

建築設備への分散型エネルギーシステムの導入に関する研究  
—新潟工科大学分散型電源マイクログリッドの概要とその制御に関する基礎的検討—

マイクログリッド      分散型電源      制御手法      正会員      ○青木泰伸<sup>\*1</sup>      同      富永禎秀<sup>\*2</sup>  
再生可能エネルギー      同      飯野秋成<sup>\*2</sup>

1. はじめに

需要地内で、再生可能エネルギーを始めとする複数の分散型電源や電力貯蔵システムを組み合わせ、発電、買電量を需要状況に合わせて制御し、電力の地産地消を可能とする小規模の電力供給網はマイクログリッドと呼ばれ、インフラ設備コスト面やエネルギー効率面、災害リスク面などの観点から、その利用が大いに期待されている。国内におけるマイクログリッドの研究は、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の主導のもと「新エネルギー等地域集中実証研究」（5 カ年計画）として、2003 年より開始され、分散型エネルギーを利用した実証プロジェクトが、青森県や京都府、愛知万博等で行われている<sup>1)</sup>。またシミュレーションに基づく研究もいくつか行われている<sup>2,3)</sup>。しかしながら、実際の建築設備において分散型電源マイクログリッドが導入された事例は少なく<sup>4,5)</sup>、実証面からの検証は十分とは言えない。

筆者らは、平成 20 年度・経済産業省「低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業」<sup>注 1)</sup>の一環として、風力発電、太陽光発電、BDF<sup>注 2)</sup>を用いた発電機を組み合わせた小規模なマイクログリッド設備を新潟工科大学構内に構築した。本報では、そのシステムの概要を示すとともに、その制御手法に関する基礎的検討や実証実験を行った結果の一部を報告する。

2. 導入する分散型電源マイクログリッドの概要

本研究で導入した分散型電源マイクログリッドの構成を図 1 に示す。各発電機の緒元を表 1 に示す。分散型電源は、全て市販品を利用している。本システムは、新潟工科大学大学院棟の一般動力負荷（空調、GHP 動力、エレベータ、湧水ポンプ）に連系される。

3. 分散型電源マイクログリッドの制御方法と稼働状況

3.1 自然エネルギー発電量の予測

The BEST Program の発電量のシミュレーション機能を用いて、当該地における自然エネルギーによる月別発電量を算出した結果を図 2 に示す。夏期に太陽光発電、冬期に風力発電による発電量が多く得られており、両者の出力比が概ね適当であることが確認できた。

3.2 制御目標

本システムでは、基本的な考え方として、受電点の有

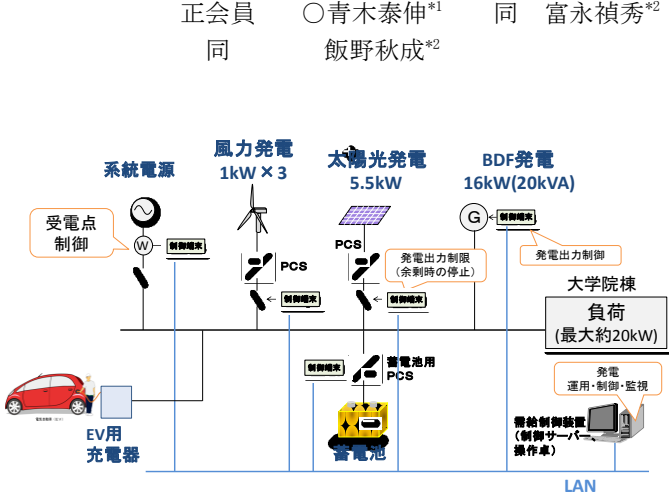


図 1 分散型電源マイクログリッドの構成

表 1 設置機器一覧

| 機器名        | 仕様                     |
|------------|------------------------|
| 風力発電機      | 最大出力3.0kw(1.0kw×3基)    |
| 太陽光発電パネル   | 最大出力5.25kw(0.21kw×25枚) |
| BDF発電機     | 定格出力16kw               |
| 鉛蓄電池       | 定格容量50Ah、公称電圧336V      |
| E V 用倍速充電器 | 充電200V/16A             |

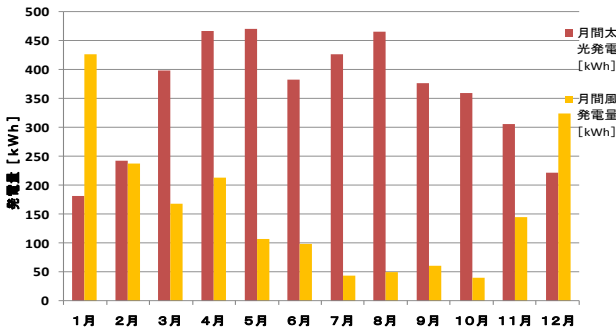


図 2 自然エネルギーによる月別発電量の予測値

効電力一定を制御目標とする。事前のシミュレーション結果等を踏まえ、具体的な制御方式は表 2 の通りとした。

3.3 BDF 発電機の稼働状況

BDF の問題点として、低温時の流動性の悪化があげられる。本研究では、この点を考慮して、BDF にアルキルメタクリレート系流動点降下剤を添加する工夫を施した。2010 年 1 月 25 日から 2 月 20 日の気温の変化と BDF 発電機の稼働状況を図 3 に示す。結果として、最低気温-6.2℃においても問題なく稼働する事が確認された。

表 2 本システムの制御方法

### 1) 受電電力の抑制

蓄電池 PCS が均等充電中の場合を除き、受電電力を制御目標値以下に保つように蓄電池の充放電制御を行う。なお以下の諸要素により充放電指令値を決定し指令を行い、応動監視を行う。

- ① 充電電力が一定値以上になった場合、放電を行う。
- ② 蓄電池充電量の現在値が目標値より大きい場合、放電を行う。小さい場合、充電を行う。
- ③ 太陽光発電電力の変動分が正の場合、充電する。負の場合、放電する。
- ④ 風力発電電力の変動分が正の場合、充電する。負の場合、放電する。
- ⑤ 母線電圧が規定値よりも高い場合、充電する。

### 2) 逆潮流の防止

本システムでは逆潮流（電力会社への売電）は行わないため、以下の制御を行う。

- ① 受電電力と最低受電電力設定値の差が一定値以下になった場合、以下の順番で発電の制御を行い、応動監視を行う。
  - a 蓄電池 PCS 放電指令の停止、充電指令
  - b BDF インバータの発電抑制、または BDF 連系 MC の OFF 制御
  - c 太陽光連系 MC の OFF 制御
  - d 風力連系 MC の OFF 制御
- ② 受電電力と最低受電電力設定値の差が一定値以上になった場合、受電電力の監視を続けながら順次復帰を行う。
  - a 蓄電池 PCS の復帰
  - b 風力連系 MC を OFF とした場合 ON 制御
  - c 太陽光 MC の OFF とした場合 ON 制御
  - d BDF インバータを発電抑制した場合、指令値の上昇

## 3.4 運転制御結果

制御実証実験の例として、3 月 10 日の発電及び充放電量の推移を図 4 に示す。充電はマイナスで示している。充電によって、受電電力の変動が抑制されており、適正に制御が行われていることが確認できる。また同じ時刻の発電量の内訳を図 5 に示す。途中で BDF 発電機の運転を停止している。太陽光に比較して、風力は変動が非常に大きい。蓄電池放電の鋭いピークは、エレベータの使用によるものである。複数の発電を組み合わせることによって、総発電量のピークが抑えられていることが分かる。

## 4. まとめ

- 1) 分散型電源マイクログリッドのプロトタイプを設計し、実際の大学構内に構築した。実証試験を行い、全ての機器装置は設計通りに稼働する事を確認した。
- 2) The Best Program に基づき、発電量と電力消費量の変動を考慮した分散型電源マイクログリッドの最適設計手法や制御方法の検討を行った。
- 3) 今後は、本設備の運用実績を蓄積するとともに、低コスト化や建築群・都市スケールへの応用、展開も視野に入れて検討を進めていきたい。

**謝辞：**分散型電源マイクログリッドシステムの設計・構築においては、富士電機システムズ（株）の各位に多大なるご協力を頂きました。また新潟工科大学の村上肇教授、小野寺正幸准教授、佐

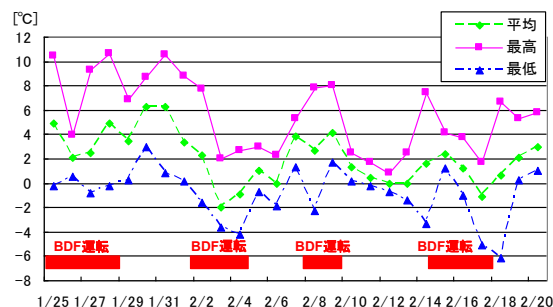


図 3 BDF 発電機の稼働状況と気温変化（1/25～2/20）

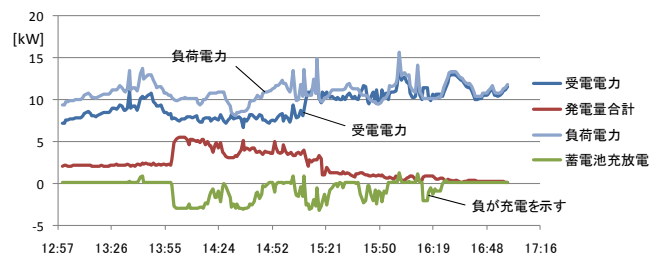


図 4 発電及び蓄電池の電力の推移の例

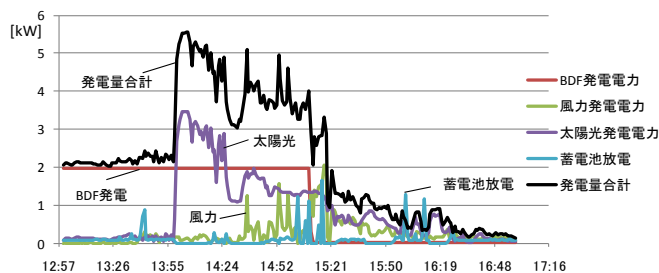


図 5 発電量の内訳の例

藤栄一准教授からは研究上、有益なご協力を頂きました。事業の遂行に際しては、(財)にいがた産業創造機構のご協力・ご支援を頂きました。記して謝意を表します。

- 注 1) 「新潟の自然と風土を活かした分散電源ネットワークと電気自動車コミュニティの構築」(管理法人：(財)にいがた産業創造機構)
- 注 2) バイオディーゼル燃料 (Bio-Diesel Fuel)。今回の実証事業で使用する BDF は、新潟工科大学と新潟産業大学の学生食堂及び柏崎市が回収している廃食用油を原料とし、市内事業者が精製したものである。

## 参考文献

- 1) 新エネルギー等地域集中導入技術ガイドブック, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2008
- 2) 石田武志 森 俊介, 都市街区内におけるマイクログリッド等の分散エネルギーネットワーク評価モデルの構築, エネルギー・資源, Vol. 29, No. 1, PP. 8-14, 2008
- 3) 小原伸哉, 数値気象情報による発電量予測を伴う太陽光発電-PEFC 複合マイクログリッドの運用計画, 空気調和・衛生工学会論文集, No. 154, PP. 31-40, 2010
- 4) 森野仁夫 沼田茂生 傳田 篤, 分散型電源によるマイクログリッドシステムの開発(その 1), 清水建設研究報告, 第 82 号, PP. 45-56, 2005
- 5) 沼田茂生 森野仁夫 下田英介, 清水建設マイクログリッド実証システムと需給制御技術の概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, PP. 1347-1348, 2006

\*開発技建株式会社 地域計画部 部長 博士(工学)

\*\*新潟工科大学建築学科 教授 博士(工学)

\*Director, Kaihatsu Giken Co., Ltd., Ph.D.

\*\*Professor, Niigata Institute of Technology, Ph.D.