

経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課御中

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 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

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3月



調査概要

- (1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討
- (2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査
- (3) 検討会及びワーキンググループの開催

本事業の背景・目的は以下の通り

本事業の背景と目的

背景

- VPP技術の高度化や再生可能エネルギーの普及、災害時レジリエンスの重要性の高まり等を受け、分散型エネルギーリソースが持つ潜在力を活用したアグリゲーション事業、配電事業、地域マイクログリッド事業等の更なる発展が期待されている
- こういったエネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス（以下、「ERAB」という。）やそれらに取り組む事業者（アグリゲーター等）の活性化・発展に向け、政府としては技術面に関する事項を検証するため、平成28年度から令和2年度にかけて「需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業」が実施されてきており、令和3年度からは「蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業」が開始された
- 並行して、制度面に関する事項を整理するため、エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会（以下、「ERAB検討会」という。）において、ERABに関する取引ルールやサイバーセキュリティ対策等を官民で検討し、ガイドライン等が整備されてきた
- 加えて、令和2年6月の通常国会において電気事業法が改正され、アグリゲーター（特定卸供給事業者）や配電事業者が電気事業法上に位置付けられることとなり、各電力市場等において分散型エネルギーリソースが参入できる環境整備も平行して進められてきた
- また、大規模蓄電池を活用した蓄電事業や再エネの有効活用に向けたローカルフレキシビリティ等、分散型エネルギーリソースを活用した新たな事業形態も現れている

目的

- ERABの更なる普及拡大に向けて、各市場・事業環境・制度等における課題等を整理し、関連する審議会等への意見具申に繋げる

実施した調査項目は以下のとおり

調査項目と実施概要

調査項目	実施概要
(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた制度面等における課題の検討	・ アグリゲーション事業、配電事業、地域マイクログリッド事業等において分散型エネルギーリソースの潜在力を最大限発揮するための市場・事業環境等の整備が引き続き不可欠。令和4年4月からアグリゲーター（特定卸供給事業）や配電事業が電気事業法上に位置付けられることも踏まえ、関連する審議会等に対し意見具申を進めていくため、E R A B 検討会での議論等を通じて各市場・制度に関する課題を整理 ・ 個々の分散型エネルギーリソースの普及拡大に向け、系統用蓄電池や電力系統の混雑緩和（ローカルフレキシビリティ等）といった新たな事業形態も含めて、制度上の課題を検討・整理
(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査	・ 国内における分散型エネルギーリソースに関する制度議論の検討の参考とするため、(1)の検討に参考になり得る、諸外国における電力取引市場の要件、事業者を求めるサイバーセキュリティ対策、取引ルール、ビジネスモデル等について調査
(3) 検討会及びワーキンググループの開催	・ 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」を開催 ・ 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)及び(2)に基づき作成し、新エネルギーシステム課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

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

機器個別計測の活用

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

諸外国における低圧リソースの活用事例

我が国における低圧リソースの活用事例

機器個別計測の活用

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

諸外国における低圧リソースの活用事例

我が国における低圧リソースの活用事例

機器個別計測の活用

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

海外では活用できるDERを増やすため、需給調整市場での低圧の活用も進められている。
一方で、日本で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、低圧需要家のDERリソースを積極的に活用している
- 日本では、容量市場等での低圧リソースの活用は進んでいるものの、需給調整市場での参加は認められていない

諸外国での低圧需要家のリソース活用例

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

※低圧の割合目標が設定されたのは2019年まで

送電系統運用者RTEは2020年3月、デマンドレスポンス事業者のVoltalis社を家庭用需要家のエネルギーリソースを活用して一次調整力を提供する国内初のアグリゲーターとして認定

- Voltalis社はRTEに認定された1万か所以上の家庭用電気暖房を制御している
- 需給調整市場における一次調整力商品の応答（所定出力到達時間）は30秒以内であるのに対し、同社は4秒未満でのDR制御や2秒ごとのデータ収集が可能としている

Voltalisの家庭用暖房のDR概要（需要家向けの説明）

問題

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

解決策

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

メリット

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

Next KraftwerkeとJedlixは、オランダのTSOのTenneTに対して、EV充電の制御による二次調整力（aFRR） 供出の実証を開始。2020年末に実証を終え、その後本格運用する予定。

- オランダのグリッドオペレーターが2018年に開始したaFRRパイロットプロジェクトの枠組みで、Jedlix、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
 - 例えば、実証期間中に、TenneTはITインフラとインバランス決済システムをアップグレードし、異なるエネルギーサプライヤーの設備のプールで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、専用線だけでなく専用の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
- 2020年末に本実証は終了し、それ以降、Next KraftwerkeとJedlixは通常のaFRR市場に参加する予定とされている

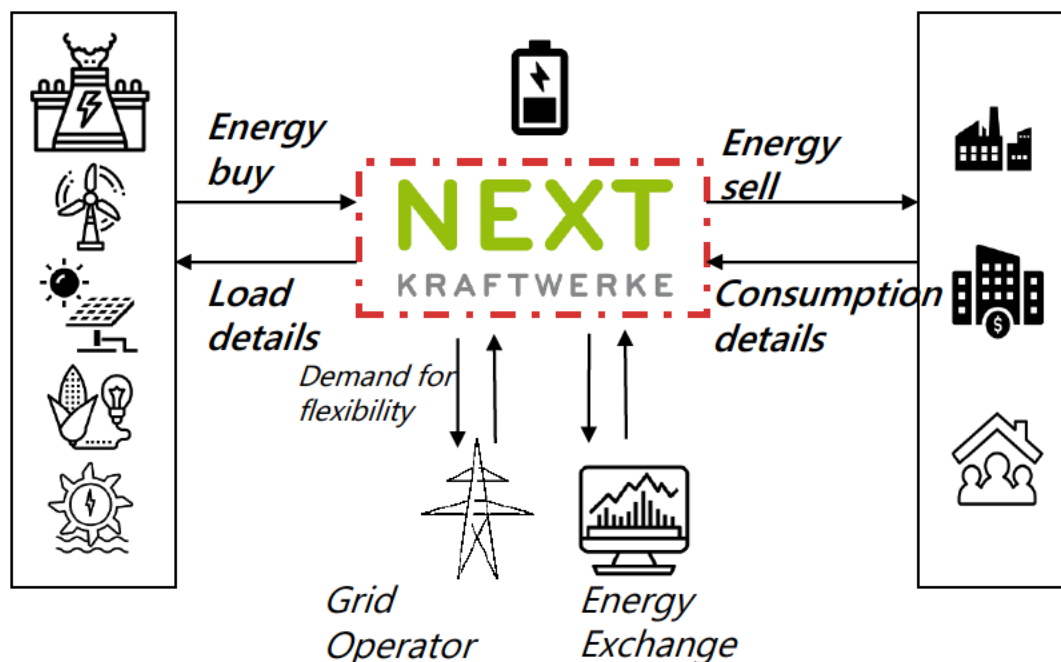
Next KraftwerkeによるaFRR向けEV充電の制御イメージ



Next Kraftwerkeは、自身で売電を最適化できない小規模な再エネ事業者をアグリゲートし、各種市場での売電を最適化して付加価値を生んでいる

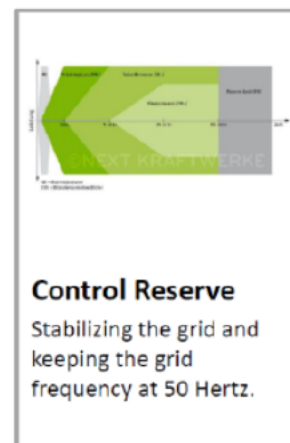
- Next Kraftwerkeは、世界最大のVPPプロバイダー
- 需要家の風力や太陽光、コジェネ、蓄電池などを統合制御し、市場に売電
 - 市場参加・運用ノウハウを持たない中小規模の再エネ事業者をアグリゲートし、マーケットプレミアム制度を利用して収益を上げている

Next KraftwerkeのVPPイメージ



Next Kraftwerkeの収益の源泉

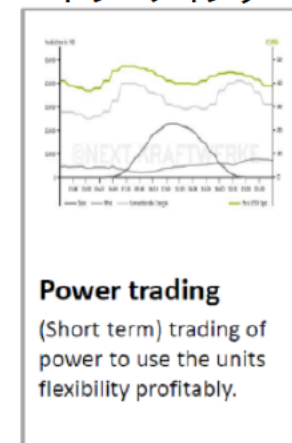
①調整力市場



②マーケットプレミアム



③電力トレーディング



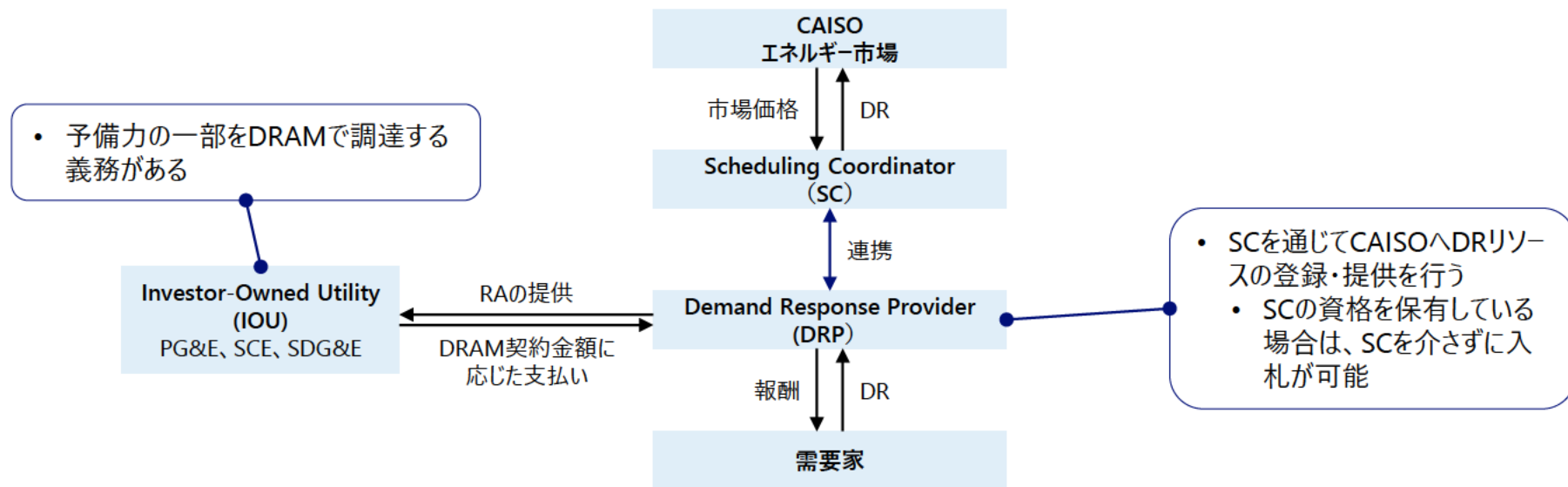
カリフォルニアでは、3大IOUがリソースアデカシーを調達するために、DRPが確保したDRリソースを対象としたオークションのDRAMを、2015年より実証している

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

概要

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

DRAMスキーム



家庭/新規参入のリソースの割合を規制機関であるCPUCが定めている

DRAMの実績

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

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

** 最低供出時間などの条件はプロダクトによって異なる

*** それぞれ8月の実績

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

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

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

mosaic power概要

主な事業内容

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

制御実績※

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

州別の制御対象機器数※

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

※ 2022/10/17アクセス時点

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。

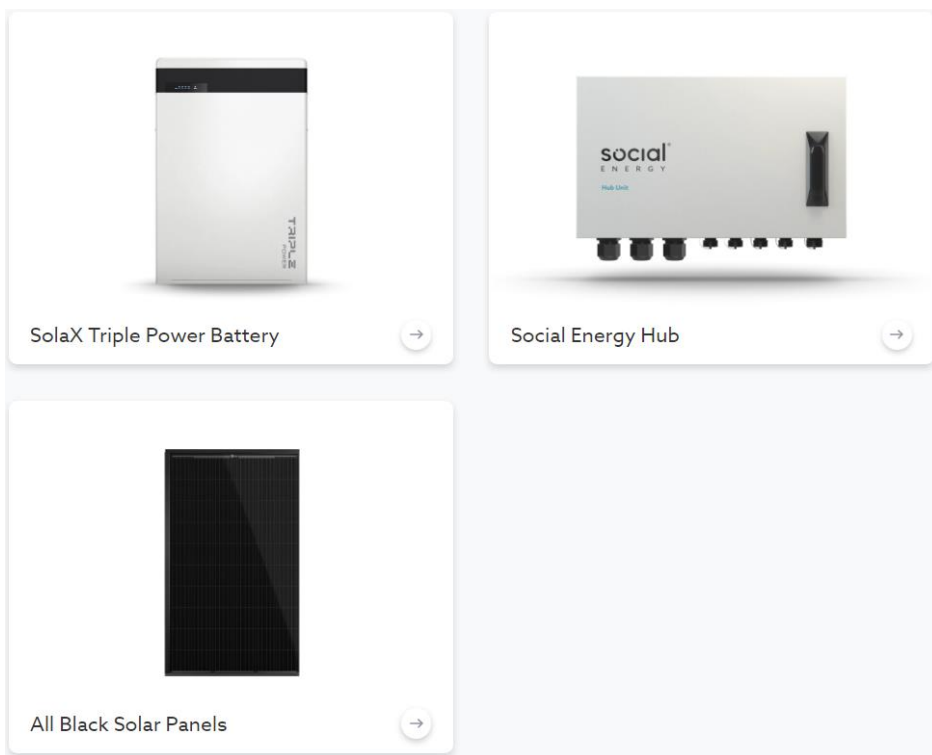
一方で、CMを含む電力システム全体に多くの要因があり、EVのグリッドへの参加を促進するためには、慎重な検討が必要であるとも指摘した。

Consultation outcome (2021年12月1日)

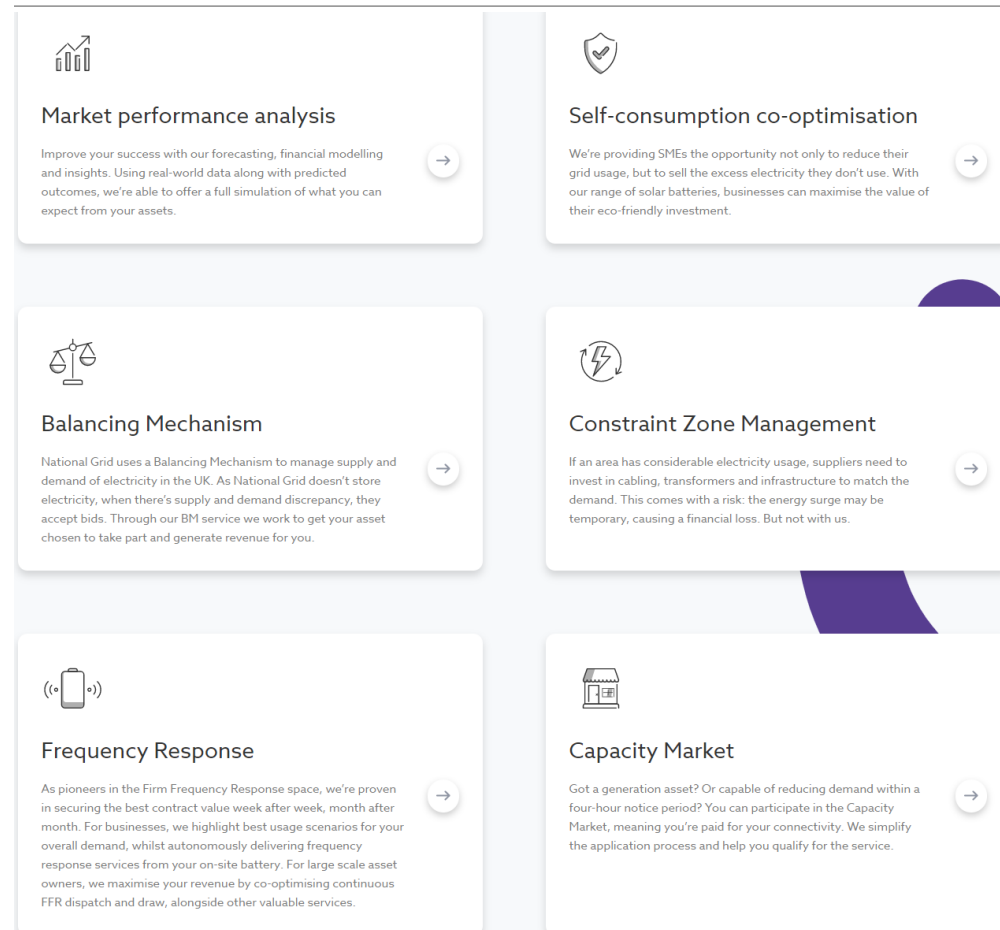
Social Energyは、同社の家庭用蓄電池利用顧客の80%（4,000kW）を活用し、週次のFFRの契約を獲得

■ Social Energyは、PV・蓄電池の販売や、電力供給、蓄電池の最適運用サービス提供を行うスタートアップ企業

Social Energyの販売製品



Social Energyの提供サービス



調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

諸外国における低圧リソースの活用事例

我が国における低圧リソースの活用事例

機器個別計測の活用

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

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

分散型リソースの種類と価値の提供先

分散型リソースの種類と価値の提供先

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

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

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

機器個別計測の活用

アグリゲーションモデル

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

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

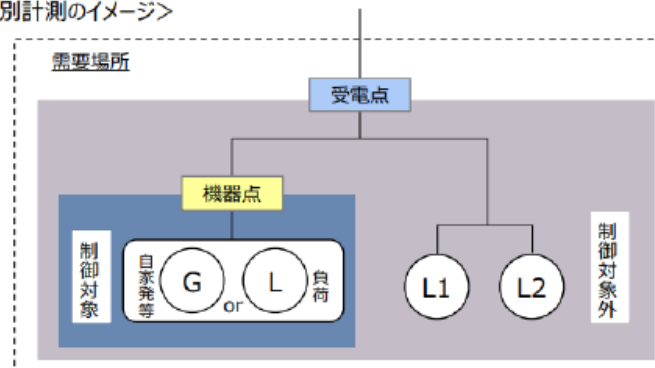
機器個別計測の定義

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

<機器個別計測のイメージ>



調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

機器個別計測の活用

アグリゲーションモデル

ダイナミックプライシングの規制

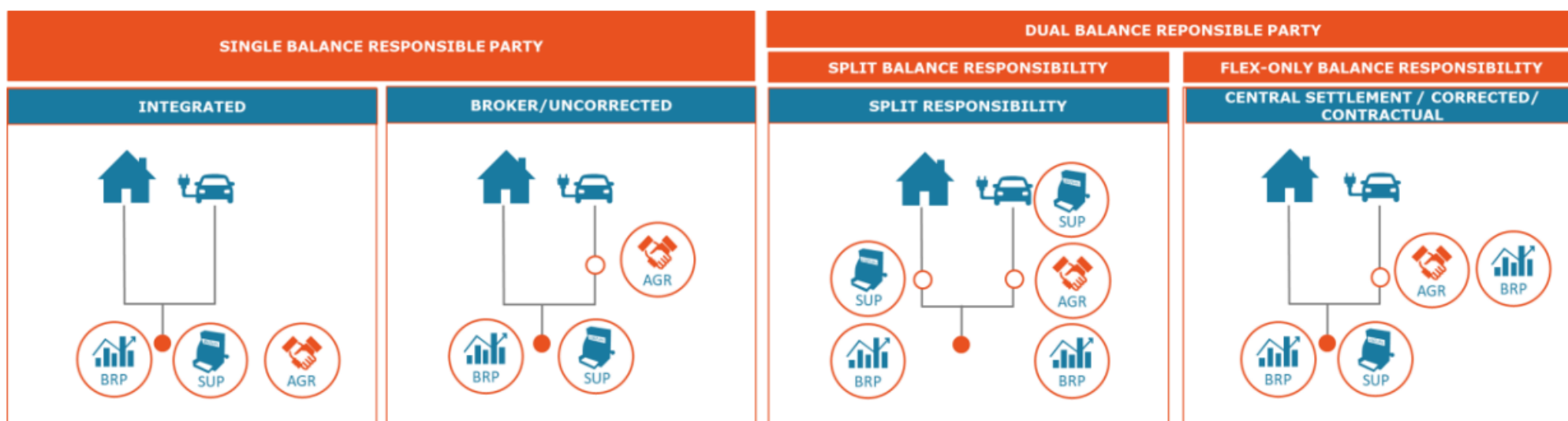
(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

アグリゲーションモデルによって、計量値補正や調整金の有無が異なる

- アグリゲーションモデルは、サプライヤー（小売電気事業者）のBRPのみで構成されるか、サプライヤーのBRPとアグリゲーターのBRPで構成されるかで大別される
- 独立系アグリゲーター（Independent Aggregator）によるモデルは、後者のアグリゲーションモデルに該当し、ToE（Transfer of Energy）が行われる
 - ToEとは、アグリゲーターのBRPと供給者のBRPの間で送電されるエネルギーを意味する
 - アグリゲーターによる柔軟性の供出の影響に関して、サプライヤーのBRPを補償し、柔軟性の供出に必要なエネルギーを供給する

USEF※によるアグリゲーションモデル



DRによる小売の電力供給量の減少に対する補填方法として、計量値補正と調整金がある。
前者はCorrected model、後者はContractual model等が該当する。

アグリゲーションモデルごとの概要と小売電気事業者の電力供給量の減少に対する補填方法

アグリゲーション モデル		概要	小売電気事業者の電力供給量減少に対する補填方法	
			計量値補正	調整金
Single BRP	Integrated model	・ サプライヤーとアグリゲーターの役割が統合されたモデル	無し	無し
	Broker model	・ アグリゲーターはサプライヤーのBRPにバランシングの責任を移譲したモデル	無し	無し
	Uncorrected model	・ 発動されたエネルギーが通常のバランシングメカニズムによって決済されるモデル	無し	無し
Dual BRP	Contractual model	・ バランシングにおけるパラメーターが、アグリゲーターとサプライヤーのBRP間の取引（事後）により修正され、ToEが契約上の取り決めに基づいて行われるモデル	無し	<u>有り</u> アグリゲーターは、サプライヤーのBRPから事後的にエネルギーを調達し、ネガワット調整金を支払う
	Central settlement model	・ ARP※ ¹ がDR発動後にBalancing Perimeterを修正するモデル	無し	<u>有り</u> ARPを通じて、アグリゲーターはサプライヤーからエネルギーを調達し、ネガワット調整金を支払う
	Corrected model	・ アグリゲーターが供出したフレキシビリティの量に基づき、プロシューマーの検針値が変更されるモデル	<u>有り</u> ※ただし、託送料金は補正前の計量値で計算される	無し サプライヤーは、発動がない場合と同じエネルギー量を需要家に請求できるため、金銭的補償は不要となる

※ 1） ARPは、計測グリッド領域内において、消費者レベルまたはアグリゲーションレベルで、インバランス精算期間ごとの実消費量および発電量を確定し、伝達する責任を負う。実消費量および発電量は、主に実測に基づくが、推定に基づくこともできる。割当量は、フレキシビリティ決済プロセスおよび卸売決済プロセスの入力となる。

出所） USEF, “WORKSTREAM ON AGGREGATOR IMPLEMENTATION MODELS” 2017年9月より作成

価格設定の妥当性や、ステークホルダーの取引コスト、小売の権力乱用の可能性などの観点で、アグリゲーションモデルごとにメリット・デメリットがある

アグリゲーションモデルごとのメリット・デメリット

アグリゲーションモデル	小売の電力供給量減少に対する補填		メリデメ比較			
	価格	小売への支払者	価格設定の妥当性の高さ	アグリの取引コストの低さ	規制当局の取引コストの低さ	小売の権力乱用の可能性の低さ
Contractual model	独立系アグリゲーターとサプライヤーの二者間で決定	アグリゲーターが小売へ支払う	×～○ ・二社間の合意内容により変わる	× ・大手既存小売の交渉力が強い	△ ・事後の監視が必要となる可能性がある	× ・小売がDR需要家を特定できる可能性がある
Central settlement model※	規制当局が承認した方法によって決定※	第三者機関を通じて、アグリゲーターが小売へ支払う	△ ・個別の事情を反映しにくい	○ ・小売との調整が不要である	× ・取引を仲介するため取引コストが大きい	○ ・DR需要家を特定できないようにできる可能性が高い
Corrected model	小売電気価格	電気料金請求書を通じて消費者が小売へ支払う	○ ・妥当な価格の設定が可能である	○ ・小売との調整が不要である	△ ・事後の監視が必要となる可能性がある	× ・小売がDR需要家を特定できる可能性がある

※) 規制当局が承認した方法によって決定されるアグリゲーションモデルは、Regulated Modelとも呼ばれることもある。これには、フランスのようにTSOであるRTEが資金の流れを管理するCentral settlement modelと、ベルギーのように小売電気事業者とアグリゲーターの二社間で取引するモデルもある。ここでは、後者はCentral settlement modelの派生形とみなす

出所) EUI "The regulatory framework for independent aggregators" 2021年5月、

DNV "The regulation of independent aggregators with a focus on compensation mechanisms" 2022年4月 より作成

ベルギーとドイツの一部の需給調整市場商品では、Corrected modelとContractual modelが展開されている

機器個別計測が行われている主な国において適用されるアグリゲーションモデル

国	展開されるアグリゲーションモデル		
	一次調整力相当	二次調整力相当	三次調整力相当
ベルギー	Uncorrected FCRは対称なプロダクトであるため、エネルギー成分はキャンセルされる	Contractual or Corrected - 補正されたオプションは、「pass-through」契約と呼ばれる - このタイプの契約は、Active Customerに対してのみ可能である。Active Customerは、前日にサプライヤーへ消費量を指定することができ、指定から外れた分は、インバランス料金を支払うことになる	Integrated, Contractual or Central Settlement - アグリゲーターとサプライヤーは、まず Contractual modelについて交渉するよう奨励される - 交渉が失敗した場合、Central Settlement modelが救済措置として機能し、規制当局によって設定された ToE 計算式が適用される
ドイツ	Integrated, Contractual, and Corrected - 通常、AggregatorとSupplierのBRPの間には契約がある - そうでない場合は、Supplierのバランシングポジションを修正し、Active Customerの契約を通じて供給されるエネルギーを補償する枠組みがある - ToEの価格は、アクティブ・カスタマーの小売契約の価格と一致する		
イギリス	Uncorrected	Broker, Integrated or 'BSP-IA' - Broker modelまたはIntegrated modelは、常に選択肢である - アグリゲーターとサプライヤーが契約を結んでいない場合、「BSP-IA」アレンジメントが適用される	

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

低圧リソースの市場での活用

機器個別計測の活用

ダイナミックプライシングの規制

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

欧州ではEU指令を通じた各国の法規制によって、米国では各州の法規制によって、複数の国・州においてダイナミックプライシング電気料金メニューの提供が義務化されている

※ただし、一部の州等を除いて、基本的に需要家は他の電気料金メニューも選択可能

欧州・米国におけるダイナミックプライシング（DP）に対する法規制とDP電気料金の利用状況

	DPに対する法規制		DP電気料金メニューの利用状況
	欧州大/米国大	国・州単位	
欧州	「<u>DIRECTIVE (EU) 2019/944</u>」により、スマートメーターを設置する最終需要家に対して、<u>ダイナミック電気料金メニューの提供が義務化</u>された	- 左記EU指令を受けて、<u>複数のEU加盟国が国内立法等の措置を取っている</u>と思われる - オランダやドイツ、ベルギー、フランス、スペイン、デンマーク、イギリスは左記EU指令を採択 - ルーマニアはEU指令を受けて国内法を改正	<u>スマートメーターの普及が進む国を中心に、DP電気料金メニューが提供</u>されている - ToUやRTP、CPP等が提供されている - 直近の電力市場価格の高騰を受けて、<u>DP電気料金メニューの提供数が増加</u>している
米国	- 無し ※FERC Order等による法規制は見当たらない	- 一部の州では、<u>DP電気料金メニューの提供を義務化</u>している - カリフォルニア州では、「2022 Load Management Standards」より、2023年度から大手サプライヤーによるRTP電気料金メニューの提供が義務化予定	- 一部の州では<u>DP電気料金メニューが提供され、オプトインやデフォルト、強制等の適用方法</u>となっている - カリフォルニア州やメリーランド州、ミシガン州では、DP電気料金メニューがデフォルトとなっている ※ただし、小売に対する法規制の有無は未調査

DP電気料金メニューに関する法規制の検討においては、対象やDP電気料金メニューの種類・適用方法等の論点が想定される

DP電気料金メニューに関する法規制の検討における論点

論点	概要	諸外国の動向※	
		欧州	カリフォルニア州
① 対象	どの小売電気事業者に対して、DP電気料金メニューの提供を義務化すべきか？	20万人以上の最終需要家を有するサプライヤー等を規制対象としている	特定の大手電力会社等を規制対象としている
② DP電気料金メニューの種類	どの種類のDP電気料金メニューを規制すべきか？（ToU、CPP、RTPなど）	具体的な電気料金メニューの種類は、規制されていない	RTPの提供が義務化される
③ DP電気料金メニューの適用方法	どの適用方法を規制すべきか？（メニュー提供義務・オプトイン、デフォルト・オプトアウト）、強制等）	メニュー提供義務・オプトインが採用されている	メニュー提供義務・オプトインが採用されている

※欧州は「DIRECTIVE (EU) 2019/944」、カリフォルニア州は「2022 Load Management Standards」について記載

欧州

EU加盟国は、EU指令によって、スマートメーターを設置する最終需要家に対して、ダイナミック電気料金メニューを提供する必要がある

- EU指令は、原則としてEU加盟国に直接適用されず、EU加盟国は国内法への置き換え等が必要となる

DIRECTIVE (EU) 2019/944 Article 11の内容

DIRECTIVE (EU) 2019/944

Article 11 ダイナミック電気料金契約への参加資格

1. 加盟国は、国内規制の枠組みにより、供給者がダイナミックな電気料金契約を提供できることを保証するものとする。加盟国は、スマートメーターを設置した最終需要家が、少なくとも1つの供給者及び20万人以上の最終需要家を有する全ての供給者に対して、ダイナミックな電気料金契約の締結を要求できるようにしなければならない。
2. 加盟国は、最終需要家が供給者から当該ダイナミック電気料金契約の機会、コスト、リスクを十分に知らされることを確保し、適切な電力メーターの設置の必要性を含め、供給者が最終需要家に相応の情報を提供するように求めることを確保するものとする。規制当局は、市場の発展を監視し、新商品や新サービスが伴い得るリスクを評価し、濫用的な行為に対処するものとする。
3. 供給者は、最終需要家がダイナミックな電気料金契約に切り替わる前に、それぞれの最終需要家の同意を得なければならない。
4. 加盟国またはその規制当局は、ダイナミック電気料金契約が利用可能になった後、少なくとも10年間、市場提供や消費者の請求書への影響、特に価格変動のレベルなど、そのような契約の主な展開について監視し、年次報告書を発行するものとする。

【参考】DIRECTIVE (EU) 2019/944は、Clean Energy Packageの一要素

DIRECTIVE (EU) 2019/944を含むClean Energy Packageの全体像

Regulation

Recently, *Clean Energy Package* was introduced to stimulate energy transition, which has significant implications for DSR

Clean energy package

EU Commission
“Clean energy for all Europeans package”

- Comprehensive update of **EU energy policy** to facilitate transition from fossil fuels to cleaner energy and deliver on Paris Agreement commitments
- Topics covered:**
 - Energy performance buildings
 - Renewable energy
 - Energy efficiency
 - Governance & regulation
 - Electricity market design
- Legislative form:**
 - Regulation:** binding legal force in all member states
 - Directive:** defined goals which have to be achieved through national legislation

Energy Performance of Buildings <i>Directive (2018/884)</i>
The recast Renewable Energy <i>Directive (2018/2001)</i>
The revised Energy Efficiency <i>Directive (2018/2002)</i>
Governance of the Energy Union and Climate Action <i>Regulation (2018/1999)</i>
Regulation of risk-preparedness in the electricity sector <i>Regulation (2019/941)</i>
Regulation establishing EU ACER <i>Regulation (2019/942)</i>
On the internal market for electricity <i>Regulation (2019/943)</i>
On common rules for the internal market for electricity <i>Directive (2019/944)</i>

Deep-dive on each legislation on next slides

Relevant for Demand Side Response

EU regulation 2019/943

- Sets basis for an **efficient achievement** of 2030 climate objectives
- Sets principles for well-functioning, integrated **wholesale market**
- Sets fair rules for **cross-border exchanges** in electricity

EU directive 2019/944

- Establishes integrated, competitive, flexible, fair and transparent **electricity markets**
- Aims to ensure affordable, transparent **energy prices** and a high degree of **security of supply**
- Sets out modes for the creation for a **fully interconnected internal market** for electricity

TenneT - iDSR Strategy&

Source: European Commission (a); Strategy& research

15 July 2021
25

DIRECTIVE (EU) 2019/944は、複数の欧州加盟国で採択され、国内立法等の措置が取られていると思われる

- 指令には政策目標と実施期限が定められており、指令が採択されると、各加盟国は期限内に政策目標を達成するために国内立法等の措置を取ることが求められる
 - ただし、どのような措置を取るかは各加盟国に委ねられる

DIRECTIVE (EU) 2019/944への対応状況

主なEU加盟国	対応状況
オランダ、ドイツ、ベルギー、フランス、スペイン、デンマーク、イギリス※1	・ 採択 ・ 各国、国内立法等の措置を取っていると思われる
ルーマニア※2	・ Emergency Ordinance no. 143/2021 ("GEO 143") により、the Law on the Promotion of Electricity from Renewable Sources no. 220/2008を改正 ・ これによりダイナミック価格による電力契約が規制されている

※1) TenneT "Unlocking Industrial Demand Side Response" 2021年7月

※2) Stalfort "NEWSLASH : wind of change in Romanian energy Law" 2022年2月

スマートメーターの普及率が高いほとんどの国では、ToUやCPP、RTPメニューが提供されている

- なおドイツでは、2021年までに5,000万箇所以上のメータリング場所のうち、約16万箇所にスマートメータリングシステムが導入された

EU加盟国とノルウェーにおける電力スマートメーターの普及率、普及率80%達成の目標年、スマートメーターで実現する電力メニュー

国	2021年12月31日時点のスマートメーターを備えた家庭需要家の割合	指令2009/72/ECに基づき、国内法によって80%の消費者がスマートメーターを装備する目標年	展開される電気料金メニュー		
			ToU	RTP (一時間単位も含)	CPP
デンマーク	100.0%	2020	○	○	○
スウェーデン	100.0%	2017		○	
フィンランド	99.9%	2020		○	
スペイン	99.6%	2017	○	○	
ノルウェー	99.0%	2018		○	○
イタリア	98.5%	2017	○		
ルクセンブルク	98.0%	2019			
フランス	90.0%	2024	○	○	○
リトアニア	88.0%	国内法での規定無し	○		
オランダ	87.4%	国内法での規定無し	○	○	
ポルトガル	52.0%	国内法での規定無し	○		
イギリス	49.0%	国内法での規定無し	○	○	
オーストリア	46.6%	2024	○	○	
ルーマニア	17.7%	2024年以降	○		
ポーランド	15.4%	2024以降	○		
ベルギー	0.0%	国内法での規定無し	○		
ドイツ	0.0%	2024年以降	○	○	

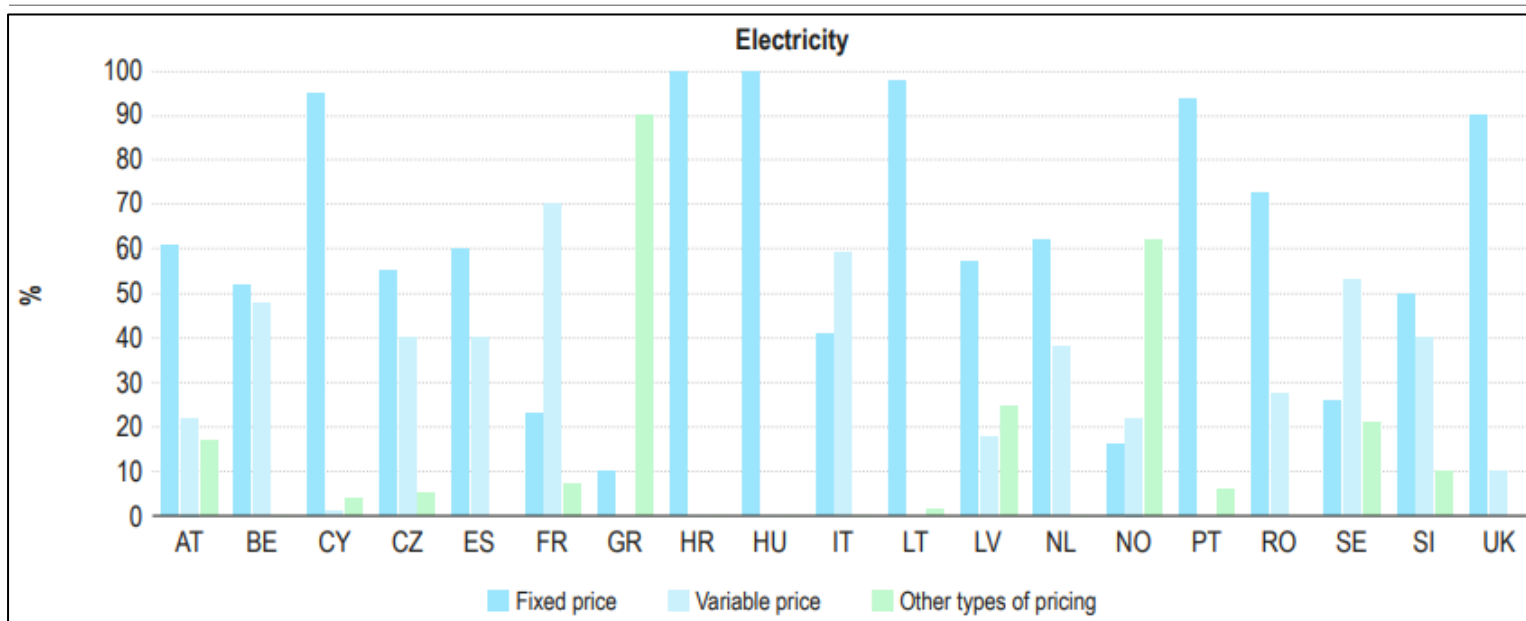
ACER(2022)によると、卸電力市場価格の高騰等を受けて、2021年末から固定価格メニューのオファー数が減少し、ダイナミックプライシング価格のオファー数が増加している

■ 2021年末から 2022年前半にかけては、固定価格契約のオファーが減少した

- 一部のサプライヤーは、財務の安定性を確保し、債務超過を回避するために、消費者の契約の一部または全部をダイナミック方式またはインデックス方式に変更し、価格変動・高騰がもたらすリスクを消費者に転嫁しようとした

■ 現在の電力価格の変動により、サプライヤーはヘッジコストの大幅な増加に直面しているため、2022年から2023年にかけて、消費者は固定価格契約へのアクセスが少なくなるとされる

電気料金のオファー割合の内訳（固定、変動）



米国

カリフォルニア州では、2023年度から大手電力会社等によるRTPの提供が義務化される

■ CECは2022年10月に2022 Load Management Standardsを採択した

- CEC（California Energy Commission）は、カリフォルニア州の主要なエネルギー政策・計画機関として、エネルギー使用の転換を支援するための基準を採択する法的権限を有している

■ 同基準により、ダイナミックプライシングと、それに応じた自動機器制御が促進され、需要家の電気料金の削減と系統の信頼性向上に繋がる見込みである

2022 Load Management Standardsの概要

項目	内容
施行年	2023年4月1日
対象	- 大手電力会社（PG&E、SCE、SDG&E、SMUD、Los Angeles Water and Power） - 大規模コミュニティ・チョイス・アグリゲーター※1
対象の義務	- 少なくとも1時間ごとに変動する小売電気料金を開発し、顧客に提供すること - Market Informed Demand Automation Server（MIDAS）データベースに、時間変動料金を提供し、更新すること - サードパーティサービスによる顧客の料金情報へのアクセスをサポートするための標準ツールを開発すること - 時間帯別料金や自動化技術に関する情報を、既存の顧客教育やアウトリーチプログラムに統合すること
想定される便益	- 山火事、猛暑、地震などの緊急時に自動負荷シフトを促進することで、グリッドの信頼性を向上させる - 建物の所有者や居住者に必要なデータや信号を与え、電力価格、GHG intensity、またはフレックス・アラートに従って電気機器の電力使用を自動的にシフトさせることで、建物性能の最適化を促進する - 夏のピーク時のエネルギー使用量を120ギガワット時ほど削減する 2,400万ドルのコストで、15年間で合計2億6700万ドルを消費者に節約させる

※1）CCA（Community Choice Aggregation）に基づく住民、ビジネス、さらに公共施設用の電力需要をまとめて購入する地方自治体等
出所）CEC, “2022 Load Management Standards Rulemaking, Fact Sheet,” 2022年10月より作成

ダイナミックプライシングメニューの提供方法は、各国・各州で異なる

ダイナミックプライシングに関する各国・各州の料金タイプと提供方法、参加状況（2020年6月時点）

国・州	料金タイプ	提供方法	需要家の参加率・参加数
Arizona (APS, SRP)	Time-of-Use (TOU)	Opt-in	APS: 57%, SRP: 36%
California (PG&E, SCE, SDG&E)	Time-of-Use (TOU)	Default (2020)	TBD – 75-90%*
California (SMUD)	Time-of-Use (TOU)	Default	75-90%*
Colorado (Fort Collins)	Time-of-Use (TOU)	Mandatory	100%
Illinois (ComEd, Ameren IL)	Real-Time Pricing (RTP)	Opt-in	50,000
Maryland (BGE, Pepco, Delmarva)	Peak Time Rebate (PTR)	Default	80%
Michigan (Consumers Energy)	Time-of-Use (TOU)	Default (2020)	TBD – 75-90%*
Oklahoma (OG&E)	Variable-Peak Pricing (VPP)	Opt-in	20% (130,000)
Canada (Ontario)	Time-of-Use (TOU)	Default	90% (3.6 million)
France	Time-of-Use (TOU)	Opt-in	50%
Great Britain	Time-of-Use (TOU)	Opt-in	13% (3.5 million)
Hong Kong (CLP Power Limited)	Peak Time Rebate (PTR)	Opt-in	27,000
Italy	Time-of-Use (TOU)	Default	75-90%*
Spain	Real-Time Pricing (RTP)	Default	40%

* Estimated participation is based on historical trends

※なお、ダイナミックプライシングの提供を小売電気事業者に対して規制しているかどうかは未調査
出所) Ahmad Faruqui and Cecile Bourbonnais "Time of Use Rates: An International Perspective" 2020年6月より作成

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

1. 料金型DRとしての活用、

2-1. 指令型DRリソースとしての活用-料金メニュー還元

2-2. 指令型DRリソースとしての活用-報酬還元

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

EV充電に関するDR関連サービスは、1. 料金型と 2. 指令型に分けられ、 指令型にも 2.1料金メニュー還元と2.2報酬還元が存在

諸外国のEV充電に関するDR関連サービスの類型

類型	概要・特徴	サービスプロバイダー	需要家へのメリット還元方法	サービスプロバイダーにとってのメリット(需要家還元原資)	事例
1. 料金型DRとしての活用	小売電気事業者の電気料金プラン(TOUやRTP等)に合わせて、<u>需要家の電気料金が最安となるよう充(放)電</u>をする	充電器メーカー/アグリゲーター ※小売電気事業者はTOUやリアルタイムプライシングの料金プランを提供するのみ	割安な時間での充電等による、 <u>充電にかかる電気料金の削減</u>	機器販売益/サービスフィー	- Octopus Go×スマート充電器 - Agile Octopus×スマート充電器
2-1. 指令型DRリソースとしての活用 - 料金メニュー還元	サービスプロバイダーが電動車の充(放)電を<u>指令型DRリソースとして市場運用^{注1}</u>し、得られたメリットを需要家に<u>安価な単価設定による電気料金低減の形で還元</u>する	小売電気事業者 ※基本的に小売電気事業者に限られる	割安な電気料金メニュー提供による、 <u>充電にかかる電気料金の削減</u>	指令型DRリソースとしての市場運用益 ^{注1} ※事例では、経済DRとしての活用が主	- OVO Drive + Anytime× Ohme Home - Intelligent Octopus×Tesla
2-2. 指令型DRリソースとしての活用 - 報酬還元	サービスプロバイダーが電動車の充(放)電を<u>指令型DRリソースとして市場運用^{注1}</u>し、得られたメリットを需要家に<u>インセンティブ報酬支払いの形で還元</u>する	主に充電器メーカー/アグリゲーター等 ※事例では確認されていないが、小売電気事業者も想定しうる	<u>制御量・充電行動実績等に応じた報酬</u>	指令型DRリソースとしての市場運用益 ^{注1} ※事例では、経済DRのみならず、需給調整市場等でも活用	- JuiceBox(Enel X) - Jedlix

注1：市場運用には、自社の電源調達コストの低減も含む

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

1. 料金型DRとしての活用、

2-1. 指令型DRリソースとしての活用-料金メニュー還元

2-2. 指令型DRリソースとしての活用-報酬還元

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

英国OVOとOctopusは、「1.料金型DRとしての活用」と「2-1.指令型DRリソースとしての活用-料金メニュー還元」のそれぞれに該当する電気料金プランを提供

- 英国では、British GasやE.On Next、Scottish PowerがEV向けプランを停止し、OVOとOctopus EnergyがEV向けプランを提供する主要な小売電気事業者となっている
- ほとんどの料金プランがフラットレートまたはTOUであり、リアルタイムプライシング型はAgile Octopusのみ（2022年4月6日時点）
- OVO Drive + Anytimeは、OVOにとって最適なタイミングで充電することにより、EV充電のみ格安料金となる用途別料金プラン

主な英国での小売電気事業者のEV向け電気料金（2022年4月6日時点）

【凡例】■1.料金型DRとしての活用、
■2-1.指令型DRリソースとしての活用-料金メニュー還元

事業者	英国でのEV向け電気料金(EV以外でも利用可能なものを含)		
	料金名	概要	料金※ 1
OVO Energy※ 2	OVO Drive	・ 再エネ100%のフラットレートプラン	地域によるが平均36.5p/kWh
	OVO Drive + Anytime	・ “用途別(type of use)”の再エネ100%のフラットレート	EV：5p/kWh EV以外：OVO Driveと同様
Octopus Energy	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	深夜(23:30 - 05:30)：7.5p/kWh 日中：地域による

※ 1） 各社ウェブサイト参照。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。
※ 2） 他にも、昼夜間のTOU料金として「Economy 7」「Economy 10」なども存在するが、EV向けとしては出されていないので省略。また、V2G trialも行っているが、trialのため省略。

OVO Driveは、EVを保有またはリースしている需要家に対するフラットレートの料金プラン。対応充電器の保有等の要件はないことから、「1.料金型DRとしての活用」と想定される。

OVO Driveの概要

The best of OVO Drive

Discover what our new EV tariff, OVO Drive can offer you.




Power your home and car with OVO's specialist EV tariff.
We're making EVs cheaper and greener per mile!


Plug into green power
With 100% renewable electricity¹ and one glorious tree planted in your name, every year²


12 month contract
With fixed rates to protect you against price rises


Green up your home
And lower your bills³ with OVO Greenlight, our new energy-saving tool

項目	概要
料金	- 地域によるが平均36.5p/kWh ※フラットレートのため、夜間に充電すると割安になる等のインセンティブはない
主なプラン加入要件	- EVまたはPHVの所有またはリース - 電気・ガス両方のプランの契約 ※対応する充電器やスマメの保有は不要

OVO Drive + Anytimeは、指定充電器でOVOにとって最適なタイミングで充電することにより、需要家に対してEV充電にかかる料金のみ格安で提供する用途別電気料金メニュー

- 需要家は、Indra製かOhme製のスマート充電器を保有する必要があることから、OVO(小売電気事業者)が電動車の充電を指令型DRリソースとして市場運用※し、そのメリットを格安電気料金として還元しているものと考えられる

※市場運用には、自社の電源調達コストの低減も含む

OVO Drive + Anytimeの概要

項目	概要
料金	- EV向け：5p/kWh - EV以外向け：平均36.5p/kWh - EV向け(急ぎ)※：平均36.5p/kWh
主なプラン加入要件	- OVO Driveプランへの加入 - 対応するEV充電器の保有 - 対応するスマートメーターの保有 - スマートメーターの30分ごとの測定値の共有に対する同意
対応する充電器	- Indra Smart Pro - Indra Smart Charge V3 - Indra Smart Pioneer - Ohme Home - Ohme Home Pro

OVO Drive + Anytimeに対応する充電器

 £1049 Select Find out more	 £1099 Select Find out more
Anytime compatible	
✓	✓
Solar matching	
×	✓
Tariff optimisation	
✓	✓
Charge scheduling	
✓	✓
Mobile app	
✓	✓
Communication method	
3G / 4G	Ethernet

※) プーストチャージと称され、EV充電器がフルパワーで充電することを強制される場合を指す
出所) OVOウェブサイト <https://www.ovoenergy.com/electric-cars/smart-charger> (2022年4月6日時点)

【参考】Kaluz Flexは、数百万台のスマートホームデバイスをインテリジェントに充電し、デマンドレスポンスを提供する

- OVOグループ傘下のシステム開発会社Kaluzが開発したプラットフォームは、エネルギー価格、天候、地域ネットワークの制約に関するライブデータを使用してEV充電をピーク時間帯から離し、市場で最も安価で環境に優しいエネルギーを動的に提供する

Kaluz Flexの仕組み



MACHINE LEARNING

Recognise patterns of consumer behaviour and interconnected devices. It can accurately predict energy demand, reserve power and available storage capacity from individual homes at scale.



ADVANCED ALGORITHMS

Enables responses to changes in available generation, weather data and market pricing to automatically stabilise the grid in real time.



ADVANCED SIMULATION

Supports the modelling of user preferences, further energy costs and battery degradation to best support the grid and create customer value.

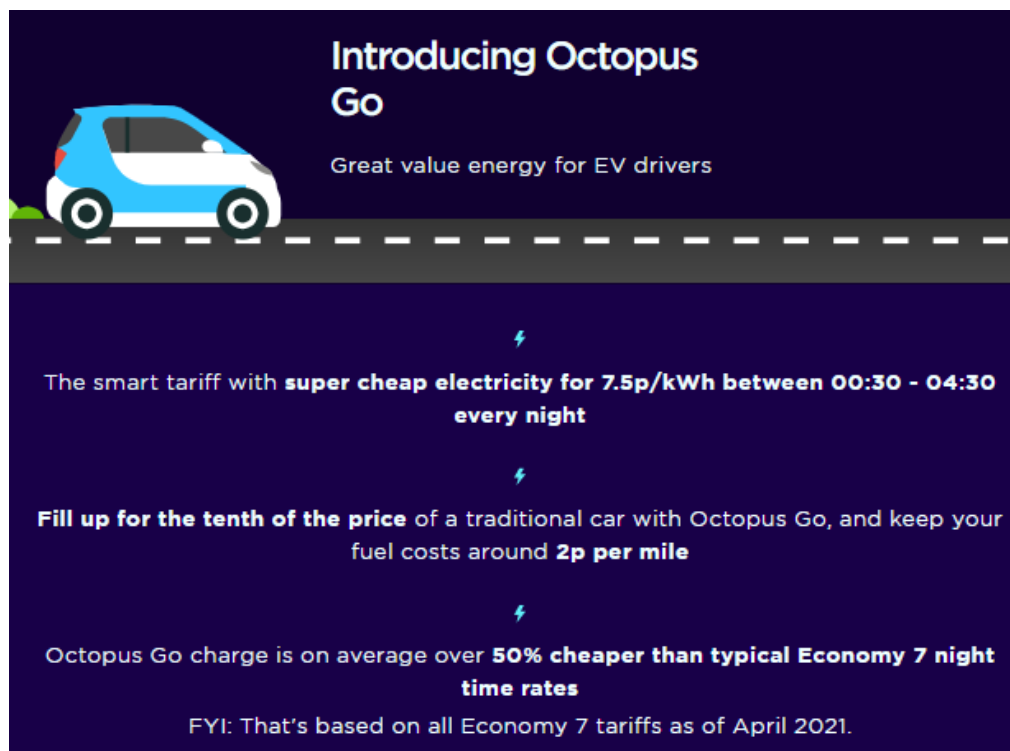


REAL-TIME MONITORING

Manages security risks at a network and device level. It detects points of strain on the grid using micro regional voltage measurement, helping to predict system stress and redirecting power accordingly.

Octopus Goは日中・深夜のTOU料金プランである。
対応充電器の保有等の要件はないことから、「1.料金型DRとしての活用」と想定される。

Octopus Goの概要



The graphic features a blue and white car on a road at night. Text on the right says 'Introducing Octopus Go' and 'Great value energy for EV drivers'. The background is dark blue with white dashed lines representing a road. Three lightning bolt icons are used as section separators.

Introducing Octopus Go
Great value energy for EV drivers

The smart tariff with **super cheap electricity for 7.5p/kWh between 00:30 - 04:30 every night**

Fill up for the tenth of the price of a traditional car with Octopus Go, and keep your fuel costs around **2p per mile**

Octopus Go charge is on average over **50% cheaper than typical Economy 7 night time rates**

FYI: That's based on all Economy 7 tariffs as of April 2021.

項目	概要
料金	- 深夜(00:30 - 04:30)：7.5p/kWh - 日中：地域による
主なプラン加入要件	- EVまたはPHVの所有またはリース - スマートメーターの30分ごとの測定値の共有に対する同意※

Agile Octopusも、Ohme Home Proが最も適していると推奨されているが、対応充電器の保有等の要件はないため、「1.料金型DRとしての活用」と想定される

Agile Octopusの概要

項目	概要
料金	市場連動(上限35p/kWh)
主なプラン加入要件	- EVまたはPHVの所有またはリース - スマートメーターの30分ごとの測定値の共有に対する同意※

Octopus Energyが推薦するEV充電器

 Ohme Home Pro Best for Agile From £899 Including a standard installation.	 Wallbox Pulsar Plus Smart and easy to install From £949 Including a standard installation.
 EO Mini Pro 2 Neat and tiny From £999 Including a standard installation.	 MyEnergi Zappi 2 Perfect for solar From £1099 Including a standard installation.

※) 30分ごとのスマートメーターデータがない場合は、Flexible Octopus変動料金の顧客と同様に、典型的な消費パターン（「プロフィール1」と呼ばれる）に基づき、顧客に請求される
出所) Octopus Energyウェブサイト <https://octopus.energy/> (2022年4月6日時点) より作成

【参考】Ohme Home Proは、電気料金が安価の際に、必要量を自動で充電する機能を保有しており、リアルタイムプライシングに対応している

Ohme Home Proの概要



Watch our review of the standard
Ohme Home

Ohme Home Pro

★★★★★ 4.80 (102 REVIEWS)

Charger + Installation

from **£1006.00***

[REQUEST A QUOTE](#)

Pay Monthly From

£14.76*

[FINANCE CALCULATOR](#)

*What are these prices based on?

Charger only (Type 2)

£612.00

[BUY NOW](#)



Pay in monthly, interest-free installments using



[Learn more](#)

FREE Standard delivery for orders over £40



特徴

概要

料金プランとの シンクロ

- Ohmeアプリにどの電気料金プランに加入しているかを伝えることで、料金の相場や最も安い時間帯を把握可能
- これにより、自動で充電開始や停止ができ、充電料金の節約が可能

インテリジェント チャージング

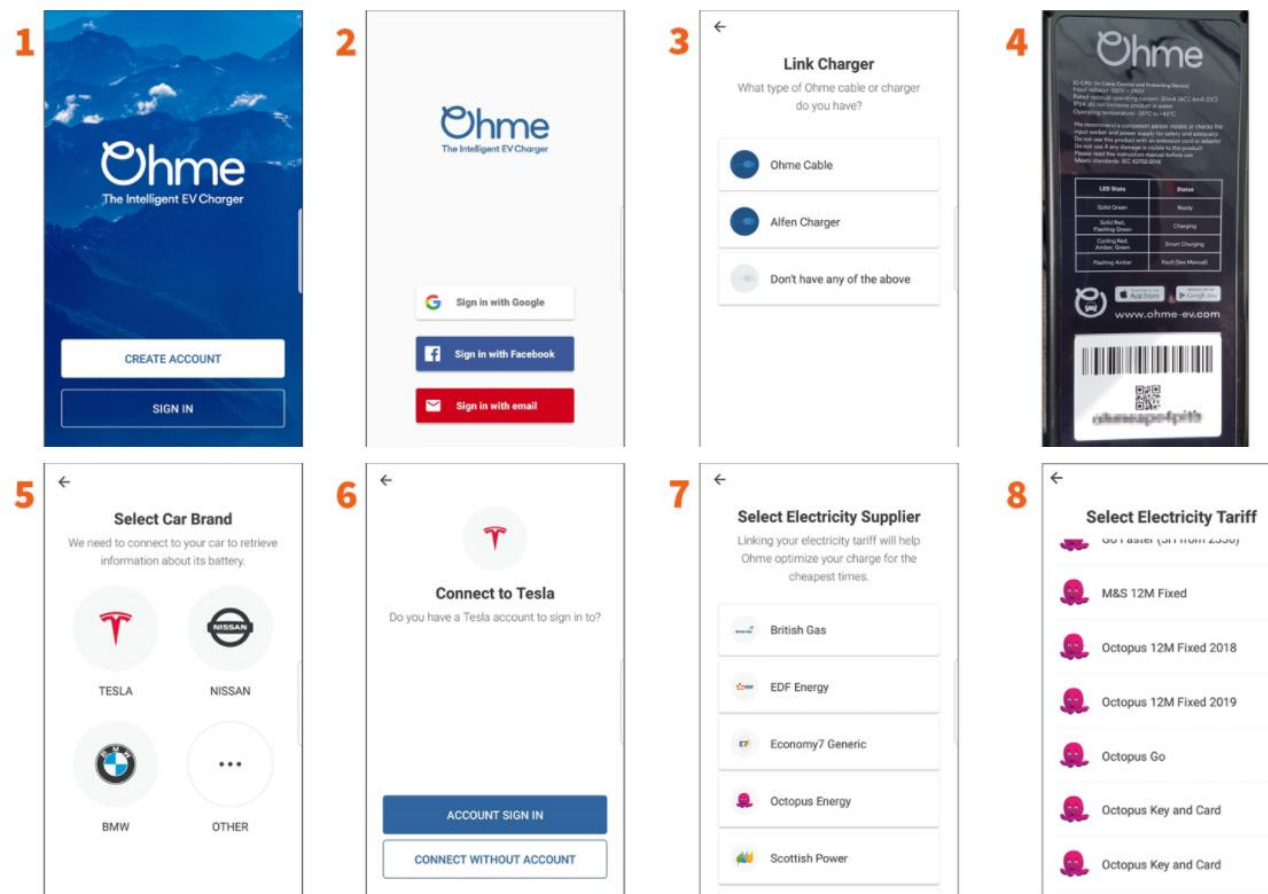
- いつまでに何キロ走るか、Ohmeアプリに指示することで、最も安い電気料金で必要量を充電

Octopus Agileとの 親和性

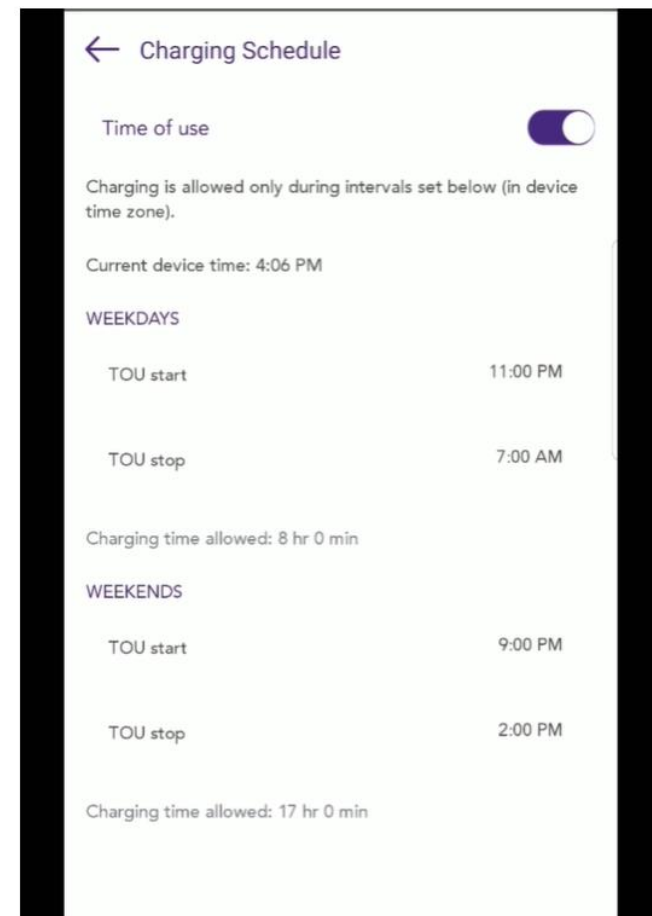
- 電気料金が安いときに自動的に充電する機能を備えているため、電力料金プラン「Octopus Agile」との相性が良好

【参考】Ohmeは各電力会社の電気料金メニューを選択する形式(これによりリアルタイムプライシングにも対応可能)。一方で需要家自身がオフピーク時間を入力する形式も存在。

Ohme Home Proの設定画面



JuiceBoxの設定画面※



※) JuiceBoxも各事業者の料金プランのデータ収集を開始しており、必ずしも需要家が入力する必要がない可能性がある（後述）

出所) Smart Home Chargeウェブサイト <https://www.smarthomecharge.co.uk/chargers/ohme/home-pro/>（2022年4月6日時点）、
JuiceBoxウェブサイト <https://evcharging.enelx.com/products/juicebox>（2022年4月6日時点）より作成

Intelligent Octopusは、需要家が必要な充電量・タイミングを指定し、Octopusにとって最適なタイミングで充電することにより、深夜の格安電気料金を提供する

Intelligent Octopusの概要

Simply tell us when you need your car charged, and by how much, and we'll handle the rest – **charging your vehicle with cheapest, greenest electrons available**



Need your car sooner? You're in control: Bump Charge from the app at any time to charge your car at normal rates



Plus your whole home gets six hours of super cheap rates every night, from 11.30pm to 5.30am. You can save up to £100 between home and charging vs. Octopus Go



項目	概要
料金	- 深夜(23:30 - 05:30) : 7.5p/kWh - 日中 : 地域による
主なプラン加入要件	- iPhoneの保有 - Octopus Energyの複数のアカウントを保有していないこと - 車を複数台保有していないこと - 対応車・対応充電器の保有 - 対応スマートメーターの保有

【参考】他にもEDFやGood EnergyなどもEV向け電気料金を提供しているが、TOUが中心であり、市場価格連動の料金プランは提供していない模様

英国での小売電気事業者のEV向け電気料金

事業者	英国でのEV向け電気料金(EV以外でも利用可能なものを含)	
	料金名	概要
EDF	GoElectric flat-rate	• フラットレートプラン
	GoElectric 98	• 再エネ100%のTOU
	GoElectric 35	• 再エネ100%のTOU
Good Energy	Zap Flash Tariff	• TOU
	Green Driver 5 and 7 hour Holding Tariff	• TOU
	Green Driver 7 Hour	• TOU
	EV4 Tariff	• TOU

※ 各社ウェブサイトを参照。それぞれロケーションごとに料金が変わり、standing chargeもかかる。

出所) EDF ウェブサイト <https://www.edf.fr>、Good Energyウェブサイト <https://www.goodenergy.co.uk> (2022年4月6日時点) より作成Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

1. 料金型DRとしての活用、

2-1. 指令型DRリソースとしての活用-料金メニュー還元

2-2. 指令型DRリソースとしての活用-報酬還元

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

**eMotorWerksはEV向け充電器の製造・販売と、DR/VPPサービスを展開。
EnerNOCとともに伊Enelに買収され、Enel XとしてDERを活用したエネルギーサービスを展開。**

- eMotorWerksはEV向け充電器の製造・販売と、それらを活用したDR/VPPサービスを手掛ける
 - EV向け普通充電器「JuiceBox」の製造・販売を行っている
 - また、JuiceBoxをアグリゲートするソフトウェアを組み合わせたプラットフォーム「JuiceNet」により、系統網を最適化するソリューションも提供
- 2017年にEnelに買収され、Enel Xの傘下に入った
 - EnelはDERを活用したエネルギーサービス事業を子会社のEnel Xに集約
 - 同じく2017年に買収した米国最大のDRアグリゲーターであるEnerNOCとともに、eMotorWerksはEnel Xの傘下となった

eMotorWerksの概要

設立年	2010年
本拠地	米国
従業員数	73名(2019年)
出資者・パートナー	2017年にEnelが買収し、Enel Xとして統合
展開地域	米国、カナダ、オーストラリア等30か国

JuiceBoxの販売価格

**JuiceBox 40
14-50 Plug in**
WiFi-enabled 40-Amp EVSE

\$649.00
With free shipping

**JuiceBox 40
Hardwire**
WiFi-enabled 40-Amp EVSE

~~\$649.00~~
\$589.00
With free shipping

JuiceBox 48
Hardwired WiFi-enabled
48-Amp EVSE

~~\$649.00~~
\$629.00
With free shipping

JuiceNetにより、顧客に対してはEV充電の最適化、 市場・系統運用者に対してはネガワット・系統安定化を提供している

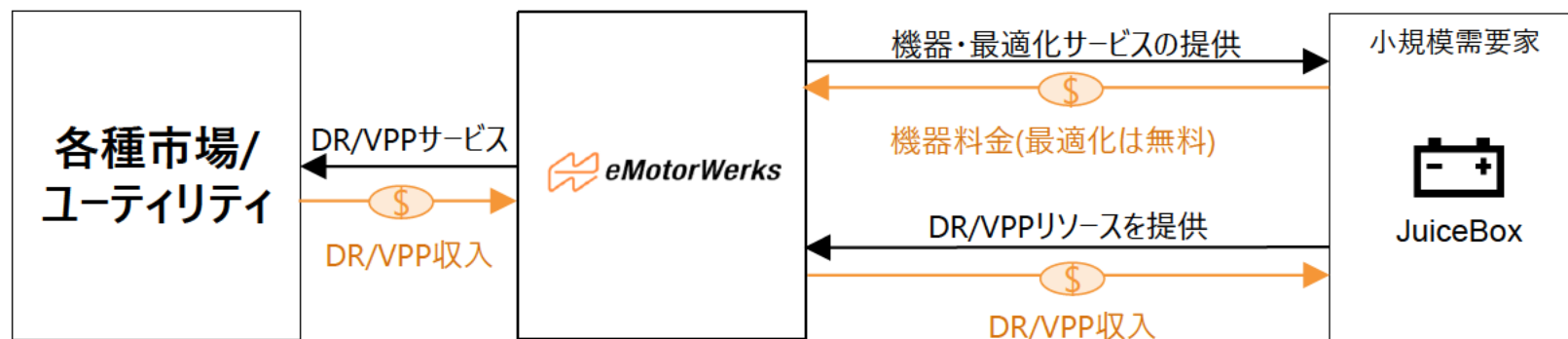
■ JuiceBoxの販売に加え、JuiceNetによりEVの充電を制御・最適化する

- JuiceBoxを購入したEVユーザーは、Wi-Fi接続によってクラウドサービス「JuiceNet」に参加できる
- JuiceNetは、接続されたEVユーザーの充電状況を管理して、充電パターンを分析する
- さらに、系統運用者や系統網を所有するユーティリティと連携して、系統網の需給状況に合わせて充電を制御する信号を顧客に送り、充電による電力需要を最適化する（例：充電のタイミングの後ろ倒し等）
- DRの実施は自動化されているが、EVユーザーは手動でDRプログラムからの離脱を選択できる

■ DRリソースをアグリゲートし、卸市場への参加や、系統網の安定によって収益を獲得

- CAISOの卸電力市場のうち、一日前市場・リアルタイム市場に参加することで、収益を獲得している
- また、アグリゲートしたDRリソースを系統運用者やユーティリティに提供し、系統網の安定化による対価を得ていると考えられる
- DRの規模や収益額は非公開となっている

eMotorWerksのビジネスモデル



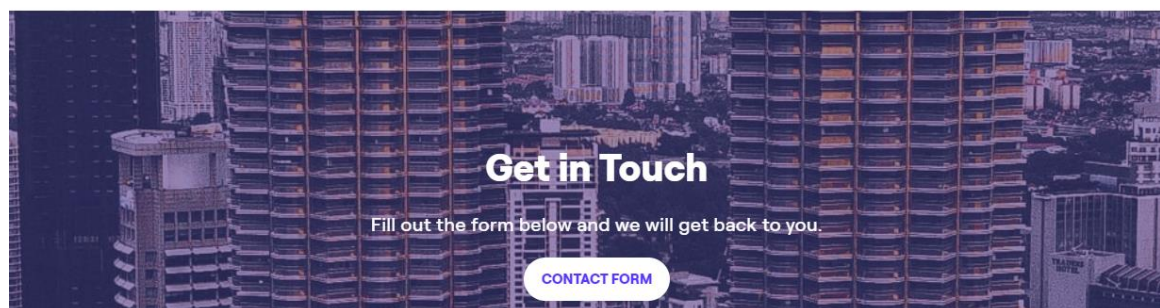
【参考】Tariff Optimizationにより、各事業者の料金プランを収集中

- Tariff Optimizationは、自宅で充電するJuicePassユーザーが、充電したい時間とバッテリー残量を指定すると、国内の電気料金プランに基づき、より便利な時間帯に充電を開始できるようにする新しいスマートチャージ機能である
- 新機能の導入の第一段階として、Enel Xは市場で提供されている料金プランに関する公開データを使用する場合がある
- またEnel Xは、新機能における情報の統合や表示をより完全なものにするため、顧客がJuice Passの機能を利用し、契約した料金プランに基づき最も便利な時間帯に充電を開始するサービスに関心のある事業者をウェブサイトで募っている

Tariff Optimizationの募集

Tariff Optimization is the new smart charging feature that will allow JuicePass users charging at home – once indicated the time in which they want their vehicle ready and the battery level they want to reach – to start charging in the timeslots in which it's more convenient based on your domestic electricity tariff.

In the first phase of launching the new functionality, Enel X may use public data concerning the tariffs offered on the market. Also for the purposes of a more complete integration/representation of information within the new feature, **operators who are interested in displaying their domestic electricity offers (at static or dynamic prices tariffs), fitting with EV charging, within a dedicated section of the JuicePass app so that their customers (who benefit from the services offered through JuicePass itself) can make use of this functionality, start charging at the most convenient hours based on the subscribed tariff plan, are invited to express their interest filling out the contact form below.**



調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

カリフォルニアにおける需要シフト策

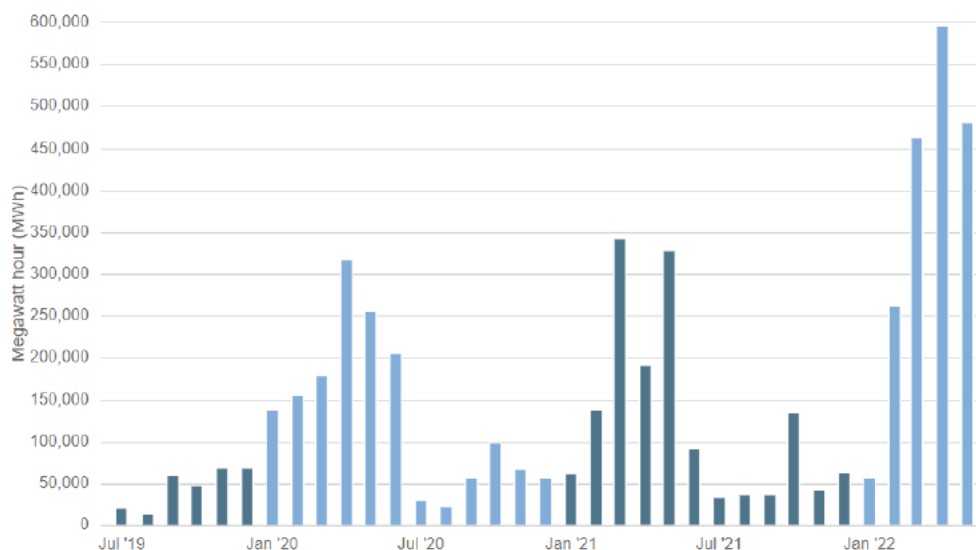
建築物におけるDRの動向

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

カリフォルニア州ではPVの出力制御が増加し、DRを含む対策が求められている

- 出力制御に対するソリューションのうち、EIAによって2020年は抑制可能な総量の16%が回避された
 - CAISOのエネルギー・インバランス・マーケット（EIM）は、CAISOエリア以外の参加者が、需要と供給のバランスを取るためにエネルギーを売買できるリアルタイム市場
- また、ソリューションのうち蓄電池に関しては、2021年に2.5GWの蓄電池容量が追加される見込みである
- その他、DRの強化やTOUの推進、発電機の最低発電量の引下げなどがソリューションとして示されている

CAISOにおけるPV・風力の出力制御量の推移



CAISOが示す出力制御に対するソリューション

	Storage – Increase the effective participation by energy storage resources.		Western EIM expansion – expand the western Energy Imbalance Market.
	Demand response – enhance DR initiatives to enable adjustments in consumer demand, both up and down, when warranted by grid conditions.		Regional coordination – offers more diversified set of clean energy resources through a cost effective and reliable regional market.
	Time-of-use rates – Implement time-of-use rates that match consumption with efficient use of clean energy supplies.		Electric vehicles – Incorporate electric vehicle charging systems that are responsive to changing grid conditions.
	Minimum generation – explore policies to reduce minimum operating levels for existing generators, thus making room for more renewable production.		Flexible resources – Invest in modern, fast-responding resources that can follow sudden increases and decreases in demand.

カリフォルニア州では、2023年度から電気料金型DRが更に推し進められる見込み

- CECは2022年10月に2022 Load Management Standardsを採択した
 - CEC（California Energy Commission）は、カリフォルニア州の主要なエネルギー政策・計画機関として、エネルギー使用の転換を支援するための基準を採択する法的権限を有している
- 同基準により、ダイナミックプライシングと、それに応じた自動機器制御が促進され、需要家の電気料金の削減と系統の信頼性向上に繋がる見込みである

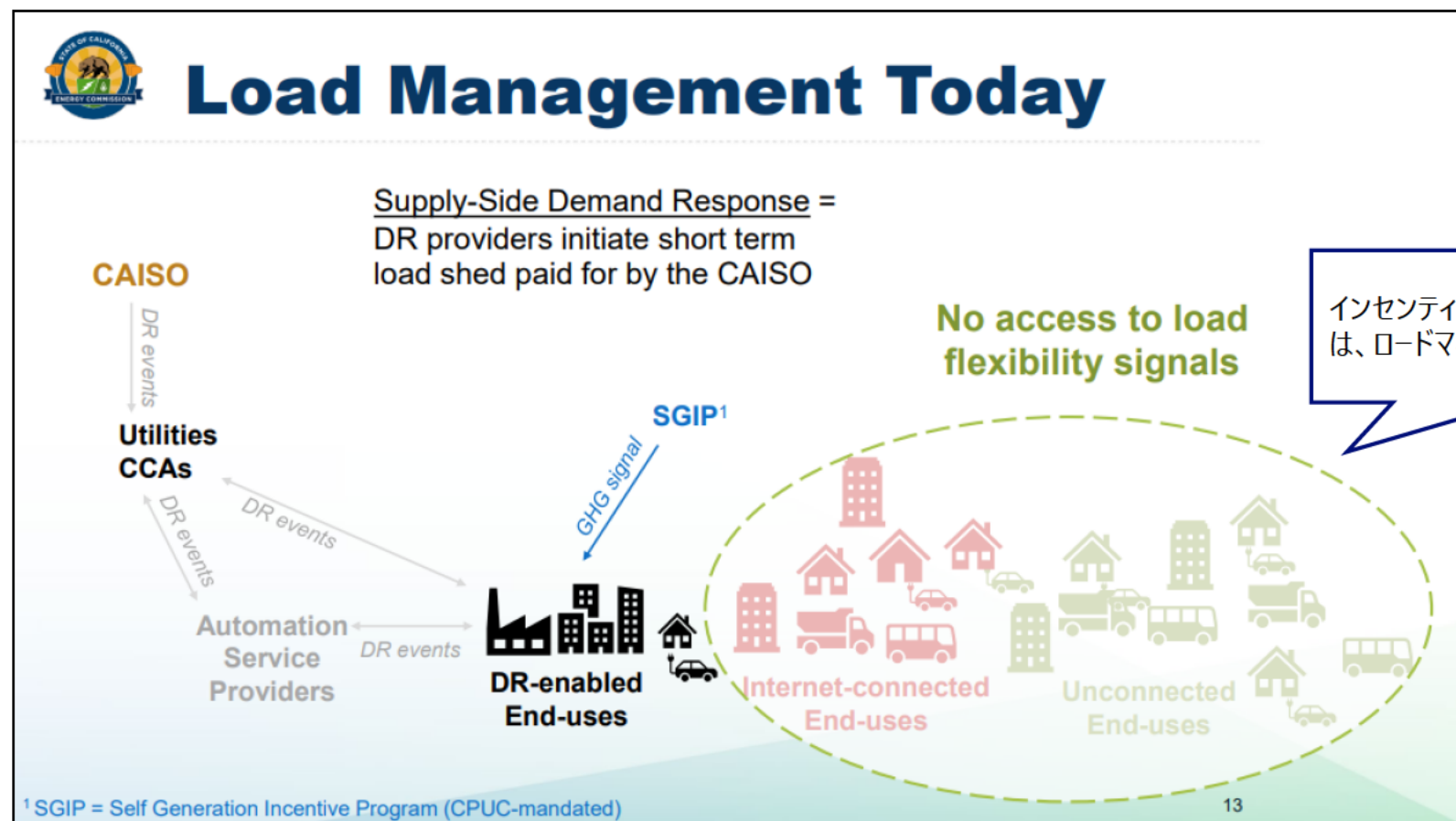
2022 Load Management Standardsの概要

項目	内容
施行年	2023年4月1日
対象	・ 大手電力会社（PG&E、SCE、SDG&E、SMUD、Los Angeles Water and Power） ・ 大規模コミュニティ・チョイス・アグリゲーター※1
対象の義務	・ <u>少なくとも1時間ごとに変動する小売電気料金を開発し、顧客に提供すること</u> ・ <u>Market Informed Demand Automation Server（MIDAS）データベースに、時間変動料金を提供し、更新すること</u> ・ <u>サードパーティサービスによる顧客の料金情報へのアクセスをサポートするための標準ツールを開発すること</u> ・ <u>時間帯別料金や自動化技術に関する情報を、既存の顧客教育やアウトリーチプログラムに統合すること</u>
想定される便益	・ 山火事、猛暑、地震などの緊急時に自動負荷シフトを促進することで、グリッドの信頼性を向上させる ・ 建物の所有者や居住者に必要なデータや信号を与え、電力価格、GHG intensity、またはフレックス・アラートに従って電気機器の電力使用を自動的にシフトさせることで、建物性能の最適化を促進する ・ 夏のピーク時のエネルギー使用量を120ギガワット時ほど削減する ・ 2,400万ドルのコストで、15年間で合計2億6700万ドルを消費者に節約させる

※1）CCA（Community Choice Aggregation）に基づく住民、ビジネス、さらに公共施設用の電力需要をまとめて購入する地方自治体等
出所）CEC, “2022 Load Management Standards Rulemaking, Fact Sheet,” 2022年10月より作成

【参考】現在のカリフォルニアの需要マネジメントは、 インセンティブ型DRが可能な一部の顧客のみを対象としている

カリフォルニアにおける今日の需要マネジメント

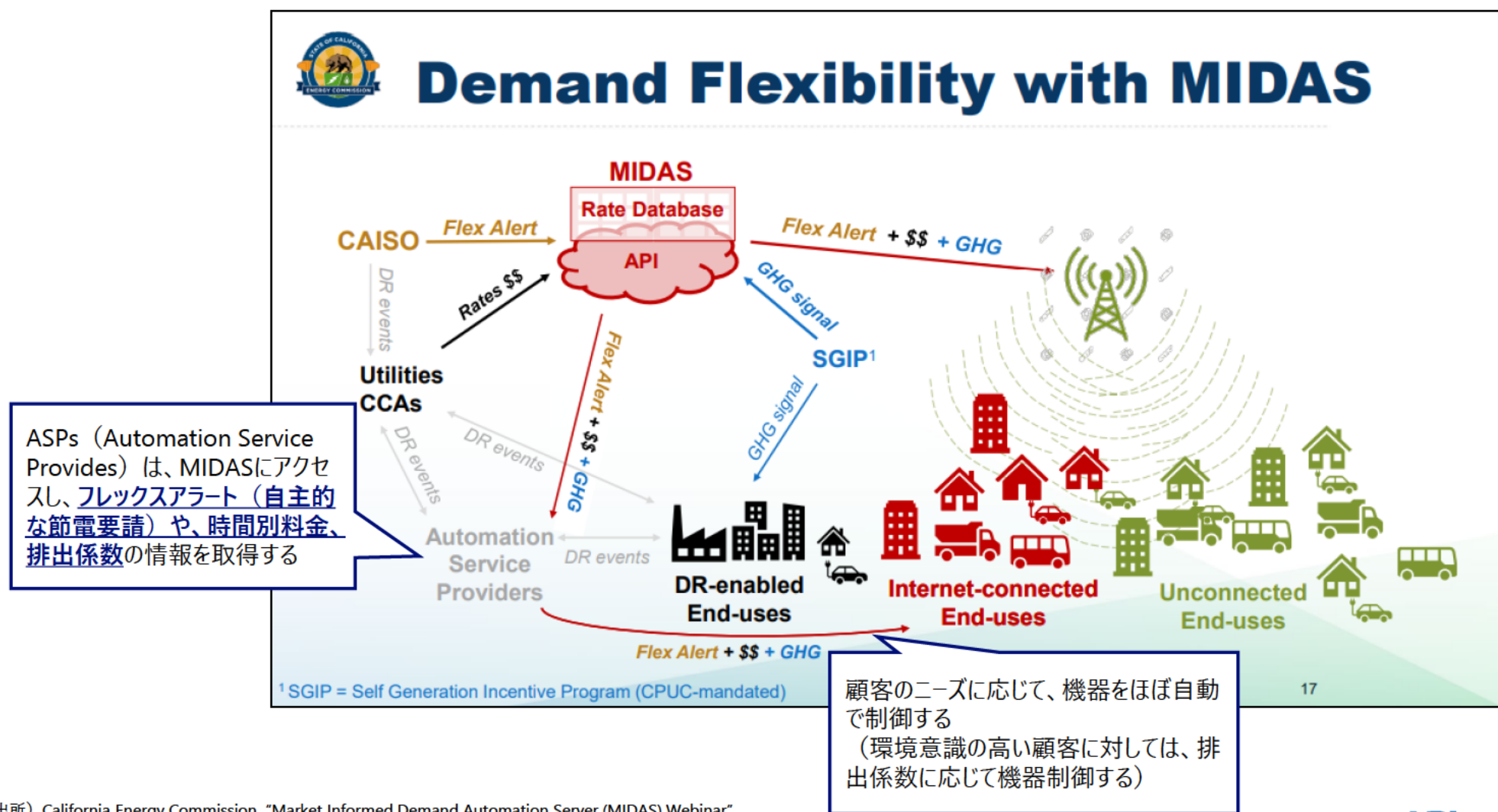


インセンティブ型DRが可能な顧客以外は、ロードマネジメントできていない

※カリフォルニアでは、Supply-Side Demand Responseはインセンティブ型DRのことを指す

【参考】電気料金データベースMIDASを活用することで、 インセンティブ型DRの対象ではない需要家もデマンドフレキシビリティの対象となる

MIDASを活用したデマンドフレキシビリティ



【参考】MIDASは、時間変動料金やGHG排出量、フレックスアラートシグナルのデータを管理

- MIDASは、現在、将来、過去の時間変動料金、発電に伴う温室効果ガス（GHG）排出量、およびカリフォルニア州のFlex Alert Signalsに関するデータベースである
 - LSE（小売電気事業者）や、CAISO、システムに登録されているその他の事業者等が情報を入力する
 - XMLとJSONの言語での入力が可能となっている
- MIDASの情報は、RateInfo TableとValue Tableの2つのテーブルから構成される

MIDASで管理される電気料金情報のイメージ

RateInfo Table

ID	CountryID	StateProvinceID	DistributionID	EnergyID	RateCode	LocationID	RateName	RateTypeID	SectorID	TimeZoneID	API	RatePlanURL
[GUID]	US	CA	PG	PG	AGCP	0000	AG-C Primary	T-D	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	B19S	0000	B-19 Secondary	T-D	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	B6SP	0000	B-6 Single Phase	TOU	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	BEV1	0000	BEV-1	TOU	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	BEV1	0000	EV2-A	TOU	Res	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	EV2A	0000	A-1	TOU	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	EV2A	0000	A-6	TOU	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	TA1B	0000	E-19 Secondary	T-D	CIA	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	TA6B	0000	ETOUC Tier1	TOU	Res	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	E19S	0000	ETOUD	TOU	Res	PST	TBD	https://www.pge.com
[GUID]	US	CA	PG	PG	TOUC	0000						
[GUID]	US	CA	PG	PG	TOUD	0000						

Value Table

RateLookupID	DateStart	DateEnd	DayType Start	DayType End	TimeStart	TimeEnd	Value	Unit	PriceName
USCA-PGPG-AGCP-0000	06/01/21	9/30/2021	1	8	0:00:00	16:59:59	0.14048	\$/kWh	Summer Off-Peak
USCA-PGPG-AGCP-0000	06/01/21	9/30/2021	1	8	17:00:00	19:59:59	17.6900	\$/kW	Max Peak Demand Summer
USCA-PGPG-AGCP-0000	06/01/21	9/30/2021	1	8	17:00:00	19:59:59	0.17992	\$/kWh	Summer Peak
USCA-PGPG-AGCP-0000	06/01/21	9/30/2021	1	8	20:00:00	23:59:59	0.14048	\$/kWh	Summer Off-Peak
USCA-PGPG-AGCP-0000	10/1/2021	5/31/2022	1	8	0:00:00	16:59:59	0.12644	\$/kWh	Winter Off-Peak
USCA-PGPG-AGCP-0000	10/1/2021	5/31/2022	1	8	17:00:00	19:59:59	0.15213	\$/kWh	Winter Peak

【参考】MIDASとの連携は、家庭用機器（空調や給湯器、EV充電器など）と、産業プロセス、業務用機器（空調など）が想定されている

MIDASとの連携が想定される家庭用機器



MIDAS for Residential Customers

Set response preferences via connected device apps

- Thermostats
- Water heaters
- Pool pumps
- EV charging
- Connected large appliances
- Home gateways



MIDASとの連携が想定される産業プロセスや業務用機器など



MIDAS for Business Customers

Set response preferences via energy management systems

- Reschedule industrial processes
- Precool large buildings
- Shift agricultural pumping

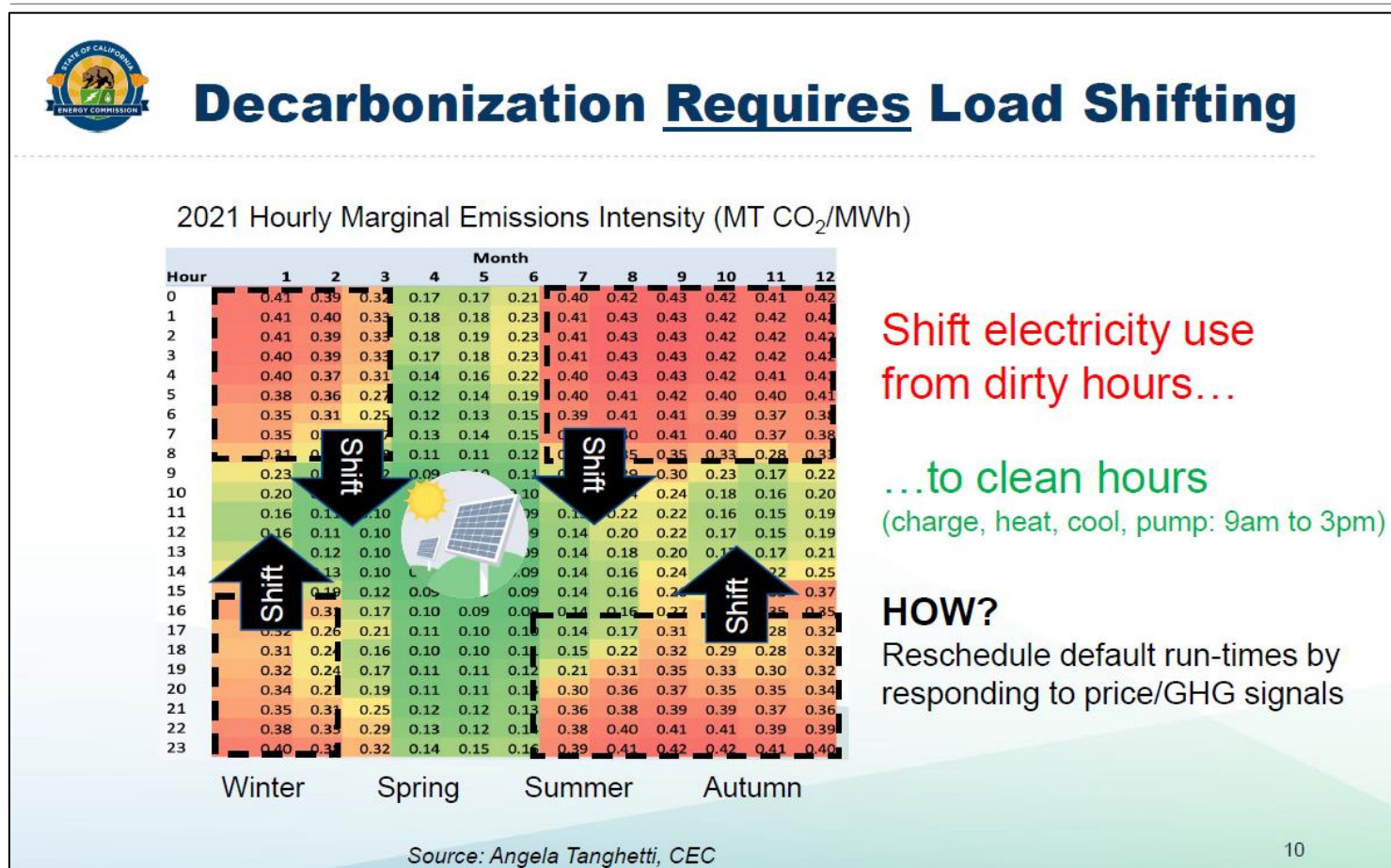


19

【参考】時間別の排出係数を基に、需要シフトを促すことも検討されている

- ただし、2022 Load Management Standardsでは時間別排出係数の登録は義務化されていない

脱炭素化に向けた需要シフト（排出係数の観点から）



調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

米国GEB

欧州SRI

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

米国GEB

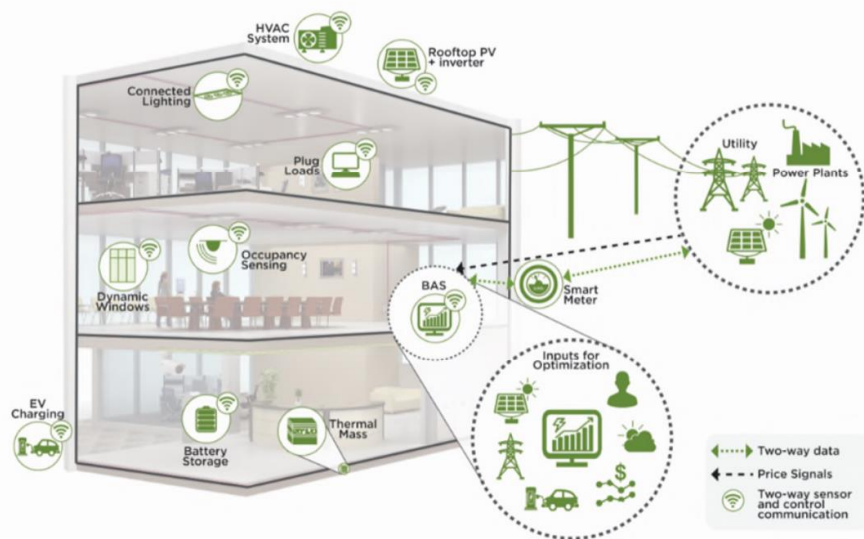
欧州SRI

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

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

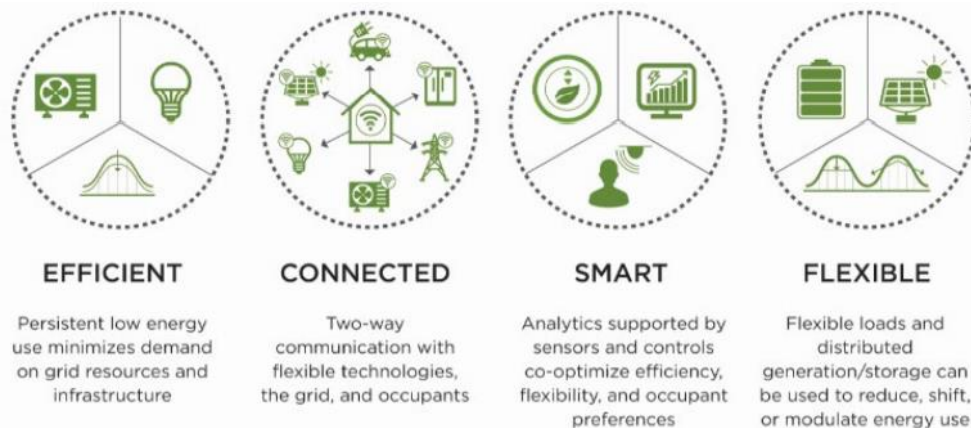
- GEB（Grid-interactive Efficient Building）は、スマート技術とオンサイトDERを使用して、エネルギーコスト、グリッドサービス、居住者のニーズや好みを継続的かつ統合的に最適化しながら需要柔軟性を提供するエネルギー効率の高い建物を指す
- GEBは電力問題の解決策の1つとして注目されている
 - 米国ではビル・住宅が電力消費量の75%を占め、ピーク時の電力需要も同等の比率を占めている

GEBの例



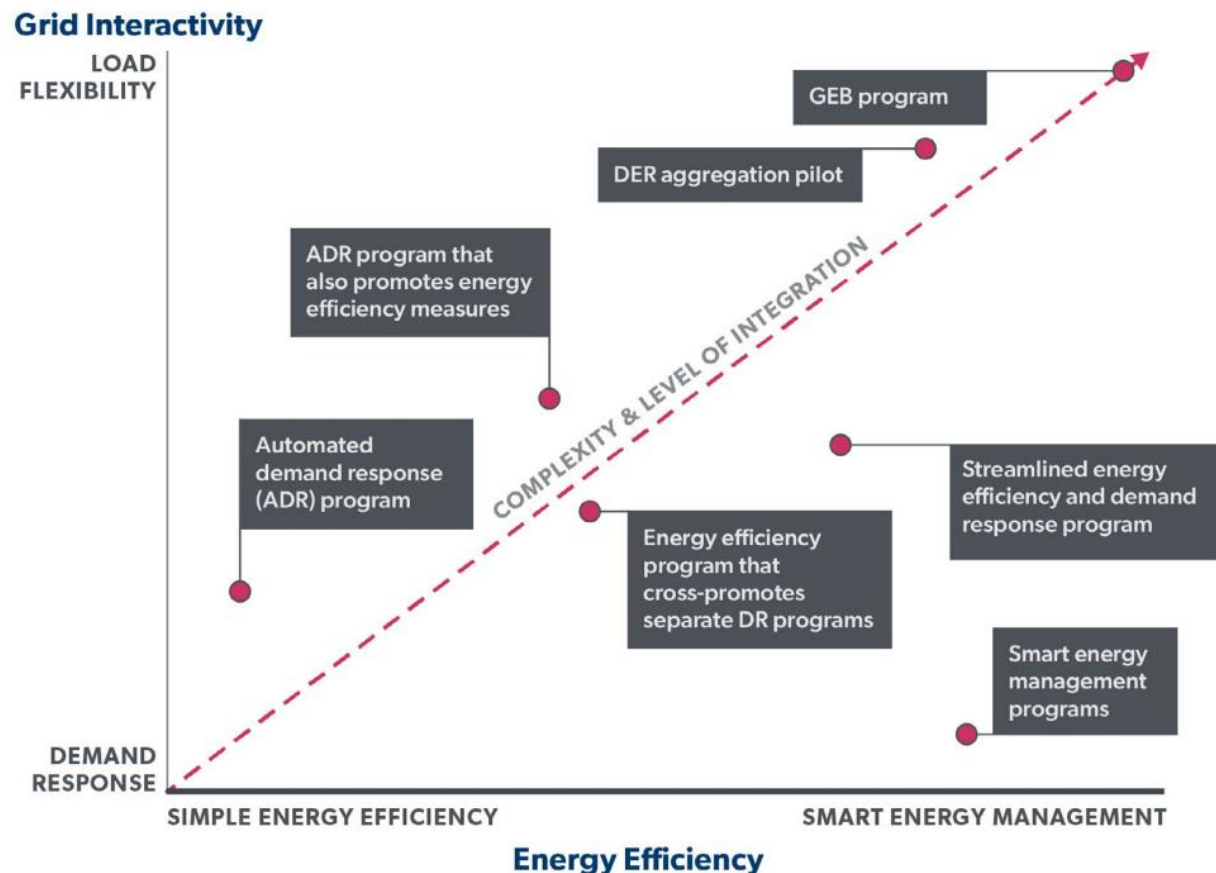
- 暖房・換気・空調（HVAC）制御、コネクテッド照明、ダイナミックウィンドウ、太陽光発電や熱電併給などのオンサイト発電など、先進のビルテクノロジーは、居住者とグリッドのニーズを満たすよう最適化されている
- ビルディングオートメーションシステム（BAS）は、センサー、天気予報、電力会社、地域のグリッドオペレーター、サードパーティサービスプロバイダーからの価格やイベントのシグナルなどの入力に反応する

GEBの特徴



GEBを実現するには、負荷の柔軟性とエネルギー効率性の向上を同時に達成する必要がある

負荷の柔軟性とエネルギー効率性におけるGEBの位置づけ



- 最適なEEを実現するために、ビル設備を制御する能力は向上するが、スマートエネルギー管理における現在の進歩の多くは、需要の柔軟性にはほとんど影響を与えない可能性がある
- 同様に、自動需要応答（ADR）プログラムは、金銭的インセンティブやリポートを通じて自動負荷分散や負荷シフトを可能にすることで需要柔軟性を促進するが、EEには最小限の改善しかもたらされない可能性がある

【参考】GEBがグリッドに提供する価値として、kWh価値やkW価値、ΔkW価値、環境価値などが想定されている

GEBがグリッドに価値提供する方法

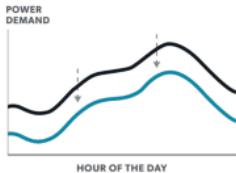
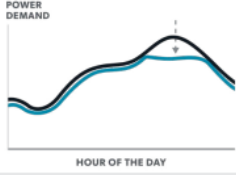
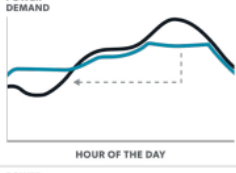
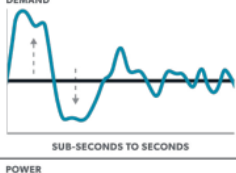
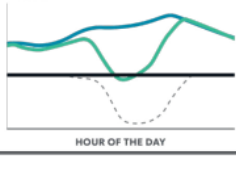
	LOAD IMPACT	EXAMPLE MEASURE	EXAMPLE BENEFIT
Efficiency		Building has an insulated, tight envelope and an efficient HVAC system to reduce heating/cooling energy needs	Reduced costs of burning fuel to satisfy energy demand, and reduced emissions associated with lower fuel use
Shed Load		Building dims lighting system by a preset amount in response to grid signals while maintaining occupant visual comfort levels	Reduced investment in generation and transmission capacity due to lower peak demand
Shift Load		Connected water heaters pre-heat water during off-peak periods in response to grid signals	Reduced energy costs due to shifting consumption to cheaper hours of the day; avoided curtailment of renewables during off-peak periods
Modulate		Batteries and inverters autonomously modulate power draw to help maintain grid frequency or control system voltage	Reduced ancillary services costs, improved integration of variable generation resources (e.g., wind, solar)
Generate		Rooftop solar PV exports electricity to the grid	Reduced T&D losses due to on-site consumption; avoided need for grid-scale generation

TABLE 2: WAYS IN WHICH GEBs CAN PROVIDE VALUE TO THE GRID

便益の例

エネルギー需要を満たすために燃料を燃やすコストを削減し、燃料使用量削減に伴う排出量を削減

ピーク需要減少による発電および送電容量への投資削減

消費を安価な時間帯にシフトすることによるエネルギーコストの削減、オフピーク時の再生可能エネルギーの抑制の回避

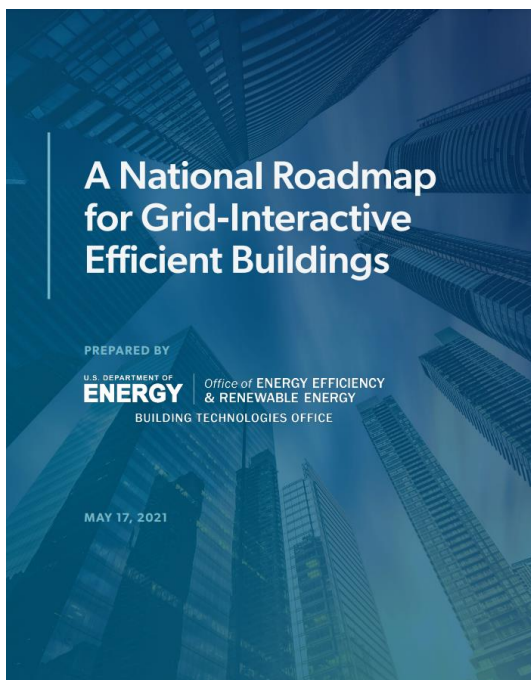
アンシラリーサービスのコスト削減、変動性電源リソース（風力、太陽光など）の統合改善

自家消費によるT&Dロスを削減し、グリッドスケールの発電の必要性を回避

DOEはGEBの普及拡大に向けて、2021年5月にロードマップを公開した

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

GEBの拡大に向けたロードマップ



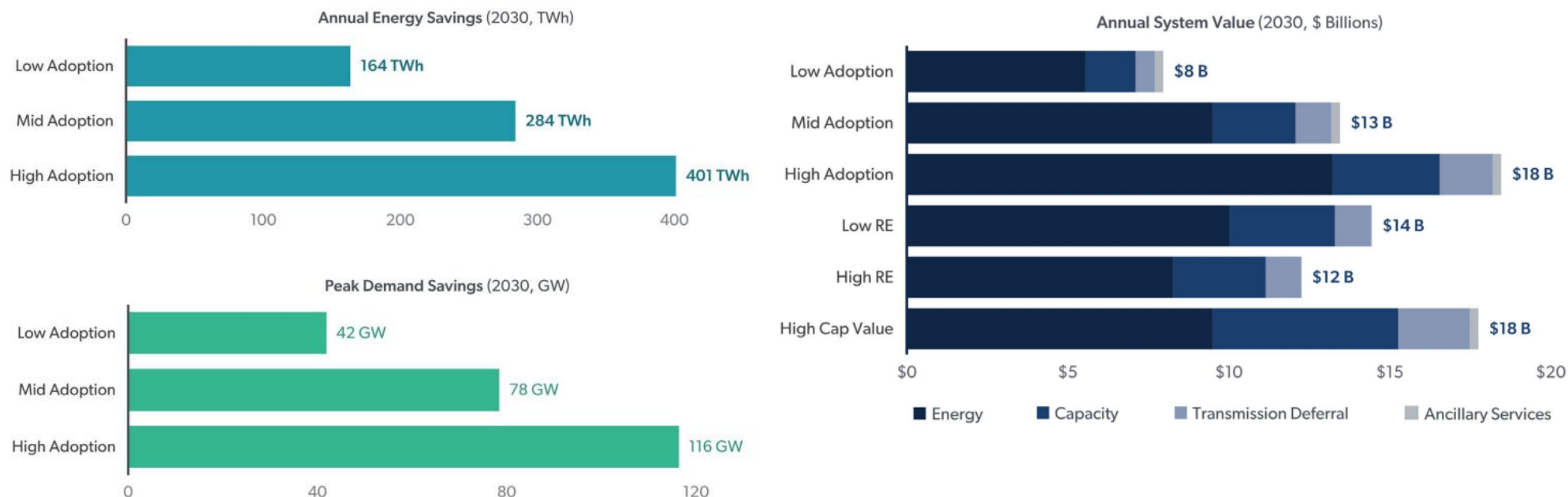
GEBの拡大に向けたロードマップの柱と提言

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

ロードマップでは、2030年度におけるGEBの定量的な便益が示されている

- ロードマップでは、負荷の柔軟性とエネルギー効率性を実現可能な範囲で最大限に高めた場合、2030年時点で節電量は年間401TWh、ピーク需要削減量は116GWと試算されている
- また、GEBによる米国の電力システム便益は、2030年に年間80億ドルから180億ドルと試算され、2021年から2040年までの累積電力システム便益は1,000～2,000億ドルに達すると想定されている
- さらに、2030年までに電力部門のCO2排出量全体の6%に相当する年間8,000万トンを削減することが可能と想定されている

米国の電力システムにおける、GEB採用によるピーク需要およびエネルギー節減の価値



Low Adoption：EEとDFは実現可能な採用範囲の下限値を採用、Mid Adoption：採用可能な範囲の中間値を採用、High Adoption：採用可能な範囲の上限値を採用、Low RE：システムコスト予測は、NRELの高い再生可能エネルギーコスト・シナリオに基づく、High RE：システムコスト予測は、NRELの低い再生可能エネルギーコスト・シナリオに基づく、High Cap Values：NRELのリファレンスケースをベースに、より高い発電容量価値（75ドル）を想定したシステムコスト予測

【参考】DOEは、2019年にGEBの機会を評価する一連の技術報告書を発行している

- これらのレポートでは、グリッドサービスを提供する大きな可能性を秘めた最先端の建築技術や新興の建築技術を評価している
- また、これらの技術が直面する主な研究課題やギャップ、技術に特化した研究開発の機会についても明らかにしている
- リソースは、HVACや、給湯、家電、照明、エレクトロニクス、窓、全館制御、センサーなどが対象となっている

HVAC技術の評価

Technology Evaluation Details						
Capability Legend: NA Low Med High						
	Technologies	Efficiency	Load Shed	Load Shift	Modulate	Overall Potential
HVAC	HVAC#1: Smart Thermostats					High
	HVAC#2: Separate Sensible and Latent Space Conditioning					High
	HVAC#3: Liquid Desiccant Thermal Energy Storage					High
	HVAC#4: Controls for HVAC Equipment w/Embedded T-stats					Med
	HVAC#5: Hybrid Evaporative Precooling					Low
	HVAC#6: Dual-Fuel HVAC					Low
Cross Cutting	CC#1. Thermal Energy Storage (TES)					High
	CC#2. Modulating Capacity Vapor Compression					Med
	CC#3. Non-Vapor Compression (NVC) Systems and Materials					High

#1: Smart Thermostats



Flexibility Mode	Capability
Efficiency	
Shed Load	
Shift Load	
Modulate Load	

- Technology
- Thermostats with connectivity, advanced algorithm controls, and compatibility with home automation systems

- Flexibility
- Adding advanced controls and remote operation for relatively simple HVAC systems

<https://www.ecobee.com/en-us/smart-thermostats/>

DOEは、2021年10月に10のGEBの実証プロジェクトを開始した

- DOEは、これまで以上に幅広い気候、地域、建物タイプ、ビジネスモデルにおいて、GEBソリューションの技術開発、商業化、展開を加速するため、Connected Communities funding opportunity announcementから10の実証プロジェクトを選定し、6,100万ドルを提供した（2021年10月）

DOEのGEBの実証プロジェクトの例

プロジェクト名	特徴	概要
IBACOS Inc. of Pittsburgh, Pennsylvania	- 需要の柔軟性：3.8MWの柔軟な負荷 - 節電量：ベースラインから20%の削減 - 建設予定地：Duke Energy社のノースカロライナ州における電力供給地域内	- Duke Energy のノースカロライナサービスエリア内の新築および既存の一戸建て・多世帯の持ち家・賃貸物件を含む住宅 1,000 軒で展開する分散エネルギー資源（DER）の総合ミックスから3.8 MWの柔軟な負荷を供給する予定である - このプロジェクトでは、既存施設のエネルギー効率を向上させるとともに、DER技術の接続ネットワークが柔軟な分散容量を大規模に提供できるかを検証する - このプロジェクトから収集されるデータは、居住者の体感データも含め、大規模なサービスエリア全体で集約されたグリッドの影響に関する現実的な洞察を提供する
The Ohio State University of Columbus, Ohio	- 需要の柔軟性：2MW以上 - 節電量：2017年ベースラインから35%の削減 - 建設予定地：Columbus, Ohio	- オハイオ州立大学は、キャンパス内の20の多様な建物で新しいGEB機能を実証する。このプロジェクトチームは、既存の成熟した接続型キャンパスを活用し、その大学キャンパス全体で補助的なグリッドサービスを探求していく - このプロジェクトでは、建物とDERをサイバーセキュアに予測制御し、周波数調整、同期予備力、エネルギー・容量市場への参加など、重要だが見過ごされているグリッドサービスを提供することを実証する予定である - 既存のコネクテッド・キャンパス技術が成熟していることから、このプロジェクトでは、データ・プライバシーとサイバーセキュリティ計画、施設のエネルギー管理のためのビジネスモデル、さまざまな種類の建物とDER資産にわたる居住者の快適性を調査する機会が得られる

建物はビル以外にも、新規・既存問わず集合住宅や一戸建て住宅も対象となっている。
また、効率化・需要の柔軟化に加えて、利用者の快適性向上も目的とする実証が多い。

DOEのGEBの実証プロジェクトの例

プロジェクト名	特徴	概要
Open Market ESCO Limited Liability Company of Boston, Massachusetts	- 需要の柔軟性：1.2 MW (4 hour) to 4 MW (30 min.) - 節電量：30%の削減 - 建設予定地：Lowell, Massachusetts	- Open Market ESCO LLCは、2,000戸の住宅に省エネ・柔軟技術を導入する - このプロジェクトは、既存の手頃な価格の多世帯住宅を、グリッド・インタラクティブな効率的建物にするための資金調達経路を実証することを目的としている - このプロジェクトでは、最大20の低中規模の集合住宅が登録され、効率化、需要柔軟化、再生可能発電、エネルギー貯蔵を戦略的に展開・実施する - プロジェクトチームは、エネルギーの公平性に重点を置き、十分なサービスを受けていないコミュニティに省エネ、回復力、快適性、環境上のメリットをもたらすための経路を実証する予定である
Portland General Electric of Portland, Oregon	- 需要の柔軟性：1.4 MW - 建設予定地：Portland, Oregon	- Portland General Electricは、ポートランド北部のオーバールックとアーバーロッジ地区にある500以上の建物の改修を行う予定である - このプロジェクトは、Portland General Electric社のスマートグリッドテストベッドの強固な基盤の上に、1.4MWの柔軟な負荷の実証、低所得者層のエネルギー負担の軽減、歴史的に十分なサービスを受けていないコミュニティへの新しい支援の方法を模索するために実施されるものである - このプロジェクトでは、スマートサーモスタットや給湯器などのさまざまなエネルギー効率化対策や接続機器、PGEの高度配電システムおよびDER管理システムを活用することを目的としている - このプロジェクトチームは、これまでのテストベッドでの成功を通じて、柔軟な負荷プログラムへの高い参加率と認知度、そしてコミュニティの強い関与と導入を期待しています

建物はビル以外にも、新規・既存問わず集合住宅や一戸建て住宅も対象となっている。
また、効率化・需要の柔軟化に加えて、利用者の快適性向上も目的とする実証が多い。

DOEのGEBの実証プロジェクトの例

プロジェクト名	特徴	概要
SunPower Corp. of San Jose, California	- 需要の柔軟性：200-700 kW - 節電量：38-57%の削減 - 建設予定地：Menifee, California	- カリフォルニア州サンノゼのSunPower Corp.は、230戸以上を含む2つの新しい住宅地を開発する - このプロジェクトチームは、DOEのゼロ・エネルギー・レディ・ホームズ基準を満たす最先端の新築住宅を備えた2つのテストベッドを開発する予定である - それぞれのオール電化住宅では、太陽光発電システムと家庭用エネルギー管理システムを導入するが、この2つのコミュニティでは、地域の電力会社にグリッドサービスを提供しながら、コミュニティレベルと住宅レベルのエネルギー貯蔵電池の利点を比較する
PacifiCorp doing business as Rocky Mountain Power of Salt Lake City, Utah	- 需要の柔軟性：8MW以上 - 節電量：従来のビルから30%の削減 - 建設予定地：Herriman, Salt Lake City, and North Logan, Utah	- PacifiCorpは、電力会社管理のDER制御プログラムを実施し、さまざまな種類の建物と柔軟な負荷を統合してグリッドサービスの最適化と建物のエネルギー効率改善を図る - このチームは、郊外の大規模な集合住宅、ダウンタウンにある小売店とアパートの複合施設、大学の研究所とマイクログリッドを備えたオフィスビル、大量輸送機関の交通センター、製造ビル、住宅など、多様だが代表的な建物を抽出した - これらの建物は、稼働中のもの、現在建設中のもの、チームが設計に影響を与えることができるものなど、さまざまな開発段階にある - これらの建物はオール電化で、効率的なヒートポンプベースのHVAC（セントラルとミニスプリットの両方）と家庭用温水、適応性のある建物外壁、一般的な建物の基準値と比較して最低30%のエネルギー効率を達成する高度な照明などの高度なエネルギー効率化技術を採用する予定である

他にもGEBの事例として、ネイバーフッドプロジェクトや連邦政府施設が紹介されている

■ GEBの事例として、スマートネイバーフッドが紹介されている

- スマートネイバーフッドでは、高性能住宅、エネルギー効率の高いシステムおよび家電製品、接続機器、マイクログリッドが、南東部で初めて地域全体の規模で統合されている。62戸の住宅があり、太陽光パネル、蓄電池、バックアップ用天然ガス発電機を備えた最先端のマイクログリッド技術によって、地域のエネルギー需要を支えている

■ また、米国一般調達庁（GSA）は連邦施設におけるGEB戦略・技術の実証や導入方法の検討を行っており、GEBを部分的に導入した連邦政府施設のケーススタディの報告書を公開した

スマートネイバーフッドの事例

Research in Action: Connected Neighborhoods Project

This Smart Neighborhood, located in Reynolds Landing at Ross Bridge in suburban Birmingham, Alabama, integrates high-performance homes, energy efficient systems and appliances, connected devices, and a microgrid on a community-wide scale for the first time in the Southeast. With 62 homes, it supports the community's energy needs by using leading-edge microgrid technology with solar panels, battery storage, and a backup natural gas generator. Alabama Power partnered with homebuilder Signature Homes, researchers at Southern Company, U.S. Department of Energy's Oak Ridge National Laboratory, the Electric Power Research Institute, and others on this project.



Photo courtesy of Southern Company

GSAによるGEBに関する連邦政府施設のケーススタディ

Introduction.....	3
Case Study: Edward J. Schwartz Federal Building and U.S. Courthouse.....	5
Overview.....	5
GEB Practices and Technologies at the Schwartz Federal Building.....	5
Obstacles.....	6
Lessons Learned.....	6
Case Study: Fort Carson.....	6
Overview.....	6
GEB Practices and Technologies at Fort Carson.....	7
Obstacles.....	7
Lessons Learned.....	8
Case Study: Picatinny Arsenal.....	8
Overview of Picatinny Arsenal.....	8
GEB Practices and Technologies at Picatinny Arsenal.....	9
Obstacles.....	9
Lessons Learned.....	9
Case Study: The National Institute of Standards and Technology (NIST) Headquarters.....	10
Overview.....	10
GEB Practices and Technologies at NIST Headquarters Campus.....	10
Obstacles.....	11
Lessons Learned.....	11
Case Study: Joint Base Cape Cod.....	11
Overview.....	12
GEB Practices and Technologies at JBCC.....	12
US Air Force.....	12
Air National Guard (Otis).....	12
Obstacles.....	13
Lessons Learned.....	13
Case Study: Moorhead Federal Building.....	14

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

EV向けダイナミックプライシング

カリフォルニアにおける需要シフト策

建築物におけるDRの動向

米国GEB

欧州SRI

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

SRIは、建物のスマート化対応度を評価するためのEU共通のスキーム

- SRI (Smart Readiness Indicator) は、「居住者のニーズへの対応（健康、快適、幸福など）」と、「エネルギー効率の最適化」、「エネルギーグリッドとの相互作用対応」の観点で、建物のスマート化対応度を評価する
- 2040年までにEU全域でどのように実施されるかにもよるが、SRIは毎年最大で次のような削減効果が期待されている
 - 一次エネルギー消費量が160TWh、CO2排出量が23Mt、消費者のエネルギーコストが125億ユーロ、エネルギーシステムのコストが14億ユーロ節約される
 - さらに、年間65億ユーロに相当する健康と福祉の恩恵をもたらし、7万6千の雇用を創出するのに役立つ可能性がある

SRIフレームワークのイメージ



SRIに関する主な動向

年	主な動向
2018	建築物のエネルギー性能指令（EPBD：European Energy Performance of Buildings Directiveの2018年改訂版で、SRIがオプションスキームとして導入
2020	- Commission Delegated Act：SRIの定義と計算方法を規定 - Commission Implementing Act：効果的な実施のための技術的手法を規定
2021	SRIの試験と実施のための技術支援を行うSRI支援チームの設置
2022	- 自発的な国によるテストフェーズの開始 - テストフェーズの参加可否やSRIの実施有無は、EU加盟国の判断に委ねられ、テストフェーズにはフランスやフィンランド、チェコ等の6か国が参加

SRIでは、9つのサービス種ごとに7つの基準で評価される（最大57スコア）

- 9つのサービス種：「暖房」、「冷房」、「給湯」、「換気」、「照明」、「ダイナミックな建築外装」、「電力」、「EV充電」、「監視と制御」
- 7つの基準：「エネルギー効率」、「メンテナンスと故障予知」、「快適性」、「利便性」、「健康、福祉、アクセシビリティ」、「住人への情報提供」、「エネルギー柔軟性と貯蔵性」

SRIスコアの計算イメージ

- 建物が保有する、または利用できるスマートレディサービスごとにSRIを評価する
- これらのサービスは、9つの技術領域に分類されている

Overall SRI score (%) + SRI class								
%		%				%		
 Optimise energy efficiency and overall in-use performance		 Adapt its operation to the needs of the occupant				 Adapt to signals from the grid (energy flexibility)		
%	%	%	%	%	%	%		
 Energy efficiency	 Maintenance and fault prediction	 Comfort	 Convenience	 Health, well-being and accessibility	 Information to occupants	 Energy flexibility and storage		
 Heating	%	%	%	%	%	%	%	%
 Cooling	%	%	%	%	%	%	%	%
 Domestic hot water	%	%	%	%	%	%	%	%
 Ventilation	%	%	%	%	%	%	%	%
 Lighting	%	%	%	%	%	%	%	%
 Dynamic building envelope	%	%	%	%	%	%	%	%
 Electricity	%	%				%	%	%
 Electric vehicle charging		%		%		%	%	%
 Monitoring and control	%	%	%	%	%	%	%	%

- 「居住者のニーズへの対応（健康、快適、幸福など）」と、「エネルギー効率の最適化」、「エネルギーグリッドとの相互作用対応」の観点から、さらに7つの基準に分解して、SRIを評価する

- 7つのSRIクラスで評価される

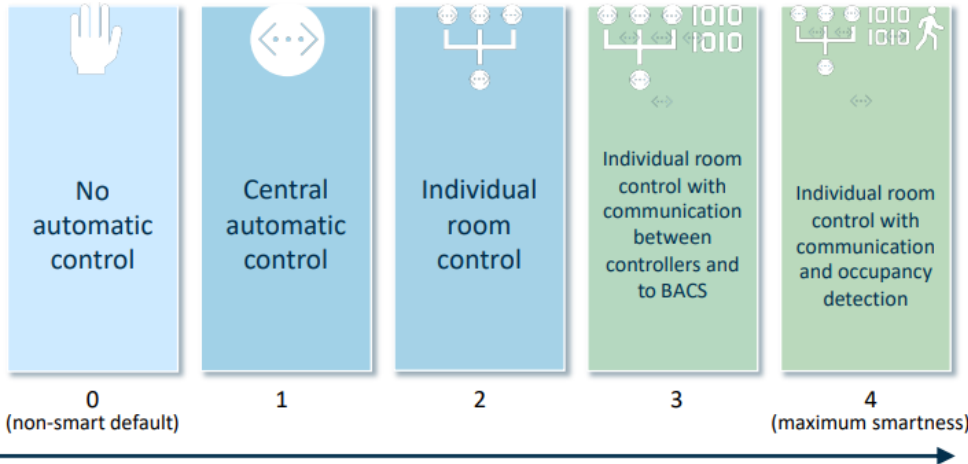
- SRI > 90%
- 80% < SRI < 90%
- 65% < SRI < 80%
- 50% < SRI < 65%
- 35% < SRI < 50%
- 20% < SRI < 35%
- SRI < 20%

SRIでは、2 種類の評価メソッドが用意されており、簡易メソッドでは自己評価が可能

SRIの評価方法の比較

項目	簡易メソッド	詳細メソッド
サービス カタログ	簡易なサービスカタログ	完全で詳細なサービスカタログ
対象	一般的に既存の住宅や 小規模の非住宅用 （複雑性が低い）	一般的に新しい建物や非住 宅用（複雑性が高い）
評価 方法	チェックリスト方式	現場での検査
評価 時間	1 時間以内	1 日以内
評価者	自己評価可能	施設管理者の支援を受けて、 専門家の関与が必要

暖房の評価イメージ



Functionality Level							
	Energy efficiency	Maintenance and fault prediction	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Information to occupants	Energy flexibility and storage
Level 0	0	0	0	0	0	0	0
Level 1	1	0	1	1	1	0	0
Level 2	2	0	2	2	2	0	0
Level 3	2	1	2	3	2	0	0
Level 4	3	1	2	3	2	0	0

【参考】ある家庭需要家のSRIスコアの評価イメージ

■ 例えば次のような需要家の場合、下図表の結果となる

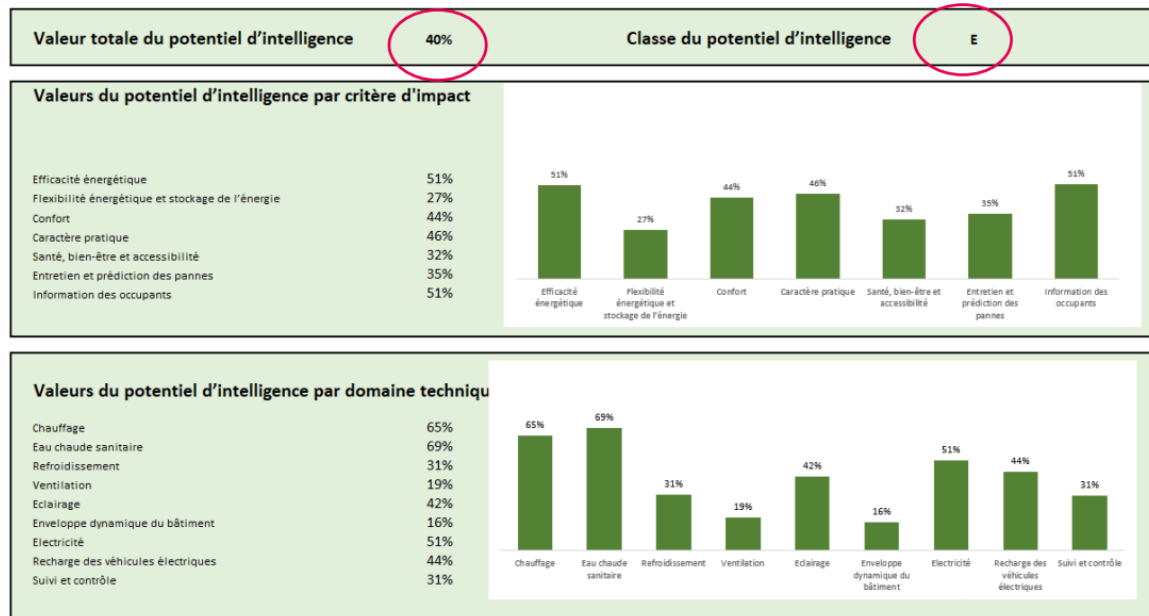
● エネルギープロフィール

- EPCクラスB
- 4イン1ヒートポンプで管理された暖房、冷房、換気、家庭用温水
- 主に換気を通じた暖房
- 必要に応じて電気床暖房システム
- PVソーラーパネルシステムとリチウムイオン電池

● 特色

- エネルギーコミュニティのためのパイロットプロジェクト
- EPC RECASTプロジェクトでエネルギー監視を実施中

ある家庭需要家のSRIスコアの評価結果



評価結果を踏まえた推奨事項とSRIスコアの変化

推奨事項

SRIスコアの変化

- ゲートウェイを備えた軽量なソフトウェアとハードウェアのソリューションの導入
- 単一ビルディングオペレーティングシステムの導入
- センサーの設置とデータ分析

40%
⇒ 57%

- DSOの関与とマイクログリッドの構築

57%
⇒ 70%

調査概要

(1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討

(2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査

(3) 検討会及びワーキンググループの開催

検討会運営

調査概要

- (1) 分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた課題の検討
- (2) 分散型エネルギーリソースが活用されている海外市場動向調査
- (3) 検討会及びワーキンググループの開催**

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・強靱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

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るのか。

- ✓ 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

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6回 (2023/3/8)	• 需給調整市場における分散型リソースの更なる活用等について • 配電分野における分散型エネルギーリソースの活用について • 次世代の分散型電力システムに関する検討会中間とりまとめ（案）

The text is framed by two decorative swooshes. The top swoosh is a gradient bar transitioning from blue on the left to red on the right. The bottom swoosh is a solid blue bar.

Share the Next Values!

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

(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)

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
8		Voltalisの家庭用暖房のDR概要（需要家向けの説明）
9		Next KraftwerkeによるaFRR向けEV充電の制御イメージ
10		Next KraftwerkeのVPPイメージ
10		Next Kraftwerkeの収益の源泉
11		DRAM (Demand Response Auction Mechanism) の概要とスキーム
12		DRAMの実績
13		mosaic power概要
14		英国の容量市場におけるGTC
14		容量市場の新たなGTCに関するオープンレター
15		Social Energyの販売製品
15		Social Energyの提供サービス
21		USEFによるアグリゲーションモデル
22		アグリゲーションモデルごとの概要と小売電気事業者の電力供給量の減少に対する補填方法
23		アグリゲーションモデルごとのメリット・デメリット
24		機器個別計測が行われている主な国において適用されるアグリゲーションモデル
26		欧州・米国におけるダイナミックプライシング（DP）に対する法規制とDP電気料金の利用状況
27		DP電気料金メニューに関する法規制の検討における論点
29		DIRECTIVE (EU) 2019/944 Article 11の内容
30		DIRECTIVE (EU) 2019/944を含むClean Energy Packageの全体像
31		DIRECTIVE (EU) 2019/944への対応状況
32		EU加盟国とノルウェーにおける電力スマートメーターの普及率、普及率80%達成の目標年、スマートメーターで実現する電力メニュー
33		電気料金のオファー割合の内訳（固定、変動）
35		2022 Load Management Standardsの概要
36		ダイナミックプライシングに関する各国・各州の料金タイプと提供方法、参加状況（2020年6月時点）
41		主な英国での小売電気事業者のEV向け電気料金（2022年4月6日時点）
42		OVO Driveの概要
43		OVO Drive + Anytimeの概要
43		OVO Drive + Anytimeに対応する充電器
44		Kaluza Flexの仕組み
45		Octopus Goの概要

46	Agile Octopusの概要
46	Octopus Energyが推薦するEV充電器
47	Ohme Home Proの概要
48	Ohme Home Proの設定画面
48	Juice Boxの設定画面
49	Intelligent Octopusの概要
50	英国での小売電気事業者のEV向け電気料金
52	eMotorWerksの概要
52	JuiceBoxの販売価格
53	eMotorWerksのビジネスモデル
54	Tariff Optimizationの募集
56	CAISOにおけるPV・風力の出力制御量の推移
56	CAISOが示す出力制御に対するソリューション
57	2022 Load Management Standardsの概要
58	カリフォルニアにおける今日の需要マネジメント
59	MIDASを活用したデマンドフレキシビリティ
60	MIDASで管理される電気料金情報のイメージ
61	MIDASとの連携が想定される家庭用機器
61	MIDASとの連携が想定される産業プロセスや業務用機器など
62	脱炭素化に向けた需要シフト（排出係数の観点から）
65	GEBの例
65	GEBの特徴
66	負荷の柔軟性とエネルギー効率性におけるGEBの位置づけ
67	GEBがグリッドに価値提供する方法
68	GEBの拡大に向けたロードマップ
68	GEBの拡大に向けたロードマップの柱と提言
69	米国の電力システムにおける、GEB採用によるピーク需要およびエネルギー節減の価値
70	HVAC技術の評価
71	DOEのGEBの実証プロジェクトの例
72	DOEのGEBの実証プロジェクトの例
73	DOEのGEBの実証プロジェクトの例
74	スマートネイバーフッドの事例
74	GSAによるGEBに関する連邦政府施設のケーススタディ
76	SRIフレームワークのイメージ
76	SRIに関する主な動向
77	SRIスコアの計算イメージ
78	SRIの評価方法の比較
78	暖房の評価イメージ
79	ある家庭需要家のSRIスコアの評価結果
79	評価結果を踏まえた推奨事項とSRIスコアの変化