

東京大学 大学院新領域創成科学研究科  
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻  
2012年3月修了 修士論文要旨

# 太陽光発電が大量導入された多機系統における 安定度解析に関する研究

学生証番号 47106056 氏名 木原 寛之  
(指導教員 横山 明彦 教授)

Key Words : Power system, Renewable energy sources, Power system stability, Photovoltaic power generation

近年、二酸化炭素排出量の削減といった地球環境問題への取り組みや、将来枯渇する恐れのある化石燃料に頼りすぎない電源構成を目的としたエネルギーセキュリティなどの観点から、大幅な再生可能エネルギー電源の導入が予定されている。系統運用者には、このような新しい状況における将来の電力系統においても現在と同等あるいはそれ以上の安定性及び信頼性を維持することが求められるので、この革新に耐え得る今後の系統の在り方を早急に模索しなければならない。特に太陽光発電(Photo Voltaic: PV)の導入に注目すると、とりわけ日本では大きな導入目標を掲げているうえに、2011年の東日本大震災を受けて電源選択の見直しを余儀なくされたこともあり、近い将来に大量のPVが系統に導入されると見られる。PVが系統に大量に導入された場合は電力系統に様々な問題が発生することが予想されるため、PVが大量連系された系統の様子についての深い検証が必要である。

そこで本研究では、PVが分散的に大量導入された電力系統の平常状態及び過渡状態に注目し、系統の定態安定度と過渡安定度を解析することを目的とする。

まず、シミュレーションに用いるものとしてPV、基幹系統、発電機、負荷供給系統、負荷のモデルを設定した。PVは出力が接続端電圧のみに依存する電流源モデルとして扱い、平常状態と過渡状態のものをそれぞれ設定した。平常状態のPVはその出力を定電流特性と定電力特性の2通りで考慮した簡単な電流源モデルを考えた。過渡状態のものは接続端電圧の著しい低下を受けた機器保護のための連系解列特性(LVRT特性: Low Voltage Ride Through)を2レベル用意し、電流リミッタ付のPI制御を適応した動的モデルを考えた。モデル系統としては、基本的な多機系統である3機9母線系統を基幹系統とし、多数のPVが連系されるより下位の系統について、負荷供給系統モデルを設定した。発電機には调速機(ガバナ)とAVR(Auto Voltage Regulator)を制御系とする同期発電機モデルを用いた。また、負荷モデルとしては定インピーダンス負荷と誘導機負荷の混成モデルを考慮することで、負荷に動的な特性を与えて需要家側の詳細な模擬を図った。シミュレーションの条件設定として、初期状態でPVは最大の出力であるものとし、既存の発電機の出力からPVの出力分を均等に持ち替えるものとした。また、PVが大量導入された系統ではその出力が発電計画時に組み込まれるものと考え、PVの導入量に対するkW価値を見込んで既存の発電機の容量をやはり均等に縮減するものとした。解析手法としては固有値計算と過渡計算を用い、設定したモデルに適用できるよう数値シミュレーションを設計した。

具体的なシミュレーションの内容として、定態安定度解析では先に挙げた2種の平常状態PVモデルそれぞれについて、系統へのPVの導入量と見込んだkW価値をパラメータとして固有値計算による安定性の判定と過渡計算によるダンピングの検証を行った。

過渡安定度解析では2レベルのLVRT特性を持つ過渡状態PVモデルを用いて、事故点、PV導入量、PVのkW価値をパラメータとして過渡計算による三相地絡事故時の系統の振舞いを確認し、臨界事故除去時間(CCT: Critical Clearing Time)を調べた。