

スマートグリッドにおけるAMIシステム

AMI System for Smart Grids

小林 崇裕

前出 幸彦

伊藤 聡

■ KOBAYASHI Takahiro

■ MAEDE Yukihiko

■ ITO Satoshi

電力網とICT（情報通信技術）網を連携させることで電力網の高信頼化や電力利用の高効率化を実現する、スマートグリッドの導入が世界各国で行われている。スマートグリッドの重要な構成要素の一つがAMI（Advanced Metering Infrastructure）システムであり、わが国でも今後、導入されようとしている。

東芝は、世界的なスマートメータのメーカーであるランディス・ギア社を東芝グループの一員に迎え、当社の電力システム技術とランディス・ギア社のスマートメータ技術を組み合わせることで、スマートメータからスマートメータデータ管理システム（MDMS）までをスルーしたAMIシステムを提供できるようになった。このシステムは、国際標準に準拠した通信方式を用いており、様々な通信環境下での利用、スケーラビリティ、及びセキュリティなどAMIシステムに要求される各種要件を満たすものである。

Smart grids have been introduced worldwide to realize high reliability of electric power networks and high efficiency of electric power usage through coordination between information and communication technologies (ICTs) and the electric power network. The advanced metering infrastructure (AMI) system is planned to be installed in utilities in Japan as a key element of smart grids.

With Landis+Gyr AG, a leading company in the field of smart meters and now a member of the Toshiba Group, Toshiba has the capability to supply total AMI systems, consisting of smart meters, communication networks, a head-end system (HES), and a meter data management system (MDMS), as well as solutions using AMI technologies.

1 まえがき

現在、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの増加などの環境問題を解決するため、スマートグリッドの実現を目指した取り組みが世界各国で行われている。

スマートグリッドとは、電力網をICT網と連携させた、信頼性が高く、かつ効率的な運用が可能な電力網であり、その重要な構成要素の一つであるAMI（Advanced Metering Infrastructure）システムは、電力計量機能と双方向通信機能を備えたスマートメータ、ヘッドエンド^(注1)、スマートメータデータ管理システム（MDMS）、及びそれらをつなぐ通信網から構成される。AMIシステムを用いることで、遠隔検針、遠隔開閉器制御、電力消費量の“見える化”、及び電力ピークの抑制などを実現できる。

ここでは、AMIシステムに求められる要件と、それに対する東芝のソリューションについて述べる。

2 AMIシステムに求められる要件

AMIシステムに求められる主な要件は、次の7点であると考えられる。

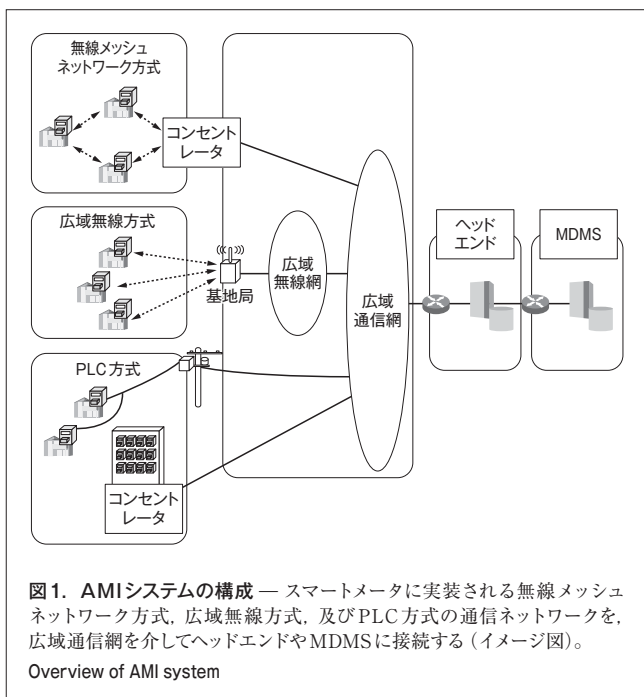
(注1) スマートメータからのデータ収集、スマートメータの設定、及び通信網の保守と監視を行うシステム。

- (1) 高収容率 都市部、郊外、及び田園地域などの各地域、あるいは戸建住宅や集合住宅などの各住宅環境に設置されるスマートメータを、AMIシステムに確実に収容できること
- (2) 高通信成功率 スマートメータとヘッドエンド間で通信されるデータは計量データや制御データなど重要なデータであり、一定期間内に確実に通信できること
- (3) スケーラビリティ 最大で数千万台規模のメータを収容できるスケーラビリティがあること
- (4) セキュリティ 前記の重要データのセキュリティを確保すること
- (5) 将来の発展性 AMIシステムを用いた将来のサービスに対応できる発展性があること
- (6) 経済性 設置から運用までを含めたトータルコストが低廉であること
- (7) オープン性 低コスト化の実現のためにも、オープンな仕様に基づく国際標準に準拠したシステムであること

3 東芝のAMIシステムとその特長

3.1 AMIシステムにおける通信システム

AMIシステムの概略構成を図1に示す。スマートメータ、スマートメータからヘッドエンドに至る通信網、ヘッドエンド、及



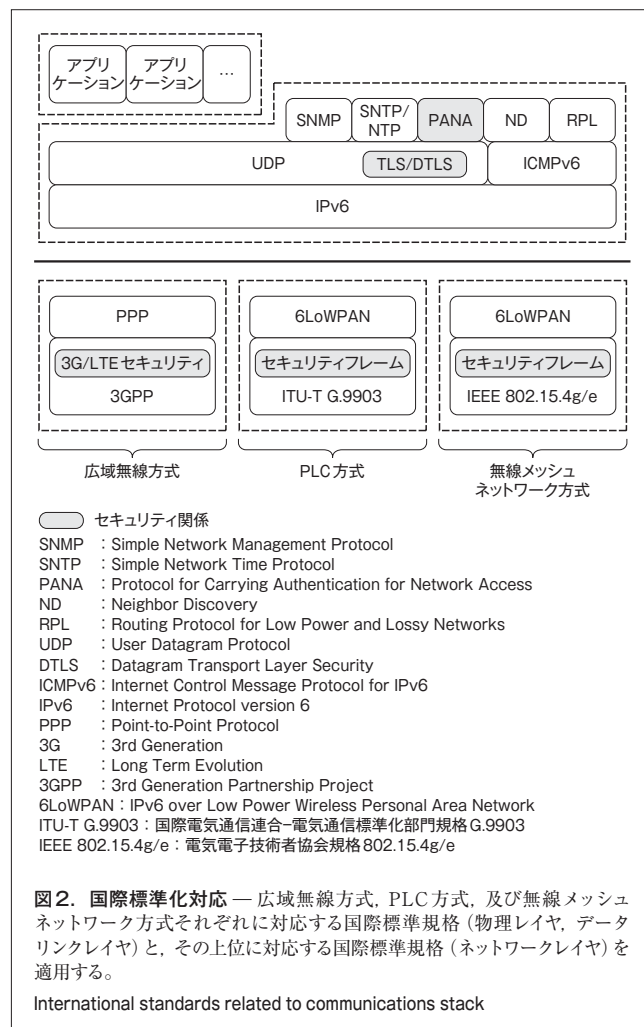
びMDMSが主な構成要素である。当社のAMIシステムは、世界的に多くの実績があるランディス・ギア社と一体になって、最新の国際標準に適合するように発展させたものである。

前章で記載した要件に対する当社のソリューションを表1に示し、特筆すべき部分について以下に述べる。

高収容率については、スマートメータ用の通信方式として特定小電力を用いた無線メッシュネットワーク方式、携帯電話網を用いた広域無線方式、及びPLC (Power Line Communication) 方式の3種類を用意することで実現している。無線メッシュネットワーク方式は、スマートメータの設置密度がある程度以上となる都市部や郊外での適用において経済性がある。一方、広域無線方式は、スマートメータの設置密度が低い地域などで経済性がある。また、PLC方式は、集合住宅など電波の通じにくい閉じられた場所に設置されたメータ向けに経済性がある。

表1. AMIシステムへの要件に対する東芝のソリューション
Solutions provided by Toshiba and Landis+Gyr AG

要件	ソリューション
高収容率	特長の異なる通信方式を適材適所で利用
高通信成功率	無線メッシュネットワーク方式、PLC方式における最適経路選択 ¹⁾ 、及び通信回線と機器の冗長化
スケラビリティ	仮想化構成と機能分散構成により拡張性を持たせたヘッドエンド
セキュリティ	国際標準に準拠した認証・暗号化方式の採用、及び第三者による診断の実施
将来の発展性	将来の拡張を想定したハードウェア構成と、ファームウェアのダウンロードにより機能変更
経済性	ランディス・ギア社との共通化によりコスト削減
オープン性	通信スタックの各層で国際標準規格を採用



将来の発展性については、スマートメータやコンセントレータなどAMIシステムに関わる主要機器のソフトウェア又はファームウェアを、ネットワークを介してアップデートできるようにしていることが特に重要である。更に、主要デバイスの処理能力やメモリ容量は、将来のサービス拡張を見込んで余裕を持って設計している。

経済性については、単に機器のコストだけではなく、設置や運用のコストまで含めたトータルコストの削減が重要である。当社のAMIシステムは、ランディス・ギア社と一体となって開発を行っており、機器コストの低廉化とともに、ヘッドエンドの強力な監視制御機能により、設置コストや運用コストの削減に寄与する。

オープン性については、図2のように、物理レイヤからアプリケーションレイヤの各レイヤにおいて、主要な国際標準規格に対応している。これにより、他のベンダーとの相互接続性が確保できる。

3.2 ランディス・ギア社製MDMSの概要

一般にMDMSは、スマートメータで計測された電力使用量のデータを一元管理するだけでなく、ヘッドエンドや他のコン

ポーネントと連携して、スマートメータのイベントデータを収集したり、各種サービス実現のためスマートメータを制御したりする機能を提供するシステムである。また、蓄積されたデータを用いて需要家や地域の電力使用状況を分析することで、エネルギーの効率的な利用へ導くための電力システムソリューションとして認知されている。

ここでは、東芝グループの一員となったランディス・ギア社製のMDMSについて、機能及び特長の概要を述べる。

3.2.1 特長 北米で最大級の規模である約1,000万台のスマートメータでの運用実績があり、国際標準規格であるIEC 61968 (国際電気標準会議規格61968) に準拠することで、サービスやシステムの拡張に柔軟に対応することができる。

また、より大規模なシステムへの対応を考慮した、高性能、高拡張性、高信頼性、及び高機密性を実現するシステムアーキテクチャを採用し、併せて、NIST IR-7628 (米国立標準技術研究所 Interagency Report 7628: ガイドライン) などに準拠した高セキュリティ性も備えている。

3.2.2 機能 スマートメータで計測された電力使用量データを収集して蓄積するだけでなく、あらかじめ設定されたルールに基づくリアルタイム VEE (Validate, Estimate, Edit) 処理及び例外処理や、顧客・契約情報管理システム及び課金システムなどのバックオフィスシステムとの連携機能を備えている。

また、バーチャルメータリング機能により、電力メータだけでなく、ガスや水道など多種のメータデータを同一システムで包括的に管理することができ、トータルエネルギー使用量や料金の通知を行う“見える化”などのサービス提供も可能である。

3.3 首尾一貫した情報セキュリティ対策

このシステムにおける最重要事項の一つが情報セキュリティ対策である。スマートメータ用通信システムは、需要家のメータデータという重要なプライバシー情報を扱うだけでなく、スマートメータ自身が電力インフラの一端に接続されるため、電力インフラ全体を保護する観点からも、情報セキュリティが重要であることは言うまでもない。

3.3.1 情報セキュリティに関する基本ポリシー 当社とランディス・ギア社の技術を組み合わせて提供するAMIシステムの情報セキュリティについて基本的な考え方を次に示す。

- (1) “Minimal-Privileges/Need-to-Know” の原則 アプリケーション、サービス、及びネットワークへのアクセス権は、情報を知る必要性に応じて最小限とすることを原則とする。
- (2) 多重防御の原則 情報セキュリティ上の脅威については、多重の対策をとることを原則とする。
- (3) 冗長性のある設計 システムの一つの構成要素に障害が起こっても情報セキュリティ機能が阻害されないように、冗長性を考慮した設計を原則とする。

(4) プライバシー情報への対応 メータデータなど需要家のプライバシー情報については、NIST IR 7628のVol.2で指摘されている課題を考慮した対応を取る。

(5) 具体的な情報セキュリティ対策 当社及びランディス・ギア社において実績があるセキュリティソリューションをベースにし、NIST IR 7628のVol.1に記載のセキュリティ要求事項に基づいて対策を施す。

3.3.2 国際的なセキュリティ標準への対応 このシステムは、暗号方式に加え、通信セキュリティについても国際的に検証された標準を用いているので、スマートメータ用通信システムで重要な、セキュリティの確保と相互接続性に優れた枠組みを提供することが可能である。また、標準を単に使用するだけでなく、ネットワーク接続認証プロトコルなど当社が標準化活動をリードし熟知している標準も使用している。

このシステムのベースとなるセキュリティモジュールは、米政府のコンピュータセキュリティ基準である連邦情報処理規格 (FIPS 140)、コンピュータセキュリティ認証の国際規格であるISO (国際標準化機構)/IEC 15408 (情報技術セキュリティの評価基準) に基づいている。

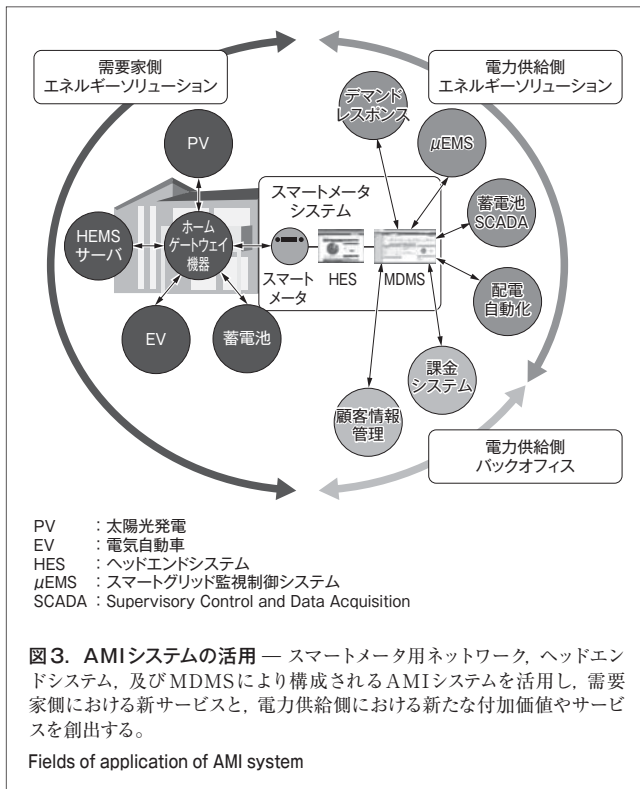
更に、このシステムでは、広く展開されている暗号ソフトウェア製品の一つであるEMC社の暗号ライブラリを利用しており、独自仕様ではなく、NISTのガイドラインに沿った、NSA (米国国家安全保障局) Suite B暗号で定められている暗号アルゴリズムを採用している。

これにより、スマートグリッドアーキテクチャと円滑に統合でき、将来にわたってシステムを維持できる汎用の鍵管理ソリューションを提供している。このシステムでは、EMC社のRSA LaboratoriesやSafeNet社などのパートナーとの協力により、独自仕様でないオープンなメカニズムを実現し、更に、ハードウェアセキュリティモジュールとして、汎用的で分散環境での実行が可能な製品を適用することで、強力な冗長性を提供している。これらのハードウェアセキュリティモジュールは広く利用されており、セキュリティ認証が継続的に実施されている。そのため、通常1回だけの認証で継続性のないインデント機器とは異なり、最新のセキュリティレベルを維持することが可能になる。このアーキテクチャは、多くの金融システムで採用されているものと同様である。

3.3.3 セキュリティ診断 当社及びランディス・ギア社は、脆弱(ぜいじゃく)性の確認とセキュリティの検証を行うため、信頼できる第三者組織による侵入テストを受けている。セキュリティ要件の設定、設定管理、バージョン管理、リリース管理、セキュリティコード見直し、セキュリティ試験項目の設定、脆弱性テスト、攻撃テスト、定義済みソフトウェアプロセス、及びプロジェクトマネジメント管理などは、ISO 9000シリーズに基づく堅ろうな開発ライフサイクルプロセスを利用している。

3.3.4 インシデントハンドリング セキュリティインシデントの可能性を低減するための対策を絶えず開発しているが、セキュリティ関連の脅威は頻繁に出現する。すばやいインシデント検出、損失と破棄の最小化、悪用される脆弱性の軽減、運用能力の回復、及び実施中の防止策の保証のために、インシデントハンドリングが不可欠と考えている。引き続きこれらのセキュリティインシデントへの対応を行っていく。

3.4 AMIシステムの活用 AMIシステムを活用することで、図3に示すように、需要家側における新サービスの創出と、電力供給側における新たな付加価値やサービスの創出が可能になる。当社は、このシステムがスマートグリッドにおけるトータル エネルギー ソリューションの中核となるように、HEMS (Home Energy Management System) 関連機器のソリューションの提供やデマンドレスポンスなどのシステムソリューションの提供を行っていく。



4 あとがき

AMIシステムに求められる要件と、それに対する当社のソリューションの概要、MDMS、及びセキュリティ技術について述べた。

今後も当社及びランディス・ギア社の強みを生かしながら、AMIシステムとそれを活用したサービスの開発を更に進めていく。

文 献

- (1) 米山清二郎 他. 低コストで安定したスマートグリッド通信を実現するスマートメータ用無線メッシュネットワーク通信ユニット. 東芝レビュー. 67, 7, 2012, p.28-32.



小林 崇裕 KOBAYASHI Takahiro

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 スマートメーターシステム技術部参事。スマートメータ通信システムの開発に従事。電子情報通信学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



前出 幸彦 MAEDE Yukihiro

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 ランディス・ギア推進部参事。スマートメータシステムのメータデータ管理システムの開発に従事。電気学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



伊藤 聡 ITO Satoshi

社会インフラシステム社 府中事業所 スマートメーター通信システム部参事。社会インフラシステムにおけるセキュリティ技術の研究・開発に従事。
Fuchu Complex