

## 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安定性(系統安定度、周波数、電圧安定性等)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安定性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、実験的な検証による系統事故時のPV用パワーコンディショナ(PCS)の特性解明とシミュレーション解析用モデルの開発により、事故時を含め系統安定性を確保するためのセキュリティ維持技術の確立に資する。

## 主な成果

## 1 PV大量導入時における電力系統への基本的な影響の実験的検証

従来の発電機とは系統事故時の挙動が異なるPVが大量導入された場合の基本的な影響を電力系統シミュレータで実験的に検証した(図1)。

その結果、発電機1と発電機2のみが連系された場合に比べ、発電機2と同出力のPV(新形PCS\*1)が導入されたことにより発電機2が停止した場合の、発電機1の限界送電電力(安定に送電できる電力)は約2/3に低下するこ

とがわかった。2回線の送電線のうち1回線が開放された時、発電機2が連系されている場合には発電機1の動揺は収束するが、PVが接続されている場合には発電機1の動揺が発散し、不安定になっている(図2)。

また、275kVおよび66kV模擬送電線の長さ、PCSの台数、系統事故種別(1回線開放または3相地絡事故)等によりPCSが一時的に停止するケースがあることもわかった。

## 2 Y法シミュレーションによる系統事故等におけるPVの応答分析

系統事故時のPVの応答の把握に重要となる、①単独運転検出リレー(各種能動的方式)、②直流制御系、③機器保護、系統保護リレー、④PV制御系(不平衡事故対応他)、⑤電圧上昇抑制機能、を既開発のY法\*2シミュレーション用PVモデルに追加した(表1)。

このモデルを用いたY法シミュレーションにより、66kV系統にて単独系統が形成された場合に、感電、機器の損傷等を引き起こすおそれのある単独運転状態をPVが判定する能力、PVが停止する様相を明らかにした(図3) [R12015][R12016]。

66kV系統に同期発電機がない場合には

単独運転を検出できる。しかし、66kV系統に同期発電機がある場合には、発電機が系統内の電圧を維持するため、条件によっては単独運転を検出できない場合がある。

三相短絡事故(3LS)の場合、主として単独運転検出リレーにより、事故発生から0.17秒以内にPVが停止した。一相地絡事故(1LG)の場合にも、主として単独運転検出リレーによりPVが停止したが、PVの導入量が少なく、単独系統へ移行する直前の系統内における発電量と負荷量が同じ大きさの場合、PV停止までの時間が長びく場合があった。

\*1 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」を具備したPCS。

\*2 当所が開発した電力系統動特性解析プログラム。日本の全電力会社において利用されている。

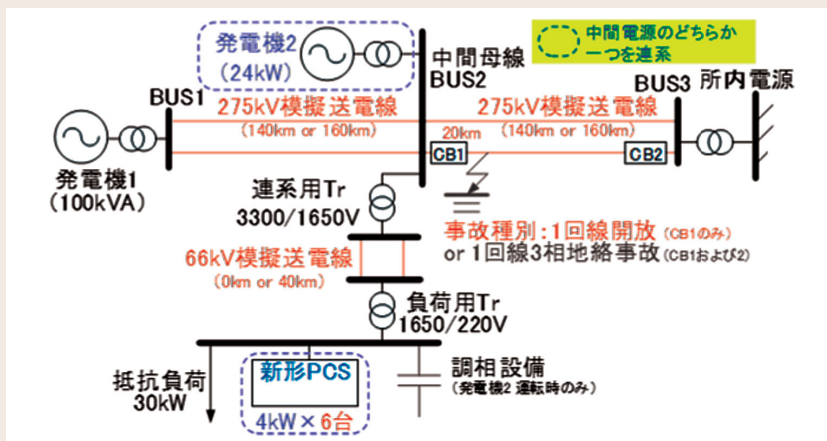


図1 電力システムシミュレータにおけるPV大量導入が電力システムへ与える影響評価試験システム

発電機1と発電機2のみが連系されている場合(PV導入前)と、発電機1とPV(新形PCS)のみが連系されている場合(PV大量導入後)について、275kV模擬送電線を1回線開放した場合の発電機1から安定に送電できる電力(限界送電電力)の大きさを比較した。また、送電線の長さ、PCSの台数等、各種条件を変更してPV大量導入の電力システムへの影響を実験的に評価した。

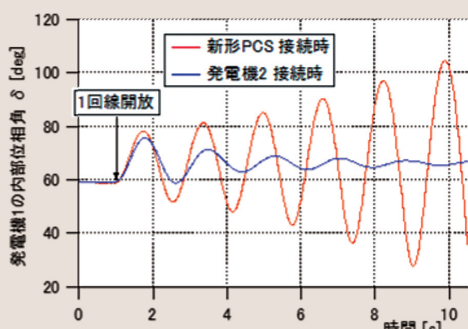


図2 PV大量導入時に電力システムが不安定になる電力システムシミュレータ試験結果(例)

発電機1の有効電力出力が54kWの時の試験結果例。発電機2が接続されている時は、発電機1の動揺が安定に収束し、PV(新形PCS)が接続されている時は、動揺が発散して不安定となった。なお、発電機2が接続されている場合は、発電機1の出力が84kWまで安定に運転可能となる。

表1 Y法シミュレーション用PVモデル

分類	具備している機能
事故時運転 継続性能	停止特性
	復帰特性
制御要素	④有効電力制御
	④無効電力制御
	②直流制御
保護要素 (機器保護・ 系統連系保護)	⑤電圧上昇抑制機能
	③過電圧リレー
	③瞬時過電圧
保護要素 (単独運転検出 リレー)	周波数リレー
	電圧位相跳躍方式
	周波数変化率方式
	無効電力変動方式
	①ステップ注入付周波数 フィードバック方式

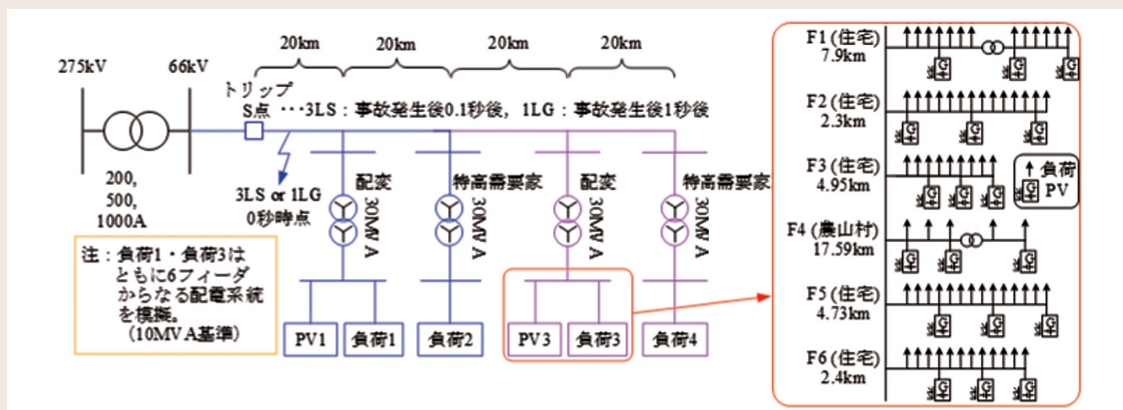


図3 Y法シミュレーション系統