

スマートメータ網を活用したIoT通信基盤システム

三小田 剛*
黒澤 怜志*
金子 直樹*

IoT Communication Platform System with Smart Meter Networks

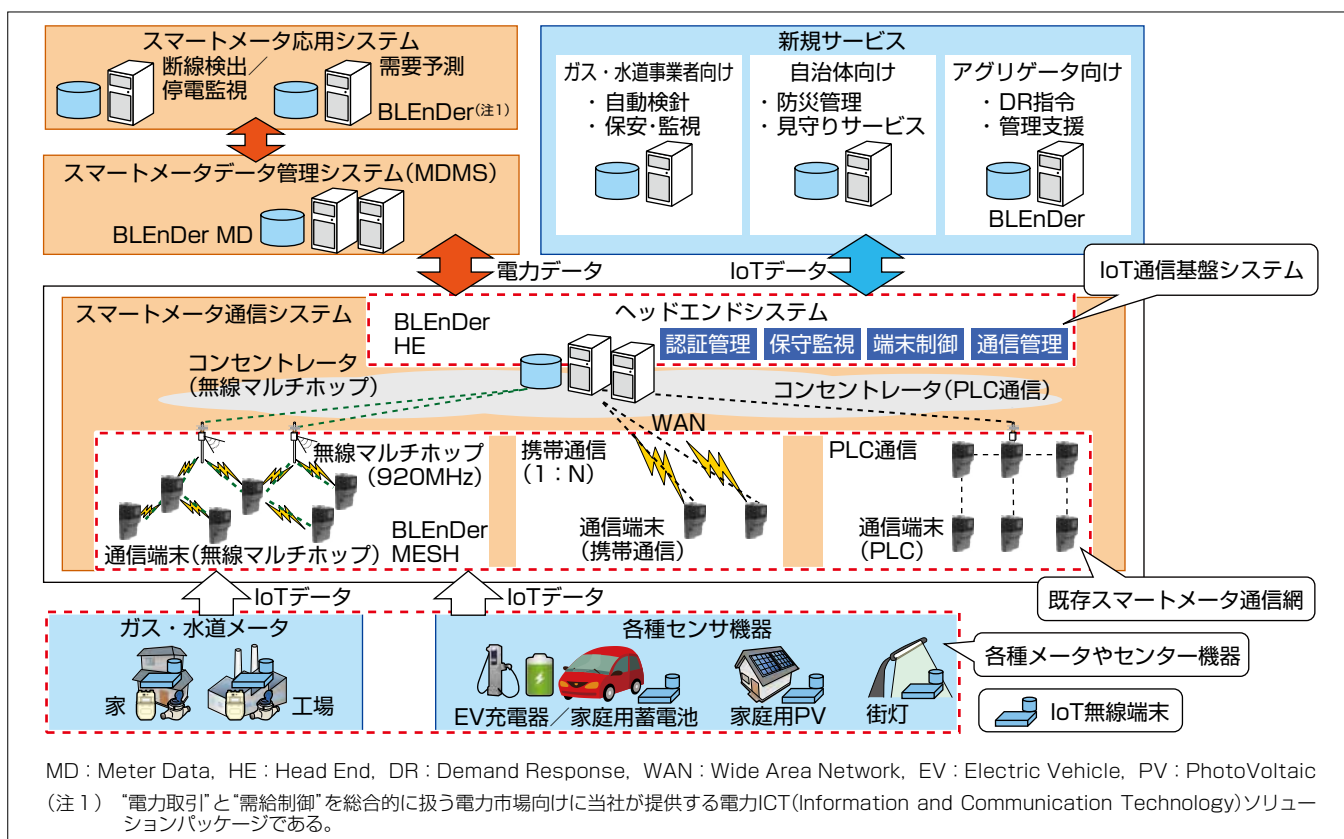
Tsuyoshi Mikoda, Satoshi Kurosawa, Naoki Kaneko

要 旨

国内の各電力会社では2014年から通信機能を搭載した電力メータ(スマートメータ)を順次導入しており、2020～2024年には全世帯への設置を完了する計画である。スマートメータに採用されている通信方式は無線マルチホップ(920MHz特定小電力無線)方式、1:N無線(携帯電話回線)方式、PLC(Power Line Communication)方式があり、各電力会社は接続性、コスト等の最適配置の観点から通信方式を選択している。スマートメータは全世帯に設置されるため、各電力会社管内をカバーする広域・大規模ネットワークが形成・運用されており、自動検針(遠隔での検針やメータ制御業務)による業務効率化を実現している。

三菱電機はスマートメータ及びスマートメータで構成さ

れる通信システムの開発に携わっており、このネットワークを、電力システムだけでなく、社会インフラとして活用するためのIoT(Internet of Things)無線端末及びIoT通信基盤システムを開発している。このIoT無線端末はスマートメータとの無線通信機能を持っており、電力スマートメータ網のサービスエリアで、各種メータやセンサ機器を、容易にネットワークに接続できる。例えば、ガス・水道メータ向けの自動検針サービスや、センサ情報を用いたインフラ設備の監視・制御サービス等に活用することで、各種データの収集・蓄積・分析による業務効率化や設備投入計画への適用といった様々なビジネスニーズに対応できる。



既存スマートメータ網に接続可能なIoT無線端末とIoT通信基盤システム

電力会社で導入が進んでいる通信機能を搭載した電力メータ(スマートメータ)との無線通信が可能なIoT無線端末と電力会社向けのスマートメータ通信システムにAdd-onするIoT通信基盤システムを開発している。この無線端末をスマートメータ以外の各種メータ、センサ機器に接続することで、IoT通信基盤システムを介して、例えばガス・水道メータの遠隔での自動検針やセンサ情報を用いた監視・制御といった業務を遠隔で実現できる。

1. ま え が き

国内の各電力会社では2014年から通信機能を搭載した電力メータ(スマートメータ)を順次導入しており、2020～2024年には全世帯への設置を完了する計画である。

スマートメータに採用されている通信方式は無線マルチホップ(920MHz特定小電力無線)方式、1:N無線(携帯電話回線)方式、PLC方式がある。各電力会社は接続性、コスト等の最適配置の観点から通信方式を選択することによって、高い接続率・収集率のサービスレベルを実現・維持している。

スマートメータは全世帯に設置されるため、一部の通信困難エリアを除き、各電力会社管内をカバーする広域・大規模ネットワークとして形成・運用されており、自動検針(遠隔での検針やメータ制御業務)による業務効率化を実現している。

また、近年センサ機器の小型・省電力化や、通信技術の多様化が進み、IoTのコンセプトのとおり、これまでネットワークに接続されていなかったあらゆるモノがインターネットにつながり、相互に情報交換可能なサービスが実現されつつある。電力会社で導入されたスマートメータもIoTサービスのひとつと考えられる。

当社はスマートメータ及びスマートメータで構成される通信システムの開発に携わっており、このネットワークを電力システムだけでなく、社会インフラとして活用するためのIoT無線端末及びIoT通信基盤システムを開発している。この開発によって、電力スマートメータ網を、ガス・水道メータ向けの自動検針サービスや、センサ情報を用いたインフラ設備の監視・制御サービスにも活用することが可能になる。

本稿では、IoT無線端末及びIoT通信基盤システムの開発について述べる。

2. スマートメータ網接続用IoT無線端末

2.1 特 徴

IoTを実現する通信技術として、消費電力を低く抑えつつ、遠距離通信を実現するLPWA(Low Power Wide Area)が注目されている。このLPWAに属する通信方式は多数存在するが、大きく分類して無線局免許が必要なライセンス系と免許が不要なアンライセンス系が存在する。一例として表1に開発中のIoT無線端末を接続するスマートメータ通信網の通信方式と他通信方式の比較を示す。

IoT無線端末の通信速度は他のLPWA通信方式と同等以上であり、大量データが不要なガス・水道メータや各種センサ情報の通信量程度であれば十分適用可能である。また、他通信方式は基地局と呼ばれる装置が必要であり、基地局からの距離や遮蔽物の影響によって通信が不安定となる可

能性がある。一方、IoT無線端末は各世帯に導入されたスマートメータ自身が基地局として機能するため、新たな基地局の設備は不要であり、周辺スマートメータとの通信が可能であれば、ネットワークに接続できるとともに、周囲には基地局(=スマートメータ)が多数存在するため、耐障害性が高い。

2.2 ハードウェア構成

IoT無線端末は各種処理を実行する制御部、無線通信を可能とする無線部、外部接続機器とのインタフェースを可能とするインタフェース部、電源供給の電池で構成される(図1)。IoT無線端末のハードウェア仕様を表2に示す。

図1に示すとおり、外部接続インタフェースとして、国内で既に導入されているガスメータ及び水道メータとの接続を可能にするため、Nライン(5bit)、Aライン(8bit)、U-Busの物理インタフェースを1本(どれかを排他使用)

表1. IoT向け通信方式の比較

	スマートメータ通信網	Sigfox	NB-IoT
周波数帯	920MHz帯	920MHz帯	LTE帯
仕様	IEEE 802.15.4	仏Sigfox社仕様	3GPP Rel-13
無線免許	不要	不要	要
通信速度(上/下)	100kbps/100kbps	100bps/600bps	63kbps/27kbps
通信制限	送信時間 Duty比10%	上り140回/日 下り4回/日 (最大12B単位)	制限なし
通信距離(最大)	数km	数十km	十数km

LTE : Long Term Evolution

3GPP : Third Generation Partnership Project

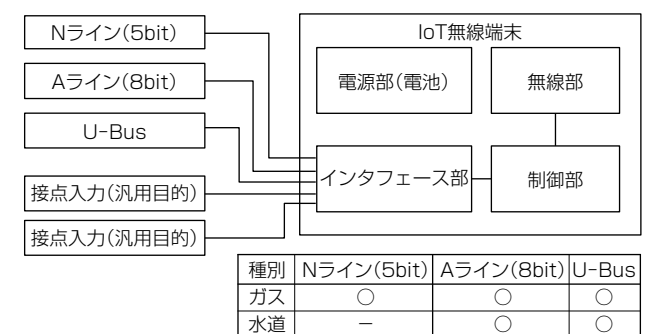


図1. IoT無線端末の構成

表2. IoT無線端末のハードウェア仕様

項目	仕様
制御部	CPU 32bitマイコン
	耐タンパ性 プログラムや暗号鍵は耐タンパ性を確保する
無線部	アンテナ 2プランチダイバーシチ
	無線インタフェース ARIB STD-T108
インタフェース部	Nライン、Aライン、U-Bus 接点入力×2
電源部	入力電源 電池駆動
	連続動作時間 10年(通信頻度に応じて変動)
設置条件	屋外

ARIB-STD : 電波産業会標準規格

具備している。また、汎用センサ用途の接点入力インタフェースを2本具備しており、各種センサの監視をこのIoT無線端末で実現可能である。

2.3 基本機能

IoT無線端末の基本機能を表3に示す。表に示す機能を持つことで、スマートメータで構築されたネットワークを介して、IoT無線端末に接続される機器の自動検針や遠隔監視・制御を可能にする。

2.4 スリープ動作検証

IoT無線端末は電池駆動を前提とし、低消費電力を実現するため、IEEE 802.15.4-2015に準拠したRIT(Receiver Initiated Transmission)通信方式を採用している⁽¹⁾。RIT

通信方式は受信端末(IoT無線端末)から送信端末(スマートメータ)に対して、定期的に受信データ有無を確認する方式であり、常時受信データを待機する必要がないため、実行処理がない時間帯は装置をスリープ状態にすることで消費電力を抑えることが可能である。

IoT無線端末のRIT通信方式の処理実行状態とスリープ状態それぞれの消費電流の測定結果を図2に示す。図に示すとおり、スリープ状態時の消費電流は非常に低く、処理実行状態と比較して、スリープ状態の消費電力を1/1,000以下に抑えることが可能である。

外部接続インタフェースに接続される各種メータや接点入力とのアクセス頻度、及び上位システムとの通信頻度によって稼働時間は大きく変動するが、低頻度であれば10年間電池交換することなく稼働できる見込みである。

表3. IoT無線端末の基本機能

機能	説明
MAC	IEEE802.15.4規格に基づくフレーム通信、ARIB STD-T108に準拠した機能を備える。
無線周波数選択	スマートメータが使用する無線周波数を探索し、自装置の周波数を決定する機能を備える。
間欠通信	定期スリープによる間欠通信の機能を備える。
ネットワーク	6LoWPAN、IPv6、UDPの機能を備える。
時刻同期	スマートメータと時刻同期を行う機能を備える。
参入	参入可能なスマートメータを探索し、参入する機能を備え、IoT通信基盤システムからの設定を記録する。
セキュリティ	機器認証、データ暗号化、鍵更新、通信メッセージ検証、装置内データ改ざん検出機能を備える。
装置情報通知	装置情報を定周期で送信する機能を備える。
管理・保守	装置の保守機能として、次の機能を備える。 ・LED表示機能 ・ログ・統計・接続情報管理機能 ・遠隔リセット機能 ・装置障害監視機能(自己復旧機能含む) ・初期化機能 ・電池残量情報通知機能 ・接点入力機能
ファームウェア更新	IoT通信基盤システムからファームウェア更新及びパラメータを更新する機能を備える。
検針	各種メータとの通信制御をサポートし、指定された周期で検針値を収集、指定された周期でIoT通信基盤システムへ送信する機能を備える。

MAC: Medium Access Control, 6LoWPAN: IPv6 over Low-power Wireless Personal Area Networks, IPv6: Internet Protocol version 6, UDP: User Datagram Protocol

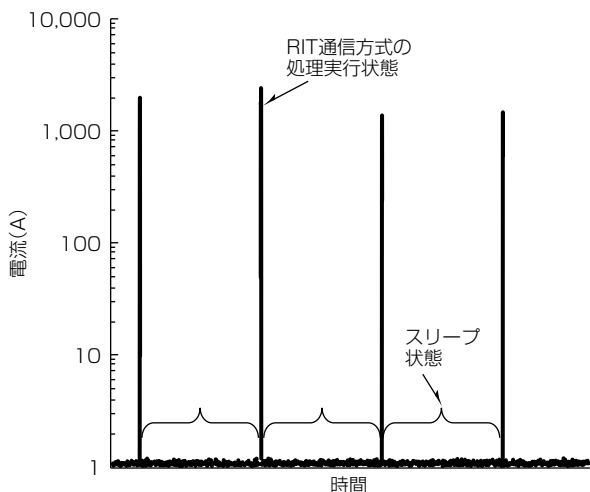


図2. IoT無線端末の消費電流の比較

3. IoT通信基盤システム

3.1 システム構成

IoT通信基盤システムの構成を図3に示す。図に示すとおり、電力会社向けのスマートメータ通信システム上に今回開発したIoT通信基盤システムをAdd-onすることで、IoT無線端末をスマートメータ網経由でIoT通信基盤システムに収容が可能になる。また、他事業者サービス向けに外部連携インタフェースを提供することで、IoT無線端末に接続された各種メータやセンサ情報のデータを他システムに連携可能である。

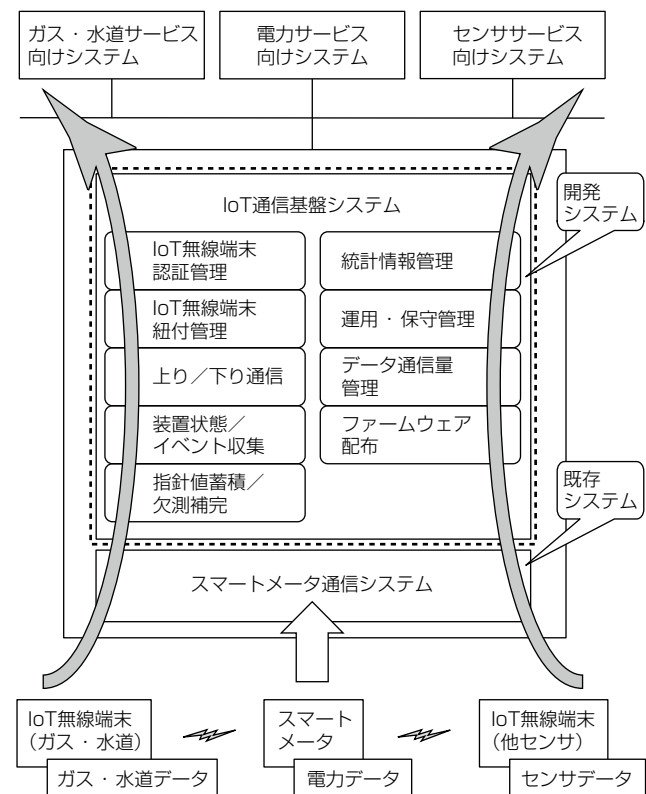


図3. IoT通信基盤システムの構成

表4. IoT通信基盤システムの基本機能

機能	内容
IoT無線端末認証管理	IoT無線端末の認証情報を管理し、ネットワーク接続期間の制御を可能にする。
IoT無線端末紐付(ひもつけ)管理	IoT無線端末とスマートメータとの接続情報を管理し、端末への下り制御を可能にする。
上り／下り通信	IoT無線端末との上りデータ、下りデータ通信機能を提供する。
装置状態／イベント収集	IoT無線端末に関する装置状態、イベント情報(装置異常等)の収集・管理機能を提供する。
統計情報管理	IoT無線端末に関する統計情報の収集・管理機能を提供する。
運用・保守管理	IoT無線端末に対する初期運用の設定や保守(ログ取得等)に必要な制御機能を提供する。
データ通信量管理	IoT無線端末に関するサービスレベル(収集率、通信成功率)の収集・管理機能を提供する。
ファームウェア配布	IoT無線端末のファームウェア更新機能を提供し、遠隔での機能追加を可能にする。
指針値蓄積／欠測補完	IoT無線端末から収集した各種データの蓄積、欠測補完機能を提供する。

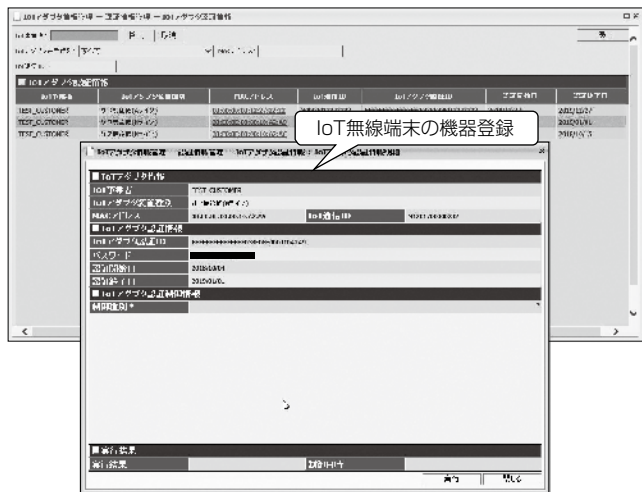


図4. 運用・保守管理画面(機器登録)

3.2 基本機能

IoT通信基盤システムの基本機能を表4に示す。表に示す機能を持つことで、データ収集だけでなく、機器認証制御、遠隔ファームウェア更新、事業者ごとに異なる初期運用情報(データ収集周期等)の設定を可能にする。

3.3 運用・保守管理機能

図4、図5にIoT通信基盤システムの運用・保守管理画面の一例を示す。この例に示すとおり、IoT無線端末の機器登録、ネットワーク接続可能期間の設定といった運用面、IoT無線端末の状態監視、装置情報(状態・ログ)の取得と

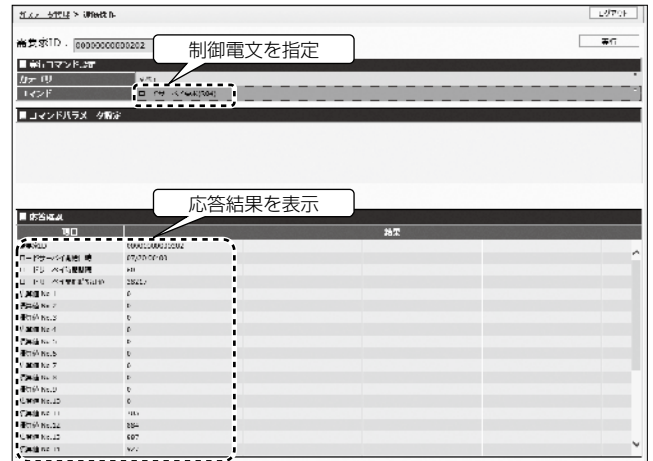


図5. 運用・保守管理画面(機器制御)

いった保守面の機能を提供しており、製品化に向けて更なる機能拡充を進めている。

4. む す び

開発中のIoT無線端末及びIoT通信基盤システムを適用することで、各電力会社管内をカバーする広域・大規模ネットワークに各種メータやセンサ機器を容易に接続できる。これによって、電力システムだけでなく、社会インフラとして例えば、ガス・水道メータ向けの自動検針サービスや、センサ情報を用いたインフラ設備の監視・制御サービス等に活用することで、各種データの収集・蓄積・分析による業務効率化や設備投入計画への適用といった様々なビジネスニーズに対応できる。

参 考 文 献

- (1) IEEE Std. 802.15.4-2015, IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and Information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements-Part 15.4: Wireless Medium Access Control and Physical Layer Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs) (2015)