

# 電気自動車を活用した負荷周波数制御の 通信遅延補償のための制御方式の提案

## 概要

再生可能電源の出力は気象条件によって変動するため、系統への大量連系により系統電力における周波数の安定性に深刻な懸念が生じている。本提案書\*)では、周波数制御の領域において有力な解決策と考えられている電気自動車 (EV) の負荷調整力の向上を目的に、EV アグリゲータ (以下EVA) が通信遅延を補償するため、リアルタイムの周波数偏差を用いてEV を直接制御する制御方式を提案する[1]。動的シミュレーションにより評価を行った結果、提案の制御方式により、EVA のパフォーマンススコアが向上し、同時に周波数変動を低減できることが分かった。日本における周波数調整市場開設予定の2024 年以降に、EVA による負荷周波数制御が採用される可能性が示唆された。

## 政策立案のための提案

- 周波数調整市場の制度設計については、先行する欧米諸国のPJM やCAISO をはじめとした制度の長所・欠点を分析し、わが国として、EVA の参入障壁を低くするとともに、周波数制御の安定性を維持するバランスを考慮した制度設計を行う必要がある。
- 現在想定されている日本の周波数調整市場の最低入札量は5 MWであり、米国のPJMの0.1MWに対し大きい。市場が成熟するまでは、最低入札量をPJM 並みに小さくすることは、今後のEV の調整力市場への参加のためには重要な施策であると考えられる。

### 1. シミュレーションモデル

EVAによる負荷周波数制御システムのシミュレーションモデルは、AGC30モデルに基づいて検討した[2]。システム負荷は比較的軽微で、かつ、太陽光発電や風力発電といった再生可能電源は系統に接続されているという設定を適用した (図1)。

### 2. EVAによる負荷周波数制御方式の設計

今回の提案制御方式では、受信した負荷周波数制御 (LFC) 指令の履歴データおよび周波数偏差の履歴データに基づいてパラメータを調整し、系統から計測されるリアルタイムの周波数偏差に基づいてEV の周波数を制御する。制御方式全体のロジック(図2)はシンプルで、各EV の充放電制御システムに搭載することも可能であると考えられる。

### 3. シミュレーション結果

定周波数制御 (FFC) 方式が用いられている系統において、2.の提案制御方式を適用した場合の性能の向上余地についてシミュレーションを行って検討した。PJM では、市場における各周波数調整リソースが、どの程度素早くLFC 指令に追従できたか、過去の実績を評価してパフォーマンススコアを算出してあり[4]、本提案書もパフォーマンススコアをPJM の方式に近い方法で計算した(図3)。各々の遅延時間(横軸)において、演算周期 $t_p$ の値に関わらず、補償を行わなかった場合と比べてパフォーマンスは向上していることが分かった。

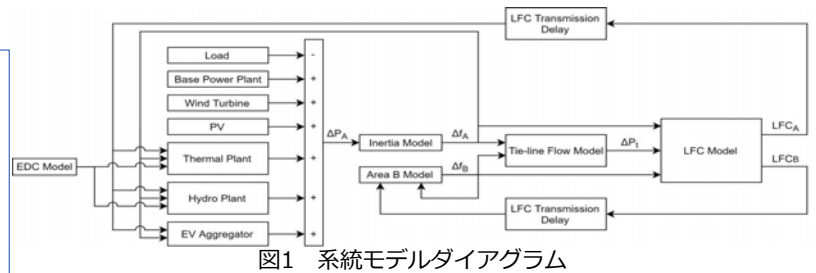


図1 システムモデルダイアグラム

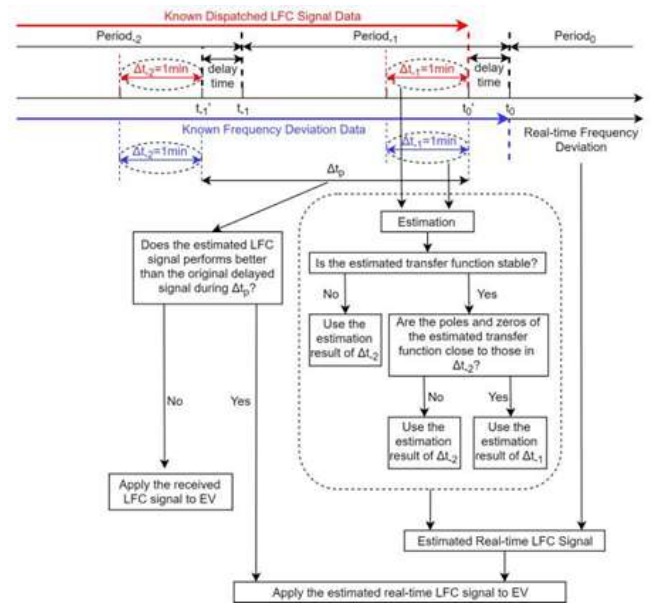


図2 提案システムにおける制御構造

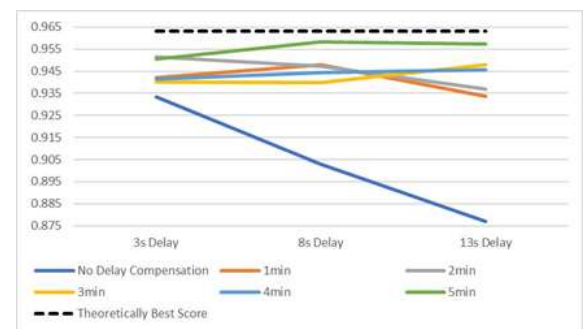


図3 パフォーマンススコア  
(1分から5分までの数字は演算周期 (tp) )

\*) 本提案書は、著者らの英文論文[1] の内容を元にして、低炭素社会の実現につながる政策への含意、さらには政策提案につなげたものである。

[1] Sinan Cai and Ryuji Matsushashi, "A Control Method for Compensating Communication Delays in Load Frequency Control with Electric Vehicle Aggregators", Journal of Society for Energy and Resources, Vol.41, No. 1, pp. 1-10, 2020, [https://doi.org/10.24778/jjser.41.1\\_1](https://doi.org/10.24778/jjser.41.1_1).

[2] 電力需給解析モデル標準化調査専門委員会；電気学会技術報告第1386号，2016

[3] 電力系統における常時及び緊急時の負荷周波数制御調査専門委員会，“電力系統における常時及び緊急時の負荷周波数制御”，電気学会技術報告，869号(2012)，pp.1-147.

[4] PJM manual 12, "Balancing operations", Revisions:39, 2019.