

負荷周波数制御における予見制御則の設計

1.はじめに

エネルギーの安定供給やCO2の排出削減のために、太陽光発電(PV)など再生可能エネルギーの大量導入が期待されている[1].

太陽光発電(Photovoltaic: PV)

- 太陽光を利用し、電力を得る。
- 枯渇の心配がなく、発電時にCO2を排出しない。

図1 太陽光発電パネル

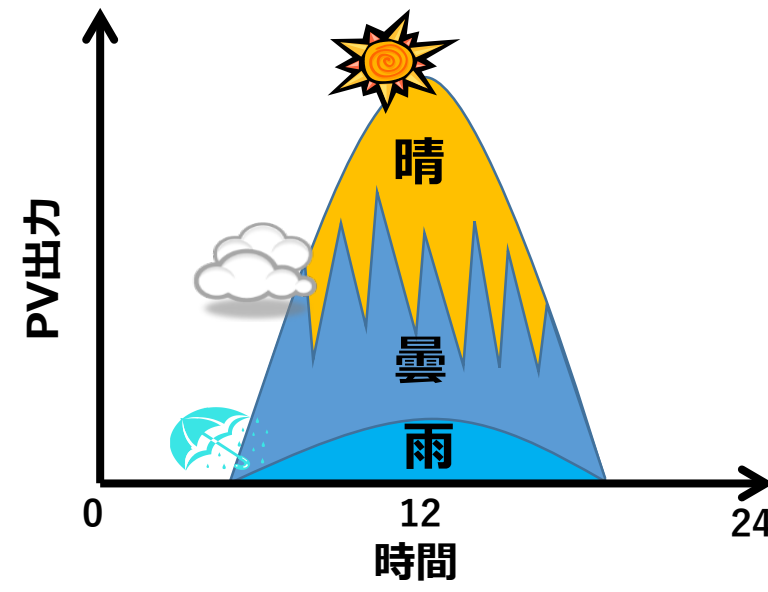


図2 PV出力特性

課題

- 太陽光発電の出力は、日射量などの環境によって逐次変化する。
- 大量導入時、電力系統の安定化に大きな影響を及ぼす。
- **周波数の変動**など、電力品質の低下を招く恐れがある。

目的

典型的な**負荷周波数制御**に負荷変動の予測情報を利用した**予見補償**を導入し、電力系統の安定化を図る。

2.予見負荷周波数制御モデル

予見情報を利用し、PV大量導入時に発生しうる大幅な需要変動に対応するための負荷周波数制御モデルを構築する。

負荷周波数制御[2]

負荷周波数制御(Load Frequency Control: LFC)

- 需給バランスの変化を**周波数の変動**から検出し、その差を無くす制御手法。
- PV大量導入にあたり、太陽光発電予測などの予見情報を用いたLFCモデルの構築が期待されている。

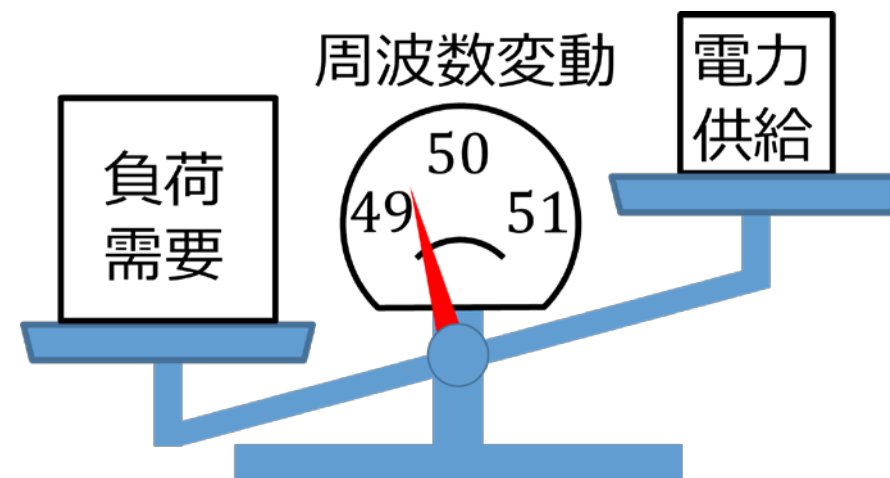


図3 需給バランス

予見負荷周波数制御[3]

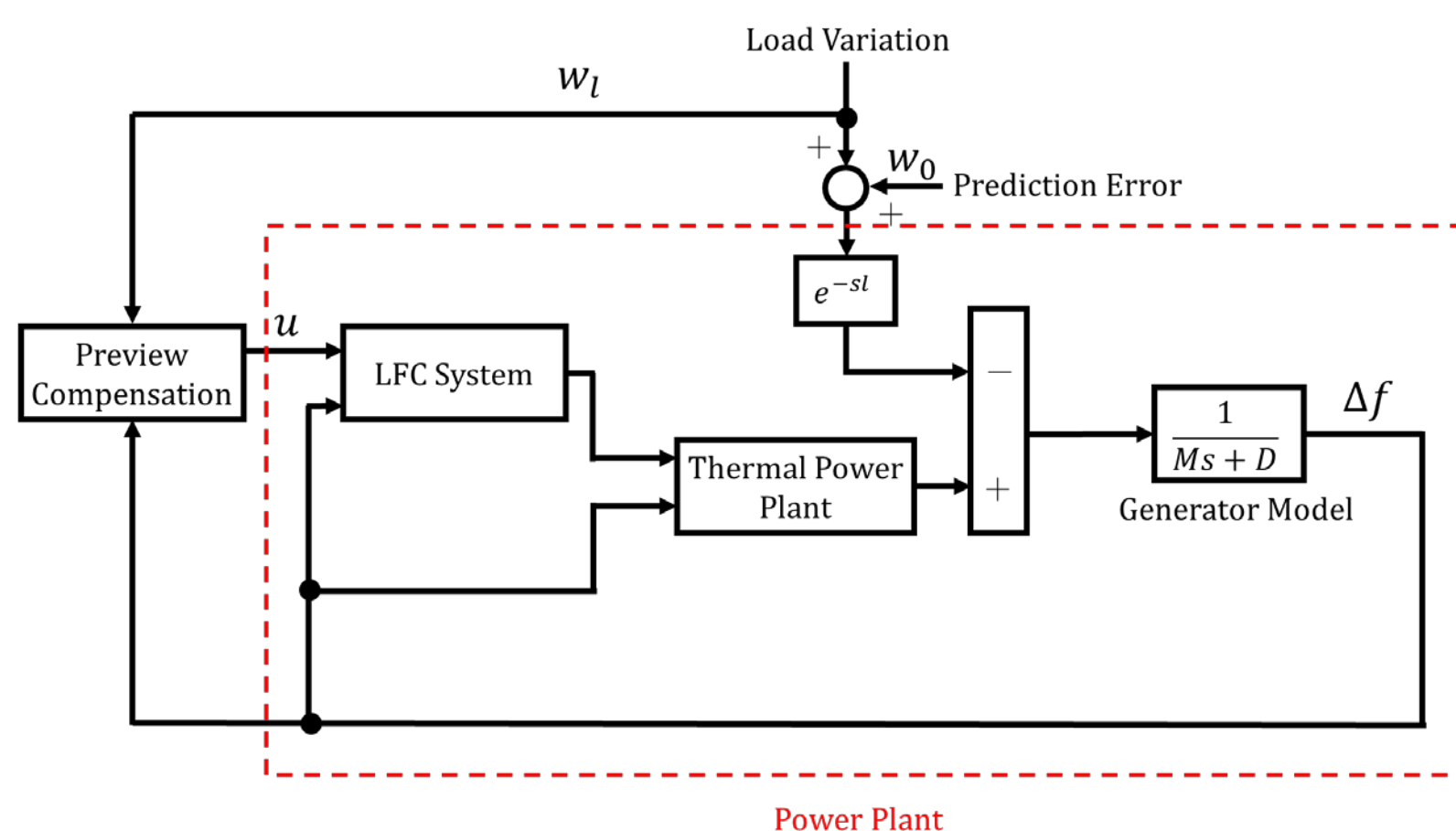


図4 予見LFCモデル

- 周波数解析モデルは、LFCシステムモデル、火カプラントモデル、発電機モデルを統合することで表される。
- 制御器においては、**周波数変動 Δf** および**予見情報 w_l** を用いて制御入力を決定する。
- 遅れ要素を用いて予見情報を表現する。
- LFCシステムモデルと火カプラントモデルは、内部にLFC信号の上下限值などの飽和成分(リミッタ)を持っている。

3.シミュレーション

負荷変動を図5のように与えたときの周波数変動の時間応答を次の場合についてシミュレーションした。

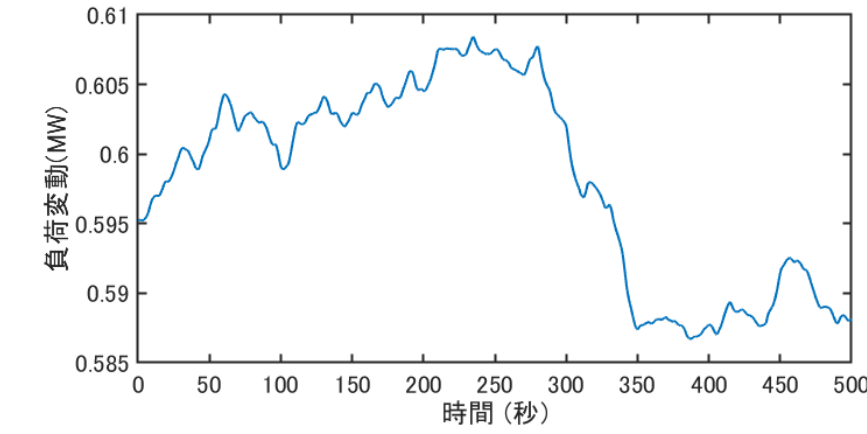


図5 負荷変動

予見時間を0[s], 1.0[s], 2.0[s], 3.0[s]とした場合の周波数応答

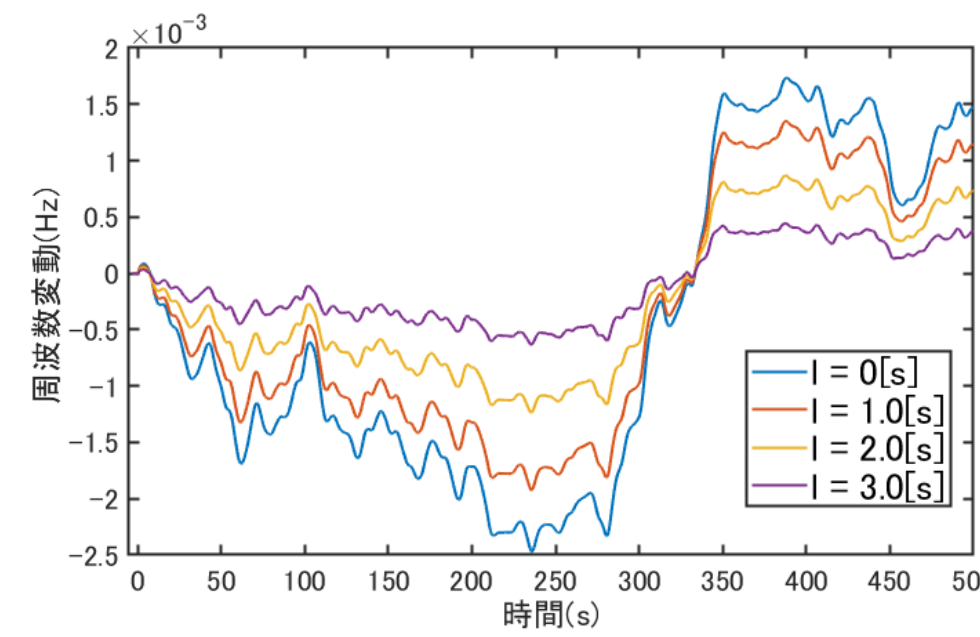
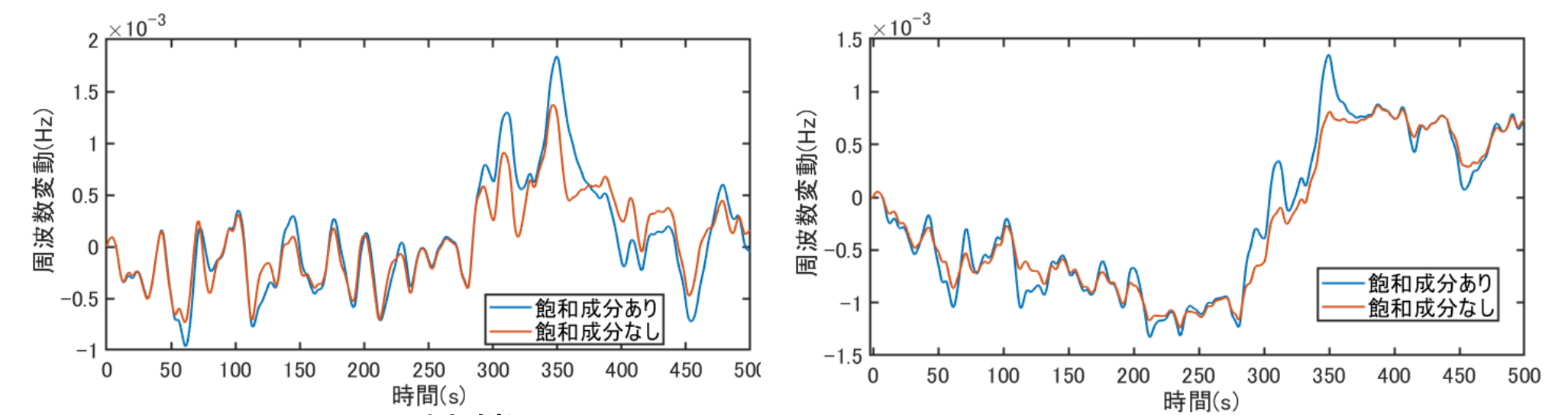


図6 周波数変動

- 予見時間を大きくすると、より収束が速くなり、周波数変動を抑制できる。

予見時間を0[s], 2.0[s]とし、飽和成分の有無を切り替えた場合の周波数応答



(a) 予見補償なし

(b) 予見補償あり

図6 飽和成分と周波数変動の関係

- 飽和成分が存在する方が存在しない方よりも周波数変動が大きい。
- 予見補償を組み込んだ方が飽和成分の有無による影響が小さい。

予見補償を用いて制御器設計を行うことで**周波数変動を抑制**することができ、**収束が速く**優れた過渡応答を得られる。

4.まとめと今後の展望

まとめ

負荷周波数制御に予見情報を利用した制御系を構築することで、需要変動に対する優れた過渡応答が得られた。

今後の展望

- 予見情報と実際の負荷との誤差を考慮して、予見制御系の設計を試みる。
- 飽和成分を含む制御系に対し、予見補償の入力重みや予見時間の大きさの影響を評価する。

参考文献

- [1] 林泰弘ほか, "スマートグリッド学", 日本電気協会(2010)
- [2] 長谷川淳ほか, "電力系統工学", 電気学会(2002)
- [3] K. Hashikura et al., " H^2 preview control based on partial information", Proc. of the 32nd Chinese Control Conference (2014)