情報処理学会論文誌　コンシューマ・デバイス & システム　Vol.7　No.2　24–32 (May 2017)

コンシューマ・システム論文

ホームネットワーク技術の小型小売店舗への適用に向けた制御コマンドの開発と標準化

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：一般住宅および大型ビル向けには，ネットワーク機器の導入の普及が見込まれつつあるが，小型小売店舗のように，一般住宅より大きくビルより小さい建造物に設置する業務用機器についてはシステム化が十分にできていない．メンテナンスやエネルギーマネジメント，遠隔監視などのサービスを実行するためには，機器のベンダに依存しない形でシステム化を行うことが重要である．本論文ではその際のネットワーク管理者を設置する一般的なビル向けの技術の適用ではなく，ネットワーク管理者不在のホームネットワーク標準化技術の適用を検討する．家庭用機器と業務用機器におけるアーキテクチャの差異を明確化するとともに，ホームネットワーク技術の導入可能性を検討する．具体的には，小型小売店舗で用いられているショーケースやパッケージエアコンへの適用を考慮し，各機器が搭載すべき制御コマンドとして，機器構成判別のためのグループ情報プロパティを提案する．本提案の効果として実際にエミュレータを開発して動作検証し，規格団体で標準化提案を行い公開された．

キーワード：ホームネットワーク技術，小型小売店舗，制御コマンド，標準化

Development and Standardization of Control Commands for the Application of the Home Network Technology to Small Retail Stores

Takashi Murakami[1,2,a)]　Hiroshi Sugimura[2,b)]　Masao Isshiki[2,c)]

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

Abstract: For general household and large buildings, the spread of network equipment is being expected. But systemization of commercial equipment installed in a small retail store which is larger than household and smaller than large building is not enough. It is important to realize services, such as remote maintenance, energy management and remote monitoring, independent of the vendors. Reference technology is not a building technology with network administrator, but home network technology without network administrator. It clarifies the differences between the architecture of household appliances and commercial equipment and we consider the possibilities of introducing home network technology. We concretely consider the application to showcase and package air conditioner which are installed in a small retail store. And we propose the group information property for the identification of device configuration. As an effect of this proposal, we have developed emulator to verify operation. This command has been standardized and published in standards bodies.

Keywords: home network technology, small retail store, control command, standardization

1. はじめに

従来スタンドアローンで動作していた機器が，ネットワーク機能を搭載することで，新たなサービスや価値が生み出されてきている．エネルギー削減が喫緊の課題であるなか，一般住宅向けにおいては，特にエネルギー関連で重要な機器を重点機器（エアコン，照明，蓄電池，HP 給

[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

© 2017 Information Processing Society of Japan

表 1　各アプローチにおける従来の課題
Table 1　Existing issues of each approach.

アプローチ	課題
ホームネットワーク適用	規格としては ECHONET Lite など存在するが，実際はベンダごとの独自仕様が多く，マルチベンダ相互接続環境が不十分
ビルマネジメント適用	ネットワーク管理者が必要であり，中小規模でのシステム構築にはコスト高
小売店舗向け新規規定	現状，小型店舗向けに規定された標準仕様は存在していない
ホーム及び小売店舗向け新規規定	現状，小型店舗向けに規定された標準仕様は存在していない

湯機，電気自動車充放電器，燃料電池，太陽光発電システム，スマート電力量メータ）として定義し，Home Energy Management System（HEMS）の導入を切り口にして，官民一体となって ECHONET Lite の通信 I/F に対応した機器の普及促進が進みつつある．また，ビル向けにおいては，ビルマネジメントシステムが一般住宅に先駆けて導入されており，快適性や利便性を維持しながらもリモートメンテナンス，一括制御，エネルギーマネジメントなどを通じて，管理コストを下げるなどの価値を利用者に提供し続けてきている．しかし，中小ビルや小型小売店舗といった一般住宅より大きくビルより小さい建造物について，標準通信機能を搭載した設備系機器の導入および店舗全体でのシステム化は，一般住宅や大規模のビルと比較すると進展は遅れている．

小型小売店舗へのシステム化の導入については，

- 一般住宅向けのホームネットワークシステム化技術を導入するアプローチ
- ビル向けのビルマネジメントシステム技術を導入するアプローチ
- ホームネットワークで用いる方式とは別に，小型小売店舗用の方式を規定するアプローチ
- ホームネットワークでも小型小売店舗でも利用可能な方式を新規に規定するアプローチ

が考えられるが，従来の取り組み [1], [2] においては**表 1** に示す課題が存在している．

これらの課題に対し，「ホームネットワークシステムの適用」に関しては前述したとおり HEMS への適用を中心に様々な研究開発が進んでいるだけでなく [3], [4]，官民一体となり HEMS を旗頭として ECHONET Lite を用いることでマルチベンダ環境下での相互接続を実現するために標準化とともに市場の拡大が進んでおり課題が解決されつつある．

それに対し「ビルマネジメント適用」に関しては，ビルマネジメントシステムの用途において，BACnet [5]，Lonworks [6] などの標準仕様の通信プロトコルが存在する．しかし，これらのプロトコルはネットワーク管理者が必要なビルオートメーションシステムのようなシステムに用いられることが一般的であり状況は変わりない．たとえば小型小売店舗，中小ビル，マンション（共用部）などといった建物においては，ネットワーク管理者は不在であるためこれらの通信プロトコルを採用することは難しい状況である．

また，「小売店舗向け新規規定」および「ホーム及び小売店舗向け新規規定」に関しては，2015 年 11 月 26 日の未来投資に向けた官民対話における「ネガワット取引市場を 2017 年までに創出する」という首相指示 [7] への対応に向けて小型店舗向けの方式（家庭との両用含む）を新規に作成し，各社において採用，商品へ実装は時間的に難しい状況である．

このような状況に加えてすべてのスマートメータに ECHONET Lite が搭載されることが決定されており，一般家庭や小型小売店舗などにおいて必ず 1 台の ECHONET Lite を搭載した機器がインフラとして，設置される状況であり，本論文において小型小売店舗のシステム化へのホームネットワーク技術の適用を検討する．

2. ホームネットワーク技術の適用

ホームネットワーク技術を小型小売店舗のシステム化に適用するにあたり，小型小売店舗に設置する業務用機器の通信方式に ECHONET Lite の適用を検討する．ECHONET Lite はホームネットワークシステムにおいて中心となっている通信方式であり，2012 年 2 月にスマートハウス検討会において「HEMS における公知な標準インタフェース」として推奨 [8] を受けた通信方式である．ECHONET Lite は，コントローラ，エアコン，照明などの家電機器，燃料電池，蓄電池，太陽光発電システムなどの家庭用設備機器への搭載が進みつつある．

2.1 ECHONET Lite 規格の特長

HEMS を中心としたホームネットワークシステムにおいて用いられている ECHONET Lite の主な特長として，以下の 2 点があげられる [9], [10], [11].

- IEEE，ITU などで国際標準として規定されている伝送メディアをサービスの要件や，設置環境の要件などに基づいて選択することを可能としたトランスポートフリーの通信プロトコル
- 機器の制御コマンドをオブジェクト指向によるモデル化により規定することで，100 種類以上の機器の制御コマンドを規定するとともに，それらの機器へアクセスするためのインタフェースを統一した通信プロトコル

また ECHONET Lite は，ISO/IEC JTC1 SC25 で通信

© 2017 Information Processing Society of Japan

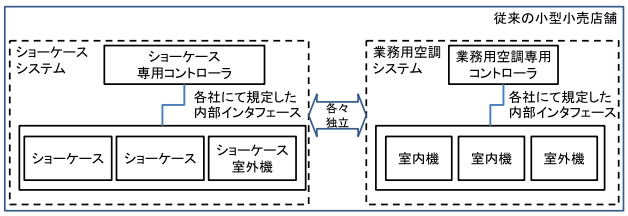

図 1　従来の小型小売店舗の構成例
Fig. 1　Composition of existing small retail stores.

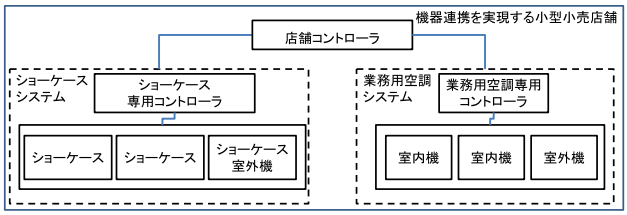

図 2　機器連携を実現する小型小売店舗の構成例
Fig. 2　Composition of future small retail stores.

プロトコルが ISO/IEC 14543-4-3 の文書で，IEC TC100 において各機器の制御コマンドが IEC 62394 の文書で，それぞれ国際標準として発行されており，日本国内だけでなく海外の専門家にも認められている通信仕様である．

2.2　小型小売店舗の構成

従来の一般的な小型小売店舗における構成例を**図 1** に示す．図 1 に示すように，たとえばショーケースシステムと空調システムはそれぞれが独立して動作しており，店舗内の機器間での連携はない．図 1 においてはショーケースと空調のみの構成で記載したが，実際の店舗においては照明をはじめ様々な機器が独立して動作している．

また，このように各機器が独立して動作している場合，各機器での個別最適な動作は実現可能だが，各機器では他の機器の状態が分からないため，小型小売店舗における全体最適な動作を実施することは困難である．全体最適の事例としては，たとえばピークカットの要請時に機器間の連携を実現するシステムを構築することで，日時，天候，店舗内の環境などに基づいて，必要な機器のみ制御することが可能になる．ホームネットワーク技術を適用することで機器間の連携を実現する小型小売店舗の構成例を**図 2** に示す．各機器システムを束ねる 1 台の店舗コントローラを設置し，各機器に ECHONET Lite を搭載することで 1 台の店舗コントローラが各機器と ECHONET Lite で通信を実施する．なお，図 2 はシステム構成全体の事例であり，ショーケースシステムおよび業務用空調システムが，ネットワークに接続する具体的なアーキテクチャについては，2.3.1 項に詳細に記載する．

2.3　ECHONET Lite の適用方式

2.3.1　ECHONET Lite 適用時のアーキテクチャ

図 2 の構成例の機器連携を実現する小型小売店舗において，ECHONET Lite の小型小売店舗への適用時の課題が発生する一因として，家庭用機器と小型小売店舗などの業務用機器とのアーキテクチャの違いがある．家庭用機器は単一の機器で構成されているのに対し，業務用機器は複数の機器で構成しており，複数の機器間は各社で規定した内部 I/F を用いてシステム化されている．ネットワーク対応の家庭用機器のアーキテクチャについてエアコン，冷蔵庫を事例にして**図 3** に示す．また，業務用機器のアーキテクチャについて冷凍・冷蔵ショーケース，業務用空調を事例にして，それぞれ**図 4**，**図 5**，**図 6**，**図 7** に示す．なお，冷凍・冷蔵ショーケースとは冷蔵機能や冷凍機能を持ち，コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどの小売店舗において，野菜，肉，野菜，飲み物，アイスクリームなどの飲食物を陳列するためのものである．

業務用機器を ECHONET Lite に対応するための実装方

図 3　家庭用機器のアーキテクチャ
Fig. 3　Architecture of home appliances.

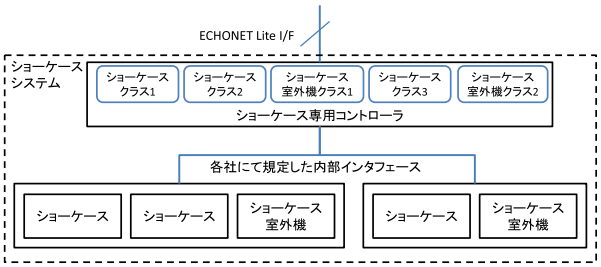

図 4　冷凍・冷蔵ショーケースのアーキテクチャ 1
Fig. 4　Architecture 1 of showcase.

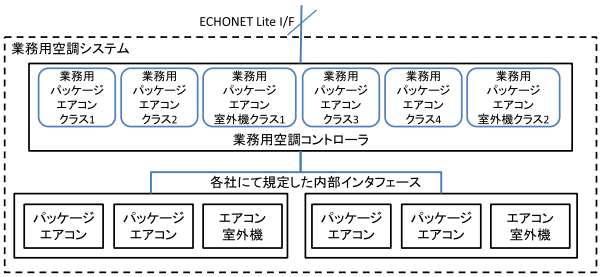

図 5　業務用空調のアーキテクチャ 1
Fig. 5　Architecture 1 of package air conditioner.

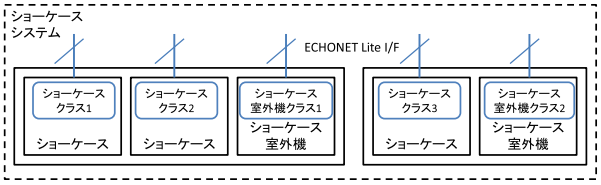

図 6　冷凍・冷蔵ショーケースのアーキテクチャ 2
Fig. 6　Architecture 2 of showcase.

© 2017 Information Processing Society of Japan

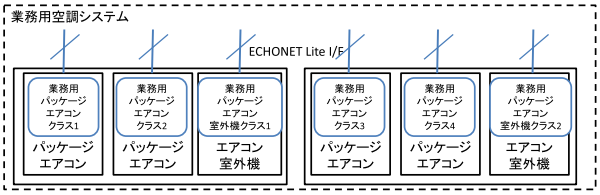

図 7　業務用空調のアーキテクチャ 2
Fig. 7　Architecture 2 of package air conditioner.

表 2　アーキテクチャの比較
Table 2　Comparison of architecture.

	メリット	デメリット
図 4，図 5	● 機器本体（ショーケースなど）の変更が不要 ● ソフトアップデートが機器の専用コントローラのみで実現可能	● 機器専用コントローラが必要
図 6，図 7	● 機器専用コントローラが不要	● 各機器のソフトウェア，及びハードウェアの改修必須 ● 既存機器への対応が困難

式として，図 4，図 5 に示すように各機器の専用コントローラ上に各機器の機能を定義している ECHONET Lite の機器オブジェクト（ショーケースクラス，ショーケース室外機クラスなど）を搭載する方式と，図 6，図 7 に示すように各機器に機器オブジェクトを搭載する方式が考えられる．

「図 4，図 5 のアーキテクチャ」と「図 6，図 7 のアーキテクチャ」のアーキテクチャは，いずれも実装の可能性があり，比較を**表 2** にまとめる．

すでに市場に設置されている機器の ECHONET Lite 対応を考慮する場合，図 4，図 5 のアーキテクチャが現実的である．図 6，図 7 のアーキテクチャは機器の専用コントローラが不要というメリットがある半面，既存機器への導入は困難である．困難な最大の要因として，Ethernet，Wi-Fi などの標準メディアを本体に搭載していない業務用機器が多いためハードウェアの改修も必要になる点である．ただし，専用コントローラが必須ではないため中長期的には有効なアーキテクチャである．

2.3.2　ECHONET Lite 適用時の課題

家庭用機器と業務用機器のアーキテクチャが異なるため ECHONET Lite を業務用機器に適用した場合，図 4〜図 7 のいずれの場合も複数の機器が並列に ECHONET Lite のネットワーク上に見えることとなり，対向するコントローラにおいて複数の機器の構成を ECHONET Lite のネットワーク上では判別することが困難である．

表 3　グループ情報プロパティ
Table 3　Group information property.

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	アクセスルール	必須
グループ情報	0xCA	0x00 ： 設定なし 0x01〜0xFD	Set	O
			Get	M

たとえば図 4 の事例においては，ショーケース専用コントローラ上に 3 台のショーケースと 2 台のショーケース室外機が並列に公開されているため，どのショーケースとどのショーケース室外機が同一の冷媒配管で接続されているのかを ECHONET Lite のネットワーク上で判別することが困難である．また，図 6 の事例においても 3 台のショーケースと 2 台のショーケース室外機がそれぞれ独立してネットワークに接続しているため，図 4 の事例と同様にどのショーケースとどのショーケース室外機が同一の冷媒配管で接続されているか判別することが困難である．

しかし，ショーケースおよびショーケース室外機に対して制御や状態参照を実行する場合，同一の冷媒配管で接続する他の機器への影響を把握する必要があるため，構成を把握することは必要不可欠である．具体的にはアイスクリームや氷などを格納しているショーケースの室外機の運転モードを「非冷」にすると，商品が溶けるなどの害が出る可能性がある．業務用空調もメンテナンスなどのために故障情報の取得を考慮すると，同一の冷媒配管で接続する機器について把握する必要がある．また，業務用空調に対して，省エネ制御を実行する場合，室外機に対して制御することが一般的である．そのとき，日当たりの良い窓際の室内機が接続する室外機の動作を止めてしまうと，店舗内の温度環境に大きな影響を与える可能性があり，窓際の室内機が接続する室外機以外の室外機を制御することで，店舗内の環境悪化を防ぐことができる．

2.4　機器の構成の判別方法

業務用機器に ECHONET Lite を適用するにあたって，図 4，図 5，図 6，図 7 に示すとおり複数の機器が並列に ECHONET Lite のネットワーク上に見えるため，ホームネットワークシステムに用いる家庭用機器では想定する必要がなかった機器の構成を把握するための仕組みが必要となる．具体的な仕組みとして，**表 3** に記載するように，ショーケースとショーケース用室外機との紐づけや業務用パッケージエアコンと業務用パッケージエアコン室外機との紐付けなど，影響を及ぼす機器どうしを紐付けするための情報を「グループ情報」として定義する．なお，その他の実現方法として階層構造を表現することができるデータの定義も考えられる．しかし，図 4〜図 7 に示すとおり同一の冷媒配管に接続する機器が異なる通信アドレスを保持

© 2017 Information Processing Society of Japan

する可能性があり，「アドレス含めて階層化管理をバイナリで定義する必要があること」，また，ECHONET Lite はトランスポートフリーであるため，「様々なアドレス体系に対応する必要があること」などから実装の容易性を考慮し，新規プロパティである「グループ情報」で定義することとした．

同一のプロパティ内容を持つショーケースとショーケース用室外機，業務用パッケージエアコンと業務用パッケージエアコン室外機などは同一の冷媒配管で接続されていることを規則とする．グループ情報を設定する前の状態を 0x00（設定なし）とする．グループ情報は機器の構成を識別することが目的であるため，同一店舗内において異なる冷媒配管で接続する機器が同じグループ情報の値とならないように設置施工時に注意する必要がある．

機器の構成を判断することは重要であるため，グループ情報を取得（Get）する機能を必須とする．また，グループ情報の設定（Set）についてはショーケースシステムおよび業務用空調などの設置施工を考慮すると，機器側で設定する方法も想定することができ，必ずしも ECHONET Lite の仕組みを用いる必要がないためオプションとする．なお，表 3 に示すグループ情報プロパティについては，ショーケースとショーケース室外機や，業務用パッケージエアコンと業務用パッケージエアコン室外機といった機器に特有の機能ではなく，複数の機器で構成する機器を ECHONET Lite に適用する場合に用いることで機器の構成を識別することが可能である．

3.　ホームネットワーク技術適用の検証

仕様のうえでは，ショーケースとショーケース室外機や，業務用パッケージエアコンと業務用パッケージエアコン室外機などの業務用機器に関しても，ホームネットワーク技術を用いた仕様設計が可能なことは明らかとなった．実際の適用性に関してエミュレータを用いて検証した．今回の検証においては ECHONET Lite ネットワークにおけるインタフェースの確からしさを検証することが主目的であるため，実機ではなく構成をフレキシブルに設定可能なエミュレータを用いて検証する．

コントローラについては，神奈川工科大学の HEMS 認証支援センターにおいて試験や実験に用いているコントローラを使用した．また，業務用機器については，パナソニック株式会社においてホームネットワークの技術開発を行う際に用いているエミュレータを使用した．

3.1　検証システムの構成

今回，実証したシステム構成を図 8 に示す．構成として，ショーケース 5 台とショーケース室外機 4 台が接続している事例で検証を実施した．また，ショーケースのアーキテクチャは，短期での導入が現実的である図 4 のアーキテクチャで検証を実施した．

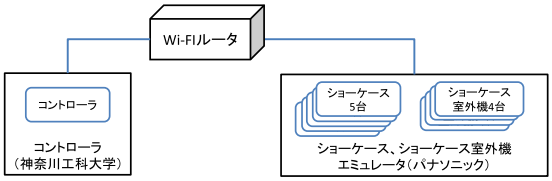

図 8　検証時のシステム構成図
Fig. 8　Verification system configuration.

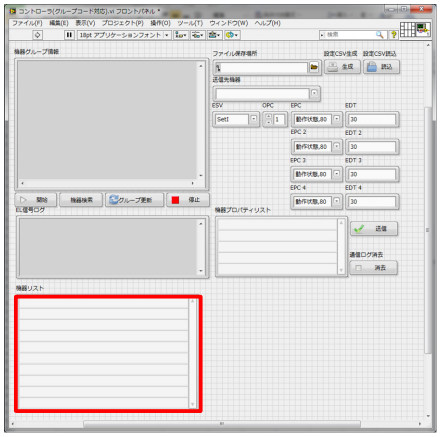

図 9　コントローラの初期画面
Fig. 9　Initial screen of controller.

なお，図 8 はシステム構成図を示しており，ショーケースおよびショーケース室外機のエミュレータとコントローラはそれぞれ異なる Windows PC 上で動作させている．それぞれのエミュレータを同一の Wi-Fi ルータに接続することで相互に通信するシステムを構築し，2 つの項目について検証した．1 つ目は，コントローラがショーケースおよびショーケース室外機を家庭用エアコンと同等の手段で検出可能かどうか検証を実施した．2 つ目は，2.3.2 項で示した課題に対して ECHONET Lite を用いて解決できているか検証を実施した．また，今回の検証においてマルチベンダ相互接続を目指す通信の標準仕様を用いるため，パナソニック株式会社のエミュレータに，神奈川工科大学のコントローラを接続し，検証を実施した．

3.2　ショーケース，およびショーケース室外機の検出

コントローラがホームネットワーク技術を適用して，ショーケースおよびショーケース室外機を検出可能なことをコントローラの画面を用いて説明する．

まず，コントローラの初期画面を図 9 に示す．コントローラ画面の左下の赤線で囲った部分に，コントローラが検出した機器のリストを表示する仕様となっている．

次に，ECHONET Lite を用いて機器を検出する手段として，コントローラはマルチキャストでノードプロファイルクラス（ECHONET オブジェクト：0x0EF001）の自ノードインスタンスリスト S プロパティ（ECHONET プロ

© 2017 Information Processing Society of Japan

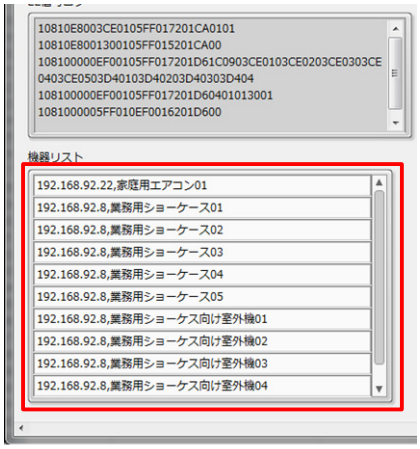

図 10　機器の検出結果を示すコントローラ
Fig. 10　Controller which shows the result of device detection.

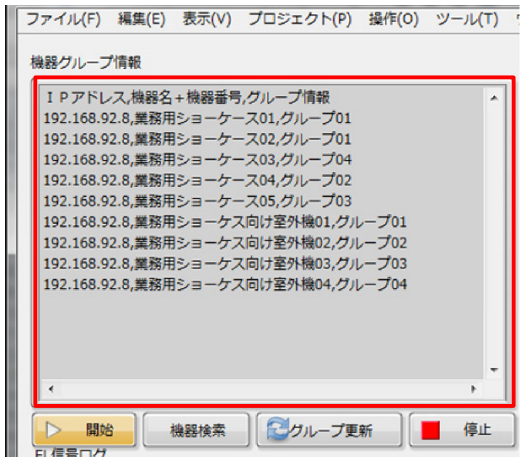

図 11　ショーケース，ショーケース室外機の構成識別結果
Fig. 11　Identification result of showcase (indoor unit) and showcase (outdoor unit).

パティコード：0xD6）宛てに，読み出し要求を送信する．ノードプロファイルクラスはノードの通信機能に関する機能を定義したクラスであり，自ノードインスタンスリスト S プロパティは自ノード上に搭載している ECHONET オブジェクト群を格納するプロパティである．

ノードプロファイルクラスは ECHONET Lite に対応する機器はすべて保持しているクラスであり，同一ネットワークに接続するすべてのノードはコントローラに対して応答することとなる．具体的には，ショーケースおよびショーケース室外機のエミュレータは，ショーケース 5 台およびショーケース室外機 4 台示す ECHONET オブジェクトを列挙して応答する．検出した結果を**図 10** に示す．

図 10 は，コントローラ画面を拡大したものだが，コントローラは今回新たに定義した業務用ショーケース 5 台および業務用ショーケース室外機 4 台を検知していることが分かる．

また，図 8 で示すシステムの同一サブネット内にエアコンが 1 台接続されている．そのため，前述したノードプロファイルクラス（ECHONET オブジェクト：0x0EF001）の自ノードインスタンスリスト S（ECHONET プロパティ：0xD6）宛てに，送信した読み出し要求へ応答したエアコンが 図 10 に示す機器リストに含まれている．このことから，家庭用エアコンと同等の手段で，業務用機器の検出が可能であることを示している．

3.3　ショーケースの構成の識別

ショーケースのシステム構成を識別するためのグループ情報を設定するための方法として，以下の方式のいずれかが考えられる．

- ショーケース側に設定する仕組みを設ける場合
- ECHONET Lite を用いて，コントローラが各ショーケースクラスおよびショーケース室外機クラスにグループ情報を設定する場合

まず，ショーケース側で設定する場合について検証する．コントローラは，3.2 節に記載した方式でショーケースおよびショーケース室外機を検出し，機器リストに格納する．そして，機器リストに格納した機器に向けて 2.4 節に記載した「業務用ショーケースクラスのグループ情報プロパティ宛て」および「業務用ショーケース室外機クラスのグループ情報プロパティ宛て」に，読み出し要求を送信する．コントローラは，ショーケースおよびショーケース室外機のエミュレータが送信する応答を受信するとグループ情報を識別する．コントローラがショーケースおよびショーケース室外機のグループ情報を識別した結果を**図 11** に示す．

図 11 は，コントローラ画面の左上の表示領域を拡大したものである．取得したグループ情報の値より「業務用ショーケース 1，業務用ショーケース 2，業務用ショーケース室外機 1」，「業務用ショーケース 4，業務用ショーケース室外機 2」，「業務用ショーケース 5，業務用ショーケース室外機 3」，「業務用ショーケース 3，業務用ショーケース室外機 4」が同じ冷媒配管で接続されたショーケースのシステムであることが分かる．

次に，コントローラが各ショーケースおよびショーケース室外機に対して設定する場合，コントローラは各ショーケースおよびショーケース室外機に向けて，2.4 節に記載した「業務用ショーケースクラスのグループ情報プロパティ」および「業務用ショーケース室外機クラスのグループ情報プロパティ」に書き込み要求を送信する．その際，ショーケースおよびショーケース室外機のエミュレータが受信したメッセージのログを**表 4** に示す．

表 4 の「送信先」の列に，該当するショーケース 1〜ショーケース 5 およびショーケース室外機 1〜ショーケース室外機 4 の機器オブジェクトが格納されている．また，グループ情報の列では，2 番目の値 0xCA はグループ情報の ECHONET プロパティコードを示し，最後の数値が設

© 2017 Information Processing Society of Japan

表 4　グループ情報設定時の受信ログ
Table 4　Received log in case of setting group information.

#ELCemu 2.0					送信元	送信先		グループ情報
0	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:01	60	01:CA:01:04
0	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:02	60	01:CA:01:03
1000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:03	60	01:CA:01:03
2000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:04	60	01:CA:01:02
0	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:05	60	01:CA:01:01
1000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:01	60	01:CA:01:04
1000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:02	60	01:CA:01:03
1000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:03	60	01:CA:01:02
1000	RECV	1	SET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:04	60	01:CA:01:01

表 5　グループ情報設定後の確認時のログ
Table 5　Communication log in case of verifying the result of setting group information.

#ELCemu 2.0					送信元	送信先		グループ情報
2000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:01	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:CE:01	05:FF:01	72	01:CA:01:04
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:02	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:CE:02	05:FF:01	72	01:CA:01:03
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:03	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:CE:03	05:FF:01	72	01:CA:01:03
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:04	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:CE:04	05:FF:01	72	01:CA:01:02
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:CE:05	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:CE:05	05:FF:01	72	01:CA:01:01
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:01	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:D4:01	05:FF:01	72	01:CA:01:04
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:02	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:D4:02	05:FF:01	72	01:CA:01:03
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:03	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:D4:03	05:FF:01	72	01:CA:01:02
1000	RECV	1	GET要求受信	–	05:FF:01	03:D4:04	62	01:CA:00
0	SEND	1	GET応答送信	–	03:D4:04	05:FF:01	72	01:CA:01:01

定されるグループ情報の値となる．今回のケースでは「業務用ショーケース 5，業務用ショーケース室外機 4」，「業務用ショーケース 4，業務用ショーケース室外機 3」，「業務用ショーケース 2，業務用ショーケース 3，業務用ショーケース室外機 2」，「業務用ショーケース 1，業務用ショーケース室外機 1」が同じ冷媒配管で接続されたショーケースのシステムであるという設定をコントローラから，ショーケースのシステムに行っている．最後に，コントローラ用ツールは設定状況を確認するために，「業務用ショーケースクラスのグループ情報プロパティ宛て」および「業務用ショーケース室外機クラスのグループ情報プロパティ宛て」に，読み出し要求を送信する．その際，ショーケースおよびショーケース室外機のエミュレータが受信したメッセージのログを**表 5** に示す．

表 5 の「GET 要求受信」と示す列の「送信先」の列に該当するショーケース 1～ショーケース 5，およびショーケース室外機 1～ショーケース室外機 4 が格納されている．それぞれの要求に対し，「GET 応答送信」と示す列のグループ情報の列の最後の数値が，各ショーケースに設定されているグループ情報の値となる．表 4 で設定された値を各ショーケースおよび各ショーケース室外機が応答していることが分かる．また，応答を受信したコントローラがショーケースおよびショーケース室外機のグループ情報を識別した結果を**図 12** に示す．

図 12 は，コントローラ画面の左上の表示領域を拡大し

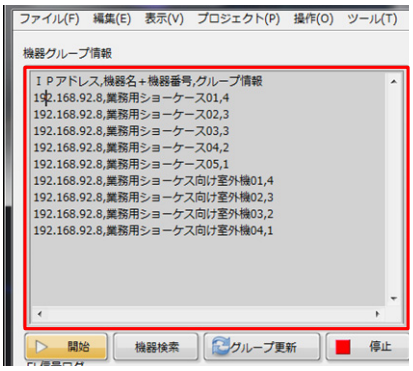

図 12　ショーケースのシステムへの設定結果確認
Fig. 12　Result of setting group information to showcase.

たものである．この結果より，「業務用ショーケース 5，業務用ショーケース室外機 4」，「業務用ショーケース 4，業務用ショーケース室外機 3」，「業務用ショーケース 2，業務用ショーケース 3，業務用ショーケース室外機 2」，「業務用ショーケース 1，業務用ショーケース室外機 1」が同じ冷媒配管で接続されたショーケースのシステムとして設定に成功していることが確認できる．

4.　標準化活動

今回検証したグループ情報プロパティについて，エコーネットコンソーシアムに対して標準化提案を行った．提案内容を専門家が集まるコンソーシアム内のワーキングで検討し，その後コンソーシアム全会員（約 160 社）の会員レビューを経て，「APPENDIX ECHONET 機器オブジェクト詳細規定 Release F」で公開済みとなった．また，業務用ショーケースや業務用パッケージエアコンを含む冷凍空調産業の発展を図る工業会である「一般社団法人日本冷凍空調工業会」と，業務用パッケージエアコンおよび業務用ショーケースの仕様改訂を実施した．その検討においても，グループ情報プロパティは小型小売店舗における設備管理をするうえで必要不可欠な定義であり，このプロパティによって機器を特定できることで効果的な省エネ制御も実現可能になる点が評価されている．現在，資源エネルギー庁の検討会への提案および「一般社団法人日本冷凍空調工業会」との検討により，市場への導入加速に取り組んでいる．

また，現状はエコーネットコンソーシアムで標準仕様を策定し公開した段階であるが，今後グローバルに適用を図るうえでは，国際標準化提案は必須である．現在，ショーケースクラス，ショーケース向け室外機クラス，業務用パッケージエアコンクラス，業務用パッケージエアコン向け室外機クラス含め IEC TC100 に対し IEC 62394 Ed.3 として提案中であり，Committee Draft Voting が承認された段階であり国際標準間近である．なお，国際標準化においては，「F2F の会議が年間最大 2 回程度のため，説明する機会が限られており，ドキュメントの完成度が国内での検討

© 2017 Information Processing Society of Japan

会以上に重要になる点」,「投票プロセスに数カ月単位で時間を要するため，差し戻しを防ぐためにも，コメントに対して丁寧に対応することが重要である点」といった点に注意しながら，推進している．

5. 考察

ECHONET Liteというホームネットワークに使用している技術を用いて，冷凍・冷蔵ショーケースや業務用パッケージエアコンといった小型小売店舗に設置される業務用機器についても，通信インタフェースという観点で拡張可能なことを今回の検証で確認することができた．この結果，以下のユーザメリットを提供することが可能になる．

ECHONET Liteという標準の通信方式を選択するメリットとして,「導入する機器を選択する際，通信方式よる制限がなくなるためベンダに依存せず機器自体の性能で選択することが可能になる」という点があげられる．また，提案手法による仕様拡張のメリットとして,「グループ情報を定義することにより，業務用機器においても容易に機器の構成を把握することが可能になる」という点があげられる．すなわち，機器の構成を把握したうえでのサービス提供が可能になる．具体的には，省エネ制御実施時において，ショーケースへの制御を行う場合，消費電力が大きい室外機に対して制御を実施することが考えられる．その際，冷凍ショーケースが接続する室外機を制御すると，商品が溶けるリスクがあるため，冷蔵ショーケースのみ接続する室外機に対して制御することが可能になる．また，メンテナンスを考慮すると，室外機の異常動作を検出した際，同一冷媒配管に接続するショーケース，もしくは空調機のみをチェックすることが可能になる．

6. まとめと今後の課題

小型小売店舗へのホームネットワーク技術の適用を目指してECHONET Liteの利用に向けたアーキテクチャの検討およびグループ情報の定義を行い，エミュレータを用いたシステム検証によりアーキテクチャおよびグループ情報プロパティの有効性を確認した．また，グループ情報プロパティについては，エコーネットコンソーシアムに提案を行い，標準仕様として公開される結果となった．

今後，実際の機器へ実装していくためには，下記に記載する検討すべき取り組みが残っている．

実際のシステム構成では，ショーケース向けコントローラとショーケース間において通信が発生する．実運用に向けては，ショーケース向けコントローラとショーケース間において発生する通信による時間の遅延の影響有無についても，確認していくことが必要となる．

上述する課題への対策を進めていく必要があるものの通信インタフェースという観点において，小型小売店舗に設置される業務用機器のアーキテクチャを整理し，ホームネットワーク技術の適用を確認できたことは大きな進展である．今後は，小型小売店舗においても，ホームネットワーク技術（ECHONET Lite）を適用した業務用機器を導入することによって，ベンダに依存せずに機器本来の性能で業務用機器を選択したうえで，エネルギーマネジメントサービスやリモートメンテナンスサービスなどの新しいサービスを実施することができるようになる．ベンダに依存する必要がないため，垂直統合型の大きなシステムを最初から構築しなくても，サービスを導入することが可能になり，今後の新たなサービスの普及加速に大きな期待を持つことができる．今後は，机上の期待値を現実のものとすべく，実際のシステムを徐々に大きく拡張していくことが重要である．

参考文献

[1] 伊藤　弘：BEMSのスマートグリッド対応機能，電気設備学会誌，Vol.33, No.9, pp.676–679 (2013).

[2] 高田智史，杠　博之：インターネットを活用した小店舗設備管理システム，東芝レビュー，Vol.58, No.9, pp.56–59 (2003).

[3] 佐藤弓子，土井裕介，寺本圭一：通信規格の異なる家電機器と家電コントローラを相互接続可能にするアダプタの実装方法，研究報告コンシューマ・デバイス&システム（CDS），Vol.2011-CDS-1, No.9, pp.1–5 (2011).

[4] 丹　康雄：ホームネットワークにおけるHEMSの現状と動向，日本ロボット学会誌，Vol.32, No.3, pp.236–239 (2014).

[5] BACnet, available from ⟨https://ja.wikipedia.org/wiki/BACnet⟩.

[6] Lonworks, available from ⟨https://ja.wikipedia.org/wiki/LONWORKS⟩.

[7] 第3回「未来投資に向けた官民対話について」，第8回スマートハウス・ビル標準・事業促進検討会資料，入手先 ⟨http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/shoujo/smart_house/pdf/008_s09_00.pdf⟩.

[8] スマートハウス標準化検討会　中間とりまとめ，第2回スマートハウス標準化検討会資料4-2，入手先 ⟨http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/011_04_02.pdf⟩.

[9] 村上隆史：4-2. ECHONET Lite規格とサービス事例の紹介（4. 垂直統合型M2M,〈特集〉M2Mサービスを支える情報通信技術），電子情報通信学会誌，Vol.96, No.5, pp.318–323 (2013).

[10] APPENDIX ECHONET 機器オブジェクト詳細規定 Release G Revised，入手先 ⟨http://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/Release/Release_G_revised/Appendix_G_revised.pdf⟩.

[11] ECHONET Lite 規格 Ver.1.11 第2部，入手先 ⟨http://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/ECHONET_lite_V1_12_jp/ECHONET-Lite_Ver.1.12_02.pdf⟩.

© 2017 Information Processing Society of Japan

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．

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．

© 2017 Information Processing Society of Japan