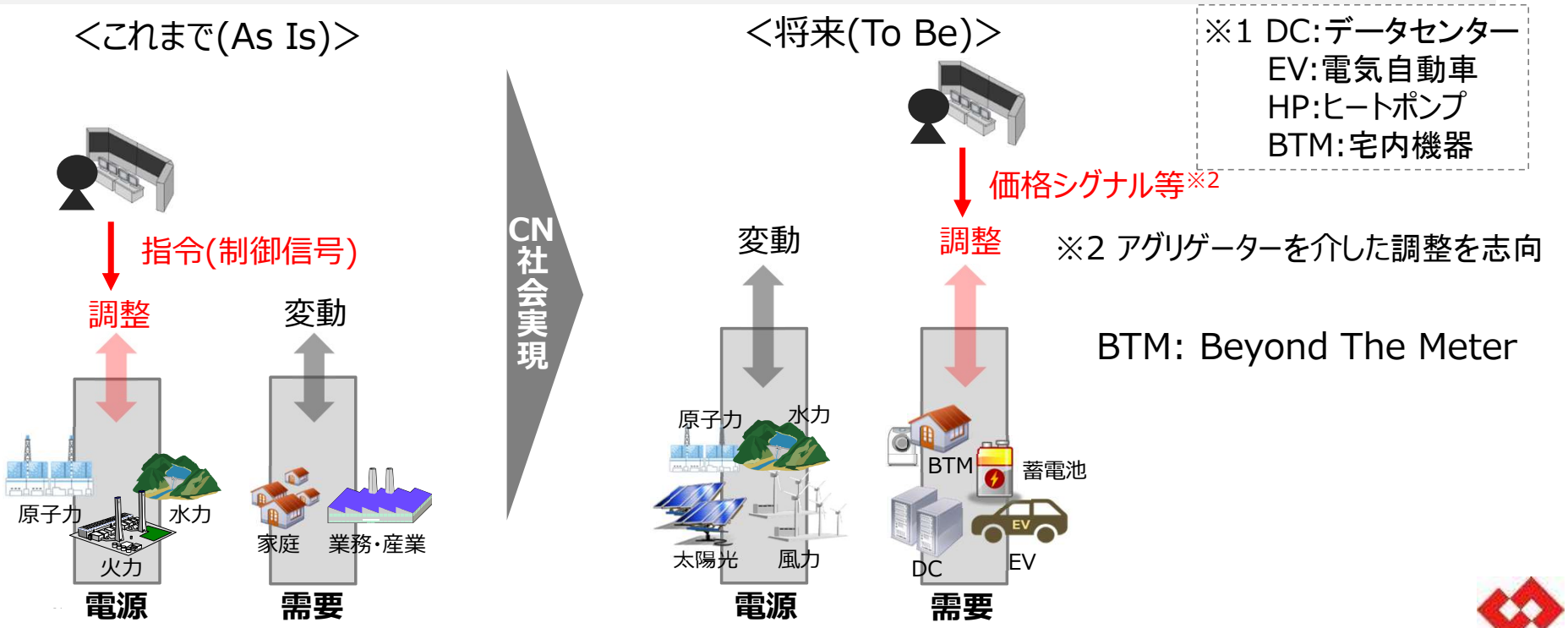
©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

これからのエネルギーマネジメント

■ これまでは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、**<u>これからは電源の変動にあわせて需要を調整する時代</u>**に

将来の主な電源(変動・ベース)：太陽光・風力などの変動電源、原子力・水力・地熱などのベース電源

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



※1 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

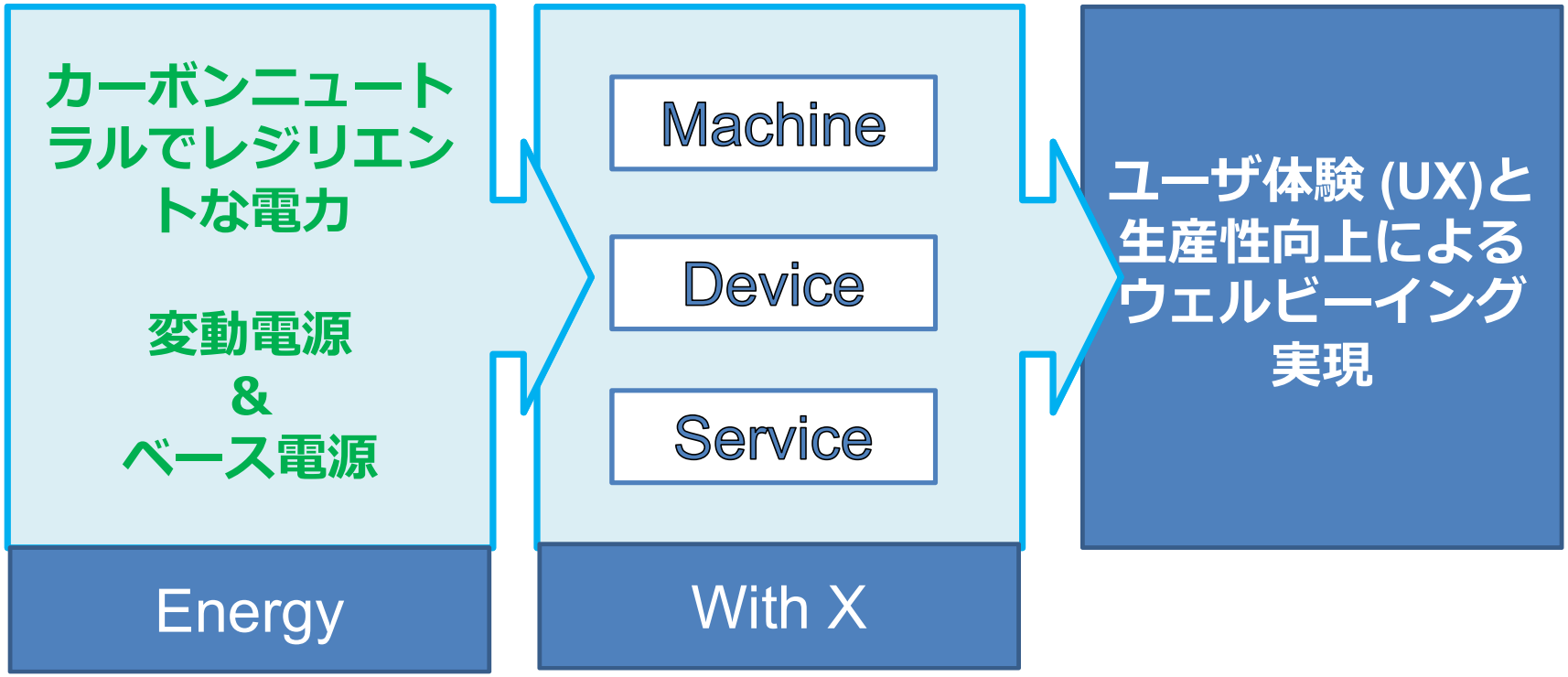
※2 アグリゲーターを介した調整を志向

BTM: Beyond The Meter

©TEPCO Power Grid

ユーザ体験・生産性向上と調整力拡大の両立

■ 電化×デジタル化により、マシン・デバイス・サービスをスマート化・自動化して
UX・生産性向上と両立することがカギ



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

需要側調整の基本的考え方（家庭の場合）

家庭内の制御対象機器とDR形態

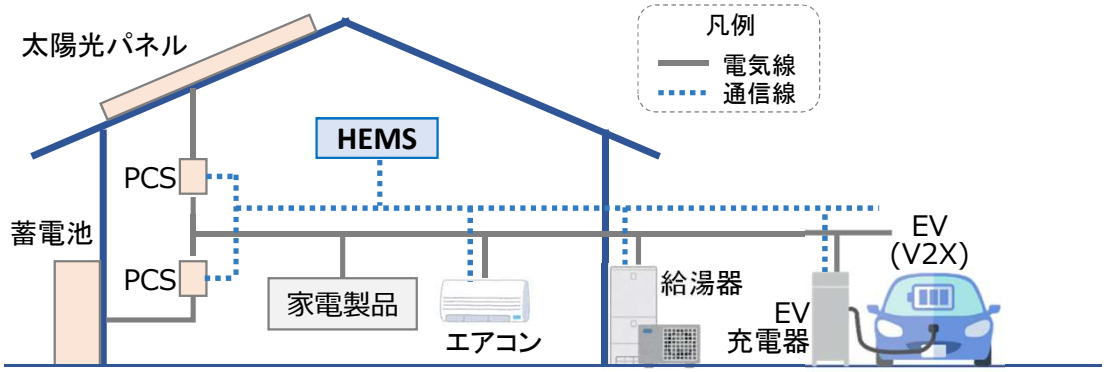
DR機器	普及率		DR種別		戸建住宅	集合住宅
	戸建	集合	上げ	下げ		
家電製品	100%	100%	負荷	–	–	–
照明	100%	100%	負荷	–	–	–
エアコン	100%	100%	負荷	–	△	△
エコキュート	23.7%	3.4%	負荷	–	○	○
PV	10.4%	–	–	発電	○	–
蓄電池	2.8%	–	充電	放電	○	–
EV充電器	0.1%	–	充電	–	○	–
V2X	0.6%	–	充電	放電	○	–

行動変容型DR　→緊急時として活用

家電や照明は生活に密着しているため、住民以外が制御すると**生活(UX)に影響を与える**おそれあり。そのため、アプリ等を通じて住民の行動変容を促す形態が向いている

機器制御型DR　→**需要リソースとして活用**

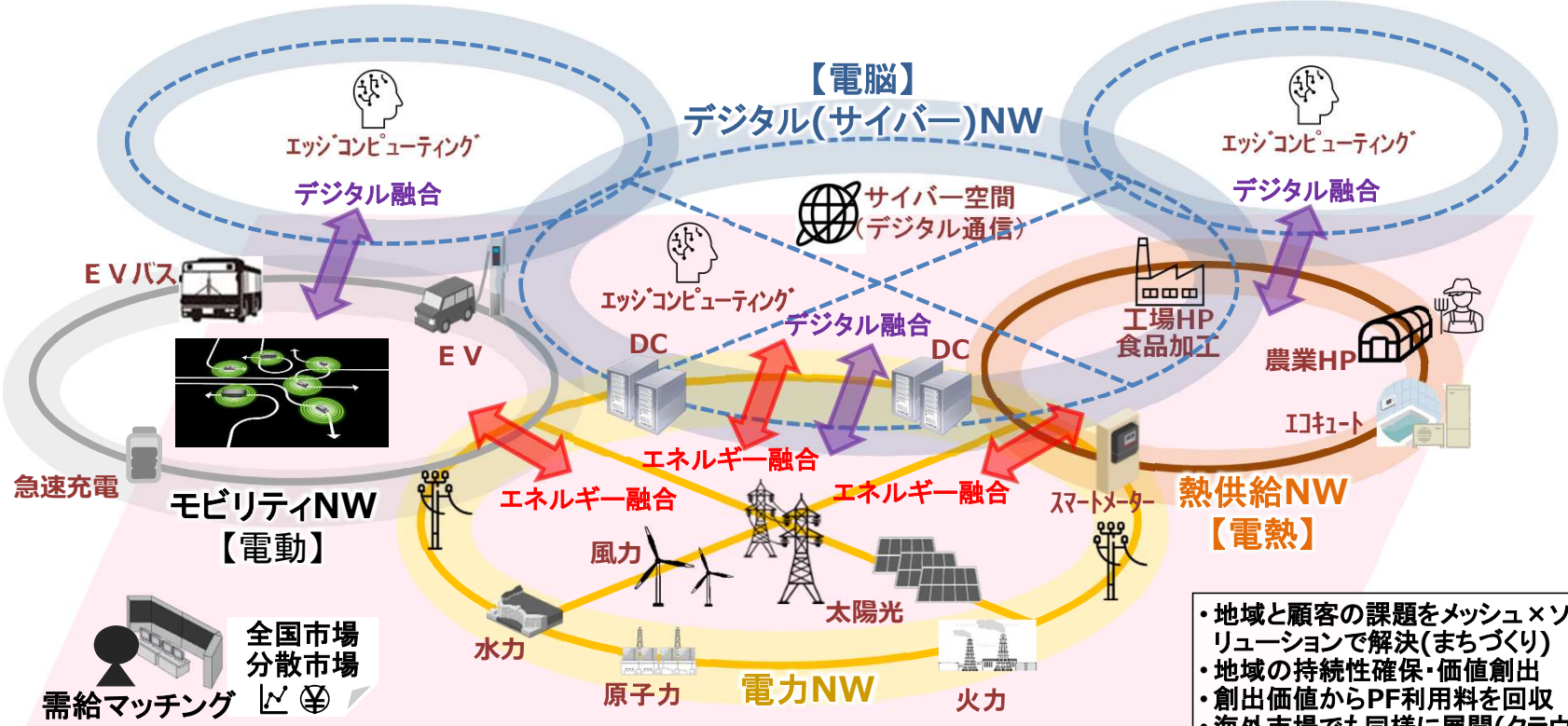
生活(UX)に直接影響を与えない機器については、事前に機器制御について住民の同意を頂くことを前提に、RA等から自動制御でDRする形態が考えられる



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

セクター融合とエネルギーマネジメント

- **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(電脳)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**

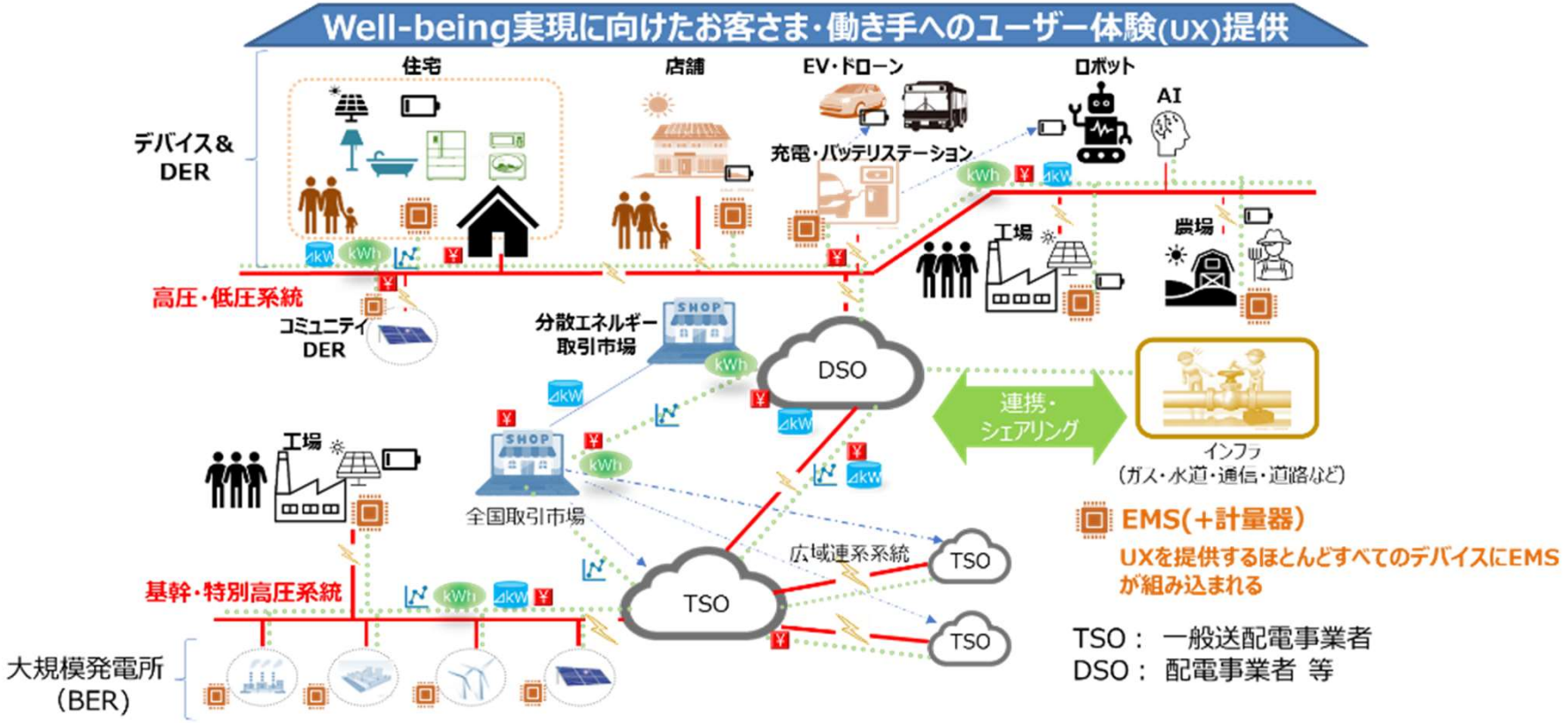


- 地域と顧客の課題をメッシュ×ソリューションで解決(まちづくり)
- 地域の持続性確保・価値創出
- 創出価値からPF利用料を回収
- 海外市場でも同様に展開(クラウド化スケールメリット)

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

Utility 3.0の実装イメージ（2030年頃を想定）

■ グリッドエッジデバイスやマシンにEMS(Energy Management System)を組み込み、エンド・ツー・エンドのエネルギーシステムとInternet of Functionを実現



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

参考資料

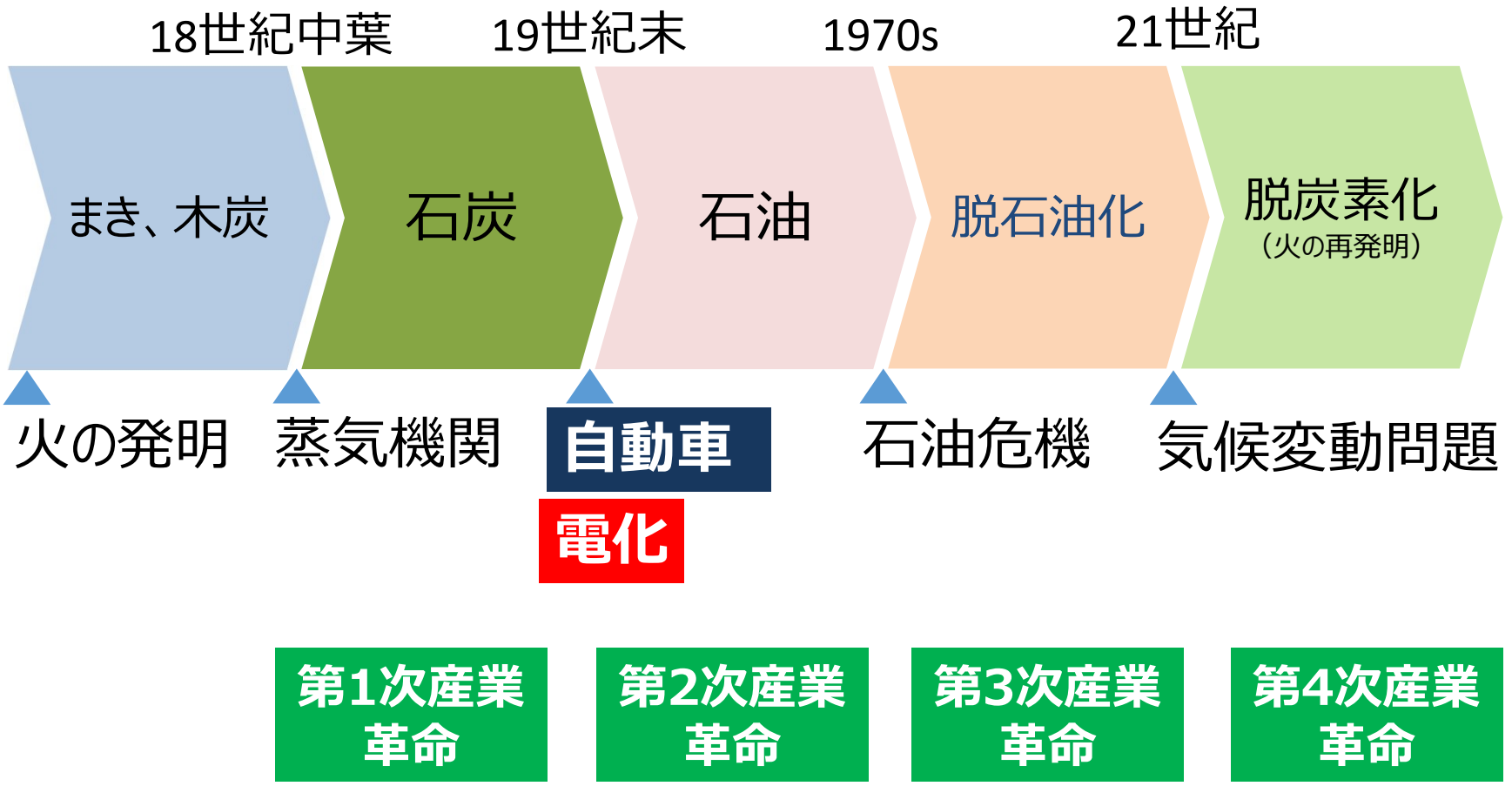
第4次産業革命（Society 5.0)はどのように起こり、何をもたらすか？

参考文献

1. Hiroshi Okamoto, "Utility 3.0: Japan’s Utility of the Future", **ELECTRA N° 311 - August 2020**
2. Hiroshi Okamoto, "Challenges in Japan's Power Systems to Achieve Carbon Neutral and Resilient Communities", **ELECTRA N.327- April 2023**
3. Hiroshi Okamoto, "The Fourth Industrial Revolution Empowered by End-to-End Electric Power System", **ELECTRA N.328 - June 2023**
4. Hiroshi Okamoto, “Envisioning the future driven by the 4th Industrial Revolution: Electrification, Network Convergence, Vehicle to X and Utility 3.0”, **ELECTRA N.330 – October 2023d**

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

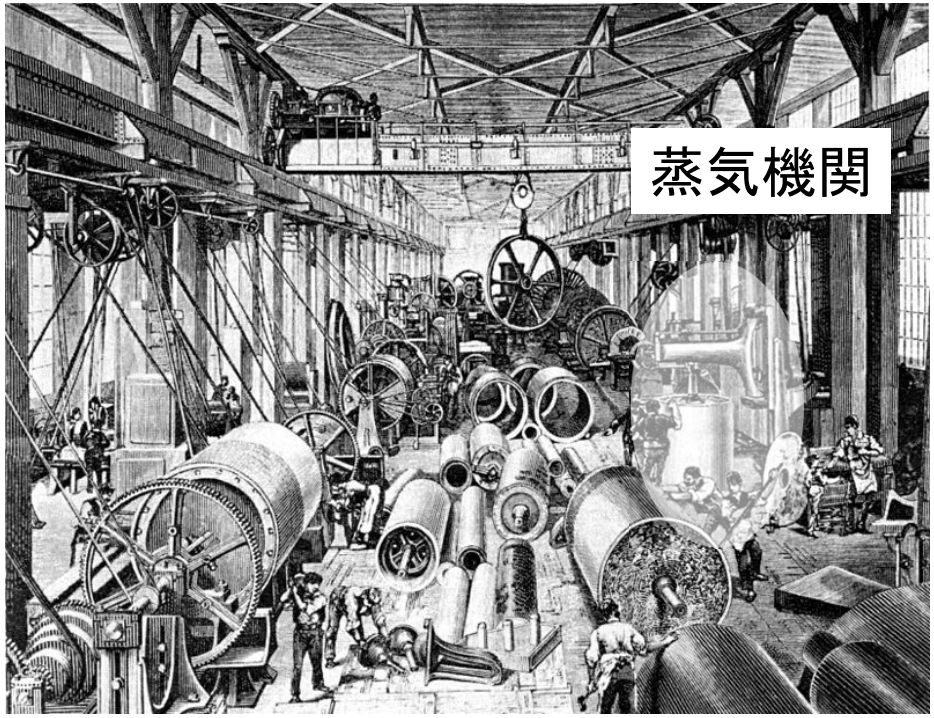
エネルギー転換と産業革命



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

電化：最も破壊的なテクノロジー

- 工場に一つの蒸気機関と物理的な機械ネットワークが、分散配置されたモーターと電力ケーブルに置き換わった



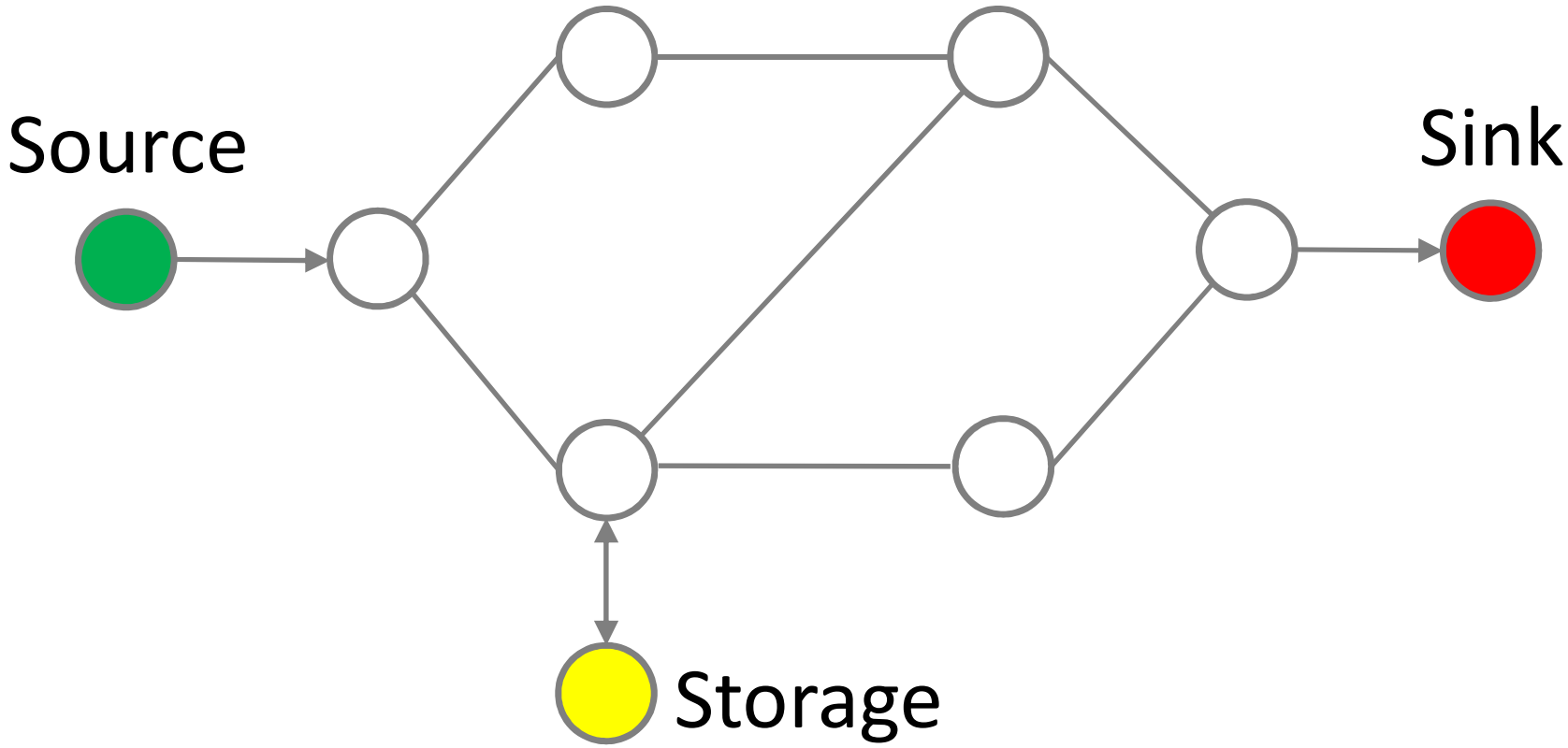
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bild_Maschinenhalle_Escher_Wyss_1875.jpg

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

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

ネットワーク・システム

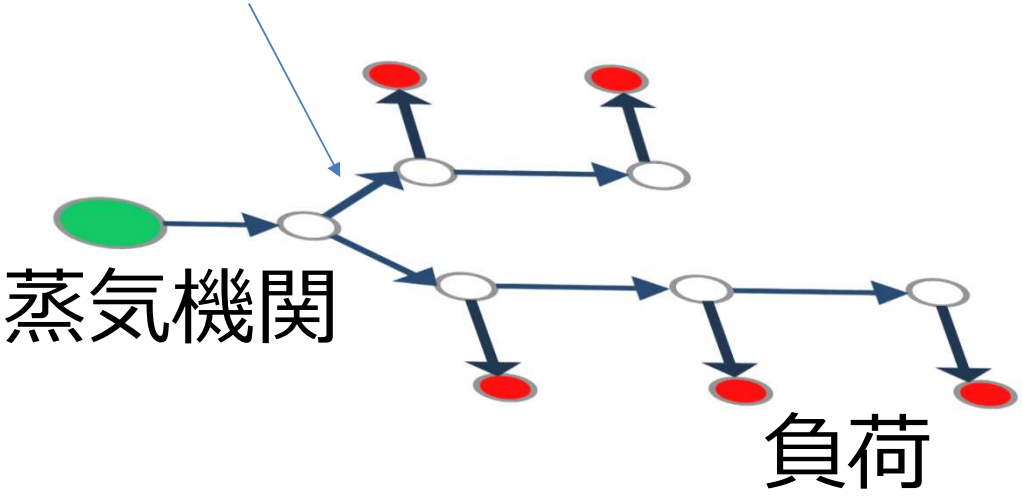
エネルギー、情報、フィジカル、マネー、ヒト、…



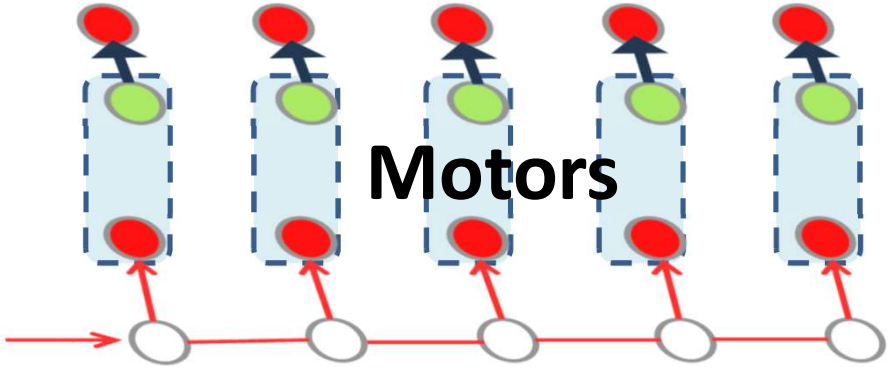
©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

フィジカルと電力ネットワークの融合
（第2次産業革命前後のネットワーク図による表現）

硬直的な物理ネットワーク
（シャフト、ギア、ワイヤ・・・）



物理ネットワーク
（ベルトコンベア）

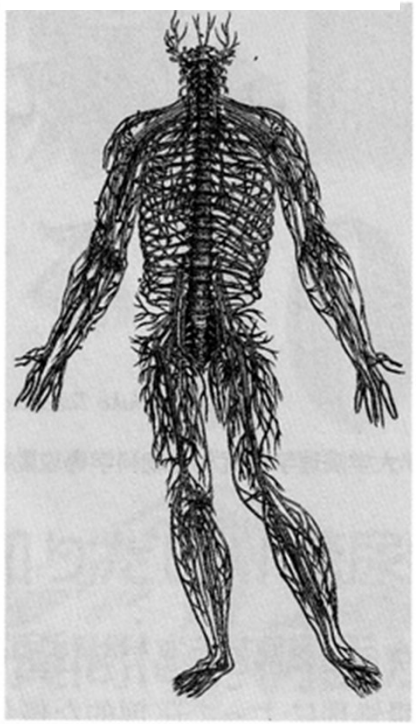


電力ケーブル≒工場内の血管

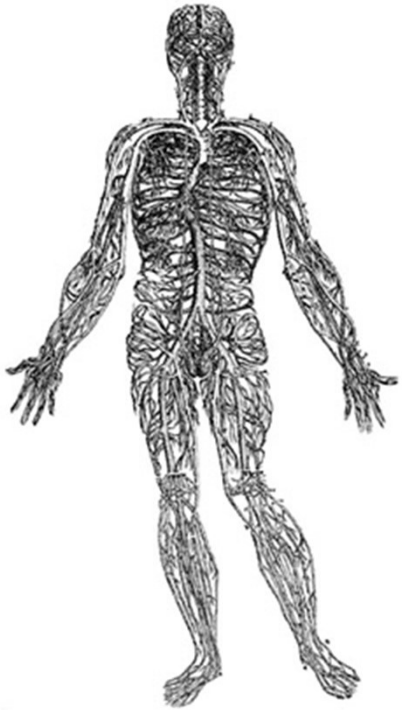
©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

人体におけるサイバー・フィジカル融合の基盤

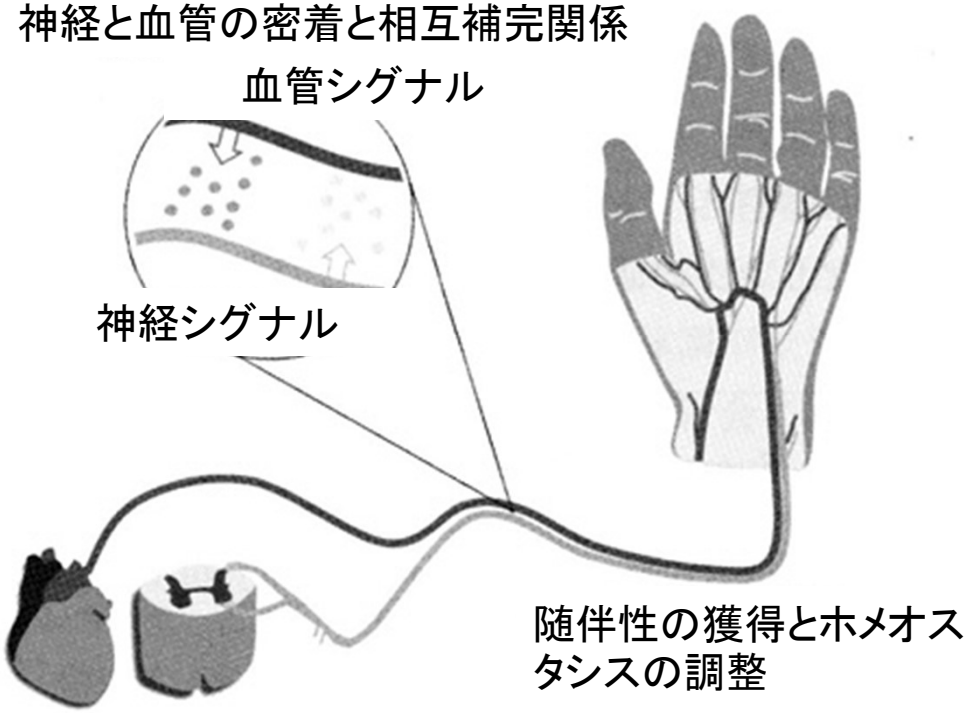
神経系



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



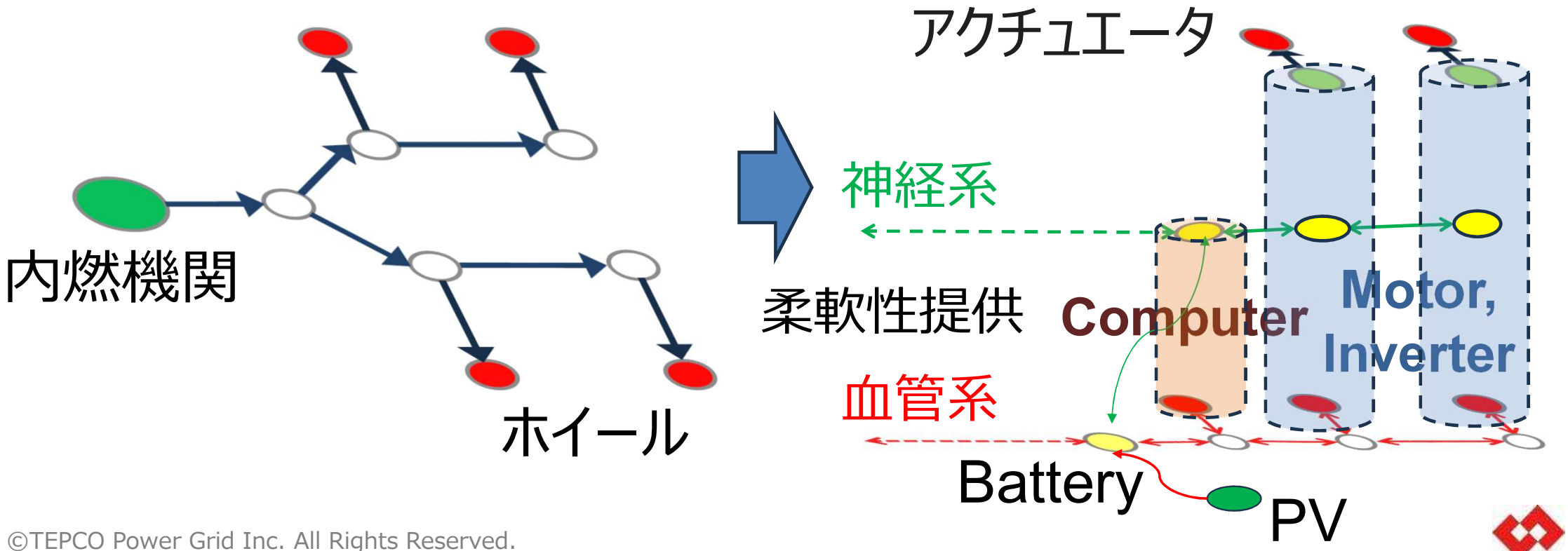
（出所）高橋淑子、「神経–血管ワイヤリングの調節機構」、血管医学、Vol.14、No.3、2013年9月

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

第4次産業革命における3つのネットワークの融合（血管、神経、フィジカル）

vehicle

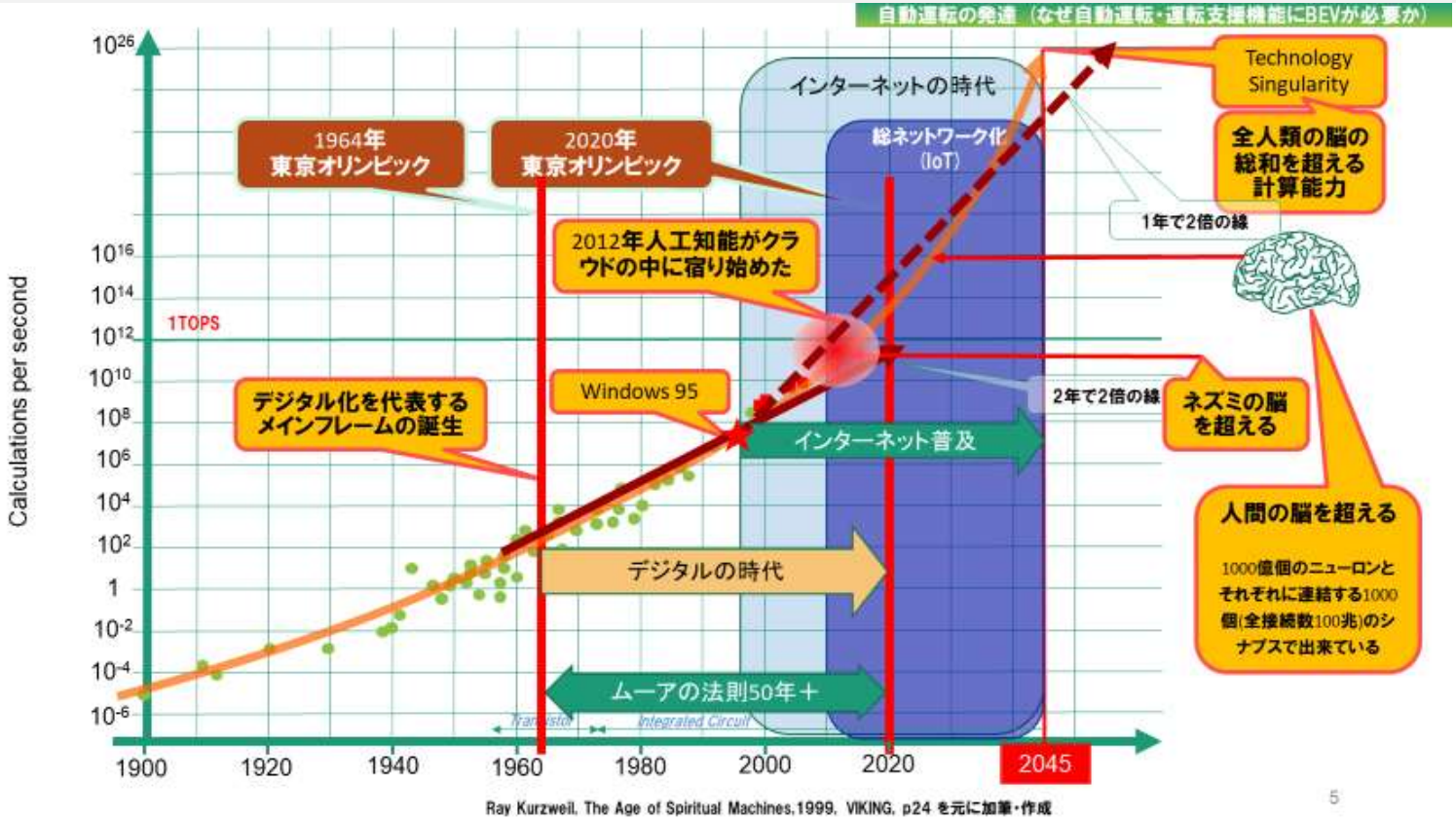
X



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

Xの能力向上試算

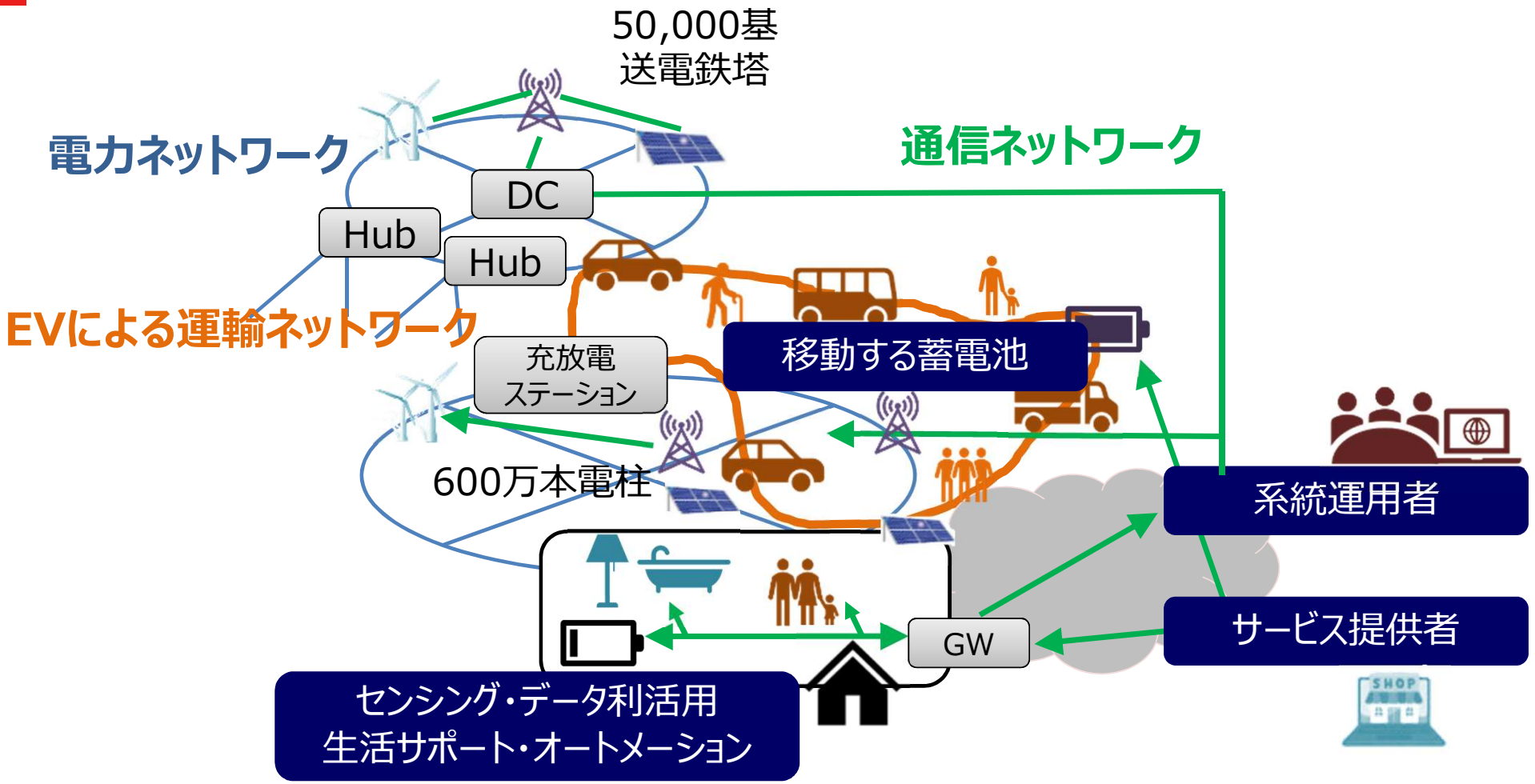
- 2027年頃には、1千ドル程度のCPU/GPUにより、自動運転に必要な計算処理は可能と想定
- 100万台のX：スパコン富岳10台の演算能力、東電エリアの揚水設備合計相当の蓄電能力



（出典）名古屋大学　野辺継雄教授作成資料をもとに作成

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

エネルギー×デジタル×モビリティの融合

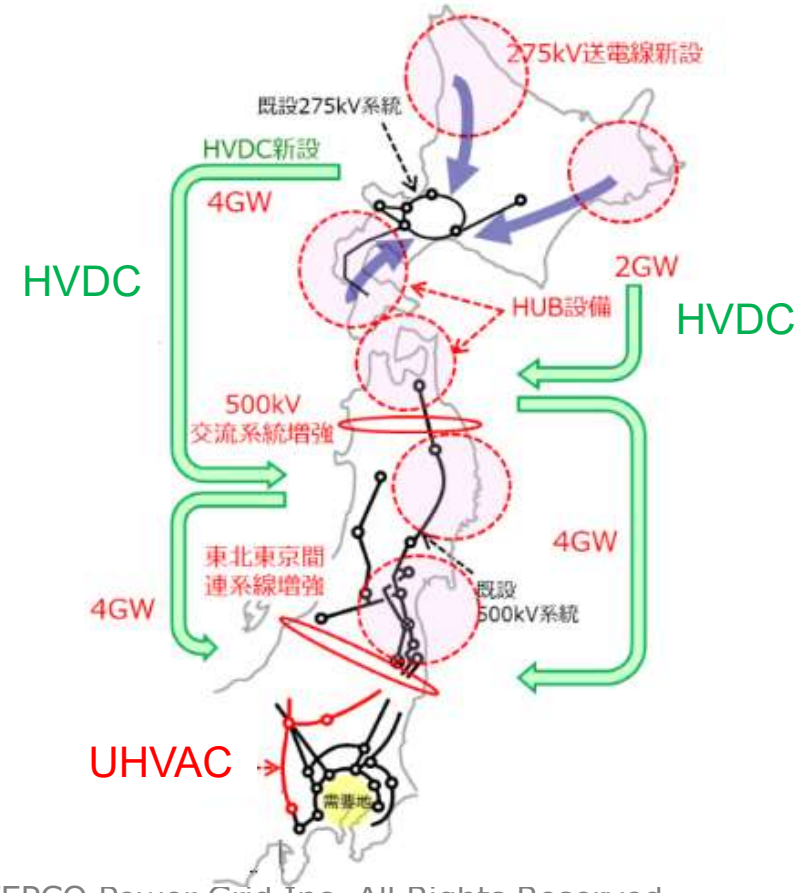


（出所）岡本(2021)「GRIDで理解する電力システム」、電気新聞出版

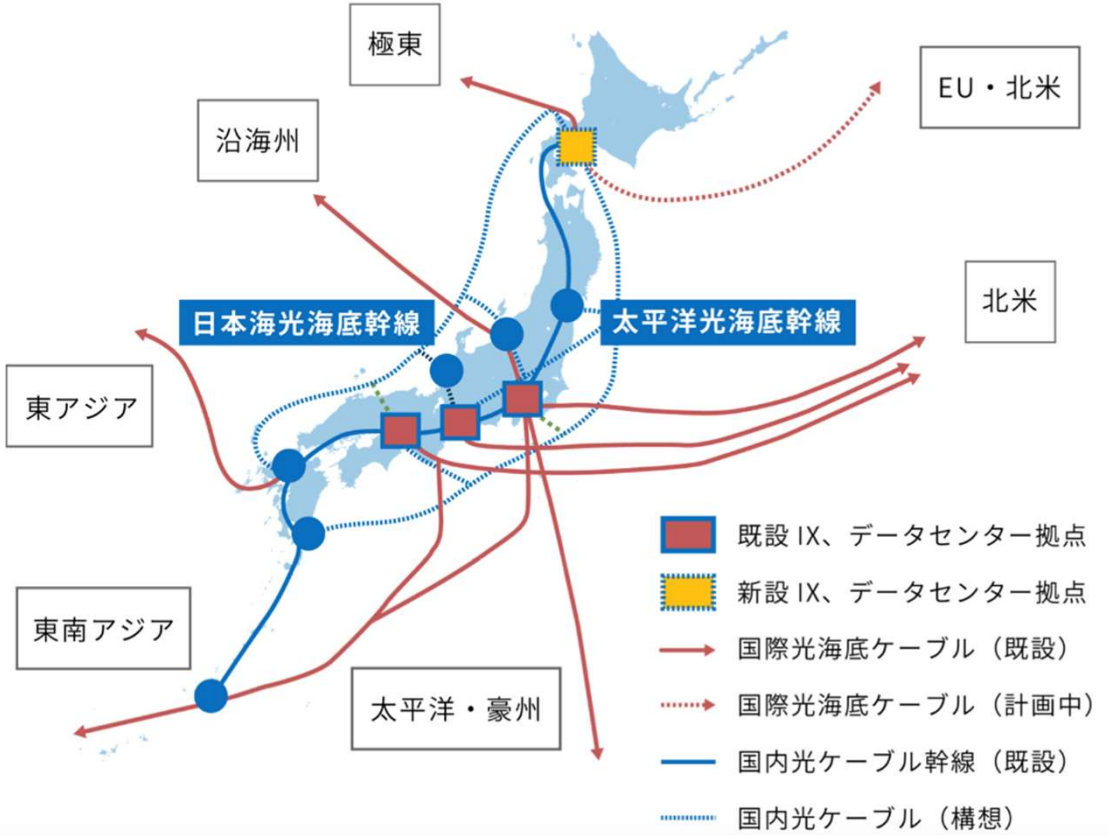
©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

電力とデジタルのネットワークの融合

東日本HVDCマスタープラン



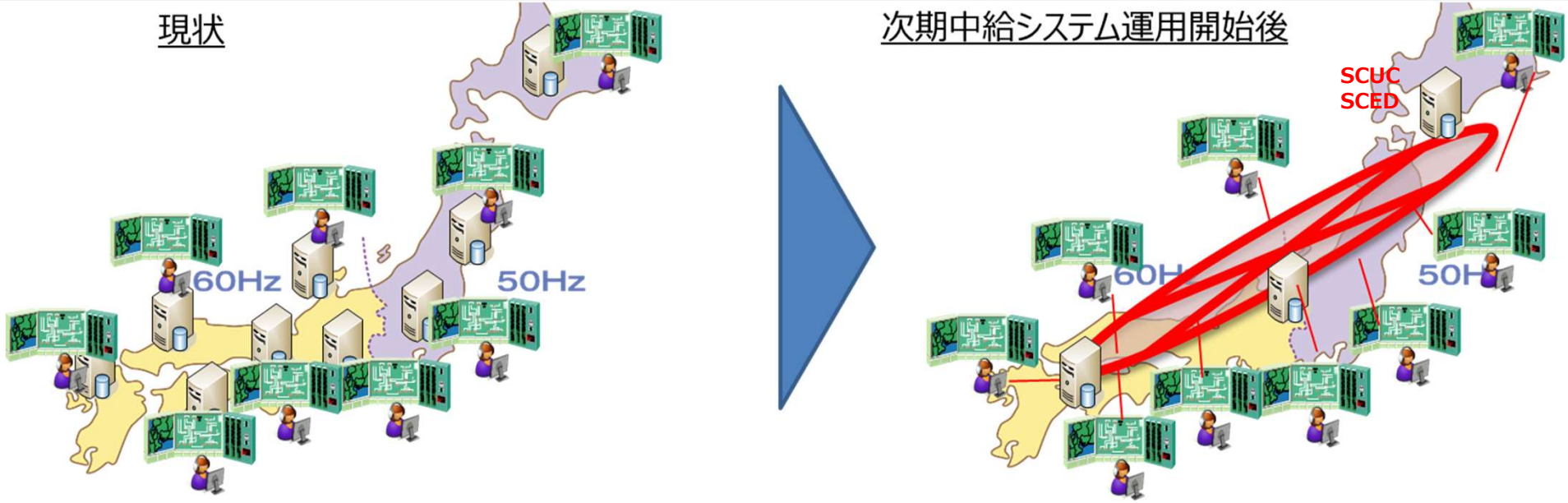
北海道ニュートピアデータセンター協会のデジタルインフラ構想



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

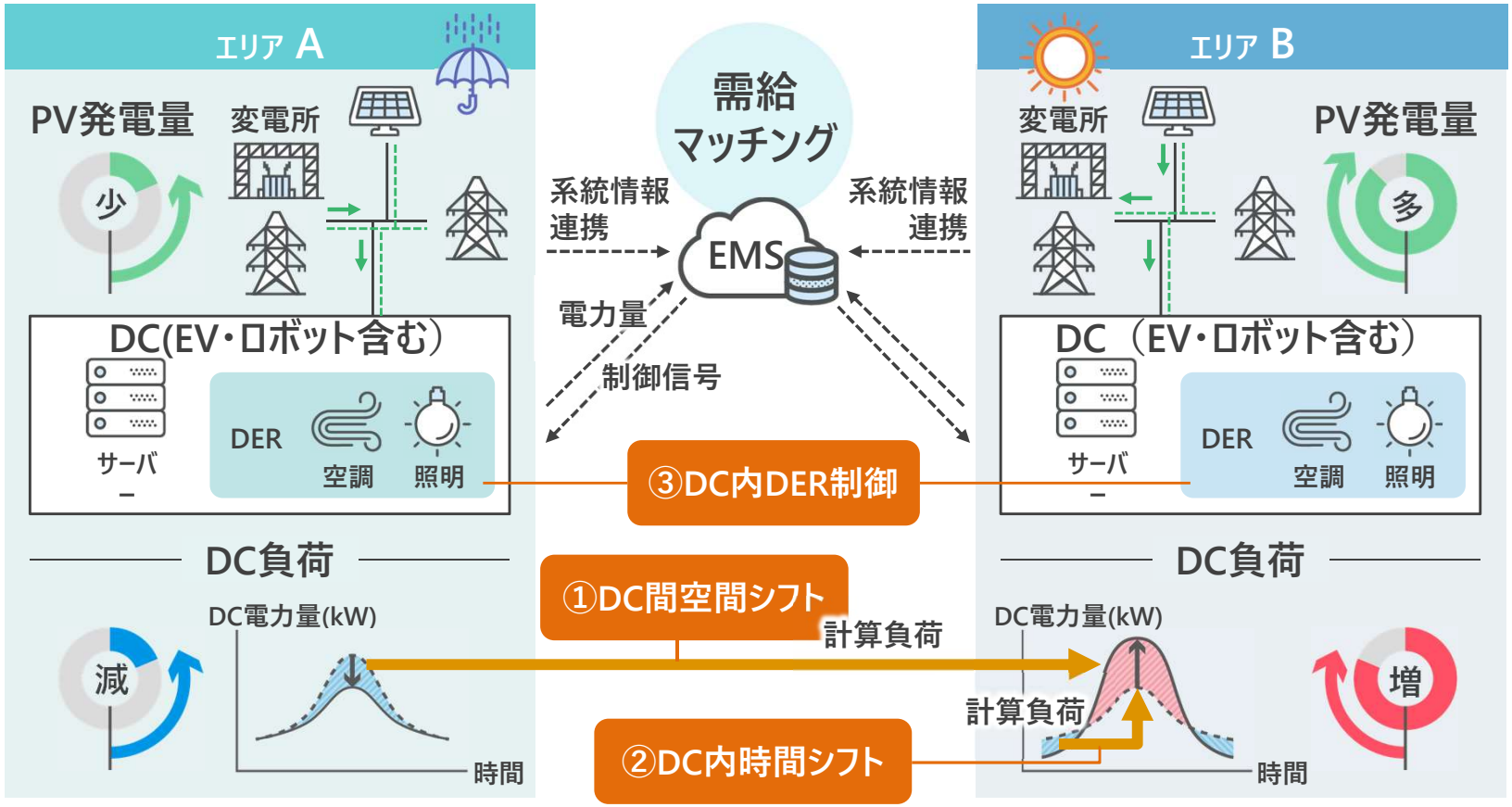
次期中央給電指令システム構想

- 次期中給では、TSO各社中給の仕様を共通化して全国3カ所の拠点で同時に全国需給を最適化する予定（系統制約付きの発電機起動停止・ディスパッチ機能）
- 今年9月1日にTSO 10社で送配電システムズ合同会社を設立し、2029年の運転開始を目指して開発に着手



©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

データセンターのエネルギーマネジメント



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

（出所）東京電力パワーグリッド・日立製作所プレスリリース（2023/7/5)に一部加筆

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.

炭素循環からの農業再革命

- 従来のメガソーラーは地元との共生が課題であるが、営農型太陽光は**農業のスマート化（発生した電気による自動化・カーボンニュートラル化）**につながり共生が容易
- 農作物が厳気象の影響を受けにくくなる上、太陽光パネルが農作物からの水蒸気で冷却されるため発電量が増加。さらに**農業のレジリエンス**にも貢献
- 全国の耕作面積の**10%をソーラーシェアリングとすると年間4,000億kWhの発電の可能性があり**、**農業のスマート化**だけでなく、カーボンニュートラルな**自動操業の食品加工場**（フードテック含む）併設や**地域の交通・物流の電動化・自動化**にも寄与

千葉エコ・エネルギー（株）×TNクロス（東電HD・NTT合弁企業）による協業

代表取締役 馬上丈司氏
(右側)と岡本

©TEPCO Power Grid Inc. All Rights Reserved.