

太陽光発電に関する分野横断的研究開発 —主に電力システムの視点から—

浅野 浩志

電力中央研究所 研究参事
東京大学大学院 客員教授
東京工業大学特任教授

2017年7月24日

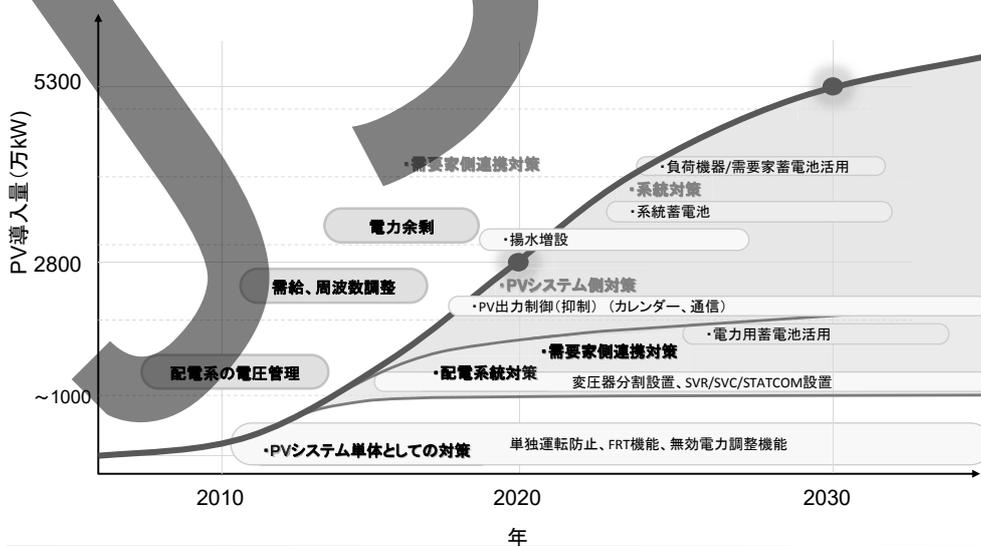
太陽エネルギー学会第19回セミナー「これからの太陽光発電」

- 系統連系の課題
- ダックカーブ
- 調整力
- Hosting capacity
- 蓄電池と代替する需要側資源

© CRIEPI

1

PV大量導入に伴う系統課題と対策案



© CRIEPI

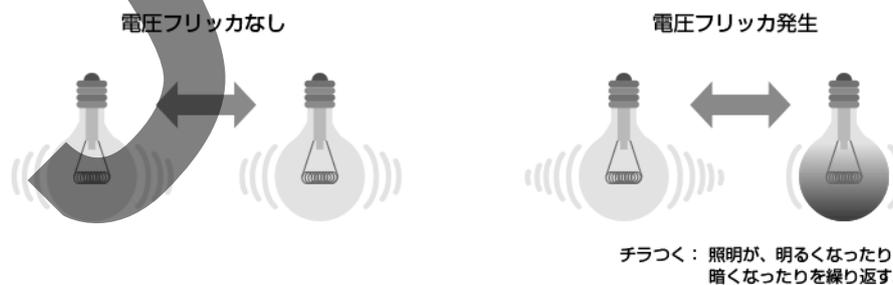
2

PV固有の発電特性に起因する課題と対策案

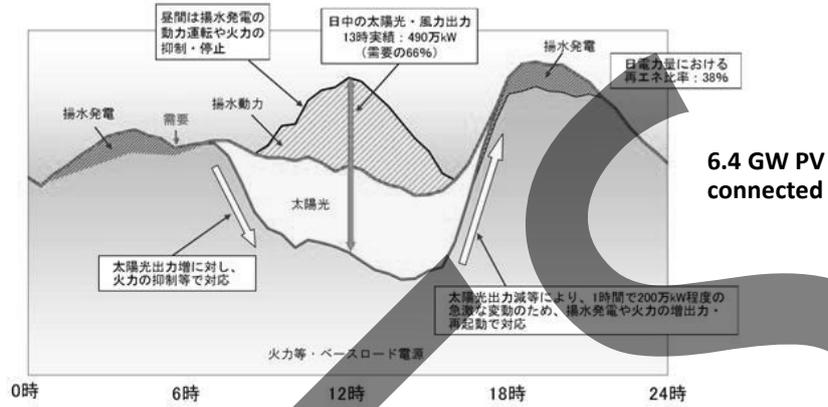
- 気象依存型の電源：出力が気象条件にリアルタイムに依存するため、出力が変動し、予測が難しいこと。
 - 必要な調整力を増やす
 - 予測精度の向上により必要な調整力を抑制すること
- 分散設置された需要家電源：従来は基本的に電源がなかった配電系統に、単体としては小規模ながら広く分散して大量に導入される電源であること。
 - 出力の把握が困難
 - AMI等ITを活用
 - 出力抑制機能などローカルな制御
- インバータ型の電源：特に慣性を有しないことから、系統事故時等、緊急時の応動が従来の系統電源とは異なること。
 - 系統監視制御機能の高度化
 - スマート機器による周波数維持機能
 - 模擬的な慣性力

PVの影響：フリッカ（照明のチラつき）

九州電力供給エリアにおいて、晴天でかつ電力需要が少ない時期の昼間帯に、電圧が繰り返し変化し、照明がチラつく現象（電圧フリッカ）が発生している。このため、10kW以上の低圧太陽光発電事業者へ保護装置の設定変更を依頼するなどの電圧フリッカ防止対策を進めている。
単独運転検出方式の問題



九州電力のダックカーブ（2016年5月4日）
 火力の起動停止が増加、火力の持ち替え、燃料費増、CO2増、
 ランプ対応



Source: 九州電力2016年7月21日プレスリリース

九電豊前蓄電池変電所：NAS, 50.4MW, 30万kWh
 メガソーラ設置蓄電池と協調することにより、社会全体の蓄電池容量を抑制



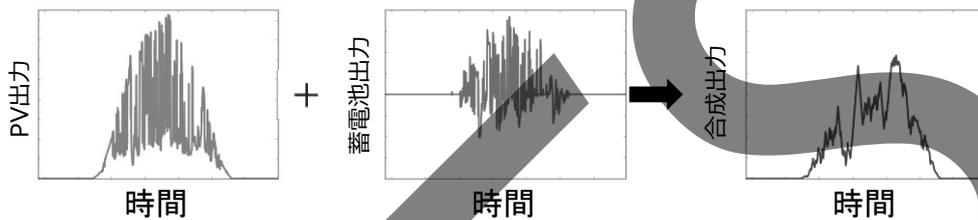
蓄電池容量の計算方法

次の要請を満たす蓄電池容量を算出する

➤ 要請

合成出力の変化速度が「定格出力の± 1%以下/min」

出典：北海道電力 太陽光発電設備の出力変動緩和対策に関する技術要件

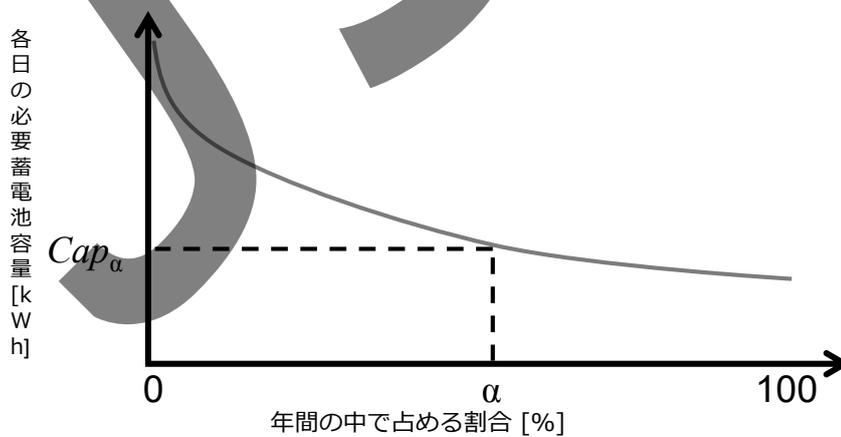


© CRIEPI

7

Cap_αの定義：年間のα%の出力変動を緩和できる蓄電池容量をCap_αとする

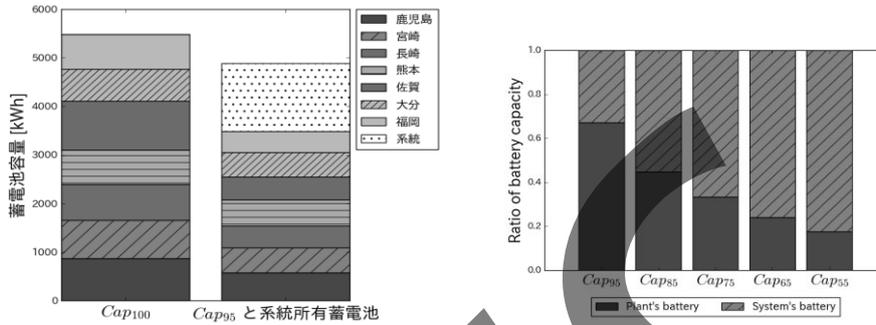
必要蓄電池容量のduration curve



© CRIEPI

8

系統設置蓄電池との協調

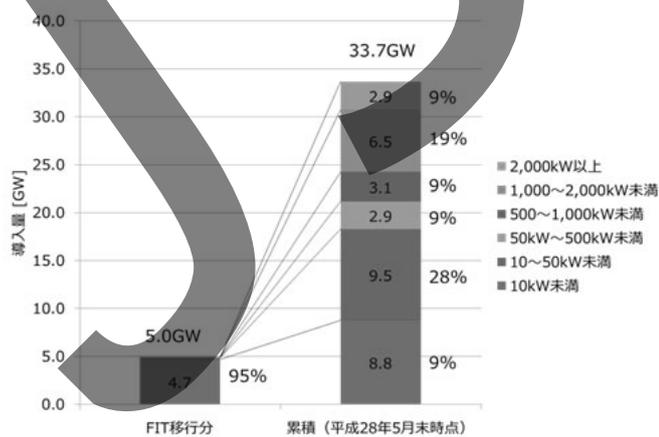


系統の所有する蓄電池との協調により、エリア全体の変動緩和を少ない容量で実現

発電所と系統の所有する蓄電池の割合

出所: 小俣、他、電気学会全国大会、2017年3月

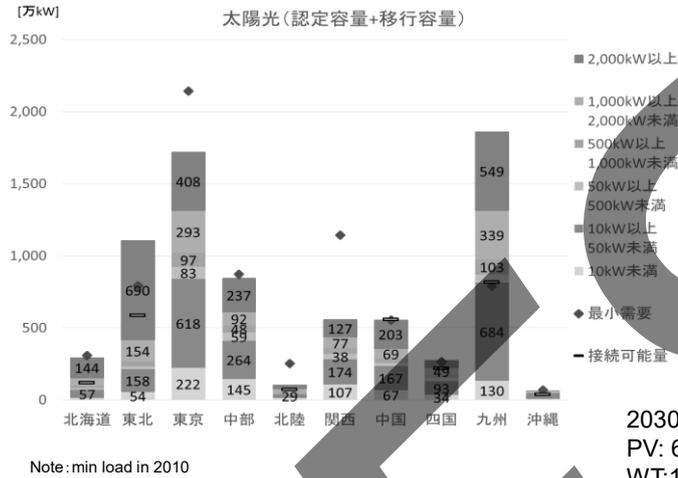
PV規模別導入量(MW)(2016年5月末)



- 10~50kWの低圧の発電設備が多い
- 低圧設備のメンテは殆ど実施されていない。
- FIT終了後も運転継続するか不透明
- 2019年、住宅用PVの買取終了、120万kWが自家消費へ？

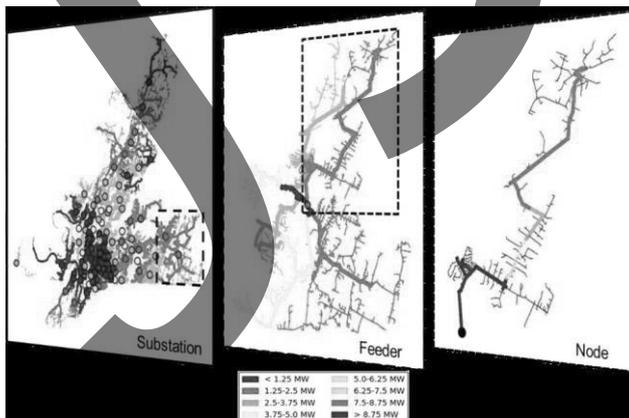
出典: 資源エネルギー庁集計

FIT認定設備容量(2014年10月)
 低圧(10-50kW)と超高压連系(2MW)以上が多い



2030年エネルギー需給見通し
 PV: 64GW
 WT: 11GW

Hosting Capacity of PV



- 電圧、熱容量、保護を制約条件とし、ノード別接続可能容量を可視化
- 追加対策費用を抑えながら、地域の連系容量を最大限利用する

Source: Alison O'Connel, CIGRE Dublin, May 2017

ニューヨーク市ブルックリン地区のマイクログリッド

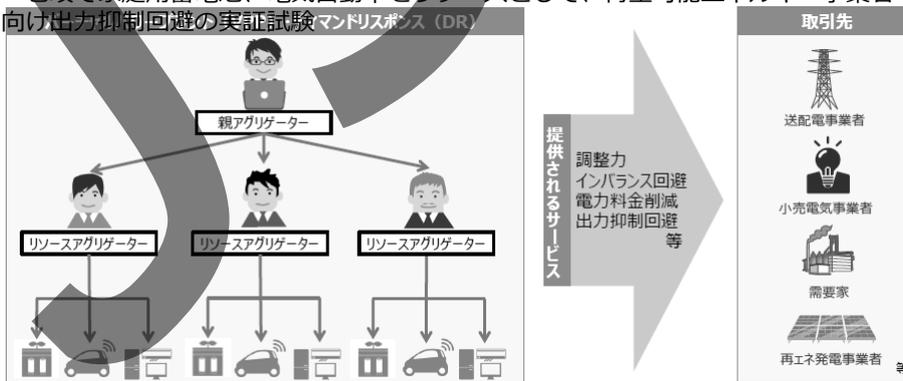
- ◆ 住宅用PVの発電電力を取引するマイクログリッドがブロックチェーンネットワークとして、コミュニティ内のP2P取引を管理する。
- ◆ Post FIT時代の電力取引の可能性



Source: <https://www.slideshare.net/JohnLilic/transactive-grid>

VPP（仮想発電所）：需要側資源を統合制御し、あたかも発電所のように機能させる
アグリゲーター：DER（分散型エネルギー資源）を集約し、需要家の電力コスト削減、系統運用の調整力、再生可能エネルギー電源の出力抑制回避などの価値を提供する。

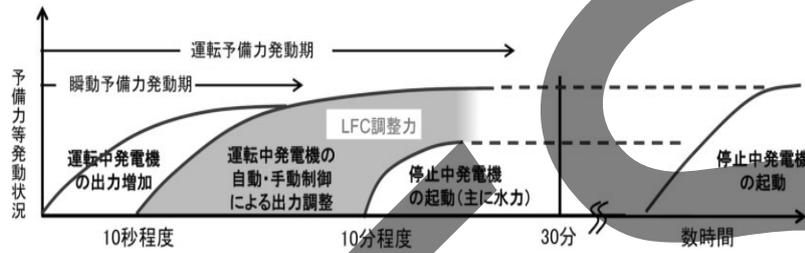
香岐で家庭用蓄電池、電気自動車をリソースとして、再生可能エネルギー事業者向け出力抑制回避の実証試験 **マンドリスポンス (DR)**



※親アグリゲーター：送配電事業者や電力市場等に対して電力取引を行う事業者 ※リソースアグリゲーター：需要家とVPPサービス契約を直接締結し、リソース制御を行う事業者

運転予備力・・・LFC調整幅を除く火力機, 揚水機の変動可能幅
 LFC調整力・・・常時, 需要電力の3%を確保(燃料種ごとに任意の値を設定)

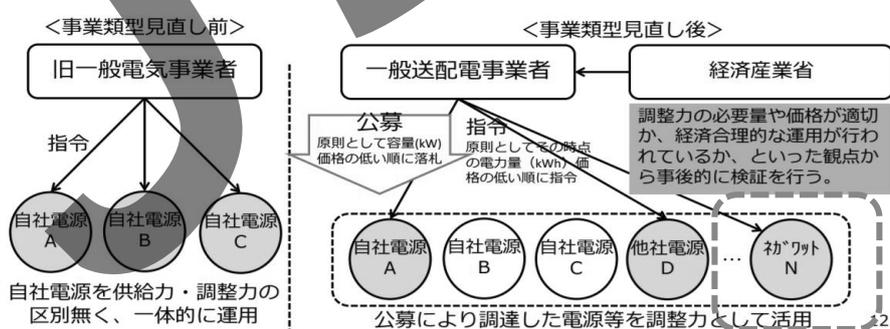
【運転予備力、LFC調整力の応動イメージ】



出所：中部電力, “短期断面における調整力確保の考え方と需給バランス・周波数調整の状況”, 第2回

調整力の市場化

◆ 事業類型見直し後、一般送配電事業者が確保すべき調整力は、2017年度分以降、原則公募で調達。



29年度調整力電源のDR落札

- ◆ 稀頻度リスク対応電源I' (H1需要*103%) 132.7万kW募集、5社計
 - 3時間以内応動。継続2-4時間
- ◆ 41件、132万kW落札
- ◆ 内、デマンドレスポンス資源が36件、95.8万kW落札。
 - 東京：49.7万kW (4501円/kW)
 - 中部：19.2万kW (1196円/kW)
 - 関西：17.0万kW (3034円/kW)
 - 九州：9.9万kW (8176円/kW) () は平均単価
 - 総額35.9億円
- ◆ リアルタイム市場の詳細設計につなげる

出所：第69回電力・ガス取引監視等委員会、2017.2

17

© CRIEPI

今後の展望

- ◆ PV発電量の有効利用に向けて
 - 反応時間、負荷追従性、継続時間、確実性、効率、経済性の異なる資源のポートフォリオを組成
 - 予測された需給バランスにおける柔軟性：エネルギー市場、容量市場
 - リアルタイム需給バランスの確保：需給調整市場（周波数制御）
- ◆ 送配電事業者は、まず、電源I'（稀頻度リスク対応）の運用実績を踏まえて、電源Ia,Ibの調達を検討
- ◆ 変動電源割合が増えると、出力予測大外れにより、予備力を年間数十時間発動する可能性あり。
- ◆ その際、DR資源は使える可能性あり。
- ◆ DERからの柔軟性供給の方法：制御、通信、管理
- ◆ PV大量連系時の配電運用へのDER活用の可能性：hosting capacity増大

18

© CRIEPI

文献

- 浅野浩志、電力システム運用における需要側資源の活用、電気学会誌、135巻、11号、2015年11月
- 日本におけるデマンドレスポンス研究の最前線、電力経済研究、No.62,2015年11月
- 米国におけるアンシラリーサービス供給のための需要側資源の活用動向、電力中央研究所報告Y14011、2015年4月
- 浅野浩志、電力システムの柔軟性（調整力）と需要側資源、エネルギーと動力、2016年春季号、No.286,2016
- 小俣真吾、浅野浩志、坂東茂、大規模太陽光発電所と電力システムに設置された蓄電池の協調、平成29年電気学会全国大会講演論文集、2017年3月
- 泉田悠貴、浅野浩志、坂東茂、自然変動電源の出力予測誤差を考慮した供給予備力の必要量の分析、第36回エネルギー・資源学会研究発表会、2017年6月