

# 太陽光発電導入時の蓄電池による電圧制御の考察

AE21094 東田 悠馬

指導教員 藤田吾郎

## 1. はじめに

近年、二酸化炭素排出量増加に伴い二酸化炭素の削減目標が定められている。具体的に日本では2021年4月に2030年度において2013年に比べ温室効果ガス46%削減、2050年には完全なカーボンニュートラルを実現することを目標としている(1)。これに伴って再生可能エネルギーの導入が進められ、中でも太陽光発電の導入が増加している。PVの大量導入に伴い電圧の変動率が不安定になることや逆潮流といった問題が生じ、配電系統において周波数の変動や電圧変動率が不安定になるなどの問題が生じる。また電圧変動率は適正範囲(±2%以内)に収める必要がある。この問題を解決するためにSVCによる無効電力制御や蓄電池による有効電力制御がある。本稿では蓄電池モデルの作成、並びに蓄電池における有効電力制御を検証する。

## 2. シミュレーションモデル

### 2.1 蓄電池モデル

蓄電池モデルを作成するにあたってRodney H. G. Tan, Ganesh Kumar Tinakaranらの研究による蓄電池モデルを参考にした(2)。図1に蓄電池モデルを示す。蓄電池モデル作成に当たってはMATLAB/Simulinkを用いて作成した。このモデルは3つの主要なブロックから構成されており左から充電放電コントローラ部・電力変換システム部・バッテリー部に分けられる。充放電コントローラ部は我々が設定した電力量(kw)を下回った際に放電, 上回った際に充電をすることを定義している。電力変換システム部では放電をマイナス, 充電をプラスで指示する。また充放電コントローラ部では電力変換効率を設定するブロックが存在し任意の電力変換効率を設定することが可能である。バッテリー部では主にバッテリー初期SoCブロック・バッテリーエネルギー蓄積装置部・飽和ブロックがある。バッテリー初期SoCブロックではバッテリー初期充電状態を示しこのモデルを試運転する前にバッテリーを一定の充電状態(通常は30%)に予備充電するための一般的な手法である。バッテリーエネルギー蓄積装置部では加算ブロックと現

在のエネルギー状態を保持するメモリーブロックによって形成されている。飽和ブロックでは電池容量を示しておりバッテリーが0%以下で放電, 100%以上で充電がされないようになっている。

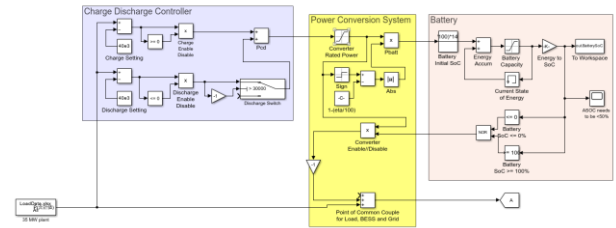


図1. 蓄電池モデル概要図

### 2.2 配電系統モデル

配電系統としてJST-CREST126配電線モデル公開データを用いた(3)。系統モデル概要図を図2に示す。

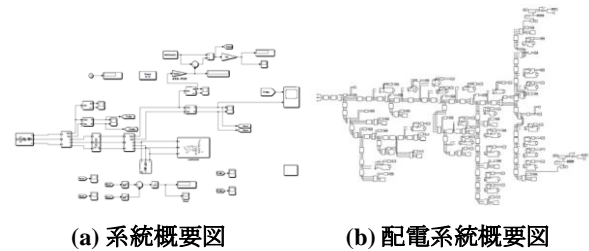


図2. 系統モデル概要図

配電系統モデル作成においてもMATLAB/Simulinkを用いた。本モデル需要家ブロックに蓄電池モデルを接続させる形でシミュレーションを行う。

## 3. 電圧変動率算出方法

配電モデルにおける送電線の標準電圧は66000[V]であり、電圧変動を計測する連結点をPCCとすると電圧変動率は(3)式で表される。

$$V_{pcc} = V_{measure} \quad (1)$$

$$V_{nominal} = \frac{66000}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{V_{measure} - V_{nominal}}{V_{nominal}} \times 100 \quad (3)$$

$\varepsilon$ : 連系点における電圧変動率

$V_{pcc}$ : 連系点電圧,  $V_{nominal}$ : 標準電圧

## 4. シミュレーション

### 4.1 シミュレーション条件

今回のシミュレーションではPVの発電量が10kWを下回った場合に蓄電池から最大40kWを系統に放電した。またPVの発電量が40kWを超えない場合にはすべてを系統に送電し、40kWを超えた場合には差分を充電し最大40kWを系統に送電する条件設定の元シミュレーションを行った。また蓄電池容量は、高压需要家の一日当たりの電力量平均から1738.23kWhから1750kWhと設定しこれを基準にした。さらに、発電量に関してはJST-CREST126配電線モデルの送電線長データより面積を0.0459457km<sup>2</sup>と求め、太陽光パネルの変換効率を10%として1km<sup>2</sup>当たり100000kWの概算より4594.57kWと求めた。これより需要家が35件あるため一軒当たり131.273429kWとして基準にし、これを昼12時の100%の値としてPV発電量のデータとして模擬した。したがって太陽光発電量一日あたり909.2431kWhとしてこれを基準にした。図3に需要ブロックに蓄電池モデルを接続した際の図を示す。

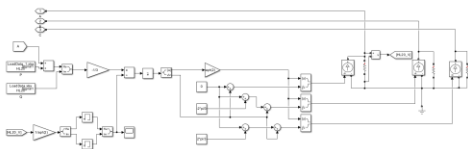


図3. 需要ブロック蓄電池モデル接続図

#### 4.2 シミュレーション結果

計算より求めた太陽光発電量909.2431kWh、蓄電池容量1750kWhでシミュレーションを行い、電圧変動率を図4に示す。

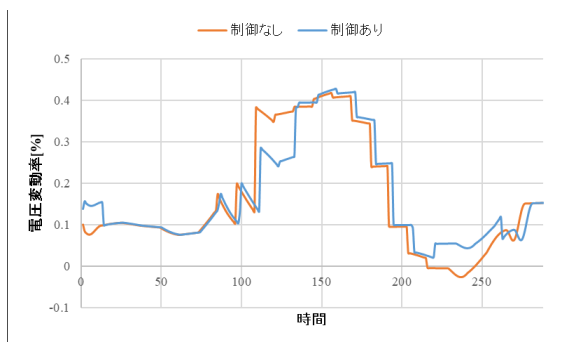


図4. 蓄電池容量1750kWh時の電圧変動率

結果よりt=110近傍からt=140近傍まで充電がなされており、t=220近傍から放電がなされていることがわかる。これにより蓄電池モデルが正常に動作していることがわかる。今後技術革新により太陽光発電量が増加することを予測して太陽光発電量を5倍、それに合わせて蓄電池容量

を10倍の17500kWhでシミュレーションを行い、結果を図5に示す。

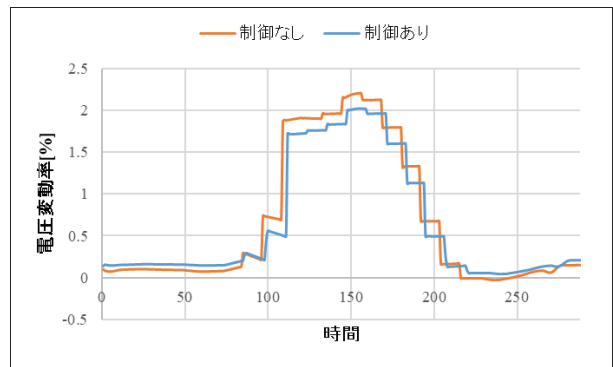


図5. 蓄電池容量17500kWh時の電圧変動率

制御を加えなかった場合には電圧変動率2%を超えてしまうが、蓄電池による制御を加えた場合には電圧変動率2%以内に収めることができ適正範囲内に抑えることができた。

#### 5. まとめ

本論文では蓄電池モデルの作成並びに、蓄電池による電圧制御を行った。シミュレーションより今後太陽光発電量が増加した場合に蓄電池による制御を加えることによって電圧変動率を適正範囲内に収めることが示された。今後の展望として、蓄電池による制御のほかにより適切な電圧制御を加えたい。

#### 参考文献

- [1] 環境省「地球温暖化対策計画」  
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/211022.html>#: 最終アクセス 1月22日
- [2] Rodney H. G. Tan, Ganesh Kumar Tinakaran 著  
「Development of battery energy storage system model in MATLAB/Simulink」 最終アクセス 1月22日
- [3] 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構 「JST-CREST126 配電線モデル」  
<https://www.waseda.jp/inst/across/news/501> 最終アクセス 1月22日