

再生可能エネルギー大量導入時代に向けた 配電系統の姿

関西電力送配電株式会社

- ✓ カーボンニュートラルに関する日本政府の表明
 - 2020年10月26日
「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする」
(2050年カーボンニュートラル)
 - 2021年4月22日
「2030年度において、温室効果ガスの2013年度からの46%削減を目指す、
更に50%の高みに向け、挑戦を続ける」
 - 第6次エネルギー基本計画
「2030年度再生可能エネルギーの電源構成比率を36～38%程度」
- ✓ 2019年度の自然エネルギーの導入実績（発電量）
= 19.1%
- ✓ 2050年のカーボンニュートラル実現には、複数のシナリオが存在するが、
再生可能エネルギーは50%程度以上必要と考えられる

- ✓ 本日は、現状の2倍以上の再生可能エネルギーを導入する際に、
主として配電系統で考えるべき課題と課題解決の方向性についてご紹介したい

1. 太陽光発電の大量導入による影響

基幹系統の課題：需給・周波数調整

配電系統の課題：電圧調整、設備形成

配電系統の課題への対応

2. 考慮すべき他の課題

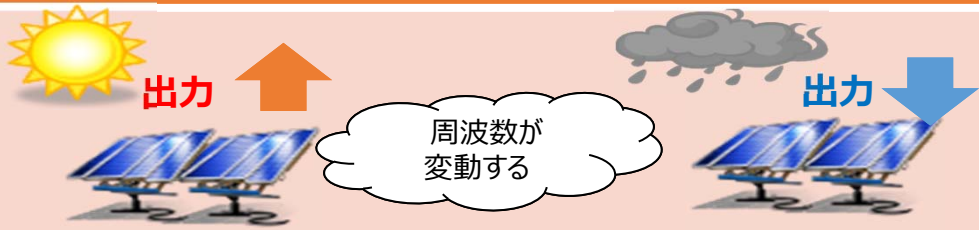
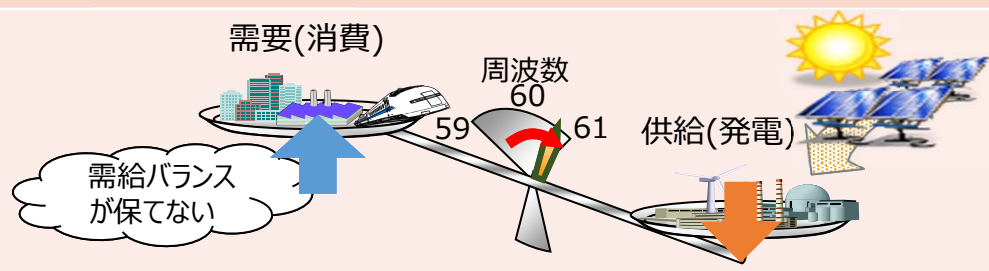
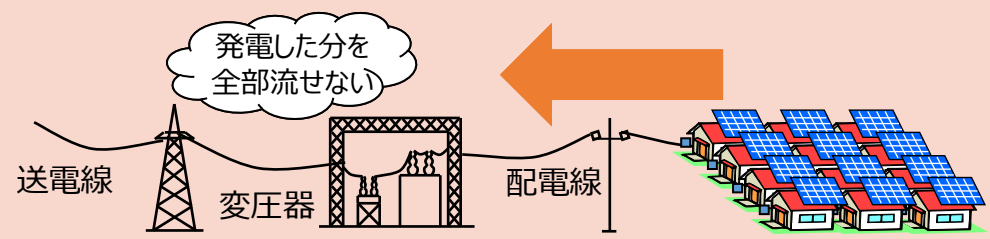
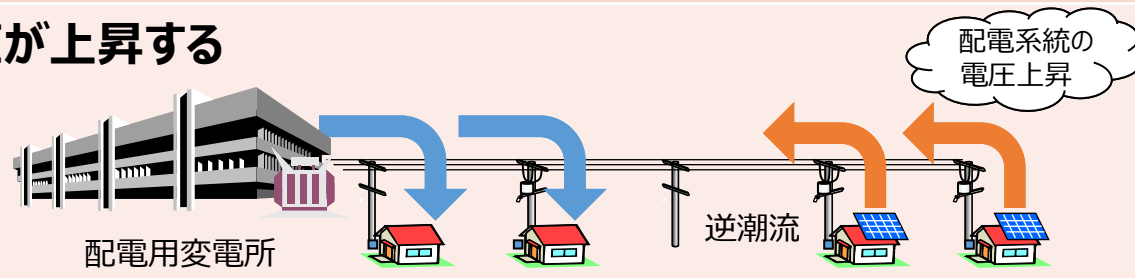
激甚化する自然災害

レジリエンス向上：配電事業ライセンス

レジリエンス向上：オフグリッド

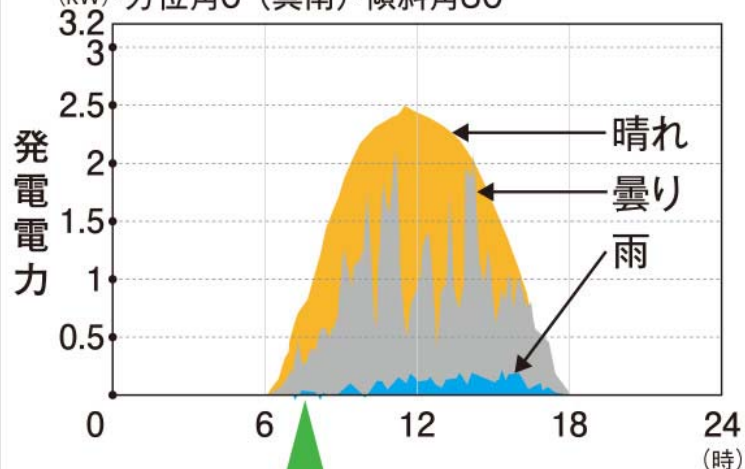
3. ローカルフレキシビリティの活用

太陽光発電の大量導入による影響

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 

太陽光発電の出力変動例(春季)

・定格出力3.2kW・北緯34.4°・東経132.4°
・方位角0°(真南)・傾斜角30°



太陽光発電は時間帯と天気で
発電量が変わる

電気事業連合会

「原子力・エネルギー」図面集 2013 をもとに作成

✓ 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

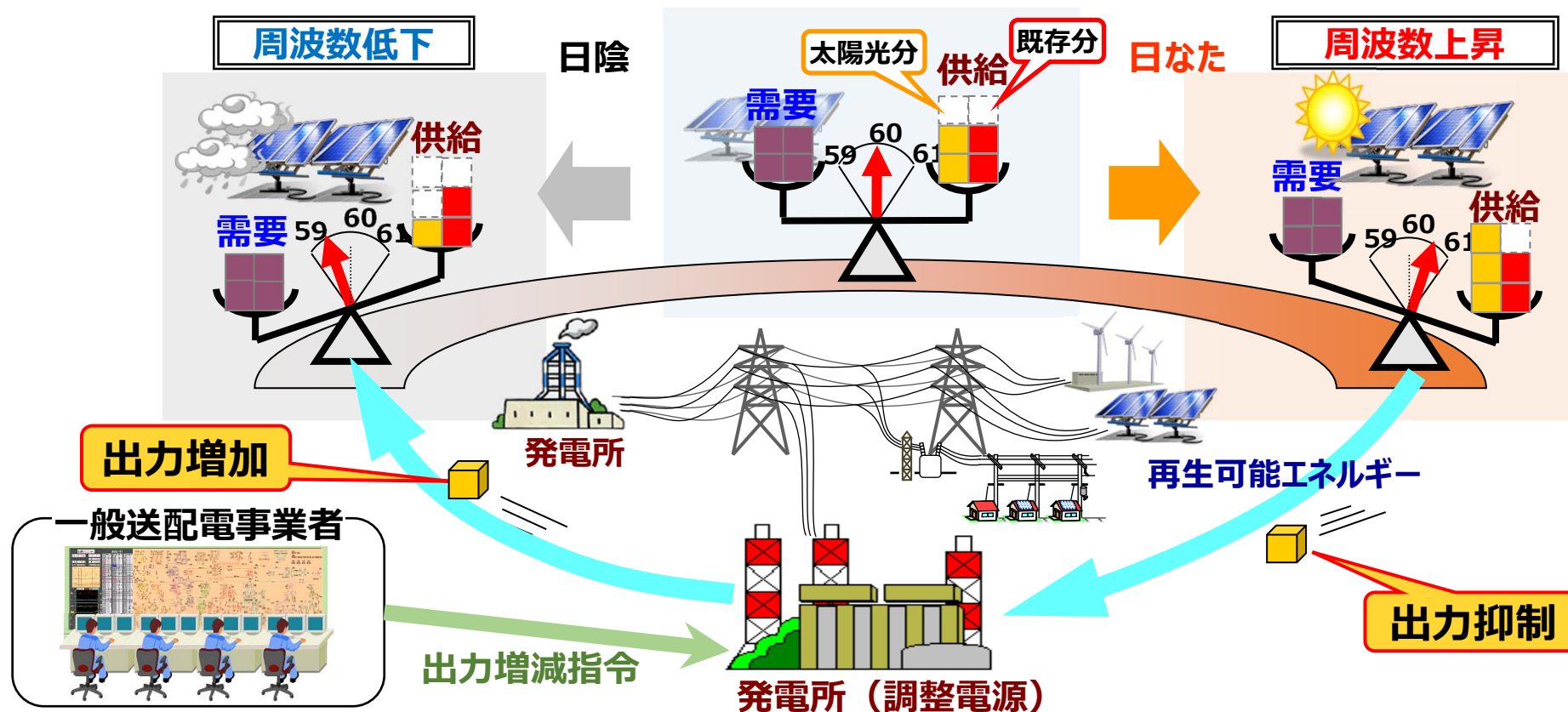
✓ 偏在性

- ・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

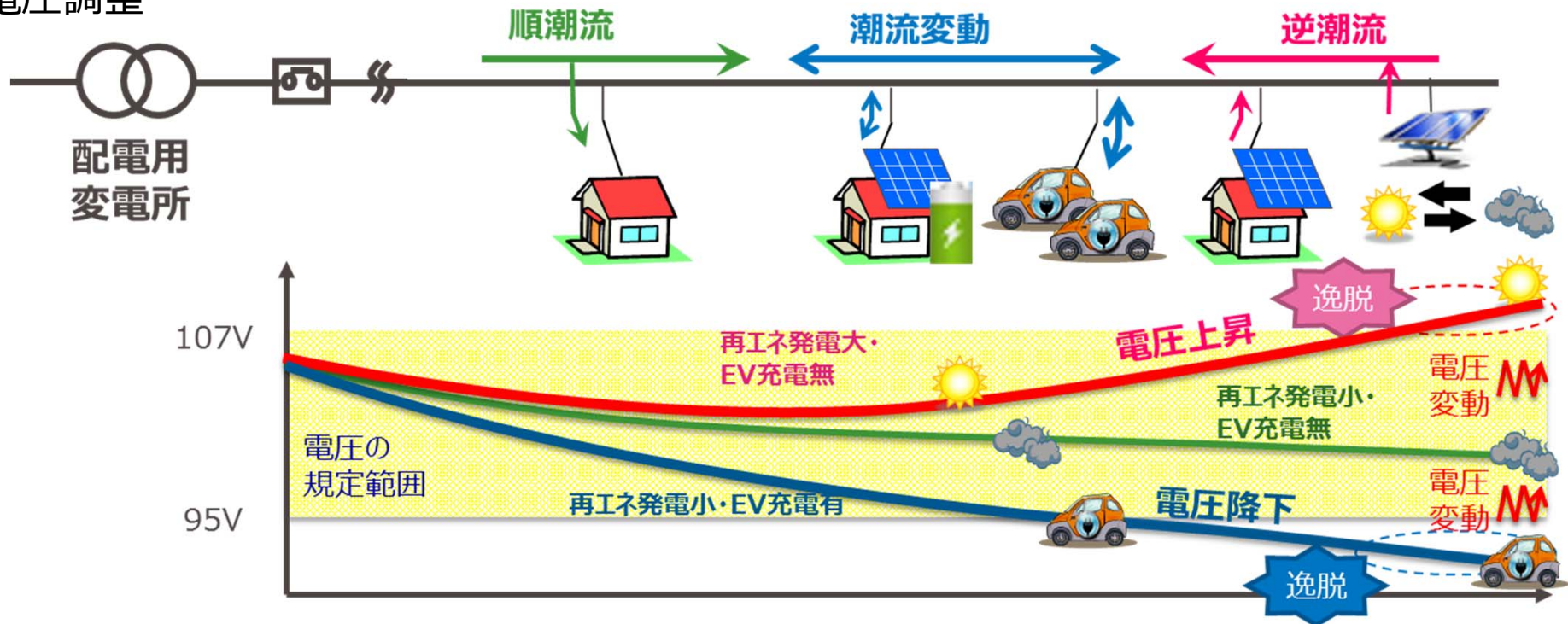
《関西電力HPより抜粋》

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



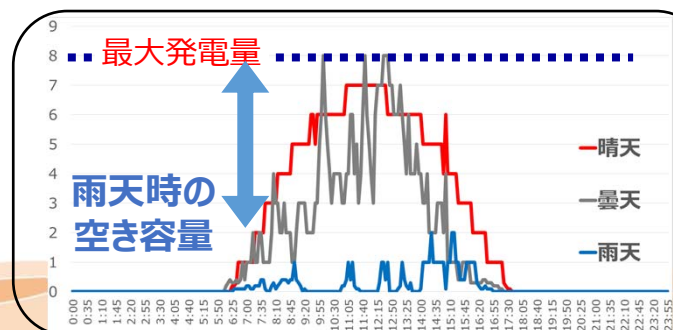
- ✓ 出力変動の激しい再エネの大量導入により、需給バランスが急峻に変動する
→ 一般送配電事業者が調整電源を用いて、需要／供給のバランス調整を実施

電圧調整

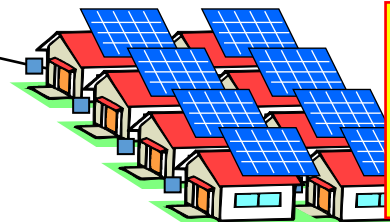


太陽光発電の連系箇所やその規模、日射の状況によって電圧が大きく変動する

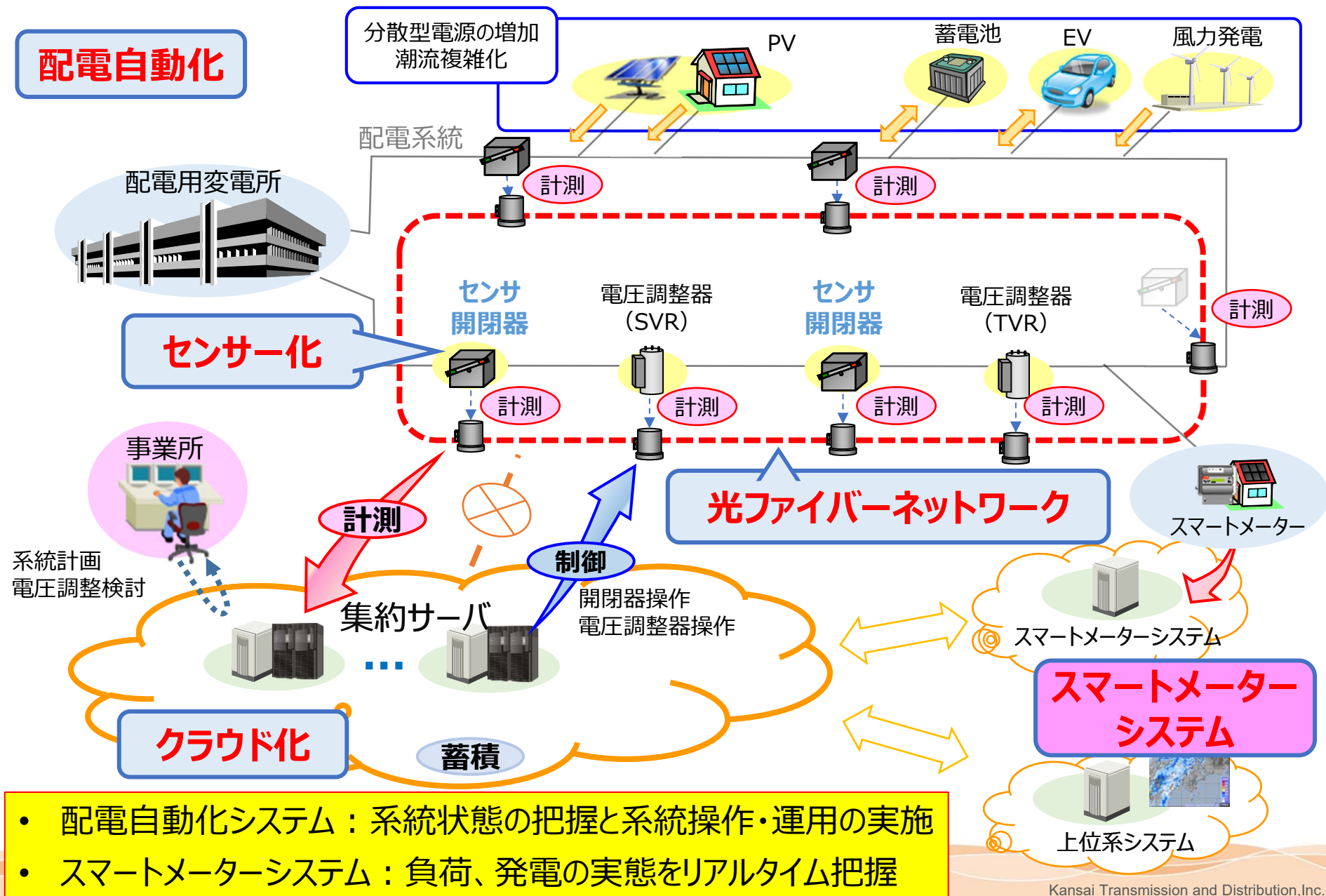
設備形成

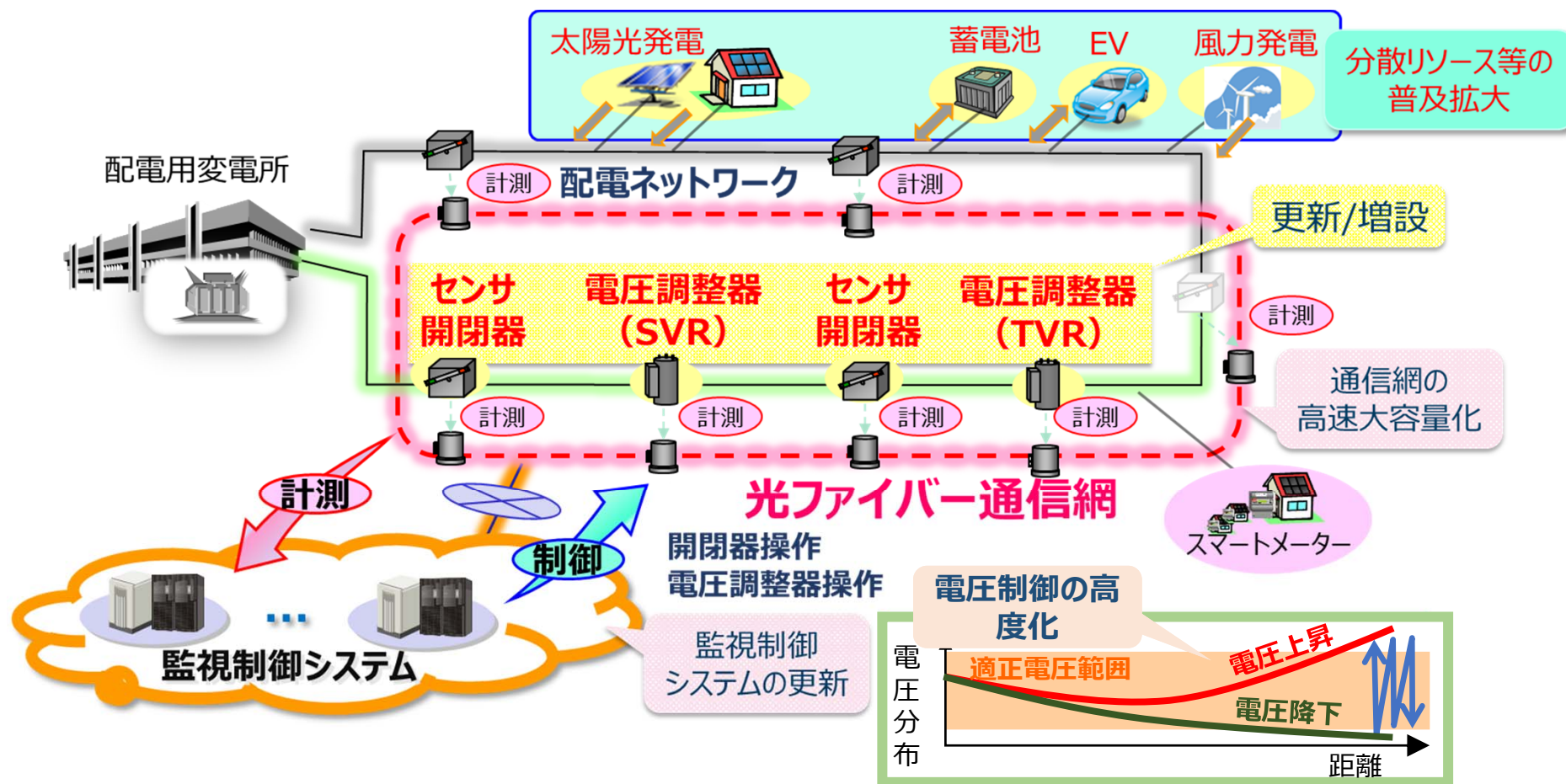


配電線



最大発電量に合わせた設備では、設備利用は非効率になる





通信ネットワークとセンサー類（スマートメーター含む）により系統状態をきめ細かく把握し、電圧調整器等の系統操作・運用を遠隔・自動で実施

1. 太陽光発電の大量導入による影響

基幹系統の課題：需給・周波数調整

配電系統の課題：電圧調整、設備形成

配電系統の課題への対応

2. 考慮すべき他の課題

激甚化する自然災害

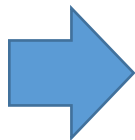
レジリエンス向上：配電事業ライセンス

レジリエンス向上：オフグリッド

3. ローカルフレキシビリティの活用

- 自然災害の激甚化

- ・高度情報化社会、コロナ禍の医療機関の事業継続性
→ レジリエンスの向上



配電事業ライセンス、オフグリッド（指定区域供給制度）

- 少子高齢化・人口減少

- ・省エネの進展も加わり、電力需要が減少
- ・高齢化、過疎化による地域間格差の拡大
→ 設備の合理化・効率化

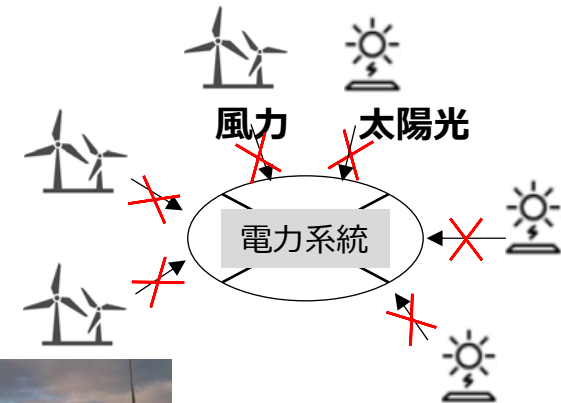
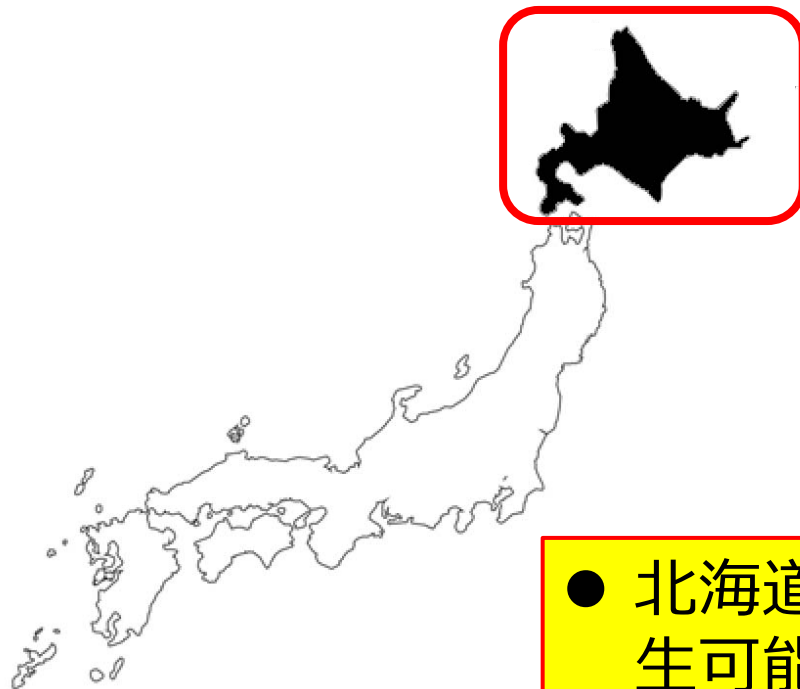
- 電化の推進

- ・電気自動車の普及拡大による新たな需要の発生
→ 新たな課題への対処



ローカル
フレキシビリティ
の活用

- 国内で初めてのブラックアウト
- 2018年9月6日発生
- 発生時需要：310万kW



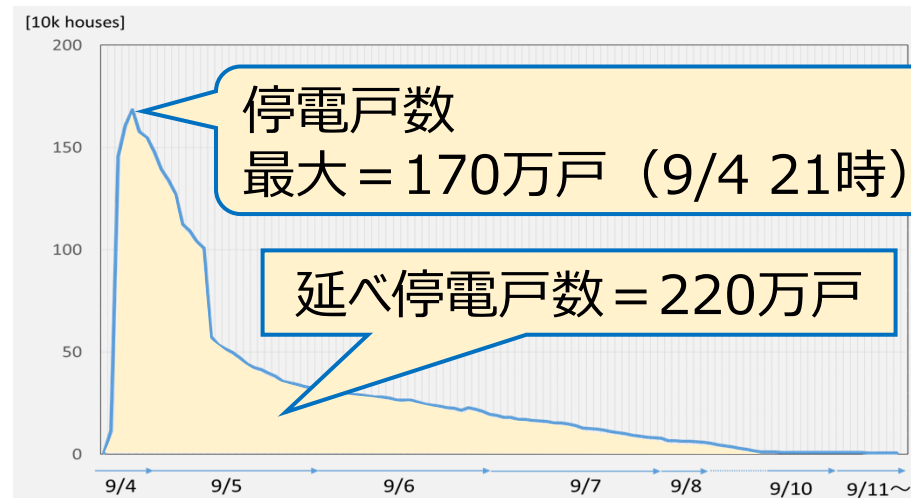
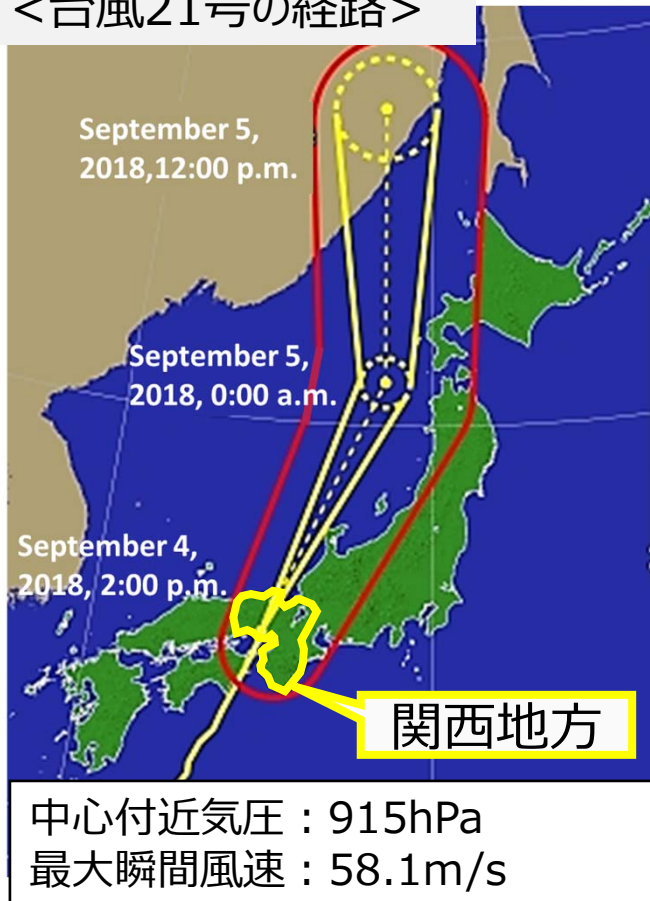
Source:
<https://hokkaidofan.com/otonrui/wp/>



Source: <http://www.newenergy-news.com/?p=11311>

- 北海道には、多数の風力、太陽光などの再生可能電源が存在
- 単独運転が許容されていなかったため、電力系統のブラックアウトにより、発電可能な再生可能電源も利用不可能に

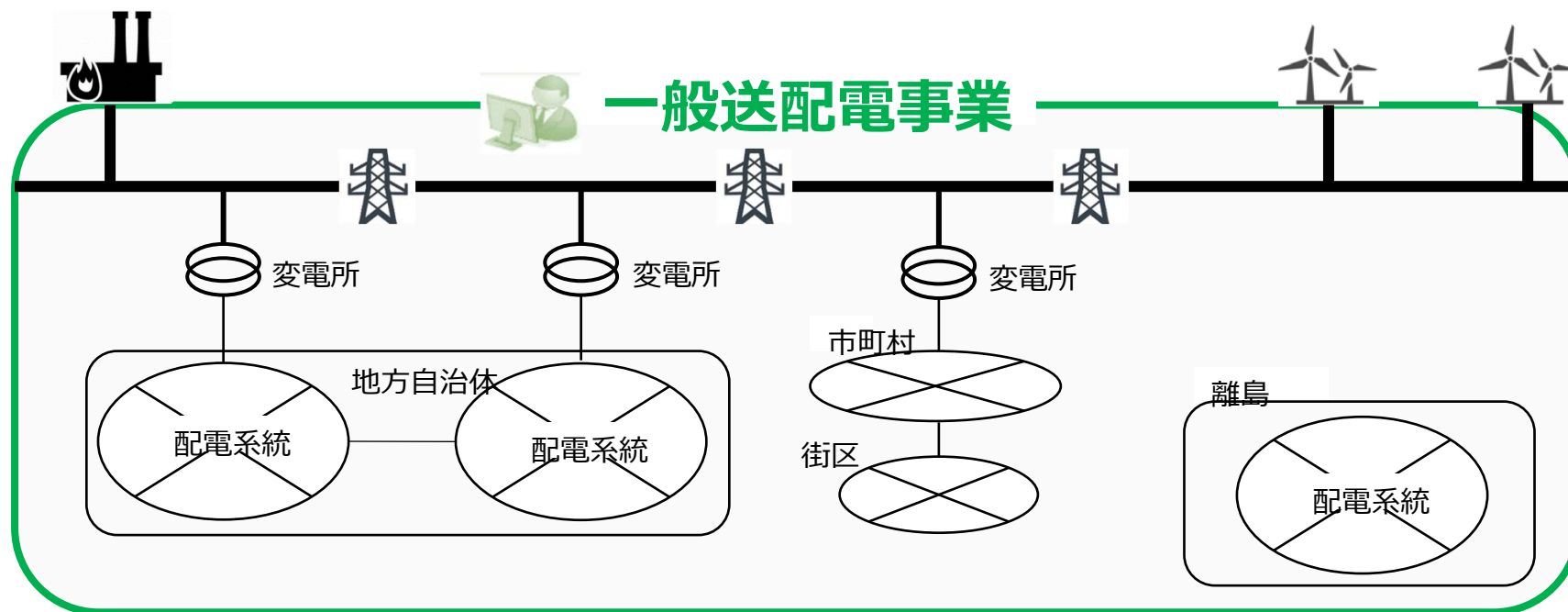
<台風21号の経路>



- ・山崩れ・地すべりにより道路が寸断
- ・樹木倒壊や飛来物により電柱が倒壊
 - 広範囲に長時間停電
 - 設備被害の先の被害の無い集落が停電復旧を待ち望む事態も

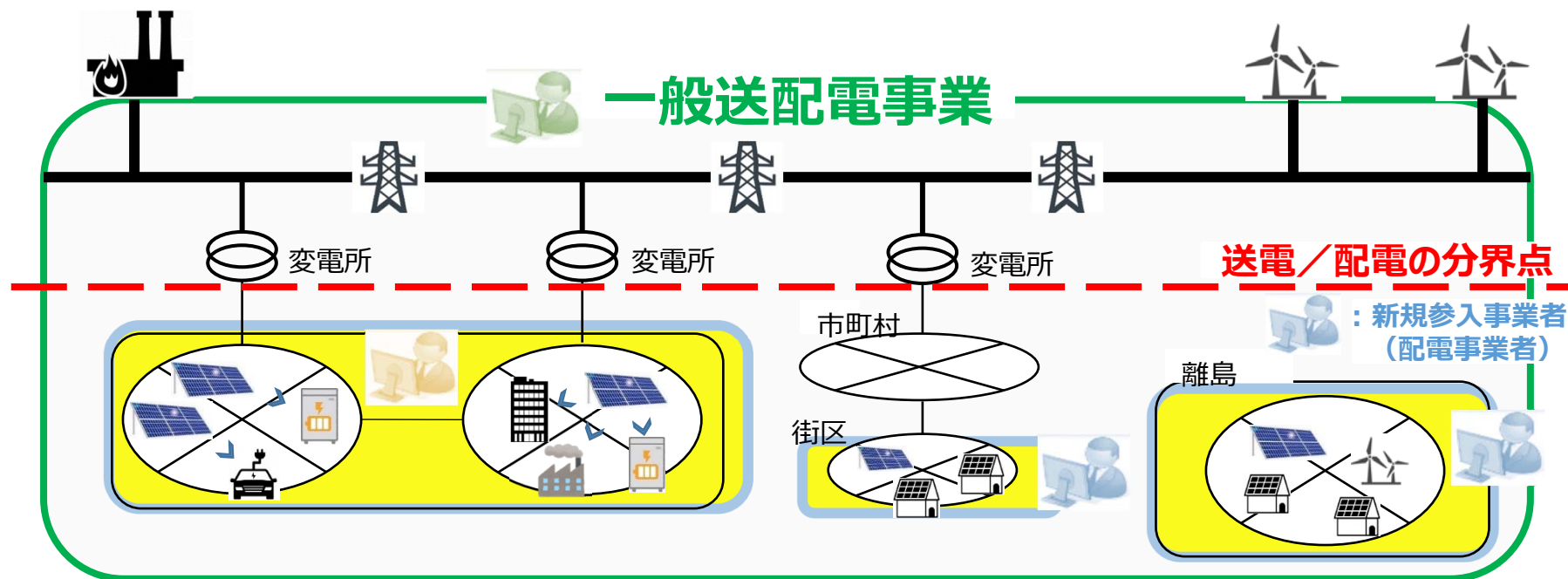
送配電事業は、地域独占が認められた
一般送配電事業者のみが実施

- 電気事業法改正により、「配電事業」が認められる
- 新しい“配電事業ライセンス”は、2022年4月から認可



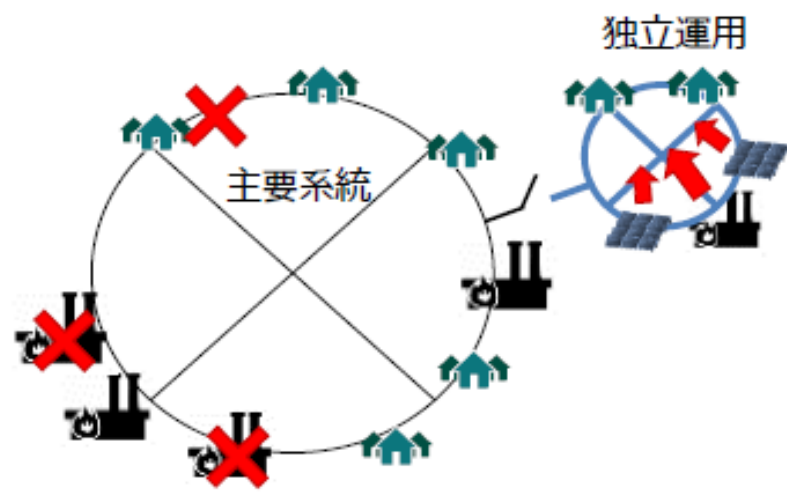
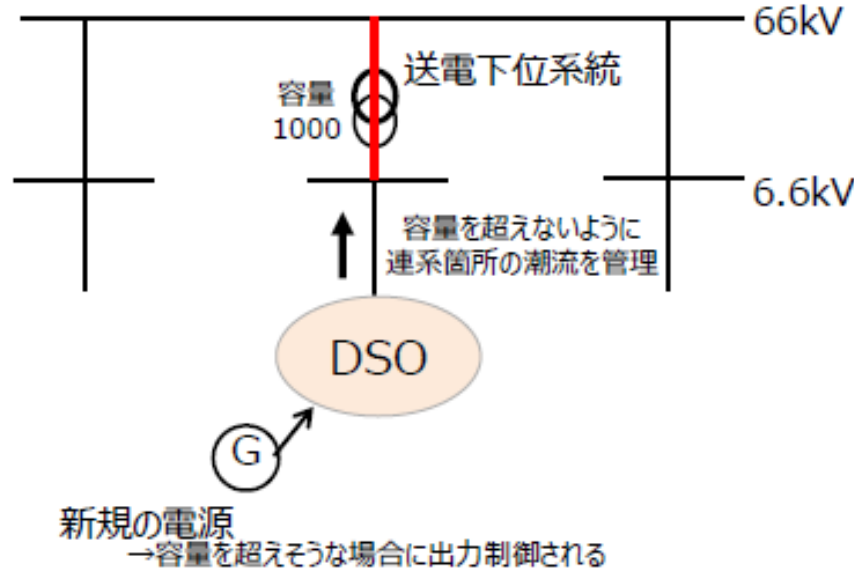
送配電事業は、地域独占が認められた
一般送配電事業者のみが実施

- 電気事業法改正により、「配電事業」が認められる
- 新しい“配電事業ライセンス”は、2022年4月から認可



- ・自治体（市町村）単位や街区単位、離島などで配電事業を実施
- ・再エネや分散型資源などを活用して、レジリエンス強化などの特色発揮を期待

期待される機能として2種類設定されている

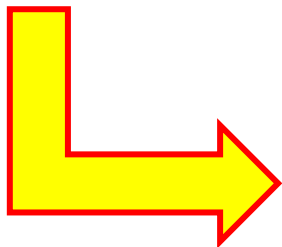
緊急時独立運用型	送電下位系統の混雑管理型
災害時等に上位系統が被災し、その復旧が長期化する場合等に、上位系統と切り離して、地域に電力供給を実施。  The diagram shows a circular network labeled '主要系統' (Main System) with several nodes marked with red 'X's, indicating a disaster. To the right, a smaller, isolated network labeled '独立運用' (Independent Operation) is shown, consisting of a loop of houses and a factory, with red arrows indicating power flow within this isolated system.	配電事業者が、配電系統への新規電源接続に伴う送電下位系統の混雑に対し、配電網の運用により、混雑管理に貢献。  The diagram illustrates a power transmission hierarchy. At the top is a 66kV line, which connects to a 6.6kV line. A transformer with a capacity of 1000 is shown between them. Below the 6.6kV line is a DSO (Distribution System Operator) box, which is connected to a generator 'G'. A note indicates that the DSO manages the flow of power to ensure it does not exceed capacity. A new power source 'G' is shown with an arrow pointing to the DSO, with a note stating that its output will be controlled if it exceeds capacity.

災害時のレジリエンス強化

再エネ・分散型資源の導入拡大

＜期待される効果＞

1. 供給信頼度・レジリエンスの強化
 - 自然災害などの停電時にも、独立した運用により供給を維持継続
 2. 分散型資源の導入拡大
 - エネルギーの地産地消の促進
 3. 配電システムの維持運用の効率化
 - 維持管理の合理化、事業者間の競争を通じたコスト低減
-
1. サービスの向上
 - 他のインフラ事業、公益事業等との協業や統合的事業運営

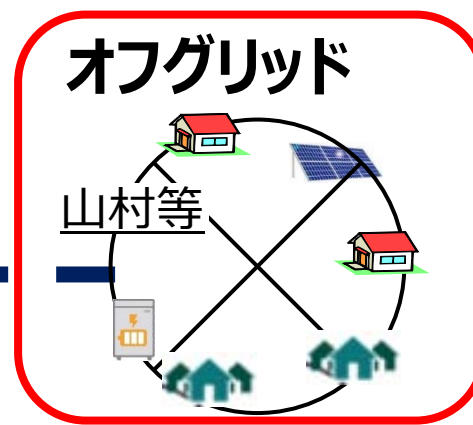
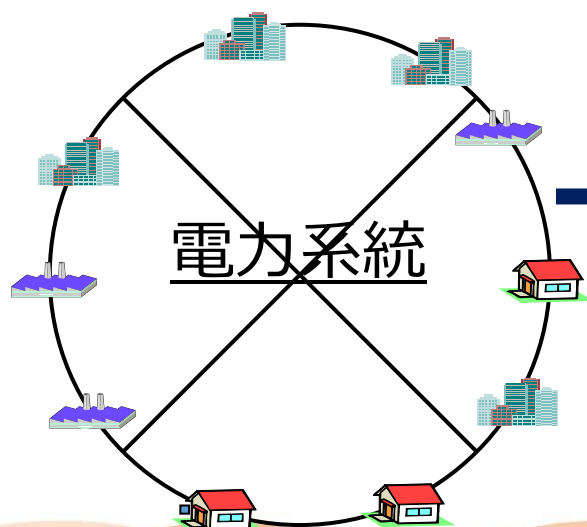


経済産業省が、これら活動を支援するために補助金事業を設置

- マイクログリッド構築事業：3事業
- マイクログリッドマスタープラン作成事業：15事業

日本では離島においてのみ、オフグリッドシステムが認められていた

- 陸地（電力系統に接続可能な地域）でもオフグリッドが認められることに
- 2022年4月から、「指定区域供給制度」により実施可能に
- 要件を満たした地点について、既存の系統・線路を撤去してオフグリッドシステムを構築することが可能



- ✓ 既存線路の撤去によるオフグリッド構築が認められる
- ✓ 山間部を経過する配電線路の保守運用は高コストで供給信頼度維持が容易ではない

項目	主要内容
指定基準	①：「<u>一般送配電事業の効率的な運営に資すること</u>」 ②：「<u>当該区域内の電気の安定供給を阻害するおそれがないこと</u>」
①	維持管理等の費用が低減されること
②	見込み停電時間が低減されること
自治体等への 事前説明	<u>一般送配電事業者は、関連する自治体や区域内の全需要家に丁寧に説明すること</u>
申請書類	一般送配電事業者は、 <u>離島“等”供給約款</u> の届出が必要
需要家の小売 供給契約維持	指定区域内の需要家は、契約している小売事業者の契約を維持・継続できる
指定解除基準	①と②の基準のいずれかに適合しなくなると認められると、当該指定区域の指定は解除される

1. 太陽光発電の大量導入による影響

基幹系統の課題：需給・周波数調整

配電系統の課題：電圧調整、設備形成

配電系統の課題への対応

2. 考慮すべき他の課題

激甚化する自然災害

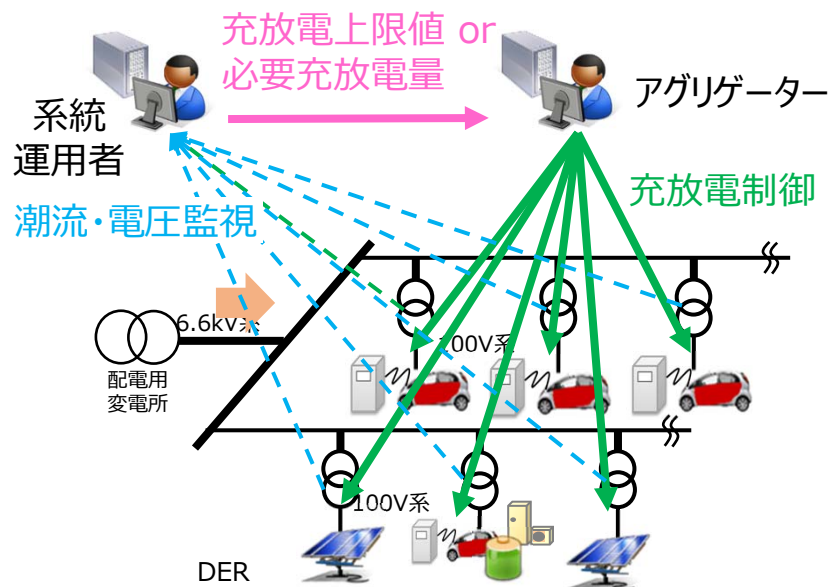
レジリエンス向上：配電事業ライセンス

レジリエンス向上：オフグリッド

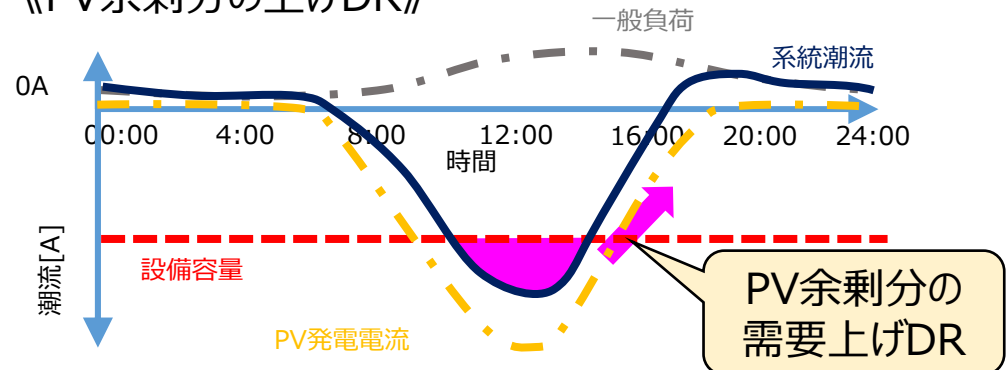
3. ローカルフレキシビリティの活用

- 「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

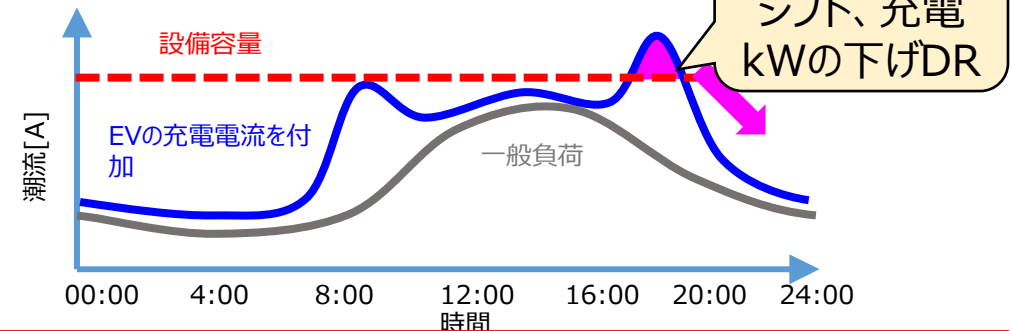
《需要側コネクト＆マネージのイメージ》



《PV余剰分の上げDR》



《EVの充電シフト、下げDR》



PVなどの再エネ大量導入箇所、EV充電器の設置個所などで、DERを調整力的に活用して設備増強を回避、延期する

《募集エリアを指定した制御イメージ》

【リソース募集】

- ・配電系統の混雑箇所を予測
- ・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



※出典：2021.9 スマートレジリエンスネットワーク 第3回DER利用拡大WG資料

SRN スマートレジリエンスネットワーク

基幹系統で必要となる対策・行動（想定）

- 周波数： 全系レベルで再エネの間欠性に追随、対応
- 電圧・安定度： 線路や地域単位でフレキシビリティを活用
- 系統混雑： （ 同上 ）

配電系統・負荷系統で必要となる対策・行動（想定）

- 電圧： 街区レベルや配電線区間単位でフレキシビリティを活用
- 系統混雑： （ 同上 ）

フレキシビリティリソースの
必要量が確保できない恐れ

基幹系と配電系で、求めるフレキシビリティが若干異なる

- ・フレキシビリティが必要な地域の違い
- ・必要なフレキシビリティの方向（上げ／下げ）と大きさの違い
- ・フレキシビリティが必要な時間の違い

基幹系／配電系間で
フレキシビリティのバッティング
が生じる恐れ

課題①

基幹系/配電系で、フレキシビリティをどのように調整して活用するか？

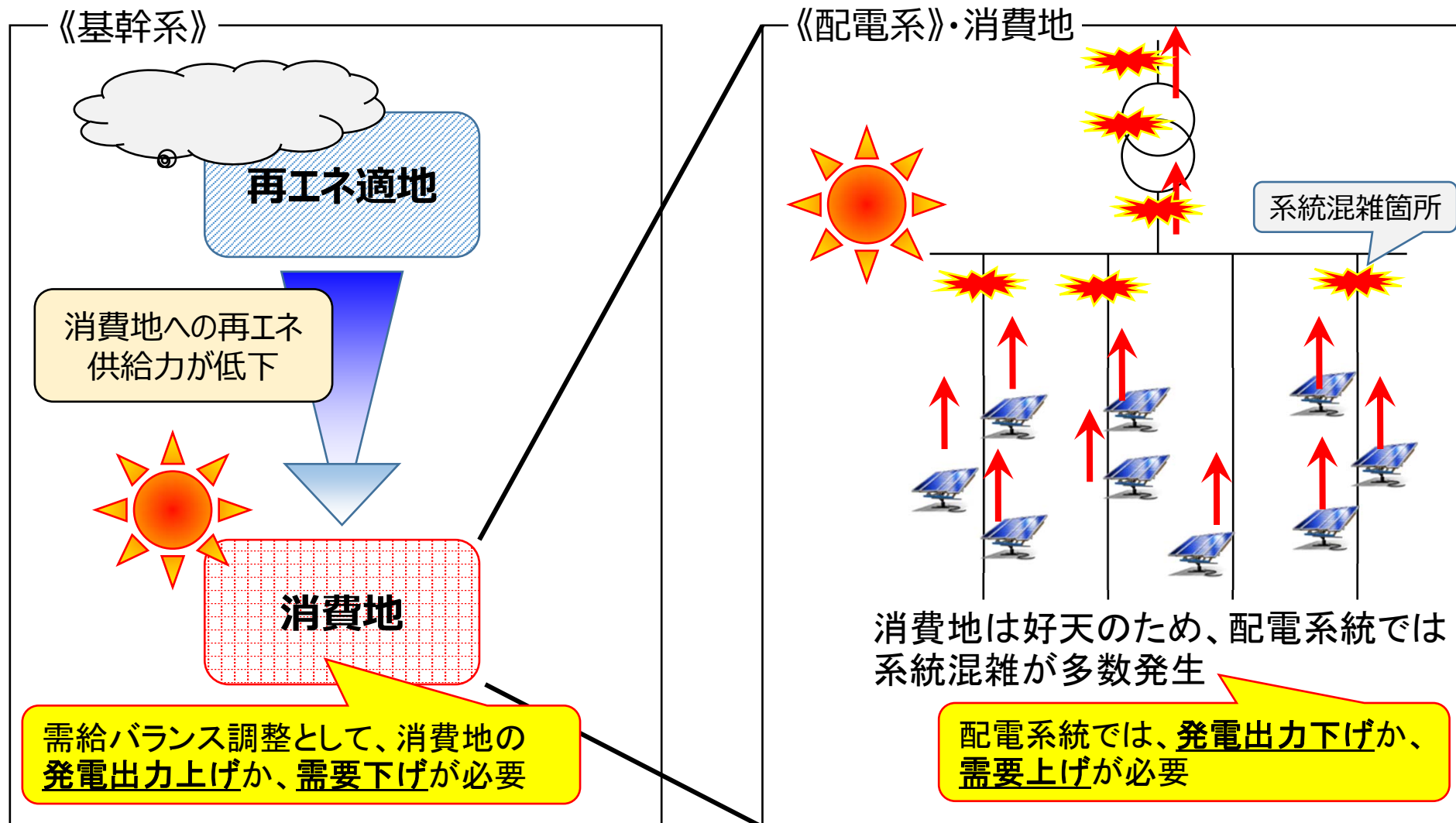
課題②

再エネ“大量”導入に対して十分なフレキシビリティリソースをどう確保するか？

課題③

必要な地域・地点で必要な量のフレキシビリティリソースをどう確保するか？

事例ケース：再エネ適地で天候悪化、消費地は好天



カーボンニュートラル実現レベルの再エネ普及時には、基幹系と配電系で差異が生じる可能性も

課題①：基幹系/配電系間の調整

- 基幹系/配電系間の連携強化
- フレキシビリティの“見える化”、統合プラットフォームなどの環境整備

➔ データ利活用や“プラットフォーム”の議論など、関連する動きはある

課題②：十分なフレキシビリティリソースの確保

- 現時点からフレキシビリティリソース活用の意識づけと利活用促進

➔ 調整力市場へのDRの参画、アグリゲーターの活性化等動きはある

課題③：必要な地点での必要な量のフレキシビリティリソースの確保

- 再エネ適地や系統の脆弱箇所の見極め（フレキシビリティが必要な箇所の見極め）
- フレキシビリティリソースの対象資源の拡大と必要な地域への設置誘導

➔ 現時点で具体的な解や動きが見当たらない…

- ✓ カーボンニュートラル実現に向けた再生可能エネルギーの大量導入に備え、配電系統の高度化を進めている
 - ・ 配電自動化システムの高度化
 - ・ スマートメーターシステムの導入、更新
- ✓ 再エネの活用によるレジリエンスの向上を図る新しい制度が導入される
 - ・ 配電事業ライセンス
 - ・ 指定区域供給制度（オフグリッド）
- ✓ 人口減少や新しい需要の出現（EV充電など）に備え、“ローカルフレキシビリティ”の活用が新たな挑戦
 - ・ 基幹系と配電系の間での調整
 - ・ 必要な資源の確保
 - ・ 必要な地点への導入促進