

2024年3月15日

電力システムの大転換と需要側FLEXIBILITY

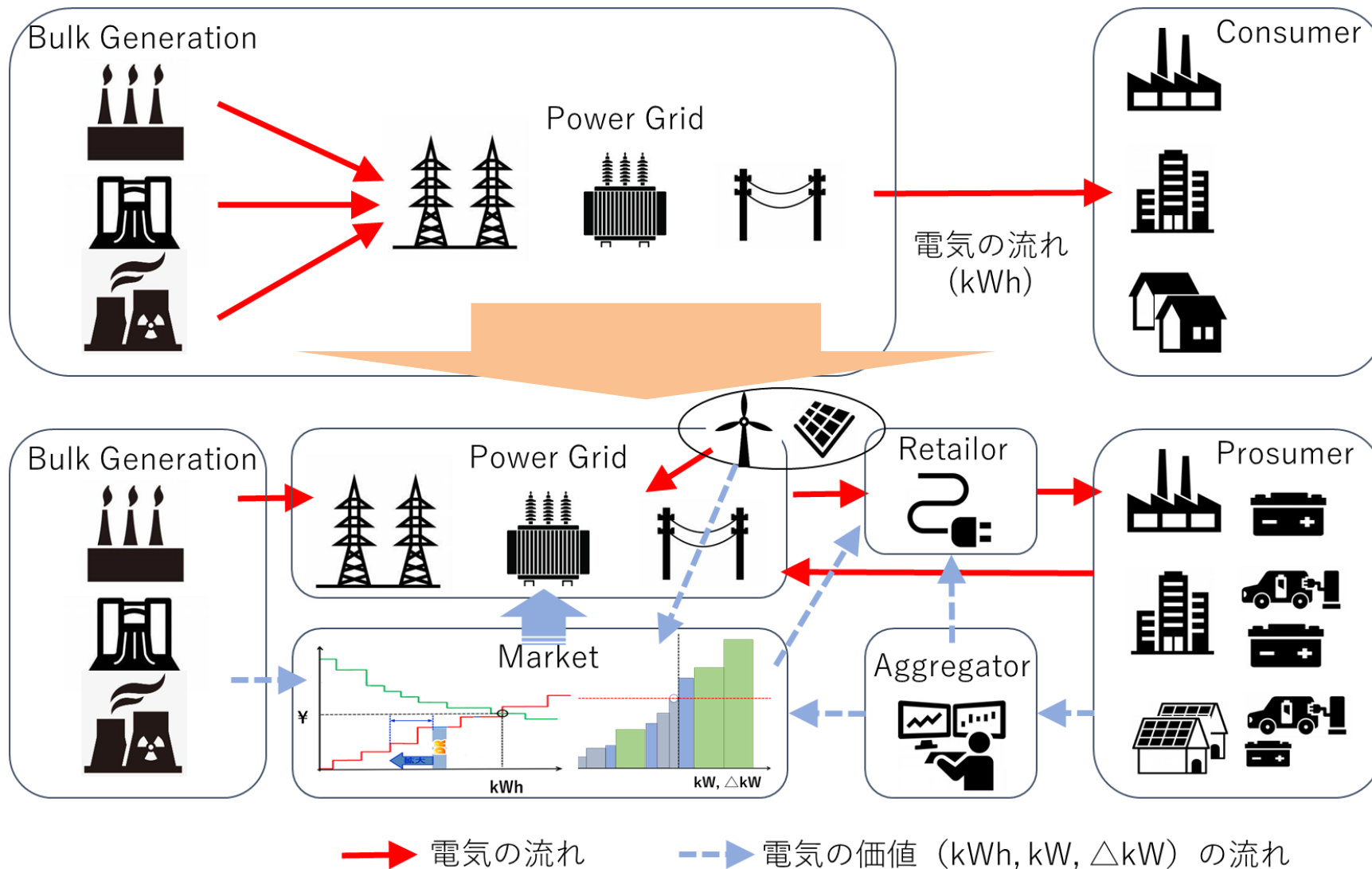
早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構（ACROSS） 事務局長

石井 英雄

本日の話題

1. 電力システムの大転換の本質
2. 不可逆に高まるFlexibilityの必要性
3. 需要側リソース活用の到達点と次なるユースケース
4. まとめ

電力システムの大変身 ~2024年頃までの





□ IEC / MSB (Market Strategy Board) 白書



“Stable grid operations in a future of distributed electric power”

Change Drivers = 5 Ds

- Decarbonization 脱炭素化
- Decentralization 分散化
- Deregulation 自由化
- Democratization 民主化
- Digitalization デジタル化



Challenges = 4 Ls

- Limited Visibility 可視性
- Limited Control 制御性
- Limited Predictability 予測性
- Limited Coordination 協調性

将来の電力システム運用

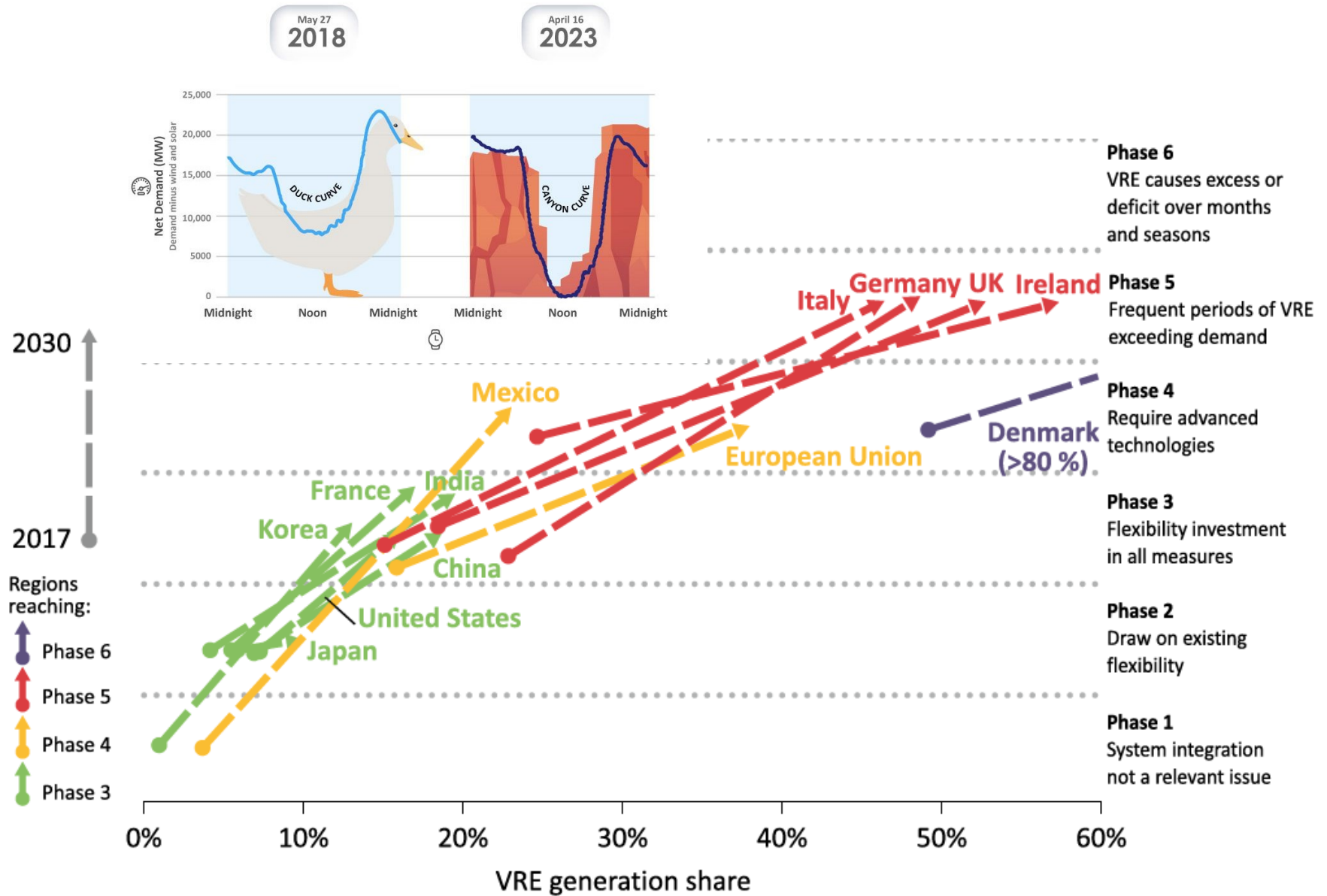
- ✓ 分散資源の統合 (Aggregation)
- ✓ 系統運用者との通信
- ✓ 統合資源の市場での活用

- ✓ 太陽光の出力制御

需給一体による再生可能エネルギーの健全な拡大

新たな「coordination=協調」の追求

高まるFlexibilityの必要性



Source: IEA "World Energy Outlook 2018"

便益主体	便益内容	概要
送配電事業者	需給調整力・容量調達	需給調整市場(Δ kW)、容量市場(kW)へ電力を提供
	潮流・電圧調整等局所対応	送配電線の混雑緩和、電圧調整等へ電力(kW・kVar・kWh)を提供
	投資最適化	蓄電池等の活用により、系統・変電所等の更新・増強を回避
小売事業者	電力調達(コスト低減、インバランス回避等)	相対契約、または電力量/ネガワット市場へ電力(kWh)を提供
需要家	電気料金削減	ピークカットによる契約電力削減、電力購入量・タイミングの最適化
	設備最適利用による収益化	余力のある需要家のエネルギー資源により、電力・ネガワットを販売
	BCP	災害時に電力供給が途絶しても、分散電源、蓄電池等から電力を供給
再エネ発電事業者	出力制御回避	出力抑制発動時に、上げDR(蓄電池充電、需要シフト・創出)により再エネ発電を最大限活用

◆ 電源I 'から発動指令電源(容量市場)へ

- I 'での実績・信頼性+昨今の需給逼迫頻発
⇒ 調達量の拡大 : H3需要の3% → 4% →5%
- 発動指令電源は需給調整市場に入札可能、同時に発動指令された場合は需給調整指令に対応、容量のペナルティは免除される

◆ 需給調整市場(BM)でのDER/DSR資源の扱い

- 三次②、三次①に続き、二次②への参入も可(簡易指令システム)
- 二次②においては、指令間隔を5分(←数秒~数分)、監視間隔を5秒(←1~5秒)、最低入札容量を1MW(←5MW)に緩和
- 一次については、オフライン枠を設定、一次調整力必要量(調達量)の4%を上限
データ提出による事後的確認、抜き打ちテスト要件、データ改竄に対する措置、etc

◆ 低圧リソースの需給調整市場への参入・機器点個別計測

- 2026年度から“可”

◆ EV等新たな分散型リソースの系統への貢献

◆ 分散型リソース等を活用した高度な配電システムの運用や構築

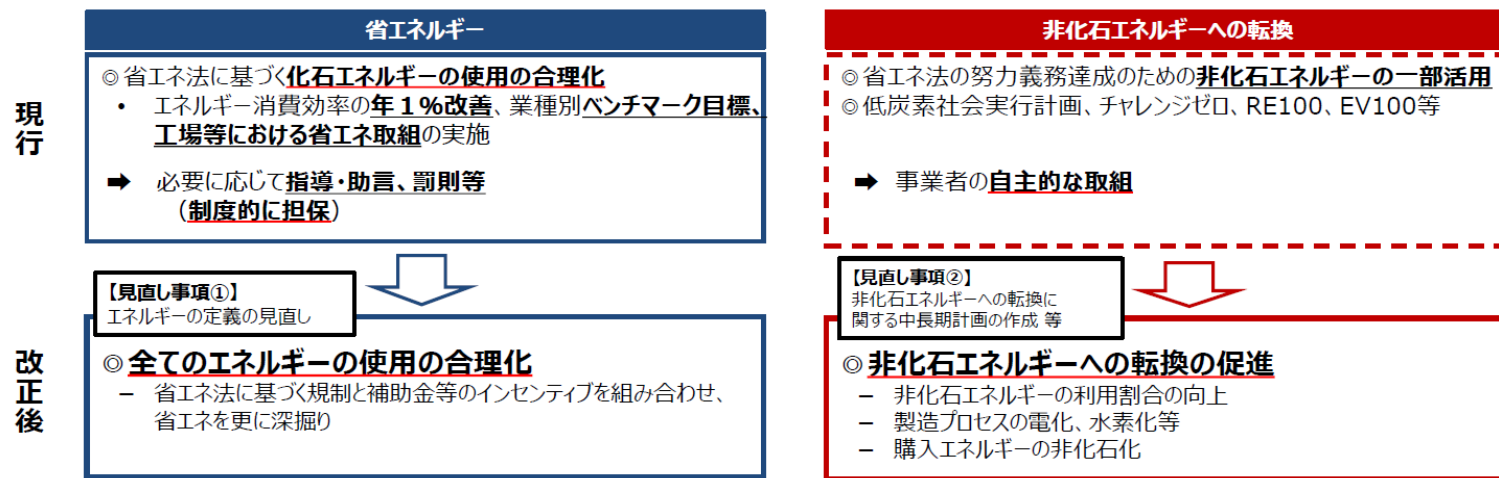
- NEDO電力系統の混雑緩和のための分散型エネルギーリソース制御技術開発(FLEX DER)事業、DER管理プラットフォームの試作、フィールド実証
- ローカル市場等、DER活用のための将来像に関するコンセンサスをとっていくことが肝要

出典：概要紙（安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案）

1. 需要構造の転換

エネルギーの定義の見直しと非化石エネルギーへの転換

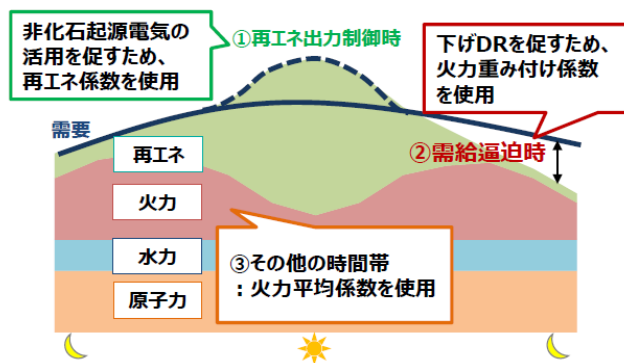
- 化石エネルギーのみならず、非化石エネルギー（水素・アンモニア等）の使用も合理化することで、エネルギーの安定供給の維持につなげていくことが必要。このため、現行省エネ法の「エネルギー」の定義を見直し、**使用の合理化の対象を非化石エネルギーを含む全てのエネルギーに拡大**する。
- カーボンニュートラルの実現に向けては、供給サイドのみならず、需要サイドでの非化石エネルギーへの転換を進めていくことが必要。このため、**エネルギー多消費事業者に対し、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画の作成や、非化石エネルギーの使用状況の定期報告等を求める**。



デマンドレスポンス等の電気の需要の最適化

スキーム（イメージ）

- 太陽光発電等の変動型再エネの普及拡大を踏まえ、再エネ出力制御時の電気需要量の増加や、需給逼迫時の電気需要量の抑制など、**季節又は時間帯の電気の需給状況に応じた需要のシフトを促す**。
- また、**電気事業者に対し、電気需要最適化に資する取組を促すための電気料金等の整備を求める**。



※数値は暫定値

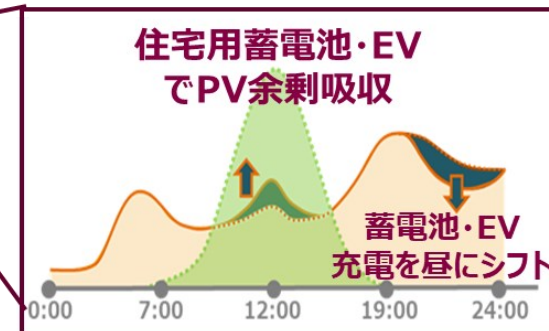
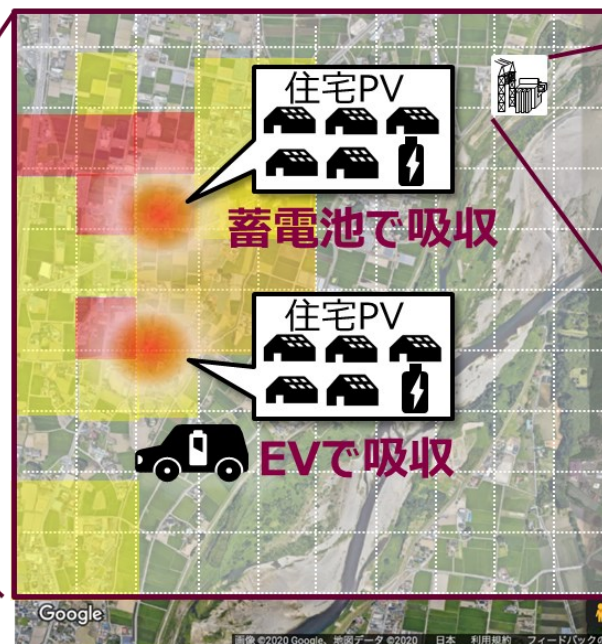
需給状況	一次エネルギー換算係数 (1kWhの電気使用した際のエネルギー使用量)
①再エネ出力制御時	3.6 MJ/kWh 【再エネ係数】
②需給逼迫時	(9.5×α) MJ/kWh 【火力重み付け係数】
③その他の時間帯	9.5 MJ/kWh 【火力平均係数】

➔ **再エネ出力制御時に需要をシフトすることで、省エネ法上のエネルギー使用量を削減することが可能。（省エネと評価される。）**



- ① 都市規模での住宅太陽光発電余剰量の高精度予測
- ② 太陽光余剰が多い地域に蓄電池やEVの最適配置と制御
- ③ 配電用変電所で効果測定

住宅用太陽光発電の
余剰発生地域



再エネ電力の地産地消によるCO2排出のない都市の実現

※グリッドデータバンク・ラボ有限責任事業組合が提供するサービスを活用し、統計化済み電力データの分析を実施。

NEDO実証事業の概要

NEDO電力システムの混雑緩和のための分散型エネルギーリソース制御技術開発 (FLEX DER)事業

- 我が国では、DERが普及し、DERが持つフレキシビリティ活用の多様化が徐々に進展。本事業ではDERのフレキシビリティを活用し、電力システムにおける様々な課題の解決（系統混雑緩和）に貢献することが目的。
- 具体的には、系統の混雑状況とDERの稼働状況（蓄電池の充電状態等）を共有し、DERの制御を可能とするプラットフォームの中核となるDERフレキシビリティシステムを構築し、DERの制御と系統混雑の緩和、再エネ出力制御の回避の効果を検証する。

DERのフレキシビリティ活用のユースケース

需要家における再生可能エネルギー利用拡大

(例) 昼間のPV余剰発電量を充電して他の時間帯に利用

発電事業者や電力小売事業者の同時同量

(例) インバランスの低減

電力システム全体での周波数調整・需給バランス調整

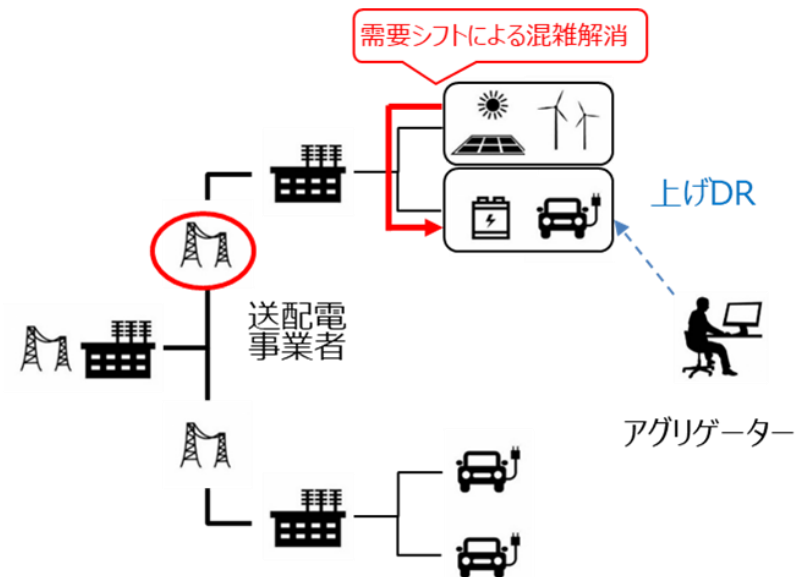
(例) 調整力公募・電源I'でのDR活用、需給調整市場（2021年度以降）での活用

電力システムにおける様々な課題の解決

(例) 潮流コントロールによる系統混雑の解消、系統電圧の調整、等

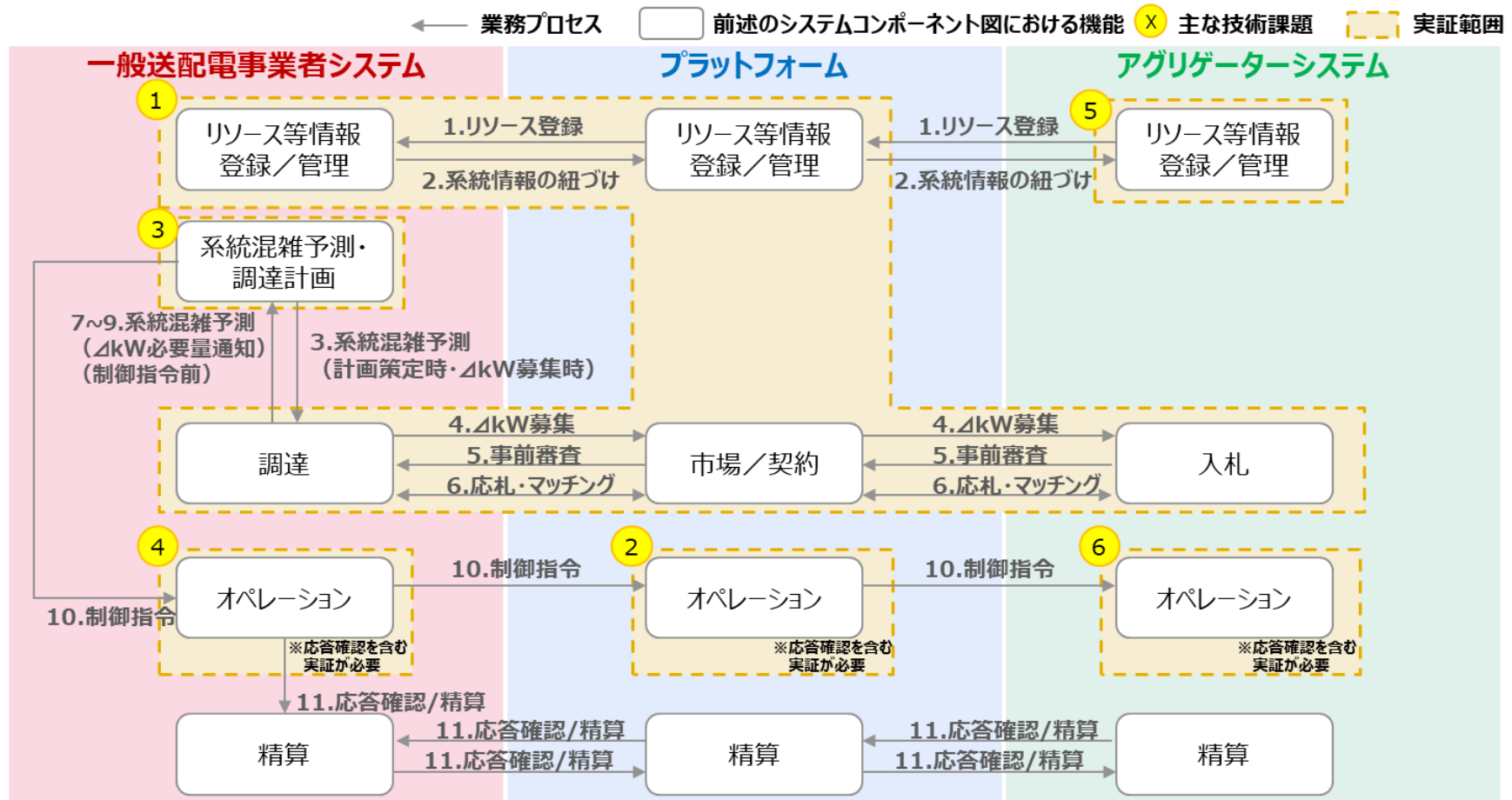
本事業の主な検討領域

本事業の成果適用のイメージ



出所：第4回次世代の分散型電力システムに関する検討会

- DERフレキシビリティ活用を実現するためには、一般送配電事業者システムとアグリゲーターシステムを繋ぐプラットフォームが必要。
- このプラットフォーム実現に向けた主要な技術課題は、精算を除く各システム機能と各データ連携に存在。
- 簡易的なシステム開発・フィールド実証を通じて、この技術課題の解決に必要な要素技術の探索を行うとともに、将来の課題解決に向けた拡張性も念頭に、システム要求整理を行う。



ご参考：分散コンピューティングを利用した系統混雑緩和

- 再エネのさらなる導入促進を目指し、再エネ電力で先端技術「分散コンピューティング」システムを稼働させ、デジタル価値や環境価値を生成・提供等を行うアジャイルエナジーX(エックス)社を2022年10月1日に設立。
https://www.tepco.co.jp/pg/company/press-information/press/2022/1663918_8617.html (2022年9月21日 当社プレスリリース)

再生可能エネルギー導入促進を目指す「株式会社アジャイルエナジーX(エックス)」の設立について
～電力需要を柔軟に創出しデジタル価値や環境価値を付加しながら系統混雑緩和も実現～

2022年9月21日
東京電力パワーグリッド株式会社
株式会社アジャイルエナジーX

余剰電力が発生する時間および空間に合わせて**コンピューター**を稼働させることで、**需要を柔軟に創出・抑制**

東京電力パワーグリッド株式会社は、株式会社アジャイルエナジーX(エックス) (以下、「アジャイルエナジーX」) を設立し、10月1日より営業開始しますので、お知らせいたします。
アジャイルエナジーXは、再生可能エネルギー(以下、「再エネ」) で発電された電力で先端技術「分散コンピューティング」システムを稼働させる、のさらなる導入を促進していきます。

天候で発電量が変動する太陽光などの再エネ(変動性再エネ)は、電力需給バランスの維持のために出力制御や系統制約を受けやすい傾向があり、再エネの出力制御が全面的に拡大傾向にあるほか、系統混雑が原因で再エネ送電が困難な状況でもあります。このため、国内には現在の発電電力確保は、このエネルギー資源を十分に活用していません。

アジャイルエナジーXでは、この状況を打開し再エネ導入量を拡大させるために、電力需給の変化に即応し電力需要を柔軟に創出することで、再生してまいります。

電力需要創出の具体的な方法は、AI/機械学習やゲノム解析、CGレンダリング、仮想通貨マイニング^{※1}などに用いられている多数のコンピューターを統合する「分散コンピューティング」です。再エネを利用した分散コンピューティングにより、デジタル価値のほかグリーン電力証書などの環境価値も創出。エネルギー地産地消促進や地域経済活性化に繋がると考えています。

また将来的にアジャイルエナジーXは、一般送電事業者などに対し、分散コンピューティングを利用した系統混雑緩和に関するソリューション提供も行ってまいります。

東京電力パワーグリッドとアジャイルエナジーXは、本ソリューションを通じて、カーボンニュートラル実現を強力に推進してまいります。

※1 環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル 概要資料等」
https://www.neweac.jp/energy-power/energy/2022/09/21/20220921_01.html

※2 ビットコイン等の仮想通貨の取引データを検証し、ブロックチェーン上に記録するための暗号計算を行う作業のこと。過剰に成功した作業には、報酬として仮想通貨が送られる。

出所：三菱総合研究所 <https://www.mri.co.jp/knowledge/mreview/202209.html>

東京・大阪 海外
データの地産地消 エネルギーの地産地消
地域A 地域B
地域のデータ主権 地域データ経済圏
地域の再生可能エネルギー (例) ドイツWindcloud社

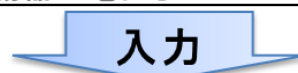
スマートシティの将来シナリオに対する、各種EMS技術の導入効果が多角的に評価可能に

スマートシティのデジタルプラットフォーム

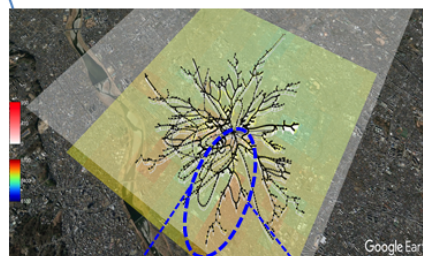


将来シナリオ

- EMS技術
- PV・EVなどの普及,
- 給湯器の電化など…



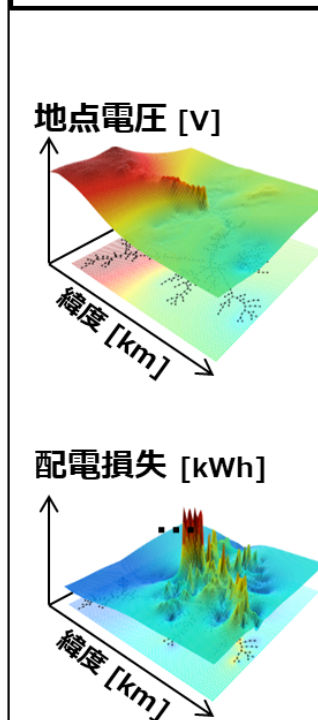
都市規模のEMSシミュレーションモデル



EMSハードウェアテストベッド



スマートシティの持続性評価指標



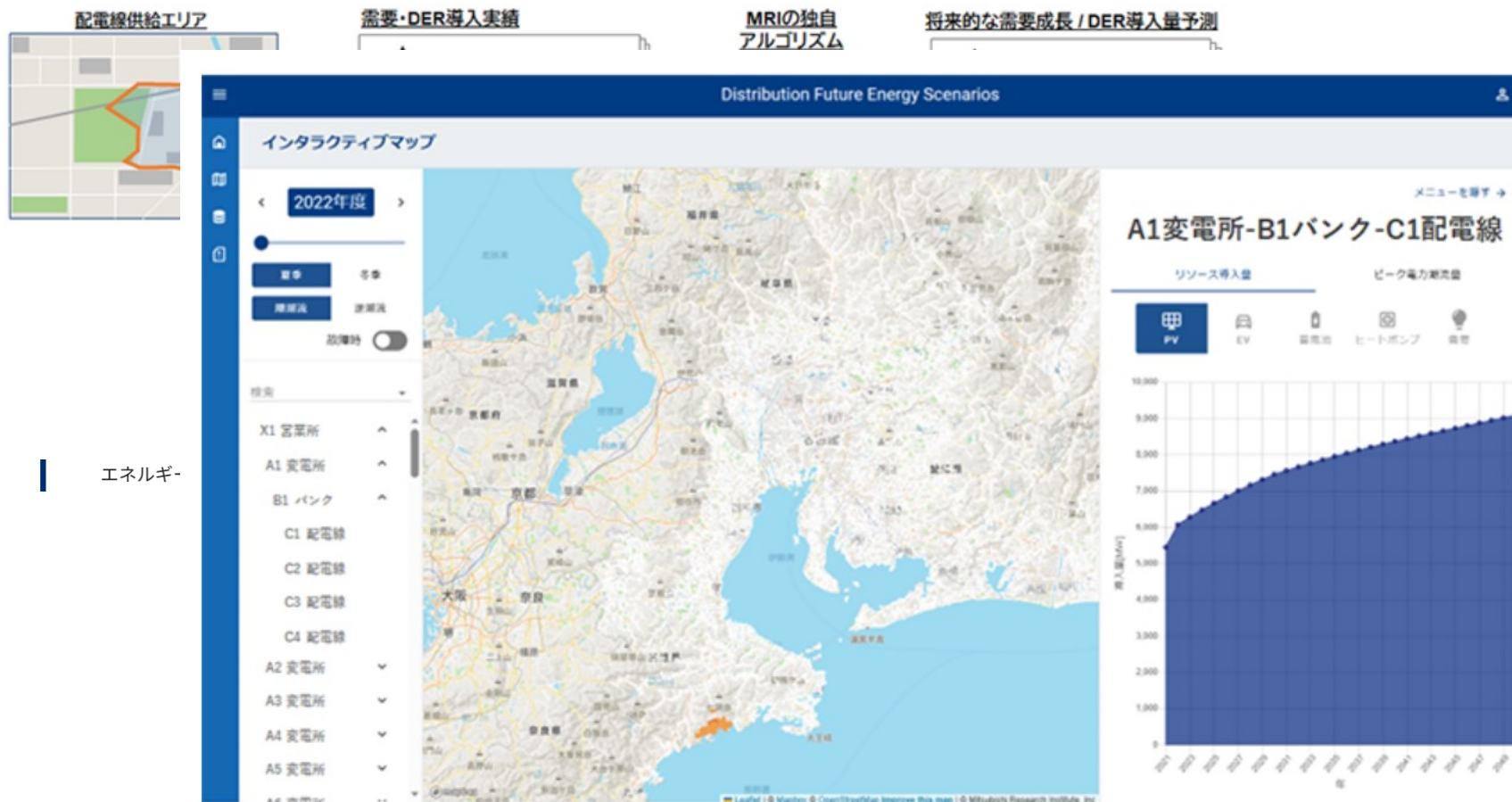
ニュースリリース

出典：三菱総合研究所 ニュースリリース

<https://www.mri.co.jp/news/press/20230731.html>

地域別電力需要予測（DFES）の活用開始

カーボンニュートラルを支える送配電設備計画の策定に国内初の導入



エネルギー

Prints use map data from Mapbox and OpenStreetMap and their data sources. To learn more, visit <https://www.mapbox.com/about/maps/> and <http://www.openstreetmap.org/copyright>.

注)ダミーデータを用いて生成

- DER/DSRの活用は、関係者の不断の努力により一定程度進展。
- DRからVPPへ進化し、市場への参入も始まったエネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス（ERAB）の重要性、期待は一層高まっている。事業者の課題を制度設計にフィードバックし、「分散協調」が鍵となるエネルギーシステムに深化していくことが重要。
- さらに活用を進めていくためには、「需給一体」のCoordinationが鍵。
- エネルギー関連のデータ活用、これを伴うセクターカップリング（シェアリングの拡大&新たな価値の創出）、技術的にはデータプラットフォームがactiveなエリアになるだろう。
- 電力システムに関する情報公開・共有が重要であり、需給一体のCoordinationが正しく進むための礎である。