

風力発電の導入拡大に向けた実証試験の実施状況について

2021年12月15日

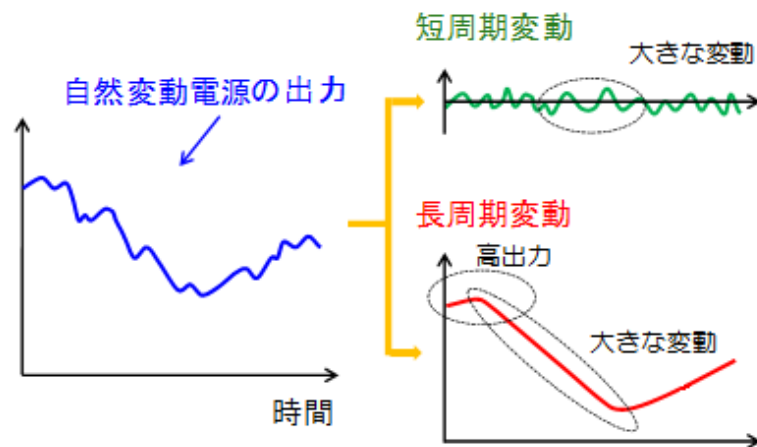
北海道電力ネットワーク株式会社
東京電力パワーグリッド株式会社

はじめに

- 北海道電力ネットワーク（以下、北海道NW）と東京電力パワーグリッド（以下、東京PG）では、地域間連系線の活用などによる風力発電の連系拡大を目的とした実証試験（以下、風力実証）を実施している。
- 風力実証**では、風力発電の短周期変動は北海道エリアで調整しつつ、**長周期変動に対応する調整力を地域間連系線を介して東京PGから調達**することで、北海道エリアの調整力不足の一部を東京エリアで補完している。
- 当初、実証風力は2020年度までに連系が完了し、その後1～2年の実証期間を経て、実証の取りまとめを行う予定であったものの、連系の遅れにより、現時点で連系完了は2022年度になる見込み。

1. 実証試験の目的について

- 風力発電の連系にあたっては、需要と総発電出力をバランスさせるための発電機等の調整力が必要となる。
- 北海道エリアでは、風力発電の連系拡大により、地内の調整力による対応が限界に達することから、北海道NWと東京PGでは、地域間連系線を介して東京エリアの調整力を活用することにより風力発電の連系を拡大する実証試験を実施している。
- 実証試験による風力発電連系規模
19.8万kW（募集量20万kW）
- 実証試験開始
2017年11月から



地域間連系線の活用
・風力発電の長周期変動に対応する調整力を地域間連系線を介して東京PGから調達

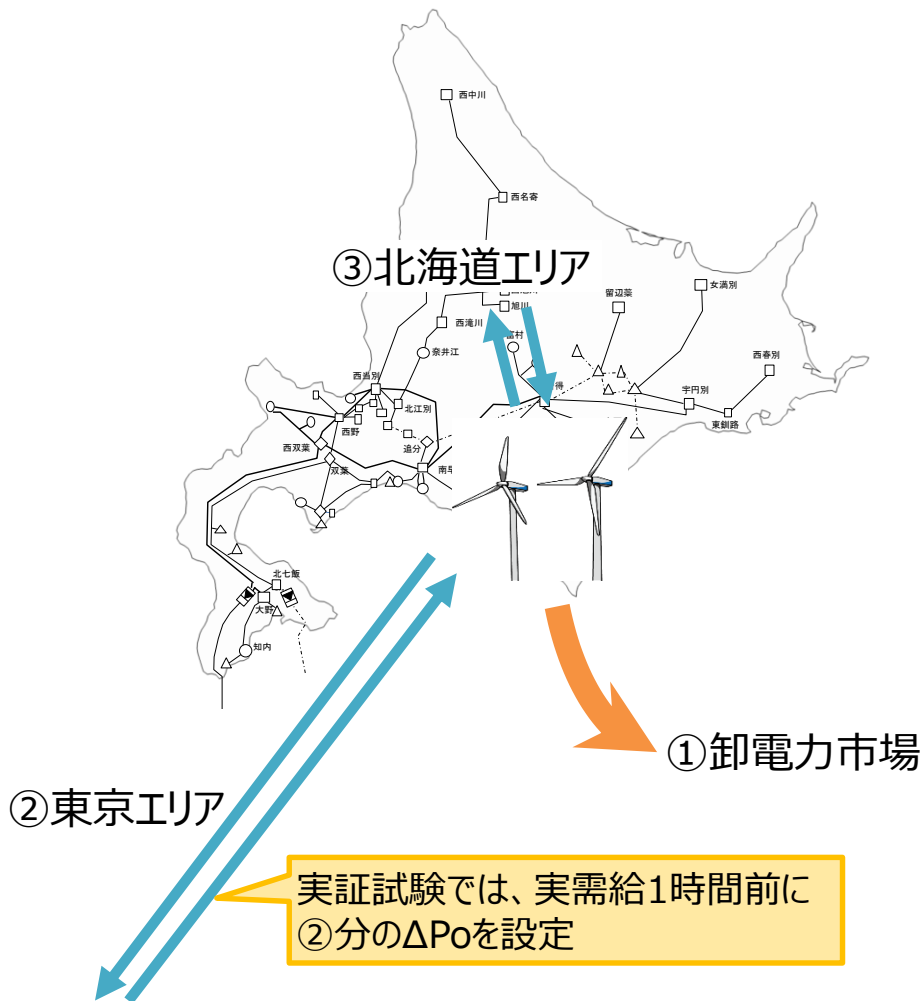


風力発電出力制御技術の導入
・調整力が不足する場合には、風力発電の出力を制御し、電力系統の安定化を図る。

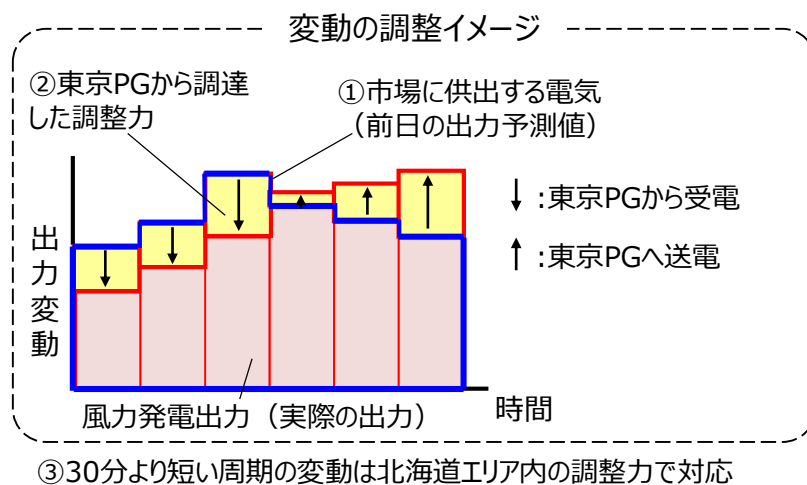
2. 実証試験スキームについて

○実証試験スキームの概要

- ①北海道NWは、前日予測値に基づいて、実証風力の電気を卸電力市場（前日スポット市場）に供出
- ②市場に供出した電気と実需給1時間前時点の出力予測値との差分について、東京PGから調整力を調達
- ③北海道NWは、実需給1時間前時点の出力予測値と実際の風力発電出力との差分を、北海道エリア内の調整力により調整



断面	調整分担
①前日予測	卸電力市場
【卸電力市場取引と風力実出力との差分】	
②前日予測～1時間前	東京エリア
③1時間前～実需給	北海道エリア



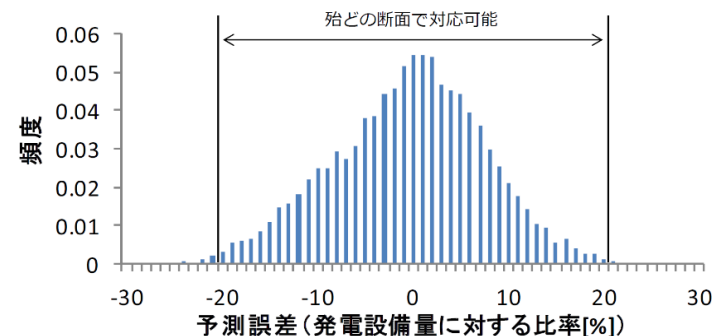
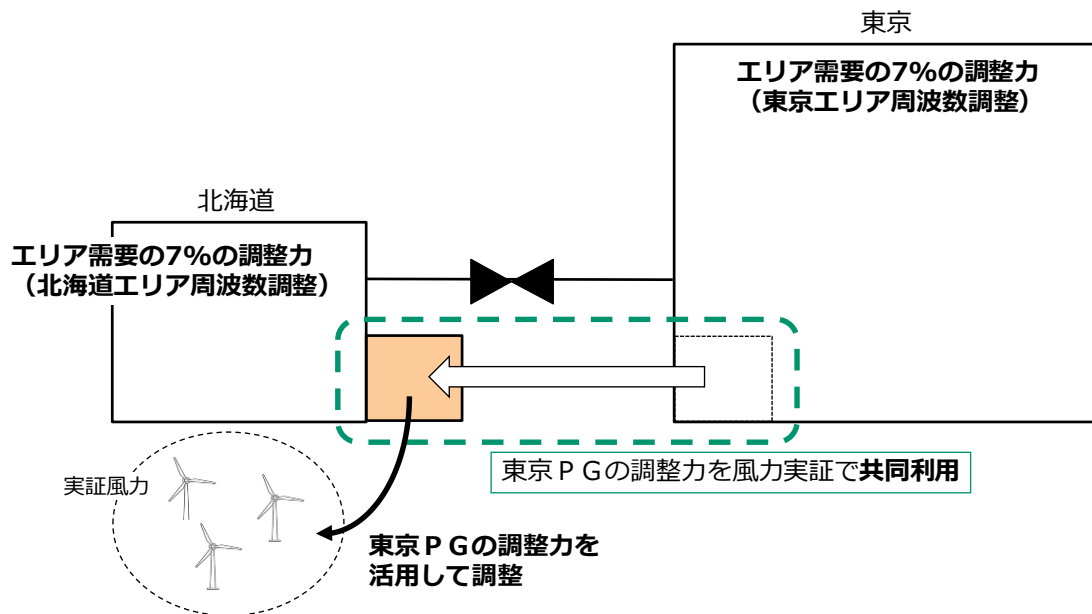
2. 実証試験スキームについて

○調整力の授受について

実証試験のための調整力をエリア外から調達するにあたり、北本連系線および東北・東京間連系線にB0マージンを設定し、確保したマージンの中で、東電PGより必要な調整力を受給している。調整力の受給は、現状の短周期広域周波数調整の機能を活用し、実需給1時間前に ΔP_0 を決定し、5分単位に設定することにより実施。

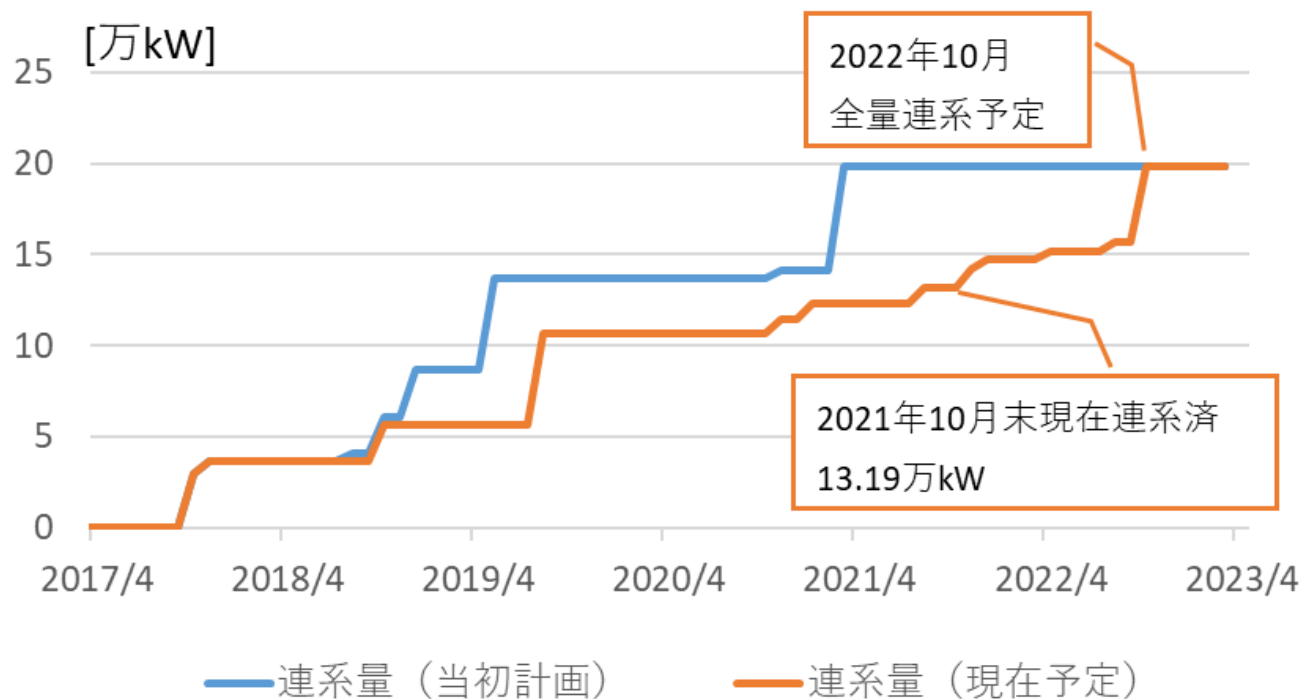
○調整力枠の設定について

実証開始時点での過去実績から、長周期変動への対応が可能であると想定される調整力調達量を風力発電設備量の20%とし、実証試験を通して必要な調整力枠を検証している。



3. 実証サイトの連系状況について

- 2021年10月末現在の連系量は13.19万kWとなっており、**2022年度に全量連系**し、19.8万kWとなる予定。
- 当初計画から、概ね1～2年程度運転開始時期が遅れている状況。



当初計画との連系量比較

4. 実証試験における検討・確認項目

- 実証試験の実施にあたり、第14回 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2017年3月23日）で提案した検討項目について、現時点での実施状況を5（1）～（3）項に示す。



○実証試験における検討・確認項目

	項目	内容
①	地域間連系線の効率的な利用方策の検討	・ 風力発電出力予測等に応じて、実際に使用した調整力の量を確認しながら、必要な調整力枠を検証
②	風力発電の導入拡大に伴う系統影響の確認	・ 20万kWの追加導入による平滑化効果や系統周波数に与える影響を確認
③	風力発電の出力制御技術の確認	・ 地域間連系線の停止などによって北海道エリアの調整力が不足する場合、出力上限値を定めることにより、風力発電出力を制御 ・ 風力発電所の出力制御の動作状況や風力発電の発電量に与える影響を確認

4. 実証試験における検討・確認項目

- マージン設定量の減少に関して、第16回 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2017年4月14日）で広域機関より示された検討項目案は以下のとおり。
- ①・②については実施済みであり（5（4）項にて説明）、③については2021年度より実施済み。

追加論点：マージン設定量の減少の検討について

11

- 前回の議論において、マージンの設定量を減少できるケースでは、マージンの減少を検討するべきというご意見があったことから、マージン設定量の減少について検討した。
 - マージン設定量の減少に関する検討については、以下の案が考えられる。
 - 【案①】スポット約定結果が0付近または上限出力付近の場合の順逆両方向マージン設定量の減少
 - 【案②】実証試験の風力発電や電源線等の定期点検により、実証試験の風力発電が停止している場合の順逆両方向マージン設定量の減少
 - 【案③】下げ代不足の場合の順方向マージン設定量の減少
 - 【案④】北海道エリアの長周期調整力に余力がある場合の順逆両方向マージン設定量の減少
- (第14回委員会で提示した内容の再掲)
- 【案⑤】スポット約定量を上限とした出力制御を容認した場合の順方向マージン設定量の減少
 - 【案⑥】北本停止時の周波数上昇対策を実施した場合の順方向マージン設定量の減少

※なお、上記以外の方法（例えば、風力発電出力予測誤差が想定より小さい場合の設定量の見直し）については、実証試験の中で検討していく。

5. 実証試験の実施状況

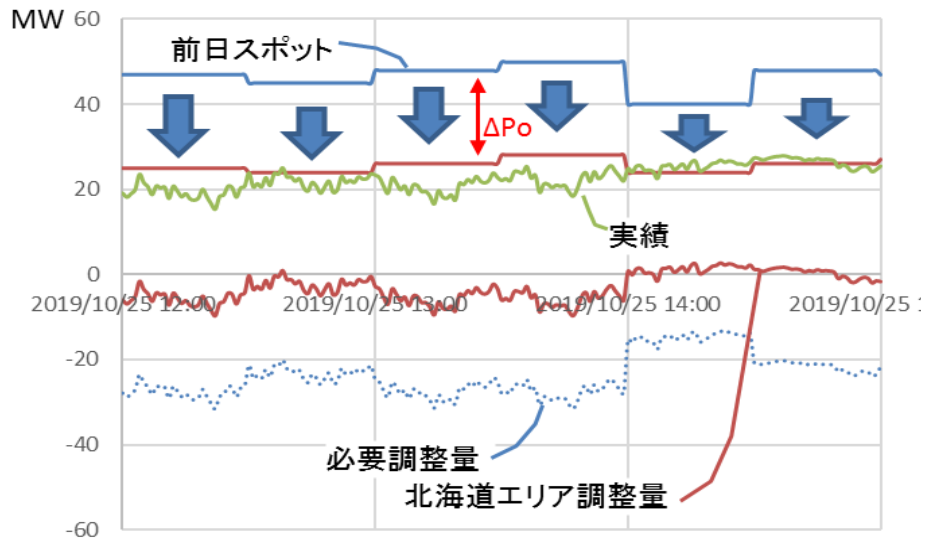
(1) 地域間連系線の効率的な利用方策の検討

○調整力枠活用状況

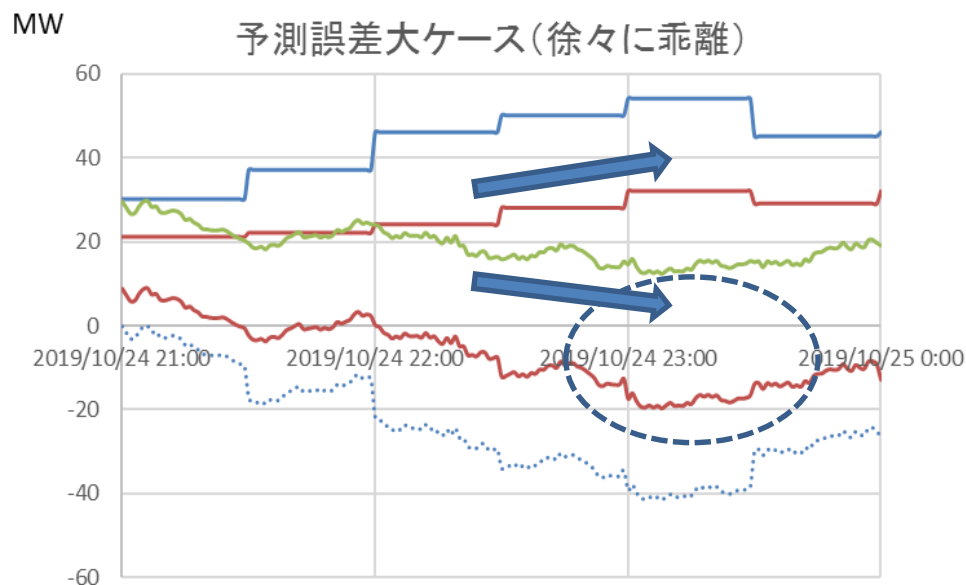
北海道NWでは、前日スポット市場への供出と、東京PGとの長周期変動相当の調整力の授受 (ΔPo) により、実証風力の長周期変動を調整している。

ただし、現状では予測誤差が大きいときに ΔPo が不足し、風力変動に追従できない場合、北海道での調整量が大きいケースがある。

要因としては、予測誤差精度や ΔPo 枠の不足があるが、引き続き風力連系量を拡大しながら、北海道エリア調整力への影響を分析していく。



前日スポット市場 + ΔPo で風力発電変動に良好に追従し、北海道エリアの調整量が減少している例



前日スポット市場 + ΔPo で風力発電変動に追従しきれずに、北海道エリアの調整量が大きい例

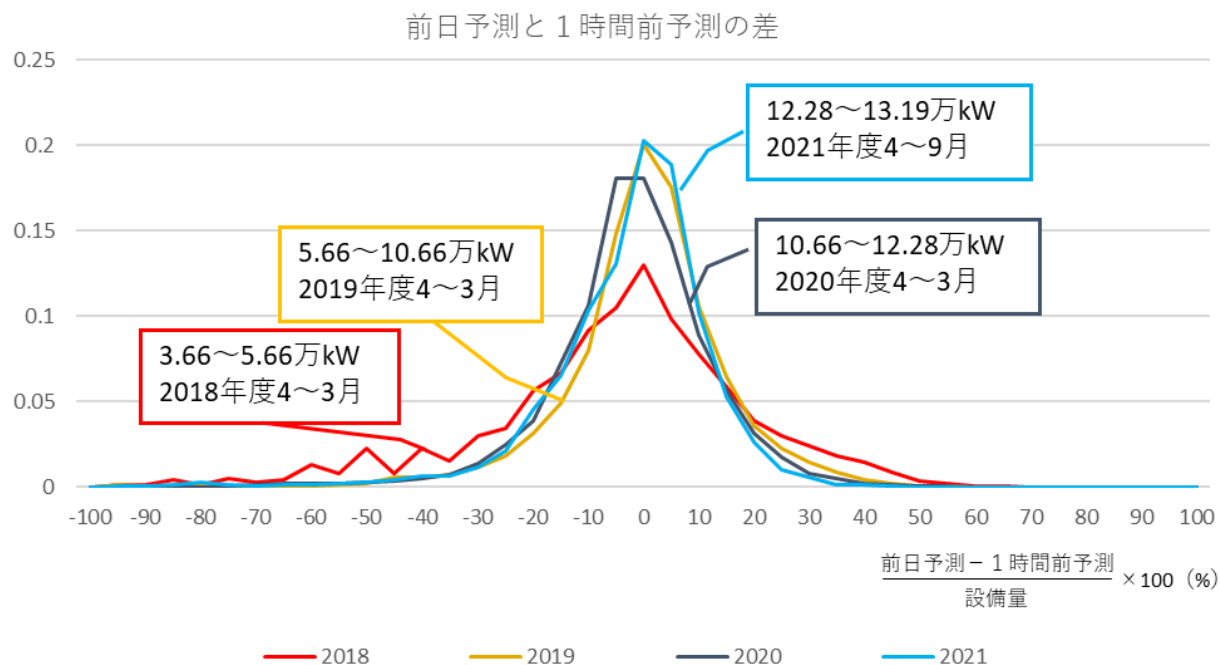
5. 実証試験の実施状況

(2) 風力発電の導入拡大に伴う系統影響の確認

○平滑化効果①

風力実証において ΔP_o 必要量としている前日予測と1時間前予測の差について、当初想定していた設備量の20%以内に収まる割合は、連系量の拡大により上昇しており、平滑化効果等により予測誤差が縮小している傾向が伺える。

2021年10月末時点で連系予定風力の約70%が連系した段階であり、今後連系量が拡大するにつれ平滑化効果が進み、予測誤差の分散はさらに小さくなるものと考えられる。



ΔP_o 必要量20%以内の滞在率推移

年度	2018	2019	2020	2021上期
滞在率	72.40%	89.16%	89.93%	91.69%

5. 実証試験の実施状況

(2) 風力発電の導入拡大に伴う系統影響の確認

○平滑化効果②

実証風力を加えた北海道エリア全体での風力発電変動について、30分内変動率※の分布を比較。

既連系 : 31.6~38.5万kW (2019年度)
38.5万kW (2020年4月~)

実証風力 : 5.66~10.66万kW (2019年度)
10.66~12.28万kW (2020年度)
12.28~13.19万kW (2021年度上期)

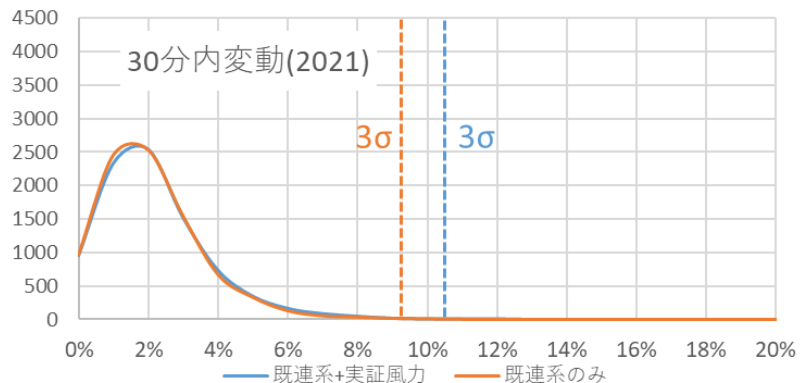
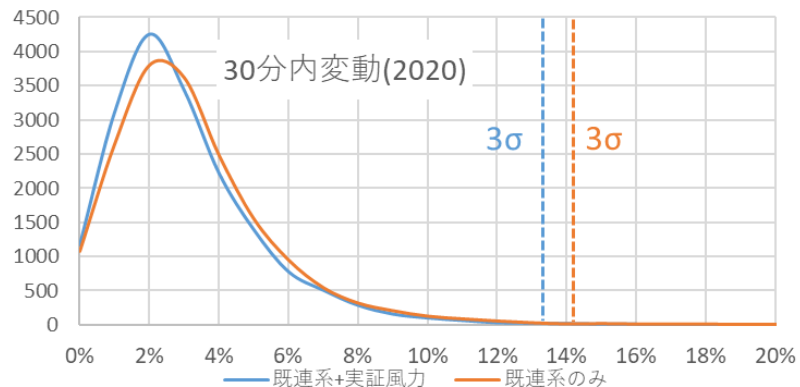
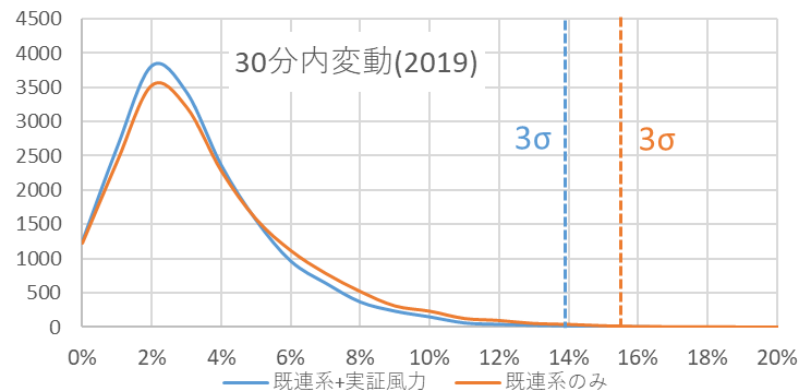
※ 30分ごとの $\frac{\text{最大出力}-\text{最小出力}}{\text{設備量}}$

風力設備量拡大により、設備容量比での変動率が減少している傾向が確認できる。

30分内変動の3σ(99.7%)値

	2019	2020	2021上期※
既連系+実証風力	13.9%	13.3%	10.4%
既連系のみ	15.5%	14.2%	9.3%

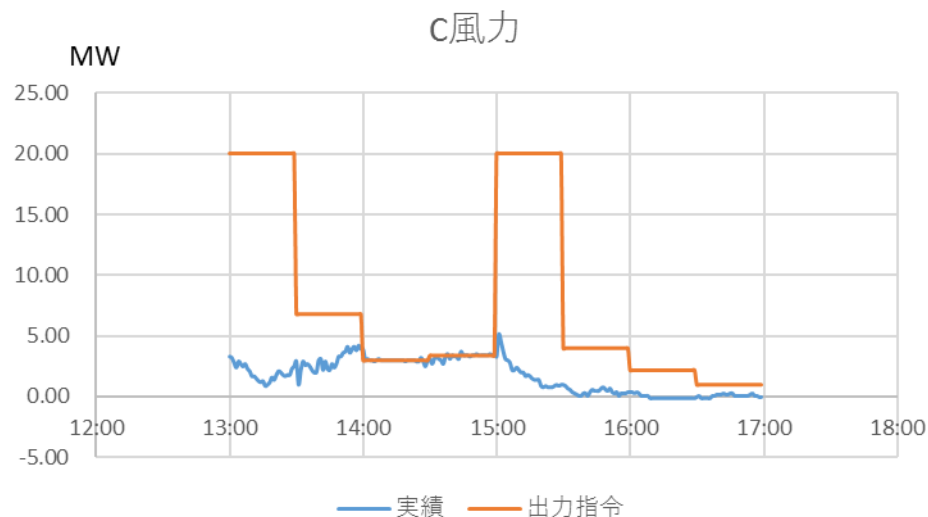
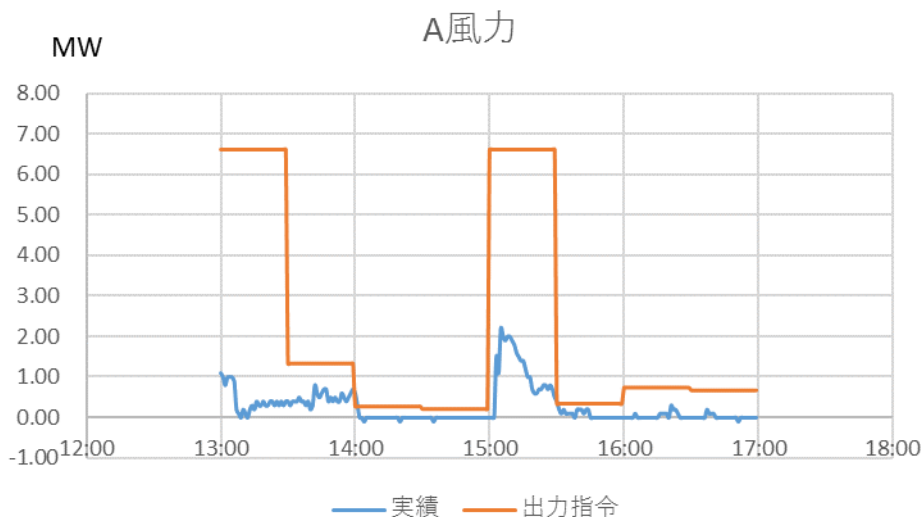
※2021上期はデータ数が少ないため参考値



5. 実証試験の実施状況

(3) 風力発電の出力制御技術の確認

○風力発電出力の制御実績から、上限制約に速やかに追従していることを確認している。



【実証試験での出力制御要件】

指令値受信後15分以降の風力発電所合計出力（30分平均電力量）が指令値を超過していないこと
（平成23年12月14日 風力発電の導入拡大に向けた実証試験に関わる風力発電募集要領より）

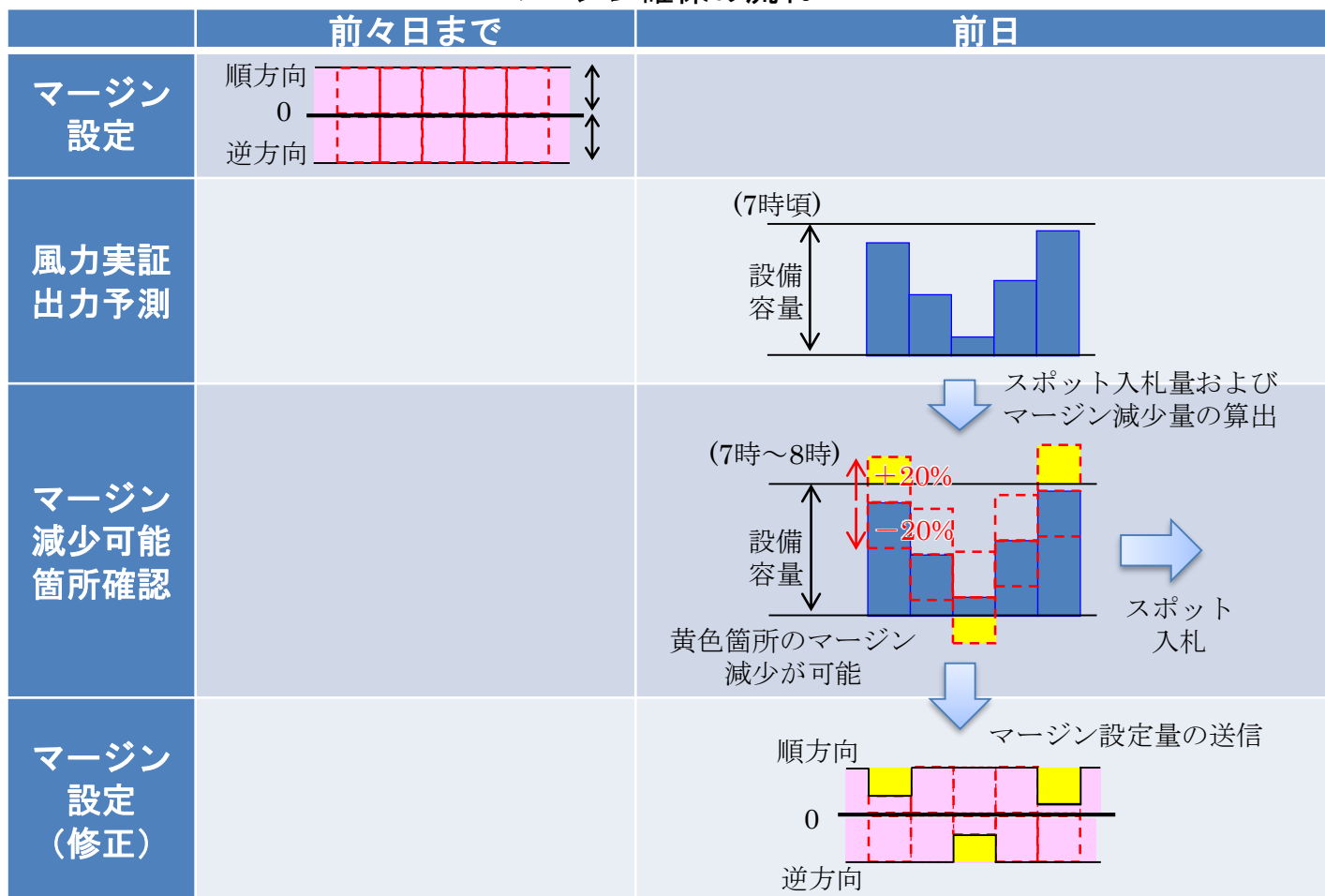
5. 実証試験の検証状況

(4) マージン設定量の減少

○風力発電出力予測やサイト停止に応じたマージン減少

スポット約定結果が0付近および上限付近の場合、予測誤差による出力が0以下および設備容量以上となる部分は、前日スポット市場前にマージン設定量を減少している。また、停電作業等による実証サイト停止時は事前にマージン算出式より除外している。

マージン確保の流れ



6. 今後の取り組み

- 実証試験開始当初は2020年度末までの連系完了を想定していたが、風力事業者の工事遅れ等により連系が全体的に後ろ倒しになるなど、実施途上の段階。
- また、実証試験において、予測誤差が大きい場合に地域間連系線を通じて必要調整力を調達できていないことを確認しており、北海道エリア調整力への影響を継続して分析する必要。
- さらに、需給調整市場の取引商品が拡大する中で、将来的には風力実証に必要な調整力を需給調整市場から調達していくことを志向しているが、現時点では以下の課題があり、引き続き検討が必要。

	課題
上げ調整力	<ul style="list-style-type: none">・原則として年間通して地域外からの調整力調達のための連系線容量（ΔkWマージン）確保が必要。・現状の広域運用は各エリアに最低限必要な調整力がある前提の運用であり、地域外調整力を確実に受給するための仕組みが必要。・ΔkWマージンや調整力市場調達量が不足する場合には風力発電の出力制御が必要となるため、出力制御の考え方の整理およびシステム整備が必要。
下げ調整力	<ul style="list-style-type: none">・供出エリアの下げ調整力を確保および活用する仕組みが必要。・原則として年間通して地域外からの調整力調達のための連系線容量（ΔkWマージン）の確保が必要。・現状の広域運用は各エリアに最低限必要な調整力がある前提の運用であり、地域外調整力を確実に受給するための仕組みが必要。・ΔkWマージンや下げ調整力確保量が不足する場合には風力発電の出力制御が必要となるため、出力制御の考え方の整理およびシステム整備が必要。

- このため、当面は引き続きマージンを活用して東京PGから調整力を受給しながら実証試験を継続し、実証試験を通じて、風力連系にあたっての調整力受給の考え方や、地域間連系線活用方策について検討・検証を行っていくこととしたい。