

社会課題を解決する 2050年分散型グリッドの絵姿

<中間報告>

2022年3月



一般社団法人日本電機工業会
スマートグリッド委員会

1. はじめに
2. 基本的な考え方
3. 2050年分散型グリッドの絵姿 [中小都市編]
 - 3.1 絵姿の全体像
 - 3.2 分野毎の絵姿
 - (1) 発電部門
 - (2) 需要部門（家庭分野）
 - (3) 需要部門（産業分野）
 - (4) 需要部門（運輸分野）
 - (5) 流通部門（電力インフラ分野）
 - (6) 流通部門（燃料インフラ分野）
 - (7) 流通部門（プラットフォーム）
 - (8) レジリエンス
 4. さいごに

我が国では、2050年カーボンニュートラル、2030年温室効果ガスを46%削減する目標が示され、第6次エネルギー基本計画でも示されています。

2050年の電力・エネルギー部門においては、脱炭素化及びエネルギー自給率の向上（安定供給、セキュリティ）の観点から**再生可能エネルギー、原子力、脱炭素化した火力などの発電設備への投資、再エネ大量導入に向けた送配電網の強化、需要側の電化・電動化**が必要とされています。一方で、再エネの大量導入を目指す場合、電源の分散化が進むとともに、変動する再エネ電力や電化が進んだ需要などの需給変動が現在よりも大きくなり電力の安定供給に支障を来すことや統合費用の増加も懸念されていることから、**蓄電・蓄エネなど変動を吸収する設備の導入や高度な需給調整とその運用に適した事業性を踏まえた制度、電力システムの構築**が求められます。

高度な需給調整を実現する技術として、エリア内の分散エネルギー資源（DER）※を利用する「**分散型グリッド**」があります。分散型グリッドは、**上位系統との需給調整**に加え、グリッド内の**再エネの最大限の導入に資する**とともに、**エネルギーの地産地消の促進や停電時のエネルギー供給（レジリエンス強化）、社会全体の電力インフラ投資増加の抑制**が期待できます。

分散型グリッドの利点を最大限活かすためには、DERの導入拡大、電力市場・電気事業制度の最適化が必須です。そのため、**政府、電機メーカー、地域エネルギー事業者及び需要家が一体となり、同じ目標に向けた取り組みが必要であり、認識の共有が大切**です。また、インフラ整備は時間がかかるため**長期の整備計画**、社会情勢や新たな技術を取り込むため、**目標も適宜見直し、最適解を都度共有しながら進め**ることが最も重要です。

日本電機工業会（JEMA）は、弊会が考える2050年の分散型グリッドの絵姿を示していくことで、技術的な目標や課題を共有して社会課題の解決に貢献していきます。

※分散エネルギー資源：分散型電源、蓄電池、ヒートポンプ、コジェネ、電動車、等

＜エネルギー政策に対する基本的な考え方＞

► エネルギー政策では、安全性(Safety)を前提とし、安定供給(Energy Security)・経済性(Economic Efficiency)・環境保全(Environment) (S+3E) 同時達成を目指すとともに、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、**電源の脱炭素化及び電力コストの上昇抑制**が不可欠です。また、電源の脱炭素化や電気事業環境が変化する中でも、**電力レジリエンスの維持・強化**は不可欠です。

＜分散型グリッドに関する基本的な考え方＞

► カーボンニュートラル実現には、高度なエネルギー利用による省エネ・効率化の仕組み(セクターカップリングなど)を**地域および需要家レベルで検討**することが重要です。

► 上記の高度なエネルギー利用のしくみは、特定の事業者の努力では実現できず、全方位の対策が求められます。発電側では再エネに代表される**脱炭素電源の普及や地域へのDER導入**、需要側では家庭・産業・運輸部門における**電化・電動化、省エネ、電気・熱などの利用高度化・直流活用の推進**が期待され、加えて既設の電力系統の維持・更新及び次世代ネットワーク投資、保守・管理を支援する**IoT化、統合費用抑制**などが必要となります。

► 変動再エネ(太陽光・風力)や電気自動車の大量接続により、系統混雑が新たな課題として浮上します。その緩和や需給平準化を実現する**分散リソース協調・制御プラットフォームの構築**およびこれを可能にする**グリッドコード、電気事業制度及び法令の整備**(スポット価格連動小売価格など)が必要となります。また、出力変動対策では**水素・蓄電池等の脱炭素化した調整力の導入**も進める必要があります。

► 近年の激甚化する天災をうけ、地域でのエネルギー耐性強化も求められます。非常時のエネルギー供給体制を関係者(エネルギー事業者、分散型グリッド運用者、自治体、等)で議論し、段階的に地域の変革を進めていくことが重要です。

(1) 今回描く分散型グリッドの分類

分散型グリッドといっても、人口（数・密度）、需要（住宅地・商業地・工場地帯）、再エネを含むDERの導入量などの地域の特性により形態が異なります。今回の絵姿では、代表的な4パターンのうち、**カーボンニュートラルを目指す地方の中小都市（4～5万世帯）**を想定して描いています。

表 需要の相対イメージ

	大都市	中小都市	山間部等	離島
人口（密度）	大	小～中	小	小～中
再エネ導入	小	小～中	大	大
電力需要	大	小～中	小	小～中
電力混雜・変動	中～大	中～大	中～大	中～大
電力自給率	小	小～中	大	大

(2) 地方の中小都市部概況（想定）

社会全体としては、人口が減少、インフラの保守人員が減少、再エネ増加により発電電力が大幅に変動、電化・電動化が進展して電力需要が増加、脱炭素燃料が普及している。

地方中小都市では、導入される再エネは、住宅用太陽光、中小規模の事業用太陽光発電が中心となり、周辺環境次第で中小型の風力発電も導入されると想定しています。また、人口に応じてDERが普及。エリア内の系統混雜の解消、電気・熱・燃料などのエネルギー全体の最適利用のために分散リソース協調・制御プラットフォームが運用され、環境価値の取引も含めた電気料金低減のための最適運用、レジリエンス強化が実現されます。

3.1 絵姿の全体像

- ・分散型グリッドは、分散リソース協調・制御プラットフォームにて、域内の再エネ、脱炭素化電源、蓄エネ設備などの多くのDERを統合管理して、電力価格の変動を含む、需給管理をすることにより電力の混雑緩和、平準化を実現するとともに、電気の環境価値をサービスとして提供。災害時には重要施設向けの電力を確保する。



(1) 分散型グリッドの絵姿における基本要素

以下の基本要素の8つの主要観点（赤文字）での絵姿を次頁以降に示します。

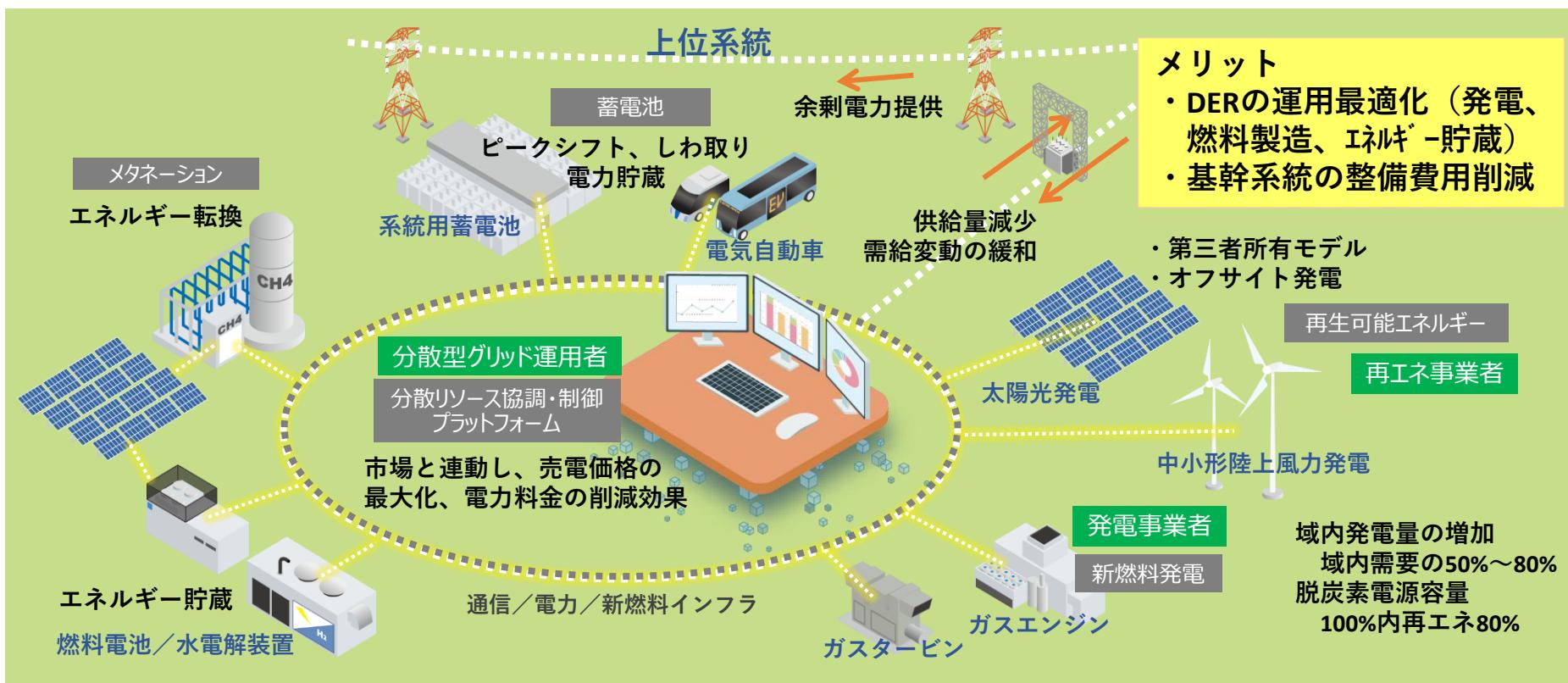
(1) 発電 部門	常用発電		非常用発電
	上位系統からの供給 + 域内発電 [再エネ（PV）、蓄電池（家庭用／産業用）、 コージェネ（FC／ガスエンジン／ガスタービン）が普及]		域内発電 + 非常用電源（域内）
需要 部門	(2) 家庭分野 DER（太陽光発電、家庭用蓄電池、 HP、FC）、HEMS、EV・充電器、 スマメ、等の普及（ZEH、ZEB）	(3) 産業分野 DER（PV、コージェネ、産業用蓄電池、 自家発、熱交換機器）の普及（ZEB、 FEMS）、新燃料活用	(4) 運輸部門 脱炭素車（EV・PHEV・FCV）の普及、 充電・水素ステーション
流通 部門	(5) 電力インフラ分野 既存 + 増設、ダウングレーディング、配電自動化、系統用蓄電池	(7) 燃料インフラ分野 多様なエネルギーSS ¹ （水素等）、ガス導管・ポンベ	(6) 分散リソース協調・制御プラットフォーム（DER、電力機器、新燃料機器を横断した最適運転）
機能	[グリッド内] 上位系統からの需給調整・周波数制御、グリッド内の需給調整・混雑緩和、 (8) レジリエンス強化（基幹系統停電時のエリア自立運転、重要設備への電力供給、等） [需要家内] 需要家機器の可制御化、DR提供、需要家間取引（P2P）、VPP、災害時自立運転（単独運転）		
主な 事業※	分散型グリッド運用者（配電事業、小売事業含む） 上位系統への調整力提供、グリッド内のDERによる電力需給・混雑・設備 管理、小売り、再エネ価値提供、レジリエンス提供、エリア自立系統構築 (自治体協力、特定重要負荷)		エネルギー事業者 新燃料の提供（輸送・貯蔵・販売） 再エネ電源による新燃料製造 (水素、等)
	蓄電事業者 系統用蓄電池による再エネ電源買取、 調整力の提供	アグリゲーター事業者 需要家のDER制御による電力取引 (VPP、DR、P2Pの実現)	再生可能エネルギー発電事業者 再エネによる電力供給、慣性力提供 (PV、蓄電池、疑似慣性力付きPCS 等)、再エネ価値創出

※ 電力市場・制度などのエネルギー事業環境も含む

1 サービスステーション（SS）

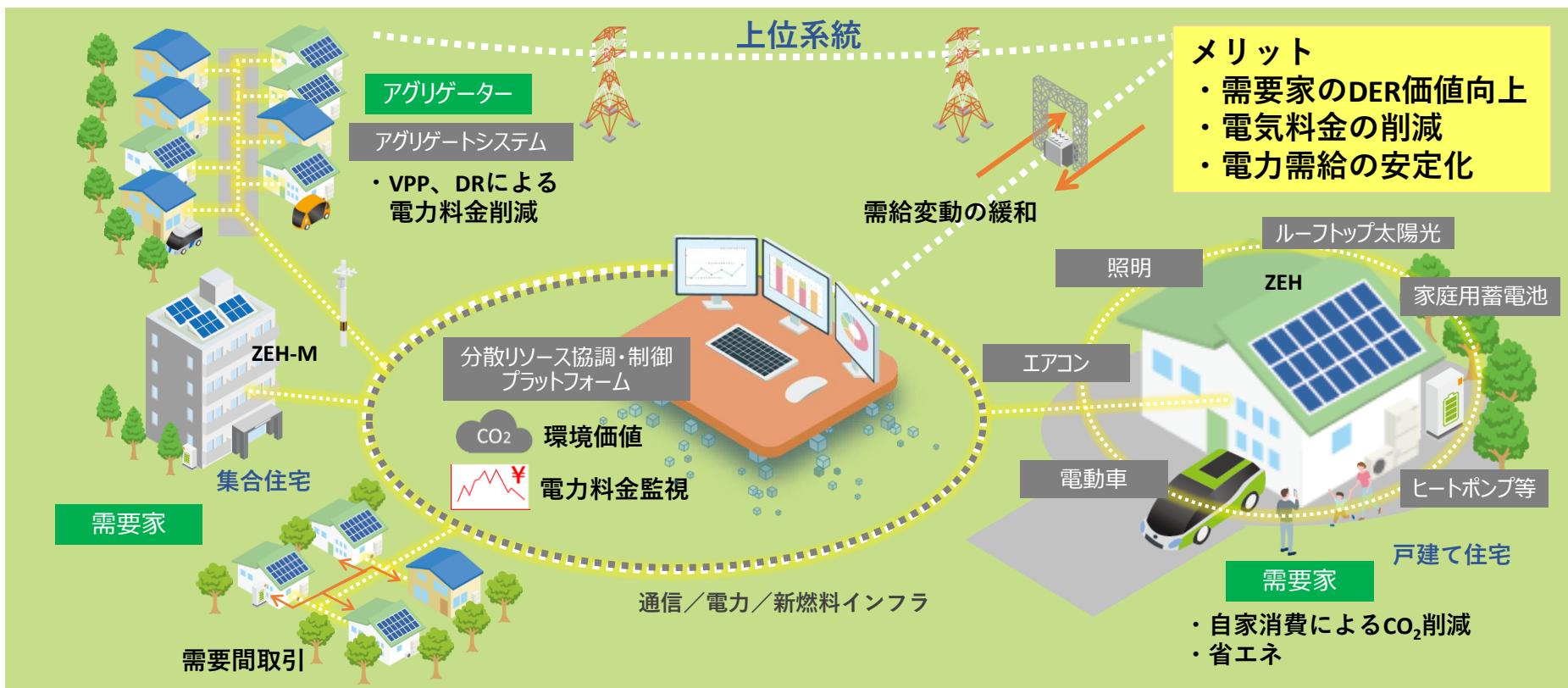
(1) 発電部門

- ・発電部門の脱炭素化が進展。太陽光発電を主とした再エネが増加、また、化石燃料に代わる水素など新燃料の供給インフラが整備され、新燃料による発電設備が普及。これらにより分散型グリッドの域内発電量が増加。
- ・発電設備の発電出力及び蓄電池の充放電の出力は、兼業配電事業者が運用するプラットフォームにより管理され、余剰電力は、他区域へ調整力として供給。
- ・地産地消により上位系統からの供給が減るとともに、上位系統への需給変動も緩和。



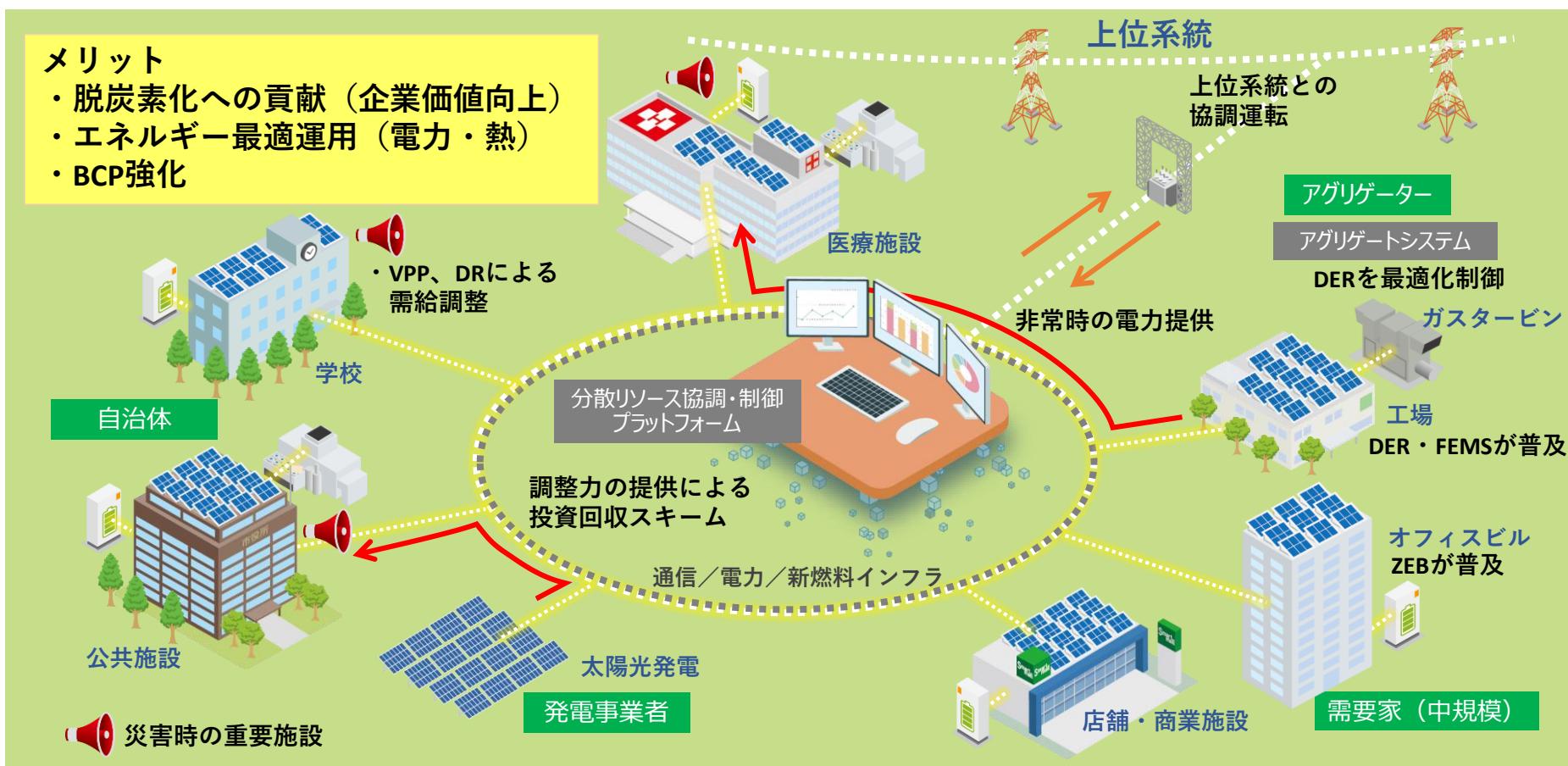
(2) 需要部門（家庭分野）

- 家庭の戸建・集合住宅は、HEMS、次世代スマメ、PV、蓄電池、EV/FCV、HP給湯器、エネファームなどのDERを備える。戸建・集合住宅ともに新築での平均でZEHが普及。
- 家庭内は、HEMS制御のもと、PV・蓄電池・HP等が相互補完的運用により自家消費率を拡大、変動電気料金も活用して電気料金を削減、家庭内の自家消費やアグリゲーターのVPP・DER制御によりグリッドの需給変動緩和に貢献。
- 需要家設備の電化・電動化が中心で、ガスインフラのメタネーションも伴い、脱炭素が実現。



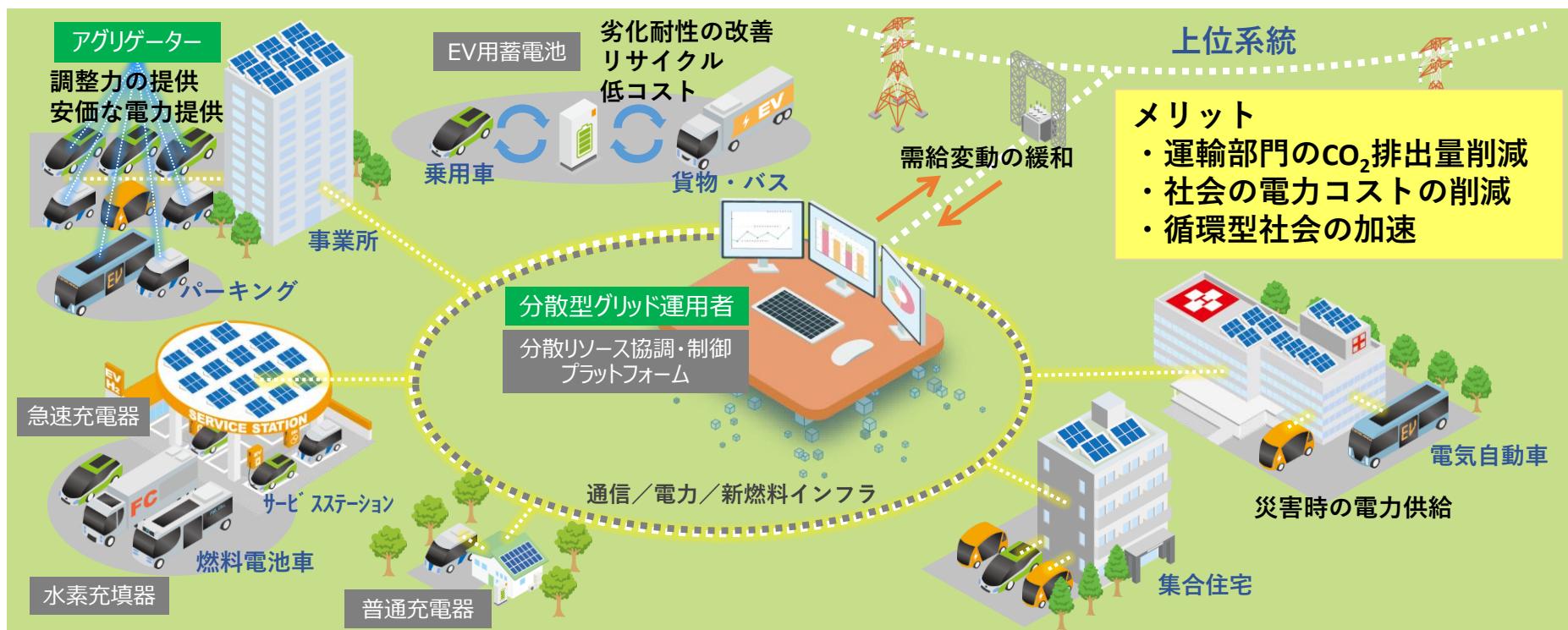
(3) 需要部門（産業分野）

- ・商業施設、公共施設、工場やビルなどの需要家では、再エネ、脱炭素燃料発電導入が進み、需要家内または一定区域における、DERを含む設備の最適運用（電力・熱）と上位系統との連携運転（周波数制御への貢献など）を実現する。
- ・災害時には、防災拠点や避難所などの地域の重要施設へ電力供給も可能とする。



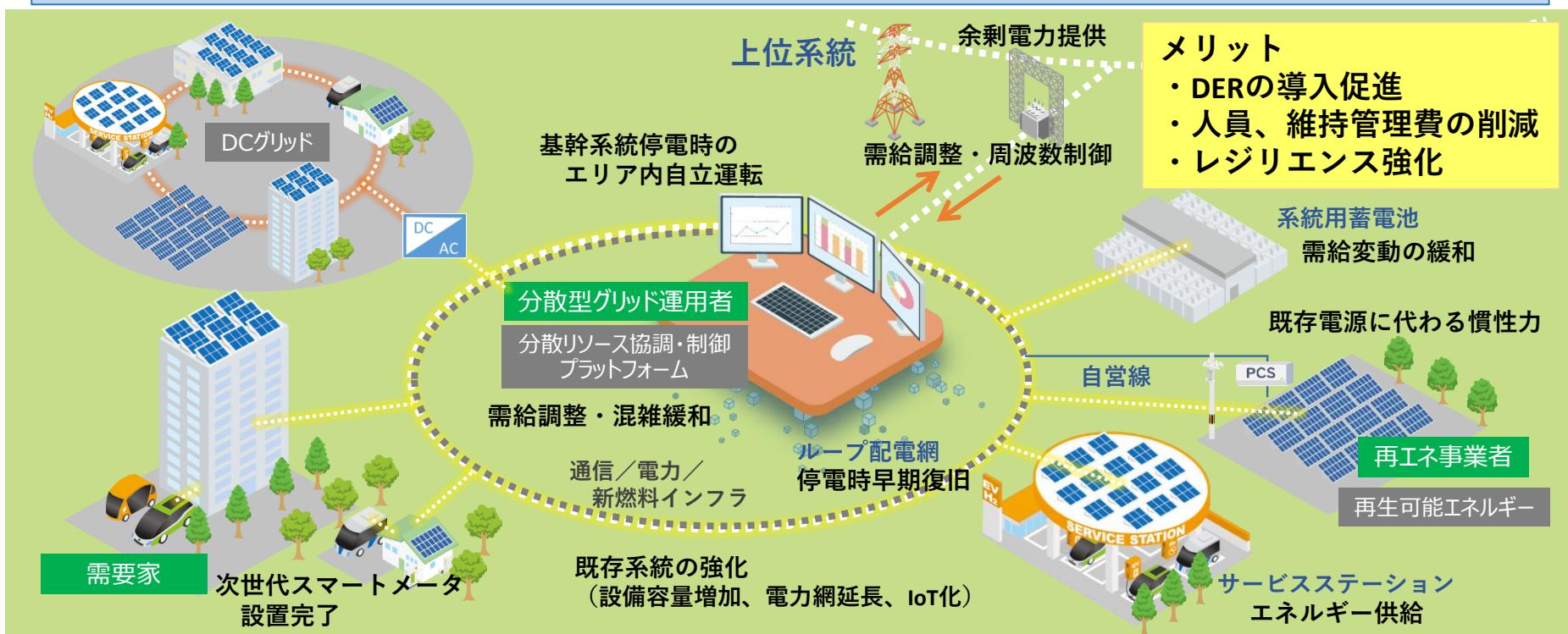
(4) 需要部門（運輸分野）

- 自動車保有台数は現在より減少（10~30%）するが、乗用車の70%以上、貨物・バスの50~75%が電動化（EVへシフト）。
- EV利用基盤〔充電器（普通、急速）、料金メニュー〕が整備。V2Gが実現し、再エネピーク電力を蓄電するなど調整力の提供やダイナミックプライシングによる安価な電力を充電し、投資・運用コストを抑制。非常用電源としても利用。
- EV用蓄電池は、劣化耐性の改善、低コストを達成。リサイクル品を含む、安全基準・認証・トレーサビリティ制度、性能ラベル等により消費者が解りやすい仕組みが構築。



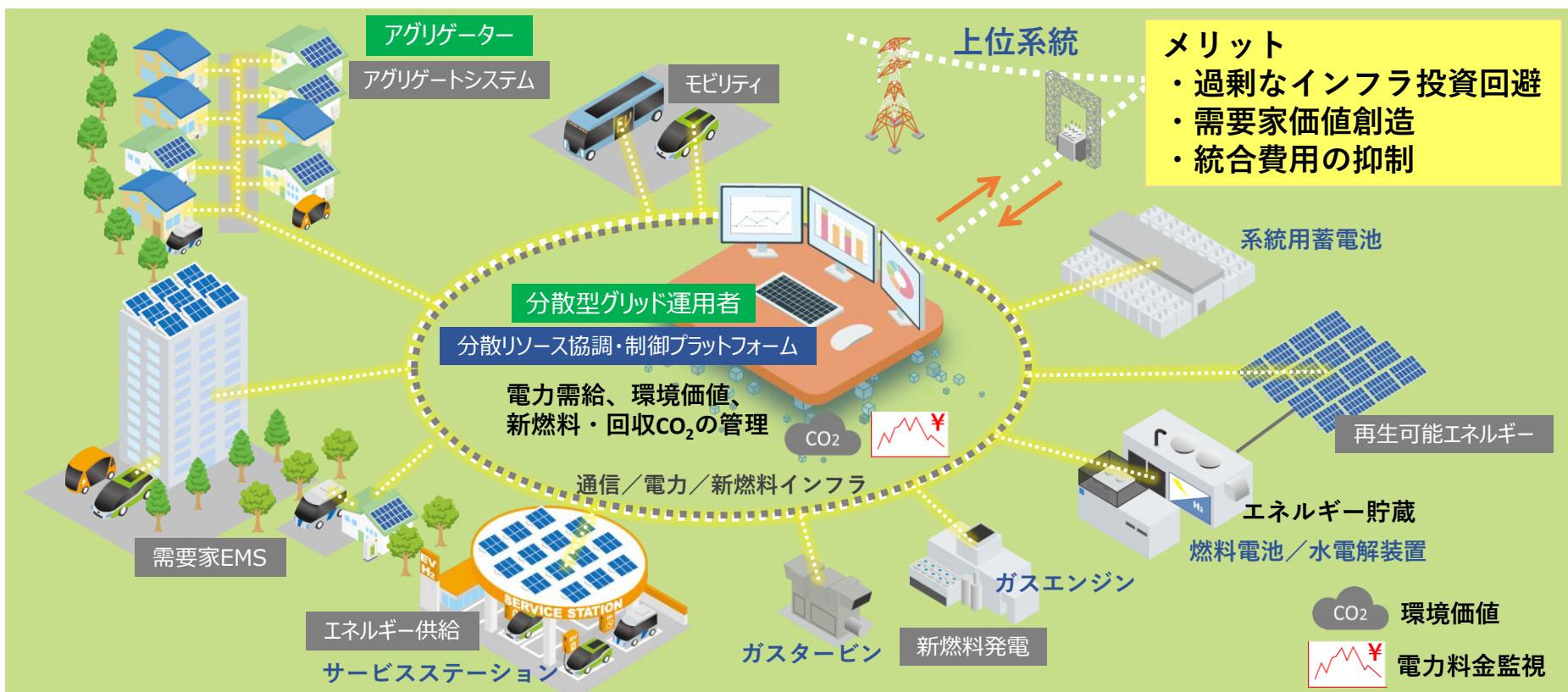
(5) 流通部門（電力インフラ分野）

- 分散型グリッド内のDER増加や余剰電力等の地域間融通に対応して系統は強化【設備容量増加、電力網延長（自営線含む）】。再エネ導入による電力変動の緩和のために系統用蓄電池が普及し、慣性力確保技術も進歩。配電網は、ループ式となり、停電時の早期復旧も可能。IoT化が進展し、全需要家に次世代スマートメーターが普及。電力や環境価値を取引するブロックチェーン基盤を構築。
- 地域分散グリッド運用者は、分散型グリッド内の設備及び需給を管理し、①上位系統からの需給調整・周波数制御、②グリッド内の需給調整・混雑緩和、③基幹系統停電時のエリア内自立運転を実施。



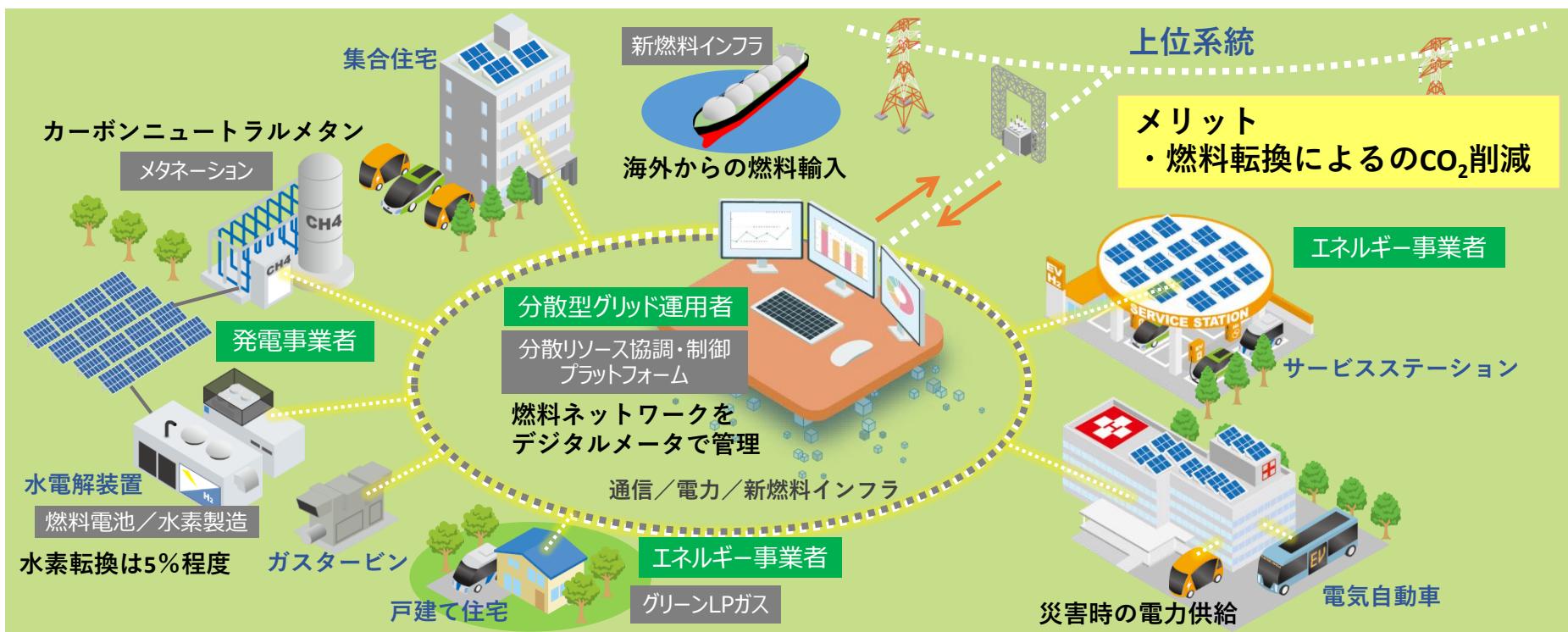
(6) 流通部門（分散リソース協調・制御プラットフォーム）

- 分散リソース協調・制御プラットフォームにより分散リソースの電力需給管理に加え、環境価値、新燃料・回収CO₂、も統合管理する機能を提供。さらに、この協調機能により常時の地域内価値流通に加え、災害時における地域全体のレジリエンスも強化。
- 需要家の有する分散リソースを活用した様々なビジネスを可能とするクラウド活用のプラットフォームが市場として整備され、再エネ導入増による統合費用を抑制。
- 水素製造及び利用は電力需給と協調して計画・運用され、エネルギー料金高騰が抑制。



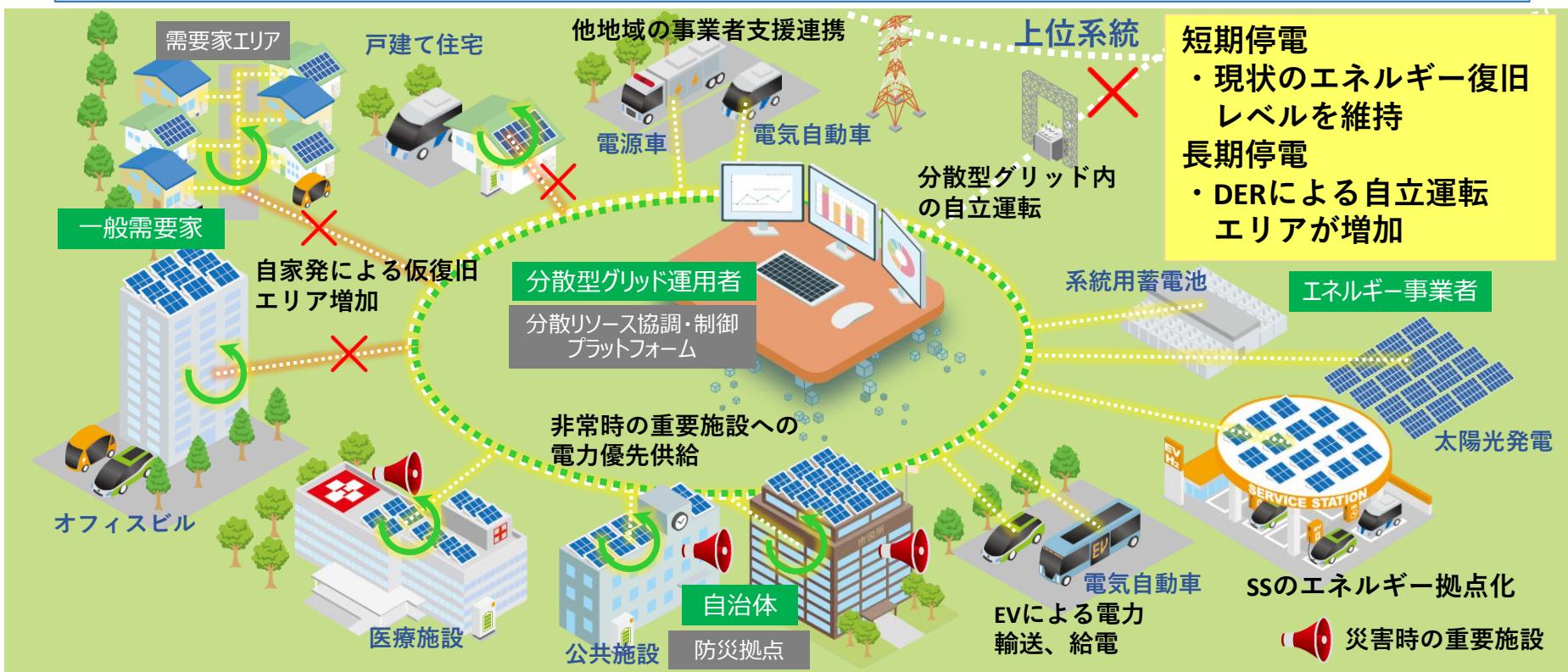
(7) 流通部門（燃料インフラ分野）

- ・都市ガスは、カーボンニュートラルメタンに転換。LPガスは、グリーンLPガスに転換され、脱炭素化された新燃料が既存インフラにより供給。
- ・水素は、水素供給配管やSSを通じて供給され、定置用燃料電池や燃料電池車の燃料として利用される。
- ・新燃料の一部は、海外から輸入されるほか、国内の再生可能エネルギー等の電力を用いた水電解やメタネーションにより水素やメタンに生成・供給。このエネルギー転換は、プラットフォームにより管理され、系統混雑や出力変動の緩和に貢献。



(8) 分散型グリッドのレジリエンス

- 配電事業者（一般送配電事業者、新電力）による電力設備管理体制および他地域事業者との連携体制があり、現在の電力復旧レベルを維持。また、天然ガスに代わる脱炭素化した新燃料が普及し、現在と同等のエネルギーセキュリティを確保している。
- 長期停電時には、地域の防災拠点や病院など重要度が高い施設から優先的に、周囲の発電設備から電力供給がされるよう、プラットフォームで制御。
- 需要家が所持するDERにより一定時間、住宅内または周辺の特定エリアが自立運転を行ない、系統復旧までの無停電または停電時間短縮に寄与。



本中間報告では、弊会が考える2050年のエネルギーシステムの基盤となる「分散型グリッド」の絵姿として、**カーボンニュートラルを目指す地域の中小都市（4～5万世帯）**を示しました。これは、カーボンニュートラル実現に向けて、脱炭素エネルギーへの転換を機に産業構造や社会構造の変革を成長につなげる**グリーントランスフォーメーション（GX）の取組みを、政府、電機メーカー、地域エネルギー事業者及び需要家が共通認識のもと、地域レベルから行う必要がある**という認識からです。

一方、地域によってエネルギー需要や導入できる発電設備の様相は異なるため、様々なアプローチが考えられます。ただ、共通することは、**既存インフラを最大限に活用した上で、DERの導入拡大・電力系統の維持・拡張など必要な投資を効率的かつ確実に行なうこと**でレジリエンス強化を図り、**その地域に最適なエネルギー事業のあり方や需給構造を構築していく必要がある**ということです。また、社会情勢や新たな技術の進展などを鑑みると分散型グリッドの絵姿も一つではなく、柔軟性を持たせると共に、適宜、絵姿を見直すことが必要です。そのため、弊会では、目指すべき代表的な分散型グリッドの絵姿を継続して公表してまいります。この絵姿がヒントになり、地域エネルギーの在り方や地域課題解決・活性化に繋がれば幸いです。

日本電機工業会（JEMA）では、配電事業・アグリゲーター・指定区域供給制度などの制度設計や地域マイクログリッド構築事業などの動向を踏まえつつ、**電力システムのデジタルトランスフォーメーション（DX）、需要家設備の更なる省エネや電化・電動化、脱炭素化した分散型電源及びこれらを統合制御するエネルギー・マネージメントシステムの技術開発・社会実装など、関係団体とも連携して電力ネットワークの次世代化、持続可能な電力システムの構築を積極的に推進**してまいります。また、設備投資や電力料金の最小限化が期待されるエネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス（ERAB）の普及支援策や事業環境整備などの意見を発信することで、社会課題の解決に貢献いたします。