

重点課題 - 次世代電力需給基盤の構築

次世代電力需給協調システムの開発

背景・目的

太陽光発電(PV)を中心とした再生可能エネルギーへの期待が高まっており、電力システムへの大量導入が見込まれている。このため、再生可能エネルギーの有効利用と大量導入時のシステムの電力品質、安全性、および安定性の維持を効率よく低コストで実現するための技術開発が求められている。

本課題では、電圧変動の抑制や事故時の保護協調等の配電線レベルでの基本技術を確認すると共に、分散形電源の有効活用技術を含めた需要サイドと供給サイドの連携による電力需給協調システム技術を開発する。

主な成果

1 二次送電システム事故時の単独運転防止技術の開発

PVの導入拡大により、配電システムのみならず、上位の二次送電システム(66kV)において事故が発生した場合に発生する可能性のある広範囲での単独運転*1を防止する技術の確立が必要である。そこで、広範囲での単独運転を想定し、回転型分散形電源(SG)が混在する条件でのPV用パワーコンディショナ(PCS)の単独運転検出特性*2を実証試験した。

その結果、SGが混在すると、PCSの単独運

転検出時間が伸びること、規定時間(3秒)内での検出の可能性は、SG容量に対するPCS容量が大きいほど、またSGとPCSの電氣的距離が長いほど高まることを明らかにした(図1)。さらに、PCSのXTAP*3用瞬時値モデルを開発し、PCSが単独運転検出を可能とする条件をシミュレーションにより明らかにした(表1)

[R12020]。

2 配電線三相不平衡化の電圧管理への影響評価と対策技術の開発

PVに加え、ヒートポンプ式給湯機等の大容量単相機器の導入拡大により、高圧配電線の三相不平衡が増大し電圧管理が難しくなることが懸念されている。このため、当所既開発の不平衡解析プログラムに配電線電圧調整器(SVR)モデルを追加し、配電線電圧管理上の問題点と、有効なSVR制御方式をシミュレーション解析した。

その結果、従来のSVR制御方式では監視する相によって配電線電圧が適正範囲から逸脱したり、逆潮流を誤判定する場合のあることを確認した(図2)。対策として、三相合計の有効潮流と無効潮流から逆潮流を判定し制御モードを切り替える方式、等を提案し、有効性をシミュレーションにより確認した(図3、表2) [R12021]。

3 太陽光発電出力変化に応じた新しいPCS無効電力制御方式の開発

配電線へのPV導入量が増えると、電圧変動の抑制のために、応答速度の速い高コストの電圧制御機器(SVC)の必要容量が増大する可能性がある。そこで、SVRと協調してSVCの必要容量を低減するPV用PCSの新しい無効電力制御方式として、PCS出力の時間変化率に応じて無効電力を変化させる方式を考案

し、標準的な住宅地域配電システムモデルを用いたシミュレーションにより有効性を評価した。

その結果、考案方式によるSVC容量低減効果は、PV用PCSの力率一定制御方式で力率を0.97にする場合と同程度となるが(図4)、力率一定制御と比較して配電線路損失を小さくできることを明らかにした(図5) [R12012]。

*1 複数の6kV配電線を含むエリアでの単独運転のこと。

*2 2011年に新たに規格化された高速性と非干渉性を持つ単独運転検出能動的方式「ステップ注入付周波数フィードバック方式」の検出特性のこと。

*3 当所開発の瞬時値解析プログラム。

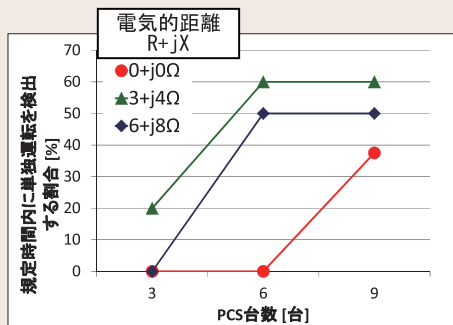


図1 PCS容量／SG容量、電気的距離、単独運転検出頻度の関係

電気的距離が大きく、PCS台数が多い場合と規定時間（3秒）以内にPCSが単独運転を検出する可能性が高くなる。（SG容量:150kW、無効電力変動方式、PCS容量:4kW／台、新型能動的方式）

表1 PCS容量／SG容量、電気的距離、単独運転検出特性

（SG容量:2MW、能動信号なし、PCS:新型能動的方式）規定時間（3秒）以内にPCSが単独運転を検出するためには、最小でPCS容量／SG容量=0.3（600kW）の新型能動的方式を具備したPCSの導入が必要となる。

電気的距離 [Ω]	0+j0	1+j1	3+j4	6+j8
PCS容量／SG容量				
0	×	×	×	×
0.3	×	×	○	○
0.4	○	○	○	○
0.6	○	○	○	○

表2 現状の制御方式と対策方式のPV導入率による比較

（PV導入率 = PV設備総容量／回線容量）

現状方式では、PV導入可能性が20%以下であるのに対し、対策方式では、60%まで可能である。

制御方式	PV導入可能率	
現状方式	監視相AB	20%以下
	監視相BC	20%以下
	監視相CA	20%以下
対策方式	60%	

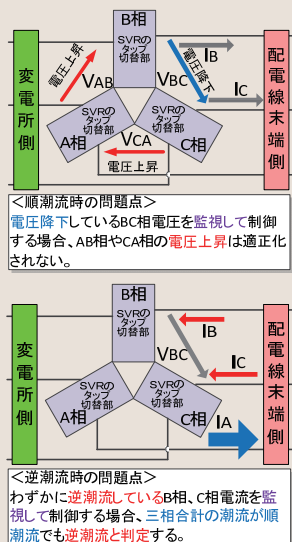


図2 現状のSVR制御方式の問題点

上図はSVR部が順潮流時の問題点、下図は逆潮流時の問題点をそれぞれ示す。

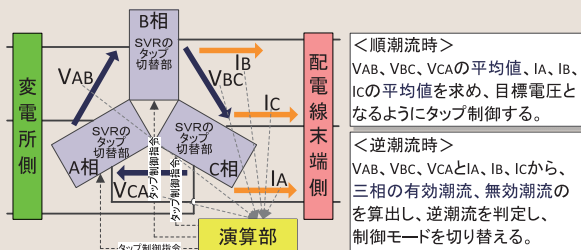


図3 不平衡対策制御方式

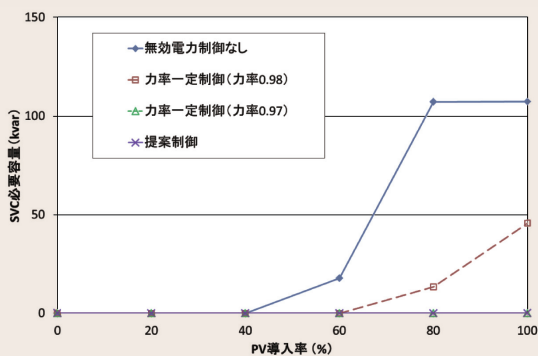


図4 SVC容量低減効果

（住宅地域配電線（約4km）の場合）提案方式により、力率一定制御方式で力率0.97にする場合と同程度の効果が得られる。

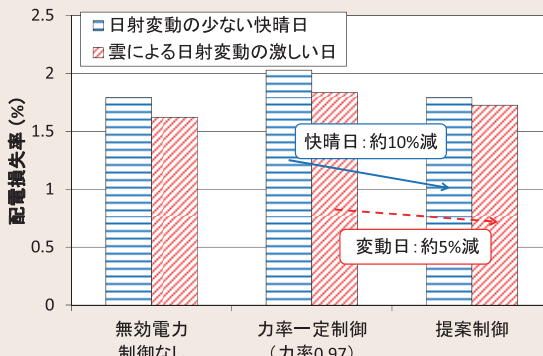


図5 配電線路損失への影響

PV導入率100%の場合の結果。提案方式の配電損失率は、力率一定制御方式と比較して、快晴日で約10%、PV出力変動日で約5%低減される。