

# 蓄電池との協調運用を実現する負荷周波数制御

東京都立大学 知能機械システムコース 4年 元木 達也 (児島研究室)

## 研究概要

近年深刻化している、資源枯渇問題や地球温暖化の対策として、再生可能エネルギーによる発電(PV等)の大量導入が進められている。

- ▶ PV等は発電量が周囲環境に大きく影響されるため、系統がより不安定になる。



図1: 太陽光発電

## バッテリーアシスト型負荷周波数制御

### 負荷周波数制御 (Load Frequency Control: LFC)

- ▶ 系統の需要量と発電量を周波数として取り出し、周波数変動 $\Delta f$ を0近傍に抑える制御。

### 火力機の稼働台数の減少

- ▶ 今後化石燃料の依存からの脱却のために火力機の稼働台数の減少は避けられず、火力の出力変化速度が低下し、需要変動に追従しきれなくなる。
- ▶ LFCに蓄電池を活用する。

### バッテリーアシスト型負荷周波数制御 (BALFC)

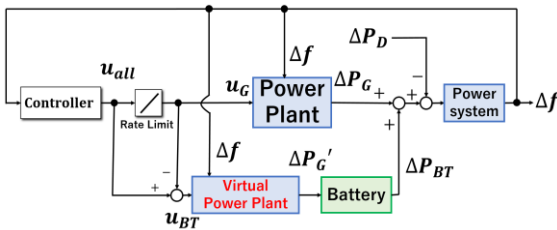


図2: 提案法 BALFCブロック図

- ▶ 火力機 (Power Plant) の出力変化速度に制限 (Rate Limit) がある状況を考える。自身が出力可能な分の指令値  $u_G$  のみを受け取り、指令値の一部を除去する。
- ▶ 除去された指令値  $u_{BT}$  を蓄電池 (Battery) に分配することで、蓄電池が火力機をアシストする。

### BALFCの問題点

- ▶ 火力機と蓄電池の動特性 (出力の速さ) の違いから、それぞれの出力の元の指令値は異なる。よってそれぞれの出力が相互干渉を起こし系統が不安定化する。
- ▶ よって、最適制御器のような火力機の動特性を考慮した制御器をBALFCに適用できない。
- ▶ この問題点を解決する新しいBALFCを図2に示す。

### 提案法: 仮想火力機 (Virtual Power Plant) の設置

- ▶ 提案法では蓄電池の前に火力機と同じ構造を持ったものを仮想的に設置する。除去された指令値  $u_{BT}$  が火力機に仮に入った場合の発電量  $\Delta P_G'$  を計算しそれを蓄電池の指令値とする。
- ▶ 蓄電池は指令値を、高速に、そのまま出力することができるため、火力と蓄電池の動特性が揃い、出力の相互干渉を防ぐことができる。

### 研究目的

出力の相互干渉を未然に防ぐ新しいBALFCの有用性をシミュレーションにより検証する。

## シミュレーション結果

提案したBALFCのシミュレーションを行う。

- ▶ 今回は制御器に積分器と、最適制御である $H^2$ 制御を使用し、 $H^2$ 制御は理想的な火力機 (Rate Limitと蓄電池がない) として制御器を計算する。
- ▶ 需要変動  $\Delta P_D$  は白色雑音を元に精度よく表現できる。

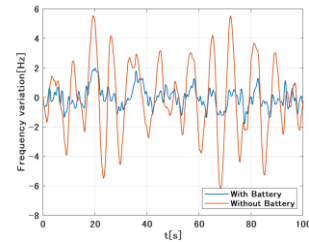


図3: 周波数変動

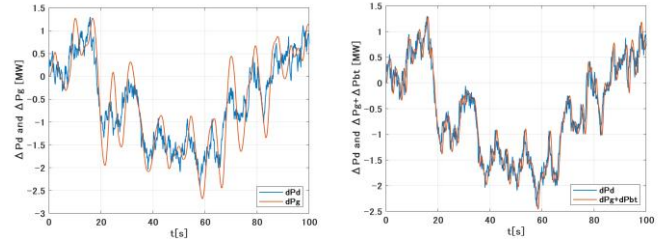


図4: 需給変動 (火力のみ)

図5: 需給変動 (BALFC)

### 蓄電池の有無による周波数変動の比較

- ▶ 図3は蓄電池の有無による、周波数変動 $\Delta f$ のグラフである。火力のみの場合 (赤線) よりも、BALFC (青線) の方がより変動を抑制できている。
- ▶ また、出力の相互干渉による系統の不安定化も起こしていない。
- ▶ 図4と図5は需給変動を表したグラフである。青線が需要変動 $\Delta P_D$ 、赤線が発電量変動を表している。図4は火力のみ、図5はBALFCの場合の結果である。
- ▶ 火力のみの場合、追従能力が足りず、オーバーシュートを起こしているが、BALFCでは蓄電池がアシストし、より追従できている。

## まとめと今後の展望

### まとめ

- ▶ 提案したBALFCによって出力の相互干渉による不安定化を未然に防ぐことができた。
- ▶ これにより、BALFCにも火力機の動特性を考慮する制御器を設計でき、より適切な応答を実現するBALFCを見通しよく設計することができる。

### 今後の展望

- ▶ 電気学会から定常されているAGC30モデルによる詳細なシミュレーションを行う。
- ▶ 蓄電池の遅れを考慮した制御器設計を行い、応答との関係を明らかにする。
- ▶ 提案したBALFCに予測制御法を適用し、提案法の有用性を検証する。

[1]:太陽光設置お任せ隊 [https://taiyoukou-secchi.com/column/cost/column\\_lectursolar\\_string/](https://taiyoukou-secchi.com/column/cost/column_lectursolar_string/)

[2]:織原大, "風力発電導入時の周波数制御に貢献するバッテリーアシスト型LFCの所要蓄電池容量評価", 電気学会論文誌B,2018

[3]:電力需給モデル標準化専門委員会編(2016) 『電気学会技術報告1386号』