

## 【個別報告 3】

# 分散型エネルギー資源を活用する 需要地系統の実現に向けた取り組み

電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部  
ENIC研究部門  
研究推進マネージャー（地域ネットワーク） 上席研究員  
八太 啓行

研究報告会2022  
2022年11月10日

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2022

RI 電力中央研究所

## 本報告でお伝えしたいこと

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、太陽光発電（PV）や風力発電など再生可能エネルギー（再エネ）の最大限導入が進められている
- 需要サイドにおいては、蓄電池や電気自動車（EV）などの普及が見込まれる



- 再エネの更なる導入拡大を実現するため、今後、電力系統の需要側では、分散型エネルギー資源（DER）との協調により、一定のエリア内で再エネ電力を地産地消する需要地系統の実現を考えていく必要がある

分散型エネルギー資源（DER）：再エネ、蓄電池、EV等

© CRIEPI 2022

1

## 報告内容

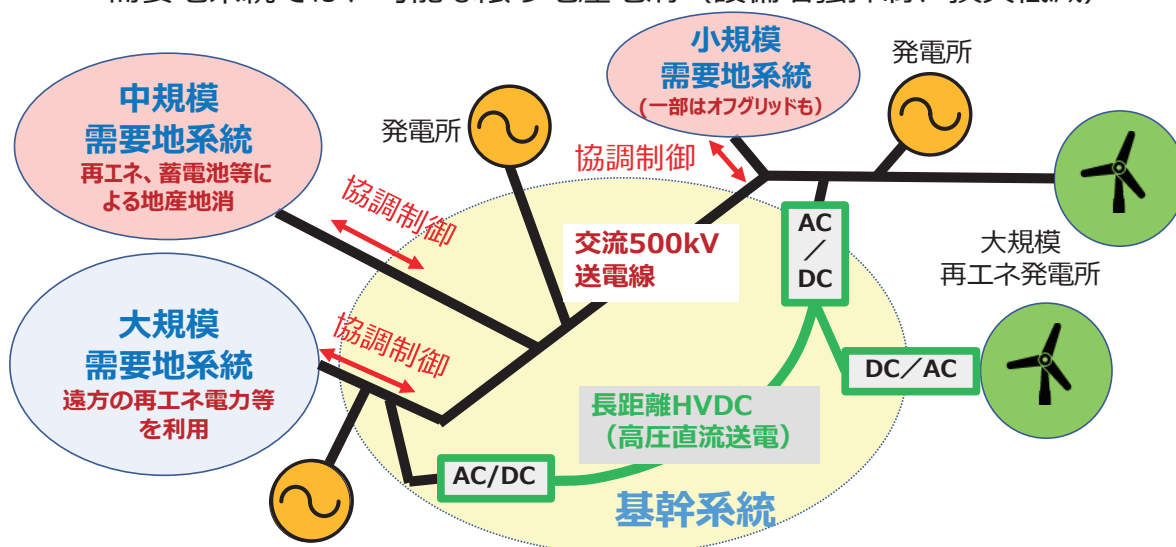
1. カーボンニュートラル実現に向けた需  
要地系統の課題
2. 分散型エネルギー資源の活用
3. 分散型エネルギー資源の活用に関する  
当所の取り組み
4. まとめ

## 報告内容

1. カーボンニュートラル実現に向けた需  
要地系統の課題
2. 分散型エネルギー資源の活用
3. 分散型エネルギー資源の活用に関する  
当所の取り組み
4. まとめ

# カーボンニュートラルを実現する将来系統

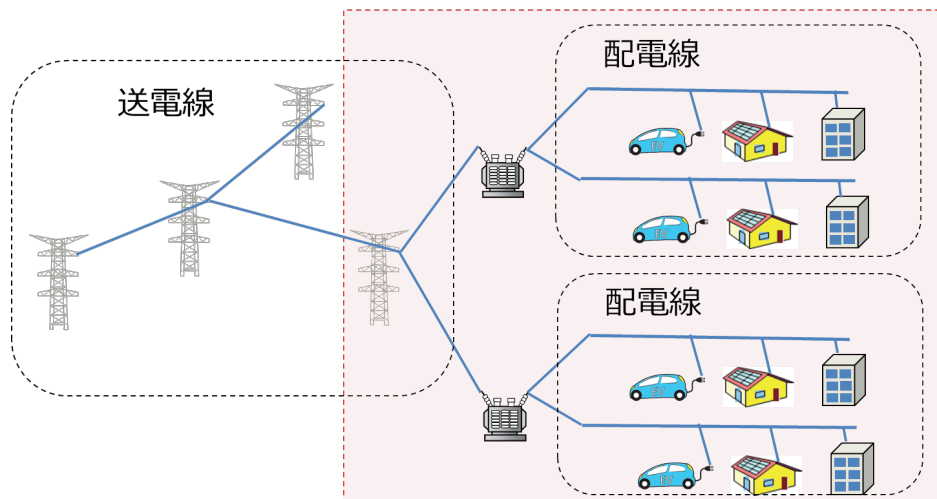
- カーボンニュートラル実現に向け、再エネを最大限導入
  - ✓ 基幹系統：風力など大規模、需要地系統：PVなど小規模
- 基幹系統と需要地系統で協調制御
- 需要地系統では、可能な限り地産地消（設備増強抑制、損失低減）



## 需要地系統

- 需要地系統とは、複数の配電用変電所を含む一定のエリアの電力系統。今後は、再エネ電源などDERの普及拡大が見込まれ、需要地系統におけるDERの活用を考える必要がある。

需要地系統（地域供給系統+配電系統）



## カーボンニュートラル実現に向けた課題

- カーボンニュートラルの実現に向けて、再エネの最大限導入が進むと、電力の安定供給を確保するため、基幹系統と需要地系統では以下の課題を解決する必要がある。

### 基幹系統

- ◆ **需給バランスの維持**
  - ✓ 系統全体の発電と需要をバランスさせ、周波数を維持
- ◆ **系統安定性の確保**
  - ✓ 再エネ（インバータ型電源）が主体となる系統における系統安定性の確保

### 需要地系統

- ◆ **電圧の適正化**
  - ✓ 再エネ導入拡大時の電圧適正化
- ◆ **過負荷の防止**
  - ✓ 送配電線の混雑緩和と、過負荷の防止
- ◆ **安定供給の確保**
  - ✓ DERによる需給バランス等、安定供給の確保

今回は、**需要地系統**について報告する

## 報告内容

1. カーボンニュートラル実現に向けた需要地系統の課題
2. 分散型エネルギー資源の活用
3. 分散型エネルギー資源の活用に関する当所の取り組み
4. まとめ

## 分散型エネルギー資源の活用

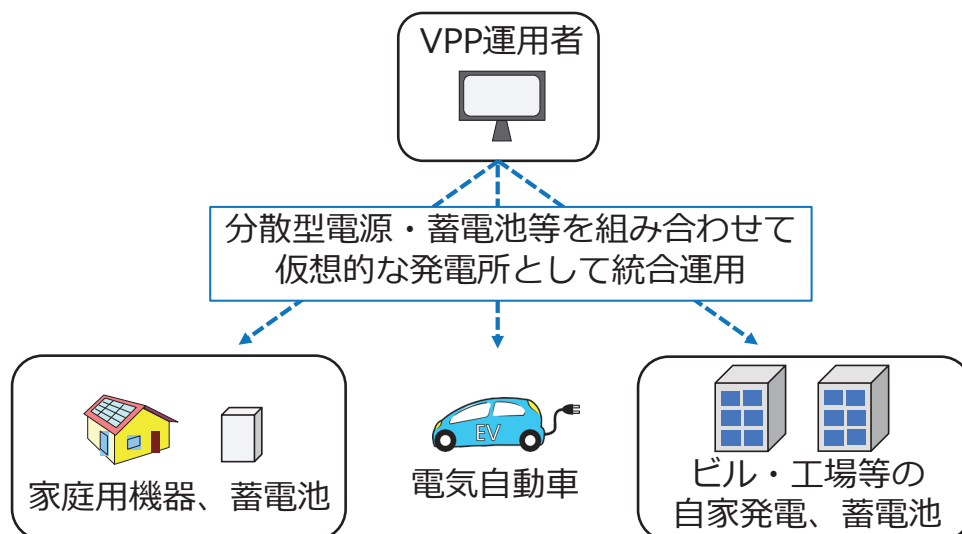
- 需要地系統における課題への対応方法は、大きく系統側、再エネ制御、蓄電池・EV活用の3通りが考えられる。
- 系統側の運用・制御の高度化
  - ✓ 状態監視・推定（センサ、スマートメータ）
  - ✓ 電圧制御機器
- 再エネの制御
  - ✓ 有効電力制御、無効電力制御
  - ✓ 系統連系規程、VPP
- 蓄電池・EV等の活用
  - ✓ 直接制御
  - ✓ VPP、DR

系統側の制御に加えて、需要側の**分散型エネルギー資源（再エネ・蓄電池・EV等）**の活用が期待されている

※ VPPとDRは後のスライドで説明

## 分散型エネルギー資源の活用法（VPP）

- 運用者が、多数の分散型電源や蓄電池等を組み合わせ、仮想的な発電所（バーチャルパワープラント：VPP）として統合運用する。



## 分散型エネルギー資源の活用法（DR）

- DR（デマンドレスポンス）とは、電気料金やインセンティブにより、電力需要カーブの変化を誘導すること。需要家が保有する分散型エネルギー資源は、DRによる活用が期待される。

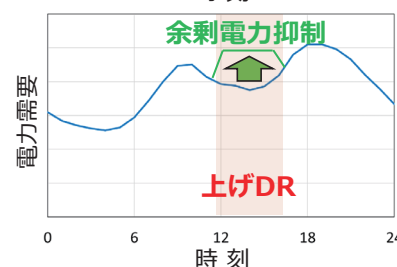
- 下げDR

- ✓ 対象となる時間帯の需要を減らすDR
- ✓ 需給逼迫時やピーク時間帯の需要削減に利用できる



- 上げDR

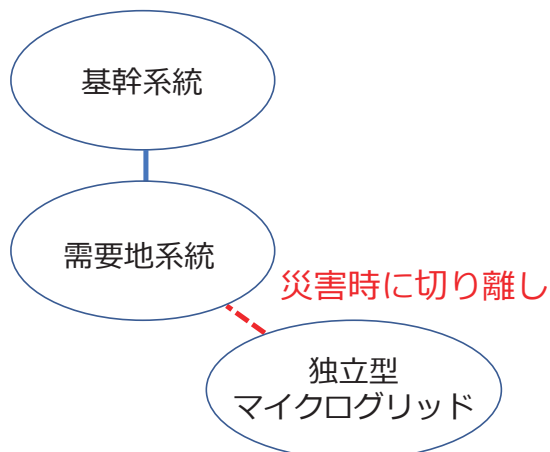
- ✓ 対象となる時間帯の需要を増やすDR
- ✓ 再エネの余剰電力（昼間のPV等）抑制に利用できる



## オフグリッド（独立型マイクログリッド）

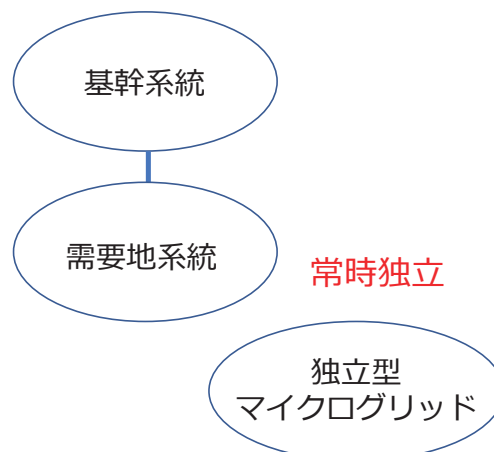
- 将来的には、需要地系統の一部を基幹系統から切り離して、独立型のマイクログリッドとして運用することも考えられる

### 災害時の独立運用



目的：災害時のレジリエンス強化

### 常時の独立運用



目的：配電設備維持コストの低減

## 報告内容

1. カーボンニュートラル実現に向けた需要地系統の課題
2. 分散型エネルギー資源の活用
3. 分散型エネルギー資源の活用に関する当所の取り組み
4. まとめ

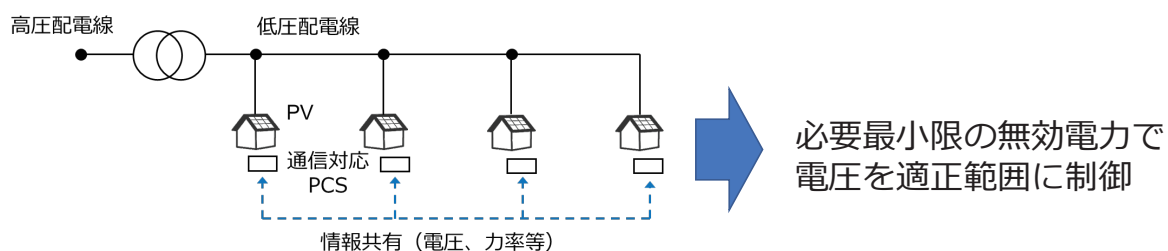
## 本報告で紹介する取り組み

- 電圧の適正化
  - ✓ 分散型エネルギー資源を活用した電圧制御方式
- 過負荷の防止
  - ✓ アグリゲータによるDER運用を考慮した需要地系統の運用法
  - ✓ EV充電シフトの配電系統への影響評価
  - ✓ ローカル市場の調査
- 安定供給の確保
  - ✓ 地域マイクログリッド運用の技術課題



## 分散型エネルギー資源による電圧制御

- 分散型エネルギー資源を活用した電圧制御方式の開発
  - ✓ 需要家間の通信を用いて適切に無効電力制御を行うローカル自律制御方式を開発
  - ✓ 需要家間で、電圧・力率等の情報を共有することにより、それぞれが自端制御を行うよりも有効な電圧制御が可能



1秒周期の通信により、同じ低圧配電系統の需要家間で、電圧等の情報を共有

## 電圧制御方式の実証

- 開発した電圧制御方式の実証
  - ✓ 当所の赤城試験センターで、通信の応答性や実需要家設備との制御干渉まで含めた有効性を実証
  - ✓ 需要家間の通信には、GOOSE（国際規格 IEC 61850の通信方式の一つ）に準拠した通信方式を適用



分散電源室



低圧模擬線路装置



需要家模擬電源装置

変電所

赤城試験センターの配電系統

NEDO事業「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発」2019～2021年度

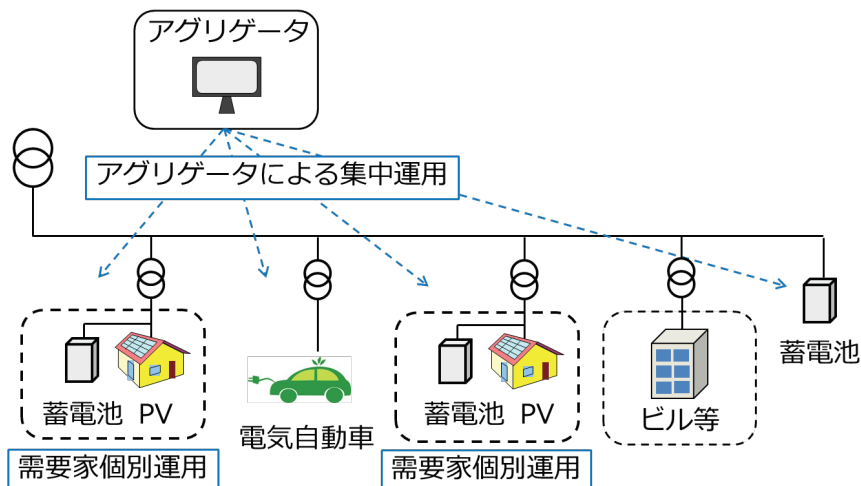


## 本報告で紹介する取り組み

- 電圧の適正化
  - ✓ 分散型エネルギー資源を活用した電圧制御方式
- 過負荷の防止
  - ✓ アグリゲータによるDER運用を考慮した需要地系統の運用法
  - ✓ EV充電シフトの配電系統への影響評価
  - ✓ ローカル市場の調査
- 安定供給の確保
  - ✓ 地域マイクログリッド運用の技術課題

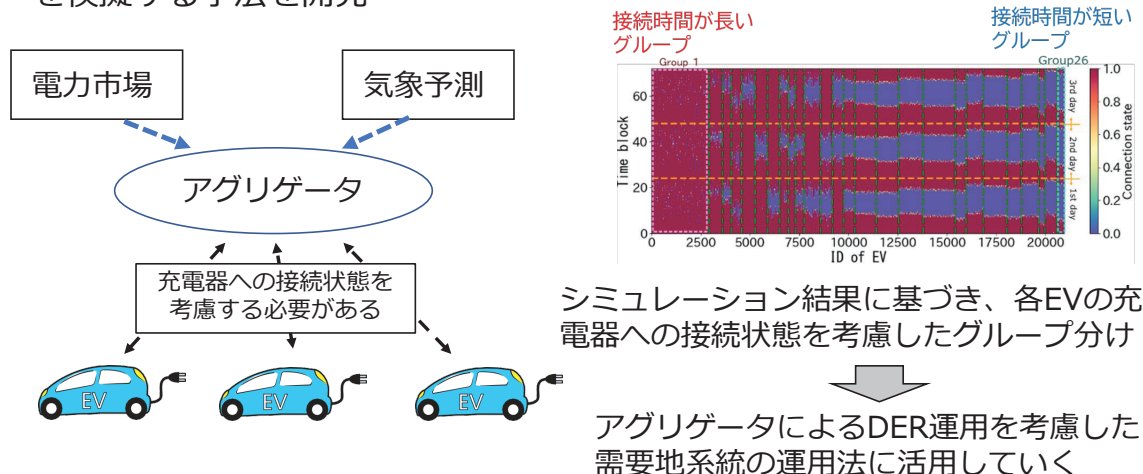
## アグリゲータによるDER運用模擬手法の開発

- 分散型エネルギー資源の経済運用を模擬
  - ✓ 需要家個別運用およびアグリゲータによる集中運用を考慮
- 様々な条件設定
  - ✓ 対象地域、PV・蓄電池・HP給湯機普及率、EV普及台数、他



## アグリゲータによるEV群の運用を模擬する手法

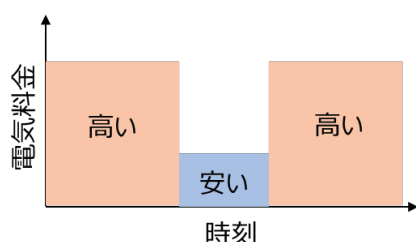
- EVの充放電を活用する場合、EVが充電器に接続されていないと制御対象にならないため、充電器への接続状態を考慮する必要がある
- 充電器への接続状態を考慮して、アグリゲータによるEV群の充放電制御を模擬する手法を開発



出典：T.Mannari, H.Hatta, "Analysis on the effect of V2G aggregation on distribution network based on traffic simulator", CIRED Workshop 2022, 1348

## EVの充電シフトに関する実証事業

- 2020年度から、国の補助事業として、EVの充電シフトに関する実証事業「ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業」が行われている
- 電力市場価格等に連動したダイナミックプライシング（DP）によりEV充電を誘導し、再エネを有効活用

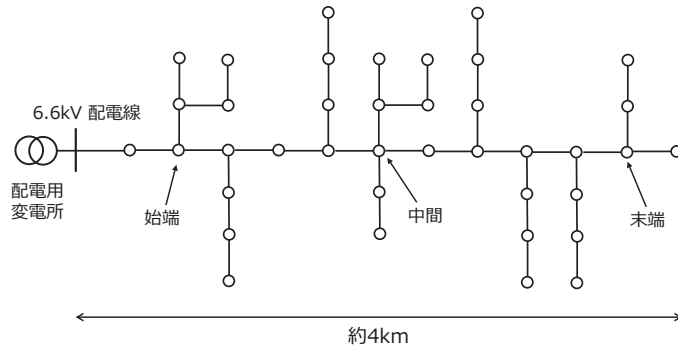
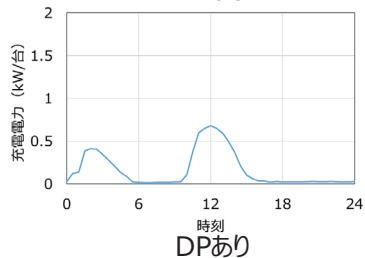
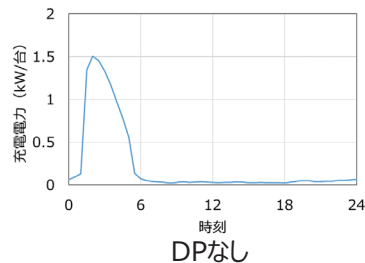


- 電気料金が高い時間帯
  - 充電しない → 需給逼迫の緩和
- 電気料金が安い時間帯
  - 充電する → 再エネの有効活用

出典：SIIウェブサイト、令和4年度 ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業 公募情報を参考に作成

## EV充電シフトの配電系統への影響評価

### ■ DPによりEVの充電を昼間にシフトすることによる配電系統への影響評価を実施

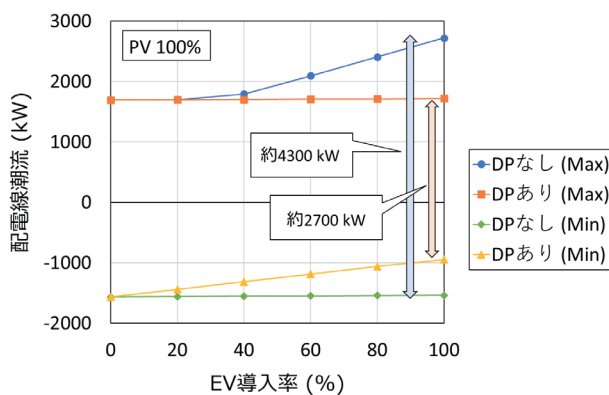


住宅地域配電系統モデルを用いたシミュレーションにより、配電線潮流および電圧への影響を評価

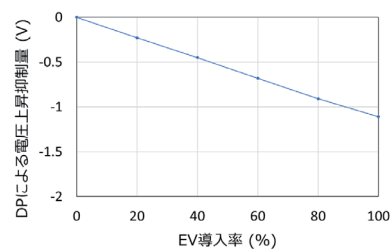
出典：八太啓行，萬成遥子，高橋雅仁，「ダイナミックプライシングによるEV充電シフトの配電系統への影響評価」，電気学会 電力・エネルギー部門大会，220，2022

## シミュレーション結果

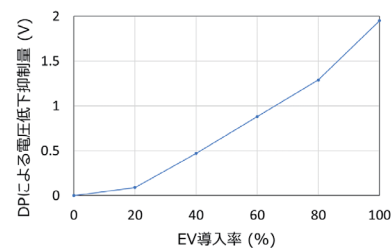
### ■ シミュレーションにより、配電線潮流および電圧の変動幅を抑制できることを確認



潮流の変動幅  
(一日の最大値と最小値)



DPによる電圧上昇の抑制量



DPによる電圧低下の抑制量

出典：八太啓行，萬成遥子，高橋雅仁，「ダイナミックプライシングによるEV充電シフトの配電系統への影響評価」，電気学会 電力・エネルギー部門大会，220，2022

## ローカル市場の調査

- VPPやDRにより、DERを需要地系統の潮流管理（過負荷防止など）に活用するためには、様々なプレイヤーが相互協調する必要がある
- ✓ 系統運用者、アグリゲータ、再エネ発電事業者、小売電気事業者、需要家



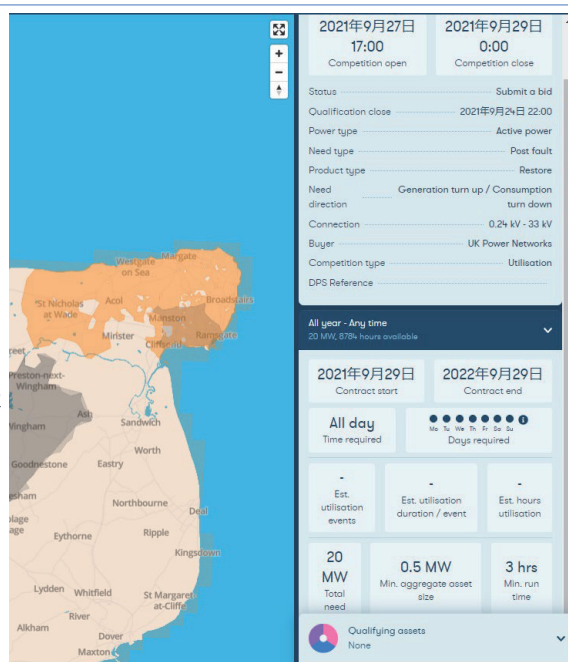
- DERを需要地系統の制御に活用することに対して、適切な対価を得られることも重要
- ✓ 市場の活用も考えられるため、当所ではローカル市場の調査を行っている

## 英国のローカル市場の調査

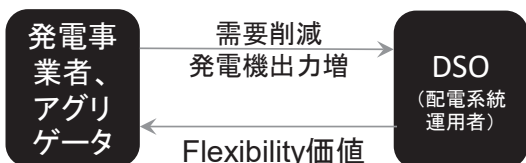
### piclo flex（混雑管理用ローカル市場）

- 市場の特徴
  - ✓ 目的
    - 配電増強の繰り延べ（ピーク対策）
    - 設備故障による供給支障への対策
  - ✓ 運用開始：2019年2月
  - ✓ 特徴
    - 発電機の出力増加、並びに需要減少を入札する。
    - 地域配電事業者の指令に応じて制御する。
- 過去の取引情報が得られるため価格情報も収集可能。

piclo flex市場開催の案内画面の例<sup>[1]</sup>



### 市場における商品とお金の流れ



## 本報告で紹介する取り組み

- 電圧の適正化
  - ✓ 分散型エネルギー資源を活用した電圧制御方式
- 過負荷の防止
  - ✓ アグリゲータによるDER運用を考慮した需要地系統の運用法
  - ✓ EV充電シフトの配電系統への影響評価
  - ✓ ローカル市場の調査
- 安定供給の確保
  - ✓ 地域マイクログリッド運用の技術課題

## 地域マイクログリッド

- 災害等による大規模停電時に、上位系統から切り離して自立的運用を行う地域マイクログリッドが考えられている
- 2021年度から、国の補助事業「地域マイクログリッド構築事業」が開始され、国内の複数地点でマイクログリッド実証設備の構築が進められている

実施場所	地域マイクログリッドの概要
神奈川県小田原市	PV設備・蓄電池等を活用
沖縄県宮古島市	PV設備・蓄電池等を活用
北海道釧路市	PV設備・バイオマス発電設備・蓄電池等を活用
千葉県いすみ市	PV設備・蓄電池等を活用
北海道松前町	PV設備・風力発電設備・蓄電池等を活用
群馬県上野村	PV設備・蓄電池等を活用

(出所) SII webページを参考に作成：<https://sii.or.jp/microgrid03/>

## 地域マイクログリッドに関する当所の取り組み

- NEDO事業「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた次々世代電力ネットワーク安定化技術開発」
  - ✓ 2022年度からのNEDO事業の一部として、地域マイクログリッドの技術的な課題（小規模システムの運用・保護等）への対策技術の開発と実証評価を実施する。
  
- いすみ市マイクログリッド構築事業（主：（株）関電工）
  - ✓ いすみ市に地域マイクログリッドを構築する前に、当所の赤城試験センターにおいてマイクログリッドシステムの事前検証試験（ブラックスタート、需給調整等）に協力する。



## 報告内容

1. カーボンニュートラル実現に向けた需要地システムの課題
2. 分散型エネルギー資源の活用
3. 分散型エネルギー資源の活用に関する当所の取り組み
  
4. まとめ



## まとめ

- カーボンニュートラルの実現に向け、需要地系統では分散型エネルギー資源を活用したエネルギーの地産地消を考えていく必要がある。
- このため、当所では需要地系統における分散型エネルギー資源の活用方法や影響評価など、様々な研究開発の取り組みを進めている。
- 分散型エネルギー資源を活用するためには、需要地系統の運用・制御技術を確立する必要がある。また、技術課題に加えて、ローカル市場の活用など制度面の取り組みも必要である。

ご清聴ありがとうございました

**R 電力中央研究所**

Central Research Institute of Electric Power Industry



## 用語集

需要地系統	複数の配電用変電所を含んだ一定のエリアの電力系統。再エネ電源や分散型エネルギー資源の普及拡大が見込まれている。
アグリゲータ	多数の電源・蓄電池等を集約し、発電や需要の調整を指示することにより電力を供給する事業者。
マイクログリッド	DER等を活用して独立運用する小規模の電力系統。
Electric Vehicle (EV)	電気自動車。蓄電池を搭載し、電気で走行する自動車。
Virtual Power Plant (VPP)	バーチャルパワープラント。多数の分散型電源や蓄電池等を組み合わせて、仮想的な発電所として統合運用すること。
Demand Response (DR)	デマンドレスポンス。電気料金やインセンティブにより、電力需要の変化を誘導すること。
Distributed Energy Resource (DER)	再エネ、蓄電池、EV等の分散型エネルギー資源。
Dynamic Pricing (DP)	ダイナミックプライシング。電力需給状況に応じて動的に価格を設定すること。

## 参考文献

1. T.Mannari, H.Hatta, "Analysis on the effect of V2G aggregation on distribution network based on traffic simulator", CIRED Workshop 2022, 1348.
2. SIIウェブサイト、令和4年度 ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業 公募情報。
3. 八太啓行, 萬成遥子, 高橋雅仁, 「ダイナミックプライシングによるEV充電シフトの配電系統への影響評価」, 電気学会 電力・エネルギー部門大会, 220, 2022.
4. piclo flex: "Competitions", <https://picloflex.com/dashboard> .
5. SIIウェブサイト、地域マイクログリッド構築事業, <https://sii.or.jp/microgrid03/>.