

次世代電力プラットフォームと 家庭分野DER活用のフロンティア

2019.11.21



大阪大学大学院工学研究科招聘教授
早稲田大学先進グリッド研究所招聘研究員

ERAB検討会委員、制御量WG委員

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委員

関西電力株式会社

営業本部 担当部長(調査開発、新領域事業化推進PT)

地域エネルギー本部

リソースアグリゲーション事業推進PT 担当部長

西村 陽

prfnishimura@ares.eonet.ne.jp

- 2018年の再エネ大量導入小委報告、その後の台風災害、北海道ブラックアウトによってエネ庁内の電力ネットワーク施策はイノベーション投資促進、プラットフォーム形成に大きく転換。
- 欧州では、供給信頼度維持のために接続された機器(DER)と協調する電力プラットフォームが送配電側、サービス側それぞれ構築されつつある。
- これまでVPP実証でその実効力が検証されてきた家庭用機器(蓄電池、電気自動車、エコキュート、空調機)は、周波数調整に実用するのは調整力③-2を除いて困難だが、将来アグリゲータも売買できる電力市場や配電線の安定化活用は家庭用DERのマネタイズの可能性を秘めている。

2019年の欧州電カデジタル情勢

1. 充電最適化、EVサポート加速

○多くのエネルギー大手がEVの設置・充電最適化、蓄電池と太陽光の組み合わせビジネス等に次々とアライアンス、買収を実施。

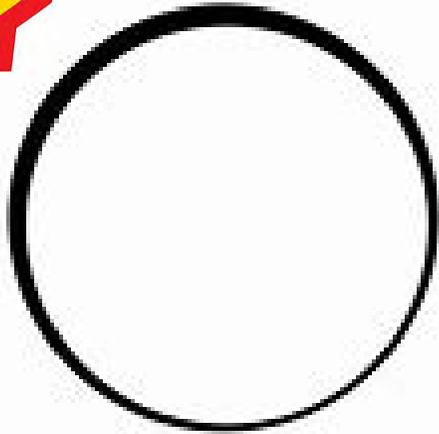
(家庭用も重要なターゲット)



2. エネマネはC&Iから家庭用へ

○大型蓄電池や生産設備、大型CHPを使ったエネマネに加えて、家庭用のエネマネ、制御、最適化へとデジタル領域が広がっている。

事例(1)～sonnen & sonnen community



sonnen

○2010年設立。欧州最大の蓄電池アグリゲータ。
 家庭用のsonnen蓄電池(PCS一体型)を設置し、市場価格に合わせた制御するsonnen community(2016～)を運営し、15000軒以上(ドイツ、英国、オランダ、スウェーデン、ノルウェー、チェコ、スロバキア、米国・豪州等)
 家庭用PV設置も合わせて行い、コミュニティ内の電力売買が可能。環境価値を蓄電池に貯めて販売する。ユーザー間で環境価値と電気を融通・売買するsonnen community(ブロックチェーンも活用)を形成している。
 2016 売上げ 4200万€、従業員300人

2019年、シェルが買収、グループ内に。本年中にsonnen Japanを設立予定。

[日本での事業拡張可能性についてどう評価すべきか]

- sonnenの電池・太陽光は少なくとも破壊的な安価ではなく、JET未認証であること、国内メンテナンス体制が未整備であること等課題は多いが、以下二点は注目される。
- ☆コミュニティ型太陽光&蓄電池というプレーヤーが日本国内には製造業(モノ売りであり、本質的にユーザー志向ではない面がある)が多く、違う形のブレークスルーの可能性はある。
 (コミュニティ型モデルが共感を得られるようなマーケティングが鍵。)
- ☆シェルという当社とは比較にならない大資本がついており、どんな買収、アライアンスも可能。

(2)~VOLTALIS

- 2008年設立。欧州最大級の家庭用機器最適化ベンチャー。クラウドサービス企業。電気式給湯器、空調機器、蓄電池等を遠隔一括制御することで定額で契約している設置顧客の契約との差分をイントラ市場で売買(結果として最適化運用と同じこと)

VOLTALIS



[日本での事業拡張可能性についてどう評価すべきか]

- 日本の家庭用機器(エコキュートやエアコン)は基本的に制御コンピュータ内蔵だが、例えば Nature Remoのような本来の制御の外から動かすことも可能。日本の商流の中でどの形で、誰に売っていくかの検討がまず必要。(Nature RemoはGoogle Home連動の量産店、ウェブ経由)

- さらに小規模C&Iも顧客層となりうるか検討が必要か。

→ こうした動きは日本の住まいや家電機器にも影響するか？

次世代技術を活用した電力プラットフォームの在り方研究会立ち上げの背景

- 電力ネットワークが直面する課題は、系統需要の伸び悩みによる収入の低迷、系統設備の高経年化対策の本格化に加え、大規模災害対応を含むレジリエンスの強化、再生可能エネルギーの「主力電源化」への対応等、多様化・複雑化している。
- このため、足下では、既存システムを最大限に活用しつつ（日本版コネクト&マネージの具体化等）、安定供給性、環境適合性、効率性（3E）の更なる高度化に向け、新たな電力ネットワークへの転換を進めていくことが必要な状況にある。
- とりわけ、テクノロジーの進展と、電力ネットワーク分野にも新たなビジネスの出現の兆しが表れているところ、これらが、
 - ① 安定供給：システムのIoT化・データ活用による需給管理の高度化
 - ② 環境適合：EVや蓄電池などの新たな分散リソースによる低炭素化
 - ③ 経済効率：エネルギーアグリゲーションビジネスやP2P等の新ビジネスによる多様・低廉な電力供給へ貢献することが期待されており、既存の電力ネットワークの高度化を含め、これらの実現を支える新たな基盤（プラットフォーム）が求められると考えられる。
- この際、電力ネットワークへの投資は巨額・長期であり不可逆性が高いことを踏まえれば、これらの課題や論点については、2030年以降も見据えた中長期的視点に立ち、早急に整理を行っていくことが必要になる。
- このため、これらの実現に向けた課題や論点について、テクノロジーや新ビジネス等の新たな知見も得るべく、電力以外の有識者やヒアリングも交え、様々な視座から検討を深めるため、「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」を立ち上げることとした。

ドイツ・InnogyグループのDSOプラットフォーム



DigiKoo



Intertrust
Modulu



○配電線監視システムにDERを組み込み、短時間サイクルで監視、系統安定化を図る。特にデータ集積によってDERへの動作要請の正確性を高める。

～太陽光の設置可能性(南向き屋根やガレージ)の予測、投資計画

※ただし、このシステムでは英国picloのように(松尾さん)Ofgem主導でフレキシビリティ取引するには至っていない

欧州においてFLEXIBILITYとは何のことか

[周波数調整]

- Δ kWを調達し、系統運用者が需給を瞬時調整して系統全体の信頼度を維持すること
(VPPの当初の目的)

+

[送/配電系統安定]

- 再エネ大量導入による送配電系統の不安定化を防ぐ(特に変電所増設ではなくDER活用で実現)
(欧州で既に実ビジネス化)

=フレキシビリティ

- [例]
- 発電機(自治体ゴミ発のような小型含む)による Δ kW供給
 - 蓄電池による高速 Δ kW供給
 - DRによる配電線の風力・太陽光変動時の安定化
 - EVの非充電による配電線の停電阻止(夕方ピーク等)

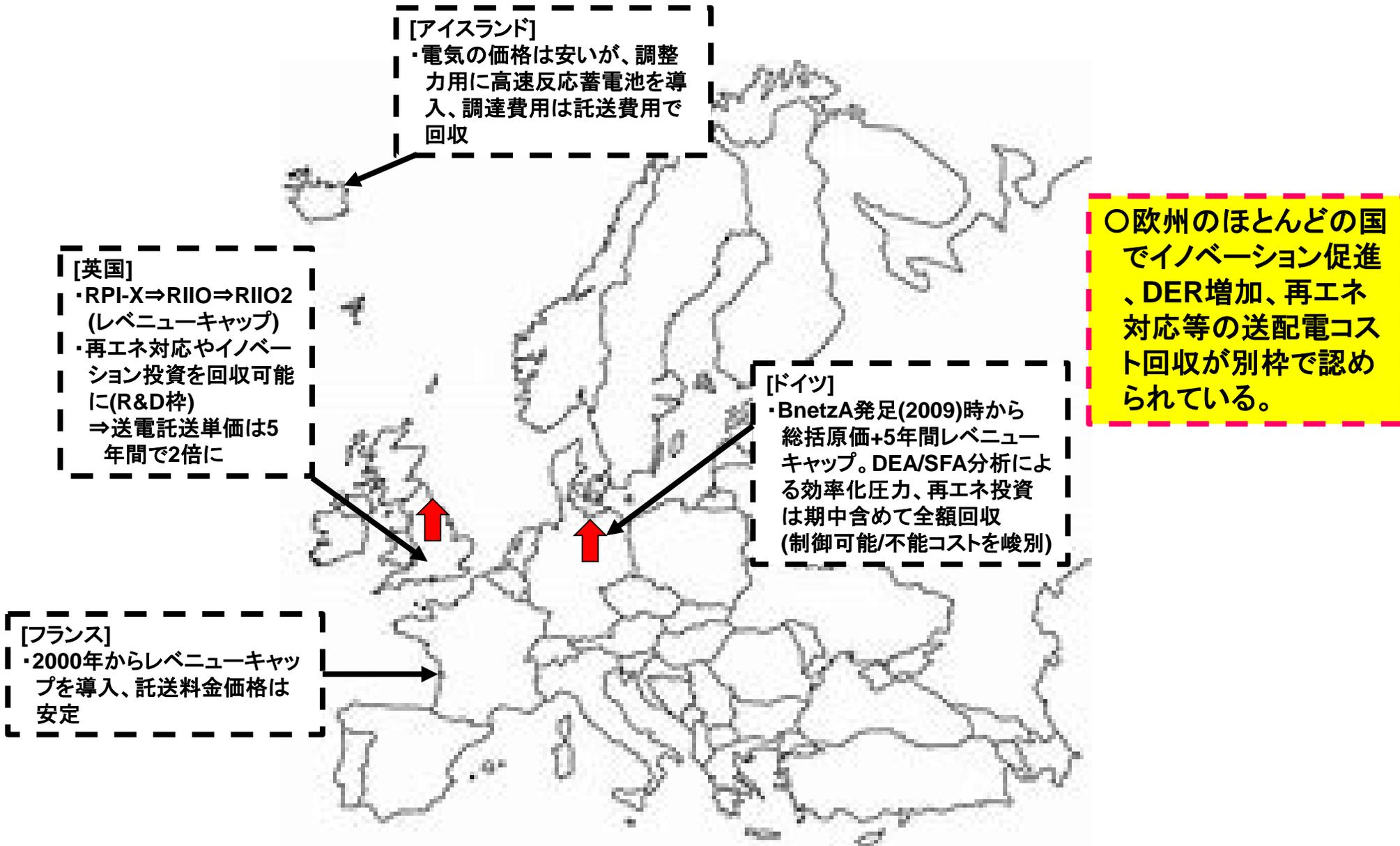
○欧州での蓄電池やDRの容量はC&Iユーザーを中心に劇的に増えている。導入ユーザーは大型・製造業から小さなアセットへと広がっている。フレキシビリティ(需給調整/配電線安定化)の世界は大きく火力⇒非火力へと変わり、すべての建物はフレキシビリティ供給者としていわばプロシューマ化する。

※フレキシビリティ=需給調整力と配電線安定維持能力を合わせた欧州の概念
デルタee・フィリパ・ハーディ博士(フレキシビリティ・蓄電池)ー



再生可能エネルギーが配電系統にたくさん入ってくると、火力発電所や配電線の容量強化でそれに対応するよりも、家庭まで含むユーザーが持つ蓄電池、給湯器、空調機等の動作能力をうまく使った方が全体としてエコノミーになり、温暖化対策上も有効です。

DER活用をサポートする規制・政策の動向(託送料金改革) 10



- 欧米等の海外では、効率化を促進する制度を追求した結果、NW投資が困難となったことから、効率化とNW投資が両立するような方向での制度改革を進めている。

(1) プライスキャップ制度の導入(1983年～)

政府の低廉な託送料金実現のためのコスト効率化要請を受け、総括原価方式から物価指数等を基に、期間中のkWhの単価上限を1年毎に設定するプライスキャップ制度に移行。費用削減インセンティブは増加。

制度の見直し

(2) レベニューキャップ制度の導入(PRI-X方式)(1993年～)

単価上限から総収入上限に変更することで、送電量の追求から送電効率性への追求へのシフト(更なる効率性追求)。効率化の結果、事業者が短期的投資に焦点を向け、再エネの大量導入に備えた長期的に必要な投資が行われなくなるなど、効率化と中長期投資の両立が困難となる恐れが強まった。

制度の見直し

(3) レベニューキャップ制度の更新(RIIO- I 方式)(2013年～)

①収入と実コストの差分の約半分を顧客に還元(託送料金の削減)し、残りを託送収支上の利益にできる仕組みと②期中に発生した投資に応じて、収入上限の調整を認める仕組み(変分改定)を導入することで効率化と同時に再生可能エネルギーの大量導入と供給の質の問題に対応。

送配電プラットフォーム/顧客サービス・DERプラットフォーム

[送配電プラットフォーム]

○送配電設備や系統管理のためのデータ集積・利用・公開

○スマートメータデータの集積・加工・活用(アライアンス??)

○DER、フレキシビリティ(調整力、配電系統安定機能、非常時機能)の管理活用
(コミュニティグリッド?? 再エネ系統安定化活用?? P2P取引管理??計量法??)



「DSO/ユーザー接点で二つのプラットフォームが取引」

[顧客サービス・DERプラットフォーム]

○顧客とのエネルギー取引・エネマネサービス等の提案、運用
(データ集積、高度分析サービス等を含む)

○蓄電池・EV・太陽光等のアグリゲーション・売買代行サービス
(送配電会社:TSO/DSOとのフレキシビリティ取引)

○P2P取引、環境価値等の新サービス提供

将来のEVにおける需要側コネクト&マネージの必要性

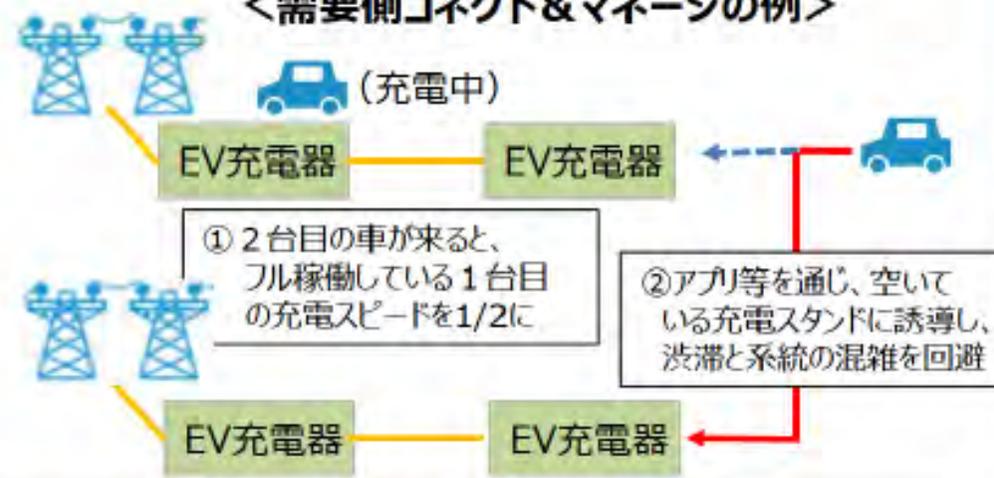
- 将来的には、EVの普及・搭載電池の大容量化に併せて、高出力の急速充電器の普及も進むことにより、急速充電器周辺の既存電力システムの増強が必要となる可能性も考えられる。
- **EV普及と調和しながらできる限り系統増強を回避することで社会的コストを抑える**べく、例えば、複数台の充電器（需要側）が同時に充電する際に**出力を制御することで最大消費電力を抑える**いわゆる「**需要側でのコネクト&マネージ**」を促すことが、将来必要になる可能性がある。

<急速充電インフラのインパクト>

	急速充電器容量 (EV充電時間)	配電線
現状	 50kW × 1機 (約1時間)	50kW (<u>コンビニ</u> 相当)
今後 (開発中)	 【超高速】 150kW × 4機 (約20分)	600kW (<u>中規模工場</u> 相当)

⇒現状：全国約7000箇所に急速充電器を設置
 ⇒仮に、これらの場所に急速充電器を4機ずつ設置し、制御なしに運用すると、7000×600=420万kW相当の配電系統設備が必要。

<需要側コネクト&マネージの例>



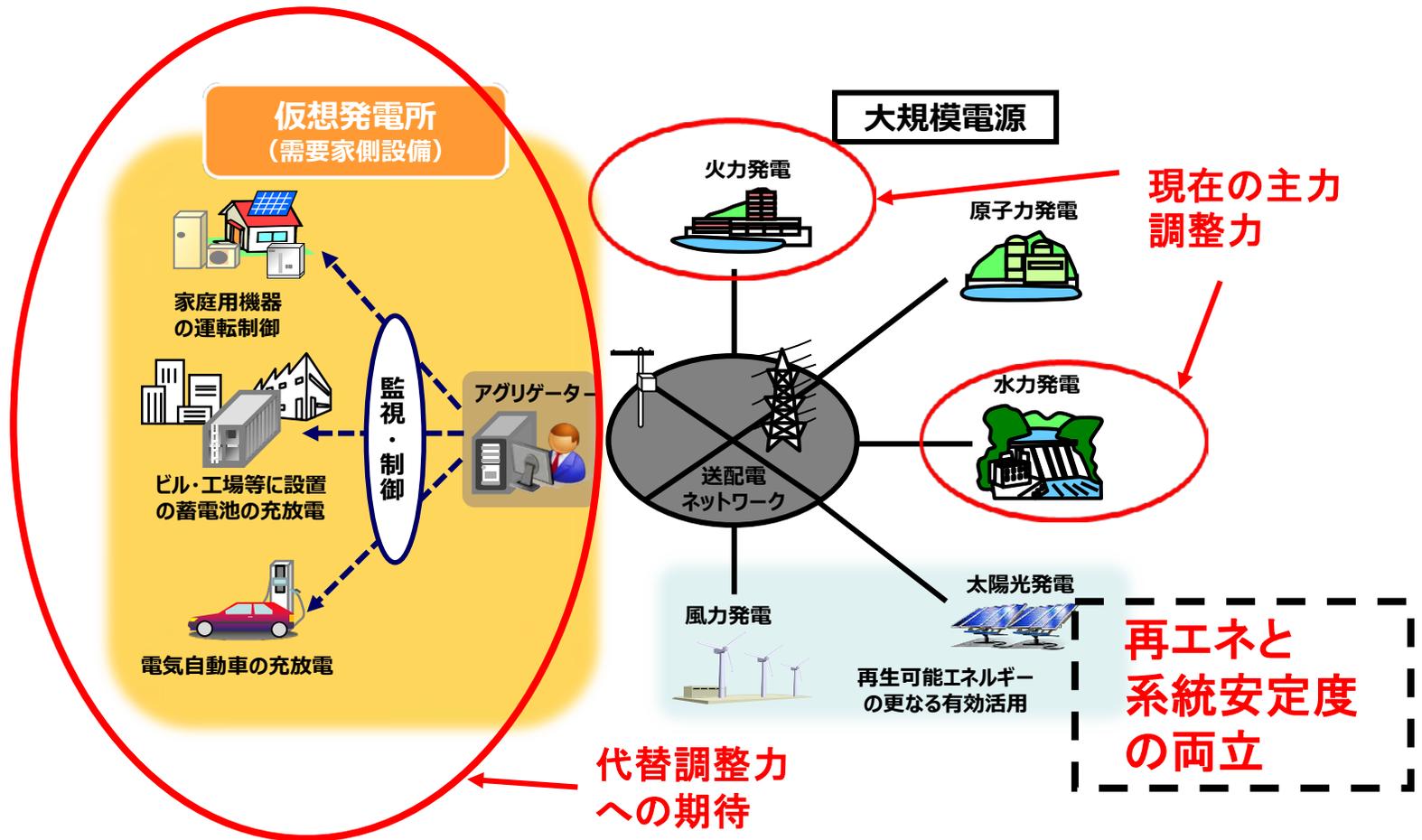
メリット

- 電力** 配電線の強化が不要となり、**社会コストも削減**
- 設置者** ベストエフォート型に協力することで**料金も割安**に
- ユーザー** **素早く安価な価格で充電**が可能

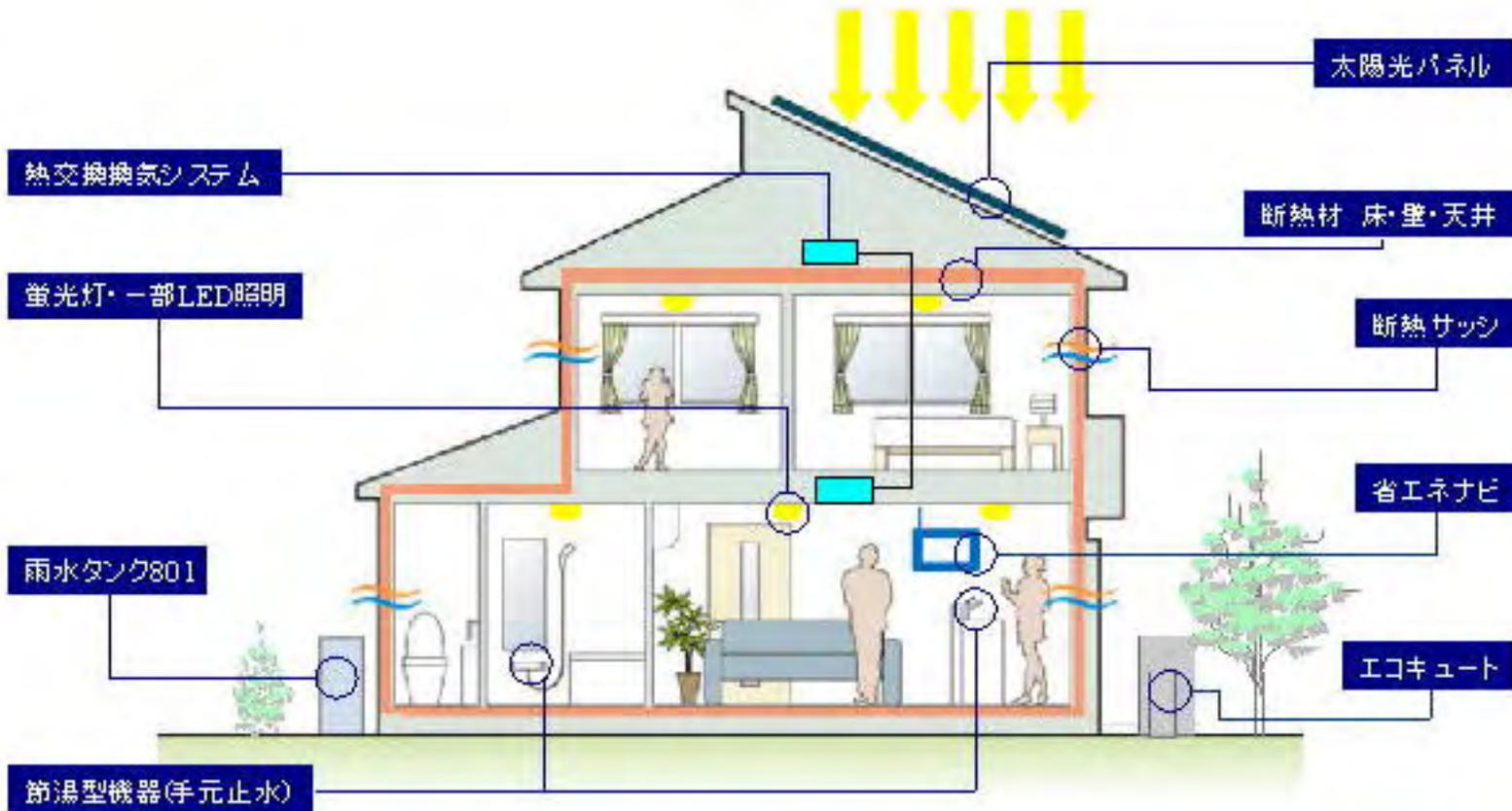
○これが実現すれば「充電しない」というフレキシビリティの取引となる。

大丈夫か、日本の小規模リソース～VPP

○当初は再エネの余剰吸収をイメージしてスタートしたVPPだが、次第に新しい調整力という考え方が強くなり、それもマネタイズ的にの Δ kWだけで大丈夫か、という雰囲気になってきている。



ZEHとDER活用の未来(リソースとしての「すまい」)



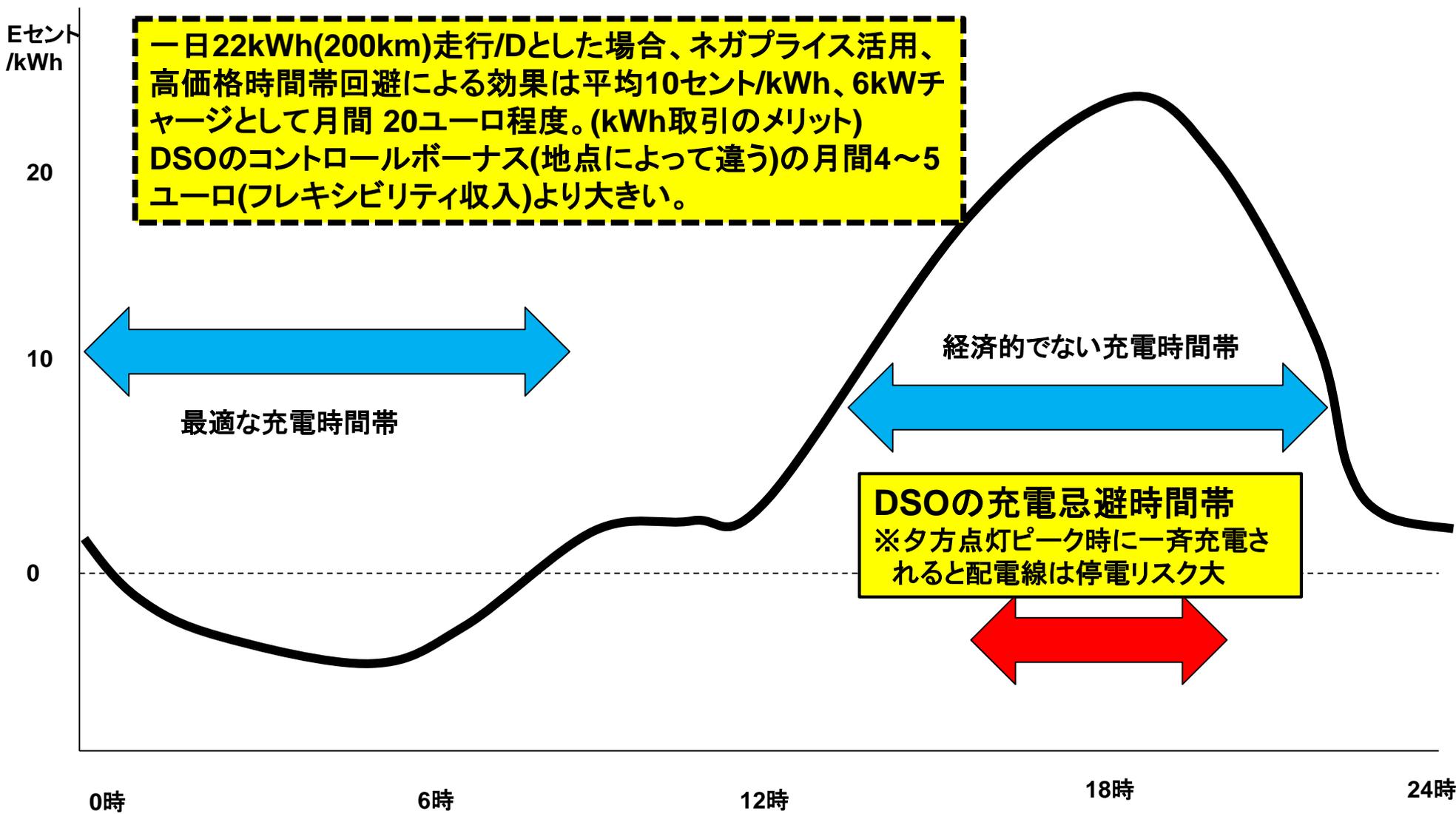
○家庭用太陽光の普及が限定的であったとしても、300～500万単位の「売り手」が将来電力市場に現れることは事実であり、発電以外の需要側リソース(蓄電池・電気自動車、その他熱機器)をビジネス活用することには大きな可能性がある。

2021年から順に整備される需給調整市場

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②
英呼称	Frequency Containment Reserve (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserve (S-FRR)	Frequency Restoration Reserve (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve-for FIT (RR-FIT)
指令・制御	オフライン (自端制御)	オンライン (LFC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン
監視	オンライン (一部オフラインも可※2)	オンライン	オンライン	オンライン	専用線：オンライン 簡易指令システム：オフライン※2,5
回線	専用線※1 (監視がオフラインの場合は不要)	専用線※1	専用線※1	専用線※1	専用線 または 簡易指令システム
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内※3	45分以内
継続時間	5分以上※3	30分以上	30分以上	商品ブロック時間(3時間)	商品ブロック時間(3時間)
並列要否	必須	必須	任意	任意	任意
指令間隔	- (自端制御)	0.5~数十秒※4	1~数分※4	1~数分※4	30分
監視間隔	1~数秒※2	1~5秒程度※4	1~5秒程度※4	1~5秒程度※4	未定※2,5
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のGF幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のLFC幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	15分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	45分以内に 出力変化可能な量 (オンライン(簡易指令 システムも含む)で調整 可能な幅を上限)
最低入札量	5MW	5MW※1,4	5MW※1,4	5MW※1,4	専用線：5 MW
Entry Resources	Generator Battery, DR	Generator Battery, DR	Generator Battery, DR	Generator, DR D-Generator	Generator, DR D-Generator
上げ下げ区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

最初取引が始まる調整力3-②は、再エネ予測ブレ対応の30分kWh市場であり、そもそも大きなビジネス化は望めない。⇒欧州にヒントはないか??

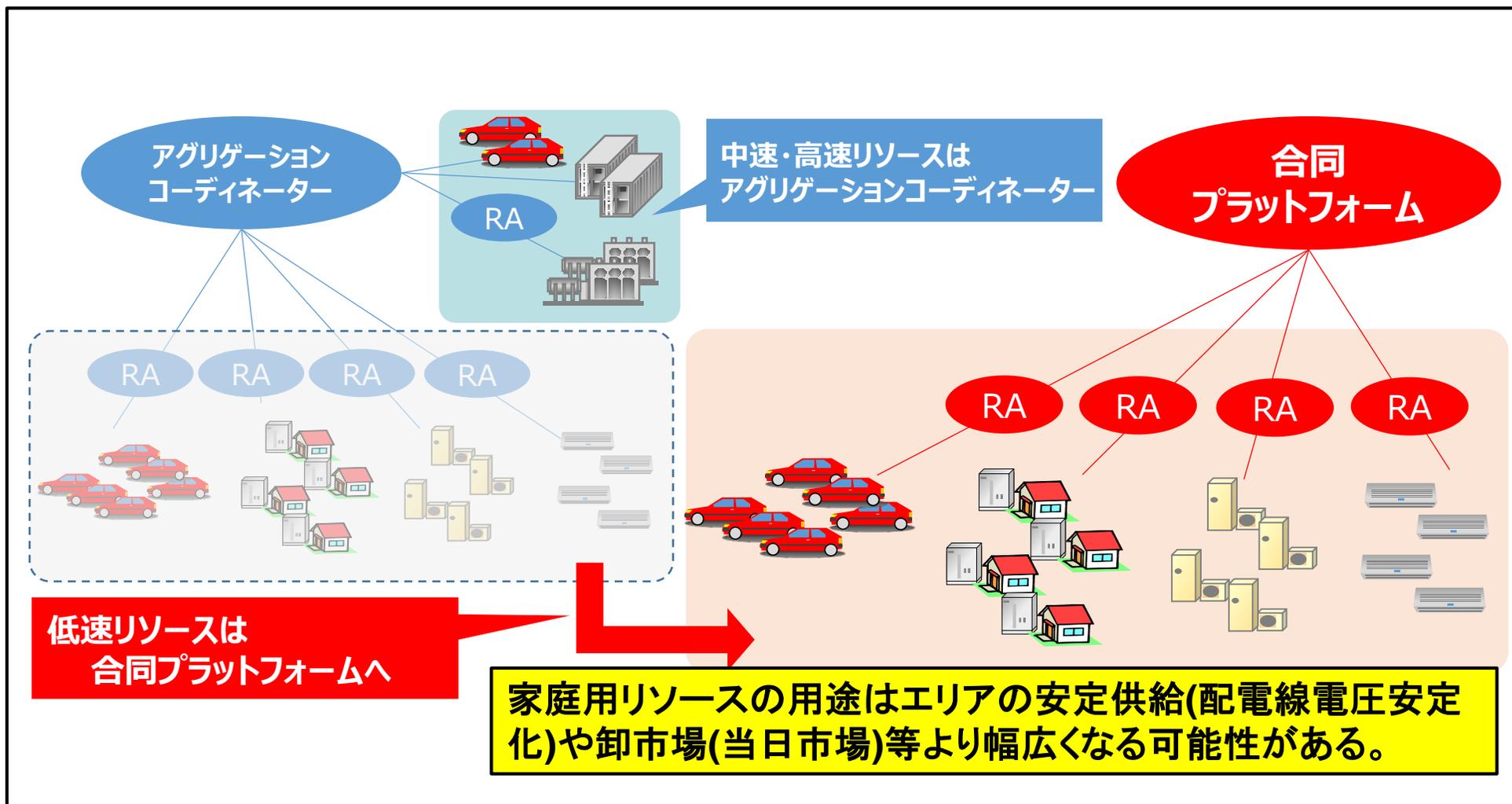
EV最適化とイントラマーケット価格の動き(春・秋)



(欧州での西村ヒアリングによる)

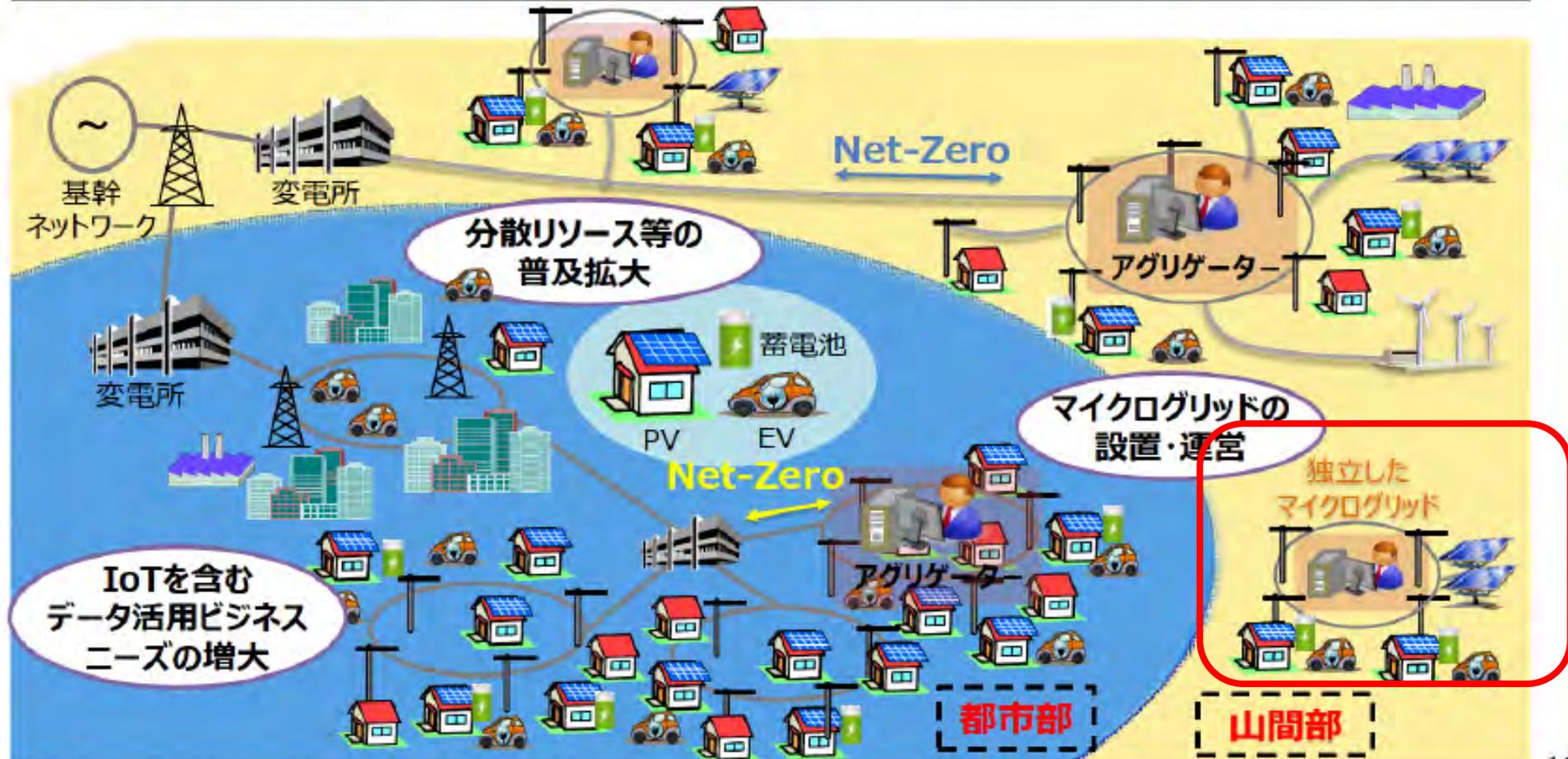
VPP(家庭用機器等)の将来活用イメージ(例)

新しいプラットフォームによる低速リソースの大合同



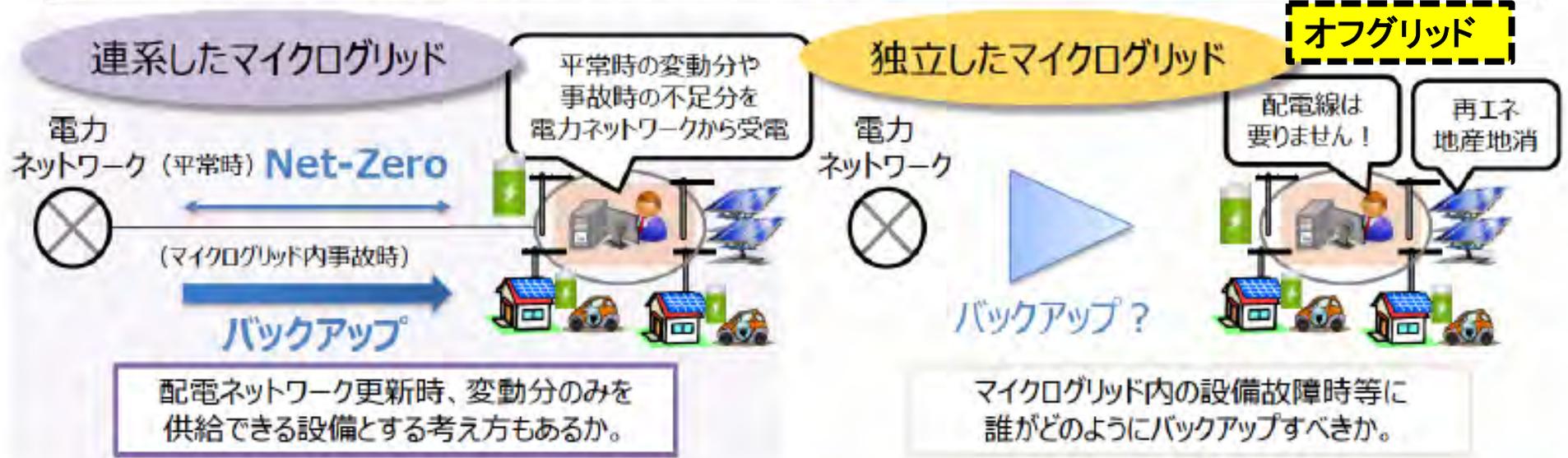
配電ネットワークの将来像(例)

- 将来の配電ネットワークにおいては、次のような変革が想定される。
 - 再生可能エネルギーや蓄電池、EVおよび急速充電器といった新たな分散リソース等の普及拡大
 - デジタル技術の進展によるIoTとの連携やデータ活用ニーズの拡大
 - 様々な形態のマイクログリッドの出現（ネットワークに接続したコミュニティグリッド、ネットワークからの独立/自立）



【環境変化と対応案】マイクログリッドの普及拡大

□ 分散リソースの低コスト化・自立運転制御技術の高度化/汎用化が進むと、将来的には一般送配電事業者の電力ネットワークに連系したマイクログリッドや電力ネットワークから完全に独立したマイクログリッドが普及する可能性がある。



マイクログリッドの普及が拡大し、配電ネットワークに求められる役割がkWhの供給(託送)から調整力(ΔkW)、バックアップ(kW)に変容することが想定される中、求められる機能の達成のために必要な次世代投資を進めていく。

重要論点の一つ

マイクログリッドに対する供給信頼度維持や保安確保の義務、マイクログリッドの事業主体、最終保障の在り方の整理が必要

求められる役割に応じた費用の負担の在り方と回収スキームの整理、並びに、必要な次世代投資を促進する料金制度設計が必要

ポストVPP実証への動き

○現在省エネ新エネ部でポストVPP(VPP実証終了後のリソース活用)にかかわる実証は、もともと補正予算でのマイクログリッド構築があったのに加えて、今回申請内容が発表されたのは2件。

①地域の系統線を活用したエネルギー面的事業費補助(21億円)

- ・再エネを含む地域マイクログリッドの構築。非常時自立も視野。
- ・令和2年度から3年間の事業、2/3補助

②再生可能エネルギーの導入促進のための高度な配電安定化制御技術の構築実証等事業(6億円)

- ・実質的なVPPの配電線レベル実証。欧州で行われている配電線内の潮流、DERの能力、動作の見える化、制御、DERの参加価格にかかわる取引。(英国picloのイメージ)

再生可能エネルギーの導入促進のための高度な配電安定化 制御技術の構築実証等事業 令和2年度概算要求額 6.0億円（新規）

事業の内容

事業目的・概要

- 再生可能エネルギーやEV等の分散型電源の普及拡大が進み、またデマンドレスポンスの実装化に伴い、電力潮流の双方向化が進んでいます。一方で、現在の配電系統は一方方向の潮流かつ電圧逸脱懸念の配電線単位の対応が前提として、設備増設や系統運用を行っており、潮流や電圧管理（配電安定化）のためには、更なる設備増設が必要となると予想されます。
- そのため、本事業では、実際の配電系統の潮流や電圧状態を把握し最適な制御方式を検討します。また、配電用変電所単位で最適となる電圧管理を行う技術の開発を実施します。加えて、分散型電源を配電安定化に資するような制御する技術や取引スキームを構築するため、諸外国事例を含めて、実現可能性検証に向けた調査検討を実施します。
- 以上により、配電系統の設備増強の抑制に繋がり、経済的な電力システムを構築するとともに、分散型電源を活用する新たなビジネスモデルの確立を目指します。さらに、太陽光発電等の再エネ導入拡大を推進します。

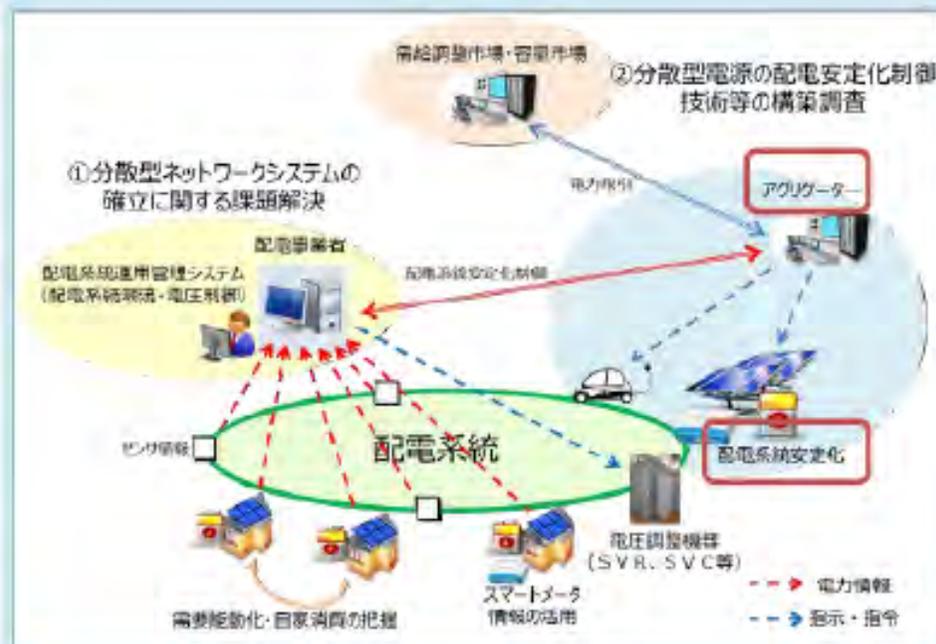
成果目標

- 本事業を通じて長期エネルギー需給見通しで示された再生可能エネルギーの導入見通し（2030年に22%-24%程度）の実現を目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ



(1) 分散型ネットワークシステムの確立に関する課題解決

- 配電系統内の潮流・電圧状態の把握
- 配電用変電所単位で全体最適となる電圧の制御方式等の開発

(2) 分散型電源の配電安定化制御技術等の構築調査

- 配電系統内の潮流・電圧の管理のための分散型電源を制御する技術や取引スキームの構築に関する実現性検証の調査

地域の系統線を活用したエネルギー面的利用事業費補助金

令和2年度概算要求額 **21.0億円（新規）**

事業の内容

事業目的・概要

- 地域に存在する再生可能エネルギーや未利用熱を一定規模のエリアで面的に利用する分散型エネルギーシステムの構築は、大幅な省エネルギー化やエネルギーコストの低減に加え、非常時のエネルギー源確保に効果的ですが、系統線と区別した電力自営線を敷設することによる高額な導入コストや工事の大規模化が普及への課題となっています。
- このような課題を解決するため、地域の再生可能エネルギーと蓄電池等の調整力、系統線を活用して電力を面的に利用する新たなエネルギーシステム（地域マイクログリッド）を構築することにより、自営線敷設にかかるコストの低減や大規模工事が不要となるため、多くの地域への導入が見込まれ、地域再エネの有効活用が可能となります。
- また、大規模電源の調整力に頼っている需給調整を下位系統で一定程度賄うことで、災害等による大規模停電時でも上位系統から解列して電力供給可能な自立型の電力システムとしての活用が期待できます。
- 本事業では、地域マイクログリッドの自立的普及に向け、先例となる事業モデルの構築を支援します。

成果目標

- 令和2年度から令和4年度までの3年間の事業であり、12件程度の先例モデル構築を通じて、地域マイクログリッドの制度化及び普及を目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

(1) 地域マイクログリッド構築支援事業

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

<地域マイクログリッド構築イメージ>



(2) マスタープラン作成事業

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

① 託送料金制度

→イノベーション的要素や再エネ対応のチャレンジ要素を変分扱いする新制度、収入安定化(レベニューキャップ/kW対価適正化)の検討へ

② データおよびDERプラットフォーム

→①も使いながら送電(潮流)、配電(スマートメータデータ、DER)活用の新プラットフォーム構築を探る
EV、蓄電池については次世代DSOの姿について実証含めて展開していく可能性。(自立グリッド、DER動作による安定化他)

③ TSO/DSOの自立経営・国際進出、収益力強化

→海外事例(National Grid、Elia・・・)を見た新展開も必要

④ イノベーション的取引にかかわる制度(電気事業法、計量法)

→ビジネスを指定した制度緩和、運用緩和検討他