

電力システム運用における太陽光発電出力の予測技術の価値検証

宇田川佑介^{1,2}・荻本和彦¹・Joao Gari da Silva Fonseca Junior¹・大関崇³・海崎光宏³・西辻裕紀²・請川克之²・福留潔⁴

¹東京大学 生産技術研究所、²株式会社構造計画研究所

³産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター システムチーム、⁴株式会社J-POWERビジネスサービス

研究の目的

電力システム運用を模擬するモデルにPV予測データを適用し、PV出力予測技術が電力システム運用(電力需給運用)へ与える影響を経済性、信頼性の観点から考察した。

【必要性】

- 一般に予測技術はME, RMSEなどを用いて評価されるが、予測技術の適用先である電力システムへ与える影響は見えない。

【ゴール】

- 電力システム運用に役立つPV出力予測技術とは？を考え、さらなるPVシステム導入、効率的な電力システム運用へ貢献する。

シミュレーション対象(入力データ)

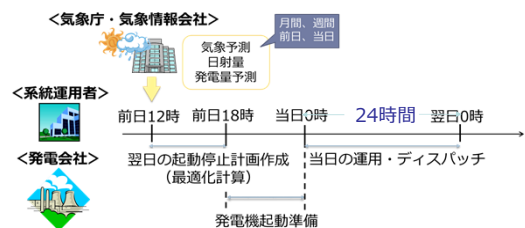
- 2030年を想定した九州電力エリア
- PVシステム設備導入容量は10 GWと想定
 - 2016年度公開PV出力時系列データをアップスケーリング
- 需要は2016年度公開時系列データを30分値に補間

供給力	合計定格容量	機数	内訳
火力(内生)	12[GW](3.5 GW, 4.4 GW, 4 GW)	25	石炭: 5, LNG: 19, 石油: 1
揚水(内生)	2.30 [GW]	6	可変速型: 4, 定速型: 2
ベース(外生)	最小 1.68[GW] 平均 5.78[GW] 最大 7.82[GW]	1	自流水力, 調整池式水力 原子力, 地熱, バイオマス コジェネ, 連系線潮流

モデル(定式化)

- 電力システムを運用する電気事業者は、起動時間の要する火力電源の効率的運用、安定供給のための必要十分な予備力確保を目的として、日々発電計画の策定を行っている。この策定において発電機の起動停止スケジュールを作成するユニットコミットメント(UC)と呼ばれる最適化モデルが用いられている。
- UCモデルにPV予測を入力し、シナリオシミュレーションを行うことで、予測技術が電力システム運用に与える影響が考察可能となる。

【運用イメージ】



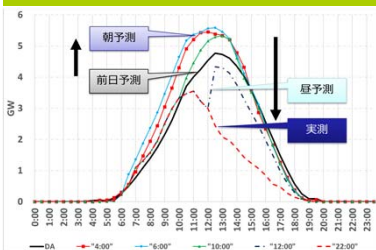
【目的関数】

$$\text{minimize} \sum_{t=1}^{24} \left[\sum_{n=1} \left(\text{燃料費}_n \times \text{出力}_{n,t} + \text{起動費}_n \times \text{起動変数}_{n,t} \right) \right]$$

【主な制約条件(24時間48タイムステップを対象)】

- 需給均衡
火力発電 + 正味の揚水発電 + 出力制御後PV + ベース電源 = 需要
- 短時間変動制約(Load Frequency Control調整力)
 $\sqrt{(\text{需要}_t - 3\%)^2 + (\text{PV}_t - 10\%)^2} \leq \text{LNG火力} \cdot \text{LFC調整力} + \text{揚水発電} \cdot \text{LFC調整力}$
- 発電出力上下制限制約, 上げ代下げ代制約
火力上げ代 + 揚水上げ代 $\geq 1\%$ × 日最大需要 火力下げ代 + 揚水下げ代 $\geq 1\%$ × 日最大需要

シミュレーション結果(6月24日)



[GWh]	供給力不足	PV出力制御量
DAUC	0.0	0.06
当日朝UC	0.0	1.24
運用結果(予測更新あり)	0.26	0.33
運用結果(予測更新なし)	1.21	0.00

短時間PV予測を考慮することで運用の経済性、信頼性の改善が期待可能

- LNG火力発電機の稼働台数・出力
 - 予測を更新しないと、各時間断面で揚水、LNGなどの火力の上げ代・下げ代で対応するが、その影響が一日の終わり時刻に及ぶ
 - 揚水の貯水量がなくなり、貯水量を戻すためにLNGが稼働し、1日で数百万～数千万円程度のコストが増加する
- 短時間で起動可能な火力発電機があると、予測誤差の影響は緩和
 - 予測が随時更新されると、早い時間に誤差が生じてその誤差に対応するために起動してしまうことがある。
 - その結果、最短稼働時間により必要以上に稼働してしまうため、予測誤差に細かく対応するには、制御できる需要の活用が効果的と考えられる。

図1. 需給均衡

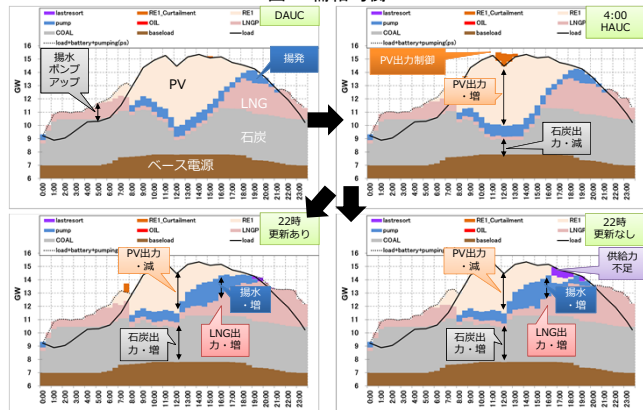
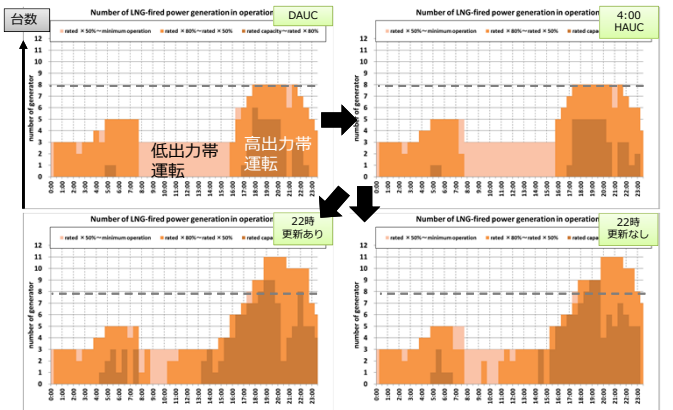


図2. LNG火力発電機稼働台数と運転出力帯



この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。