

配電自動化技術の高度化

平成28年8月23日

一般社団法人 電気協同研究会



【発刊に際しての委員長推薦のことば】

配電自動化技術の高度化専門委員会

委員長 横浜国立大学 大山力

配電自動化システムは、配電系統における電力品質や供給信頼度の維持、向上を目的としたシステムであり、通信網を介して配電線に設置された開閉器の遠隔制御や電圧・電流等の系統情報を取得することにより、配電系統の監視・制御をサポートしている。1980年代より導入が進められ、取り巻く環境の変化に合わせて機能などを順次更新してきた結果、配電系統の電力品質の維持や供給信頼度の向上などに大きく貢献している。

一方、近年、太陽光発電などの分散型電源が配電系統に大量連系することによって、配電系統の潮流や電圧が急峻かつ大きく変化し、これまで以上に電力品質の維持が困難になるおそれがある。また電力の安定供給に対する社会的要求レベルも高まる中で、各電力会社では、配電系統にセンサ開閉器やスマートメータなどを順次導入することで、系統状態をより詳細に把握できつつあるが、これらの情報を効果的に系統運用に活用した技術は確立されていない現状にある。

これらの背景を踏まえ、配電自動化システムの国内および海外諸国の現状を調査・把握し、課題を抽出した上で、電力品質に関わる電圧監視・制御および実負荷推定や、供給信頼度に関わる事故および断線対応機能の高度化技術について検討・評価した。さらにその成果から今後、次世代配電自動化システムを構築していく上で参考となる技術資料として、高度化機能の各種手法や、これらの適用による効果、要件についてとりまとめた。

本書は、電力会社や配電自動化技術に携わる関係者の方々を初め、国内によらず海外諸国の配電設備に関わるの方々にも広く活用頂けるものと確信しており、より多くの皆様に本書を購入し活用して頂けることを希望する。

1. 本研究の主な活用方法

○配電自動化システムの現状

配電自動化システムの現状について、以下の点を中心に整理しており、配電自動化技術の実態を把握する資料としてご活用頂きたい。

- ・国内の配電自動化システムの現状と課題
- ・海外諸国における配電自動化システムの状況
- ・配電自動化システム関連の国内・国際規格の実態

○電力品質に関する現状とシステム機能の高度化

今後、配電系統へは分散電源が大量連系され、潮流状態の複雑化が予測される。そのため、分散

電源のうち太陽光発電を対象に、系統監視・制御手法や実負荷推定手法を検討し、これら手法を配電自動化システムへ搭載するための要件を整理している。

電力品質に係る電圧監視・制御および実負荷推定機能の高度化技術やそれらの実現に必要な計測情報、構成機器の仕様を検討する際の資料としてご活用頂きたい。

○供給信頼度に関する現状とシステム機能の高度化

昨今の社会情勢により、今後、配電設備は更新サイクルの延伸や設備の経年劣化が予測される。こうした状況を踏まえ、設備劣化に起因した近年の増加事故・断線発生状況を調査し相関性を確認した上で、事故・断線検出の高度化技術、事故点標定や事故区間の高速遮断などの新たな事故対応技術についてとりまとめた。さらに、これら事故対応技術を配電自動化システムへ搭載するための要件を整理している。事故対応技術の高度化を検討する際の資料としてご活用頂きたい。

○次世代配電自動化システムの構想

国内外の配電自動化システムおよび関連規格の実態調査で明らかとした現行課題をふまえ、今後必要となるシステム技術や、系統監視・制御および事故・断線対応の高度化機能が搭載された配電自動化システムの将来像や、これらの搭載に必要な各種要件を整理している。今後、電力会社やメーカーが次世代配電自動化システムを構築していく上での一指針としてご活用頂きたい。

2. 主な記載内容

第1章では、「まえがき」として、本委員会の設置目的と調査および検証概要をまとめている。

第2章「配電自動化システムの現状」では、国内の電力会社における配電自動化システムの導入経緯や、現行システムの機能、構成機器および伝送技術を調査し、国内の配電自動化システムの現状や課題を整理している。（表1）

また、海外諸国における配電システムや関連規格について調査した結果をまとめている。

表1 配電自動化システムを取り巻く現状と課題

	系統監視・制御面	事故・断線対応面
現状	<ul style="list-style-type: none"> 配電用変電所の送り出し電流、電圧計測値から、配電線の電流・電圧を推定 自律的な電圧制御※が基本 ※通過電流に応じた電圧補償や、目標電圧をあらかじめ時間帯別に設定 	<ul style="list-style-type: none"> 短絡・地絡事故は、変電所の保護リレーにより遮断 断線検出ができる条件は限定的 配電自動化システムによる自動融通
課題	<ul style="list-style-type: none"> 分散型電源が急増する中、電流や電圧の正確かつリアルタイムな把握が困難 電圧制御機器のタイムリーな制御ができず、急峻な電圧変動に対応困難 	<ul style="list-style-type: none"> 再閉路時や間欠地絡故障時における事故区間の特定が困難 分散型電源の急増により、子局による断線検出が困難になる可能性有

第3章「電力品質に関する現状とシステム機能の高度化」では、配電系統に連系される全国の分散型電源を調査し、計2,991万kW（2014年度末）の分散電源が系統連系されている実態を確認している。その上で、連系割合の約8割を占めている太陽光発電を対象に、電力品質の維持・向上を目的として検討を行った結果をまとめている。

検討では、まず各電力会社で用いられている現行の電圧監視・制御手法と実負荷推定手法を評価し、現行手法では、配電系統への連系率が増加すると電圧管理や実負荷把握が困難となり、電力品質が低下することを明らかとしている。そこで、太陽光発電が大量連系された場合に想定される諸課題を解決するための高度化技術の効果を評価している。表2に検討した高度化技術の概要を示す。

表2 電力品質に関するシステム機能の高度化技術

高度化技術		概要	
電圧監視・制御	自律電圧制御① (整定値算出の高度化)	過去、対象配電線の各地点で計測された多時間帯データをもとに、変電所 LRT や SVR の送出電圧、有効/無効電力について重回帰分析し、整定値を算出することで対応する。	
	自律電圧制御② (新たな電圧制御機器の設置)	TVR への取替	太陽光発電による電圧変動の大きい地点付近に設置された SVR を高速に電圧制御可能な TVR へ取替えることで対応する。
		SVC の追加設置	無効電力制御により高速に電圧制御が可能な SVC を、制御効果の高い系統末端に追加設置することで対応する。
	集中監視・制御	配電自動化システムにより、通信線を介してセンサ開閉器箇所などの計測情報を収集し、系統全体の電圧状態を一定周期で監視する。さらに、制御対象の変電所 LRT, SVR に対し、親局から遠隔で制御指令を送信し制御することで対応する。	
実負荷推定	日射量計手法	太陽光発電の発電量が日射量にほぼ比例することから、日射量計測値に比例係数を乗じることで、開閉器区間内の発電量を推定し、変電所の計測電流と合算することで配電線の実負荷を推定する。	
	センサ開閉器手法	代表メガソーラに設置した引込センサ開閉器の計測値により、開閉器区間内の発電量を推定し、変電所の計測電流と合算することで配電線の実負荷を推定する。	
	スマートメータ手法	全量買取用スマートメータの30分計量値により、開閉器区間内の発電量を推定し、変電所の計測電流と合算することで配電線の実負荷を推定する。	

高度化手法を評価した結果、電圧監視・制御手法では、自律電圧制御手法、集中監視・制御手法と、これらを順次適用することで電圧制御効果が段階的に高まることを明らかにした。また実負荷推定手法では、検討した3手法を用いることで現行よりも推定精度が向上することを明らかにした。

これらの検証試験や評価結果を踏まえ、こうした高度化技術を配電自動化システムに搭載するために必要となる設備情報や計測情報、構成機器の仕様などの要件をとりまとめている。

第4章「供給信頼度に関する現状とシステム機能の高度化」では、まず、配電線事故の発生状況を調査し、事故件数や事故原因発見時間などが増加傾向であることを確認している。その上で、現行の事故・断線検出手法および事故対応技術について調査し、分散型電源の連系有無による事故検出への影響や各高度化手法の有効性などについて評価するため、電力中央研究所赤城試験センターにて検証試験を実施した。その際の検証試験の試験項目と概要を表3に示す。

これらの検証試験や評価結果を踏まえ、こうした高度化技術を配電自動化システムに搭載するために

必要となる設備情報や計測情報、構成機器の仕様などの要件をとりまとめている。

表3 電力中央研究所赤城試験センターにおける検証試験

試験項目		概要
事故・断線検出	事故検出	分散型電源の連系有無や連系位置の違いが地絡事故・短絡事故の検出へ与える影響を検証
	断線検出	分散型電源の連系有無や連系位置の違いが断線検出へ与える影響を検証
事故対応技術	事故点標定	地絡サージ到達時間差解析方式やコンデンサ放電電流立上がり方式などの事故点標定技術について、地絡様相（完全地絡、高抵抗地絡など）の違いが標定可否や精度へ与える影響を検証
	事故原因推定	ウェーブレット解析方式を用い、地絡様相（完全地絡、高抵抗地絡など）の違いが推定精度へ与える影響を検証

第5章「次世代配電自動化システムの構想」では、配電自動化技術の現状や高度化技術についての調査や検証、評価した結果を踏まえ、将来の配電自動化技術の概要やこれを実現するための各種要件を整理している。

以上のように本書は、配電自動化技術についてまとめた資料であり、今後、急増する分散型電源の大量連系や安定供給に対する社会的要求レベルの高まりなど、取り巻く環境変化を踏まえ、次世代配電自動化システムを構築していくうえで有益な知見となると考える。

以上