

レベニューキャップ制度での配電ネットワークの強化と IT化による太陽光発電の導入拡大

関西電力送配電株式会社
配電部・情報技術部 担当
松浦 康雄

1. 太陽光発電の導入拡大による影響
2. 新たな託送料金制度の概要
3. 次世代投資の取り組み

太陽光発電は

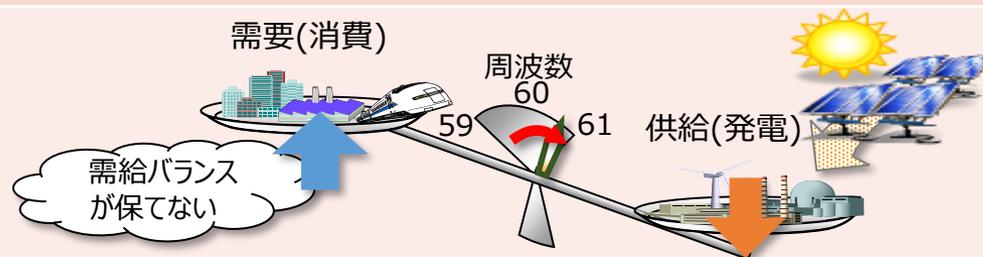
電力系統への影響

発電量が
天候任せ
なので

周波数が変動する

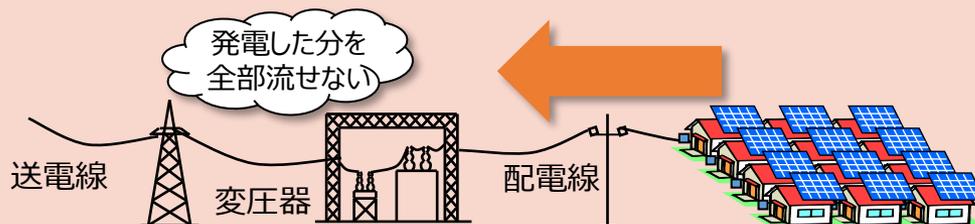


予想が外れる
(発電量が余る)



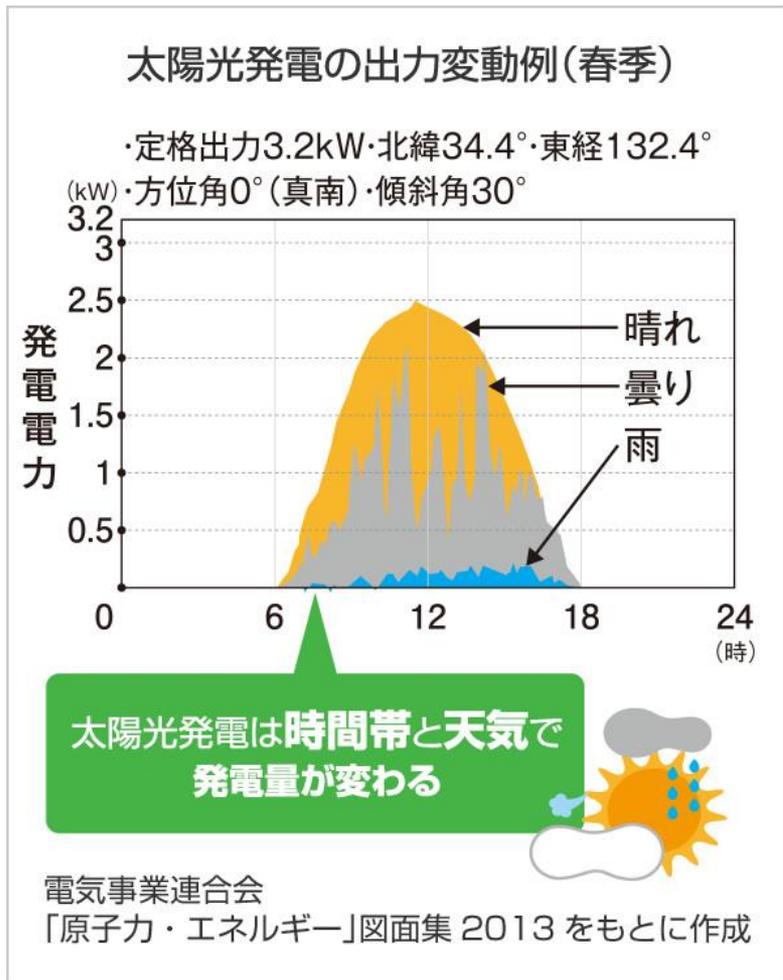
一定エリアに
集中すると

設備容量が不足する



配電系統の電圧が上昇する



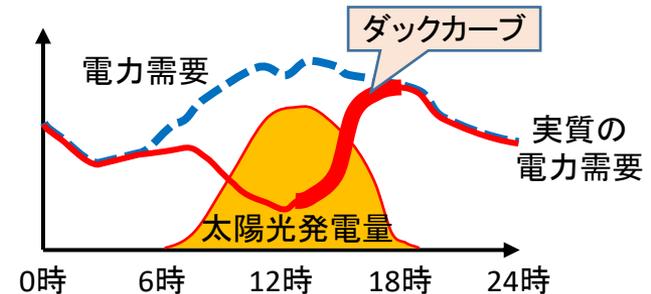


✓ 間欠性

- ・日射によって発電出力が急速に変化する
 → 周波数や電圧の維持、系統安定性への影響

✓ 時限性

- ・日中のみ発電する
 → 周波数維持や需給バランス、系統安定性への影響
 → いわゆる“ダックカーブ”問題、海外では顕在化



✓ 偏在性

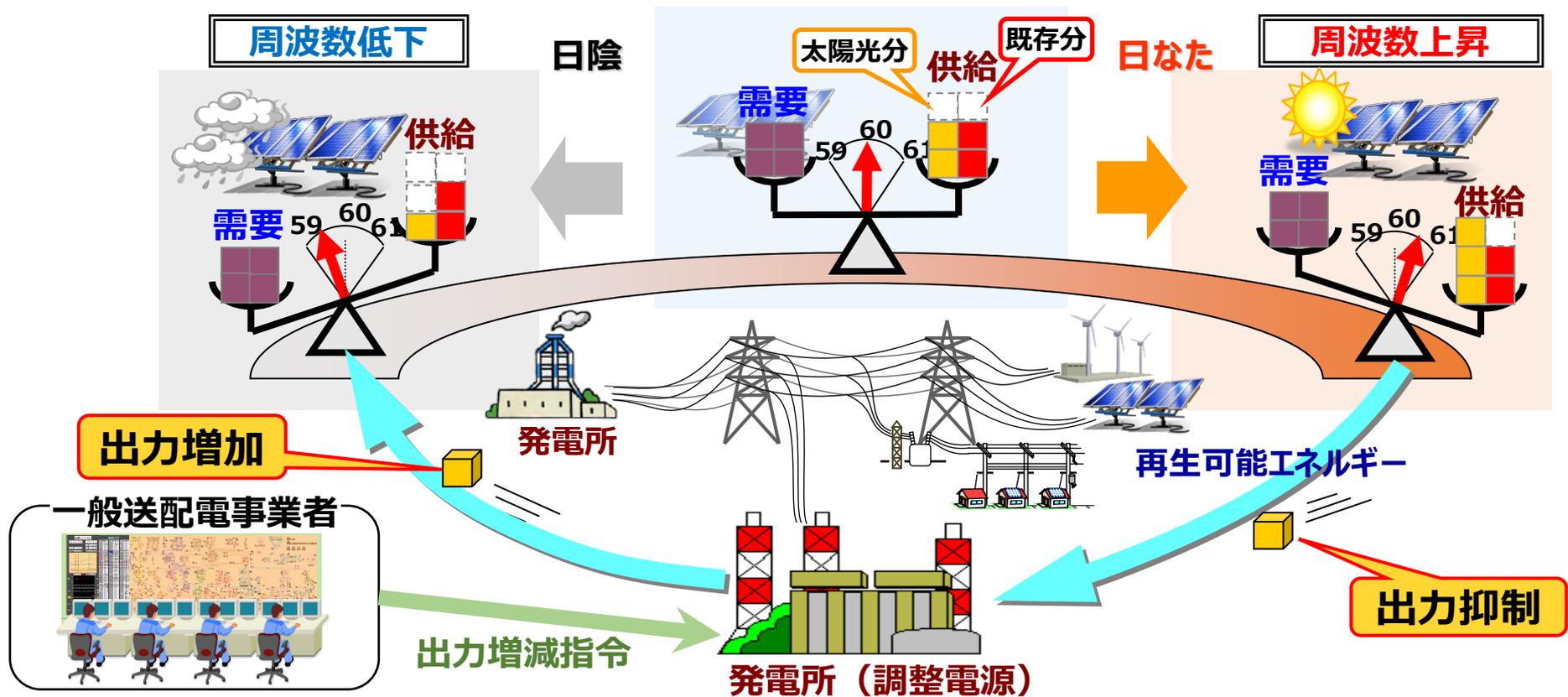
- ・自然由来エネルギー適地に集中する
 → 特定の系統にのみ生じる系統混雑の課題



基幹系統と配電系統（負荷系統）では
課題の様相が異なる

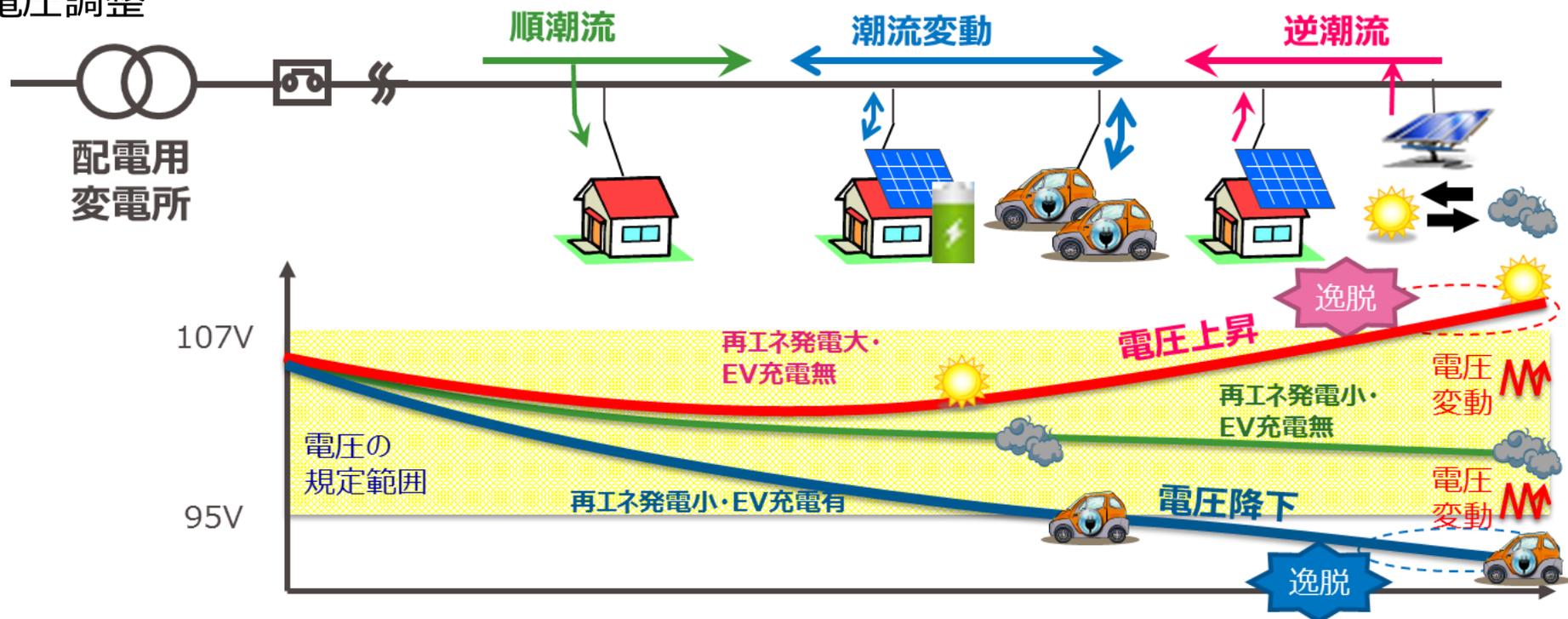
《関西電力HPより抜粋》

https://www.kepco.co.jp/sp/energy_supply/energy/newenergy/about/task.html



- ✓ 出力変動の激しい再エネの導入拡大により、需給バランスが急峻に変動する
- ✓ 一般送配電事業者が調整電源を用いて、需要／供給のバランス調整を実施
- ➔ 発電余剰時：出力抑制が現時点の現実解
- ➔ 発電不足時：安定供給のために代替電源が必要（代替電源の確保と調整費用の負担）

電圧調整



太陽光発電の連系箇所やその規模、日射の状況によって電圧が大きく変動する

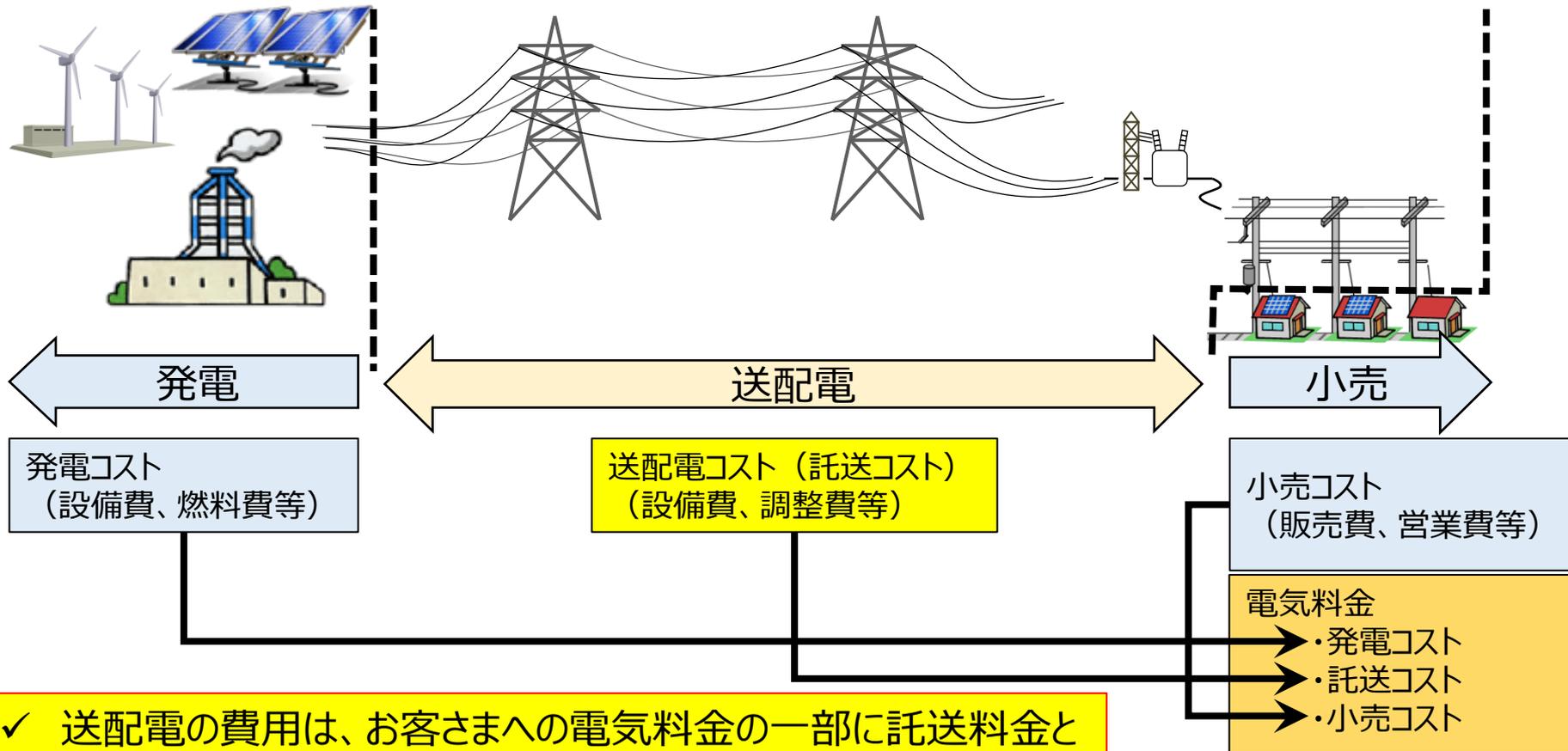
設備形成



1. 太陽光発電の導入拡大による影響
2. 新たな託送料金制度の概要
3. 次世代投資の取り組み

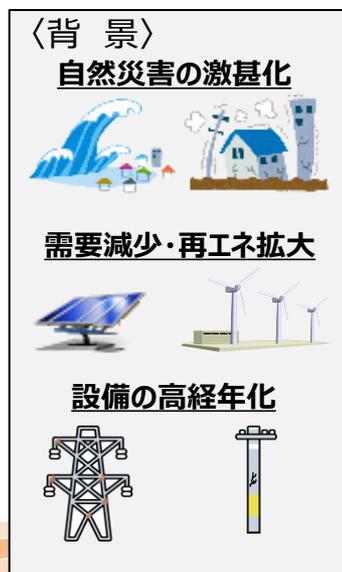
電気料金の構成

- 電気料金は、発電事業者の発電料、送配電事業者の託送料金、及び小売事業者の小売コスト等から構成
- これらを含めて小売事業者が料金を設定し、お客さまから收受
- 託送料金は、送配電分野の利用料金として送配電事業者が設定（経済産業大臣の認可）



- ✓ 送配電の費用は、お客さまへの電気料金の一部に託送料金として包含される
- ✓ 今回変更されるのは、この託送料金の算定方法

- 2020年6月：改正電気事業法成立
2023年4月：新制度導入
- 一般送配電事業者は、7つの項目の成果行動目標を含む5年間の事業計画を策定
 - 「安定供給」
 - 「再エネ導入拡大」
 - 「サービスレベルの向上」
 - 系統運用等の広域化
 - 「デジタル化」
 - 「安全性・環境性への配慮」
 - 「次世代化」
- 事業者の申請額（収入見通し（＝見積費用））に対して、事業者間の横比較による査定と、生産性向上見込み率（効率化係数）等を用いた査定を実施し、必要な投資の確保とコスト効率化を両立させる制度

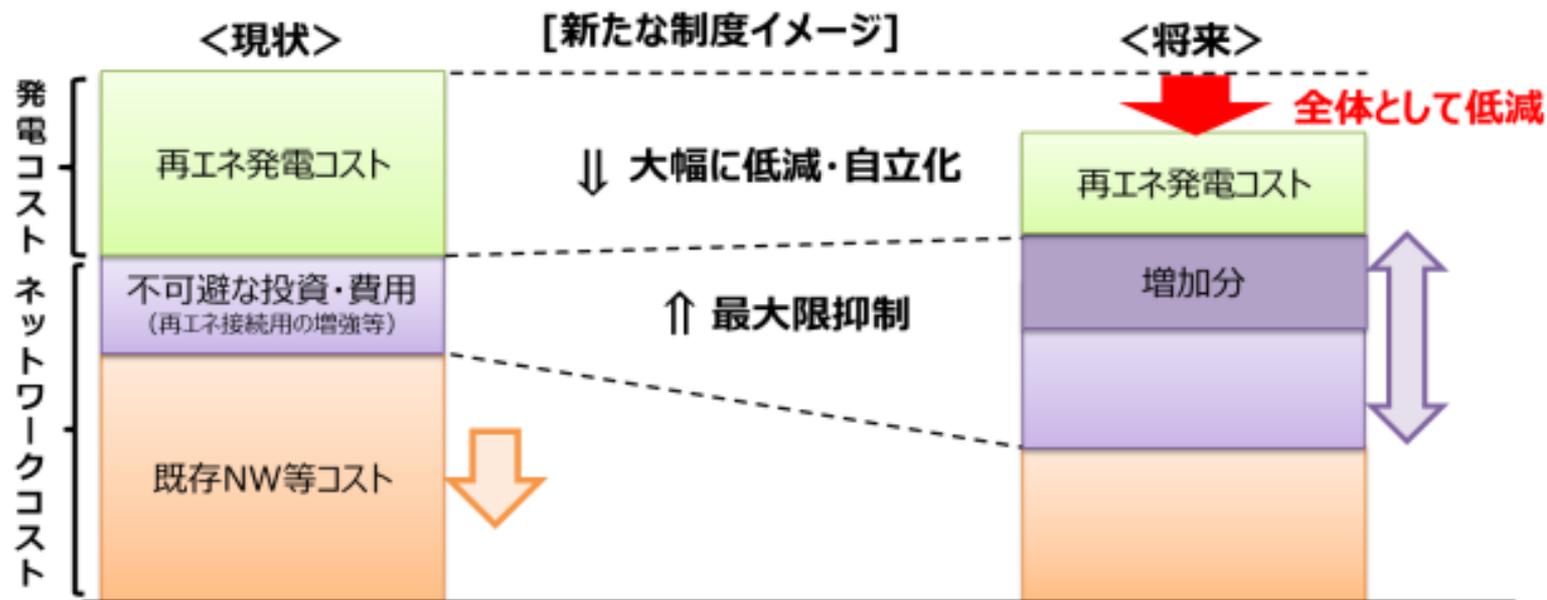


(参考) 託送料金制度見直しの方向性

(出所) 第30回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会(令和元年8月26日) 資料

託送料金制度改革、レジリエンス・災害対応強化

- 再生可能エネルギーの主力電源化やレジリエンス強化等に対応するため、欧州型のインセンティブ規制のような「必要なネットワーク投資の確保」と「国民負担抑制」を両立する託送制度改革を目指す。
- その際、レジリエンスの観点から特に災害復旧の費用回収については、災害復旧を更に迅速・確実にするための措置を検討。



費用項目	説明
OPEX	<ul style="list-style-type: none">「<u>O</u>perating <u>E</u>xpense」の略人件費、委託費、一般経費などの事業経費
CAPEX	<ul style="list-style-type: none">「<u>C</u>apital <u>E</u>xpenditure」の略新設設備の減価償却費、取替修繕費などの設備関連費
次世代投資	次世代投資計画の取組み実施に必要な費用
制御不能費用	各種税金を含む法令対応費用、既設設備の減価償却費などの事業者の裁量によらず発生する費用
事後検証費用	調整力調達費用、事業者間精算費用などの事後的に確認、検証、調整が行われる費用
事業報酬	資本調達コスト
その他費用	

将来の再エネ導入拡大やレジリエンス強化等の課題解決に向けた投資枠

- 将来の再エネ導入拡大やレジリエンス強化等の課題解決を図るため、ステークホルダーのみなさまのニーズも踏まえ、具体的な目標・取組みを7分野毎に設定
- 事業計画の確実な実施を通じて、安全・安定供給の確保、電力ネットワークの次世代化、お客さまサービス・業務品質の向上、最大限のコスト効率化に取り組む

ステークホルダーのみなさまのニーズ

反映

目標計画＝価値提供に向けた当社取組み

＜指針に定められた7分野毎に設定＞

- A) 安定供給
- B) 再エネの導入拡大
- C) サービスレベルの向上
- D) 系統運用等の広域化
- E) デジタル化
- F) 安全性・環境性への配慮
- G) 次世代化

確実な実施

目標計画の取組みに必要な各計画

- 費用計画
- 投資計画（拡充・保全・次世代）
- 効率化計画

【第1 規制期間に実現を目指すこと】

▶ 安全・安定供給の確保

- 停電量の維持、設備拡充・保全計画の完遂、無電柱化推進

▶ 電力ネットワークの次世代化

- カーボンニュートラルの実現、再エネ導入拡大への対応
 - ・ プッシュ型の系統増強、次世代スマートメーター導入、発電予測精度向上等による系統運用の高度化 等

○ レジリエンス強化

- ・ 災害に強い設備構築、災害復旧の迅速化、災害発生時における情報発信の充実、万全なサイバーセキュリティ対策 等

▶ お客さまサービス・業務品質の向上

- 申込対応等の円滑化、託送業務の利便性向上、労働災害防止、でんき予報や停電情報の発信強化

▶ 最大限のコスト効率化

- デジタル技術の活用等による業務効率化

当社の次世代投資計画の全体像

カーボンニュートラル社会の実現やレジリエンス強化等の電力ネットワークの次世代化、デジタル技術活用等による効率化・サービス向上を実現するための取組み

カーボンニュートラルの実現

カーボンニュートラルの実現に向けた制度改革に対応したシステムの改修・構築
再給電方式
広域需給調整 等

再エネの最大化に向けた設備・運用の高度化
DERフレキシビリティ
再エネ出力予測 等

再エネ主力電源化を見据えた技術開発・研究
系統蓄電池、直流送電 等

レジリエンス強化

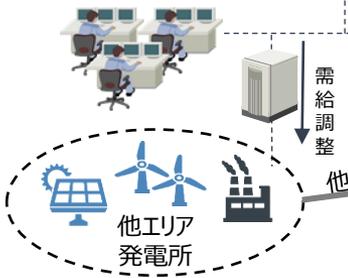
設備リスク・投資価値評価に基づく最適な改修計画策定
アセットマネジメントの高度化

地域社会・お客さまへの情報の迅速・確実な提供
電力データ活用
停電情報の発信強化

南海トラフ地震等の大規模災害への対応
設備の強靭化、停電復旧の迅速化

サイバーセキュリティ強化

テレビ、ラジオ、インターネット、SNS等



設備の運用容量の拡大

基幹・ローカル系統

再エネの迅速・円滑な系統連系・設備増強の推進
ローカル系統のプッシュ型増強 等

お客さまサービス向上・都市機能高度化
スマートポールに関する研究



当社事業運営におけるゼロカーボン化
電動車(EV等)の導入拡大
温室効果ガス低減機器導入拡大

デジタル技術の活用

分散型グリッドの活用検討・技術開発



再エネの最大化に向けた設備・運用の高度化
配電網高度化

デジタル技術の活用等による業務効率化
ドローン、AI、スマートデバイス等の活用

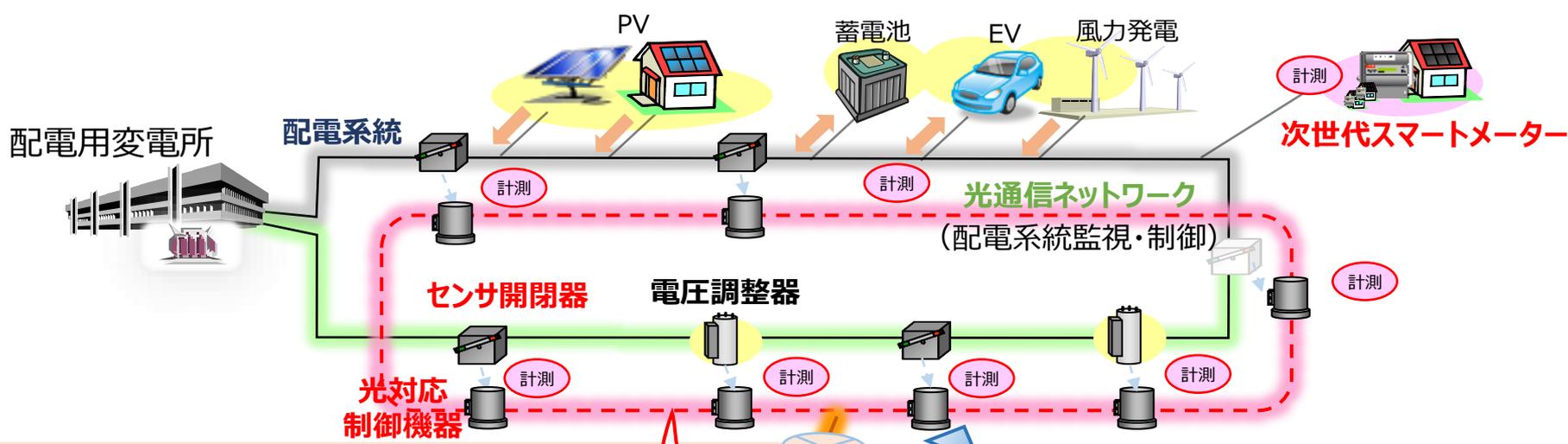
カーボンニュートラル社会の実現やレジリエンス強化等の電力ネットワークの次世代化、デジタル技術活用等による効率化・サービス向上を実現するための取組み

カーボン ニュートラル の実現	再エネの迅速・円滑な系統連系・設備増強の推進
	再エネの最大化に向けた設備・運用の高度化
	カーボンニュートラルの実現に向けた制度改革に対応したシステムの改修・構築
	当社事業運営におけるゼロカーボン化
	再エネ主力電源化を見据えた技術開発・研究
レジリエンス 強化	災害発生時の停電範囲の極小化、より迅速な停電復旧に向けた技術開発・設備導入
	地域社会・お客さまへの迅速・確実な情報発信
	サイバー攻撃へのセキュリティ強化
デジタル技術の 活用	デジタル技術の活用等による業務効率化
	お客さまサービスの向上・都市機能高度化

1. 太陽光発電の導入拡大による影響
2. 新たな託送料金制度の概要
3. 次世代投資の取り組み
 - 再エネ拡大とレジリエンス向上に向けた取り組み
 - 次世代スマートメーターに関する取組み
 - 直流適用に関する取組み
 - 新しい事業制度に関する取組み
 - ローカルフレキシビリティに関する取組み

“次世代機器の導入”、“通信の高速・大容量化”、“監視・制御システムの機能拡充”により

- ① **再エネ連系可能量拡大に貢献**：配電網の監視と制御を高度化
- ② **レジリエンスの向上**：次世代機器を活用した停電対応を高度化



①再エネ連系可能量拡大

- センサ開閉器とスマートメーターの計測値をリアルタイムに取得し、配電系統の潮流・電圧監視や電圧制御を高度化
- 適正電圧を維持し、再エネ連系可能量拡大を目指す



②レジリエンス向上

- センサ開閉器とスマートメーターで計測した計測値や電力波形等を分析
- 分析結果を用いて、停電の未然防止、停電復旧時間の短縮により停電件数の減少や停電時間の短縮を目指す



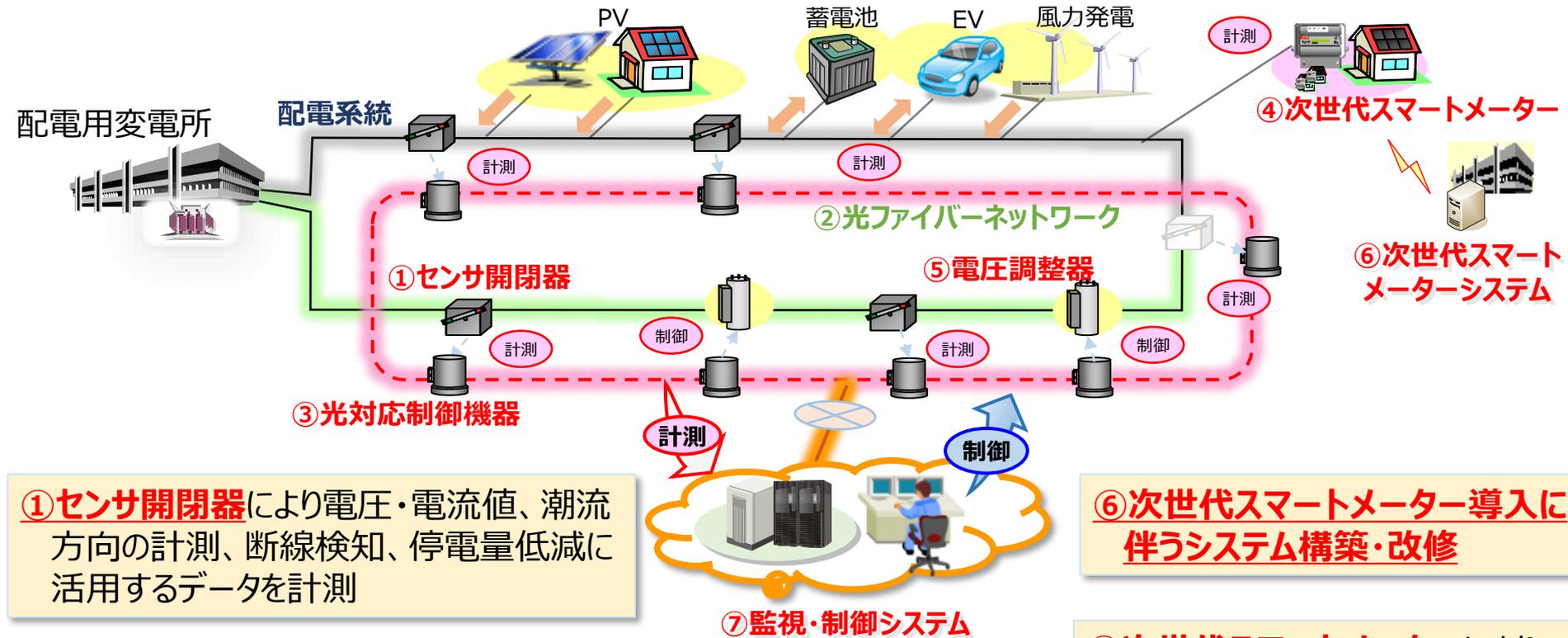
電圧制御の高度化

停電の未然防止

- ✓ 停電に至らない微小な異常を事前感知し改修

停電時間の短縮

- ✓ 波形から停電の原因を推定
- ✓ 故障地点までの距離を推定



① センサ開閉器により電圧・電流値、潮流方向の計測、断線検知、停電量低減に活用するデータを計測

きめ細かな監視・制御の実現のため**通信ネットワークを光化し、通信を高速化・大容量化**

② 光ファイバーネットワークの活用

③ 光対応制御機器の導入

⑦ 監視・制御システムの機能拡充

⑥ 次世代スマートメーター導入に伴うシステム構築・改修

④ 次世代スマートメーターにより、末端電圧情報等を補完し、スマートメーター検討会で整理された様々な便益を実現

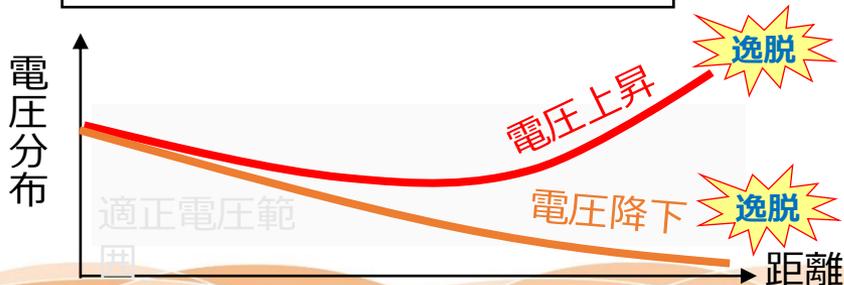
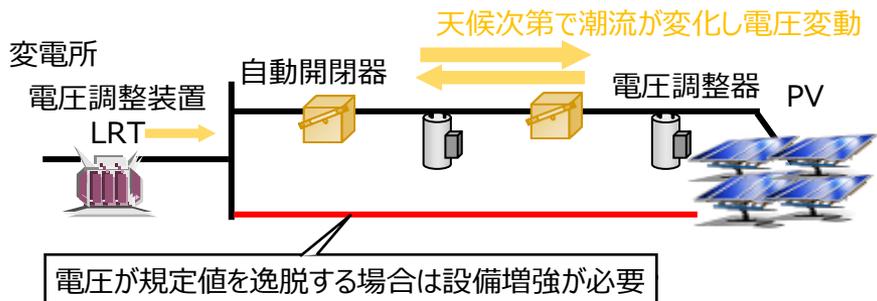
⑤ 電圧調整器の設置

① 再エネ連系可能量拡大に向けた取組み

- **再エネ連系拡大に伴う熱容量超過と電圧問題への対応**
- 天候等により刻々と変化する**配電網の潮流や電圧をリアルタイムに計測・取得し把握**する
- 取得データを基にきめ細かく**電圧調整し、再エネ連系量拡大**に対して**適正電圧を維持**する

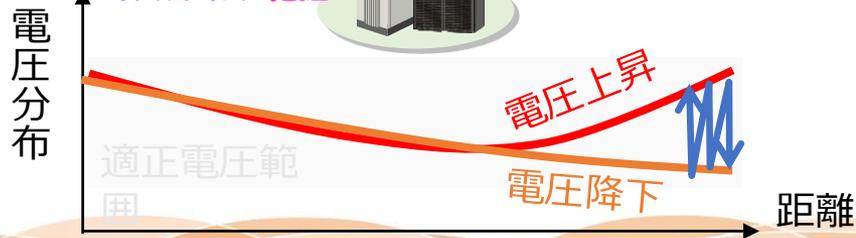
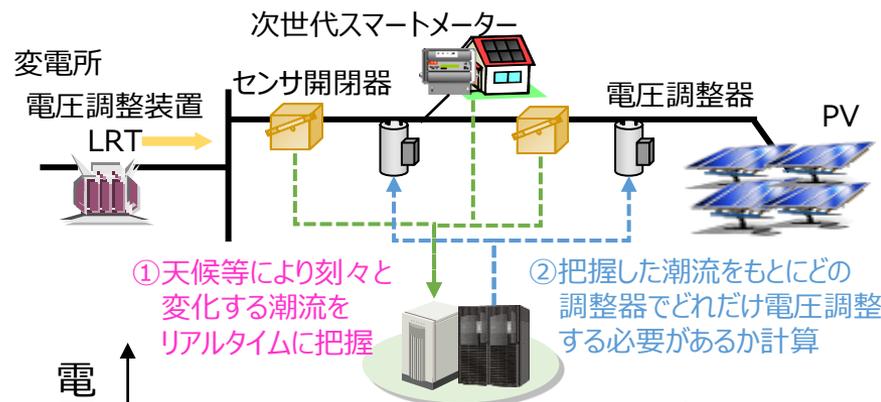
現在の電圧制御

- ✓ 変電所から末端までの一方通行の潮流を前提に電圧降下による逸脱を回避
- ✓ 電圧調整器は固定の整定値により自律的に制御
- ✓ 再エネ連系が増加すると、適正電圧を維持するために配電線を新設する等の設備増強が必要



次世代機器導入後の電圧制御

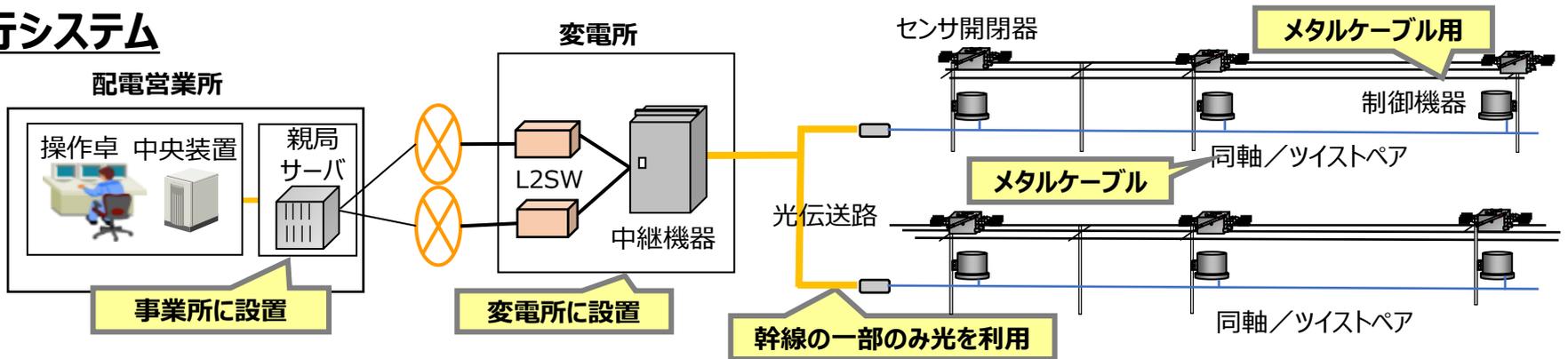
- ✓ 再エネの連系量が拡大する中でも、センサ開閉器、次世代スマートメーターの計測情報をリアルタイムに伝送することで、配電網全体の潮流をきめ細かく把握
- ✓ 監視・制御システムで電圧制御必要箇所や必要量を算出しきめ細かく制御することで適正電圧を維持



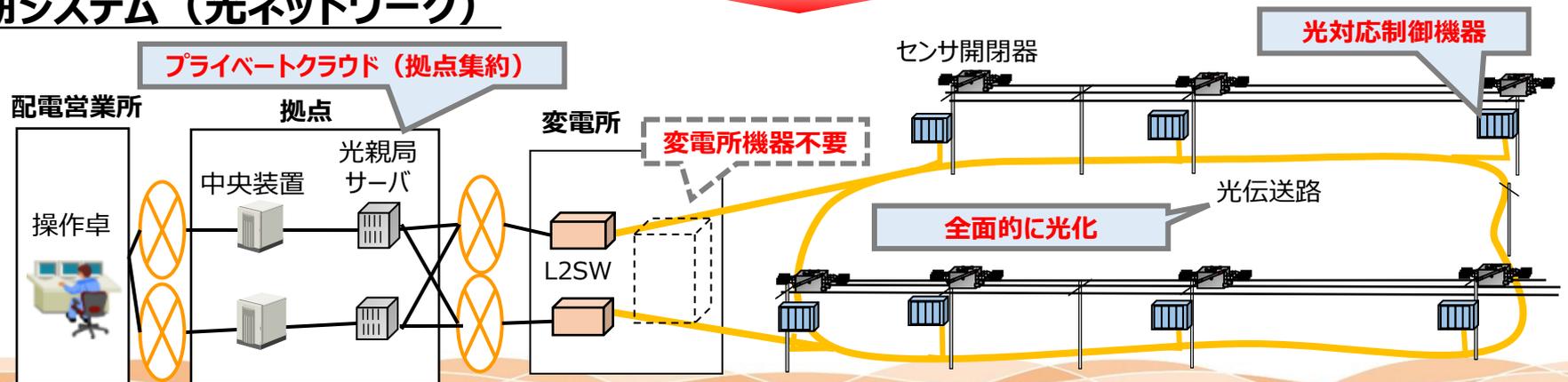
① 再エネ拡大：システムのbefore/after

- **伝送路を全面的に光に切替え**、開閉器を制御する機器を**光対応の制御機器**に取替える
- 通信ネットワークはシンプルに統合し、**各変電所に設置していた中継機器は不要に**
- レジリエンス向上とセキュリティ確保を視野に、これまで**各所設置のサーバーをプライベートクラウドに**

現行システム

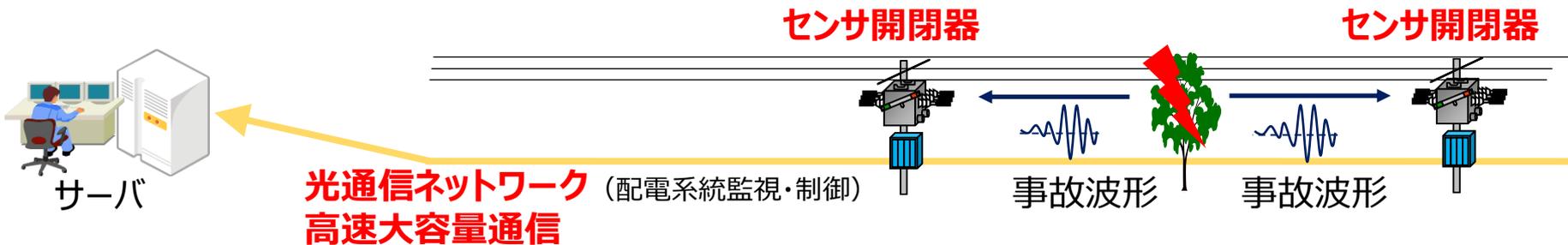


次期システム（光ネットワーク）



② レジリエンス向上に向けた取組み

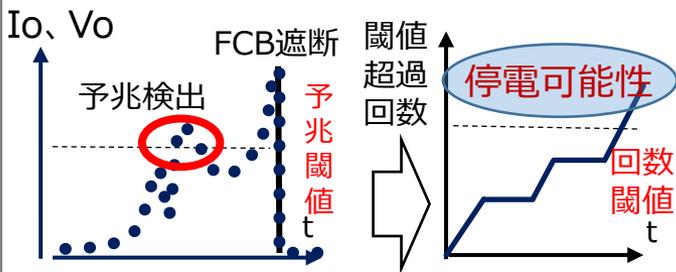
- 導入する次世代機器を活用し、**停電事故対応の高度化によるレジリエンス向上を実現**
 - 断線検知：センサ開閉器と次世代スマートメーターの計測値から判定
 - 停電の未然防止、停電時間の短縮：センサ開閉器の波形データ解析から諸機能を実現



停電の未然防止

停電の予兆を検出

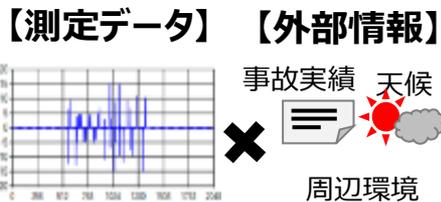
- ✓ 停電に至らない微小な異常を検出
- ✓ 事前改修により停電を未然防止



停電時間の短縮

停電原因を推定

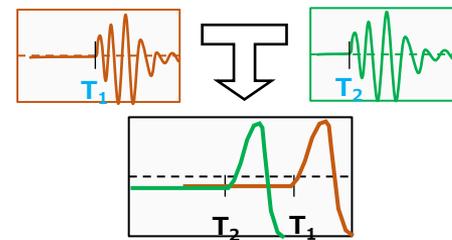
- ✓ 波形から停電原因を推定
- ✓ 原因を推定し、早期発見



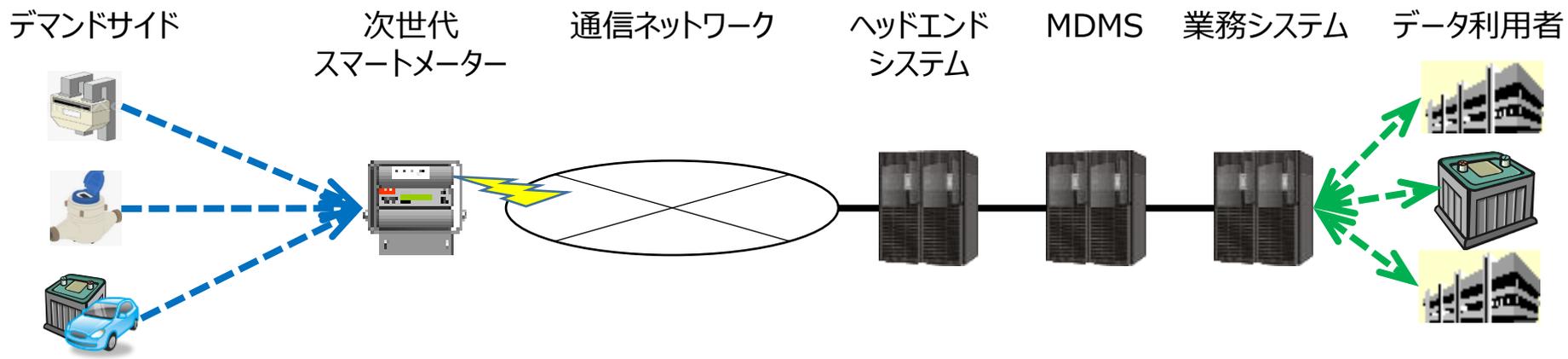
【原因】
蛇、樹木、鳥、設備故障、etc.

故障地点を推定

- ✓ 故障電流の到達時間から、故障地点を特定
- ✓ 原因箇所を早期発見



- 資源エネルギー庁「次世代スマートメーター制度検討会」にて定められた次世代スマートメーターを導入
- 検討会で議論された便益を実現



ブルーートの機能強化	計量間隔の短縮		社外連携
IoTルートの実装	計量項目強化	通信NW機能向上	他システム連携
共同検針の実現	電圧計測機能		

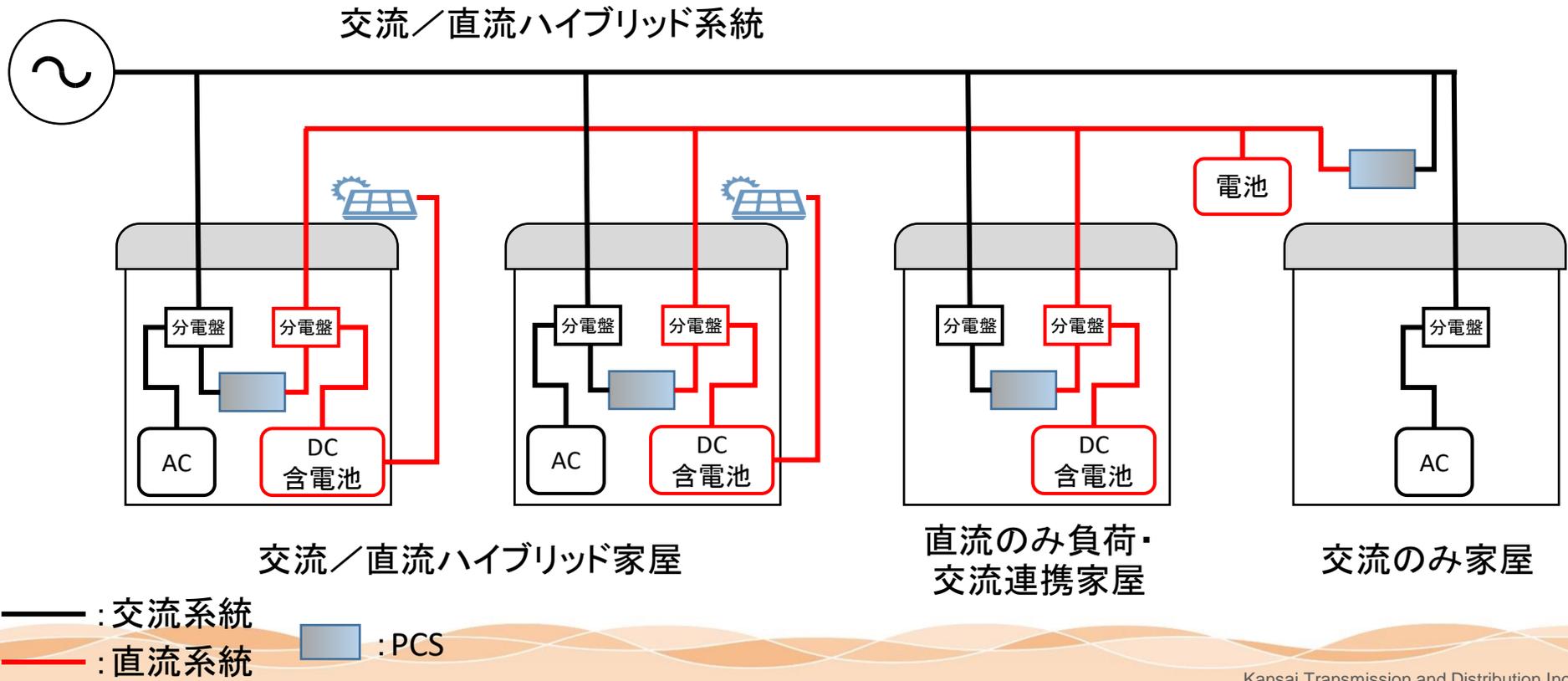
期待される利活用シーン

デマンドサイドにおけるエネルギーの最適利用	計測粒度細分化による精度の高い系統監視・制御	計量データの利活用による関連市場の活性化
-----------------------	------------------------	----------------------

スマートメーター制度検討会で示された次世代スマートメーターの便益の一部

項目	便益
【電圧制御の高度化による再エネ連系可能量拡大】 系統容量比20%程度の再エネ連系可能量を30～40%に拡大	火力焚き減らしによる - CO ₂ 排出量削減 - 燃料費削減
【電圧制御の高度化による省エネ】 配電系統電圧の適正化による省エネ（0.29～0.48%）	
【送電ロス低減による省エネ】 5分値データ分析・系統運用最適化により送電ロス低減（0.5～1.0%）	
【再エネ連系までの所要期間（発電機会損失）短縮】 設備増強の回避により早期再エネ連系を実現	
【停電事故対応の高度化による停電時間短縮】 事故原因推定、故障地点推定により、停電時間を短縮	1 需要家あたり停電時間1.7分短縮
【計画停電回避】 遠隔アンペア制御機能による計画停電回避	停電量低減
【原因箇所の早期特定等、業務省力化】	停電復旧省力化
【需要家利便性向上】 需要家機器使用量の見える化等による省エネ・再エネ導入促進	火力焚き減らしによるCO ₂ 削減等

- 拡大する再エネ電源との親和性が高い直流の有効活用研究を計画
 - 交流／直流ハイブリッドの系統における技術課題を評価検証
 - 系統と需要家設備の双方について交流／直流ハイブリッドで構成
 - 検証課題を整理し、検証設備によりシナリオ的に評価
- ➔ **再エネや分散型資源の高度利活用を目指して直流技術の確立を指向**



- 整理した下記検証項目について評価・検証を実施

項目	検証・評価内容
1.系統構成	<ul style="list-style-type: none">・ 負荷容量、特性、適用場所等に応じた、最適な系統構成の確立➔ 交流／直流ハイブリッド系統と直流系統によるレジリエンス向上やロス低減効果を検証
2.接地方式	<ul style="list-style-type: none">・ 保安の確保と事故の確実な検出のための接地基準の確立➔ 適用可能な接地方式を検証、今後の課題を抽出
3.保護方式	<ul style="list-style-type: none">・ DC系統の短絡事故検出方法の確立や、需要家との責任分界についての検証➔ 挙動を確認し、今後の課題を抽出
4.潮流制御／ 系統運用	<ul style="list-style-type: none">・ 系統規模拡大時の制御や運用方法の確立➔ 実設備での挙動を確認、今後の課題を抽出
5.系統監視	<ul style="list-style-type: none">・ DC系統の管理手法と監視システムの要件の整理➔ （今後の課題）
6.電力品質	<ul style="list-style-type: none">・ 直流利用機器の挙動や特性の確認➔ 交流機器と直流機器の同等性と差異を検証

新しい制度への対応

- 2022年4月から指定区域供給制度（オフグリッド）が、レジリエンス強化や維持運用コスト低減等を目的にスタート
 - オフグリッドの導入に向けて、関連するシステムや基礎技術の研究、実証を計画
- 新規参入事業者との連携、当社での制度利活用を視野に、所要技術の確立を指向**

課題・これまでの実施内容

【経緯と課題認識】

- 2022年4月から、レジリエンス向上やコスト効率化等、社会便益向上を目的に配電事業制度・指定区域供給制度がスタート
- 配電事業者の参入により、一般送配電事業者との責任等の明確化が必要
- 指定区域供給エリアでの小売供給契約の扱い等管理が必要
- 当該エリアでの電力品質確保等の技術課題評価が必要

今後の取組み・効果

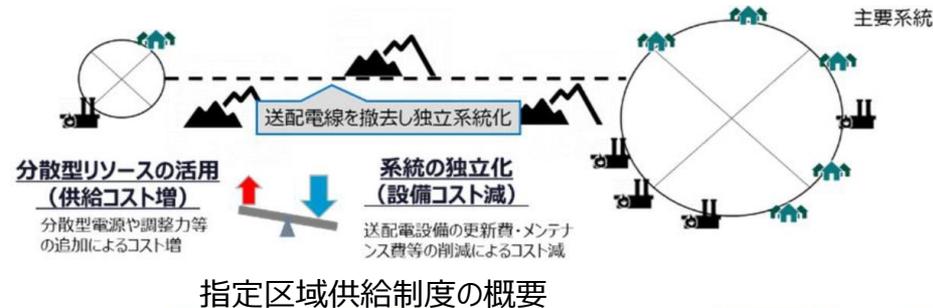
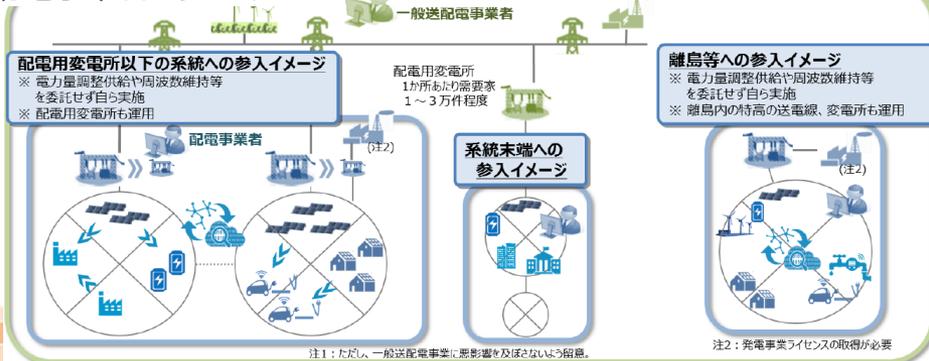
【取組み】

- （配電事業制度）
 - 配電事業制度に必要なシステムを構築
- （指定区域供給制度）
 - 指定区域供給エリアの管理システムを構築
 - オフグリッドシステムの技術課題について実証

【効果】

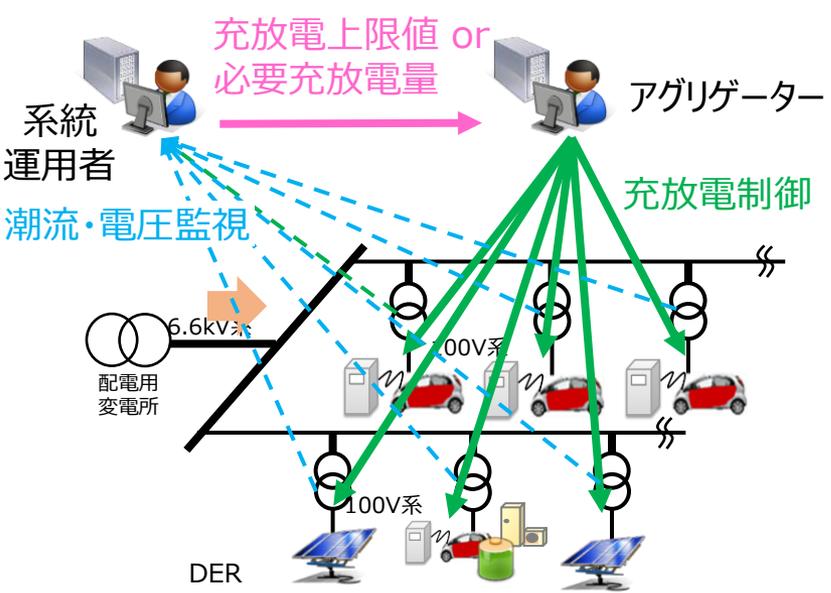
- 両事業制度の実施により、レジリエンス向上やコスト効率化を図る

配電事業者の参入イメージ

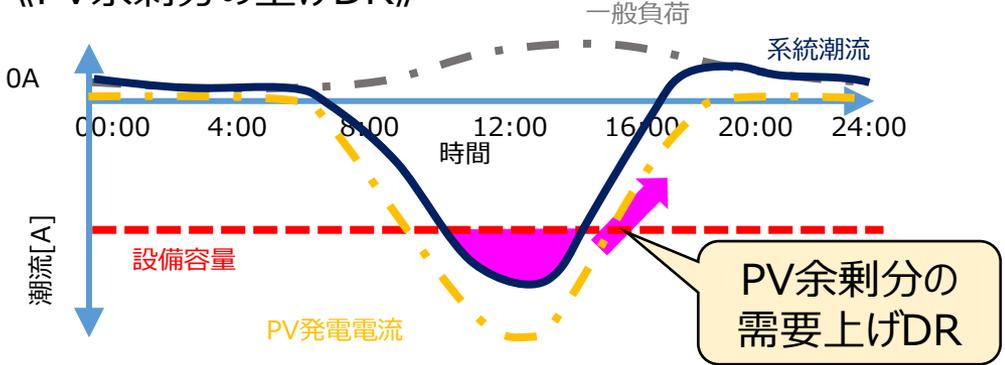


- 「需要側コネクト&マネージ」= 設備増強を回避するために分散型資源（DER）を活用
 - ピーク（kW）の抑制（消費・発電）
 - ピーク（kW）のシフト
- 系統運用者が必要制御量を提示、アグリゲーターがDERを制御

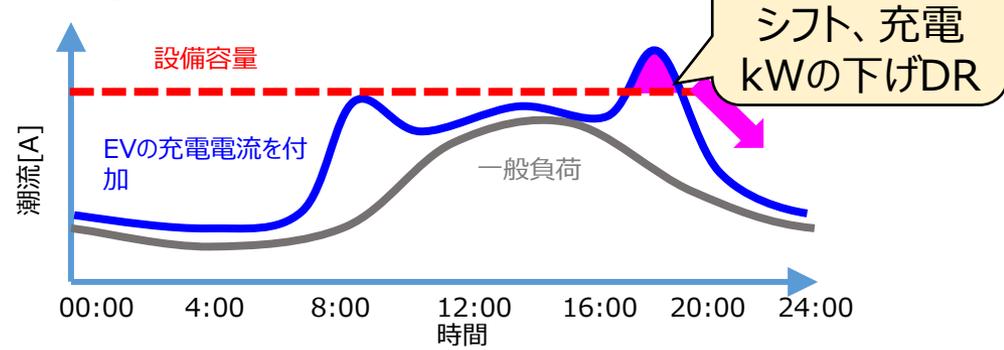
《需要側コネクト&マネージのイメージ》



《PV余剰分の上げDR》



《EVの充電シフト、下げDR》



ローカルフレキシビリティ活用に向けた基礎検証から実施

《募集エリアを指定した制御イメージ》

【リソース募集】

- 配電システムの混雑箇所を予測
- 混雑箇所をプラットフォームに登録
- アグリゲーターは**自リソース活用可否を判断**

【事前審査】

- アグリゲーターがリソースA、B、D、Eで事前審査申請
- 事前審査として指令を発出
- 指令に基づいてアグリゲーターはリソースを応動

【制御指令】

- 実指令を発出
- 系統混雑を解消



- ✓ 2023年4月より新しい託送料金制度に基づいた事業運営がスタート
- ✓ 新託送料金制度では、5か年の事業計画に対する審査を経て託送料金を決定
- ✓ 事業計画には、太陽光を始めとした再エネ電源の導入拡大に向けた施策を次世代投資として網羅
- ✓ 再エネ電源導入拡大に向けた当社の施策；
 - 配電網高度化
配電自動化システムへの光ファイバ活用、配電系統からの諸計測情報の収集と、収集情報に基づく制御
 - 次世代スマートメーターの導入
機能向上が図られた次世代スマートメーターからのデータ利活用
 - 直流技術の実証
再エネ電源と親和性の高い直流技術実用に向けた評価・検証
 - 新しい制度への対応
再エネ利活用を意図した配電事業制度等への対応
 - ローカルフレキシビリティの実証
再エネ導入拡大後に期待されるローカルフレキシビリティ利活用の検証
- ✓ 事業計画の着実な遂行により、再エネの導入拡大を推進していく