

重点課題 - 次世代電力需給基盤の構築

太陽光発電大量導入時の系統セキュリティ評価

背景・目的

太陽光発電(PV)をはじめとする再生可能エネルギー(再エネ)大量導入のもとでの系統セキュリティ(系統安定度、周波数、電圧安定性など)の確保は重要な課題である。

本課題では、PVに用いられるパワーコン

ディショナ(PCS)などのY法*1シミュレーション用モデルを開発・改良し、PV大量導入時の系統事故時の系統セキュリティを評価することにより、電力系統の安定運用に資する。

主な成果

1 系統事故時の安定度解析に向けたY法シミュレーション用PVモデルの改良

住宅用PVが大量に連系された場合の安定度解析の精度向上のため、PV用PCSのリレー応動を单相毎に模擬可能なY法シミュレーション用PVモデルを、PCS停止後の復帰特性や不足電圧リレー判定後のリレー再動作機能などについて改良した。さらに、系統事故発生時の系統動揺の際にPVから出力される有効電流

の過渡的な応動の模擬精度を向上させるため、PCSの有効電流リミッタを、定格電流の超過の有無に応じて変化させるように改良した。これらの改良より、PVの運転状態や導入地点などの系統条件に応じた、より精度の高い安定度解析が可能となる。

2 PV用PCSの周波数フィードバック機能が系統安定度に及ぼす影響評価

住宅用PVのPCSには単独運転検出リレーが備わっており、日本電気工業会規格では、その標準方式としてステップ注入付周波数フィードバック方式を定めていることから、今後、本方式を採用するPCSが増加することが予想される。本方式は、周波数偏差に応じたフィードバック機能により無効電力を出力するもので、この応動が系統安定度に及ぼす影響を評価するため、電力系統シミュレ

ータにおいて実機試験を行った(図1)。その結果、PCSから出力される無効電力変動の位相はPCS内部における周波数偏差の演算方法に起因するものであり、系統事故時の動揺周期が長いほど、検出した周波数変動の逆相に対して無効電力変動の位相が進むこと、その位相進みが小さい場合は系統安定度が低下し、位相進みが大きい場合は系統安定度が向上することを確認した(図2)。

3 各種系統条件が基幹系統の系統安定度に及ぼす影響評価

再エネ大量導入時の系統事故が基幹系統の系統安定度に及ぼす影響は、発電機や再エネの運転状態、導入地点、系統事故時の再エネ脱落の有無などの系統条件によって大きく異なるため、その影響把握が困難となっている。そこで、実系統データを用いた安定度解析結果から得た知見を活用し、再エネ大量導入時の各種系統条件が系統安定度に及ぼす基本的な影響を取りまとめた(図3)。実系統では、66kV以下の電圧階級に多くの負荷お

よび再エネが接続されていることから、500kV送電線で連系した各電力会社の系統を簡易模擬するモデル*2に下位系統モデルを追加し、各種系統条件の影響を確認・整理した。さらに、同系統モデルを用いた再エネ大量導入シナリオ(表1)を設定し、各種系統条件が複雑に影響する場合でも、系統安定度に及ぼす影響とその要因を把握することが容易となることを示した(図4)[R14013]。

*1 当所開発の電力系統動特性解析プログラム。我が国の全電力会社において使用されている。

*2 電気学会 WEST10 機系統モデル。

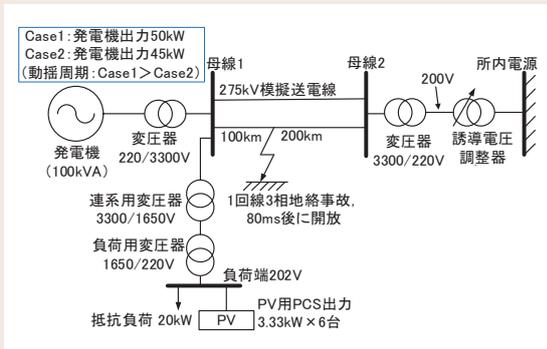


図1 電力システムシミュレータ試験システム

動揺周期の異なる発電機出力50kWまたは45kWのそれぞれのケースにおいて、PCSの周波数フィードバック機能をONまたはOFFとして系統安定度への影響を比較した。

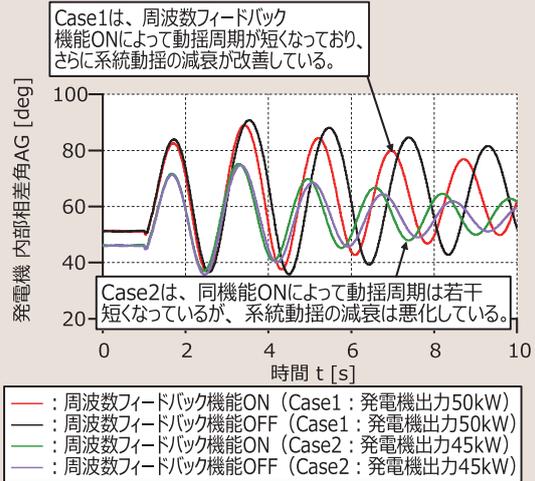


図2 電力システムシミュレータ試験結果

発電機出力が大きいほど系統事故時の動揺周期が長くなり、PV用PCSから出力される無効電力変動の位相は進む傾向となる。この位相進みが大きい場合は系統安定度が向上した。

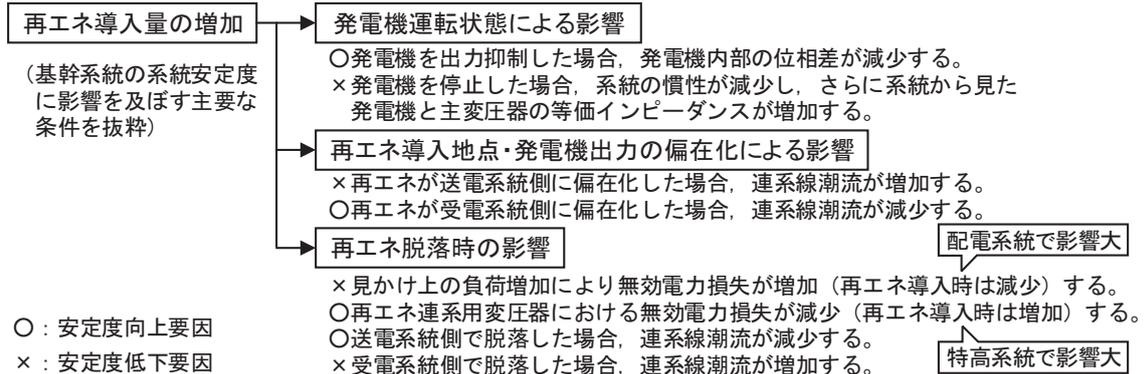


図3 各種系統条件が基幹系統の系統安定度に及ぼす影響

表1 モデルシステムにおける再エネ大量導入シナリオ

ベース断面	電気学会WEST10機系統 オフピーク断面
再エネ出力合計	導入前: 同期発電機容量合計72GVA PV 0 GW, 風力発電(WT) 0 GW
	中間導入: 同期発電機容量合計70.83GVA ^{*1} PV 11.25 GW, WT 2.81 GW
	最終導入: 同期発電機容量合計55.56GVA PV 21.30 GW, WT 5.33 GW
発電機最低負荷	発電定格の40%
停止させる発電機容量の上限	再エネ導入前の50% ^{*2}
事故条件	WEST10機系統の変電所間の500kV送電線(LINE40)の中間地点における1回線3相地絡事故、70ms後に開放
PVとWTの脱落	・無し ・有り(事故点近傍で2割を脱落)

*1 中間導入時は、ほとんど発電機を停止させていない。
*2 停止させる発電機容量の上限を超えて再エネが導入された場合は、余剰分をWEST10機系統の発電機(G10)方向に送るために連系線潮流を増加させた。

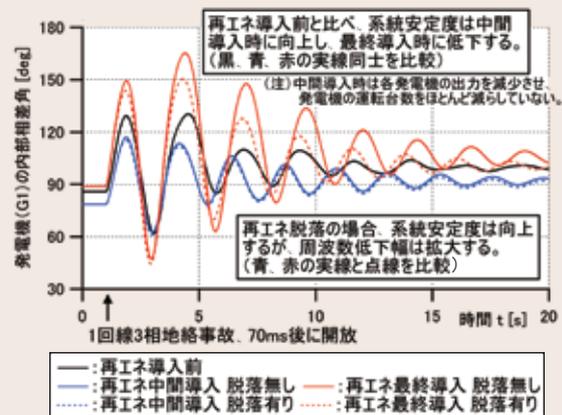


図4 再エネ大量導入シナリオにおける系統安定度への影響評価例

図3に示した影響を考慮することで、各種系統条件が系統安定度へ及ぼす影響と、その主要因を把握することが容易となる。