



【個別報告】 電力システムの新たな役割と価値（2） —地域グリッド構築に向けた技術開発—

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2024

2024年11月7日

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2024



RI 電力中央研究所

本報告でお伝えしたいこと

- 将来の地域グリッドにおいて、電力システムの混雑緩和や電力品質維持を効果的に実現するためには、DERと電力ネットワークの協調が必要である
- このためには、地域グリッドにおいてDERと電力ネットワークが相互に協調するための情報基盤（プラットフォーム）を構築することが鍵となる
- 当所では、将来の地域グリッド構築に向けた様々な技術開発を進めている。本報告では、プラットフォームに関連するホスティングキャパシティ（連系可能量）の評価技術や、電力システムと交通のセクターカップリングをシミュレーションする技術などを紹介する

© CRIEPI 2024

1

報告内容

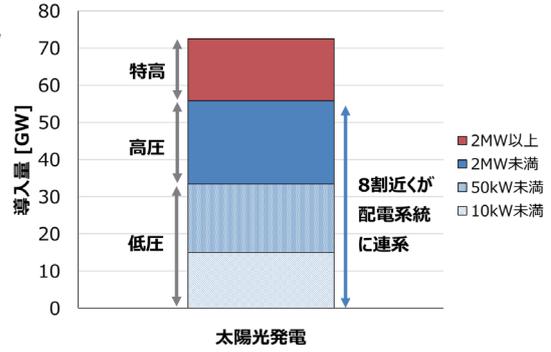
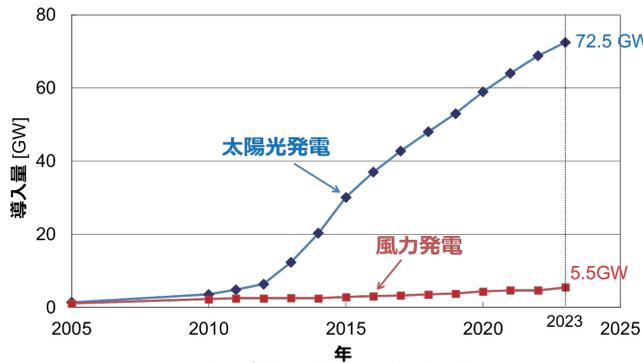
1. 将来の地域グリッドにおける技術課題
2. 電力ネットワークとDERを連携するプラットフォーム
3. 当所における取り組み事例の紹介

報告内容

1. 将来の地域グリッドにおける技術課題
2. 電力ネットワークとDERを連携するプラットフォーム
3. 当所における取り組み事例の紹介

我が国の再エネ導入状況

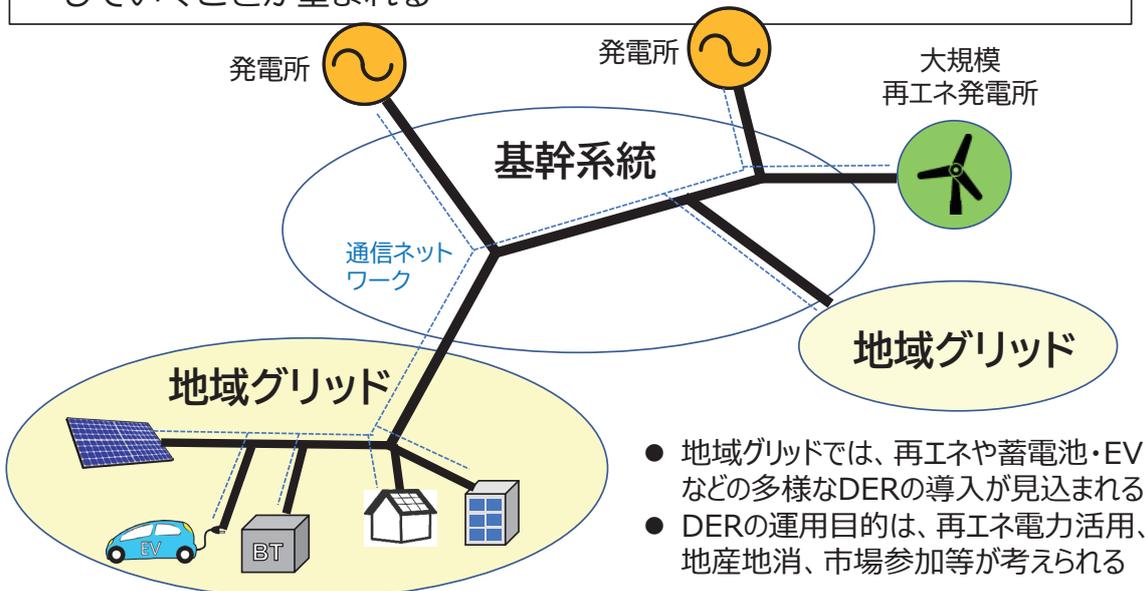
■ 我が国で導入が進む再エネの大半を占める太陽光発電のうち、8割近くが配電系統に連系されている



(出典) : 資源エネルギー庁「再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法 情報公表用ウェブサイト」
公表データに基づきグラフを作成

地域グリッドの役割

■ 再エネ導入拡大には、地域グリッド（配電系統+ローカル系統）での対応が必要であり、DERとの協調により再エネ導入時の課題に対応していくことが望まれる



再エネ導入拡大時の電力システムの課題

■ 再エネ電源の導入拡大に伴い、広域系統（基幹系統）と地域グリッドの両方に対応すべき課題がある

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

地域グリッド

- ◆ 電圧の適正化
 - ✓ 再エネ導入時の電圧適正化
- ◆ 電圧安定性の確保
 - ✓ 配電線末端付近への再エネ導入時の電圧安定性確保
- ◆ 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、小規模系統の安定供給確保

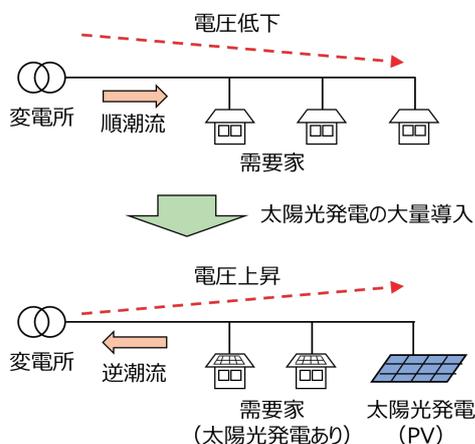
本報告では、地域グリッドについて報告

地域グリッドの課題（電圧の適正化）

■ 再エネ導入拡大により、地域グリッドの電圧変動は複雑化している

● 電圧上昇

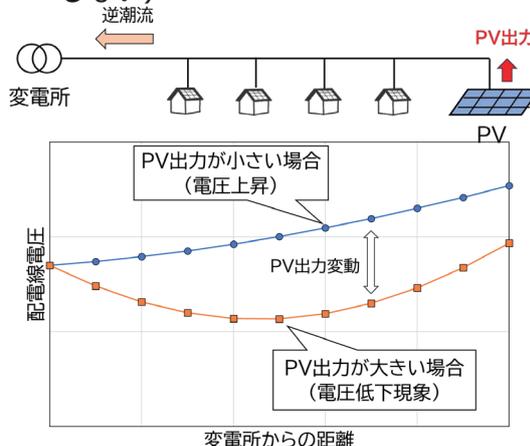
- ✓ 再エネ導入による電圧上昇



配電線の距離に応じた電圧上昇

● 電圧低下現象

- ✓ 逆潮流が大きい長距離配電線での電圧低下（距離に対して単調変化しない）



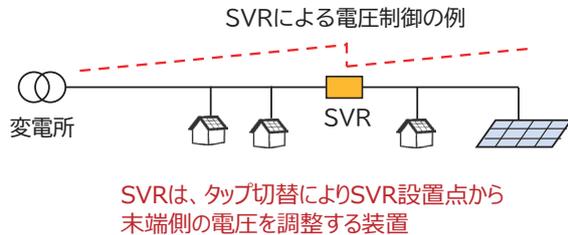
配電線の区間によっては電圧低下

電圧変動への対策技術

■ 当所では、電圧変動に対応する系統側の対策技術として、自端制御と集中制御による電圧制御技術を開発してきた

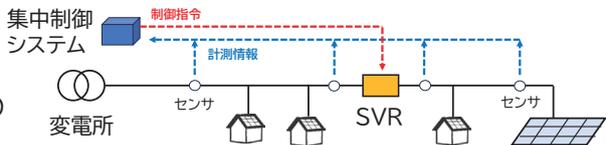
● 電圧制御（自端制御）

- ✓ 電圧制御機器（SVR）が電圧を自端制御する
- ✓ 従来方式では推定誤差が大きくなる電圧低下現象にも対応できる新型SVRを開発



● 電圧制御（集中制御）

- ✓ 集中制御システムが計測情報を遠隔で取得し、通信により集中制御する
- ✓ 高性能な制御が可能になるが、通信網の整備や集中制御システムの導入が必要。計画的な検討が必要



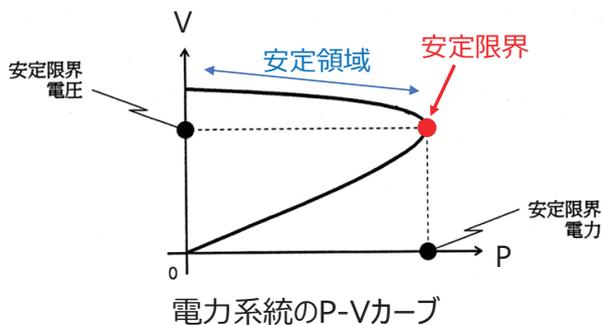
地域グリッドの課題（電圧安定性）

■ 近年では、再エネ出力が電圧安定性の安定限界に近づく場合があり、配電系統の電圧面での新たな課題が懸念される

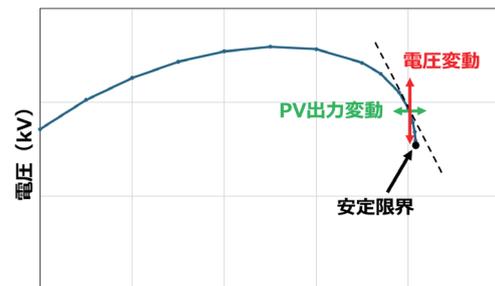
- 電圧安定性の限界近傍での電圧変動
 - ✓ 安定限界の近傍では、PV出力変動により急激な電圧変動が起きる



PV出力変動時に、系統側の電圧補償が間に合わなくなるおそれ



電力系統のP-Vカーブ



配電系統のP-Vカーブ解析例
(末端にPVが連系された例)

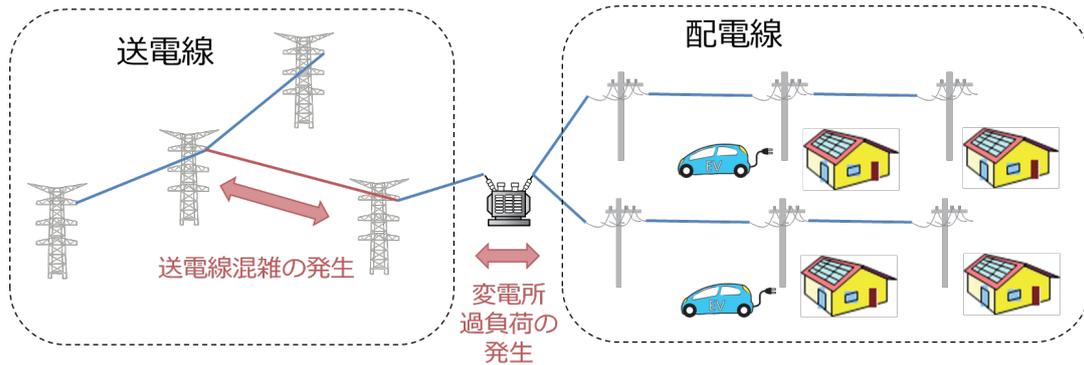
出典：電気学会「電力系統標準モデルの拡充システムモデル マニュアル」を一部改変

地域グリッドの課題（系統混雑・過負荷）

- 再エネやDERの導入拡大により、地域グリッドにおいて**系統混雑**や**過負荷**が発生するおそれがある



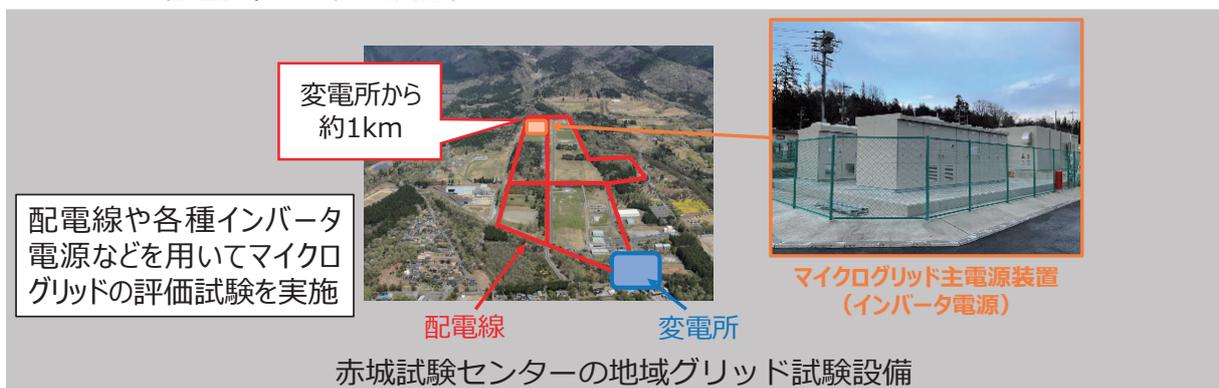
DERのフレキシビリティ活用による系統混雑緩和が検討されている



地域グリッドの課題（小規模系統の安定供給確保）

- 将来的には、再エネ電源を主体とした地域グリッドの一部を災害時等に独立型のマイクログリッドとして運用することも国プロ等で検討されている
 - ✓ 独立型のマイクログリッドでは、マイクログリッド内の需給調整が必要であり、DERの活用が重要
 - ✓ ブラックスタート・事故時の保護等に技術的な課題があるため、技術開発と実証※を進めている

※ 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～）の一部として実証中

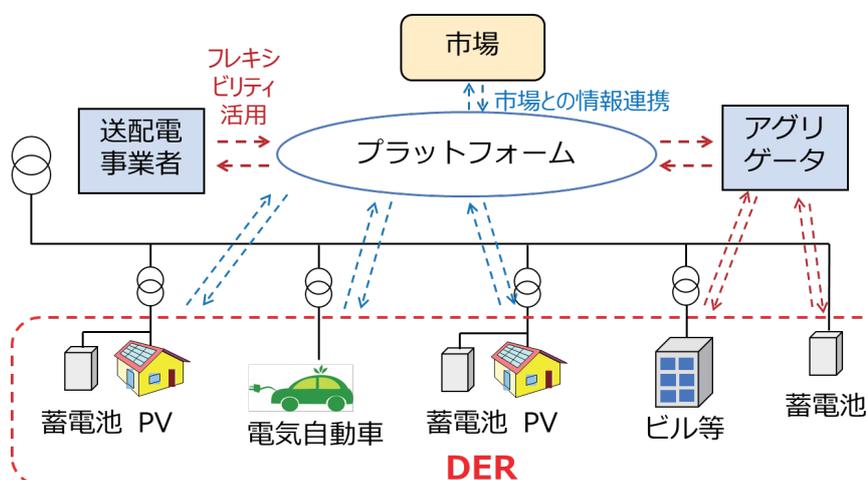


報告内容

1. 将来の地域グリッドにおける技術課題
2. 電力ネットワークとDERを連携するプラットフォーム
3. 当所における取り組み事例の紹介

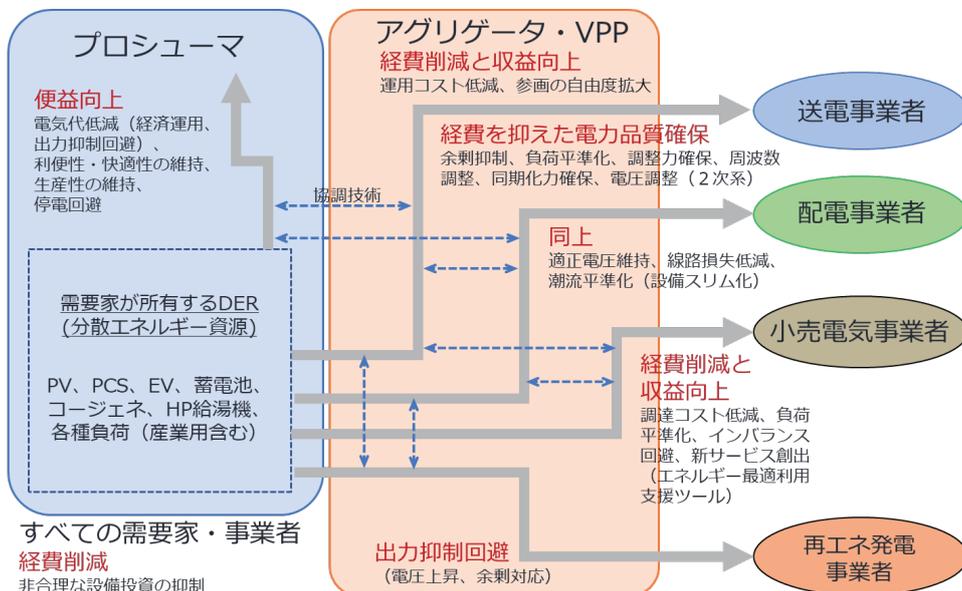
DERと連携するためのプラットフォーム

- 電力ネットワークとDERを連携するためには、送配電事業者とアグリゲーターやDERをつなげるプラットフォーム（情報共有と制御指令を行うための情報基盤）が重要になる



プラットフォーム形成による新たな価値

- 様々なプレーヤがつながることにより、新たなサービスやビジネスを創出でき、Win-Winな関係の構築が期待される



プラットフォームへの期待

- 地域グリッドの課題解決には、プラットフォームの活用が有効

- 電圧安定性を考慮したDER導入量の決定
 - ✓ 電力ネットワークの設備容量が足りていても、電圧安定限界によりDERを導入できない場合がある
 - ✓ 電圧安定性を考慮した**連系可能量 (ホスティングキャパシティ)**を評価し、その範囲内でのDER運用が必要
- 系統状態に応じたDERの運用
 - ✓ **系統状態に応じたDERの制御**を行うことにより、電圧変動の緩和が期待できる
 - ✓ **DERのフレキシビリティを活用**することにより、系統混雑の緩和が期待できる



プラットフォームの活用例

- プラットフォームを有効活用し、情報共有や適切な制御を行うことで、電力ネットワークとDERの双方がメリットを得られる

プラットフォームの代表的な活用例

| プラットフォームの活用目的 | ネットワーク側の価値 | DER側の価値 |
|--------------------------|--|---|
| ホスティングキャパシティ（連系可能量）の情報提供 | <ul style="list-style-type: none"> • 空き容量があるエリアの周知による混雑緩和 | <ul style="list-style-type: none"> • DERの立地検討に重要 |
| DERの協調運転による電圧変動抑制 | <ul style="list-style-type: none"> • 設備増強（電圧調整器含む）の回避や繰延 | <ul style="list-style-type: none"> • DERの連系可能量拡大 |
| DERの協調運転による混雑緩和 | <ul style="list-style-type: none"> • 設備増強の回避や繰延 • 設備利用率の向上 | <ul style="list-style-type: none"> • DERの連系可能量拡大 • 出力制御の回避や削減 |

報告内容

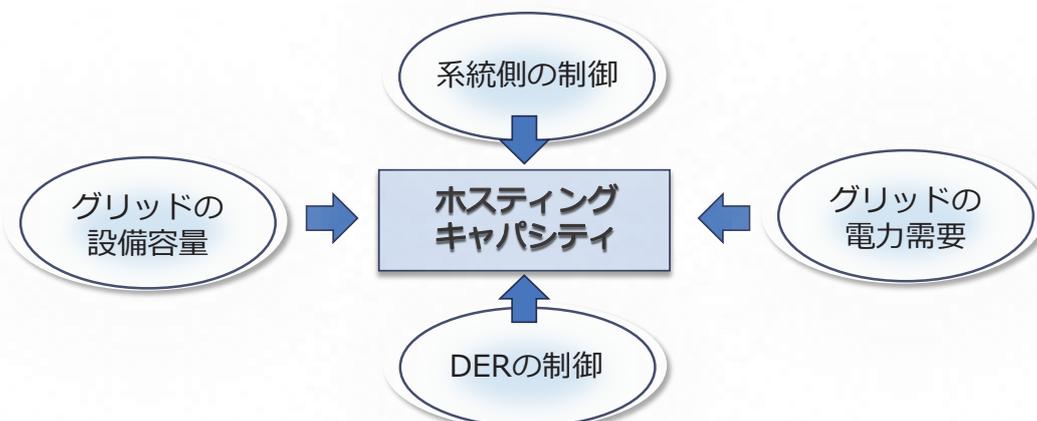
1. 将来の地域グリッドにおける技術課題
2. 電力ネットワークとDERを連携するプラットフォーム
3. 当所における取り組み事例の紹介

本報告で紹介する取り組み

- ホスティングキャパシティの評価技術
 - ✓ 新型SVR導入によるホスティングキャパシティの試算例
- 電力システムと交通のセクターカップリングをシミュレーションする技術
 - ✓ 商用EVの充電による配電系統電圧への影響評価

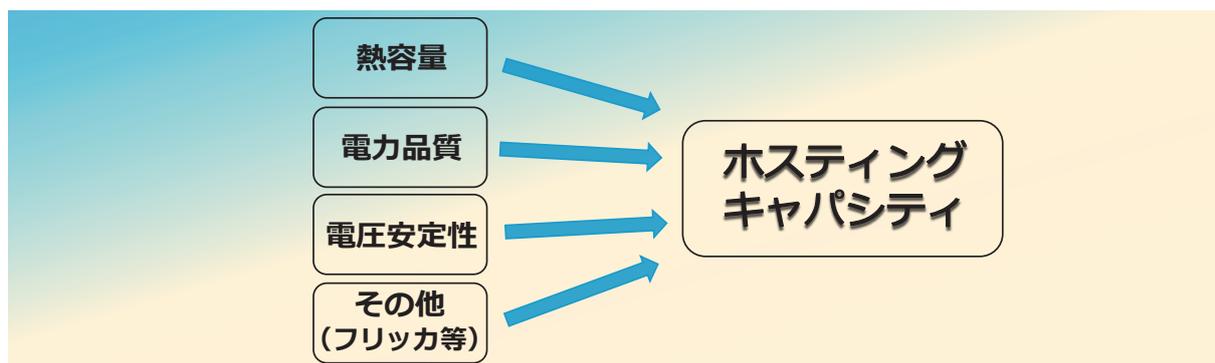
ホスティングキャパシティ

- ホスティングキャパシティとは、対象グリッドへの接続検討におけるDERの連系可能量
- ホスティングキャパシティは、エリアや地点に依存
- グリッドの設備容量だけでなく、対象グリッドの電力需要や系統側・DERの制御等の考慮が必要



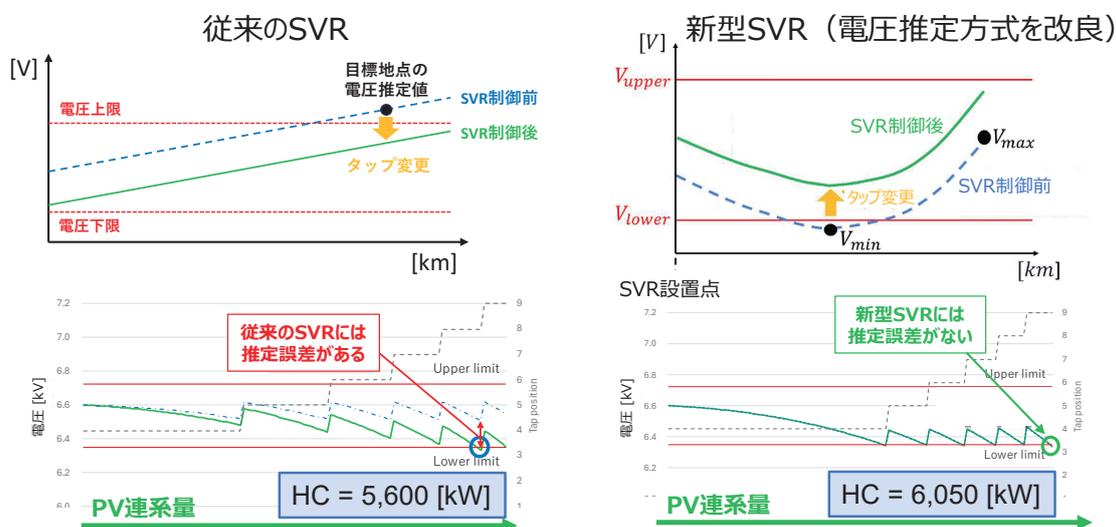
ホスティングキャパシティの評価技術

- ホスティングキャパシティを評価するには、熱容量（許容電流）、電力品質（電圧変動等）、電圧安定性などを多面的に評価する必要がある
- 当所の配電系統解析ツール（CALDG）により、様々な条件を考慮したホスティングキャパシティを評価できるよう、ツールの改良を進めている



新型SVR導入による ホスティングキャパシティの試算例

- 当所開発ツールにより、従来SVRと新型SVRのホスティングキャパシティ（HC）を比較した例を示す
- PV連系量を増加させ、電圧適正範囲の逸脱有無によりHCを試算

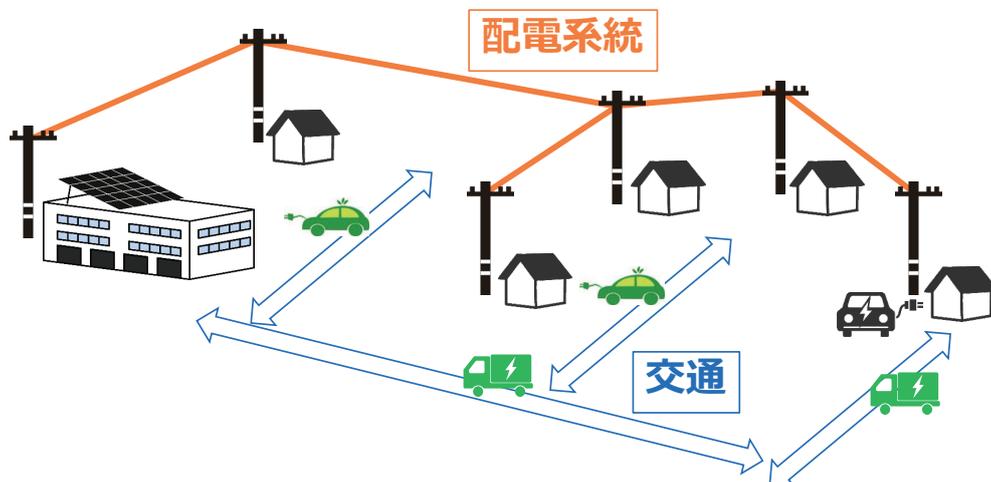


本報告で紹介する取り組み

- ホスティングキャパシティの評価技術
 - ✓ 新型SVR導入によるホスティングキャパシティの試算例
- 電力システムと交通のセクターカップリングをシミュレーションする技術
 - ✓ 商用EVの充電による配電系統電圧への影響評価

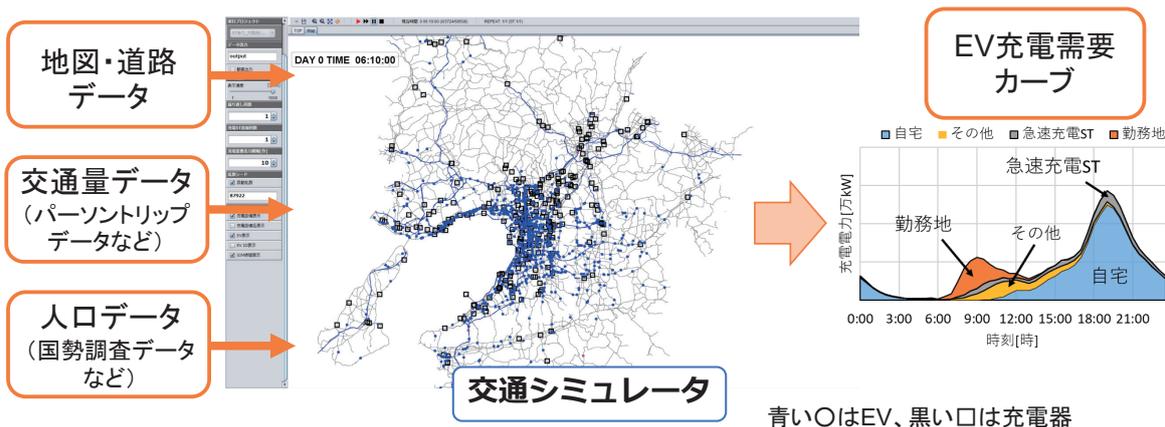
電力システムと交通のセクターカップリング

- 電気自動車（EV）の充放電をコントロールすることによりフレキシビリティとしての活用が期待されている
- 交通シミュレーションと配電システムのシミュレーションを連携することで、EVをDER活用する際の効果と課題を定量的に評価する



交通シミュレータ (EV-OLYENTOR)

- EVの走行や充電の行動ルールをモデル化してシミュレーション
- 地図・道路データ、交通量データ、人口データ等に基づくシミュレーションにより、地点ごとのEV充電負荷カーブを推定
- 自家用車を対象とした当所開発ツールを商用車にも機能拡張



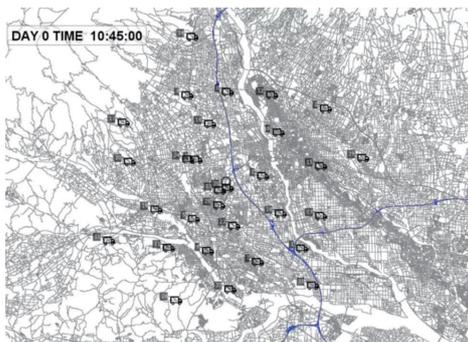
商用EV (EVトラック : 30台) の交通シミュレーション例



※配送車両のトリップ : 1日当たり3回 (8時-12時、13時半-18時、19時-21時)

商用EVの充電による配電系統への影響評価

- 商用EV（EVトラック）の交通シミュレーションと配電システムのシミュレーションを連携して、商用EVの充電による配電系統の系統混雑や電圧への影響をシミュレーション評価



商用EV（EVトラック：30台）の交通シミュレーション例

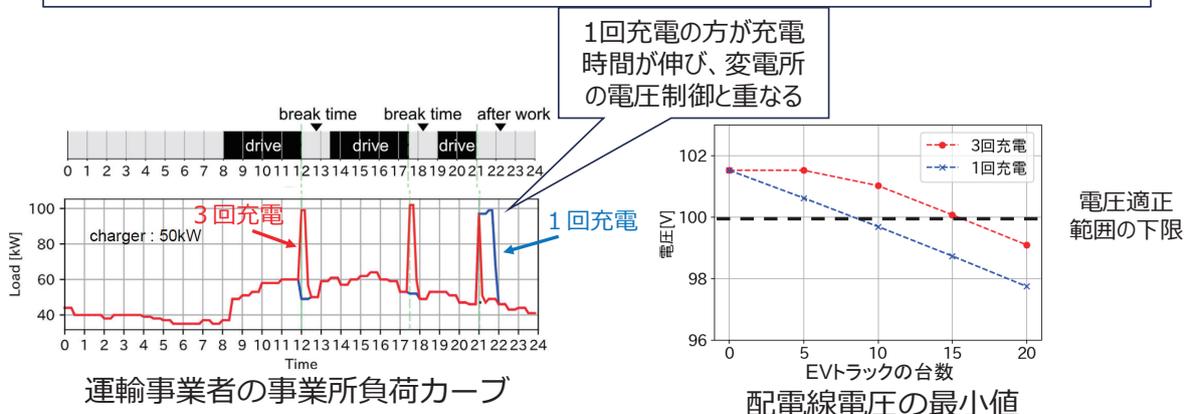


注：背景の地図は実際の位置と対応していない

配電系統のシミュレーション例

商用EVの充電による配電系統への影響評価結果

- 商用EV（EVトラック）を保有する運輸事業者を想定したシミュレーションを実施
- 充電のタイミングを変えると配電系統の電圧への影響を緩和できることを確認



出典：萬成遥子，八太啓行，「事業所内での小型電動トラックの充電による住宅地域の配電系統の電圧降下への影響評価」，令和6年 電気学会 全国大会，6-191，2024.3

まとめ

- 地域グリッドにおいて再エネの大量導入が進む一方で、対応すべき技術課題（電圧変動、電圧安定性、系統混雑・過負荷、小規模系統の安定供給確保）が顕在化
- これらの課題に効果的に対応するためには、地域グリッドに情報基盤であるプラットフォームを構築し、DERと電力ネットワークが協調することが有効
- 当所では将来の地域グリッド構築に向けた研究開発に引き続き取り組んでいく

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

参考文献

1. 資源エネルギー庁：再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法 情報公表用ウェブサイト。
<https://www.fit-portal.go.jp/publicinfosummary>
2. 八太啓行：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 研究報告会2022 個別報告（3）（2022）。
3. 電気学会：電力系統標準モデルの拡充システムモデル マニュアル。
https://www.iee.jp/pes/ele_systems/ex_model/
4. F. Kondo et al. : DEVELOPMENT OF A NEW SVR FOR IMPROVING PVHC UPON VOLTAGE DROP PHENOMENON、CIRED 2024 Vienna Workshop、0137 (2024).
5. 萬成遥子 他：事業所内での小型電動トラックの充電による住宅地域の配電系統の電圧降下への影響評価、令和6年 電気学会 全国大会、6-191 (2024).