

HEMS対応三菱通信ゲートウェイ

西尾俊介*
矢野裕信**

Mitsubishi Communication Gateway for Home Energy Management System

Shunsuke Nishio, Hirotoshi Yano

要旨

近年、原子力発電の停止や、原油、天然ガスの価格高騰という状況で、エネルギーの安定供給が課題となる一方で、家庭内における効率的なエネルギー利用についても注目されつつある。三菱電機は、太陽光などの自然エネルギーの効率的な利用や、エネルギーの見える化、家庭内の各家電機器(以下“HEMS機器”という。)の制御を行うシステムである“三菱HEMS”を製品化した。

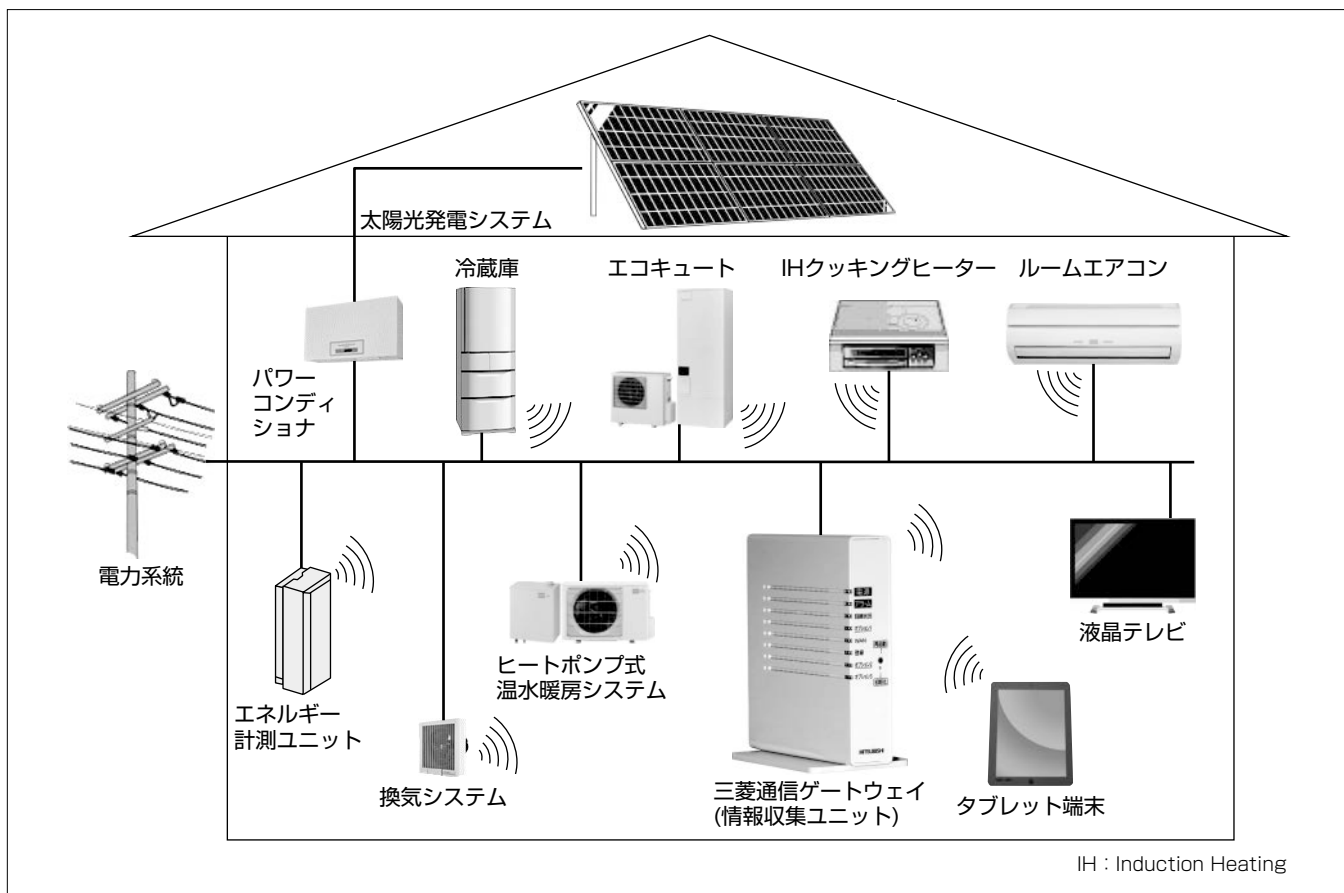
三菱HEMSは、ホームネットワークの中心に“情報収集ユニット”を配置し、無線通信によるHEMS機器の節電制御、タブレット端末によるエネルギーの見える化をユーザーに提供する。これらHEMSアプリケーションは年々機能拡張されるため、アプリケーションを実装する情報収集ユ

ニットは機能拡張の容易性を確保する必要がある。

一方、当社はブロードバンドルータ機能、無線LANアクセスポイント機能上にJava^(注1)仮想マシン、及びJavaアプリケーションのライフサイクルを管理するOSGi^(注2)(Open Services Gateway initiative)フレームワークを搭載した三菱通信ゲートウェイを製品化しており、この製品が持つこれらの機構によってアプリケーションの機能拡張性の課題を解決し、三菱通信ゲートウェイにHEMSアプリケーションを組み込むことで情報収集ユニットを実現した。

(注1) Javaは、Oracle Corp. の登録商標である。

(注2) OSGiは、OSGi Allianceの登録商標である。



“三菱HEMS”のシステム構成

三菱HEMSは、三菱通信ゲートウェイ(製品名: 情報収集ユニット)をホームネットワークの中心に位置付ける。冷蔵庫やエアコンなどの各種HEMS機器と三菱通信ゲートウェイを無線LAN通信で連携させ、各種の節電サービスを提供する。

1. ま え が き

近年、エネルギーの安定供給が課題となる一方で、家庭内での効率的なエネルギー利用が注目されつつある。当社は、太陽光などの自然エネルギーの効率的な利用や、エネルギーの見える化、家庭内のHEMS機器の制御を行う“三菱HEMS”を製品化した⁽¹⁾⁽²⁾。三菱HEMSでは三菱通信ゲートウェイ“情報収集ユニット”がHEMS機器の情報収集と制御を行う。

本稿では、まずこのユニットの要件と課題についてふれ、次にこの製品に適用した三菱通信ゲートウェイ⁽³⁾での対策を述べる。

2. 三菱HEMS

2.1 機 能

三菱HEMSは、多種のHEMS機器の収容と自動制御などのアプリケーションを特長とする、次に示す機能を提供する。

(1) エネマネグラフ

電気などのエネルギー使用量や電気代、節電目標の達成度をグラフで表示し、エネルギーの見える化と節電の達成度状況を見せることによって、ユーザーに対し節電の意識付けを行う。また、接続した各HEMS機器の節電モードを有効活用し、快適性を損なうことなく目標値に向けた自動節電設定を可能とする。図1にHEMS機器別の使用電力量の表示例と図2に節電目標達成度の表示例を示す。

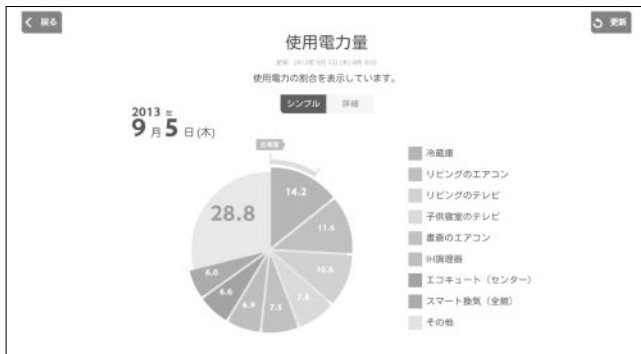


図1. 使用電力量の表示例



図2. 節電目標達成度の表示例

(2) ファミリーカレンダー

エアコンなどのHEMS機器の運転予定や家族の予定を設定することで、節電の最適制御を可能とする。例えば、家族全員で、長期間外出する予定を入力した場合は、HEMSは、そのスケジュールに応じて、不在中に不要となる機器の停止や能力を制限して、節電制御を行う。図3にファミリーカレンダーの表示例を示す。

(3) 間取りコントローラ

間取りコントローラのユーザーインターフェース画面によって、ユーザー宅の状況に合わせた間取りの設定やHEMS機器の配置状況を設定し、各部屋の機器運転状況の確認や操作を可能にする。図4に間取りコントローラの表示例を示す。

(4) 一括設定

外出時や就寝時など、生活のシーンに合わせて行われる複数の機器操作を、1回の操作で実現する。図5に一括設定の設定例を示す。あらかじめHEMSに搭載されている設定のほか、ユーザーごとにカスタマイズが可能であり、より生活に合わせた簡単操作を設定することが可能である。

2.2 システム構成

三菱HEMSのシステム構成を図6に示す。このシステムは、次の5つの要素で構成され、業界最多^(注3)のHEMS対応7製品、最大16台接続が可能である。

(1) 情報収集ユニット

(2) HEMS対応家電機器7製品

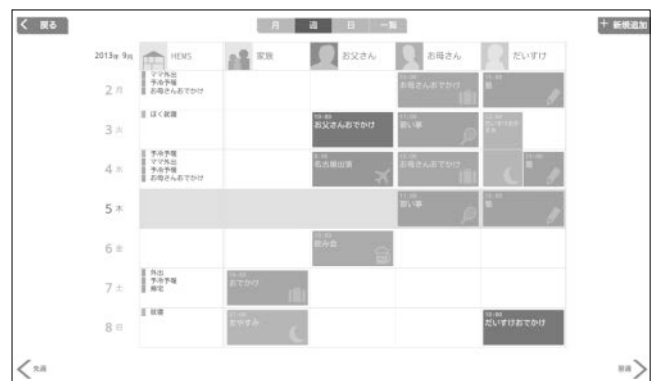


図3. ファミリーカレンダーの表示例



図4. 間取りコントローラの表示例

ルームエアコン、エコキュート、IHクッキングヒーター、冷蔵庫、換気システム、ヒートポンプ式温水暖房システム、液晶テレビ

- (3) 太陽光発電システム(パワーコンディショナを含む)
- (4) エネルギー計測ユニット
- (5) ユーザーインタフェースデバイス(タブレット端末)

(注3) 2013年8月26日現在、当社調べ

| | | | |
|----|-------------|---------------------|-------------------------|
| 就寝 | キッチン | エアコン IHクッキングヒーター | 運転OFF 運転OFF |
| | ダイニング | エアコン テレビ | 運転OFF 運転OFF |
| | リビング | エアコン 床暖房 テレビ | 運転OFF 運転OFF 運転OFF |
| | 寝室 | エアコン テレビ | 運転ON 運転OFF |
| | エコキュート(お風呂) | | ふろ自動OFF |
| 起床 | ダイニング | エアコン | 運転ON |
| | リビング | エアコン | 運転ON |
| 外出 | キッチン | エアコン IHクッキングヒーター | 運転OFF 運転OFF |
| | ダイニング | エアコン | 運転OFF |
| | リビング | エアコン 床暖房 テレビ | 運転OFF 運転OFF 運転OFF |
| | 寝室 | エアコン テレビ | 運転OFF 運転OFF |
| 帰宅 | リビング | エアコン | 運転ON |

図5. 一括設定例

2.2.1 情報収集ユニットの役割

三菱HEMSのサービスを実現するに当たり、中心的な役割を果たす情報収集ユニットを図7に示す。

情報収集ユニットは、大きく次の役割を果たす(図8)。

- (1) 情報収集ユニットは各HEMS機器と無線LANで通信を行い、HEMS機器が計測しているエネルギーデータの収集を行う。また、タブレット端末からの各HEMS機器に対する電源ON/OFFなどの制御も情報収集ユニット経由の無線通信で行う。なおHEMS機器との通信プロトコルは、国内ホームネットワークで標準的に使われるECHONET Lite^(注4)を利用する。
- (2) 情報収集ユニットは各HEMS機器から収集したエネルギーデータ、節電目標、及びファミリーカレンダーの設定データを保持する。

(注4) ECHONET Liteは、エコネットコンソーシアム⁽⁴⁾の登録商標である。

2.2.2 情報収集ユニットの要件と課題

これらから情報収集ユニットは、次の機能要件を満たす必要がある。

- (1) HEMS機器、タブレット端末と無線で通信を行うための無線LANアクセスポイント機能
- (2) IPルーティング機能を利用し、HEMS機器、タブレット端末とエネルギー情報の送受をするためのブロードバンドルーター機能
- (3) HEMS機器からの情報を収集し、制御を行うための

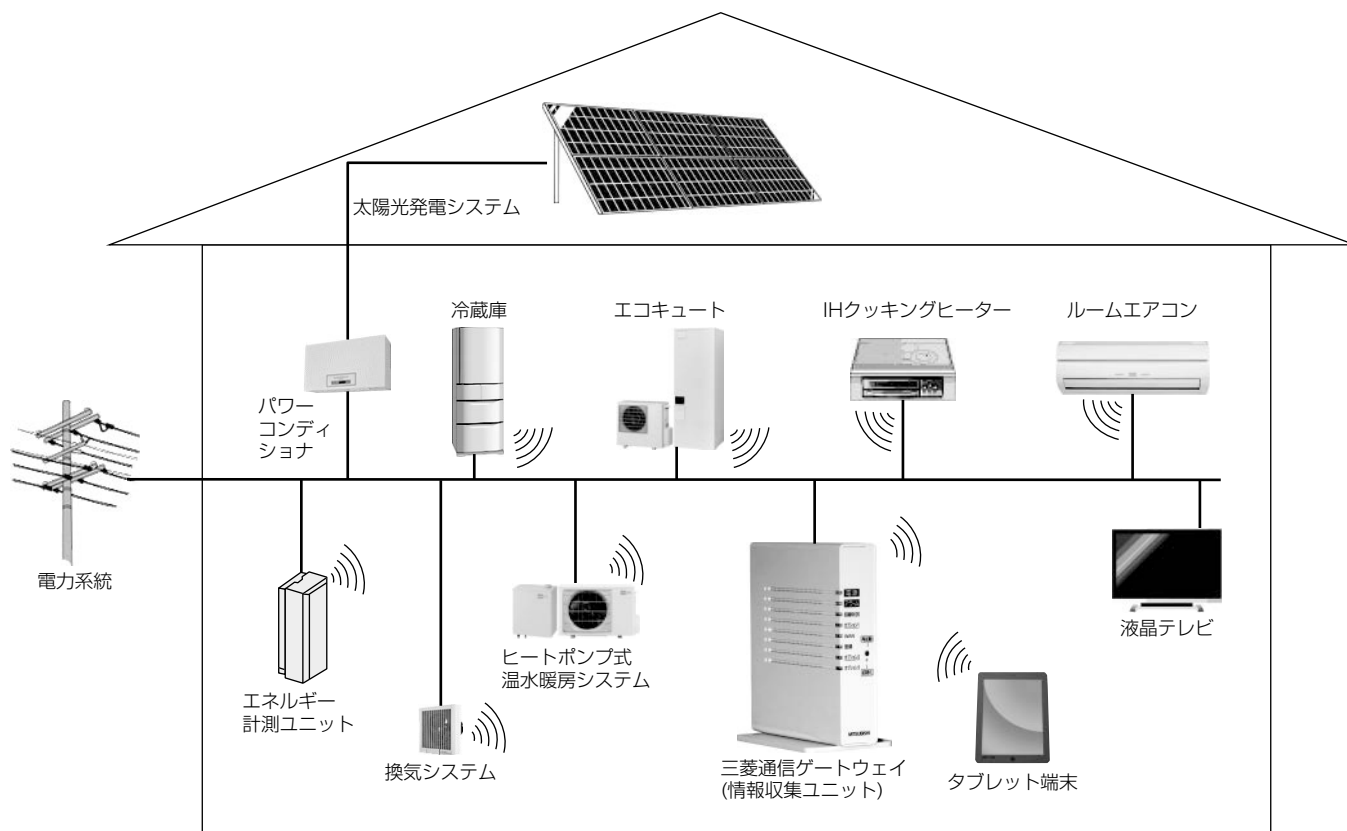
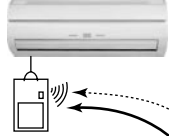


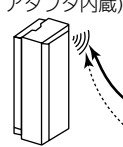


図7. 情報収集ユニット

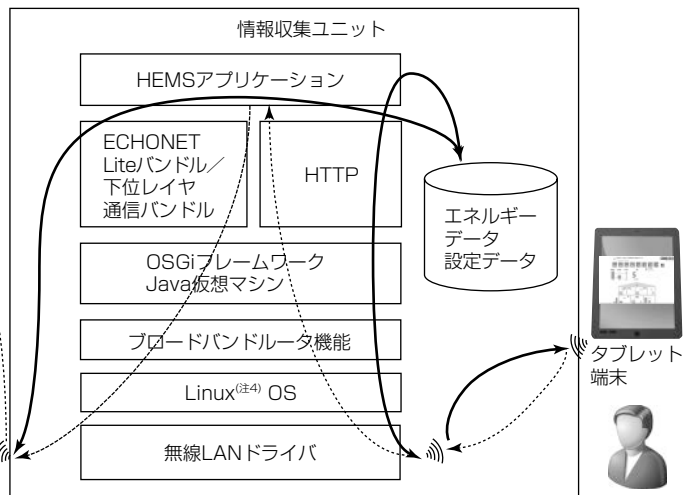
HEMS機器
(例：エアコン)
+無線LANアダプタ



エネルギー
計測ユニット
(無線LAN
アダプタ内蔵)



— データの流れ - - - 制御の流れ



HTTP : HyperText Transfer Protocol

(注4) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

図8. 情報収集ユニットの役割

ECHONET Lite通信機能

また、HEMS機器種別の増加や節電アプリケーションの拡張への対応、及びユーザー宅にシステムを設置する際の作業内容・時間削減のために、情報収集ユニットには次の課題解決が要求される。

- (1) アプリケーションなどの機能拡張の容易性確保
- (2) 設置作業時間短縮・効率化機構の実現

3. 三菱通信ゲートウェイ

三菱通信ゲートウェイは2章で述べた情報収集ユニットの要件を満たし、三菱HEMSで要求される課題解決の機構を提供する。この章では情報収集ユニットに適用した三菱通信ゲートウェイの機能と、各機能で考慮した機能拡張・設置作業時間短縮・効率化のための仕組みを述べる。

3.1 無線LANアクセスポイント機能

三菱通信ゲートウェイは、IEEE802.11b/g/n互換モードの無線LANアクセスポイント機能をサポートする。またWPS(Wi-Fi Protected Setup)に対応し、HEMS機器との無線LAN接続をボタン一つで簡単に設定可能である。またWPSの状態を保守者に見える化する独自機構を実装した。この機能によってシステム設置の時間短縮の課題を解決した。表1に無線LANアクセスポイント機能に関わる基本仕様を示す。

また、設置作業の効率化の課題に対応するため、無指向の無線LANアンテナを基板にパターンアンテナとして、内蔵した(図9)。HEMSシステムで、内蔵アンテナは外部アンテナに比べて、次のメリットがある。

- (1) アンテナの向きが設置時に固定されるため、設置後の人為ミスによる設置再調整を排除できる。
- (2) 設置時の調整要素を少なく

することで、設置時間の短縮が可能である。

3.2 ブロードバンドルーター機能

三菱通信ゲートウェイは、三菱HEMSで求められるブロードバンドルーター機能を持つ。対応している代表プロトコルを図10に示す。例えば、次節で述べるECHONET Liteは、UDP (User Datagram Protocol) / IPv4 (Internet Protocol Ver. 4) が必須となる。またDHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) を利用することで、三菱通信ゲートウェイは、インターネットと接続するために設置されたホームゲートウェイからIPアドレスを自動取得でき、これによってシステムを設置する際の時間短縮・効率化課題に対応可能である。また情報収集ユニットは、Linuxで動作しており、汎用性が高く、今後図10に記載のないプロトコルも容易に導入可能である。

3.3 ECHONET Liteプラットフォーム

三菱HEMSは、接続するHEMS機器の追加や、節電ニーズの変化に伴いサービスの機能拡張が今後も求められる。三菱通信ゲートウェイはECHONET Lite通信機能を利用可能なプラットフォームを持っており、このプラットフォームを利用してHEMSアプリケーションの機能拡張を容易に行うことができる。

三菱通信ゲートウェイ上のECHONET Liteプラットフォームの構成を図11に示す。

次に、プラットフォームの構成要素について述べる。

3.3.1 OSGiフレームワーク

従来、サービスを機能拡張するには、そのサービスを提供するソフトウェアプログラムの更新が必須であり、その更新には機器の再起動が伴うことが一般的であった。機器の再起動は、一時的ではあるが、サービス全般の停止を意

味するため、サービス上許容できないケースがある。

この課題に対し、三菱通信ゲートウェイは、Java仮想マシン上にOSGiフレームワークを搭載することで、装置自体を再起動することなく、プログラム更新が可能な仕組みを実現した(図12)。

三菱通信ゲートウェイに搭載しているOSGiフレームワークは、OSGi Alliance⁽⁵⁾が規定する“OSGi Service Gate-

way Specification Release 4.2”に準拠した、当社とメルコ・パワー・システムズ(株)の共同開発物である。OSGiフレームワークを利用することで、装置自体を再起動することなく、サービスを提供するJavaアプリケーション(以下“バンドル”という。)を動的にインストール／アンインストールできる。このため、既存のサービスを止めることなく、新たなサービスを追加することができる。

表1. 無線LAN基本仕様

| 項目 | 仕様 |
|----------|---|
| 周波数帯 | 2.4GHz |
| データ転送速度 | 最大11Mbps (IEEE802.11b) 最大54Mbps (IEEE802.11g) 最大300Mbps (IEEE802.11n) |
| アンテナ数 | 内蔵 送信2本×受信2本 |
| マルチSSID数 | 最大2 |
| 主要機能 | MACアドレスフィルタリング SSIDステルス (ANY接続拒否) |
| 無線LANカード | PCI-Express MiniCard本体内蔵 |

MAC : Media Access Control
SSID : Service Set Identifier
PCI : Peripheral Component Interconnect

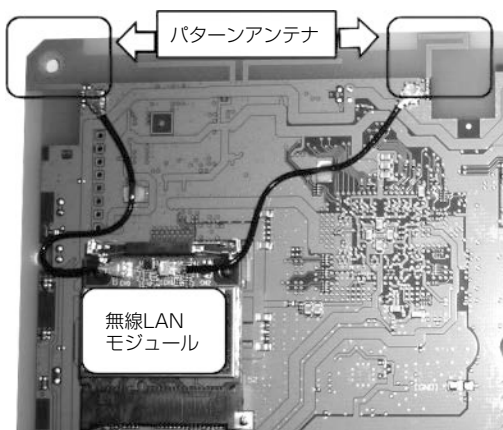


図9. 情報収集ユニット基板

3.3.2 下位レイヤ通信バンドル

三菱HEMSは、トランスポート層、ネットワーク層として、ECHONET Liteの下位層通信インターフェースの実装ガイドラインに従いTTC (Telecommunication Technology Committee) TR-1043で規定されたUDP/IPv4を採用した。データリンク層以下は、Ethernet^(注5)による有線通信、無線LANによる無線通信のいずれにも対応する。一方、三菱HEMSは将来的にZigBee^(注6)やWi-SUN^(注7)を採用

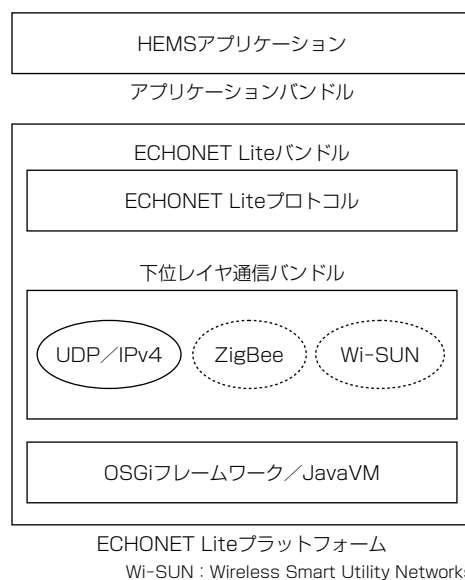


図11. ECHONET Liteプラットフォームの構成

| OSI参照モデル | TCP/IPモデル | プロトコル名 |
|------------|--------------------|------------------------------------|
| アプリケーション層 | アプリケーション層 | FTP, TELNET, HTTP, DNS, DHCP, SNMP |
| プレゼンテーション層 | | |
| セッション層 | | |
| トランスポート層 | トランスポート層 | TCP, UDP |
| ネットワーク層 | インターネット層 | IPv4/v6, ICMP, IPSec |
| データリンク層 | ネットワーク インタフェース層 | MAC, Ethernet, WLAN |
| 物理層 | | |

- FTP : File Transfer Protocol
- TELNET : TELetype NETwork
- DNS : Domain Name System
- SNTP : Simple Network Time Protocol
- TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol
- ICMP : Internet Control Message Protocol
- IPSec : Security Architecture for Internet Protocol
- WLAN : Wireless Local Area Network
- OSI : Open System Interconnection

図10. 情報収集ユニット対応プロトコル

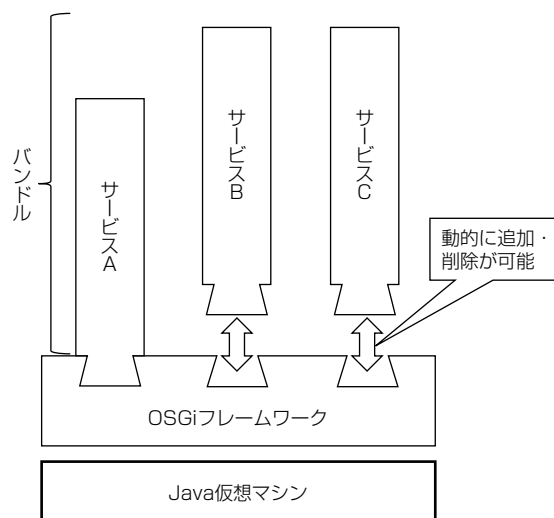


図12. OSGiフレームワーク

する可能性があり、このため、複数種類の下位層通信インタフェースをサポートできるよう、ECHONET Liteバンドルから、トランスポート層以下のプロトコル処理部を下位レイヤ通信バンドルとして分離した。使用するトランスポート層以下のプロトコルが増えた場合、そのプロトコルに対応した下位レイヤ通信バンドルを追加するだけで、ECHONET Liteバンドルには影響が及ばない実装となっている。この実装によって、ECHONET Liteバンドルを使用するアプリケーションも、下位の通信プロトコル非依存となり、用途によって、トランスポート層以下のプロトコルを容易に変更できる。

3.3.3 ECHONET Liteバンドル

ECHONET LiteバンドルがECHONET Lite通信ミドルウェアとして、HEMSアプリケーションにECHONET Lite通信用の各種API(Application Programming Interface)を提供する。この機構によって、HEMSアプリケーションはECHONET Liteプロトコルを意識せず、HEMS機器との通信が可能となる。

(注5) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

(注6) ZigBeeは、ZigBee Alliance, Inc.の登録商標である。

(注7) Wi-SUNは、Wi-SUN Allianceの登録商標である。

4. む す び

HEMSの導入によって、家電機器を連携させ、新たな付加価値を持つサービスをユーザーに提供することができるようになった。しかし、より便利で、より快適な暮らしが期待される中、三菱HEMSも更なる機能拡張が求められる。

このため、三菱通信ゲートウェイは、各種プロトコルの追加や新たなサービスを提供するアプリケーションの追加を容易に実現するためのプラットフォームを実現した。

また、三菱通信ゲートウェイは、USB(Universal Serial Bus)インタフェースによるハードウェア拡張性を持ち、USBハードディスクの接続によるデータ保存領域の追加や、USBドングルによる特定小電力無線への対応なども考えられる。

これら基本機能によって、三菱通信ゲートウェイはアプリケーションを変更することで、BEMS(Building Energy Management System)、FEMS(Factory Energy Management System)、MEMS(Mansion Energy Management System)への適用も可能である。今後も、三菱通信ゲートウェイの更なる機能充実を通じて、便利で快適で、かつ省エネルギーな暮らしの実現をサポートしていく。

参 考 文 献

- (1) 矢部正明, ほか:三菱HEMS, 三菱電機技報, **87**, No.9, 521~524 (2013)
- (2) 三菱HEMS
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/home/hems/>
- (3) 鹿島和幸, ほか:サービス事業者向け通信ゲートウェイ, 三菱電機技報, **86**, No.10, 548~551 (2012)
- (4) エコーネットコンソーシアム
<http://www.echonnet.gr.jp/>
- (5) OSGi Alliance
<http://www.osgi.org/>