報告書

令和４年度 エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
次世代の分散型電力ネットワークのあり方に関する調査

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

2023年2月

NRI

Share the Next Values!

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

（３）検討会の開催 ・運営

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

本事業の背景・目的は以下の通り

背景

- 次世代の電力ネットワークの将来像において、広域化・高度化する送電プラットフォームに対して、分散化・多層化する配電プラットフォームという概念が掲げられてきた。昨今の情勢を踏まえると、安定供給の確保や中長期的なコスト効率化を目指しつつ、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、分散型社会のさらなる発展を実現していくことが望まれる。
- 分散型社会の実現の基礎となる分散型エネルギーリソース（DER）については、これまで比較的大規模なリソースを中心に、電源Ⅰ'や容量市場、需給調整市場等での活用が進められてきたところであり、容量市場や需給調整市場の開設や、配電事業制度、特定卸供給事業者（アグリゲーター）制度、特定計量制度といったDERを活用・評価する電力基盤も整いつつある。加えて、配電プラットフォームの足下の状況については、現行スマートメーターの導入、次世代スマートメーターの詳細仕様設計も進みつつある。
- DERを効果的に活用し、かつ安定供給を実現する次世代配電プラットフォームの実現に向けては、DERの価値を発揮できるユースケースや次世代技術を活用したプラットフォームの高度化に繋がるユースケースを深掘りしつつ、こうした電力基盤を活用し、電力業界と異業種との融合を通じて、モビリティ、配電事業、アグリゲーション、エネマネ、通信・エネルギーインフラ等のアプリケーションが実際に社会実装されることが期待される。
- 既に資源エネルギー庁において、これらの先進技術の活用に向けた実証事業等の取り組みも一部進みつつあるが、それらの社会実装に向けては、技術面だけでなく、制度面も含めて課題の抽出と対応策を整理し、実証を通じた技術・制度検証と制度整備を一体的に運用することで早期の社会実装の実現を目指すことが重要と考えられる。

目的

- 本事業においては、昨年度まで実施されてきた「次世代スマートメーター制度検討会」を発展させる形で、新たな検討会を立ち上げ、「次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿」及び「社会実装すべきアプリケーション像」を議論し、具体化していくとともに、詳細の制度設計や技術面での実証等に繋げていくことを目指す。

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

調査項目と実施概要は以下のとおり

調査項目と実施概要および本報告書における章立てとの紐づけ

調査項目	実施概要	本報告書の章立て
（1） 次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理	• DER の更なる利活用や安定供給の実現に向けて、現状把握を行うとともに、個々の事業者の特定の利益に資するもののみならず、社会的便益の観点から、「次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿」及び「社会実装すべきアプリケーション像」を検討・具体化 • 上記にあたっては、過去の資源エネルギー庁の検討会等（次世代スマートメーター制度検討会、エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会、次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会等）での議論も踏まえつつ、異業種企業や既に異業種企業と共同で取組を行っている電力事業者等へのヒアリング等も行いながら、幅広く検討	（1） 次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
（2） 検討すべき制度・技術課題等の精査・整理	• （1）の検討を踏まえ、具体化されたあるべき姿に向けて、特に解決すべき制度面、技術面、ビジネス面等の課題を抽出し、「新たな DER の活用」「新たな価値の顕在化」「価値評価基盤の整備」といった視点から整理	（2） 検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査
（3） 諸外国における分散型電力ネットワークのあり方に関する調査	• 海外の電力会社がカーボンニュートラルの実現に向けて、掲げている分散型電力ネットワークのあり方や、それらに付随するビジネスや価値提供事例、海外の制度の状況や国際動向等に関して調査	
（4） 検討会の開催・運営	• 調査と並行して、「次世代の分散型電力システムに関する検討会」を立ち上げ、上記（1）～（3）の論点を中心に議論 • 検討会の運営においては、①委員及び出席者等の日程調整、出欠確認、開催案内、謝金支払い等の運営事務、② 資料作成（上記（1）～（3）に基づき作成し、必要に応じて電力産業・市場室が取 りまとめた内容を資料化する際の補助）、③議事録・議事要旨の作成を実施	（3） 検討会の開催・運営

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

諸外国におけるDER活用ロードマップ

次世代電力ネットワークにおけるDER活用像と課題

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

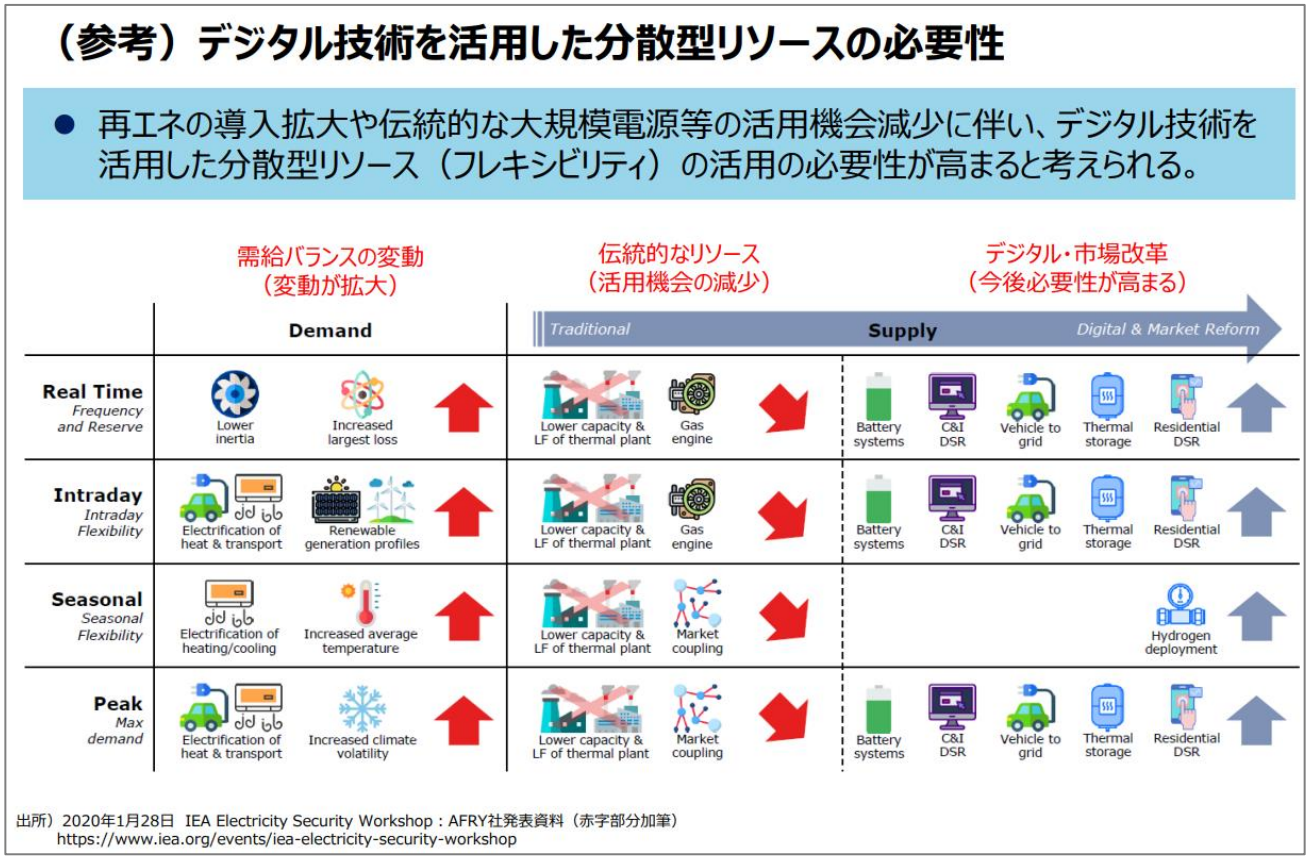
（３）検討会の開催 ・運営

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

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）が担う必要性が高まる

■ IEAでは、世界の気温上昇を1.5°Cに抑えるシナリオ（Net Zero Emission by 2050 Scenario）では、2050年における先進国の50%以上が蓄電池及びデマンドリスポンスにシフトすることを示している

分散型リソース活用の見込み



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

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

国際機関IRENAは、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、としている

IRENAにおけるDERの定義

需要家設置蓄電池
(Behind-the Meter Battery)
需要端に設置される小型蓄電池で、発電に余剰が生じる際に蓄電

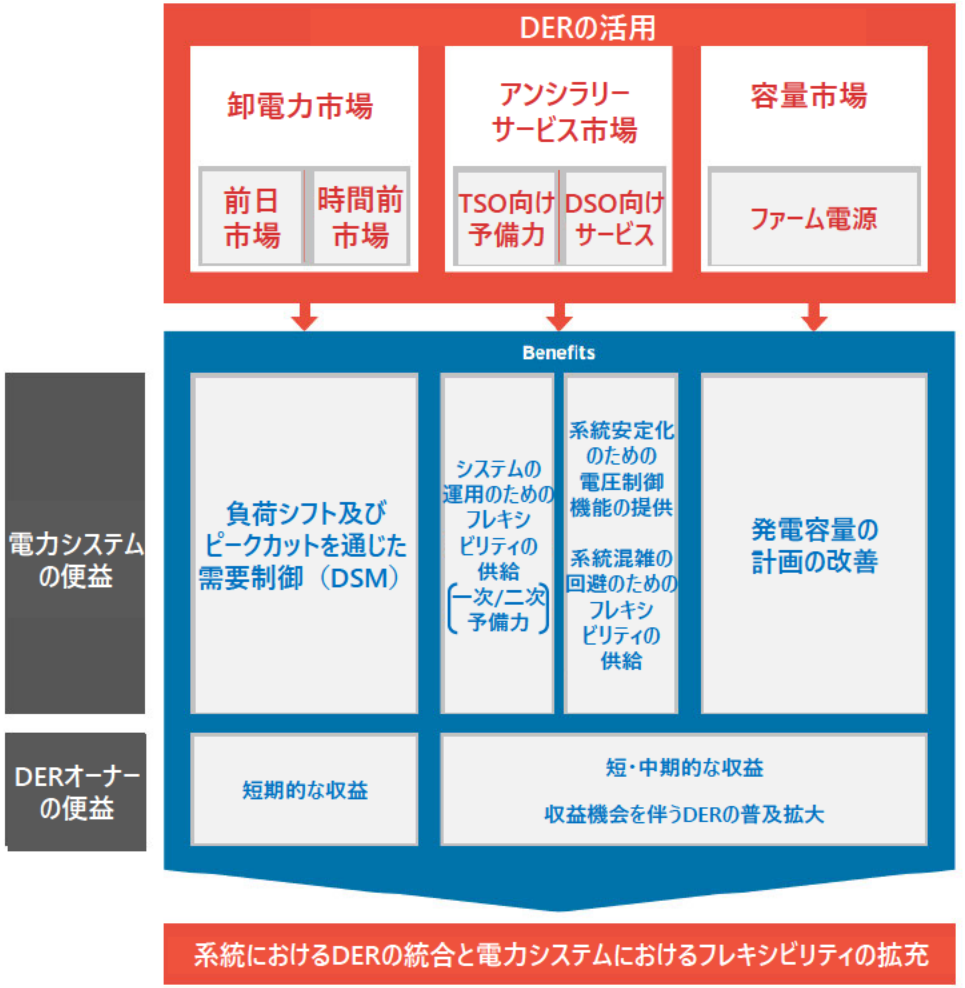
スマート充電EV
配電網の制約、ローカルの再エネの発電状況及びドライバーの選好に応じた充電サイクルの最適化

分散電源
太陽光や小型風力等、低圧/中圧に接続される電源

デマンド・リスポンス
需要家自身でまたはアグリゲーターを通じて、電力消費パターンを変更したり、系統サービスを提供するプロセス

Power-To-Heat
住宅用途へのボイラー、ヒートポンプ、蓄熱設備等による熱供給

DERの便益



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

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

IEA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。

出所）IEA “Unlocking the Potential of Distributed Energy Resources” 2022年5月 より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

諸外国におけるDER活用ロードマップ

次世代電力ネットワークにおけるDER活用像と課題

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

（３）検討会の開催 ・運営

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

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**	**市場**	**需要家**	**デジタル化**	**役割と責任**
	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の実現	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	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	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	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**	**プロセスの強化**	**公平性と透明性**		
	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	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に関する共通の枠組みの採用	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**	**系統インフラ**	**市場への統合**	**需要家プログラム**	
	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	DERの価値を最大化する系統の整備計画及び運用	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	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**	**市場へのリソース供給の実証**	**電気計量政策**	**より詳細な地点価格**	
	DERの計測/評価、市場の制度設計、ソフトウェア開発　等	空調の負荷調整、太陽光＋蓄電池、TPO蓄電池	計量値に関する政策、市場の制度設計	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**	**料金と投資のシグナル**	**DERの普及・参加**	**需要家保護・エンゲージメント**	
	DERそのものとネットワーク及び系統運用機関の技術ケーパビリティ	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	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	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**	**系統混雑への対応（既存系統の有効活用）**	**需給調整・系統安定化技術の高度化**	**遠隔分散型グリッドにおける再エネ比率向上**	
	マスタープラン策定、連系線等の増強、長距離直流送電(HVDC)	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	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	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	

出所）公開情報より作成

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

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し、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る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 “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

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

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、エンパワーメント、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（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

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

諸外国におけるDER活用ロードマップ｜BEIS・Ofgem

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

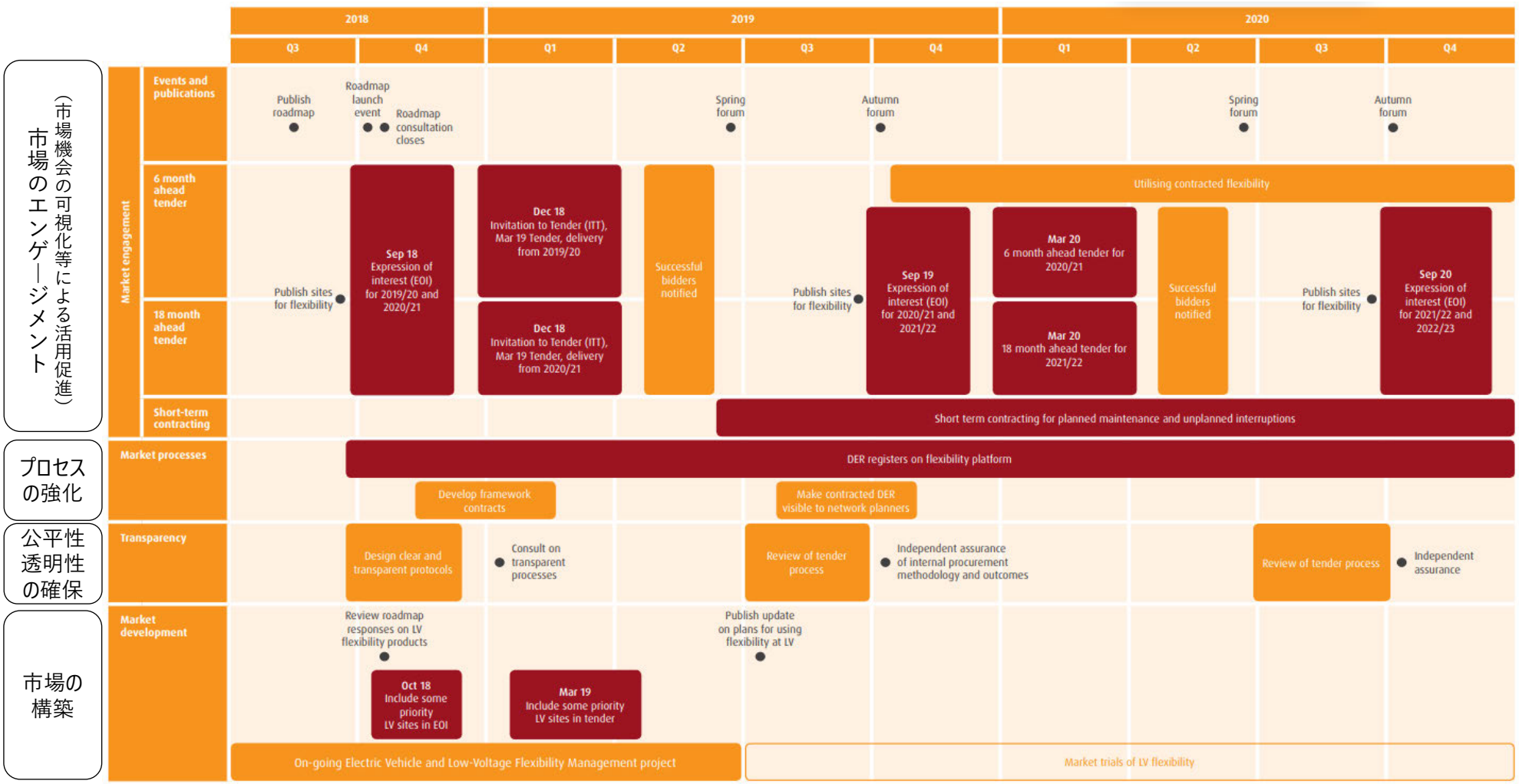
National Grid ESOの"Flexibility Roadmap"における「需要家」領域のアクション	BEIS・Ofgemの"Smart Systems and Flexibility Plan 2021"におけるアクション（例）
CON1 相互運用性、データプライバシー、サイバーセキュリティ、およびグリッドの安定性をサポートする、デバイスおよびフレキシビリティサービスプロバイダー向けの適切な技術的および規制の枠組みについて検討、施策を立案	• 負荷を制御するフレキシビリティサービスプロバイダー等の適切な規制アプローチについて検討（2022年度） • 機器サプライヤー、フレキシビリ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
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	• 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
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	• 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化 （エネルギー安全保障法案：国会審議中）
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	• 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

出所）BEIS・Ofgem "Smart Systems and Flexibility Plan 2021" 2021年7月 より作成

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

DER資産の効率的利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



出所）UKPN “Flexibility Roadmap”

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

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"

出所）UKPN https://ukpowernetworks.opendatasoft.com/pages/home（2022年10月31日時点）より作成

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

2045年までに100%の電力を二酸化炭素排出のない電源で補うことを目標とした、SB100の達成に向けた行動目標を制定

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

Purpose: Improve demand-side resource management through more effective, integrated demand response (DR) and retail rate structures.

How: 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

TRACK TWO
Grid Infrastructure

Purpose: Guide utility infrastructure planning and operations to maximize the value to ratepayers of DERs interconnected to the electric grid.

How: 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

TRACK THREE
Market Integration

Purpose: Support renewable integration, GHG reduction, and grid reliability through efficient integration of DERs into wholesale markets.

How: Enable market integrated DERs to produce multiple benefits.
- Resource Adequacy
- Reliability
- Efficient wholesale market grid services

TRACK FOUR
DER Customer Programs

Purpose: Improve coordination, planning and developing consistent metrics across DER customer programs to maximize their contributions to GHG reductions and other state energy goals.

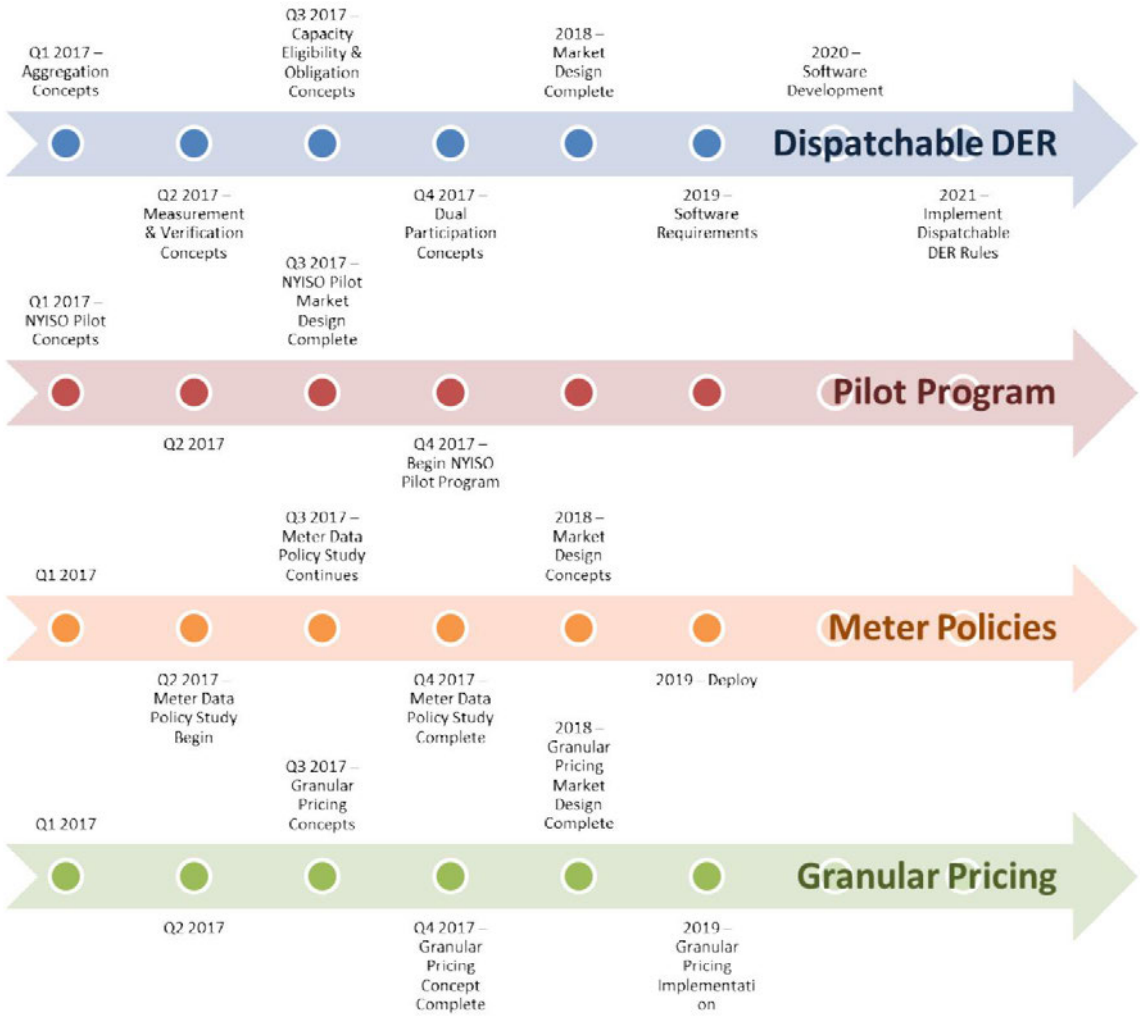
How: enable all customers to effectively manage energy usage
- equitable participation and distribution of benefits
- alignment with evolving rate design and load flexibility
- alignment with distribution planning & IRP objectives

出所）CPUC “Distributed Energy Resource (DER) Action Plan”

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

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



DERへの給電指令の実現
・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

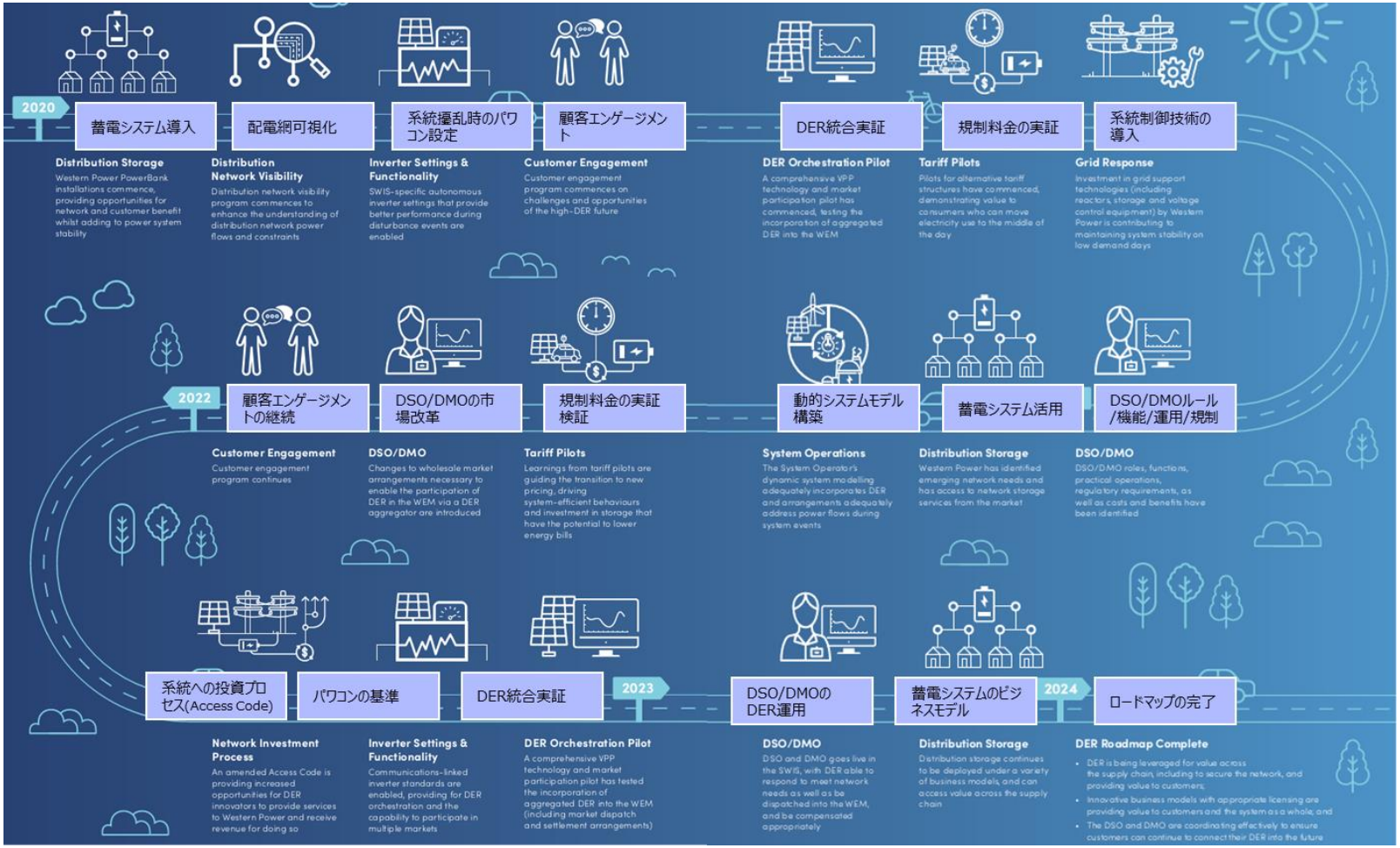
より詳細な地点価格
・地点価格の設計
・市場の制度設計

出所）NYISO “Distributed Energy Resources Roadmap for New York’s Wholesale Electricity Markets” 2017年1月

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

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” より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

DERの必要性・便益に関する国際機関での認識

諸外国におけるDER活用ロードマップ

次世代電力ネットワークにおけるDER活用像と課題

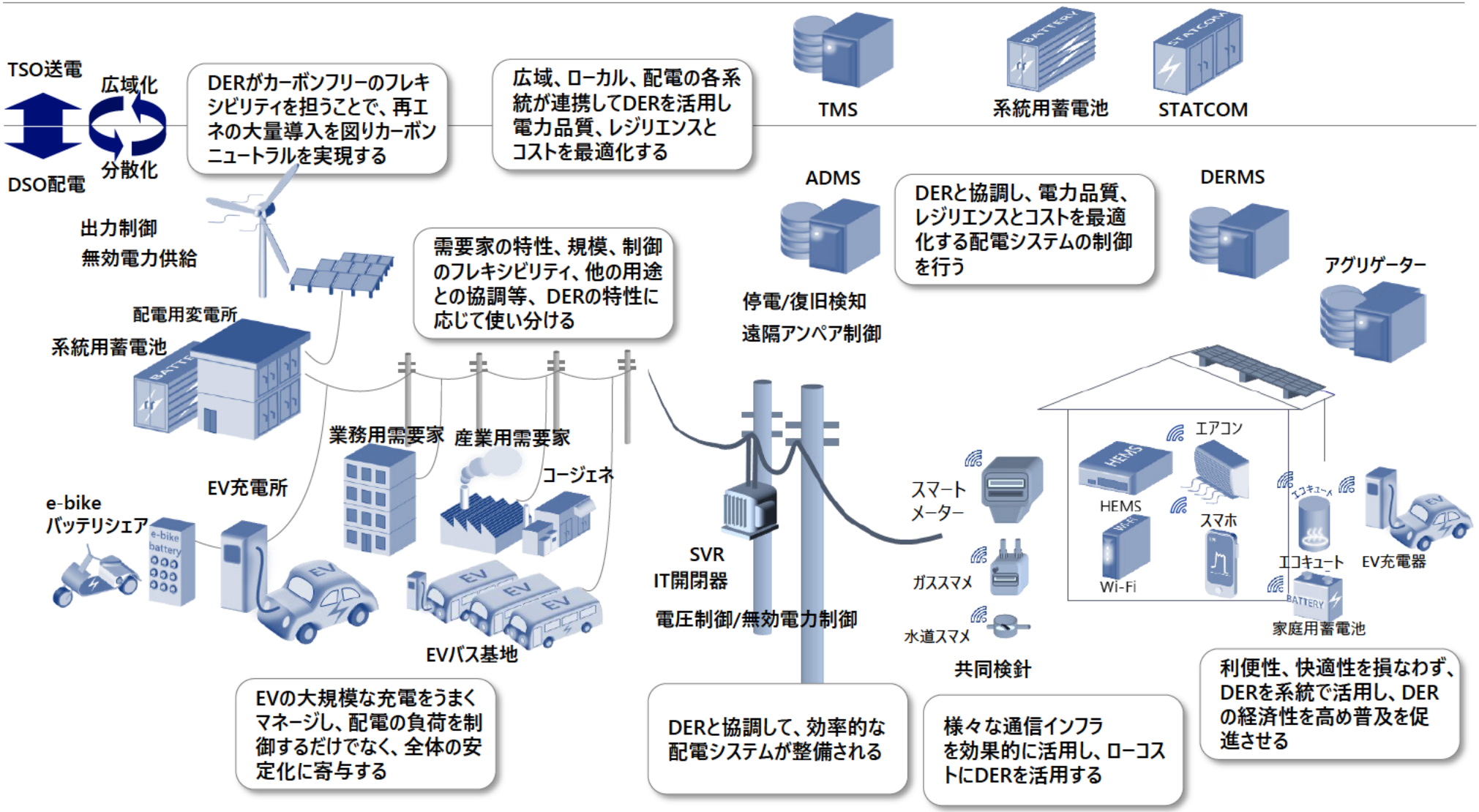
（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

（３）検討会の開催 ・運営

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

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）



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

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

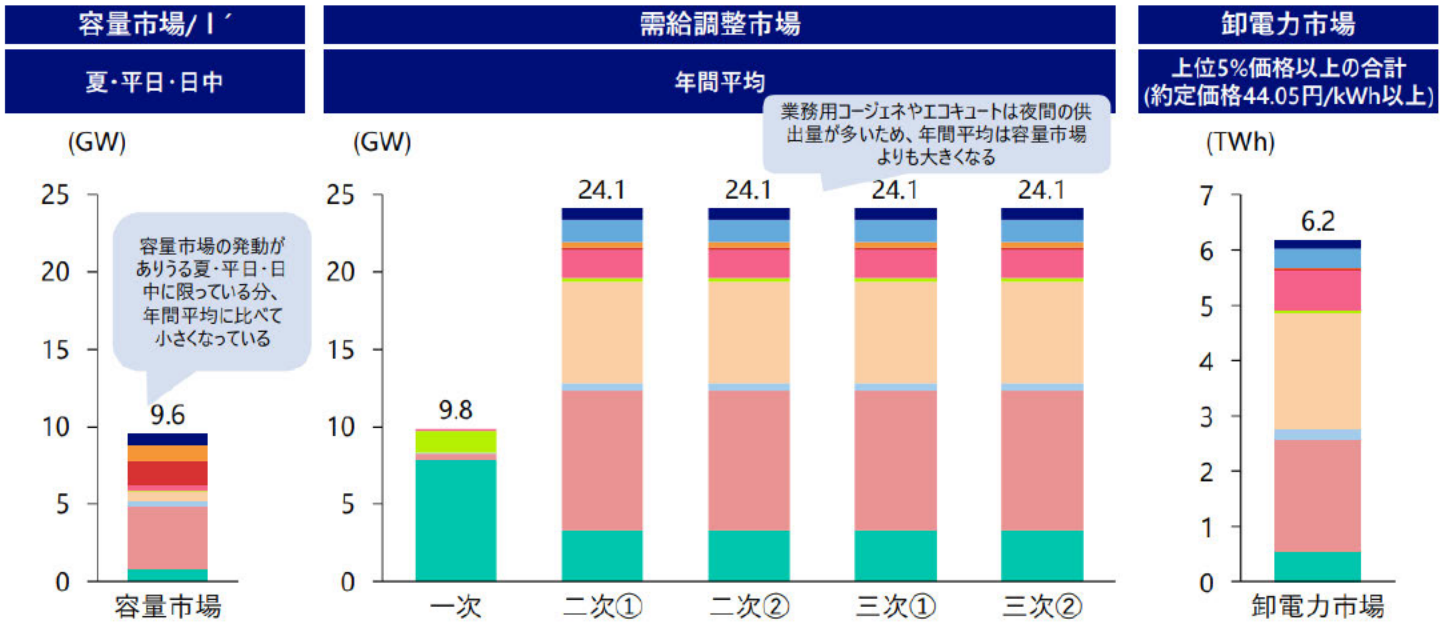
リソース別の下げDRリソース供出ポテンシャル

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。

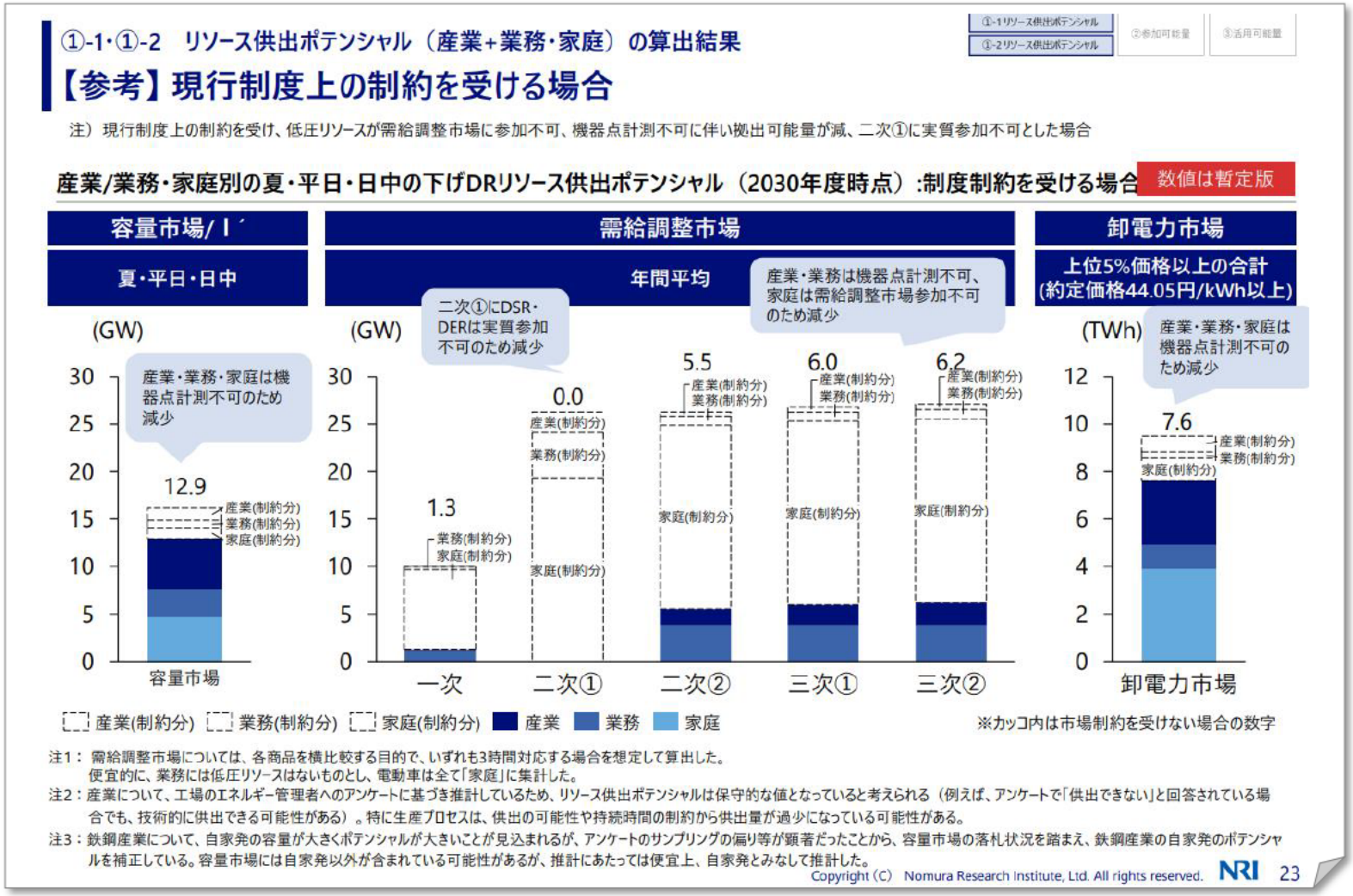
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

出所）資源エネルギー庁「第17回 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会検討会 資料5-1」2022年1月

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

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

下げDRリソース供出ポテンシャル



出所）資源エネルギー庁「第17回 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会検討会 資料5-1」 2022年1月

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

次世代の分散型電力システムに関する検討会の着眼点に応じて、本報告書の節立てを設定し、以下の資料で関連事例等を紹介する

次世代の分散型電力システムに関する検討会の着眼点

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．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りうるか。

3．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。

本報告書の切り口

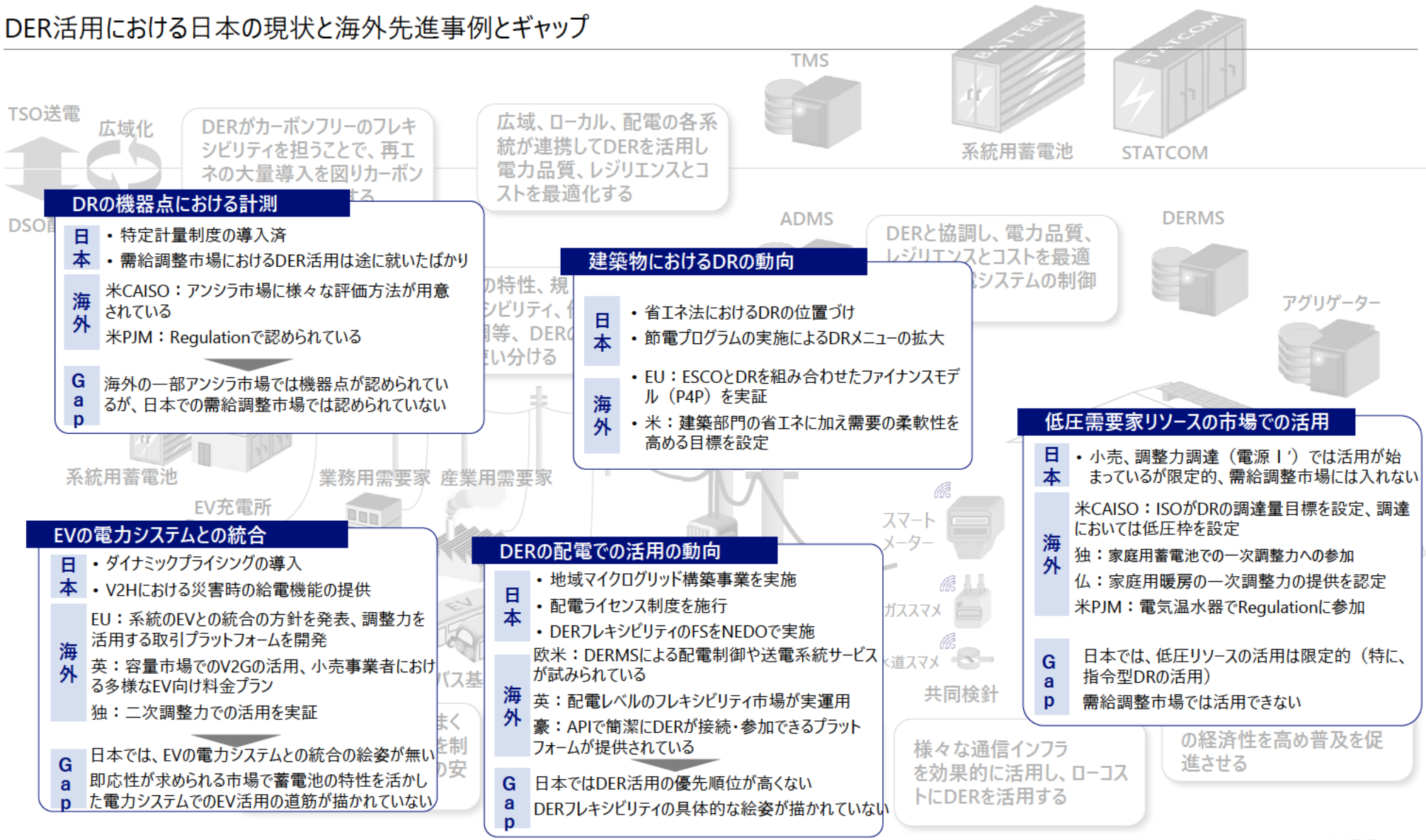
- EVの電力システムとの統合
- 建築物におけるDR
- DRの機器点における計測
- 低圧リソースの市場での活用
- DERの配電での活用

※「建築物におけるDR」については本報告書では取り上げない

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

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



DRの機器点における計測

日本	• 特定計量制度の導入済 • 需給調整市場におけるDER活用は途に就いたばかり
海外	米CAISO：アンシラ市場に様々な評価方法が用意されている 米PJM：Regulationで認められている
Gap	海外の一部アンシラ市場では機器点が認められているが、日本での需給調整市場では認められていない

建築物におけるDRの動向

日本	• 省エネ法におけるDRの位置づけ • 節電プログラムの実施によるDRメニューの拡大
海外	• EU：ESCOとDRを組み合わせたファイナンスモデル（P4P）を実証 • 米：建築部門の省エネに加え需要の柔軟性を高める目標を設定

低圧需要家リソースの市場での活用

日本	• 小売、調整力調達（電源Ⅰ’）では活用が始まっているが限定的、需給調整市場には入れない
海外	米CAISO：ISOがDRの調達量目標を設定、調達においては低圧枠を設定 独：家庭用蓄電池での一次調整力への参加 仏：家庭用暖房の一次調整力の提供を認定 米PJM：電気温水器でRegulationに参加
Gap	日本では、低圧リソースの活用は限定的（特に、指令型DRの活用） 需給調整市場では活用できない

EVの電力システムとの統合

日本	• ダイナミックプライシングの導入 • V2Hにおける災害時の給電機能の提供
海外	EU：系統のEVとの統合の方針を発表、調整力を活用する取引プラットフォームを開発 英：容量市場でのV2Gの活用、小売事業者における多様なEV向け料金プラン 独：二次調整力での活用を実証
Gap	日本では、EVの電力システムとの統合の絵姿が無い 即応性が求められる市場で蓄電池の特性を活かした電力システムでのEV活用の道筋が描かれていない

DERの配電での活用の動向

日本	• 地域マイクログリッド構築事業を実施 • 配電ライセンス制度を施行 • DERフレキシビリティのFSをNEDOで実施
海外	欧米：DERMSによる配電制御や送電系統サービスが試みられている 英：配電レベルのフレキシビリティ市場が実運用 豪：APIで簡潔にDERが接続・参加できるプラットフォームが提供されている
Gap	日本ではDER活用の優先順位が高くない DERフレキシビリティの具体的な絵姿が描かれていない

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

国内外の先進事例

グリッド統合へ向けた施策

通信プロトコルの標準化に関する事例

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

（３）検討会の開催 ・運営

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

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

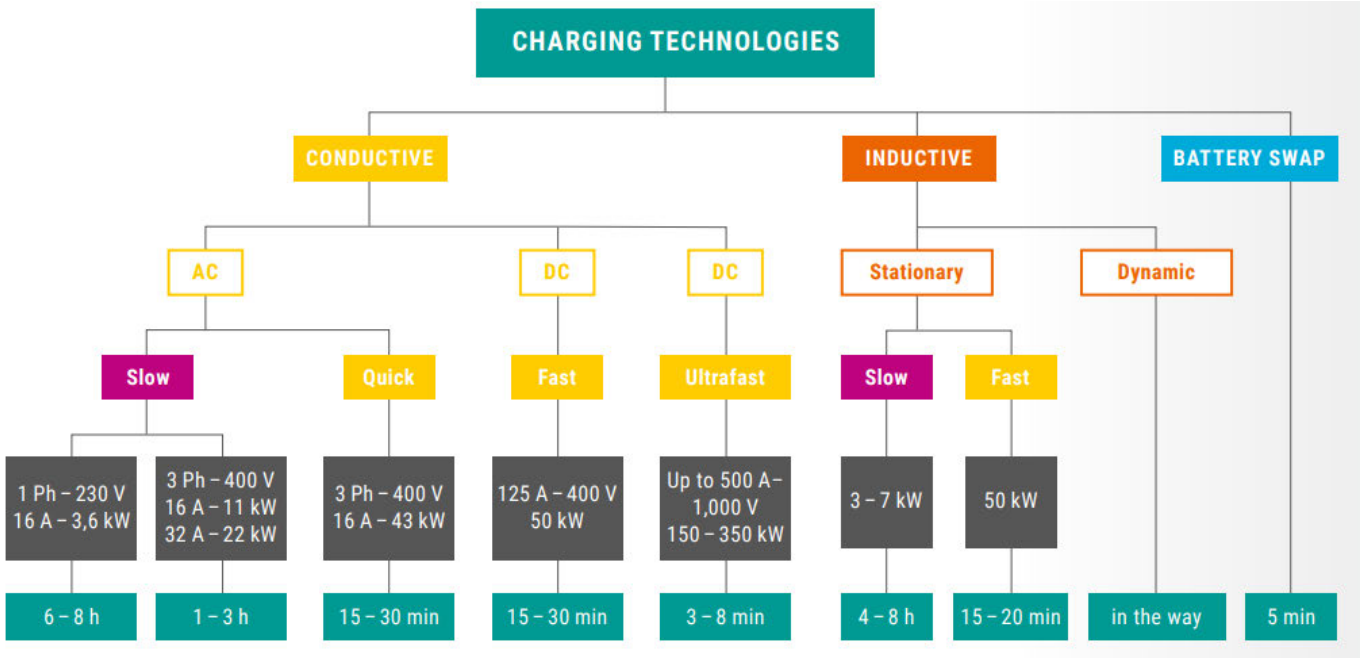
EVの電力システムとの統合機会

電力システムにとっての意味合い	電力システム関連のEVビジネス
• 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	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

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

【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

出所）ENTSO-E “Electric Vehicle Integration into Power Grids” 2021年3月

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

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

出所）ENTSO-E “Electric Vehicle Integration into Power Grids” 2021年3月 より作成

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

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	• 再エネ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	• 再エネ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	• 再エネ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 https://octopus.energy/go/（2022年10月27日時点）、Octopus https://octopus.energy/agile/（2022年10月27日時点）、Octopus https://octopus.energy/smart/intelligent-octopus/（2022年10月27日時点）より作成

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

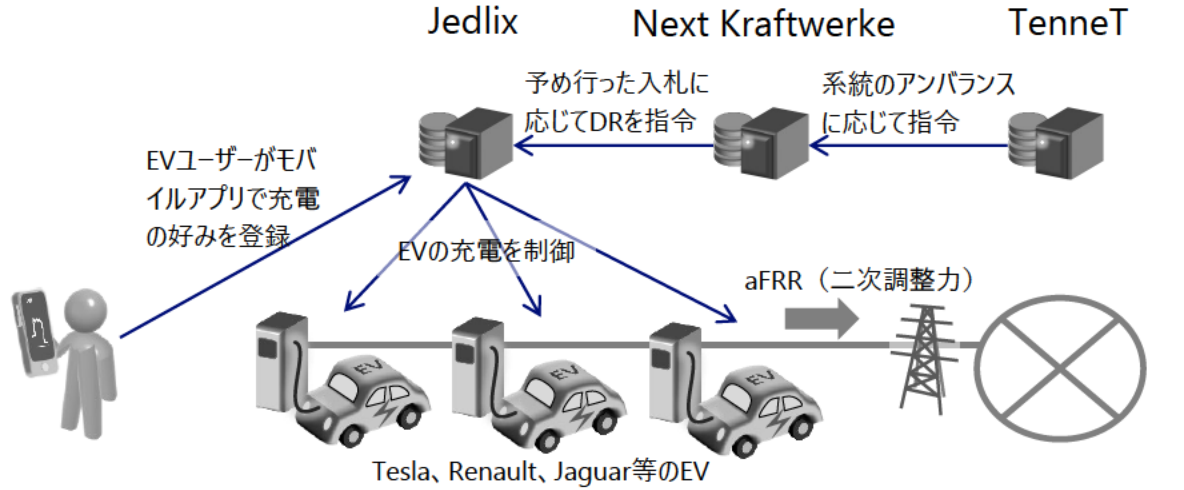
Next KraftwerkeとJedlixは、ドイツのTSOに対して、EV充電の制御による二次調整力（aFRR）供出を開始

■ 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



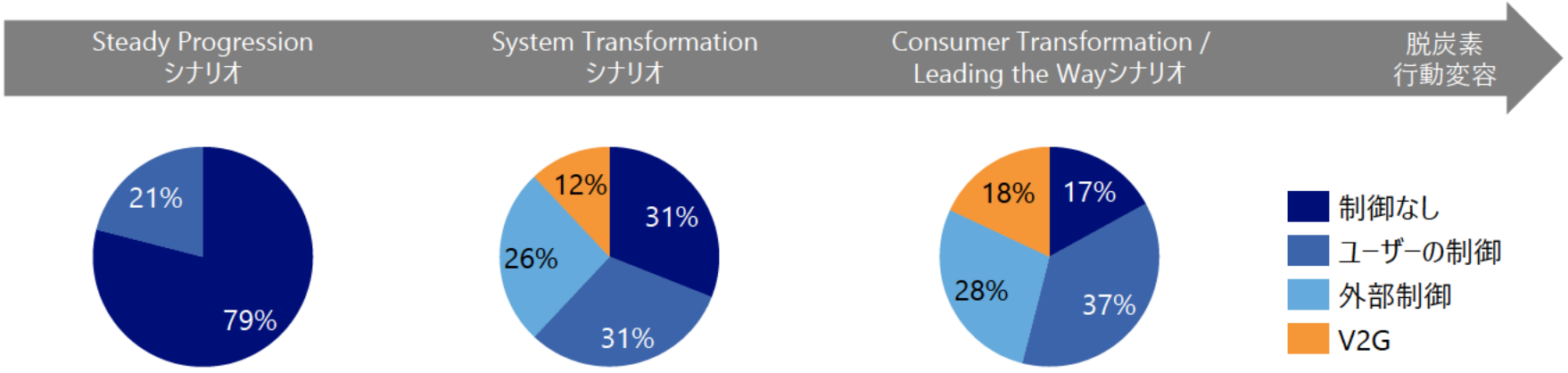
出所）Next Kraftwerke, “Next Kraftwerke unlocks flexibility from electric vehicles for the Dutch grid” https://www.next-kraftwerke.com/news/balancing-energy-electric-vehicle（2022年6月20日時点）、TenneT, “aFRR pilot end report” 2021年7月 より作成

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

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充電に関して言及されている
  - 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充電の管理度合の予測



＊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

出所）UKPN, “Distribution Future Energy Scenarios 2022” 2022年2月より作成

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

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)

出所）BEIS, “INFORMAL CONSOLIDATED VERSION OF THE CAPACITY MARKET RULES” 2021年7月、BEIS, “Government response on new generating technologies for the future Capacity Market” https://www.gov.uk/government/consultations/capacity-market-new-technologies-2021/outcome/government-response-on-new-generating-technologies-for-the-future-capacity-market （2022年6月20日時点）より作成

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

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を指す
- 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

出所）Equigy, https://equigy.com/ （2022年9月20日時点）より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

国内外の先進事例

グリッド統合へ向けた施策

通信プロトコルの標準化に関する事例

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

（３）検討会の開催 ・運営

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

IEA(2022)が推奨する施策に関して、日本でも取り組みが進んできている

EVのグリッド統合に向けてIEA(2022)が推奨する主な施策と、日本の取り組みの現状

分野		IEA(2022)が推奨する主な施策	日本の取り組みの現状
A. EVへの移行に向けた機関の準備		• ステークホルダーの関与 • WGの立ち上げ • 縦割りの解消	• 次世代の分散型電力システムに関する検討会において、EV×電力システムに関する議論が開始されている （今後、関係者を集めたWGを立ち上げての議論も予定）
B. EVが電力システムに与える影響の評価		• EV戦略の定義 • データ収集と洞察 • 系統への影響の評価	• 新車販売における電動車比率目標などが掲げられている • OD調査やダイナミックプライシング実証等から、移動データや充電データの収集が進められている 　• またダイナミックプライシング実証においては、EV走行データの共有を行う等の事例がある
C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開	充電戦略	• グリッドへの負荷を軽減する充電ステーション配備 • 電気料金型DR • 充電時間のランダムな遅延機能 • V1G • V2G	• 次世代の分散型電力システムに関する検討会において、グリッド負荷に対する課題提起が行われ、今後検討・議論される予定である • TOUなどのダイナミックプライシングによるEV充電シフトの実証が行われている • 充電器・充放電器の導入は拡大しつつある。V1G・V2Gを活用したVPP実証等が行われている
	技術要件	• １時間または１時間未満単位での計測 • リアルタイムの高度計測と通信インフラの確立 • EV向け個別計測 • バッテリーの状態測定	• 現行スマメで１時間未満単位での計測が可能である。また次世代スマメの活用により、リアルタイムの高度計測と通信インフラの確立が目指されている • 特定計量制度により、EV向け個別計測が可能である。また次世代の分散型電力システムに関する検討会等において、需給調整市場における機器個別計測の検討が行われている

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

IEA(2022)が推奨する施策に関して、日本でも取り組みが進んできている

EVのグリッド統合に向けてIEA(2022)が推奨する主な施策と、日本の取り組みの現状

分野		IEA(2022)が推奨する主な施策	日本の取り組みの現状
C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開	システム運用	• EV-EVSEのインターフェースの標準化・相互運用性対策 • EV-EVSE-グリッドの通信プロトコルの標準化 • EV登録・充電ポイントデータベースの構築 • 移動・充電パターンのデータ収集 • ステークホルダー間でのデータ交換プラットフォームの有効化 • EVの稼働率・電力価格・VREの発電量・系統制約の予測 • 充放電によるバッテリー劣化対策 • V2Gプロトコルへの対応	• OD調査やダイナミックプライシング実証等から、移動データや充電データの収集が進められている • またダイナミックプライシング実証においては、EV走行データの共有を行う等の事例がある • EVの稼働率・電力価格・VREの発電量・系統制約の予測精度の向上に向けた実証が行われている • CHAdeMOがV2Gプロトコルに対応している
	規制と市場設計	• DRにインセンティブを与えるフレームワーク • アグリゲータの市場アクセスの確保 • TOUまたはクリティカルピーク制の料金体系 • リアルタイムタリフ • 自家消費促進政策 • フレキシビリティの市場・契約 • ストレージの二重課金対策	• DRにインセンティブを与える市場設計や、アグリゲーターの市場アクセスの確保に向けた検討が進められている • TOUや市場連動型電気料金を展開する小売電気事業者も登場している • 改正省エネ法などにより、自家消費促進政策が検討されている • NEDOの実証等でフレキシビリティの調達方法が検討されている • 系統用蓄電池に関しては託送料金の課金方法について整理されている
D. 電力システム計画の改善		• プロアクティブな系統計画の実施 • EVの価値を最大限に反映	• 2023年度よりレベニューキャップ制度を開始する予定である

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

EVのグリッド統合に向けたIEA(2022)の提言と海外事例

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

IEA(2022)は、EVのグリッド統合に向けて、機関の準備と、EVが電力システムに与える影響の評価、グリッド統合に向けた施策の展開、電力システム計画の改善に関して提言を行っている

EVのグリッド統合に関するIEA(2022)の施策提言

A. 電動モビリティへの移行に向けた機関の準備	B. EVが電力システムに与える影響の評価	C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開	D. 電力システム計画の改善

• ステークホルダーの関与
  • モビリティや電力部門だけでなく、建設・不動産部門等の様々な関係者を関与させる
  • 学際的なワーキンググループを立ち上げて、機関の準備を始める
• 計画・政策策定における縦割りの解消
  • 政策立案者は、政策立案レベルで協力体制を確立し、また、部門横断的な調整を担当する窓口を指定することで、縦割りを解消し、相乗効果を最大化する
	• EV戦略の定義
	  • 車両の電動化の優先順位と、それに伴う充電ソリューションを決定するための電動モビリティ戦略を策定する
	• データ収集と洞察
	  • 移動調査や、GPS技術、充電データベースを活用し、移動ニーズと充電パターンに関するデータを取得する
	• 電力システムへの影響の評価
	  • 電力システムの状況とモビリティの状況（EV化される車両セグメントとそれに対応する充電ソリューション、ユーザーの嗜好や地域のモビリティパターン等）から、EV化による電力システムへの影響を評価する
		• グリッドへの負荷を軽減する充電ステーション配備
		  • ホスティング・キャパシティ・マップの公開等により、グリッド負荷の軽減に繋がる充電ステーション配備を行う
		• EVによる柔軟性を実現するための仕組みの構築
		  • 柔軟性を評価し、報酬を与える仕組みを作ることで、柔軟性提供に必要な技術やビジネスモデルを開放する
		• 標準化と相互運用性の強化によるアグリゲーションの促進
		  • 標準化と相互運用性を強化することで、十分な数のEVを集約できるようにする
		• EV充電と再エネとの連携
			• プロアクティブな系統計画の実施
			  • 新たな接続要求に対応するのではなく、様々な拡張のニーズを先取りする送電網計画を行う
			• 系統計画へのEV価値の反映
			  • 電力セクターのシナリオと計画には、EVの価値を十分に反映する

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

IEA(2022)は、EVのグリッド統合に関連するステークホルダーとして、国や地方自治体に加えて、メーカー・サプライヤー、都市・交通プランナー、建設・不動産事業者、研究機関等を挙げている

EVのグリッド統合に関連するステークホルダーの概要

EVのグリッド統合に関連するステークホルダー	概要（役割・特徴など）
国および地方自治体	• 電気自動車への移行を支援するための政策を展開する • 自治体や高速道路における充電用の公共スペースへのアクセス、および充電設備に関する建築規制を通じた個人スペースへのアクセスを容易にする • ネットワーク事業者や都市・交通プランナー、充電ポイント事業者との調整の中心となりうる
エネルギー規制機関	• ネットワーク独占の規制と非独占的活動における競争性確保を任務とする
バッテリーメーカー	• 電池技術の開発・革新を行う • 電池に関する専門知識（安全性、出力制限、劣化の力学等）を有する
EV機器サプライヤー	• 充電用機器を提供する • 自動車・充電ポイント事業者・電動モビリティサービス事業者・電力系統間の電気・通信機能の互換性に関心がある
都市・交通プランナー	• 人・モノの移動ニーズとそれを効率的に満たすためのルートを特定し、利用者の視点から充電ポイント設置場所を決定する専門知識を有する可能性がある
建設・不動産事業者	• 自治体と同様に、駐車場の提供という現在の役割を補完するために、EV充電用のスペースを提供することに貢献する可能性がある
研究機関・シンクタンク	• 電気モビリティの主要な技術的およびビジネス的側面に関する研究を行うことができる • 政策やビジネスモデルへの情報提供に役立つパイロットスタディや実証実験を行うことができる • EVの普及をモデル化し、システムインパクトを決定する専門知識を保有している

出所）IEA, "Grid Integration of Electric Vehicles" 2022年12月 より作成

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

【事例】カリフォルニアのVGI Working Groupには、様々なプレイヤーが参加している

- CAISO※1 やCEC※2、CPUC※3などから成るカリフォルニア州の共同機関は、EVのグリッド統合（VGI） を支援する政策を策定しており、VGI Working Groupは、その政策立案に貢献している
- 2019年のVGI Working Groupは、主に下記の点に回答すべく検討を行った
  - どのようなVGIユースケースが現在価値を提供できるか、そしてその価値はどのように捉えられるか？
  - 将来、追加のユースケースを展開できるようにするためには、どのような政策を変更または採用する必要があるか？
  - VGIのユースケースの価値は、他のストレージやDERと比べてどうか？

VGI Working Groupの主な参加者

類型	主な参加者
系統運用者・規制機関等	CAISO、CEC、CPUC
電力会社	SCE、SDG&E、Peninsula Clean Energy、PG&E
アグリゲーター・エネマネ事業者	Enel X、Fermata Energy、Nuvve、Olivine、The Mobility House
自動車メーカー	Audi、BMW、Ford、GM、トヨタ、日産、ホンダ
EV充電器メーカー等	ChargePoint、Electrify America、EVGo、Greenlots、Hubject
バッテリー関連団体	CESA
交通事業者	Santa Clara VTA
研究機関・シンクタンク	Lehigh University
その他団体等	CALSTART、NRDC、Vehicle-Grid Integration Council

※1） California ISO、※2） The California Energy Commission、※3） California Public Utilities Commission
出所）GRIDWORKS, "VGI Working Group Final Report Annexes 6.30.20" より作成

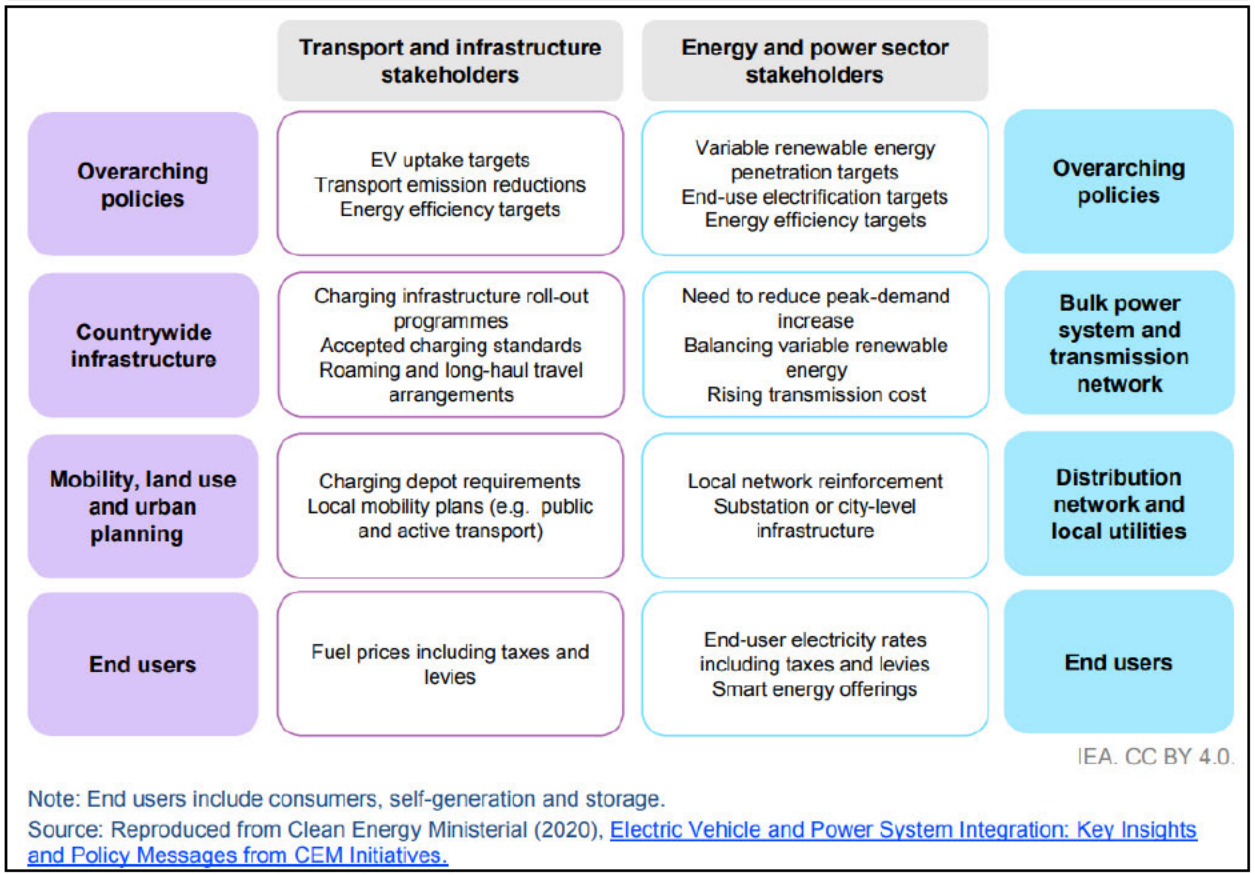
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

IEA(2022)は、ステークホルダーの関与に加えて、政策立案者は政府のさまざまな部門にわたって計画と政策を調整することを推奨している

■【事例】米国では、運輸省とエネルギー省の間の縦割りを解消するため、3億ドルの予算を持つ共同オフィスが設立された

- 充電インフラの導入・運用・保守に関する技術支援や、再エネ・自動車・送電網に関するデータの共有、EVのグリッド統合を促進するプログラムなど、9つの重点分野で業務を遂行することが期待されている

計画・政策策定における部門間の調整イメージ



Note: End users include consumers, self-generation and storage.

Source: Reproduced from Clean Energy Ministerial (2020), Electric Vehicle and Power System Integration: Key Insights and Policy Messages from CEM Initiatives.

出所）IEA, "Grid Integration of Electric Vehicles" 2022年12月

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

IEA(2022)は、移動調査やデジタル技術の活用、データへのオープンアクセス化等を推奨

データ収集と洞察における実施事項

実施事項	概要
移動調査の実施	• 移動調査を通じて、典型的な自動車の使用状況や毎日の移動、駐車場の好みを把握することで、EVの運転行動の可能性について大きな洞察を得ることができる
デジタル技術の活用	• GPSなどのデジタル技術は、特定の移動経路や通路に関する情報を提供し、充電インフラの具体的な配置を支援することができる

充電セッションデータの記録	• 充電パターンの分析は、実際の接続時間や充電時間に関する情報を改善し、柔軟性を明らかにし、充電インフラの展開戦略に役立てることができる
	  • 公共充電インフラの場合、都市や自治体当局は、充電データへの早期アクセスを容易にするため、入札でデータ共有要件を指定することができる
	  • 家庭での充電の場合、政策立案者は、データプライバシー規制と相まって、車載メーターや車両テレマティクスシステムからのデータ共有を要求することができる

公共充電インフラのデータへのオープンアクセスの維持	• 研究者や民間企業は、オープンアクセスを利用して、充電サービスの有効性を分析することができる • これは、交通網や自治体の区域、送電網の容量などを考慮した充電インフラの配置においても役立つ
パイロット・スタディの実施	• パイロット・スタディは、特に地域のモビリティの文脈における特定の充電ニーズを特定するために、詳細な洞察を提供することに役立つ

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

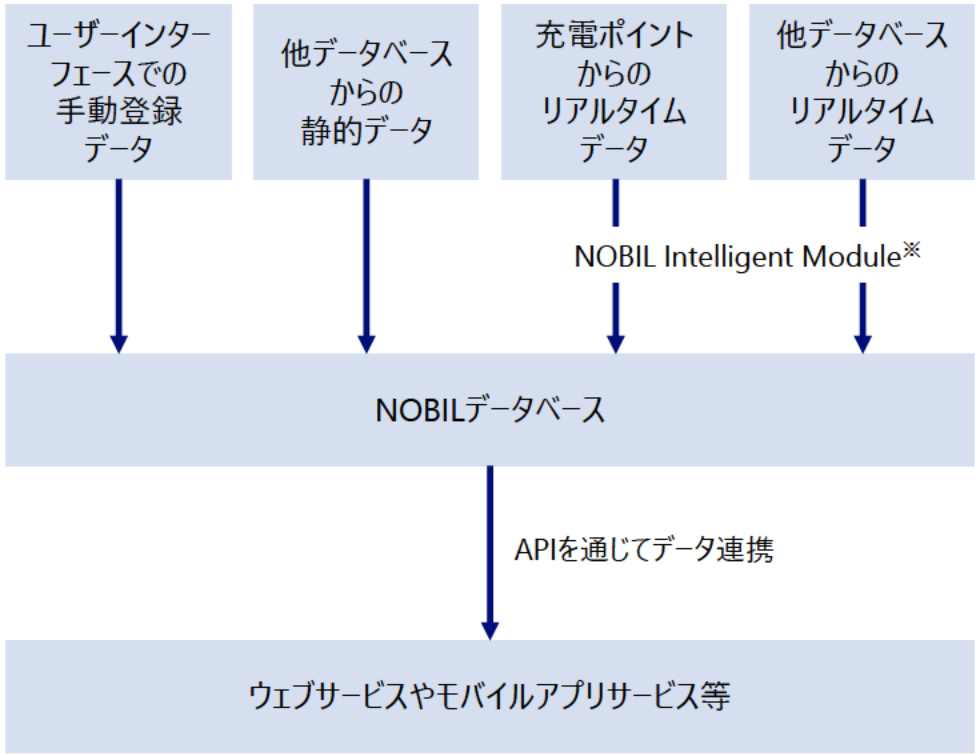
【事例】ノルウェーのNOBILは、EVユーザーやCPO（charge point operator）等からの情報を保有するデータベースであり、EV充電器に関する主要データを一般に公開している

- NOBILは誰もが利用できるようにするために、ノルウェー政府機関Enovaが資金を提供し、データベースの公的所有権を確保している
- NOBILの充電スタンドのデータを用いたサービス開発は、市場に委ねられている

NOBILの概要

開発・維持者	Norwegian Electric Vehicle Association
所有権	Enova
カバー範囲	• 約3,500の充電ステーション • 25,000以上の充電ポイント（2023年2月時点）
一般公開されるデータ	• コネクタの種類や充電容量、地図上の座標、写真などの主要データ • ユーザーへのアクセシビリティ情報 • 実用的・技術的な情報

NOBILの情報の流れのイメージ



※）データベースと充電ステーション等との間のインタラクションを提供する機能で、通信可能な充電ステーションから直接、またはバックエンド/制御システム経由のいずれかとなる。

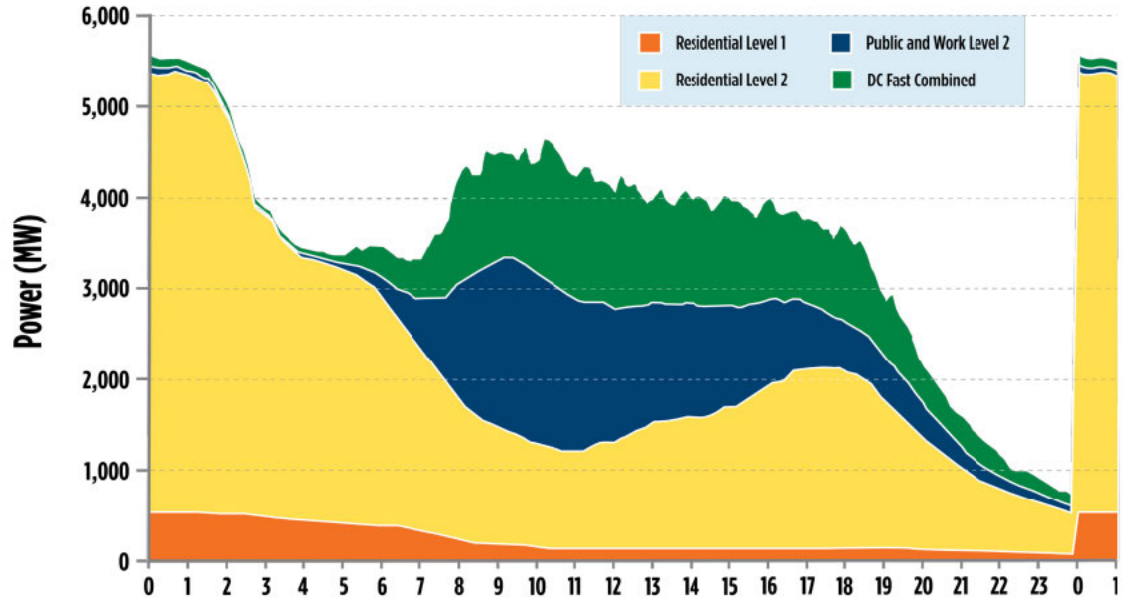
出所）NOBIL, "Welcome to the charging station database NOBIL" https://info.nobil.no/english/in-english（2023年2月12日時点）,
NOBIL, "Hva inneholder NOBIL?" https://info.nobil.no/innhold/hva-inneholder-nobil（2023年2月12日時点） より作成

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

【事例】カリフォルニアのCECは、2030年時点のEV充電による電力需要カーブを予測し、再エネ発電との連携の必要性や、送配電網への影響を指摘している。

- CECの分析では、2030年の小型EV充電による電力消費は、一般的な平日の午前0時頃に約5,500MW、午前10時頃に4,600MWに達し、それぞれ最大25%と20%の電力需要増加が予測されている
- 非住宅用充電器による電力需要は日中の太陽光発電とほぼ一致するが、それでも総充電電力量の60%以上は、太陽光が十分に得られない時間帯に需要が生じると予測されている
  - 特に、オフピークの電気料金が適用される深夜に充電需要が急増すると予測され、地域の配電インフラに負担がかかる可能性が指摘されている

2030年平日の800万台のZEV向け充電のための州全体の電力量予測



出所）CEC, "Assembly Bill 2127, Electric Vehicle Charging Infrastructure Assessment, Analyzing Charging Needs to Support Zero-Emission Vehicles in 2030" 2021年6月

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開

IEA(2022)は、EVの負荷と系統の柔軟性ニーズのフェーズに応じて、様々な有効施策を示している

EVの負荷と系統の柔軟性ニーズに応じた有効な施策

	フェーズ１：EVの負荷が系統に顕著な影響を与えていない状況	フェーズ２：EVの負荷は大きいが、系統の柔軟性ニーズは最小の状況	フェーズ３：柔軟性のあるEVの負荷が大きく、系統の柔軟性ニーズも大きい状況	フェーズ４：柔軟性のあるEVの負荷を高度に利用可能で、系統の柔軟性ニーズも大きい状況
充電戦略	グリッドへの負荷を軽減する充電ステーション配備	電気料金型DRの促進、充電時間のランダムな遅延機能の設定	V1Gの促進	V2Gの促進
技術要件		１時間または１時間未満単位での計測、EV向け個別計測	リアルタイムの高度計測と通信インフラの確立	バッテリーの状態測定
システム運用	EV-EVSEのインターフェースの標準化・相互運用性対策、EV登録・充電ポイントデータベースの構築、移動・充電パターンのデータ収集	EV-EVSE-グリッドの通信プロトコルの標準化、ステークホルダー間でのデータ交換PF(プラットフォーム)の有効化	EVの稼働率、電力価格、VREの発電量、系統制約の予測	充放電によるバッテリー劣化対策等
規制と市場設計	デマンドレスポンスにインセンティブを与えるためのフレームワーク整備	使用時間制またはクリティカルピーク制の料金体系、自家消費促進政策	フレキシビリティの市場・契約の整備、アグリゲータの市場アクセスの確保等	ストレージの二重課金対策等

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開

IEA(2022)は、EVの負荷と系統の柔軟性ニーズの状況によって、フェーズを定義している

EVの負荷と系統の柔軟性ニーズに応じたフェーズ

フェーズ１： EVの負荷が系統に顕著な影響を与えていない状況	フェーズ２： EVの負荷は大きいが、系統の柔軟性ニーズは最小の状況	フェーズ３： 柔軟性のあるEVの負荷が大きく、系統の柔軟性ニーズも大きい状況	フェーズ４： 柔軟性のあるEVの負荷を高度に利用可能で、系統の柔軟性ニーズも大きい状況

• 下記の理由で、EVの充電負荷がグリッドに顕著な影響を与えていない
  • EVの普及率が低い
  • 電動化される車種セグメントの規模が小さい
  • 系統の容量に対して負荷が小さい
	• 管理されていない充電によって、ローカル負荷やシステム全体のピーク負荷に時折問題が生じる
	• しかし、1年のほとんどの期間でネットワークやピーク容量が十分であるか、アップグレードが予定されているため、系統の柔軟性ニーズは低いままである
		• 柔軟性のあるEVの負荷が顕著となっている
		• 系統の柔軟性ニーズは、ローカルネットワークの容量制限から生じるもので、電気料金型DRのみの対策では十分に有効ではない
		• また、発電の回避や再エネ消費に対応するため、卸電力市場からの需要シフトニーズもある
			• 本来、EVは移動が主目的であるため、グリッドへのエネルギー供給（V2G）は割高となるが、それでも市場が適切な対価を払えるほどの系統の柔軟性ニーズがある
			  • 再エネ発電に依存する電力系統や、柔軟性のソースが限られている電力系統で、こうした状況が発生する

	主な例： **ノルウェー**	主な例※： **フランス、オランダ**	主な例： **島しょ部の電力系統**

※）V1Gが積極的に展開されている例として、フランスとオランダが挙げられている
出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開 | 充電戦略 | グリッド負荷軽減

IEA(2022)は、グリッドへの負荷を軽減する充電ステーション配備に向けて、ホスティング・キャパシティ・マップの作成や、蓄電池の併設などの対策を挙げている

「グリッドへの負荷を軽減する充電ステーション配備」に向けた主な対策

対策	概要	効果
ホスティング・キャパシティ・マップの作成	• 既存の負荷プロファイルやネットワーク容量、配電会社の性能要件を踏まえて、接続の可能性を示す	• 接続が保証される地域に充電ポイントを優先的に設置することができ、EV普及を促進することができる • 相互接続のプロセスを合理化し、協調的な計画を促進することができる
蓄電池の併設	• 充電ステーションに定置型蓄電池を導入する	• 特に重要な時間帯にEV充電がグリッドに与える影響を抑制することが可能となる
ロケーションごとの接続料金の設定	• 利用可能な送電網の容量に応じて接続料金を変更する	• 接続料がロケーションシグナルとして機能する • CPO※は、充電料金が高くなる可能性を考慮し、充電ステーション計画の実現可能性を評価するようになる
ノンファーム接続の導入	• 電力調整、あるいは特定の期間中の切断が可能という条件で、系統への接続を認める	• より大きな充電容量の接続をスピードアップすることができる
管理型充電への移行インセンティブの提供	• ネットワーク料金を、EV充電器の制御性と、EV充電の最大電力に応じて変化させる	• グリッドの利用率を向上させることができる • CPOは、インテリジェントな通信機能への投資コストを経済的に評価するようになる

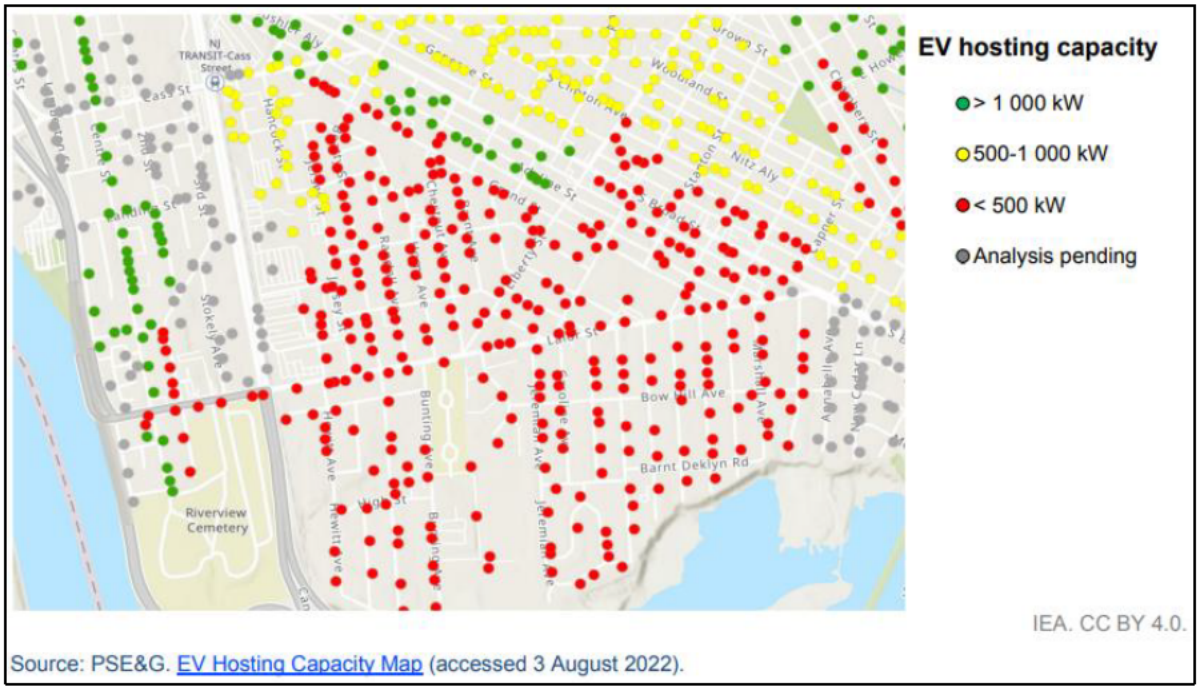
※）Charge point operator
出所）IEA, "Grid Integration of Electric Vehicles" 2022年12月 より作成

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

【事例】ニュージャージー州等の電力会社は、グリッド容量の空きを踏まえてEV充電器の接続可能な場所を示すホスティング・キャパシティ・マップを作成・公開している

- ホスティング・キャパシティ・マップは、CPO※が充電ステーション、特に電力需要の高いステーションを接続するための最適な場所を決定する際の指針として役立つ
- ホスティング・キャパシティ分析では、既存の負荷プロファイルやネットワーク容量、配電会社の性能要件を踏まえて、接続の影響が分析される

米国ニュージャージー州のホスティング・キャパシティ・マップのイメージ



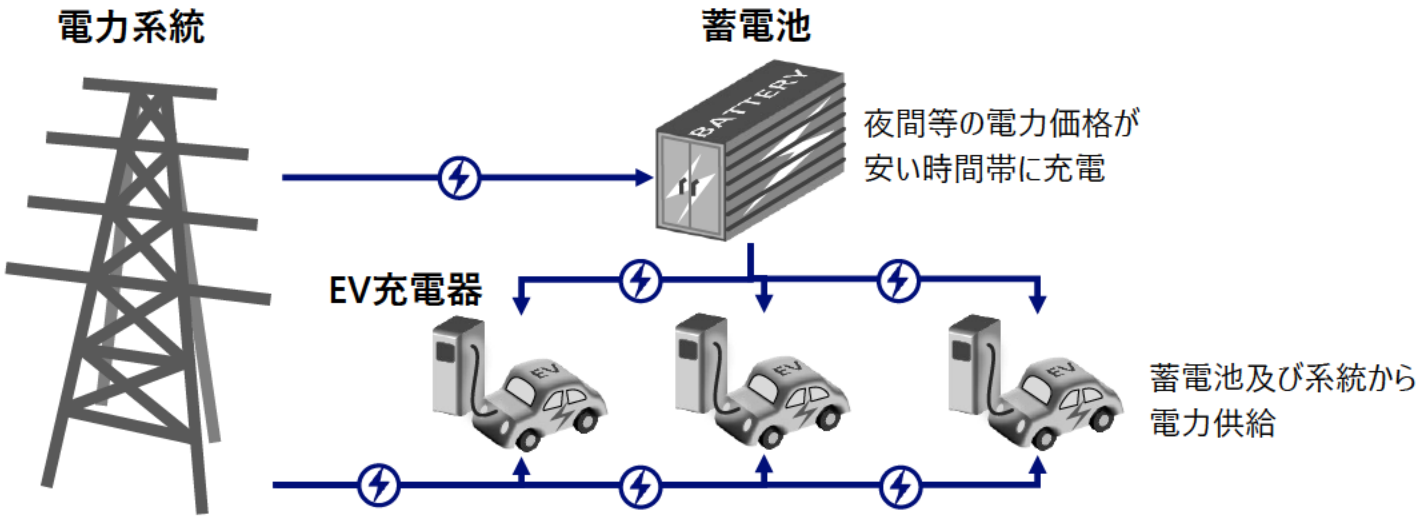
※）Charge point operator
出所）IEA, "Grid Integration of Electric Vehicles" 2022年12月

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

【事例】英国では、電力系統の供給力が十分ではないエリアに急速充電インフラを整備するため、蓄電池の併設が計画されている

- 高出力の充電ポイントの需要が高まるにつれ、特に戦略的道路ネットワーク※の最奥部では、充電ポイントに供給するための電力確保が課題となっている
- 急速充電向けの電力を電力系統から直接得られるようになるまで、約20の蓄電システムを導入し、非混雑時間帯にエネルギーを蓄え、混雑時に高出力の急速充電を提供できるようにする計画である
  - 2021年11月の時点では、National Highwaysは候補となるサプライヤーと協議中で、今後2年以内に高速道路会社の充電ポイントに接続する蓄電システムを導入する予定とされている

急速充電インフラへの蓄電池併設のイメージ



※）全国的に重要な物資・サービスの輸送に必要であり、交通大臣が所管している道路網

出所）GOV.UK, "Energy Storage Systems to support EV drivers rapidly charging on England's motorways" https://www.gov.uk/government/news/energy-storage-systems-to-support-ev-drivers-rapidly-charging-on-englands-motorways（2023年1月25日時点） より作成

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開｜充電戦略｜電気料金型DR・V1G・V2G

IEA(2022)は、充電戦略として、電気料金型DRやインセンティブ型DR等を推奨している

充電戦略における各対策の利点と事例、留意事項

対策	利点	事例	留意事項
電気料金型DR	• シンプルで簡単な実装 • ピーク時の負荷を抑制可能	• インセンティブと価格シグナルの組み合わせにより、ある時間帯から15-20%のEVユーザーがシフトし、ある時間帯に20-30%がシフト(カリフォルニア州)※1	• EVの普及率が高い場合、接続されたEV間の協調がうまくいかず、リバウンドピークが発生する可能性がある※2
V1G	• 電池の劣化を加速させることなく、電気料金型DRに比べてより高い反応性を発揮 • 再エネが利用可能な時間帯に負荷をシフトすることが可能	• シミュレーションによると、ピーク容量の回避と再エネの消費増加により、最大で2億1000万～6億ドルのコストを削減可能(カリフォルニア州)※3	• 電力の流れが一方向であるため、再エネの利用は負荷分散に限定される
V2B/V2H	• ローカルVREの自家消費拡大 • 消費量の急激な変化を避けることが可能 • レジリエンスに貢献	• 屋根上太陽光発電によるV2Hで19～600時間のバックアップが達成可能(米国)※4	• 双方向充電は、住宅やビルのローカルシステムに限定されことから、EVのグリッドへの貢献は限定的となる
V2G	• 周波数調整やアービトラージに貢献 • VREの拡充に貢献	• 周波数調整報酬と双方向充電器の追加コストに基づき、EV1台あたり年間2,304ユーロから年間-955ユーロまでのネットコストの範囲を設定(デンマーク)※5	• 充電サイクルの増加により、電池の劣化が加速されることから、充電アルゴリズムに考慮する必要がある
S2G/B2G （バッテリーステーションによるアクティブ制御）	• アグリゲーションが容易 • 同じ場所で長時間の柔軟性を提供可能	• 電池交換ステーションが、谷間の時間帯に充電してピーク回避または充電電力を低減し、かつ周波数調整のために数分間グリッドに放電するパイロットを実施(中国)※6	• 柔軟性を持たせるためのスタンドバイ電池の容量確保と、電池の補完コストの削減にトレードオフがある

※1）Sierra I. Spencer, Zhe Fu, Elpiniki Apostolaki-Iosifidou, Timothy E. Lipman, “Evaluating smart charging strategies using real-world data from optimized plugin electric vehicles” 2021年11月
※2）Jae D. Kim, “Insights into residential EV charging behavior using energy meter data” 2019年6月
※3）Jiucai Zhang, Jennie Jorgenson, Tony Markel, Kevin Walkowicz, “Value to the Grid From Managed Charging Based on California’s High Renewables Study”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol.34, 2019.
※4）David P.Tuttle, Robert L. Fares, Ross Baldick, Michael E. Webber, “Plug-In Vehicle to Home (V2H) Duration and Power Output Capability”, IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC), 2013.
※5）Peter Bach Andersen, Seyedmostafa Hashemi Toghroljerdi, Thomas Meier, Sørensen, Bjørn Eske Christensen, Jens Christian Morell Lodberg Høj, Antonio Zecchino “The Parker Project Final Report” 2019年1月
※6）蔚来, 每一个蔚来换电站, 都可以是一座虚拟电厂, 2022年8月
出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開｜充電戦略｜充電時間のランダムな遅延機能

【事例】英国では、特定の時間帯に充電が集中しないように、EV充電器に対して充電開始時間がランダムに遅延する初期設定が義務付けられている

- 英国政府は、2021年6月に「The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021」を制定した
- これにより、充電インフラ設置事業者は、充電時間をピーク時間以外に初期設定する義務が生じるようになった
- また、オフピークの開始時間となる平日の午前11時や午後10時に充電が集中しないように、充電開始時間が秒単位でランダムに遅延する初期設定も必要となった

The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021の主な規定

オフピーク充電機能に関する規定	• **ピーク時間以外の充電時間を初期設定とすること**
	  • ただし、需要家は初期設定の充電時間を変更することが可能である
	  • ピーク時間とは、平日の午前8時から午前11時まで、及び平日の午後4時から午後10時までを指す

ランダム遅延機能に関する規定	• **関連時刻において、ランダムに遅延することを初期設定とすること**
	  • ただし、オーナー等が遅延設定を上書きした場合や、当該時刻にDRを行う場合は、ランダム遅延が起きないようにされている
	  • 関連時刻とは、自動車を充電する目的で、該当する充電ポイントに電気が流れ始めるタイミング等を指す

出所）legislation.gov.uk, "The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021"
https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2021/9780348228434（2023年1月25日時点）より作成

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

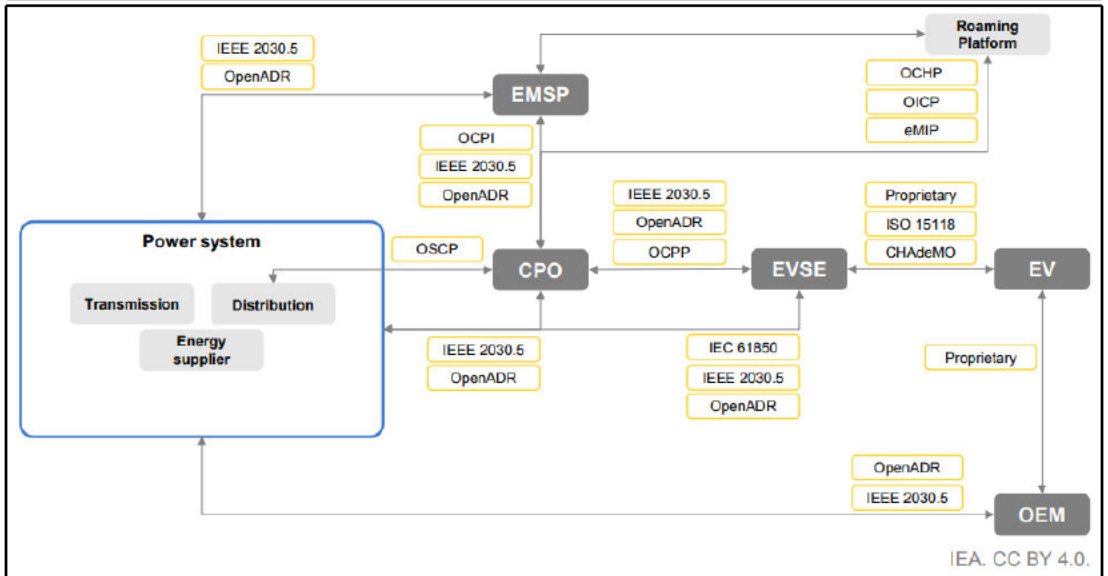
C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開｜システム運用｜通信プロトコルの標準化

IEA(2022)は、より多くのEVをアグリゲートできるように、EVとEVSE、電力系統間の通信プロトコルの標準化を推奨している

■ 通信プロトコルの標準化により、EVとEVSE、電力系統間の相互運用性が高まり、電動モビリティの普及に繋がる

- 需要家は、車種の選択に関係なく、管理された充電による料金削減効果等を得られる
- 電力系統は、系統向けサービス提供のためのアグリゲーション度合いの拡大効果等を得られる

EVのグリッド統合のエコシステムと通信プロトコル



Notes: CPO = charge point operator, EMSP = electric mobility service provider, eMIP = eMobility Interoperation Protocol, EVSE = electric vehicle supply equipment (charging infrastructure), OpenADR = Open Automated Demand Response, OCHP = Open Clearing House Protocol, OCPI = Open Charge Point Interface, OCPP = Open Charge Point Protocol, OEM = original equipment (EV) manufacturer, OICP = Open Intercharge Protocol, OSCP = Open Smart Charging Protocol.

Sources: IEA analysis from Neaimeh and Andersen (2020), Mind the Gap - Open Communication Protocols for Vehicle Grid Integration; Element Energy (2019), Implementing Open Smart Charging; Klapwijk, P. (2018), EV Related Protocols; NAL (2021), Tendering Guidelines for Open Market and Open Protocols.

出所）IEA, "Grid Integration of Electric Vehicles" 2022年12月

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開｜システム運用｜通信プロトコルの標準化

【事例】ルクセンブルクでは、新たに自家用EV充電スタンドが設置される場合、OCPPに準拠した充電スタンドであれば最大1,200ユーロの補助金が出されている

ルクセンブルクにおける自家用EV充電スタンド設置の補助金の概要

対象者	• 以下のいずれかの者
	  • 電気自動車用充電ステーションを新たに購入し、設置する者
	  • 充電ステーションが設置されている駐車場を所有またはリースしている者

充電スタンドの主な対象要件	• 三相交流で最大充電電力が11kWであること
	• 低電圧ネットワークへの接続に関する技術要件に準拠し、認定された電気技術者によって設置されていること
	• 駐車スペースが4台以上ある建物の場合は、下記のいずれかであること
	  • OCPP準拠の（スマート）充電ステーション
	  • 共有のスマート充電管理システムで管理された充電ステーション

対象期間	• 2020年7月1日から2023年6月30日までの間に行われた投資

補助額	• 充電スタンドの購入・設置にかかる費用（付加価値税別）の50%
	• ただし、駐車スペースが3台までの建物の場合、補助金の上限は以下のとおり
	  • 基本的な充電ステーションが750ユーロ
	  • **OCPPに準拠したスマート充電ステーションは1,200ユーロ**
	• 駐車スペースが4台以上の建物の場合、補助金の上限は以下のとおり
	  • スマート充電ステーションが1,200ユーロ
	  • 共有のスマート充電管理システムで管理された充電ステーションが1,650ユーロ

出所）Guichet.lu, “Applying for financial aid to install a private electric-vehicle charging station”
https://guichet.public.lu/en/citoyens/transports-mobilite/transports-individuels/aides-financieres-acquisition-detention-vehicule/installation-bornes-charges-privees.html （2023年1月25日時点）より作成

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

C. EVのグリッド統合に向けた施策の展開｜システム運用｜充放電によるバッテリー劣化対策

【事例】英国では政府系研究機関CENEXが中心となってV2G実証を行っており、最適な充放電により、通常充電よりもV2Gによるバッテリーの劣化を8.6～12.3%改善することができた

- CENEXは、充電の劣化メカニズムを、蓄電池温度やSoC等に起因するCalendar Ageingと、周辺温度や充電サイクル数、DoD等に起因するCycling Ageingに分解した
- ２つの劣化メカニズムを踏まえた最適な充放電アルゴリズムによって、制御されていない充電と比較して、V2Gによるバッテリーの劣化を8.6～12.3%改善することができた

充電の劣化メカニズムと劣化要因

劣化メカニズム	劣化要因
Calendar Ageing	• 蓄電池温度 • SoC等
Cycling Ageing	• 周辺温度 • 充電サイクル数 • DoD • Cレート

充電方法の違いによる電池劣化への影響比較

充電方法	概要	通常充電と比較した劣化改善率(一年後)
通常充電	充電器に接続すると同時にEVバッテリーをフル充電し、出発までSoC100%で放置する	－ （ベースライン）
遅延充電を行うスマート充電	EVバッテリーをSoCで放置し、適切なタイミングで充電し、出発時に100%にする	-5.9 ～14.9%
V1Gスマート充電	EVバッテリーをCalendar Ageing劣化率の低いSoCで休ませ、適切なタイミングで充電し、出発時に100%にする	0.4 ～ 14.9%
V2Gスマート充電	EVバッテリーをCalendar Ageing劣化率の低いSoCまで放電した後、適切なタイミングで充電し、出発時に100%にする	-16.0 ～ 10.6%
V1GとV2Gの統合型充電	V1GとV2Gを組み合わせ、Calendar AgeingとCycling Ageingを踏まえて最適に充放電する	8.6 ～ 12.3%

出所）CENEX, “EV-elocity Project Final Report” 2022年6月 より作成

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

IEA(2022)はEV充電の柔軟性を補償するメカニズムを可能な限り有効にすることを推奨

■ 市場メカニズムを有効化するほど、EVユーザーが当該サービスを提供することによる収益の積み上げが可能となる

■ なお、市場メカニズムの有効化とともに、下記のようなアグリゲーターの市場アクセスの確保も行う必要がある

- 卸売電力市場などの各市場にDRやVPPが参画できるようにする
- 最低入札容量を引き下げる

EV充電の柔軟性を補償するメカニズムの例

送配電領域	調達サービス	調達のためのメカニズムの例
配電	混雑管理	• ローカルフレキシビリティ市場 • フレキシビリティ入札・契約 • タリフ
	電圧調整	• – （成熟した市場メカニズムは今のところ無し）
	障害復旧	• フレキシビリティ入札 • 二者間契約
	フェーズインバランス	• – （グリッドコード遵守により実施）
送電	バランシンググリザーブ	• アンシラリーサービス市場
	エネルギーアービトラージ	• 卸電力市場

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

D. 電力システム計画の改善｜プロアクティブな系統計画の実施・系統計画へのEV価値の反映

IEA(2022)は、系統拡張やシステム計画の計画基準の見直し等を推奨している

電力システム計画へのEV価値の反映における実施事項

実施事項	概要

系統拡張の計画基準の見直し	• 系統拡張において、費用対効果が高い選択肢を検討する
	  • 系統増強に加えて、エネルギー効率化対策や需要側の柔軟性プログラムなども含めて、費用対効果を検討する
	  • 【事例】ニューヨーク州やカリフォルニア州では、DER活用など系統増強費用以外のソリューションとなるNWAs（Non-Wires Alternatives）を展開している
	• ただし、この計画基準とEV普及のインセンティブとのバランスを慎重にとらなければならない
	  • 費用対効果の高いグリッド投資に重点を置くと、ネットワーク更新のインセンティブが低下し、充電インフラやその他の負荷設備の接続を遅らせる可能性がある

システム計画における計画基準の見直し	• 発電と負荷の不確実性を考慮し、より高度で確率的な計画を行う
	  • 従来のシステム計画は、ピーク時の負荷増加を想定し、それに合わせて発電を計画することから、例えばピーク負荷を回避する形でEVなどのDERを導入した場合、新たに導入した発電設備が未使用に終わる可能性がある
	  • より高度で確率的な計画を行うことで、発電と負荷の不確実性を考慮することができる

規制設計の見直し	• 設備投資への偏りを減らすため、設備投資に対する収入を中心としたインセンティブの再構築を行う
	  • 収益上限を検討したり、EVのスマートチャージの支援等のイノベーションに対する明示的なインセンティブを検討する
	  • 【事例】英国におけるRIIO規制の枠組みでは、システム総費用アプローチにパフォーマンスとイノベーションのインセンティブが組み合わされており、イノベーションに投資して消費者やネットワーク利用者のニーズを満たす企業に報いる仕組みとなっている

出所）IEA, “Grid Integration of Electric Vehicles” 2022年12月 より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

国内外の先進事例

グリッド統合へ向けた施策

通信プロトコルの標準化に関する事例

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

（３）検討会の開催 ・運営

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

オランダでは、OCPPやOCPIなどはデファクトスタンダードであるとされている。一方で、将来的にはこれらプロトコルをどう活用するべきかを改めて検討する可能性も示されている。

オランダの充電インフラのプロトコルのあり方等に関する報告書の概要

報告書の目的	充電インフラの入札や提案依頼において需要と供給をより密接にするため、オープンマーケットやオープンプロトコルの考え方などを整理し、必要かつ可能な範囲で、入札や入札に利用できる具体的な文章案を出すこと
報告書の対象	• 充電インフラの入札・提案に関わる全ての人 • 公共と民間の両方 • そして旅客輸送用と業務用輸送用の充電インフラの両方
通信プロコトルに関する記載	• EV市場では、①オフィシャルまたはデジュールスタンダード（国際的に認められた正式な標準化団体が開発した規格／プロトコル）と、②デファクトスタンダード（市場の大部分で実際に使用されている規格で、EV市場の場合、公式な規格という形でまだ良い代替案がないもの）、③プロプライエタリープロトコル（特定の、多くは営利団体によって所有され、通常はその団体の特定の製品でのみ機能するプロトコル）が使用されている • OCPPやOCPI、OSCPなどは、国際的な②デファクトスタンダードになっている • 現時点では、これらのプロトコルは開発のためのインプットとして利用されているものの、公式な標準という形で有用な代替手段もない。将来的には、これらのプロトコルが公式な規格として組み込まれる可能性もあり、その際には、オランダでどのように活用するのがベストなのか、改めて検討することになる • オープンマーケットという観点から、オランダは、①オフィシャルスタンダードや②デファクトスタンダードという形で代替手段がある場合、③プロプライエタリープロトコルの使用には賛成しない

出所）NAL Werkgroep Open Markt & Open Protocollen, "Wegwijzer Open Markt & Open Protocollen bij contractering" 2021年6月より作成

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

英国ではEV充電器へのスマート機能の搭載が義務付けられた。相互運用性については、全ての電力会社との互換性が義務付けられたが、具体的なプロトコルは指定されていない。

The Electric Vehicles Regulations 2021の主な規定

スマート機能に関する規定	• 関連する充電ポイントは、スマート機能を有していなければならない
	• 以下の場合、関連する充電ポイントはスマート機能を有する
	  • (a)通信ネットワークを介して情報を送受信することができる
	  • (b) 受信した信号またはその他の情報に対して、以下のように応答することができること
	  • (i)充電ポイントを流れる電気の速度を増加または減少させること
	  • (ii)電気を流す時間を変更すること
	  • (c) (a)及び(b)で言及される機能を用いて、応答DSRサービスを含む需要側応答サービスを提供することができる
	  • (d)充電点を本規則に従って操作することを可能にする少なくとも一つのユーザーインターフェースが、充電点に組み込まれている、又は所有者がその他の方法で利用できるようにされていること

相互運用性に関する規定	• 関連する充電ポイントは、所有者が電力供給会社を変更した場合、スマート機能を停止するように設定されてはならない

The Electric Vehicles Regulations 2021のImpact Assessmentでの相互運用性に関する記載

- 政府は、充電ポイントは、どのエネルギー供給会社との互換性が阻害されないように設計することを義務付ける予定である
- この要件は、ユーザーがスマートチャージポイントを選択することによって、新しい機器を購入したり、スマート機能を失うことなくエネルギー供給会社を変更できないリスクを軽減することにつながる

出所）legislation.gov.uk, "The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021"
https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2021/9780348228434（2023年1月25日時点）より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

DRの機器点における計測

国内外の動向

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

（３）検討会の開催 ・運営

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

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

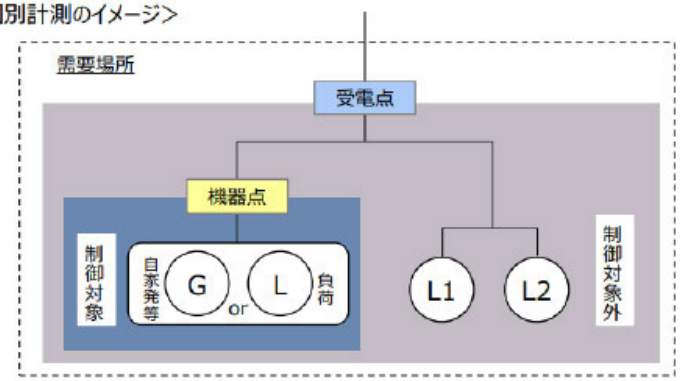
- 現行では、受電点での計量値によって制御量を評価している
- 受電点の評価では、制御対象機器以外のリソースの規模や需要の変動が大きい場合に、制御対象のリソースでは制御しきれない場合がある

機器個別計測の定義

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>



電力広域的運営推進機関

出所）電力広域的運用推進機関「第32回需給調整市場検討小委員会 資料3」2022年9月26日

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

DRの機器点における計測

国内外の動向

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

（３）検討会の開催 ・運営

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

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）

機器個別計測の適用状況

		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。

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

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において、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

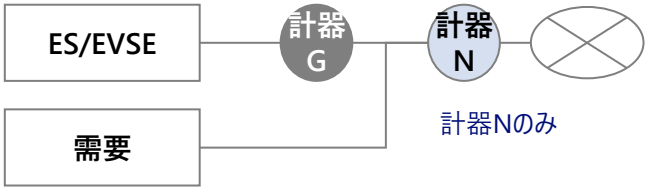
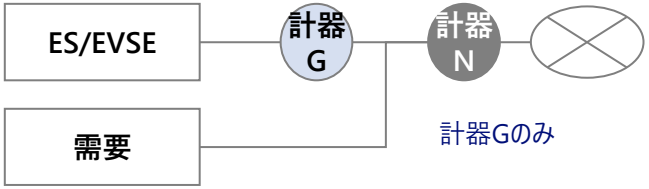
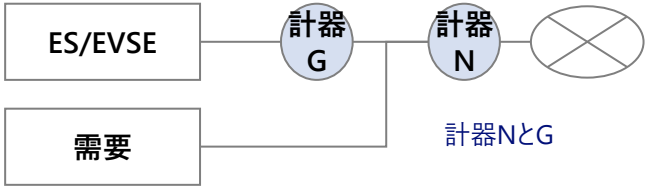
	提案	施行	主な決定事項
Phase 1	2015年12月 : 改定版最終提案発表	2016年11月 : 運用開始	• 蓄電池のCAISO市場における運用に関わるルールの整備 – Non-Generator Resources（NGR：蓄電池等[注]）の前日市場への入札時に、SOC(State of Charge)の情報を付加することとする – NGRのEnergy limit情報提供の義務をなくす • **DR（PDR/RDRR）における新たな評価方法の設定** – **発電機計測、Pure Load+発電機計測による評価オプションを追加する** – statistical sampling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ー(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パラメーター(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）

出所）CAISO “INITIATIVE:Energy storage and distributed energy resources”
https://stakeholdercenter.caiso.com/StakeholderInitiatives/Energy-storage-and-distributed-energy-resources
（2022年10月17日時点）より作成

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

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

出所）CAISO “INITIATIVE:Energy storage and distributed energy resources”
https://stakeholdercenter.caiso.com/StakeholderInitiatives/Energy-storage-and-distributed-energy-resources
（2022年10月17日時点）より作成

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

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日のうち最高気温が近い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とグロス需要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、"受電点需要値-機器点計測値"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)	• EVSEの計測（機器点計測）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)	• 蓄電リソースの機器点計測値を用いて、「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	

出所）CAISO "INITIATIVE:Energy storage and distributed energy resources"
https://stakeholdercenter.caiso.com/StakeholderInitiatives/Energy-storage-and-distributed-energy-resources
（2022年10月17日時点）より作成

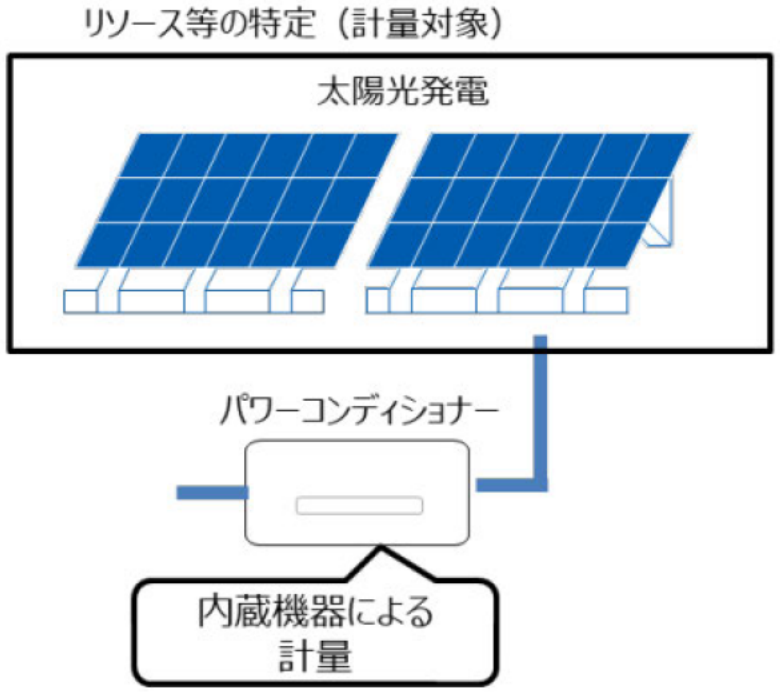
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

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

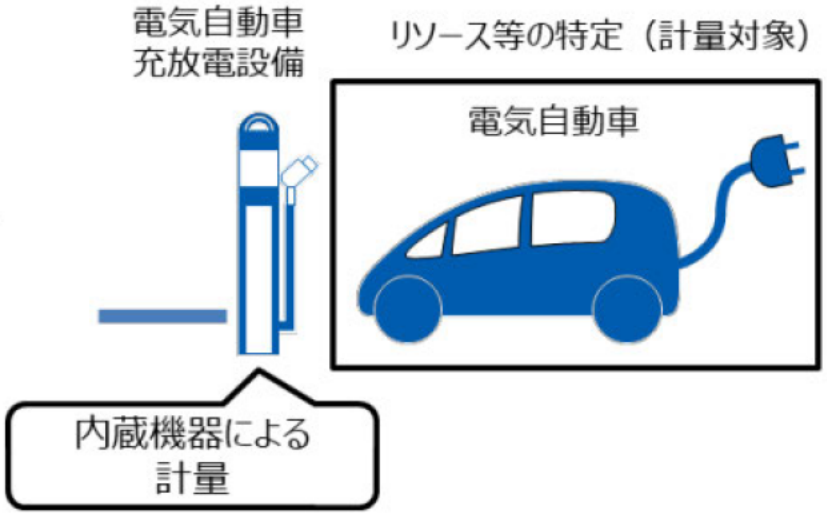
- 家庭等の分散リソースを活用した新たな取引等に限り*、事前に届出を行なった事業者に対し、届け出た電力量の取引等においては、特例計量器の計量値を使用することができるもの
- 適切な計量の実施を確保し、家庭等の需要家を保護する観点から、使用する特例計量器の精度の確保や需要家への説明を求めている

* 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）



出所）資源エネルギー庁「特定計量制度に係るガイドライン」2022年4月

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

議題

- 調査概要
- （１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
- **（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査**
  - EVの電力システムとの統合
  - DRの機器点における計測
  - **低圧リソースの市場での活用**
    - **一般送配電事業者の便益分析**
      - **本検討の概要**
      - STEP 1 ：低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認
      - STEP 2 ：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認
      - 分析結果のまとめ
      - 参考分析
  - DERの配電での活用
- （３）検討会の開催 ・運営

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

第1回 次世代の分散型電力システムに関する検討会の振り返りと本検討の内容

第１回検討会の振り返り

- ✓ 分散型システムの導入に向けて、分散型リソースの価値評価の観点から、「低圧リソースの市場等における活用」と「需給調整市場における機器個別計測の活用」が、検討すべき課題として示された。
- ✓ そして、特に「低圧リソースの市場等における活用」に関しては、**社会的便益があるかどうかの観点で、需給調整市場への低圧リソース参画に関する評価**を行う必要性が提案された。

本検討の内容

- ✓ 上記を受けて、現在、各所のご協力のもと、需給調整市場への低圧リソース参画及び機器個別計測に関する一般送配電事業者の便益分析を実施しており、本日は、その分析結果の報告を行う。
  - ✓ なお、本検討では、関連事業者へのヒアリング等を踏まえた試算を行っているが、**個々の需要家やアグリゲーターの状況をつぶさに反映したものではなく、一定の前提をおいた試算となっている。**
  - ✓ また、本検討では、**施策にかかる一般送配電事業者の費用が検討対象外となっており、実際の施策の実施判断には、一般送配電事業者のシステム改修費用等を考慮する必要がある。**

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

【参考】第１回検討会において、社会的便益があるかどうかの観点で、需給調整市場への低圧リソース参画に関する評価を行う必要性が提案された

②低圧リソースの各種電力市場での活用について

- 家庭用蓄電池やエネファームなどの低圧リソースは、**需要家内の自家消費やレジリエンス**といった当初の活用目的に加え、**外部とのkWh取引（小売電気事業者への逆潮流の販売）やkW取引（容量市場への参加）も実現**している。
- また、**EV等を束ねて電源Ⅰ'に参画**する事例も現れており、調整力（⊿kW）としての活用も始まっている。加えて、資源エネルギー庁の実証において、低圧リソースを束ねて需給調整市場の要件に技術的に対応が可能であることも明らかになりつつある。
- 他方、**需給調整市場においては、現時点では低圧リソースの参加は認められていない。家庭用蓄電池やEVを中心に低圧リソースの大幅な普及拡大が見込まれる**中、こういったリソースの活用策を考える必要があるのではないか。
- 検討の論点：
  - **リソースの数が膨大となる**中で、**一般送配電事業者によるアセスメント等に係る費用や、アグリゲーターの各リソースへ通信機器の設置費用等も踏まえ、社会的便益として成立するかどうかの観点での評価**を行う必要があるのではないか
  - 市場ルールの検討においては、（高圧での）機器個別計測の検討内容も踏まえながら**機器個別計測の採用可否**を判断する必要があるとともに、**膨大なリソースのアセスメント方法**や**低圧向けベースライン（基準値）の検討**等が必要ではないか

24

出所）資源エネルギー庁「第1回 次世代の分散型電力システムに関する検討会 資料7」2022年11月7日より作成

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

【参考】ERAB検討会では、我が国の2030年時点でのDERの活用ポテンシャルの大部分が、低圧の需給調整市場参画不可や、機器個別計測不可によって限定されることが示された

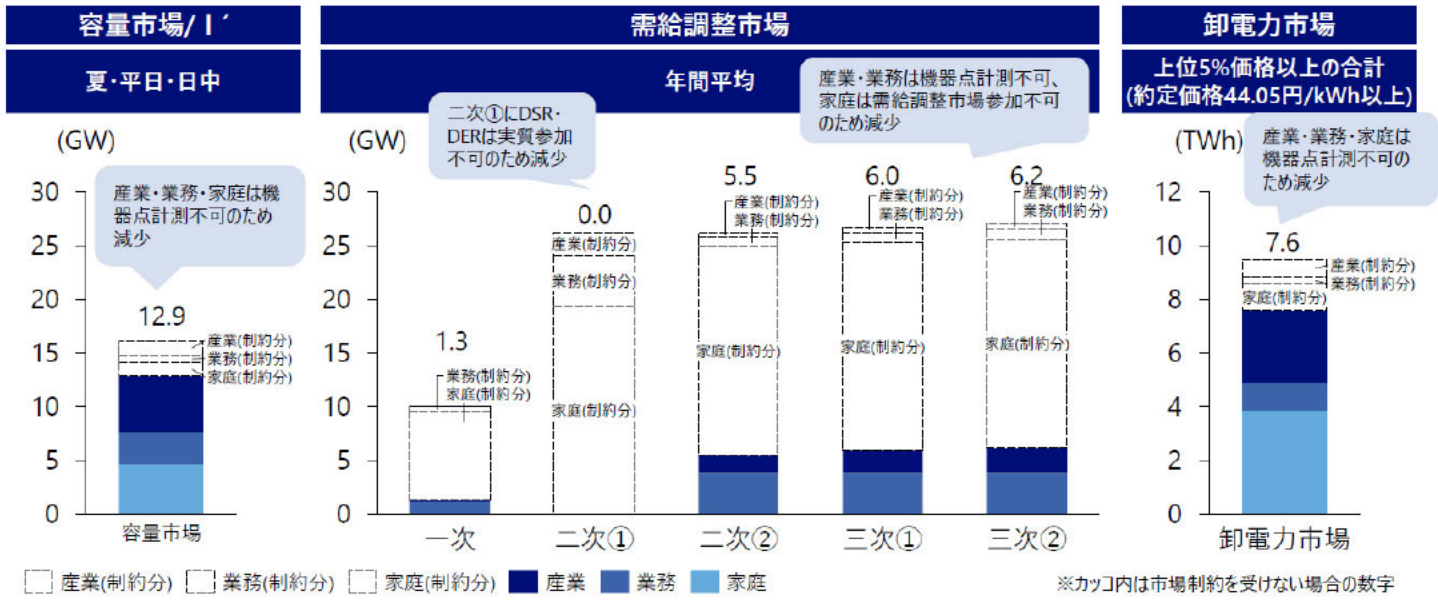
評価方法・結果｜①-1・①-2　リソース供出ポテンシャル（産業+業務・家庭）の算出結果

①-1 リソース供出ポテンシャル　①-2 リソース供出ポテンシャル　②参加可能量　③活用可能量

【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拠出可能量が減、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



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、自家発の容量が大きくポテンシャルが大きいことが見込まれるが、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、容量市場の落札状況を踏まえ、鉄鋼産業の自家発のポテンシャルを補正している。容量市場には自家発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、自家発とみなして推計した。

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

出所）野村総合研究所「令和３年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業分散型エネルギーリソースの更なる活用・普及推進に関する調査　報告書」2022年3月

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

需給調整市場への低圧リソース参画に関して「低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認」と、「一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認」を実施した

■ また、参考としてSTEP1において「低圧アグリゲーターの市場運用による収益の有無の確認」を、STEP2において「高圧リソースの機器個別計測による一送の調達費用削減効果の確認※1」を実施した

需給調整市場への低圧リソース参画に関する分析のステップ

	概要	計算方法
STEP 1 ： 低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認	• 需給調整市場への低圧リソース参画によって、アグリゲーターの収益が増加するかを確認する	• 低圧リソースが各市場に参画した場合の、入札・リソース・需要家・RAあたりの収益を積み上げて、アグリゲーションコーディネーターの収益を算出する • そのステークホルダー全体の利益を、需給調整市場参画前と参画後で比較する
STEP 2 ： 一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認	• 需給調整市場への低圧リソース参画によって、一般送配電事業者の調整力調達費用がどの程度削減されるかを確認する※1	• 低圧リソース等が需給調整市場にΔkW加重平均価格で参入すると仮定する※2 • 低圧リソース参画前に加重平均価格以上で落札されていた電源が、加重平均価格の低圧リソースと置き換わることで削減される一送の調達費用を試算する

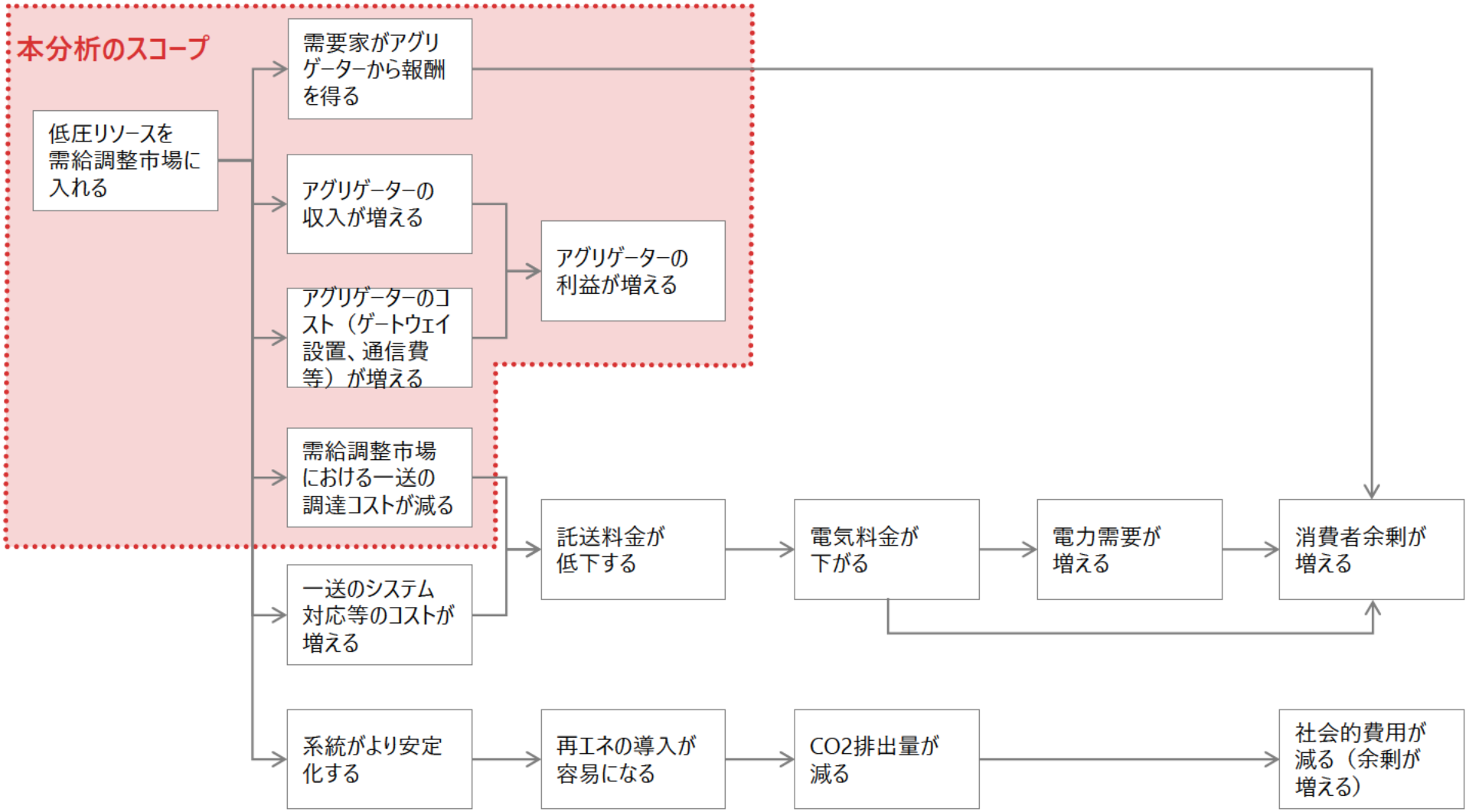
※１） 施策にかかる一送の費用が検討対象外となっており、実際の施策の実施判断には、一送のシステム改修費用等を考慮する必要がある

※２） STEP1で、需給調整市場にΔkW加重平均価格で参入することで、収益が増加することを確認する

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

【参考】本分析では、需要家・アグリゲーターの純便益の確認（STEP１）と、一般送配電事業者の便益の確認（STEP２）を行う

需給調整市場への低圧リソース参画による費用・便益構造と今回試算のスコープ



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

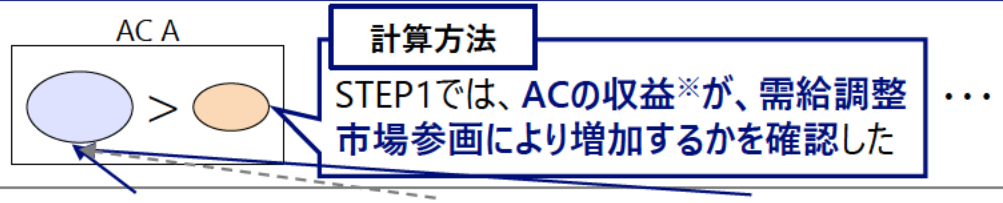
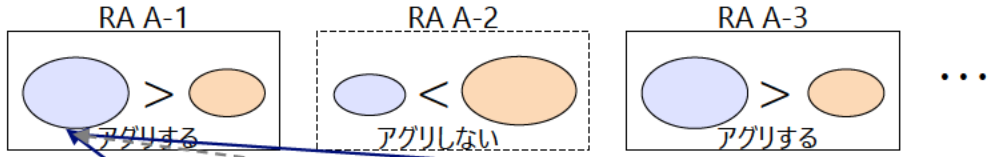
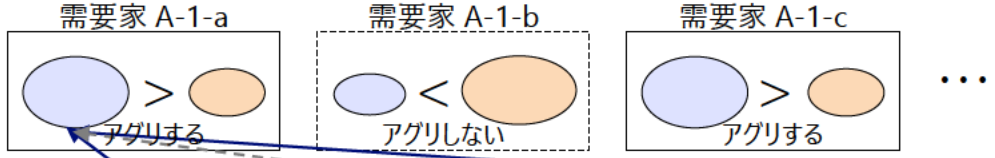
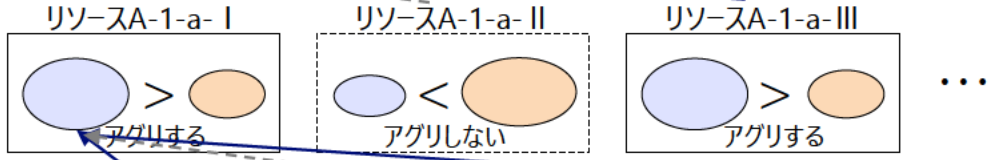
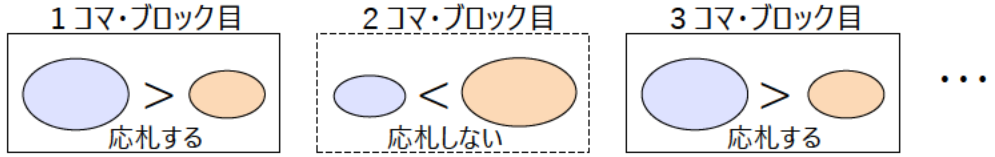
議題

- 調査概要
- （１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
- **（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査**
  - EVの電力システムとの統合
  - DRの機器点における計測
  - **低圧リソースの市場での活用**
    - **一般送配電事業者の便益分析**
      - 本検討の概要
      - **STEP１：低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認**
      - STEP２：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認
      - 分析結果のまとめ
      - 参考分析
  - DERの配電での活用
- （３）検討会の開催・運営

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

各レイヤーの収益（収入−費用）を積み上げて算出されるアグリゲーションコーディネーターの収益が、需給調整市場に参画することで増加するかを確認した

各レイヤーのアグリゲーションの考え方と、収入・費用の考え方

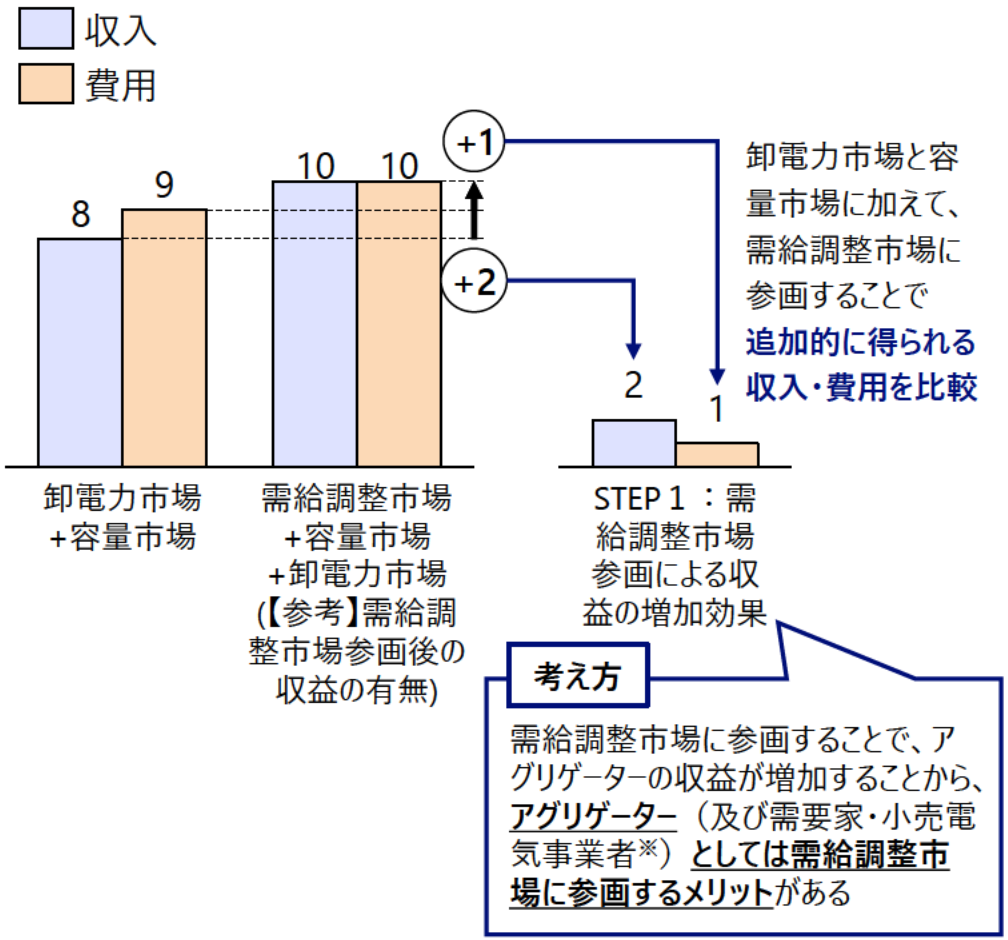
レイヤー	レイヤーあたりのアグリゲーションの考え方	収入・費用の考え方	
	凡例：収入 費用	収入	費用
アグリゲーションコーディネーター（AC）あたり		RAあたりの収益（収入−費用）の合計	⑤ACあたりの固定費
リソースアグリゲーター（RA）あたり （AC A向け）		需要家あたりの収益（収入−費用）の合計	④RAあたりの固定費
需要家あたり （RA A-1向け）		リソースあたりの収益（収入−費用）の合計	③需要家あたりの固定費
リソースあたり （需要家A-1-a向け）		コマ・ブロックあたりの収益（収入−費用）の合計	②リソースあたりの固定費
コマ・ブロックあたり （リソースA-1-a-Ⅰ向け）		コマ・ブロックあたり(約定あたり)の約定価格	①約定したコマ・ブロックあたりの可変費

※）各ステークホルダーの費用に、各ステークホルダーの利益を含めていないため、ACの収益＝ステークホルダー全体の利益となり、実際はACの収益の一部は各ステークホルダーの利益として分配される。

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

STEP 1 では、需給調整市場参画による収益の増加効果を確認した

試算パターンのイメージ



本検討での試算パターンの概要

試算パターン	概要
【参考】需給調整市場参画後の収益の有無	• 需給調整市場に参画後、**そもそも収益が生じているかを確認**する
STEP 1 ：需給調整市場参画による収益の増加効果	• 需給調整市場に参画することで、**アグリゲーターの収益が増加するかを確認**する ※需給調整市場参画後の収益の有無自体は問わない **今回確認**

※需要家や小売電気事業者がDRによって損失を被る場合の補填費用を、アグリゲーターの費用として計上している。そのため、アグリゲーターの収益を需要家や小売電気事業者にも分配されるとした場合は、需要家や小売電気事業者にもメリットが生じる

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

入札レイヤーにおいては、電源の考え方を参考に、「市場価格＞可変費」のコマ・ブロックのみに応札し、収入を得るという考え方とした

長期脱炭素電源オークションにおける他市場収益の考え方案

（参考）設定方法①による他市場収益の設定イメージ

日付	時間	コマ	①収入 販売単価 (円/kWh)	②費用 可変費 (円/kWh)	③差し引き ①－② (円/kWh)
4月1日	0:00～0:30	1	10	8	2
	0:30～1:00	2	7	8	-1
	1:00～1:30	3	11	8	3
	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・
9月30日	17:00～17:30	34	15	8	7
	17:30～18:00	35	16	8	8
	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・
3月31日	23:30～24:00	48	5	8	-3

①直近３年間のコマ別スポット平均価格

②発電コスト検証における可変費

④ 計算上の設備利用率：Ｘ％
※Ｘ＝③が０以上のコマ合計 ÷全期間の全てのコマ合計

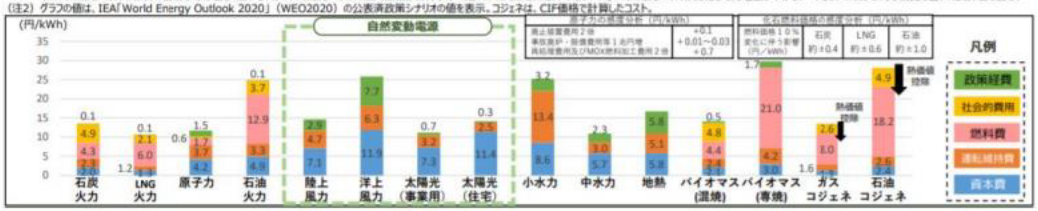
⑤入札時の他市場収益（円/kW）
$=\Sigma(a^{※1}+非化石価値価格)\times 1/2^{※2}\times b^{※3}$

※１ 「③＞０」となるコマの③の値
※２ 30分コマ毎の計算のため
※３ 可変費が小さい電源は、Xが過大な設備利用率となるため、発電コスト検証における設備利用率（Y%）に換算するべく、以下のbを乗じる
X≧Yの場合：b=Y/X
X<Yの場合：b=1

（参考）2030年の電源別発電コスト試算（令和3年9月発電コスト検証より）

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光（事業用）	太陽光（住宅）	小水力	中水力	地熱	バイオマス（混焼、20%）	バイオマス（専焼）	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト（円/kWh）※（ ）は政策経費なしの値	13.6～22.4 (13.5～22.3)	10.7～14.3 (10.6～14.2)	11.7～ (10.2～)	24.9～27.6 (24.8～27.5)	9.8～17.2 (8.3～13.6)	25.9 (18.2)	8.2～11.8 (7.8～11.1)	8.7～14.9 (8.5～14.6)	25.2 (22.0)	10.9 (8.7)	16.7 (10.9)	14.1～22.6 (13.7～22.2)	29.8 (28.1)	9.5～10.8 (9.4～10.8)	21.5～25.6 (21.5～25.6)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	33.2% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年	60% 40年	60% 40年	83% 40年	70% 40年	87% 40年	72.3% 30年	36% 30年

（注1）表の値は、今回検証で設った複数の試算値のうち、上限と下限を表示。将来の燃料価格、CO2対策費、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算としている。例えば、太陽光の場合「2030年に、太陽光パネルの世界の価格水準が著しく低下し、かつ、太陽光パネルの国内価格が世界水準に追いつくほど急激に低下するケース」や「太陽光パネルが劣化して発電量が下がるケース」といった野心的な前提を置いた試算値を含む。
（注2）グラフの値は、IEA「World Energy Outlook 2020」（WEO2020）の公表済政策シナリオの値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコスト。



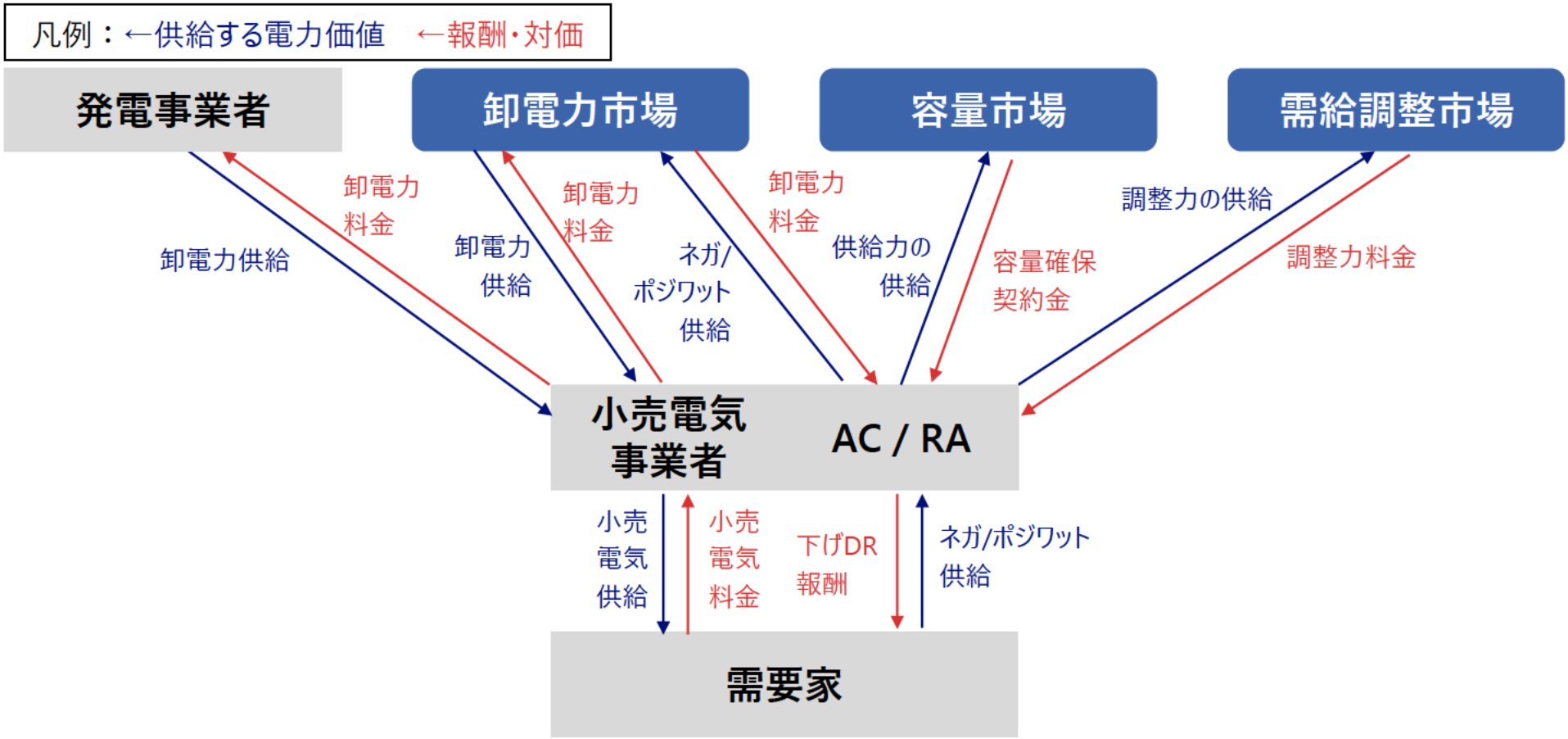
12

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

DR/VPPで参画する市場は、卸電力市場・容量市場・需給調整市場とし、収益（市場価格 - 可変費）が最大となるように、各市場に応札するものと想定した

- 需給調整市場には、ΔkW加重平均価格で応札すると想定した
- 時間帯ごと（日中・夜間ごと）に収益が最大となるように、応札する市場を決めるものとした

本試算におけるスキーム（下図はDR類型１①・２①を想定）



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

各レイヤーの費用は、事業者ヒアリング等を参考に設定した

レイヤーごとの費用の詳細（ネガワット・ポジワット共通）

レイヤーごとの費用	費目	概要
① 約定したコマ・ブロックあたりの可変費	①－１：需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填	• DR/VPPを行うことで需要家に追加でかかる電気料金に対する補填費用
	①－２：需要家への蓄電池系の充放電ロスの補填	• 蓄電池やEVでDR/VPPを行った際の充放電ロスに対する補填費用 ※需要家が充放電ロス分の電気料金を追加で支払うことになるため、需要家への補填が必要となる
	①－３：小売電気事業者へのDR/VPPによる機会損失の補填	• DR/VPPを行うことで得られなくなった小売電気事業者の収益に対する補填費用 • DRの場合は「電力料金単価−託送料金」、ポジワットの場合は「逆潮買取料金」となる ※DR類型１②や２②のDRの場合は、この項はネガワット調整金となる。類型１①のDRの場合は、この項は電力供給の限界利益（電力料金単価−託送料金）となる
② リソースあたりの固定費	②－１：通信費用(リソース-GW)	• リソースとゲートウェイとの通信接続費用 （例：通信機器の設置、維持管理費用等）
	②－２：逆潮流向け準備費用	• 逆潮流を行う際に必要となる追加費用 （例：系統連系費用、逆潮防止機能の解除費用等）
③ 需要家あたりの固定費	③：通信費用(GW-アグリゲーター)	• ゲートウェイとアグリゲーターとの通信接続費用 （例：GWの設置費用、Bルート開設費用、GWからアグリシステムまでの通信費用等）
④⑤ RA・ACあたりの固定費	④⑤－１：システム費用	• DRシステムの開発・運用費用
	④⑤－２：DR業務費	• DRを行うための人件費 （例：NOCの人件費、バックオフィス人件費、リソース営業費等）

※）厳密には、②③④⑤の一部も①の可変費になると考えられるが、便宜上固定費とした

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

【①－１．需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填】
DRが節電タイプか、上げ下げDRセットタイプか、発電タイプかで、補填額は変わる

「①－１：需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填」の考え方**（ネガワットの場合）**

DRの形式	概要	補填額の考え方	該当リソース例
節電	• 節電によって下げDRを供出する	• 需要家にとって、DRのために追加で支払う電気料金はないことから、**補填は不要** ※一方で、節電による需要家の電気料金削減分は需要家の便益となるが、小売電気事業者の機会損失となる	• 空調機器
上げ下げDRセット(主にタイムシフト)	• 需要のタイミングをずらすことや、充放電によって、上げDR・下げDRをセットで供出する	• 需要家にとって、DRを行わない場合と消費電力量は変わらない (充放電ロスを除く) • しかし、電力の消費タイミングによって支払う電気料金が変化する場合には、差額分の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) × （上げDRを行う時間帯の電力単価 – 下げDRを行う時間帯の電力単価）** ※全時間帯一律料金体系の場合は補填不要	• エコキュート • 蓄電池 • EV充電器・充放電器
発電	• 燃料を消費して発電することで下げDRを、発電を止めることで上げDRを供出する	• 下げDRについては、需要家にとって、追加の燃料を支払う必要があることから、下記の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) × (DRのために消費した燃料単価-電力単価)** • 上げDRについては、需要家にとって、追加の電気料金を支払う必要があることから、下記の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) × (電力単価-DRのために温存した燃料単価)**	• エネファーム

※全リソース、通常のサービスレベルを落とさないことを前提とする。そのため、例えばエコキュートは湯切れを起こさない範囲でのタイムシフトを行う

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

【①−２．需要家への蓄電池系の充放電ロスの補填】
充放電ロスは、実証においても確認されており、需要家への補填が必要となる

エナリスの家庭用蓄電池を用いたDR実証結果

2-1.1 市場価格連動DR 実証結果（株式会社エナリス）2/2

ENERES

- 結果まとめ
  - 1月4日～1月12日まで9日間の市場価格連動DRを実施した。リソースの制御に関しては、各日制御指示(計画)に対して、おおよそ指示通りに動作していた。
  - 制御指示は、スポット市場価格予測から、収益が最大となるように複数日先までを見越して自動計算を実施する。下記表のとおり、9日間で、計画が約10万7千円に対して、実績は9万円弱の収益となり、大きな乖離はないように見えるが、日によっては、スポット価格実績との乖離により、想定した収益からの上下動が大きい日が見られた。
  - 制御自体は指示通りに実施できていることから、市場価格予測精度の向上が今後の課題となる。
  - データの欠損に関しては、実施期間に1日(終日)欠損、連続的に数時間欠損しているが数件あったが、その他は突発的に数分単位であり、参加台数との割合を考えても、本実証結果評価への影響は軽微である。

- 充放電kWh計画・実績および収益(期間合計)

2022年1月4日～2022年1月12日(9日間)	放電(kWh)	充電(kWh)	収益(円)
計画	15515.8	-17811.5	107,847
実績	11534.6	-13631.7	85,844

- 小売事業者・アグリゲータ・需要家の収支(低圧リソース活用)
  - 本実証において想定される収益イメージは以下となる。(類型1-①を想定)

全体収益	85,844円		
対象者	小売事業者	アグリゲーター	需要家(190件)
還元	8,584円(10%)	8,584円(10%)	68,676円 361円/件 (80%)

【補足】
- 2022年1月4日～1/12の9日間
- 日によって参加需要家数にバラつきはあるが、最大190件で試算
- 還元率はあくまで仮定。190件は最大であり、最小95台(件)での実証日もあるため、実際の需要家への還元額はもう少し上がる。

- 市場高騰の影響で収益拡大したこともあるが、上記の還元率で想定した場合、単純計算で需要家1件あたり361円の還元となる。
- 東電EP従量電灯Bプラン(30A)の基本料金は858円であり、これを考えると、基本料金の40%程度を還元。
- 上記は小売とアグリが別の場合を想定しているが、小売とアグリを兼務している場合は事業者側の収益も向上する。
- 充放電実績における、充電量と放電量の差分(13631.7-11534.6=2097.1kWh)を蓄電池充放電効率の影響と想定し、この分が需要家の電気料金上昇分(多く充電している)となる、従量電灯Bの最終段階の従量料金30.57円/kWh×2097.1kWh＝64,108円となり、これ以上を還元できれば、需要家としては参加メリットあり。

Copyright © ENERES Co., Ltd. All rights reserved.

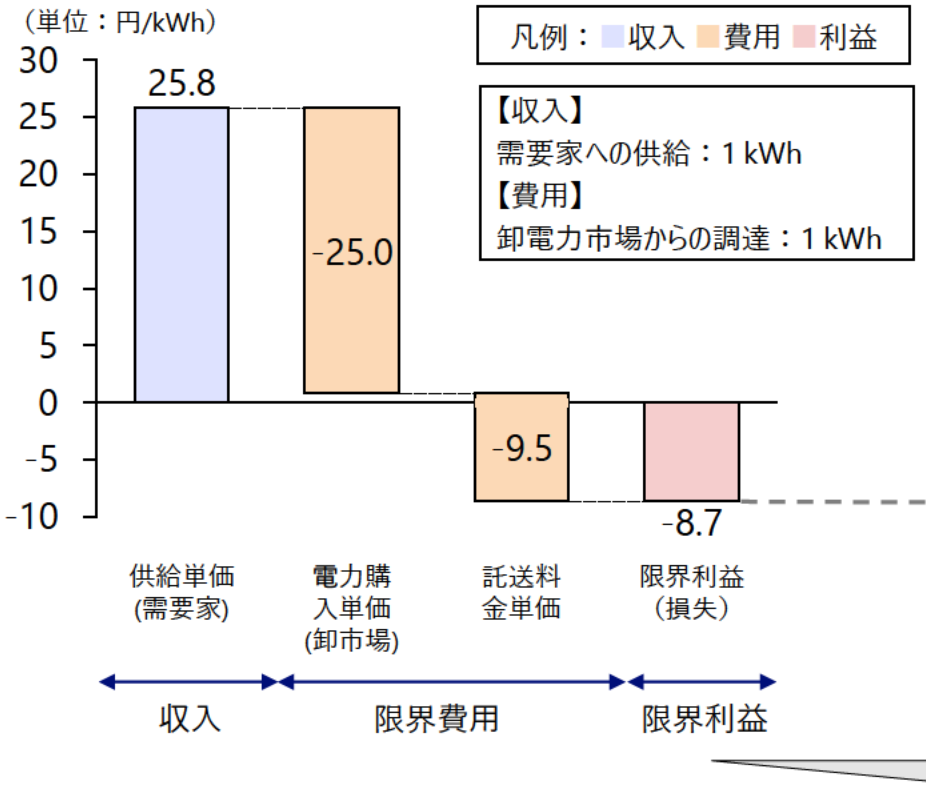
出所）SII「令和3年度 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた実証事業 成果報告書（公開版）株式会社エナリス」より作成

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

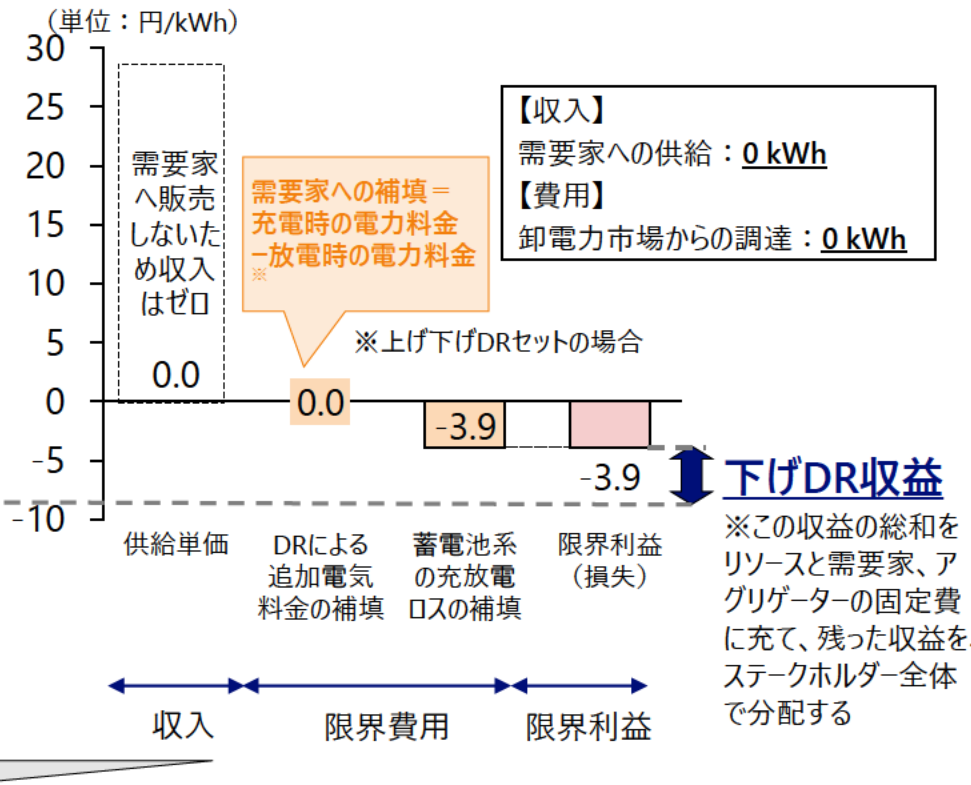
【参考】可変費は、①-1,①-2,①-3（ネガ）の和となる

※下図は需要家の電気料金が日中25.8円/kWh、卸電力市場の単価が25.0円/kWh、託送料金が9.46円/kWh、充放電効率を85%、蓄電池を昼に充電・昼に放電することを想定した場合

【類型１①での小売兼アグリ目線】
卸市場価格高騰時に卸電力市場から調達し、
需要家に電力供給する場合の限界利益の構造



【類型１①での小売兼アグリ目線】
卸市場価格高騰時に、
下げDRを活用する場合の限界利益の構造（ネガワット）



下げDR収益

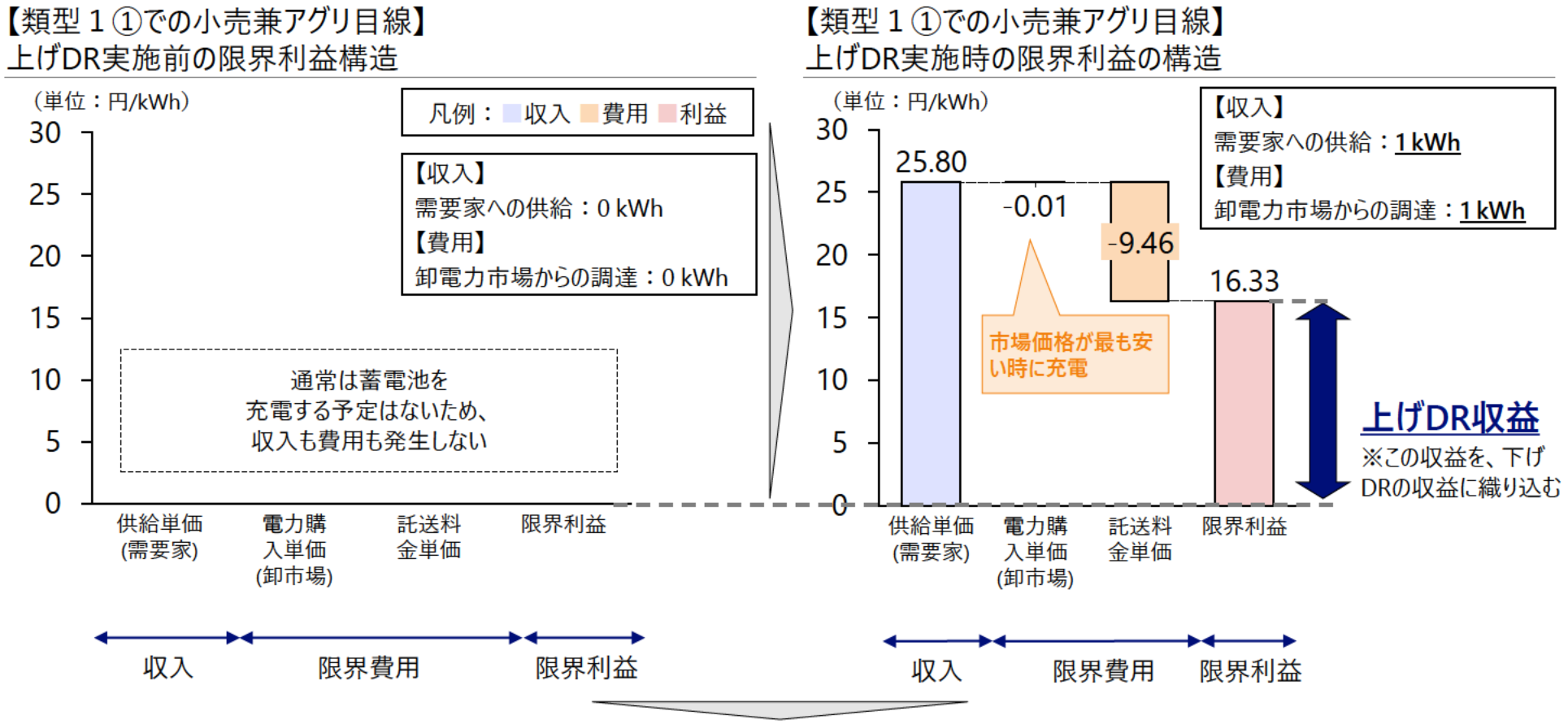
※この収益の総和をリソースと需要家、アグリゲーターの固定費に充て、残った収益を、ステークホルダー全体で分配する

下げDR収益＝－(①-1:DRによる追加電気料金の補填+①-2:蓄電池系の充放電ロスの補填)－(供給単価－電力購入単価(卸市場)－託送料金単価)＞0
⇔　電力購入単価(卸市場)＞(①-1:DRによる追加電気料金の補填+①-2:蓄電池系の充放電ロスの補填+供給単価(需要家)-託送料金単価)
⇔　**卸市場価格＞(①－１:DRによる追加電気料金の補填+①－２:蓄電池系の充放電ロスの補填+①－３:ネガワットにおける小売の機会損失の補填)**

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

【参考】上げ下げDRセットの場合は、上げDRの収益も、下げDRの収益に織り込む

※下図は需要家の電気料金が日中25.8円/kWh、卸電力市場の単価が0.01円/kWh、託送料金が9.46円/kWh、充放電効率を85%、蓄電池を昼に充電・昼に放電することを想定した場合



上げDR収益＝供給単価(需要家)−電力購入単価(卸市場) − 託送料金単価>0

卸市場価格 > 供給単価(需要家) − 託送料金単価

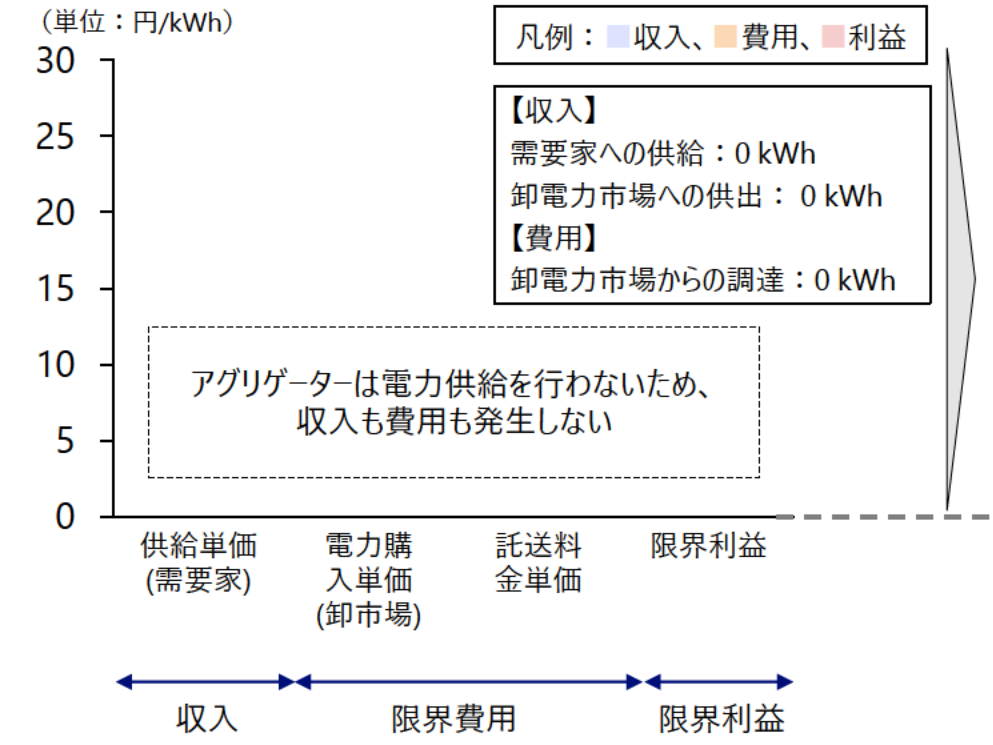
※上げDR時に需要家に生じた電力料金の負担や充放電ロスは、下げDRの①-1や①-2で考慮する

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

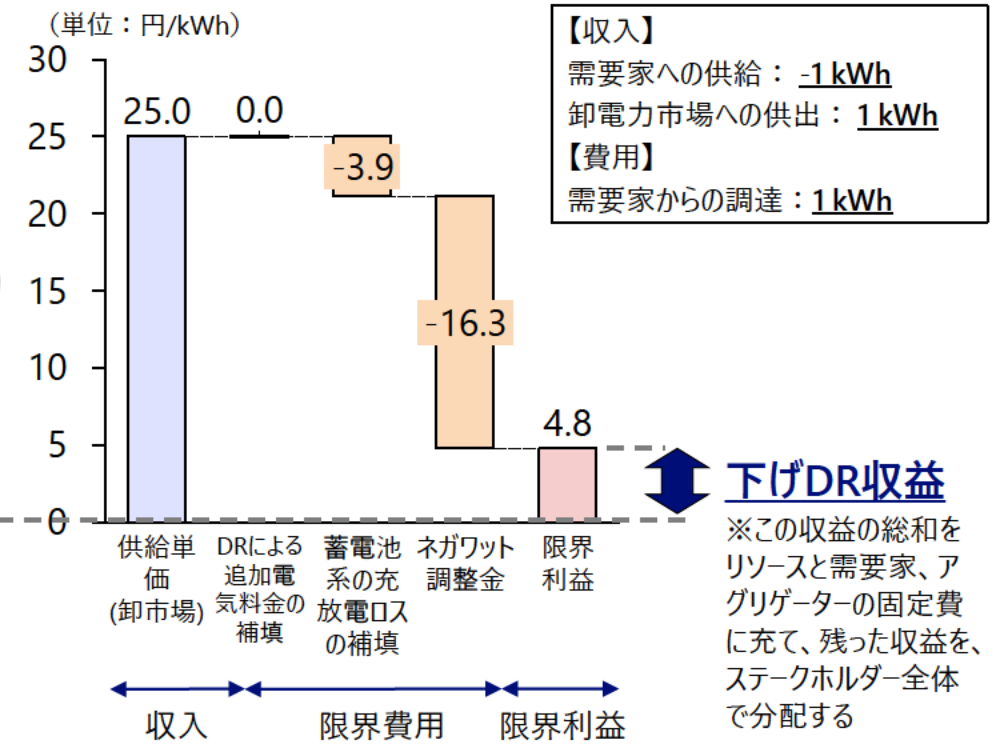
【参考】類型１②の場合も、可変費はほぼ同様の計算式となる※１

※下図は需要家の電気料金が日中25.8円/kWh、卸電力市場の単価が25.0円/kWh、託送料金が9.46円/kWh、充放電効率を85%、蓄電池を昼に充電・昼に放電することを想定した場合

【類型１②でのアグリ目線】下げDR実施前の限界利益構造



【類型１②でのアグリ目線】卸市場価格高騰時に、下げDRを活用する場合の限界利益の構造



DR効果＝供給単価（卸市場）−(①−１:DRによる追加電気料金の補填+①−２:蓄電池系の充放電ロスの補填+①−３:小売の機会損失の補填)＞０

⇔ **卸市場価格＞ ①−１:DRによる追加電気料金の補填+①−２:蓄電池系の充放電ロスの補填+①−３:小売の機会損失の補填※１**

※１）厳密には、ネガワット調整金は小売電気料金（参考値）−託送料金のため、前項の小売電気料金（実績値）−託送料金とは異なる

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

【①－１．需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填】ポジワットが上げ下げDRセットタイプか、発電タイプかで、補填額が変わる

「①－１：需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填」の考え方 **（ポジワットの場合）**

タイプ	概要	補填額の考え方	該当リソース※
上げDR・VPPセット	• 充放電によって、上げDR・VPPを供出する	• 需要家は、充電時には電気料金を支払い、放電時には逆潮買取料金を受け取ることから、下記の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) ×（上げDRを行う時間帯の電力単価 – VPPを行う時間帯の逆潮買取単価）**	• 蓄電池(逆潮有) • 電動車(充放電)
発電	• 燃料を消費して発電することで下げDRを、発電を止めることで上げDRを供出する	• 発電する際には、需要家にとって、追加の燃料を支払う必要があることから、下記の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) × (DRのために消費した燃料単価-逆潮買取単価)** • 発電を止める際には、需要家にとって、追加の電気料金を支払う必要があることから、下記の補填が必要 ➢ **DR供出量(kWh) × (DRのために温存した燃料単価-電力単価)**	• エネファーム

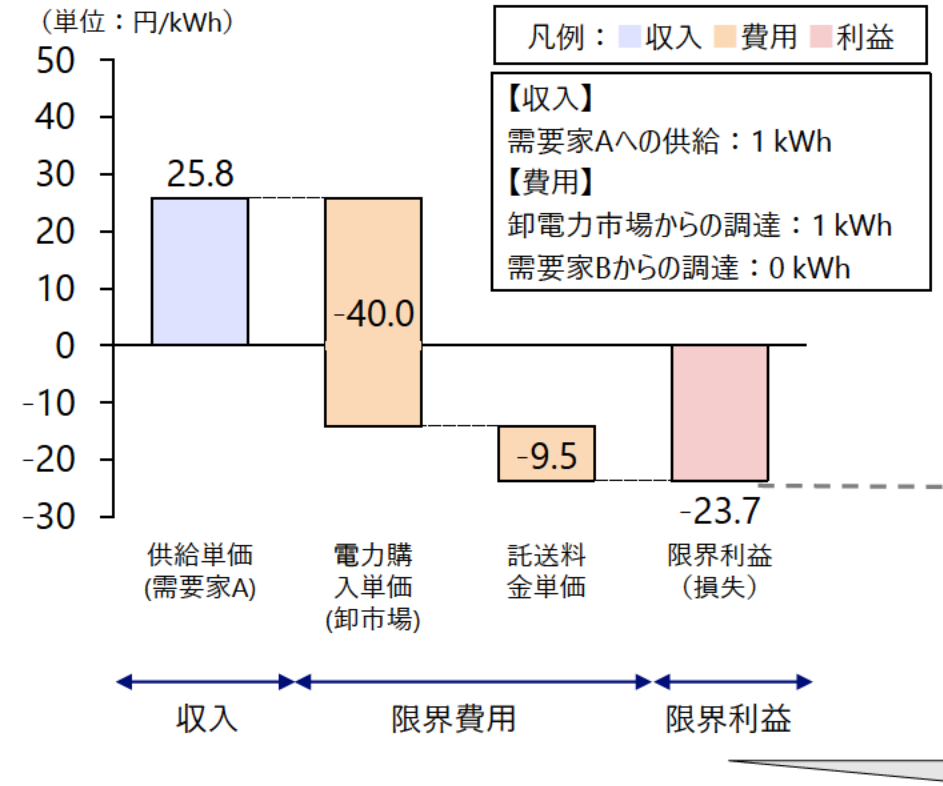
※全リソース、通常のサービスレベルを落とさないことを前提とする

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

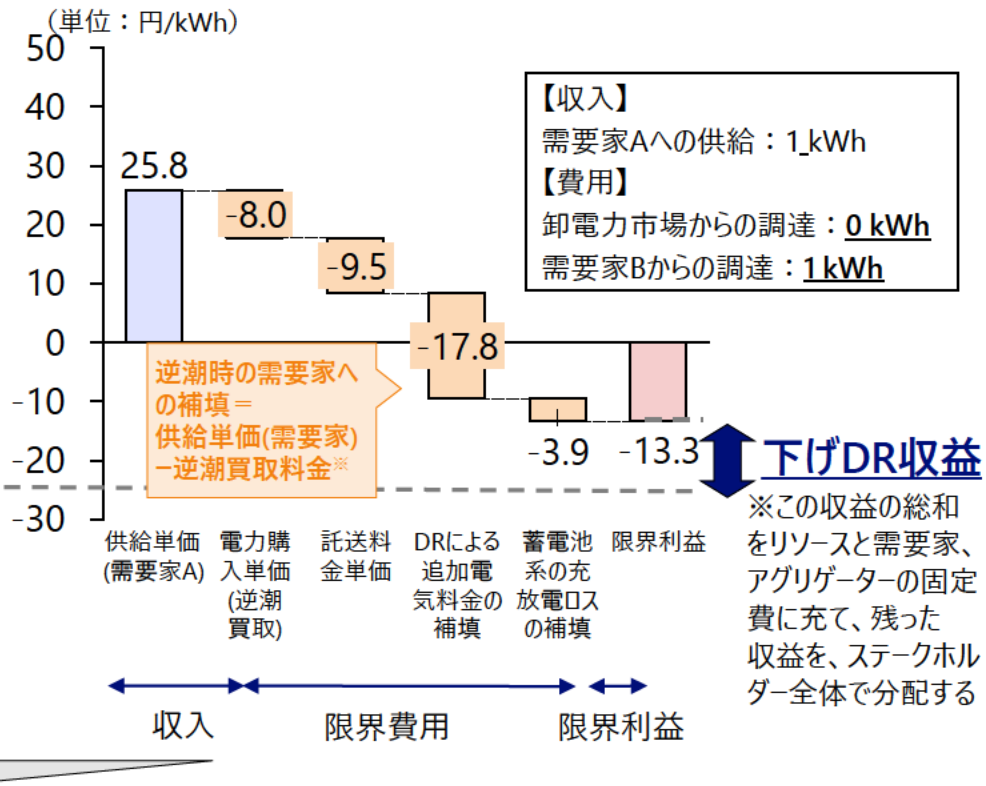
【参考】ポジワットの可変費は、①-1, ①-2, ①-3（ポジ）の和となる

※下図は需要家の電気料金が日中25.8円/kWh、卸電力市場の単価が40.0円/kWh、託送料金が9.46円/kWh、逆潮買取単価を8.0円/kWh、充放電効率を85%、蓄電池を昼に充電・昼に放電することを想定した場合

【類型１①での小売兼アグリ目線】
卸市場価格高騰時に卸電力市場から調達し、需要家に電力供給する場合の限界利益の構造



【類型１①での小売兼アグリ目線】
卸市場価格高騰時に、VPPを活用し、需要家Bから調達した電力を需要家Aに供給する場合の限界利益の構造（ポジワット）



下げDR収益

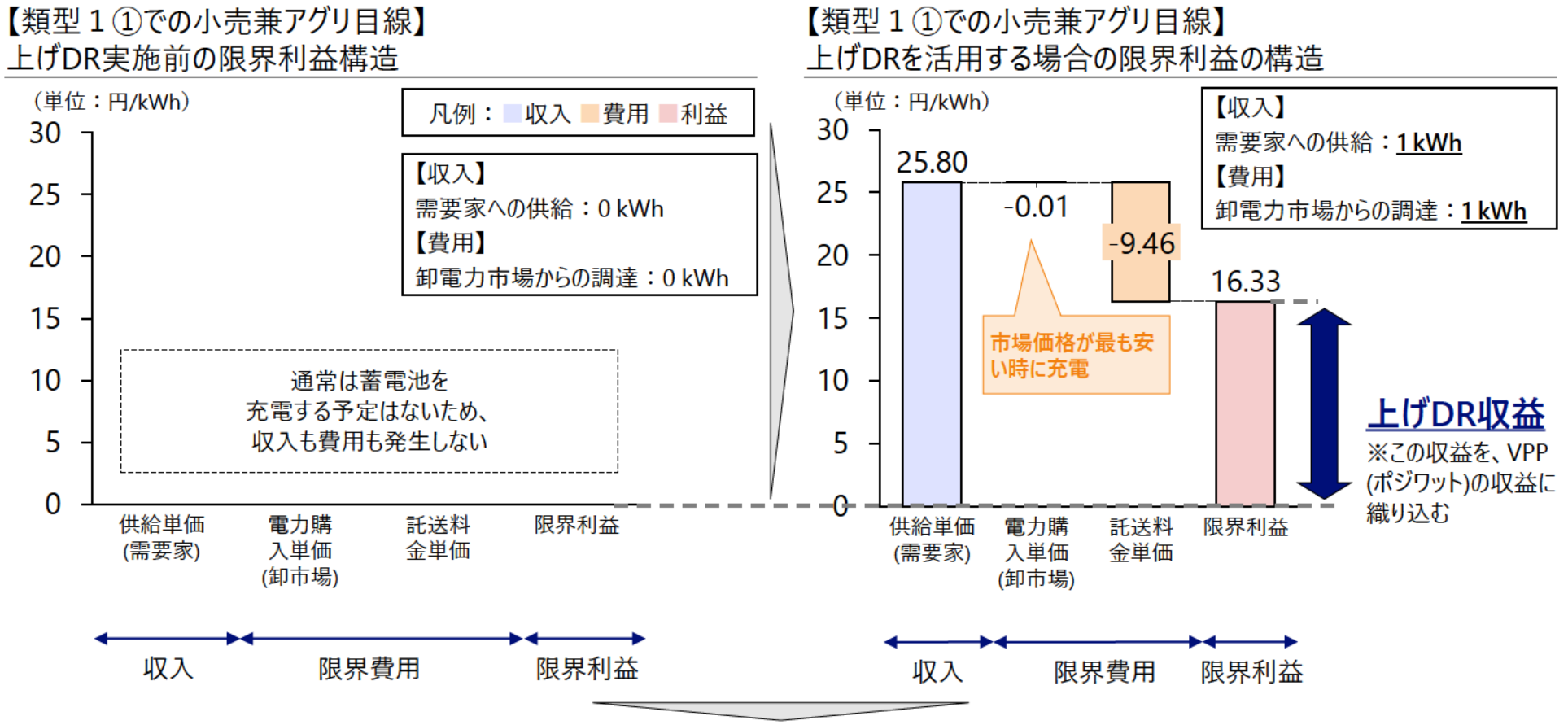
※この収益の総和をリソースと需要家、アグリゲーターの固定費に充て、残った収益を、ステークホルダー全体で分配する

下げDR収益＝(供給単価（需要家） - 逆潮買取単価 – 託送料金 - ①－１ - ①－２)－(供給単価－電力購入単価(卸市場)－託送料金単価)＞０
⇔ **卸市場価格＞(①－１:DRによる追加電気料金の補填 + ①－２:蓄電池系の充放電ロスの補填 + ①－３:ポジワットにおける小売の機会損失の補填)**

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

【参考】上げ下げDRセットの場合は、上げDRの収益も、下げDRの収益に織り込む

※下図は需要家の電気料金が日中25.8円/kWh、卸電力市場の単価が0.01円/kWh、託送料金が9.46円/kWh、充放電効率を85%、蓄電池を昼に充電・昼に放電することを想定した場合



上げDR収益＝供給単価(需要家)−電力購入単価(卸市場) − 託送料金単価>0

卸市場価格 > 供給単価(需要家) − 託送料金単価

※上げDR時に需要家に生じた電力料金の負担や充放電ロスは、VPPの①-1や①-2で考慮する

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

費用は事業者ヒアリング等を参考に、2つのシナリオを設定した

レイヤーあたりの費用の詳細（1/3）

レイヤーあたりの費用	費目	設定値		概要・出所等
		ⅰ. なりゆきシナリオ	ⅱ. 理想シナリオ	
① 約定したコマ・ブロックあたりの可変費	①－1 ：需要家へのDR/VPPによる追加電気料金の補填	• 日中料金(25.8円/kWh) • 夜間料金(17.78円/kWh)		• 東電「スマートライフプラン（2022年11月28日時点）」の電力量料金を参考 • 主にオール電化の家庭需要家を想定
	①－2 ：需要家への蓄電池系の充放電ロスの補填	• 充放電ロス15%×電気料金単価		• ヒアリングや実証結果を参考に設定
	①－3 ：小売電気事業者へのDR/VPPによる機会損失の補填	• 電力料金単価(日中25.8円/kWh、夜間17.78円/kWh) －託送料金(9.46円/kWh)		• 東電EPスマートライフプラン（日中25.8円/kWh、夜間17.78円/kWh）を参照 • 託送料金は資源エネルギー庁「各一般送配電事業者の託送料金平均単価等（低圧供給）」の東京エリア9.46円/kWhを参照

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

費用は事業者ヒアリング等を参考に、2つのシナリオを設定した

レイヤーあたりの費用の詳細（2/3）

レイヤーあたりの費用	費目	設定値		概要・出所等
		ⅰ. なりゆきシナリオ	ⅱ. 理想シナリオ	
② リソースあたりの固定費	②－1 ：通信費用 (リソース-GW)	• 0円		• 各機器はECHONET Liteや赤外線による通信設備が内蔵されていると想定
	②－2 ：逆潮流向け準備費用	• 1,350円/kW		• 調達価格等算定委員会の令和4年度の太陽光発電（10kW以上50kW未満）の接続費13,500円を10年間利用と想定 • 蓄電池の逆潮流防止機能は既に解除されているものと想定
③ 需要家あたりの固定費	③：通信費用 (GW-アグリゲーター)	• 卸電力市場・容量市場のみに参画する場合 4,600円/年 • 需給調整市場・卸電力市場・容量市場に参画する場合 11,000円/年	• 需給調整市場参画に関わらず 3,600円/年	• ⅰ. なりゆきシナリオでは、卸電力市場等に参画するために、スマートリモコン等のGW（1万円、10年間利用）と、3,600円/年の通信費を要していると想定。一方で、需給調整市場に参画するためには、より細かいデータ取得・機器制御が可能なGW（5万円、10年間利用）と、より多くのデータ量を通信するための通信費6,000円/年を要すると想定 • ⅱ. 理想シナリオでは、次世代スマメを活用することで、GW設置は不要と想定。また、需給調整市場への参画の有無に関わらず、3,600円/年の通信費を要していると想定

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

費用は事業者ヒアリング等を参考に、2つのシナリオを設定した

レイヤーあたりの費用の詳細（3/3）

レイヤーあたりの費用	費目	設定値		概要・出所等
		ⅰ. なりゆきシナリオ	ⅱ. 理想シナリオ	
④ RAあたりの固定費	④－1 ：システム費用	• 1,500万円/年	• 750万円/年	• ACの1/2の価格と想定
	④－2 ：DR業務費	• 1,200万円/年	• 600万円/年	• ACの1/2の価格と想定
⑤ ACあたりの固定費	⑤－1 ：システム費用	• 3,000万円/年	• 1,500万円/年	• ヒアリング等を参考に、初期費用2500万円～1億円、年間運用費1,000万円、減価償却5年と想定 ※初期費用は、サーバー代、パッケージシステム代、エンジニアリング代、運用テスト費から成る
	⑤－2 ：DR業務費	• 2,400万円/年	• 1,200万円/年	• ⅰ. なりゆきシナリオ：8h×1人×3シフトの24時間体制を想定。社員1名800万円/年（またはバイト2名800万円/年）を3シフトと想定 • ⅱ. 理想シナリオ：日中のみの2シフトの場合や、小売電力業務等との兼務も想定し、ⅰ. なりゆきシナリオの1/2の価格と想定 ※バックオフィス人件費やリソース営業費等も含む

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

卸電力市場や需給調整市場の価格は2021年度のものを参照した

その他の諸元の設定

その他	項目	設定値		概要・出所等
		ⅰ. なりゆきシナリオ	ⅱ. 理想シナリオ	
市場	卸電力市場価格	• 2021年度スポット市場のシステムプライス		• –
	容量市場価格	• 9,557 円/kW		• 2022年度メインオークション（対象実需給年度：2026年度）の指標価格を参照
	需給調整市場価格	• 2021年度三次②の平均落札価格		• 追加調達については、調達量自体がシステム落札量と比較して小さいことから、本推計では考慮しない
ステークホルダー関連	ACごとのRA数	• 2		• 簡易のために、ACは 1 つのリソースのみ扱うと想定し、ACの下に 2 RAが存在すると想定
	RAが扱うリソースの種類数	• 1		• 簡易のために、RAが扱うリソースの種類は 1 つのみと想定
	需要家の保有リソースの数	• 1		• 1 需要家が供出するリソースは 1 つのみと想定

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

各リソースのネガワット・ポジワットの供出量は、ERAB検討会の供出ポテンシャルの推計方法を参考とした

①-2　リソース供出ポテンシャル（業務・家庭）の考え方

業務・家庭部門は、延べ定格出力or定格消費電力×制御可能率から、リソース供出ポテンシャルを算出

業務・家庭部門のリソース供出ポテンシャルの推計方法の概要

リソース供出ポテンシャル（kW）

※市場別、リソース別、季節別、曜日別、時間帯別

＝

延べ定格出力，定格消費電力（kW）

※リソース別

足元(2020年度)・2030年度について設定
※統計や事業者提供値などから推計
（例：1台あたりの消費電力×普及台数）

×

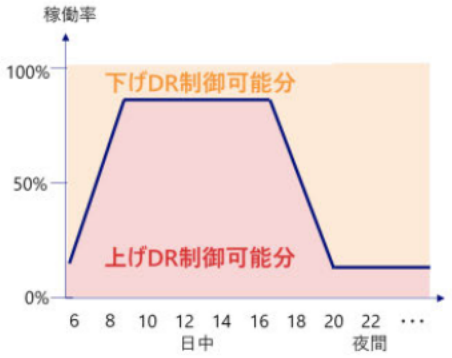
制御可能率（%）

※市場別、リソース別、季節別、曜日別、時間帯別

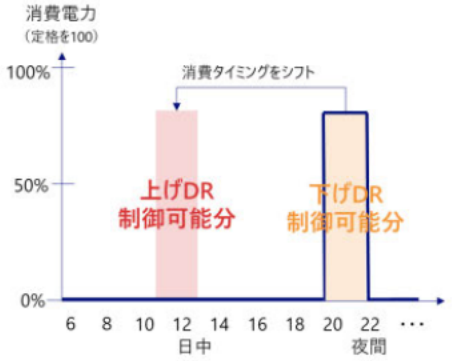
リソースごとに運用パターンを設定し、その運用パターンに対するリソース特性に応じた制御可能分と市場要件(応動時間、継続時間)を踏まえて、制御可能率を設定
※運用パターンは、実証成果分析、事業者ヒアリング、および文献調査の結果から設定。
需要家の行動変容は考慮しない。

運用パターンに応じた制御可能分のイメージ

※制御可能分と市場要件(応動時間、継続時間)から制御可能率を算出



業務用コジェネなどの発電系リソースは、現状の発電量(kW)を上げDRに、発電余力(kW)を下げDRに供出可能と想定



エコキュートのような消費系リソースは、沸き揚げ時間を変更することで、上げDR・下げDRの供出が可能と想定

※実際のエコキュートの計算は、湯切れなども考慮するため、左記のイメージとは異なる

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. NRI 16

※）試算の都合上、継続時間や運用パターンを一部変更したことから、必ずしもERAB検討会のポテンシャル推計結果と一致しないことに留意

出所）資源エネルギー庁「第17回 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会検討会 資料5-1」2022年1月19日

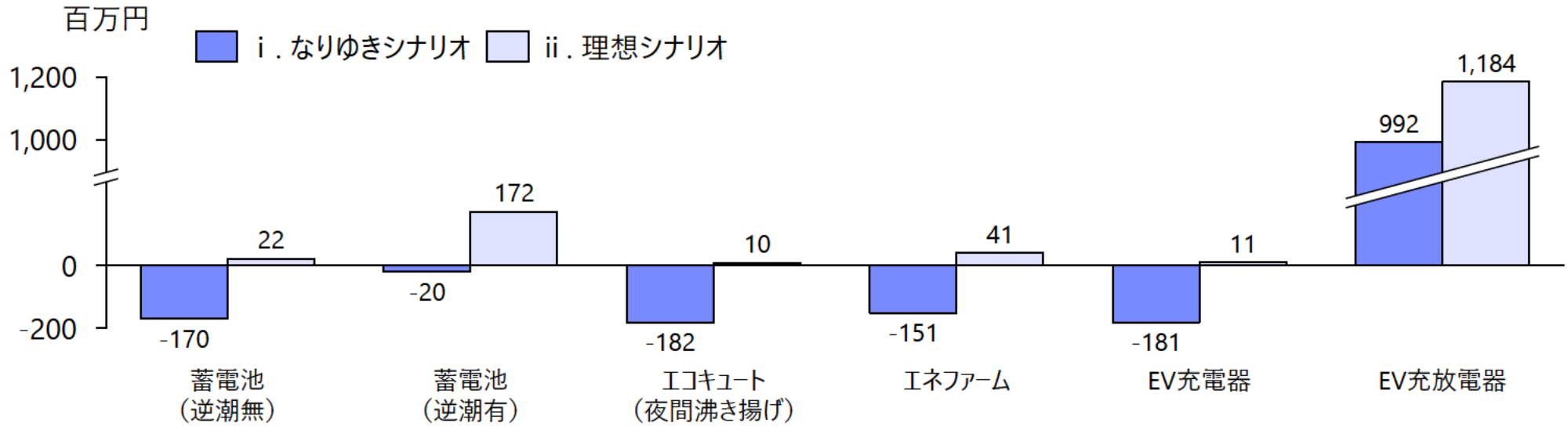
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. NRI

ⅰ.なりゆきシナリオでは、ほとんどの低圧リソースに需給調整市場参画メリットが生じなかったが、ⅱ.理想シナリオでは、各低圧リソースにおいて需給調整市場参画メリットが生じた

■ 低圧リソースの需給調整市場参画のための追加費用の低減を進めていくことができれば、低圧リソースの需給調整市場参画メリットが見込まれる

- 需給調整市場への低圧リソースの参画を許可したとしても、アグリゲーター等に需給調整市場参画メリットが生じない場合、低圧リソースは参画しない
- ⅰ. なりゆきシナリオでは、需給調整市場参画にあたり、GW設置費用と通信費用が追加でかかると想定したことから、多くのリソースでACの収益が減少した

シナリオ別需給調整市場参画によるACの年間収益の増減（各低圧リソース３万台をアグリゲートした場合）

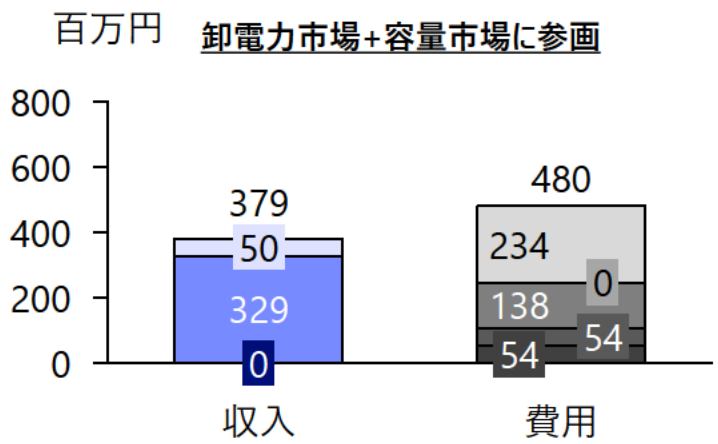


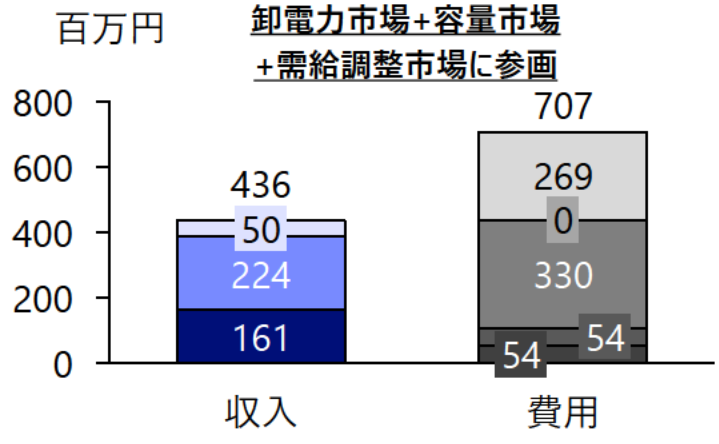
出所）野村総合研究所試算

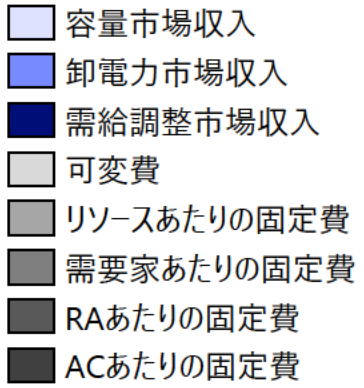
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】蓄電池（逆潮無）の分析結果の詳細

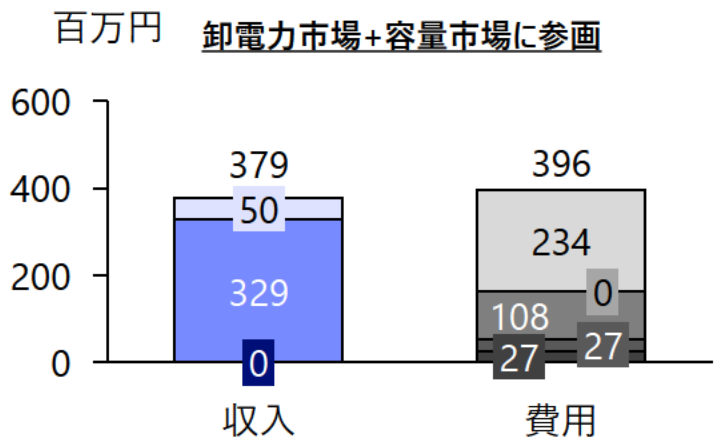
ⅰ. なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）

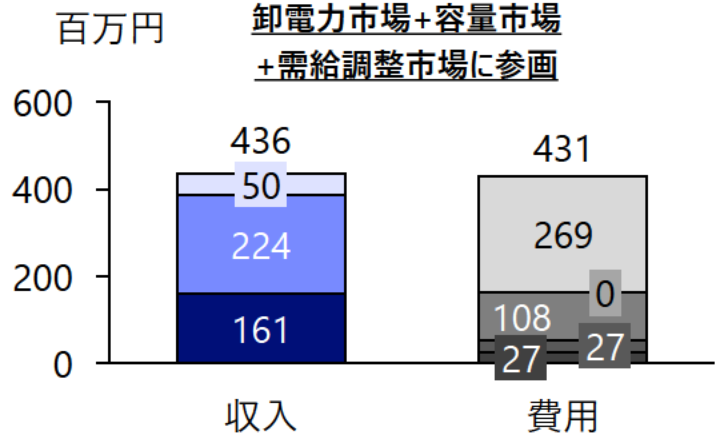


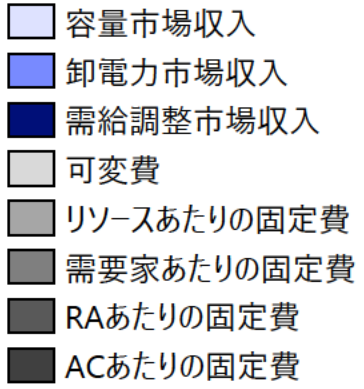




ⅱ. 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）





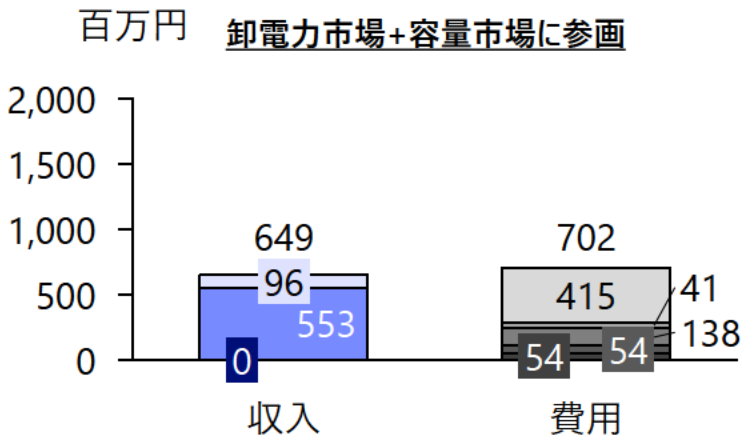


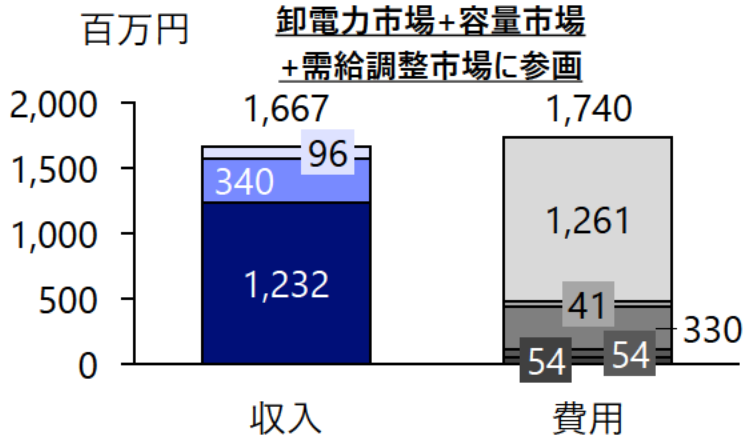
※三次②の使用率は19%と設定

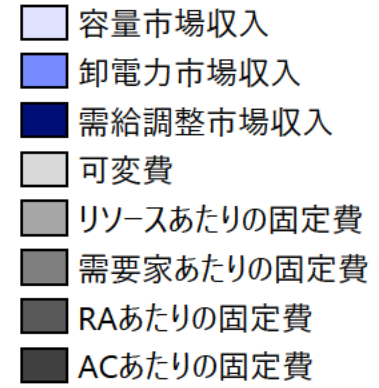
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】蓄電池（逆潮有）の分析結果の詳細

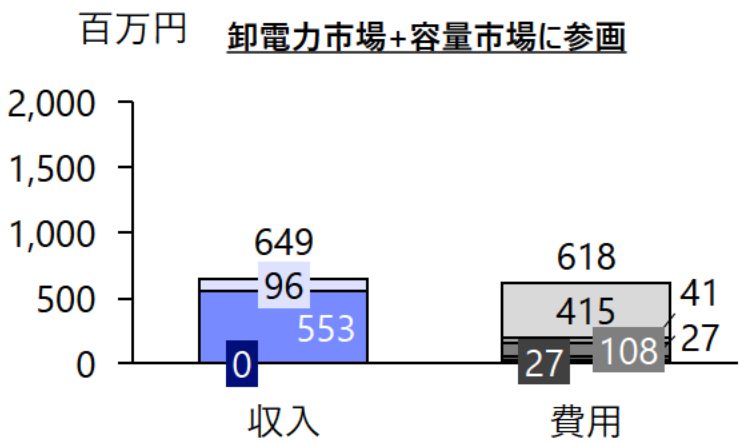
i . なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）

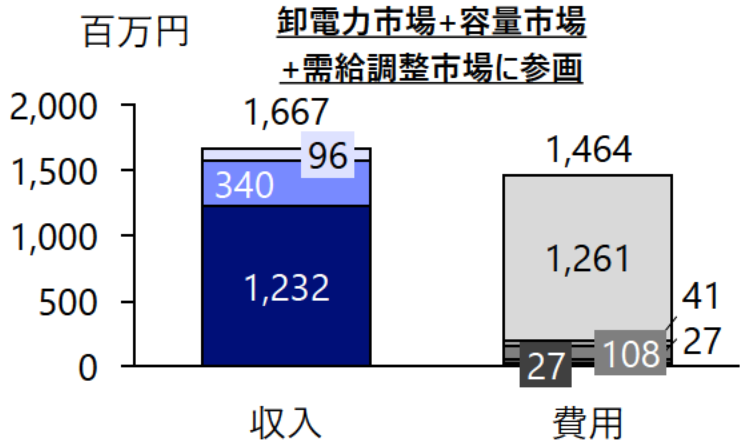


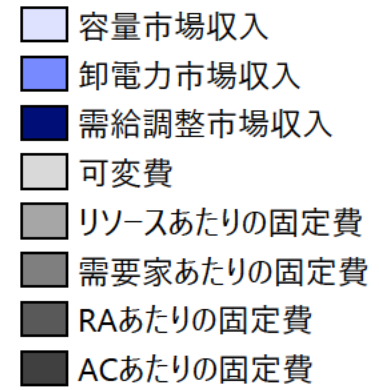




ii . 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）





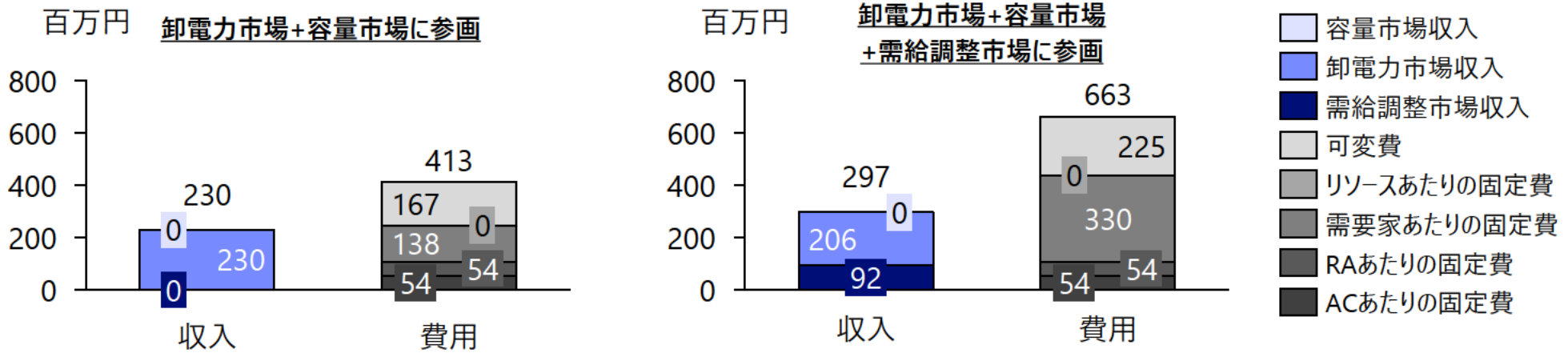


※三次②の使用率は19%と設定

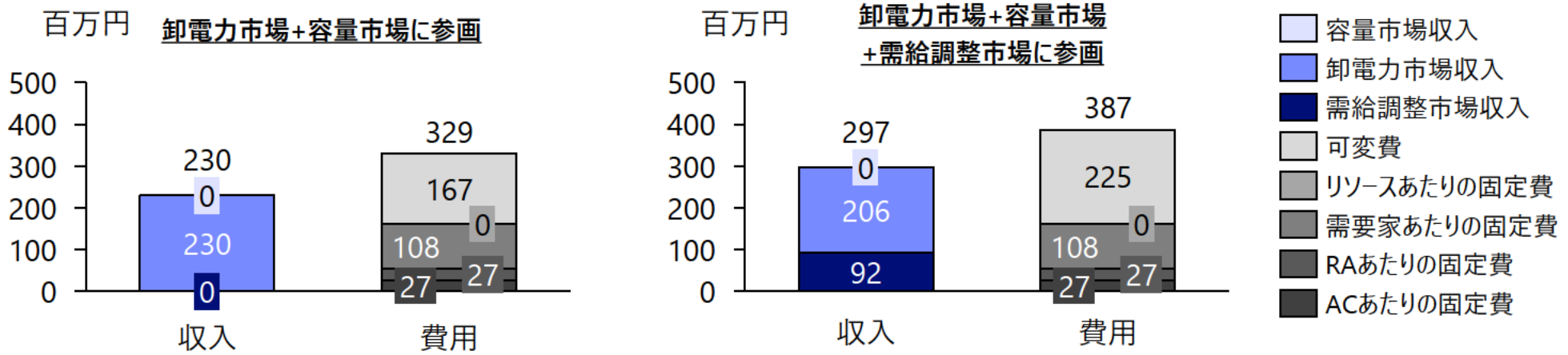
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】エコキュート(夜間沸き揚げ)の分析結果の詳細

ⅰ. なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）



ⅱ. 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）

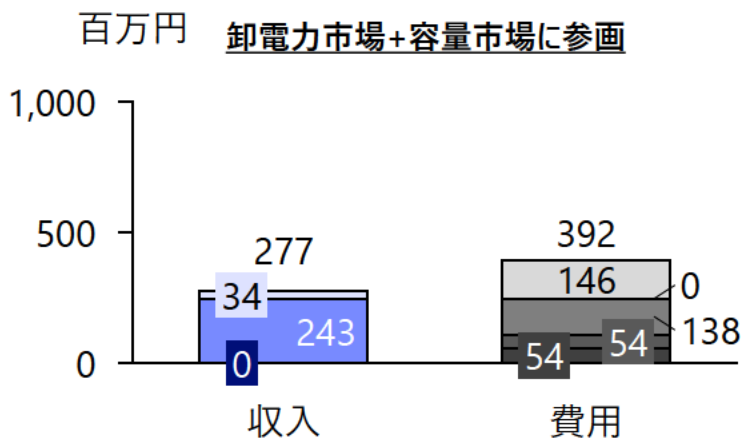


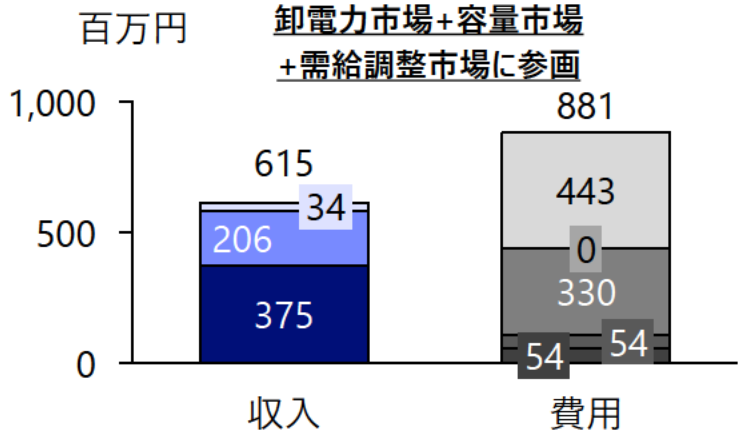
※三次②の使用率は19%と設定

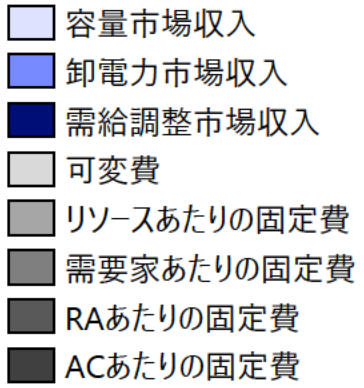
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】エネファームの分析結果の詳細

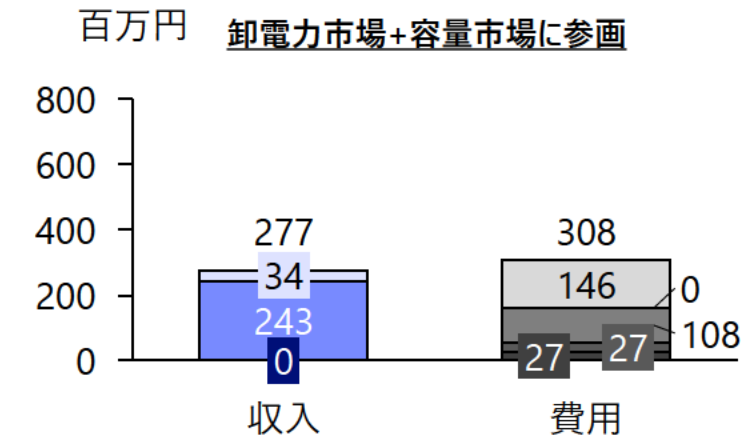
ⅰ. なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）

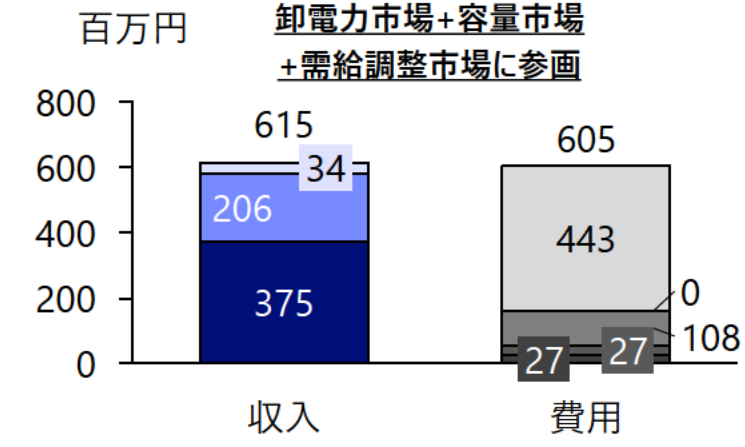


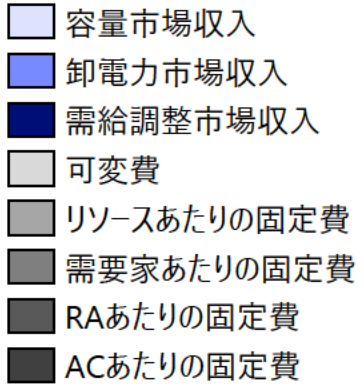




ⅱ. 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）





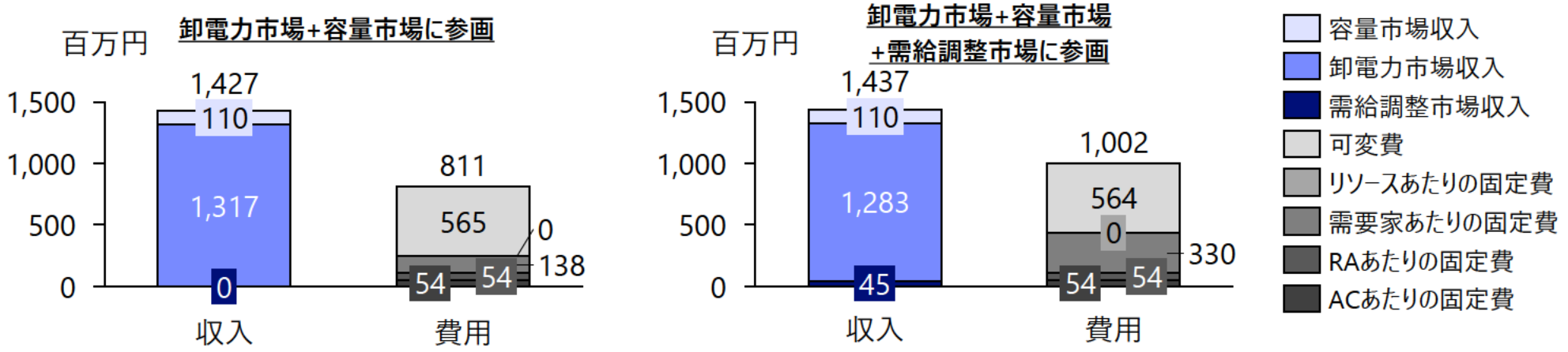


※三次②の使用率は19%と設定

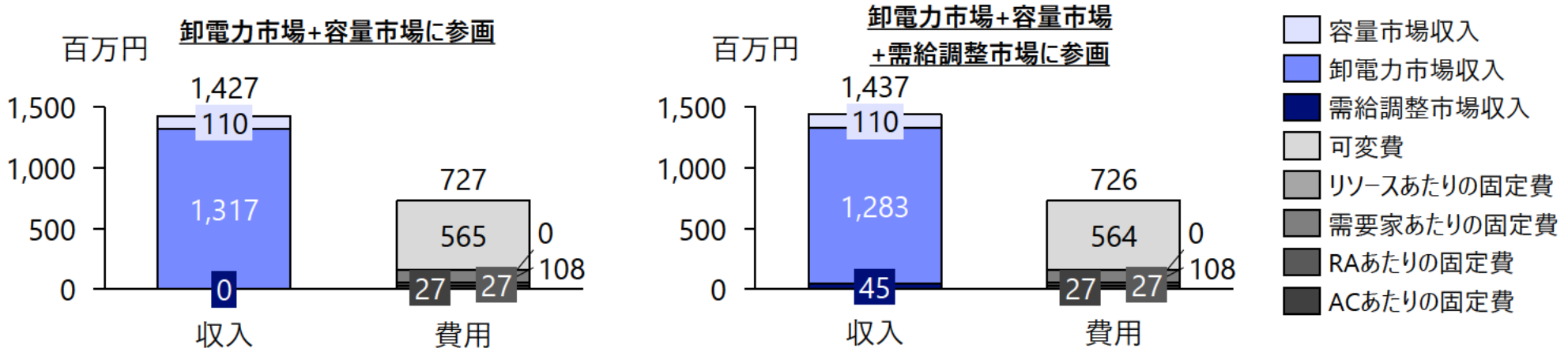
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】EV充電器の分析結果の詳細

ⅰ. なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）



ⅱ. 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）

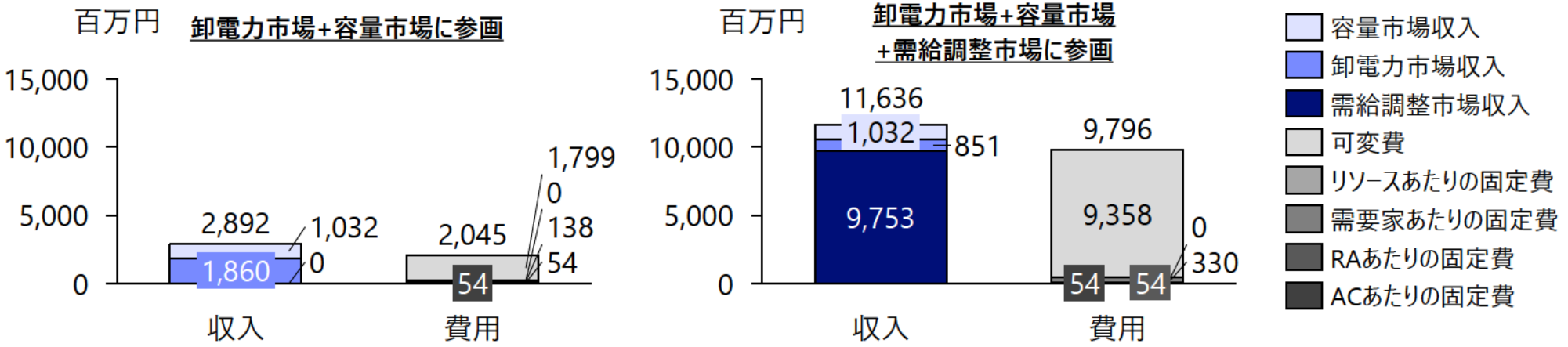


※三次②の使用率は19%と設定

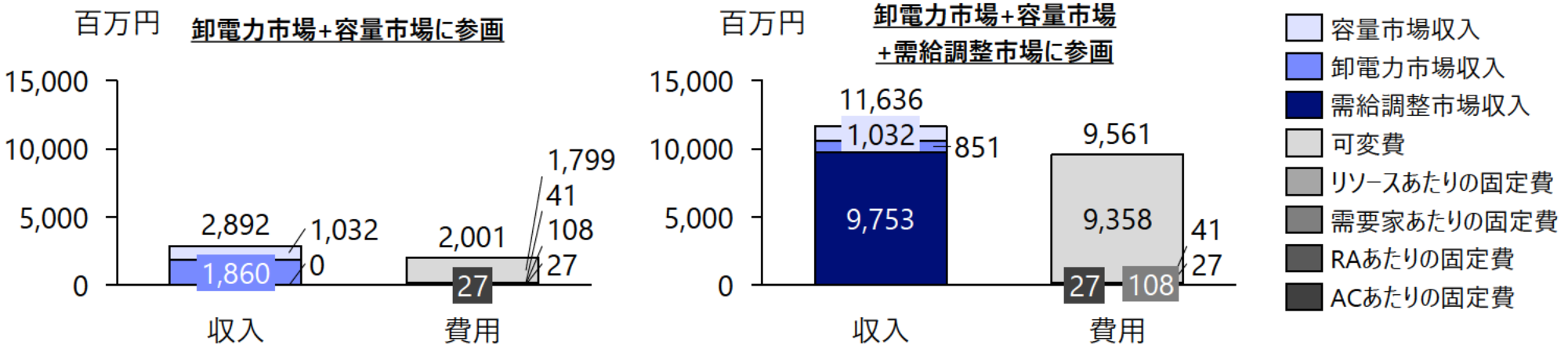
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

【参考】EV充放電器の分析結果の詳細

ⅰ. なりゆきシナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）



ⅱ. 理想シナリオにおけるACの年間収入と費用（３万台アグリゲートした場合）



※三次②の使用率は19%と設定

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

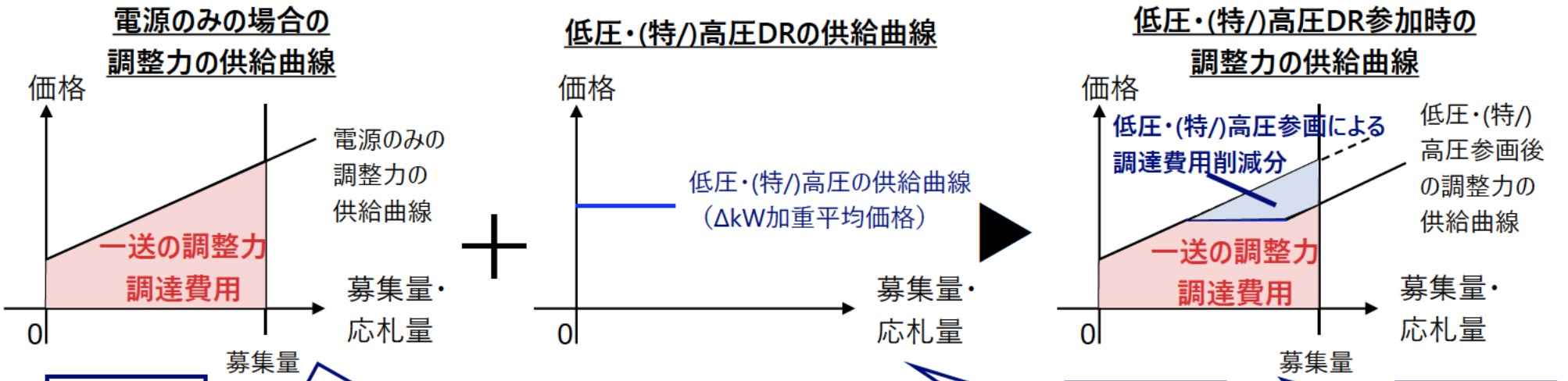
議題

- 調査概要
- （１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
- **（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査**
  - EVの電力システムとの統合
  - DRの機器点における計測
  - **低圧リソースの市場での活用**
    - **一般送配電事業者の便益分析**
      - 本検討の概要
      - STEP１：低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認
      - **STEP２：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認**
      - 分析結果のまとめ
      - 参考分析
  - DERの配電での活用
- （３）検討会の開催・運営

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

低圧・(特/)高圧リソースが需給調整市場にΔkW加重平均価格で参入すると仮定し、加重平均価格以上で落札されていた電源と置き換わることで削減される一送の調達費用を試算した

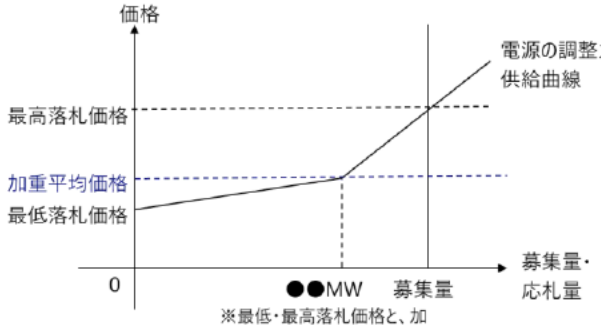
需給調整市場への低圧・(特/)高圧参画による一送の調達費用削減効果の考え方



計算方法

- 電源のみの供給曲線は、最低落札価格から加重平均価格までと、加重平均価格から最高落札価格までが線形であると想定し、三次②の取引データから設定※

あるブロックにおける電源の調整力の供給曲線のイメージ（募集量＜応募量の場合）



※最低・最高落札価格と、加重平均価格、落札量から算出

※量（横軸）に関しては、**募集量**＞応札量となるブロックもあることから、**募集量**＝落札量という想定で計算

計算方法

- 低圧リソース参画と同時に、**(特/)高圧リソースも一定量が参画**※しているものと想定（後述）

※2030年時点のDRリソースのうち、(特/)高圧は10%が需給調整市場に参画するものと想定

計算方法

- 「"低圧リソース"参画による調達費用削減分」は、「"低圧・(特/)高圧リソース"参画による調達費用削減分」を、**低圧リソースと(特/)高圧リソースの応札量比率で案分**して算出

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

低圧リソースの参画許可、機器個別計測の許可、逆潮流・ポジアグリの許可を組み合わせた4パターンの試算を行った

■ 低圧の需給調整市場参画におけるその他の課題（需要家リスト・パターンの柔軟化等）はすでに対策済と想定

分析パターンの想定

凡例：〇許可する　×許可しない

分析パターン				諸元の設定方法	
#	需給調整市場参画	逆潮流・ポジアグリ	機器個別計測	リソース	供出可能比率（供出ポテンシャルを100%とした場合）
0	×	×	×	• –	• –
1	〇	×	×	• 蓄電池（逆潮無）+EV充電器+エコキュート	• 80%
2	〇	〇	×	• **蓄電池（逆潮有）+エネファーム+EV充放電器**+EV充電器+エコキュート	• 80%
3	〇	×	〇	• 蓄電池（逆潮無）+EV充電器+エコキュート	• **100%**
4	〇	〇	〇	• **蓄電池（逆潮有）+エネファーム+EV充放電器**+EV充電器+エコキュート	• **100%**

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

2030年時点のDRリソースのうち、(特/)高圧は10%が需給調整市場に参画するものとしたうえで、低圧の市場参画率を変化させ、低圧参画による一送の調達費用削減効果を確認した

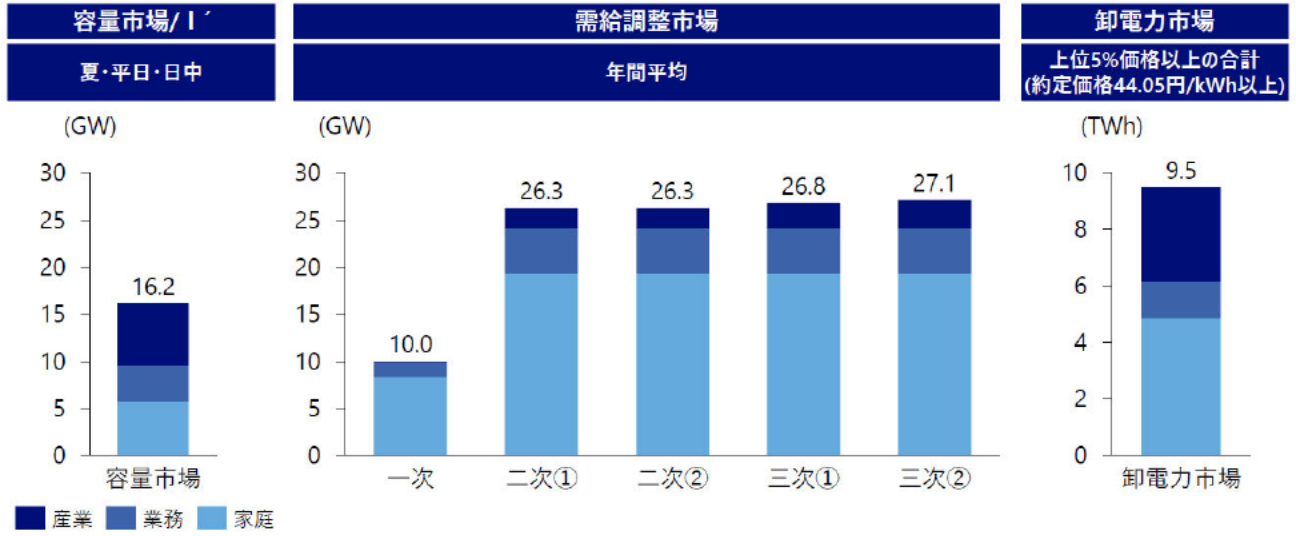
- 低圧リソース参画による調達費用削減分は、低圧・(特/)高圧参画による調達費用削減分を、低圧・(特/)高圧の応札量比率で案分して算出
- ERAB検討会のポテンシャル分析における家庭を低圧、産業・業務を(特/)高圧とした

評価方法・結果｜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

①-1 リソース供出ポテンシャル | ①-2 リソース供出ポテンシャル | ②参加可能量 | ③活用可能量

【参考】2030年度では、家庭部門のリソース供出ポテンシャルが大きく上昇し、容量市場は16GW程度、需給調整市場二次以下には年間平均で26-27GW程度のポテンシャルとなる

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）



注1：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。便宜的に、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、自家発の容量が大きくポテンシャルが大きいことが見込まれるが、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、容量市場の落札状況を踏まえ、鉄鋼産業の自家発のポテンシャルを補正している。容量市場には自家発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、自家発とみなして推計した。

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

※）試算の都合上、継続時間や運用パターンを一部変更したことから、必ずしもERAB検討会のポテンシャル推計結果と一致しないことに留意

出所）資源エネルギー庁「第17回 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会検討会 資料5-1」2022年1月19日

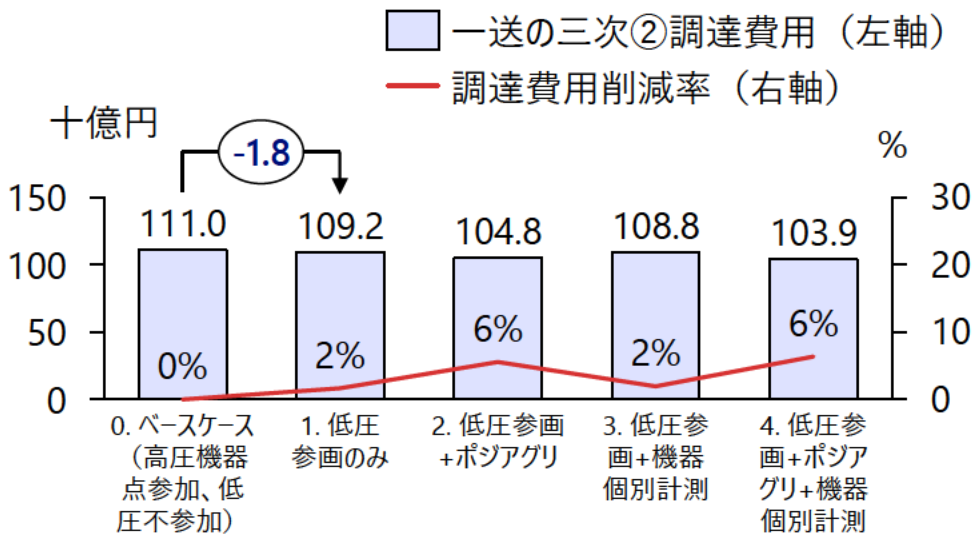
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

一般送配電事業者の便益分析｜STEP２：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認

2030年時点の低圧リソースの10%が需給調整市場に参画した場合、年間18億円の三次②の調達費用削減効果を確認した

■ また、ポジアグリや機器個別計測の許可、及び低圧リソースの需給調整市場参画拡大が可能となった場合、更なる削減効果を確認できた

打ち手ごとの一送の三次②年間調達費用と、調達費用削減率※1
（各リソースの市場参加率は、(特/)高圧10%、低圧10%で試算）



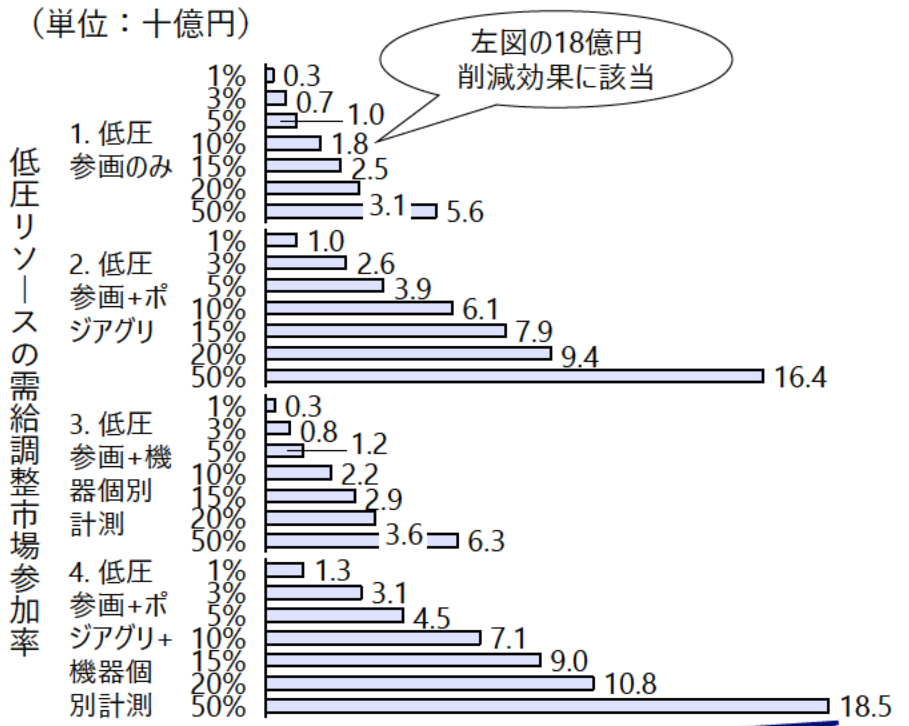
0 %	0.6%	2.1%	0.7%	2.5%

落札量のうち低圧DRが占める比率※2

2.4 %	2.3%	2.1%	2.3%	2.0%

【参考】落札量のうち(特/)高圧DRが占める比率※2

打ち手ごとの低圧リソースの需給調整市場参加率別 一送の三次②年間調達費用削減効果（低圧による削減分※1）



- 2030年時点で普及している低圧リソースの50%が需給調整市場に参画し、かつポジアグリ・機器個別計測が許可されている場合、**年間185億円の一送の三次②の調達費用削減**に繋がる

※１）低圧・(特/)高圧のDR落札量は、(特/)高圧+低圧のDR落札量を、それぞれの応札量比率で案分して算出
※１）市場価格は2021年度、リソース普及量は2030年時点の値で試算
※１）低圧参画のみの場合は、蓄電池(逆潮なし)とエコキュート、EV充電器が対象
ポジアグリの場合は、左記に加えて、蓄電池(逆潮有)とエネファーム、EV充放電器が対象
※２）低圧・(特/)高圧が市場参加しても全てが落札されるわけではないため、市場参加率>=落札量に占める比率となる
※２）落札量に占める比率は、2021年度三次②の落札量（追加募集を除く）7,691GWに対する数値

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

議題

- 調査概要
- （１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
- **（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査**
  - EVの電力システムとの統合
  - DRの機器点における計測
  - **低圧リソースの市場での活用**
    - **一般送配電事業者の便益分析**
      - 本検討の概要
      - STEP 1 ：低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認
      - STEP 2 ：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認
      - **分析結果のまとめ**
      - 参考分析
  - DERの配電での活用
- （３）検討会の開催 ・運営

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

理想的な条件では、低圧リソースの需給調整市場参画は、アグリゲーターや需要家にメリットがあることを確認した。一送にとっては、システム改修費用等を踏まえて判断する必要がある。

分析結果のまとめ

	計算結果	考察
STEP１： 低圧アグリゲーターの 収益の増加効果の確認	• ⅰ. なりゆきシナリオでは、ほとんどの低圧リソースに需給調整市場参画メリット（収益の増加）が生じなかった • ⅱ. 理想シナリオでは、各低圧リソースにおいて需給調整市場参画メリット（収益の増加）が生じた	• 低圧リソースの需給調整市場参画のための追加費用の低減を進めていくことができれば、低圧リソースの需給調整市場参画メリットが見込まれる
STEP２： 一般送配電事業者の 調達費用削減効果の確認	• 2030年時点の低圧リソースの10%が需給調整市場に参画することで、年間18億円の三次②の調達費用削減効果を確認できた • また、ポジアグリや機器個別計測の許可、及び低圧リソースの需給調整市場参画の拡大が可能となった場合、百億円規模の効果を確認できた	• 左記の便益が、需給調整市場への低圧リソースの参画許可にかかる一般送配電事業者の追加費用※を上回る場合は、左記の施策を行うメリットがある ※一送のシステム改修費用や業務費用の増加分、不正防止対策費用など • よって、今後一般送配電事業者側の費用の検討も必要となる

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

なお、本検討の試算結果は、複数の変動要素によってアップサイドもダウンサイドも想定される

主な変動要素と試算結果への影響

凡例：■本検討会において複数のパターンで試算

主な変動要素	STEP１：収益増加効果への影響	STEP２：一送の調達費用削減効果への影響
需給調整市場の市場価格の変動	供給不足状況が緩和される等により、市場価格が低下した場合、収益増加効果は**減少** （市場価格上昇時は、収益増加効果は**増加**）	供給不足状況が緩和される等により、市場価格が低下した場合、調達費用削減効果は**減少** （市場価格上昇時は、調達費用削減効果は**増加**）
三次②以外の商品への参画	他の需給調整市場商品への参画も行う場合、収益増加効果は**増加**	他の需給調整市場商品への参画も行う場合、調達費用削減効果は**増加**
機器個別計測・ポジアグリの許可	ポジアグリ※１が認められる場合、収益増加効果は**増加**、認められない場合は、収益増加効果は**減少**	ポジアグリや機器個別計測が認められる場合、調達費用削減効果は**増加**、認められない場合は、調達費用削減効果は**減少**
普及リソースの市場参加量の変動	普及しているリソースの需給調整市場への参加量が増加し、かつリソースあたり・需要家あたりで収益が生じる場合、収益増加効果は**増加**、参加量減少時は収益増加効果は**減少**	普及しているリソースの需給調整市場への参加量が増加する場合、調達費用削減効果は**増加**、参加量減少時は、調達費用削減効果は**減少**
リソースの供出量の変動	今回はポテンシャル推計を参考にリソースの供出量を設定したが、供出量が減少した場合、収益増加効果は**減少** （供出量増加時は、収益増加効果は**増加**）	今回はポテンシャル推計を参考にリソースの供出量を設定したが、供出量が減少した場合、調達費用削減効果は**減少** （供出量増加時は、調達費用削減効果は**増加**）
リソース・需要家・アグリゲーターの追加固定費の変動	需給調整市場に参画するための追加費用を理想シナリオ程度に削減できない場合、収益増加効果は**減少** （更なる追加費用削減時は、収益増加効果は**増加**）	需給調整市場に参画するための追加費用を理想シナリオ程度に削減できない場合、調達費用削減効果は**減少** （更なる追加費用削減時は、調達費用削減効果は**増加**）
応札ブロックの変更	今回は、時間帯ごとに最も価格が高いブロックから応札と仮定したが、これによって落札できない場合を考慮し、応札ブロックを変更すると、収益増加効果は**減少**※２	今回は、時間帯ごとに最も価格が高いブロックから応札と仮定したが、これによって落札できない場合を考慮し、応札ブロックを変更すると、調達費用削減効果は**増加**※２

※１）機器個別計測については、STEP1の効果を試算していない
※２）応札ブロックを変更すると、ΔkW加重平均価格は下がるためSTEP1の効果は減少する。一方で、より多くのDRがΔkW加重平均価格で落札されるようになるため、STEP2の効果は増加する

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

議題

- 調査概要
- （１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理
- **（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査**
  - EVの電力システムとの統合
  - DRの機器点における計測
  - **低圧リソースの市場での活用**
    - **一般送配電事業者の便益分析**
      - 本検討の概要
      - STEP 1 ：低圧アグリゲーターの収益増加効果の確認
      - STEP 2 ：一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認
      - 分析結果のまとめ
    - **参考分析**
  - DERの配電での活用
- （３）検討会の開催 ・運営

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

固定費を削減することで、低圧アグリゲーション事業の収益が見込めることを確認した。高圧の機器個別計測は、一送のシステム改修費用等を踏まえて判断する必要がある。

分析結果のまとめ

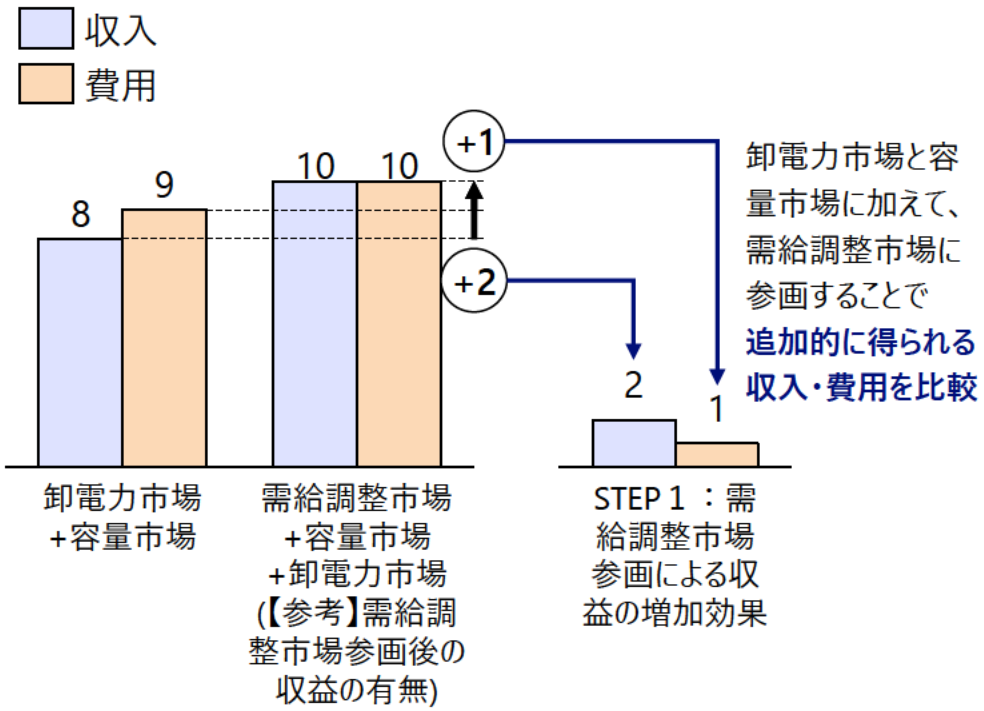
	計算結果	考察
参考①：市場運用におけるアグリゲーターの収益の有無の確認	• ⅰ. なりゆきシナリオでは、どの低圧リソースでも収益が生じないことが分かった※ • ⅱ. 理想シナリオでは、ほとんどの低圧リソースは、市場運用で収益が生じることが分かった※	• リソースあたりの固定費や、需要家あたりの固定費、アグリゲーターあたりの固定費の低減を進めていくことができれば、低圧アグリゲーション事業も収益が生じる
参考②：高圧機器個別計測による一般送配電事業者の調達費用削減効果の確認	• 高圧の機器個別計測を許可することで、高圧リソースの市場参加率が５％から10%に増加する場合、年間27億円の一送の調達費用削減効果を確認	• 左記の便益が、高圧機器個別計測許可にかかる一般送配電事業者の追加費用※を上回る場合は、高圧機器個別計測を許可するメリットがある ※一送のシステム改修費用や業務費用の増加分、不正防止対策費用など • よって、今後一般送配電事業者側の費用の検討も必要となる

※低圧リソースを３万台アグリーゲートした場合の結果

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

STEP 1 では、需給調整市場参画による収益の増加効果を確認したが、ここでは、需給調整市場参画後の収益の有無を確認した

試算パターンのイメージ



本検討での試算パターンの概要

試算パターン	概要
【参考】需給調整市場参画後の収益の有無	• 需給調整市場に参画後、**そもそも収益が生じているかを確認**する **今回確認**
STEP 1 ：需給調整市場参画による収益の増加効果	• 需給調整市場に参画することで、**アグリゲーターの収益が増加するかを確認**する ※需給調整市場参画後の収益の有無自体は問わない

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

ⅰ. なりゆきシナリオでは、EV充電器・充放電器以外のリソースは、収益が生じなかったが、ⅱ. 理想シナリオでは、ほとんどの低圧リソースは、市場運用で収益が生じた

※低圧リソース３万台をアグリゲートした場合

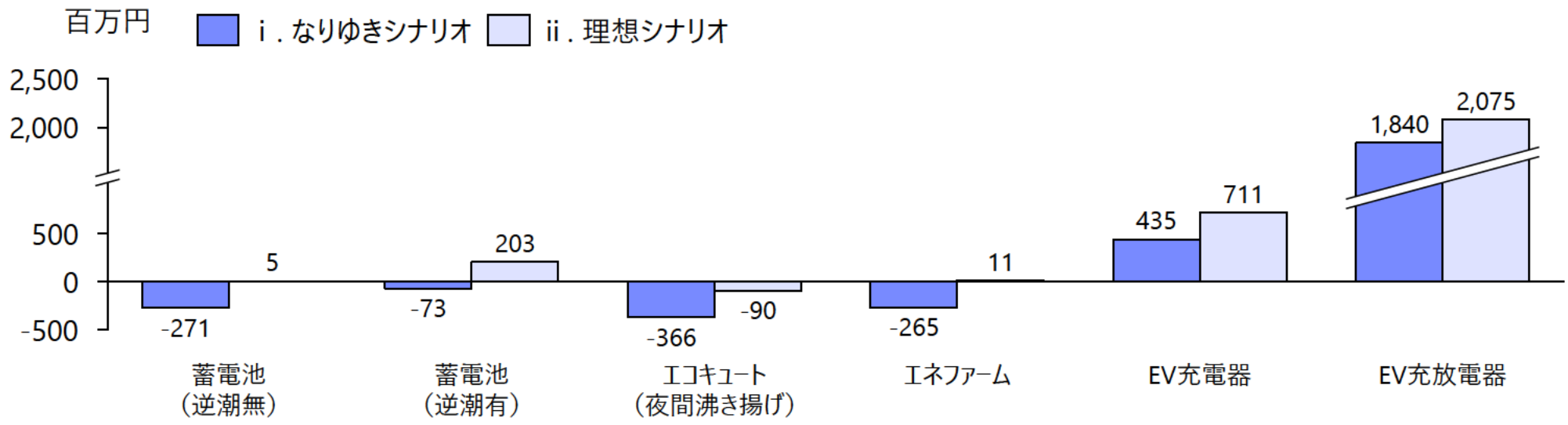
■ リソースあたりの固定費や、需要家あたりの固定費、アグリゲーターあたりの固定費の低減を進めていくことで、低圧アグリゲーション事業の収益が生じる

- 今回の分析では、需要家あたりの固定費と、アグリゲーターの固定費の削減により、理想シナリオのほとんどの低圧リソースで収益が生じている

■ 需要家の保有リソースの数の増加や、RAが扱うリソースの種類数の増加等でも、更なる収益の増加が期待できる

- 今回の分析では、１受要家内に１リソースのみと想定したため、需要家当たりの固定費（GW設置費用等）の影響が大きくなっている

シナリオ別需給調整市場参画によるACの年間収益（低圧リソース３万台をアグリゲートした場合）



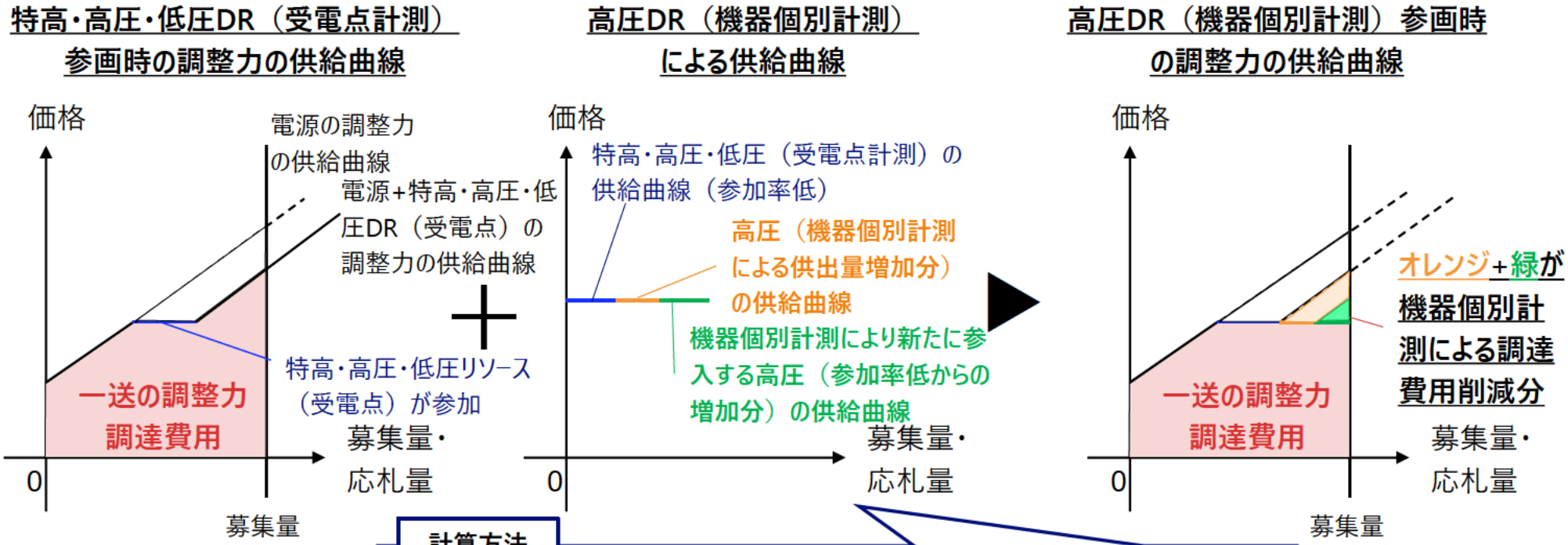
出所）野村総合研究所試算

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

受電点での高圧DR参画時の一送の調達費用と、機器個別計測での高圧DR参画時の一送の調達費用の差分が、機器個別計測による効果とした

■ 機器個別計測の効果には、供出量の増加による効果と、市場参加率増加による効果が考えられる

高圧DR（機器個別計測）による調達費用削減効果のイメージ



計算方法

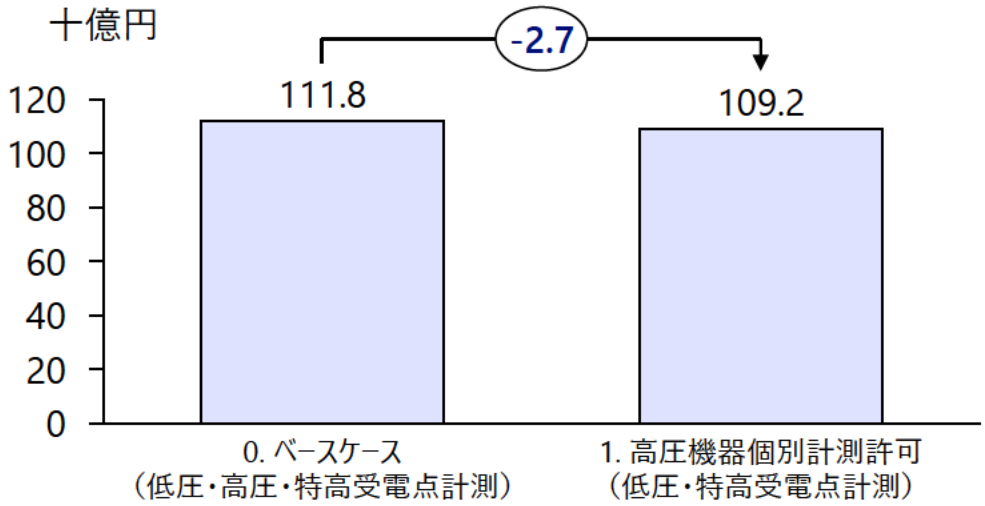
- 受電点の場合、**本来の供出量の80%しか供出できない**と想定
- 機器個別計測により、**リソースの参加率自体も向上**すると想定
- 特高・低圧は機器個別計測の対象ではなく、供給量は変化しないと想定

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

機器個別計測を許可することで、高圧リソースの市場参加率が5%から10%に増加する場合、年間27億円の一送の調達費用削減効果を確認した

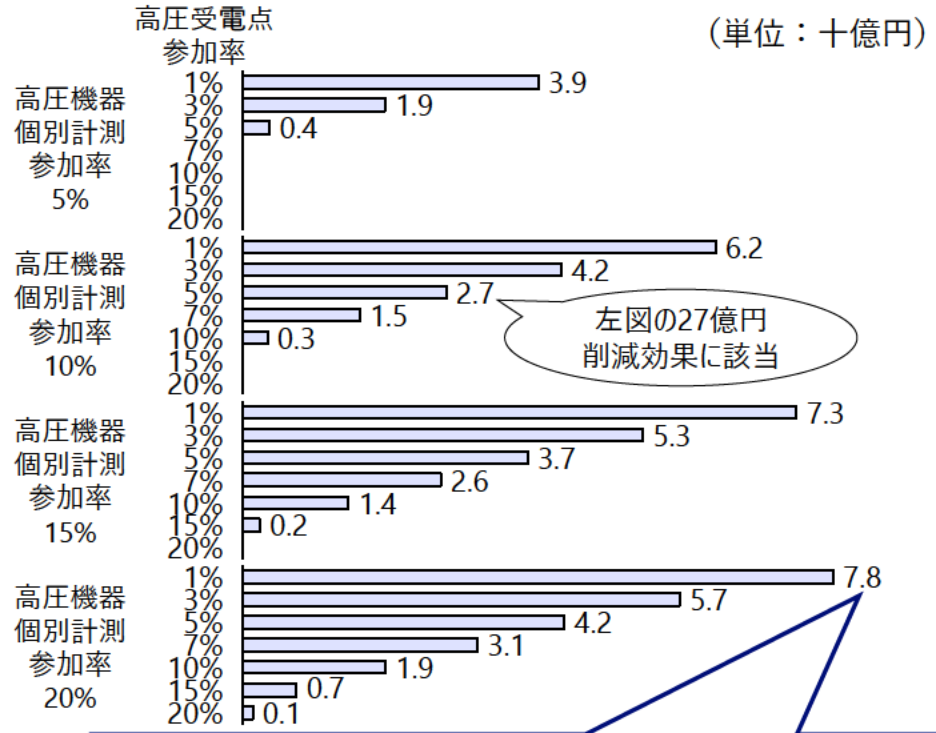
■ また、機器個別計測により市場参加率がさらに上昇する場合、より三次②の調達費用削減効果を期待できる

打ち手ごとの一送の三次②年間調達費用
（市場参加率は、高圧受電点5%、高圧機器点10%、低圧10%で試算）



0.7%	0.6%
落札量のうち**低圧DR**が占める比率※2	
1.2%	2.3%
落札量のうち**(特/)高圧DR**が占める比率※2	

高圧機器個別計測・受電点参加率別の機器個別計測による一送の三次②年間調達費用削減効果※1



- 2030年時点で普及している高圧リソースのうち、受電点では1%のみ需給調整市場に参画していたが、機器個別計測により20%まで参画する場合、**年間78億円の一送の三次②の調達費用削減**に繋がる

※1）低圧・(特/)高圧のDR落札量は、(特/)高圧+低圧のDR落札量を、それぞれの応札量比率で案分して算出
※1）市場価格は2021年度、リソース普及量は2030年時点の値で試算。
※1）低圧参画のみの場合は、蓄電池(逆潮なし)とエコキュート、EV充電器が対象。
ポジアグリの場合は、左記に加えて、蓄電池(逆潮有)とエネファーム、EV充放電器が対象。
※2）低圧・(特/)高圧が市場参加しても全てが落札されるわけではないため、市場参加率>=落札量に占める比率となる。
※2）落札量に占める比率は、2021年度三次②の落札量（追加募集を除く）7,691GWに対する数値

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

諸外国の配電でのDER活用事例

主要TSO/DSOのビジョン・戦略・計画の概要と示唆

諸外国の時間帯別託送料金の事例

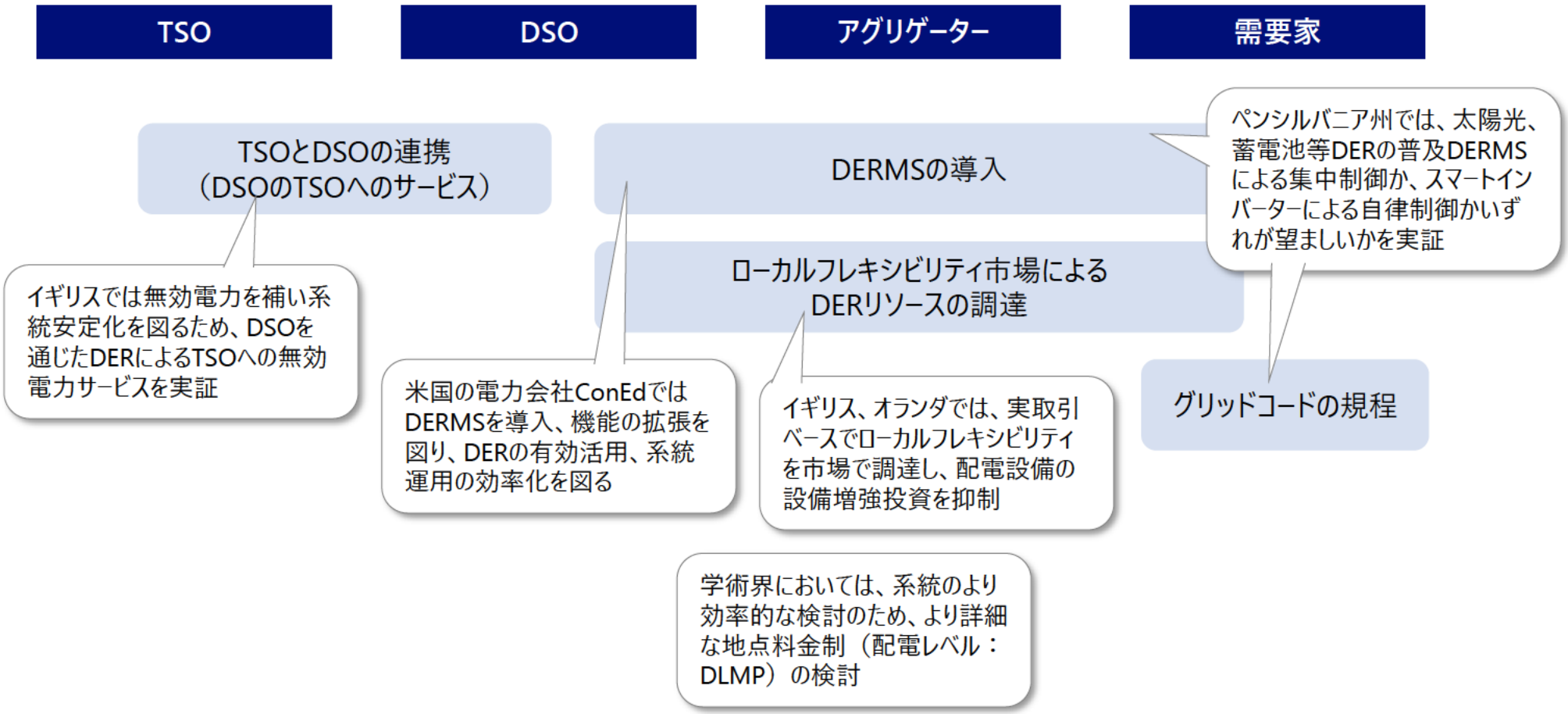
DERの普及によって配電系統で生じる問題に対する解決策

（３）検討会の開催 ・運営

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

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

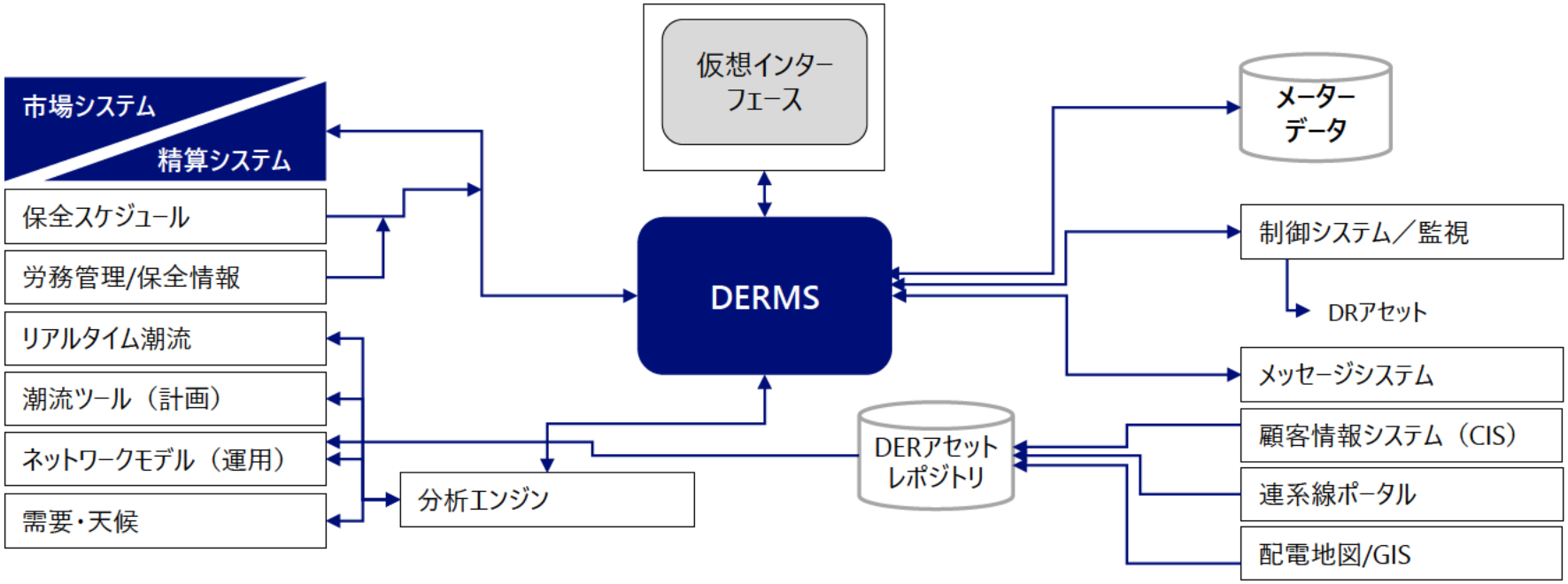


Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

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DEMRSの構成



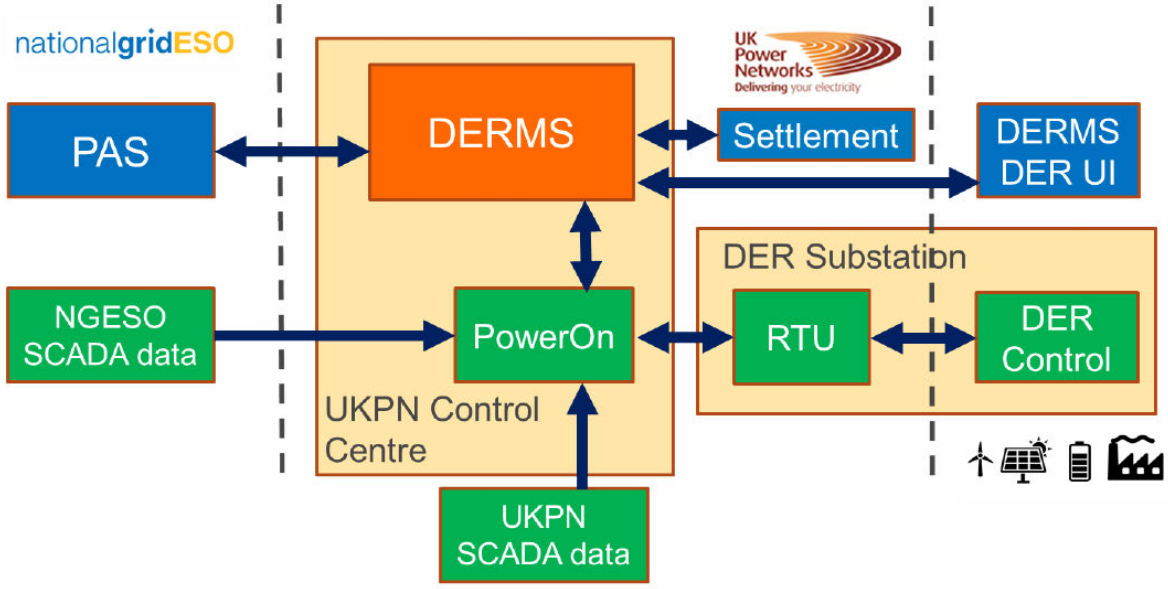
出所）Con Edison, "Distributed System Implementation Plan" 2020年6月 より作成

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

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

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

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
5	Great Britain
	Netherlands
4	France
	Portugal
3	Austria
	Greece
	Italy
2	Belgium
	Bulgaria
	Denmark
	Estonia
	Finland
	Germany
	Ireland
	Slovenia
	Switzerland

スコア	国
1	Hungary
	Latvia
	Lithuania
	Norway
	Romania
	Slovakia
	Spain
	Sweden
0	Croatia
	Cyprus
	Czech Republic
	Luxembourg
	Malta
	Poland

＜評価項目＞

i. コミュニティー内で自家消費を最適化することは許可されているか
ii. Citizen Energy Communities※1のための国家的な枠組みはあるか
iii. Renewable Energy Community ※2のための国家的な枠組みはあるか
iv. DSOのフレキシビリティー調達は商業利用段階か、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

出所）SmartEn “EUROPEAN MARKET MONITOR FOR DEMAND SIDE FLEXIBILITY - 2021” 2022年より作成

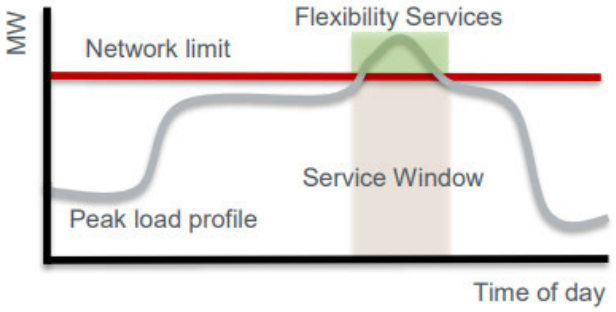
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

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

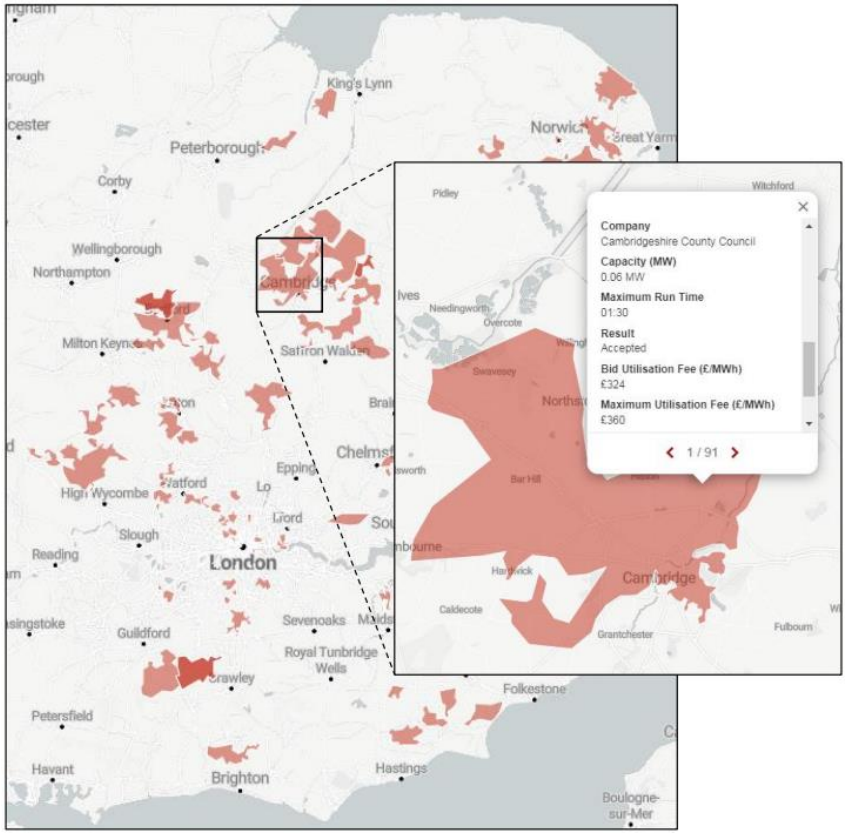
■ UKPNはLicence AreaをPiclo FlexのWEBサイト上に公開し、数か月かけて入札を募る。2022-2023年では113の地域をLicence Areaとして指定し、募集する確保容量だけでなく、事前に取引価格を提示する

フレキシビリティの狙い

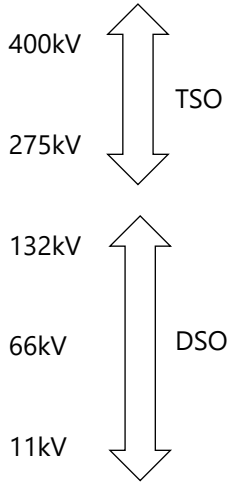
- フレキシブル需要が減少し、フレキシブルな発電が増加して、ネット需要を設備容量内に削減することが可能となる。
- これにより、ネットワークのアップグレードなど、従来のネットワーク管理代わるアプローチを提供する。



入札参加者が確認できる地図と入札結果概要（例）



【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。

出所）UKPN “Invitation to Tender Flexibility Services Tender Round Jan-21 High Voltage Zones” 2020年12月、UKPN “Flexibility Services Procurement Report” 2022年4月

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

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（decentralised 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が、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による需要家リソースの導入
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, https://dex.energy/news/greensync-release-dex-white-paper-industry/ （2022年11月4日時点）より作成

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

ペンシルベニア州PPLでは、2021年からDER（太陽光、蓄電池）の制御に関して、DERMSによる集中制御が望ましいか、スマートインバーターによる自律制御が望ましいかを実証で検証

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

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

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ー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）Karim L. Anaya and Michael G. Pollitt, “How to Procure Flexibility Services within the Electricity Distribution System: Lessons from an International Review of Innovation Projects,” MDPI, 2021年7月 より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

諸外国の配電でのDER活用事例

主要TSO/DSOのビジョン・戦略・計画の概要と示唆

諸外国の時間帯別託送料金の事例

DERの普及によって配電系統で生じる問題に対する解決策

（３）検討会の開催 ・運営

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

National Gridはレベニューキャップ制度の第2期間において、「次世代ネットワーク構築」や「競争促進」、「電力システムソリューションの提供」に投資を行う

National Gridのレベニューキャップ制度第２期間における投資提案内訳

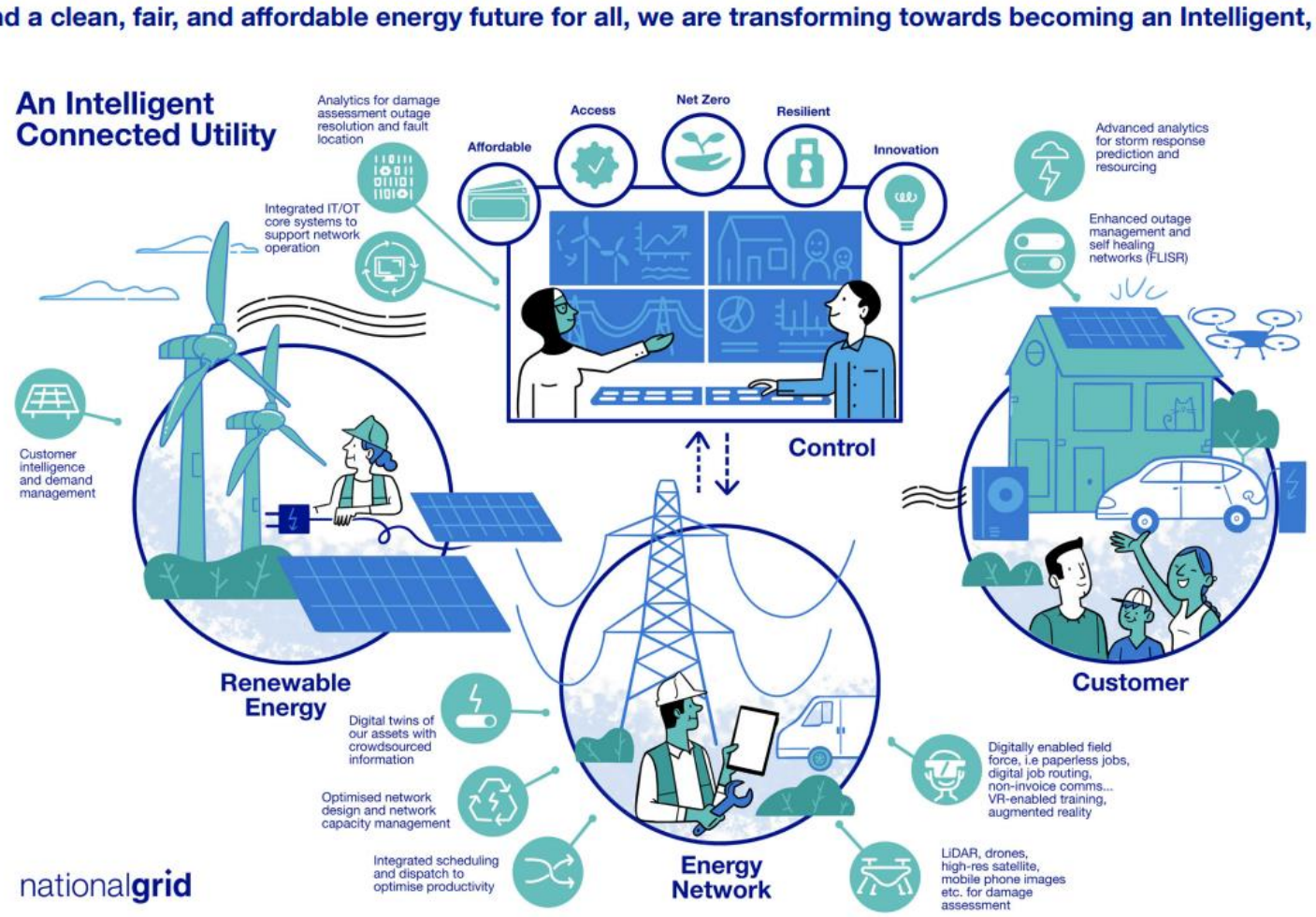
目的	投資内容	費用(£m)	消費者のメリット
最低コストで2050年までにネットゼロへの移行を可能にするネットワーク提供	電力市場変革に向けたネットワーク強化	507.1	• 脱炭素経済 • システム運用コスト低減
	調整力の保護と制御の研究に投資して供給のセキュリティを維持し、2025年までのゼロカーボン運用の要件を特定	31.1	• 脱炭素経済 • 安定供給
	従来型発電設備の廃止を促進する投資と系統アクセスとコスト最小化を維持の維持	134.7	• 脱炭素経済 • ネットワークコスト低減
コスト最小化のため、競争と新しいビジネスモデルを促進	競争を促進に向けて、競争可能性の基準を満たすプロジェクトの強調、競争可能なプロジェクトへの同意、消費者の保護を行う	181.5	• システム運用コスト低減 • ネットワークコスト低減
	非ネットワークソリューションの促進	0	
ネットワーク会社全体に電力システムのソリューションを提供	システム全体のコスト削減と2025年までにゼロカーボン運用に向けて、新規メカニズムによるESOで最適化とシステム監視のインストールを実行	48.0	• 脱炭素経済 • ネットワークコスト低減
	DNOを最適化に向けて、システム全体のオポチュニティの特定、進行中のプロセス確立、原子炉ユニットへの投資を実行	30.7	
全体システムソリューションの実現	ネットゼロ実現に向け適切な先行投資を促す施策の導入を模索	0	• 脱炭素社会 • ネットワークの低コスト化、参入の障害克服 • クリーンな空気
	最少コストで脱炭素を実現するための挑戦に向けた戦略的なネットワークの選択肢の提示	0	

出所）National Grid, “Delivering your future electricity transmission system” より作成

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

ネットワークの効率的な整備・運用の他、災害対策にも広く配慮された“野心”を掲げている

National Gridの”digitalisation ambition”



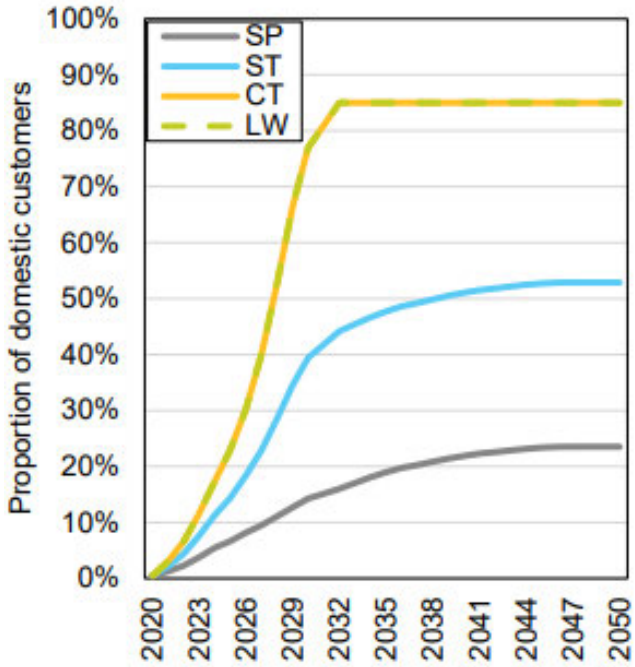
出所）National Grid, “Digitalisation Strategy, March 2022”
https://www.nationalgrid.com/electricity-transmission/document/141796/download （2023年1月19日時点）

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

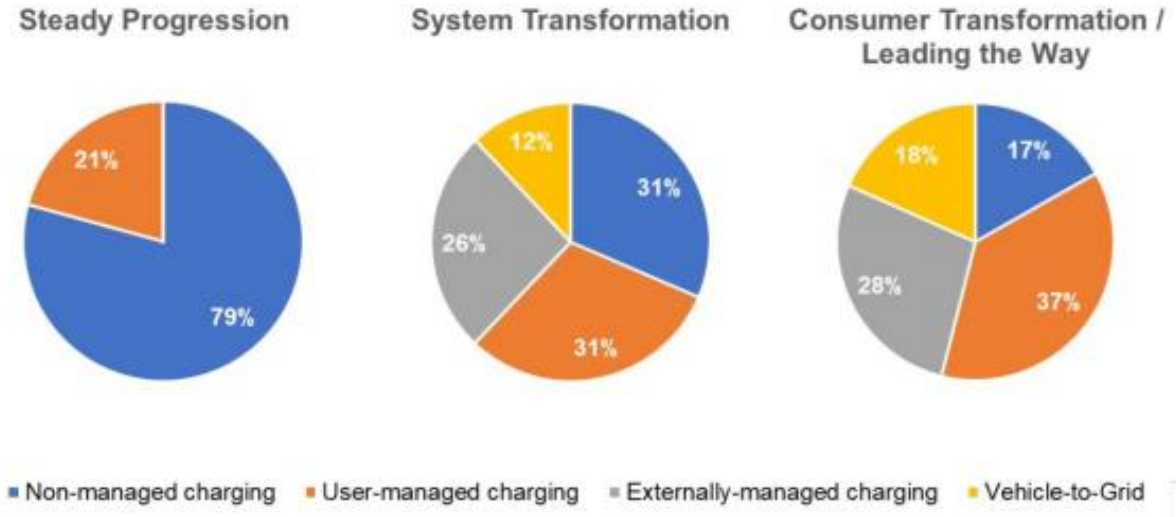
UKPNは、フレキシビリティの観点で、スマートメーター導入によるTOUの採用と、EV普及によるコントロール可能なバッテリーの増加を想定している

- 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
- 柔軟性の項目では、スマートメーター導入とEV充電に関して言及されている
  - スマートメーター導入に伴って時間制料金が拡大し、柔軟性が向上すると見込まれている
  - EV充電を非管理充電、ユーザ管理充電、外部管理充電、系統に逆潮流可能なVehicle-to-grid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TOUの採用率



各シナリオにおけるEV充電の管理度合の予測



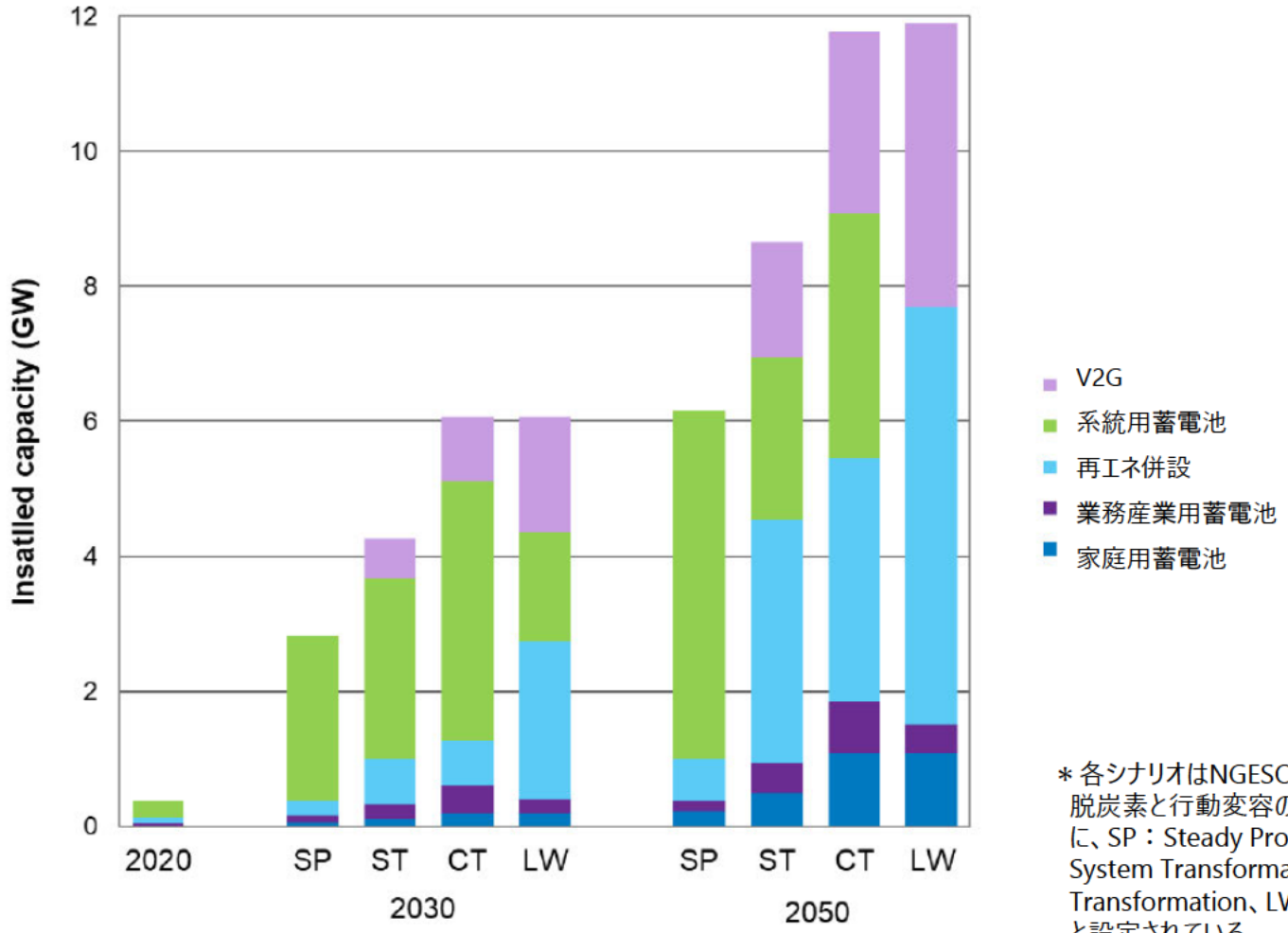
＊各シナリオはNGESO策定の「FES」に基づく
脱炭素と行動変容の進行度合いが低い順に、SP：Steady Progression、ST：System Transformation、CT：Customer Transformation、LW：Leading the Wayと設定されている

出所）UK Power Networks,
“Distribution Future Energy Scenarios, Regional Outlook: UK Power Networks’ projections February 2022”

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

2030年までに3～6GW、50年までに6～12GWの蓄電池の導入を想定

UKPNエリアにおける蓄電池の導入容量



＊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 と設定されている

出所）UK Power Networks,
"Distribution Future Energy Scenarios, Regional Outlook: UK Power Networks' projections February 2022"

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

低炭素技術への対応、洪水やアセットリスクへの対策、デジタルへの支出が大幅に増加した。特に、デジタルへの支出である「非運営設備投資費」は最大の増加率を示した。

UKPNのレベニューキャップ制度第2期間における支出内訳と第1期間との比較

支出内容	第1期間支出額（£m）	第2期間最終事業計画支出額（£m）	支出増加率(%)	増額・減額理由
負荷関連費用	385	583	52%	• ネットワークのLCT（低炭素技術）による負荷増加への対応
資産の交換と改修費用	522	740	42%	• 地域全体のアセットリスクを5％未満まで低減
その他の非負荷関連費用	485	656	35%	• サービスの改善、洪水リスクへの対策等
非運営設備投資費	184	292	59%	• デジタル機能、サイバーレジリエンス、電化への対応
ネットワーク運営費用	1,071	1,006	-6%	
密接に関連する間接費	1,025	1,073	5%	
ビジネスサポート費用	446	483	8%	
その他の費用	116	39	-67%	
継続的な効率化	-	-233	-	• 年率1％の効率化を推進
総計	4,324	4,639	9.6%	

出所）UK Power Networks, “Placing customers and communities at the heart of Net Zero” より作成

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

DER管理を含む運用技術の強化に最も多い0.8億ポンドを、資産およびネットワークインフラストラクチャのデータ公開に0.3億ポンドを想定

UKPNのレベニューキャップ制度第2期間におけるデジタル分野への投資内訳

目的	投資内容	費用(£m)	投資回収額(£m)/年数
現代的で、回復力があり、安全・安定なIT環境の整備	日常業務を確実にサポートするためのIT資産の維持	48.3	110.5 / 4年
最新の合理化されたアプリケーションアーキテクチャの作成	最新のスケーラブルで柔軟なコアプラットフォームの保持	66.4	94.5 / 7年
より広いエネルギーシステムを可能にするデータ機能の拡充	資産およびネットワークインフラストラクチャデータを公開するために必要なデータガバナンス、管理、およびエンジニアリング機能を開発	29.5	196.6 / 5年
強化されたデジタルソリューションとサービスの提供	顧客対応ソリューションの開発	7.2	14.9 / 4年
	従業員満足度向上を目的としたツールと機能の提供	2.6	15.6 / 3年
	最適なネットワーク投資決定を行うための最先端モデリングおよび予測機能の開発	12.2	12.5 / 10年
	DSOオペレーション改良に向けた予測、モデリング、DER管理などの運用技術の強化	78.0	-
総計		244.3	

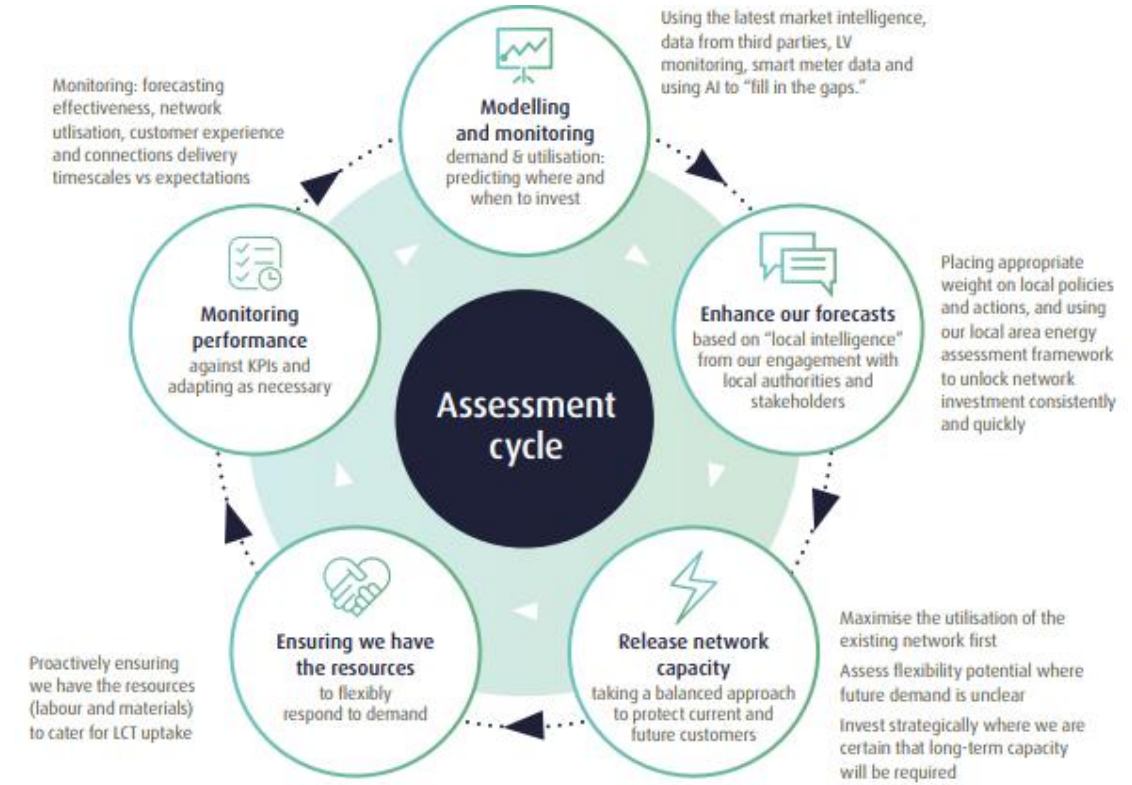
出所）UK Power Networks, “Placing customers and communities at the heart of Net Zero” より作成

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

外部データによって消費者需要を予測し、適切な設備投資判断に活かす

- 低コストで脱炭素化社会に移行するには、正確な予測に基づいて適切な設備投資を行うことが重要である
- 低炭素技術(LTC)セクターのサプライヤー（ヒートポンプメーカー、充電ポイント設置業者等）やクレジットカード、インターネット検索エンジン等の会社のデータを用いて、消費者需要の正確な予測を行う

コミュニティの脱炭素化に向けて、UKPNが行うアクション



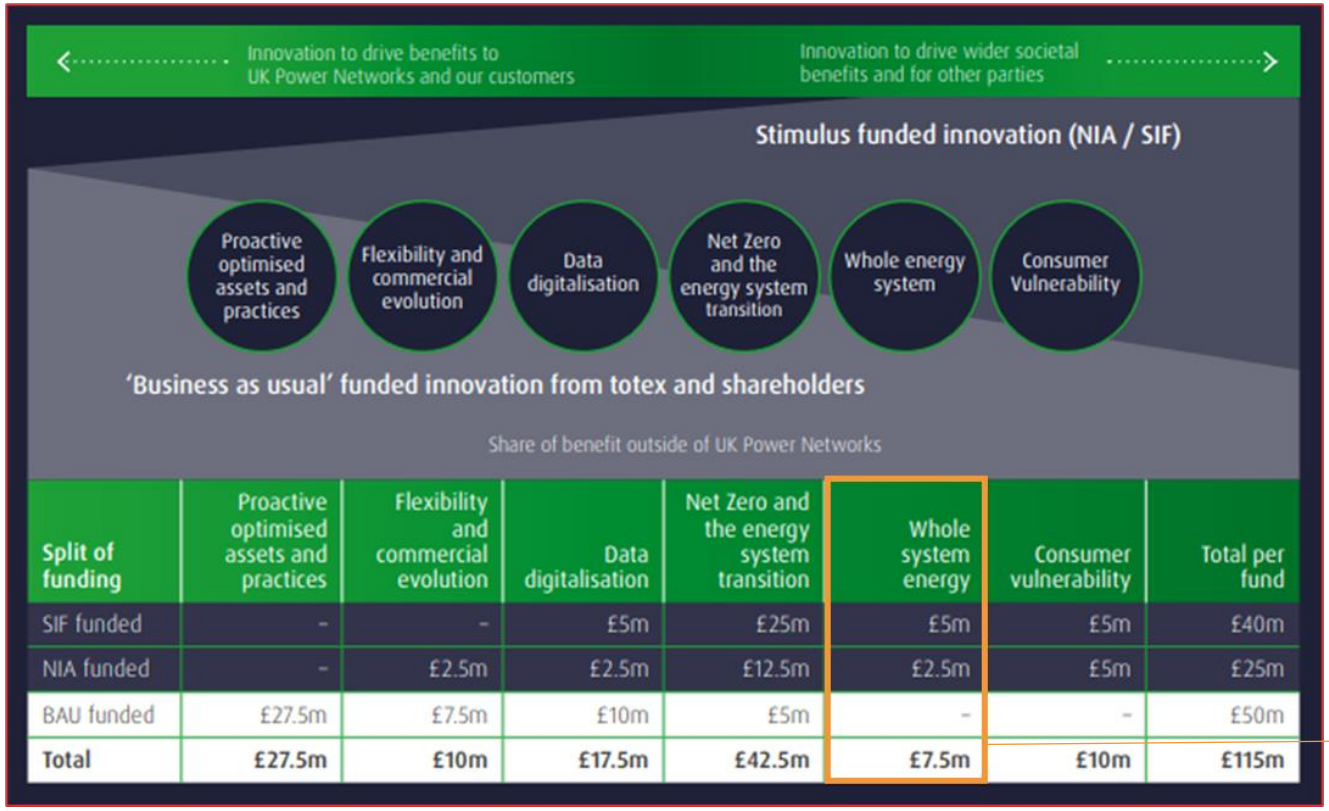
出所）UK Power Networks, "Placing customers and communities at the heart of Net Zero"

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

第2期間ではイノベーション投資が増額され、他業界の脱炭素化にも投資が行われている

- イノベーション費用は、年間1500万ポンド(RIIO-ED1)から、年間2300万ポンド(RIIO-ED2)、5年間の総額1.15億ポンドに53％増加している
- 利益寄与の大きい既存アセットの最適化から、社会貢献的側面の大きい他業界（輸送、熱など）の脱炭素化に向けた投資まで幅広く行っている

イノベーションのテーマと投資金額



Split of funding	Proactive optimised assets and practices	Flexibility and commercial evolution	Data digitalisation	Net Zero and the energy system transition	Whole system energy	Consumer vulnerability	Total per fund
SIF funded	-	-	£5m	£25m	£5m	£5m	£40m
NIA funded	-	£2.5m	£2.5m	£12.5m	£2.5m	£5m	£25m
BAU funded	£27.5m	£7.5m	£10m	£5m	-	-	£50m
Total	**£27.5m**	**£10m**	**£17.5m**	**£42.5m**	**£7.5m**	**£10m**	**£115m**

「他業界の脱炭素化」も目的とした支出項目

出所）UK Power Networks, "Placing customers and communities at the heart of Net Zero" より作成

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

イノベーション支出額は、年間1500万ポンド(RIIO-ED1)から、年間2300万ポンド(RIIO-ED2)、5年間の総額1.15億ポンドに53％増加した

- DERからの無効電力サポート（世界初）や配電網状況を把握する新技術であるLineVueの試験利用を実施する
- 利益寄与の大きい既存アセットの最適化から、社会貢献的側面の大きい他業界（輸送、熱など）の脱炭素化に向けた領域まで幅広く支出している

イノベーションのテーマと支出金額

目的	支出内容	支出額(£m)	
効率的な資産の更新	最低限のコストでのネットワーク信頼性向上に向けた、適切なインフラの更新	27.5	UKPNや顧客の利益に資するイノベーション
フレキシビリティの商用的な進化	市場プラットフォームの開発、新しいフレキシビリティ商品のデザイン、リアルタイムおよびネットゼロ操作の調査	10.0	
データの利活用とデジタル化	エッジコンピューティング、AI、機械学習、ゲーミフィケーション(※)、デジタルツイン、XR、状態推定などの活用	17.5	
ネットゼロと電力システムの移行	分散電源、EV、暖房（水素・ヒートポンプ）の脱炭素化を推進	42.5	
社会全体のエネルギーシステム改革	産業・地域の熱システム、輸送領域における脱炭素化の探索	7.5	
脆弱な消費者（低所得者層など）への対応	エネルギー転換に顧客が取り残されないためのソリューション検討	10.0	広く社会の利益に資するイノベーション
総計		115.0	

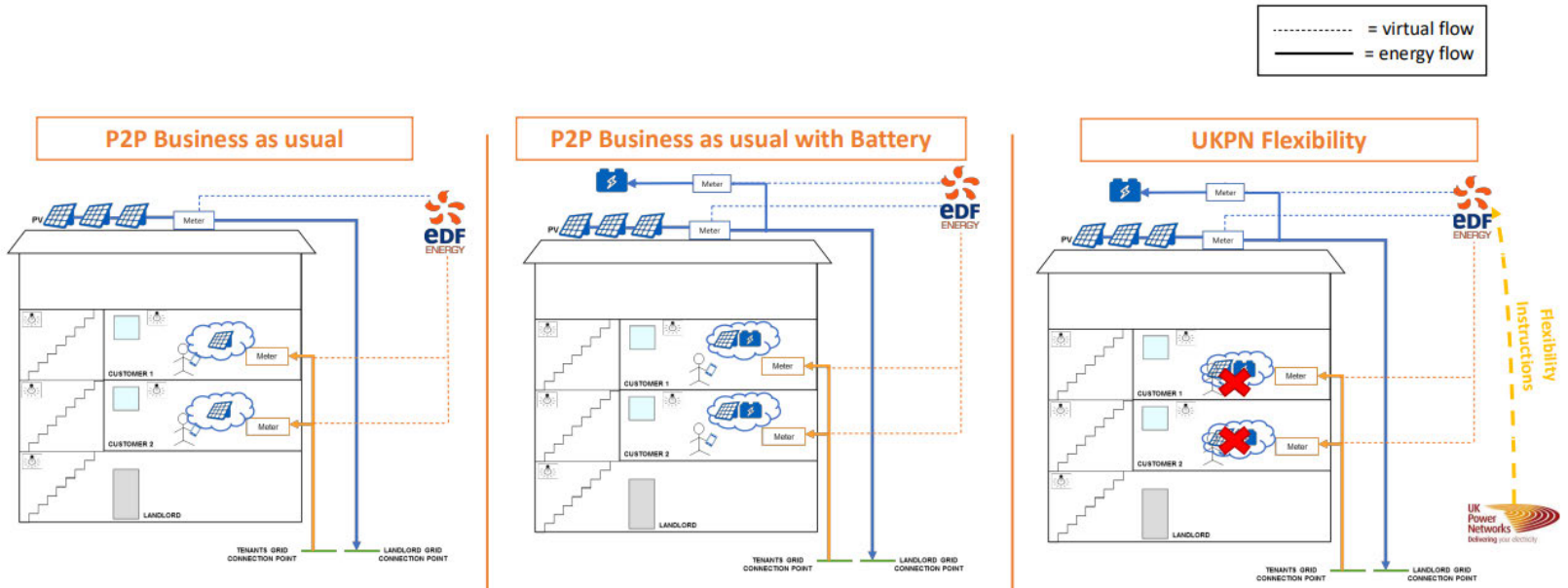
出所）UK Power Networks, “Placing customers and communities at the heart of Net Zero”、UK Power Networks, “Appendix 20: Innovation Strategy” より作成

※ゲームを本来の目的としないサービス等にゲーム要素を応用することで、利用者の意欲の向上やロイヤリティーの強化を図ること

資金・スペース面で制約のある公営住宅の住居者向けに、共有スペースを仮想的に個人へと割り振ってPV・蓄電池を設置し、それによる顧客の収益化を目指す実証実験を実施

■ 現段階での顧客の経済的恩恵は限定的なものの、再エネ普及や系統のフレキシビリティ向上に寄与

実証実験中に試験されたPV・蓄電池の活用例



出所）UK Power Networks, “Urban Energy Club NIA project report”、
UK Power Networks, “Appendix 20: Innovation Strategy”

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

DERの普及拡大と分散型システムの構築のために、サードパーティのアグリゲーターによるDERの導入を図る"DSIP"の形成と、ユーティリティの収益構造を改革する料金規制改革が行われた

- サードパーティのプロバイダーによるDER導入とアグリゲートに重心を置いた計画である
- ユーティリティがこれまでのグリッドおよび発電投資の代替としてDERソリューションを検討するためのインセンティブ等、ユーティリティの新しいビジネスモデルを検討する

Track 1
DSIP(Distributed System Implementation Plans)の形成

- トラック1は、DER市場の発展とDSP(Distributed System Platform)プロバイダーの活用について重点的に検討されている
- DSIPは、配電レベルのDER取引市場として機能するDSP(Distributed System Platform)などに関する計画であり、ユーティリティ単位で作成される
- 配電事業者は、プラットフォームプロバイダとして設備投資を行う計画や市場運営の計画を記載している
- また、ユーティリティによる省エネプログラムであるETIP（Energy efficiency transition implementation plans）、投資の延期、回避を図るNWA（Non-Wires-Alternatives）、DER統合の経験を積むための実証（REV Demos）を掲げた

Track 2
料金規制改革

- トラック2は、DSPプロバイダーモデルに対応するためのユーティリティによる料金算定手法と収益構造の改革に重点を置いている
- しかし、DERを最適にアグリゲートするには、公共事業費の増加と設備投資の減少が必要になると考えられる
- インセンティブを調整するため、規制当局は公益事業がどのようにして収益を上げるかについて以下のような改革案を提案した
  - 市場運営からの収益
  - DERへの投資を促すインセンティブの提供
  - 料金レートの改革

出所）REV CONNECT, https://nyrevconnect.com/rev-briefings/（2023年1月19日時点）より作成

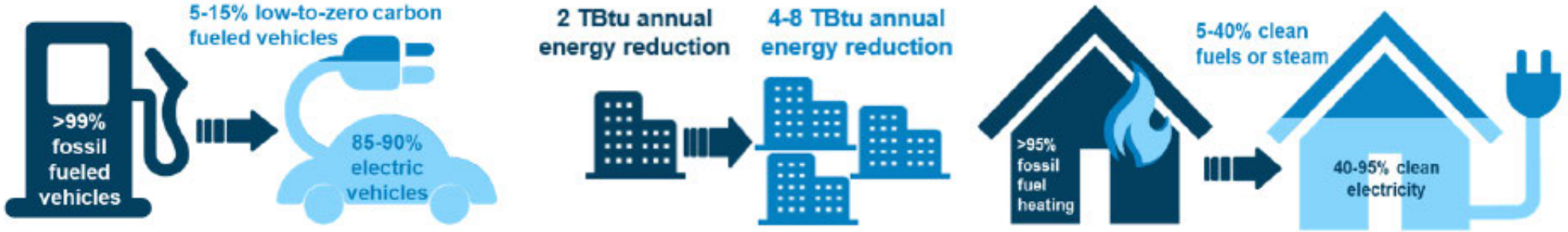
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

ニューヨーク州の中心部に電力を供給するConEd*は、2050年ネットゼロを目指し、長期計画 “Electric Long-Range Plan”を策定している

*CECONY: Consolidated Edison Company of New York, Inc.（Con Edisonのニューヨーク市を中心に電力・ガスを供給する子会社）

- 2030年までにGHG排出40%削減、2050年までにネットゼロとするよう、電力システムを構築することを目指している
- このエネルギー転換の一環として、クリーンエネルギーを供給する技術の大幅なスケールアップと需要家のエネルギー消費の大幅な変化が含まれることが想定されている

ConEdの“Clean Energy Commitment”達成における需要家の姿



Vehicles on the road will need to transform from **more than 99% fossil-fueled** vehicles to **85%-90% EVs** and **5%-15% low-to-zero carbon gaseous-fueled** (fuel cell) vehicles.

Energy efficiency will have to significantly increase annually from **2 Tbtu to 4-8 Tbtu** incremental savings.

Building heating will need to transform from **more than 95% fossil-fueled** to **40%-95% clean electricity-fueled** and **5%-40% low-to-zero carbon gaseous fuels** or clean steam.

出所）Con Edison, “Electric Long-Range Plan” 2022年1月

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

ConEd は、エネルギー供給の変革とエネルギー商品の抜本的な変化を可能とする戦略“Clean Energy Strategy”を策定

ConEdの“Clean Energy Strategy”概要

Strategy	Sub-Strategy	Initiatives
Transform the Energy Supply	Enhance transmission to enable clean energy growth	Develop transmission projects to: • Enable **fossil fuel retirement** • Expand **renewable generation capacity** • Prepare for **future demand growth**
	Enable DERs and electrification through distribution system investments	• Support **distribution system expansion** to accommodate DER and electrification • Enable **two-way power-flow** to enable DER and electrification
	Grow storage to optimize renewable generation	• Encourage **customer-owned systems** • Construct and operate **utility-owned** projects • Contract with **larger bulk storage systems**
	Support 100% renewable electric generation	• Advocate for **utility-owned renewable electricity** generation
Enable a Fundamental Change in Energy Consumption	Enable transportation electrification	• Continue initiatives to **lower the upfront costs** of charging infrastructure and **provide managed charging** incentives • Expand our support for **medium and heavy-duty vehicle** (MHDV) electrification and other **creative mobility solutions**
	Drive growth in energy efficiency	• Enhance **energy efficiency** to achieve 40 TBtu absolute energy savings through 2030
	Drive growth in building heating electrification	• Promote **building heating electrification** for between 10% - 20% of building square footage in our territory by 2030
← *Align Actions to Climate Policy* →		

出所）Con Edison, “Electric Long-Range Plan” 2022年1月

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

地域の流通制約を考慮しながら、再エネへのシフトを最適化するイニシアチブを遂行している

エネルギー供給の変革に関するイニシアチブ

着眼点	イニシアチブ例	概要と価値提供
脱化石燃料を可能にする 既存の送電ボトルネックとローカル送電網の潜在的な電圧制約を緩和する	Reliable Clean Cities (RCC) Projects	化石燃料による火力発電の計画的な廃止または使用不能によって生じる将来の地域送電不足に対処する一方で、火力発電のさらなる廃止と再生可能な　電力について顧客への供給を可能にする。RCCプロジェクトにより、サービス地域全体で電力システムの信頼性を維持することが可能になる。
	Voltage Support Solutions	グリッド管理、特にシステム全体の整合性と健全性を維持するために必要なシステム電圧の範囲を維持することをサポートする。火力発電の廃止と新たな再生　可能エネルギー発電の導入による変動性の増加に備え、電力系統を整備する。
再生可能エネルギー発電の容量を拡大する 新しい相互接続ポイントを構築する	Brooklyn Clean Energy Hub等のClean Energy Hub	洋上風力やその他の大規模な再生可能エネルギーをニューヨーク市の345kV系統に直接接続するための費用対効果の高い相互接続点を提供し、現地でのアップグレードの必要性を抑制する。さらに、安全で信頼性の高い電気サービスの継続をサポートする。
	Energy Storage Hubs	エネルギー貯蔵システムを導入し、より効率的なシステムの相互接続を導くために、サービス地域内の138kV系統の最適な場所を特定する。また、蓄電池の開発　事業者に対しては、相互接続の場所に関する明確なシグナルを提供し、相互　接続コストを低減させるとともに、顧客のクリーンエネルギー利用を促進させる。
	ニューヨーク市における追加フィーダー	陸上風力や洋上風力の供給を抑制する伝送制約に対処するとともに、システム全体を通して再生可能エネルギーの流れを最適化する。
将来の需要増に備える 将来予想される需要に対応するためのシステム容量の拡大	変電所のリプレース/アップグレード	パフォーマンスの低い資産を、予想される制約を緩和するためにシステムの流れを転換するアップグレードを行う。リプレース/アップグレードは、電力系統が過剰な　制約を受ける前に行うことで、将来の需要増に備え、レジリエンスと信頼性を　向上させる。

出所）Con Edison, “Electric Long-Range Plan” 2022年1月 より作成

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

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 *MNPR: Modernized Network Protector Relays* *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*	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潮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る。
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 *DERMS: DER Management System* *ADMS: Advanced Distribution Management System*	DERMS-ADMSシステムのアップグレードにより、お客様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、およびお客様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、お客様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様と共有・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を導入したお客様には、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。

出所）Con Edison, “Electric Long-Range Plan” 2022年1月 より作成

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

2021年6月、CPUCは電力系統へのDERの大量導入に関する検討の開始を発表した。2022年第一四半期から検討が始まっている。

“High DER Future Grid Proceeding”のスケジュール概要

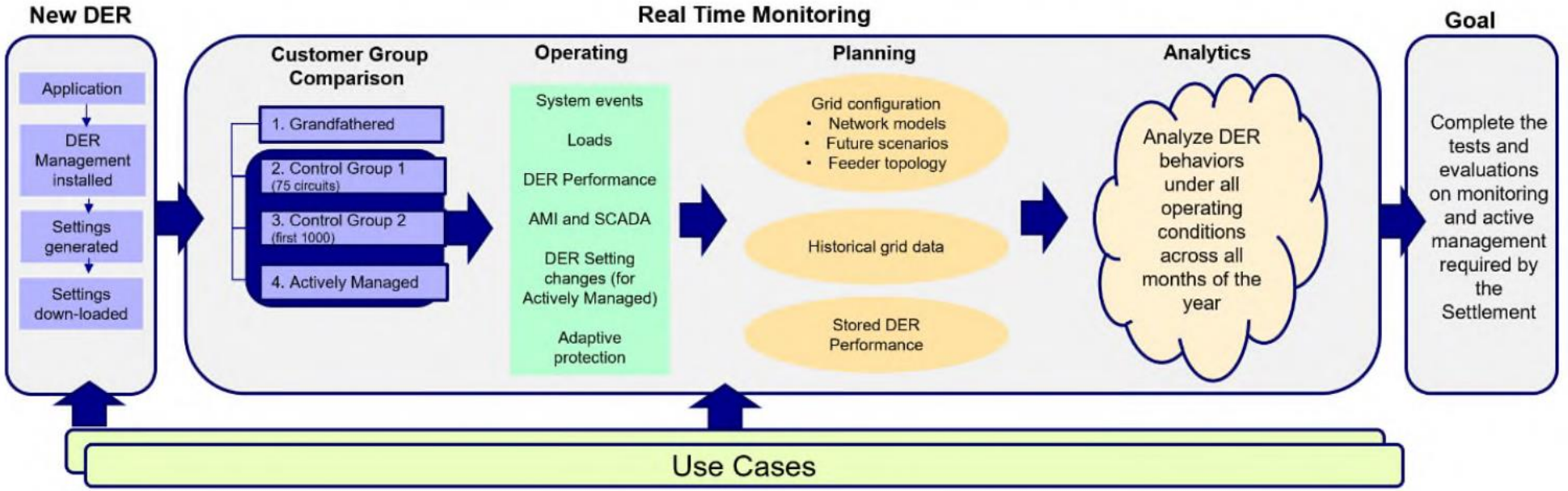
	2022				2023				2024			
	2022-Q1	2022-Q2	2022-Q3	2022-Q4	2023-Q1	2023-Q2	2023-Q3	2023-Q4	2024-Q1	2024-Q2	2024-Q3	2024-Q4
Track 1: Distribution System Operator Roles and Responsibilities/Distribution System Operator (DSO) Models	White Paper and Workshop										Consultant Report and En Banc	**Proposed Decision**
Track 2: Distribution Planning Process (DPP)/Distribution Investment Deferral Framework (DIDF)		DIDF Guidelines circulated for comment	Phase 1 Electrification Impacts Report and Workshop	DPP Improvement Workshop	Phase 2 Electrification Impacts Report and Staff Proposal with Workshop			DRP Data Portals Improvement Report and Workshop	DPP Staff Proposal and Workshop	**Proposed Decision**		
Track 3: Smart Inverter Operationalization (SIO), Grid Modernization, and General Rate Case (GRC) Alignment	SIO Working Group Starts (one year)					SIO Working Group Report SIO Staff Proposal and Workshop	Grid Mod and GRC Alignment Staff Proposal and Workshop	**Proposed Decision**				

出所）CPUCリリース “CPUC TAKES ACTION TO MODERNIZE ELECTRIC GRID FOR HIGH DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES FUTURE”、CPUC, https://www.cpuc.ca.gov/industries-and-topics/electrical-energy/infrastructure/distribution-planning（2022年6月21時点）

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

PPLでは、2021年からDER（太陽光、蓄電池）の制御を、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

実証概要



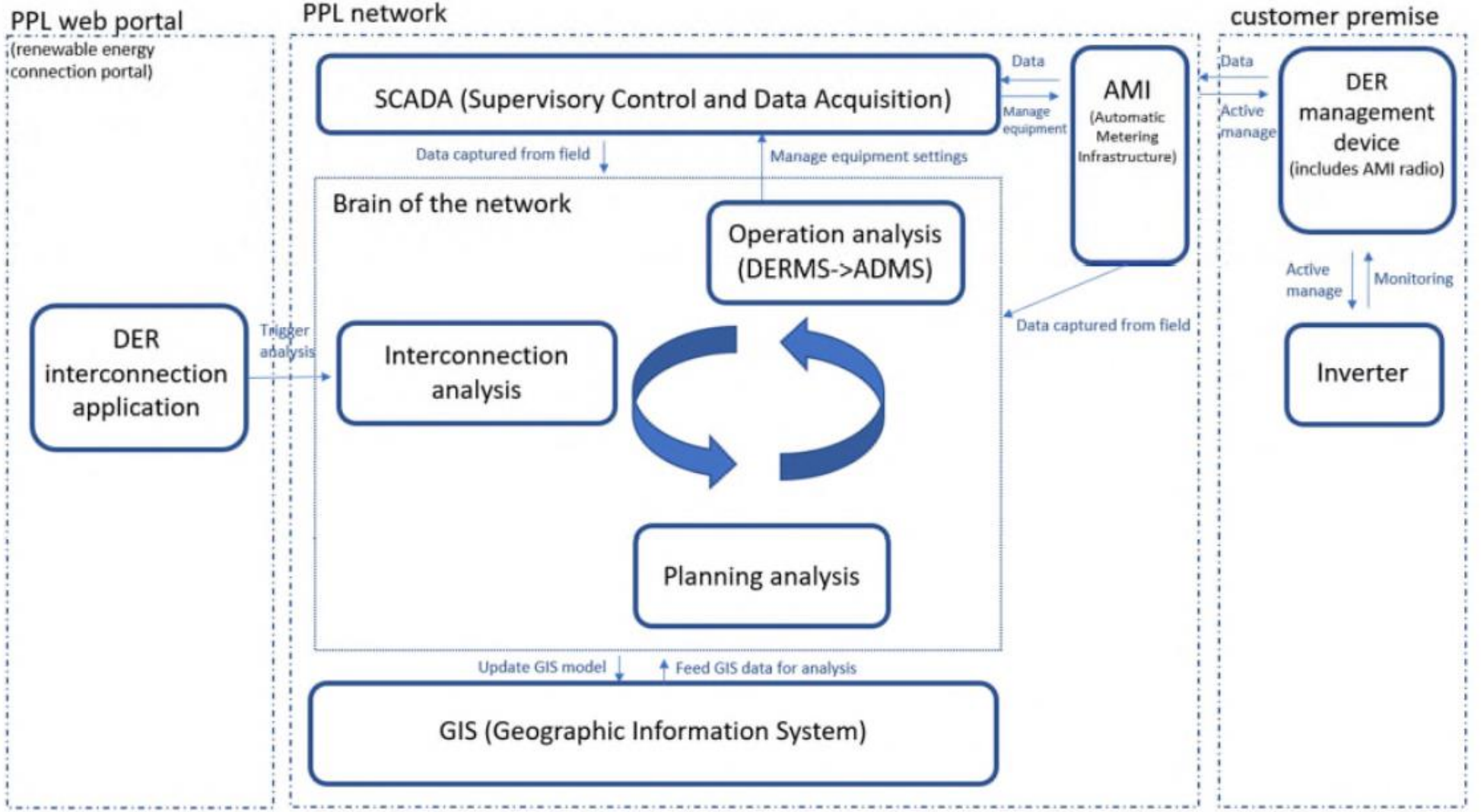
1. Grandfathered	2020年末までの申請で新しい系統連系要件に従う必要が無いユーザーのDER。PPLは配電システムを通じて間接的に監視できるが、直接的な監視、制御はできない。
2. Control Group 1 (CG1)	2021年1月1日以降の申請で、対象となる75回路にあるユーザーのDER。PPLが直接監視をするが制御は行わず、自動系統サポート機能により運転。ユーザーはDER管理デバイスを設置する。
3. Control Group 2 (CG2)	2021年1月1日以降に申請しDERの設置を終える最初の1,000ユーザーのDER。PPLが直接監視をするが制御は行わず、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

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

【参考】実証のシステム構成は以下の通り

実証のシステム構成



出所）PA PUC “DER Management Pilot Implementation Plan” 2021年1月

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

【参考】実証スケジュールは以下の通り

実証スケジュール

出所）PA PUC “DER Management Pilot Implementation Plan” 2021年1月

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

オーストラリアでは、理論研究やPoCを経て、SAPS(Stand Alone Power Systems)による効率的な電力供給のための制度設計が始まっている

オーストラリアにおけるオフグリッド化に関する議論

（課題の顕在化）	• 再エネなどの分散電源や蓄電池の価格低下が進む環境下において、今後需要密度が下がる地域ではSAPS(*)のほうがコストメリットが出る可能性がある *Stand Alone Power Systems : 遠隔地でオフグリッドで電力供給を行う系のこと
理論研究	• 系統機関の業界団体であるEnergy Networks Associationは2016年に、制度が整備された場合、2050年程度には50%以上の需要家がオフグリッドでの電力供給に移行するという研究結果を発表 • また、同研究にて、遠隔地に新たに年間需要25MWhの新たな需要が発生する場合、系統から1km以上距離があればオフグリッドのほうが経済性があるとの試算結果が示された
実証実験	• Australian Renewable Energy Agency (ARENA)は2013～2018年にかけて14の実証プロジェクトを通して、供給の安定性が保たれることを実証 • 経済性のある地域が、オフグリッドに移行するためには、制度の整備も重要な課題であることを指摘
制度設計（2018年～）	• **Australian Energy Market Commission(AEMC)は2018年8月に政府の要請を受けて、制度設計に関する議論を開始。2019年5月に現在の配電事業者の供給の元でオフグリッドに切換える場合(Priority 1)についての最終報告書が提出された** • サウスウェルス州のネットワークオペレーターであるAusgridは長期の開発計画に、2021年よりオフグリッドにおける新しい料金スキーム導入を目指すことを記載

出所）公開情報より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

- EVの電力システムとの統合
- DRの機器点における計測
- 低圧リソースの市場での活用
- **DERの配電での活用**
  - 諸外国の配電でのDER活用事例
  - 主要TSO/DSOのビジョン・戦略・計画の概要と示唆
- **諸外国の時間帯別託送料金の事例**
  - DERの普及によって配電系統で生じる問題に対する解決策

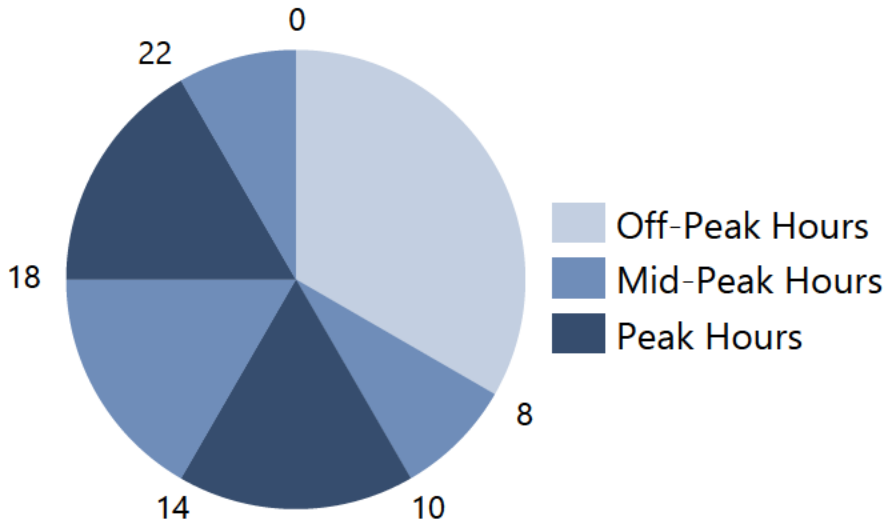
（３）検討会の開催 ・運営

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

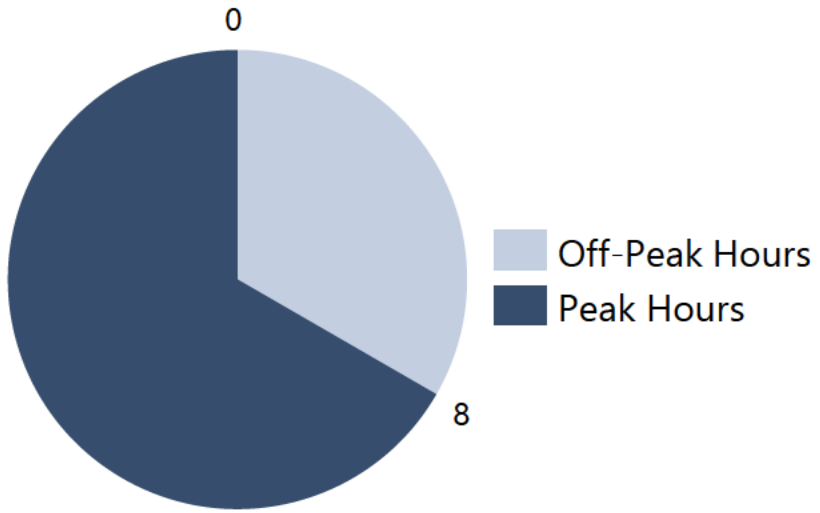
スペインの市場競争委員会（CNMC）は、ピーク時間帯での電力消費量を抑えるために、時間帯ごとに異なる託送料金を設定している

- 2021年の制度変更により、使用料に関しては3段階、契約容量に関しては2段階の時間帯別の託送料金が導入された
  - 従来は使用料に対してのみ3段階の時間帯別の託送料金が設定されていた
  - 料金体系は電圧ごとに6種類とEV充電器向けの2種類の計8種類がある
- この託送料金制度は、EV充電器や電気温水器の利用時間帯を移行することを目的としている
  - 負荷の調整が可能な場合は電気代が安くなる一方で、負荷の調整ができない（ EV充電器や電気温水器を所有していない）場合は電気代が高くなる

平日の時間帯別の料金*（volumetric）



平日の時間帯別の料金*（capacity）



*）土日祝日は終日 Off-peak Hours となっている

出所）Eurelectric "The missing piece -Powering the Energy Transition Through Efficient Network Tariffs-" 2021年より作成

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

Off-Peak Hours を活用してEV充電することで、従来の制度での電気代と比較して大幅に電気代を節約することができる

個人でのEV充電における電気代のケーススタディ

変更前の制度（~2021/05/31）

Tariffs 2.0DHS

192€/year

- kW charges
  - 5kW × 38€/kW = 190€/year
- kWh charges
  - 1.5MWh × 1.5€/MWh = 2.25€/year

- 92%

変更後の制度（2021/06/01~）

2.0TD + Charges

16.2 €/year

- kW charges
  - 5kW × 1.4€/kW =7.2€/year
- kWh charges
  - 1.5MWh × 6.0€/MWh = 9.0€/year

*）住宅等とは別途で契約することを想定

**）EVの走行に関しては 15MWh / 100km、10,000km/year として計算

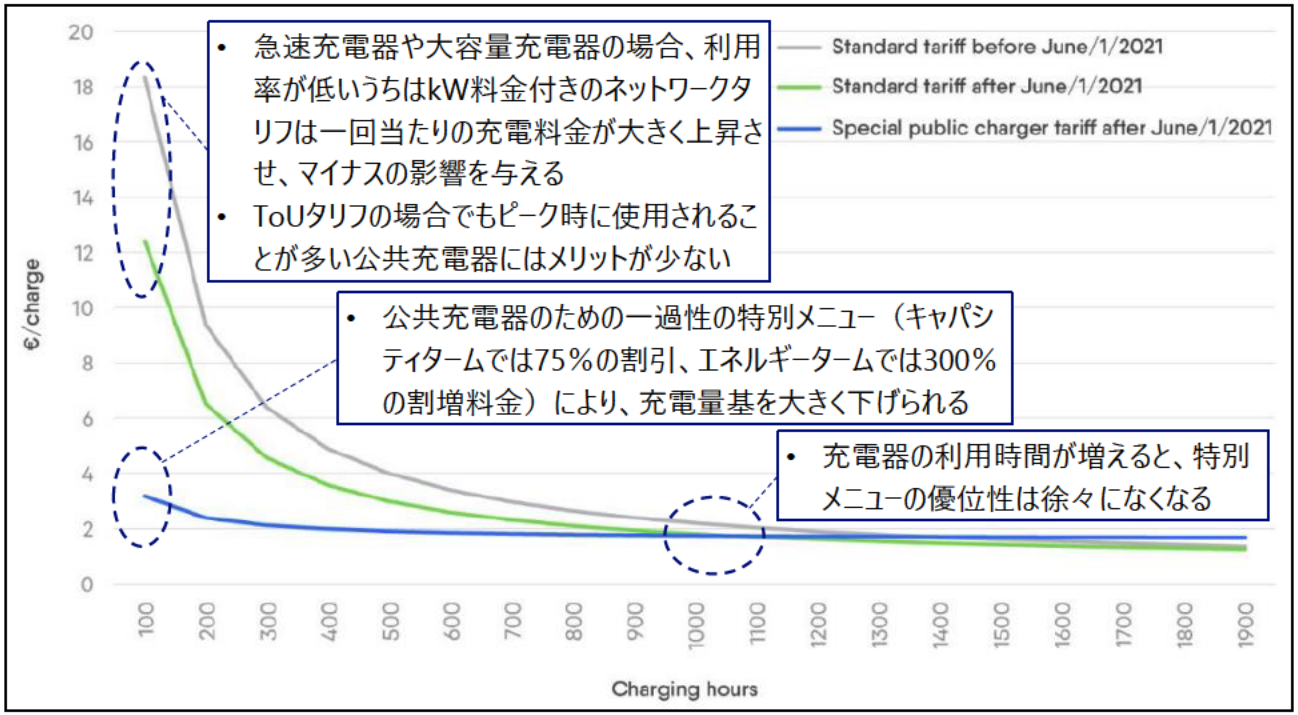
出所）Eurelectric "The missing piece -Powering the Energy Transition Through Efficient Network Tariffs-" 2021年より作成

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

公共充電器に対しては、一過性の特別メニューを提供している

- スペインの新ToUネットワークタリフは、公共の電気自動車充電ポイント向けの一過性（2025年まで）のToUを含む
  - キャパシティタームでは75％の割引、エネルギータームでは300％の割増料金※となっている
  - スペインのToUスキームで25kWから250kWの充電ポイントが2万台あると仮定した場合、電気自動車充電器に対する特定のタリフは、ネットワークタリフの総収益70億ユーロのうち、100万～1,500万ユーロの収入減を引き起こす可能性がある
- 公共のEV充電器の利用が増えれば、特定ネットワークタリフは一般タリフと比較して有利でなくなるため（適切に設計されている場合）、自然と放棄されることになると考えられている
  - 特定のネットワークタリフによるネットワークの収入減少も解消される

公共充電器に関する使用時間と一回当たりの充電料金の関係



※）ネットワーク料金によっては、エネルギーターム割増金が最大682%まで増加する可能性がある
出所）Eurelectric "The missing piece -Powering the Energy Transition Through Efficient Network Tariffs-" 2021年より作成

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

豪州のSA Power Networksは、太陽光の余剰を有効活用するために、午前10時～午後3時の間は、通常のネットワーク料金の約4分の1の価格となる託送料金体系を展開

- 2022年4月29日、AERはSA Power Networksの2022年7月1日から2023年6月30日までのネットワーク料金設定案を承認した
- 「Residential Time of Use」など、太陽光が発電する時間帯に大幅に託送料金を下げたメニューを出している

SA Power Networksの主な家庭需要家向けネットワーク料金メニュー（2022-2023年）

料金名	要素	概要	価格
Residential Single Rate	Fixed	年間固定供給料金	190 $/year
	Usage	シングルブロックの使用料金	0.1344 $/kWh
Residential Time of Use	Fixed	年間固定供給料金	190 $/year
	Usage - Peak	オフピーク・Solar Spongeに含まれない14時間	0.1680 $/kWh
	Usage – Off Peak	1:00am – 6:00amの5時間枠	0.0673 $/kWh
	Usage – Solar Sponge	10:00am – 3:00pmの5時間枠	0.0336 $/kWh
Residential Prosumer	Fixed	年間固定供給料金	190 $/year
	Usage - Peak	オフピーク・Solar Spongeに含まれない14時間	0.1008 $/kWh
	Usage – Off Peak	1:00am – 6:00amの5時間枠	0.0404 $/kWh
	Usage – Solar Sponge	10:00am – 3:00pmの5時間枠	0.0202 $/kWh
	Demand Summer	11月～3月の1日の平均需要が最も多い時間帯： 5:00pm - 9:00pm CDST All days	22.58 $/kW/mth

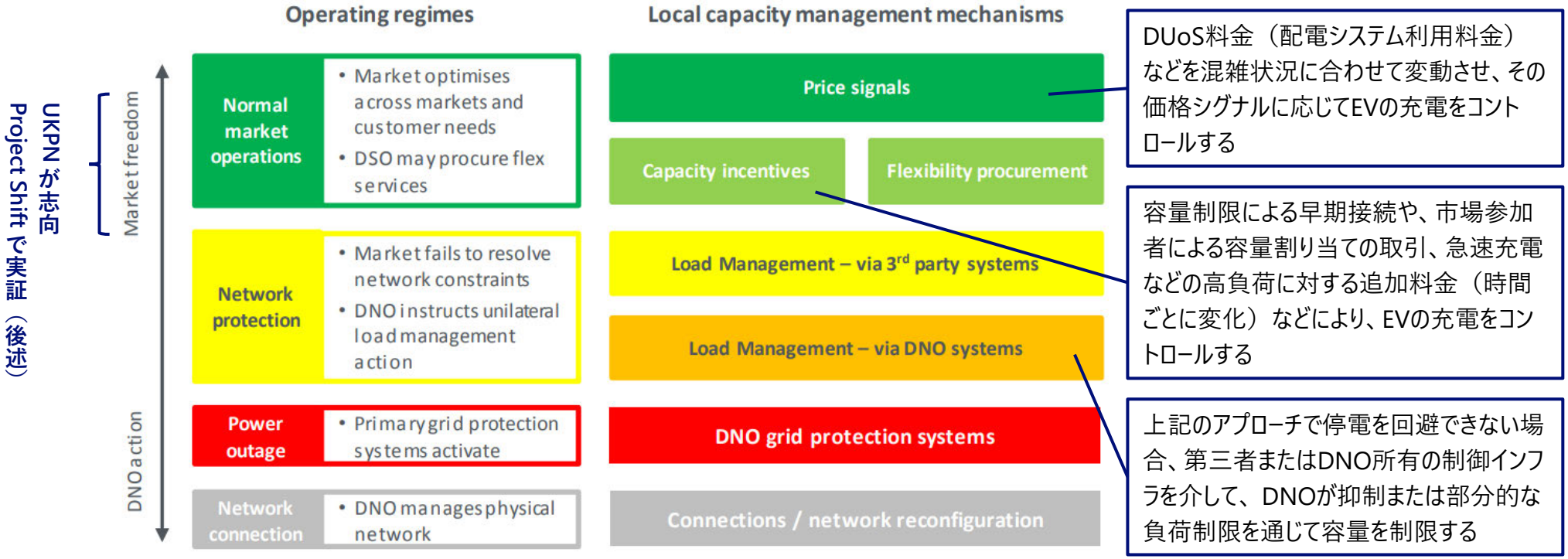
出所）SA Power Networks, "Annual Pricing Proposal 2022/23" 2022年4月より作成

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

EVスマート充電に関して、UKPNは価格シグナルなどの市場主導型のアプローチを志向している

- UKPNはSmart Charging Architecture Roadmapプロジェクト（SmartCAR）を立ち上げ、市場がEV負荷の管理を主導できるような、スマート充電の長期的な潜在的アプローチを調査した
- 同調査においてUKPNは、スマートチャージに関する戦略は市場主導型のアプローチを追求することとしている
  - UKPNは、英国における最終的なモデルは、改革されたネットワーク価格シグナル（DUoS料金）に基づくべきとしている

スマートチャージにおける容量メカニズムの階層



出所）UKPN, “Smart Charging Architecture Roadmap” 2018年12月より作成

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

UKPNは市場ベースアプローチの実証として、ToU DUoSによるスマート充電を検証した

Project Shiftにおける実証の概要

実証名	Time of Use DUoS pricing trial （事業者：Kaluza）	Capacity-based DUoS pricing trial （事業者：Octopus Energy）	LV Flexibility procurement trial （事業者：ev. energy）
コンセプト	EV充電を最適化するアルゴリズムによるToUネットワーク充電	需要家がEVと家庭の消費量を管理する、容量ベースのネットワーク充電	LVの柔軟性サービスを提供し、EV充電のアルゴリズムによる最適化を提供する契約をサプライヤー/アグリゲーターが締結
市場メカニズム (DSO-小売・アグリ間)	• ToUのDUoSは、「red peak」と「shoulder pricing」の2種類が試行され、午後6時から9時の間に料金が高くなるように設定された • これらの信号は、KALUZAが最適化する卸売価格とTNUoS価格と組み合わされた • ToUのDUoSシグナルは、最終需要家には公開されなかった	• 概念的には、サプライヤーは需要家グループに必要な容量を予約し、それを超える容量にはペナルティを支払うというものであった • 需要家ごとに必要な予約容量を減らすために、サプライヤーは開始時間をずらした利用時間制の料金体系を提供し、需要がより分散されるようにインセンティブを与えた	• サプライヤー/アグリゲーターは、LVピーク（午後6～9時）に基づく「サービスウィンドウ」の間、需要家のポートフォリオの充電需要を所定のレベルに制限することを「契約」した
需要家への提案 (小売・アグリ-需要家間)	• 需要家はトライアル前に無料または割引のスマートチャージャーを受け取った • トライアルに参加すると50ポンドのバウチャーが提供された • それ以降の継続的な需要家インセンティブはなく、半数以上の需要家が定額制の料金体系をとっていた • 需要家はアプリで充電の必要性を設定し、その日の夜のスマート充電のスケジュールを上書きしてすぐに充電を開始する「ブースト」機能を利用することができた	• このトライアルでは、「Octopus Go Faster」と呼ばれる新しい料金プランが作られた • これは、充電時間をずらすことで低料金の電力を提供するものであった • 低料金の時間帯は、開始時間や時間帯によって異なるため、需要家が選択できるようにした • また、先着300名の需要家には、トライアルに参加するごとに5ポンドが提供された	• スマートチャージが完了するごとにポイントが付与され、そのポイントを利用して特典を受けることができた • 需要家はどの料金プランにも加入することができた • Kaluzaと同様に、需要家はアプリで設定を行い、オーバーライド機能を利用することができた
最適化アプローチ	• 完全に自動化されたアプローチで、各EV充電セッションは、需要家とサプライヤーにとって最も低いコストで需要家のニーズを満たすように、アルゴリズムによって最適化されている • ブースト機能が使用された場合、最適化は上書きされる	• この料金システムは技術に依存しないため、需要家はスマートデバイス、車や充電ポイントに設置されたタイマー、または手動で充電スケジュールを設定することができる	• 需要家の好み、料金体系、提供するサービスを考慮したアルゴリズムにより、各EV充電セッションを完全自動で最適化する • 制御は、スマート充電器または「コネクテッドカー」によるスマート制御で行うことができる • ブースト機能が使用されている場合は、最適化がオーバーライドされる

出所）UKPN, "Project Shift, Final Report" 2022年5月より作成

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

Time of Use DUoS pricing trialでは、需要ピークに合わせたTOU DUoSを設定

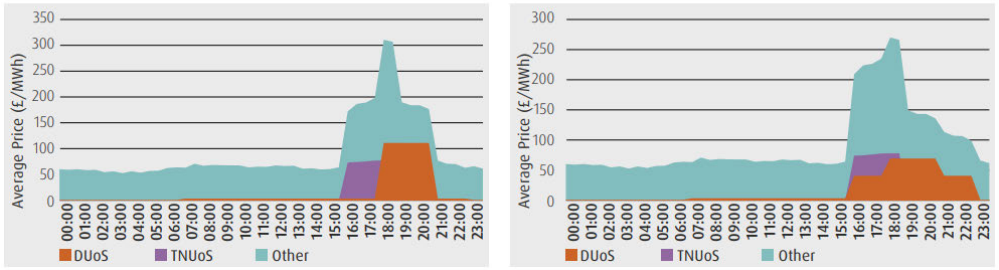
- DUoS料金は、LVレベルの需要ピーク時にピーク価格となる“red peak” と、“red peak”のピーク時間帯の前後にも第二のピーク価格がある“shoulder pricing”が設定された
- これにより、DUoSがピークとなる時間帯の需要をシフトするように、”サプライヤーに”インセンティブが与えられた
  - TOU DUoS料金はサプライヤーに公開され、需要家は元の料金プランのままだった
- このToU DUoSシグナルは、TNUoSや卸売価格などの他の電力供給コストと統合され、供給コストとローカルネットワークの条件の両方を反映した価格信号が構成された
- この価格シグナルをもとに、サプラヤーは顧客のモビリティニーズを満たしながら、EV充電のスケジュールを最適化した
- その結果、管理されていないEV充電の場合に午後8時に発生する需要ピークが、TOU DUoSによって55%削減された

「Time of Use DUoS pricing trial」におけるTOU DUoSの概要

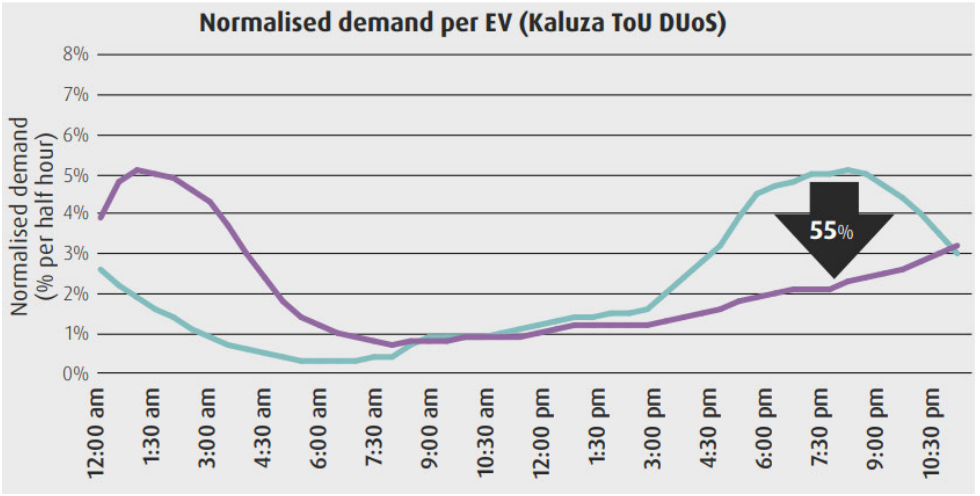
Figure 5
Shift ToU DUoS Charges

DUoS		Red	High Amber	Amber	Green
Shifted LV peak red band	Monday to Friday	18:00-21:00		07:00-18:00 21:00-23:00	00:00-07:00 23:00-24:00
	Charge (p/kWh)	15.238		0.486	0.135
Shoulder pricing	Monday to Friday	18:00-21:00	16:00-18:00 21:00-23:00	07:00-16:00	00:00-07:00 23:00-24:00
	Charge (p/kWh)	8.842	5.204	0.486	0.135
All options	Saturday and Sunday				00:00-24:00
	Charge (p/kWh)				0.135

Figure 6
Average weekday prices for Kaluza Red Peak (Group 1) and Shoulder pricing (Group 2) DUoS trial *(prices from Nov '19 to May '20)*



実証結果



出所）UKPN, “Project Shift, Final Report” 2022年5月

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

Capacity-based DUoS pricing trialでは、kW上限があるDUoSを設定

- サプライヤーは、kWあたりの料金で指定された容量レベルを需要家のために予約することが要求され、予約した容量レベルを超えた需要量に対して追加のピーク価格設定が課されることになる
- Octopus Energy社は、同社のEV向け料金プラン「Octopus Go EV」をベースに新しい料金プラン「Octopus Go Faster」を考案し、特定の時間で電気料金の割引を受けられるようにした

「Capacity-based DUoS pricing trial」におけるDUoSの概要

Figure 10
Indicative view of capacity-based pricing mechanism

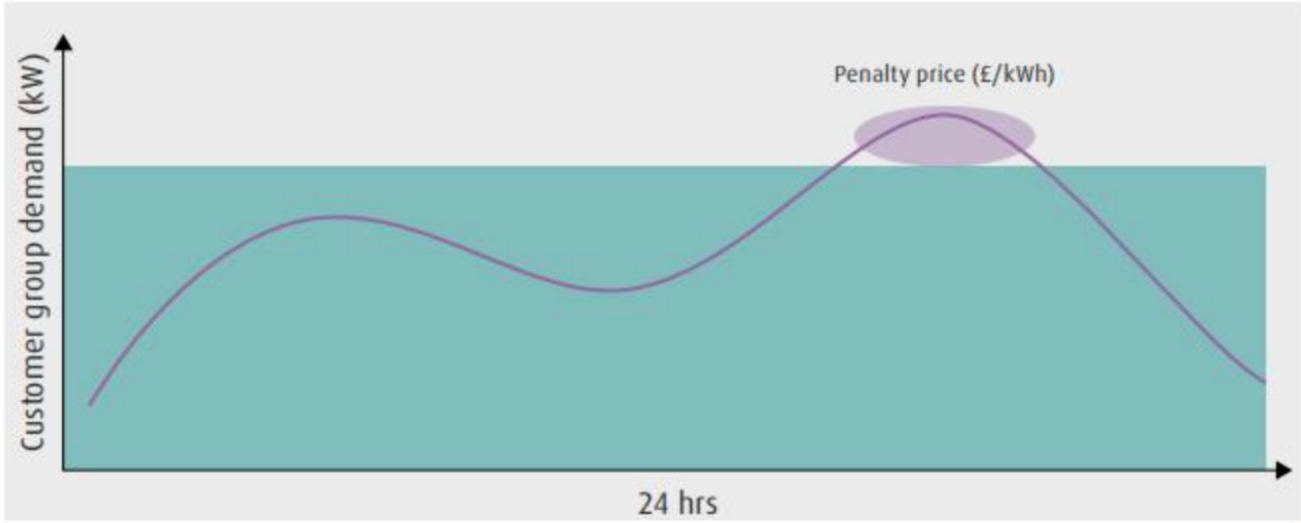


Figure 11
Capacity-based trial prices

Nominated capacity price	71 £/kW
Penalty prices	2-40 £/kWh

出所）UKPN, "Project Shift, Final Report" 2022年5月

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

EVの電力システムとの統合

DRの機器点における計測

低圧リソースの市場での活用

DERの配電での活用

諸外国の配電でのDER活用事例

主要TSO/DSOのビジョン・戦略・計画の概要と示唆

諸外国の時間帯別託送料金の事例

DERの普及によって配電系統で生じる問題に対する解決策

（３）検討会の開催 ・運営

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

DER普及によって生じる問題には、多くの対策が想定されるが、それぞれ課題も存在

DER普及によって配電で生じる問題に対する主な解決策とその課題、事例

問題の主な解決策		概要・効果	解決策の課題
託送料金の調整	ToU	• 混雑状況に合わせて託送料金を変動させ、DERの利用パターンをコントロールする	• 本来の柔軟性ニーズに対応する地理的粒度を実現することが困難（特定のエリア単位での調整となる） • 価格シグナルに反応できない需要家が存在する可能性
	容量インセンティブ	• 高負荷に対する追加料金（時間ごとに変化）などを課し、DERの利用パターンをコントロールする	
市場取引	フレキシビリティマーケット	• フレキシビリティを取引する市場を設立し、フレキシビリティを調達する	• DSOが柔軟性のニーズを明確に定義し、常に情報を公表して透明性を確保する必要性 • 価格シグナルに反応できない需要家が存在する可能性
	DLMP	• 混雑状況等に応じた地点別限界価格(LMP)を設定する	
情報公開	ホスティング・キャパシティ・マップ	• 系統の空き情報などから接続可能性を示し、接続が保証される地域にDERを優先的に導入させる	• 情報収集・公開の基盤構築の必要性
接続契約/グリッドコードの設定	地域変動性接続料金	• 利用可能な送電網の容量に応じた接続料を設定し、空き容量が大きい地域にDERを優先的に導入させる	• DNOによるネットワークアクセスにおける差別の可能性 • 柔軟性市場における差別の可能性（接続契約の有無によって一部の柔軟性を優遇等） • 新規接続による柔軟性のみに限定 • 長期契約による柔軟さの限定 • DERオーナーの収益性・利便性の低下
	ノンファーム接続	• ある期間の切断が可能等の条件で系統への接続を認め、より大きな出力/消費電力のDERの接続を加速させる	
	バッファストレージ	• 定置型ストレージの導入を条件に接続を認め、系統への • 負荷を抑制する	
	遠隔制御機能・スマートインバーター等	• 遠隔制御・自動制御機能具備を条件に接続を認め、系統への貢献を高める	
保護システム構築	センサ類・電圧調整器	• センサ類で系統状態を精緻に把握し、電圧調整器等で系統運用する	• フレキシビリティを必要としない場所や時間にフレキシビリティが要求され、非効率な投資になりやすい傾向
増強		• 系統増強を行う	

出所）各社公開資料より作成

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

CEERは解決策として、増強とルール化、接続契約、託送料金、市場取引を挙げている

CEER（欧州エネルギー規制者評議会）による配電系統の問題に対する解決策の概要

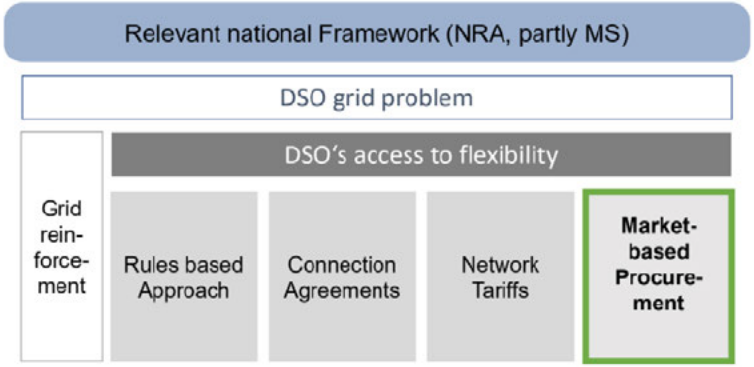


Figure 1: Options of DSO access to flexibility with an emphasis on market-based procurement.[21 22]

解決策	課題	対策の位置づけ
Rules Based Approach	• フレキシビリティを必要としない場所や時間にフレキシビリティが要求される可能性 　• 最悪の場合、フレキシビリティ提供者が他のフレキシビリティ市場で入札できなくなる可能性	• 基本的に非効率 • 市場ベースのツールが機能しない場合（非常に特殊な柔軟性商品で柔軟性商品を提供するための競争がない場合等）に有効 • 緊急時、停電を回避するための最後の手段として有効
Connection Agreements	• DNOによるネットワークアクセスにおける差別の可能性 • 柔軟性市場における差別の可能性（接続契約の有無によって一部の柔軟性を優遇等） • 新規接続による柔軟性のみに限定 • 長期契約による柔軟さの限定	• 規制の枠組みによって課題を解決し、他の手段と組み合わせて使用
Network Tariffs	• 地域で必要とされる柔軟性に対して、正確に対応する価格信号の粒度としては不十分 • エネルギー価格の変動の影響を大きく受ける可能性	• タリフはひとつの手段に過ぎず、DSOsによる柔軟性サービスの調達によって補完
Market-Based Procurement	• DSOが柔軟性のニーズを明確に定義し、公表する必要性 • 流動性が必要 　• 特に小規模なエリアでは、流動性がなく有効ではない可能性	• 柔軟性を調達するうえで最も費用対効果の高い方法 　• イノベーションを誘発する可能性が最も高い方法

出所）CEER, "Distribution Systems Working Group, Flexibility Use at Distribution Level, A CEER Conclusions Paper," 2018年7月、
CEER, "CEER Paper on DSO Procedures of Procurement of Flexibility" 2020年7月より作成

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

調査概要

（１）次世代の分散型電力ネットワークのあるべき姿等の検討・整理

（２）検討すべき制度・技術課題等の精査・整理と先進事例の調査

（３）検討会の開催・運営

検討会運営

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

検討会運営

次世代の分散型電力システムに関する検討会は以下の通り設置された

次世代の分散型電力システムに関する検討会の設置

「次世代の分散型電力システムに関する検討会」の設置について

- カーボンニュートラルの達成に向けて再エネを中心とした分散型社会の更なる発展や、電力の安定供給確保のための対応策の一つとして分散型リソースの活用拡大に向け、**特に分散型・低圧リソースの活用による電力システムの効率化・強靭化の実現にあたって検討が必要となる論点の抽出・対応案の策定のため、「次世代の分散型電力システムに関する検討会」を新たに設置**する。

＜委員等名簿（50音順、敬称略）＞

	氏名	所属・役職
委員【座長】	林　泰弘	早稲田大学　大学院　先進理工学研究科　電気・情報生命専攻　教授
委員	岩船　由美子	東京大学　生産技術研究所　エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門　特任教授
委員	爲近　英恵	名古屋市立大学　大学院　経済学研究科　准教授
委員	西村　陽	大阪大学　大学院　工学研究科　ビジネスエンジニアリング専攻　招聘教授
委員	馬場　旬平	東京大学　大学院　新領域創成科学研究科　先端エネルギー工学専攻　教授
委員	森川　博之	東京大学　大学院　工学系研究科　電気系工学専攻　教授
専門委員	市村　健	エナジープール・ジャパン株式会社　代表取締役社長兼CEO
専門委員	岡本　浩	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
専門委員	下村　公彦	中部電力パワーグリッド株式会社　取締役
専門委員	平尾　宏明	株式会社エナリス　執行役員　事業企画本部長
専門委員	松浦　康雄	関西電力送配電株式会社　執行役員（配電部担当、情報技術部担当）
専門委員	盛次　隆宏	株式会社REXEV　取締役CPO
専門委員	和仁　寛	九州電力送配電株式会社　代表取締役副社長執行役員　系統技術本部長

4

出所）資源エネルギー庁「第1回 次世代の分散型電力システムに関する検討会 資料4」2022年11月7日

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

次世代の分散型電力システムに関する検討会では、以下の検討テーマが設定された

次世代の分散型電力システムに関する検討会での検討テーマ

カーボンニュートラルと安定供給を両立した分散型システム構築に向けて

- 分散型リソースを取り巻く環境変化や顕在化する系統の課題等を踏まえて、電力の安定供給と再エネの大量導入を実現する「次世代の分散型電力システム」を構築していくために、本検討会においては、特に以下に関して検討していくこととしたい。

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。

- ✓ EVによる系統への貢献
- ✓ DRによる需要側リソースの価値供出

→ 系統全体への貢献　配電への貢献

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りうるか。

- ✓ 需給調整市場における機器個別計測の活用
- ✓ 各種電力市場における低圧リソースの有効活用

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。

- ✓ 分散型リソース等を活用した高度な配電系統の運用や構築

2

出所）資源エネルギー庁「第1回 次世代の分散型電力システムに関する検討会 資料4」2022年11月7日

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

検討会運営

次世代の分散型電力システムに関する検討会を以下の通り開催した

次世代の分散型電力システムに関する検討会開催状況

開催日時	主な議題
第1回 **(2022/11/7)**	• 検討会の設置について • 次世代の分散型電力システムの構築に向けた現状・課題等について • 今後の進め方について
第2回 **(2022/11/28)**	• ディマンドリスポンスの更なる促進について • EV等の電力システムでの活用について
第3回 **(2022/12/14)**	• 需給調整市場における機器個別計測・低圧リソースの活用について
第4回 **(2023/1/18)**	• 機器個別計測での調整力供出にあたっての各種考え方の整理について • 配電分野における分散型エネルギーリソースを活用した取組について
第5回 **(2023/2/21)**	• EV等の電力システムにおける活用に関する今後の検討方針について • 需給調整市場における機器個別計測の適用に向けた検討について

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

Share the Next Values!

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：令和４年度 エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
次世代の分散型電力ネットワークのあり方に関する調査

委託事業名：同上

受注事業者名：株式会社野村総合研究所

頁	図表番号	タイトル
7		IRENAにおけるDERの定義
7		DERの便益
8		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
10		政府・TSO・DSOのロードマップにおけるDER活用の柱
11		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
12		「需要家」の領域におけるアクション
13		National Grid ESOの”Flexibility Roadmap” における「需要家」領域のアクション
13		BEIS・Ofgemの”Smart Systems and Flexibility Plan 2021”におけるアクション（例）
14		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
15		UKPNの”Open Data Portal”
16		DER活用に向けたアクションプラン（2022-2026年）
17		DERの市場統合に関するロードマップ
18		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
29		EV充電技術の類型
29		充電方法ユースケースの類型
30		系統とEVの統合方針における主要なメッセージ
31		Octopus Energyの電気料金メニュー
32		Next Kraftwerke＋JedlixによるaFRR向けEV充電の制御イメージ
33		各シナリオにおけるEV充電の管理度合の予測
34		英国の容量市場における現状のGTC
34		容量市場の新たなGTCに関するオープンレター
35		Equigyの概要・想定利用者・提携先
42		VGI Working Groupの主な参加者
42		計画・政策策定における部門間の調整イメージ
45		NOBILの概要
45		NOBILの情報の流れのイメージ
46		2030年平日の800万台のZEV向け充電のための州全体の電力量予測
51		急速充電インフラへの蓄電池併設のイメージ
53		The Electric Vehicles (Smart Charge Points) Regulations 2021の主な規定
55		ルクセンブルクにおける自家用EV充電スタンド設置の補助金の概要
56		充電の劣化メカニズムと劣化要因
56		充電方法の違いによる電池劣化への影響比較
60		オランダの充電インフラのプロトコルのあり方等に関する報告書の概要
61		The Electric Vehicles Regulations 2021の主な規定
61		The Electric Vehicles Regulations 2021の Impact Assessmentでの相互運用性に関する記載
66		米CAISOのESS・DER導入促進に向けた制度改革
67		CAISOにおけるDRの評価方法概要
68		CAISO DR評価方法（ベースライン）
121		ConEdのDEMRSの構成

122		Power Potentialプロジェクト概要
123		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
122		各国におけるローカルフレキシビリティ市場（LFM）の詳細
124		フレキシビリティの狙い
124		入札参加者が確認できる地図と入札結果概要（例）
125		GreenSyncのdeXの機能概要
126		PPLによるDERMS実証の概要
127		配電レベルの地点別料金（DLMP）の検討状況
129		NGのレベニューキャップ制度第2期間における投資提案内訳
130		National Gridの”digitalisation ambition”
131		各シナリオにおけるTOUの採用率
131		各シナリオにおけるEV充電の管理度合の予測
132		UKPNエリアにおける蓄電池の導入容量
133		UKPNのレベニューキャップ制度第2期間における支出内訳と第1期間との比較
134		UKPNのレベニューキャップ制度第2期間におけるデジタル分野への投資内訳
135		コミュニティの脱炭素化に向けて、UKPNが行うアクション
136		イノベーションのテーマと投資金額
137		イノベーションのテーマと支出金額
138		実証実験中に試験されたPV・蓄電池の活用例
139		Track 1 DSIP(Distributed System Implementation Plans)の形成
139		Track 2 料金規制改革
140		ConEdの“Clean Energy Commitment”達成における需要家の姿
141		ConEdの“Clean Energy Strategy”概要
142		エネルギー供給の変革に関するイニシアチブ
143		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
144		“High DER Future Grid Proceeding”のスケジュール概要
145		実証概要
146		実証のシステム構成
147		実証スケジュール
148		オーストラリアにおけるオフグリッド化に関する議論
150		平日の時間帯別の料金*（volumetric）
150		平日の時間帯別の料金*（capacity）
151		個人でのEV充電における電気代のケーススタディ
152		公共充電器に関する使用時間と一回当たりの充電料金の関係
153		SA Power Networksの主な家庭需要家向けネットワーク料金メニュー（2022-2023年）
154		スマートチャージにおける容量メカニズムの階層
155		Project Shiftにおける実証の概要
156		「Time of Use DUoS pricing trial」におけるTOU DUoSの概要
156		実証結果
157		「Capacity-based DUoS pricing trial」におけるDUoSの概要
159		DER普及によって配電で生じる問題に対する主な解決策とその課題、事例
160		CEER（欧州エネルギー規制者評議会）による配電系統の問題に対する解決策の概要