

次世代の分散型電力システムに関する検討会（第1回）

次世代ネットワークをとりまく DERの活用に関する国内外動向

株式会社野村総合研究所
コンサルティング事業本部
サステナビリティ事業コンサルティング部

2022年11月7日



1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

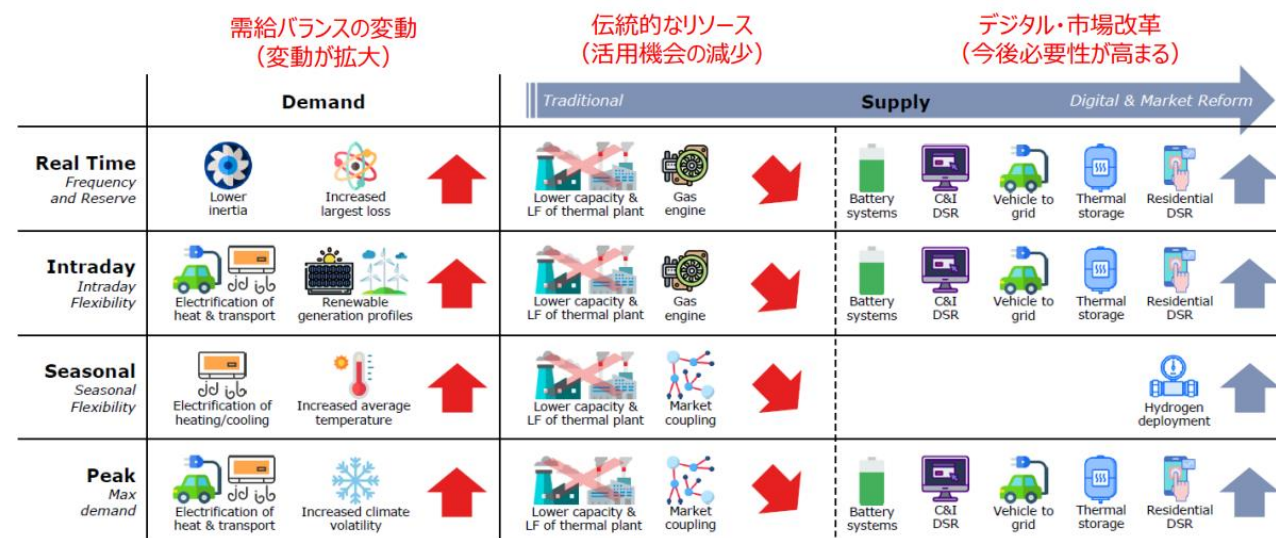
3 DER活用の将来像と国内外動向

電力システムの脱炭素化に伴い、フレキシビリティの大半をDER（分散型エネルギーリソース）が担うことが必要となる。

- IEAでは、世界の平均気温を1.5°Cに抑えるシナリオ（Net-Zero Emission by 2050：NZE）では、2050年における先進国の50%以上が蓄電池及びディマンド・リスポンスにシフトすることを示している。

（参考）デジタル技術を活用した分散型リソースの必要性

- 再エネの導入拡大や伝統的な大規模電源等の活用機会減少に伴い、デジタル技術を活用した分散型リソース（フレキシビリティ）の活用の必要性が高まると考えられる。



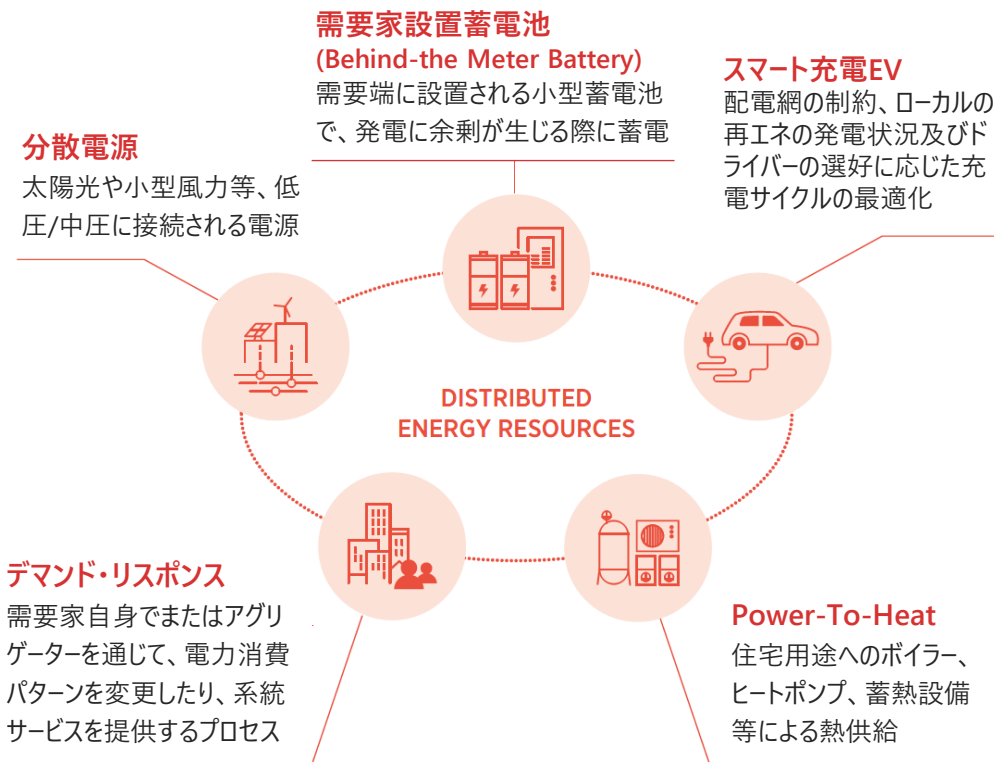
出所) 2020年1月28日 IEA Electricity Security Workshop : AFRY社発表資料 (赤字部分加筆)
<https://www.iea.org/events/iea-electricity-security-workshop>

出所) 資源エネルギー庁 第13回エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会 資料3-1 2020年10月

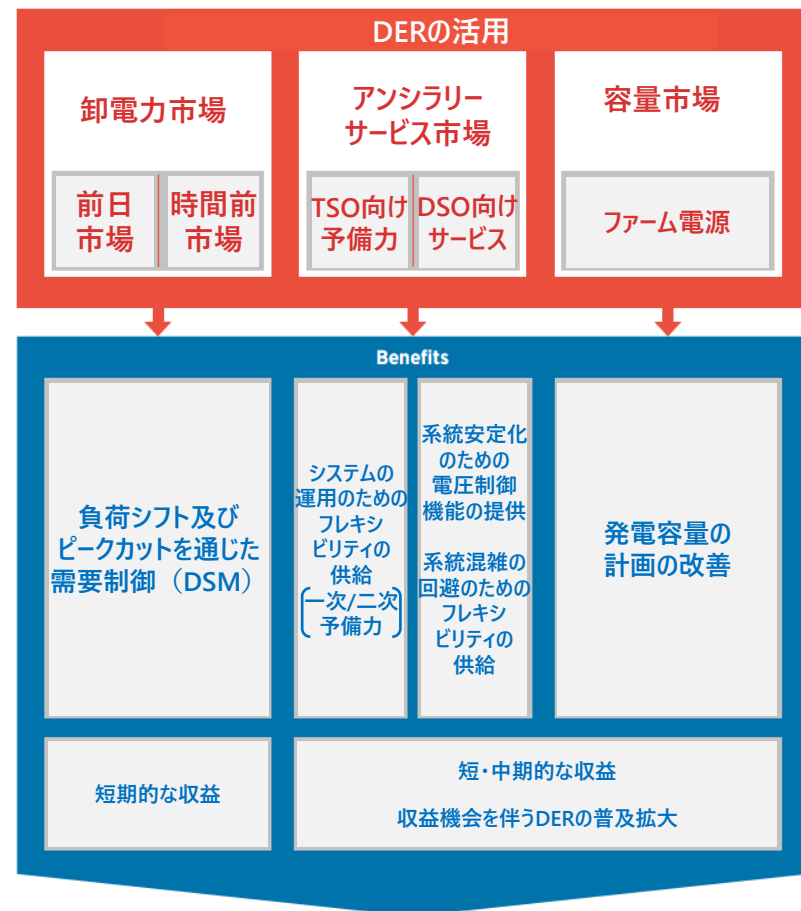
IRENAにおけるDERの定義と便益の見立て

国際機関IRENAにおいても、DERは分散型電源と幅広い需要家リソースであり、系統、需要家双方に便益をもたらす、とされている

IRENAにおけるDERの定義



DERの便益



出所) IRENA "MARKET INTEGRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES" 2019年 より作成

系統におけるDERの統合と電力システムにおけるフレキシビリティの拡充

IEAでは、DERを最大限活用するためには、市場や配電システムと連携したDER活用の促進が必要としている

- 消費者のインセンティブが不適切なため、DER所有者とシステム運用者の利害がしばしば一致しない場合、DERがグリッドにもたらす潜在的な利益が制限される可能性がある。
- このような結果を避けるため、規制当局とシステム運用者は、DERの系統貢献が適切に評価され、所有者が公正に補償され、システム運用者がDERサービスをより完全に系統に統合できるような公平な競争の場を作り出す必要がある。
このような調整がうまくいけば、金融資本と物理的資産をより効率的に配備することができる。

DERのポテンシャルを最大限活用する市場・規制のトランスフォーメーション

視座1：配電系統と消費者の状態の可視性向上	視座2：リソースのための信頼性と柔軟性の高いグリッド接続	視座3：小規模リソースの集約を積極的に受け入れる市場	視座4：即応性の多様な便益に対する市場による補償
- データのギャップを特定し、それを是正する計画を立て、目的に合ったレベルまで可視性を高める。 - 利用可能なデータソースを最大限に活用する、データ管理システムを構築する。 - すべての市場参加者共通の単一のフレキシビリティ・リソース・レジストリを開発し、より粒度の細かいデータ収集オプションを検討する。 - 短期需要予測、ダイナミック・ネットワーク・モデリング、長期キャパシティ・プランニングを改善する。	- 分散型PVシステムなどのDERに、電圧/周波数のライドスルーや電圧調整などのインバータ機能を要求するようグリッドコードを更新する。 - DERの利用拡大に伴う需要の低下とシステムの慣性による潜在的な課題に備える。 - 各リソースの影響を反映した柔軟な系統接続要件を設定する。	- アグリゲーターが全ての市場に参加できるようにし、パイロットプロジェクトによって利益とリスクに関する情報を取得する。 - 独立系アグリゲーターの役割と責任、特にDRの活性化を通じて移管されるエネルギーに対する小売業者への補償制度を確立する。 - 最低入札額の引下げ、調達・供出期間の短縮、上げ・下げ別の商品の導入、小規模資源に対する差別を避けるための事前資格を導入する。 - 蓄電池、太陽光発電、電気自動車、スマート給湯器等、異なるリソースアグリゲーション等、新たな資源を効果的に取り込むことができる市場参加モデルを開発する。	- 当日市場やリアルタイム市場のは取引期間を短縮することにより、市場価格の時間的粒度を向上させる。 - ノーダルプライシング、フレキシビリティ市場、ネットワーク料金等を通じ、価格シグナルの地理的な粒度を向上させる。 - 例えば、容量報酬メカニズムによって補完されたscarcity pricingを導入することで、DERにその柔軟な容量の価値を補う。 - 送配電系統運用者間を含め、系統信頼性を維持しつつDERが複数の収益源を確保できるような市場ルールと調整基盤を確立する。

- 1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識
- 2 諸外国におけるDER活用ロードマップ**
- 3 DER活用の将来像と国内外動向

欧米各国の分散型リソースに関するロードマップ

DERの活用に向けて、各国の政府やTSO・DSOは、ロードマップを策定している。

政府・TSO・DSOのロードマップにおけるDER活用の柱

政府・企業	掲げているDER活用の柱とその概要				
NGESO National Grid ESO (英国)	投資 全システムの柔軟性インフラが整備され、脱炭素のシステム運用が可能になる	市場 市場は、適切な長期投資と短期発送電信号を通じて、あらゆる期間の柔軟性の実現	需要家 大多数の需要家は、自動化された製品やサービスを通じて、必要な柔軟性をシームレスに提供	デジタル化 市場での柔軟性確保をより促進し、全エネルギーシステムの基本的な部分としてのデジタル化	役割と責任 エネルギーシステムの運用に対する協調的なアプローチを、ネットゼロのための役割と責任の明確化を通じて実現
UKPN UK Power Network (英国)	DERの市場機会の可視化 フレキシビリティ需要のヒートマップ公開、全てのDERのフレキシビリティのプラットフォームへの登録可能化	プロセスの強化 系統の計画策定プロセスへの統合、フレキシビリティ商品の契約の共通の枠組みの採用	公平性と透明性 フレキシビリティの明確で透明性のある評価プロトコルの確率、入札情報の公開		
CPUC カリフォルニア 州公益事業 委員会 (米国)	需要フレキシビリティと料金体系 大多数の需要家は、自動化された製品やサービスを通じて、必要な柔軟性をシームレスに提供可能	系統インフラ DERの価値を最大化する系統の整備計画及び運用	市場への統合 DERの市場活用による再エネ導入促進、排出削減、系統安定化	需要家プログラム 各種DER需要家プログラムの整合性の確保	
NYISO ニューヨーク州 系統運用機関 (米国)	DERへの給電指令の実現 DERの計測/評価、市場の制度設計、ソフトウェア開発 等	市場へのリソース供給の実証 空調の負荷調整、太陽光 + 蓄電池、TPO蓄電池	電気計量政策 計量値に関する政策、市場の制度設計	より詳細な地点価格 地点価格の設計、市場の制度設計	
Government of Western Australia (豪州)	デジタル新技術の活用 DERそのものとネットワーク及び系統運用機関の技術ケパビリティ	料金と投資のシグナル DERへの投資・運用の需要家の意思決定に関する経済的/非経済的インセンティブ	DERの普及・参加 電力システム及びネットワークをサポートするサービスを提供する顧客の能力	需要家保護・エンゲージメント 顧客に安全で信頼できる公正な価格の電力の供給、顧客のプライバシー/データ保護、顧客の意思決定を支援する明確で包括的な情報を利用可能とする枠組み	
送配電網 協議会 (日本)	再エネ主力電源化に向けた系統整備 マスタープラン策定、連系線等の増強、長距離直流送電(HVDC)	系統混雑への対応 (既存系統の有効活用) 再給電方式導入、需要版ウェルカムゾーンの設定、市場主導型への移行	需給調整・系統安定化技術の高度化 制約緩和・運用改善による再エネ出力の最大利用、EV等の電化(新たな需要)リソース活用、電力品質の維持対策、次世代スマートメーター等の導入・活用	遠隔分散型グリッドにおける再エネ比率向上 離島の電力供給のゼロエミッション化に必要な技術の開発、指定区域供給制度による供給の推進等	



2035年の電力システムにおける二酸化炭素排出量ネットゼロに向けてマイルストーンを設定 2025年までに電力システムを「ゼロカーボン」で運用する目標に向けて取り組んでいる

- 投資、需要家、役割と責任、市場、デジタル化の5つの領域で、マイルストーンと計54の取り組むべきアクションが整理された

National Gridによる2035年電力システム脱炭素化に向けたロードマップ：各年のマイルストーン

	2025年のマイルストーン	2030年のマイルストーン	2035年のマイルストーン
投資	戦略的フレキシビリティ・インフラプロジェクトを実施する（長周期蓄電池、電解装置等）	インフラに関する投資意思決定において総合的エネルギーシステムアプローチを活用する	脱炭素化システムの運用を可能とする総合的フレキシビリティ・インフラを実現する
消費者	フレキシビリティ供給を可能とする需要機器や料金メニューを提示する	消費者のフレキシビリティ提供機会を実現する	多くの消費者がフレキシビリティを、自動化された製品・サービスにより提供することを可能とする
役割・責任	将来の柔軟なエネルギーシステムに向けて誰が何をするかを明確化する	ネットゼロにおける役割・責任をさせる規定を制定する	ネットゼロへの明確な役割・責任を通じたエネルギーシステム全体の運用における調整されたアプローチを実現する
市場	フレキシビリティ・アセットへの投資をより確かにするための収入源（レベニューストリーム）を明確化する	フレキシビリティにインセンティブを与え市場改革を実現する	長期投資から短期運用までの対応を通じた市場におけるフレキシビリティ活用を実現する
デジタル化	デジタル化によるエネルギーシステムの相互運用性・レジリエンスを実現する	システムのバランシング・安定化行動の自動化を実現する	デジタルが、更なるフレキシビリティ活用を実現することで、エネルギーシステム全体における中核的な役割を担う

出所）National Grid ESO HP “Bridging the Gap to net zero” (<https://www.nationalgrideso.com/future-energy/future-energy-scenarios/bridging-the-gap-to-net-zero>)

2022年8月24日時点）より作成



ロードマップでは、マイルストーンの達成に向け、領域ごとにアクションを設定している

「需要家」の領域におけるアクション

：次ページで具体的なアクションを例示

年次	マイルストーン	アクション	実施主体
2025年までのアクション	需要家のフレキシビリティを活用するための製品・サービス、料金の提供	CON1 相互運用性、データプライバシー、サイバーセキュリティ、およびグリッドの安定性をサポートする、デバイスおよびフレキシビリティサービスプロバイダー向けの適切な技術的および規制の枠組みについて検討、施策を立案	BEIS
		CON2 エネルギー供給事業者による最低年間スマートメーター設置目標を含む4年間のスマートメーター制度の枠組みを提供	BEIS
		CON3 市場全体の30分決済の導入	Ofgem
		CON4 エネルギーオンブズマンの役割拡大による需要家のデータ保護、公平性、エンパワメント、プライバシー確保	Ofgem
		CON5 エネルギー供給事業者が需要家のニーズを満たすだけでなく、改善された市場シグナルに応じてエネルギーの脱炭素化を促進する製品・サービスを設計	エネルギー供給事業者
	需要家のNet Zeroの意識向上	CON6 Net Zeroに向けた行動に関する需要家向けの戦略的な意識向上キャンペーンを検討	Ofgem
	スマート家電のサプライチェーンのスケールアップ、規格の開発	CON7 規模の経済を達成し、コスト削減を需要家に還元するためにサプライチェーンの開発を加速する（EV、ヒートポンプ、マイクロ発電、バッテリーを含む）	BEIS
		CON8 業界と協力して、エネルギースマート家電の仕様と標準の更新をサポートし、DSR 対応デバイスの相互運用性を義務付け、小規模DSRの技術的枠組みを確立	BEIS
		CON9 エネルギースマート家電を規制し、相互運用性、データプライバシー、グリッドの安定性、およびサイバーセキュリティの原則に基づく要件を設定	BEIS
	エネルギー効率が高いスマート住宅の普及	CON10 住宅の改築に問題がある人々への既存の資金調達スキームの提供、新築建物の基準の改善	BEIS
		CON11 イングランドとウェールズの世帯へのNet Zeroについて信頼できるガイダンスとアドバイスを提供する機関の設立	Ofgem
		CON12 低炭素住宅暖房システムの設置に関するスキルアップ・訓練強化	BEIS
2030年までのアクション	需要家によるフレキシビリティの提供	CON13 フレキシビリティサービスや新ビジネスモデルのインセンティブ付けとなる市場改革	BEIS・Ofgem
	政府の強い支援による住宅、非住宅の建物に対するフレキシビリティのサポートの促進	CON14 家庭がデマンドリスポンスを提供できるようにするために必要な基準と制度（例えば、資金調達の改善）の導入	BEIS
		CON15 2025 年以降に英国で建設されるすべての新しい住宅が、Net Zeroに対応	BEIS
		CON16 Net Zero目標を達成するためのヒートポンプ設置を増やす市場の構築	BEIS

注) DSR : demand side response 出所) National Grid ESO "Bridging the Gap to net zero" 2022年3月 より作成

NGESOのロードマップに対応するBEIS・Ofgemのアクションも計画されている

National Grid ESOの“Flexibility Roadmap” における「需要家」領域のアクション

CON1

相互運用性、データプライバシー、サイバーセキュリティ、およびグリッドの安定性をサポートする、デバイスおよびフレキシビリティサービスプロバイダー向けの適切な技術的および規制の枠組みについて検討、施策を立案

CON8

業界と協力して、エネルギースマート家電の仕様と標準の更新をサポートし、DSR 対応デバイスの相互運用性を義務付け、小規模DSRの技術的枠組みを確立

CON9

エネルギースマート家電を規制し、相互運用性、データプライバシー、グリッドの安定性、およびサイバーセキュリティの原則に基づく要件を設定

CON13

フレキシビリティサービスや新ビジネスモデルのインセンティブ付けとなる市場改革

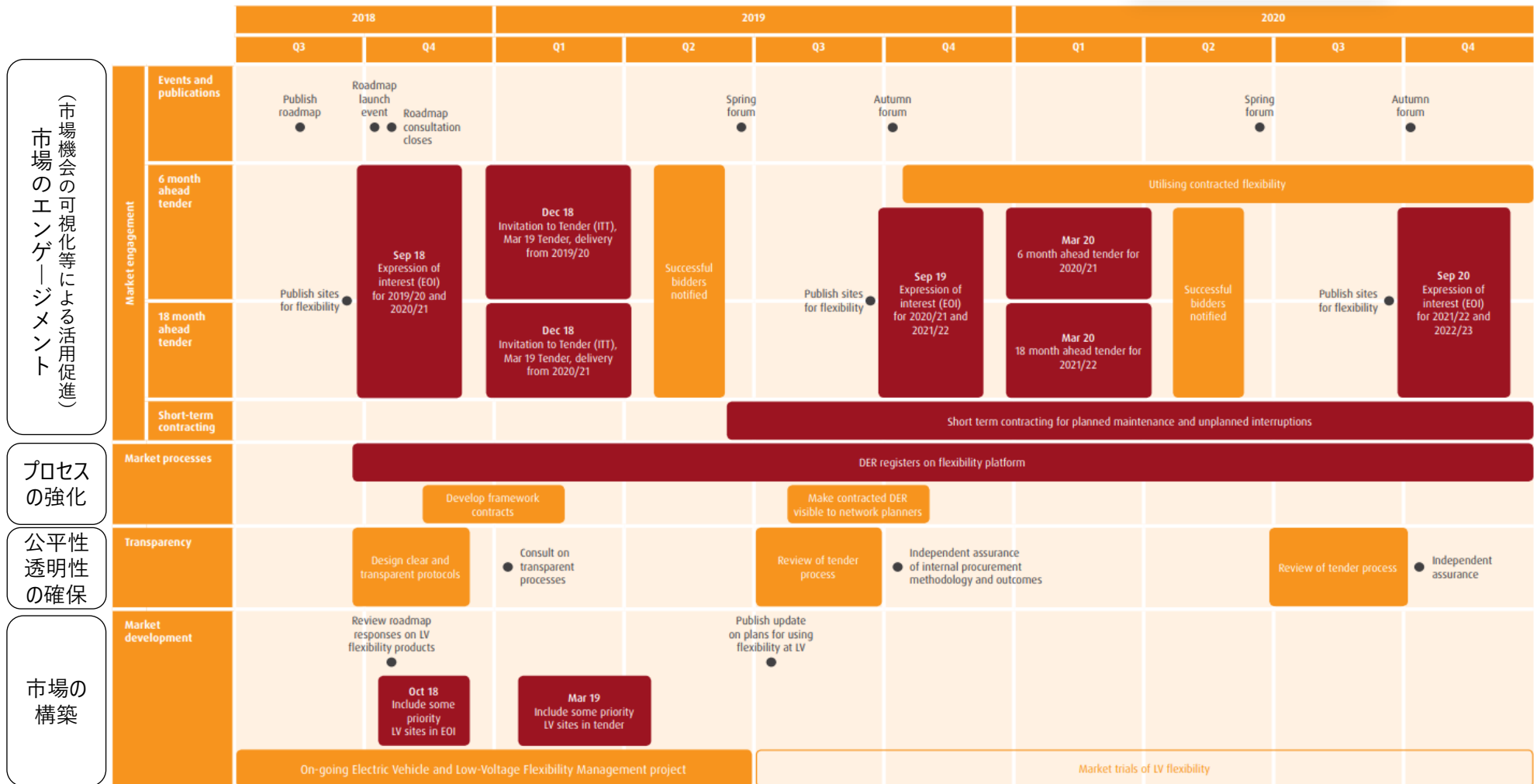
BEIS・Ofgemの“Smart Systems and Flexibility Plan 2021”におけるアクション（例）

- 負荷を制御するフレキシビリティサービスプロバイダー等の適切な規制アプローチについて検討（2022年度）
 - 機器サプライヤ、フレキシビリティサービスプロバイダーに対するサイバーセキュリティ基準を設定（機器には“secure by design”を最低限要求）
 - 消費者の信頼を築くために、業界と協力して、消費者保護の一環したメッセージングを開発し、スマート料金比較ツールをどのように展開できるかを評価等
 - 政府は業界と協力して、「エネルギースマート」アプライアンス向けのPAS 1878および1879の採用をサポートし、DSR対応デバイスの開発と展開を促進し、小規模DSRの技術的フレームワークを確立
- PAS：イギリス規格協会（BIS）が定める公開仕様書
- DSR：demand side response
- エネルギースマート機器を規制
 - すべての民間の充電ポイントがスマートな機能を備え、デバイスレベルの最小要件を満たしている必要があることを義務付け
- （エネルギー安全保障法案：国会審議中）
- 2025年までにすべてのサービスにわたってゼロカーボンの運用と市場という目標を達成するために、2023年までに一連の系統支援サービスの市場を実装
 - 配電ネットワークは、フレキシビリティの調達と接続の運用に標準化されたアプローチを適用。2023年のRIIO-ED2の開始までに、主要なフレキシビリティ市場の商品を設定
 - 配電ネットワークと系統運用機関は、配電フレキシビリティ、送電フレキシビリティの調達と系統運用機関のアンシラリーサービスの整合性のステップアップ



DERの効率的活用に向けたフレキシビリティ活用のロードマップを策定

レベニューキャップ第一規制期間におけるフレキシビリティ活用のロードマップ





諸外国のロードマップ例 | UKPN (UK Power Network)

市場のエンゲージメント（市場機会の可視化等による活用促進）の例： 管内のDERや変電所の情報を“Open Data Portal”として公開を始めている

UKPNの“Open Data Portal”



EV充電ポイントとその
需要/供給力、対応
する変電所がDB化さ
れ公開されている





カリフォルニア州の100%クリーンエネルギーの未来を実現するため、負荷の柔軟性・価格や、系統計画、市場統合等に関する手続きの円滑化を目的に、DER活用アクションプランを策定

- CPUCは、2016年にカリフォルニア州のDERの未来を形成するための組織のビジョンと行動を調整するために、DER Action Planを承認
 - このアクションプランは、今後数年間のDERのビジョンを示し、カリフォルニア州が温室効果ガス排出削減と電力会社の配電計画、投資、運用の改革に取り組み続ける中で、複数の手続きにまたがる活動を調整する際のロードマップとして機能する
- 2022年には、CPUC※が電力会社のインフラ計画を支援し、DERが増加する将来を見据えて、負荷の柔軟性・価格や、系統計画、市場統合、顧客プログラムに関する手続き間の調整を改善するための、Action Plan 2.0を承認

※CPUC：カリフォルニア州公益事業委員会

DER活用に向けたアクションプラン（2022-2026年）

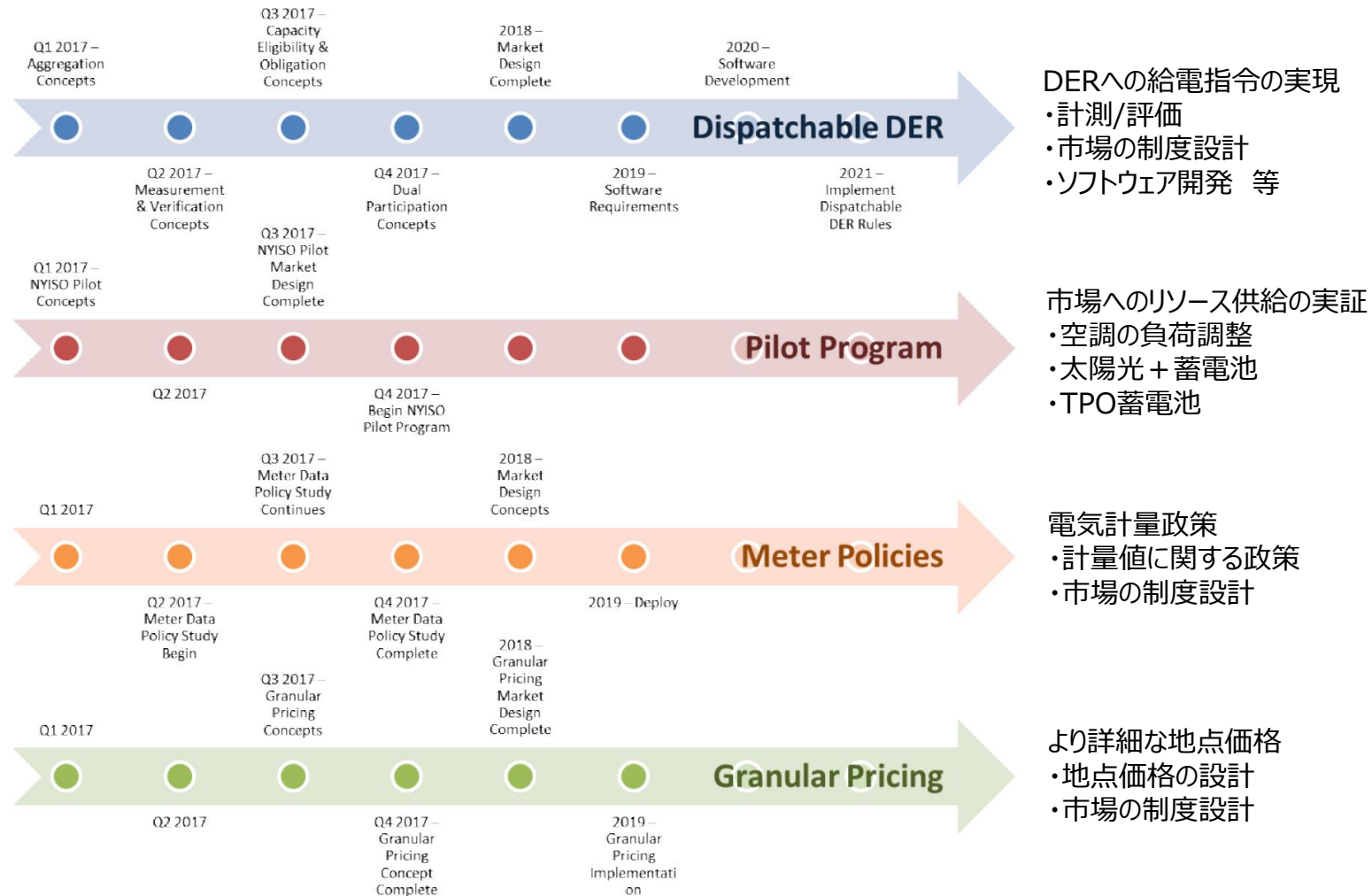
DER Action Plan 2.0 – 4 TRACKS

TRACK ONE Load Flexibility & Rates	TRACK TWO Grid Infrastructure	TRACK THREE Market Integration	TRACK FOUR DER Customer Programs
<i>Purpose:</i> Improve demand-side resource management through more effective, integrated demand response (DR) and retail rate structures. <i>How:</i> Promote widespread, scalable, and flexible load strategies enabled by electrification and DER deployment. • Real-time & dynamic pricing • Load management technologies • Universal access pricing platform • Customized rate marketing and education of all customer segments	<i>Purpose:</i> Guide utility infrastructure planning and operations to maximize the value to ratepayers of DERs interconnected to the electric grid. <i>How:</i> Modernize the grid and improve distribution planning • Explore DSO models • Planning responsive to community and tribal needs • Improve interconnection performance • Data communications for grid operator visibility • Anticipate impact of electrification on grid infrastructure	<i>Purpose:</i> Support renewable integration, GHG reduction, and grid reliability through efficient integration of DERs into wholesale markets. <i>How:</i> Enable market integrated DERs to produce multiple benefits. • Resource Adequacy • Reliability • Efficient wholesale market grid services	<i>Purpose:</i> Improve coordination, planning and developing consistent metrics across DER customer programs to maximize their contributions to GHG reductions and other state energy goals. <i>How:</i> enable all customers to effectively manage energy usage • equitable participation and distribution of benefits • alignment with evolving rate design and load flexibility • alignment with distribution planning & IRP objectives



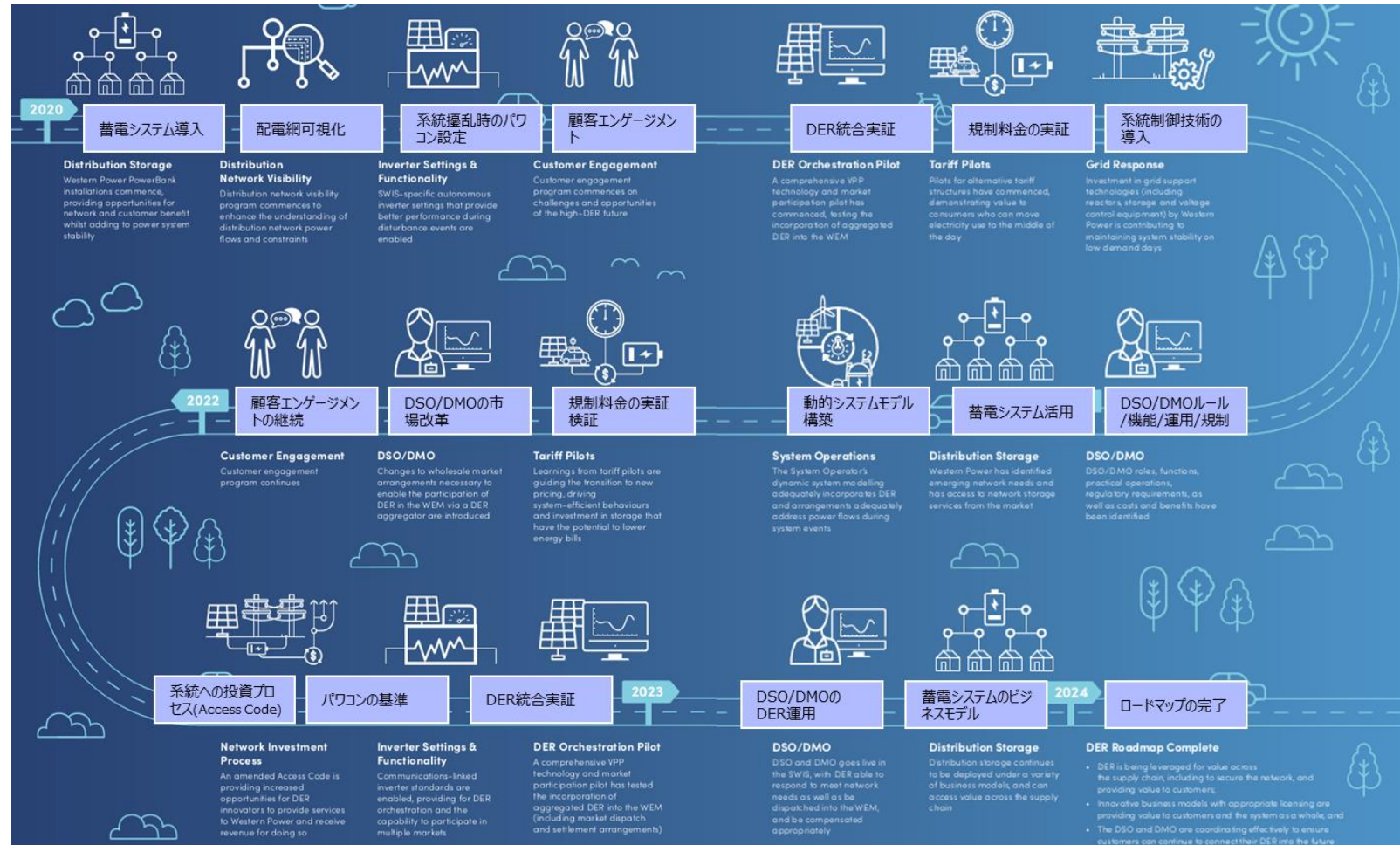
DERの市場統合に関する短期のロードマップを作成

DERの市場統合に関するロードマップ



エネルギー省のタスクフォースの最初の成果物として、中期的なDER統合に向けたロードマップを作成

西オーストラリア政府によるDER統合に向けたロードマップ

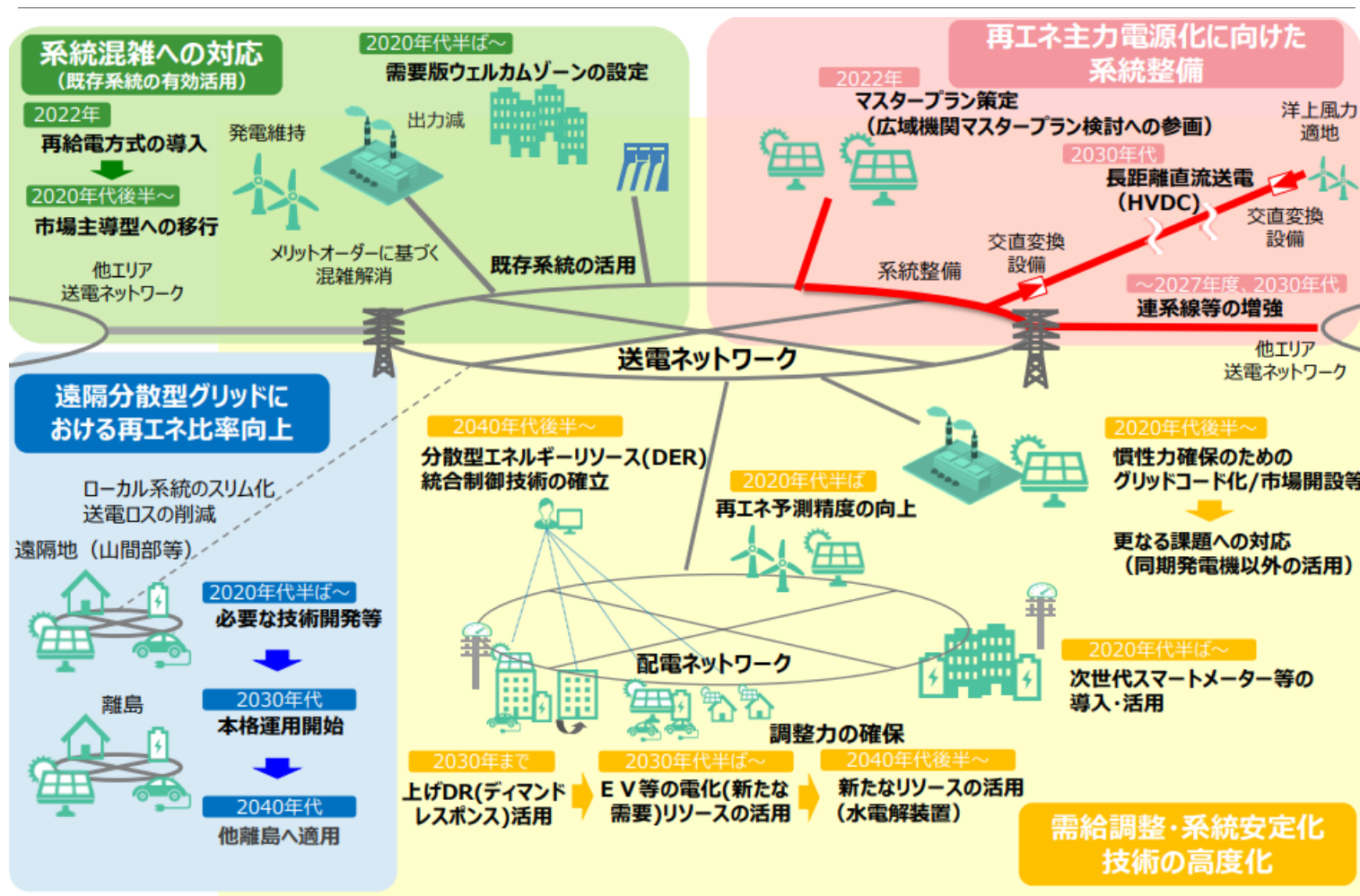


出所) Energy transition taskforce (Government of Western Australia) "DER Roadmap" 2019年12月 より作成



2050年カーボンニュートラル実現に向けて、基盤となる電力ネットワークの次世代化に関するロードマップを策定

2050年カーボンニュートラルを実現する次世代型電力ネットワークの絵姿



出所) 送配電網協議会 (2021) “2050年カーボンニュートラルに向けて ~ 電力ネットワークの次世代化へのロードマップ ~”



2050年カーボンニュートラル実現に向けて、基盤となる電力ネットワークの次世代化に関するロードマップを策定

次世代型電力ネットワークの構築に向けたロードマップ



注：本ロードマップは、公表時点の関係審議会等の審議状況・とりまとめを参考に作成しており、その内容が大幅に変更される場合や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します

※グリーン成長戦略において、2050年には発電量の約50~60%を再生エネ電源で賄うことが参考値として示されており、それを実現するための低需要期に想定される全電源に対する非同期電源の割合を記載

1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

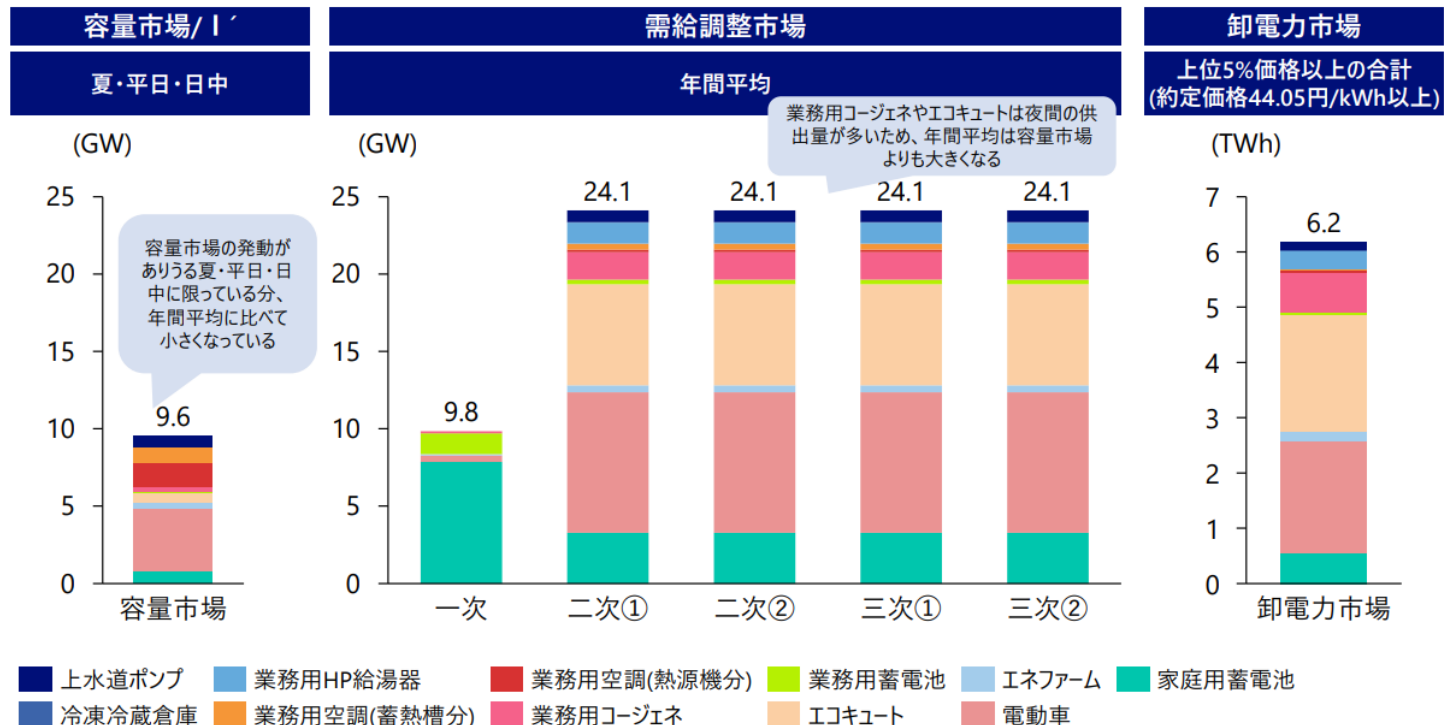
ERAB検討会では、我が国の2030年時点でのDERのポテンシャルとして、容量市場で10GW程度、需給調整市場で24GW程度の規模が見込まれることが示された。

①-2 リソース供出ポテンシャル（業務・家庭）の算出結果

2030年度では、家庭用DSR・DERのリソース供出ポテンシャルが大きく上昇し、容量市場/Ⅰ' (夏平日日中)には10GW程度、需給調整市場二次以下には年間平均で24GW程度となる

リソース別の下げDRリソース供出ポテンシャル（2030年度時点）

数値は暫定版



[注] 実際には、現状は、契約・制度・経済性上の制約(例:低圧リソースは制度・経済性の要因などから市場参加が困難等)を受けるが、ポテンシャル把握のためにこれらの制約がない状況を仮定する。
需給調整市場については、各商品を横比較する目的で、いずれも3時間対応する場合を想定して算出した。

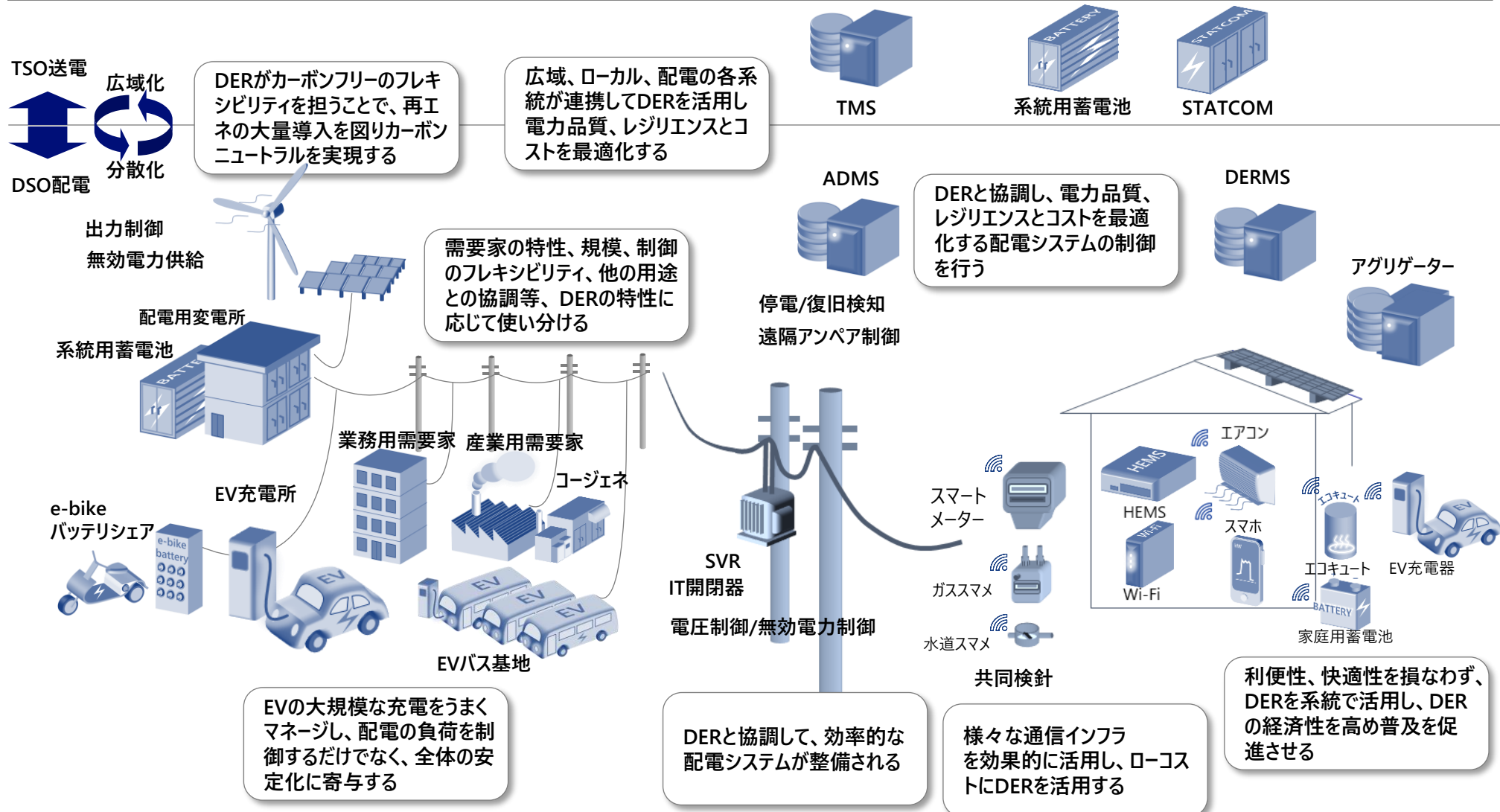
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

NRI 19

GXを見据えた次世代電力ネットワークにおけるDER活用像

DERをデジタル技術の活用によって、再エネの大量導入やレジリンスの向上が期待できる。

GXを見据えた次世代電力ネットワークにおけるDER活用像（イメージ）



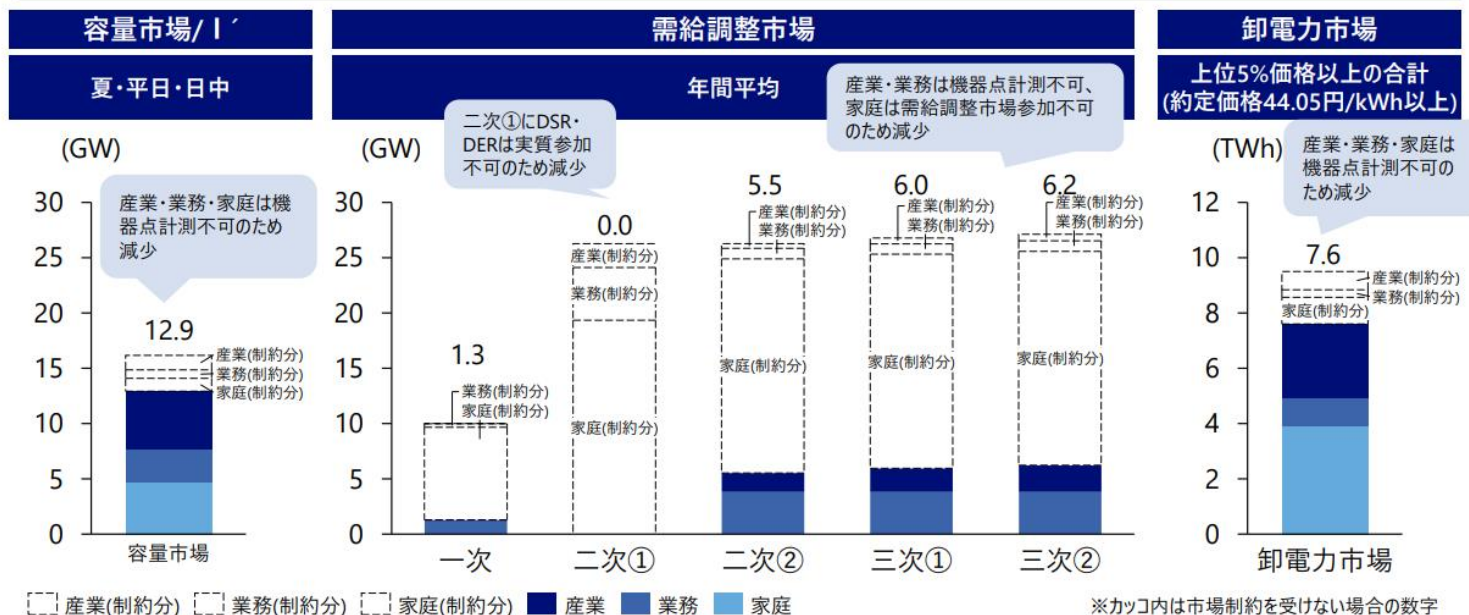
ERAB検討会では、現行制度上の制約を受け、DERの活用ポテンシャルが発揮できない可能性が示唆された

①-1・①-2 リソース供出ポテンシャル（産業+業務+家庭）の算出結果

【参考】現行制度上の制約を受ける場合

注）現行制度上の制約を受け、低圧リソースが需給調整市場に参加不可、機器点計測不可に伴い提出可能量が減、二次①に実質参加不可とした場合

産業/業務・家庭別の夏・平日・日中の下げDRリソース供出ポテンシャル（2030年度時点）：制度制約を受ける場合 数値は暫定版



注1：需給調整市場については、各商品を横比較する目的で、いずれも3時間対応する場合を想定して算出した。

便宜的に、業務には低圧リソースはないものとし、電動車は全て「家庭」に集計した。

注2：産業について、工場のエネルギー管理者へのアンケートに基づき推計しているため、リソース供出ポテンシャルは保守的な値となっていると考えられる（例えば、アンケートで「供出できない」と回答されている場合でも、技術的に供出できる可能性がある）。特に生産プロセスは、供出の可能性や持続時間の制約から供出量が過少になっている可能性がある。

注3：鉄鋼産業について、自家発電の容量が大きくポテンシャルが大きいためが見込まれるが、アンケートのサンプリングの偏り等が顕著だったことから、容量市場の落ち状況を踏まえ、鉄鋼産業の自家発電のポテンシャルを補正している。容量市場には自家発電以外が含まれている可能性があるが、推計にあたっては便宜上、自家発電とみなして推計した。

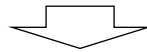
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. NRI 23

本検討会の着眼点に応じて事例の切り口を設定し、 以下の資料でそれぞれの事例を紹介する

本検討会の着眼点

1. 分散型リソースの価値発掘

分散型リソースの特質を踏まえ、どのような貢献が可能か。



2. 分散型リソースの価値評価

系統への貢献の定量化を図るべく、どのような価値評価方法をとらうか。

3. 分散型システム構築

既存の電力系統に対して、どのように補完共存した分散型システム構築が有効か。

国内外事例の切り口

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

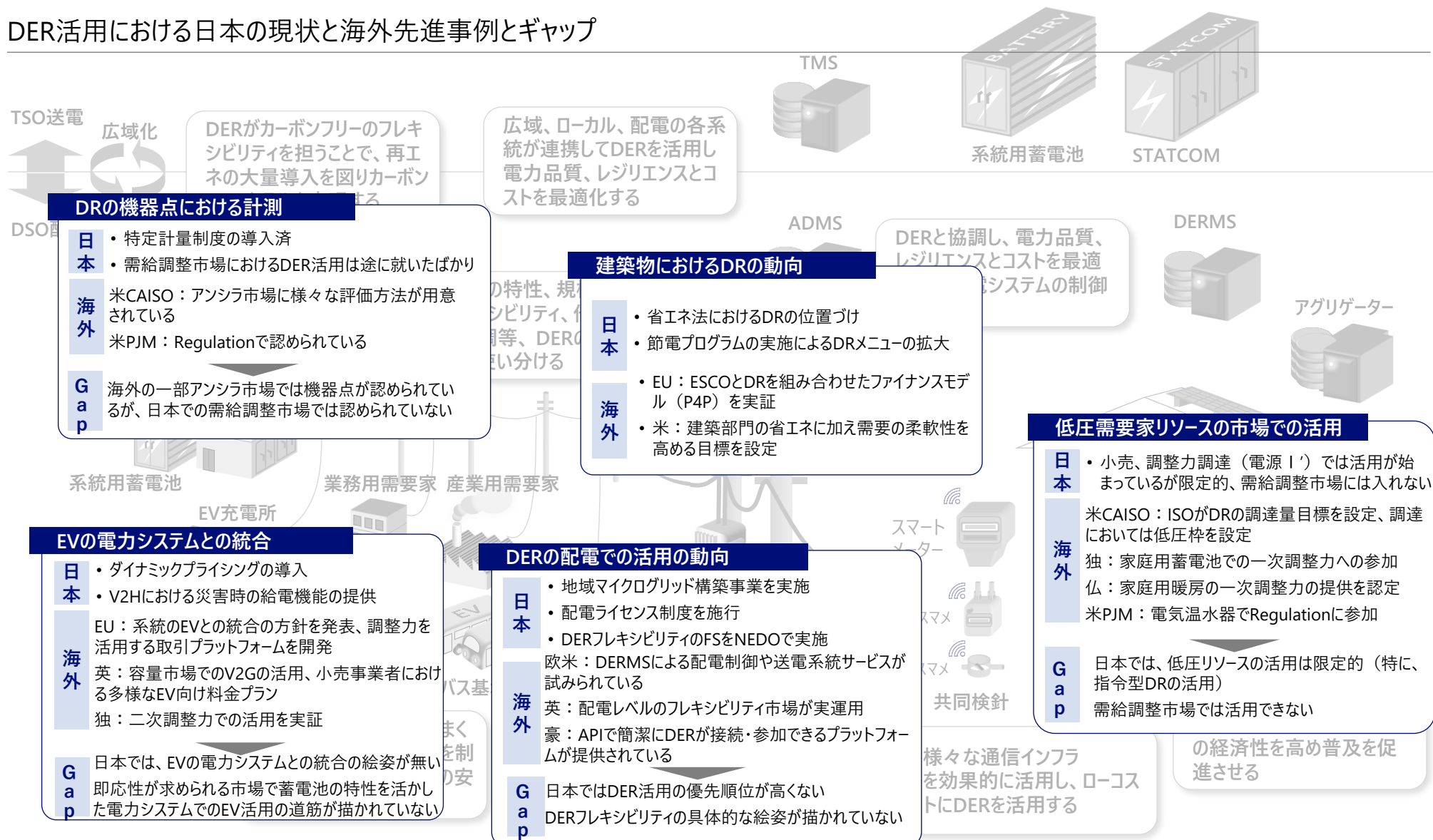
C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

DER活用における日本の現状と海外先進事例とギャップ

DER活用における日本の現状と海外先進事例とギャップ



1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

EVの普及が進み始め、EVを電力システムの一部と位置づけ、積極的な活用が試みられている。

- EVの電力システムとの統合のビジョンが掲げられ、EVを負荷として考えるだけでなく、系統安定化のためのリソースととらえられている。
- 充電サービス、EV向けの電力小売メニューが提供される他、EMS、EVの蓄電池の即応性を活かしたアンシラリーサービスへの活用が試みられている。

電力システムに関連するEV関連動向

	EVトレンド	概要
CASE	Connected	EVが常に通信ネットワークにつながっている
	Autonomous	EVが自動制御できる
	Sharing	EVやバッテリーの利用と所有が分離される
	EV	EVが普及する
	バッテリーのイノベーション (高密度/大容量・高寿命・低価格・リユース)	EVの充放電のコスト（LCOS）が低下する
	充電インフラの普及	EVが電力ネットワークに接続される機会が増える

EVの電力システムとの統合機会

電力システムにとっての意味合い

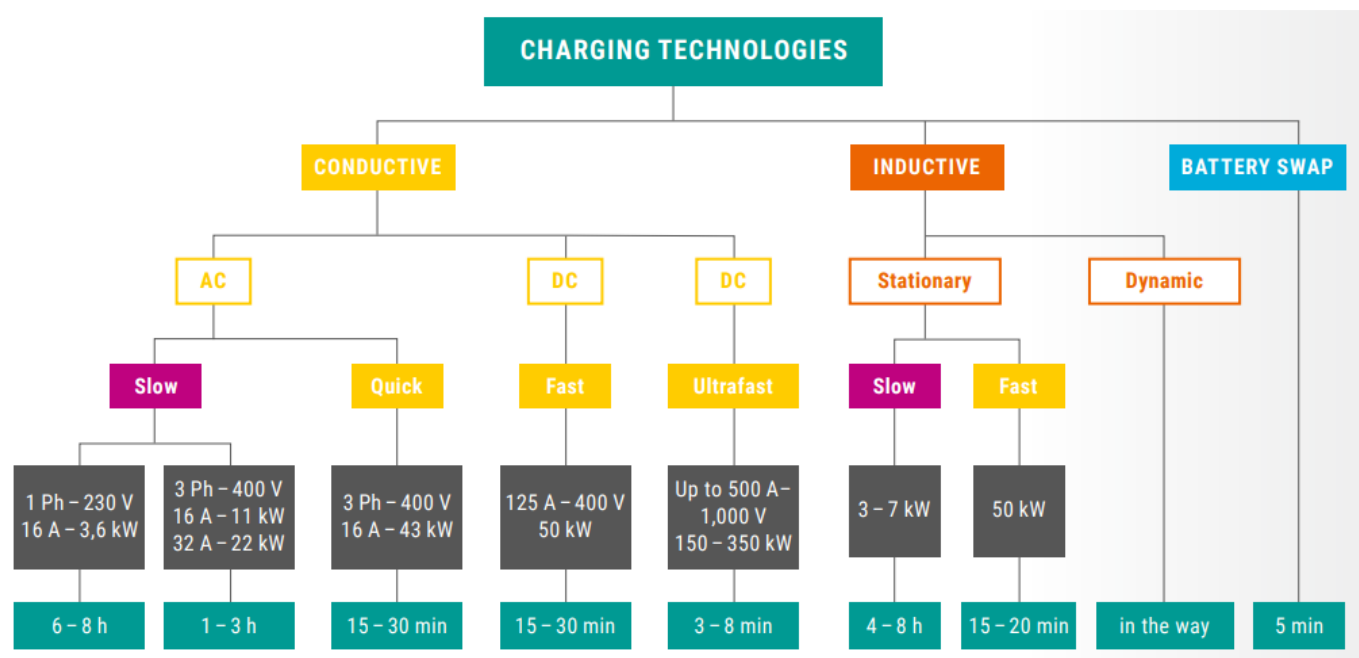
- 大容量のEV／大容量の充放電器が普及する
- EVは系統への負荷が大きいが、うまく使えば、系統管理を高度化できる
- EVのインフラの余裕、バッテリー交換システムの普及、移動中の充電システムの普及により、電力システムにつながるEVバッテリーが増える
- 利用と所有の分離等多様なビジネスモデルが広がり、充放電制御の機会が増える

電力システム関連のEVビジネス

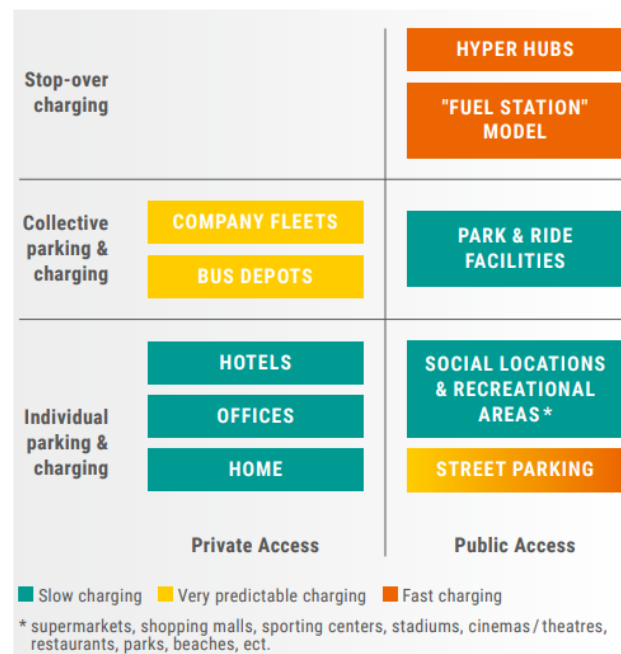
EVシェア
バッテリーシェア
EV充電サービス
EV向け電気料金メニュー
EV×EMS（V2H、V2B）
V2G

【参考】EV充電技術と充電方法ユースケースの類型

EV充電技術の類型



充電方法ユースケースの類型





欧州系統運用者ネットワークENTSO-EはEVの普及を見据えたスマート充電やV2G促進、データ規格共通化などからなる系統とEVの統合方針を発表した

系統とEVの統合方針における主要なメッセージ

充電インフラと送配電系統の拡充計画の整合	- 定量的、確率論的モデルにより、EV普及のインパクトの評価（時間/週/季節ごとの負荷パターン、エネルギーアデカシーの条件：一次エネルギー供給、パワーアデカシーの条件：系統混雑/強化の検討） - 高速道路における“hyper-charger hub”の展開の検討
スマート充電やV2G促進による系統運用支援	- 系統増強のコストを回避、制限、延期し、電力系統の新たなサービスを提供機械を提供 - 系統運用機関にとって、スマート充電やV2Gは、再エネの普及を促進するフレキシビリティを提供する貴重なリソースと認識 - EV所有者とエネルギーシステム双方の利点をもたらす計画、最適化されたスキームに基づいたEV充電プロセスの適切な管理
計量・通信機能やデータの相互運用性を備えた共通規格の採用	- 充電ネットワークの相互運用性を保証し、V2Gを実現するために、共通規格を開発・採用 - データへのアクセスとデータ管理に関する、新しいサービスを実現するための重要な手段として定義、規制
新しい消費者起点のエコシステムの実現	- 消費者志向のサービスを提供するための、セクター横断的なアプローチですべての関係者を含めることができる、統一的で均質な枠組みの欧州レベルでの確立 - 系統計画、負荷予測、系統運用、給電、フレキシビリティリソース管理における、TSO-DSOの協力の促進
市場設計・ルールのアップデート	- スマート充電方式の採用を促す需要家の充電料金やエネルギー価格 - エネルギー市場やフレキシビリティ市場への新規参入における規制当局の介入 - EVのニーズや能力を考慮したサービスやフレキシビリティ市場の参加に関する戦略の定義



イギリスの電力小売のOctopus Energyは、EV所有世帯が使いやすい料金メニューを複数設定している。

- 通常のTOU（時間帯別料金）に加え、市場連動型（Agile）や充電時間の制御をOctopus Energyが行えるTOU型（Intelligent）がある。

Octopus Energyの電気料金メニュー

料金名	概要	料金※
Octopus Go	再生エネルギー100%の4時間オフピークの日中・深夜のTOU	深夜(00:30 - 04:30)：7.5p/kWh 日中：地域による
Agile Octopus	再生エネルギー100%の卸売市場価格を基に毎日更新される30分ごとの電気料金	市場連動(上限35p/kWh)
Intelligent Octopus	- 再生エネルギー100%の6時間オフピークの日中・深夜のTOU - Octopusが充電時間を制御できる（オフピーク以外での充電もされるがその際にはオフピークの料金を適用）	深夜(23:30 - 05:30)：7.5p/kWh 日中：地域による

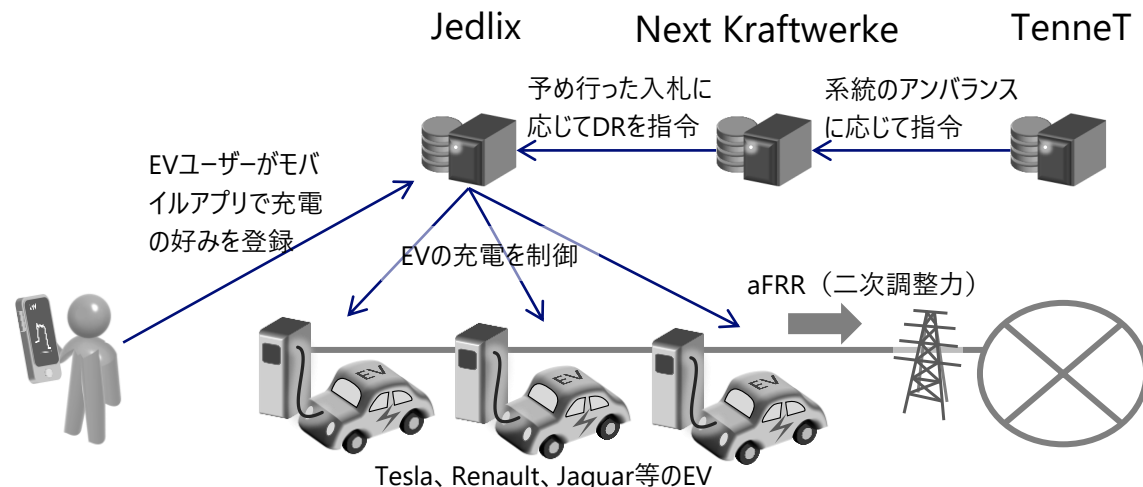
※）各社ウェブサイトを参照。それぞれロケーションごとに料金が変わり、standing chargeもかかる
 注：卸電力市場の高騰に伴い、現在Agile Octopusの新規申し込みを停止中（2022/10末現在）
 出所）Octopus HP（<https://octopus.energy/go/> 2022年10月27日時点）等より作成

Next KraftwerkeとJedlixは、オランダのTSOに対して、EV充電の制御による二次調整力（aFRR） 供出を開始。

- オランダの送電会社TenneTが2018年に開始したaFRRパイロットプロジェクトの枠組みで、オランダのEV充電サービス事業者Jedlix、ドイツのアグリゲーターNext Kraftwerke、TenneTは、EV充電の制御によるaFRR供出に関わる環境を整備してきた
 - 実証期間中、TenneTはITインフラとインバランス決済システムをアップグレードし、異なるエネルギーサプライヤーの設備のでaFRRを提供できるようにした
 - また、TSOとaFRRプロバイダー間の接続方法を、専用線だけでなく、モバイルネットワークを追加し、新たなaFRRプロバイダーの接続時間やコストを削減した

注) 2020年末、本実証は終了し、それ以降、Next KraftwerkeとJedlixは通常のaFRR市場に参加する予定としていたが、それ以降具体的なプレスリリースはない

Next Kraftwerke + JedlixによるaFRR向けEV充電の制御イメージ



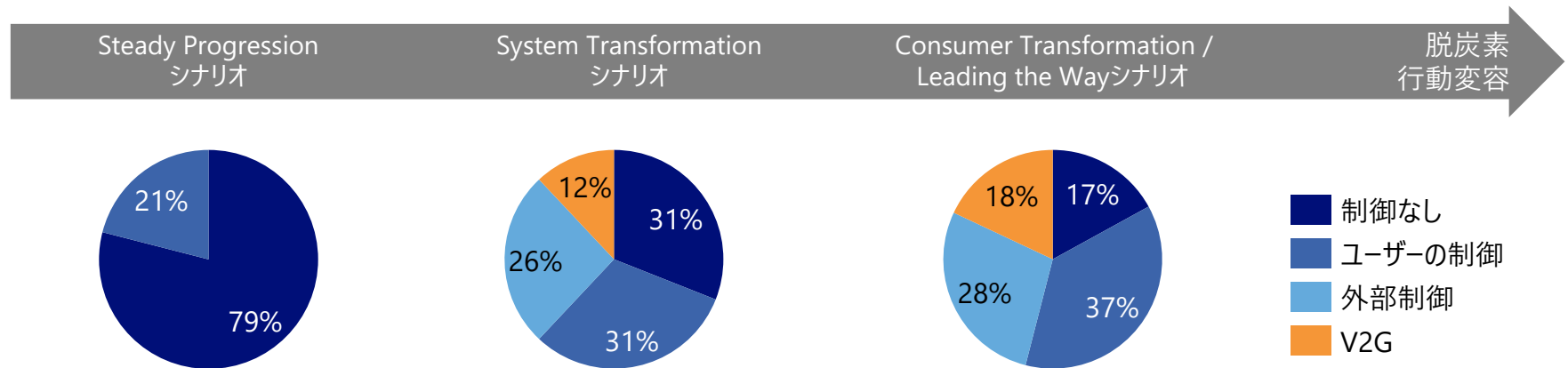
出所) Next Kraftwerke HP "Next Kraftwerke unlocks flexibility from electric vehicles for the Dutch grid" (<https://www.next-kraftwerke.com/news/balancing-energy-electric-vehicle> 2022年6月20日時点) および TenneT "aFRR pilot end report" 2021年7月より作成



UKPNでは、スマートメーター導入による時間制料金の採用とEV普及によるコントロール可能なバッテリーの増加を想定している

- DFESでは低炭素輸送や脱炭素熱源、分散電源、柔軟性等の項目に関して、環境変化を予測している
- フレキシビリティの項目ではスマートメーター導入とEV充電に関して言及
 - スマートメーター導入に伴って時間帯別料金が拡大し、需要のフレキシビリティが向上すると見込まれている
 - EV充電を「管理なし」「ユーザにより管理」「外部の管理」「V2G」の4カテゴリーに分けて分析し、より野心的なシナリオにおいてコントロール可能なバッテリー割合の増加が予測されている

各シナリオにおけるEV充電の管理割合の予測



* 各シナリオはNGESO策定の「FES」に基づく

脱炭素と行動変容の進行度合いが低い順に、SP = Steady Progression、ST = System Transformation、CT = Customer Transformation、LW = Leading the Way



英国の容量市場では、対象リソースとしてV2Gが検討されている

- 容量市場規則2.4では、毎年10月1日に供給安定化に貢献でき、かつGenerating Technology Class (GTC) に特定されていない新しい発電技術を、将来の容量市場の入札に参加させるべきかどうかについて、関係者と協議することが義務付けられている
- 2020年10月や2021年10月のコンサルテーションでは、V2Gの検討がステークホルダーから要望された

英国の容量市場における現状のGTC

#	Generating Technology Class
1	Oil-fired steam generators
2	Open Cycle Gas Turbine (OCGT)
3	Reciprocating engines
4	Nuclear
5	Hydro (excluding tidal / waves / ocean currents / geothermal / storage)
6-29	Storage (including hydro Generating Units): minimum 0.5 hours Duration ~ 12.0 hours Duration
30	Combined Cycle Gas Turbine (CCGT)
31	Combined Heat and Power (CHP)
32	Coal
33	Biomass
34	Energy from Waste
35	Onshore Wind
36	Offshore Wind
37	Solar Photovoltaic

容量市場の新たなGTCに関するオープンレター

回答者2名は、EVから系統への送電を可能にする技術（vehicle to grid）が容量市場にアクセスする方法を検討する必要があると強調した。

回答者は、Vehicle to Grid はまだ新しい技術であるが、近いうちに商業的に実現可能になると考えており、蓄電やDSRなど既存のGTCに基づくのではなく、EV用に別のGTCを定義することが適切であると指摘した。

一方で、CMを含む電力システム全体に多くの要因があり、EVのグリッドへの参加を促進するためには、慎重な検討が必要であるとも指摘した。

Consultation outcome (2021年12月1日)



欧州のTSO は共同で2020年4月、家庭用需要家が保有するEVを調整力として活用するための取引プラットフォーム「Equigy」を開発

- 本プラットフォームは、家庭用需要家が保有するEV、温水器および蓄電池などの充放電機能を持つ機器を対象として、TSO が調整力を調達することを目的に作られた
 - Equigyは調整力取引を円滑化するクラウドプラットフォームであり、ブロックチェーン技術を用いることで高い安全性を誇る
 - オランダ およびドイツのTenneT、スイスのSwissgrid そしてイタリアのTernaの各TSOが開発に携わった

Equigyの概要・想定利用者・提携先

Equigyの概要

- Equigyは、欧州各国で調整力調達に関する標準化を図り、分散型リソースの活用促進を目指したプラットフォーム
- 本プラットフォームで、調整力調達に関する入札、発動指令、M&V、清算等の一連の業務におけるデータ交換を行うことを目指す
- ブロックチェーン技術を用いて安全性の高い取引の実現を目指す

想定利用者

- TSO , DSO（調整力調達者）
- アグリゲーター
- OEM（リソースの製造メーカー等）
- CPO（充電サービスオペレーター）
- 需要家（リソースオーナー）

提携先

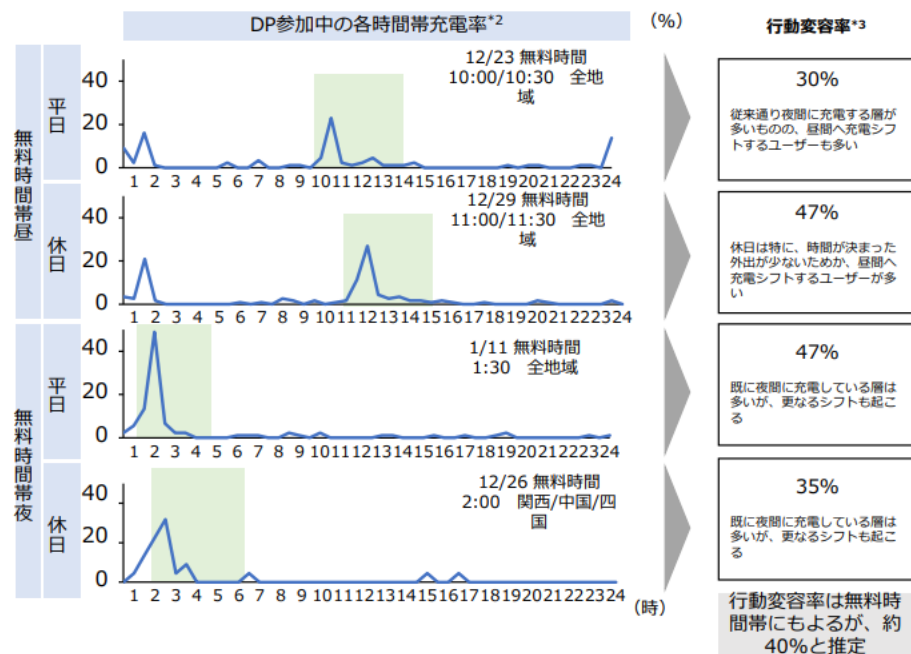
- ALPIQ
- BMW
- ENERGIE Samen
- Enervalis
- Engie
- GreenCom networks
- Nissan
- Scholt energy
- Sonnen
- The Mobility House
- Vandebron
- VIESSMANN
- 50Hertz



EVを活用したダイナミックプライシングの実証が行われた。 小売電力市場では、市場連動型の電気料金のメニューも提供されている。

ダイナミックプライシング実証によるEVの充電時間帯のシフト例

昼夜それぞれ電気料金に無料時間帯を設けたところ、約40%に行動変容（無料時間帯への充電シフト）があった。



出所) MCリテールエナジー「令和3年度
ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業
成果報告」 2022年4月

市場連動型料金メニュー

低圧需要家向けのメニュー

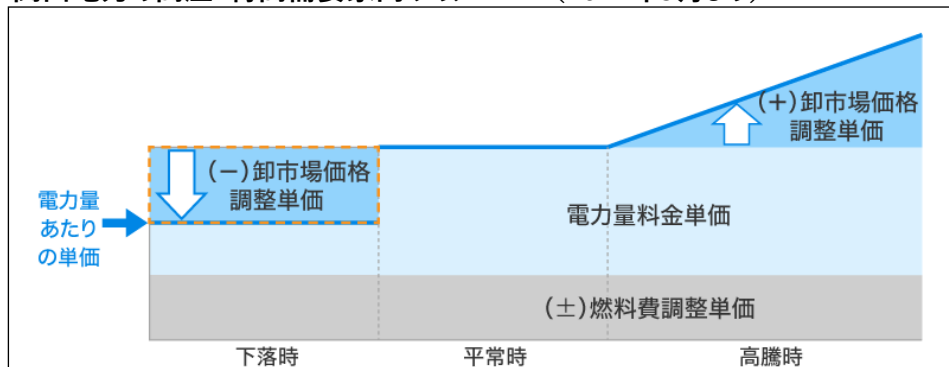
- 大手電力が提供する料金単価固定のメニューとは異なり、JEPXのスポット市場価格を参照して料金単価を変動させる料金メニュー
- 事業者ヒアリングによれば、当該メニューの需要家件数は約69万人(全契約数の約0.78%)(2021年2月時点)
- 市場連動型料金メニューを提供している小売電気事業者は20社（2021年1月時点）

<主な種類>

- ① コマごとの市場価格に基づいて、翌日の電気料金単価を算定するもの。
- ② 直近複数月の市場価格平均に基づいて、各月の料金単価を算定するもの。
- ③ 市場価格が一定の価格帯（例. 6~15円）をはみ出た場合、はみ出た分を基準単価（例. 10円）に上乗せ、または、割引くもの。

出所) 電力・ガス基本政策小委員会 第39回 資料3-2 2021年9月 より作成

関西電力の高圧・特高需要家向けのメニュー（2022年9月より）

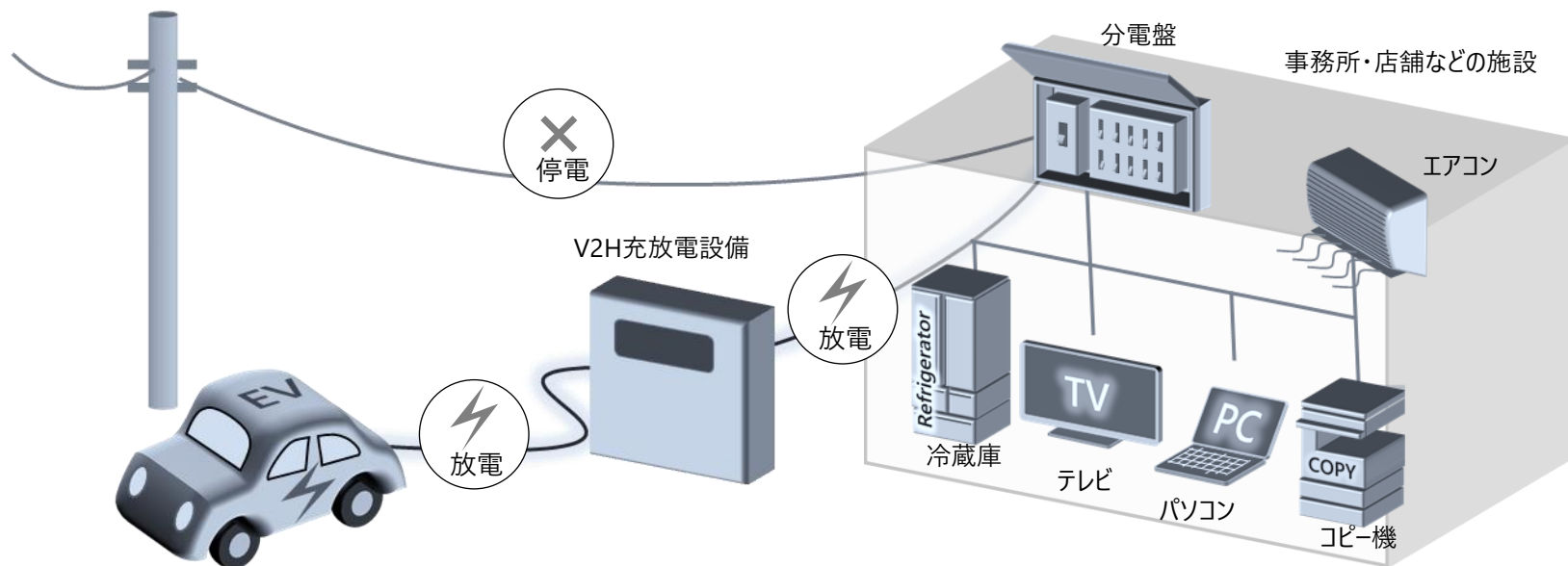


出所) 関西電力 HP (https://biz.kepcoco.jp/elec/menu/market_link / 2022年10月4日時点)

停電回避（レジリエンス）として、災害時の給電機能がV2Hの概ね標準機能として装備されている。また、CEV補助金等で導入支援が実施されている。

- 一般社団法人次世代自動車振興センター（NeV）を通じて、『災害時に、電気自動車や燃料電池自動車の外部給電機能の活用を促進することによるレジリエンスの向上を図ること』を目的として、「V2H充放電設備」の購入者に補助金を給付（設備費1/2 + 工事費上限40万円）。

V2Hによる停電時の外部給電機能の活用イメージ



1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

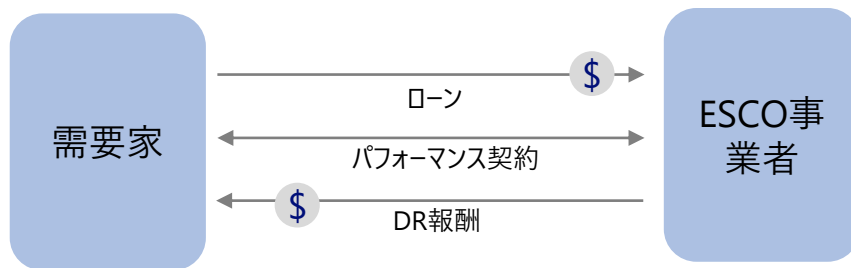
E DERの配電での活用の動向



欧州のイノベーションプログラムであるHorizon 2020では、ESCOとDRを組み合わせたファイナンス・モデルの実証（P4P）が進められている。

P4Pの枠組み例

- 1つの省エネのパフォーマンス契約（省エネルギー効果の保証を含む契約形態：Pay for Performance [P4P]）の下で、省エネ対策に加えてフレキシビリティ／DRを組み込むことによって、建物のエネルギー性能の可能性を活用することを目指す取組が進められている。
- 例えば、ベルギーの研究機関VITOがコンソーシアムをコーディネートしているAmBIENCEでは、Active Building Energy Performance Contract（AEPC）という新しい概念を導入している。



需要家は、これまでのESCOではエネルギーコストの削減分を原資に設備を回収していたが、AEPCでは原資にDRの報酬も含めることとなる。

欧州におけるP4Pに関する研究開発プロジェクト

- Horizon 2020では、AmBIENCEの他、同様のコンセプトについて複数の実証事業を実施している。

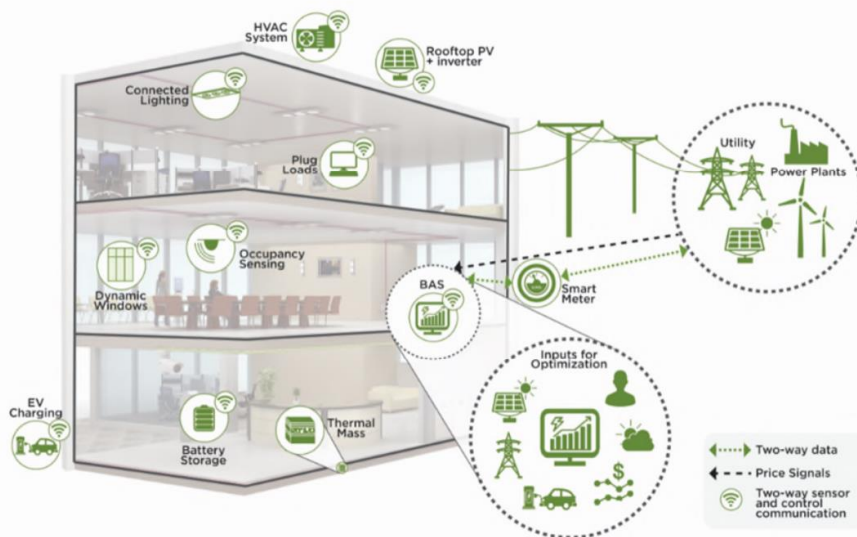
NOVICE	2017 – 2020	IERC（アイルランド）
AmBIENCE	2019 – 2022	VITO（ベルギー）
SENSEI	2019 – 2022	IEECP（オランダ）
iBECOME	2020 – 2023	IES R&D（アイルランド）
frESCO	2020 – 2023	CIRCE（フランス）
SmartSPIN	2021 – 2024	IERC（アイルランド）



GEBとは、居住者の電力使用傾向等を踏まえたうえで、DERを活用して最適にデマンドレスポンスやエネルギー効率化を行い、グリッドサービスの提供や電力コスト削減等を行う建物

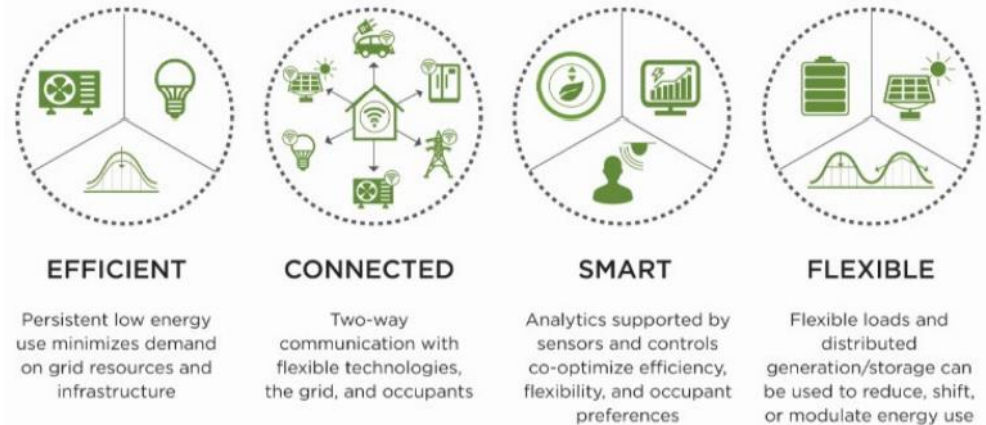
- ビル・住宅は電力消費量の75%を占め、ピーク時の電力需要も同等の比率を占めている。
- GEB（Grid-interactive Efficient Building）は、スマート技術とオンサイトDERを使用して、エネルギーコスト、グリッドサービス、居住者のニーズや好みを継続的かつ統合的に最適化しながら、需要柔軟性を提供するエネルギー効率の高い建物を指し、電力問題の解決策の1つとして注目されている

GIBの例



- 暖房・換気・空調（HVAC）制御、コネクテッド照明、ダイナミックウィンドウ、居住性検知、太陽光発電や熱電併給などのオンサイト発電など、先進のビルテクノロジーは、居住者とグリッドのニーズを満たすよう最適化されている
- ビルディングオートメーションシステム（BAS）は、センサー、天気予報、電力会社、地域のグリッドオペレーター、サードパーティサービスプロバイダーからの価格やイベントのシグナルなどの入力に反応する

GIBの特徴

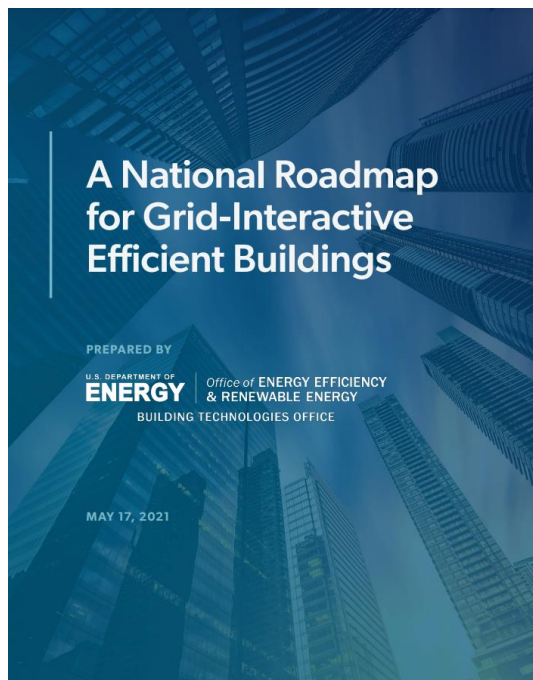




米国DOEはGEBの普及拡大に向けて、2021年5月にロードマップを公開した

- DOEは2021年5月、GIBのロードマップ（A National Roadmap for Grid-Interactive Efficient Buildings）を発表した
- このロードマップでは、2030年までに建物部門のエネルギー効率と需要の柔軟性を2020年比で3倍に高めるというDOEの国家目標の概要が示されている
- また、GEBの展開における障壁を克服するための14の提言を行っている

GEBの拡大に向けたロードマップ



GEBの拡大に向けたロードマップの柱と提言

ロードマップの柱	提言
研究・開発・データを通じたGEBの推進	• GEB技術の開発・展開の加速 • 技術の相互運用性の加速 • DFデータへのアクセスと利用の改善
消費者及び電力会社に対するGEBの価値の向上	• 革新的なインセンティブに基づくプログラムの開発 • 価格に基づくプログラムの採用拡大 • 電力会社が需要側リソースを導入するためのインセンティブの導入 • 資源計画へのDFの組み入れ
GEBの利用者、設置者、運営者の能力向上	• 利用者とGEBの相互作用および技術者の役割の理解 • GEBの設計・運用に関する意思決定ツールの開発 • スマート技術トレーニングの既存プログラムへの統合
連邦、州、地方の実現プログラムおよび政策によるGEB導入の支援DR業務費	• 模範の提示 • 資金調達および融資オプションの拡大 • 規範・規格の活用を検討 • 州の目標または義務化の実施の検討



省エネ法改正*において、電気需要平準化に代えて「電気需要最適化」の枠組みを新たに設け、再エネ出力制御時への需要シフトや需給ひっ迫時の需要減少を促すこととしている。

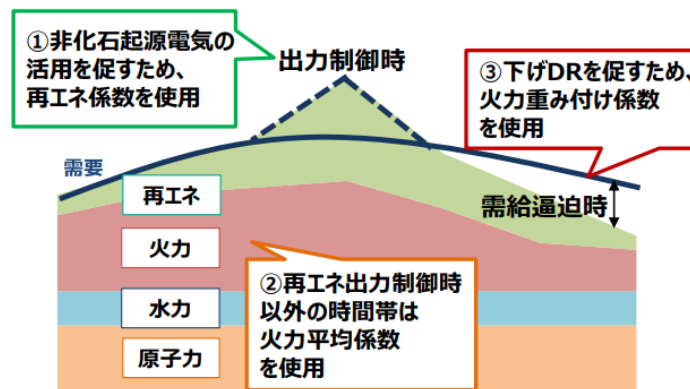
*2023年4月施行

改正事項③ (電気需要最適化)

【見直し事項③】電気需要最適化（需要サイド）

- 電気需要最適化の推進に当たっては、時期・時間に応じて、再エネ余剰電力が発生している時に需要をシフト（上げDR）し、需給逼迫時等に需要を抑制（下げDR）することが重要。これらを制度的に促すためには、供給サイドの変動に応じて電気換算係数を変動させることが有効である。
- このため、省エネ法において、電気需要平準化に代えて「電気需要最適化」の枠組みを新たに設け、当該枠組みにおける電気換算係数について、①再エネ出力制御時には再エネ係数を使用し、②それ以外の時間帯については火力平均係数を基本として、③需給逼迫時には火力平均係数に重み付けした係数（ $\times\alpha$ ）を使用することとし、再エネ出力制御時への需要シフトや需給逼迫時の需要減少を促す枠組みを構築する。
- また、住宅・建築物や輸送分野についても、電気需要平準化に代えて電気需要最適化を推進することが重要であるため、これらの分野における需要最適化の評価の在り方についても今後検討が必要。

■ 電気の需要の最適化のイメージ



■ 制度の概要（案）

基本的考え方 (目的)	・再エネ余剰電力の有効利用（上げDR） ・需給逼迫時等の需要抑制（下げDR）
具体的措置	・電気需要最適化原単位の改善など、再エネ出力制御時への需要シフトや需給逼迫時の需要減少を評価 ※需要最適化原単位の報告を必須とし、通常の原単位改善と合わせて評価 ※算定ルールや報告支援ツールは国が整備 ※簡便な報告方法の確立を検討
電気換算係数	・供給側の状況を踏まえた係数 ※例えば、 ①再エネ出力制御時には、再エネ係数を使用 ②それ以外の時間帯には、火力平均係数を使用 ③需給逼迫時には、火力平均に重み付けした係数（$\times\alpha$）を使用

33

出所）省エネルギー小委員会資料（2021年12月24日、第36回 事務局資料）

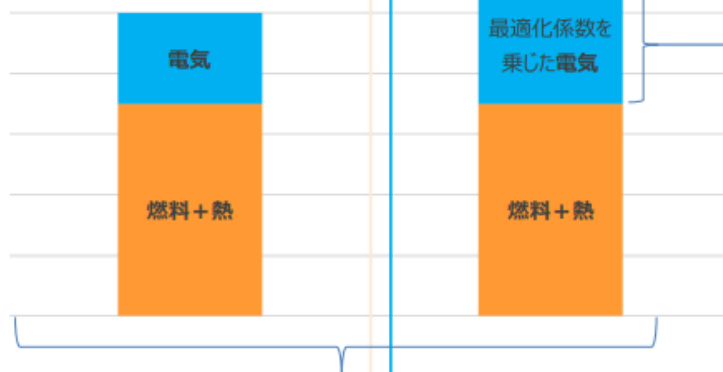
「電気需要最適化」においては、需給ひっ迫時や再エネ余剰時のDRの取り組みが、省エネ法上評価される仕組みとなる。

論点（２）新たなDR評価軸の提案②

- 「燃料＋熱＋最適化係数を乗じた電気」のエネルギー使用量（MJ単位）をベースとする「電気需要最適化評価原単位」に加え、「DRの実績」を評価する枠組みを追加的に設けることとしてはどうか。

（参考）エネルギーの使用の合理化

エネルギー消費原単位
の改善に係る評価軸



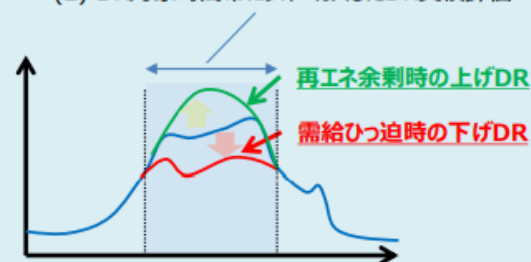
いずれかの原単位の年平均 1 %以上の改善を達成した場合に、Sクラス事業者として評価されることがインセンティブ。

電気の需要の最適化

①電気需要最適化評価原単位
の改善に係る評価軸

②DRの実績に係る
新たな評価軸

- 電気（kWh）のみに着目
（燃料や熱を含む原単位改善ではない）
- DR対象時間帯にフォーカスしたDR実績評価



別の評価軸で、DR対象時間帯の上げ・下げDR量（kWh）を評価。
（DR実績の優良事業者を公表or関連する補助金で優遇等のインセンティブ）

1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

機器個別計測は、制御対象機器の制御量を個別に評価する方法である

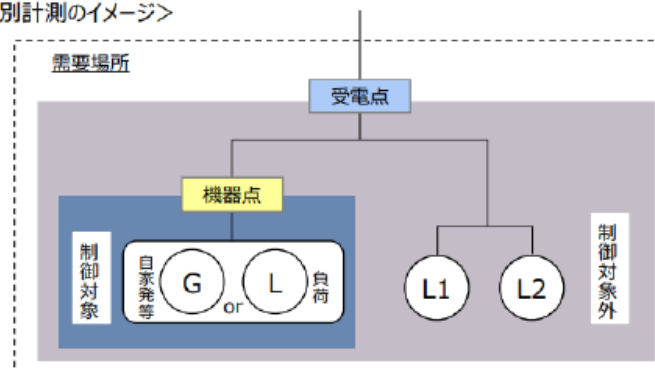
- 現行では、受電点での計量値によって制御量を評価している
- 受電点の評価では、制御対象機器以外のリソースの規模や需要の変動が大きい場合に、制御対象のリソースでは制御しきれない場合がある

機器個別計測の定義

25

- 需要家内には、制御対象のリソース（自家発電や蓄電池、制御可能な需要）と制御対象外のリソース（制御対象外の需要や太陽光発電のように自然変動する発電設備）が存在する。
- 受電点において ΔkW のアセスメント等（以下、「 ΔkW 評価」という）を実施する場合、制御対象外のリソースの変動を加味したうえで、受電点で指令に合致するように制御対象のリソースを制御することとなる。こうした場合、制御対象外のリソースの規模が大きい、もしくはその変動量が大きい場合、制御対象のリソースでは制御しきれないケースがある。
- そのため、制御対象のリソース自体を機器点で個別に計測した計量値によって ΔkW 評価を実施してほしいという事業者の要望があがっている。
- 本小委員会では、系統と需要家の接続点である受電点ではなく、需要家内に設置された制御対象のリソースの出力若しくは消費電力を直接計測できる計測点（以下、「機器点」という）において、 ΔkW 評価または調整力の発動によって生じた kWh （以下、「調整力 kWh 」という）の精算を行うために計測を行うことを機器個別計測と定義する。

<機器個別計測のイメージ>



諸外国では、いくつかの市場で、機器個別計測が認められているが、限定的である。
一方で日本では、市場での機器個別計測の活用は認められていない。

- 海外では活用できるリソースを拡大する目的で、機器個別計測による市場取引を許す市場もある（ただし限定的）。
- 日本では、市場取引での機器個別計測は認められていない。なお、特定計量器制度が施行され、需要家との取引において、特定計量器（検定メーター）を用いない計量も認められている。
- 以下のような課題が想定される。
 - 受電点と機器点の計量値の整合性の確保（ ΔkW 評価と調整力kWh精算に関する計測点の一致等）
 - 不正防止（機器個別計測されていないリソースで反対の制御をして、機器点の評価を不正に上げる等）

		海外事例		日本
		米CAISO	米PJM	
市場取引	卸市場	機器個別計測を含め様々な評価方法が用意されている	×	×
	容量市場	無し	×	×
	需給調整市場	アンシラ市場の各商品で機器個別計測を含め様々な評価方法が用意されている	Regulationのみ、機器個別計測も認められている	×
備考				2022年4月から特定計量制度が施行され、特定計量器（検定メーター）を用いない計量も認められている。



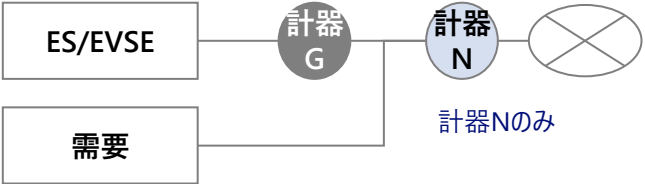
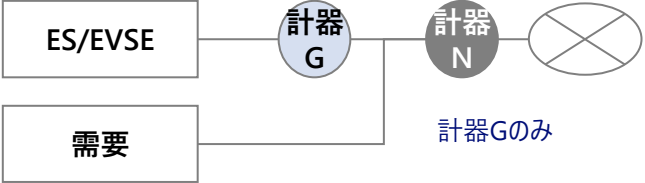
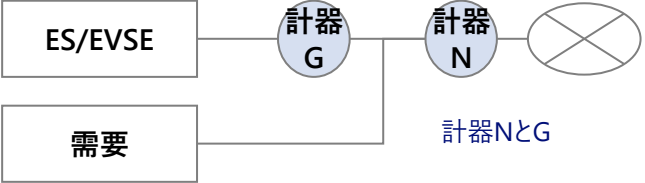
米カリフォルニア州の独立系統運用者CAISOでは、ESS・DER導入促進の一連の制度改革の中で、蓄電池・EVSEの機器点計測による市場参加を認める制度が導入された

米CAISOのESS・DER導入促進に向けた制度改革

	提案	施行	主な決定事項
Phase 1	2015年12月 : 改定版最終提案発表	2016年11月 : 運用開始	- 蓄電池のCAISO市場における運用に関わるルールの整備 - Non-Generator Resources (NGR: 蓄電池等^注) の前日市場への入札時に、SOC(State of Charge)の情報を付加することとする - NGRのEnergy limit情報提供の義務をなくす DR (PDR/RDR) における新たな評価方法の設定 - 発電機計測、Pure Load+ 発電機計測による評価オプションを追加する - statistical samplingによるデータ補完による評価を許可する
Phase 2	2017年6月 : 最終提案発表	2018年11月 : 運用開始	- DRにおける新たな評価方法の設定 - Control Group (コントロールグループとトリートメントグループの比較) による評価を追加 - ネットベネフィットテストの改定 - station powerの定義明確化 "station power": 発電機を運転するために用いられる電力⇒蓄電池の充放電量をネットで扱えるようにする
Phase 3	2018年7月 : 改定版最終提案発表	2019年11月・ 2020年10月 : 運用開始	DRにおける蓄電池・EVSEを対象にした新たな参加形態・評価方法の設定 - 蓄電池: Load Shift Resourceの導入 - EVSE: EVSE専用の評価方法 (ベースライン) の設定 - DRリソースの登録要件の変更 - DRアグリゲーション登録時の単一小売(LSE)要件の排除 (併せて、Default Load Adjustment(NBT未満の時の調整処理)も排除) - DRリソースの新たな入札オプション 5分単位の入札オプションに加えて、1時間ごと・15分毎の入札オプションを追加
Phase 4	2020年8月 : 最終提案発表	2021年10月 : 運用開始	- DRの新たな運用パラメータの設定 - リソース毎に、日ごとの発動時間の最大値に関するパラメータ(maximum daily run time parameter)の設定が可能とした (必須ではないオプションパラメータ) - NRGにおけるSOC管理方法の変更 - End-of-hour SOCパラメータ(最大・最小レンジ)の登録を可能とした (必須ではないオプションパラメータ) - 蓄電池の入札ルールの変更 - 前日入札における機会費用についての情報不要化、小規模の蓄電池に市場支配力緩和措置を非適用化、等 - NGRの契約の簡素化 (従来、負荷と発電の2つの契約が必要だったが、一方で良いこととした)

CAISOのDRでは、機器点計測が認められており、“ネット需要”、“個別機器”、“個別機器+グロス需要”の3つの評価方法が存在

CAISOにおけるDRの評価方法概要

評価方法	評価に用いる計測機器	評価方法概要
ネット需要で評価		受電点計測値を用いて、需要家のネット需要の削減を評価
個別機器で評価		機器点計測値を用いて、個別機器(ES, EVSE)の稼働を評価
個別機器+グロス需要で評価		機器点計測値と受電点計測値を用いて、個別機器の稼働とグロス需要の削減を評価



機器点計測を用いる評価方法としては、MGO、MGO with CBL、EVSE、PDR-LSRが存在

■ MGO・MGO with CBLは2016年11月、EVSE・PDR-LSRは、2020年10月に新たに導入された
CAISO DR評価方法（ベースライン）

評価方法 分類	用いられるベースライン	備考
Day Matching	- 直近の非発動日の受電点需要値の平均値 - 家庭：5in10、非家庭：10in10（平日・休日別に算出）が用いられる	ネット需要評価
Weather Matching	- 天候が類似する日の受電点需要値の平均値 - 過去90日のうち最高気温に近い4日間の平均（平日・休日別に算出）	
Control Group	- コントロールグループ(DR実施非対象の需要家群)の受電点需要値 - コントロールグループは、地理的に類似した条件の需要家150件以上(家庭・非家庭の混在は不可) 注) 効果はトリートメントグループ(DR実施対象の需要家群)との比較により算出される	
Metering Generator Output (MGO)	- 直近の非発動日の機器点計測（サブメーター計測）値の平均値 10in10（平日・休日別に算出）が用いられる	個別機器で評価
Metering Generator Output with Customer Load Baseline (MGO with CLB)	- MGOと<u>グロス需要</u>の統計的推計負荷の合計値 - MGOは（上述の）直近の非発動日の機器点計測（サブメーター計測）値の平均値 - グロス需要は、“<u>受電点需要値-機器点計測値</u>”により定義され、統計的推計負荷としてはDay Matching、Weather Matchingのいずれかを選択可能	個別機器+グロス需要で評価
Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	<u>EVSEの計測（機器点計測）</u>値を用いたMGO相当もしくはMGO with CBL相当のいずれか - 家庭設置のEVSEは5in10、非家庭設置のEVSEは10in10が用いられる “MGO”相当もしくは“MGO with CBL”相当のベースラインを選択可能	個別機器で評価 Or 個別機器+グロス需要で評価
Proxy Demand Resource-Load Shift Resource (PDR-LSR)	<u>蓄電リソースの機器点計測値</u>を用いて、「Curtailment(ネガ)・Consumption(ポジ)ともに、MGO相当」もしくは「Curtailment(ネガ)はMGO with CBL相当・Consumption(ポジ)はMGO相当」のいずれか - PDR-LSRは、Curtailment(ネガ)とConsumption(ポジ)をそれぞれ登録・評価する市場参加形態 - Consumption(ポジ)はMGO相当のみで、蓄電池の充電によってのみ評価される。一方、Curtailment(ネガ)は、蓄電池の放電のみ、もしくは蓄電池の放電+その他需要の削減によって評価される	

オンライン監視、抜き打ち監査等による不正防止策が施されている。

海外における機器個別計測への不正防止策

41

- 先行する海外の需給調整市場においても、機器個別計測の導入、もしくは実証等で導入の検討が進められている事例があり、こうした海外における不正防止策について調査※を行った。
- 各国ともに、系統運用者がデータをオンラインで取得しておくことが重要と考えられており、オンラインによりデータを取得しておき、これらをいつでも確認できることを担保としつつ、万が一不正行為が発覚した際のペナルティ強度を高くしておくことで、アグリゲーター等から提出される情報を一定程度信用する、という考え方において共通していることを確認した。
- また、こうした対策にあたっては、系統運用者が監視システムの構築に対して比較的大規模な投資をしていること、また、アグリゲーター及び需要家側のシステムや検針行為等はアグリゲーターが費用負担しているということであった。

	イギリス 	フランス 	アメリカ 
対象TSO	National Grid	RTE	PJM
機器個別計測の許容	受電点/機器個別計測	受電点 (機器個別計測は実証)	受電点/機器個別計測 ※Regulationのみ機器個別を許容
不正防止策の検討状況	✓ 全てのリソースをオンラインで監視 (蓄電池等の充放電量等含む) ✓ 改竄ができない粒度 (10秒値) でオンラインで系統運用者に情報を提出 ✓ システム上で指令通りに応動しているか確認(ただし中給システム外) ✓ 不正発覚時のペナルティ強度を高くする	✓ 全てのリソースをオンラインで監視 ✓ 改竄ができない粒度 (10秒値) でオンラインで系統運用者に情報を提出 ✓ システム上で指令通りに応動しているか確認し、受電点とも突き合わせ ✓ 不正発覚時のペナルティ強度を高くする ✓ 抜き打ちで監査を実施できる	✓ 全てのリソースをオンラインで監視 ✓ 改竄ができない粒度 (10秒値) でオンラインで系統運用者に情報を提出 ✓ 抜き打ちで監査を実施できる ✓ 需要家内の単線結線図を事前に提出させ、計量点及び類似機器への計量器の設置を要求、市場参加には承認が必要

※イギリス、フランスは広域機関が系統運用者を直接訪問し聞き取り調査した結果による。PJMは関連するマニュアル等より調査

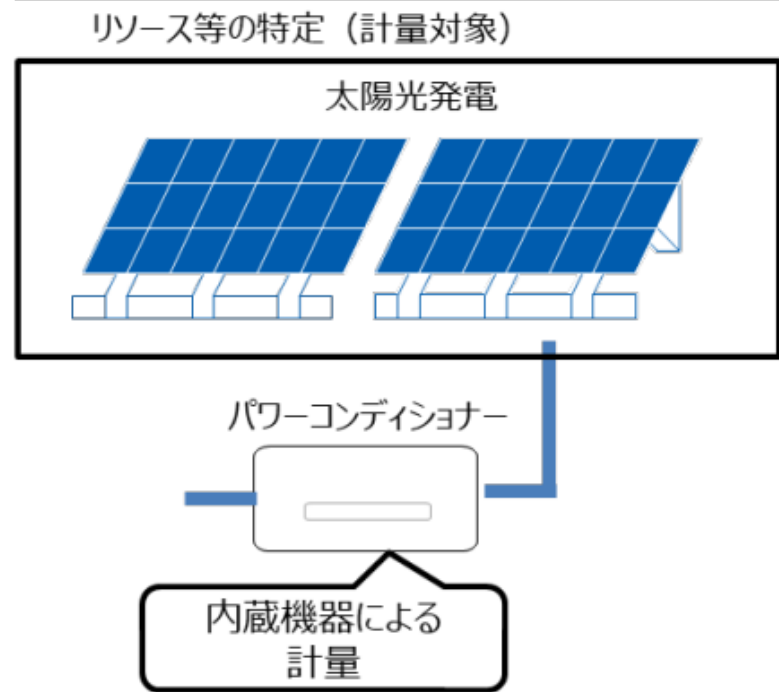


2022年4月より、特定計量制度が施行され、検定を必要とする特定計量器によらず、内蔵機器による計量も行えるようになっている。

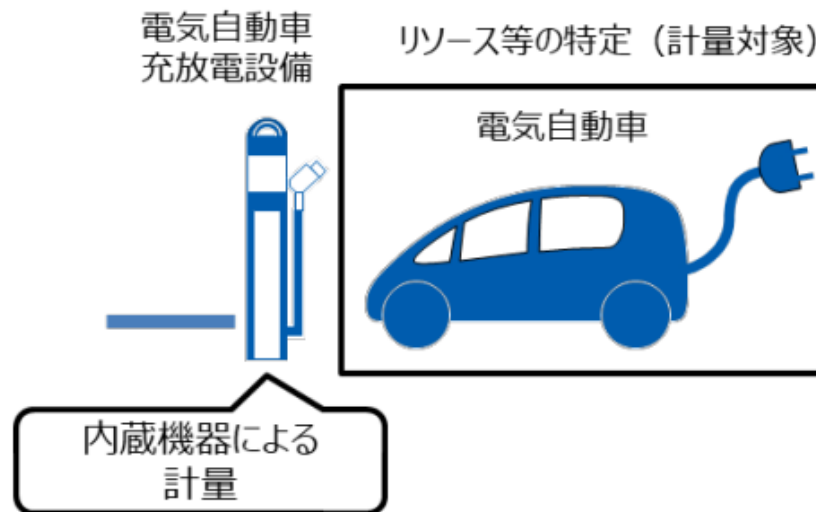
- 家庭等の分散リソースを活用した新たな取引等に関し、事前に届出を行なった事業者に対し、届け出た電力量の取引等においては、特例計量器の計量値を使用することができるもの。
- 適切な計量の実施を確保し、家庭等の需要家を保護する観点から、使用する特例計量器の精度の確保や需要家への説明を求めている。

*特定した機器の種類の定格消費電力が 500キロワット未満であること又は出力電力が500 キロワット未満であることが見込まれる計量

特定計量のイメージ（太陽光発電の発電量の計量）



特定計量のイメージ（EVの充電量の計量）



1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

海外では、活用できるDERを増やすため、需給調整市場での低圧の活用も進められている。
日本では認められていない。

- 機器点同様、海外では活用できるリソースを拡大する目的で、低圧需要家のDERリソースを積極的に活用している。
- 日本でも、容量市場等での低圧リソースの活用は進んでいるものの需給調整市場での参加は認められていない。

諸外国での低圧需要家のリソース活用例

仏	電化設備として普及率が高いこともあり、電気ラジエーター暖房等が高速のアンシラリーサービス用途に活用されている
独	普及が進みつつあることから、即応性が高いことからEVを高速のアンシラリーサービス用途への活用を実証している
カリフォルニア州	ISOのフレキシビリティ調達において、低圧の割合が目標として設定され、調達されている
PJM	日本の二次調整力に相当するRegulationで、電気温水器を活用している



Sonnenは一次調整力(FCR：Frequency Control Reserve)市場に参加するため、TSOの要求水準を満たす制御システムを構築している

- ドイツの家庭用蓄電システムメーカーであるSonnen社は、2018年末から家庭用蓄電システムをアグリゲートし、FCR市場へ参加している
- TSOは、家庭用蓄電池に対しても、それ以外の蓄電システムと同様の需給調整市場参加要件を課している

ドイツにおける蓄電システムの周波数調整での活用要件

MR

「参考」課題①の補足 ドイツにおける蓄電システムの周波数調整での活用 (2/2)

- ドイツで蓄電システムが需給調整市場に参加するためには、他の電源と同様に調整力供給能力に関する試験に合格する必要があるが、蓄電システムに関しては別途要求事項*が存在する。なお、家庭用とそれ以外の蓄電システムに対する要件の差はない。
* TSO4社が共同で作成しているガイドライン「Anforderungen an die Speicherkapazität bei Batterien für die Primärregelleistung」
- 蓄電システム特有の要件の一つとして、SOC(States Of Charge)の上限及び下限値が定められている。これは、上げ調整力提供のためには系統からの給電が必要であり、且つ充放電に限界があるという蓄電システム特有の特徴を考慮したものである。
 - 15分 評価指標の場合、1.5MWh/1MWの蓄電システムであれば、1次調整力のためのSOCは、上限が82%、下限が18%程度となる。
- また、蓄電システムの申請容量が確実に稼働することを確認するために、複数回にわたって最大出力での供出を行う試験等も実施される。同試験は上げ、下げ調整ともに行われる。

1次調整力向け蓄電システムが満たすべきSOCの上限・下限値 (15分供出の場合)

このSOCの範囲内で蓄電システムを運用することが求められる

蓄電システムの申請容量が確実に稼働することを確認する試験 (上げ調整)

周波数 出力

出所) Anforderungen an die Speicherkapazität bei Batterien für die Primärregelleistung, Microsoft Word - 2015_08_26_Anforderungen_Speicherkapazitaet_Batterien_PRL (bv.es.de) <閲覧日: 2020.12.23>より三菱総研作成

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc.

送電系統運用者RTEは2020年3月、ダイヤモンド・リスpons事業者のVoltalis社を、家庭用需要家のエネルギーリソースを活用して一次調整力を提供する国内初のアグリゲータとして認定

- Voltalis 社はRTEに認定された1万カ所以上の家庭用電気暖房を制御
- 需給調整市場における一次調整力商品の応答（所定出力到達時間）は30秒以内であるのに対し、同社は4秒未満でのDR制御や2秒ごとのデータ収集が可能としている

Voltalisの家庭用暖房のDR概要（需要家向けの説明）

問題

- 寒さにより電力消費量が急増したり、風や太陽の不足により再生可能エネルギーの生産量が急激に減少したりします。
- 電力網の安定性が脅かされ、停電の危険性があります。
- 故障を補い、故障を避けるために、システムは通常、汚染され高価なガスまたは石炭火力発電所を使用します。

解決策

- Voltalisは、各ラジエーターに接続された小さなスマートボックスで構成されたデバイスを無料で電気加熱された家庭に装備し、インテリジェントに制御できるようにします。
- 電力システムが必要とするとき、Voltalisはリアルタイムで制御し、快適さを維持しながら、何万台ものデバイスの電力消費を一時的に削減します。
- その後、電力システムは、発電による排出することなく、そのバランスを取り戻します。

メリット

- あなたのために：最大15%の省エネ、70%のCO2排出量の削減、さらに、あなたの消費を追跡し、あなたのラジエーターを制御するための無料のアプリケーション。
- すべての人のために：私たちの毎日の電源の安全性に積極的に貢献し、環境への影響を少なくします。



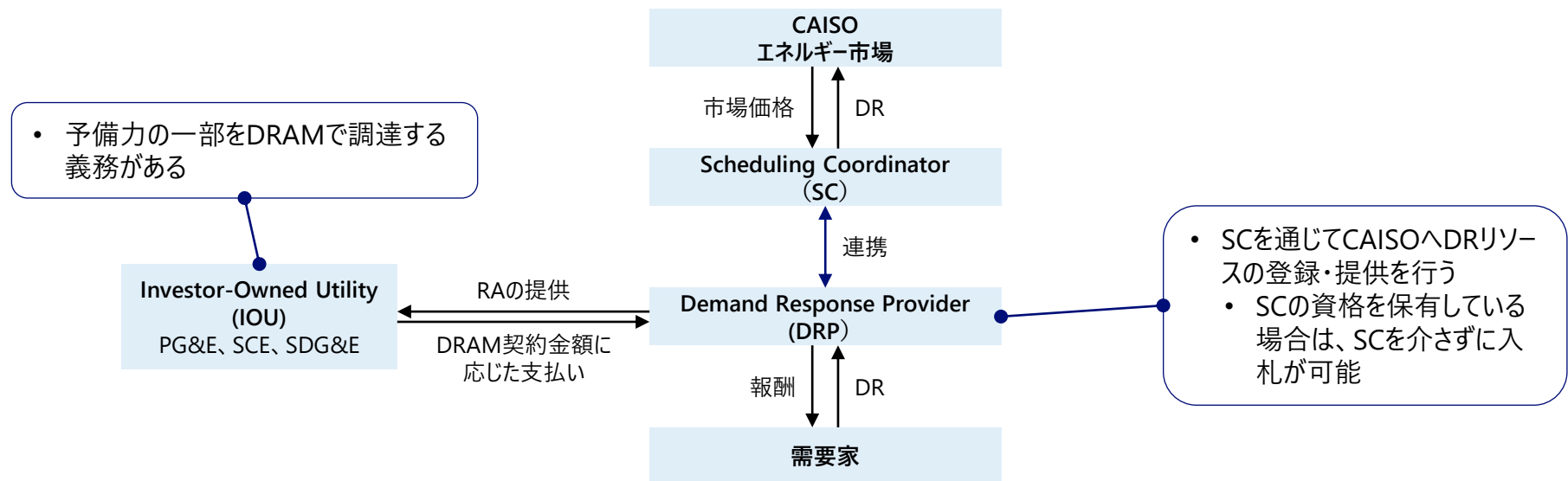
カリフォルニアでは、3大IOUがリソースアデカシーを調達するために、DRPが確保したDRリソースを対象としたオークションのDRAMを、2015年より実証している

DRAM (Demand Response Auction Mechanism) の概要とスキーム

概要

- DRAMは、新しいDRプロバイダーの参加、データアクセス、登録等のシステム・プロセスの開発・実施を目的としている
 - ・ 新規リソースの拡大を促すため、DRAMでは家庭や新規参入者からの調達比率が設定されている
- IOU (Investor-Owned Utility) は、DRP (Demand Response Provider) からRA (Resource Adequacy) を調達する

DRAMスキーム





家庭／新規参入のリソースの割合を規制期間であるCPUCが定め、調達させている

DRAMの実績

	DRAM 1	DRAM 2	DRAM 3	DRAM 4	DRAM 5	DRAM 6	DRAM 7	DRAM 8
プロダクト*	PDR	PDR/RDRR	PDR/RDRR	PDR/RDRR	PDR	PDR	PDR	PDR
最低容量**	100kW	100kW/500kW	100kW/500kW	100kW/500kW	100kW	100kW	100kW	100kW
調達量*** (実績、MW)	<u>40.5MW</u>	<u>124.6MW</u>	<u>181.9MW(2018)</u> <u>205.0MW(2019)</u>	<u>166.6MW</u>	<u>215.8MW</u>	<u>206.1MW</u>	-	-
運用期間	1-12月(2016)	1-12月(2017)	1-12月 (2018-2019)	1-12月(2019)	7-12月(2020)	1-12月(2021)	1-12月(2022)	1-12月(2023)
予算	合計	\$4M	\$13.5M	\$27M	\$13.5M	\$12.78M	\$14M	\$14M
	内訳	PG&E \$4M	PG&E \$ 6M	PG&E \$12M	PG&E \$ 6M	PG&E \$ 5.7M	PG&E \$6M	PG&E \$6M
		SCE \$4M	SCE \$ 6M	SCE \$12M	SCE \$ 6M	SCE \$5.16M	SCE \$6M	SCE \$6M
		SDG&E \$1M	SDG&E \$1.5M	SDG&E \$ 3M	SDG&E \$1.5M	SDG&E \$1.92M	SDG&E \$2M	SDG&E \$2M
家庭の 顧客数**** (顧客全体に 占める比率)	12,242 (98%)	51,324 (98%)	103,896 (99%)	148,476 (99%)	68,369 (97%)	N/A	-	-
規制	DRAM全体の調達量のうち、最低でも20%以上は 家庭から調達しなければならない (容量ベース)				DRAM全体の調達量のうち、10%は新規参入者の 入札枠として確保する (容量ベース)			

*PDR (Proxy Demand Resource)、RDRR (Reliability Demand Response Resource) はそれぞれCAISOのDRプロダクトを指し、PDRはエネルギー市場とアンシラリー市場への供出、RDRRはエネルギー市場への供出と需給ひっ迫時の対応が可能

** 最低供出時間などの条件はプロダクトによって異なる

*** それぞれ8月の実績

**** DRAM 3,4,5は推計値 (CPUCが公開している全体の顧客数にresidentialの比率を乗じて算出)



mosaic powerは、電気温水器を制御リソースとして、米国PJMの周波数調整市場に参入。補助金に頼らずに事業性を成立させており、既に1.5万弱のリソースを集約

- 需要家の電気温水器の制御サービスを提供するmosaic powerは、2013年からPJM管内の集合住宅向けに Water Heater Efficiency Network (WHEN)を設置している。
- 同社の主な収益源はPJMの周波数市場。

mosaic power概要

主な事業内容

- PJM管内各地において、集合住宅等における電気温水器をアグリゲートし、PJMの周波数調整市場に提供

制御実績※

- リソース数：14,602
- リソース・オーナーへのメリット累積総額：2百万ドル以上
- 年間のCO2削減量：21,903トン

州別の制御対象機器数※

- ウェストバージニア州1,690 台
 - バージニア州1,000 台
 - ペンシルベニア州1,288 台
 - オハイオ州6,982 台
 - メリーランド州3,334 台
 - イリノイ州276 台
 - ワシントンDC 32 台
- (いずれも電気温水器の台数)

※ 2022/10/17アクセス時点

小売での活用に加え、卸市場、調整力調達（電源 I'）、容量市場といった各種市場でも活用が始まっているが限定的。需給調整市場では、低圧は制度上参加できない

分散型リソースの種類と価値の提供先

		常時 活用	逆潮流	対象リソース例	電源 I'	容量市場	卸市場 (スポット・時間前)	需給調整市場		
								三次①②		二次①②・一次
								高圧・特高	低圧	
系統直付け	発電設備	—	—	小規模バイオマス発電 メガソーラー+蓄電池	×	○ ※FITは不可	◎	○	—	今後検討
	蓄電設備	—	—	蓄電設備、V2G、 揚水発電	◎ ※揚水のみ可	○	◎	○ ※揚水のみ可	—	
需要家側エネルギーリソース ※アグリゲーションした場合の評価	発電設備	可	有	自家発 ※単独リソースの逆潮流は可 ※2022年度より逆潮流アグリ可	×	○	◎	×	※単独リソースの逆潮流は可 ※2023年度より逆潮流アグリ可（三次②）	
			無	自家発（DR）	◎	○	◎	○		
		不可	有	バックアップ用発電機 ※2022年度より逆潮流アグリ可	×	○	×	×		
			無	バックアップ用発電機 （DR）	×	○	×	×		
	蓄電設備	—	有	蓄電池、V2H ※2022年度より逆潮流アグリ可	×	○	◎	×		
			無	蓄電池、V2H （DR）	◎	○	◎	○		
	負荷設備	可	—	生産設備 （電解、電炉等）	◎	○	◎	○		
		可	—	共用設備 （空調、蓄熱槽、電気 給湯等）	◎	○	◎	○		
		不可	—	一般的な生産ライン、 空調、照明	◎	○	×	×		

凡例） ◎：現状での活用実績あり/十分に活用可能 ○：活用が期待されている ×：現時点では活用不可

1 DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

2 諸外国におけるDER活用ロードマップ

3 DER活用の将来像と国内外動向

A EVの電力システムとの統合の動向

B 建築物におけるDRの動向

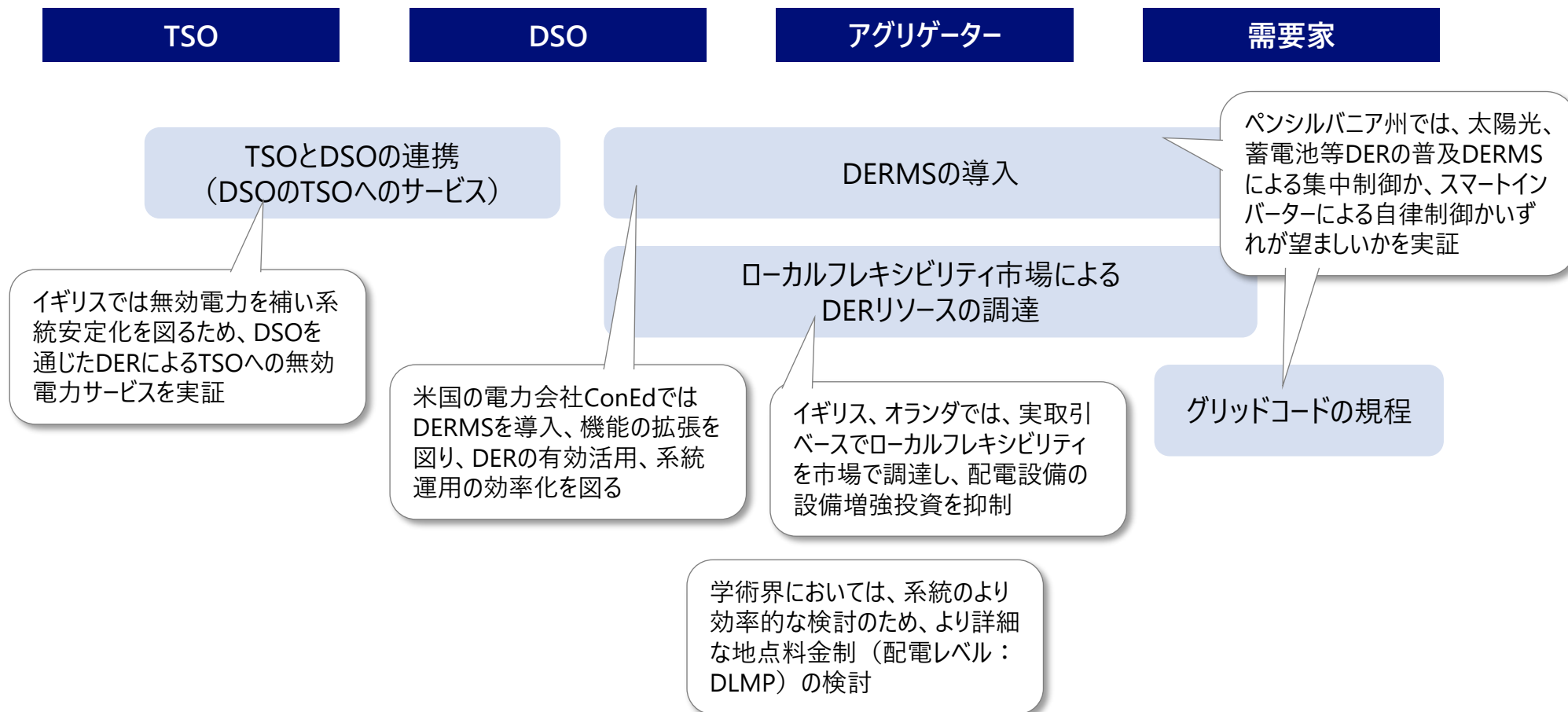
C DRの機器点における計測の動向

D 低圧リソースの市場での活用の動向

E DERの配電での活用の動向

DERの運用やリソースの活用が模索されている。

配電事業における先進的な取組例





ニューヨーク中心部に電力を供給するCon Edison（ConEd）では分散型電源、電化、大規模エネルギー貯蔵システム等の導入によって配電の管理が一層複雑になることを想定し、配電システムのアップグレードを検討している。

双方向電力フローに関するハード及びソフトのアップグレード

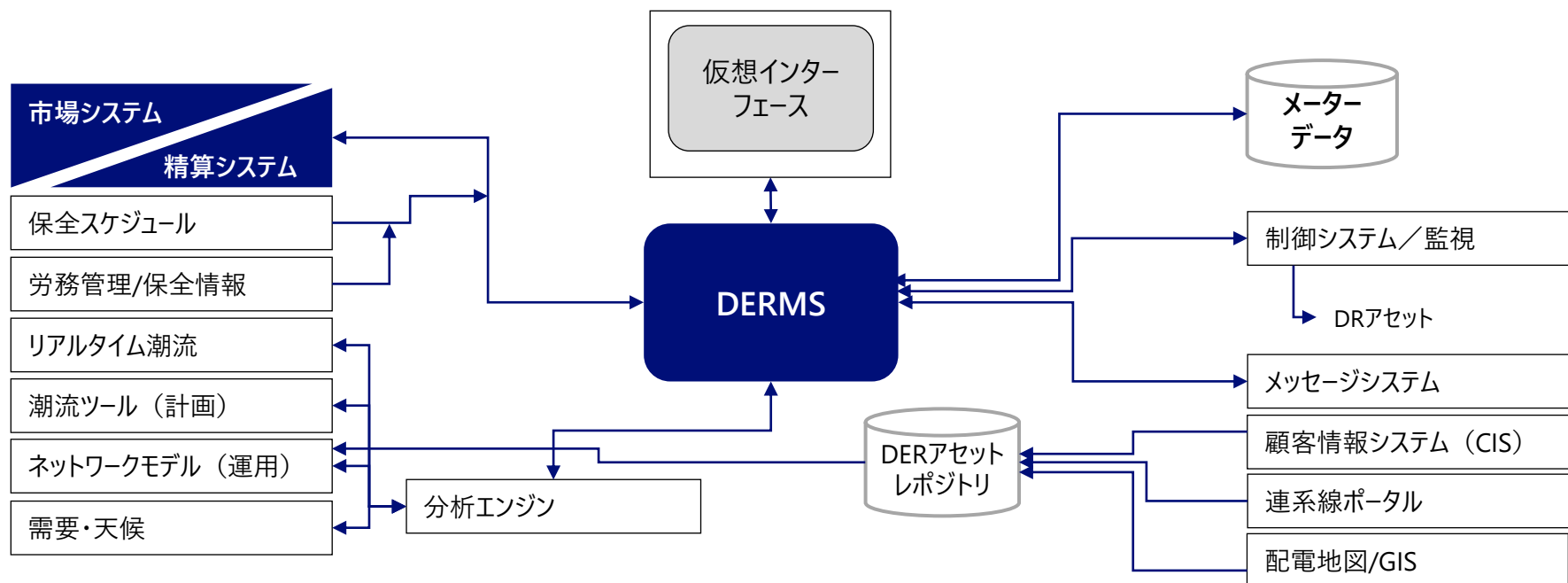
イニシアチブ	概要	提供価値
MNPRとSCADA <i>MNPR: Modernized Network Protector Relays</i> <i>SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition</i>	分散電源やエネルギー貯蔵などの双方向の電力リソースによるからの逆流によるトリップを最小化する。これにより、SCADAシステムとの双方向通信が可能になる。	MNPRとSCADAにより、双方向の電力フローを監視する能力が向上する。その結果、より多様なDERを活用し、最小負荷期に需要を作り、ピーク需要時により多くの供給力としてシフトさせることができます。
DERのモニタリングと予測	蓄電やビル暖房の電化など、新しい技術や需要家機器をより適切に取り入れるために、DER予測ツールを開発している。このツールは、将来的にEV、分散電源、その他のDER技術に拡張するために必要なアーキテクチャと設計も提供する。	DERのモニタリングと予測能力を高めることで、トレンドの変化や新しい政策の実施に合わせて、DERと電力需要の予測を適応させることができるようになる。
DERMS-ADMSアップグレード <i>DERMS: DER Management System</i> <i>ADMS: Advanced Distribution Management System</i>	DERMS-ADMSシステムのアップグレードにより、お客さまに設置された分散型エネルギーリソースとの双方向通信を可能にする。	リソースの最適な使用とディスパッチ、およびお客さまが設置したリソースに対する可視性の向上を可能にする意思決定ツールの強化する。
地理情報システム（GIS）	DER資産を含む最新のマッピングと接続環境を提供する。	系統内の電力の流れの表示方法を改善し、ホスティング機能とDERMSの統合を強化する。
AMI（スマートメーターシステム）	エネルギー使用に関する詳細な情報を瞬時に得ることができ、お客さまにエネルギー使用に関するより高い可視性と有効性を提供するためのツール。	より詳細なデータをお客さまと共有・分析できるようになり、電化に伴う需要増に対応できるようになる。また、AMIを導入したお客さまには、停電通知、高額請求アラート、顧客データ共有の強化、価格設定試験などの付加価値機能を提供する。



DERMSの実証を行っており、更なるアップデートも計画している。

- DERMSの15のモジュールを特定し、2019年から6つのモジュールについて実証を実施している。
- また、DERMSと連携する全社大のGISを開発している。
- DERアセットをモニターし、前日及びリアルタイムベースでのパフォーマンスを予測することも想定している。

ConEdのDERMSの構成



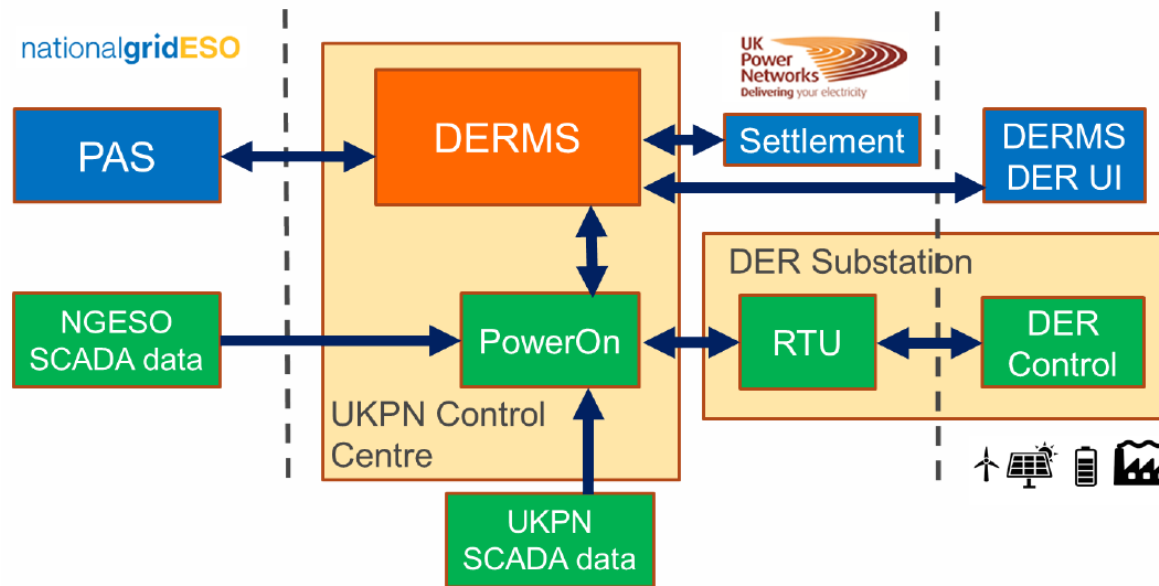
出所) ConEd "Distributed System Implementation Plan" 2020年6月 より作成



TSOのNGESOと、DSOのUKPNが連携し、送電系統に配電系統の無効電力サービスを 提供する実証を行った。

- National Grid ESO(NGESO)とUK Power Network(UKPN)は、DSOがDERを制御して供出された無効電力の市場活用や、TSOの送電制約に対する動的な電圧制御への活用に関する実証を、2017年から約4年間実施した
- 制御対象となるDERは、蓄電池、太陽光発電、風力発電で、150Mvarのサービスが提供された。

Power Potentialプロジェクト概要



DERMSは、各400kV GSP地点において、以下の時間軸でPASと情報交換を行う。

- オークション前：DERMSはPASに24時間、30分毎のサービス利用可能性とコスト（有効電力サービスと無効電力サービス）に関する信号を送信。
- オークション後：DERMSのデータが確定されると、PASはNGESOのコントロールルームでサービス要件と調達したサービスを確認。
- リアルタイム：サービス提供中、PASはDERMSに指示を出し、DERMSからリアルタイムでサービス提供に関する信号を受信。
- 決済：サービス提供後、PASとDERMSからのデータはUKPNとNGESOの関連決済プロセスに入力。

DERMS: Distributed Energy Management System
SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition
RTU: Remote Terminal Unit

UI: User Interface

GSP: Grid Service point

PAS: Platform for Ancillary Service（NGESOとDERMSのインターフェース）

PowerOn: UKPNの系統管理システム

出所) National Grid ESO "Power Potential (Transmission & Distribution Interface 2.0)
Project Close Down Report" 2021年8月

欧州では、イギリスやオランダにてローカルフレキシビリティマーケットの実運用が行われ、フランスやドイツ、スウェーデン、ノルウェーにて大規模実証が行われている

■ イギリス、オランダは、既に実運用段階にあるとされている

欧州のローカルフレキシビリティマーケットの開発段階の評価

スコア	国	スコア	国
5	Great Britain	1	Hungary
	Netherlands		Latvia
4	France		Lithuania
	Portugal		Norway
3	Austria		Romania
	Greece		Slovakia
	Italy		Spain
2	Belgium		Sweden
	Bulgaria	0	Croatia
	Denmark		Cyprus
	Estonia		Czech Republic
	Finland		Luxembourg
	Germany		Malta
	Ireland		Poland
	Slovenia		
	Switzerland		

< 評価項目 >

- コミュニティ内で自家消費を最適化することは許可されているか
- Citizen Energy Communities^{※1}のための国家的な枠組みはあるか
- Renewable Energy Community^{※2}のための国家的な枠組みはあるか
- DSOのフレキシビリティ調達に商業利用段階か、若しくは実証段階か

※1 Citizen Energy Communities :
事業を展開する地域に環境的、経済的、社会的コミュニティの利益を提供することを目的としたエネルギー関連サービスを提供する法人

※2 Renewable Energy Community :
事業を展開する地域に環境的、経済的、社会的コミュニティの利益を提供することを目的とし、所有・開発する再生可能エネルギープロジェクトの近くに所在する株主または会員によって効果的に管理されている法人

ローカルフレキシビリティ市場は、イギリス・ドイツでは独立した市場、オランダでは既存市場に統合した市場として位置付けられており、各国で設計が異なる

各国におけるローカルフレキシビリティ市場（LFM）の詳細

詳細 \ 実施国		イギリス（UKPN）	ドイツ	オランダ
LFMの導入理由		①系統増強投資の回避 ②需要急増による系統の混雑解消 ③計画停止の管理や停電対策	①上位系統の混雑解消	①上位系統の混雑解消
フレキシビリティの契約形式（取引のタイミングと頻度）		実運用の数ヵ月前に、数ヵ月～1年の期間で契約（DSOごとに指定）	前日15時から実運用の5分前までに、15分と1時間の商品で契約	当日市場と全く同じ商品設計
取引概要		DSOが必要なフレキシビリティの地域・容量（場合によっては価格も）提示し、提供者から購入	TSO・DSOが当日市場と同時間帯に開催されるLFMでフレキシビリティサービスを提供者から購入	提供者が当日市場で商品に地域情報が付属した形で入札。TSO・DSOは系統混雑を考慮して地域間の売買を実行し、それによる売買価格の差額を負担
LFMと既存エネルギー市場との関係		独立した市場	独立した市場	既存の当日市場と統合した市場
市場参加者	購入者	DSO（6社）	DSO、TSO	DSO・TSOが連携して参加
	提供者	分散電源の保有者を含む 発電・小売業者	分散電源の保有者を含む 発電・小売業者	分散電源の保有者を含む 発電・小売業者
取組の段階		実運用段階	実証段階	実運用段階

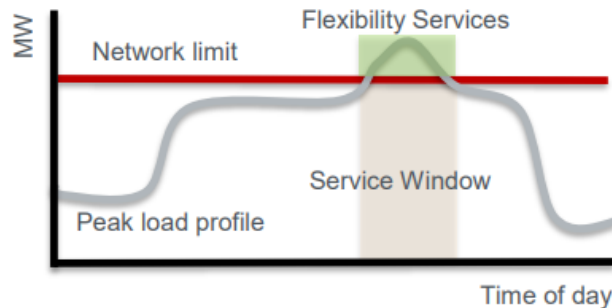


将来のシナリオ情報を基に配電網のフレキシビリティ不足し、系統容量を超えることが懸念される領域をLicence Areaと設定し、各領域ごとにフレキシビリティの入札を募る

- UKPNはLicence AreaをPiclo FlexのWEBサイト上に公開し、数か月かけて入札を募る。2022-2023年では113の地域をLicence Areaとして指定し、募集する確保容量だけでなく、事前取引価格を提示する。

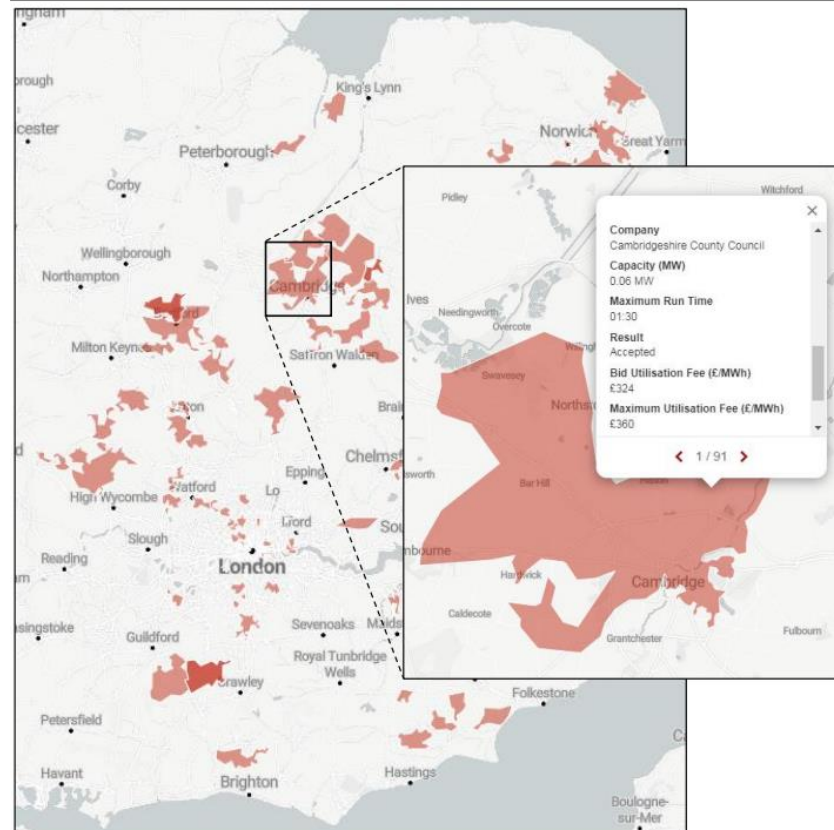
フレキシビリティの狙い

- フレキシブル需要が減少し、フレキシブルな発電が増加して、ネット需要を設備容量内に削減することが可能となる。
- これにより、ネットワークのアップグレードなど、従来のネットワーク管理代わるアプローチを提供する。



出所) UKPN "Invitation to Tender Flexibility Services Tender Round Jan-21 High Voltage Zones" 2020年12月

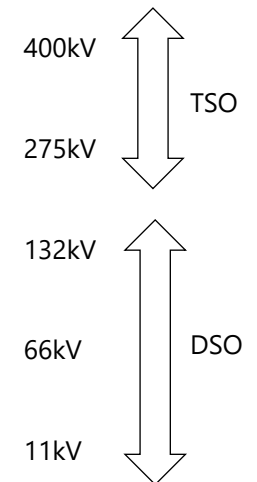
入札参加者が確認できる地図と入札結果概要 (例)



出所) UKPN "Flexibility Services Procurement Report" 2022年4月

【参考】

英国における系統の電圧



参考：日本の基幹系統は500kV、275kV、ローカル系統は154kV以下であることから、ローカル系統の変電所単位で調達していると考えられる。



豪州では、API連携によるPlug&Playで、簡単に需要家リソースが参加できる市場のプラットフォームが提供されている

- 豪州GreenSync社は、deX（distributed energy exchange）をローンチした
 - deXは、TSO/DSOや小売事業者、リソースアグリゲーターなど電力に関わる幅広いプレイヤーにおいて、フレキシビリティリソースをやり取りできる場となっている
- このプラットフォームは、①リソースのPlug&Play（すぐにプラットフォームにつなぎ込める）、②ネットワーク運用の見える化、③契約のデジタル化による工数削減、④地域のマーケットへの適合性を強みとしている

GreenSyncのdeXの機能概要

Plug & Play	Plug & Playによる需要家の導入
DER Visibility	ネットワーク保護とDERの可視化
Digital contracts	デジタルによる契約締結の実現による効率化
Regional Markets	新しいDERプロダクトやプライシング、インセンティブのテスト

出所）GreenSync HP（<https://dex.energy/news/greensync-release-dex-white-paper-industry/> 2022年11月4日時点）より作成



ペンシルバニア州PPLでは、2021年からDER（太陽光、蓄電池）の制御に関して、DERMSによる集中制御か、スマートインバーターによる自律制御か、いずれが望ましいかを検証する実証が行われている。

PPLによるDERMS実証の概要

1. Grandfathered	2020年末までの申請で新しい系統連系要件に従う必要が無いユーザーのDER。PPLは配電システムを通じて間接的に監視できるが、直接的な監視、制御はできない。
2. Control Group 1 (CG1)	2021年1月1日以降の申請で、対象となる75回路にあるユーザーのDER。PPLが直接監視をするが制御は行わず、自動系統サポート機能により運転。ユーザーはDER管理デバイスを設置する。
3. Control Group 2 (CG2)	2021年1月1日以降に申請しDERの設置を終える最初の1,000ユーザーのDER。PPLが直接監視をするが制御は行わず、自動系統サポート機能により運転。ユーザーはDER管理デバイスを設置する。
4. Actively Managed	2021年1月1日以降に申請しCG1、CG2に属さないユーザーで、DER管理デバイスの3,000キャップ/年とする。PPLがDERMSにより以下の目的で直接制御する。 (1) Volt/VAR; (2) Constant Power Factor; (3) Remote On/Off; (4) Voltage Ride-through; (5) Frequency Ride-through; and (6) Volt/Watt.

出所) PA PUC "DER Management Pilot Implementation Plan" 2021年1月 より作成

アカデミアにおいては、より効率的な配電網の整備・運用を促すインセンティブとしてDLMPも検討されている。

配電レベルの地点別料金（DLMP）の検討状況

“例えば、最小限の要件に従ったスマートメータによって促進されるダイナミックプライシングの導入を通じて、よりコストを反映した料金設定を行うことも有効。
将来的には、DERを利用した混雑を管理するためDLMP（Distributed Locational Marginal Pricing）の利点を示す研究もある。

ノーダル料金制は、多くの系統運用者（例：米国、オーストラリア、ニュージーランド、シンガポール）によって適用されている。
配電レベルでの導入は議論の余地があり、必要とされる粒度のレベルに依存し、配電レベルでの経済的最適化に基づいた完全なDLMPは信頼性の高い最適化手法がないため、まだ現実的では無い。”

出所）Anaya and Pollitt “How to Procure Flexibility Services within the Electricity Distribution System: Lessons from an International Review of Innovation Projects” mdpi energies 2021年7月 より作成

NEDOにおいて、DER活用プラットフォームに関するFSを実施している。

(参考) NEDOにおけるフレキシビリティ活用システムの検証事業

出所) 2021年12月3日 第13回 持続可能な電力システム構築小委員会 資料2-3を元に一部修正

- ローカルフレキシビリティ実現に向けて、一般送配電事業者が保有する**系統混雑に関する情報（系統容量や潮流の予測情報等）**と当該系統に存在する**DER情報の紐づけ手法**、実際にDERを稼働させた場合の**電力潮流・電圧等への影響分析**等様々なシステム要件の検討等が必要。
- このため、NEDOにおいて、**プラットフォーム上にアグリゲーターが持つDERリソースや一般送配電事業者の電力設備情報を登録し、マッピングした上で、当該情報を活用して ΔkW を公募するシステムの導入をイメージし、費用便益や業務フロー等の詳細FSを実施中。**

※2022年度からは技術開発に着手

《フレキシビリティ活用のスキーム例》



出所) 資源エネルギー庁 系統ワーキング第41回 資料1 2022年9月

資源エネルギー庁にて地域マイクログリッド構築に係る補助を行っている。
また、配電事業制度を施行し、配電事業への新規参入も可能となっている。

地域マイクログリッド構築支援事業の概要

(1) 再生可能エネルギー等を活用した 地域マイクログリッド構築支援事業

(1) - 1 構築事業

- 地域にある再生可能エネルギーを活用し、平常時は下位系統の潮流を把握し、災害等による大規模停電時には自立して電力を供給できる「地域マイクログリッド」を構築しようとする民間事業者等に対し、構築に必要な費用の一部を支援します。【補助率：2/3以内】

(1) - 2 導入プラン作成事業

- 地域マイクログリッド構築に向けた導入可能性調査を含む事業計画「導入プラン」を作成しようとする民間事業者等に対し、プラン作成に必要な費用の一部を支援します。【補助率：3/4以内】



出所) METI 令和4年度予算PR資料

(https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2022/pr/en/shoshin_taka_06.pdf 2022年11月4日時点)

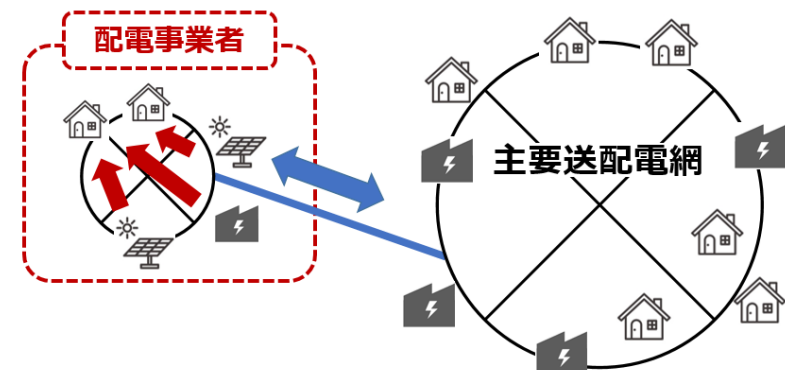
配電事業制度の概要

配電事業者の創設

- レジリエンス強化等の観点から、特定の区域において、一般送配電事業者の送配電網を活用して、新たな事業者がAI・IoT等の技術も活用しながら、自らの面的な運用を行うニーズが高まっているため、安定供給が確保できることを前提に、配電事業者を電気事業法上に新たに位置づける。

<配電事業への新規参入効果>

- 例えば、自治体や地元企業が高度な技術を持つIT企業と組んだ上で配電事業を行い、災害時には特定区域の配電網を切り離して、独立運用するといったことも可能に
⇒電力供給が継続でき、街区規模での災害対応力が強化
- 新規事業者によるAI・IoT等の技術を活用した運用・管理
⇒設備のダウンサイジングやメンテナンスコストの削減



出所) METIニュースリリース「補足説明資料」2020年2月25日より作成

The text is framed by two decorative swooshes. The top swoosh is a thick, curved line that starts in blue on the left, transitions through purple and pink in the middle, and ends in red on the right. The bottom swoosh is a thick, curved line that is entirely blue.

Share the Next Values!