



一般社団法人 送配電網協議会

Transmission and Distribution Grid Council

再生可能エネルギーの最大限の利用に向けた取組み ～再エネ出力制御の抑制等について～

2026年4月27日

一般社団法人送配電網協議会

はじめに

- カーボンニュートラルの実現に向け、発電時にCO₂を排出しない「再生可能エネルギー（再エネ）」を最大限利用することが重要です。
- 一方で、再エネ導入量が増加すると、電気の消費量が少ない春や秋（軽負荷期）を中心に、供給力が需要を上回り、余剰電力が発生するため、一般送配電事業者は、火力の出力抑制や揚水発電所の水の汲み上げ、連系線の活用等の最大限の対策を行っています。
- それでも余剰電力を解消できない場合、再エネの出力制御を行います。このように、需給バランスに応じて一時的に出力を制御する仕組みを導入することで、より多くの再エネの系統接続が可能となります。また、出力制御を行う場合でも、運用の工夫により出力制御をできるだけ抑制し、再エネを最大限利用する取り組みを進めています。
- なお、再エネの導入拡大を目指し、電力系統における設備の容量の制約（系統混雑）に応じて出力を制御することを条件に、新規の発電設備の接続を許容する取組み（ノンファーム型接続）も進めています。その結果、系統混雑により再エネを出力制御する場合があります。
- 本資料では、再エネの最大限の利用に向けた一般送配電事業者の取組みのうち、再エネ出力制御の抑制等について説明します。

再生可能エネルギーの導入量の推移等

再エネ導入量の推移	5
再エネ発電量、出力制御量の推移	6
再エネ出力制御の実施状況	7

需給バランス維持および再エネ出力制御の必要性について

需給バランス維持の必要性	9
再エネ出力制御の必要性（出力制御による再エネ導入拡大）	10

再エネ出力制御の抑制に向けた取組み

余剰電力解消に関する取組み（優先給電ルール）	12
（1）火力の最大限の出力抑制	13
（2）揚水、蓄電池の活用	14
（3）連系線の最大限の活用（活用枠の拡大）	15
（4）再エネの出力制御	16
【参考】再エネ出力制御システムの例	17
再エネ出力予測精度の向上	18
【参考】再エネ出力予測の仕組み	19
出力制御のオンライン化の推進	20
オンライン代理制御の導入	21
出力制御量低減に資する追加対策	22
託送料金メニューの見直し	23
他エリアのための非調整電源の抑制	24
連系線の増強	25
【参考】出力制御対策パッケージについて	26
【参考】優先給電ルールの見直しについて	27

系統制約時の出力制御を前提とした接続（ノンファーム型接続）について

ノンファーム型接続の開始	29
系統制約による再エネ出力制御の実績	30
系統制約による再エネ出力制御の見直し	31

再エネ拡大に伴う長期的な課題（慣性力の確保）

電力系統における慣性力・同期化力のイメージ	33
同期電源とインバータ電源の違い	34
同期電源の減少に伴う課題	35
エネルギーミックスとインバータ電源比率の関係	36
慣性力・同期化力を改善する対策メニュー例	37

おわりに

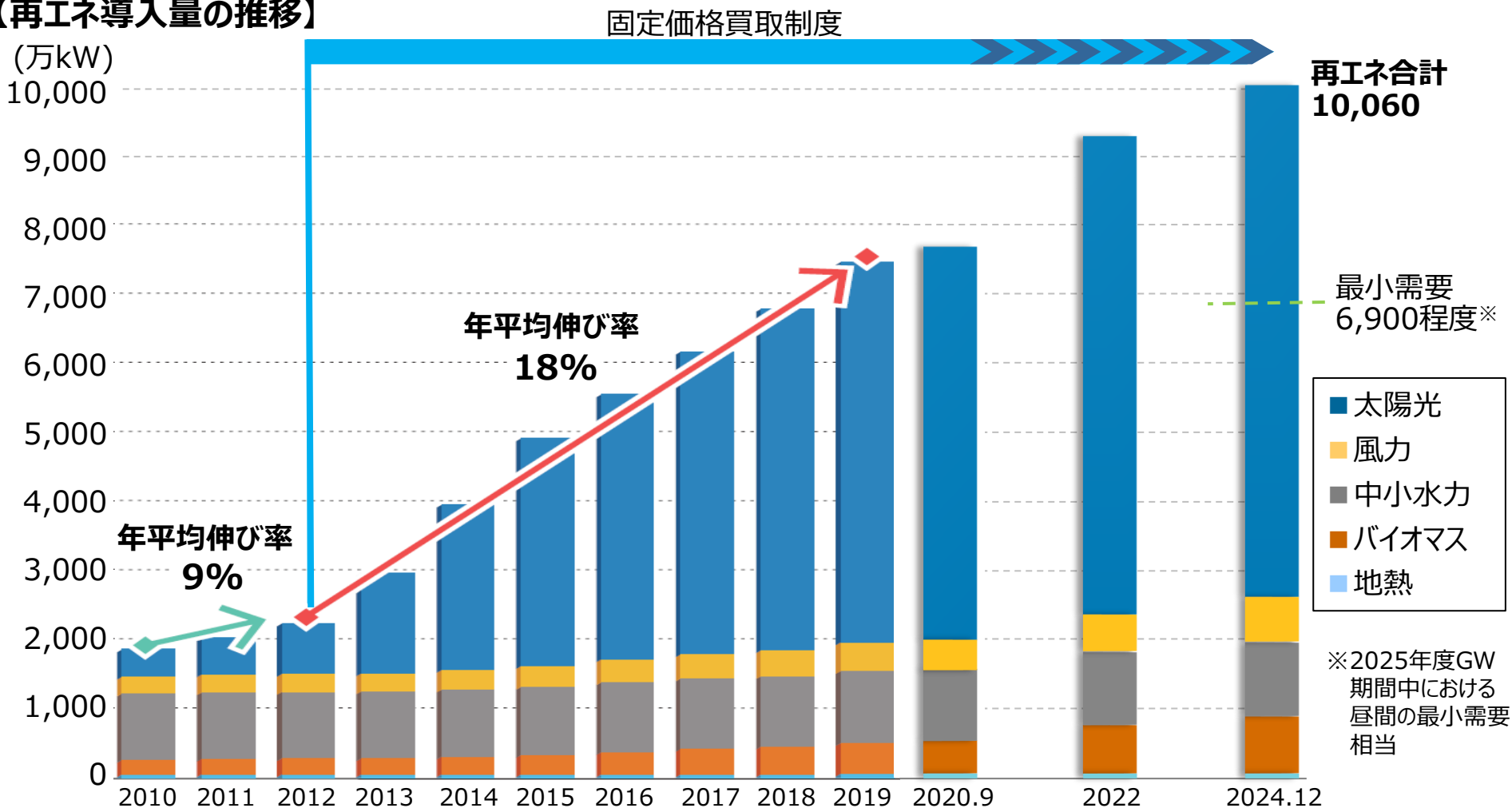
おわりに	39
------	----

再生可能エネルギーの導入量の推移等

再エネ導入量の推移

- **再エネ導入量は、太陽光発電を中心に着実に増加しており、2024年12月末時点で全国の再エネ導入量合計は約10,060万kWになり、軽負荷時の最小需要相当を大きく上回る状況となっています。**

【再エネ導入量の推移】



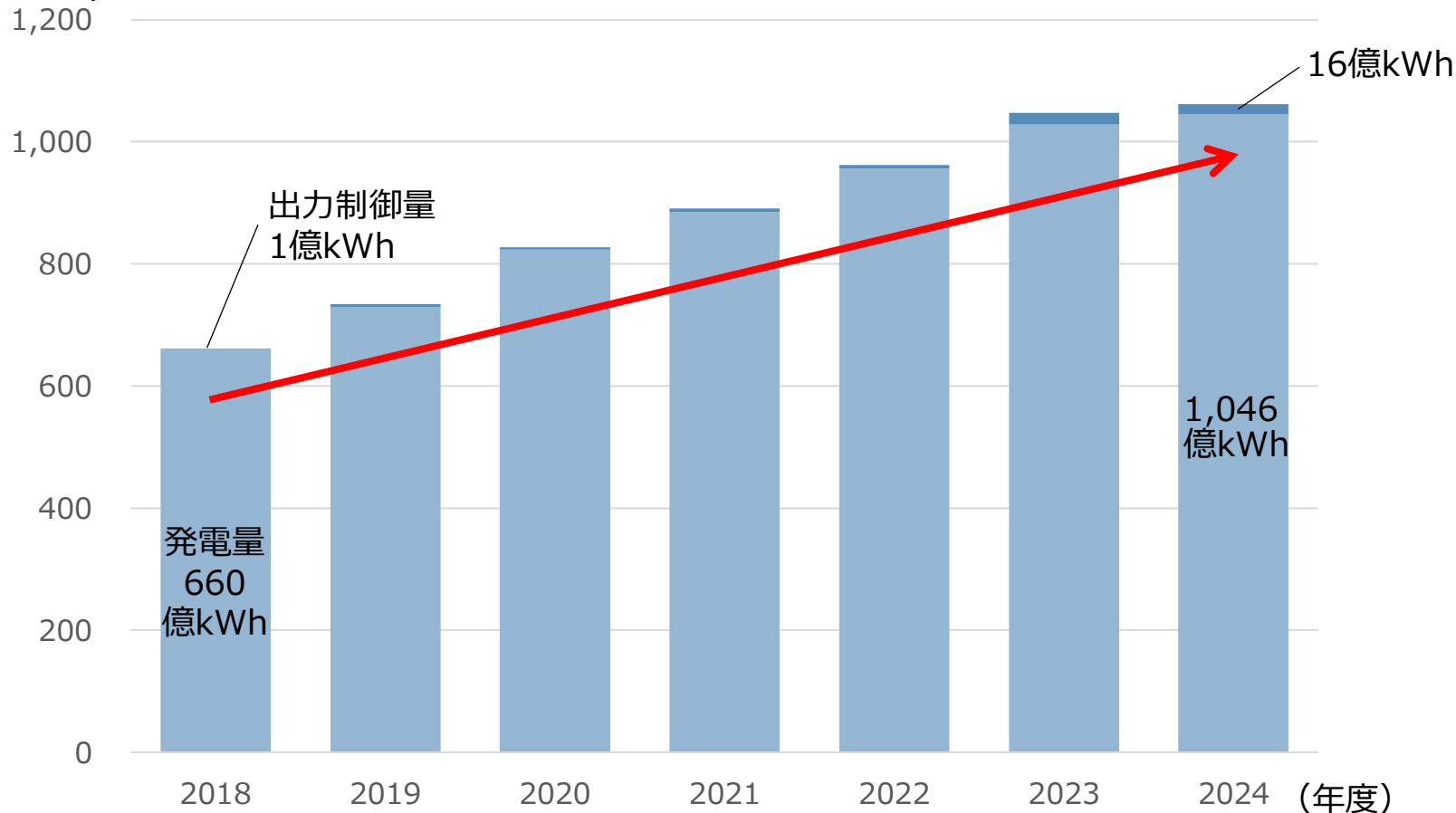
出典：資源エネルギー庁ホームページおよび第25、52、74回再エネ大量導入・次世代NW小委資料をもとに作成

再エネ発電量、出力制御量の推移

- 再エネ発電量と出力制御量の推移を確認すると、**再エネの発電量の増加に比べ、出力制御量の増加は小さく、再エネの利用を着実に拡大できていることがわかります。**

【全国の太陽光、風力の発電量と制御量の推移】

(億kWh)



(九州エリアで初の出力制御実施)

出典：各エリア一般送配電事業者

再エネ出力制御の実施状況

- 再エネの導入拡大により、2022年度以降、**再エネ出力制御の実施エリアが拡大**しており、2026年3月、東京エリアでも再エネ出力制御を実施しました。これにより、**全てのエリアで再エネ出力制御が実施**されました。

上段：[年間制御電力量(kWh)]、下段：[年間総需要(kWh)]

	九州							北海道		
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2022年度	2023年度	2024年度
年間の出力制御率 ^{※2}	0.9% [1.0億] [864億]	4.0% [4.6億] [844億]	2.9% [4.0億] [837億]	3.9% [5.3億] [853億]	3.0% [4.5億] [845億]	8.3% [12.9億] [849億]	4.8% [7.5億] [880億]	0.04% [191万] [301億]	0.01% [81万] [301億]	0.04% [269万] [296億]
	東北			中部		北陸		関西		
	2022年度	2023年度	2024年度	2023年度	2024年度	2023年度	2024年度	2023年度	2024年度	
年間の出力制御率 ^{※2}	0.5% [6,379万] [813億]	0.8% [1.3億] [797億]	1.3% [2.1億] [792億]	0.2% [3,782万] [1,299億]	0.3% [5,099万] [1,300億]	0.6% [1,043万] [278億]	0.9% [1,652万] [279億]	0.1% [0.087万 ^{※5}] [1,399億 ^{※5}]	2.1% [2.0億 ^{※5}] [1,345億 ^{※5}]	
	中国			四国			沖縄			
	2022年度	2023年度	2024年度	2022年度	2023年度	2024年度	2022年度	2023年度	2024年度	
年間の出力制御率 ^{※2}	0.5% [3,988万] [585億]	3.6% [3.2億] [569億]	2.3% [2.1億] [580億]	0.4% [1934万 ^{※5}] [274億 ^{※5}]	1.8% [9,229万 ^{※5}] [267億 ^{※5}]	3.2% [1.6億 ^{※5}] [269億 ^{※5}]	0.08% [34.9万] [69億]	0.27% [137万] [74億]	0.15% [70万] [79億]	

2025年度	北海道	東北	東京 ^{※6}	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
太陽光・風力 接続量 ^{※1} [上段：太陽光] [下段：風力]	372万kW [236万kW] [136万kW]	1,158万kW [933万kW] [225万kW]	2,149万kW [2,100万kW] [49万kW]	1,238万kW [1,202万kW] [36万kW]	148万kW [131万kW] [17万kW]	785万kW [769万kW] [17万kW]	761万kW [726万kW] [35万kW]	379万kW [350万kW] [29万kW]	1,308万kW [1,245万kW] [63万kW]	47.6万kW [46.2万kW] [1.4万kW]
年間の出力制御率 ^{※2} (見込み) ^{※3,4}	0.3%	2.2%	0.009%	0.4%	2.1%	0.4%	2.8%	2.4%	6.1%	0.2%

※1 2025年3月末時点。

※2 出力制御率 [%] = 変動再エネ出力制御量 [kWh] ÷ (変動再エネ出力制御量 [kWh] + 変動再エネ発電量 [kWh]) × 100

※3 各エリア一般送配電事業者による見込み。あくまでも試算値であり、電力需要や電源の稼働状況等によって変動することがあり得る。

※4 連系線利用率は右のとおり。北海道:50%、東北:85%、東京:-80%、中部・関西:-20%、北陸:5%、中国:20%、四国:35%、九州:80%

※5 淡路島南部地域は四国に含む。

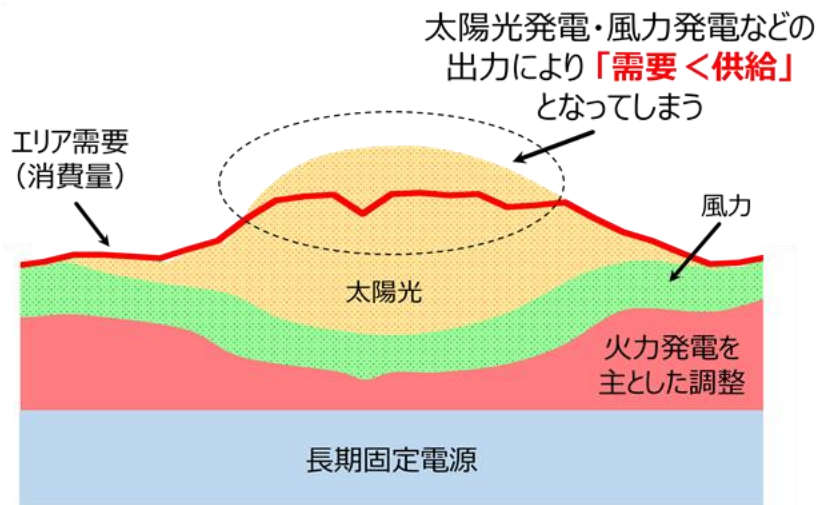
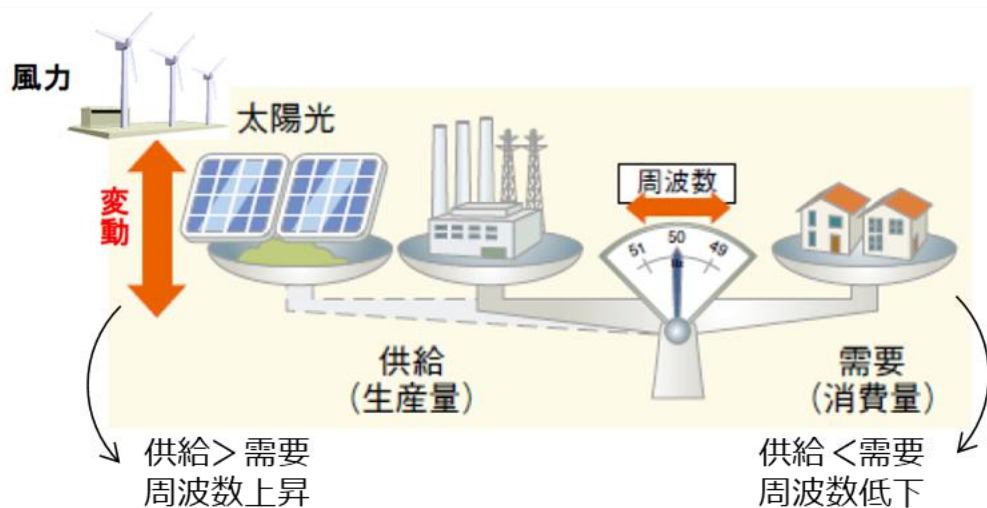
※6 2025年6月時点では、東京エリアにおいて再エネ出力制御は実施していない。

出典：各エリア一般送配電事業者

需給バランス維持および再エネ出力制御の必要性について

需給バランス維持の必要性

- 電気は、時々刻々と変化する**需要（消費量）**に対し、常に**供給（生産量）**を一致させる**必要**があります。
- 仮に需要と供給のバランス（需給バランス）が崩れると、周波数が変動し、最悪の場合は多数の発電機が運転できなくなり、大規模な停電に至るおそれがあります。
- このため、気象条件によって大きく変動する太陽光や風力の発電出力に対応する必要があり、常に**火力発電等の発電出力を調整**し、需給バランスを保っています。
- しかし、再エネの導入量が増加し、春・秋を中心とした**需要が少ない時期**に、晴天等により再エネの発電出力が大きくなる場合は、**余剰電力（需要<供給）**が発生する可能性があります。

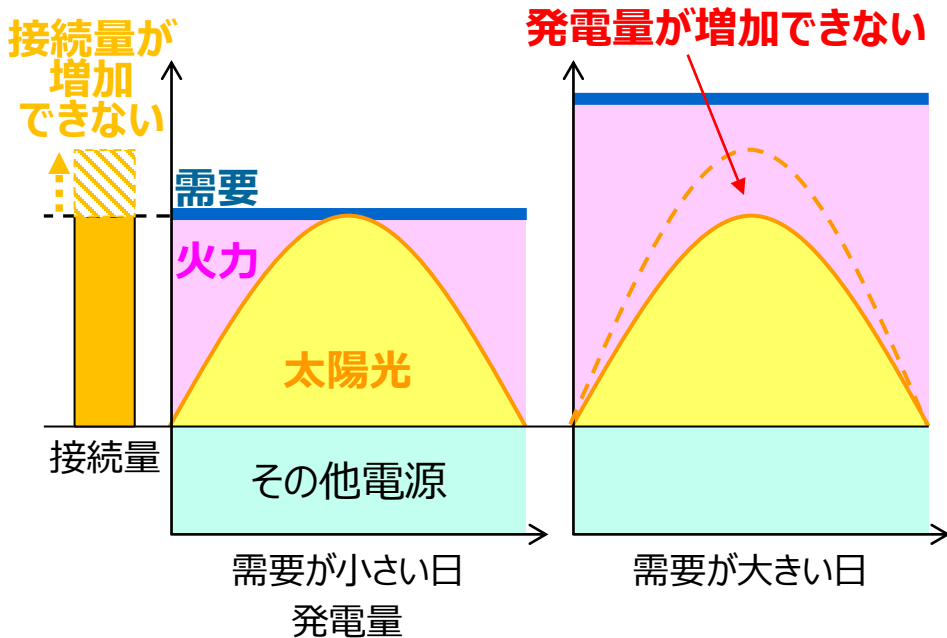


再エネ出力制御の必要性（出力制御による再エネ導入拡大）

- **再エネ出力制御を行うことで、再エネの接続量と発電量を増やすことが可能になります。**
 - 以前は、出力制御を一定範囲に収めるように再エネの接続量を制限していました。
 - 再エネ出力制御を条件に、再エネの接続量を増やすことで、出力制御をしていない時間帯では再エネ発電量を増やすことが可能となりました。
- **更なる再エネ導入拡大には出力制御が欠かせません。**

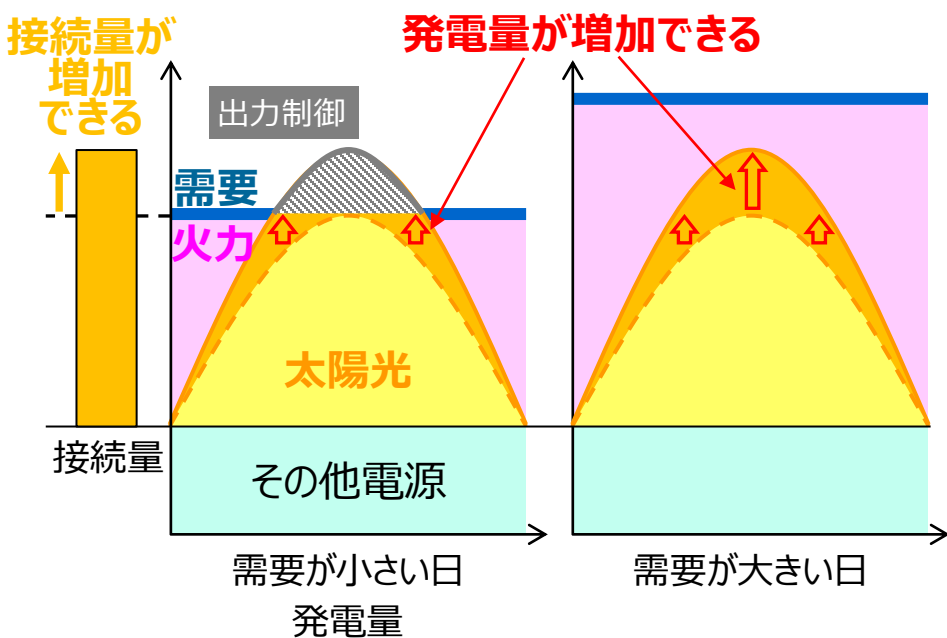
【再エネ出力制御なし】

再エネ出力制御ができないため、再エネ接続量に制限あり



【再エネ出力制御あり】

再エネ出力制御を行うことで、接続量と発電量を増やすことが可能



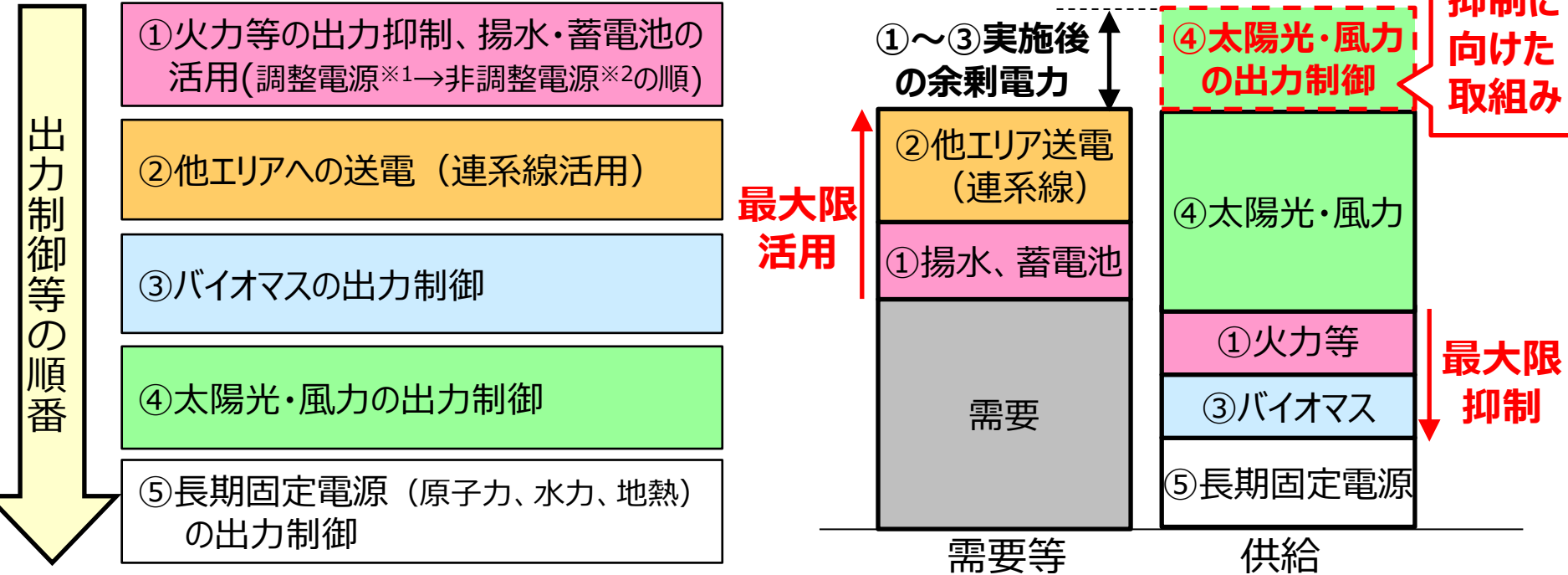
再エネ出力制御の抑制に向けた取組み

余剰電力が発生する場合の抑制順序（優先給電ルール）

- 余剰電力が発生する場合には、電力広域的運営推進機関（広域機関）のルールで決められた順番（**優先給電ルール**）で発電設備の出力を制御し、需給バランスを保ちます。
- 具体的には、①～③の順に**最大限の対応**を行い、それでもなお余剰電力を解消できない場合に④太陽光・風力の出力制御を行います。再エネ出力予測精度の向上や再エネ出力制御のオンライン化等により、出力制御量の抑制に取り組んでいます。
- また、太陽光・風力の出力制御の実施後は、広域機関にて妥当性が検証されます。

【優先給電ルール（イメージ）】

【需給バランス（イメージ）】



※1 一般送配電事業者が調整力として予め確保した発電設備及び蓄電設備の出力抑制、揚水発電設備の揚水運転、需給バランス改善用の蓄電設備の充電
 ※2 一般送配電事業者が調整力として予め確保していない火力等の発電設備（バイオマス混焼含む）及び蓄電設備の出力抑制、揚水発電設備の揚水運転、需給バランス改善用の蓄電設備の充電

(1) 火力の最大限の出力抑制

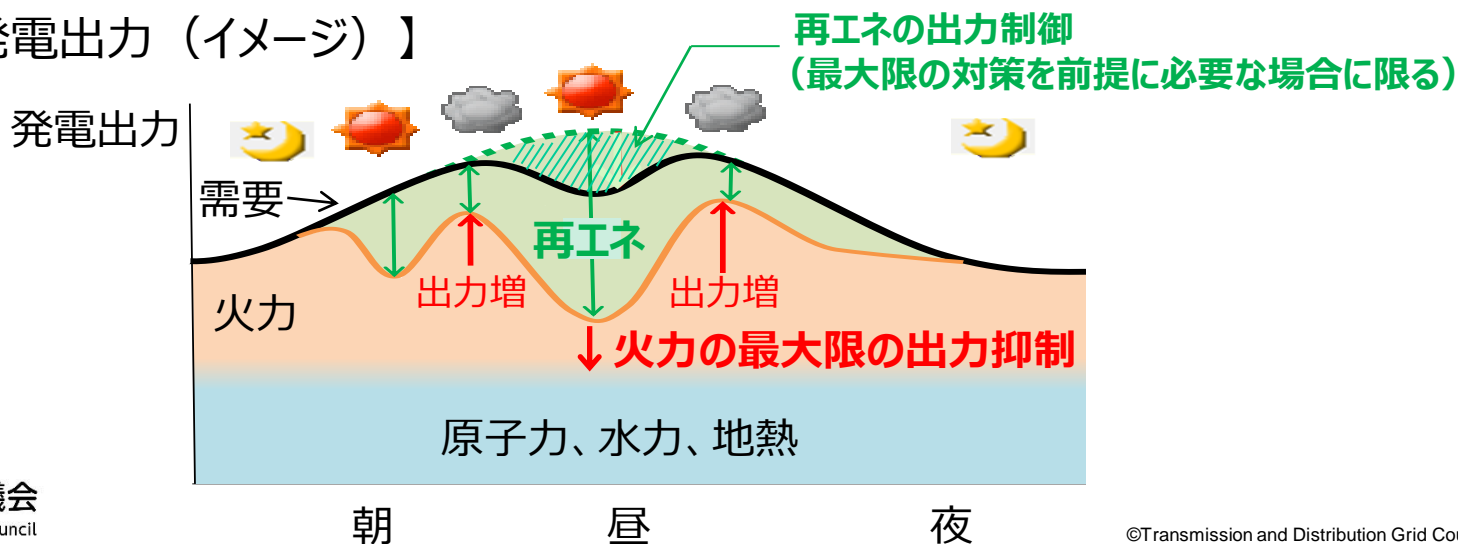
【運用面の取組み】

- 余剰電力が発生する場合には、火力を最大限出力抑制し、再エネを最大限利用しています。
- 再エネを出力制御する場合は、調整電源は調整力を確保したうえで**最低限必要な台数・出力**とし、非調整電源は**発電事業者と事前合意された最低出力以下に抑制**しています。

【設備面の取組み】

- 新規の火力については、2020年4月以降、発電出力を技術的に合理的な範囲で最大限抑制（50%以下）することを、**電力系統に接続する際の要件**として求めています。
- また、2023年5月、資源エネルギー庁の審議会において、**新設火力発電の最低出力については50%から30%に引き下げる**とともに、既設についても同基準を努力目標として協力を求める方針が決定されました。

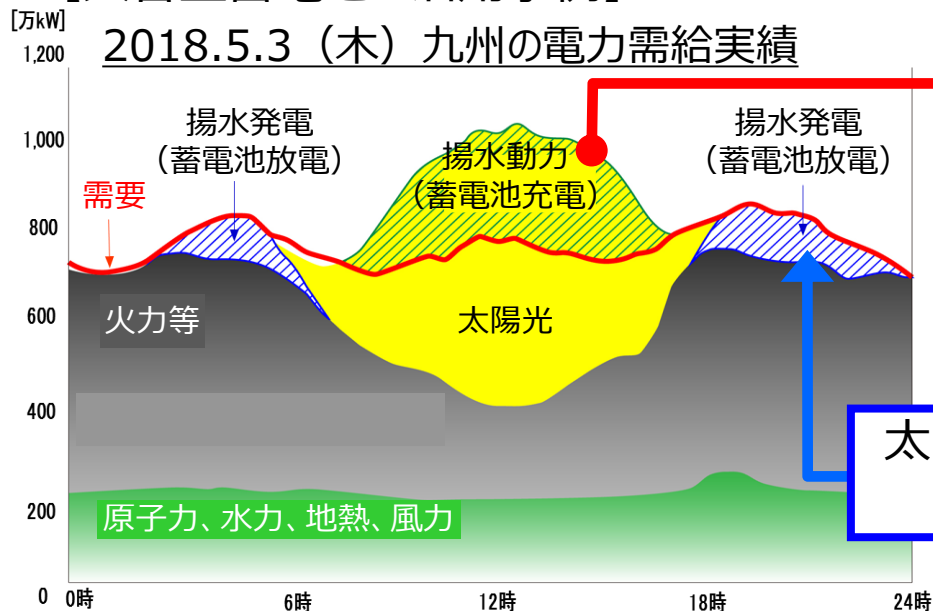
【火力と再エネの発電出力（イメージ）】



(2) 揚水、蓄電池の活用

- **気象条件により発電量が変化する再エネ**に対して、揚水発電所の水の上げ下ろしや蓄電池の充放電を組み合わせ、需給バランスを保つことにより、再エネを最大限利用しています。
- 蓄電池の導入拡大に向けては**コスト面での課題解決が不可欠**であり、一般送配電事業者としても、大型蓄電システムなど、**新たな技術の実証事業**にも取り組んできました。

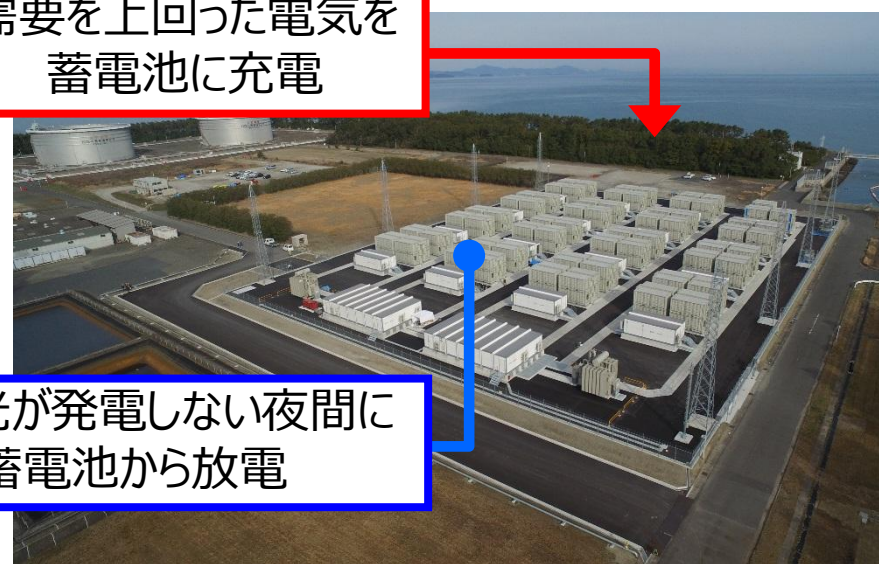
【大容量蓄電池の活用事例】



需要を上回った電気を蓄電池に充電

太陽光が発電しない夜間に蓄電池から放電

〔豊前蓄電池変電所〕



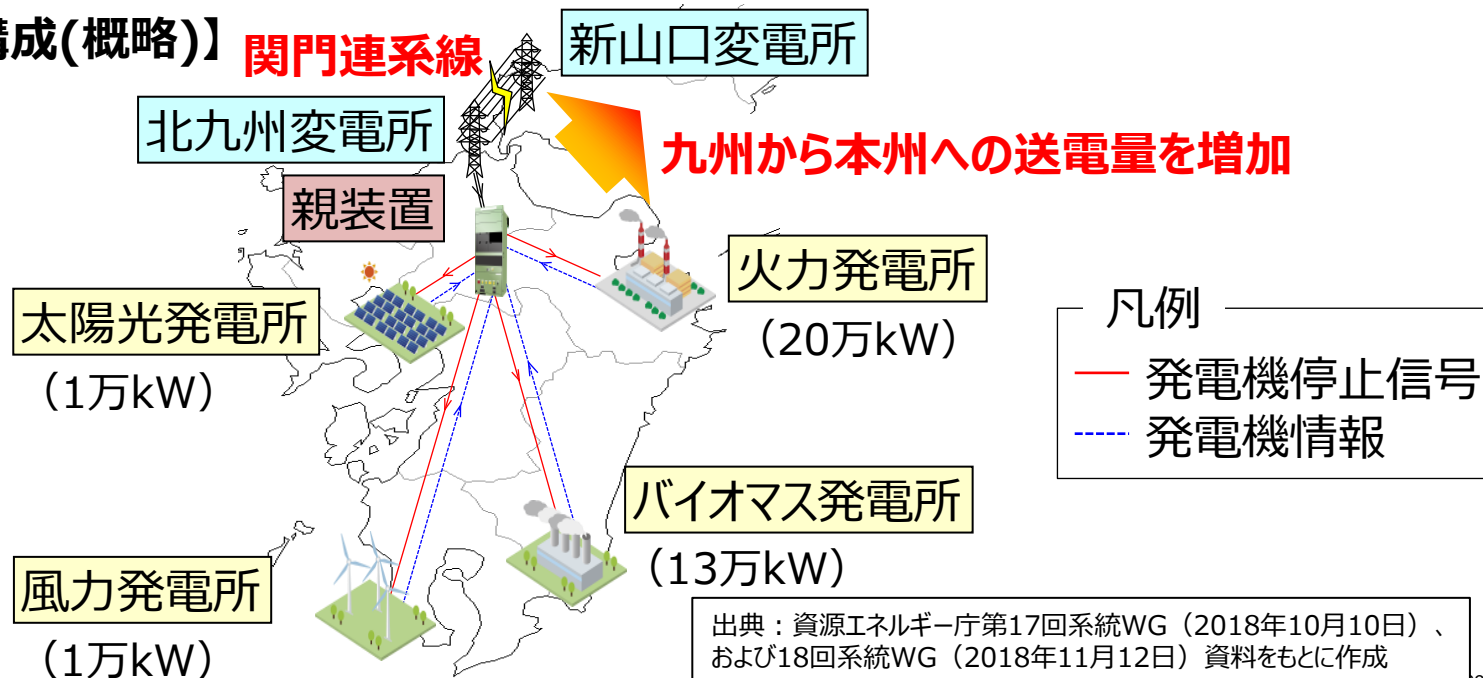
	豊前蓄電池変電所	南相馬変電所	南早来変電所
設置場所・面積	福岡県、14,000m ² 程度	福島県、8,500m ² 程度	北海道、5,000m ² 程度
運転開始	2016年3月	2016年2月	2015年12月
電池種別	NAS電池	リチウムイオン電池	レドックスフロー電池
出力・容量	出力5万kW、容量30万kWh	出力4万kW、容量4万kWh	出力1.5万kW、容量6万kWh

出典：資源エネルギー庁 第17回系統WG（2018年10月10日）資料をもとに作成

(3) 連系線の最大限の活用（活用枠の拡大）

- 一般送配電事業者のエリア間を結ぶ**連系線を活用**して、余剰電力が発生しているエリアから**その他のエリアへ電力を送電**することにより、再エネを最大限利用しています。
- 例えば、九州においては、九州と本州を結ぶ関門連系線が故障すると、供給が需要を上回るため、関門連系線の活用枠(上限)を予め制限していますが、需給バランスを保つために発電機を瞬時に停止させるシステムを構築することにより、2019年4月から**関門連系線の活用枠を拡大**しました。同様のシステムを構築することにより、東北～東京間(2021年3月～)、四国～中国間(2021年10月～)において運用容量を拡大しています。
- また、関門連系線については、国の補助金により、発電機を瞬時に停止させるシステムを再エネ発電設備に追加設置することで、**他エリアへの送電量を更に拡大**しました(2026年4月～)。

【九州のシステム構成(概略)】

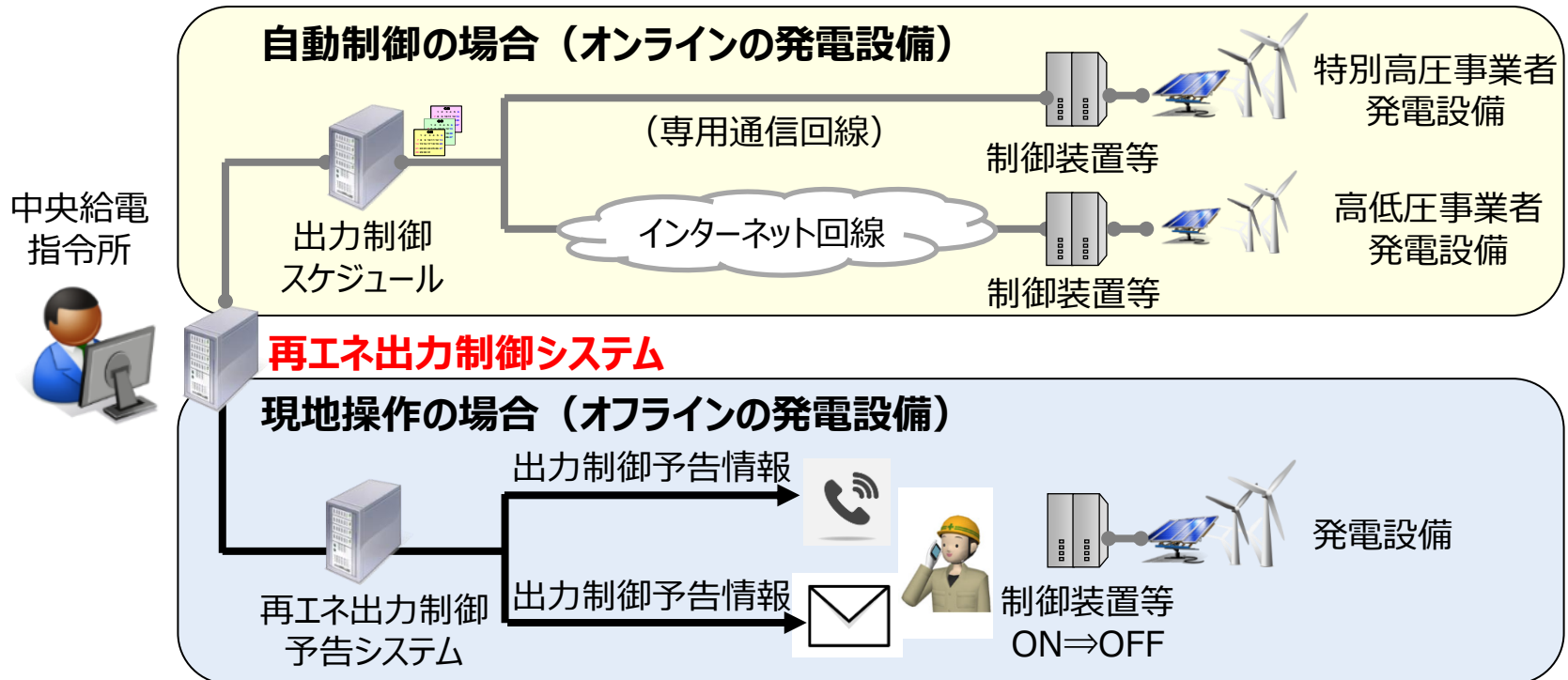


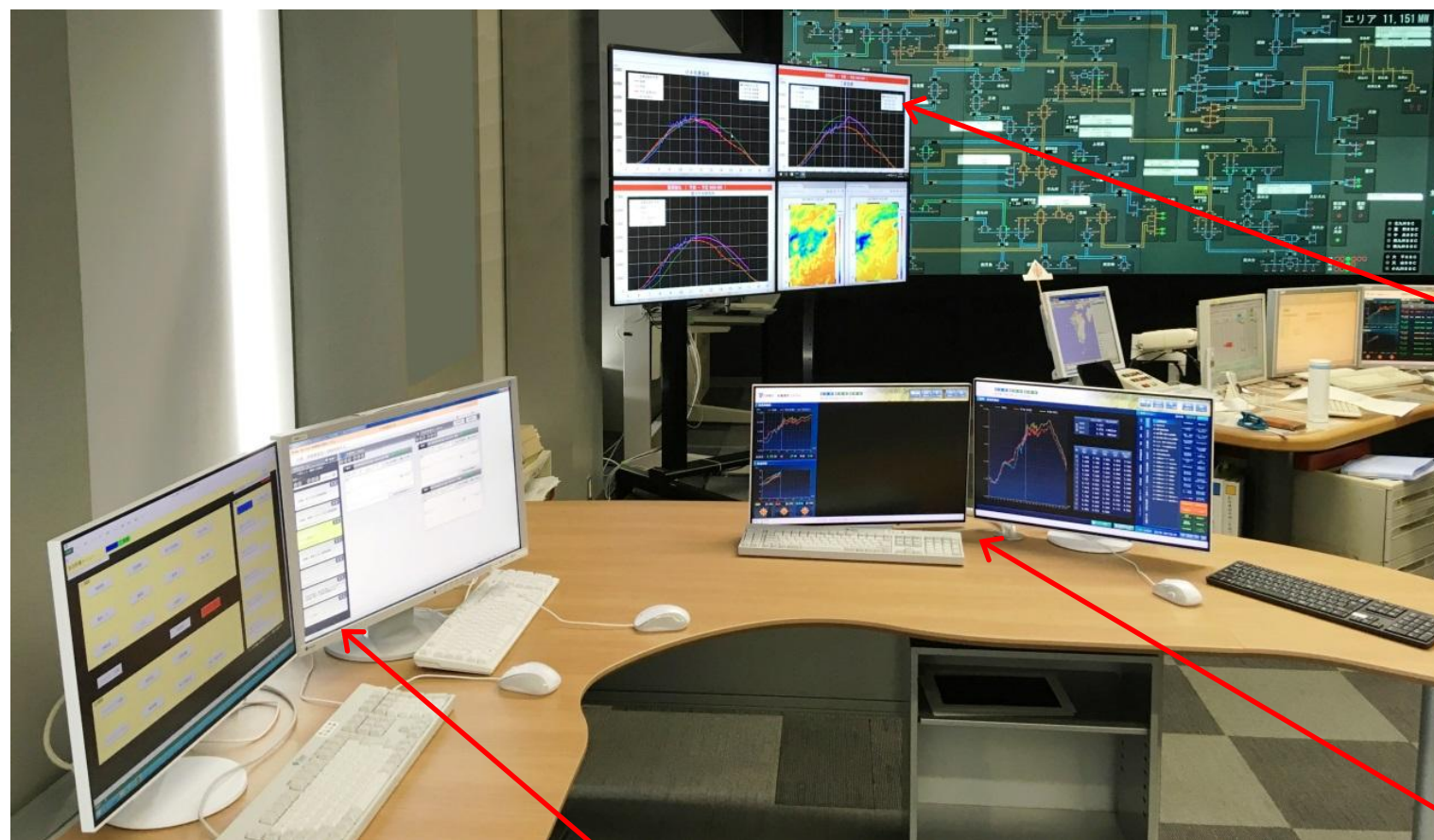
(4) 再エネの出力制御

- 再エネ出力制御は、前述の取組みを最大限行っても、なお余剰電力を解消できない場合に限り、資源エネルギー庁が定めた「**出力制御の公平性の確保に係る指針**」に基づき、一般送配電事業者の**再エネ出力制御システム**等を活用して、輪番で**公平かつ効率的**に行います。
- また、以降に記載のとおり、可能な限り再エネ出力制御量の低減に取り組んでいます。

【再エネ出力制御のシステム構成（イメージ）】

- オンラインの発電設備（自動制御）に対して、2時間前の出力予測をもとに出力制御情報を配信
- オフラインの発電設備を所有する事業者さまに対して、前日17時頃迄に自動電話・メールにより出力制御を指示（事業者さまによる現地操作で出力制御）





【監視画面】

- ・太陽光発電の発電状況を監視

【操作卓】

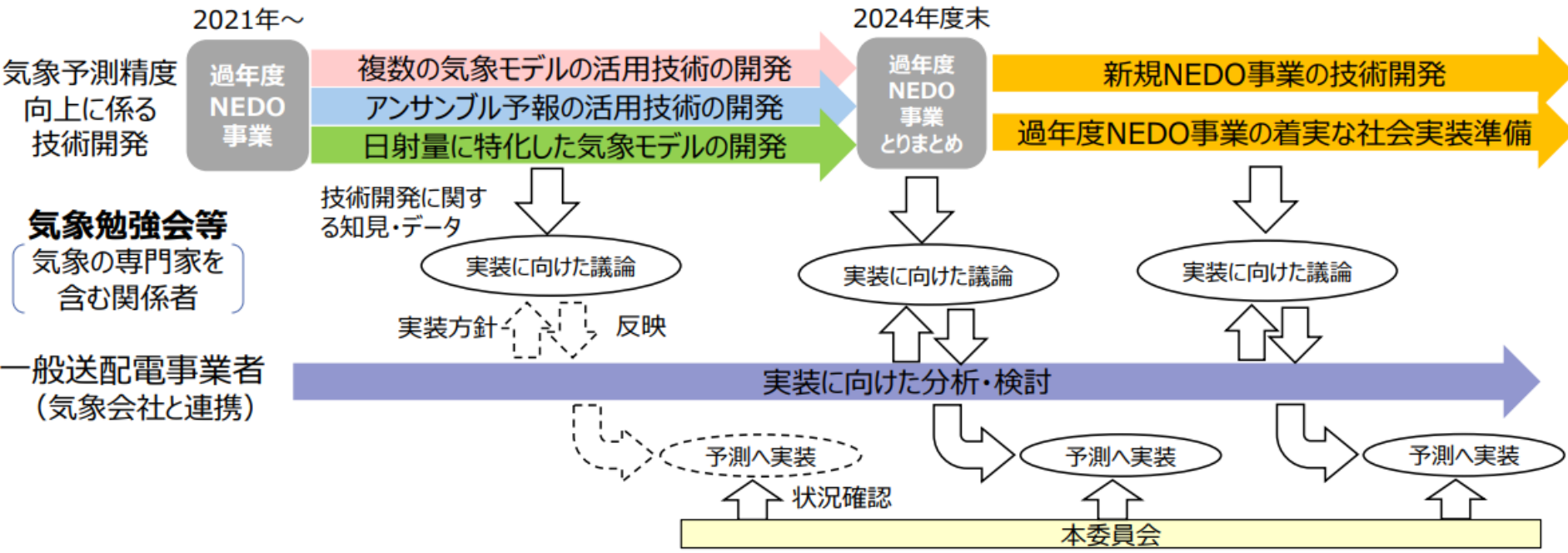
- ・最新の気象予測をもとに再エネの出力を予測
- ・需要と供給のバランスをもとに再エネ出力制御量を算定（都度見直し）

【監視卓】

- ・再エネ出力制御量や需給状況を常時監視

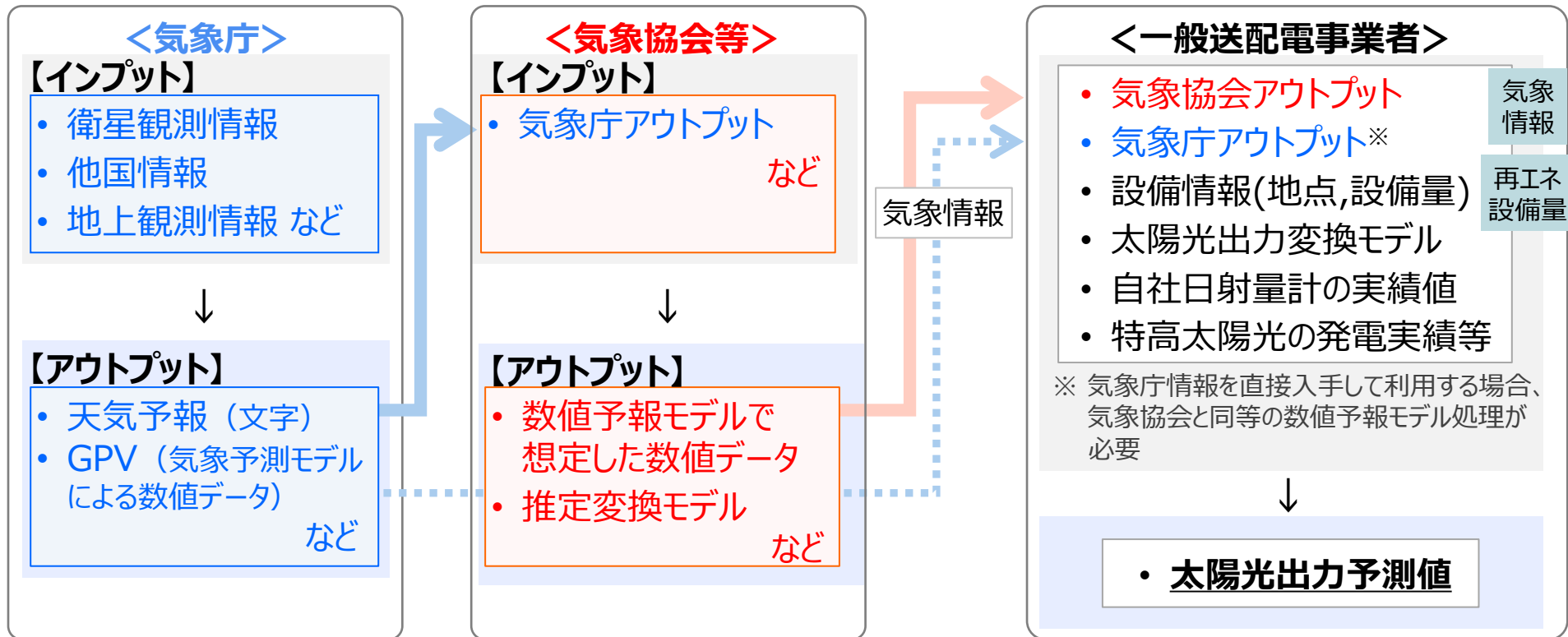
再エネ出力予測精度の向上

- 再エネの出力制御は、出力予測誤差を考慮して行うことから、再エネの最大限の利用のためには**再エネの出力予測精度の更なる向上が有効**です。
- このため、**気象の専門家を含む関係者を集めた勉強会等**を通じ、気象予測精度向上に係る技術開発の状況および一般送配電事業者の新たな気象予測技術の実装可否について確認しながら、再エネの出力予測誤差の低減に向けた検討を進めています。



【参考】再エネ出力予測の仕組み（イメージ）

- 気象庁が衛星観測データや他国データ等をもとに気象モデルを用いて予測し、数値予報等を発信
- 気象協会等が気象庁発信情報をもとに独自の気象予測モデルで予測し、気象情報等を発信
- 一般送配電事業者は、上記の情報および再エネの設備情報等を用いて再エネ出力を予測



出力制御のオンライン化の推進

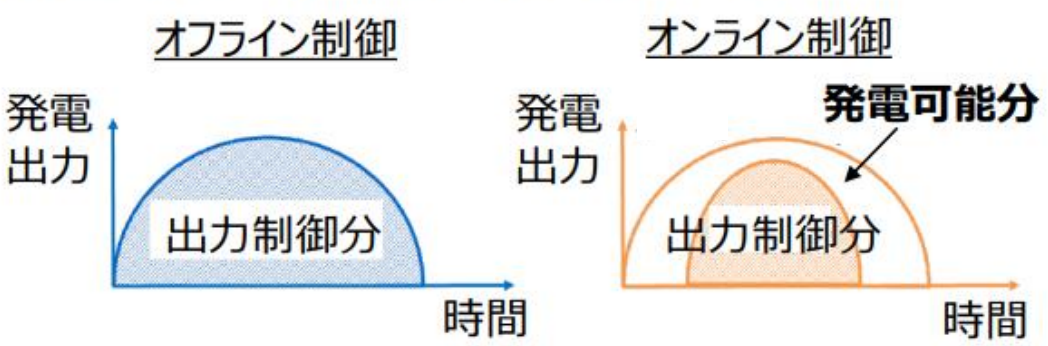
- 再エネの発電出力は気象状況に左右されるため、前日ではなく、**実際に発電する直前（1～2時間前）**の出力予測に応じて出力制御を行う方が、**再エネを最大限利用**できます。
- そのためには、**既設再エネのオンライン化の進展が必要**であり、オフライン事業者さまに対して**オンライン化を推奨**しています。（新設はオンラインが義務化されています。）

【旧ルール事業者のオンライン率(2025年9月末時点)】

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
太陽光	68.4%	55.9%	16.5%	23.5%	74.2%	54.6%	71.5%	67.6%	82.2%	38.6%
風力	2.5%	74.9%	0.0%	3.5%	11.8%	0.0%	0.0%	32.6%	28.8%	0.0%

(備考) 当面の出力制御対象者（旧ルール高圧500kW以上・特別高圧の事業者。新ルール・無制限無補償ルール事業者(太陽光は、10kW以上)）について算定。
 オンライン代理制御対象となる旧ルール（一部新ルール）500kW未満の太陽光は除く。

【オンライン／オフライン制御（イメージ）】



【機会損失額の差(資源エネルギー庁試算)】

- ・オンラインの方が約40万円/年 少ない。
- (前提条件)
- ・発電容量：1,000kW
- ・買取価格：30円/kWh
- ・制御時間/回：
 オンライン4.5時間、オフライン7時間
- ・事業者あたりの制御回数/年：5回

出典：資源エネルギー庁 系統WG資料（第18回、第28回）を一部修正

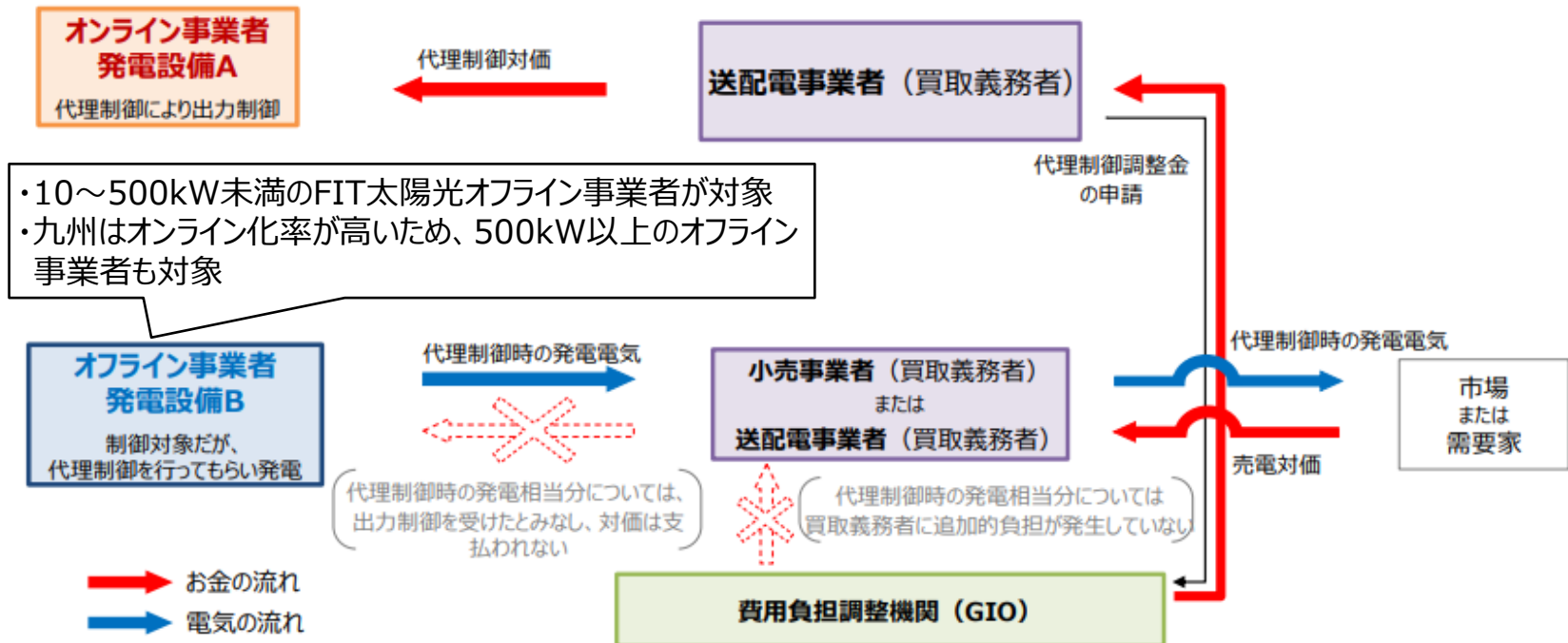
オンライン代理制御の導入

- オンラインで出力制御する方が再エネを最大限利用できるため、**本来はオフラインが分担する出力制御分をオンラインが代わりに実施**（事後に費用精算）する「オンライン代理制御」を2022年度以降導入し、出力制御の公平性と実効性の両立を図っています。

（参考）オンライン代理制御のスキーム

2020年10月9日再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会第20回 資料2 一部編集

（オフライン事業者が小売事業者又は送配電事業者と契約し、
オンライン事業者が送配電事業者と契約している場合）



出力制御量低減に資する追加対策（九州エリア）

- オンライン制御の指令配信の所要時間に応じて、「オンライン特別高圧」と「オンライン高圧以下」で制御区分を分けることで、**オンライン特別高圧への制御指令を実需給の直前まで引きつけることが可能**になることから、**出力制御量の低減**が見込めます（準備が整い次第、運用開始予定）

〔制御スケジュールの配信概要〕

電圧区分	伝送路	システム構成イメージと伝送概要	出力制御への影響
特高	CDT専用回線	<p>中給運用者</p> <p>再エネ発電所</p> <p>中給システム → CDT専用回線 → PCS</p> <p>中給システムから制御スケジュール送信後、数秒でPCSが制御スケジュールを受信</p>	<p>現コマの制御スケジュールを直接PCSに配信できるシステム仕様のため、現コマから制御可能</p>
高圧以下	インターネット回線	<p>中給運用者</p> <p>再エネ発電所</p> <p>中給システム ↔ インターネット回線 → PCS</p> <p>PCS側の更新周期に応じて、PCS側から中給システムに登録された制御スケジュールにアクセスし、スケジュールを取得</p>	<p>PCSの制御スケジュール取得に最大1時間程度、必要なことから、確実な制御スケジュール受信が可能な2コマ先(1時間先)以降から制御可能※</p> <p>※ 実需給断面から1時間以内のコマに対して制御スケジュールを配信した場合、一部の発電所で制御スケジュール未取得(その結果、制御不応動)が発生する可能性あり</p>

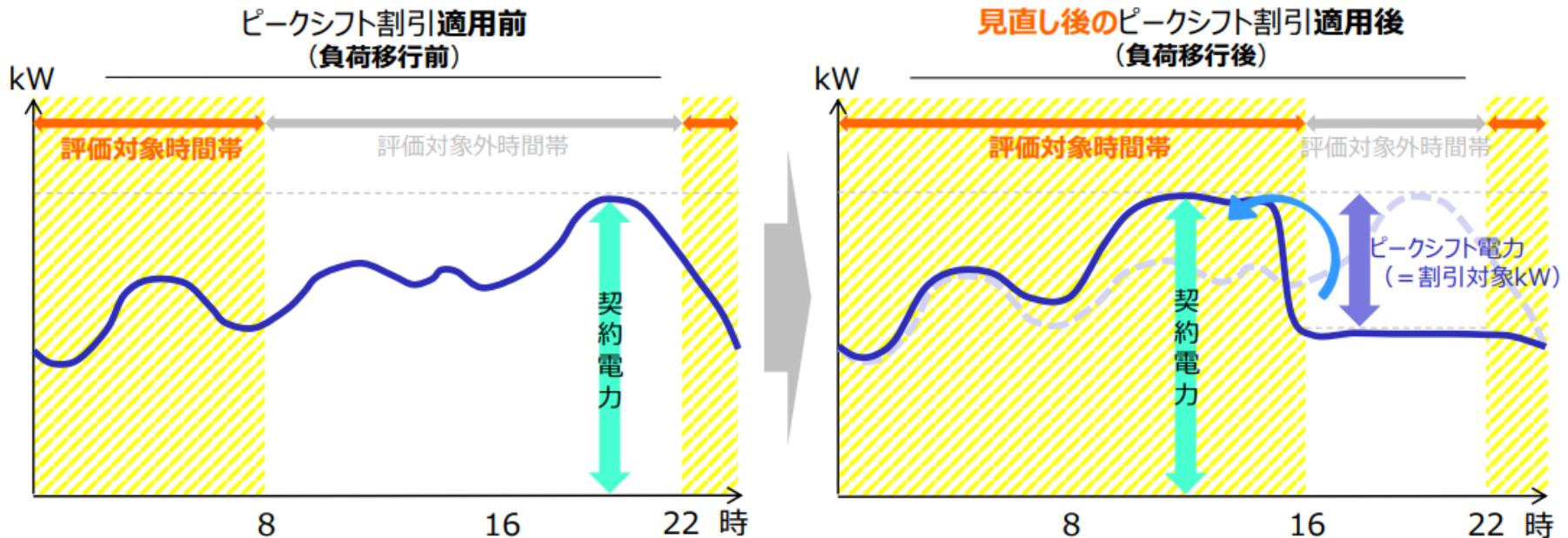
オンライン特別高圧への制御指令を実需給の直前まで引きつけることで、出力制御量を低減

託送料金メニューの見直し

- 2023年4月の託送供給等約款の見直しにより、**既存のピークシフト割引**、および**自家補特措の適用範囲を拡大**することで、**下げ代不足時の需要シフト**を促しています。

- **ピークシフト割引**および**自家補特措**について、再エネ発電設備の出力抑制の蓋然性が高い時間帯を基本として割引対象時間帯を拡大する方向で検討している状況。

<ピークシフト割引の適用範囲拡大の例：評価対象時間帯に軽負荷月（4月等）の土曜日8時～16時を追加>
※各エリアの需給状況等の観点から、各社の見直し内容には差異が生じる場合もある



- 軽負荷月（4月等）であれば、夜間への負荷移行だけでなく、昼間（8～16時）への負荷移行であっても
ピークシフト割引の対象として評価

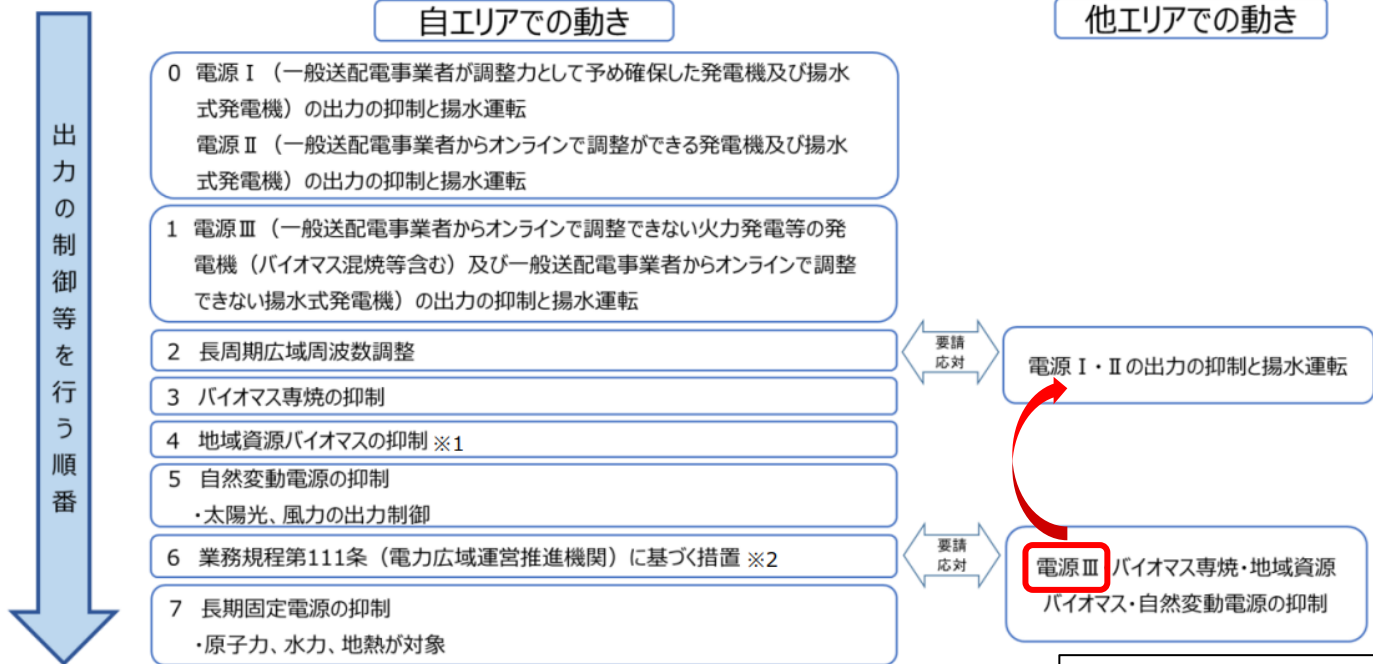
出典：資源エネルギー庁 第42回系統WG（2022年10月20）資料5

他エリアのための非調整電源の抑制

- 余剰電力が発生しているエリアから他エリアへ送電する場合、受電エリアの一般送配電事業者は、優先給電ルールに基づき、オンライン調整ができる火力電源（調整電源）を抑制し、受電量を確保していました。
- 2023年5月、資源エネルギー庁の審議会において、受電エリアは、オンライン調整できる火力電源に加えて、一般送配電事業者から**オンライン調整できない火力電源（非調整電源）も抑制対象**とすることが整理されました。

【優先給電ルール】

現時点における出力の制御等を行う順番について

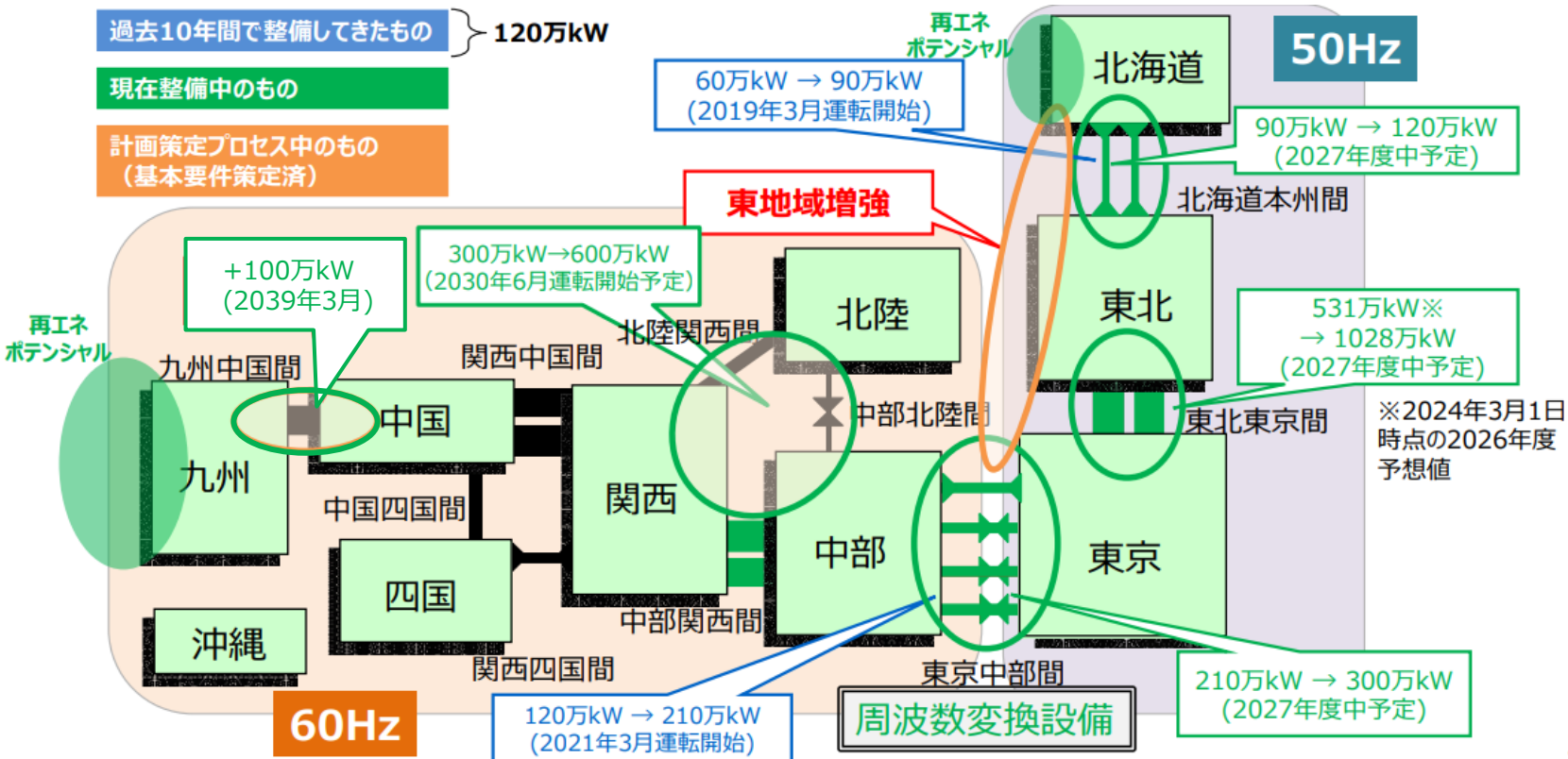


※1：燃料貯蔵の困難性、技術的制約などにより出力の抑制が困難な場合（緊急時は除く）は抑制対象外
 ※2：電力広域的運営推進機関の指示による融通

連系線の増強

- 2023年3月末に、2050年カーボンニュートラル実現を見据えた将来の広域連系システムの具体的な絵姿を示す長期展望と、これを具体化する取組みが、「広域連系システムのマスタープラン」としてとりまとめられました。
- 現在、東地域（北海道～東北～東京間の連系線）の系統整備に関して、計画策定プロセスが進められています。

出典：資源エネルギー庁 第74回再エネ大量導入・次世代NW小委（2025年6月3日）資料2をもとに作成



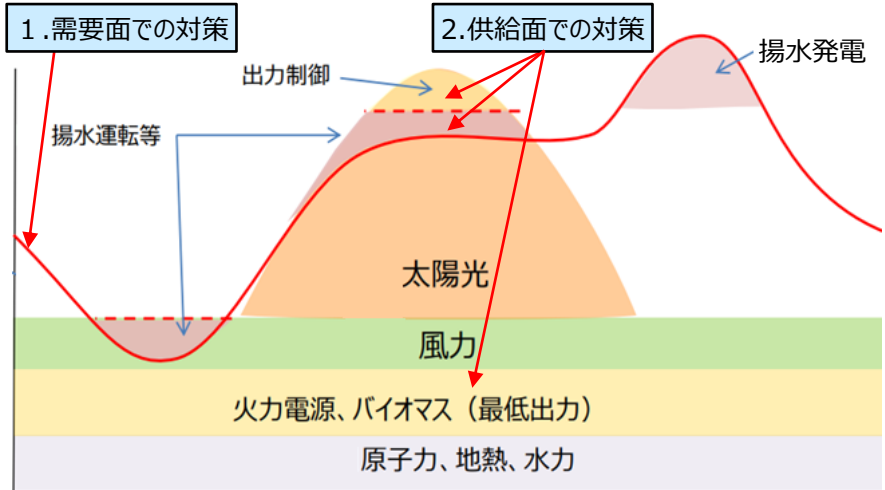
【参考】出力制御対策パッケージについて

- 2023年12月に取りまとめられた出力制御の抑制に向けた新たな対策パッケージでは、
 - 需要面での対策により、出力制御時間帯の需要家の行動変容・再エネ利用を促しつつ、
 - 供給面での対策により、再エネが優先的に活用される仕組みを措置するとともに、
 - 系統増強等により、再エネ導入拡大・レジリエンス強化の環境を整備するなど、切れ目のない対策を講じることとされています。
- その際、太陽光等の更なる導入拡大を見据え、中長期的な観点から、特に需要面の対策に重点を置き、家庭・産業それぞれの分野で予算措置と制度的措置を一体的に講じることにより、供給に合わせた需要の創出・シフトを図っていくこととされています。

【具体的な対策】

- ### 1. 需要面での対策
- ① 需要側のリソースの活用に向けた消費者の行動変容の促進 (電気料金メニューの多様化等)
 - ② 家庭用蓄電池・ヒートポンプ給湯機の導入を通じた需要の創出・シフト
 - ③ 機器のDR Ready化 (通信制御機器の設置)
 - ④ 電炉等の電力多消費産業におけるDRの推進
 - ⑤ 電力の供給構造の変化に合わせた電力多消費産業の立地誘導・需要構造の転換
 - ⑥ 系統用:蓄電池、再エネ併設蓄電池、水電解装置の導入を通じた需要の創出・シフト
 - ⑦ 事業者用:蓄電池の導入や、事業者所有設備への通信制御機器の設置の支援等

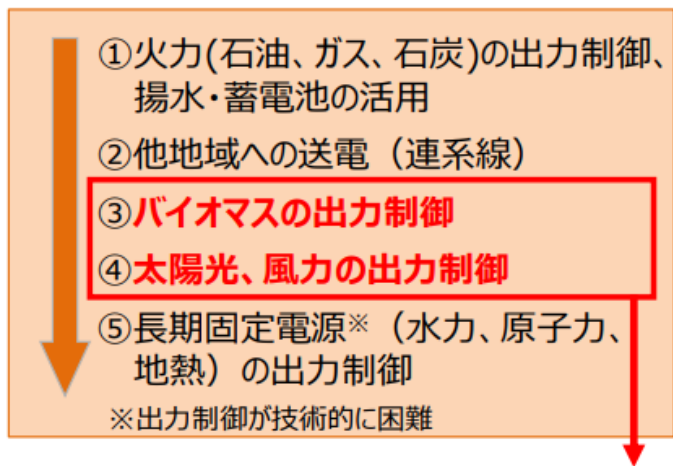
- ### 2. 供給面での対策
- ① 再エネ発電設備のオンライン化の更なる推進等
 - ② 新設火力発電の最低出力引下げ(50%→30%) 等
 - ③ 出力制御時の他エリアでの非調整電源の出力引下げ
 - ④ 火力等発電設備の運用高度化
 - ⑤ 水力発電を活用した出力制御量の抑制
 - ⑥ 電力市場の需給状況に応じた再エネの供給を促すFIP制度の更なる活用促進



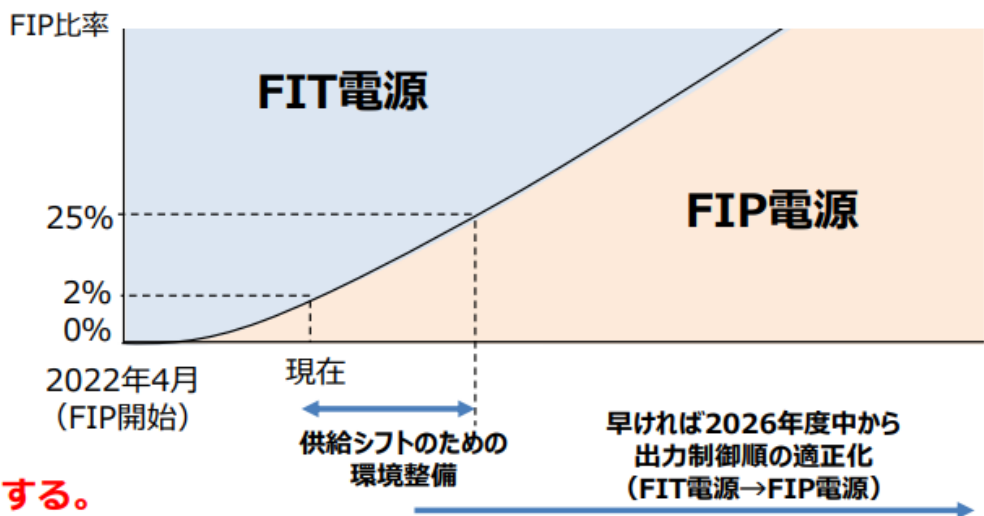
- ### 3. 系統増強等
- ① 連系線の運用見直し等による域外送電量の拡大
 - ② 地域間連系線の更なる増強による域外送電量の拡大
- ### 4. 電力市場構造における対応 (中長期的な検討課題)
- ◆ 価格メカニズムを通じた供給・需要の調整・誘導

【参考】優先給電ルールの見直しについて

- 2024年8月の資源エネルギー庁の審議会において、FIT電源とFIP電源の間の需給バランスへの貢献という点における公平性を確保するため、優先給電ルールの再エネ電源（太陽光・風力・バイオマス）の出力制御の順番を、FIT電源→FIP電源の順とすることについて議論が行われました。
- 見直しにより、FIP電源（太陽光・風力）は、当面、出力制御の頻度が低下することが見込まれます。他方、FIT電源は、出力制御の頻度が増加することが見込まれます。
- 本運用は2027年度末までに開始される予定です。



③④それぞれのカテゴリでFIT電源→FIP電源の順とする。



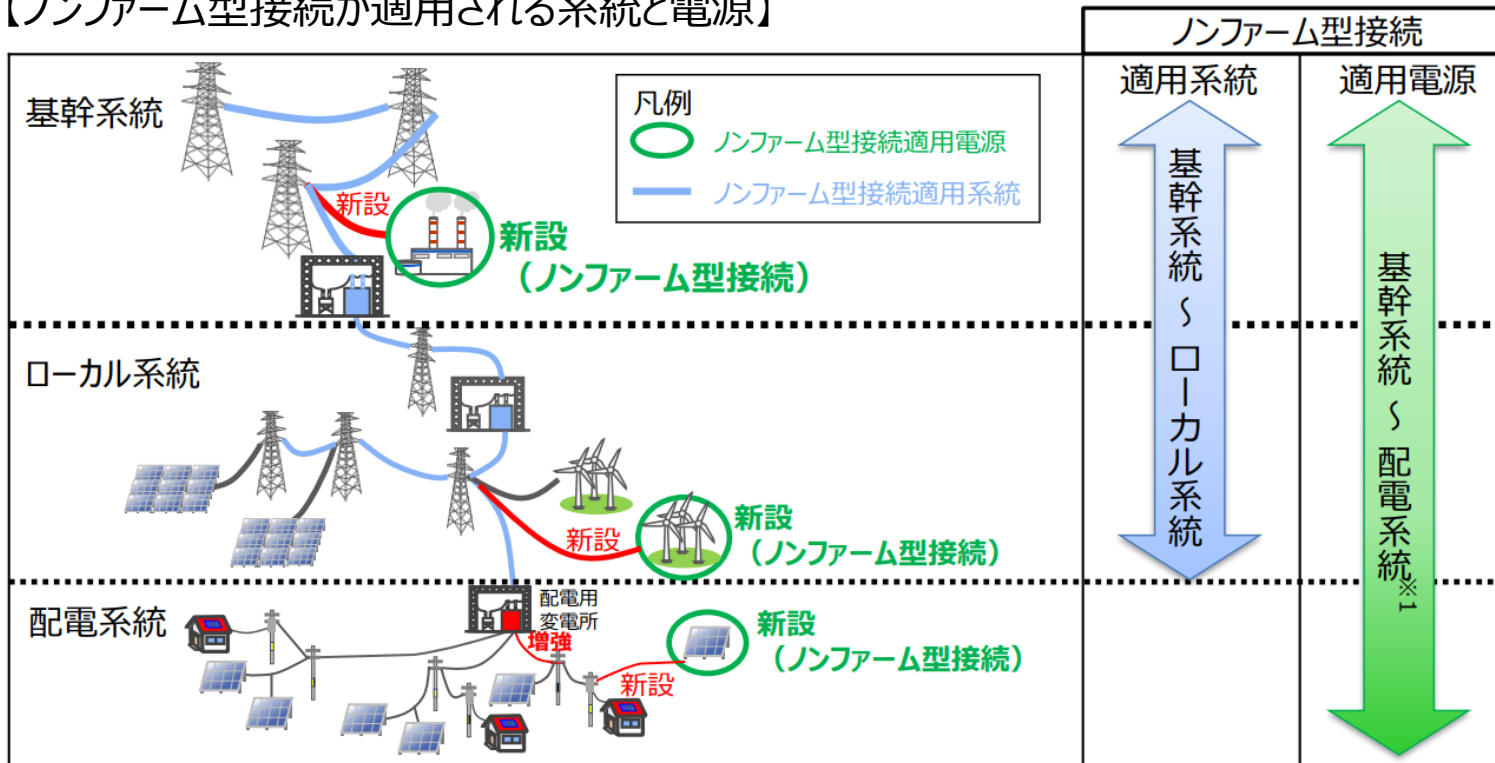
出典：資源エネルギー庁 第66回再エネ大量導入・次世代NW小委員会（2024年8月7日）資料3をもとに作成

系統制約時の出力制御を前提とした接続 (ノンファーム型接続) について

ノンファーム型接続の導入

- 送電線・変圧器に流すことのできる電気の量には上限があり、これを超過して電源を接続する場合には、従来は系統増強が必要となり、接続までに時間を要していました。日々の運用において、**上限を超える恐れがあるときに、電源の出力制御を前提に接続**することで、すみやかな連系が可能となる**ノンファーム型接続を導入**しています。
- 2023年4月1日以降に接続検討の受付を行った案件は、接続先の電圧階級や送電線空き容量の有無に関わらず、原則として**ノンファーム型接続適用電源（ノンファーム電源）**となっています。

【ノンファーム型接続が適用される系統と電源】



出典：広域機関ホームページ「系統の接続および利用ルールについて～ノンファーム型接続～」

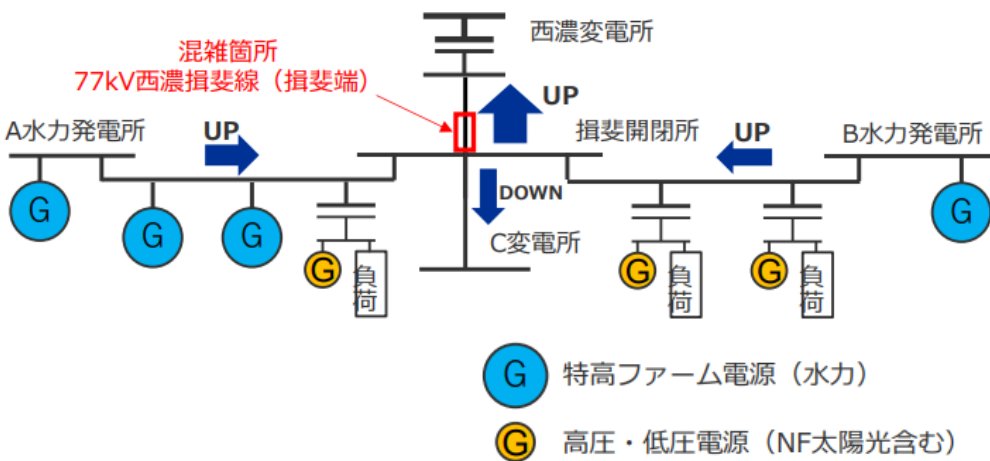
※1：10kW未満の低圧を除く

系統制約による再エネ出力制御の実績

- 2025年3月に中部エリアで全国初の系統制約による再エネ出力制御が実施されました。また、2025年11月には北海道エリアでも系統制約による再エネ出力制御が実施されました。
- これらの制御については、広域機関により検証が行われ、一部期間を除き制御が妥当であったことが確認されています。

【混雑発生系統の例（中部エリア）】

- 出力の大きい水力が数多く連系し、融雪出水期にUP潮流が大きくなり、混雑発生が懸念される系統。
- ノンファーム型接続自然変動電源（NF太陽光）の連系により、出力制御が必要となった。



【混雑による再エネ出力制御実績】

(2026年2月末時点)

	中部	北海道
期間	2025年 3/28~4/28 (15日間)	2025年 11/2~11/30 (25日間)
混雑設備	77kV西濃損斐線	66kV岩松線
最大抑制量	0.23万kW	0.04万kW

出典：広域機関ホームページをもとに作成

出典：資源エネルギー庁
 第3回次世代系統WG（2025年6月27日）
 資料2-3をもとに作成

系統制約による再エネ出力制御の見通し

- 系統混雑に関する中長期見通し（2030年度想定、移行シナリオ※）の算出結果のうち、系統制約による自然変動電源（太陽光・風力）の出力制御の見通しの算出結果は下表のとおりです。
- 系統制約による自然変動電源の出力制御は、主に東地域にて増加傾向にある。また、年間出力制御量（万kWh）の全国合計値は、2029年度算定結果の3倍程度となっています。
- 年間出力制御量等が増加した主な要因は、2029年度の算定と比較し、ノンファーム型接続する自然変動電源等の連系想定量が増加したことにあります。

※発電コスト検証ワーキンググループ報告書（2025年2月）を参照して発電単価を設定したシナリオ

系統制約による自然変動電源の出力制御の中長期見通し（2030年度）の算出結果

移行シナリオ
(29年度算定結果からの変動分)

		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国
混雑設備数	基幹系統	10 (+3)	2 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	1 (+1)	0 (±0)	0 (±0)	0 (±0)	13 (+4)
	ローカル系統	40 (+28)	23 (+13)	7 (+5)	2 (+1)	0 (±0)	0 (-2)	3 (+1)	3 (+2)	3 (+3)	0 (±0)	81 (+51)
年間最大出力制御 (万kW)		60.7 (+43.3)	90.4 (+38.1)	30.1 (+26.0)	0.8 (+0.7)	0.0 (±0.0)	0.0 (-0.4)	1.3 (+1.0)	2.7 (+2.6)	1.7 (+1.7)	0.0 (±0.0)	93.4 (+29.1)
年間出力制御量 (万kWh)		15,047 (+13,257)	10,796 (+2,719)	2,252 (+2,124)	13 (+13)	0 (±0)	0 (-1)	40 (±0)	109 (+109)	31 (+31)	0 (±0)	28,287 (+18,251)
出力制御時間 (h)		2,558 (+1,510)	2,104 (+469)	258 (+147)	55 (+53)	0 (±0)	0 (-7)	270 (-97)	189 (+187)	81 (+81)	0 (±0)	3,794 (+1,345)

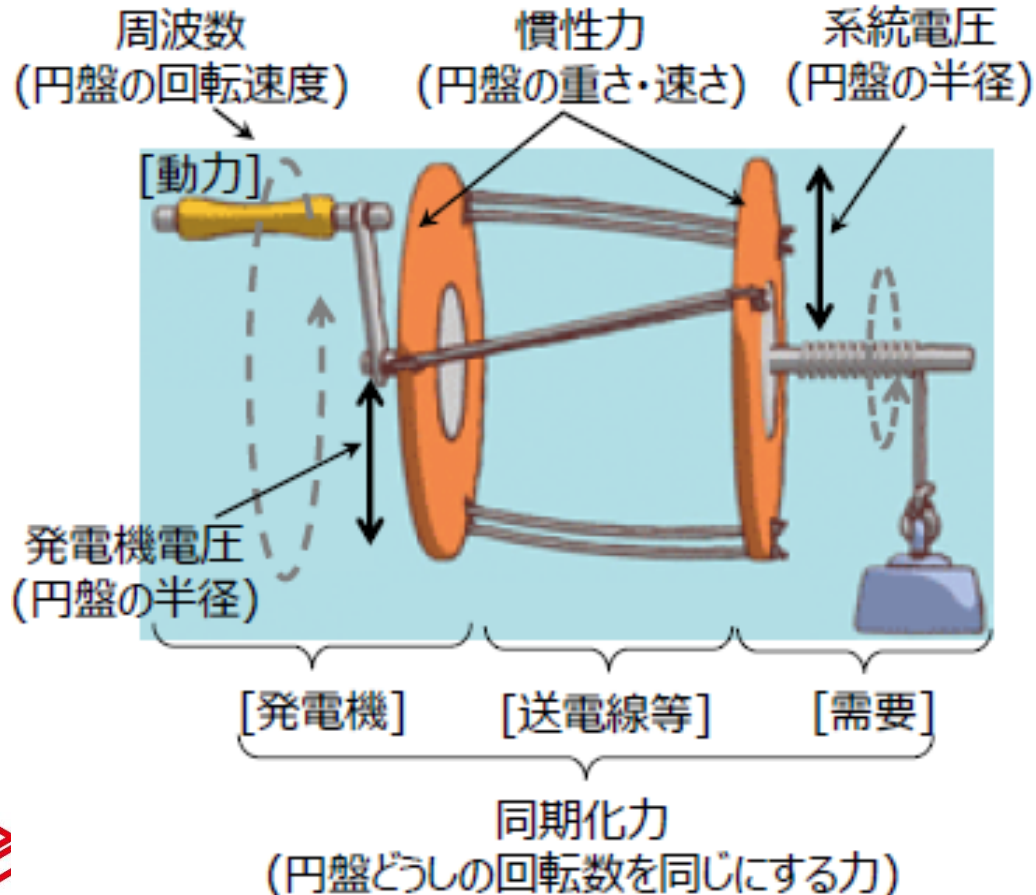
参考：2025年度短期見通しにおける全国の需給バランス制約の年間出力制御量は約202,000万kWh

出典：資源エネルギー庁
第4回次世代系統WG（2025年9月24日）資料2

再エネ拡大に伴う長期的な課題（慣性力の確保）

電力系統における慣性力・同期化力のイメージ

- 発電機の中の磁石を回転させて発電している発電機を同期電源と呼び、同期電源は慣性力や同期化力を持っています。
- 発電所や送電線で事故が起こり、電気が送れない発電機ができてしまった場合、残った発電機の慣性力や同期化力により、回転速度の低下が抑えられ、周波数の急な変動を防ぐことができます。つまり、これらの性質によって、電気を安定して送ることができます。



➤ 慣性力

円盤の重さに相当し、これが重いと、ハンドルを回す力やおもりの大きさが変わっても、一定の間は同じ速度で回り続けようとする力が生じます。

➤ 同期化力

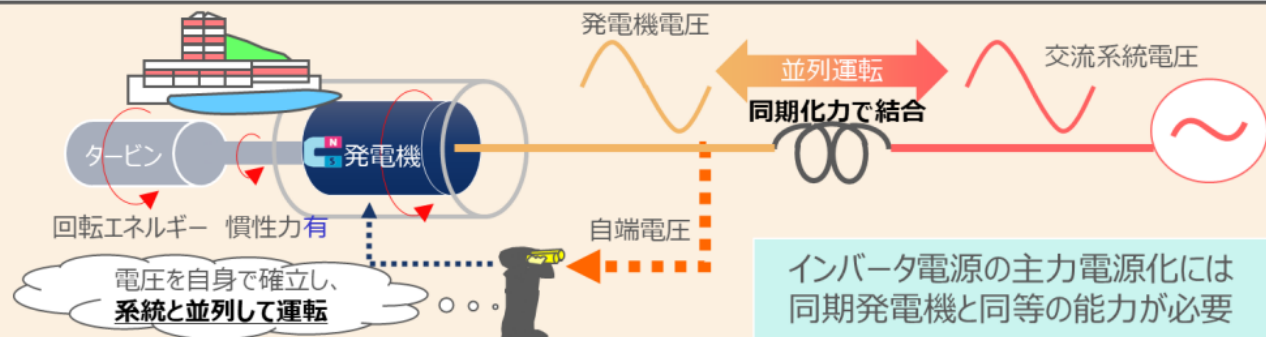
円盤どうしの回転数を同じにする力で、円盤どうしのつながりが強いほど、ハンドルを回す力やおもりの大きさが変わり、片方の円盤の回転数が変わっても同じ回転数に戻る力が働きます。

同期電源とインバータ電源の違い

- 同期電源は、同期化力によって電力系統と並列して運転しています。また、回転体としての慣性力を持っており、系統に急激な変更が起きた場合に、周波数を維持する役割を果たします。
- 一方、太陽光や風力などのインバータ電源は、現時点では同期化力を持っておらず、系統に追従して電気を流す仕組みとなっています。また、回転体を持たないため、慣性力も備わっていません。

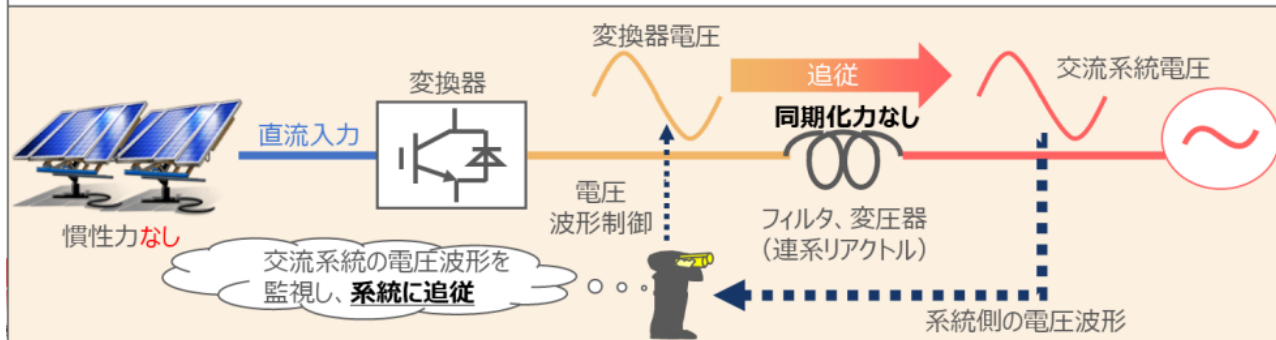
同期電源

同期電源が電圧・周波数を確立し、同期化力で系統と並列



インバータ電源

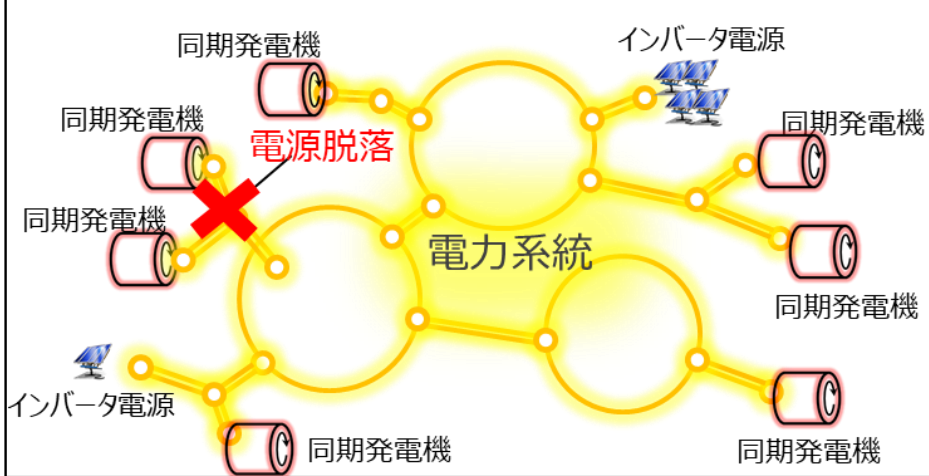
交流系統電圧波形を監視して系統に追従するように電圧波形制御し、同期化力はない



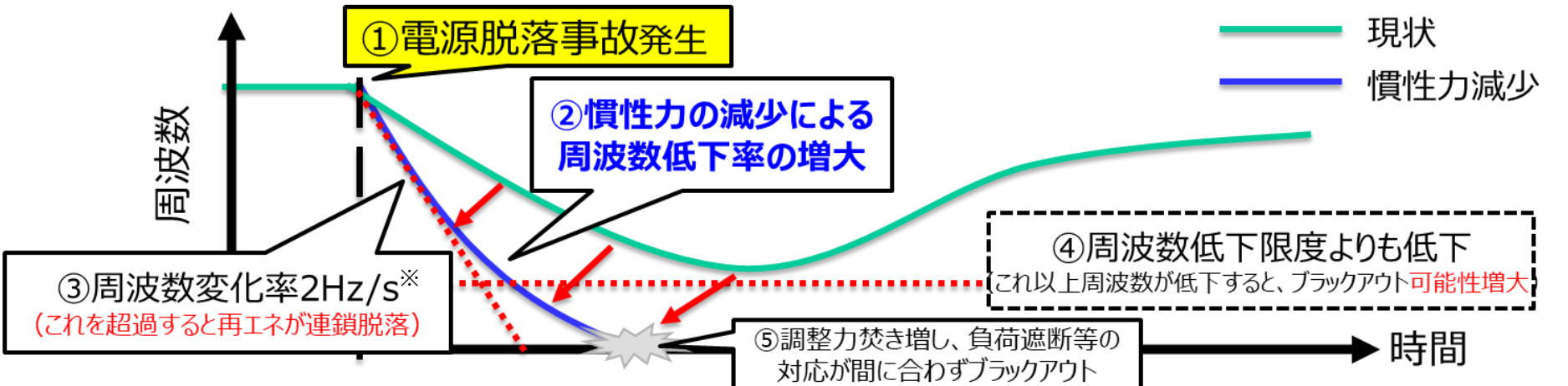
同期電源の減少に伴う課題

- 送電線の2回線故障時等に、大規模な電源が脱落することがあります。その際、インバータ電源（非同期電源）の比率が高いと、**電源が連鎖的に脱落する可能性**があります。

現状（同期発電機：多・インバータ電源：少）



将来（同期発電機：少・インバータ電源：多）



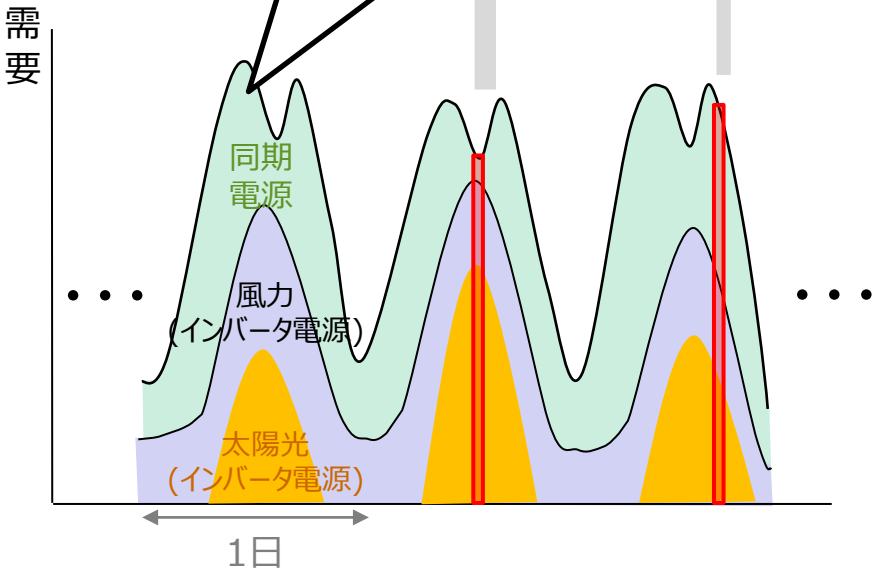
※分散型電源における事故時にも運転を継続するための要件（FRT要件）

エネルギーミックスとインバータ電源比率の関係

- エネルギーミックスは年間の電力量の議論がされていますが、大規模な停電を回避するためには、**特定の時点におけるインバータ電源比率**にも留意する必要があります。

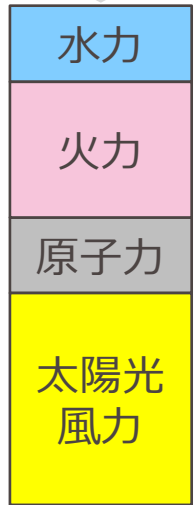
電源種別毎の出力状況

エネルギーミックスは年間の全体の面積(電力量)の議論がされています。



年間を通じた発電出力の変化

需要が低く再エネの出力が大きい時間帯には、インバータ電源比率が増加します。



特定の時点における発電電力の割合

慣性力・同期化力を改善する対策メニュー例

- 慣性力や同期化力を確保するための具体的な対策について、費用対効果や技術開発面で、克服すべき課題はありますが、再エネの導入拡大に向けて、検討を進めています。

対策メニュー例	慣性力改善	同期化力改善	概要・特徴	課題
同期発電機台数の確保	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 必要な慣性力に応じて、同期発電機等を優先的に系統並列 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ抑制につながる可能性
同期調相機	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 無負荷同期電動機であり、慣性力を有するほか、電圧維持も可能 既設発電機を改造して同期調相機として使用する事例もあり 	<ul style="list-style-type: none"> 運転中のロス発生 回転機のため保守コストが大きい
MGセット	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ（+蓄電池）と同期電動機を組み合わせ、同期発電機より電力を出力する。 	<ul style="list-style-type: none"> 電動機や発電機、蓄電池など多くの設備が必要 回転機のため保守コストが大きい
仮想同期発電機（疑似慣性）	○	○	<ul style="list-style-type: none"> インバータに同期発電機の動きを再現する制御を組み込み、同期化力を持たせ、蓄電池等と使用することで慣性力相当の出力をさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力を出力するためにインバータの大容量化や蓄電池等によるエネルギー源の確保が必要。
系統増強	×	○	<ul style="list-style-type: none"> 系統インピーダンスを低減させ、同期化力を改善 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力には効果なし 送電線の増設等、大規模工事が必要でコスト大きい
STATCOM	×	○	<ul style="list-style-type: none"> 電圧を支える（維持）することで同期化力を改善 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力には効果がない

おわりに

- カーボンニュートラルの実現に向け、一般送配電事業者は再エネの出力制御を最小限に抑える運用に努めるとともに、更なる低減に向けた検討を継続しています。
- 再エネの導入拡大に伴い一時的な出力制御は発生するものの、再エネの総発電量は着実に増加しています。今後も出力制御の抑制に取り組むとともに、必要な送変電設備の整備や、ノンファーム型接続の適用をはじめとした既存設備の有効活用などを進めていきます。