

防災・減災のための電気エネルギーセキュリティ

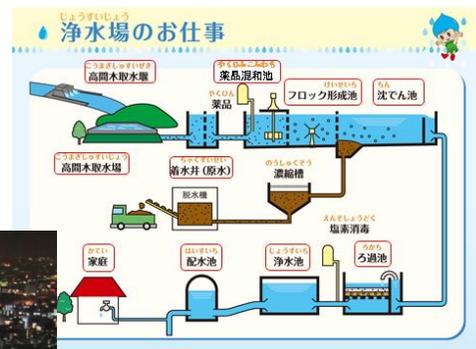
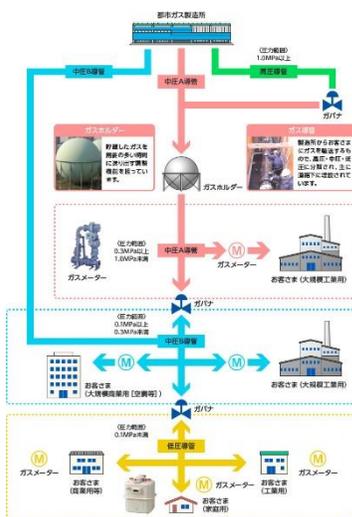
～ WG1 電力システムの視点 ～

防災・減災のための電気エネルギーセキュリティ特別調査専門委員会

2022年3月22日

社会基盤を支える電気エネルギーセキュリティ

- 電気エネルギーは、**社会のあらゆる分野との関わりが強い重要な基盤（インフラ）**。
- 電力システム改革の進展や再エネの導入拡大等で、安定性の維持が難しくなる一方、社会的な受容性を意識した**電気エネルギーセキュリティの維持は欠かせない**。



水道



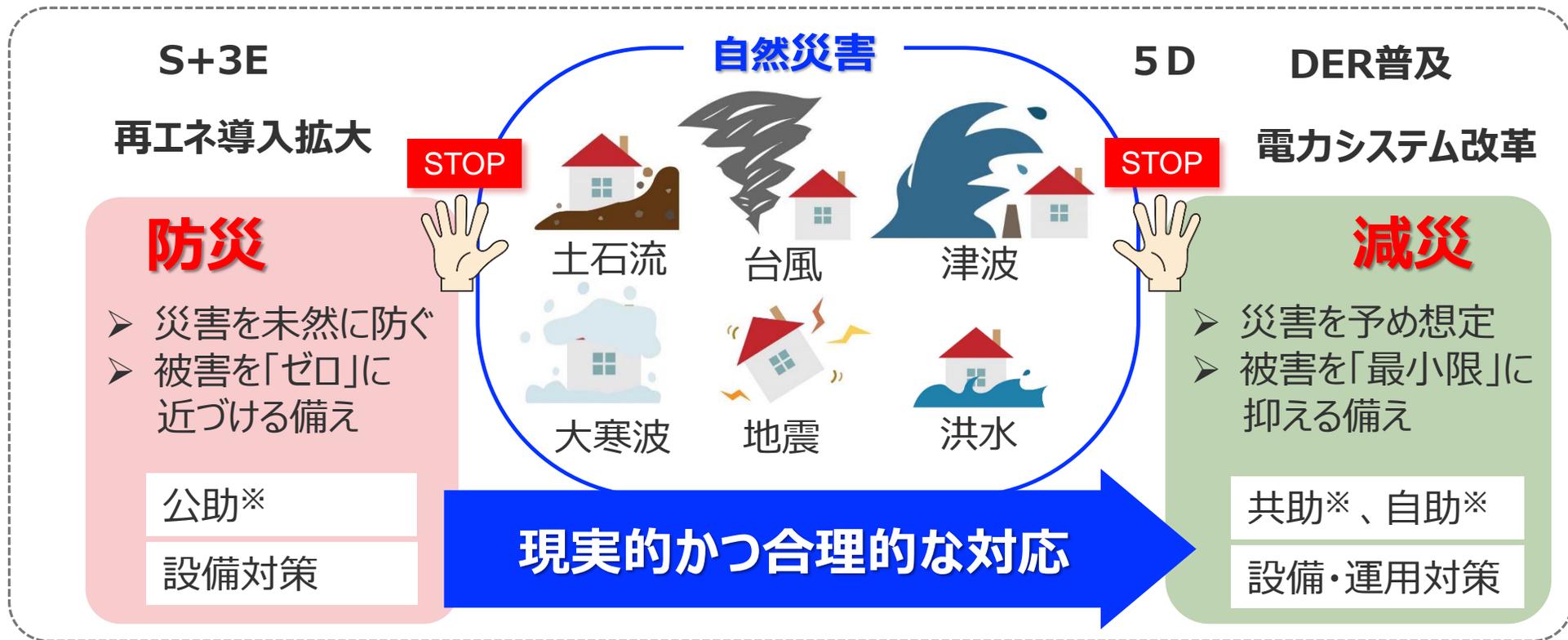
電気エネルギーに関する「防災」「減災」を「多面的」に考えていくことが必要

<キーワード>

S + 3 E、5 D（制度改革、人口減少、脱炭素化、分散化、デジタル化）、再エネ導入拡大、DERの普及
需要サイドを加えた需給一体運用、分散グリッドの運用・災害時自立性、社会受容性、自助・共助・公助 など

電気エネルギーセキュリティにおける「防災」「減災」の考え方

- 災害大国であるわが国では、自然現象による災害が発生しないよう「防災」への取組みを幅広く行ってきたが、近年の大規模災害を受け、「減災」の重要性が深まっている。
- 電気エネルギーセキュリティは、電力系統の供給信頼度確保の考え方と整合を図りつつ、
 1. 停電を極力招かない「防災」への対応
 2. 設備被害等を想定したうえで、停電範囲や時間等を最小限に留める「減災」への対応



※防災分野で一般的に使われている自助・共助・公助とは異なる意味で使用していることに留意

WG1 電力系統（ネットワーク）からの視点で調査

近年、自然災害の激甚化による電気の供給途絶が生活へ与える影響の深刻さを増し、電気の安定供給の**レジリエンス強化を再認識**。この中、電力インフラ事業者はこれまでの経験を教訓に、「防災」「減災」の観点から、**設備対策や運用の高度化**に取り組んでいる。

【調査・検討方針】

「大規模停電事象」「電力システム改革の進展等に伴う電力セキュリティの課題」「SNSの普及等を踏まえた情報発信のあり方」に関する**現状の取組みと課題認識、将来に向けて検討を始めている事項、レジリエンス強化策**等を調査

【調査対象と項目】

対象：一般送配電事業者、自家発電設置事業者を中心に、アンケート調査を実施

項目①	近年発生した大規模（広範囲・長時間）停電実績において、電力系統が 大規模停電に至るメカニズム、対応実績、防止対策 を調査・整理
項目②	「防災」「減災」のための 電力供給のあり方（レジリエンス強化策） を調査・整理
項目③	SNS等の普及を踏まえた平常時と非常時における 情報発信・連携のあり方 を調査・整理

大規模自然災害と「防災」「減災」に関する考え方等の変遷

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
大規模自然災害 (主なもの)	○阪神淡路大震災	○東海豪雨	○新潟県中越地震 ○新潟県中越沖地震	○駿河湾地震 ○東日本大震災	○熊本地震 ○広島市豪雨土砂災害	○北海道胆振東部地震 ○台風21,24号(2018年) ○台風15,19号(2019年) ○新型コロナウイルスの流行
インターネットの普及の推移	インターネット普及初期 (PHS・携帯電話の普及)		ブローバンドの急速な普及 (Web2.0 動画・音楽・画像)		スマートフォンの普及 (パソコンからモバイル端末への移行)	

「防災」「減災」に関する考え方

これまでに発生した事象を教訓にこれに「**耐える**」対策を実施

- ハード対策の拡充
(耐震補強の実施など)



ハード対策には限界があり、代替手段を含め社会活動への影響を極力軽減するよう「**備える**」仕組みを充実

- ソフト対策（避難計画・訓練）の充実、復旧手順の確立
- 備蓄の拡充や事前の代替手段確保 など

情報発信・共有のトレンド

インターネットの普及により、情報の伝達速度や量が飛躍的に向上

- 発信頻度の向上
- PUSH型に加えPULL型を活用

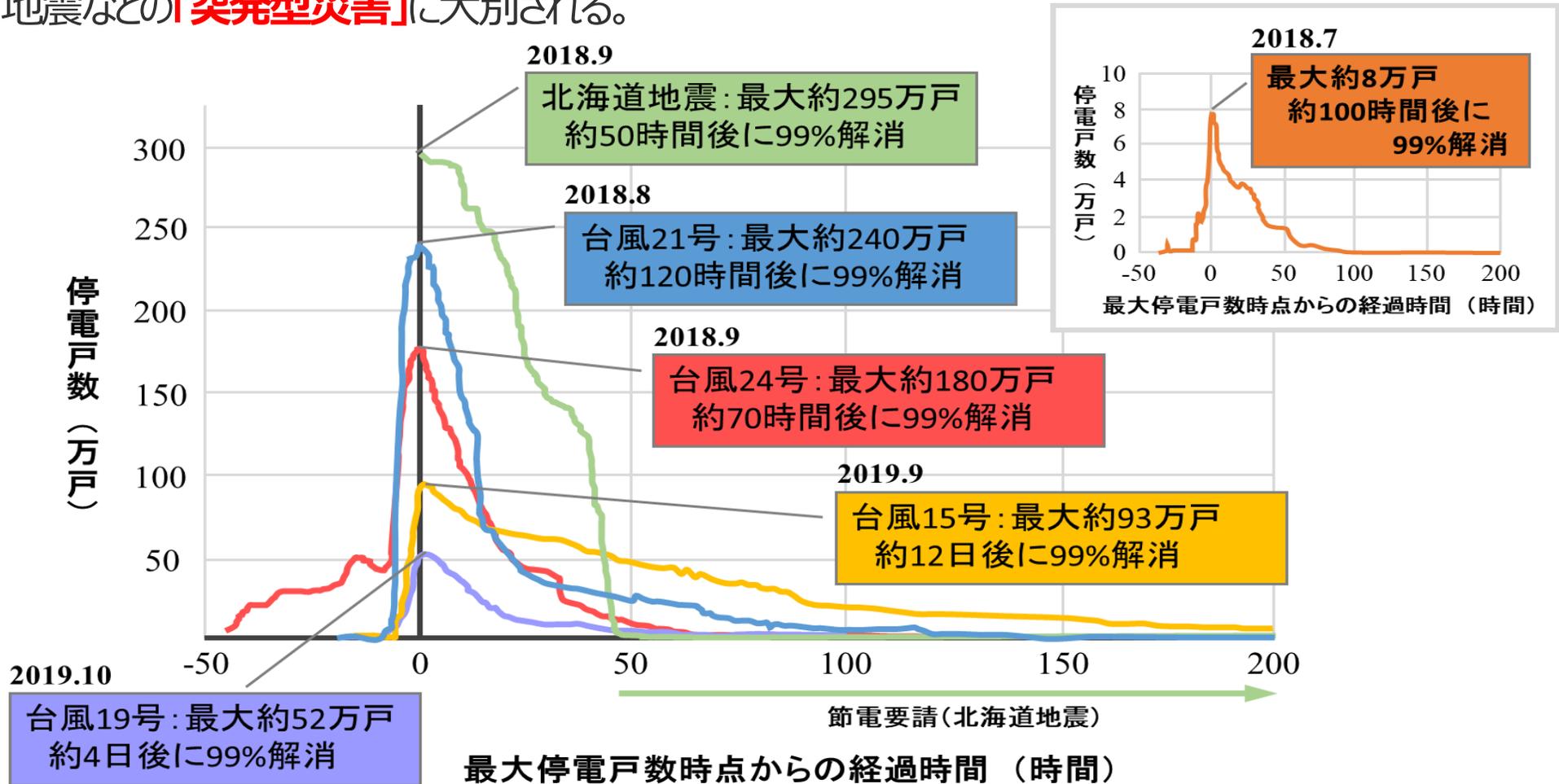


情報伝達ツールの多様化が進み、誰でも簡単に広範囲に情報発信が可能

- サービスの提供サイドだけでなく、利用サイドによる発信が可能となり、情報量が飛躍的に向上
- 情報の正確性が課題

最近の大規模自然災害における停電戸数の推移

- 災害の種類や規模により被害状況が異なるため、**効果的な対策は一律にならない**。
- 災害は、台風による水害や雪害などの時間の経過に合わせて被害が進行していく「**進行型災害**」と、地震などの「**突発型災害**」に大別される。



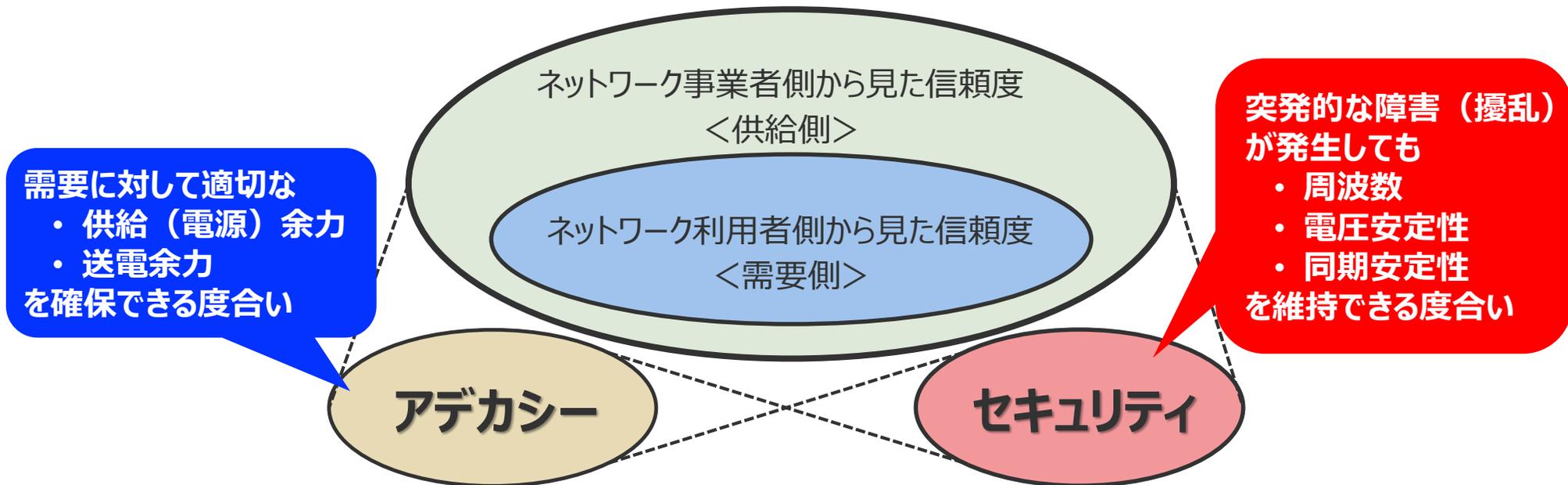
大規模・広範囲停電に至るメカニズム

- 電力設備には、各々物理的な**送電限界**があり、電力系統にも物理的な**安定運用限界**がある。
- 電力系統は、電力設備が電氣的に密接に関係しており、**ひとつの事故が連鎖的に拡大**し、大規模・広範囲停電につながることもある。
- 大規模・広範囲停電に至る事象は様々であるが、主に4つの要因に分類できる。

要 因	大規模・広範囲停電に至るメカニズム
需給バランス（周波数）	発電と消費のバランスが崩れた時に、周波数が大きく変動し、発電機の運転が継続できないと、連鎖的に停止する。
系統安定度（同期安定性）	系統に擾乱があった時に、同期発電機が系統と同期運転できなくなり（脱調）停止する。この影響が周辺の同期発電機に波及し、発電機が連鎖的に脱調し停止する。
電圧安定性	系統に擾乱があった時の電圧変動に際し、無効電力が調整できないと電圧の安定運転領域（送電可能最大電力点）を逸脱する。大幅な電圧低下で系統安定度が低下し、同期発電機が脱調し停止する。
設備事故（事故停止）	基幹系統など、広範囲に供給していた電力設備が事故停止すると、当該設備を介し供給されていた需要が停止する。

電力系統（ネットワーク）の信頼度確保の考え方

信頼度とは、電力設備の形成（電源と送変配電設備等）と運用における頑健性を示し、停電の**発生確率が低く、継続時間が短く、範囲が小さい**ほど**信頼度は高い**。



「防災」「減災」を考慮した信頼度確保の取組み

- 災害による被害を最小限に抑える取組みとして、「**タイムライン**」の考え方が浸透。

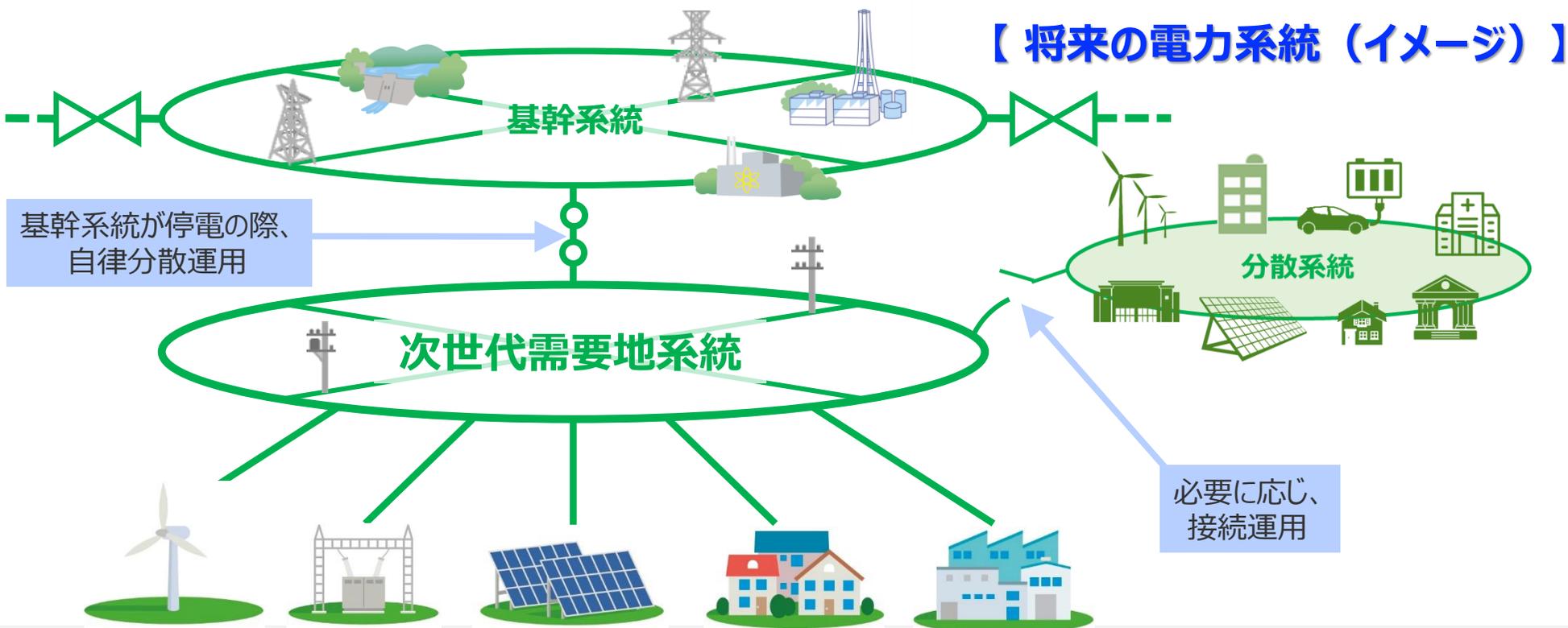
タイムラインは、関係機関が連携して災害時に発生する状況を予め想定し、共有したうえで、「いつ」「誰が」「何をするか」に着目して、**防災行動と実施主体を時系列で整理した計画**

- 水害や雪害など時間の経過に合わせて被害が進行する「**進行型災害**」への**対応に期待**される。



電力系統における「防災」「減災」への取組み（1）

- 社会の電気への高度な依存が進展していくなか、**強靱な電気エネルギーセキュリティの確保は重要課題**。将来は、基幹系統の広域化が進む一方、需要地系統の分散化が想定される。
- デジタル技術の高度化と共に、**経済性、環境性、強靱性を備えた設備と高度な運用**が不可欠。
- 次世代の電力供給体制の確立（制度、組織、思想、計画等）には、**「集中から自律分散」、「分散協調」**の考慮が必要と考えられる。

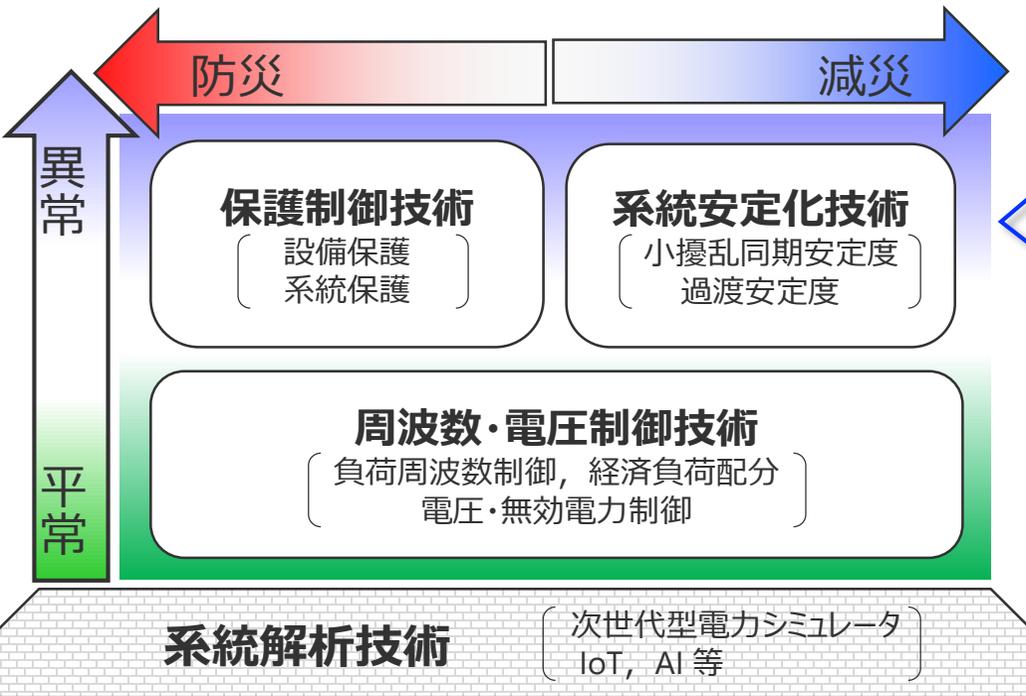


電力系統における「防災」「減災」への取組み（2）

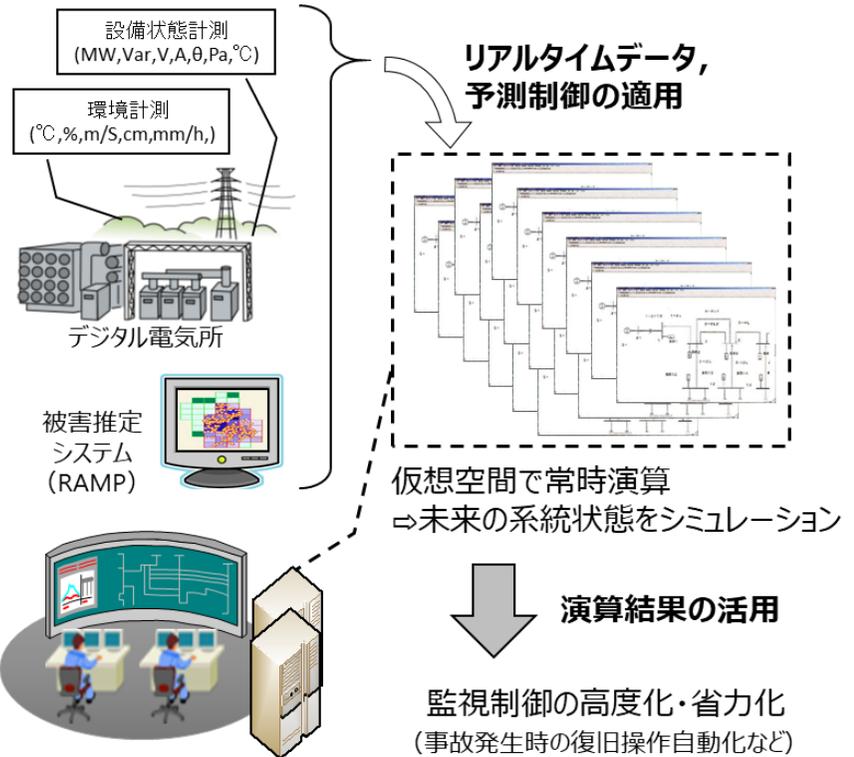
【電力供給（系統制御技術）における防災と減災】

- 事故時（異常時）の設備・系統保護を目的とする
保護制御技術は「防災」の役割を果たす。
- 事故時影響の極小化を目的とする
系統安定化技術は「減災」の役割を果たす。

系統制御技術との関係性（イメージ）



電力系統の将来の監視制御（イメージ）



ビッグデータの活用やIoT, AIの進化など、デジタル技術は日進月歩。電力供給の監視制御への活用は防災・減災の課題解決に向けたポテンシャルを有する

電力系統における「防災」「減災」への取組み（3）

台風被害推定システム（RAMP-T）

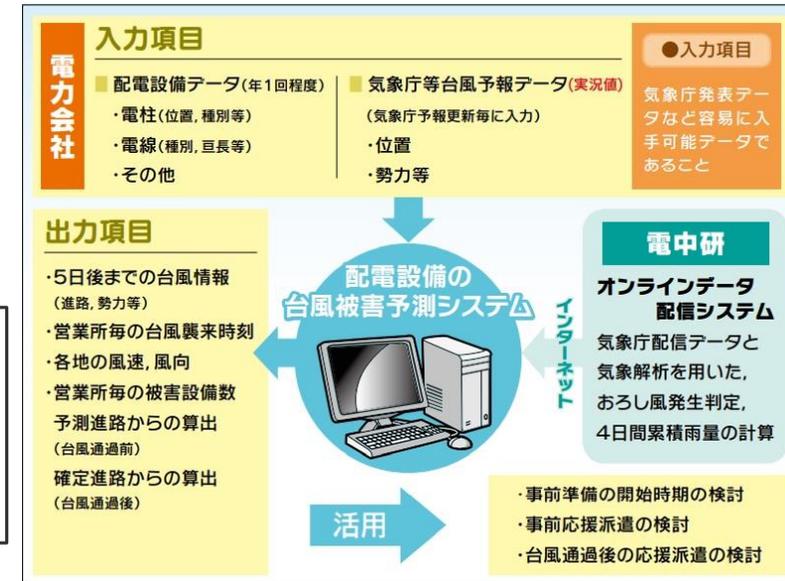
Risk Assessment and Management system for Power lifeline – Typhoon

台風による大規模な被害が発生した場合、復旧活動においては情報が大量かつ輻輳するため、人間での対応に限界あり。

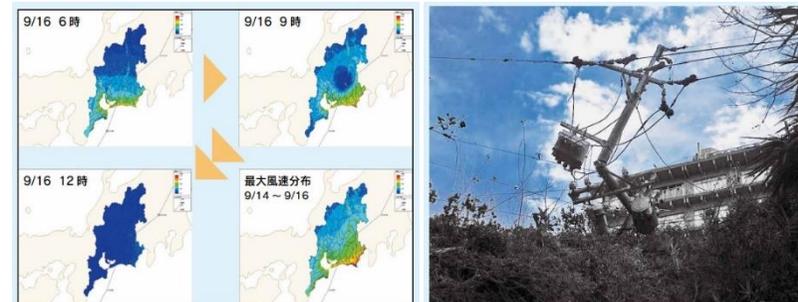
災害の「事前」「発生中」「事後」の対策ごとに、**早期復旧を実現するための業務を支援。**

特 長	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 刻々と変化する台風の動きに対する風速分布状況を想定 ➤ 任意地点における強風時間帯（突入から離脱）を推定 ➤ 想定結果を地図表示して見える化
--------	--

用 途	事前	台風襲来前に、要員・資機材を確認・確保
	発生中	任意地点における強風継続時間から、復旧開始可能時間を設定
	事後	台風規模と設備被害との相関分析や、急速汚損などの原因分析に活用



台風被害推定システムを用いた災害復旧支援イメージ



平常時と非常時における情報発信・連携のあり方

- 近年、SNS等の普及により、**情報の即時性と拡散性が格段に向上すると共に双方向化**。
- 停電情報をきめ細かく発信することで、利用者の不安を軽減し、**行動を促すきっかけ**となる。
- **「誰に、何を、どうやって」**伝えるか。対象者属性で分類し、内容や手段は**適切なものを選択**。
- **発信源の特定と信頼性が必須**。これには、予め定めた**発信方法やルール**が必要。

1. ネットワーク運用者の取組み

- ホームページやSNS等を活用した「プッシュ型」の情報提供
- 対象者の属性に応じた提供手段の多様化と双方向コミュニケーションツールの開発
- AIやチャットを活用した電話対応、供給エリア内のラジオ局と提携
- 事前の備えと発生時の協力等に関し、自治体との「防災連携協定」を締結
- 2019年台風被害を機に、一般送配電事業者が「災害時連携計画」を経産大臣に届出

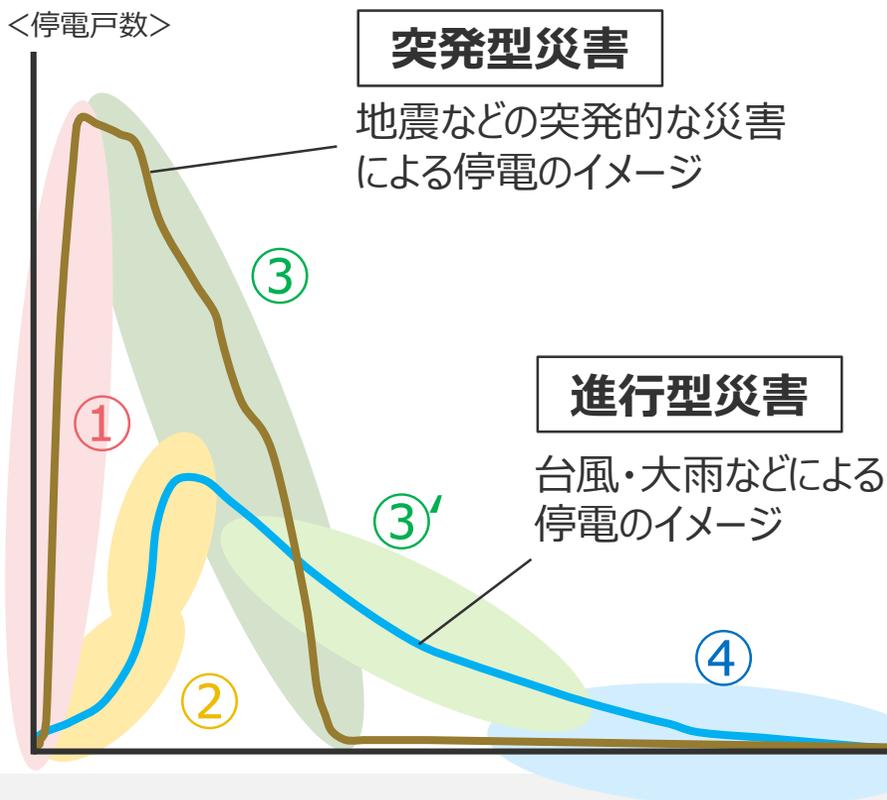
2. ネットワーク利用者の要望

- 災害の様相（規模）、被災範囲、停電規模・範囲、復旧見通しの定期更新
- 定期更新に応じ、より詳細な情報（被災状況、復旧順序、代替手段等）の提供

電気エネルギーセキュリティ確保の方向性

災害は「突発型災害」と「進行型災害」に大別され、完全な復旧に相当な時間がかかるケースなど、その様相は様々。効果的な施策は一律に決められるものではなく、**災害状況において必要とされる対応が異なる。**

災害状況を踏まえた適切な対応力の強化



①～④の状況変化に応じた対応例

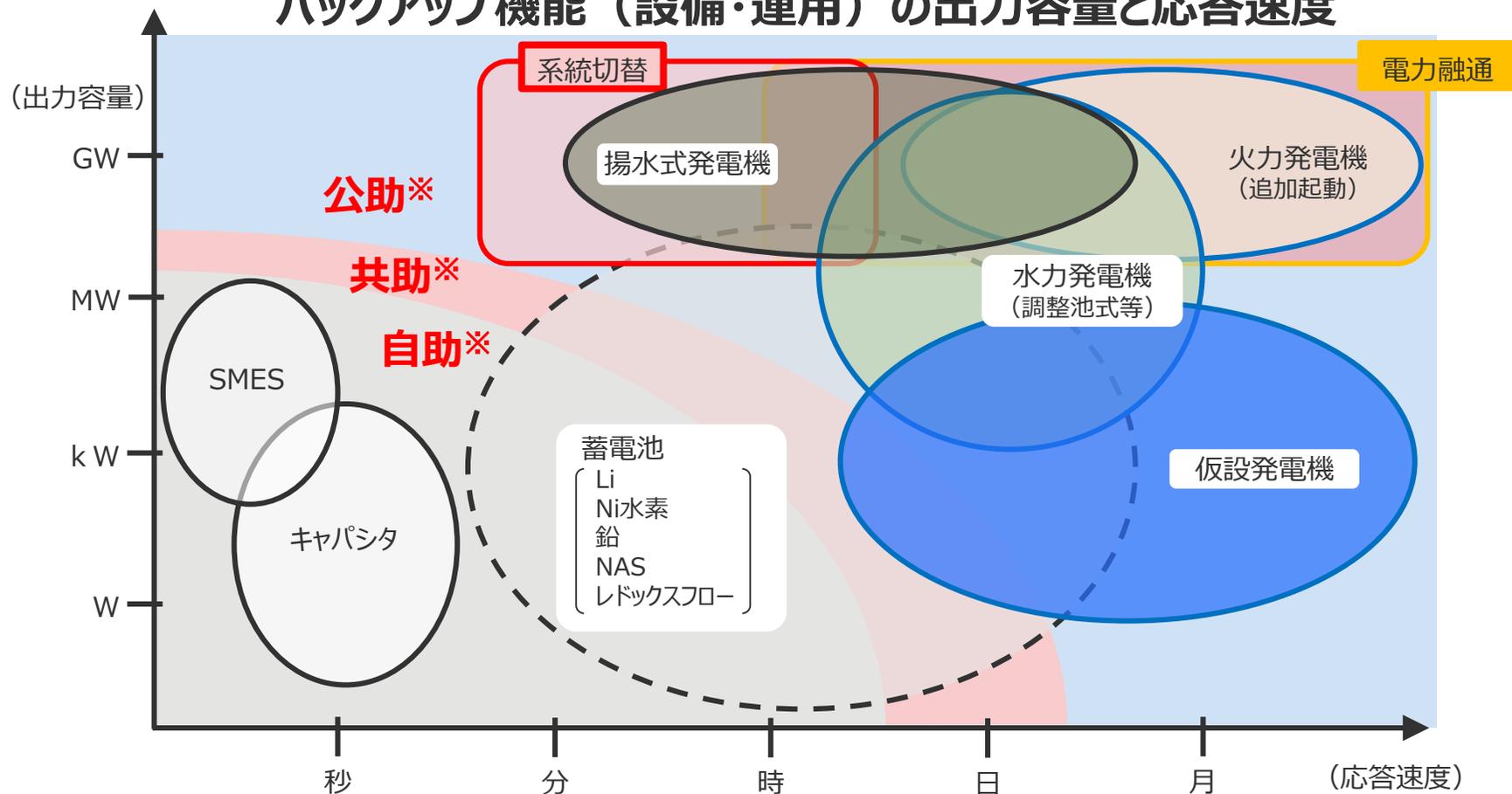
	系統運用対応	情報発信対応
①	事故点を瞬時に除去し、事故波及を防止。	停電発生を発信し、その後は事実を追加更新。
②	予測情報に応じた系統構成変更。停電発生後は①。	事前に連絡体制を確認し、利用者に停電に備えた準備を周知。停電発生後は①。
③	最新の状況把握とそれに応じた復旧対応。	「粒度」に留意し、「鮮度」の良い情報を提供。今後の見通しも、可能な範囲で発信。
③'	設備被害を把握し、復旧工程を立案・実行。長期化が予想される場合、代替手段を実施。	復旧工程を踏まえ、復旧見通しを発信。利用者の要望や情報を取り込み、追加更新に活用。
④	復旧作業を継続。設備復旧が難しい地域への代替手段や避難所対応を充実。	詳細な復旧作業の進捗や今後の見通しを随時発信。

※ 将来は、状況に応じた利用者要望に応じるため、**双方向コミュニケーションツールの開発・活用**に期待

行政、電力事業者、消費者の役割分担や 社会受容性を考慮した対策の方向性（1）

- 電力システムの信頼度の維持には、**不測の事態に備えたバックアップ機能**が必要。
- バックアップ機能は、設備（蓄電池、発電機等）や運用（系統切替、融通等）により、出力容量や応答時間が異なるため、効果的な機能提供の観点から、**どの設備、どの運用が合理的**かの議論が必要。

バックアップ機能（設備・運用）の出力容量と応答速度

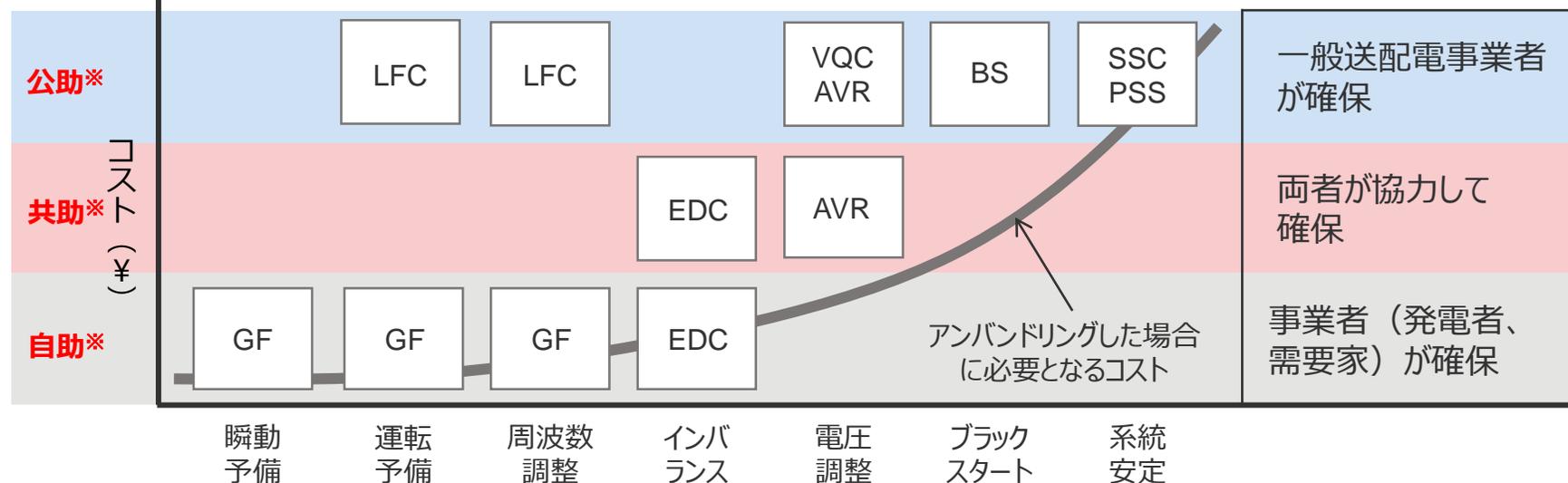


※防災分野で一般的に使われている自助・共助・公助とは異なる意味で使用していることに留意

行政、電力事業者、消費者の役割分担や 社会受容性を考慮した対策の方向性（2）

- 2015年以降、一貫して自由化や市場化等の電力システム改革が進展。自由化前は、供給責任体制が明確で円滑な組織間連携を取りやすかった。自由化後は、**連携不足、利害相反、計画不整合の問題**が生じやすい。昨冬の需給逼迫を踏まえ、現在、信頼度維持の枠組みの見直しが検討されている。
- 容量市場や需給調整市場等の**市場構造の変化に伴い、それに対応した信頼度維持のあり方**が必要。
- 電力システムの安定運用に関わる機能の中には、「事業者が競争して提供した方が効果的」「**システム全体で提供した方が効果的**」がある。
- 信頼度維持、競争促進、公平なコスト配分の観点から、**誰による提供や制御が合理的**(自助、共助、公助)*かの議論が必要。

電力システムの安定運用に関わる機能分担（イメージ）



*防災分野で一般的に使われている自助・共助・公助とは異なる意味で使用していることに留意

電気エネルギーセキュリティ確保の方向性（まとめ）

電力システムの視点から考えた「防災」「減災」は偏ることなく、バランスよく運用することが望まれる。

「電力システム」「他の社会インフラ」「消費者」の視点から考えられるセキュリティ確保のあり方に不一致がある場合、**全てを同時に満たす『解』を求めることは難しい。**

- 評価軸として「**安全性**」「**信頼性**」「**経済性・利便性**」などを用い、どのようにバランスを取るのがよいか、**議論を深める**ことが、社会受容性につながると思料。
- 「**誰が**」「**どの機能**を活用し」「**何を**する」のが合理的かの観点から、電力システムに接続する**全ての者が何らかの責任を果たし、協調**することが必須。

電力システムの信頼度確保の考え方と整合を図りつつ、**社会受容性を考慮**しつつ、官民が一体となり、それぞれが**現実かつ合理的な方法で課題解決**に向けた役割を果たす。

