

風力発電の遠隔出力制御システム (オンライン最大出力抑制制御)



2015年1月28日

一般社団法人

日本風力発電協会

<http://jwpa.jp>



神奈川県 横浜市



秋田県 にかほ市

1. 風車制御機能を活用した連系可能量拡大策



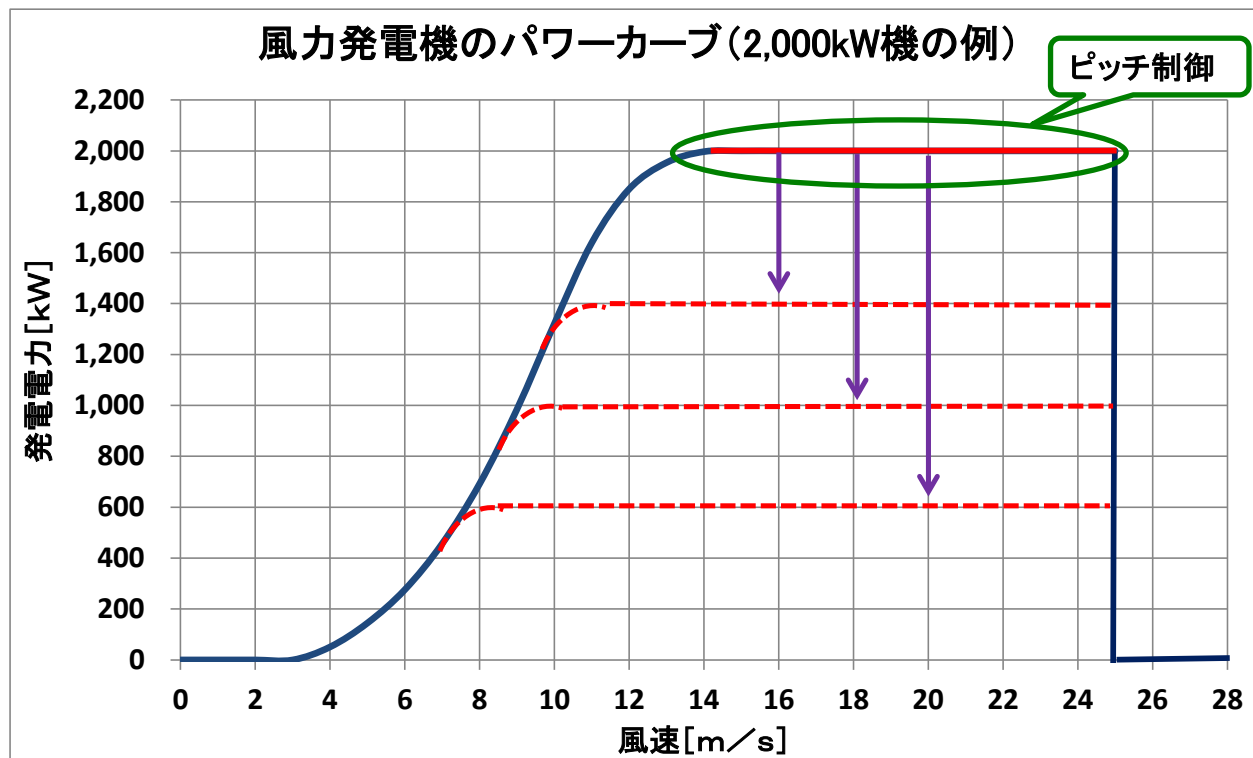
- 風力発電など自然変動電源を大量に導入した場合、電力系統運用への影響が生じる可能性がある。
- 風力発電側及び電力系統側で講じられる主な対策は以下の通り。

課 題	ウインドファーム側対策	電力系統側対策
短周期調整力不足	・出力上昇率制限運転 ・出力変動緩和蓄電池の活用（グループ制御）	・電力系統の広域運用 ・持ち替え運転（機種と台数） ⇒経済負荷配分運転が犠牲となる
長周期調整力不足 ランプ変動等対応	・最大出力抑制運転 ・出力上昇率制限運転	・電力系統の広域運用 ・気象予測システムの活用 ・電力貯蔵設備（揚水発電所）の活用 ・変電所設置蓄電池システムの活用 ・火力機の最低運転可能領域の低減 ・火力機の出力行調整速度と量の増加
下げ代不足	・最大出力抑制運転 ・周波数上昇時の出力抑制運転	
送電線熱容量不足	・最大出力抑制運転	・地域内送電線の新增設 ・地域間送電線の新增設

- ここでは、**最大出力抑制運転**に関して、システム構成などを概説する。

2. 風力発電機の実出力特性と最大出力抑制制御

- 風力発電機の実出力(kW)は、風速のほぼ3乗に比例する。
- 定格風速(例: 14m/s)以上の風速時は、ブレードのピッチ角を変え、ブレードが受けるエネルギー逃がし、定格出力を維持する。(ピッチ制御)
- 最大出力抑制制御は、ピッチ角制御開始風速(発電電力)を変えることにより、出力を定格値以下に維持する。

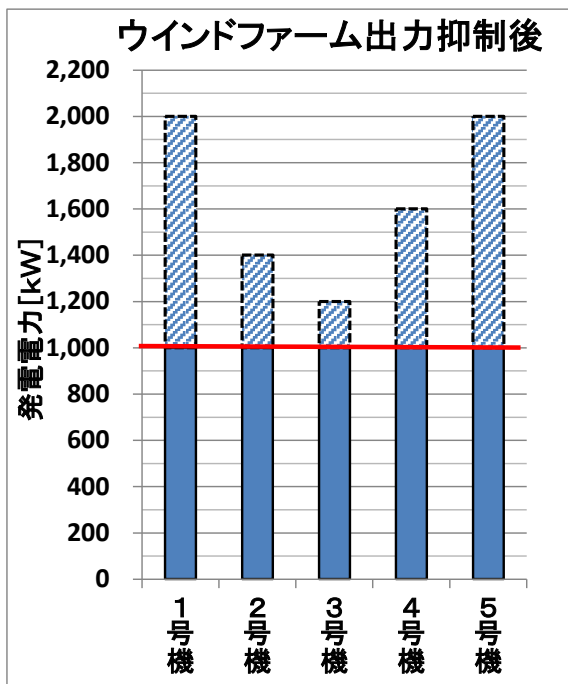


3. ウィンドファームの最大出力抑制制御

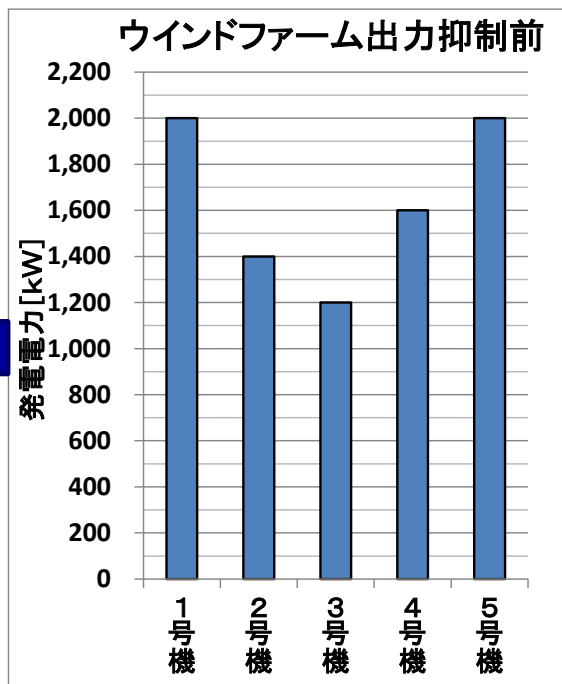


- ウィンドファームにおける各風力発電機の出力(kW)は、地形の影響や他風車の影響などにより、同一時刻に同一出力とはならない。
- ウィンドファームの出力は、時々刻々と変化する。
- ウィンドファームの最大出力抑制制御は、各風力発電機の出力を監視・制御し、抑制量を最小化する。(単純平均抑制値による制御ではない)

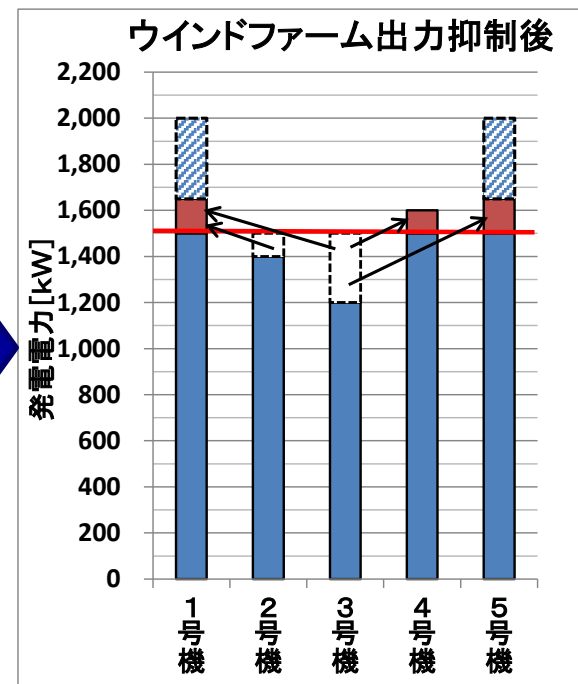
50%抑制の場合



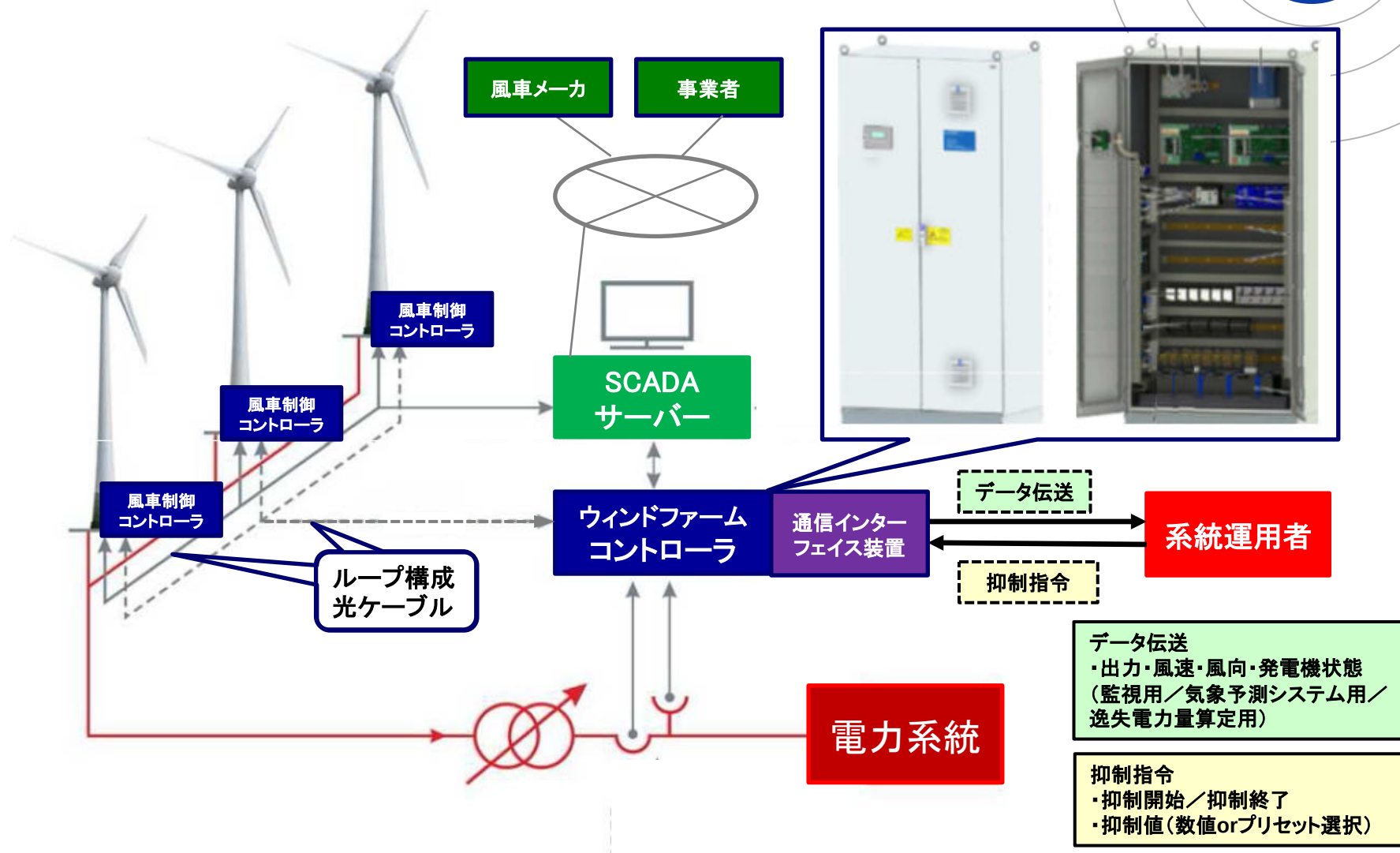
抑制前(2,000kW×5機)



75%抑制の場合(過抑制を防止)



4. オンライン出力抑制制御システムの構成



5. オンライン出力抑制制御システムのコスト等



■ 出力抑制制御システムのコスト(JWPA会員メーカーへのヒアリング結果)

発電所規模	項 目	導入コスト	備考
20,000kW (2,000kW × 10基)	ウィンドファームコントローラ	約1,000万円	
	通信インターフェイス装置(注)	0～約600万円	回線、方式、フォーマット、項目など、詳細仕様により、変わる
	風車制御コントローラ(10基分)	約2,000万円	オプション機能追加
	各コントローラ設置・調整・試験	*風車及びSCADA設置コストに含む	
	出力抑制制御システムの維持管理	*風車及びSCADA等の運転維持コストに含む	
合 計		約3,000～3,600万円	

※2,000kW × 10基の場合: 建設コスト60億円(30万円/kW × 20,000kW)に対して、0.5～0.6%相当の追加となる
※2,000kW × 1基の場合: 導入コスト約1,200～1,800万円、建設コストに対して、2.0～3.0%相当の追加となる

■ 出力抑制制御システムの納期

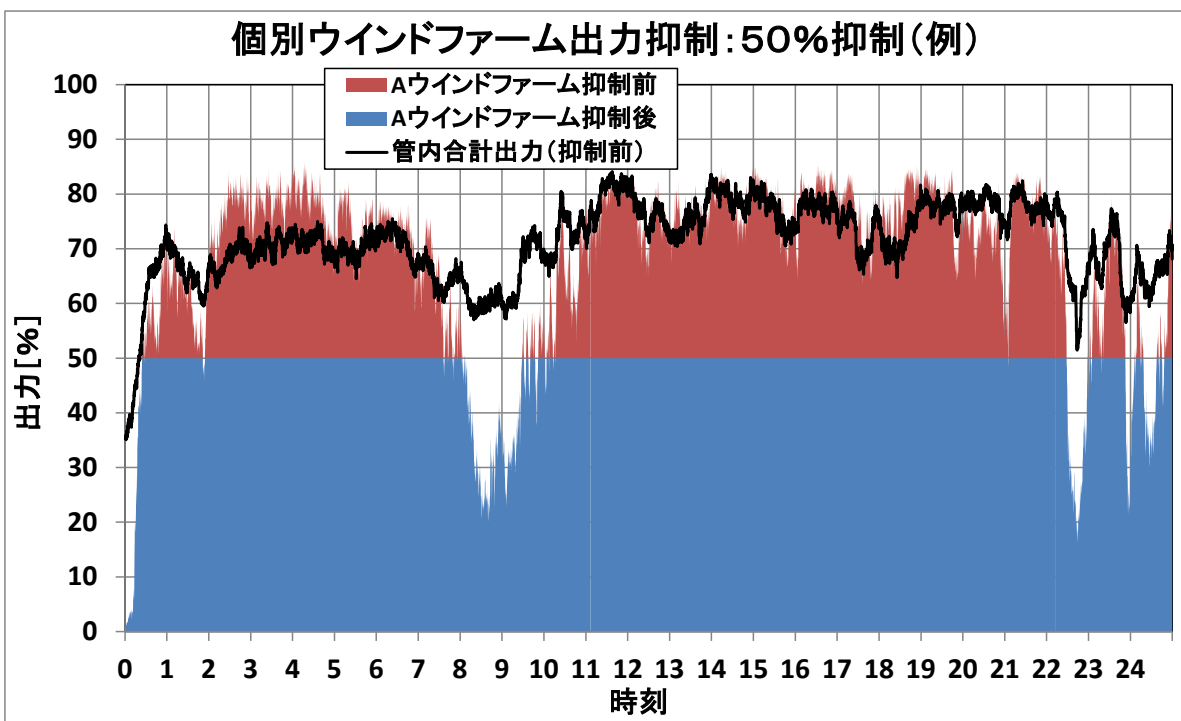
- 欧州に納入実績のあるメーカーは、即時対応可能(注)
- 新規開発が必要なメーカーは、**2年程度**の開発期間が必要。

(注) 通信方式の詳細仕様が未定であり、新規に開発が必要となる可能性もある。

6. ウィンドファームの最大出力抑制(シミュレーション例)



- 東北電力管内12ウィンドファーム合計出力が、50%超であった、2005年12月2日に、各ウィンドファームの最大出力を、50%に抑制した場合のシミュレーション例
 - 12ウィンドファーム合計発電電力量(抑制前) = 74.2%kWh(12月2日)
 - Aウィンドファーム発電電力量(抑制前) = 70.4%kWh(12月2日)
 - Aウィンドファーム発電電力量(抑制後) = 49.7%kWh(12月2日)



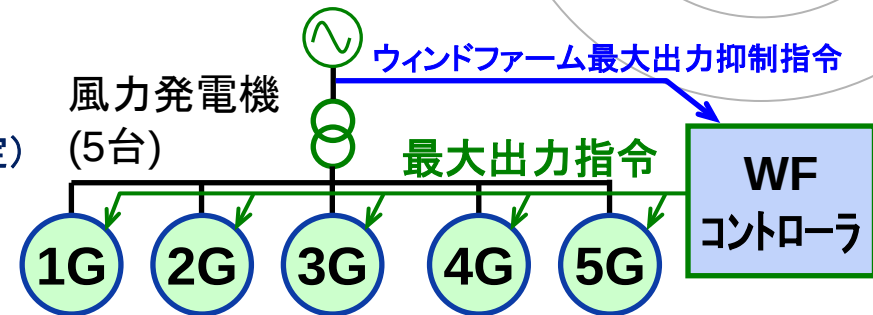
Aウィンドファームの
逸失電力量
= 20.7%kWh

但し、上記は、シミュレーションを行った1日間の値であり、年間の値ではない。

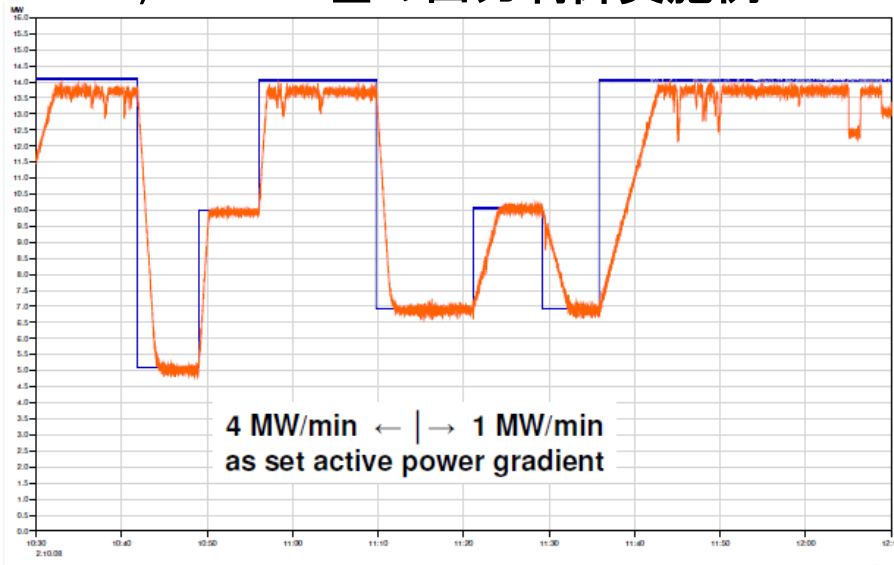
7. 最大出力抑制制御と出力上昇率制限制御

■ ウィンドファーム全体の最大出力および出力上昇率を高速制御

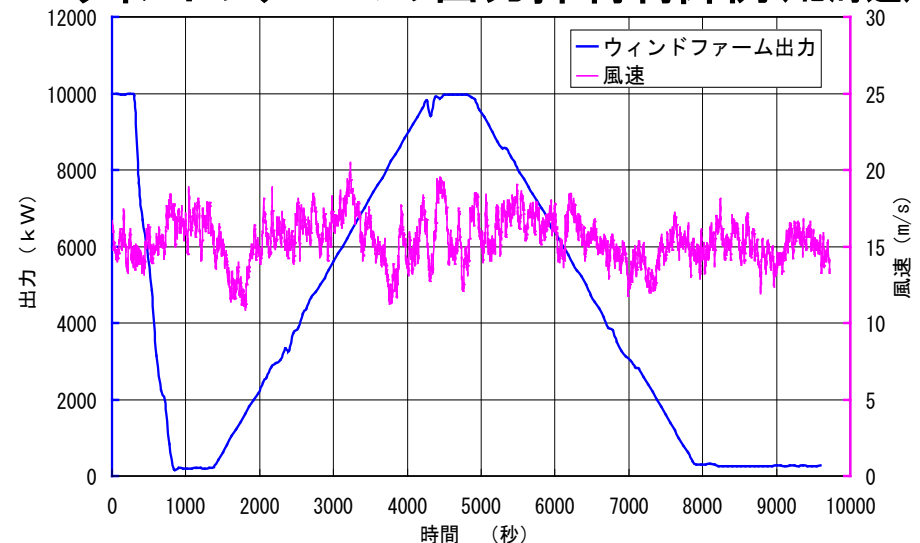
- 最大出力抑制制御 (最大出力を設定)
⇒ 下げ代不足対応
- 出力上昇率制限制御 (制御幅と率を設定)
⇒ 調整力不足対応



2,300kW-6基の出力制御実施例



ウィンドファームの出力抑制制御例(北海道)



※出力は技術要件と同じ1分間平均値

ドイツ: 連系容量の10%/分、アイルランド: 1~30MW/分