

個別技術要件検討 「出力（有効電力）の増加速度の上限」

2023年6月7日

電力広域的運営推進機関

1. 個別技術要件の検討

- ① 論点整理
- ② 発電側の対策（低圧、高圧、特別高圧）
- ③ 発電側関連団体の意見
- ④ 系統側の対策
- ⑤ 比較・検討結果
- ⑥ 遡及適用検討結果

2. 他の規程への影響

3. 関連規程・市場要件への影響

4. 詳細検討資料

- ① 定量評価、解析結果等
- ② 系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）
- ③ その他
- ④ 確認事項

①論点整理

■ 現在の対応状況

- 特別高圧の風力発電設備は、第23回（2019年10月8日）系統WGにおいて日本風力発電協会と送配電網運用委員会から、風力の出力変動実績の分析結果や発電事業者による対策の実現性・負担影響・効果を踏まえ、早期適用可能な要件として、発電に必要な自然エネルギーが得られる状況において、連系点での5分間の最大変動幅が発電所設備容量の10%以下となるよう対策の規定が共同提案され、2020年4月に系統連系技術要件に要件化されており、扱いについては関係箇所協議している。
- 一方、太陽光発電設備については、第23回（2019年10月8日）系統WGにおいて今後の対応と課題の1つとして整理されており、検討を進めてきた。

■ 将来的に想定される課題と提言

- 自然変動電源に出力増加速度に制約を設けておかなければ、系統側で大きな調整力の事前確保が必要になり、出力変動に伴う電力品質への影響等により、自然変動電源普及の制約となる。

■ 要件化の必要性およびメリット

- 再生可能エネルギーの拡大に伴い、自然変動電源が系統に多く接続された状況は、同期発電機が系統並列していた場合と比べ、調整力が必要最低限だけとなる可能性が高い。そのため、今後新規大量接続が見込まれる自然変動電源には、周波数を維持するため、自律的に最大変動幅を抑制する機能が必要になると考えられる。
- 今回は、太陽光において検討した結果、現時点で大きな出力変動が確認されておらず、2030年頃断面の導入量においてもエリア全体での平滑化が一定程度期待できるため、当該機能の必要性が低いと想定できることから、フェーズ2の要件化を見送り、今後、太陽光の導入状況や大容量化による出力変動、調整力のスペック等の実績を積み上げるなど継続的に分析し、フェーズ3のタイミングで必要性の再確認を行う。

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

②発電側の対策

- 発電事業者が取り得る対策として、以下の（１）を検討した。

（１）出力（有効電力）の増加速度の上限

（対象電源種：**太陽光** 対象容量：全容量）

（特別高圧）

- ・太陽光発電設備は出力の増加速度の上限について、一部のエリアを除き要件化を求めておらず、**大きな出力変動は現時点で確認されていない。**
- ・**現時点での2030年頃導入量想定**では、当該機能の必要性が低いため、**フェーズ2の要件化を見送る**が、今後の導入状況等を注視しながら、要件化時期を判断する。
- ・また、蓄電設備は単独連系での導入実績が少なく、事前評価ができない点と将来の導入量が未知のため、現時点で**必要性を示すことが困難な状況**。また、自然変動電源と異なり調整電源として市場に参入することも考えられるため、**フェーズ2での要件化を見送り、フェーズ4以降（継続検討）**とする。

（高圧、低圧）…… フェーズ4以降（継続検討）

- ・高低圧については、今後の電源構成の動向を踏まえフェーズ4以降（継続検討）とする。

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

5

③発電側関連団体の意見

団体		意見（上段：総括、下段（総括より下）：分類別意見）
JPEA	総括	・特になし。
	対象	
	技術	
	費用	
	その他	
JEMA（個社）	総括	・特になし。
	対象	－
	技術	－
	費用	－
	その他	－

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

③発電側関連団体の意見

団体		意見（上段：総括、下段（総括より下）：分類別意見）
JWPA	総括	・関係箇所での協議のとおり、風力要件（出力の増加速度の上限）の扱いについては、見直しも含めて整理をお願いしたい。
	対象	－
	技術	－
	費用	－
	その他	・関係箇所での協議のとおり本件（PV要件化の延期）の結果を踏まえ、風力要件（出力の増加速度の上限）の扱いについては、見直しも含めて整理をお願いしたい。 風力要件については、グリッドコード検討会の開始前の2019年に系統WGで送配電網運用委員会/JWPAが提案したものであり、将来の導入促進を見据えて規定したもので、将来にわたって不変という事ではなく、継続的に分析し、必要に応じて見直していくとしていたもの。（系統WG 2019/10/8 系統連系技術要件の整備について（風力発電設備のグリッドコードとしての出力変動緩和対策等の要件化）Page9参照） 今回の提案資料の海外調査結果においても、この要件については、電源種毎に分けて適用しているものではなく、技術中立性・公平性の観点から課題があるものと考えている。
自家発電	総括	・太陽光の平準化（ならし）効果の実データから、広域の出力（有効電力）変化を考える場合、風力で要件化された10%/5分（発電所設備容量基準）のレベルに届くことはないと考えられます。よって、要件化の見送りについて同意します。
	対象	－
	技術	－
	費用	－
	その他	－

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

7

④ 系統側の対策

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、系統側の対策なし。

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

⑤比較・検討結果

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、比較・検討結果なし。

1. 個別技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」の検討

⑥遡及適用検討結果

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、遡及適用検討なし。

2. 他の規程への影響

技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」

10

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、他の規程への影響なし。

3. 関連規程・市場要件への影響

技術要件「出力（有効電力）の増加速度の上限」

11

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、関連規程・市場要件への影響なし。

① 定量評価、解析等

➤ 検討概要

- 2021年度の発電出力実績、および2030年頃断面などを見据えた条件で平滑化の効果を確認した。
- なお、本州系統に立地する既存特別高圧連系の太陽光発電所にて確認した。

[太陽光の出力変動実績の分析に用いたデータ概要]

- 期間：2021.4～2022.3〔1年分〕、8～16時
異常値による出力急変により極端に大きな出力変化率となったデータを除いたもの。作業停止等のデータを含む。
- 発電所箇所数：23箇所
地理的分布は図のとおり。地域別に集約しているため、具体的な地理情報(住所)ではない点に留意。

半径	50km	100km程度
地点数	9	23

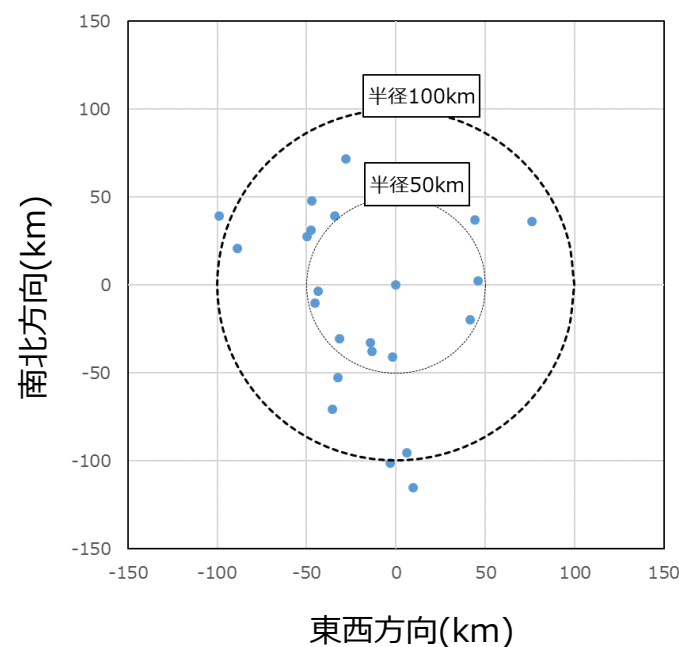
- データ粒度：1分
- 2030年ころ導入量想定：REPOS※から取得した市町村毎のポテンシャル想定量を参考に算出。

※REPOS：環境省が市町村毎の各種再生可能エネルギーのポテンシャル情報を提供するサイト

➤ 結果

- 代表エリアの円領域（半径50、100km程度）に含まれる発電出力実績を基に検討した結果、円領域の拡大により平滑化効果が表れていることを確認。
- 文献等から代表エリア以外でも同様の効果が想定されるとともに、同期エリアで見た場合、更なる平滑化効果により設備容量の合計に対して概ね10 [%/5分]以下に近づくことが期待される。
(%は、設備容量の合計に対する比率)

[円領域内の計測地点数]



4. 詳細検討資料

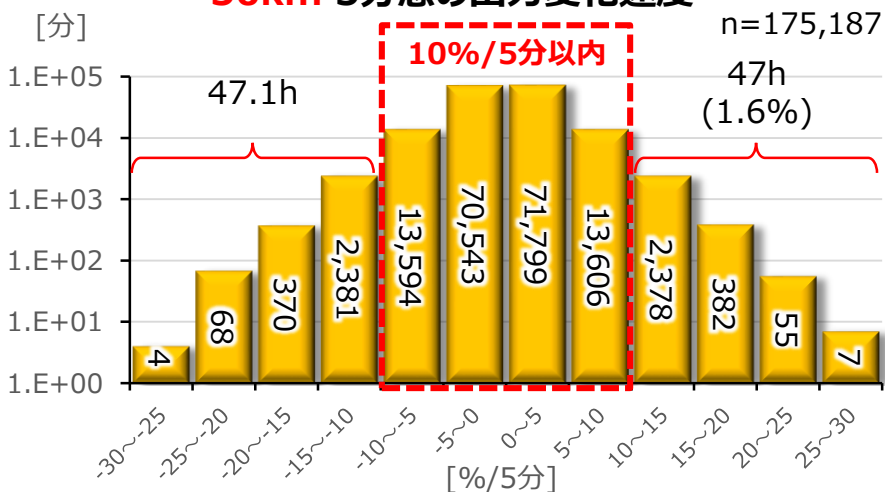
① 定量評価、解析等

13

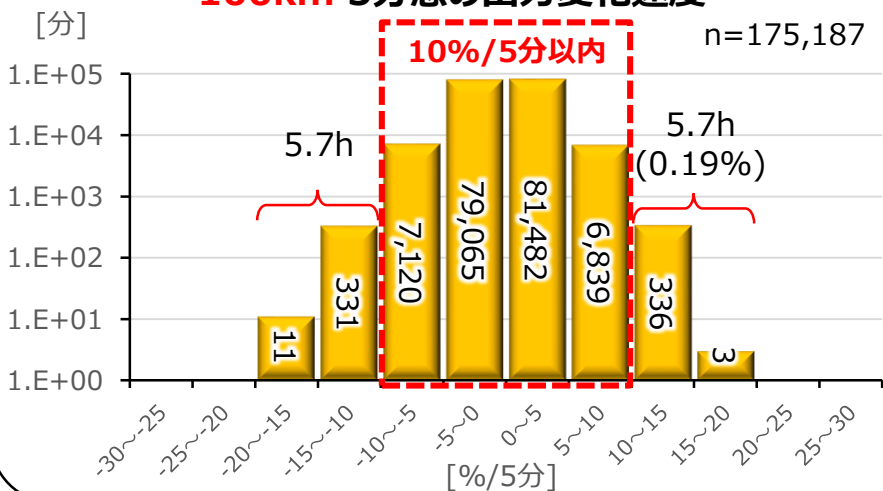
[検討内容] 半径50kmと100km程度の特高連系太陽光発電実績を比較し、平滑化効果を確認

《2021年度実績》

50km 5分窓の出力変化速度

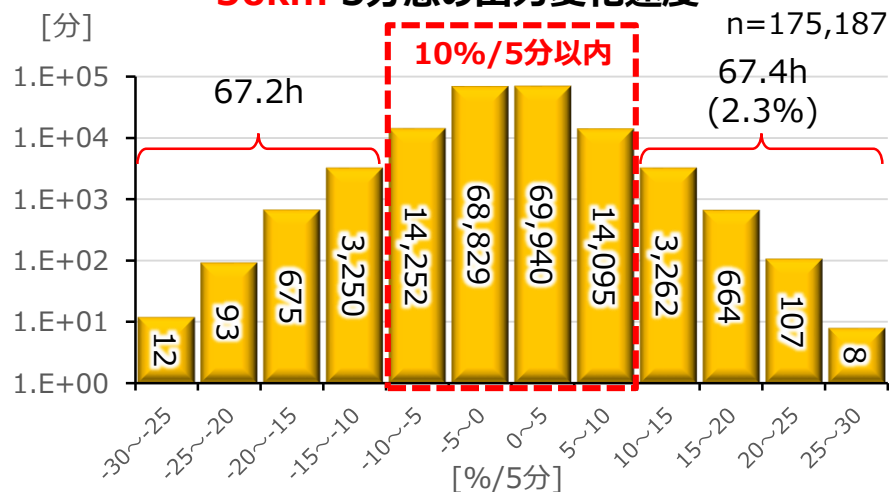


100km 5分窓の出力変化速度

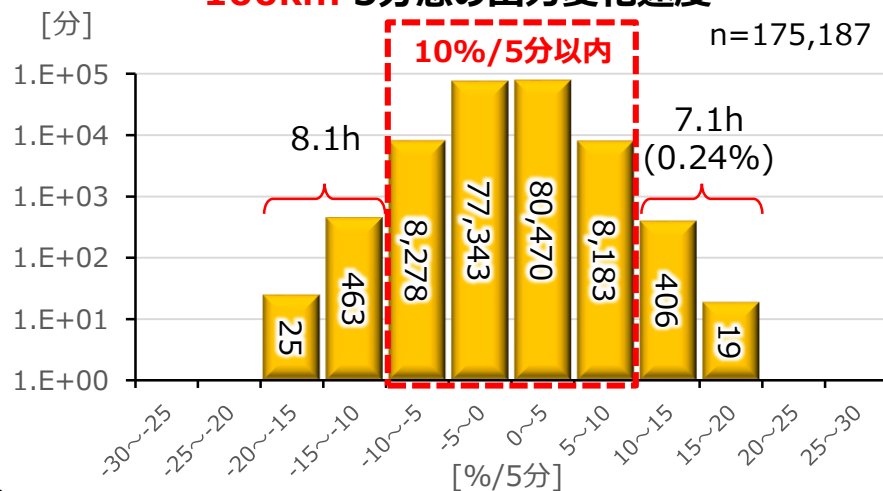


《2030年ころ導入量想定》

50km 5分窓の出力変化速度



100km 5分窓の出力変化速度



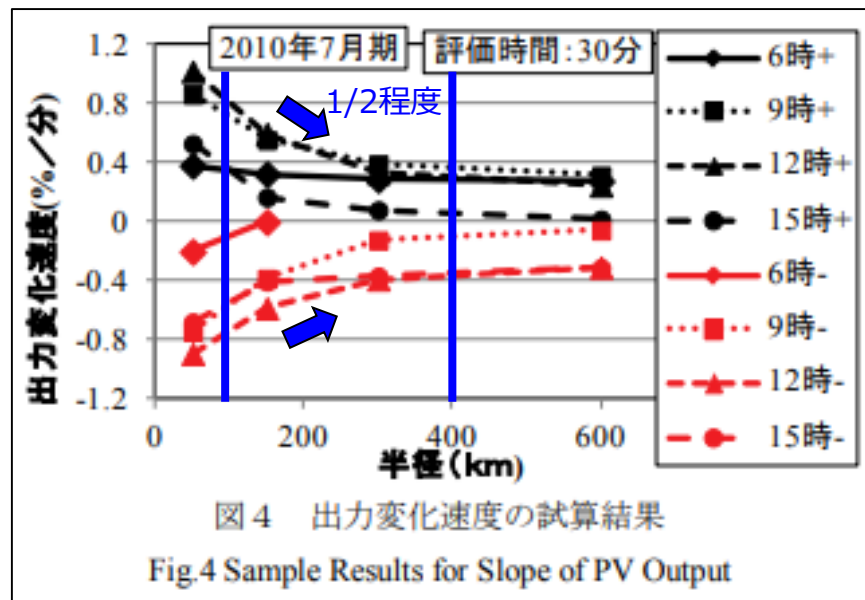
4. 詳細検討資料

① 定量評価、解析等

14

《太陽光の平滑化（ならし）効果に関する参考文献》

【一般送配電事業者10社参画の補助事業で取得した全国データを使用】



（出典）H25電気学会全国大会「PV出力の長周期変動の分析方法の一提案」

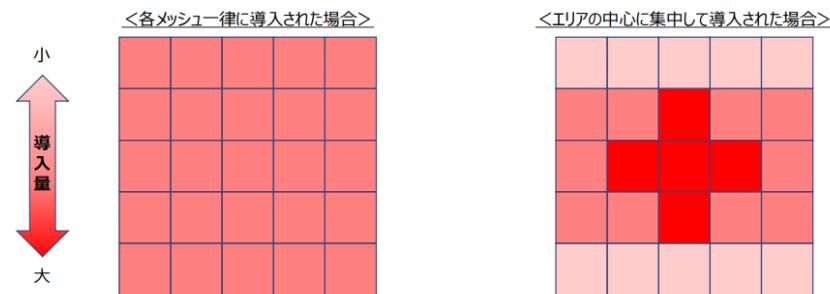
半径が大きくなるにつれ変化速度の変動は小さくなり
300km以上では、ほぼ変わらない【平滑化】

⇒ 同期エリア（半径400km程度）で見た場合、
出力変化速度は、半径100kmに比べ1/2程度に
低下

（参考）平滑化（ならし）効果について

17

- 「分散の加法性」という統計学の定理を使用すると、あるエリアをメッシュ（正方形）状で考えた場合、メッシュ間の変動は無相関であると仮定され、各メッシュに一律に再エネが導入された場合の変動は $\sqrt{N}$ 倍となる。（設備量が2倍になると変動は $\sqrt{2}$ 倍。）
- 各メッシュ一律ではなく、エリアの中心に再エネが集中して導入された場合の変動は線形（ N 倍）となる。（設備量が2倍になると変動も2倍。）



文献1) H26 年電気学会 B 部門大会、「1/√N 則に基づく PV 短周期出力変動の大きさの統計的合計に関する検討 (1) - PV の地域分布による影響分の織り込み方法 -」
文献2) H26 年電気学会 B 部門大会、「1/√N 則に基づく PV 短周期出力変動の大きさの統計的合計に関する検討 (2) - エリア内の天気の不揃いによる影響分の織り込み方法 -」
文献3) H27 年電気学会 B 部門大会、「1/√N 則に基づく PV 短周期出力変動の大きさの統計的合計に関する検討 (3) - メッシュ間で PV 出力変動の相関を考慮した場合の影響評価 -」

（出典）第72回調整力および需給バランス評価等に関する委員会 資料3

各メッシュ一律に導入量が増加した場合、設備量が
 N 倍になると変動は $\sqrt{N}$ 倍となるが、一律でない場合
の変動は N 倍となる。

⇒ 今後の太陽光導入状況により、フェーズ3のタイミ
ングで必要性を再確認する。

②系統連系技術要件の改定案（新旧対照表）

- 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、系統連系技術要件の改定なし。

■ RfGから各国への展開状況：Type C/D

RfG	Rates of change of active power output 15.6.e
英国	$\leq 300\text{MW}$: no limit $> 300\text{MW}, < 1000\text{MW}$: $\leq 50\text{MW}/\text{min.}$ $\geq 1000\text{MW}$: $\leq 40\text{MW}/\text{min.}$
アイルランド	Can be site specific but not less than 1.5 % of maximum capacity.
ドイツ	SPGM: $\geq 4\%P_{\text{max}}/\text{min.}$ PPM: $\geq 20\%P_{\text{max}}/\text{min.}$ SPGM+PPM: $\leq 40\%P_{\text{max}}/\text{min.}$
スペイン	—
イタリア	$\geq 1\% P_n/\text{min.}$ $\leq 20\% P_n/\text{min.}$
デンマーク	$\geq 1\% P_n/\text{min.}$ $\leq 20\% P_n/\text{min.}$ （但し最大60 MW/min.）

■ オーストラリアの調査結果

調査概要

- 3MW/分又は AEMOに提供したデータに記載した最大出力の 3%/分のいずれか低い方。MW/分の整数部がゼロに近い場合は、1MW/分とする。
（出典） [NER 3.8.3A](#)
- 配電系統に接続するインバーター機器の規格では、16.67%/分
（出典） オーストラリア規格（AS/NZS 4777.2：2015）

■ 本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送るため、確認事項なし。

事務局案	主な発電側対応意見	確認事項
・本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送り、 <u>フェーズ3のタイミングで必要性の再確認をする。</u>	・特になし。	・本要件は、今回規定する必要性が低く、フェーズ2での要件化を見送り、 <u>フェーズ3のタイミングで必要性の再確認をする。</u>