

自律分散制御に基づく電力融通がなされる マイクログリッドの構成手法に関する研究

吉田 哲雄[†] 菅野 正嗣[†]

大阪府立大学[†]

1. はじめに

近年、再生可能エネルギー発電が広く社会に普及しているが、これらは天気等の気象条件や時間等の要因により発電量に変動があり、単位面積当たりの発電量は火力発電よりも小さいことが知られている。そこで、これらの再生可能エネルギー発電をより有効的に活用する取り組みとしてマイクログリッドが提案されている。

マイクログリッドは、再生可能エネルギーを用いて発電を行う分散型電源と電力を消費する需要家が、それぞれ複数により構成される小規模の電力網を指している。また、蓄電池を備えることで消費されずに余った電気を蓄電し、発電量の見込めない夜間等に利用することが可能である。このマイクログリッドでは、各構成要素が自身で制御を行う自律分散制御がなされており、電力融通と呼ばれる構成要素間での電力のやり取りを行うことが可能である。

このようなマイクログリッドを代表とする電力システムに関する研究として、周波数の安定化に向けた需給制御システムの開発[1]や、モバイルエージェントと呼ばれる移動性を有したエージェントプログラムのマイクログリッド内の移動による電力の取引支援を行う需給システムの提案[2]等がなされている。また、スマートグリッドと呼ばれる ICT 技術を活用して電力系統や需要家等から集めた情報を活用した賢い電力システムも提案されている[3]。

本論文では、マイクログリッドにおける全ての構成要素として分散型電源と蓄電池を持つ一般的な家庭を想定して、マイクログリッドの構成条件を変動させてシミュレーションを行い、実際の人間の暮らしの中で有効なマイクログリッドの最適な構成条件について検討を行う。

2. シミュレーション

本論文ではマイクログリッドにおける構成要

素をノードと呼ぶものとし、マイクログリッド全体を複数のノード毎のグループに分割する。分割した各グループを小さいマイクログリッドとして考え、小さいマイクログリッド間でのやり取りを想定する。マイクログリッド全体、また、各グループはノードのメッシュ構造として構成されるものとし、その例を図2に示す。

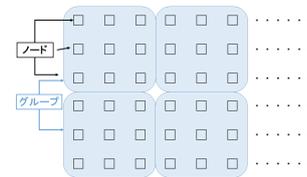


図1：想定するマイクログリッドの構成例

次に、ノードの動作について説明する。各ノードは発電・電力消費・蓄電・通信の4つの機能を持ち、以下のI～IVの動作を1時間毎に繰り返し、シミュレーションを行う。

- I. 各ノードは消費電力量と発電量からバッテリー残量を更新する。
- II. バッテリー残量があらかじめ決められた閾値を下回ったノードは、同じグループ内の他のノードに電力融通を要求する。
- III. 同じグループ内に電力を融通可能なノードが見つかれば電力融通を行う。見つからない場合は、他のグループのノードにも電力融通を要求する。
- IV. 他のグループに電力を融通可能なノードが見つかれば電力融通を行う。電力融通が出来ない時は電力会社から買電を行う。

電力の取得方法は、自らの発電、他のノードからの電力融通、電力会社からの買電の3通りとし、電力融通の要求を行う閾値はシミュレーション毎に設定するものとする。また、電力融通の可否は電力供給側のノードのバッテリー残量により決まるものとし、融通される電力量もあらかじめ設定したバッテリー残量と融通量の関係により決められるものとする。本論文では、電力融通と買電における1.0[kWh]当たりのコスト

の関係を、グループ内での電力融通：他グループとの電力融通：買電=10：15：20 と設定した。

各ノードが保有するバッテリー容量は 10.0[kWh]とする。また、シミュレーションは、C++で自作したシミュレーションプログラムを用いて行う。

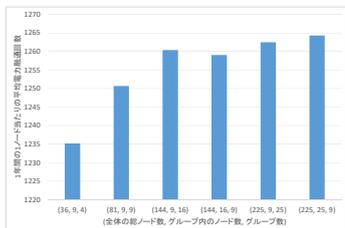


図 2：1 年間の平均電力融通回数

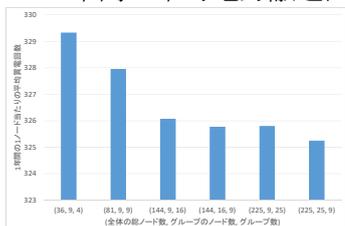


図 3：1 年間の平均買電回数

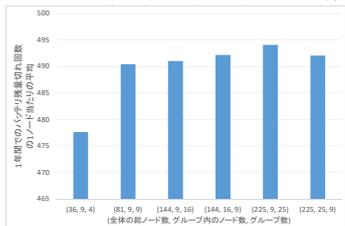


図 4：1 年間のバッテリー残量切れの平均回数

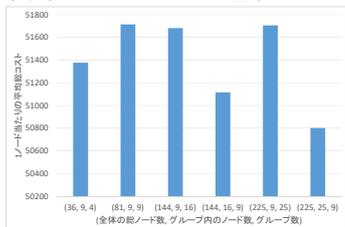


図 5：1 年間の平均コスト

3. 結果

本論文では、電力融通を要求する閾値を 1.0[kWh]として 3 年間分シミュレーションを行った。次の図 3-6 は、3 年間分のシミュレーションの内の後半の 2 年間分のデータについての 1 ノード当たり 1 年間分の平均をまとめたものである。以下、グラフでの各マイクログリッドの表記方法は、構成条件毎に(マイクログリッド全体の総ノード数, グループ内のノード数, 分割されたグループの数)と表すこととする。

結果から、総ノード数が多い方が電力融通の回数とバッテリー残量切れの回数が多く、買電の回数が少なくなりやすい傾向が分かる。これは、総ノード数が増える程、同じグループだけでは

なく他のグループからも電力融通可能なノードの選択肢が増えるからだと考えられる。また、総ノード数が同じであるとき、グループ内のノード数が多くなりグループ数が少なくなる程、買電回数とコストが減少していることが分かる。電力融通とバッテリー残量切れの回数には大きな変化や関係性は見られなかったことから、買電回数の減少は電力融通による電力不足の解消が増加し、コストも減少したと考えられる。しかし、グループ内ノード数が同じとき、ノード数 36 で買電回数が最大であるが、コストは最低になることが分かる。このことは、ノード数の増加に伴って電力融通を要求するノード数が多くなり、同じグループ内で電力融通をしてもらえないノードが増加し、他のグループからの電力融通が増加したと考えられる。つまり、グループ内のノード数が同じとき、総ノード数を多くすると買電回数は減少し電力融通は増加するが、他のグループからの電力融通も増加してしまい、コストが増えてしまう。以上より、電力融通をより多く行うためには、総ノード数を増加させることが有効であるが、電力融通の増加に伴って最終的にコストが増加することも考えられる。

4. まとめ

本論文では、分散型電源と蓄電池を持つ一般的な家庭により構成されるマイクログリッドを想定したシミュレーションを行い、マイクログリッドの最適な構成条件についての検討を行った。今後の展開は、電力融通のシステムにおいて電力融通実行の可否や融通する電力量の決定をより動的なものに改良することが挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K00135 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 林 巨己, 島崎 祐一, 近藤 英幸, 長田 悠人, 飯坂 達也, 勝野 徹, 中西 要祐, マイクログリッド向け需給制御システムの開発, 電気学会論文誌. B 134(1), 40-48, 2014.
- [2] 河又 啓, 辻 隆男, 大山 力, 再生可能エネルギーを含むマイクログリッドにおける自律分散型電力取引支援システムの検討, 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌 133(9), 1670-1679, 2013-09-01.
- [3] 泉井 良夫, 渋谷 昭宏, 浅井 光太郎 スマートグリッドとセンサネットワーク, 電子情報通信学会論文誌. B, 通信 95(11), 1378-1387, 2012-11-01.