

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技術が

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などの配電線レベルでの基本技術を確立すると共に、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・協調を実現する技術を開発する。

主な成果

1 二次送電システム事故時の単独運転検出特性の評価

PVの導入拡大により、二次送電系統(66kV)の事故時に発生する可能性のある広範囲での単独運転(図1)を防止する技術の確立が必要であり、2012年度は実験および解析により典型的な系統による単独運転特性を明らかにした[R12020]。2013年度は、さらに、電力会社の種々の運用形態(系統構成・事故時運用・接地形態等)を勘案し、配電塔を想定した非接地系統の場合や、事故時の遮断器開放位置および開放時間が異なる場合の特性を実験と解析*により評価した。

その結果、抵抗接地系統に比べ非接地系統の方が単独運転を早く検出できる傾向があること、送電線の遮断器(図1のA点)開放と同時に地絡過電圧リレー(OVG、図1のB点)の動作で事故点が消失する場合は検出に時間を要すること、および送電線の遮断器開放時間は開放後の検出時間にほとんど影響しないことを明らかにした(表1)[R13025]。これらの成果を踏まえて、電力会社の設備・運用形態、分散形電源の導入形態に応じた単独運転防止のための設備対策・運用対策の検討を進める。

2 配電線三相不平衡化の是正制御方式の開発

PVやヒートポンプ式給湯機など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。この対策として、配電線電圧制御装置として利用が考えられているSTATCOMを対象に、三相の電圧を独立に制御する不平衡是正制御方式を考案し、

有効性を解析により評価した。

その結果、考案したSTATCOM電圧制御によりPV導入増加に伴う電圧不平衡率の増大を防止でき(図2(a))、PV導入率40%以上において電圧逸脱地点数および時間を大きく低減できることを明らかにした(図2(b))[R13024]。

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、PV出力の時間変化率に応じてパワーコンディショナ(PCS)の無効電力を変化させ、配電線電圧調整器(SVR)の動作を補完してSVCの必要容量を低減する制御方式を考案している[R12012]。

考案方式は、配電用変電所の負荷時タップ切替変圧器(LRT)の制御を補完することも期

待できるため、シミュレーションにより有効性を評価した。その結果、考案したPV用PCS無効電力制御方式は変電所LRTの制御も補完することが可能であり、SVR・LRTの両制御を補完することによりSVC必要容量を一層低減できることを明らかにした(図3)[R13019]。なお、PV用PCSを力率一定制御させた場合も同様の効果が得られるが、考案方式は配電線路損失への影響が小さいという点で有利である。

* 実験は赤城試験センター需要地系統実験設備で実施。解析は当所開発のXTAPによる瞬時値シミュレーションによるもの。

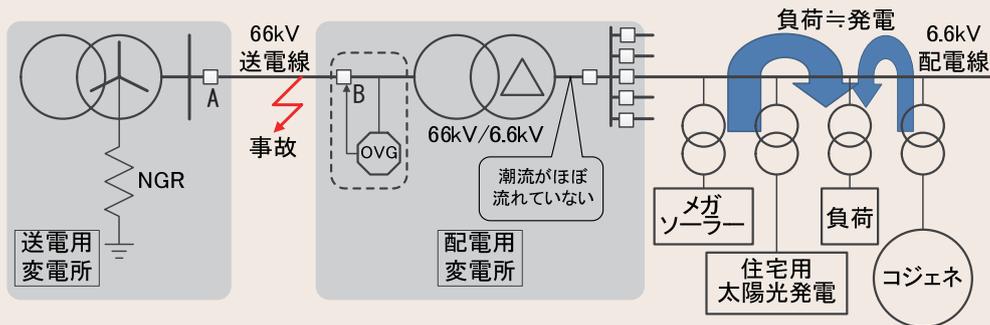


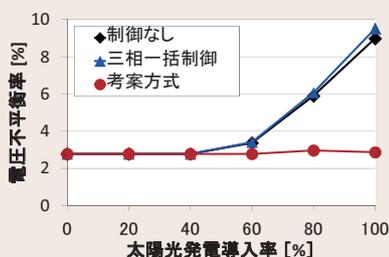
図1 単独運転発生時の送電用変電所以下の系統状態

66kV送電線において事故が発生し、A点の遮断器開放またはA点と同時にB点の遮断器を開放した場合に、配電用変電所以下の負荷と分散形電源の出力がバランスしていると、複数の6.6kV配電線を含む広範囲での単独運転が発生する可能性がある。

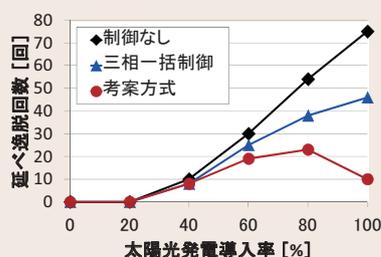
表1 系統構成・事故時運用の違いによる単独運転検出時間への影響(シミュレーション結果)

コジェネ等同期発電機(2MW)、PV用PCS(600kW、新型能動的方式装備)の混在時において66kV系統で一線地絡事故を発生させた場合の結果。単独運転検出時間は、接地形態によらず、送電線の遮断器開放と同時に事故点が消去する場合に延び、また事故発生からの送電線遮断時間には依存しない。さらに、事故点が残る場合は非接地系統の方が早く単独運転を検出する。

(a) 抵抗接地系統				(b) 非接地系統					
中性点接地方式: 200A 抵抗接地		送電線遮断器開放時間 [sec]			中性点接地方式: 非接地 (配電塔)		送電線遮断器開放時間 [sec]		
		0.5	1.0	2.0			0.5	1.0	2.0
単独運転検出時間 [sec]	事故点が残る場合	0.856	0.856	0.856	0.327	0.326	0.327	0.327	
	事故点が消失する場合 (A点とB点同時に開放)	3秒以上	3秒以上	3秒以上	3秒以上	3秒以上	3秒以上	3秒以上	



(a) 電圧不平衡率

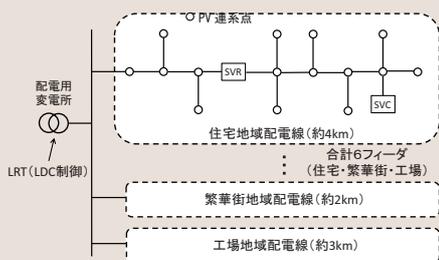


(b) 一日の延べ電圧逸脱回数*2

図2 太陽光発電導入率*1に対する三相一括制御と提案方式の比較

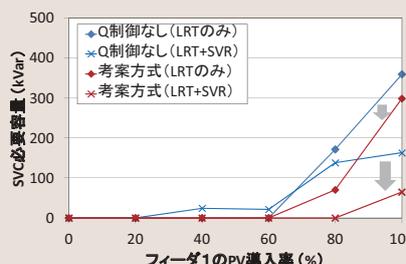
*1 太陽光発電導入率 = PV設備総容量 / 回線容量

*2 一日の延べ電圧逸脱回数 = $\sum_{i=1}^{24} n_i$ (n_i : 単位時間 (=1時間) 当たりの電圧逸脱地点数)



(a) シミュレーションの配電系統モデル

変電所LRTやSVRを含めた配電系統バンクを模擬し、6フィーダ(住宅地域・繁華街地域・工場地域)で構成。PVは全フィーダに導入。



(b) SVC必要容量低減効果(LRT、SVRを補完)

住宅地域配電線1フィーダにおけるPV導入率とSVC必要容量との関係を示す。

図3 提案方式によるSVC必要容量低減効果