

# 東京電力グループにおけるレジリエンス向上に 資する取組について

---

2020年 3月17日

東京電力ホールディングス株式会社  
東京電力パワーグリッド株式会社  
株式会社 J E R A

**TEPCO**

# 東京電力グループの体制

- 2016年4月、燃料・火力発電事業、一般送配電事業および小売電気事業の三つの事業を分社化し、ホールディングカンパニー制に移行
- 2019年4月、燃料・火力発電事業は中部電力（株）との合併会社であるJERAに承継
- 2020年4月、再生可能エネルギー発電事業会社を分社化する予定



# エネルギーを取り巻く環境変化

昨今のエネルギーを取り巻く環境の変化を踏まえ、電化技術の重要性が増大

- 温暖化：世界水準を最初から視野にいた国内目標の達成
- レジリエンス：再エネ電気と親和性の高い建築物等の追求と電気を活かした災害対策
- デジタル：デジタルをベースに柔軟性・自動化・無人化・電動化・電脳化した事業活動の革新

## ①温暖化対策

パリ協定によりゼロエミッションに向けた活動の促進

地域経済と密接な関係の再エネ発電とその積み上げ

## ②レジリエンス

非常時でも平時に準じた事業活動の維持

非常時でも稼働が欠かせない通信・デジタル機器

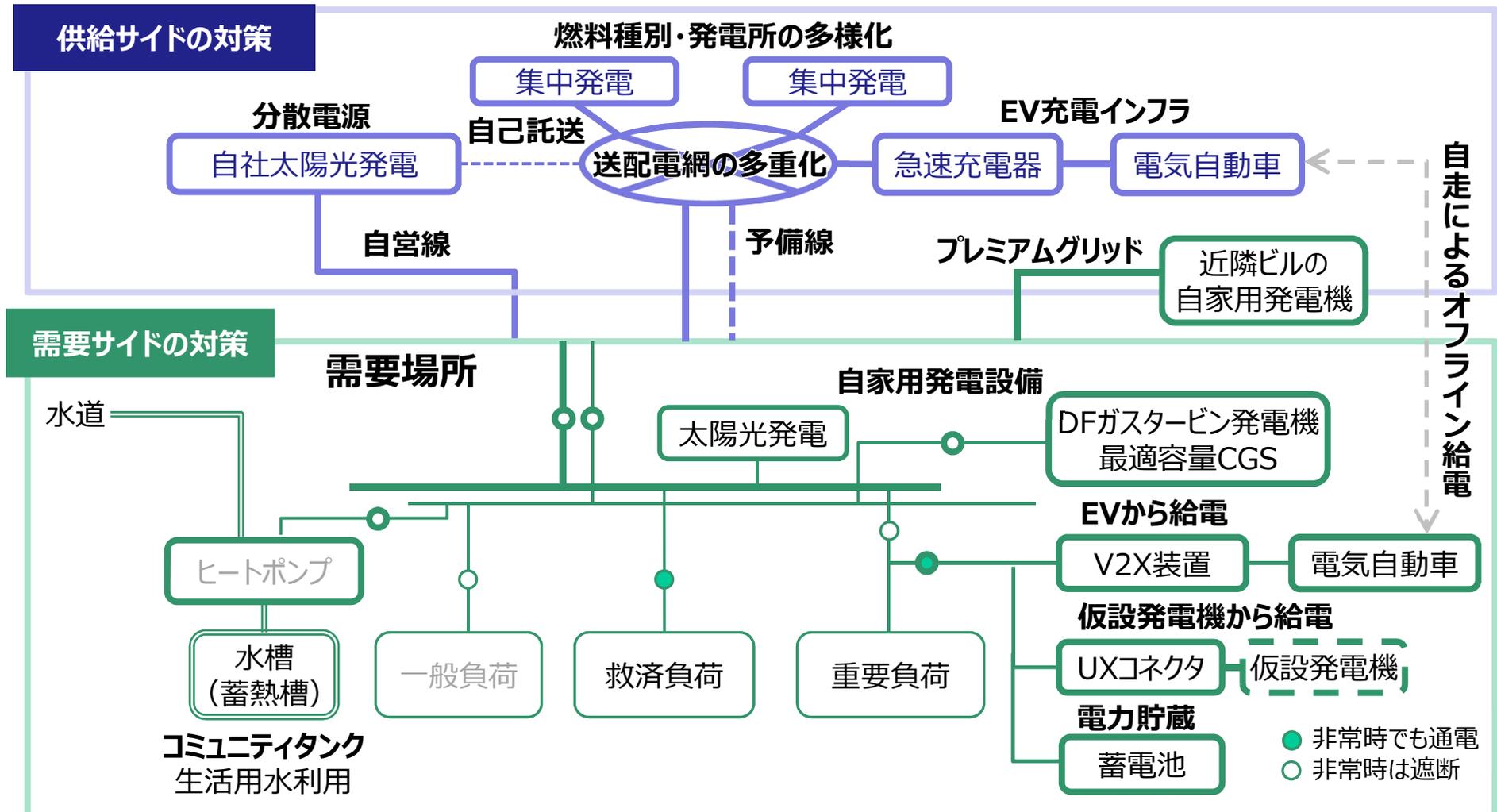
## ③デジタル化

デジタル化による生産性と生活の質の向上

**重要性が増す電化技術**

# 電力における供給サイドと需要サイドの対策

- 供給サイドにおける対策として、燃料種別・発電所の多様化、システムの強靱化を実施
- 昨今の激甚災害を踏まえ、需要サイドにおける対策の重要性・ニーズが増しており、新たな対策パッケージを提供



# 設備対策の考え方－1

- ▶ 当社設備は、災害種別（地震、水害、大規模噴火、台風等）ごとに、技術基準（設計）や以下の考え方に基づき、設計・建設。また、技術基準が改訂された場合は、その都度、基準を満たしているかの確認を行い、必要に応じて補強等を実施

<水害の例>

設備区分	水害対策の考え方
水力発電設備	<p>過去に発生した災害および被害の実情、河床上昇等を加味した水位予想に、各事業所の特殊性を考慮し、防水壁の設置、排水ポンプの設置、機器のかさ上げ、ダム通信確保のための設備の設置、および建物の密閉化（窓の密閉化、ケーブルダクトの閉鎖等）等を実施しています。特に、洪水に対する被害防止に重点をおき次の箇所について点検、整備を実施しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① ダム、取水口の諸設備および調整池、貯水池の上、下流護岸</li> <li>② 護岸、水制工、山留壁</li> <li>③ 土捨場</li> <li>④ 水位計</li> </ul>
送電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>○架空電線路 土砂崩れ、洗掘などが起こるおそれのある箇所を避けたルート選定、よう壁、石積み強化等を実施しています。</li> <li>○地中電線路 ケーブルヘッドの位置の適正化等による防水対策を実施しています。</li> </ul>
変電設備	<p>浸・冠水のおそれのある箇所は、床面のかさ上げ、窓の改造、出入口の角落し、防水扉の取付、ケーブルダクト密閉化等を行っていますが、建物の構造上、上記防水対策の困難な箇所では屋内機器のかさ上げを実施しています。</p> <p>また、屋外機器は基本的にかさ上げを行うが、かさ上げ困難なものは、防水・耐水構造化、または防水壁等を組み合わせを実施しています。</p>

## 設備対策の考え方－2

### <水害の例>

設備区分	水害対策の考え方
配電設備	浸・冠水のおそれのある供給用変圧器室は、変圧器のかさ上げ等による防水対策を実施しています。
通信設備	浸・冠水のおそれのある箇所は、床面のかさ上げ、窓の改造、出入口の角落し、防水扉の取付、ケーブルダクト密閉化等を行っていますが、建物の構造上、上記防水対策の困難な箇所では屋内機器のかさ上げを実施しています。

### <高潮の例>

	高潮対策の考え方
火力発電設備	火力発電所における高潮対策は、過去の被害調査、想定される台風等から最大水位を想定し、必要に応じて設備の安全性を確保しています。 必要箇所には角落しあるいは防潮扉、防潮壁等を設置して対処しています。 水害対策についても必要に応じ、これに準じて行っています。

- 上記の設備対策に加え、近年の激甚化する自然災害（地震、水害、大規模噴火、台風等）への対応として、以下を実施

#### <水害の例>

- 首都圏大規模水害対策大綱（発生確率/200年に一度の降雨量）による荒川・利根川水系の河川氾濫11パターンを踏まえた浸水想定区域内の変電設備の被災影響の評価（機器単位）
- 住宅被害や住民避難の実被害を想定した条件により、停電解消までのオペレーション（送電線の系統切替や浸水していない隣接変電所からの送電等）を河川氾濫11パターンごとに作成
- 既製品を組み合わせた浸水軽減対策品の性能評価、配備
- 重要な変電設備の止水対策

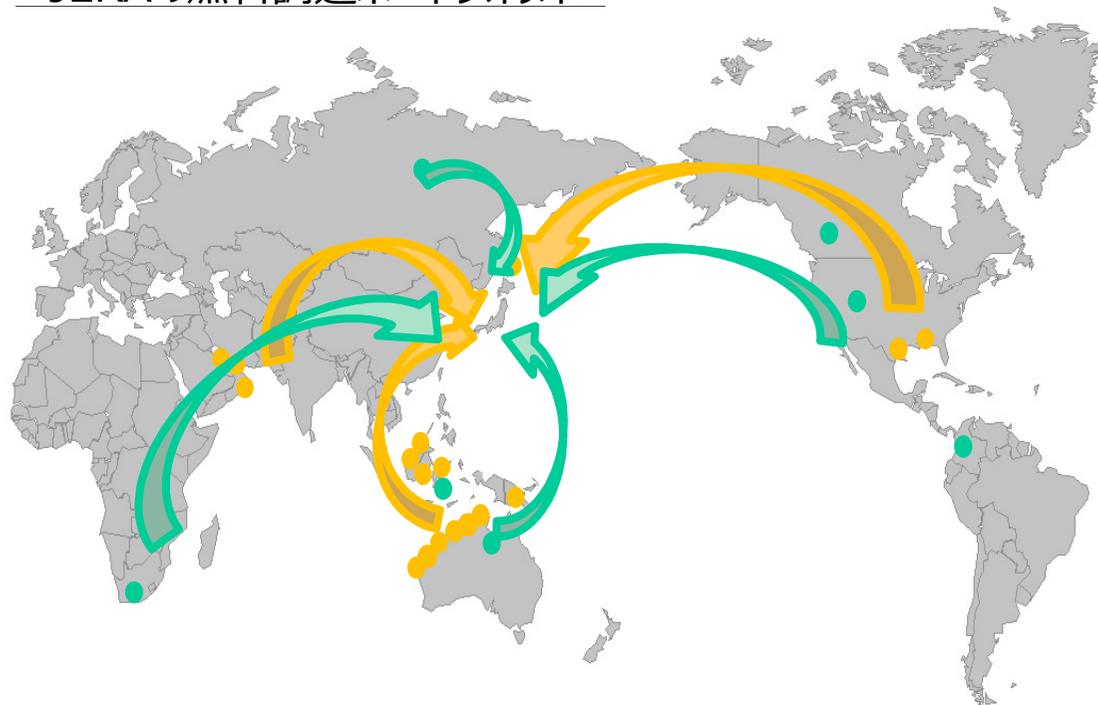
# 東京電力グループのレジリエンスに資する取り組み

サプライチェーン	項目	内容	
供給サイド	調達	燃料調達の多様化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調達ポートフォリオの多様化</li> <li>・契約条件の多様化（仕向け地自由、契約期間、価格指標等）</li> <li>・世界最大級の調達規模を梃子に競争力確保</li> </ul>
		燃料輸送・受入の最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自社輸送船団の拡大による輸送の最適化</li> <li>・LNGの輸送船団（18隻）</li> <li>・受入弾力性の確保（軽質LNG受入能力の強化、8基地の一体運用の実施、高度な受入オペレーションの実施）</li> </ul>
	生産（発電）	発電設備の多様化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・S+3Eの同時達成を実現するため、各電源（火力、水力、原子力、再エネ）の特性を踏まえたバランスの取れた供給構造を構築</li> </ul>
		火力発電設備の多様化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電源立地の多様化（火力発電所26地点、太平洋、日本海や東海地域まで幅広く発電所が立地）</li> <li>・国内最大級の発電容量（約6700万kW）</li> <li>・多様な燃種を組み合わせた発電の最適化</li> <li>・地震対策（発電所設備の耐震補強工事の実施）</li> </ul>
	物流（系統）	既存システムの高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配電自動化機器の拡大、デジタル変電所など</li> </ul>
		仮想発電所(VPP：バーチャルパワープラント)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分散エネルギーリソースの有効活用</li> </ul>
		スマートメータ活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常災害時における在宅情報の把握、避難誘導、指示への活用</li> </ul>
		配電用地上機器の活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタルサイネージとしての活用による地域防災貢献</li> </ul>
需要サイド	販売	スマートレジリエンス（平常時の環境性と非常時の信頼性の両立）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最適容量CGSと非常用発電機による非常時電源の確保</li> <li>・ヒートポンプ、蓄熱導入による省エネと生活用水確保の両立</li> <li>・周辺地域に電気を配るEV+V2Xシステム</li> <li>・多様な外部電源を受け入れ可能なUXコネクター</li> </ul>

## 調達におけるレジリエンス向上に資する取り組み

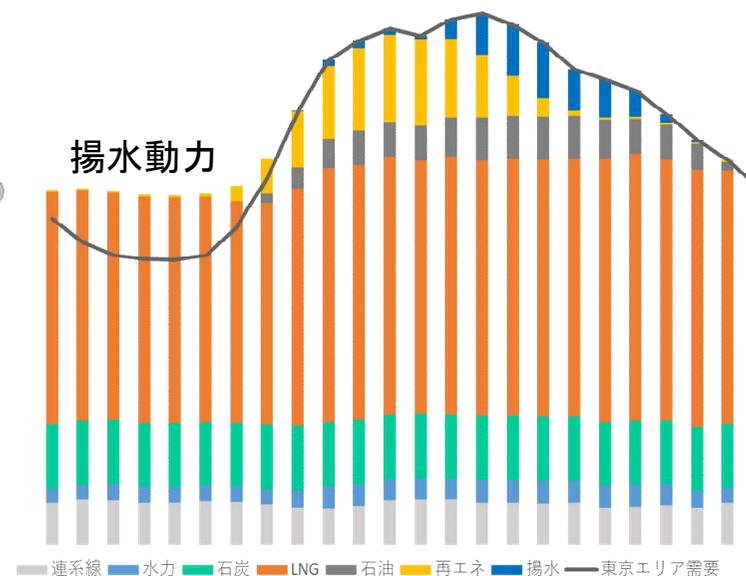
- 刻々と変動する需給に対して、火力発電はベース、ミドル、ピーク運転をすることで対応
- 火力発電で必要となる燃料は、石炭、LNG、石油等があるが、それらの燃料は安定した調達が可能となるよう多様な調達ポートフォリオを形成

### <JERAの燃料調達ポートフォリオ>



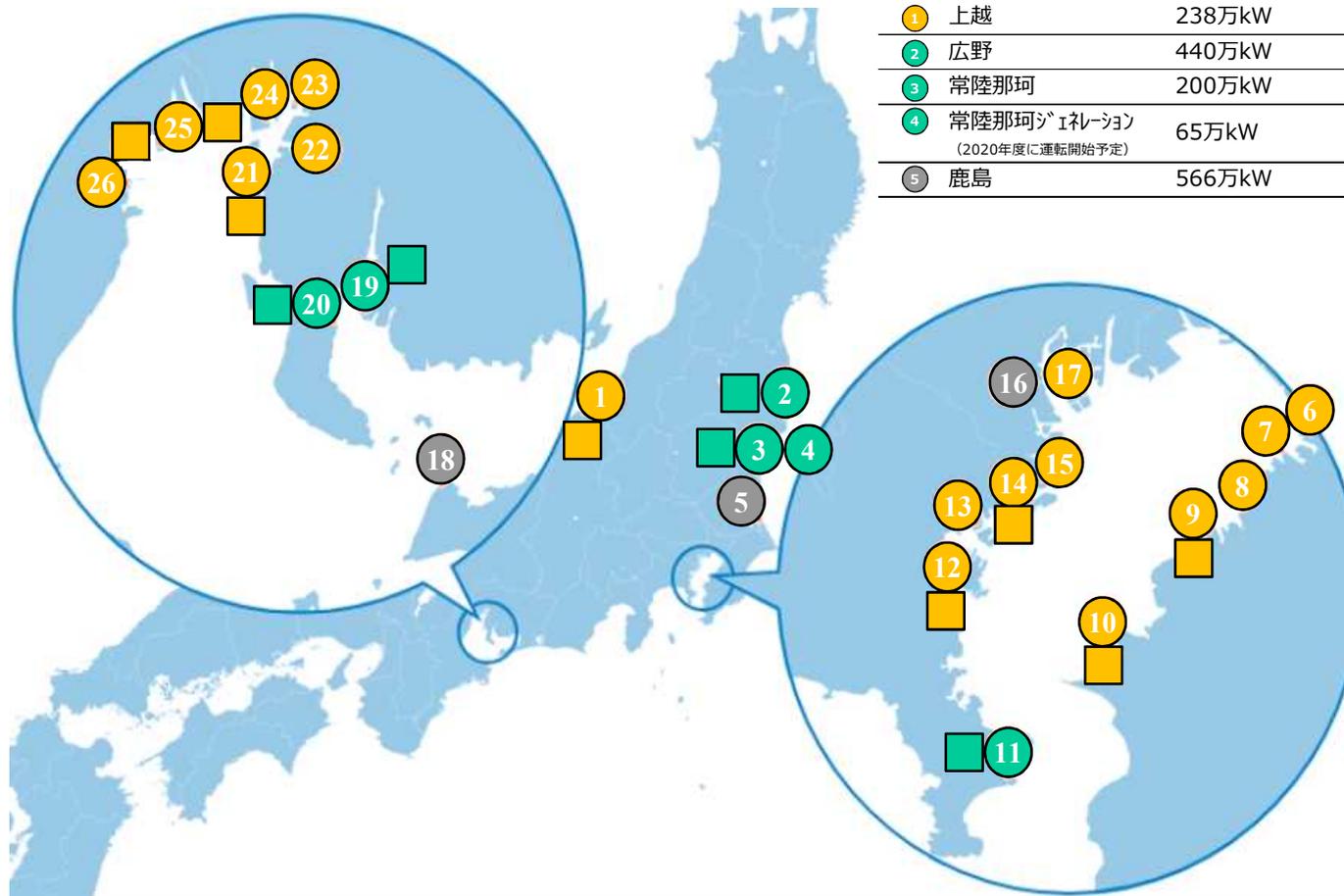
- LNG契約ソース
- 石炭契約ソース

### <1日の時間帯別発電イメージ> (東京エリア)



# 発電におけるレジリエンス向上に資する取り組み

- JERAは多様な燃種（LNG/石炭/石油）を組み合わせた国内最大の発電容量を保持
- 発電所は、東京湾・伊勢湾・太平洋岸・日本海岸と分散して立地させることで、災害による影響を緩和
- 主力燃料のLNGは、8つの基地を一体的に運用することで、受入弾力性を確保



火力発電所一覧 ※2020年2月末時点

1	上越	238万kW
2	広野	440万kW
3	常陸那珂	200万kW
4	常陸那珂シエレーション (2020年度に運転開始予定)	65万kW
5	鹿島	566万kW

6	千葉	438万kW
7	五井	リプレースを計画中
8	姉崎 (リプレースを計画中)	360万kW
9	袖ヶ浦	360万kW
10	富津	516万kW
11	JERAパワー横須 (2021年に運転開始予定)	130万kW
12	南横浜	115万kW
13	横浜	354.1万kW
14	東扇島	200万kW
15	川崎	342万kW
16	大井	105万kW
17	品川	114万kW
18	渥美	140万kW
19	碧南	410万kW
20	武豊 (2021年に運転開始予定)	107万kW
21	知多	396.6万kW
22	知多第二	170.8万kW
23	新名古屋	305.8万kW
24	西名古屋	237.6万kW
25	川越	480.2万kW
26	四日市	58.5万kW

主燃料

● LNG

● 石炭

● 油

■ LNG基地

■ 石炭基地（貯炭場含む）

- 各発電所の重要設備の耐震性評価を行い、倒壊・損壊による長期停止を回避するよう耐震補強等の対策を実施（JEAC3605-2014 に準拠相当）
- 発電設備並びにLNG基地において、地震による津波への対策を実施

## 【主な耐震補強設備】

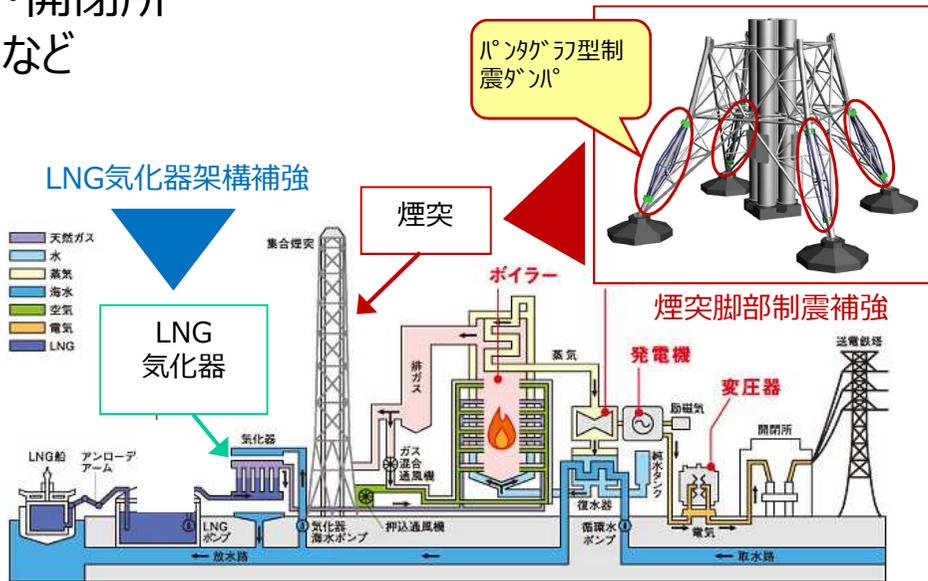
- ・煙突
- ・HRSG（排熱回収ボイラ）支持架構
- ・LNG気化器架構、LNG配管橋
- ・開閉所
- など

## 【津波対策】

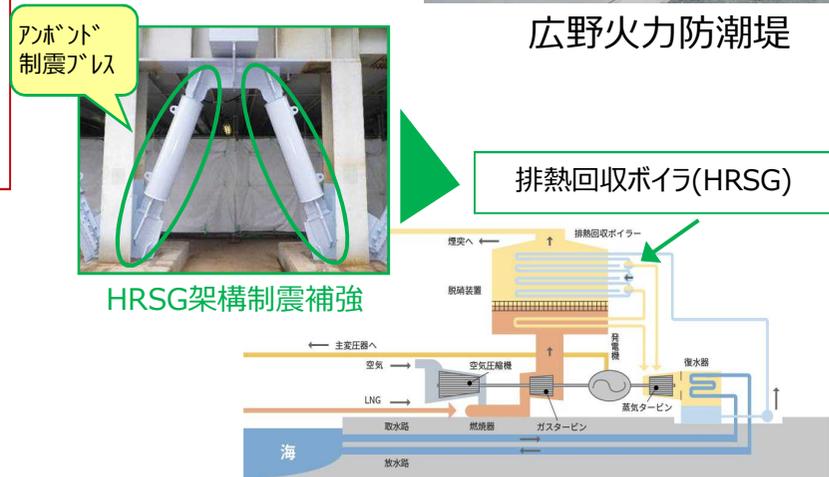
- ・LNG基地の嵩上げ
- ・防潮堤の設置
- ・防潮扉の設置
- など



広野火力防潮堤



煙突耐震対策  
従来型汽力発電所の耐震補強例



HRSG耐震対策  
コンバインドサイクル発電所の耐震補強例

# 再エネへの取り組み

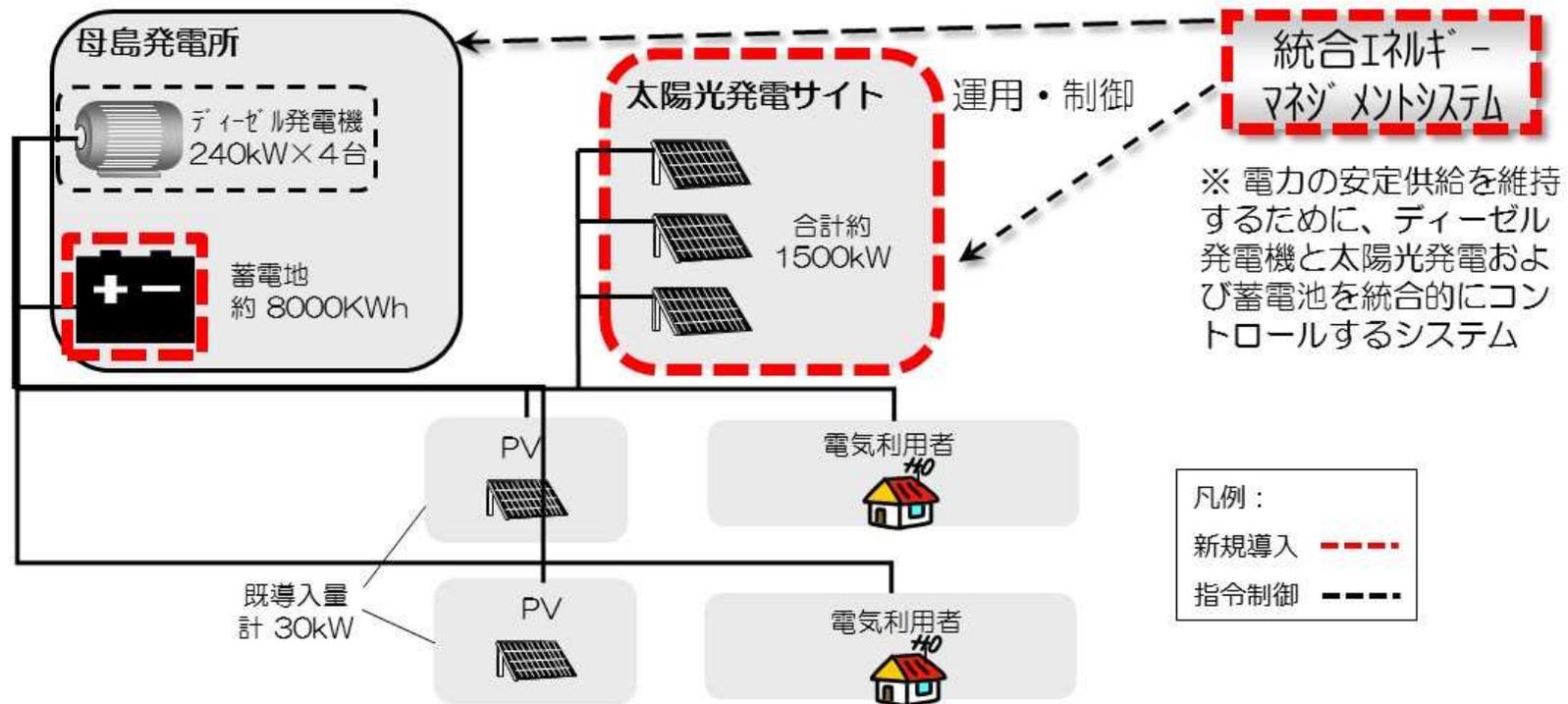
- TEPCOグループ各社との連携をベースに、国内外で事業展開を行い、再生可能エネルギーの主力電源化を目指し、レジリエンス向上に貢献



## 再エネへの取り組みの例 ～ 母島再エネ100%電力供給実証事業 ～

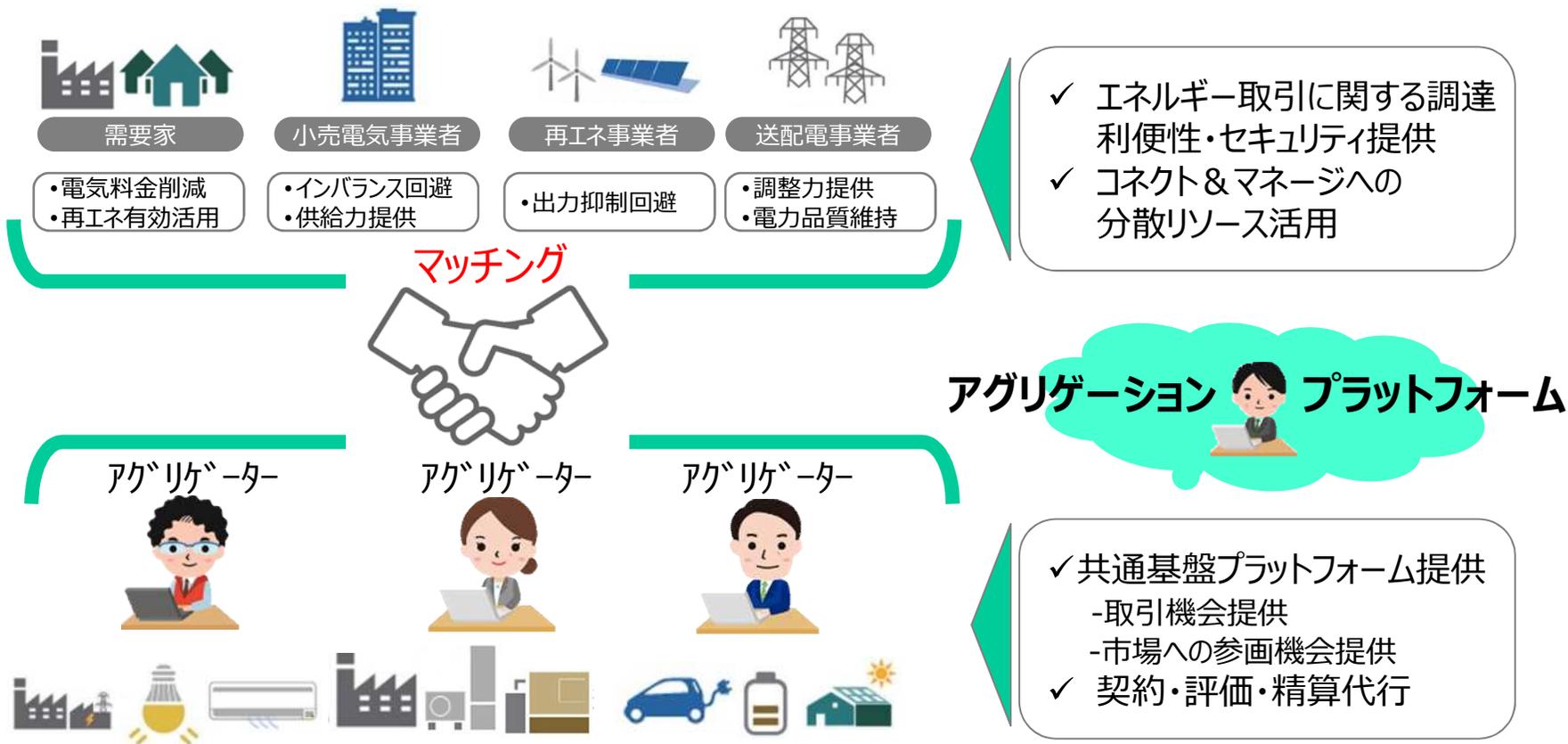
系統電源が被災し、変動性再エネが主力電源となった際の系統安定化技術（レジリエンスの維持）について実証

- ✓ 再エネ大量導入を模擬した実系統にて、予測活用、再エネ・蓄エネ等の協調制御により、短周期変動、長周期変動の課題に対応（新島実証：2018年度終了）
- ✓ 再エネの更なる導入拡大に対応すべく、再エネ100%供給実現に必要な技術を開発中。同技術により短絡容量低下・慣性低下の課題に対応。（母島実証：2022年度末からの実証開始に向け技術開発・各種調査を実施中）



太陽光発電による電力を優先的に利用し、不足時にはディーゼル発電でバックアップ

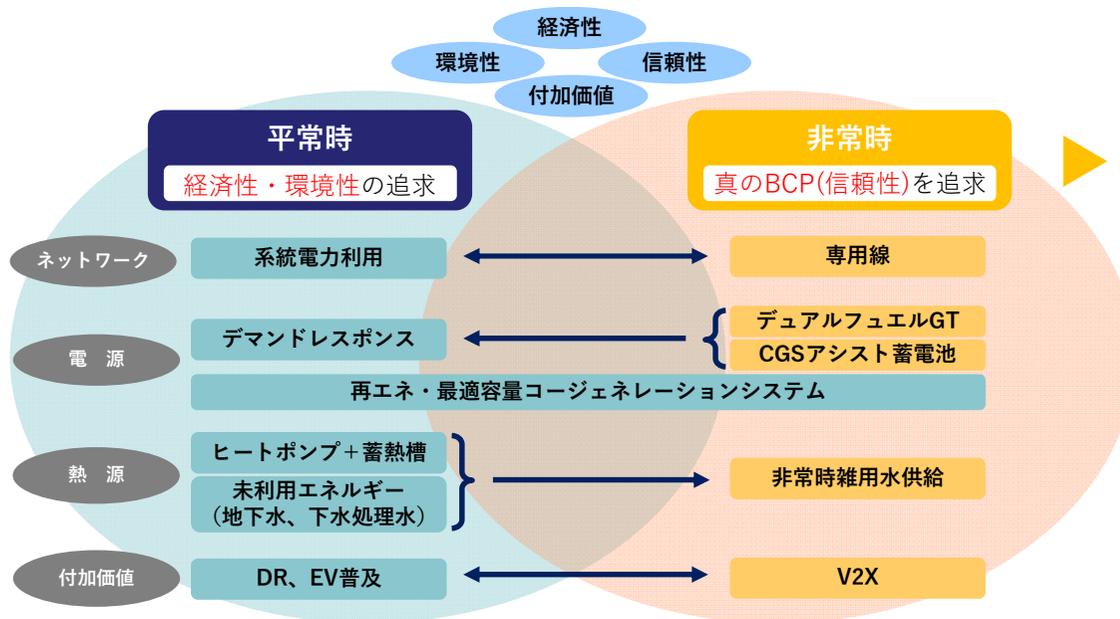
- 分散エネルギーリソースの活用として簡易指令システムの構築や、電力市場の整備を推進
- 上記に加え、VPP構築実証事業への参画などを通じ、分散エネルギーリソースの活用を支えるプラットフォームの有り方等を検討
- VPP構築推進にともない、分散エネルギーリソースの普及・活用が拡大し、レジリエンスの向上に貢献



# エリア開発に対する当社の取組 <スマートレジリエンス>

- ▶ スマートレジリエンスとは電気に加え、熱・水を含めた総合的な視点から経済性と環境性に優れた、災害に強い設備・街づくりを構築する新たなエリア開発のコンセプト
- ▶ このコンセプトに基づき、当社グループは、エリア開発に対し、電気と熱のネットワーク化によるエネルギー融通、再エネ・最適容量コージェネレーションシステムやデュアル燃料非常用発電機による非常時電源の確保、再エネ利用熱源導入による省エネ、蓄エネルギー技術による緊急対応余力確保、周辺地域に電気を配るEV+V2Xシステムによる地域貢献 等をパッケージ提供

## <スマートレジリエンスの概念図>



### <検討すべき非常時インフラ条件>

1. 系統電力途絶時 (水道供給○/×)
2. 都市ガス途絶時 (水道供給○/×)
3. 系統電力・都市ガス・水道途絶時

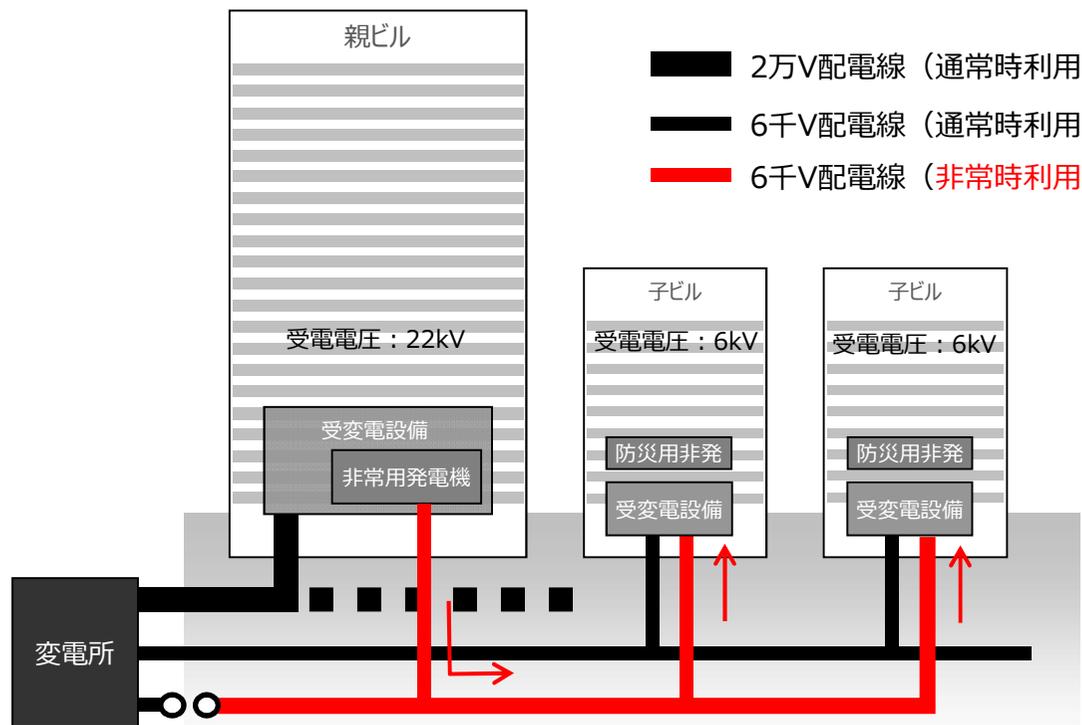
# システムを活用した非常時電力融通 ～プレミアムグリッド～

需要

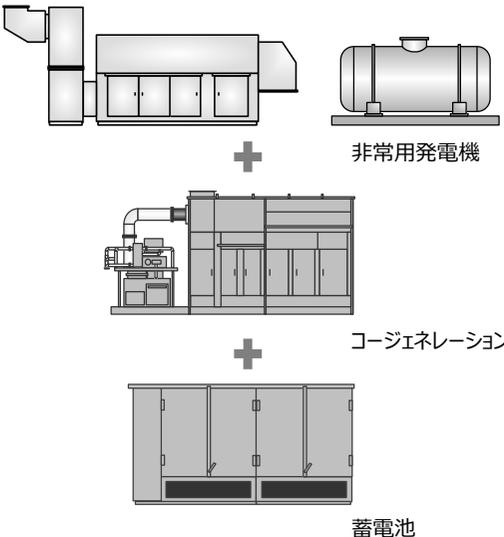
14

都内再開発で、プレミアムグリッドを採用

- ✓ 広域停電時等において、当社の系統ネットワークを開放し、単独グリッドを形成
- ✓ 親ビルに設置した非常用発電機から子ビルに非常時電力融通を実施



- 再開発や病院のBCP計画として、非常用発電機などを活用した電源ソリューションを提案
- EVを蓄電池とみなし、平常時も非常時も活用できるV2Xシステム※を開発
- 台風災害を踏まえ、非常時発電機等を容易に接続する非常時電源用コネクタ(UXコネクタ)を開発中

平常時・非常時活用		非常時活用
非常用発電機・CGS・蓄電池	V2Xシステム※	仮設電源設備接続用
 <p>非常用発電機</p> <p>コージェネレーション</p> <p>蓄電池</p>	 <p>出典：ダイヘンHP</p>	 <p>出典：ESLPower</p> <p>コネクタ部分は開発中</p>
<p>【概要】コスト高</p> <p>✓ お客さまニーズに合わせ非常用電源の組合せをカスタマイズ提案</p>	<p>【概要】コスト中</p> <p>✓ 次世代自動車を非常時の発電端とし建物に給電できるシステム</p>	<p>【概要】コスト小</p> <p>✓ 非常時、発電機を容易に接続するコネクタ付三路切替盤</p>

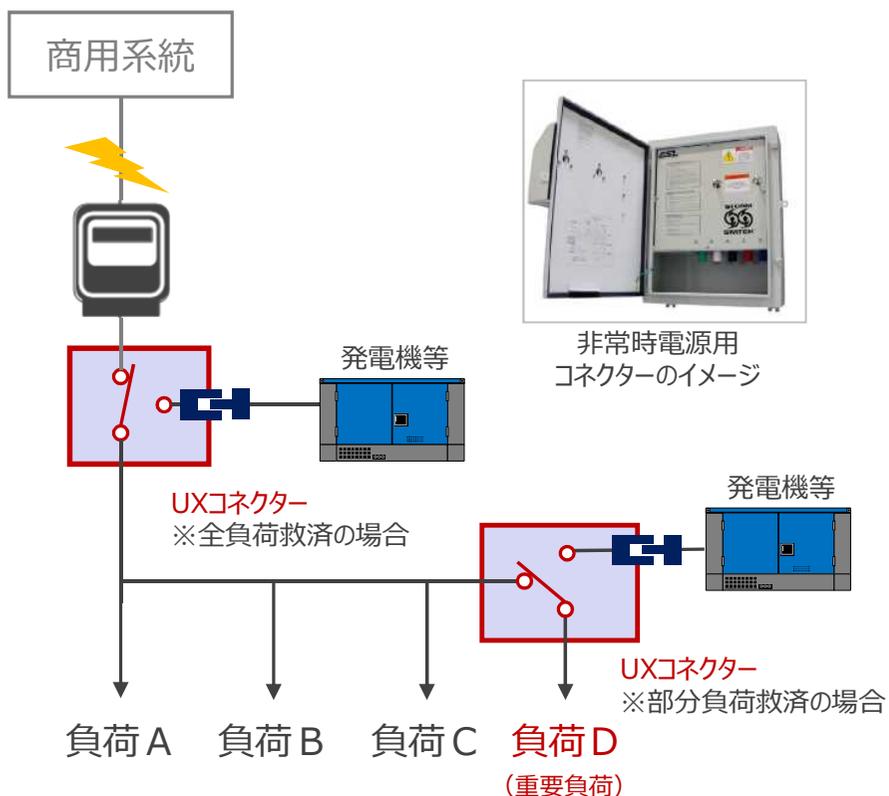
※ V2X (Vehicle-to-Everything) : V2H(住宅)、V2L(電気機器)、V2G(電力網)などの総称

# 非常時電源ソリューションの例① UXコネクター(非常時電源用コネクター)

- 過去の災害経験から、救済すべき負荷の区分と非常用電源接続に時間を要しているのが実態
- 需要サイドにて予め救済手順をルール化するとともに、UXコネクター設置により、受電設備非常時(浸水等)の電力復旧早期化が可能

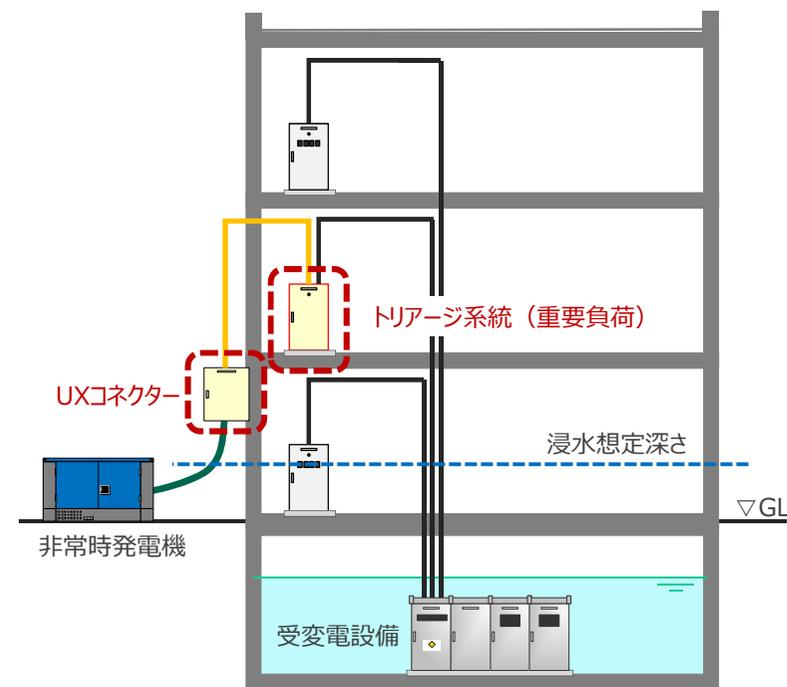
## UXコネクターの【設置位置】

救済する系統(重要負荷)に応じて設置位置を決定



## UXコネクターの【設置場所】

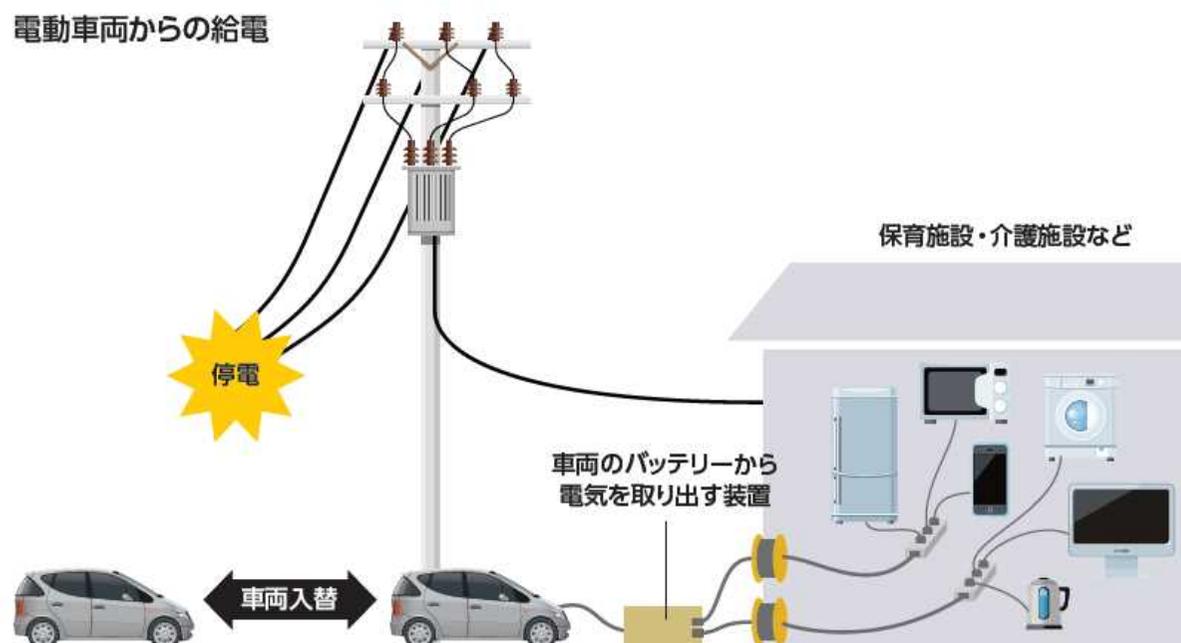
浸水が懸念される場所においては、浸水想定深さよりも高い位置に設置



## 非常時電源ソリューションの例② EVの活用

- 電動車両の「動く電池」という特性を踏まえ、平時には電力の系統運用への活用、災害時には非常用電源として活用（2019年台風15・19号で貢献）
- 2019年10月、充電サービス事業を行う「e-Mobility Power」を中部電力と共同で設立

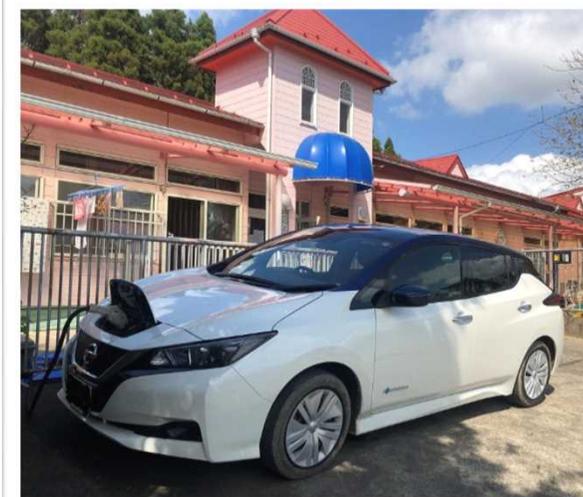
### <災害時におけるEVの活用方法>



e-Mobility Power

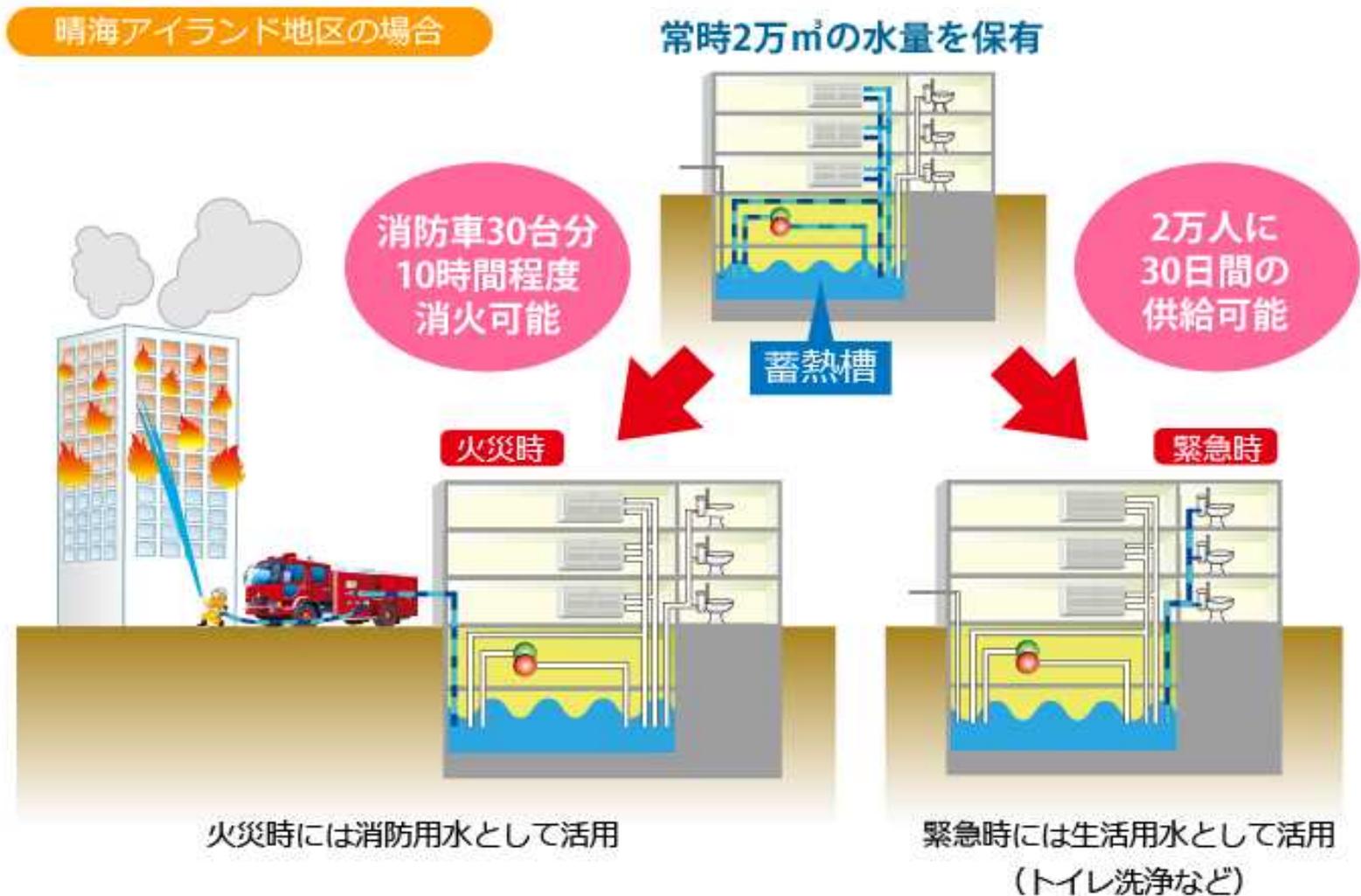


2019年9月の台風15号の際、保育園への給電の様子



# 蓄熱槽（コミュニティタンク）による非常時雑用水供給

- 平常時は電力負荷平準化、熱源の高効率運転に活用
- 非常時は消防用水、生活用水、さらにエネルギー供給に必要な冷却水に活用



(非常災害時の避難誘導等の情報を配信)

- 駅前や観光地等の人通りの多いロケーションに配置されている地上機器にサイネージ機器を搭載。自治体と協調して、地域や観光、交通などの各種情報をインバウンドも想定して多言語で配信。一方、非常時には災害発生状況や避難誘導経路等の情報配信に切り替わり、これら機能はレジリエンス向上に貢献

事業内容

観光情報や災害時避難情報、商業広告等の情報配信



【配電地上機器】

【サイネージ機器】



上部に  
サイネージを  
設置



発信イメージ

【通常時】 観光情報や地域情報



【非常時】 避難誘導・防災情報を発信



(非常災害時における在不在情報の把握、避難誘導・指示への活用)

- 災害対策において、発災前後の電力使用量統計の差を用いて、曜日・時間帯に応じた想定被災者数や発災時の避難状況を可視化（図1）することで、発災時の避難誘導の効率化や避難行動の促進に役立つ可能性がある。
- 【想定効果】「在宅状況」の情報活用で、避難勧告発令前後の効率的な広報車出動や、状況に応じた防災無線発信等が可能。更に「停電可能性地域」（図2）等を用いた民間企業・団体との「共助領域」での活用見込みあり。また、未避難住民に対し「直近数時間における近隣の避難人数」を発信することで、住民の避難意識向上に繋がり、被害者低減に貢献（図3）。

図1：地域別の住民在宅率を可視化するプロトタイプ



図2：停電可能性地域の可視化イメージ



足立区とGDBL※との  
社会実証イメージ  
(2018年11月  
～2019年7月)

図3：住民アンケート結果

従来の避難勧告では「逃げない」と答えた住民のうち... **78%**が直近の近隣避難人数が分かれば「逃げる」と回答

発表時間：2019年05月18日 19時10分  
対象地域：足立区 XX町・YY町

■XX町・YY町に、大雨による避難勧告が発令されました。

■該当地域のみなさまは、安全な場所への避難を開始してください。

発表時間：2019年05月18日 19時10分  
対象地域：足立区 XX町・YY町

■XX町・YY町に、大雨による避難勧告が発令されました。

■該当地域のみなさまは、安全な場所への避難を開始してください。

■17時から19時の2時間で、XX町・YY町の住民のみなさまのうち、510の方が避難しました。

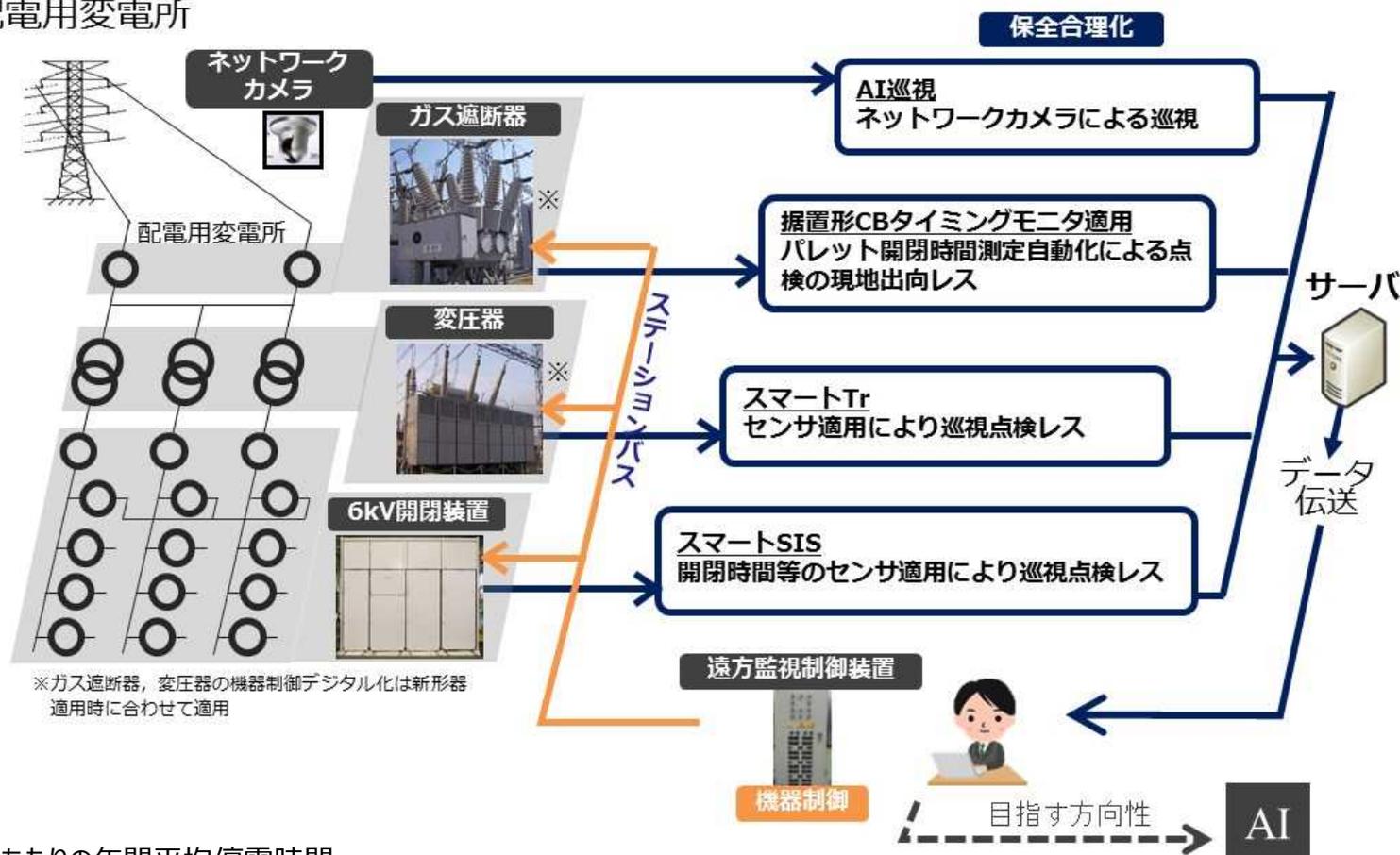
**Grid Data Bank Lab.**

※ GDBL（グリッドデータバンク・ラボ有限責任事業組合）：  
当ラボにて、電力データと異業種データを掛け合わせ分析することで、さまざまなユースケースを検討し、有用性の検証を実施

# 既存システムの高度化

- 現在の供給信頼性（SAIDI※<sup>1</sup>，SAIFI※<sup>2</sup>）は、世界と比べて高水準
- デジタル技術により、設備異常検知早期化(レジリエンスの向上)を検討中。将来的にはAIによる異常状態の自動判定など、更なる高度化を検討
- 配電自動化システムにより、トラブル時に生じる停電のエリア縮小化が可能

(例) 配電用変電所



※1 SAIDI：1軒あたりの年間平均停電時間

※2 SAIFI：1軒あたりの年間平均停電回数

## 【参考】SAIDI、SAIFIについて

### 停電の国際比較: OECD諸国におけるSAIDIとSAIFI



国	年間停電の継続時間と頻度に関する指標 (0~3)	平均停電継続時間指標 (SAIDI)	平均停電回数指標 (SAIFI)
オーストラリア	1	4.2	8.2
オーストリア	2	1.2	0.6
ベルギー	3	0.7	0.6
カナダ	2	0.9	1.3
フランス	3	0.2	0.1
ドイツ	3	0.2	0.2
<b>日本 (大阪)</b>	<b>3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>日本 (東京)</b>	<b>3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
韓国 (南)	3	0.1	0.0
ノルウェー	3	0.7	0.9
OECD 平均	2.7	1.3	0.9

スコアが高いほど停電の数と継続時間が短いことを示す

1年あたりの時間数を示し、スコアが低いほど良い

1年あたりの停電回数を示し、スコアが低いほど良い

出所: World Bank  
Doing Business  
survey 2018

© OECD/IEA 2018

3

出典: 第14回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会「資料3 IEAによる電力システム強靱化に向けた提言」(2018年12月19日, 経済産業省) ([https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/pdf/014\\_03\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/014_03_01.pdf))

# 終わりに

➤ レジリエンス向上のため、これまでの供給サイドの対策に加え、需要サイドの対策拡大が重要。さらに、平常時・非常時一体の対策も重要。

## ○エネルギー需給一体の取組み

- 供給サイド：エネルギー企業として構築してきた安定供給対策（供給の多重化、発電や系統の保守・出向、電源車等の災害向け機器・設備の保有など）
- 供給サイド：お客さまに対しては2回線受電などバックアップメニュー（予備線・予備電源）の提供

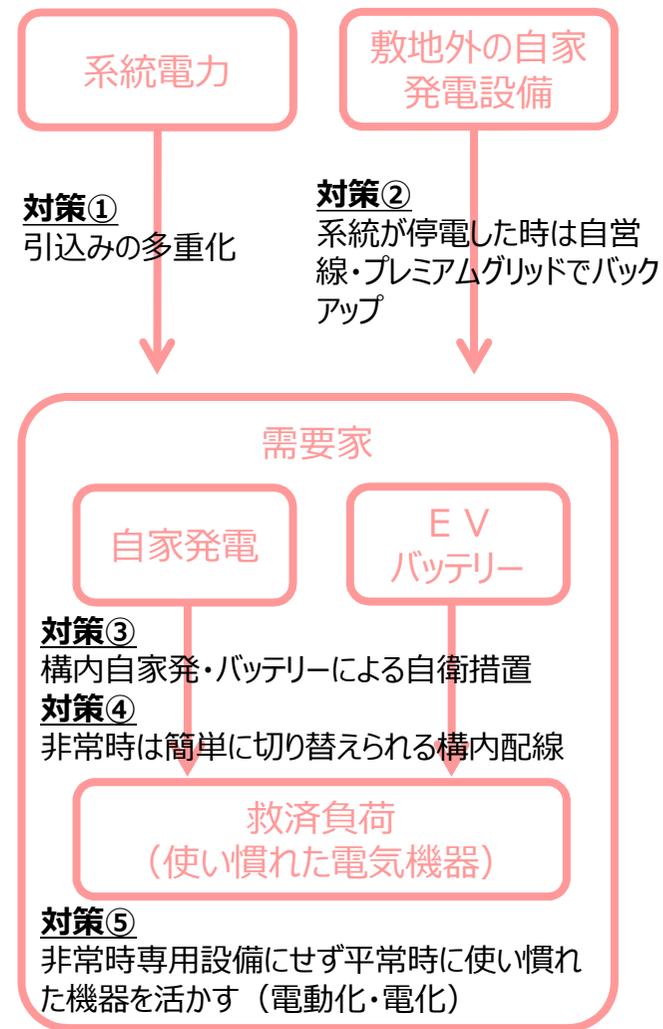
## ○激甚化する災害を前提とした対策の必要性

- 需要サイド：電源品質を踏まえた建物付帯設備の整備と自衛措置の導入。  
加えて、これからは平常時と非常時を兼用する視点が肝要。
  - ・平常時：高い省エネルギー性やデジタル化に対応した機器
  - ・非常時：事業の継続に向けロバスト性と扱い易さから平常時と同じ機器の活用

### 平常時と非常時を一体で検討

## <対策>

- 供給元の多様化
- エネルギー種別の統一化
- 平常時でも非常時でも利用する機器は同じ
- 切替え方式など誰もが運用できる簡単な仕様



# 【参考】ゼロエミッション・レジリエンス強化に向けた投資イメージ

➤ ゼロエミッション化で抑制される化石燃料の費用を原資に需要の高度化への投資を拡大

＜一次エネルギー＞

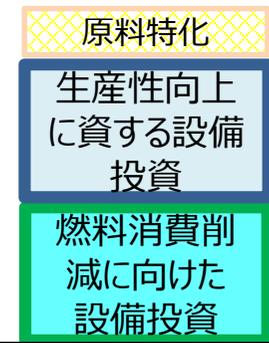
**現在(2017)**  
国内石油・ガス市場  
**25兆円/年**  
(燃料・原材料輸入額  
**15兆円/年**)



産業構造の变革



**これから**  
エネルギー・レジリエンス  
関連投資



- 電化（燃料転換、ビジネスイノベーション）を推進
- 需要側の脱炭素化を加速

国際競争力 貿易収支改善

化石燃料輸入がもたらす  
経常収支押下げ型

国内投資への転換

ゼロエミッションによる競争力強化と内需拡大型

＜電力消費分＞

国内電力市場  
**20兆円/年**  
**電気**

- 再生可能エネルギー主電源化に向けた開発・投資により電源の脱炭素化を推進
- 電源多様化の維持

主力電源の再エネ化と供給力確保の両立

