

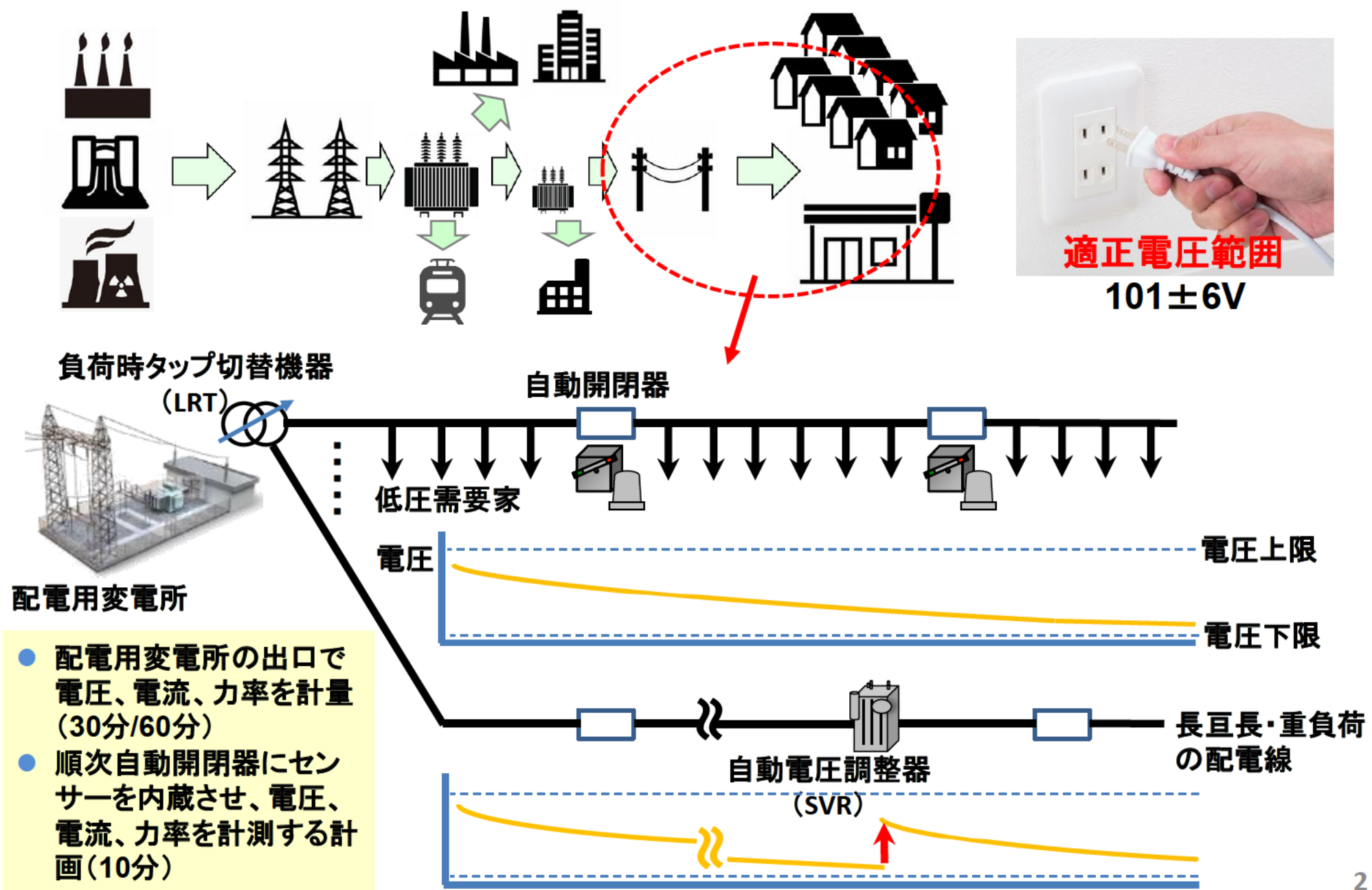
スマートメーターデータを活用した 配電系統運用高度化の可能性 -電圧管理・可視化等の視点から-

2020年 9月 29日

早稲田大学

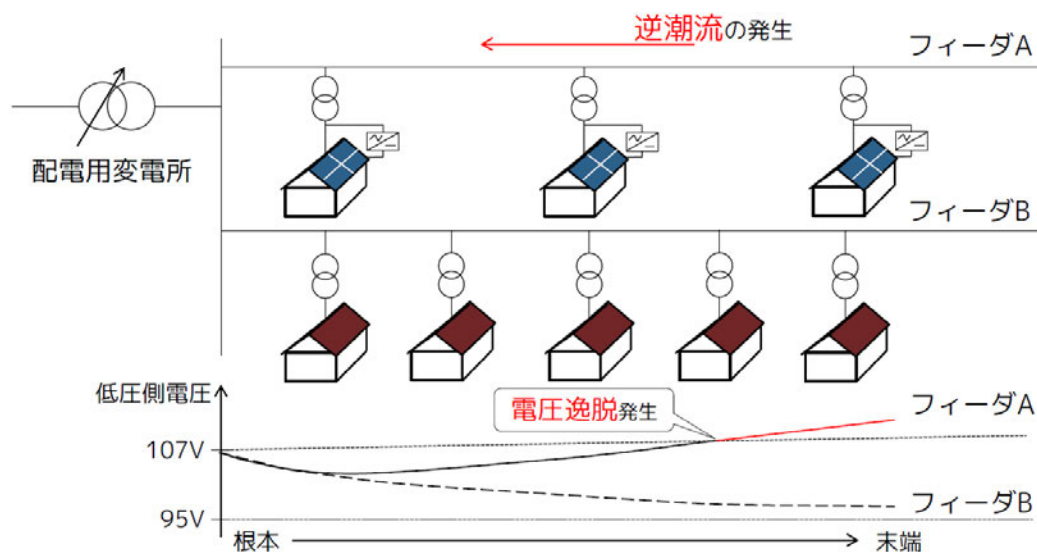
先進グリッド技術研究所

配電系統における潮流・電圧の管理の概要

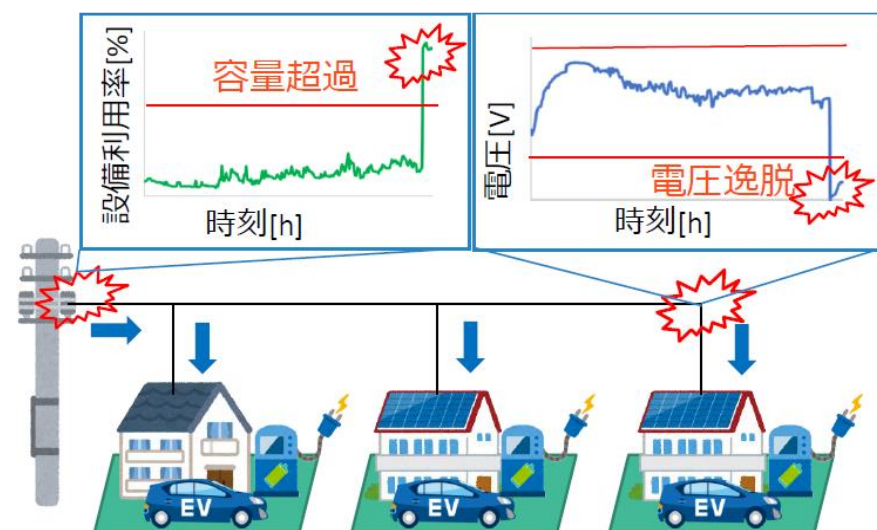


今後の電圧管理の課題と対策

- 太陽光発電や電気自動車の導入拡大に伴い、配電線の電圧を適正範囲に維持することの困難化や設備の容量超過の問題が発生
- その対策は、設備の増容量(変圧器大容量化、配電線太線化)、電圧調整機器(LRT、SVR)の制御の高度化、デマンドリスポンス、太陽光発電のパワーコンディショナの高度化(電圧に応じて有効電力・無効電力の出力の制御等)などが考えられる。
- その効果を定量的に把握し、費用対効果に基づいて対策の優先順位や組み合わせ等を決定するには、シミュレーションによる検証が有効。

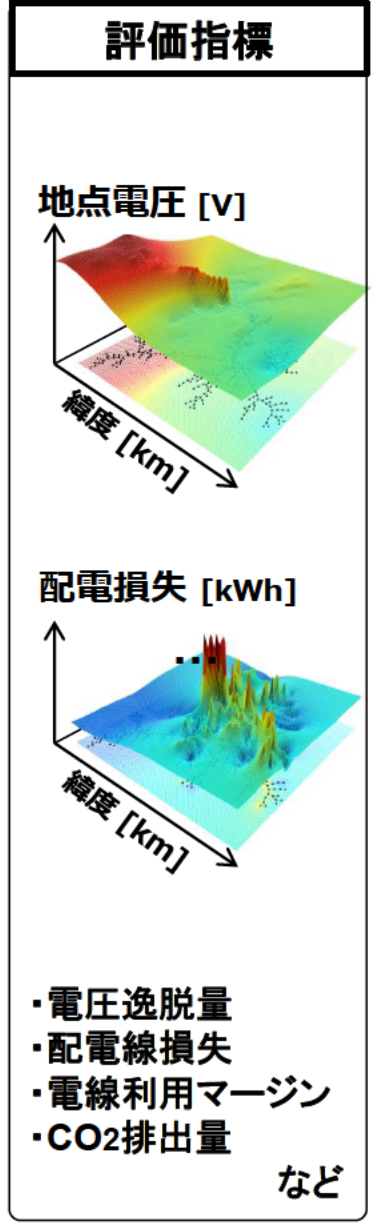
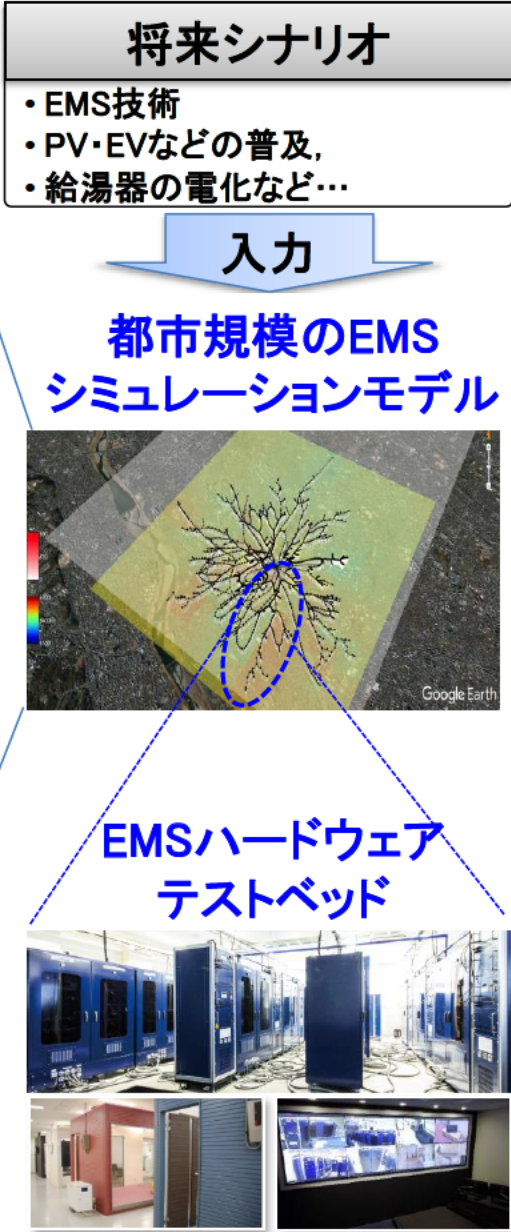
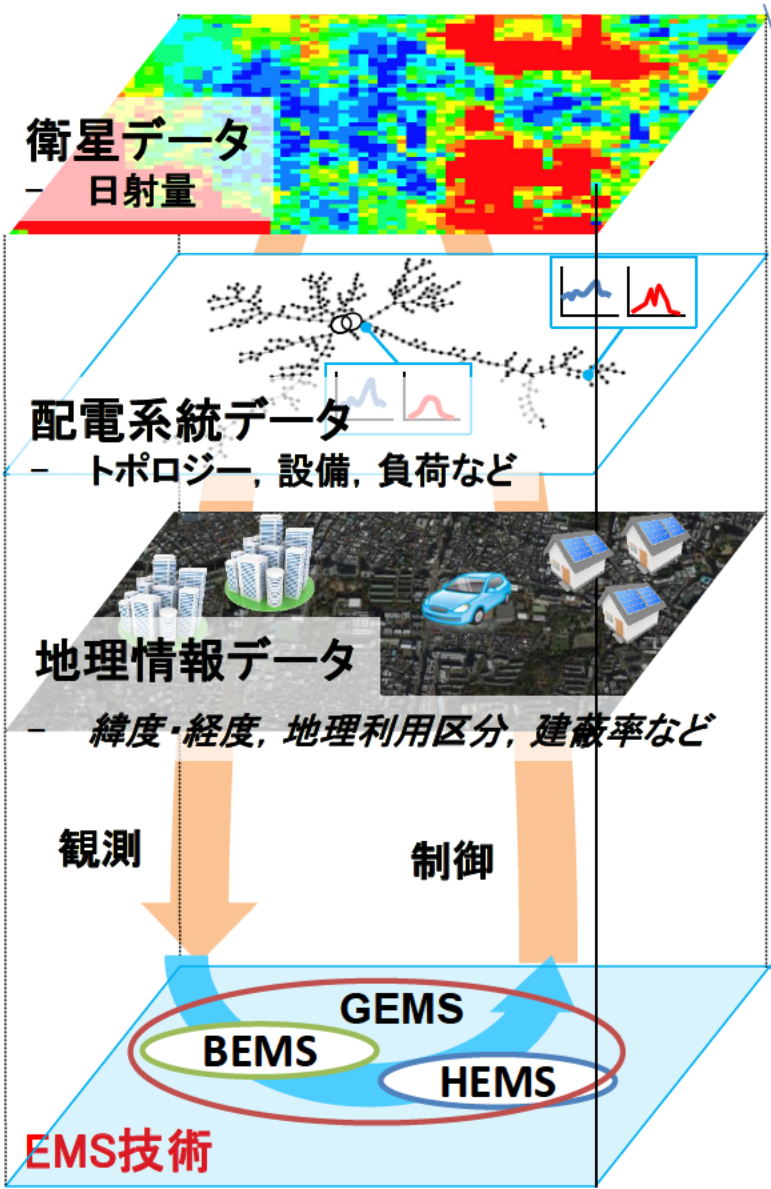


太陽光発電からの逆潮流による
電圧上昇・上限逸脱



電気自動車の一斉充電による
設備の容量超過、電圧降下・下限逸脱

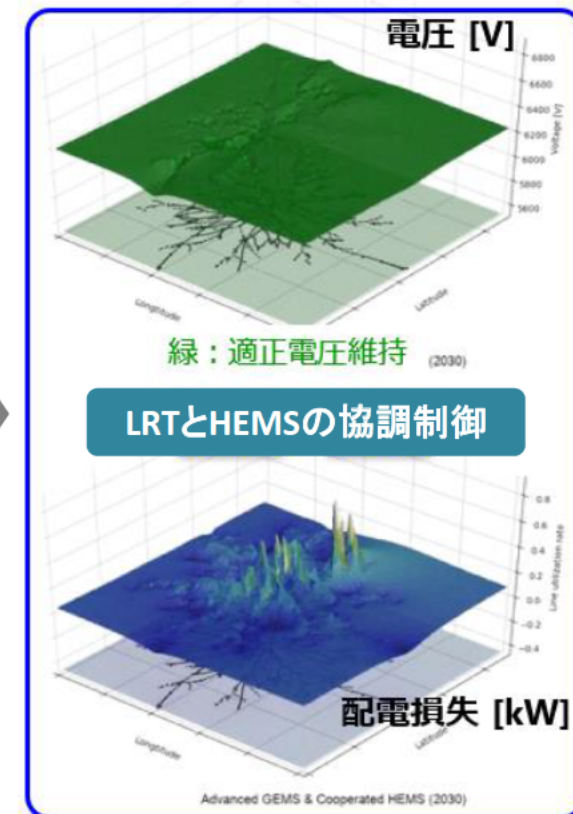
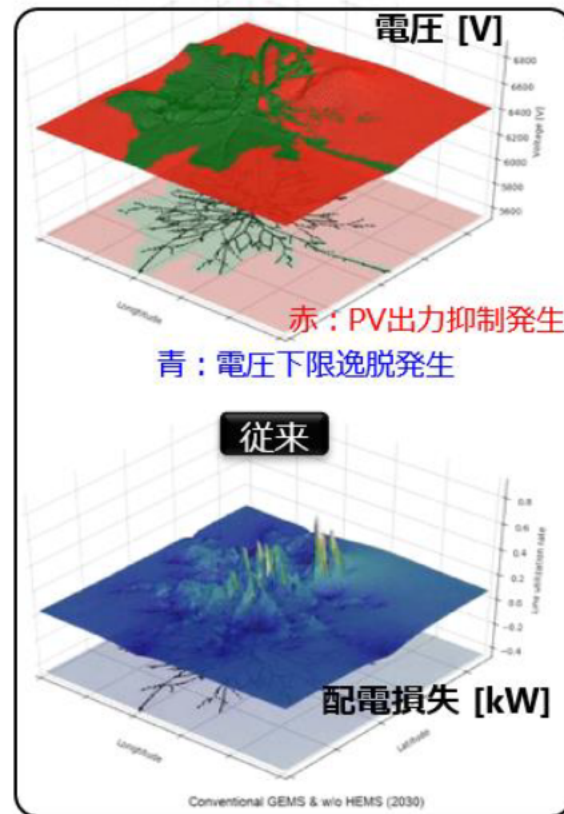
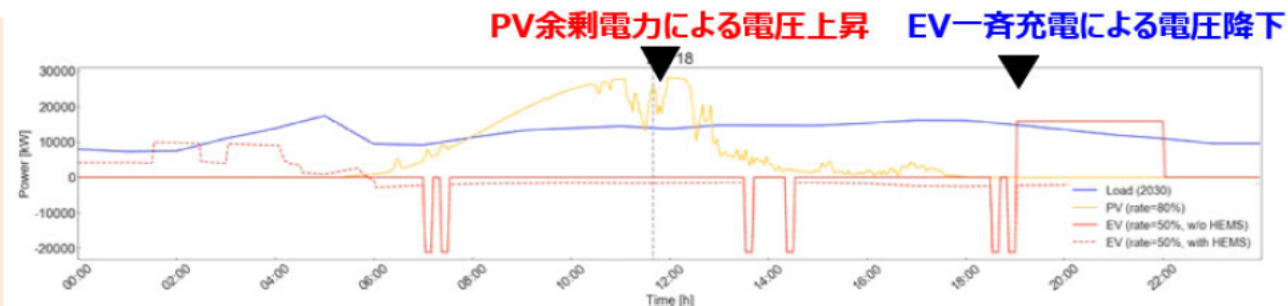
配電システムの面的電力シミュレーション評価



シミュレーション例と必要なデータ

シミュレーションに必要なデータ

- 配電系統：配電線配置・長さ
(緯度・経度)
線種(インピーダンス)
- 負荷：配電線の有効・無効電力
(30分/60分粒度)
土地利用統計、需要家
モデル等から推定
- PV/EVの導入量や分布
シナリオとして設定
- PV発電量
ひまわり8号の地上日射データ
(500mメッシュ/2.5分毎)
- EV充電による負荷
自動車利用統計から必要充
電量を想定
定格一定、HEMSによる制御



住宅 10,546 軒, 18配電線,
PV導入率80%, EV導入率50% (2030年4月18日)

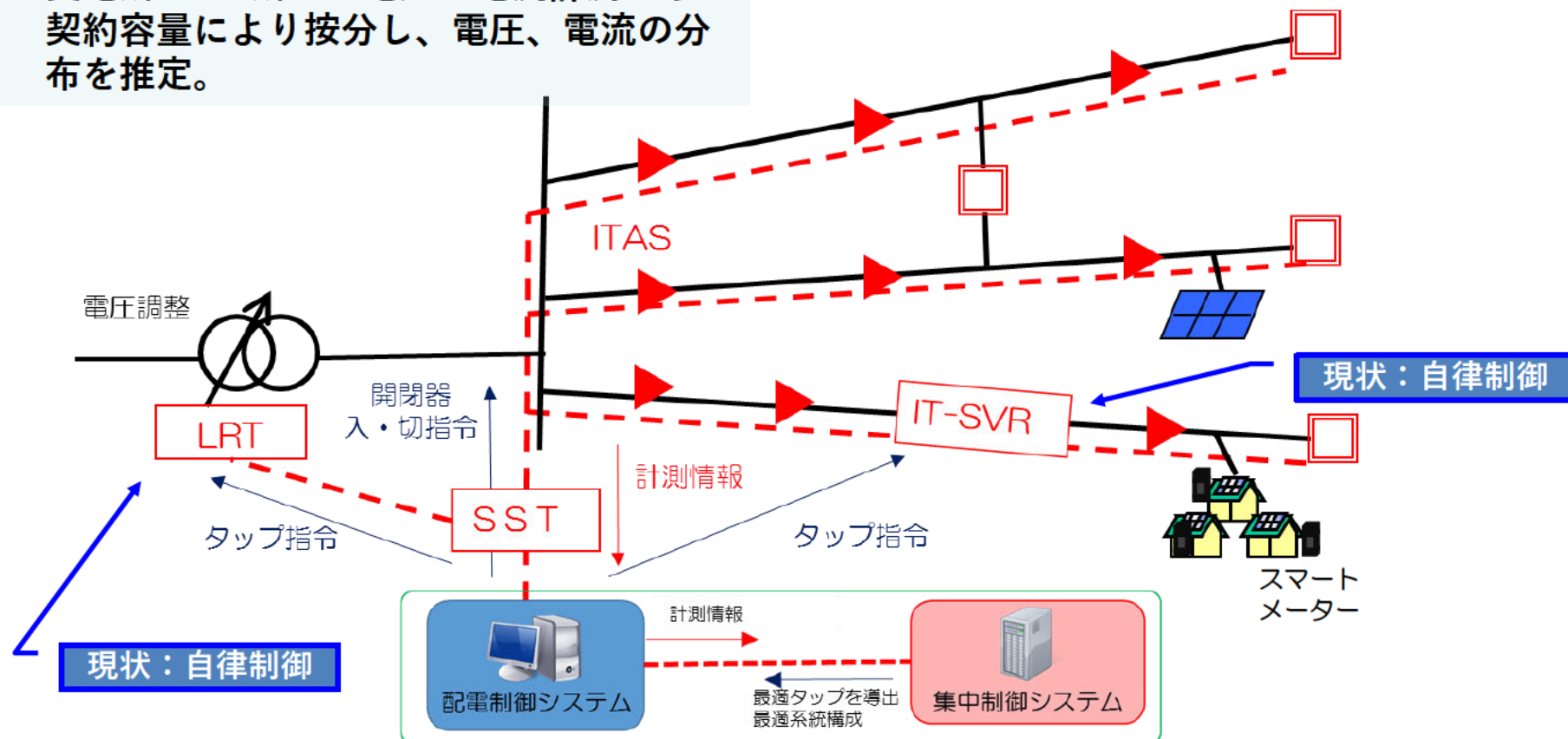
電圧管理高度化の例

現状(As-Is)

- 下記の目的で配電自動化を展開
 - ・時限式事故捜査による事故区間の局限化
 - ・自動開閉器の遠隔制御による現地作業の効率化
- 課題
 - ・変電所の1か所での電圧・電流計測から契約容量により按分し、電圧、電流の分布を推定。

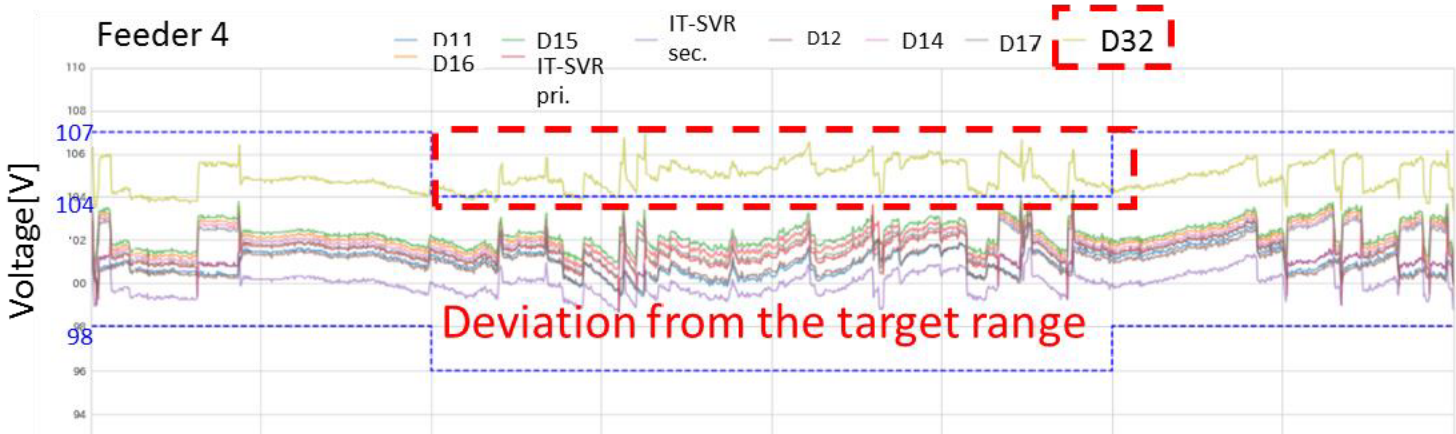
将来(To-Be)

配電線全体に設置したセンサ開閉器やスマートメータ等の計測情報をもとに、制御機器（LRTやSVR）を中央のシステムから遠隔制御し、系統全体の効率運用を図る。
（電圧集中制御，ロスミニ，断線検出など）



集中制御導入による電圧逸脱回避の例

従来のローカル制御



電圧集中制御



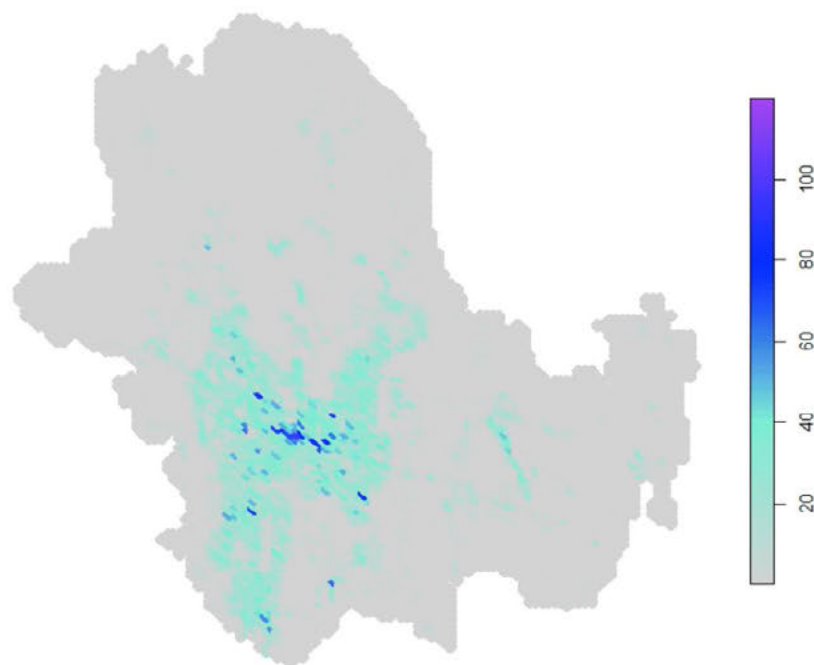
宇都宮市の全世帯(約22.9万世帯)のスマートメーターの実データ分析を実施

- 対象地域：宇都宮市の全世帯（約22万9千世帯）、人口約52万人
- 計測電力量：30分間の電力消費量/売電量
- データの地域メッシュサイズ：250m×250m



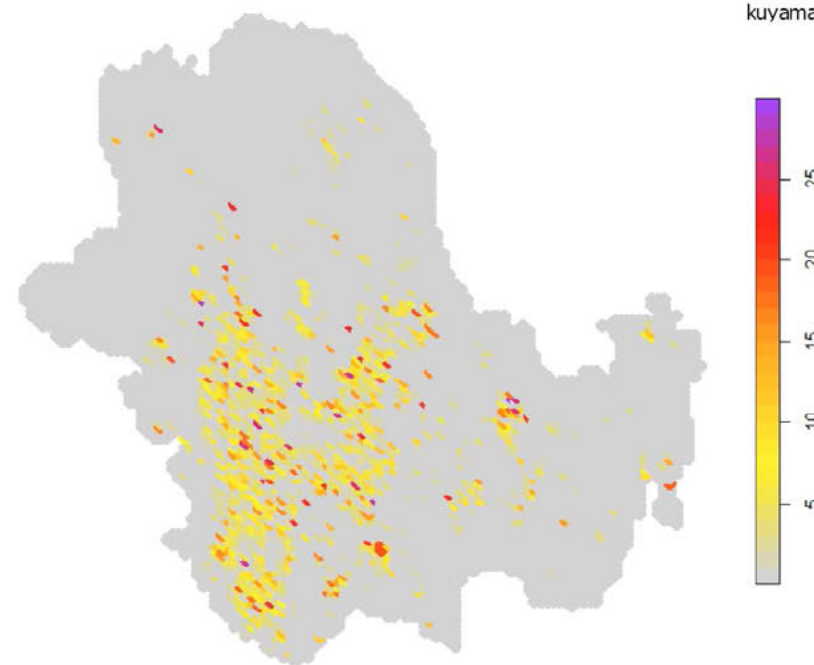
出所：三菱電機WEBサイト
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/me/project/fukuyama/report.html>

Spatial distribution of power consumption
2019-08-01 10:00:00



電力消費量の面的分布の推移例
(2019/08/01)

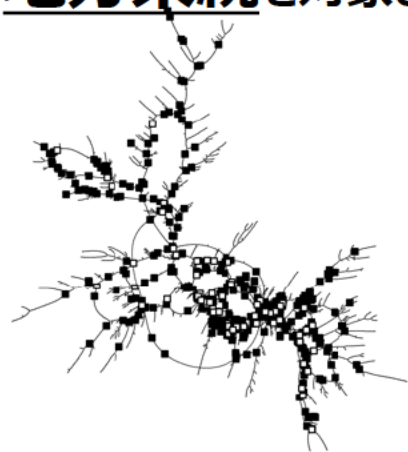
Spatial distribution of electricity sales
2019-08-01 10:00:00



売電（PV逆潮）量の面的分布の推移例
(2019/08/01)

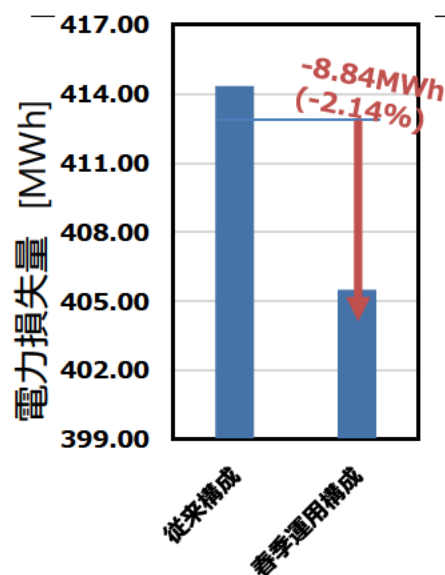
実配電系統における損失削減効果の検証

地方系統を対象とした実証

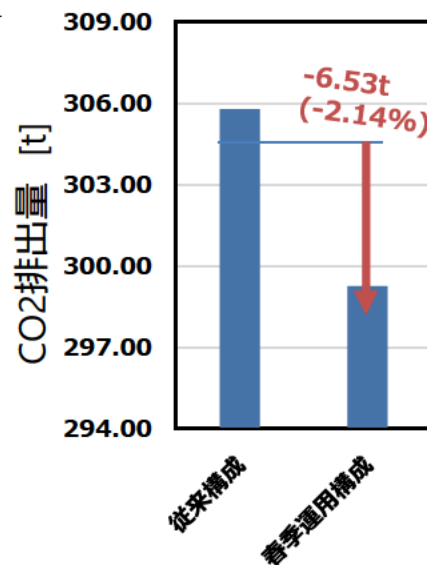


- 3 banks / 15 feeders
- 線路総延長: 194 km
- 150 GWh/year
- 開閉器数: 113個
- 系統構成候補数:
 $2^{113} \div 10^{34}$ 個

電力損失量



二酸化炭素排出量



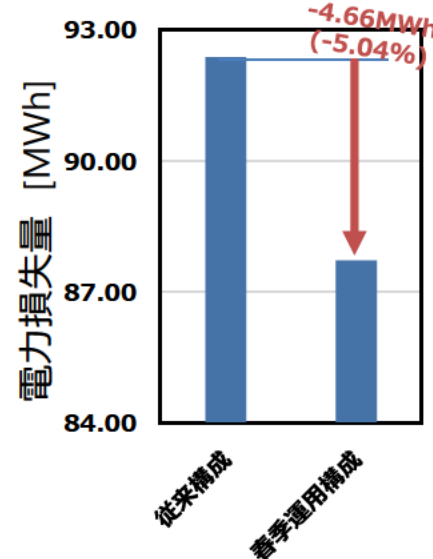
従来構成から春季最適構成への切替開閉器個数: 14個

都市系統を対象とした実証

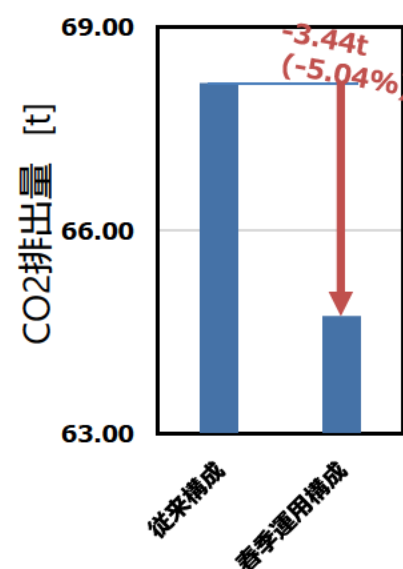


- 3 banks / 16 feeders
- 線路総延長: 66.8 km
- 132 GWh/year
- 開閉器数: 192個
- 系統構成候補数:
 $2^{192} \div 10^{58}$ 個

電力損失量



二酸化炭素排出量

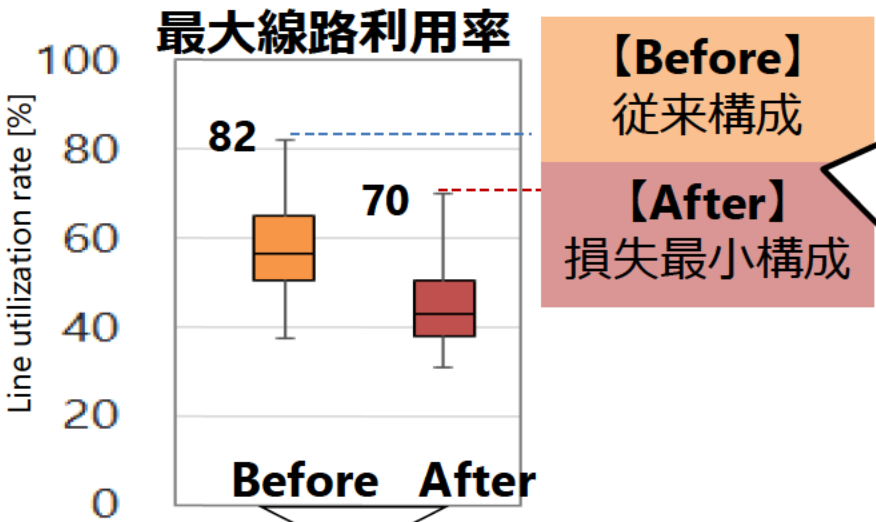


従来構成から春季最適構成への切替開閉器個数: 26個

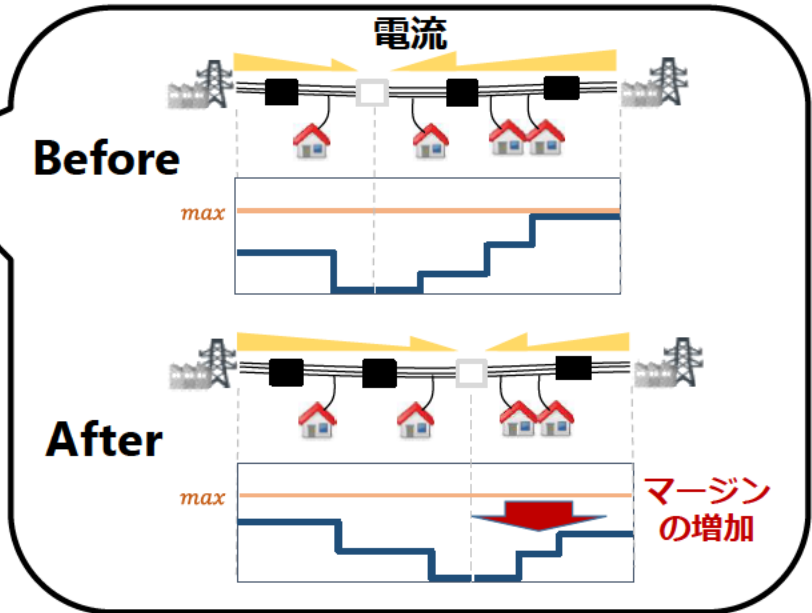
※ スマートメーターの30分値やより粒度の細かい電力データを活用すればさらに損失低減の可能性が期待されるが、開閉器接点の寿命から現行設備では季節ごとの切替が頻度の上限

損失低減に伴う線路利用率の平準化効果

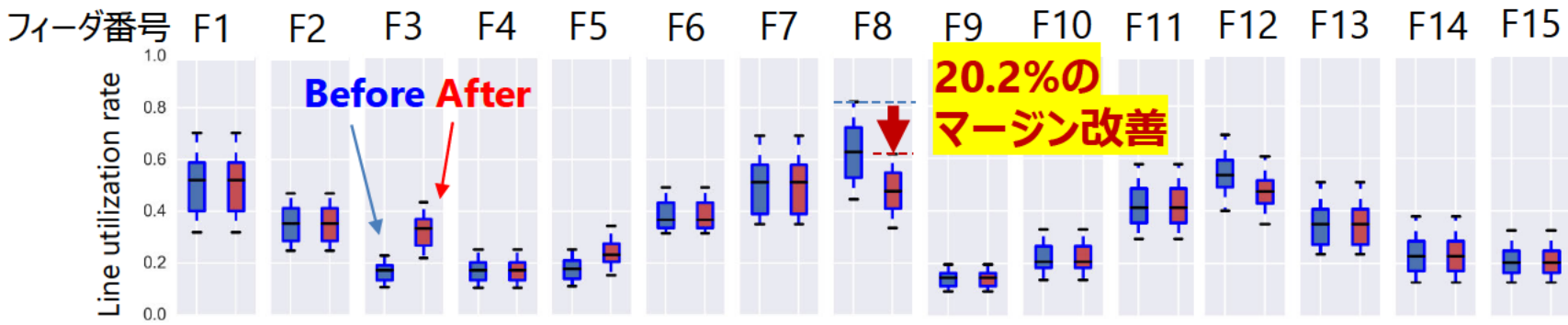
年間の線路利用率(FY2018の例)



線路容量のマージンが12%改善



フィードごとの線路利用率 (Ex. Summer)



スマートメーターデータ活用によるより高度な配電系統運用の可能性

- 現状、配電系統の運用において取得・利用されているデータは、配電用変電所で計測されている配電フィーダー毎の電圧・電流・力率であり、時間粒度は30分(60分の場合もあり)。現在、自動開閉器のIT化が進んでおり、電流・電圧・力率を数～10分粒度で計測する方向にある。
- スマートメーターのデータ活用については、需要家の30分毎の負荷(有効電力)の把握による柱上変圧器の適切な容量選定等への活用に向けてシステムの構築中。
- 一方、配電系統の情報と、負荷や需要家リソースの消費・発電電力量等の情報が与えられれば、配電系統の電気現象を詳細にシミュレーションすることが可能であり、本資料で紹介した通り、配電系統の電圧や電力損失の時空間分布を定量的に把握可能。
- しかしながら、負荷や需要家リソースに関するデータは、当面配電フィーダー全体やその区間毎の計測値しかなく、専ら推定や限られた実証データに基づく想定に依存している。
- 各需要家に設置されているスマートメーターは、電流と電圧を細かく計測し、演算によって有効電力・無効電力が算出可能になっているが、Aルートを通じてMDMSに送られているのは有効電力の30分間積算値だけ。
- 今後、太陽光発電(PV)、電気自動車(EV)の導入拡大を踏まえ、電気の流れの双方向化や変動の拡大が想定され、電圧の適切な管理や、設備の利用尤度確保が困難になっていく。そこで、スマートメーターから有効電力に加え、電圧、無効電力が提供されれば、精度の高いシミュレーション評価が可能となり、配電系統運用の高度化が図られる。その効果は、配電系統における電圧管理の適正化・設備尤度確保によるPVやEVの接続可能量の増加である。
- PV出力の変動や電圧調整機器の動作は分オーダー、EVの急速充電が15分程度などから、データ粒度は30分→15分→5分のレンジでは細かいほど効果は大きいと思料。
- 留意点として、配電系統運用の計画や効果の検証への適用では、データが即時に提供される必要はない。