

重点(プロジェクト)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

今後予想される太陽光発電(PV)をはじめとする分散形電源大量導入のもとでの系統事故時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。これまでPV大量導入時の系統事故が系統セキュリティに及ぼす影響の検討はほとんどなされておらず、影響評価、安定化対策

の開発・実証が重要な課題となっている。

本課題では、実験的な検証により系統事故時のPV用パワーコンディショナ(PCS)の特性を解明するとともにシミュレーション解析用モデルを開発し、事故時を含めた系統セキュリティの評価を行い、系統セキュリティ維持技術の確立に資する。

主な成果

1 シミュレーション解析用PVモデルの利便性向上

当所電力系統シミュレータにおける住宅用PV用PCSの特性把握のための実機試験から、系統事故時のPCSの一時的な停止には、インバータの制御系のみならず、単独運転検出リレーが大きく関わっていることが明らかとなったため、これまでに各種の単独運転検出方式

を模擬したY法^{*1}シミュレーション用PVモデルを開発してきた。今般、PV大量導入が系統セキュリティに及ぼす影響の効率的評価に資するため、代表的な3種類のPVモデル(表1)を標準モデルとしてY法へ組み込み、Y法ユーザの利便性を向上させた。

2 能動的単独運転検出機能の応動によるPCSの無効電力振動現象の発生条件の実験的抽出

これまでの電力系統シミュレータにおける一部の試験において、PV用PCS^{*2}の能動的単独運転検出機能の応動に起因してPCSの無効電力が周期的に変動する現象(周期0.1秒程度)が観察された。この現象の発生条件を調べるため、負荷端にPCSと抵抗負荷を連系し(図1)、275kVおよび66kV模擬送電線の距離とPV連系容量をパラメータとして変化させ、系統に外乱を加える(ここでは抵抗

負荷の開閉)試験を実施した。その結果、送電線の距離が長く負荷端の電圧が変動し易い(短絡容量が小さい)試験条件、また、PVの連系容量が大きい試験条件において^{*3}、この現象が発生する傾向があることを確認した(図2)。今後、この現象の詳細な発生条件、実系統における発生可能性等について検討を進める。

3 再生可能エネルギー発電の大量導入が系統安定度へ及ぼす影響の評価

太陽光発電および風力発電が大量導入された場合の系統安定度へ及ぼす影響を評価するため、実規模の様々な系統モデル(図3)においてY法シミュレーションを実施した。その結果、再生可能エネルギー発電の導入量・導入位置、系統の潮流条件・事故条件等により

系統安定度へ及ぼす影響が異なることを示した。なお、これらの影響は対象系統の特性にも大きく依存するため、今後標準的な系統モデルにおいても解析を行い、系統特性との関係も含めて系統安定度へ及ぼす影響について整理する。

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

*2 電力系統シミュレータに設置されているステップ注入付周波数フィードバック方式の単独運転検出方式(能動的方式)を具備する住宅用PV用PCS。

*3 ここでの試験では、短絡容量比(負荷端の短絡容量/PV連系容量)がある値以下となると、この振動現象が生じる傾向となった。なお、PCSのメーカー・機種などによって、このしきい値は異なるものと推察される。また短絡容量比以外の要因も発生条件に関与している可能性がある。

表1 PV標準モデル(3種類の単独運転検出方式を選択可能)

モデル1	ステップ注入付周波数フィードバック方式(能動的方式)、周波数変化率検出方式(受動的方式)
モデル2	周波数シフト方式(能動的方式)、電圧位相跳躍検出方式(受動的方式)
モデル3	無効電力変動方式(能動的方式)、電圧位相跳躍検出方式(受動的方式)

(注)モデル定数については、典型的な値をデフォルトの値として設定した。

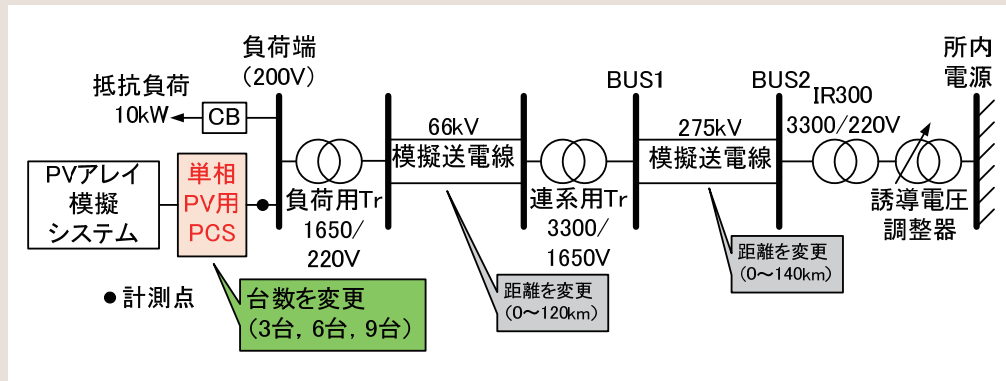
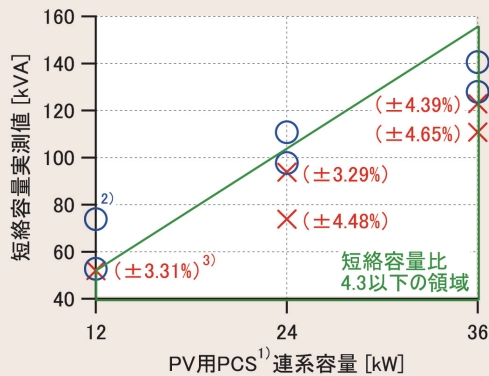


図1 電力システムシミュレータ試験システム(抵抗負荷10kW開閉試験)



【注】

- 1) PV用PCS: 定格出力 4kW, $\pm 1\text{kVar}$ /台
- 2) x: 無効電力の振動が発生した
o: 発生しなかった
- 3) 括弧内はPV用PCSが無効電力を1台あたり $\pm 1\text{kVar}$ 出力したときの自端電圧変動幅

PCSの連系容量が大きいほど、また、短絡容量が小さいほど、能動的単独運転検出機能の応動による無効電力の振動が発生しやすい傾向が見られた。ただし、メーカー・機種によって能動的単独運転検出の制御パラメータは異なるため、本現象が発生する短絡容量比も異なると推察される。

図2 電力システムシミュレータにおいてPCSの無効電力振動が発生した試験条件(短絡容量比)

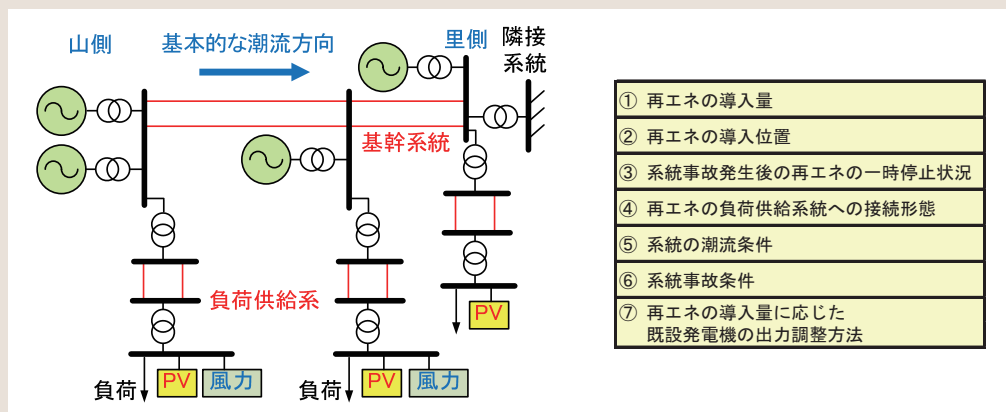


図3 大規模システムイメージ図と系統安定度に影響するパラメータ

再エネの導入量・位置(山側、里側等)により、潮流に及ぼす影響が異なるため、系統安定度に及ぼす影響も異なる。上表に示す他の条件もそれぞれ系統安定度に影響を及ぼす。