

コンシューマ・システム論文

プラットフォーム型システムアーキテクチャに基づく 小型小売店舗エネルギーマネジメントシステムの検証

村上 隆史^{1,2,a)} 杉村 博^{2,b)} 一色 正男^{2,c)}

受付日 2016年9月30日, 採録日 2017年2月27日

概要: 小型小売店舗の消費電力量削減に向けてエネルギーマネジメントシステムを構築しようとする場合、小型小売店舗に設置されている設備系機器（空調、要冷機器など）に関して、標準化の導入が進んでいないため、独自仕様による垂直統合型のシステムで運用されることが一般的である。しかし、小型小売店舗におけるエネルギーマネジメントシステムの拡張には、徐々に様々なベンダが小型小売店舗への事業参画を可能とすることが重要である。そこで、様々な事業者の参画を可能とするプラットフォーム型のシステムアーキテクチャを検討するとともに、そのアーキテクチャに基づき小型小売店舗におけるエネルギーマネジメントシステムを構築し、需要家参画型のネガワットサービスの有効性、省エネ効果を検証した。なお、省エネ効果については、スマートメータのBルートにより電力量を取得することで、取引証明に使用可能な正確なデータでの検証を実現した。

キーワード: 小型小売店舗, エネルギーマネジメントシステム, プラットフォーム型アーキテクチャ

Verification of Energy Management System for Small Retail Stores Based on Platform Type System Architecture

TAKASHI MURAKAMI^{1,2,a)} HIROSHI SUGIMURA^{2,b)} MASAO ISSHIKI^{2,c)}

Received: September 30, 2016, Accepted: February 27, 2017

Abstract: When energy management system for the power consumption reduction in small retail store is built, commercial equipment (large package air conditioning, showcase device etc.) installed in a small retail store has not progressed the introduction of standardization. So it is generally operated by vertically integrated system with proprietary specifications. But possibilities that many kinds of vendors can join the market are needed for the expansion of energy management system related to small retail store. We have considered the system architecture of platform type and constructed the energy management system based on the architecture. We have verified the effectiveness of the negative watt service of consumer participation type and energy saving effect. Related to energy saving effect, we have obtained energy consumption data from B-route of smart energy meter and realized the verification with data which can be used for transaction certification.

Keywords: small retail store, energy management system, platform type system architecture

1. はじめに

1.1 小型小売店舗におけるエネルギーマネジメントシステムの重要性

国内店舗数が増加を続けるコンビニエンスストア (52,620 店・平成 27 年 3 月時点, 54,018 店・平成 28 年 3 月時点) などの小型小売店舗は省エネを実施するにあたり、効果の大きい需要家の有力な候補と考えられる。エネルギーマネ

¹ パナソニック株式会社
Panasonic Corporation, Moriguchi, Osaka 570-8501, Japan

² 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan

a) murakami.takashi@jp.panasonic.com

b) sugimura@he.kanagawa-it.ac.jp

c) masao@kait.jp

ジメントシステムをこれらの店舗に導入しない場合、省エネ効果は主に機器単体による省エネ効果のみとなるが、エネルギーマネジメントシステムを導入することで、機器単体の省エネ効果に加えエネルギーマネジメントシステムによる有効的な電力利用（電力の地産地消）、デマンドレスポンス（DR）による省エネやネガワット取引のインセンティブ受領など、多岐にわたる効果を出すことが期待できる。

1.2 エネルギーマネジメントシステムの実現に重要な標準化の動向

エネルギーマネジメントシステムを構築するにあたり、重要な標準化状況として、産官学の連携で推進してきた標準インタフェースである ECHONET Lite に対応した商品が市場に投入されてきている点がある。また、国内の標準化活動だけでなく、ECHONET Lite は ISO/IEC JTC 1 SC25 や IEC TC100 において国際標準仕様として承認される状況であり、国際的なネットワーク専門家・企業からの認知度獲得に至っている。この標準化の成果により、特定のベンダに固定することなく小さなシステムを組み合わせ、徐々にシステムを拡大するエネルギーマネジメントシステムの構築を技術的に可能としている。

また、日本国内における電力システム改革が生み出す新たな環境もこれらの動きを支援している。平成 27 年 7 月からは東京電力サービスエリア全域、中部電力サービスエリア全域、関西電力サービスエリア全域でスマートメータの B ルート実装が開始された。また、平成 28 年 4 月には全国のすべての需要家は、電力会社への設置申請から 13 営業日以内にスマートメータで計測した電力関連のデータを B ルート経由で取得することができるようになることが経済産業省における官民連携機関 JSCA スマートハウス・ビル標準・事業促進検討会で合意され、ガイドラインとして発表されている [1], [2]。この結果、一般住宅や店舗に ECHONET Lite 対応の機器が必ず設置される状況となっている。

2. 小型小売店舗におけるシステム化の課題

従来、小型小売店舗で実施しているエネルギーマネジメントシステムは大きく下記のパターンに分類される。

- 独自のセンサシステムによるデータ収集や、分電盤の CT 計測により、電力関連の情報の収集、見える化を行うモデル [3], [4], [5]
- 垂直統合にシステムを構築するモデル [6], [7]

1 つ目の課題として、独自方式を用いたセンサシステム構築によるデータ収集や使用エネルギーの見える化にとどまっており、機器の自動制御といった機能追加が困難であり、システムの拡張性に乏しい点である。

2 つ目の課題として、下流の機器から上流のサーバ上のサービスまで新規に垂直統合に構築するモデルは、実証実

験などにおいて機器の制御や状態参照を実施するためのシステムを容易に構築できるメリットがある一方、設置可能な機器のベンダやコントローラなどが固定化され中長期的に機材の入れ替え時にメーカーの選択肢が少なくなってしまう点や、導入当初より大規模システムが必要であり、初期投資が大きくなるというデメリットがある。

3 つ目の課題として、小型小売店舗において、エネルギーマネジメントシステム導入時の初期投資を抑える観点からエネルギーマネジメントのための自動制御が可能となる標準通信方式対応の機器を全店に導入することは困難である。また標準通信方式対応の機器の普及は始まったばかりで選択肢が少ない状況である。したがって、導入当初は、標準通信方式対応の機器の数には限りがあり、そのため、自動制御による省エネの効果が小さくなってしまうことが考えられる。

3. 提案するシステムアーキテクチャ

3.1 課題に対する基本的な考え方

市場を構築していくために、上記の 1 つ目と 2 つ目の課題への対応として、「機器の見える化だけではなく、制御機能を要するシステム」、「導入当初は小さな投資による小さなシステムで開始し、徐々に様々なベンダの参画も可能な形でシステムを拡大できる方式」という 2 点の要件を満たすシステムアーキテクチャを検討する。具体的には、標準化インタフェースを活用したプラットフォーム型のアーキテクチャを検討するが、このような思想については M2M アーキテクチャという形で検討が行われてきている [8]。

しかし、実際の市場にシステムを導入するためには、実際に用いる仕様を具体化することが必要である。機器とコントローラ間の通信方式については、「1 はじめに」に記載したとおり、「産官学の連携で推進してきた標準インタフェースである ECHONET Lite に対応した商品が市場に投入されてきている点」、「ECHONET Lite は国際標準仕様であり、グローバルに認知された仕様である点」そして「店舗を含むすべての需要家宅に ECHONET Lite を搭載したスマートメータが設置される点」という状況から、従来は住宅用途での使用（Home Energy Management System: HEMS）が中心である ECHONET Lite を小型小売店舗においても活用する。そして、ECHONET Lite をベースにして実際の小型小売店舗に適用可能なプラットフォーム型アーキテクチャに基づくシステムを構築し、本アーキテクチャの実現性を検証する。なお、エネルギーマネジメントシステムの導入にあたり省エネ効果は必要条件であり、本論文においても省エネ効果を確認することで、プラットフォーム型システムアーキテクチャの実現性を検証する。今回提案するプラットフォーム型システムアーキテクチャを図 1 に示す。

店舗内に設置されるコントローラは店舗における情報の

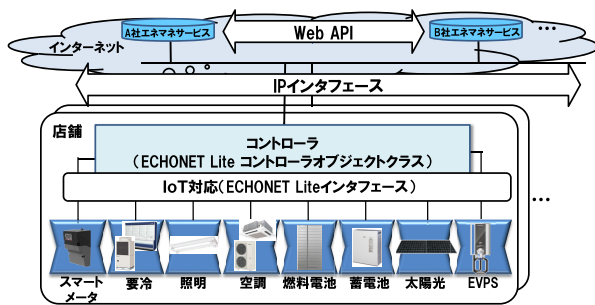


図 1 プラットフォーム型システムアーキテクチャ
Fig. 1 System architecture of platform type.

ゲートウェイの位置づけとなる。店舗内のスマートメータ、要冷機器、空調機器などは標準インタフェースであるECHONET Liteを搭載し、それぞれECHONET Liteでコントローラと通信を実施する。また、コントローラはIPインタフェースにより、クラウド上のサービスと接続する。また、クラウド上のサービス間は標準的なWeb APIを用いて相互連携を実現する。この構成をプラットフォーム型システムアーキテクチャの基本的な考え方とする。

このアーキテクチャを導入することにより、機器の状態やエネルギーの見える化だけでなく機器の制御も実現可能なシステムとなる。また、構築するシステムは垂直統合型と異なり機器とサービスが疎結合の関係であるため、店舗内の機器の交換時およびクラウド上のサービスの交換時に、特定の機器ベンダに制限されることがない。そして、標準インタフェースで接続するため、異なるベンダの機器に入れ替える場合でも、システム全体を更新する必要なく、たとえば省エネ性能の高い機器に入れ替えなど、機器自身の性能で機器を選択することが可能となる。

3.2 参加型エネルギーマネジメントシステム

3つ目の課題として記載したとおり、エネルギーマネジメントシステムを構築し、継続的にエネルギーマネジメントを行う必要があるが、特に導入当初は、エネルギーマネジメントのための自動制御が可能となる標準通信方式対応の機器は限られる。そのため、小型小売店舗のエネルギーマネジメントシステムを拡張する過程において、小型小売店舗の従業員が参加できるエネルギーマネジメントシステムすなわち従業員による手動制御を含めたシステム構築が重要である。

プラットフォーム型システムアーキテクチャに基づくエネルギーマネジメントシステムの構築にあたり、省エネ効果だけでなく、従業員のエネルギーマネジメントへの参加の可能性についても検証を実施した。

4. エネルギーマネジメントシステムの構築

4.1 エネルギーマネジメントシステムの概要

今回の実施においては、主に以下の機能を開発した。

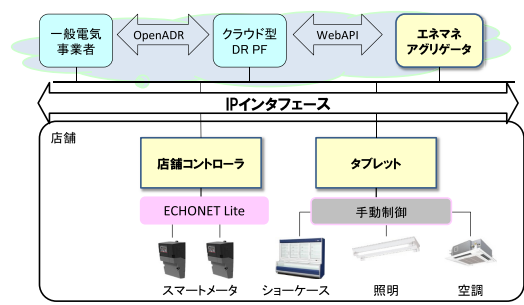


図 2 システム構成
Fig. 2 System architecture.

- 他社サービスであるクラウド型 DRPF を経由して、一般電気事業者が発信する DR 信号を受信し、各店舗へ省エネ制御を要求する機能
- B ルート (ECHONET Lite) 経由でスマートメータから収集した電力データをクラウド上で管理し、省エネ制御の効果を検証する機能

そして、実際のコンビニエンスストア 7 店舗で 2015 年 9 月～2016 年 1 月までの期間においてプラットフォーム型エネルギーマネジメントシステムを構築し、プラットフォーム型システムアーキテクチャの有効性およびユーザの参加可能性について検証した。なお、7 店舗での実証となったが直営店/フランチャイズ店やビルイン/戸建てなど、様々な特性の店舗での実証を行った。

今回の検証に構築したシステム構成を図 2 に示す。本システムの特長として、クラウド上のサービス間およびコントローラとメータ間は標準仕様を利用し、プラットフォーム型エネマネシステムアーキテクチャを具体化して、実際の小型小売店舗にシステムを構築した点である。

クラウド上に機能配置したエネマネアグリゲータ機能は、他社サービスであるクラウド型 DRPF (デマンドレスポンスプラットフォーム) が規定している Web API で、インターネット上で情報の送受信を行う。Web API を通じてエネマネアグリゲータ機能は、クラウド型 DRPF より DR 信号を受け取ると、各店舗に設置するタブレットに制御項目を通知する。また、スマートメータで計測した電力データ (動力系、電灯系) を店舗内に設置する店舗コントローラ経由で受け取り収集する。

店舗に設置した店舗コントローラは、スマートメータと標準インタフェースである ECHONET Lite で接続している。店舗コントローラは定期的に電力系のスマートメータおよび動力系のスマートメータそれぞれより電力データを収集し、クラウド上のエネマネアグリゲータ機能に電力データをアップロードする。

同様に店舗内に設置したタブレットはクラウド上のエネマネアグリゲータより制御項目を受信し、制御内容を表示する。

クラウド型 DRPF は一般電気事業者から送信される

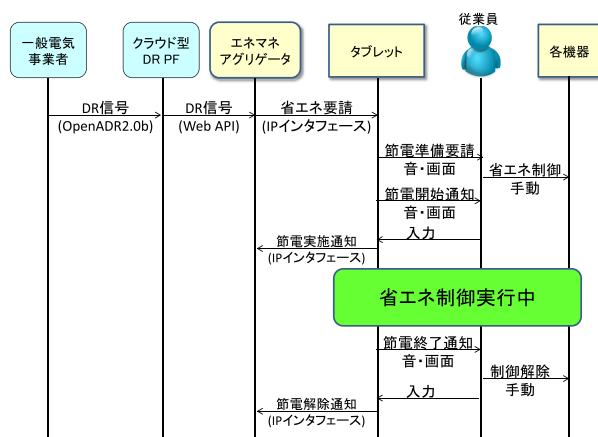


図 3 省エネ要請受信時のシーケンス

Fig. 3 Sequence at the time of energy saving request.

OpenADR2.0 による DR 信号を終端し、Web API によりエネマネアグリゲータに DR 信号を通知する。

4.2 省エネ制御要求受信時の動作

一般電気事業者が省エネを需要家に要請するために、DR 信号を発信した際のシーケンスを図 3 に記載する。

エネマネアグリゲータ機能はクラウド型 DRPF の Web API を通じて DR 信号を受信する。受信した DR 信号に基づいて、エネマネアグリゲータ機能は各店舗に設置したタブレット端末に向けて、省エネ制御を要請するための信号を通知する。なお、省エネ制御を要請する項目については各店舗の特性に合わせて決定する。

店舗内に設置したタブレット端末は省エネ制御の要請を受信すると制御内容を表示し、それを参照した従業員はタブレットに表示している内容に基づき省エネ制御を実行する。制御内容については店舗によって異なるが、最大で以下の項目について従業員による手動制御を実行した。

- 冷凍・冷蔵ショーケース内の照明の消灯
- 店内照明の一部消灯
- 店内エアコンの制御

【夏期】設定温度を 27°C に設定

【それ以外】エアコンの動作状態を OFF に設定

- ロールカーテンによる日射侵入防止
- 室外機周辺への打ち水
- バックルーム用のエアコン OFF
- バックルーム用の照明 OFF

従業員は省エネ制御実施後、実際に制御した項目をタブレットに入力し、タブレットはエネマネアグリゲータ機能に実施した制御項目を含む節電実施通知を送信する。その後、従業員はタブレットに省エネ要請が終了していることを確認すると省エネ制御を解除し、タブレット端末上に省エネ制御を解除した結果を入力し、エネマネアグリゲータ機能に節電解除通知を送信する。

なお、本実証において省エネ制御要求受信後、タブレッ

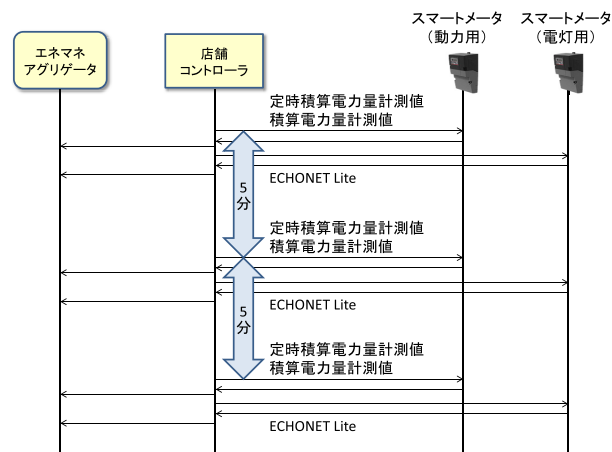


図 4 B ルート経由での電力データ収集シーケンス

Fig. 4 Sequence for energy data collection via B-route.

トを通じて従業員は実施有無を入力することで、手動制御の実施有無についても集計を実施した。

4.3 B ルート経由での電力データの収集

今回、低圧の電力契約を結んでいるコンビニエンスストアにおいて検証を実施した。7 店舗の電力系統は電灯系と動力系の 2 系統が存在しており、電灯系を計測するスマートメータと動力系を計測するスマートメータが設置されている。店舗コントローラは 2 台のスマートメータから ECHONET Lite で電力データを取得し、エネマネアグリゲータ機能にアップロードを行った。店舗全体の消費電力量は 2 台のスマートメータの値を合算することで、算出可能である。B ルート経由での電力収集のシーケンスを図 4 に示す。

店舗コントローラは、電灯系と動力系の各スマートメータに対して 5 分周期で定時積算電力量計測値プロパティおよび積算電力量計測値プロパティとともに、現在時刻設定プロパティと現在年月日プロパティを取得する。店舗コントローラは、それぞれのスマートメータから取得した電力データをクラウド上のエネマネアグリゲータ機能にアップロードを行う。エネマネアグリゲータ機能は、スマートメータで計測した取引証明に利用可能な正確な電力データで省エネ効果を検証するために電力データを蓄積する。

5. 実証結果

2015 年 9 月～2016 年 1 月までの実証期間中に、エネマネアグリゲータ機能は省エネを要請する DR 信号の通知を延べ 102 回受信した。

102 回の実施有無について表 1、表 2、表 3、表 4 に一覧する。なお、表中の A 店～G 店の各店舗欄の符号として、「◎」は「省エネ制御実施、かつ省エネ目標達成」、「○」は「省エネ制御実施、かつ省エネ目標未達成」、「×」は「省エネ制御未実施」、「－」は「スマートメータ未設置による不

表 1 省エネ制御の実施結果まとめ (9 月)

Table 1 Experimental result of energy saving control (September).

店舗名	9 月			
	4 日	11 日	15 日	28 日
	14:00 ~ 15:00	14:30 ~ 15:30	14:00 ~ 15:00	13:00 ~ 14:00
A 店	◎	(×)	◎	○
B 店	◎	○	◎	◎
C 店	—	◎	◎	◎
D 店	○	◎	◎	◎
E 店	—	—	—	—
F 店	◎	○	◎	◎
G 店	—	—	—	○
全体	○	×	○	○
目標値	8kW	10kW	10kW	12kW

表 2 省エネ制御の実施結果まとめ (10 月~11 月)

Table 2 Experimental result of energy saving control (October and November).

店舗名	10 月		11 月	
	14 日	30 日	18 日	24 日
	13:00 ~ 14:00	16:00 ~ 17:00	17:00 ~ 18:00	9:00 ~ 10:00
A 店	(×)	◎	○	○
B 店	◎	○	◎	◎
C 店	○	×	○	×
D 店	◎	◎	×	○
E 店	×	×	○	○
F 店	◎	○	○	○
G 店	◎	○	○	○
全体	×	×	×	×
目標値	14kW	14kW	11kW	11kW

参加」, 「(×)」は「システム不具合による不参加」を意味している。また, 「全体」の列に記載している「○」, 「×」の定義は, 7 店舗全体で目標値へ到達した場合「○」を記載し, 未到達の場合は「×」を記載する。目標値は, 基本的には 1 店舗あたり 2kW としたが, 空調が稼働せず省エネ効果が期待できない月は目標値を削減し, また冬期は空調が稼働していることもあり, 一部店舗については 1 店舗あたり 3kW に増やしている店舗もある。

なお, 省エネ目標達成/未達成の判断は, 「ネガワット取引に関するガイドライン (平成 27 年 3 月 30 日)」[9] に従い, 判定を実施した。

5.1 店舗における省エネ制御の効果

省エネ目標値の達成率は 45.1% (46 回/102 回), システム不具合・通信異常による未達成の場合を含むと 44.2% (46

表 3 省エネ制御の実施結果まとめ (12 月)

Table 3 Experimental result of energy saving control (December).

店舗名	12 月			
	2 日	7 日	18 日	22 日
	9:30 ~ 10:30	10:00 ~ 11:00	9:00 ~ 10:00	17:00 ~ 18:00
A 店	◎	○	○	○
B 店	◎	◎	◎	◎
C 店	○	○	×	×
D 店	○	◎	○	○
E 店	×	○	×	×
F 店	○	○	○	◎
G 店	○	◎	◎	○
全体	×	○	×	×
目標値	14kW	14kW	14kW	14kW

表 4 省エネ制御の実施結果まとめ (1 月)

Table 4 Experimental result of energy saving control (January).

店舗名	1 月			
	13 日	20 日	21 日	22 日
	9:00 ~ 10:00	9:00 ~ 10:00	17:30 ~ 18:30	9:00 ~ 10:00
A 店	◎	◎	◎	◎
B 店	◎	◎	◎	◎
C 店	×	×	◎	○
D 店	○	◎	×	◎
E 店	◎	◎	○	◎
F 店	○	○	×	○
G 店	○	○	○	◎
全体	○	○	×	○
目標値	16kW	16kW	16kW	16kW

回/104 回) と十分な結果とはいえなかった。しかし, 月別の達成率を表 5 にまとめると, 今回実施した制御項目ではエアコンが稼働していない中間期については省エネの実現が困難であることに対し, エアコンが稼働している夏期や冬季については省エネ制御の目標値達成率が高く, 一定の成果をあげることができたことが確認できる。今後は小型小売店舗に設置する機器の ECHONET Lite 化を推進し自動制御対象の機器を追加していくことで, 省エネ効果に関していっそうの改善が期待できる。

5.2 プラットフォーム型システムアーキテクチャの有効性

今回の実証については, プラットフォーム型システムアーキテクチャに基づきクラウド間連携や ECHONET Lite の利用などを用いて, 参加型エネルギーマネジメントシステムを構築することができた。そして, そのシステムで表 1~

表 5 月別の省エネ制御目標値達成割合

Table 5 Energy-saving control target value achieved percentage of each month.

	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
店舗別	14/19 (73.7%)	6/13 (46.2%)	2/14 (14.3%)	9/28 (32.1%)	15/28 (53.6%)
全体	3/4	0/2	0/2	1/4	3/4

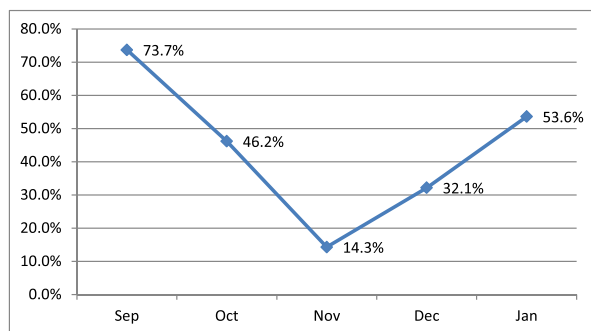


表 5 に示すように、省エネ効果を出すことができたことから、本アーキテクチャは有効であることを確認することができた。また、店舗コントローラは標準通信方式である ECHONET Lite を用いてスマートメータから検針データを取得しており、今回手動で制御した各機器を ECHONET Lite 機能搭載機器に入れ替えることで、「システム全体を変更しなくてもエネルギー管理システムを継続して実施できる目論見もつけることができた」と実証させていただいた店舗（お客様）からも評価いただき、この点からもプラットフォーム型システムアーキテクチャの有効性について確認することができた。

5.3 参加型エネルギー管理システムの有効性

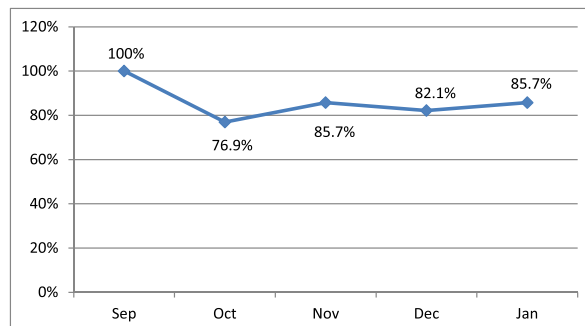
「3.2 節参加型エネルギー管理システム」に記載したとおり、小型小売店舗で特にエネルギー管理システム導入当初は、標準化対象機器が少ないこともあり、自動制御による省エネ制御は困難であり、従業員による参画が重要な要素である。そのため、従業員の参画可能性がどの程度あるのか把握することは今回の検証における主目的の 1 つである。

実際に店舗における省エネ制御の従業員による手動制御の実施率、すなわちデマンドレスポンスへの参加率は 86.3%であり、手動制御を組み合わせた省エネ制御を実行できる可能性が十分あることが確認できた。なお、横浜スマートシティプロジェクトにおいて、一般家庭におけるデマンドレスポンスを実施したところ、勧誘のみの場合の参加率は 16.5%、特典付きの場合の参加率は 52%という数字が出ている [10]。これらの数値と比較すると本検証における小型小売店舗における参加率は高い数値となっており、店舗における手動制御は有効な手段になると考えられる。また、月別の参画率について表 6 に示す。2015 年 9 月～

表 6 月別の省エネ制御の参画率

Table 6 Participation rate of energy-saving control of each month.

9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
19/19 (100%)	10/13 (76.9%)	12/14 (85.7%)	23/28 (82.1%)	24/28 (85.7%)



2016 年 1 月における月ごとの参画率の遷移を確認してみても、参画率の低下はみられなかった。この点からも、手動制御を組み合わせた省エネ制御を継続して実行できる可能性が十分あることを確認できた。

6. 考察

上述したとおり、プラットフォーム型システムアーキテクチャに基づいたシステム構築を小型小売店舗において実現した点と省エネ効果が得られた点からも、本アーキテクチャの有効性を確認することができた。また、特にシステム導入当初において、継続的に省エネ制御を行うために小型小売店舗の従業員が参加できるエネルギー管理システムが重要であり、その参画可能性について有効であることが確認できた。

しかし、本アーキテクチャに基づくエネルギー管理システムの導入において以下に示す改善の余地が残っていると考える。1 点目の改善余地として、小型小売店舗に ECHONET Lite 対応機器の導入し、自動制御機能を拡張することである。この改善により、従業員による手動制御ができないタイミングにおいても省エネ制御を実施することが期待できる。また、2 点目の改善余地として、ユーザインタフェースの改善が考えられる。今回の検証を通じて、小型小売店舗の利用者からはユーザインタフェースに関して、「中長期的に利用することを想定すると、シンプルな画面で、利用者側に飽きさせないユーザインタフェースが重要であること」といった改善点をうかがうことができた。

これらの意見から、小型小売店舗において中長期的にエネルギー管理システムに取り組むために重要な点として「容易に実効内容を識別できるシンプルなユーザインタフェース、かつ需要家を飽きさせないカスタマイズが可能なユーザインタフェース」であり、もう 1 つは「標準イン

表 7 手動制御と標準コマンドとの関係

Table 7 Relationship between manual control and standard commands.

制御対象機器		制御内容	ECHONET Lite	
			機器クラス	プロパティ
店内	ショーケース	照明清灯	業務用ショーケースクラス	庫内照明動作状態（オプション規定）
	店内照明	一部消灯	一般照明クラス	動作状態
	空調	設定温度変更	業務用パッケージエアコン室内機クラス	温度設定値 1
		動作状態 OFF		動作状態
店外	ロールカーテン	下げる	電動ブラインド・日よけクラス	開閉動作設定
	室外機	打ち水	規格無し（手動が望ましい）	
バックルーム	照明	消灯	単機能照明クラス	動作状態
	空調	動作状態 OFF	家庭用エアコンクラス	動作状態

タフフェースで定義した制御コマンドを活用することによる自動制御機能の追加」であると考える。

自動制御機能を実現するためには標準化仕様が重要となるが、今回実施した手動による省エネ制御と ECHONET Lite で定義している制御コマンドとの関係を表 7 に示す。表 7 に示すとおり、今回の制御内容についてはエコーネットコンソーシアムにおいてすでに制御コマンドの標準仕様の策定が進んでいる。業務用機器に標準インタフェースを実装し、制御の自動化を加速させることが重要である。その結果として、従業員の単純なルーチンワークの作業量削減と手動・自動のハイブリッド制御の実現で節電・省エネ活動の継続性を向上させることができる環境を提供することが可能になる。

表 7 に示す標準コマンドを用いた自動制御機能を搭載した機器で構成するプラットフォーム型システムアーキテクチャに基づくエネルギーマネジメントシステムを図 5 に示す。

基本的な機能については、店舗コントローラから各機器への自動制御、状態参照を実行し、従業員の負荷を低減させるとともに、例外的に動作については、従業員が手動で設定することで、快適性を保ったエネルギーマネジメントシステムの構築が実現できる。また、図 2 で示した今回検

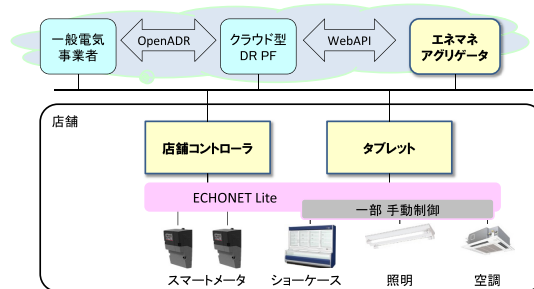


図 5 自動制御を実現するシステム構成

Fig. 5 System architecture should be aimed.

証したシステム構成と比較すると、ECHONET Lite を搭載するショーケース、照明、空調などの機器に特定のベンダに依存することなく入れ替わるだけであり、システム全体を交換する必要がないことからプラットフォーム型エネルギーマネジメントシステムの有効性も確認できる。

また、小型小売店舗に設置するショーケース、照明、空調などの機器は、それぞれの機器ごとにシステム商材となっていることが一般的であり、スタンドアローンで動作することが一般的な一般家庭に設置する冷蔵庫、家庭用エアコン、照明などと、機器のアーキテクチャが異なる。したがって、従来は住宅用途での使用が中心である ECHONET Lite を小型小売店舗において適用するにあたり、一般家庭用機器とのアーキテクチャの違いを考慮して設計する必要がある。

7. おわりに

今回の検証においては、省エネをターゲットとして検証を行い、プラットフォーム型システムアーキテクチャの有効性を確認できた。今後、より電力を有効的に活用するために、蓄電池や太陽光発電などの創蓄機器と様々なサービスとの連携により、地産地消といったサービスの実現が期待できる。また、節電した電力量を売買できるネガワット取引市場の開設が 2017 年度に計画されているが、プラットフォーム型システムアーキテクチャに基づいたシステムを構築することで、小型小売店舗内のシステム構成を変えずにこの新規市場への対応も可能になることが期待できる。

参考文献

- [1] HEMS—スマートメーターB ルート（低圧電力メーター）運用ガイドライン第 4.0 版，入手先（http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/shoujo/smart.house/pdf/009_s03.00.pdf）.
- [2] HEMS—スマートメーターB ルート（高圧電力メーター）運用ガイドライン第 1.1 版，入手先（http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/shoujo/smart.house/pdf/009_s04.00.pdf）.
- [3] 伊藤寿浩，前田龍太郎：「グリーンセンサネットワークプロジェクト」の取り組みと課題，電気学会誌，Vol.133，No.4，pp.204-205（2013）.
- [4] 新海敏二，武田久孝，津村明憲：小型店舗向けエネルギーマ

ネジメントシステム, 富士時報, Vol.84, No.3, pp.219-223 (2011).

- [5] 藤本 淳, 秦 智之, 伊藤寿浩: 無線ユビキタスセンサを用いた電力モニタリング, Journal of Japan Society of Energy and Resource, Vol.32, No.3, pp.9-15 (2011).
- [6] 林 慧, 菅原 進: ビルの省電力をサポートする遠隔省電力サービス FACiTENA-i, 東芝レビュー, Vol.69, No.5, pp.45-48 (2014).
- [7] 緒方良照: 省エネルギー, コスト削減, そして地球環境への貢献を目指して, UNISYS TECHNOLOGY REVIEW EXTRA EDITION, No.116, pp.47-53 (2013).
- [8] 藤田隆史, 後藤良則, 小池 新: M2M アーキテクチャと技術課題, 電子情報通信学会誌, Vol.96, No.5 (2013).
- [9] ネガワット取引に関するガイドライン, 入手先 (<http://www.meti.go.jp/press/2014/03/20150330001/20150330001-2.pdf>).
- [10] 2014 年度第 3 回スマートシティシンポジウム基調講演, 入手先 (<http://bizgate.nikkei.co.jp/smartcity/symposium/symposium11/001826.html>).



一色 正男 (正会員)

東京工業大学大学院理工学研究科修了。2009 年より慶應義塾大学教授, 2012 年より神奈川工科大学教授, スマートハウス研究センター所長。(株) 東芝で約 30 年, 新規技術開発と新規事業開発を中心に働く。特に, イン

ターネットおよび Web 活用事業として, 世界初の IP 家電を開発し, Web 端末からコントロールできる新時代の商品サービスを提供した。情報処理学会 CDS 研究会幹事 (2010~2012 年)。機械学会会員, ECHONET コンソーシアム 2008 運営委員長, 現フェロー。W3C Site Manager (2009~2014 年)。経済産業省 HEMS タスクフォース座長。HEMS 認証支援センター長。



村上 隆史

1999 年東京大学卒業。同年松下電器産業株式会社 (現, パナソニック株式会社) に入社。以来, 白物家電, 設備系家電, センサ系, AV 家電等を対象とした様々なホームネットワークシステムに関する研究開発, 標準化活動に

従事。2006 年よりエコーネットコンソーシム技術委員長。



杉村 博 (正会員)

2007 年神奈川工科大学大学院情報工学専攻博士前期課程修了。2012 年同大学院同専攻博士後期課程修了。2012 年神奈川工科大学スマートハウス研究センター特別研究員。2013 年神奈川工科大学創造工学部ホームエレクトロ

ニクス開発学科助教。2016 年同大学同学科准教授。ホームネットワークや HEMS に, 人工知能技術を応用する研究に従事。人工知能学会, 電気学会, IEEE 各会員。