

SimPowerSystemsによる「もたせ型」自律分散制御の検討

E09039 越川博文

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

近年、地球温暖化や3・11東日本大震災による福島原子力発電所事故以降、自然エネルギーを用いた太陽光発電や小水力発電などの分散型電源による電力系統網が注目されている。ここで、分散型電源とは需要地近くで発電する小規模な発電設備のことである。分散型電源のメリットは、送電ロスが少ないこと、非常用電源としても兼用可能であることが挙げられる。デメリットは、自然エネルギーを用いた電源は出力が不安定であるため、電力系統の周波数や電圧に影響を与えることが挙げられる。

分散型電源を利用することで大規模電力系統と連系が不可能な離島や僻地での自律運用も可能とされている。

本稿では、僻地での自律運用のために自律分散制御を用いた制御方法を明らかにすることを目的とする。

2. マイクログリッド

マイクログリッドの簡略図を図1に示す。マイクログリッドは、分散型電源や電力貯蔵装置をネットワーク化することで一定の電力品質を維持し、経済的に電力供給をおこなうことができる。離島や僻地では主な発電設備としてディーゼル発電機が用いられている。



図1 マイクログリッド

3. 「もたせ型」自律分散制御

3.1 もたせ

もたせとは福岡県柳川のV字型断面で接続する掘割の水利システムのことである。V字断面であるため洪水時に上流の水位が高くなると堰幅は自動的に広がり、通常より多くの水が他の掘割に配水される。また、渇水時には水位が低くなると堰幅が狭まり流出量を抑えると共に、上流の水門を開くことで掘割に貯水される。このシステムにより水路網全体に水を行きわたらせ、無駄のない水利用と水害を最小限に抑えてきた。

本研究では水を電気、水位を周波数と捉えV字堰のよ

うな自動的に電力融通量を変化させる制御方法の考案をする。これにより無駄なく電力需給を可能にする。^[1]

3.2 自律分散制御^[2]

マイクログリッドは一般的に図1のようにIT技術によりネットワーク化され、系統情報をもとに制御システムにより集中制御されている。自律分散制御はネットワーク化をせず、各発電設備自端で得られる周波数などの系統情報により各発電設備が自律的に制御を行う方法である。自律分散制御のメリットは、系統情報を収集するための通信設備が不要でありコストダウンを図れること。将来発電設備が追加になる場合の通信回線の延伸が不要で、制御装置の改修も容易になることである。デメリットは自端で得られる周波数などの情報をもとに系統状態を把握するため制御品質が悪くなることである。

図2にディーゼル発電機、蓄電池の周波数特性を示す。

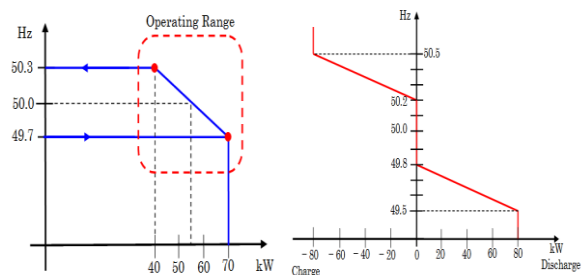


図2 自律分散制御による周波数特性
(左・ディーゼル発電機、右・蓄電池の周波数特性)

3.3 想定するマイクログリッド

図3は本研究で想定するマイクログリッドの概念図である。発電設備としてディーゼル発電機 (DG)、太陽光発電 (PV)、蓄電設備として蓄電池 (BT) があり、これらを用いて電力負荷 (Load) に電力を供給することとなる。各々の設備容量はDGを70[kW]、PVを70[kW]、BTを400[kWh]としてLoadの90[kW]との需給を行うようにした。

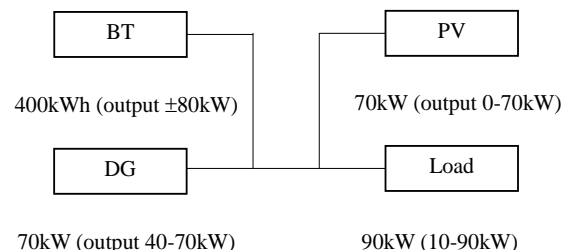


図3 想定するマイクログリッド

4. 研究内容

解析手法としてMATLAB/SimPowerSystemsを用いる。

太陽光発電 (PV) , バッテリー (BT) のモデルを作成した。図4, 図5にPV, BTモデルを示す。

PVモデルの評価として, 日射強度 $I_r[W/m^2]$ に対してMPPTによって最大出力となるように追従しているかを評価する。本来温度の変化も考えるべきであるが, 今回は日射強度に出力が比例する特性のみを考えた。表1にシミュレーションに用いたPVアレイのパラメータを示す。図7に系統連系した際のシミュレーション結果を示す。放射照度-最大出力特性より $1000[W/m^2]$ のとき最大出力となる。^{[3][4]}最大出力の算出式を次式に示す。

$$P_{PV(DC)} = V_{mp} \times I_{mp} \times N_s \times N_p$$

$$= 51.7 \times 5.58 \times 5 \times 66 = 100.72[kW]$$

図6より日射強度に応じて電力 $P_{PV(DC)}[kW]$ が太陽光パネルにより発電され, 出力電力 $P_{PV(AC)}[kW]$ が系統に供給されていることが分かる。よってモデルは成功であるといえる。

BTモデルの評価として, 意図した電力の充放電を行えることを評価する。図7に系統連系した際のシミュレーション結果を示す。

図7において正の値は放電, 負の値は充電を示している。この結果より意図した電力の充放電が可能であることが分かる。よってモデルは成功であるといえる。

5. まとめと今後の課題

今回PV, BTをモデルは無限大母線に接続し所望の出力を系統に送りだすシミュレーションができた。今後DGモデルを作成し, PV, BTモデルと組み合わせ, 負荷の増減によりどのような周波数変動が生じるかをシミュレーションにより確認する。結果を踏まえて図2のような周波数変動に従って, 出力変化させるモデルを組み立てていきたい。

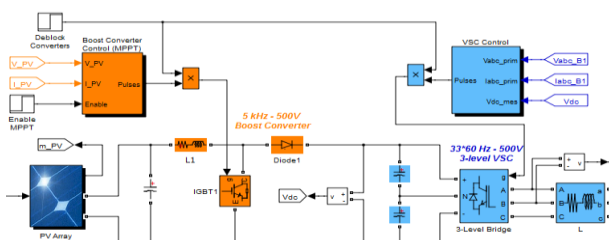


図4 PVモデル

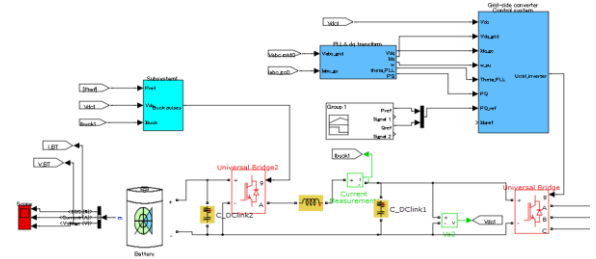


図5 BTモデル

表1 PVアレイのパラメータ

開放電圧 V_{oc}	64.2 [V]
短絡電流 I_{sc}	5.96 [A]
最大出力動作電圧 V_{mp}	54.7 [V]
最大出力動作電流 I_{mp}	5.58 [A]
アレイの構成	
直列数 N_s	5
並列数 N_p	66

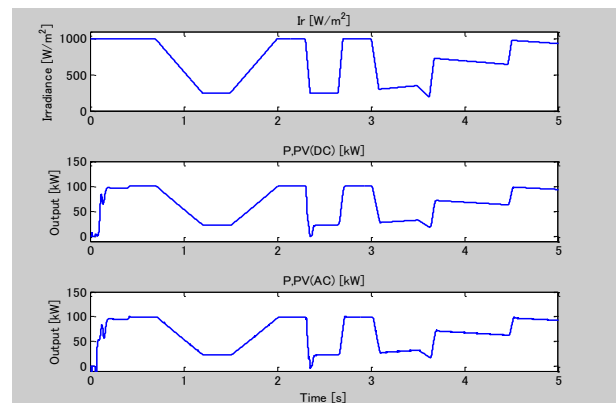


図6 PV系統連系シミュレーション結果

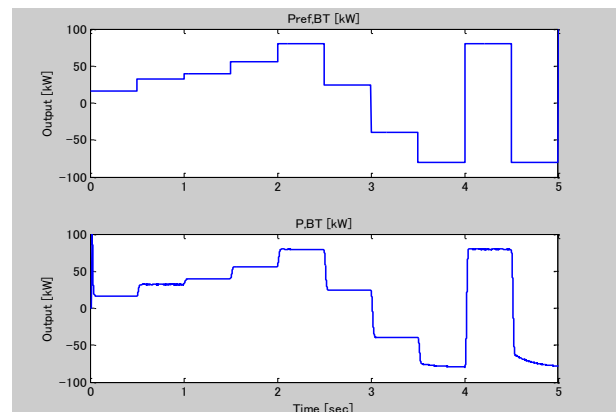


図7 BT系統連系シミュレーション結果

参考資料

- [1] 平成16年度中間年報「太陽光発電システム等国際共同実証開発／太陽光発電系統連系システム効率化技術実証研究 (水冷PV+DG+新型蓄電池)」, 新エネルギー・産業技術総合開発機構(2004-3)
- [2] T.Toyoshima, G.Shirai, T.Tsukui, G.Fujita, K. Koyanagi and T. Funabashi "Autonomous Distributed Control of Micro Grid with Diesel Generator" UPEC 2006
- [3] 太陽光発電協会編著「太陽光発電システムの設計と施工」オーム社(2010-5)
- [4] Moacyr A. G. de Brito, Leonardo P. Sampaio, Luigi G. Jr. Guilferme A. e Melo, Carlo A. Canesin "Comparative Analysis of MPPT Techniques for PV Applications" IEEE Transactions on powerelectronics, Vol.24, No.5, May 2009