

	アマウ トオル
氏 名	天雨 徹
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博第 979 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 23 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当 課程博士
学位論文題目	IEC 61850 を適用した電力ネットワークの監視制御システム (A study on IEC 61850-based system for monitoring and controlling power networks)
論文審査委員	主 査 教 授 竹 下 隆 晴 教 授 水 野 幸 男 教 授 森 田 良 文 教 授 石 亀 篤 司（大阪府立大学）

論文内容の要旨

電力網においては、スマートメータ等の通信・制御機能を活用して停電防止や送電調整のほか、多様な電力契約の実現や人件費削減等を可能にしたスマートグリッド（賢い電力網）の構想が欧米を中心に注目されている。

わが国においても、太陽光発電の急速な導入拡大と、それに対応するための次世代電力網技術の開発が喫緊の課題となっている。このような背景にあつて、変電所自動化システム（SAS : Substation Automation System）と配電自動化システムは、今後も電力の公衆保安の確保と安定供給を支える中核的な役割を担うと期待されている。

一方、情報通信技術の進展とともに、海外では国際規格に準拠したシステム利用が急速に拡大している。特に、IEC 61850 は、スマートグリッドの中核をなす SAS の国際規格であり、同規格は配電線自動化システムへの適用も検討されている。

他方、国内においては、各電力会社で独自の仕様を策定し、それぞれ信頼性の高いシステムを構築し、高品質な電力供給を実現してきたが、近年では一部の電力会社にて IEC 61850 に準拠した保護制御ユニット IED (Intelligent Electronic Device) の採用が始まった。国際規格の採用はわが国の競争力を左右するともいわれ、国際標準化が進めばコストダウン、マルチベンダー化、グローバル化が加速し、豊かな社会の実現に向けて、大きく寄与するものである。

そこで本稿では、IEC 61850 を適用した電力ネットワークの監視制御システムを構築するにあたって、その信頼性評価と適用を示し、実験を中心に研究を行った結果をまとめたものである。具体的には、監視制御システムに IEC 61850 を適用した場合に課題となる 1) IED ハードウェアからみた信頼性評価 (第 3 章) 2) 通信サービスの信頼性評価 (第 4 章)、ならびに、3) 配電自動化システムへの適用 (第 5 章) について、研究を実施した。本稿は以下の各章から構成される。

第 2 章では、SAS の海外での適用実態ならび文献調査により IEC 61850 の適用実態を明らかにし、その課題を示した。

第 3 章では、適用における課題である信頼性評価として、まずは、システムの基本構成をなす IED の役割に着目したシステムの信頼性評価方法を提案した。最も簡単な構成の 2 回線送電線モデルに対し、IED 内部のモジュールも考慮した SAS 構成 2 種類に対する適用結果を示し、提案する評価の有効性を示した。

第 4 章では、もう一つの信頼性評価である GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) 通信サービスの評価を述べた。GOOSE は、IED 間伝送を通じて、保護制御機能において重要なトリップ指令やインタロック情報のやりとりを実現する。GOOSE を用いた実験を行ったところ、ある一定以上の通信負荷が存在する条件下では、転送遮断時間が大幅に増加することを明らかにした。また、さらに通信負荷を大きくすると、GOOSE の通信が失敗した事象も観測された。そこで、IED に予め設定されている GOOSE の送信方法をそのまま使用するのではなく、送信用機能を二重化したり、同じデータを再送したりすることによる GOOSE 通信の信頼性向上方法を提案した。また、その信頼性向上方法が機種依存ではなく、他社の実験を含め一般性があることを示した。

第 5 章では、前章により、IED の信頼性の定量的評価ならびに IEC 61850 の GOOSE の信頼性の向上が確認されたため、IEC 61850 を適用した新しい配電自動化システムを提案する。提案の前提条件として、従来の配電線自動化システムの検討課題を解決しなければならない。分散電源の大量導入に起因する配電線短絡時の電流感度の低下をはじめ、配電線地中化に伴う対地静電容量の増大などの課題について明らかにし、これらの課題に対応するため、新しい配電線自動化システムを提案した。

センサ区分開閉器情報を利用し、自動化子局同士が自局の保護リレーの動作に関する情報を隣接局と交換する配電線区間保護リレーについて、そのシステムの動作原理について述べた。提案手法を実験により確認したうえで、机上のシミュレーションにより従来の配電線自動化システムが持つ課題を解決できるなど、その有効性を明らかにした。

第 6 章では、本論文で得られた成果および今後の課題と将来展望について述べた。

以上

論文審査結果の要旨

電力網においては、スマートメータ等の通信・制御機能を活用して停電防止や送電調整のほか、多様な電力契約の実現や人件費削減等を可能にしたスマートグリッドの構想が欧米を中心に注目されている。わが国においても、太陽光発電の急速な導入拡大と、それに対応するための次世代電力網技術の開発が喫緊の課題となっている。このような背景にあって、変電所自動化システム (SAS : Substation Automation System) と配電自動化システムは、今後も電力の公衆保安の確保と安定供給を支える中核的な役割を担うと期待されている。

一方、情報通信技術の進展とともに、海外では国際規格に準拠したシステム利用が急速に拡大している。特に、IEC 61850は、スマートグリッドの中核をなすSASの国際規格であり、同規格は配電線自動化システムへの適用も検討されている。国内においても、一部の電力会社にてIEC 61850に準拠した保護制御ユニットIED (Intelligent Electronic Device) の採用が始まっている。

本稿では、IEC 61850を適用した電力ネットワークの監視制御システムを構築するにあたって、その信頼性評価と適用を示し、実験を中心に研究を行った結果をまとめたものである。具体的には、監視制御システムにIEC 61850を適用した課題について、研究を実施した。本稿は以下の各章から構成される。

第2章では、SASの海外での適用実態ならび文献調査によりIEC 61850の適用実態を明らかにし、その課題を示した。

第3章では、IEDの役割に着目したシステムの信頼性評価方法を提案した。IED内部のモジュールを考慮したSAS構成2種類に対する適用結果を示し、提案する評価の有効性を示した。

第4章では、もう一つの信頼性評価であるGOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) 通信サービスの評価を述べた。送信用機能を二重化したり、同じデータを再送したりすることによるGOOSE通信の信頼性向上方法を提案した。また、その信頼性向上方法が機種依存ではなく、他社の実験を含め一般性があることを示した。

第5章では、IEC 61850を適用した新しい配電自動化システムを提案する。分散電源の大量導入に起因する配電線短絡時の電流感度の低下や配電線地中化に伴う対地静電容量の増大などに対応する配電線自動化システムを提案した。

第6章では、本論文で得られた成果および今後の課題と将来展望について述べた。

天雨 徹 氏の博士論文で論じられている上記研究の成果は、学術論文3編 (全て審査有り) および国際鍵論文3編に公表されている。これらの学術的な価値から、博士論文として十分な内容と判断され、博士 (工学) の学位に適格であると認める。