

分散型電源を導入した小規模系統における給電手法の開発

愛知工業大学 工学部 電気学科 電気工学専攻／エコ電力研究センター 教授 雪田 和人

Professor Kazuto Yukita
Department of Electrical and Electronics Engineering / Eco-electric Power Research Center
Aichi Institute of Technology



1.はじめに

近年、地球温暖化や異常気象など地球環境問題が深刻になっており、国内だけでなく海外においても再生可能エネルギーによる発電技術に対する期待は、大きくなりつつある。しかし、太陽光発電や風力発電は、発電エネルギーを太陽光、風力に依存するため、出力変動が激しく、発電特性が安定しないなどといった問題がある。

また、電力を消費する需要家においても、高度通信技術(ICT)やデジタル家電、電気自動車(EV)、プラグインハイブリット車(PHV)などの普及に伴い、電力需要は増加傾向にあり、電力品質(周波数、電圧値、高調波)に関しても、これまで以上の厳しい要求がなされている。このような状況において、著者らも太陽光発電や風力発電などを用いた分散型電源を導入した給電システムの開発を実施してきた。

本稿では、分散型電源を導入した小規模系統における系統構成とその制御・運用手法についてご紹介する。

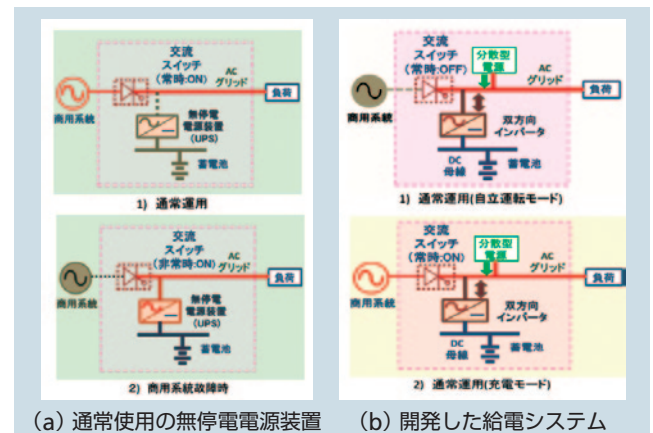
2.パラレルプロセッシング方式を用いた分散型電源の給電手法

無停電電源補償装置(UPS)に用いられているパラレルプロセッシング方式とは、常時は系統からの給電により負荷機器を動作させており、系統に瞬時電圧低下や停電が発生したとき、装置本体に接続されている蓄電池と変換器により、電力を負荷に給電するシステムである。この動作を第1図(a)に示す。

著者らは、この動作に着目し、パラレルプロセッシング方式無停電電源補償装置(P.P.UPS)の通常動作と反対の動作をさせ、常時、小規模系統において変換器と蓄電池で負荷に給電するシステムを、これまでに開発してきた。このときの制御分担としては、蓄電池と変換器により、小規模系統における電圧源とし電圧制御を実施している。一方、分散型電源は、最大負荷追従制御(MPPT)を実施しており、電流源とし電流制御を実施するものとした。この制御分担により本方式は、各分散電源の発電電力を逐次観測することなしに、システムを運用することができる。ここで、分散型電源は、得られる自然エネルギーにより出力変動するが、蓄電装置と変換器により需給調

整を実施している。このときの動作を第1図(b)に示す。

このシステムにおいては、蓄電装置におけるエネルギーが無くなった場合、電力系統と連系し蓄電装置を充電する必要がある。このため、連系運転—自立運転—連系運転などの運転モードの変更時において、無瞬断で運転モードの移行ができるといった特徴がある。しかし、系統連系運転時においては、蓄電装置の充電と小規模系統の負荷に給電を実施するため、連系運転と自立運転時において、系統からみると、負荷変動が大きい需要家であることになる。さらに、再生可能エネルギーを導入しても安定した電力供給ができるものの、蓄電装置への負担が大きく、蓄電池を用いた場合には、その劣化や寿命に関して大きな問題があった。



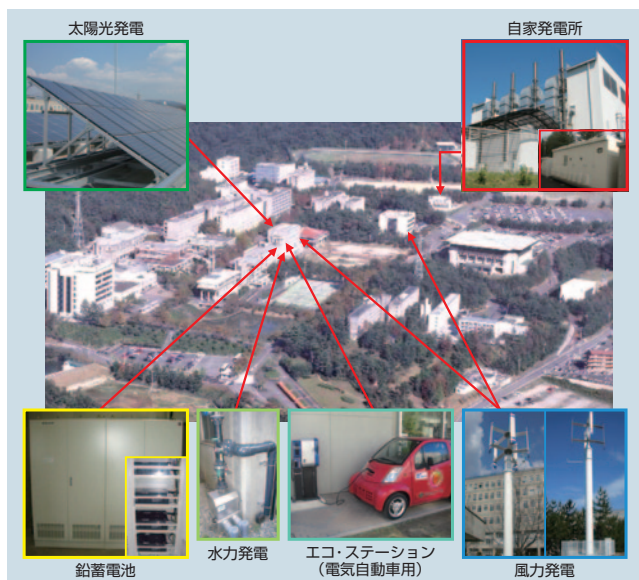
第1図 パラレルプロセッシング方式の説明

そこで、第1図(b)2)に示すように連系運転方式を改良し、常時ある一定量を系統から受電しつつ、逆潮流なしに、自地域で発電した電力を自地域で消費するシステムを開発した。この開発したシステムを愛知工業大学に構築した小規模系統にて実証実験を行っている。

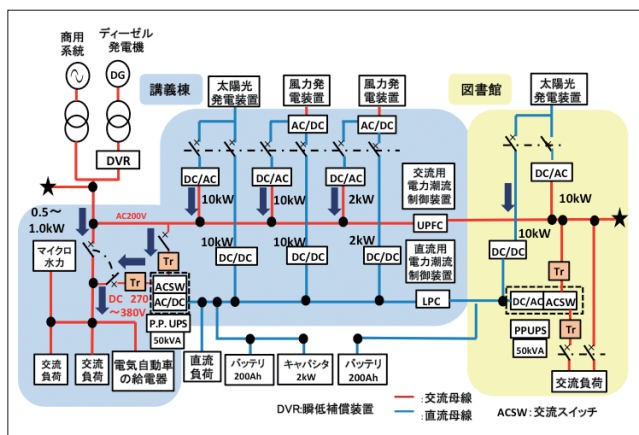
3. 愛知工業大学のマイクログリッド

第2図に愛知工業大学のシステム外観を示す。また、第3図に実証試験に用いたシステム構成図を示す。第2図と第3図に示すように、発電装置は、太陽光発電装置10kWを2式、風力発電装置10kWと2kW、ディーゼル

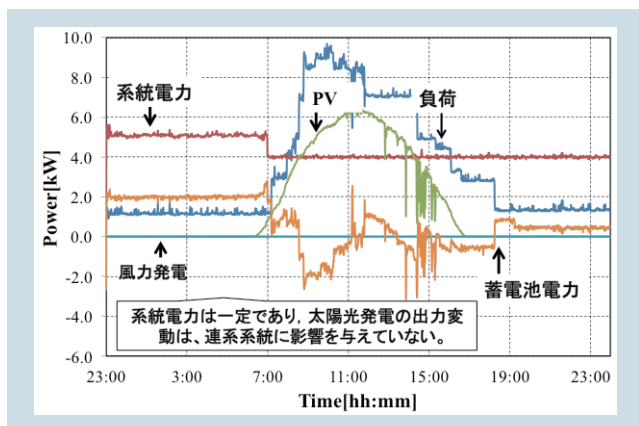
発電機460kVAを1台、マイクロ水力発電0.5kWを1台である。蓄電装置は、鉛蓄電池を約120kW、電気二重層コンデンサ2kWを導入している。さらに、EV用の給電装置を導入している。負荷として講義棟と図書館の負荷を用いている。このとき、講義棟と図書館における給電方式は、交流給電と直流給電のハイブリット給電にて、実施できる系統構成となっている。さらに、回生機能付き瞬時電圧低下補償装置(DVR)も導入している。



第2図 愛知工業大学実証試験システム外観



第3図 システム構成



第4図 電力特性

4. 実証試験結果

第4図に提案システムを用いて、電力供給を実施したときの電力特性を示す。系統からの一定受電量は、当日における太陽光発電と風力発電の発電量予測と負荷需要の予測により算出している。同図に示すように、23時から7時までは、約5.0kWで一定受電し、7時以降は4.0kWでの受電としている。太陽光発電は、7時ごろから16時ごろまで発電しており、14時から15時にかけて出力変動がみられた。負荷は、7時ごろから18時まで変動しており、19時以降は、ほぼ一定となっている。蓄電装置の出力特性は、正のとき充電、負のとき放電を示しており、24時間通じて発電量と需要の調整を実施していることがわかる。

これら特性から、太陽光発電、風力発電が導入された系統において、系統への影響を軽減するとともに、安定した電力給電が実施できていることが分かる。

5. まとめと今後の期待

本稿では、再生可能エネルギーによる発電技術の系統への導入に関して、問題となる出力変動と系統への連系時の安定問題を解決するための一提案法を紹介した。今回開発した手法は、分散型電源が系統に導入された際、地域に導入した蓄電装置により需給バランスを取っており、系統への影響(電力品質の低下、電圧変動など)を軽減できていることがわかる。また、蓄電装置に依存していた負荷変動の大きな変動分を系統に依存することにより、蓄電池の長寿命化が期待できる。

本稿でご紹介したシステムを原型として、平成22年に岐阜県次世代エネルギーパークの実証試験の一部に導入、平成23年に横浜市内の電気自動車給電システムに導入、平成24年に宮城県仙台市における小学校、市庁舎などの防災システムとして、市内16カ所に導入される予定である。

現在、再生可能エネルギーによる発電装置は、大きな期待がされているが、解決しなければならない問題や今後生じてくる新しい課題は、今後ますます表面化してくるものと思われる。そこで愛知工業大学エコ電力研究センターでは、八草キャンパスにスマートメータ、電力監視装置を導入し、電力需要の見える化やデマンドレスポンス機能に関して、様々な実証実験を行っている。そして、電力の安定供給に貢献するため、さらに高度な研究を実施していく予定である。

雪田 和人(ゆきた かずと)氏 略歴

1997年3月 東海大学大学院工学研究科博士課程後期修了
 1997年4月 愛知工業大学 助手、講師、助教授を経て
 2012年4月 同大学 教授。現在に至る。