

# 系統解析シミュレータ用 風力発電機モデルの開発

分散型電源が電力系統へ与える影響把握

## Development of a Wind Turbine Generator Model for Power System Simulators

In order to Understand the Effects of Dispersed Generators on Power Systems

(系統運用部 系統技術G)

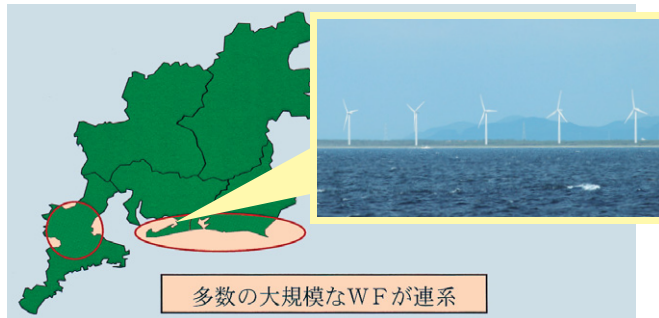
近年、国内外において地球環境問題への対応の高まりから、大規模な風力発電機群(ウィンドファーム：以下、WF)の開発が急速に増加してきている。今回WFが多数連系されることによる出力変動が電力系統へ与える影響を解析するために当社の系統解析(PSA)センターのアナログ型電力シミュレータへ風力発電機モデルを開発・導入した。

(Power Sysytem Engineering Group, Power System Operations Department)

In recent years, the development of large-scale wind farms (WFs) has been rapidly accelerating, due to increased awareness of global environment issues. Chubu Electric Power Co., Inc. has developed a wind turbine generator model and introduced it in the analog power simulator at its Power System Analysis (PSA) Center, in order to analyze the effects on power systems from output fluctuations of interconnected WF.

### 1 当社管内の風力発電の導入状況

当社管内は、2008年度には10万kWを越える風力発電が連系してきている。当社管内のWF設置状況の特徴は、風況の良い場所が限定されているため、特に三重県山間部や愛知県渥美半島、静岡県沿岸部へ集中して連系していることである。これらのWFは、特高系統の特定の送電線に集中して連系することが多い。



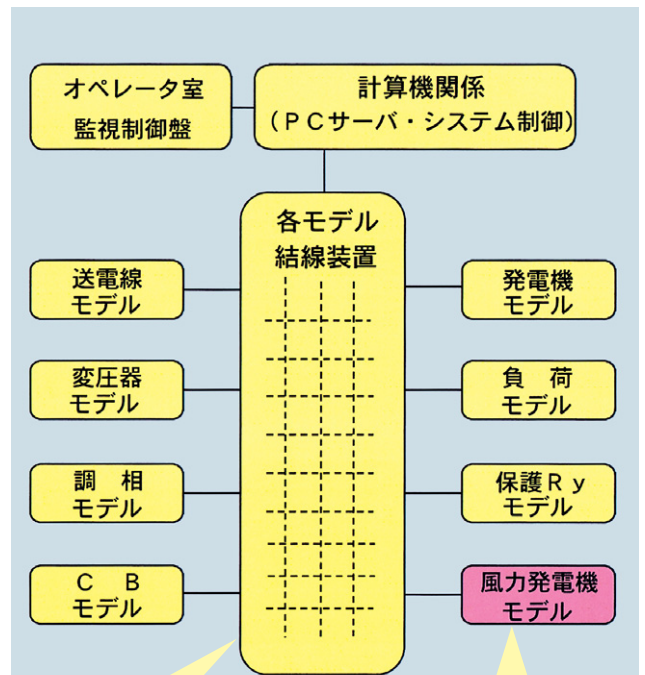
第1図 当社管内のウィンドファーム導入エリア

### 2 風力発電機モデルの概要

#### (1) アナログ型電力シミュレータとは

当社保有のアナログ型電力シミュレータは、実系統の発電機・送電線・負荷などの電力機器を抵抗やコイル電子機器などを用いて縮小モデル化したものであり

当社の基幹系統を模擬可能な系統解析シミュレータである。この装置は、電力系統の安定運用を目的に、平成4年(1992年)に設置され、これまでに点検期間を除き100%近い稼働率で系統解析を行ってきており、多数の電力系統の安定運用に貢献してきている。



第2図 アナログ型電力シミュレータ システム構成図

## (2) 風力発電機モデルの特徴

### ① 発電機模擬

- ・1モデルあたり5基分の風力発電機を模擬可能
- ・2セットのモデルで2箇所WFを模擬可能

### ② 発電機種類

- ・かご型・セルビウス・永久磁石の3種類を模擬可能

### ③ 保護リレー

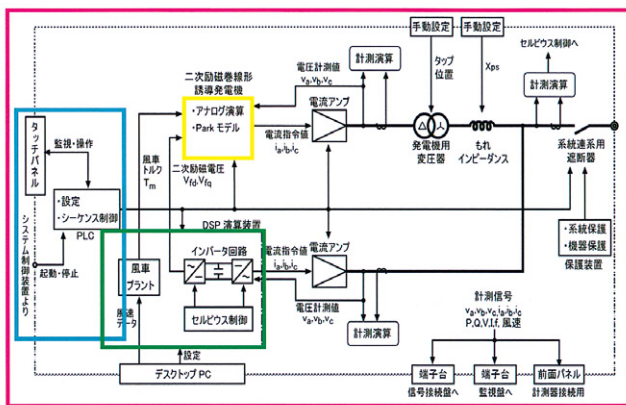
- ・系統連系規定に基づいた保護リレーを模擬可能

### ④ 制御系

- ・MATLAB SIMLINKを用い、あらゆるタイプの風力発電機の制御ブロックや定数に適用可能(一部改良必要)

## (3) 風力発電機モデルの主な構成

- ① **基本定格** アナログ型電力シミュレータの定格(電圧50V、電流62.5mA)に準拠し、容量は、77kV系統の場合、20MW程度、6.6kV系統の場合、1MW程度まで模擬可能である。
- ② **発電機部** アナログ・デジタル演算を併用し、発電機特性表現は、Parkモデルを使用している。
- ③ **インバータ回路、風車プラント部** DSP演算装置を用い、87.7 $\mu$ s周期の高速演算を行っている。
- ④ **発電機定数設定や起動・停止** PLC(シーケンサ)を用い、5ms周期の演算を行っている。

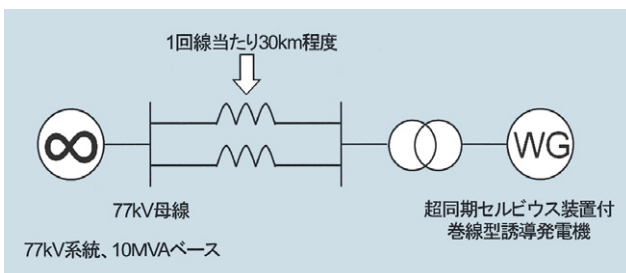


第3図 風力発電機モデルのシステム構成図

## 3 モデル検証試験

### (1) 試験目的

実機相当の風力発電機を模擬し、風力発電機モデルの基本的な精度等を確認する。



第4図 モデル検証試験で使用した模擬系統

第1表 モデル検証試験で使用した条件

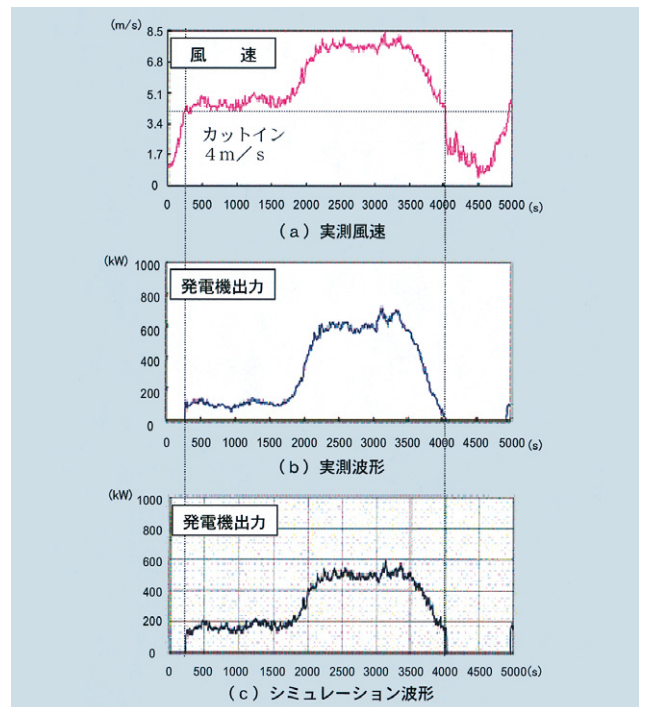
項目	設定値
発電機出力	2,000 kW
風速データ	実測値
定格風速	17 m/s
カットイン風速	4 m/s
カットアウト風速	25 m/s

### (2) 試験条件

試験系統は、風力発電機が連系している当社77kV系統を一機無限大系統として模擬した。また、風力発電機の機器定数は実機の定数を用いており、シミュレーション時間は実測データに合わせるため5,000秒(約1時間20分)とした。

### (3) 試験結果

第5図(a)(b)は実測データの風速、発電機出力の波形であり、第5図(c)は実測データの風速を風力発電機モデルへ入力し、アナログ型電力シミュレータにおいてシミュレーションした結果である。両者を比較すると発電機出力の波形は概ね一致した。



第5図 実測とシミュレーションの波形比較

## 4 まとめ

風力発電機(WF)が電力系統へ与える影響を解析可能なモデルとして、基本的な精度を確認できた。なおこの他に当社管内の特高系統に複数のWFを連系したケースや配電線に出力の大きい風力発電機を連系したケースの解析も試みている。

今年度は、太陽光発電モデルもを導入する予定であり、今後、分散型電源全体が電力系統へ与える影響を把握していきたいと考えている。



執筆者/ 薬丸幸仁