

# マイクログリッド向け電力需給制御技術

## 自然エネルギー発電の出力変動を吸収する電力供給システム

太陽光や風力などの自然エネルギーを利用した発電システム(以下、自然エネルギー発電と略記)を導入しやすい電力供給システムとして、マイクログリッドと呼ばれる小規模な電力系統が検討されています。気象の変化による出力変動や、電力需要家の需要変動が生じると、マイクログリッドが接続する外部の電力系統の電圧や周波数が変動します。そのため、マイクログリッド内で自然エネルギー発電の出力変動や電力の需要変動を吸収する必要があります。

東芝は、マイクログリッドで生じる電力の変動をマイクログリッド内で吸収し、外部系統への影響を小さくすることができる電力需給制御技術を開発しました。

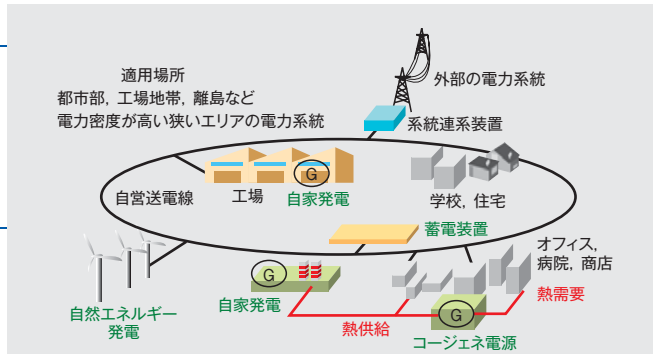


図1. マイクログリッドの概念 — 自然エネルギー発電を導入しやすい電力供給システムとして、マイクログリッドと呼ばれる小規模な電力系統が検討されています。

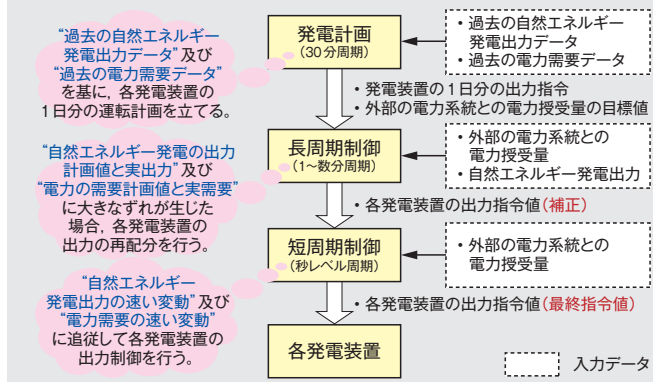


図2. マイクログリッド向け電力需給制御技術の概略構成 — マイクログリッド向けの電力需給制御技術は大別して、発電計画、長周期制御、及び短周期制御の三つの機能で構成されています。

### 自然エネルギー発電の普及のために

太陽光発電や風力発電などを導入しやすい電力供給システムとして検討されているマイクログリッド(図1)は、これらの自然エネルギー発電を多く含んだ場合、気象条件によって発電出力の変動が大きく、電力の需給バランスが崩れやすいという課題があります。

マイクログリッド内の電力の需給バランスが崩れると、外部の電力系統との電力のやり取りに変動が生じ、外部系統の電圧や周波数が変動します。そのため、自然エネルギー発電の導入が進むと、その出力変動をマイクログリッド内で吸収する必要があります。

東芝は、マイクログリッドで生じる電力の変動をマイクログリッド内で吸収し、外部系統への影響を小さくする

ことができる電力需給制御技術を開発しました。

### マイクログリッドの電力需給制御技術

マイクログリッド向け電力需給制御技術の概略構成を図2に示します。

この制御技術は大別して、発電計画、長周期制御、短周期制御の三つの機能で構成されています。

#### ●発電計画

過去の電力需要データや過去の自然エネルギー発電出力データを基にして、電力需要と熱需要に見合い、もともと経済的に発電するように、各発電装置の1日分の運転計画値を30分ごとに求めます。計画値は、電力需要、熱需要、及び各発電装置の出力制限などを制約条件として、最適化手法を用いて求めます。各発電装置は発電計画で求

めた計画値をベースに運転します。

#### ●長周期制御

自然エネルギー発電の出力計画値と実出力、及び電力需要の計画値と実需要に大きなずれが生じてきたときに、それらのずれを小さくするように発電装置の出力指令を制御(補正)します。この制御技術では、そのために、自然エネルギー発電の出力と電力の需要を予測する機能を設けました。過去数分間の実績値から1~数分程度先の発電出力と電力需要を予測します。計画値と予測値のずれ分を相殺する補正量を求めて、出力調整が可能な発電装置に補正量を配分します。補正量の配分は各発電装置の応答性や経済性を考慮し、最適化手法を用いて求めます。

#### ●短周期制御

外部系統との電力のやり取りの変動

表1. マイクログリッドの想定条件

項目	マイクログリッド想定条件
需要規模	最大電力需要 1,600 kW
	平均電力需要 980 kW
発電設備	ガスエンジン 1,165 kW (7機)
	燃料電池* 400 kW (200 kW×2機)
	自然エネルギー(太陽光) 160 kW

\*燃料電池は、一定出力運転を想定

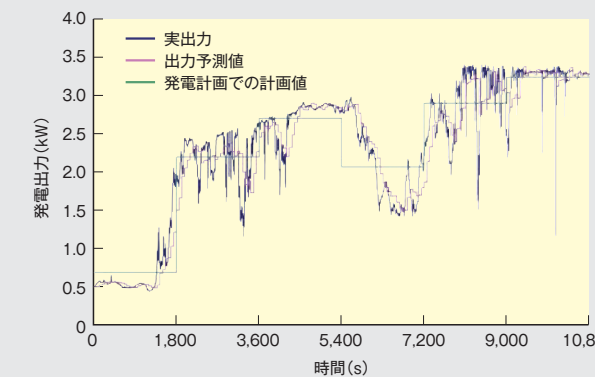


図3. 太陽光発電の実出力と予測値の計算機シミュレーション結果 — 変動が大きく急峻な部分を除き、よく予測できています。

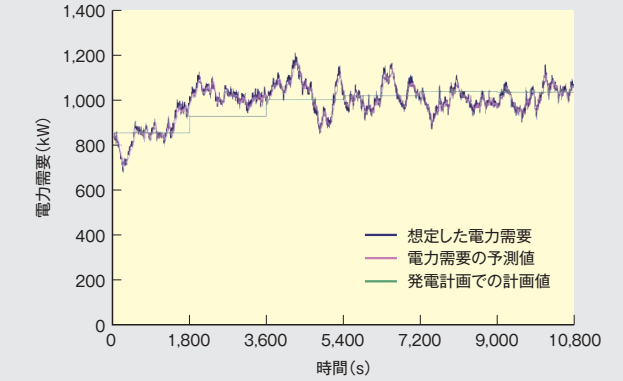


図4. 電力の実需要想定値と予測値の計算機シミュレーション結果 — 変動が大きき部分を除き、よく予測できています。

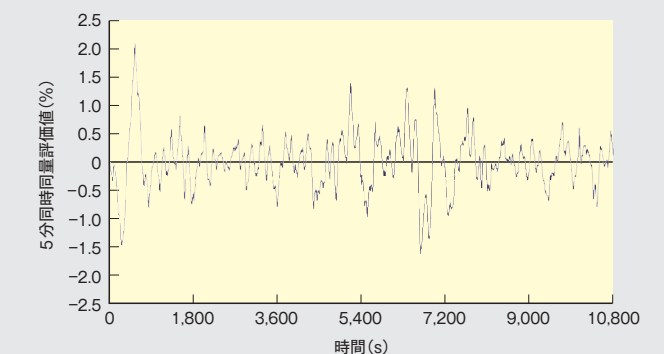


図5. 5分同時同量評価結果 — 5分同時同量評価値は±2.5%以内となっており、外部の電力系統への影響が非常に小さい結果となっています。

量を監視し、長周期制御では追従しきれない自然エネルギー発電の出力や電力需要の速い変動に追従するため、各発電装置の出力制御を数秒周期で行います。

### マイクログリッドの需給制御例

この制御技術の性能を、計算機シミュレーションで確認しました。想定したマイクログリッドの構成条件を表1に示します。発電設備としてガスエンジン、燃料電池、及び太陽光発電があり、太陽光発電の設備容量を電力需要量の15%程度と想定しました。

想定したマイクログリッドと、開発した電力需給制御技術のシミュレーションモデルを構築して、外部系統との電力のやり取りの変動量を評価しました。

太陽光発電の実出力と、電力需給制

御技術による太陽光発電の出力予測値のシミュレーション結果を図3に、また、想定した電力需要と、この制御技術による電力需要の予測値のシミュレーション結果を図4に示します。この結果から、変動が比較的大きく急峻(きゆうしゅん)な部分を除き、よく予測できていると判断されます。

外部系統との電力のやり取りの変動量を、次の評価式で評価した結果を図5に示します。

$$\text{5分同時同量評価値(\%)} = \frac{(\text{Pt} - \text{Pt}_{\text{ref}}) \text{の5分間移動平均値}}{\text{PLの5分間移動平均値}} \times 100$$

ここで、Ptは電力のやり取りの予測値、Pt<sub>ref</sub>は目標値、PLは想定した電力需要です。

シミュレーションの結果、5分同時同量評価値は±2.5%以内となりまし

た。電力取引で扱われている電力変動量の評価指標として、30分同時同量で3%以内という指標があります。5分同時同量評価でありながら3%を下回り、変動が非常に小さい結果となっています。

### 今後の展望

マイクログリッドを含む電力供給システムは社会にとって不可欠であり、環境に優しく、安定性が高くなければなりません。

当社は、自然エネルギー発電を含む環境に優しい電力供給システムの導入に貢献していきたいと考えています。

鳥羽 廣次

電力システム社  
電力・社会システム技術開発センター  
エネルギーソリューション開発部