

再生可能エネルギーの最大限の利用に向けた取組み

～再エネ導入量増加に伴う余剰電力への対応～

- 地球温暖化対策を推進するためには、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**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、揚水発電所の水の汲み上げや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せざるを得ない状況となりますが、可能な限りの運用の工夫で**再エネの最大限の利用**（再エネ出力制御量の低減）に取り組んでいます。
- 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、足下で顕在化している**余剰電力への対応**について説明します。
- なお、再エネの導入拡大を目指し、全国の基幹送電線を対象に、送変電設備混雑時の出力制御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）の受付を開始しました（2021年1月13日から）。その結果、将来的には、送変電設備の混雑により再エネを出力制御する可能性もあります。

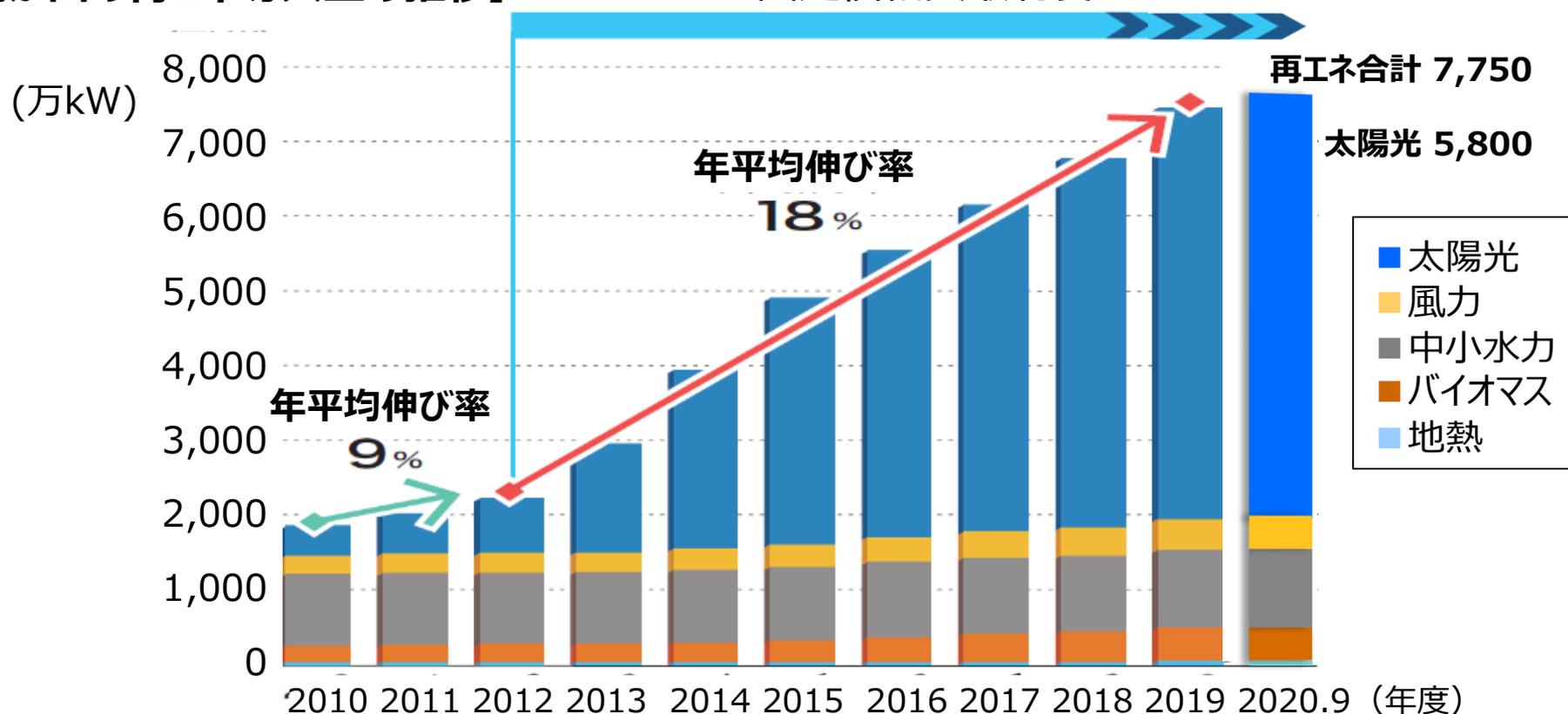
我が国の再エネ導入量の推移

- 2012年の固定価格買取制度（FIT）開始以降、再エネの導入量が増加しています。
- 特に**太陽光の伸びが著しく**、2020年9月時点で全国の導入量が約5,800万kWになり、再エネ合計※では約7,750万kW（全国最大需要（3日平均）の約49%）になりました。

※太陽光、風力、バイオマス、地熱および中小水力

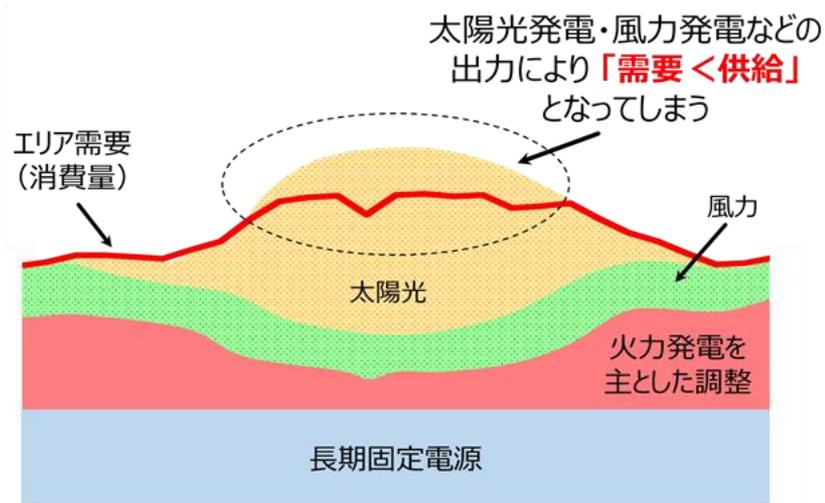
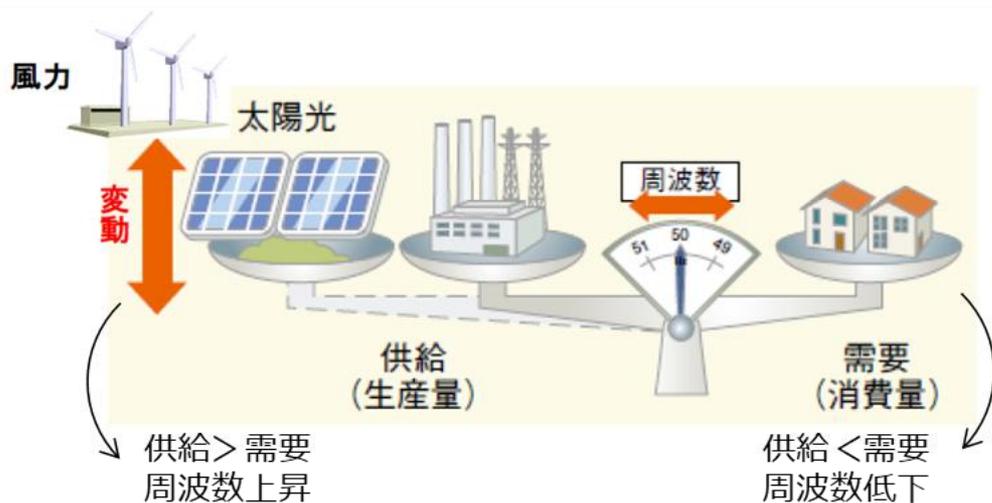
【我が国の再エネ導入量の推移】

固定価格買取制度



電力の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・秋の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には、**余剰電力（需要<供給）**が発生する**可能性**があります。



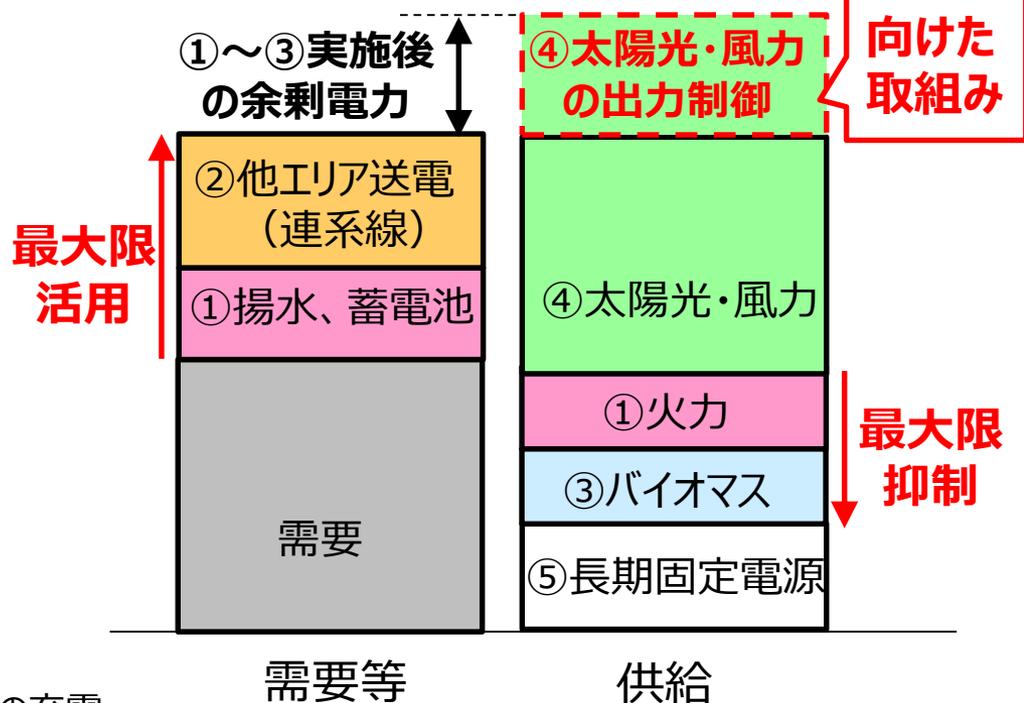
余剰電力解消に関する取組み（優先給電ルール）

- 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**最大限の対策を行い**、それでもなお余剰電力を解消できない場合に限り、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更なる向上、再エネ出力制御のオンライン化やオンライン代理制御の導入により、可能な限り出力制御量の**低減**に取り組んでおります。

【優先給電ルール】



【需給バランス（イメージ）】



※1：電力を活用した水の汲み上げや蓄電池への充電

※2：地域に賦存する資源を活用する設備であり、燃料貯蔵や技術的制約等により出力制御が困難な場合は除く

※3：出力制御は技術的に困難

(1) 火力の最大限の出力抑制

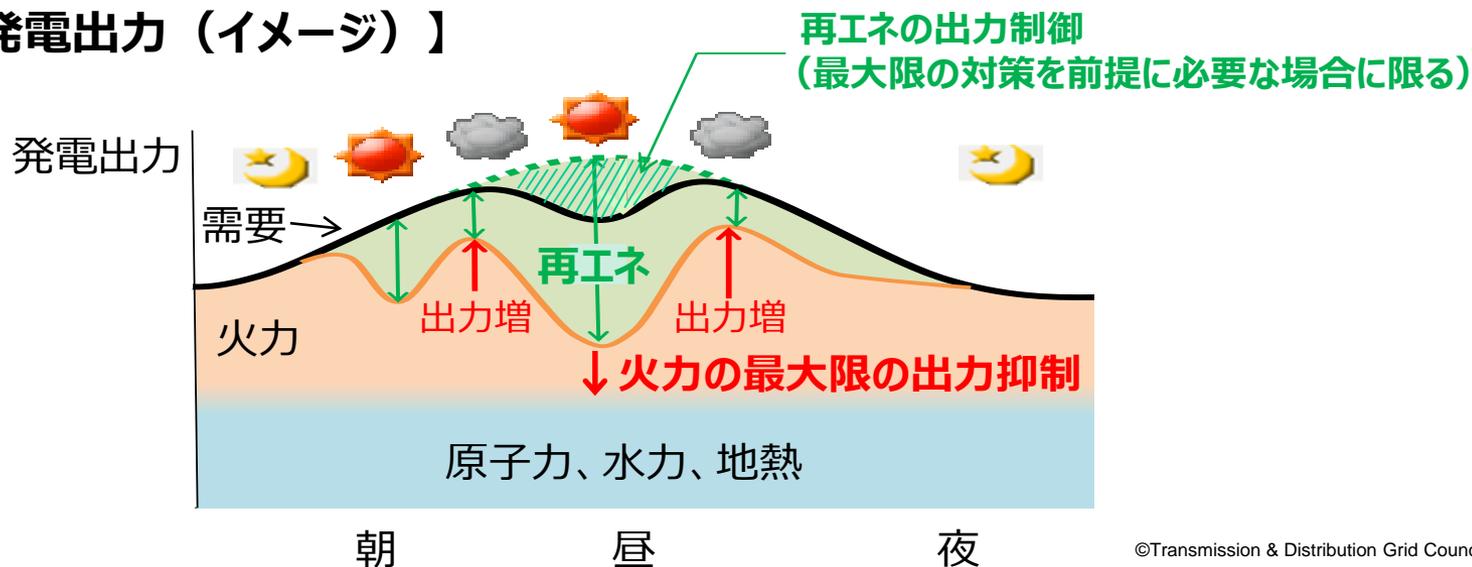
【運用面の取組み】

- 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。
- 具体的に、再エネを出力制御する場合は、オンライン電源は**調整力を確保したうえで最低限必要な台数・出力**とし、オフライン電源は**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、既設の火力についても、発電出力を50%以下に抑制するよう発電事業者に対して協力をお願いしており、一定の協力が得られています。

【火力と再エネの発電出力（イメージ）】

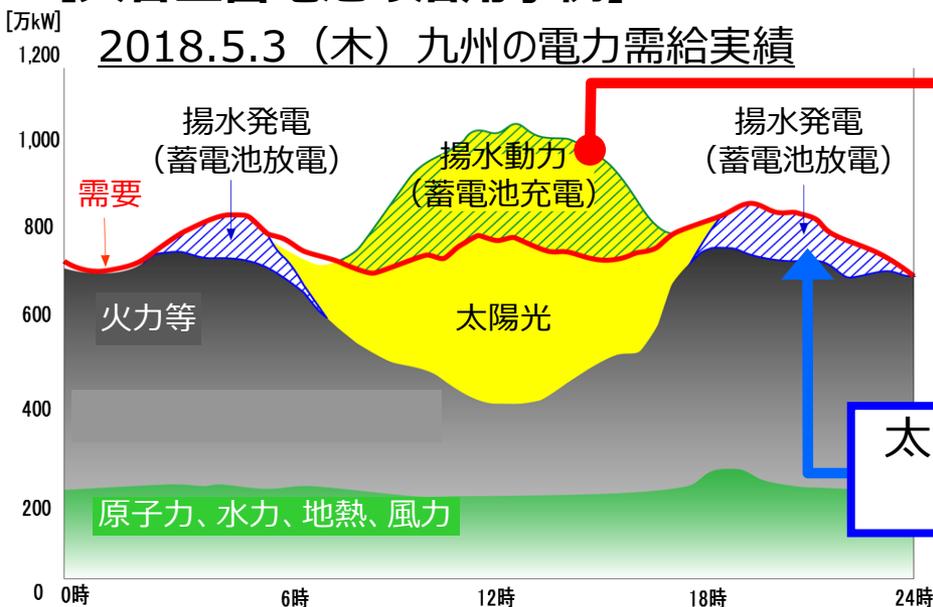


(2) 揚水、蓄電池の活用

- 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】

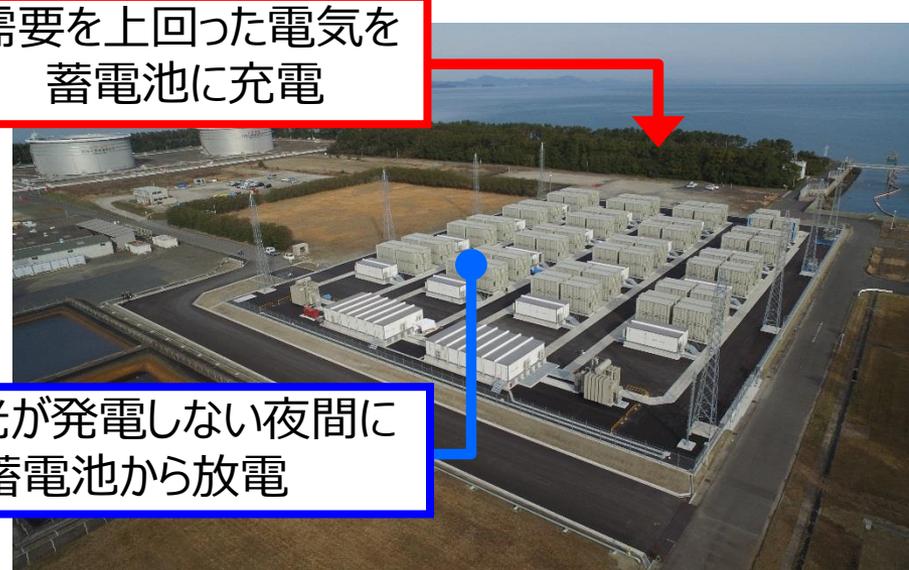
2018.5.3 (木) 九州の電力需給実績



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〕

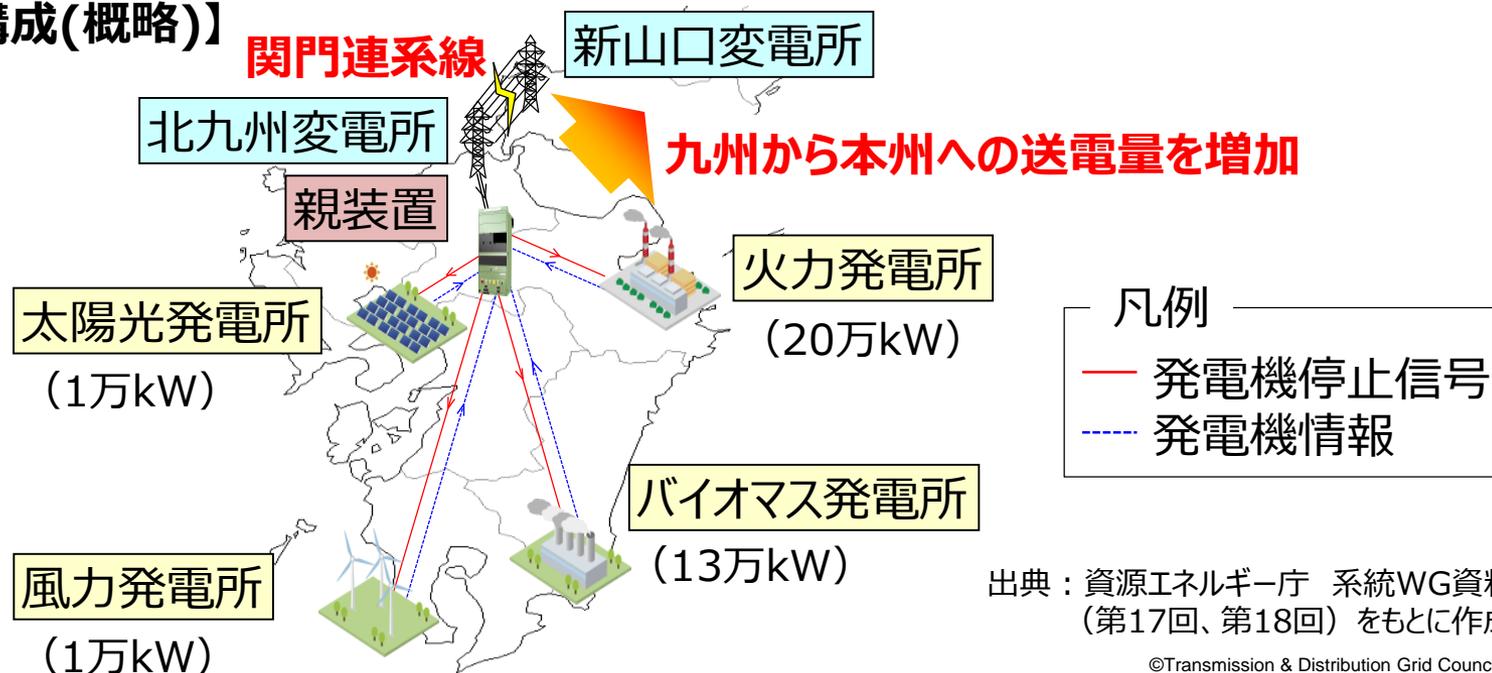


	豊前蓄電池変電所	南相馬変電所	南早来変電所
設置場所・面積	福岡県、14,000m ² 程度	福島県、8,500m ² 程度	北海道、5,000m ² 程度
運転開始	2016年3月	2016年2月	2015年12月
電池種別	NAS電池	リチウムイオン電池	レドックスフロー電池
出力・容量	出力5万kW、容量30万kWh	出力4万kW、容量4万kWh	出力1.5万kW、容量6万kWh

(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。
- これまで、一般送配電事業者は、運用の工夫を重ねることで、連系線の活用枠拡大を提案してきました。(活用枠は、広域機関で決定されます。)
- 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、**関門連系線の活用枠を拡大**しました。
- なお、同様にシステムを構築することにより、東北は2021年4月、四国は同年10月(予定)から余剰電力発生時の連系線活用枠を拡大します。

【九州のシステム構成(概略)】

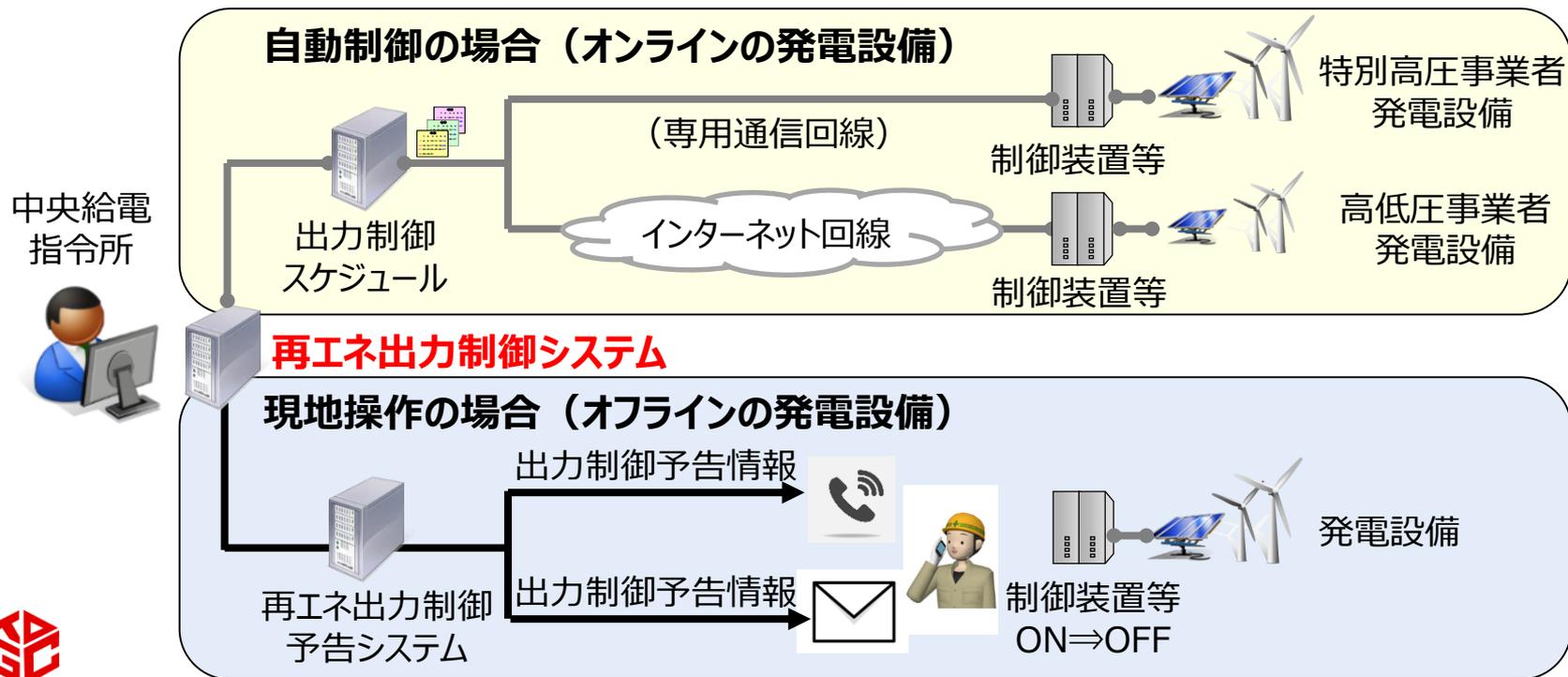


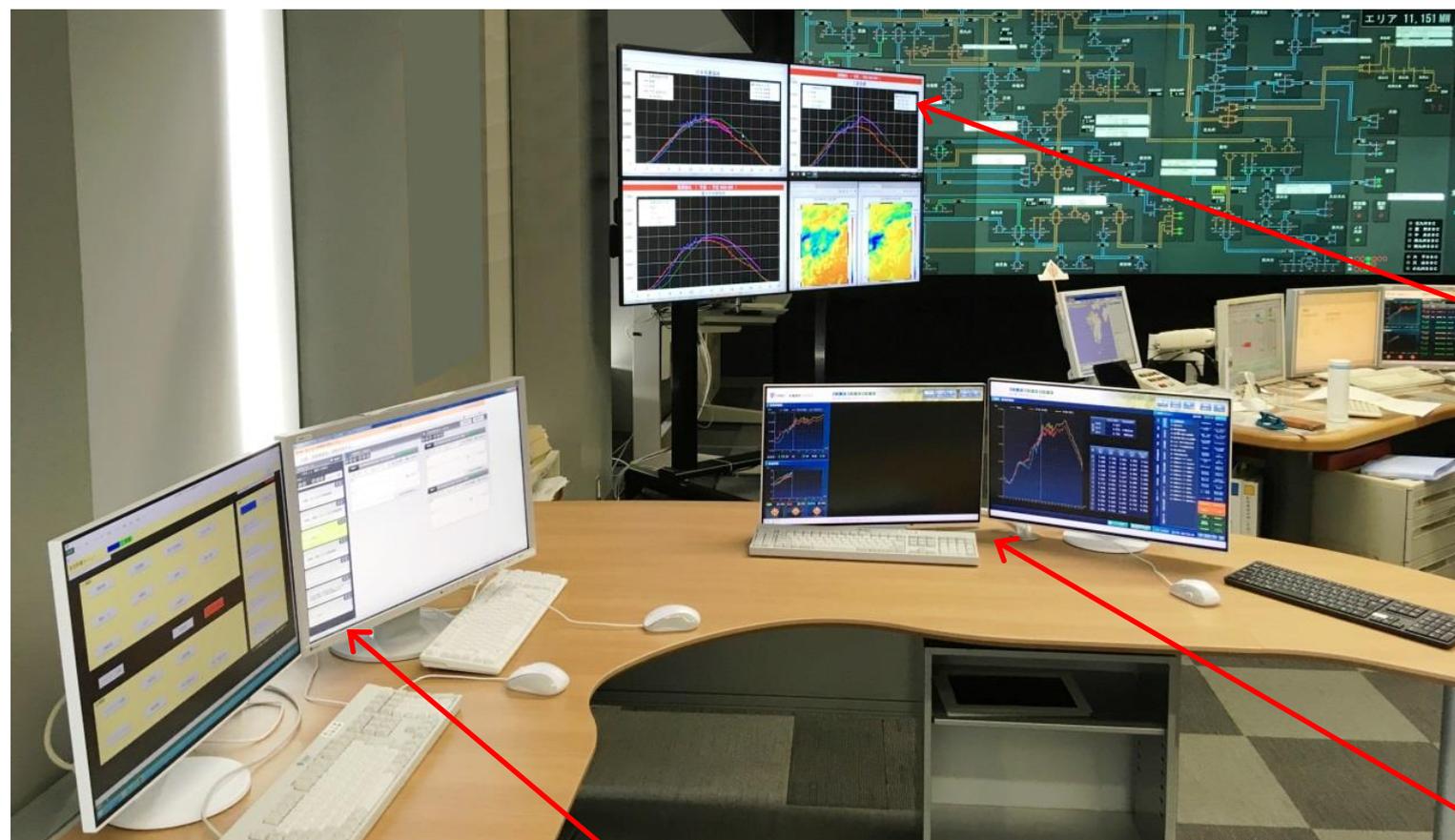
(4) 再エネの出力制御

- 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おります。

【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】

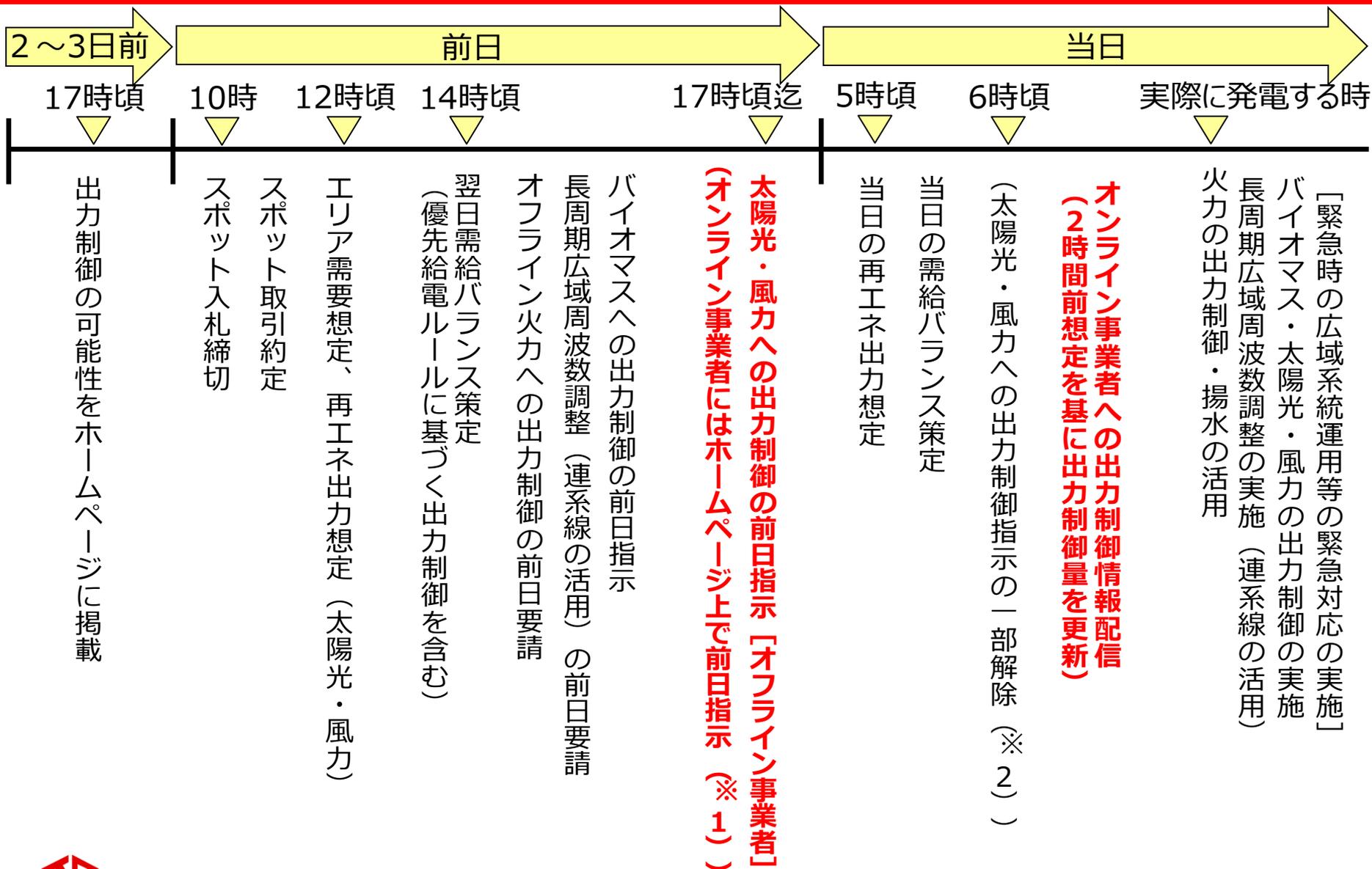
- ・最新の気象予測をもとに再エネの出力を予測
- ・需要と供給のバランスをもとに再エネ出力制御量を算定（都度見直し）

【監視卓】

- ・再エネ出力制御量や需給状況を常時監視



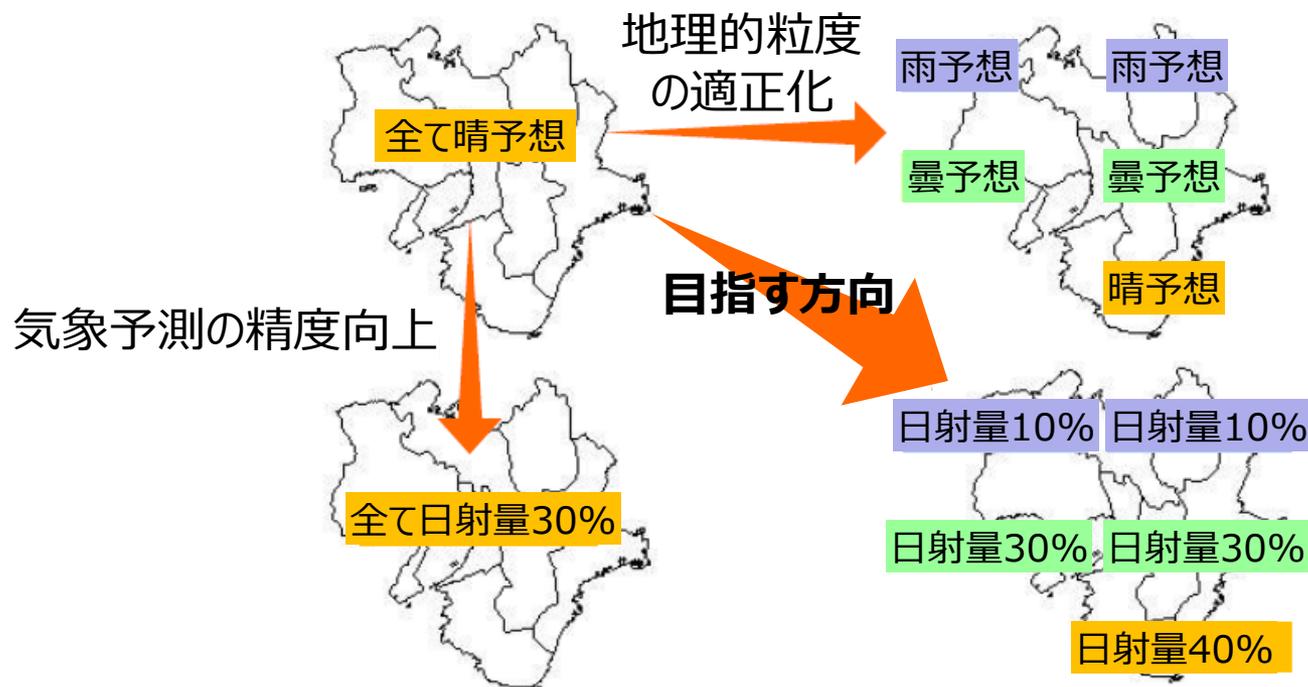
【参考】再エネ出力制御のスケジュール



(1) 再エネ出力予測精度の更なる向上

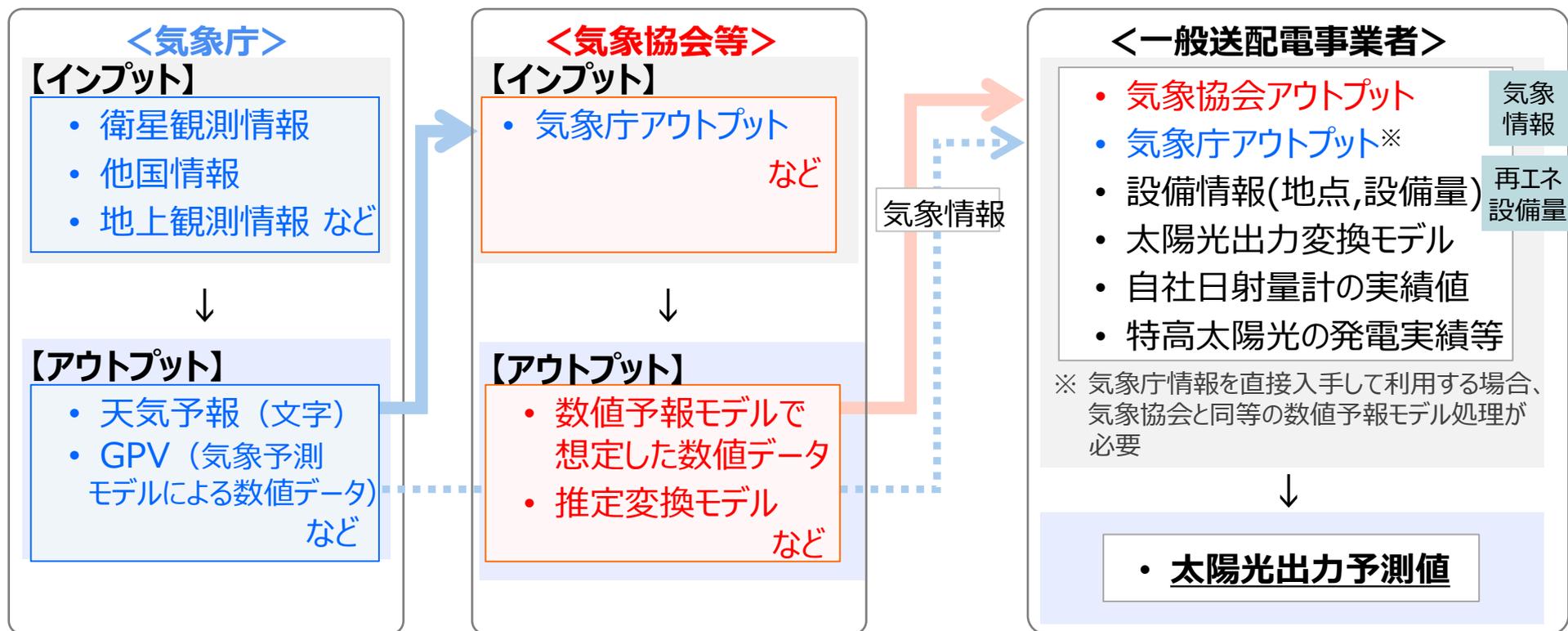
- 再エネは、実際に発電する時になって、事前の予測より出力が**大きくなる**ことがあります。
- このため、**再エネの出力予測誤差を考慮して出力制御を行う**ことから、再エネの最大限の利用には**再エネの出力予測精度の更なる向上**が有効です。
- 一般送配電事業者は、再エネ出力予測精度の更なる向上に向けて、**地理的粒度の適正化**に取り組んでおり、広域機関の委員会において一定の評価※を得ています。
- また、気象協会等から入手している**気象予測の精度向上**については、気象の専門家を含む関係者が参加する研究会において検討が進められています。

【再エネ出力予測精度向上（イメージ）】 ※気象関連のある範囲を踏まえて適正に予測地点を増加した点



【参考】再エネ出力予測の流れ（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



(2) 再エネ出力制御のオンライン化

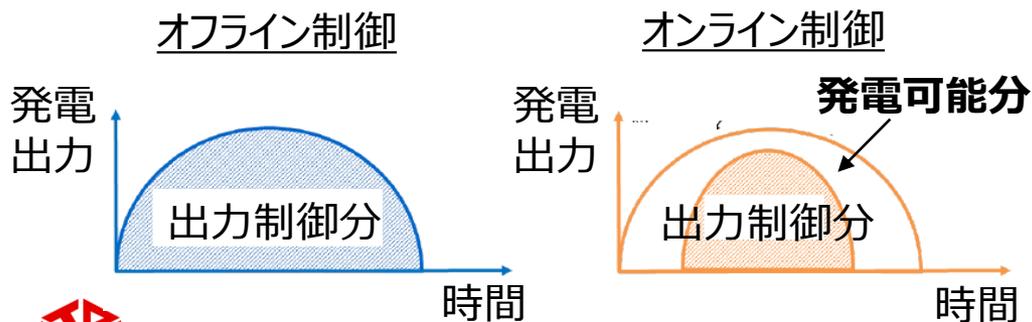
- 再エネの発電出力は気象状況に左右されるため、前日ではなく、実際に発電する直前（2時間前）の出力予測に応じて出力制御を行う方が、再エネを最大限利用できます。
- そのためには、**既設再エネのオンライン化**の進展が必要であり、オフライン事業者さまに対してオンライン化を推奨しています。（新設は家庭用を除きオンラインが義務化されています。）

【出力制御対象設備のオンライン化の状況（2020年9月末）】

【単位：万kW】

		北海道	東北	北陸	中国	四国	九州	沖縄
太陽光	オンライン設備	98	213	43	170	78	313	4.0
	オフライン設備	55	259	24	138	83	282	4.4
	オンライン化率	64%	45%	64%	55%	48%	53%	48%
風力	オンライン設備	44	121	2	0	8	3	0
	オフライン設備	10	41	14	36	20	56	1.2
	オンライン化率	81%	75%	14%	0.1%	29%	5%	0%

【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)】

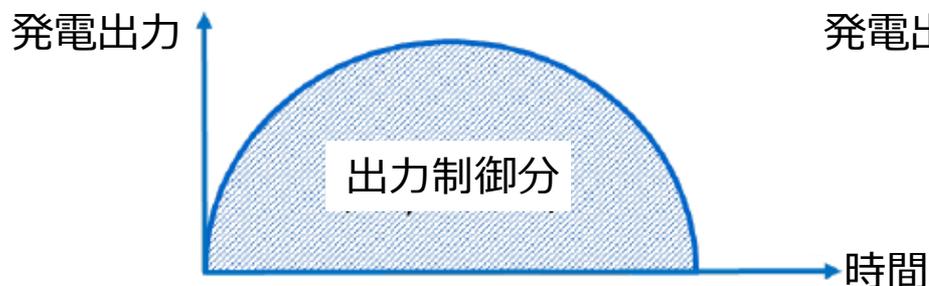
- ・オンラインの方が約40万円/年 少ない。
- (前提条件)
- ・発電容量：1,000kW
- ・買取価格：30円/kWh
- ・制御時間/回：
オンライン4.5時間、オフライン7時間
- ・事業者あたりの制御回数/年：5回



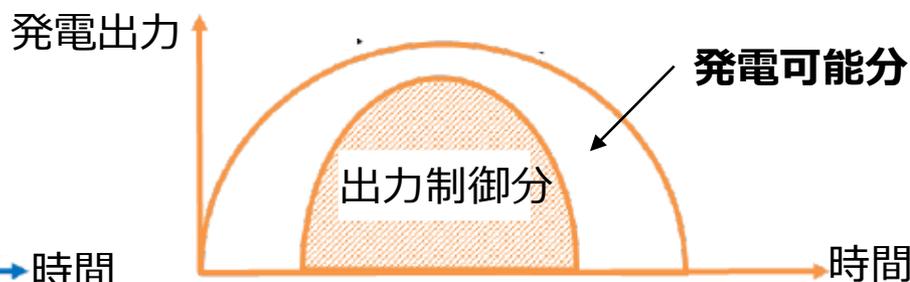
(3) オンライン代理制御（経済的出力制御）の導入

- 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特徴を生かし、**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」の導入により、再エネの最大限の利用を目指します。
- オンライン代理制御は**2022年早期を目指して導入**することが国の審議会で整理され、現在、一般送配電事業者は、**システム開発や運用方法などの検討**を進めています。

【オフライン制御（イメージ）】



【オンライン制御（イメージ）】



【オンライン代理制御による制御量低減効果（九州における試算結果）】

【単位：万kWh】

	制御量 (実績)	制御量 (導入時の試算)	制御量低減効果
オフライン設備	10,305	11,163	▲17%
オンライン設備	3,187		

(備考) 九州における2019年4月の太陽光発電の制御実績に基づき試算した結果。制御量がオンライン設備の最大発電量を下回る時間帯は全てオンライン制御を実施し、上回る時間帯はオンライン制御とオフライン制御を併用したと仮定。

- 一般送配電事業者は、再エネを最大限利用するために、可能な限り余剰電力の発生を回避することにより、再エネの出力制御を極力回避するとともに、それでもなお必要となる場合には、再エネ出力制御量を低減するよう、運用の工夫等に取り組んでいます。
- 将来に向けて、再エネの主力電源化を実現するために、必要な送変電設備の整備、既存の送変電設備の有効活用、電力需給・系統安定化技術の高度化等、基盤となる電力ネットワークの次世代化を積極的に推進していきます。

【参考】2050年カーボンニュートラルに向けて
～ 電力ネットワークの次世代化へのロードマップ ～

https://www.tdgc.jp/information/2021/05/21_1600.html

【参考】一般送配電事業者各社のホームページのリンク先

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ・ 北海道電力ネットワーク株式会社 | ・ 東北電力ネットワーク株式会社 |
| ・ 東京電力パワーグリッド株式会社 | ・ 中部電力パワーグリッド株式会社 |
| ・ 北陸電力送配電株式会社 | ・ 関西電力送配電株式会社 |
| ・ 中国電力ネットワーク株式会社 | ・ 四国電力送配電株式会社 |
| ・ 九州電力送配電株式会社 | ・ 沖縄電力株式会社 |

