

重点課題 - 次世代電力需給基盤の構築

次世代通信ネットワークシステムの構築

背景・目的

電力用通信ネットワークは、発送配変電設備の運転自動化を主体に既に十分に整備されているが、スマートメータ等の需要家系通信や、流通設備の保全・監視系通信は整備が不十分である。また、系統保護制御関連の通信は独自方式で、汎用的なIP（インターネットプロトコル）等の通信方式に未対応である。

本課題では、配電・需要家用の通信ネットワーク、流通設備の保全・監視用センサネットワーク、汎用IP系技術に対応した広域系統監視・保護制御用通信ネットワークについて、既開発の要素技術を統合し、実用性を高めるとともに、設計手法や設計支援ツールを開発する。

主な成果

1 スマートメータ用920 MHz帯マルチホップ無線の通信特性評価

スマートメータ用マルチホップ無線^{*1}の一つとして注目されている920 MHz帯システムは、電波伝搬特性には優れるが、通信速度が遅いため、多数のメータ情報の収集には効率的な通信が必要となる。このため、オープンな仕様である国際標準通信プロトコルを用いる場合の通信特性計算プログラムを開発し、通信特性を評価した。互いに近接するメータに接続する方式では通信の衝突回避に起因

する送信待ち回数制限による影響が、遠方の端末に接続する方式では離れた端末間の電波干渉に起因する再送回数制限による影響が大きく現れることを明らかにした(図1)。通信特性を改善するためには、送信のタイミングや送信待ち時間、再送回数等のパラメータを設置環境に合わせて調整することが必要となる[R12004]。

2 遠隔光給電を用いた多点光センサシステムへの無線型センサの適用技術の開発

電力設備の高経年化対策や既存設備の有効活用のために、電力ネットワークをきめ細かく監視する送電線監視用センサシステムとして、遠隔光給電を用いた多点光センサ方式を提案している。既に有線型センサを用いた動作検証に成功しているが、さらに絶縁確保や監視範囲拡大のために無線型センサの適用方式を開発した(図2)。消費電力が大きい無線受信機を接続するため、光給電パワーを蓄電素子に蓄えて短時間のみ駆動す

る方式を導入した。また、一方的に計測値を送信するセンサの場合には、監視局にて送信タイミングを把握して蓄電素子の充電開始タイミングを適切に制御することで、データを効率的に受信できる方式を開発した。これらの方式と実用無線型センサを組み込んだシステムの試作・動作検証を行い、現地での電源確保が困難な場所でも遠隔光給電でセンサ情報を収集できることを実証した[R12014]。

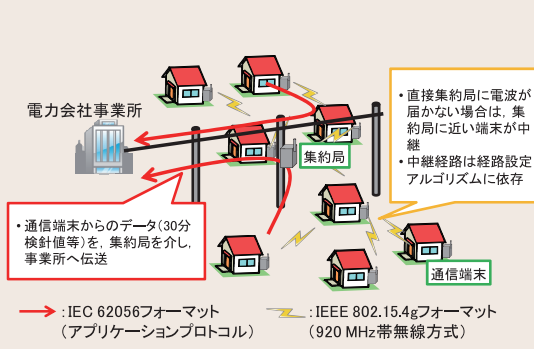
3 高精度時刻同期方式の広域IP系ネットワークへの適用性評価

電力系統の保護制御システムでは、系統状態量を精密に計測・演算するため、系統内の様々な箇所での計測タイミングを同期させる必要がある。このタイミング同期を簡易に実現するため、IEEE 1588として標準化されている時刻同期方式^{*2}の広域IP系ネットワークへの拡張適用性を評価した。既存のIP系ネッ

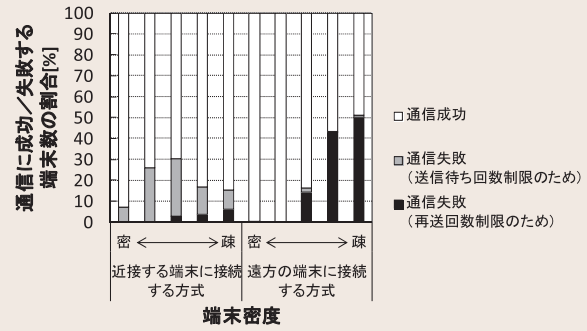
トワークに適用した場合は、同期精度が大きく劣化する場合や同期がとれない場合があるが(表1)、時刻同期専用のイーサネット型ネットワークに適用した場合は、保護制御用として十分な1 μ s程度の精度が得られることを実験的に確認した(図3)。

*1 近頃のスマートメータ同士が無線で通信することにより、各々のメータ情報をパケットリレー式に伝送するシステム。

*2 構内通信ネットワークを主な対象として1 μ s以下の同期精度が得られる。



(a)マルチホップ通信のイメージ



(b)通信成功率の評価結果

図1 スマートメータ用920 MHz帯マルチホップ無線における通信成功率の評価

(a)メータ通信の国際標準プロトコルIEC 62056を組み合わせ、メータ側から自律的に情報を送信する場合について、通信端末から30分検針値を自律的に送信し、事業所で受信するまでの経過時間等を算出した。(b)近接する端末に接続する方式の場合は通信の衝突回避に起因する送信待ち回数制限による影響が、遠方の端末に接続する方式の場合は離れた端末間の電波干渉による再送回数制限による影響が出る可能性がある。

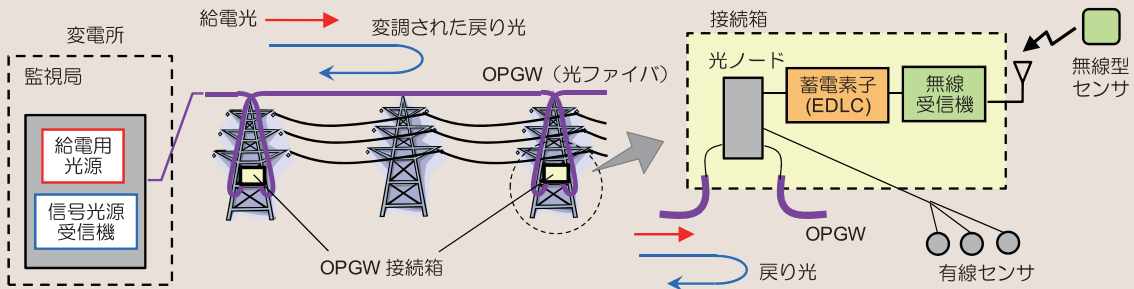


図2 遠隔光給電を用いた多点光センサシステムの無線型センサとの接続構成

監視局の給電用光源により遠隔の光ノードへ給電するため、現地の電源設備が不要である。無線型センサのように消費電力が大きい場合は、蓄電素子(EDLC;電気二重層キャパシタ)を用いた短時間の駆動方式により情報収集を可能にした。さらに送信専用タイプの無線型センサに対しては、送信タイミングを把握しEDLCの充電時間を制御することでセンサ情報取得を可能にした。

表1 IP系の既存通信装置(A)と時刻同期機構を実装した通信装置(B)を組み合わせた場合の時刻同期マスタースレーブ間の同期可能性評価

実際の広域通信ネットワークでは時刻同期機構を備えない従来型の広域イーサネットやIPネットワークが適用される場合もあるため、装置間の通信形態や時刻同期制御方式の適用性を机上および実機で評価した。時刻同期制御方式に適用制約がある場合や同期精度が数十 μ s以上に劣化する場合があることがわかった。

Bの時刻同期制御方式 \ Aの通信形態	Aの通信形態	
	1対1通信	1対n通信
集中制御方式	○	○
隣接制御方式	×	△
なし(既存通信装置のみ)	○	○

凡例) ○: 同期可 ×: 同期不可
△: イーサネット方式のみ可

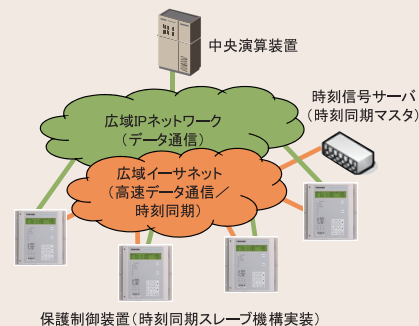


図3 広域IP系通信を用いたシステム安定化制御システムへの時刻同期方式の適用性評価

時刻同期方式が実装された通信装置(イーサネットスイッチ)を適用するとともに、保護制御装置にも時刻同期機構を組み込み、ネットワークを構成した。通信ネットワークにトラフィック負荷がかかっても1 μ s程度の同期精度を維持できた*。

*本研究の一部は新工エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究として実施した。