

MITSUBISHI
Changes for the Better

家庭から宇宙まで、エコチェンジ



三菱電機技報

10 | 2012
Vol.86 No.10

人にやさしいスマートな家電



目次

特集「人にやさしいスマートな家電」

人にやさしいスマートな家電とスマートな暮らし	1
川口 進	
スマートハウスの取組み	2
伊藤善朗・坂本忠昭	
HEMSにおける規格化動向	7
望月昌二	
人にやさしい家電製品を目指したUDの取組み	12
澤田久美子・中村芳知・深野さゆり	
サービス事業者向け通信ゲートウェイ	16
鹿島和幸・牧野信也	
PV・EV連携パワーコンディショナ	20
川久保 守・土本直秀	
家庭用エコキュートの実用省エネルギー技術	24
赤木 智・畑中謙作	
快適性はそのままにもっと節電するエアコン	28
“霧ヶ峰ZWシリーズ”	
杉山大輔	
節電アシスト機能搭載冷蔵庫“RXシリーズ”の	
節電・省エネルギー技術	32
大和康成・前田 剛・衛藤 浩・小林 孝	
家庭用IHクッキングヒーター技術	36
菅 郁朗・北古味 壮・小林昭彦	
サイクロンクリーナー“風神”の遠心分離技術	40
前田剛志・柳沢健児	
レンジグリル“ZITANG RG-FS1”	44
金井孝博・永田滋之・松本真理子	
三菱テレビの携帯端末連携機能	48
田中顕一郎・飯澤大介・石塚健彦・小西良紀・西川博文	
レーザーバックライト液晶TV	52
笹川智広・新倉栄二・香川周一・村瀬令奈・花井晶章	

Smart Home Appliances with Greater Ease

Smart Home Appliances with Greater Ease and Comfort
Susumu Kawaguchi

Technical Approach of Smart House
Yoshiaki Ito, Tadaaki Sakamoto

Standardization Trends around HEMS
Shoji Mochizuki

Measures of Universal Design for User-friendly Home Appliances
Kumiko Sawada, Yoshitomo Nakamura, Sayuri Fukano

Communication Gateway for Service Provider Company
Kazuyuki Kashima, Shinya Makino

PV Inverter and EV Charger-Discharger Linked by AC Power Line
Mamoru Kawakubo, Naohide Tsuchimoto

Actual Energy-Saving Technology of Eco Cute for Household Use
Satoshi Akagi, Kensaku Hatanaka

Air Conditioner "Kirigamine ZW Series"-Saving More Energy with Keeping Comfortable
Daisuke Sugiyama

Power and Energy Saving Technology of "RX Series" Refrigerator
Yasunari Yamato, Go Maeda, Hiroshi Eto, Takashi Kobayashi

Technologies of IH-Cooker for Household Use
Ikuro Suga, So Kitakomi, Akihiko Kobayashi

Centrifugal Separation Technology of Cyclone Cleaner "Fujin"
Tsuyoshi Maeda, Kenji Yanagisawa

RangeGrill "ZITANG RG-FS1"
Takahiro Kanai, Shigeyuki Nagata, Mariko Matsumoto

Remote-control Function with Smartphone/Tablet for Mitsubishi TV
Kenichiro Tanaka, Daisuke Iizawa, Takehiko Ishizuka, Yoshiki Konishi, Hirofumi Nishikawa

LCD-TV using Laser Backlight
Tomohiro Sasagawa, Eiji Niikura, Shuichi Kagawa, Rena Murase, Masaaki Hanai

特許と新案

「加熱調理器」	56
---------	----

スポットライト

赤色レーザー光源とシアン色LED搭載プレミアム録画テレビ
“REAL LASERVUE”

表紙：人にやさしいスマートな家電

これからの暮らしに、本当に必要なものは何か？

省エネルギーや省資源の課題を解決した先には、暮らしのクオリティを高めていくことが求められている。

そこで、今回“人にやさしいスマートな家電”を特集した。

改めて暮らしの本質を見据えた家電製品の登場が期待される中、本特集号では三菱電機が自信をもって開発した技術・商品群を紹介している。



巻/頭/言

人にやさしいスマートな家電とスマートな暮らし

Smart Home Appliances with Greater Ease and Comfort

川口 進
Susumu Kawaguchi



地球の自然や気候に悪影響を与えない、快適で安全・安心な暮らしがスマートな暮らし。そして、そのような暮らしの実現を志向した電化製品がスマートな家電だと思う。

三菱電機では、“eco changes”のスローガンのもと、製品の開発・生産から輸送時、製品・システム・サービスの使用時、そしてリサイクルにいたるまで、低炭素社会と循環型社会の実現に貢献するためのグローバル環境先進企業を目指して活動し、その一環として、スマートな家電を積極的に商品化している。

スマートな家電には、人と自然へのストレス軽減が欠かせない(誰にでも使いやすいこと、省エネルギー、節電、省資源、再生資源活用、資源再利用)。特に昨今のエネルギー需給逼迫(ひっばく)状況の改善に貢献するために、省エネルギーや節電に関する研究開発を加速させている。

例えば機器単体の省エネルギー性能向上に加えて、快適性と省エネルギー性の両立や利便性と省エネルギー性の両立など操作する人との連携や機器同士の連携などの機能及び節電を手助けする機能を持った製品開発である。また、研究及び実証実験段階では、個人や家族の生活パターンを把握して、その人に合った制御をし、快適性を維持向上させながら更なる省エネルギー性を追求している。節電時には、消費電力抑制や家庭内ピークシフトが容易にできるなどスマートな暮らしの実現のため、更なる進化を目指している。

これからの地球環境とエネルギー事情を考えると、持続可能な低炭素社会の実現に向けた活動を加速する必要があるが、それには、

- ①省エネルギー機器を導入する
- ②それを上手に使う
- ③再生可能エネルギーの利用促進
- ④電力の平準化利用

などを積極的に推進する必要がある。スマートな家電は、①、②、④に関わっており、太陽光発電は③そのものだ。三菱電機では、スマートな家電と太陽光発電の普及をスマート電化と称して積極展開している。

電力の平準化利用のためには、家庭、ビル、地域でエネルギー・マネージメント・システム(EMS)の導入を図り、相互連携していくことも大切である。

スマートな家電で特に大切なのは、省エネルギーとインテリジェントな制御で、節電と快適性の両立に加え、安全・安心も兼ね備えていることである。またトータルエネルギー管理の観点から通信機能を備えていることも重要になってくる。

最近のスマートな家電は、今号の特集論文で紹介しているが、コンピュータの高性能化と低コスト化、通信技術の進歩、センサ技術の進歩、デバイス技術の進歩によってインテリジェント機能を備え、単なる自動ではなく、賢く振舞うスマートさを持つようになってきた。

一昔前なら、自動、オートメーションと言われていた機能が、制御も通信も高度化して、使い勝手のよい、顧客ニーズを実現できるスマートな機能に変化しつつある。今後のスマートな家電は、個々の機器の省エネルギー性の向上は言うに及ばず、機器相互協調や集中制御によって更に省エネルギー性、安全・安心を向上させることができるようになる。

当社では、昨年、自然風を利用した排熱、床材への蓄熱など住宅自身に工夫を凝らした高気密・高断熱の実証実験住宅“大船スマートハウス”を建築した。太陽光発電、省エネ家電機器を設置し、ホーム・エネルギー・マネージメント・システム(HEMS)によって、居住者の生活パターンに応じた予冷、予暖など冷暖房機器の省エネルギー運転をし、またその他家電機器を統合的に制御し機器単体性能以上の省エネルギーを達成している。快適な暮らしをしながら、太陽光による発電量と消費電力量の年間エネルギー収支バランスがとれるというCO₂ゼロエミッションが実証できた。

今は、発電機能と電気自動車などの蓄電機能との連携によって、停電時にも、電力需給逼迫時にも対応できる、快適、安全・安心なエネルギーの自立システム構築に積極的に取り組んでいる。そして、その自立状態を更に低エネルギーレベルで実現し社会に普及させていくことがスマートな暮らしと持続可能な低炭素社会の実現を早めることになる。個々の住宅同士がエネルギーに関して連携し合いスマートグリッドを形成し、スマートコミュニティ、スマートシティができ、スマートな社会が形成される。

当社は、これら技術の進化を更に強力に推進していく所存である。

スマートハウスの取組み



伊藤善朗*



坂本忠昭**

Technical Approach of Smart House

Yoshiaki Ito, Tadaaki Sakamoto

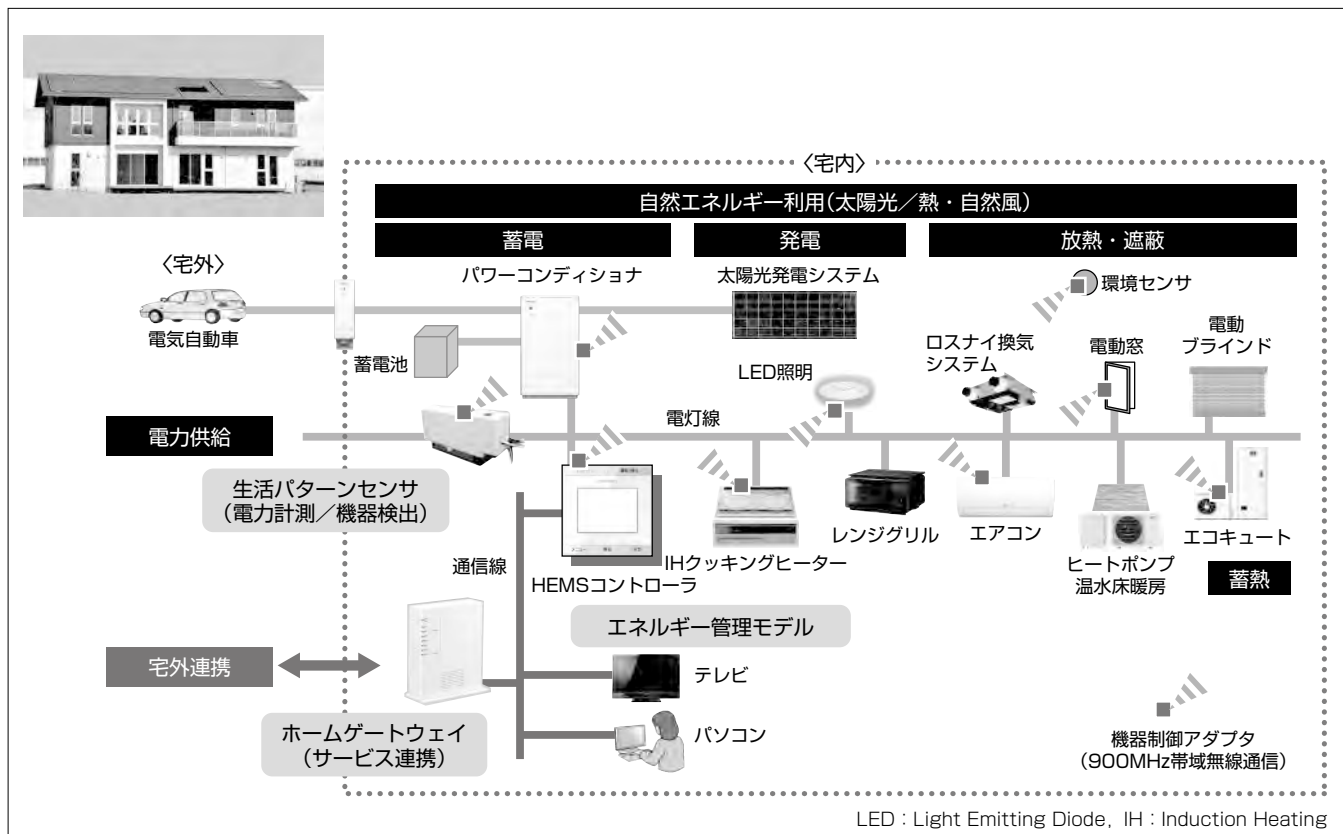
要 旨

太陽光発電など自然エネルギーの活用が推進される一方、変動が大きいエネルギーの大量導入は、電力供給網へのインパクト(逆潮流)が懸念され、これを解決するスマートグリッドへの取組みが活発化している。2011年3月の東日本大震災後のエネルギー状況の変化によって、これらの動きの加速が想定されるとともに、電力需要のピークの抑制や、災害時の安全・安心への備え等、一般家庭への影響も大きなものとなっている。このような背景のもと、家庭での発電電力の効率的な利用や、ピーク抑制のための節電、さらに災害時にも安心して暮らしを維持できる蓄電池の利用などを実現するスマートハウスへの関心が高まっている。三菱電機では、スマートグリッドに対応するHEMS(Home Energy Management System)を備えたスマートハウス“大船スマートハウス”を神奈川県鎌倉市大船に構築し、快適で安全・安心な暮らしの基盤を提供するシステムの実現

を目的として、実証実験を実施している。

大船スマートハウスでは、当社最新の高効率家電・住宅設備機器とともに、太陽光発電や電気自動車、蓄電池など、エネルギーを創る、蓄える設備を設置している。また、太陽光／熱、自然風等の自然エネルギーを最大限に活用するとともに、居住者の生活パターンに基づき各種機器制御や充放電の制御を行うHEMSコントローラ、宅外と連携したサービスを提供するホームゲートウェイを設置している。大船スマートハウスでは、これらを有機的に接続し、連携するアルゴリズムを開発、実証するとともに、具体的な製品化に向けた機器とサービスの構築、検証によって、早期実用化を目指す。

本稿では、大船スマートハウス、及び実証実験の概要と、HEMSを構成する技術の概要を述べ、当社のスマートハウスへの取組みについて述べる。



スマートハウスの取組み

左上図は神奈川県大船に建築した大船スマートハウスの外観を、下図は大船スマートハウスのシステム構成を示す。

1. ま え が き

太陽光発電など自然エネルギーの活用が推進される一方、変動が大きいエネルギーの大量導入は、電力供給網へのインパクト(逆潮流)が懸念され、これを解決するスマートグリッドへの取組みが活発化している。2011年3月の東日本大震災後のエネルギー状況の変化によって、これらの動きの加速が想定されるとともに、電力需要のピーク抑制や、災害時の安全・安心への備え等、一般家庭への影響も大きなものとなっている。こうした背景のもと、家庭での発電電力の効率的な利用や、ピーク抑制のための節電、さらに災害時にも安心して暮らしを維持できる蓄電池の利用などを実現するスマートハウスへの関心が高まっている。

2. 大船スマートハウス

当社は、2010年からスマートグリッド実証実験を尼崎・和歌山・大船で開始した⁽¹⁾。この実証実験は、発電、送配電から需要家における消費までの全域をカバーするもので、需要と供給双方の連携による電力の安定供給システム実現のための技術を確認し、豊かで安心な暮らしの基盤づくりへの貢献を目指すものである。大船では、当社最新の高効率で省エネルギーな住設機器を始め、太陽光発電(PV)と電気自動車(EV)の蓄電池を連携するPV・EV連携パワーコンディショナ(以下“PV・EV連携パワコン”という。)、そしてHEMSを設置した実証実験住宅“大船スマートハウス”を構築した(図1)。

大船スマートハウスの住宅仕様を表1に、主要設備を表2に示す。将来的に宅内エネルギーの融通などの実験に対応できるように2世帯住宅(1階高齢者世帯、2階若年4人世帯家族)として設計し、各フロアが独立して動作する設備・システム設計とした。大船スマートハウスには、住宅設備・



図1. 大船スマートハウスの外観

表1. 大船スマートハウスの住宅仕様

項目	内容
面積	建築面積：124m ² 、延べ床面積：223m ²
建築工法	2×4工法(オール国産材)
間取り	各階別の2世帯住宅 1階：1LDK+インドアガレージ 2階：3LDK
住宅性能(実測値)	Q値(熱損失係数)：1.43W/m ² ・K C値(隙間相当面積)：1.86cm ² /m ²

制御設備のほか、各種検証のための計測設備を設置している。

大船スマートハウスのシステム構成を図2に示す。各機器を連携するホームネットワークには、新築/既築を問わず導入容易な900MHz帯域無線を用いた。また、複数のメーカーの家電機器を連携可能にするため、国内のホームネットワークの標準規格ECHONET⁽²⁾(注1)を用いた(今後は、普及が見込まれるECHONET Lite^(注2)に対応する)。宅内は、次に示す3つのサブシステムで構成している。

- (1) PVとEVの大容量蓄電池、電力システムを電氣的に最適連携するPV・EV連携パワコンサブシステム
- (2) 宅内に設置した各種家電・住宅設備機器やセンサ等のセンシングデバイスと、これらを24時間365日監視制御する堅牢(けんろう)で小型・高性能な組み込み型HEMSコントローラによって、エネルギー利用の監視制御や環境を制御するHEMSコントローラサブシステム
- (3) 宅外サービスとの連携を実現するホームゲートウェイサブシステム

これらのサブシステム間の協調によって、発電、蓄電と居住者の暮らしに合わせたエネルギーの最適利用制御や、安全・安心機能を実現する。

(注1) ECHONETは、エコネットコンソーシアムの登録商標である。

(注2) ECHONET Liteは、エコネットコンソーシアムの登録商標(申請中)である。

表2. 大船スマートハウス主要設備

分類	内容
住宅設備	・分散/集中型換気・空調システム ・高効率ヒートポンプ機器(エコキュート、床暖房) ・太陽光発電(3.8kW+2.28kW一部太陽熱利用のハイブリッドシステム) ・IHクッキングヒーター ・全館LED照明 ・電気自動車、蓄電池 他
制御設備	・HEMS ・ホームゲートウェイ ・PV・EV連携パワーコンディショナ
計測設備	・宅内温熱環境計測システム ・電力計測(発電、蓄電、電力使用)システム ・配線システム(交流、直流)

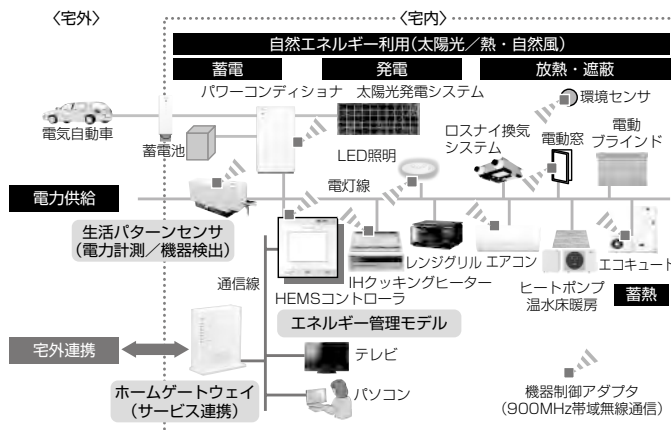


図2. 大船スマートハウスのシステム構成

3. 実証実験の概要

大船スマートハウスでは、発電と蓄電、さらに家庭内の電力消費を居住者の暮らしに合わせて最適に制御するシステムの有用性確認を目的にした実証実験を行う。表3に、大船スマートハウスにおける実証実験の目的とゴールを示す。

2010年から開始した第1期では、実証設備の構築とゼロエミッションの実現可能性の検証を行った。自然エネルギーの積極的活用と高効率なヒートポンプなどの省エネルギー機器の設置、さらにHEMSによる18%の省エネルギー制御で、住宅全体の年間消費電力量をPVの年間発電量以下に抑えるゼロエミッション住宅を実現した(図3)。エネルギー

表3. 大船スマートハウス実証実験の目的とゴール

項目	内容
目的	豊かで安心な暮らしの基盤づくりの早期実現 ・ 発電と蓄電、さらに家庭内の電力消費を居住者の暮らしに合わせて最適に制御するシステムの有用性確認
ゴール	・ 最適エネルギー制御の確立 ・ HEMS実現技術の確立 ・ HEMSコントローラ ・ ホームネットワーク ・ 生活パターンセンサ ・ PV・EV連携パワーコンディショナ
実証期間	第1期 住宅構築、設備構築 2010～2011 ゼロエミッションの実現可能性検証 第2期 発電、蓄電、消費の生活パターンに合わせた最適連携制御 2012～2013

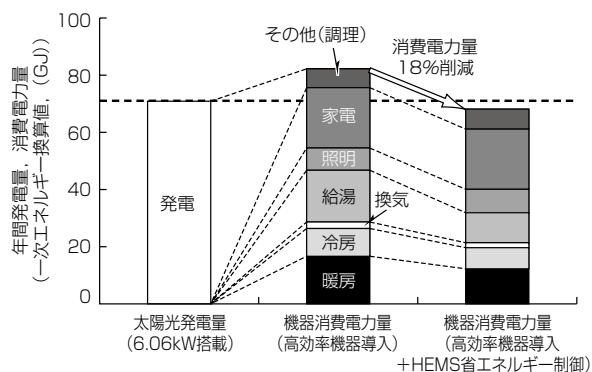


図3. ゼロエミッションの検証

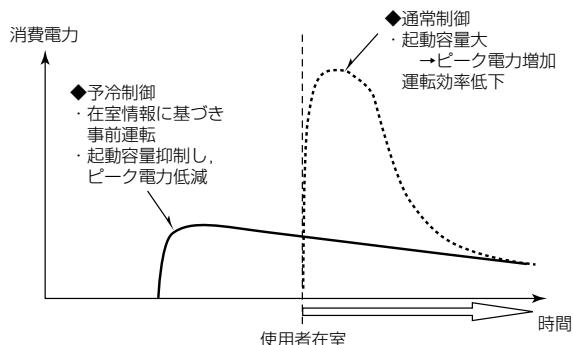


図4. 省エネルギー空調制御の一例(予冷制御)

ギー利用別の削減例では、空調はHEMSによる居住者の生活状況に応じた予冷・予暖制御(図4)などで、年間消費電力量を25%削減した。また、給湯は太陽熱回収による使用電力量の削減で、年間消費電力量を40%削減した。

2012年からは、PVの発電とEVの大容量蓄電池などを連携する“PV・EV連携パワコン”を新たに設置した。“PV・EV連携パワコン”は、PVで発電した電力を家電機器及び電力系統へ供給するほか、EVなどの蓄電池へ充電する。また、蓄電池からの放電によって家電機器へ電力を供給する。HEMSコントローラによる家電機器の監視制御と組み合わせ、大容量のEVの蓄電池を活用し、災害時の長期停電に対応するとともに、平常時も発電及び蓄電を最大限活用する。

停電時は、コンセントを差し替えずにそのままEVの大容量蓄電池の電力が利用でき、天候などによるPVの発電量変動や家庭内の電力需要に応じて、HEMSコントローラが家電機器の機能・性能を制限し、場合によっては使用停止とすることで消費を抑制し、供給可能な範囲で快適さをできるだけ損なわない生活を実現する。図5①～③に、発電状況に応じた電気の流れを示す。

①発電量が多い場合は、主にPVの電力を家庭内に供給し家電機器を通常使用可能とする。余剰分はEVに充電する。一時的な不足分は、EVの電力を利用する。

②発電量が少ない場合は、PVの発電とEVの電力を併せて家庭内に供給し、家電機器を通常使用可能とする。電力供給が逼迫(ひっばく)する場合は、HEMSコントローラによる消費抑制を行う。

③夜間などPVの電力が利用できない場合は、EVの電力を家庭内に供給し、家電機器を利用する。悪天候続きで充電量が少ない場合は、HEMSコントローラによる消費抑制や場合によっては使用停止制御を行う。実証実験では、こうしたPV・EVとHEMSの連携による1週間以上の停電時にも電氣的な自立が実現可能な制御を検証する。表4に、停電時に1週間の生活で利用できる家電機器の例を示し、発電状況の違いによる暮らしぶりの想定を示す。



①晴天時(発電量多い)



②曇天時(発電量少ない)



③悪天候や夜間(蓄電池利用のみ)

図5. PV・EVの連携

表 4. 停電時に 1 週間の生活で利用できる家電機器の例

家電機器	①晴天続きの 1 週間／EV 用蓄電池と PVを利用 (発電量多い)	②曇天が多い 1 週間／EV 用蓄電池と PVを利用 (発電量少)	③悪天候続きの 1 週間や夜間／ EV用蓄電池 だけ (発電量なし)
情報端末機器	通常使用 (HEMSによる通常監視制御)		消費抑制制御
照明			
冷蔵庫			
テレビ			
オーブンレンジ			
炊飯器			
IHクッキングヒーター			
エアコン	消費抑制制御		使用停止制御
エコキュート			

4. HEMSにおける技術開発

HEMS導入の動機は、ピーク時には電力の消費を抑制するなど家庭でのエネルギー利用の最適化や省エネルギーである。HEMSは、住宅設備であり導入コスト回収の観点からも、システムコストを極力安く構成するための技術開発も重要な開発要素である。この章では、低コストなシステムの提供を可能にするHEMSコントローラとホームネットワーク、そして特徴的な生活パターンセンサについて述べる。

4.1 HEMSコントローラ

HEMSコントローラ(図 6)に要求される機能を表 5 に整理する。HEMSコントローラは、コスト制約の厳しい組み込み機器で、一般的にこれら 3 つの機能を実現することは難しく、HEMSのコストアップの要因の一つになっていた。このシステムでは、最も負荷の重い表示機能に対して描画機能とメモリ伸張機能をハードウェア化するとともに、HEMSコントローラに必要となる周辺機能をワンチップ化したHEMSコントローラ専用チップと同チップ上で動作する省メモリGUI(Graphical User Interface)ライブラリを開発することで、これらの制約を解消した⁽³⁾。

4.2 ホームネットワーク

HEMSのもう一つのコストアップ要因は、ホームネットワーク設置コストである。ホームネットワークの候補として、専用線、無線、電力線搬送通信等が想定されるが、設置コストの点からは、配線、設置、調整コストに優れた無線方式が優位⁽⁴⁾である。無線ネットワークとしては2.4GHz(ZigBee^(注3)、無線LAN等)が一般的であるが、このシステムでは、通信距離や障害物に対する電波の回り込み等、宅内での通信性能に優れた900MHz帯域を適用した⁽⁵⁾。大船スマートハウスにおける900MHz帯域無線の性能評価結果の一部を図 7 に示す。電波強度-90dBm以下以外は、宅内全域で受信可能なことを示しており、ホームネットワークとして十分な性能を持っていることを確認した⁽⁶⁾。また、家電機



図 6. 試作したHEMSコントローラ(109×109(mm))

表 5. HEMSコントローラへの要求仕様

機能	概要
通信	ホームネットワーク通信制御機能
制御	創電／蓄電、電力消費の現状を把握し、予測し、最適に制御する機能
表示	わかりやすく情報を提示し、操作を受け付ける機能

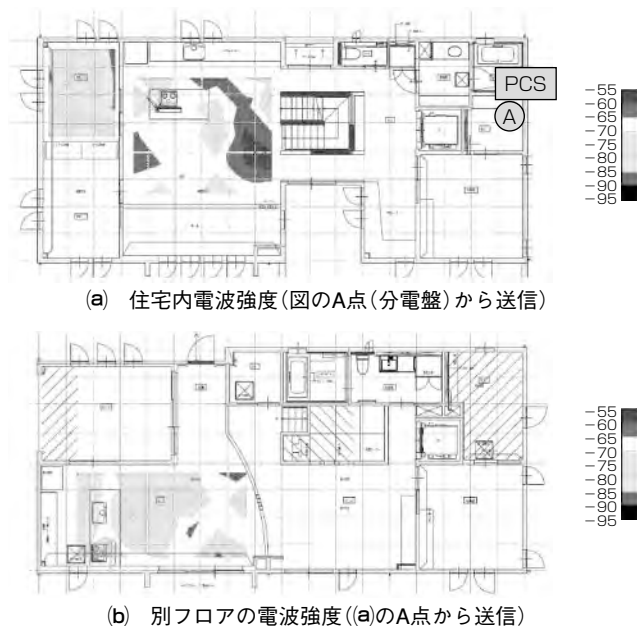


図 7. 900MHz帯域無線を用いたホームネットワークの通信性能(大船スマートハウス実証試験結果)

器をホームネットワークに接続するために、機器接続アダプタを開発した⁽⁷⁾。家電機器とこのアダプタのインタフェースには、IEC62480(ECHONET)で標準化された仕様を適用した。

(注 3) ZigBeeは、ZigBee Alliance, Inc. の登録商標である。

4.3 生活パターンセンサ

生活パターンセンサは、図 8 に示すように家庭の分電盤の基幹部に一つだけ設置し、対象の家庭の電力波形を解析し居住者の生活情報を取り出す当社の特長的な技術である。家電機器ごとに異なる稼働時の電流波形の特徴を識別子としてあらかじめ生活パターンセンサに学習させておき、電力を計測するとともに、パターン認識によって対象の機器の動作を同定するものである。実際に人が居住する家庭 5 軒に設置し、生活パターン同定に十分な性能を持つことを確認した⁽⁸⁾。家庭内での電力消費を表示し省エネルギー行動を促す“見える化”サービスでは、住戸全体の電力消費

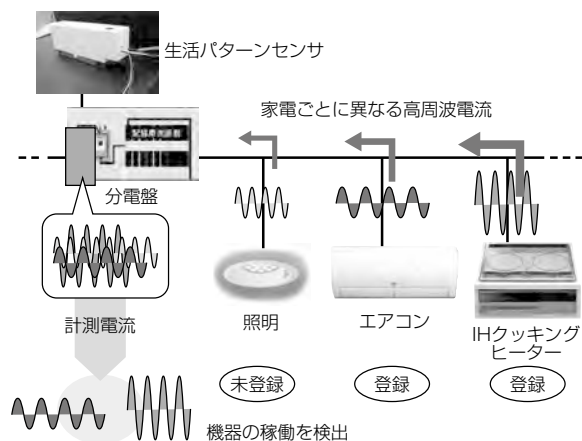


図8. 稼働機器検出原理

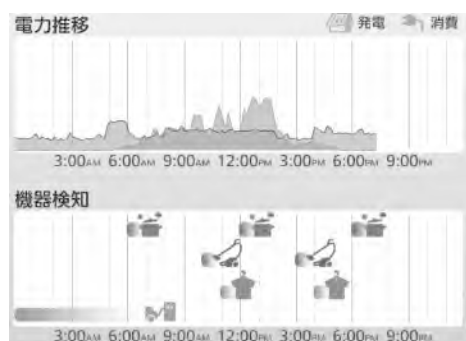


図9. 見える化サービスへの応用

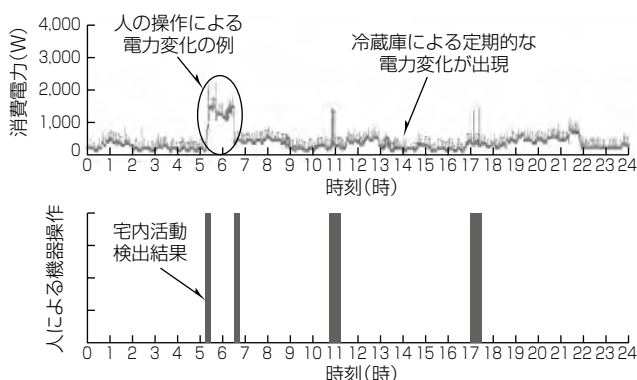


図10. 電力消費波形解析による生活見守り

の計測に加え、電力使用時の家電機器を合わせて示すことで、より具体的な省エネルギー行動を促すことができる（図9）。分岐回路ごとにセンサを設置するよりも低コストに情報提供可能である。

また、家電機器を使用した場合の電力波形の変化に着目することで、居住者の生活状況を検出することができる。生活パターンセンサでは、人の操作によらない冷蔵庫などの自動運転機器の電力変化と、人の機器操作にだけ起因して発生する電力の変化を抽出し、自動運転機器の電力変化を排除することで、居住者の生活状況を検出する（図10）。この技術は、例えば独居高齢者の“見守り”サービスに応用することができる。事前に居住者が使用する機器の特徴波形の学習作業が不要なため、より簡易に導入が可能である。

5. む す び

一般家庭における電力料金をピーク時間帯に割高にするなど、電力需要の平準化を目的とした料金制度の導入が検討されている。こうしたピーク時間帯の割高な電力や太陽光発電の不安定な電力等は、需要家にとってはいわば使いにくい電力である。これを蓄電池による電力の安定化やタイムシフト、さらに居住者の生活状況に応じた電力消費の最適化によって、居住者にとって割安で使いやすい電力にすることが可能となり、居住者の快適で、安全・安心な暮らしにつながるとともに、社会的な電力需給の安定化に貢献する。個々のスマート家電を有機的に接続、連携するHEMSの開発と大船スマートハウスでの実証を通じ、快適で、安全・安心な暮らしの基盤づくりに貢献していく。

住宅及び設備の基本設計、評価（気密性、断熱性）に関しての前東京大学坂本雄三教授（現（独）建築研究所 理事長）の監修、住宅建築での三菱地所ホーム（株）、HEMSコントローラ専用チップ開発での、セイコーエプソン（株）への協力に対し、感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機ニュースリリース2010年5月17日：スマートグリッド事業について
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2010/0517-1.pdf>
- (2) エコネットコンソーシアム
<http://www.echonet.gr.jp/>
- (3) 久代紀之、ほか：組込み型GUIプロダクトライン開発への実践的アプローチ、情報処理学会シンポジウム論文集2009, No.10, 159～168（2009）
- (4) Kushiro, N., et al.: Practical Solution for Constructing Ubiquitous Network in Building and Home Control System, IEEE Trans. on Consumer Electronics, **53**, No.4, 1387～1392（2007）
- (5) 小泉吉秋、ほか：950MHz帯の宅内電波伝搬特性、電子情報通信学会ソサエティ大会講演論文集2010, 125～126（2010）
- (6) Kushiro, N., et al.: Performance of Ad-hoc Wireless Network on 2.4GHz Band in Real Field, IEEE Trans. on Consumer Electronics, **54**, No. 1, 80～86（2008）
- (7) Koizumi, Y., et al.: Program Downloadable Adaptor for Home Network, IEEE Trans. on Consumer Electronics, **53**, No.2, 357～362（2007）
- (8) Kushiro, N., et al.: Non-intrusive Human Behavior Monitoring Sensor for Health care system, Proceedings of HCI International 2009, 549～558（2009）

HEMSにおける規格化動向

望月昌二*

Standardization Trends around HEMS

Shoji Mochizuki

要 旨

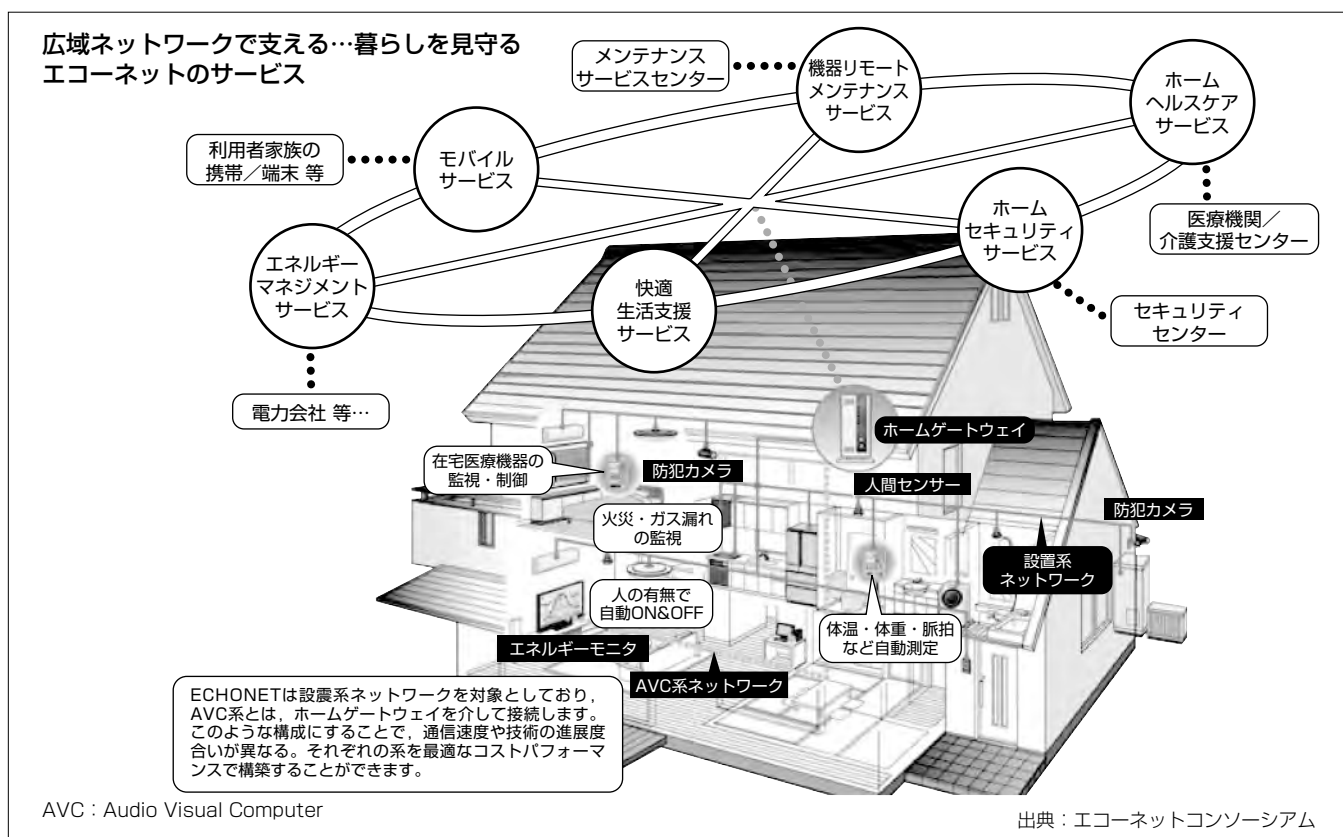
ここ数年低炭素社会の実現のための必須技術であるHEMS (Home Energy Management System) に注目が集まっている。2010年のCEATECでも太陽光発電や燃料電池、蓄電池を搭載し自然エネルギーですべてをまかなうゼロエミッション住宅が多く展示されたことは記憶に新しい。この時点では1社の機器で構成され独自の通信で制御がなされており、未来型住宅のコンセプトといった技術誇示のレベルであった。

ところが2011年の東日本大震災以後、各社の機器がつながり、既存の電力に頼らずに自立できる住宅の要求が現実のものとなった。国としても発電量が不安定な太陽光発電の大量導入や電力逼迫(ひっばく)に対応したHEMSシステムの構築が急務と捉え標準化への動きを進めている。

具体的には経済産業省主導のもとで設立されているJSCA (Japan Smart Community Alliance) 傘下の国際標準化WGに、2011年11月7日新たに、スマートハウス標準化検討会が設置され、スマートハウスの中核を担うHEMSの標準プロトコルの検討が進められ、エコネットコンソーシアム⁽¹⁾が2011年6月に策定完了したホームネットワークの通信プロトコルであるECHONET Lite^(注1)規格が、公知な標準インタフェースとして推奨されることになった。三菱電機は、エコネットコンソーシアムのA会員である。

本稿ではこのECHONET Lite規格を中心にHEMS関連の規格化の状況について述べる。

(注1) ECHONET Liteは、エコネットコンソーシアムの登録商標(申請中)である。



エコネットの目指すサービス

各社の家電機器が繋がることによって、現在注目されているエネルギー管理だけに留まらず、快適生活支援サービス、ホームヘルスケアサービス、モバイルサービスなど様々なサービスを実現することがエコネットの目的である。

1. ま え が き

エコネットコンソーシアムは世界的に地球温暖化問題が認識され始め、京都プロトコルが宣言された1997年の12月に通商産業省(現：経済産業省)委託研究“21世紀のホームネットワークのあり方に関する調査研究委員会”(1996年10月～1997年5月)をベースに家電機器メーカーと電力会社を中心に創立された。

2012年4月現在100社以上の会員が参加している。エコネットコンソーシアムでは、地球環境問題や高齢化社会への課題に対応した“人と環境に調和した豊かな21世紀の社会を実現する”をスローガンに、家庭内の様々なメーカーの家電機器やコントローラを相互接続し、連携運転することで、CO₂排出量の削減に貢献する“エネルギーマネジメントサービス”，日常生活の利便性を向上させる“モバイルサービス”“機器リモートメンテナンスサービス”“ホームヘルスケアサービス”“ホームセキュリティサービス”“快適・生活支援サービス”(要旨の図)等のサービスを提供できる通信プロトコル仕様の開発に取り組んできた。

本稿では“創”“蓄”“省”に対応したホームネットワーク規格であるECHONET^(注2)規格とECHONET Lite規格を中心にHEMSに対応する規格の動向を述べる。

(注2) ECHONETは、エコネットコンソーシアムの登録商標である。

2. ECHONET規格とECHONET Lite規格とは

ECHONET規格は、異なるメーカーの家電機器を接続し、家屋の新築、既築を問わずに敷設の容易な伝送媒体を使用して、様々なサービス提供を実現するための共通の通信規格として策定された。2000年前後の策定時点では現在のように家庭内で通信ネットワークを持っているケースは稀(まれ)で、ECHONET規格で家庭内の電灯線を使ったPLC(Power Line Carrier)、小電力無線、IrDA(Infrared Data Association)等の通信の物理層まで規定していた。このため現在でもエコネットと言えばPLCと思っている人もいる。

ECHONET規格の特徴の一つに通信機能を後付けできることがある、現在、家庭で使われている家電機器は、ネットワークに接続する機能を持たないものがほとんどであり、ネットワークによるサービスを受けたいと思っても、家電機器が接続できないというのが現実の状況である。白物家電を始めとする設備系機器はライフサイクルが長いことから、できるだけ早期にネットワークへの接続機能を持つ機器を普及させておくことが必要となるが、すぐにはネットワークに接続されない機器にまで通信機能を持たせると機器がコスト高となってしまう。ECHONET規格では、消費者の負担を軽くするため、最初に購入する家電機器には簡易なインタフェース機能だけを実装し、通信機能は後

付けにしてネットワークに接続できる仕組みをECHONETミドルウェアアダプタとECHONET機器アダプタという規格で策定している。

次に2011年策定され一般公開された最新のECHONET Lite規格の特徴について述べる

エコネットコンソーシアムは、2002年4月にECHONET規格Ver.2.11を策定し、その後次のようにバージョンアップをしてきた。

- ・ Ver.3.00 :
インターネットの標準プロトコルであるIP(Internet Protocol)への対応
- ・ Ver.3.20 :
家電機器の初期投資をミニマムにするミドルウェアアダプタ仕様作成
- ・ Ver.3.50 :
家庭内のパソコンや周辺機器、AV機器、電話、家電製品等の機器をネットワークを通じて接続し、相互に機能を提供しあうための技術仕様であるUPnP(Universal Plug and Play)とのゲートウェイ仕様作成

近年エコネットコンソーシアム会員を中心に、次の要望が出てきており、新しいECHONET Lite規格で対応することとした。

- (1) OSI(Open Systems Interconnection)参照モデルにおける4層以下でのグローバル標準仕様の利用
- (2) オプション機能が多いため、システム構築に必要な機能の明確化
- (3) 省エネルギー機器の制御だけでなく、創エネルギー機器、蓄エネルギー機器を含めたエネルギー全体の制御

(1)の要望に対して、ECHONET Lite規格では、規定する範囲をOSI参照モデルにおける5～7層に限定することとし、4層以下はトランスポートフリーとした。従来のECHONET規格では、物理層まで規定する必要があり、規定したすべての伝送メディアをサポートしなければならず、そのためECHONET規格で独自に規定したECHONETアドレスで機器間を通信していた。それに対して、ECHONET Lite規格では、自由に選択した伝送メディアだけサポートすれば良いため、その伝送媒体の持つMAC(Media Access Control)アドレス、又はIPアドレスを用いて通信することとし、冗長となったECHONETアドレスを廃止している(図1)。その結果、ECHONET Lite規格を用いたシステムでは、システム構築者は、設置環境、機能要件、開発環境、保持している技術等に基づき選択した伝送メディアを最大限に活用することで、容易にシステムを構築することができるようになった。

(2)の要望に対して、ECHONET Lite規格では、規定するOSI参照モデルのレイヤを5～7層に特化することに加えて、不要なオプション機能を中心に、従来のECHONET規格を見

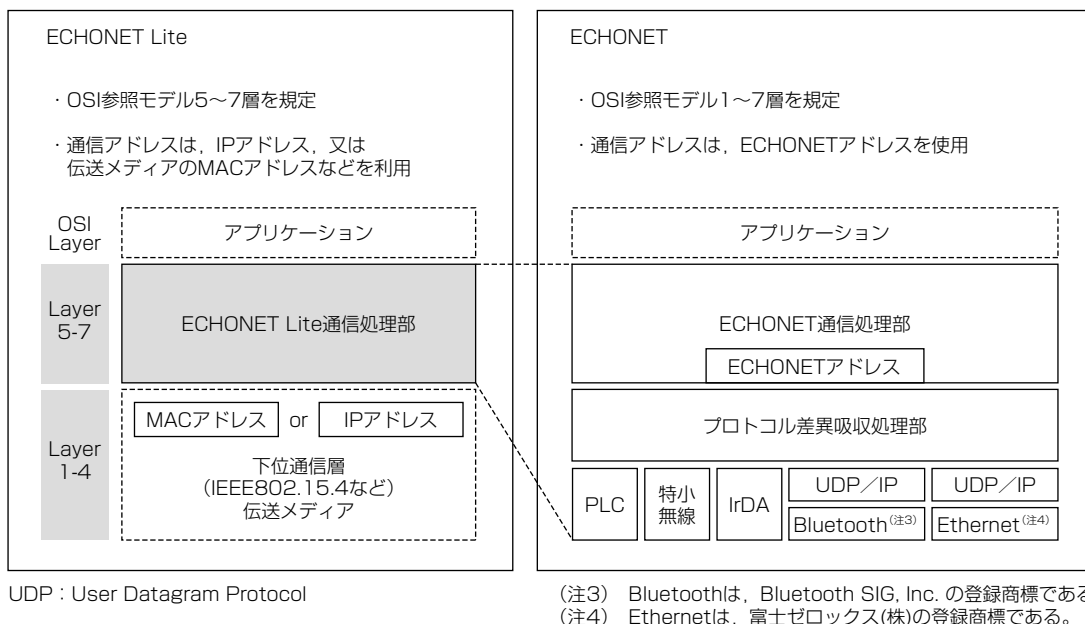


図1. ECHONET Lite規格とECHONET規格との定義範囲の比較

直した。その結果、従来のECHONET規格は、すべての伝送メディアをサポートする必要があったために“伝送媒体の仕様差異を吸収する機能”が必要であったが、ECHONET Lite規格では不要のため廃止している。また、従来のECHONET規格であり使用されていない機能の削除や、メッセージタイプを従来の12通りから1通りに削減する等、仕様自体を大幅にスリム化することで、容易に開発できるようになった。

(3)の要望に対して、ECHONET Lite規格では、従来の家電機器に加えて、スマートメータ、太陽光発電システム、燃料電池、EV・蓄電池、HP(Heat Pump)給湯機等の創蓄エネルギー機器を中心に、機器オブジェクトの定義を改変・追加した。その結果、省エネルギー機器だけでなく、創エネルギー機器、蓄エネルギー機器との連携によるエネルギー全体の最適制御ができるようになった。機器オブジェクト(図2)とは、機器の種別を“ECHONETオブジェクト”各々の機器が持つ情報や機能を“ECHONETプロパティ”，各機能の操作方法を“ECHONETサービス”と定義して、3層構造で実際の家電機器・センサ類をオブジェクト指向によってモデル化したものである。機器オブジェクトを定義することで、家電機器・センサ類へのアクセスインタフェースの統一が可能となり、機器の開発を容易にするとともに、いろいろなメーカーの製品の相互接続を容易なものにしている。なお、機器オブジェクトは、ECHONET規格と共通の規定とし、現在では87種類の家電機器やセンサ類などに関して定義している(表1)。また、創エネルギー機器や蓄エネルギー機器など、新規の機器が今後市場に出てきたり、新しい機能を追加したりする場合、会員要望によってすみやかにユースケースなどを考慮した機器オブジェクトの仕様拡張を行っている。

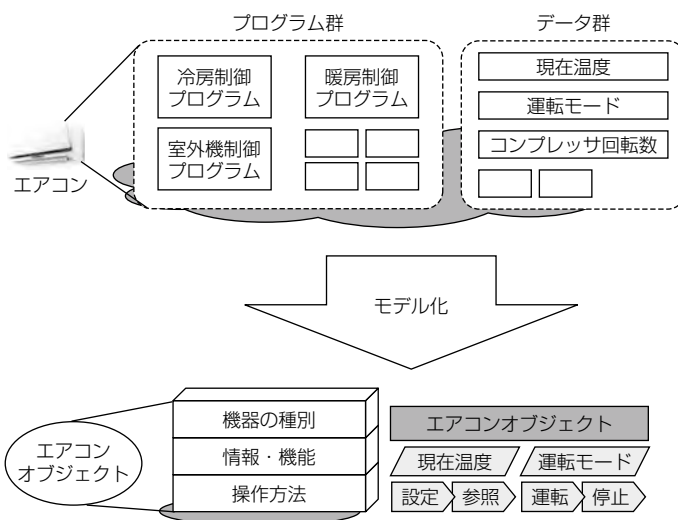


図2. 機器オブジェクト

表1. ECHONET機器オブジェクトとして規定されている機器

	クラスグループ	機器例
0x00	センサ関連機器	人体検知センサ、電力量センサ、電流値センサ等
0x01	空調関連機器	家庭用エアコン、換気扇、空気清浄器、加湿器、業務用パッケージエアコン等
0x02	住宅・設備関連機器	電動ブラインド、電気温水器、住宅用太陽光発電、床暖房、燃料電池、蓄電池、水流量メータ、電力量メータ、分電盤メータリング、スマート電力量メータ、スマートガスメータ、一般照明等
0x03	調理・家事関連機器	冷凍冷蔵庫、レンジ、クッキングヒータ、炊飯器、洗濯乾燥機、衣類乾燥機等
0x04	健康関連機器	体重計
0x05	管理・操作関連機器	スイッチ(JEM-A/HA端子対応)
0x06	AV関連機器	ディスプレイ、テレビ

○○○：新規機器オブジェクト、○○○：改定機器オブジェクト

JEM-Aは、日本電機工業会(JEM)の制定した規格
HA：Home Automation

3. 国際標準化とグローバルな規格動向

ECHONET規格の策定に伴い、国内での規格採用が円滑に進むように、2002年から国際標準化活動が始められている。ECHONET規格を6つの部分に分けてISO(International Organization for Standardization)、ISO/IEC(International Electrotechnical Commission)へ提案が行われた。2006年に通信ミドルウェア部分が初めて国際標準になって以降、2009年までには提案した全ての規格が国際標準になった。

図3に国際標準になった6つの規格を示す。

ホームネットワーク関連の国際標準化は、各国・地域でライフスタイルや使用される機器が異なるために統一的な標準化ではなくマルチスタンダードが一般的になっている。

例えば欧州ではメインにツイストペアケーブルでコントロールするKNX⁽²⁾規格が存在し照明などのオン／オフ主体の制御が実現されている。エネルギーマネジメントというよりはHA(Home Automation)の機能で壁につけられた集中コントローラによって窓、ブラインド、照明等を制御するシステムが見受けられる。

米国では家庭内のエネルギー機器である空調設備はセントラルヒーティングが一般的で、サーモスタットと呼ばれるコントローラで制御されている。規格としてはスマートグリッドへの移行が国策として図られつつありZigBee Alliance⁽³⁾やNIST(National Institute of Standards and Technology：国立標準技術研究所)で創エネルギー、蓄エネルギー機器を含むエネルギー機器のコマンドを規定する

SEP(Smart Energy Profile)2.0が策定されつつある。

日本では屋根上の太陽光発電やインバータによる細かな制御が一般的等の特徴がある。

先に述べたようにECHONET Lite規格には多くの機器に対応した詳細なコマンドが豊富にあり、今後のエネルギーシステムの一つである電力の供給力に応じて機器の使用電力を制限するデマンドサイドマネジメントに柔軟に対応できるシステム構築や創エネルギー機器、蓄エネルギー機器、省エネルギー機器の連携ができる等の優位性を持っている。これを活用し、アジア各国とはもちろん、米国のSEP2や欧州のKNX等の規格との整合を取るため関連団体との連携を通じたグローバルな活動が予定されている。

4. HEMS普及への期待

HEMSの構成要素としてHEMS機器を制御するコントローラとHEMS機器の2種類があり、両者が揃わないとHEMS機能は達成できない。ハウスメーカー主体で進められているスマートハウスとして新築時に導入されていくことが予想されるが、一方では最近急速に普及しているスマートフォンとの連携ができる手軽なHEMS機器も出現すると考えられ、これによって標準インタフェースを持ったHEMS機器が急速に普及することにも期待したい。

今までは白物家電を始めとするHEMS機器は、冷やす、暖める、調理する、明るくするといった生活の基本的な機能をそれぞれが単独に動作して実現してきたがHEMSに接続され連携して動作することができれば、単体ではできな

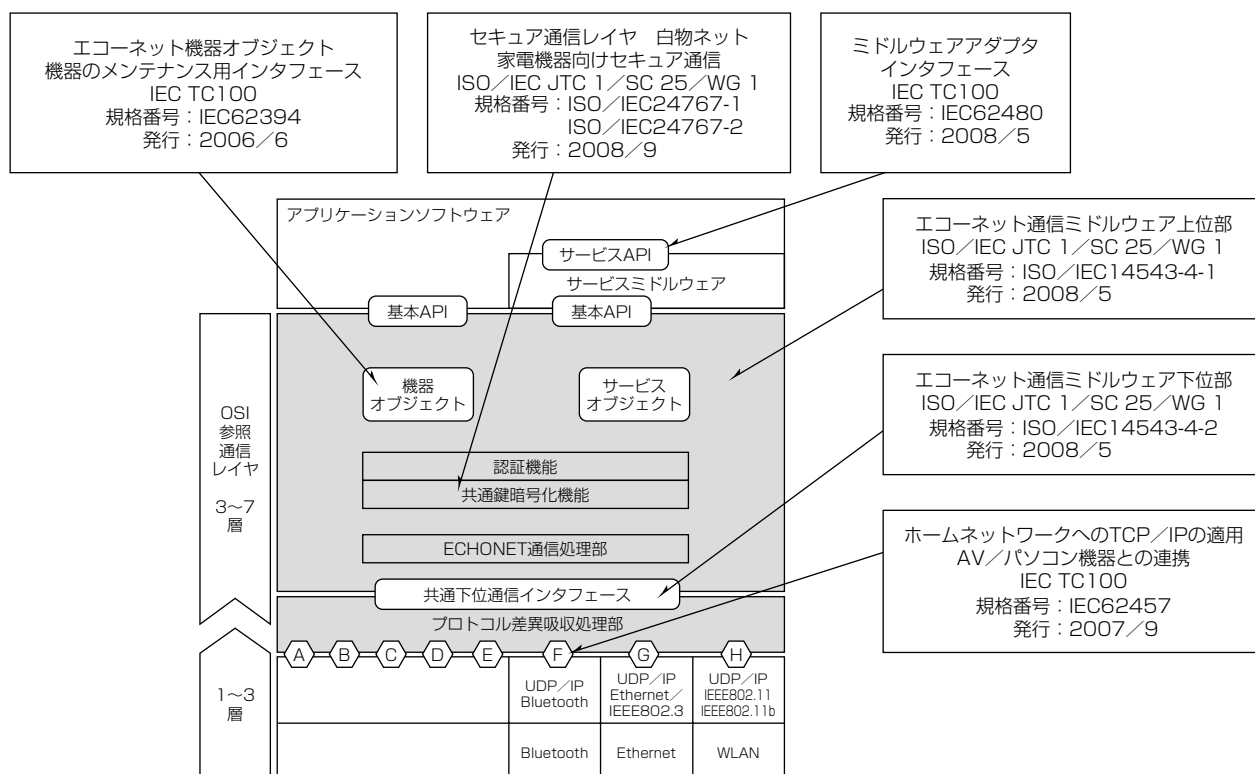


図3. 国際標準になった6つのECHONET規格

いサービスも提供することが可能になる。例えば、家全体のエネルギーマネジメントが可能になり、人の不在時には家電機器がオフして電力消費の無駄を防ぐ、太陽光発電や蓄電池と連係して発電された電気を効率的に消費する、電力消費のピークを避けて家電機器が動作する等、エネルギー管理のできる家を実現できる。そのほか、家庭内の機器の遠隔監視や制御、高齢居住者の見守りや健康管理、自宅のセキュリティ等が考えられる。

5. む す び

HEMSに掛かる期待は非常に大きく、関係者として責任の重大さを痛感している。居住者の生活に安全・安心をもたらす、便利で快適な生活環境を実現するHEMSの普及には、未だ多くの課題がある。パソコン、AV家電、白物家電の融合による居住者に有効なサービスモデルの創出、家

電機器が容易につながる相互接続性の確保、住宅建設事業者、通信・エネルギーサービス事業者、各種サービス事業者との事業化に向けた連携強化等がある。社内外のメンバーとこれらの課題の解決方策を模索しながら、人と環境にやさしい家庭の実現に向けて社会に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) エコネットコンソーシアム：2011年12月21日広報発表資料
<http://www.echonet.gr.jp/news/index.htm>
- (2) KNX ASSOCIATION
<http://www.knx.org/knx-ASSOCIATION/introduction/>
- (3) ZigBee Alliance
<http://www.zigbee.org/Home.aspx>



人にやさしい家電製品を目指したUDの取組み

澤田久美子*

中村芳知*

深野さゆり*

Measures of Universal Design for User-friendly Home Appliances

Kumiko Sawada, Yoshitomo Nakamura, Sayuri Fukano

要 旨

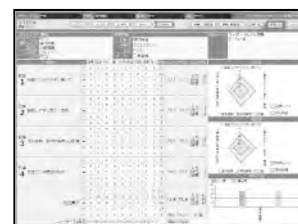
普段の生活の中で使用される家電製品は、多様なユーザー、多様な使われ方を想定した設計が必要である。近年、多くの家電がネットワークにつながり、スマート家電としての性能を発揮する環境が整いつつある。しかし、既存のシステムや新たに開発されたシステムが混在している中で、つなげることを目的とした製品設計では、使いやすさという観点から外れる製品になってしまうことが懸念される。そこで、使いやすい製品開発には、多様なユーザー、多様な使われ方を想定したユニバーサルデザイン(UD)の基本である“人間中心設計”の考え方が効果的である。

本稿では、三菱電機のデザイン研究所が中心となって進めてきたUDの概念を基にした製品開発の背景と取組についての紹介と、スマート家電に求められるUD視点について述べる。

また、UDを考慮した製品設計をデザイナーだけでなく設計者、開発者が同じ“人間中心設計プロセス”の考えに沿って推進するUD開発プロセスを整備するとともに、UD開発支援、及び製品のUD配慮レベルの底上げを図ることを目的として、2005年にオリジナルの評価分析ツールとして“UD-Checker”を開発し、さらに“据付・保守”などのサブユーザーの視点などにも対応するための拡充をしてきた。また、このUD-Checkerの評価項目に沿った形で、高齢者の認知・視覚・聴覚・身体等の特性に配慮し作成したUDガイドラインについて、適応事例と合わせて述べる。

今後開発が進められるスマート家電についても、真に“人にやさしい家電製品”を目指し、UD評価ツールやUDガイドラインを活用しつつ“人間中心設計プロセス”に沿った製品開発を進めていく。

“より多くの人が使いやすいものづくり・生活しやすい環境づくり”のために



ユーザビリティワークショップの風景

UD-Checker Ver.4

人にやさしい家電製品開発を目指して

デザイン研究所では、“より多くの人が使いやすい物作り・生活しやすい環境作りのために”というユニバーサルデザイン開発の理念の基、製品開発のプロセスで、様々なユーザーにとっての使いやすさを検証するユーザビリティ評価(ユーザビリティワークショップ)の実施、又はオリジナルのUD評価ツール(UD-Checker)やUDガイドラインの活用によって、人にやさしい家電製品開発を推進している。

1. ま え が き

我が国の少子高齢化の勢いは止まらず、2020年に高齢化率が3割を超える超高齢社会に突入する。今後も増え続ける高齢者が、豊かで生き生きとした自立した生活を送れるように、私たちは誰もが安心して使える“人にやさしい家電”を提供したいと考えている。いくらインテリジェントで高機能であっても、ユーザーがそれを無理なく使いこなし、便利さを享受できなければ意味がない。当社では、従来、ユニバーサルデザイン(UD)の視点による様々な分野の製品開発・改善活動に取り組んできた。

本稿では、家電製品におけるUD開発の取組み、及びそれを支えるUD開発ツールとガイドライン策定について述べる。

2. 家電製品におけるUD開発の取組み

2.1 UD開発の背景と取組みの経緯

当社では、日本に“バリアフリーデザイン”という言葉が徐々に広まりつつあった1995年から、デザイン研究所が中心となって、バリアフリーデザイン及びユニバーサルデザインの概念を基に、“より多くの人が使いやすいものづくり・生活しやすい環境づくりのために”というスローガンを掲げ、真の“使いやすさ”“生活しやすさ”を実現するため、より多くの人に満足度の高い製品と生活環境の提供を目指したUD開発を推進してきた(図1)。

デザイン研究所では、1990年代初頭からデザイン開発のプロセスにユーザビリティ評価を取り込み、開発の上流から、ユーザーの立場で客観的に評価を繰り返し行うことによって、よりわかりやすく、使い勝手の良い製品の開発を支援してきた⁽¹⁾。ユニバーサルデザインは、この“ユーザビリティの向上”をより広範囲のユーザーに対して実現することを目指すものである。これは、健常な若者をターゲットにしたモノ作りから、多様な属性のユーザー、とりわけ今後ますます増え続ける高齢者層へマーケットを拡大することを重要な目標としている。

当社家電分野では、2004年から“ユニ&エコ”というシリーズで、ユニバーサルデザインとエコロジーを両輪とした開発をスタートさせた。その後、2010年度から更にターゲットを70代の高齢者まで引き上げる形で、より多くの人が最新の便利な機能を自在に楽に使いこなせることを目指した“らく楽アシスト”機能搭載のシリーズを展開し、UD開発を強化している。

2.2 “スマート家電”に求められるUD視点

2011年に発生した東日本大震災を経て、今や家電製品にとって“省エネルギー”は必須であり、それに加えて、いかに賢く、かつ簡単な操作で使うことができるかが求められている。インテリジェントな機能があっても、複雑な設定

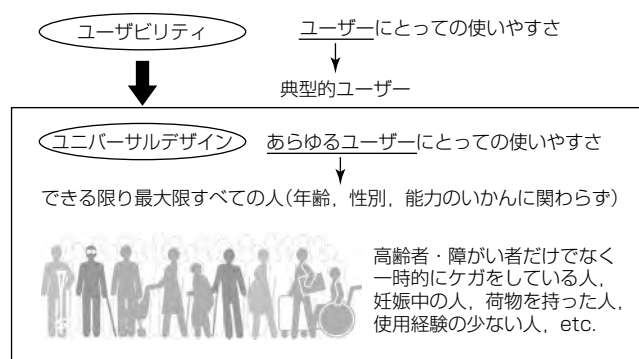


図1. ユニバーサルデザイン開発の考え方



図2. エアコンのユーザビリティ評価

が必要であったり、思ったこととは違う動きをするようなことがあっては、“スマート家電”とは言えない。技術優先で新しい機能を打ち出すのではなく、生活に根ざしたユーザーのニーズを、ユーザーがやりたいように実現できることが重要である。また、多くの機能があってもどう使えば良いのか、どのような効果があるのかわからないということのないように、わかりやすく伝えることも必要である。まさに、多様なユーザーを想定したユニバーサルデザインの基本とも言える“人間中心設計”⁽²⁾の考えに基づく開発が必要となる。

図2はエアコンのリモコン開発におけるユーザビリティ評価の風景である。例えばエアコンでは、様々な気流やモードの切り換えが可能だが、それを難しい操作なしに、そのときの状況に合わせて設定できるようにした。またもっと省エネルギーができるように機械からアドバイスをしてくれる“節電アシスト”機能を搭載し、ユーザーが納得の上で快適に楽しく使えるようにした。試作段階で実際に一般の被験者で繰り返し評価実験を行い、表示する文言やフィードバック方法等の改善を行いながら最終仕様を決定した。

3. UD評価ツールとガイドラインの活用

3.1 UD評価ツール“UD-Checker”

3.1.1 UD-Checker開発の経緯

当社におけるUD開発の基本と言えるのが、ユーザビリティ評価(ユーザビリティワークショップ)である。“ユーザビリティワークショップ”は、デザイナーや設計者等の

開発に関係するメンバーが評価に参画することで、問題点を共有し、効率的に改善を行うという目的から命名したものである。ただし、これを全ての機種に同等に適用することは時間的、費用的な面から難しい。そのため、“人間中心設計プロセス”の考えに沿って図3に示したUD開発プロセスを整備するとともに、UD開発支援、及び製品のUD配慮レベルの底上げを図ることを目的として、2005年にUD-Checker⁽³⁾というオリジナルの評価ツールを開発し、適用している。

この評価ツールは、いわば簡易なユーザーテストとチェックリスト形式のヒューリスティック評価の特長を併せ持ち、マーケットの特性や開発上の制約・条件も異なる様々な製品分野や機種ごとの達成目標を設定し、その目標値に対しての達成度合いを定量的に把握できるのが大きな特長である。原則として、①開発スタート時の現行品の評価、②開発途中のプロトタイプ評価、③製品化後の評価を実施することで、UD開発の進捗度合いを数値で客観的に把握できる。また、想定するユーザーにとって問題となる要因を特定し、具体的な開発のポイントや改善すべき項目を見いだすことができる。何より、このUD-Checkerを使った開発が浸透していくにつれて、どのような配慮が必要か自然と開発メンバーの頭に入り、必ずUD視点を確認しながら開発を行う姿勢が身に付いてきたことは大きな効果であったと言える。

3.1.2 UD-Checkerの拡充

その後ツールとしての利便性を向上させるため何度かバージョンアップを繰り返してきた。また、UD開発の取組領域が家電製品や公共製品だけでなく、産業機器分野などにも拡大していくに従い、異なるユーザー属性や異なる評価項目一式を実装する必要があることが判明し、それぞれの製品分野に応じた新たなバージョンを作成した。家電製品の分野では、特に据付・保守などを行うサブユーザーの操作(作業)に対応するため、“UD-Checker据付・保守版”を作成した。住設機器などは、販売会社や施工業者が据え

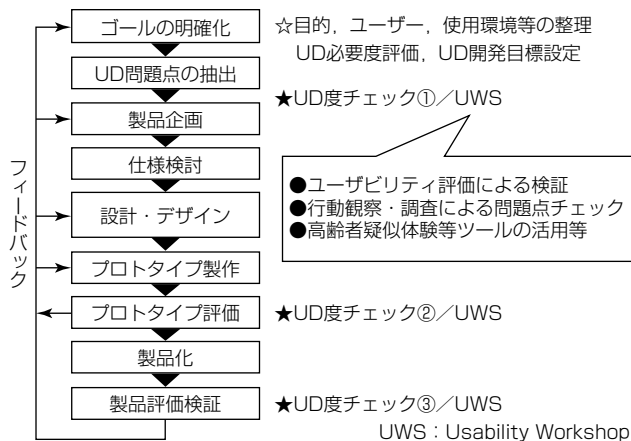


図3. UD開発プロセス

付ける場合がほとんどであり、こういった場面でも製品に関わる人が楽に確実に作業できることが商品力アップや、販売店への訴求力にもなる。

さらに2011年度、これらの複数のバージョンを統合し、同一のインターフェースでの操作ができる統合版アプリケーション“UD-Checker4.0”を開発した。評価結果を一元管理することで、過去のデータ活用や、バージョンアップ等の管理者画面での入れ替え作業が容易になった(図4)。

3.2 UDガイドラインの策定

このUD-Checkerを核として、UD開発の継続的な取組みを行ってきたが、2010年からスタートした“らく楽アシスト”戦略を進めるに当たって、UD-Checkerの項目に沿った形で、高齢者の認知・視覚・聴覚・身体等の特性に配慮したUDガイドラインを新たに策定した。ガイドラインは、UD-Checkerの評価基準としても活用するため、JISなどの公知の指針のほか、独自の評価実験を行うことでさらにバックデータを収集し⁽⁴⁾⁽⁵⁾、設計の目標となる基準を策定している。

3.2.1 ガイドラインの特徴

対象とする高齢者の年齢は、60歳の人が10年後も安心して使えるように“70歳”を基準としている。一般的な高齢者の定義は65歳以上とされるが、前期高齢者(65~74歳)に比べて後期高齢者(75歳以上)は認知・身体ともに能力が低下することを踏まえ、このガイドラインでは能動的に家事を行える高齢者として、70歳前後の前期高齢者を主な対象とした。



図4(b) 結果シート

評価項目	評価結果	評価基準	評価理由
1. 見やすい	5.0	5.0	見やすい
2. 操作しやすい	4.0	4.0	操作しやすい
3. 安全	5.0	5.0	安全
4. 操作性	5.0	5.0	操作性
5. 操作性	5.0	5.0	操作性
6. 操作性	5.0	5.0	操作性
7. 操作性	5.0	5.0	操作性
8. 操作性	5.0	5.0	操作性
9. 操作性	5.0	5.0	操作性
10. 操作性	5.0	5.0	操作性
11. 操作性	5.0	5.0	操作性
12. 操作性	5.0	5.0	操作性
13. 操作性	5.0	5.0	操作性
14. 操作性	5.0	5.0	操作性
15. 操作性	5.0	5.0	操作性
16. 操作性	5.0	5.0	操作性
17. 操作性	5.0	5.0	操作性
18. 操作性	5.0	5.0	操作性
19. 操作性	5.0	5.0	操作性
20. 操作性	5.0	5.0	操作性
21. 操作性	5.0	5.0	操作性
22. 操作性	5.0	5.0	操作性
23. 操作性	5.0	5.0	操作性
24. 操作性	5.0	5.0	操作性
25. 操作性	5.0	5.0	操作性
26. 操作性	5.0	5.0	操作性
27. 操作性	5.0	5.0	操作性
28. 操作性	5.0	5.0	操作性
29. 操作性	5.0	5.0	操作性
30. 操作性	5.0	5.0	操作性
31. 操作性	5.0	5.0	操作性
32. 操作性	5.0	5.0	操作性
33. 操作性	5.0	5.0	操作性
34. 操作性	5.0	5.0	操作性
35. 操作性	5.0	5.0	操作性
36. 操作性	5.0	5.0	操作性
37. 操作性	5.0	5.0	操作性
38. 操作性	5.0	5.0	操作性
39. 操作性	5.0	5.0	操作性
40. 操作性	5.0	5.0	操作性
41. 操作性	5.0	5.0	操作性
42. 操作性	5.0	5.0	操作性
43. 操作性	5.0	5.0	操作性
44. 操作性	5.0	5.0	操作性
45. 操作性	5.0	5.0	操作性
46. 操作性	5.0	5.0	操作性
47. 操作性	5.0	5.0	操作性
48. 操作性	5.0	5.0	操作性
49. 操作性	5.0	5.0	操作性
50. 操作性	5.0	5.0	操作性
51. 操作性	5.0	5.0	操作性
52. 操作性	5.0	5.0	操作性
53. 操作性	5.0	5.0	操作性
54. 操作性	5.0	5.0	操作性
55. 操作性	5.0	5.0	操作性
56. 操作性	5.0	5.0	操作性
57. 操作性	5.0	5.0	操作性
58. 操作性	5.0	5.0	操作性
59. 操作性	5.0	5.0	操作性
60. 操作性	5.0	5.0	操作性
61. 操作性	5.0	5.0	操作性
62. 操作性	5.0	5.0	操作性
63. 操作性	5.0	5.0	操作性
64. 操作性	5.0	5.0	操作性
65. 操作性	5.0	5.0	操作性
66. 操作性	5.0	5.0	操作性
67. 操作性	5.0	5.0	操作性
68. 操作性	5.0	5.0	操作性
69. 操作性	5.0	5.0	操作性
70. 操作性	5.0	5.0	操作性
71. 操作性	5.0	5.0	操作性
72. 操作性	5.0	5.0	操作性
73. 操作性	5.0	5.0	操作性
74. 操作性	5.0	5.0	操作性
75. 操作性	5.0	5.0	操作性
76. 操作性	5.0	5.0	操作性
77. 操作性	5.0	5.0	操作性
78. 操作性	5.0	5.0	操作性
79. 操作性	5.0	5.0	操作性
80. 操作性	5.0	5.0	操作性
81. 操作性	5.0	5.0	操作性
82. 操作性	5.0	5.0	操作性
83. 操作性	5.0	5.0	操作性
84. 操作性	5.0	5.0	操作性
85. 操作性	5.0	5.0	操作性
86. 操作性	5.0	5.0	操作性
87. 操作性	5.0	5.0	操作性
88. 操作性	5.0	5.0	操作性
89. 操作性	5.0	5.0	操作性
90. 操作性	5.0	5.0	操作性
91. 操作性	5.0	5.0	操作性
92. 操作性	5.0	5.0	操作性
93. 操作性	5.0	5.0	操作性
94. 操作性	5.0	5.0	操作性
95. 操作性	5.0	5.0	操作性
96. 操作性	5.0	5.0	操作性
97. 操作性	5.0	5.0	操作性
98. 操作性	5.0	5.0	操作性
99. 操作性	5.0	5.0	操作性
100. 操作性	5.0	5.0	操作性

図4. UD-Checker4.0

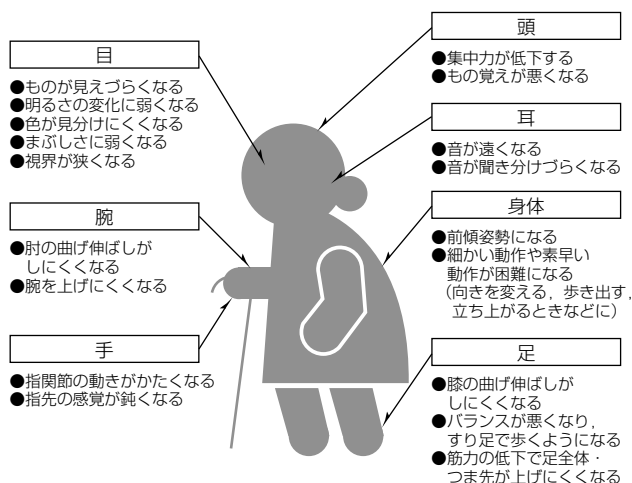


図 5. 高齢者の身体の変化

高齢者には、図 5 に示すように、加齢による身体機能の変化や認知特性の変化が起こる。例えば分かりやすさでは、集中力が低下し、ものの覚えが悪くなる。見やすさでは、明るさの変化に対応しづらくなり、ものが見えづらくなる。聞こえやすさでは、耳が遠くなり、音が聞き分けづらくなる。身体的には、指先の感覚が鈍くなり、膝の曲げ伸ばしがしにくくなる。もの作りでは、これらの変化を踏まえてできるだけ分かりやすく、身体的な負担を少なくするように配慮する必要がある。

3.2.2 ガイドラインの構成

ガイドラインは、次のようにUD-Checkerの評価軸に合わせた4項目で構成し、各配慮項目について、関連法規や具体的な製品事例を挙げて解説している。

- (1) 認知：簡単で分かりやすい使い方
- (2) 識別：識別しやすい表示表現
- (3) 身体：楽な姿勢、身体負荷への配慮
- (4) 安全：安全・安心への配慮

3.2.3 製品への展開事例

このガイドラインを、家電製品や住設機器を初め幅広い製品の開発現場に展開している。便利・高度な機能をらくに使いこなせる“らく楽アシスト”機能を開発、“認知”では光や音によるナビゲーション(光ナビ、音ナビ)、“識別”では大きな文字による視認性確保(デカ文字)、“身体”への配慮ではメンテナンスの容易さ(らく楽メンテ)などを共通のコンセプトとして適用し、さらに“安全”への配慮などにも注力している。

次にガイドラインを反映し、ネットワークと連携して家庭における様々な情報を伝える製品例として、レコーダ内蔵液晶テレビ“REAL MDR2シリーズ”(図 6)について述べる。

認知：読み上げ機能を搭載し、電子番組表の番組名や番組内容、メニュー名称等を音声で読み上げて操作をアシストする。



図 6. レコーダ内蔵液晶テレビ“REALMDR2シリーズ”

識別：電子番組表やチャンネル表示・音量表示の文字を見やすい大きさにユーザーが設定できる。また、リモコンの主要ボタンの文字を大きくし、視覚障がい者へのヒアリングを基に凸文字を用いた表示とした。

身体：テレビとレコーダが一体型であるため、接続が容易で設置場所をとらず、リモコンは軽量(約100g)で持ちやすい。現在このガイドラインの配慮項目とリンクしたUD-Checkerを使って検証を重ねながら新製品開発を行っている。

今後、社内の様々な製品分野の設計基準やJIS等の公的基準との連携を図りながら、更にブラッシュアップをしていく。

4. む す び

当社がこれまで取り組んできたユニバーサルデザイン開発の考え方と、開発支援のためのUD評価ツール及びUDガイドラインについて述べた。今後開発が進められるスマート家電についても、真に“人にやさしい家電”を目指し、これらの評価ツールやガイドラインを活用しつつ“人間中心設計プロセス”に沿った製品開発を進めていく。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機(株)デザイン研究所編：こんなデザインが使いやすさを生む、工業調査会 (2001)
- (2) ISO 13407:1999(JIS Z-8530:2000)：Human-centred design processes for interactive systems
- (3) 澤田久美子，ほか：ユニバーサルデザイン開発のための評価ツールの提案，ヒューマンインタフェースシンポジウム2005論文集，261～264 (2005)
- (4) 山崎友賀，ほか：家電製品における高齢者を対象とした表示文字の評価，第3回国際ユニヴァーサルデザイン会議2010論文集，O-009 (2010)
- (5) 深野さゆり，ほか：音声ガイダンスの聞き取りやすさに関する基礎評価，ヒューマンインタフェースシンポジウム2011論文集，2315L (2011)

サービス事業者向け通信ゲートウェイ

鹿島和幸*
牧野信也**

Communication Gateway for Service Provider Company

Kazuyuki Kashima, Shinya Makino

要 旨

近年、宅内機器の高度化、クラウドサービスの普及、宅内ネットワークの通信規格が整備されてきたことに加え、Java^(注1)ベースのサービスプラットフォームを提供するOSGi^(注2) (Open Service Gateway initiative) 標準仕様⁽¹⁾が整備されたことによって、宅内へクラウドサービスを提供できる環境が整いつつある。提供サービスについても最近では東日本大震災を契機としてHEMS(Home Energy Management System)などのエネルギー管理サービスや電力の需給バランスを確保するデマンドレスポンスサービス等が注目されている。こうした中、宅内とクラウドをつなぐ通信ゲートウェイ装置は宅外と連携した様々なクラウドサービスを提供する機器として重要な役割を担っている。

三菱電機では、クラウドサービスを提供するサービス事業者向け通信ゲートウェイを開発した。今回開発した通信

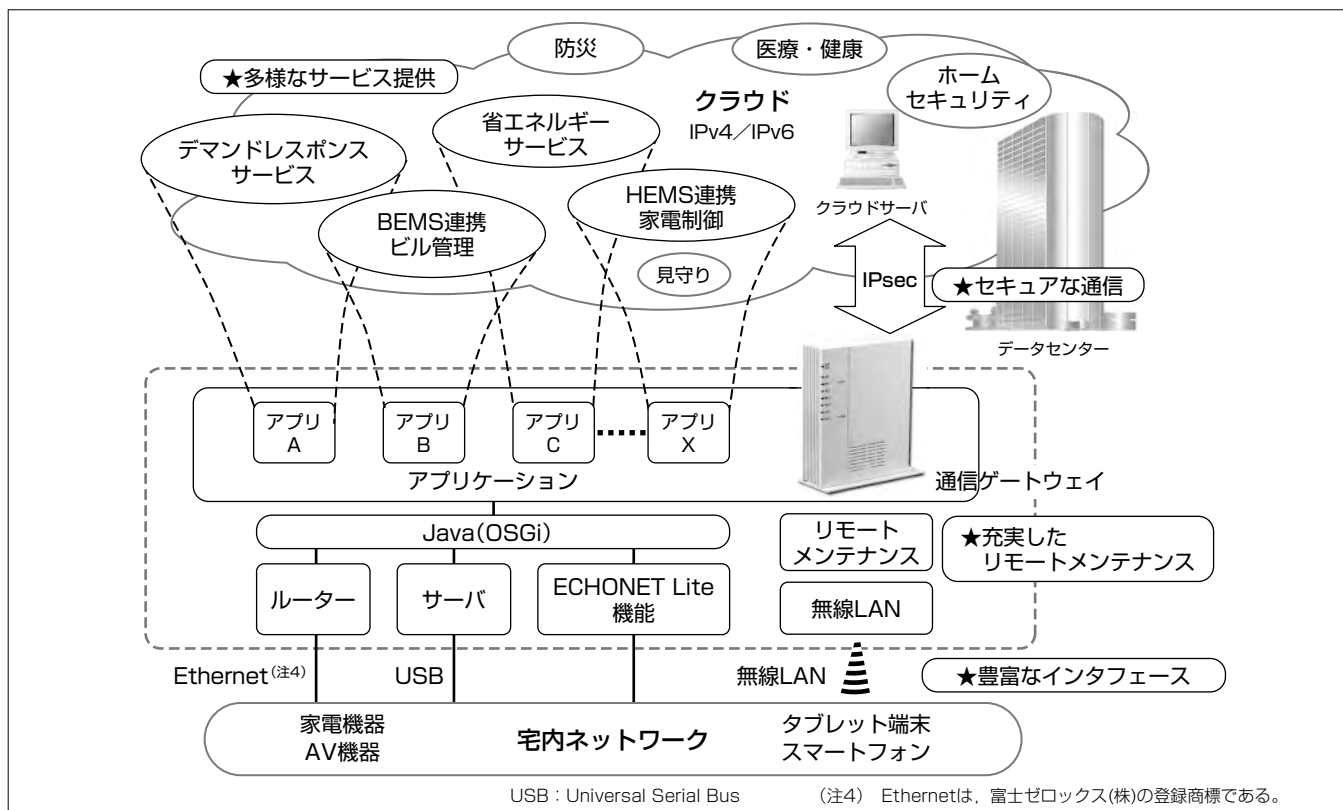
ゲートウェイは、多様なクラウドサービスを柔軟に提供可能であること、豊富な宅内インタフェースを備えていること、充実したリモートメンテナンス機能、容易にセキュアな通信が実現できること等の特長を持つ。また、家電制御のためのECHONET Lite^(注3)ソフトウェアを標準装備し、HEMSやBEMS(Building and Energy Management System)等のアプリケーションを、OSGi標準仕様準拠のJavaリソースバンドルとして開発可能とした。

本稿では、サービス事業者向け通信ゲートウェイの主な機能と特長、構成技術及びエネルギー管理サービスへの適用例について述べる。

(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。

(注3) ECHONET Liteは、エコネットコンソーシアムの登録商標(申請中)である。



サービス事業者向け通信ゲートウェイによるクラウドサービス提供プラットフォーム

クラウド上の様々なアプリケーションに対応したOSGi標準仕様に準拠したJavaリソースバンドル(アプリケーションA, B, C...)を通信ゲートウェイにダウンロードすることによって多様なサービスを柔軟に提供可能。ルーター機能やサーバ機能も持ち、多くの用途に適用可能であるとともに、豊富な宅内側インタフェースを備え、様々な宅内機器の接続に対応する。

1. ま え が き

各種エネルギー管理サービスやセキュリティサービス等、クラウドシステムを利用したサービスが拡大している。サービス事業者向け通信ゲートウェイは、クラウドシステムによって各種サービスを提供するサービス事業者向けに開発した装置である。ユーザー宅内に設置して、データ収集や機器制御等のアプリケーションプログラムを動作させながらクラウド側との通信を提供する装置であり、アプリケーションプログラムによって多様なクラウドサービスに適用できる。

本稿では、通信ゲートウェイの機能・構成技術・応用例について述べる。2章で様々なクラウドサービスに対応するために通信ゲートウェイが持つ豊富な機能と特長を述べ、3章で装置アーキテクチャ及びソフトウェアアーキテクチャを述べ、4章でエネルギー管理サービスへの適用例を述べる。

2. 通信ゲートウェイの機能と特長

2.1 通信ゲートウェイの機能

(1) ネットワーク収容機能

通信ゲートウェイでは、ユーザー宅内の各種機器との通信のために、1 Gbps対応有線LAN、無線LAN(802.11n)を標準搭載している。また、拡張USBポートを使用して各種通信モジュールを接続することによって、920MHz帯無線やシリアル通信への対応等、収容インタフェースを容易に追加可能である。

(2) ルーター機能

クラウドシステムとの通信のために、IPv4及びIPv6に対応したブロードバンドルーター機能を搭載している。また、広域網(WAN)側は、IPsec(Security Architecture for Internet Protocol)による暗号化通信が可能である。

(3) アプリケーション搭載機能

ルーター機能の上で各種アプリケーションを実行する環境として、Java仮想マシンとOSGiフレームワークを搭載している。これを利用して、接続機器からのデータ収集や接続機器の制御、クラウドシステムとの連携機能等のアプリケーションをJavaリソースバンドルとして搭載可能である。また、OSGiフレームワークによって、Javaリソースバンドルの追加・実行・停止・削除が装置動作を停止させることなく可能である。また、HEMSなどのアプリケーションをJavaリソースバンドルとして容易に構築できるように、ECHONET Lite機能をアプリケーション基盤として標準装備した。

(4) サーバ機能

ユーザー宅内でこの装置をサーバとして利用可能とするため、USBポートに接続したハードディスクをネットワークで共有できるファイルサーバ機能、ハードディスクに

格納した動画、静止画をDLNA(Digital Living Network Alliance)^(注5)によって配信できるDMS(Digital Media Server)の機能を搭載している。

(5) リモートメンテナンス機能

遠隔からの本体ファームウェアバージョンアップ、設定確認、設定変更、Javaリソースバンドルの追加・実行・停止・削除機能を搭載している。

(注5) DLNAは、Digital Living Network Allianceの登録商標である。

2.2 通信ゲートウェイの特長

(1) 様々なサービスを柔軟に提供可能

クラウドシステムと連携するユーザー宅内側の機能を、Javaバンドルとして搭載することが可能である。また、リモートによるバンドルの追加が可能のため、ユーザーの手を煩わすことなく、タイムリーにサービスの拡張が可能である。

(2) 様々な宅内機器と接続可能

豊富なネットワーク収容機能によって、家電機器、AV機器、住設機器、タブレット端末、スマートフォン、センサ等、様々な宅内機器の接続が可能であり、これらの機器を連携させたサービスに適用できる。特に、ECHONET Lite機能をアプリケーション基盤として標準搭載しているため、同プロトコルでHEMS対応機器との通信が可能である。

(3) セキュアな通信路を低コストに構築可能

ルーター機能の持つIPsec機能を利用してクラウドシステムと接続することによって、インターネットでセキュアな通信路をこの装置だけで構築可能である。

(4) リモートメンテナンスによる保守容易性

サービスセンターからインターネット経由でユーザー宅内の機器の保守が可能であり、装置の設定、診断、障害切り分けを、ユーザー宅内に出向くことなく迅速に対応できる。

3. 構成技術

3.1 装置アーキテクチャ

通信ゲートウェイは基本機能であるブロードバンドルーター機能のほか、各種サービスやプロトコルに柔軟に対応するプラットフォーム構成とする必要がある。この要求条件を実現するため、1GワイヤフルレートのIPパケット高速転送が可能なパケット転送エンジン上で、複数の機能を独立に構成・動作可能にする装置アーキテクチャを実現した。

3.2 ソフトウェア・アーキテクチャ

ソフトウェア・アーキテクチャを図1に示す。ソフトウェア構成は、マネージャー層、ミドルウェア層、機能層、アプリケーション層の4階層の構成とし、上位層がクライアント、下位層がサーバとなって動作することでクライアント・サーバシステムを通信ゲートウェイ内で構築した。

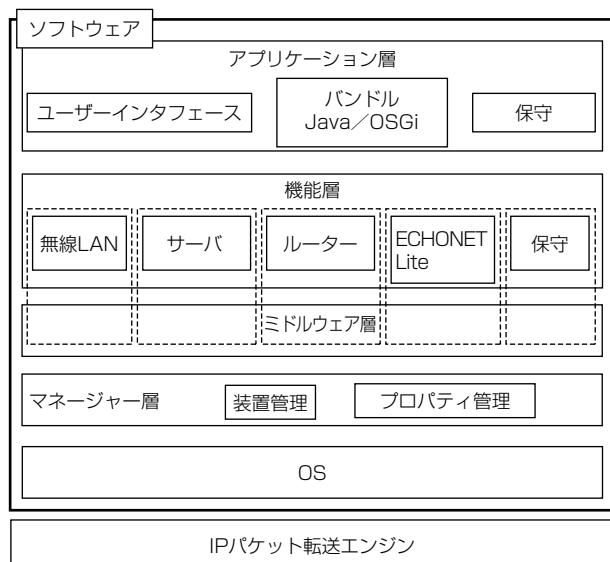


図1. 通信ゲートウェイのソフトウェア・アーキテクチャ

(1) マネージャー層

装置固有のハードウェア制御、競合制御を行う装置管理部と、上位層に対してデータベース機能、機能連携・調停機能を提供するプロパティ管理部がある。これらの詳細については3.3節で述べる。

(2) ミドルウェア層

上位層と密に連携し、上位層が機能を実現するためのプロトコルスタック機能を提供する。

(3) 機能層

ミドルウェア層の各プロトコルスタックを連携させ、通信ゲートウェイがユーザーに提供する各種機能を実現する。

(4) アプリケーション層

機能層が提供するAPI(Application Program Interface)を使って、装置の設定や高度な応用サービスを提供する。図1に示すJava/OSGiプラットフォーム上で動作するアプリケーションが、機能層を駆使することで、エンドユーザーに各種サービスを提供する。Javaリソースバンドルをサービスごとに変更・追加することで、通信ゲートウェイの主要な機能を変更することなく、各種サービスへの適用を可能とした。

3.3 機能間連携

各種サービスやプロトコルの拡張に柔軟に対応する必要があり、マネージャー層にプロパティ管理部を実装した。プロパティ管理部はデータベース機能とともに、サービス層のソフトウェア間を接続する通信機能を提供する。

図2で動作の一例を示す。無線LAN機能とECHONET Lite機能はIPアドレスの変化を知る必要があり、プロパティ管理部にこの購読要求をしておく。その後、ルーター機能がIPアドレスを変更すると、無線LAN機能とECHONET Lite機能に変化通知がなされ、必要な処理を行うことができる。

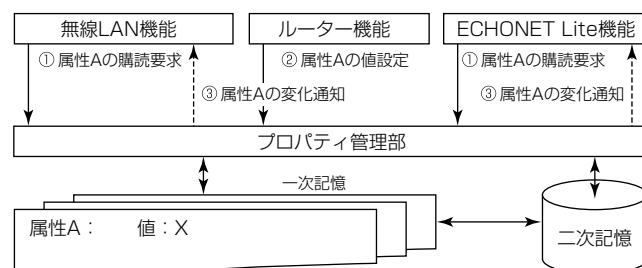


図2. プロパティ管理部

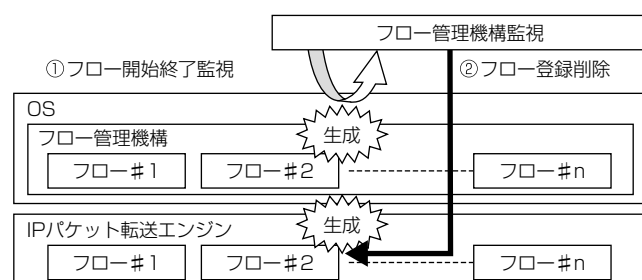


図3. ファスト・パス制御の概念

3.4 高速パケット転送技術

ユーザー宅内に接続される機器の性能向上に伴い、通信ゲートウェイには高い処理性能が要求される場合がある。このため、ファスト・パス制御による高速パケット転送を実現した。ファスト・パス制御はフローの生成・削除を検出した場合に、IPパケット転送エンジン機構に登録する。IPパケット転送エンジンは登録されたフローに該当するパケットに対して、OSのプロトコルスタックを使わずにパケット転送だけに特化した高速転送処理を実現する(図3)。

4. 適用サービス例

サービス事業者向け通信ゲートウェイは家庭向け、ビル向け、工場向け等、様々な用途のクラウドサービス提供に活用可能であるが、この章では最近注目され、必要性が高まりつつあるエネルギー管理システム(EMS)への適用例を示す。

4.1 HEMSへの適用例

適用例を図4に示す。サービスとしては、電力検針データ提供サービス、デマンドレスポンスサービスや電力見える化、クラウド型HEMS、電力消費データを使った高齢者見守りサービス等が想定される。また、ガスや水道の自動検針にも適用可能である。宅内ネットワークとの接続は、様々な方式に対応できるが、例えば、バンドルソフトウェアによるECHONET Lite機器の制御、USB端子への920MHz帯特小無線ドングルの装着等が可能である。

4.2 BEMSへの適用例

BEMSへの適用例を図5に示す。サービスとしては、電力検針データ提供サービス、デマンドレスポンスサービスやクラウド型BEMS、ビル管理、ESCO(Energy Service Company)関連サービス等が想定される。例えば、ビルの

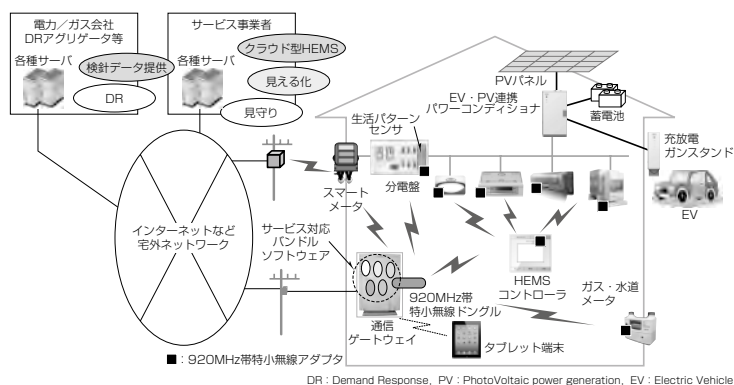


図 4. HEMSへの適用例

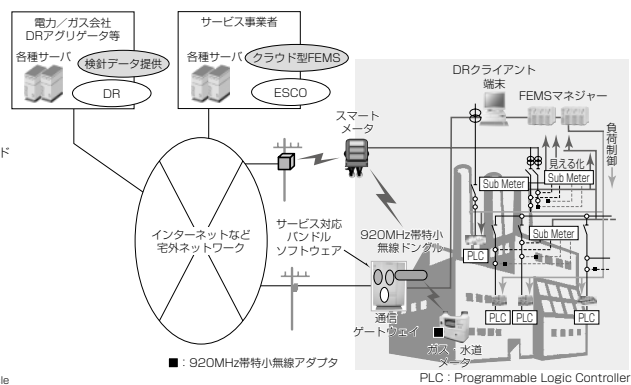


図 6. FEMSへの適用例

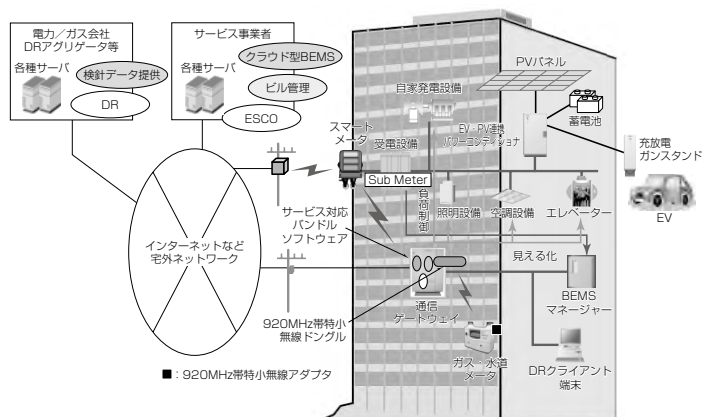


図 5. BEMSへの適用例

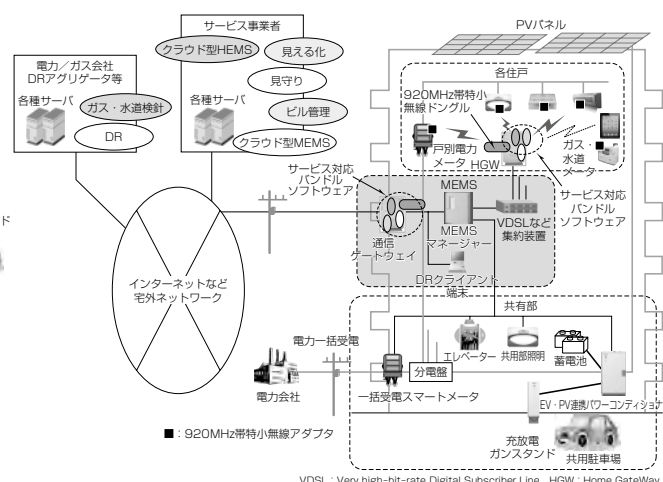


図 7. MEMSへの適用例

エネルギー管理の場合、エネルギー管理に対応したJavaリソースバンドルをダウンロードし、ビル内のBEMSマネージャーを介してビル内設備を制御することによって、柔軟なエネルギー管理を実現することが可能となる。

4.3 FEMSへの適用例

FEMS(Factory Energy Management System)への適用例を図6に示す。サービスとしては、電力検針データ提供サービス、デマンドレスポンスサービスやクラウド型FEMS, ESCO関連サービス等が想定される。例えば、デマンドレスポンスアグリゲータの場合、デマンドレスポンスに対応したJavaリソースバンドルを通信ゲートウェイ内にダウンロードし、工場内のFEMSマネージャーを介して工場内設備を制御することによって、デマンドレスポンスとFEMS装置を連携動作させて、効率的な電力削減を実現することが可能となる。

4.4 MEMSへの適用例

MEMS(Mansion Energy Management System)へ適用例を図7に示す。サービスとしては、電力検針データ提供サービス、デマンドレスポンスサービス、クラウド型MEMS,

ビル管理及び各住戸に対応した4.1節に示したHEMS関連サービスが想定される。また、ガスや水道の自動検針にも適用可能である。各サービスに対応したJavaリソースバンドルをダウンロードし、ビル内のMEMSマネージャーを介してマンション内共有設備を制御する。

5. む す び

今回新たに開発したサービス事業者向け通信ゲートウェイについて主な機能と特長、構成技術及びエネルギー管理サービスへの適用例について述べた。この通信ゲートウェイによって種々のクラウドサービスを提供できるサービスプラットフォームが容易に構築可能となる。

参 考 文 献

- (1) OSGi Release 4, Version 4.3
<http://blog.osgi.org/2012/05/compendium-43-and-residential-43.html>
- (2) ECHONET Lite規格書Ver.1.00
http://www.echonet.gr.jp/spec/spec_v100_lite.htm

PV・EV連携パワーコンディショナ

川久保 守*
土本直秀*

PV Inverter and EV Charger-Discharger Linked by AC Power Line

Mamoru Kawakubo, Naohide Tsuchimoto

要 旨

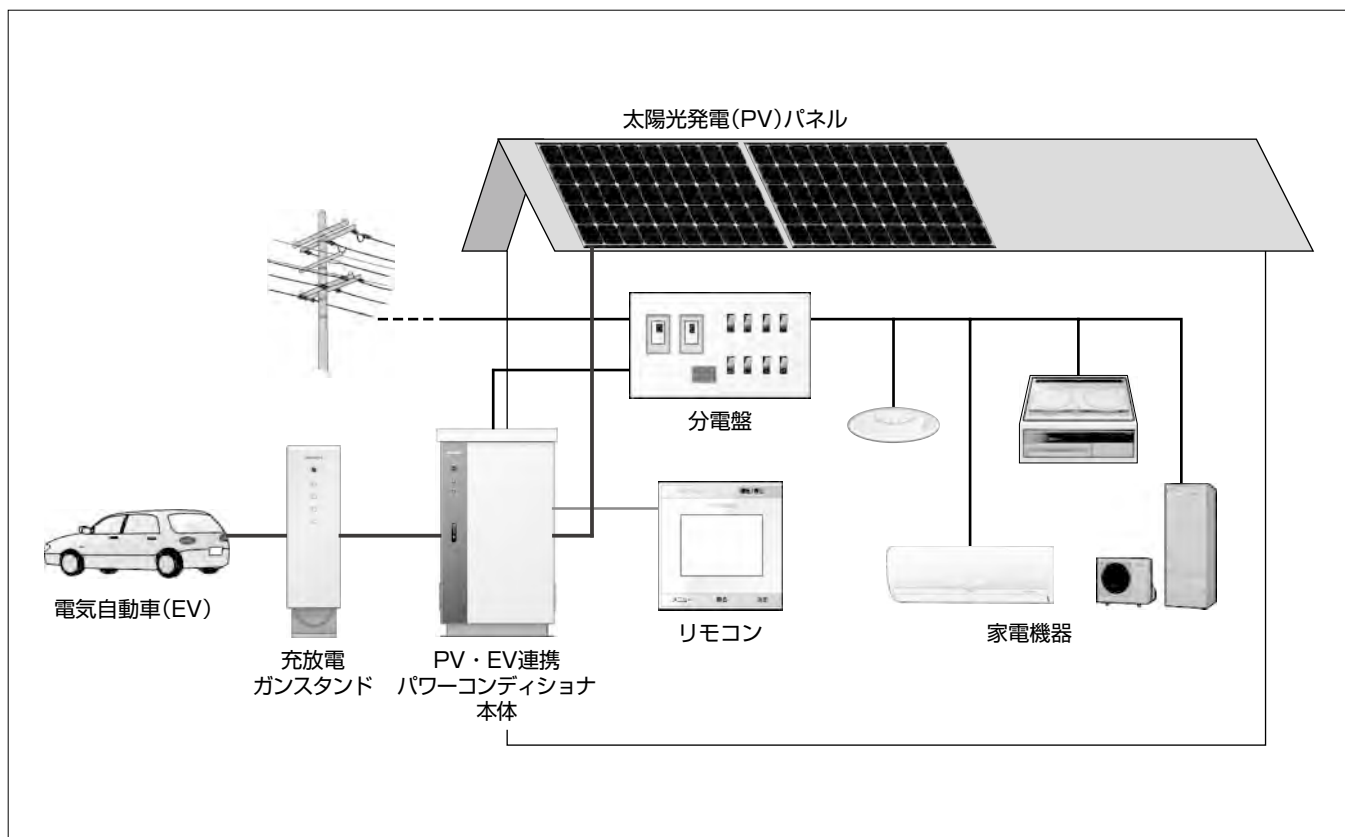
近年、省エネルギー意識の高まりから家電機器及びこれに搭載されるデバイスの消費電力低減が図られてきた。しかし、東日本大震災以降は、計画停電や節電要求を踏まえて電力の安定供給が強く望まれ、安全・安心を求めるように消費者の意識も大きく変化してきている。また、災害などの停電時でも家電機器を一定期間使用できる生活も強く望まれている。

この実現手段として、太陽光発電(PV: Photo Voltaic)⁽¹⁾といった自然再生エネルギーを活用する発電手段が有効であるが、発電量が天候に左右されたり、夜間は発電できない等の課題もあり、蓄電池を併用したシステムが有効な手段と考えられる。一般家庭向けの蓄電池が多く市販されているが容量が小さいため、電気自動車(EV: Electric Vehicle)

に搭載されている大容量の蓄電池を活用することでより多くの電力が扱えるようになり、電力変動や住宅内への電力供給に対して、より安定かつ長期間の対応が可能となる。

PVとEVを連携したパワーコンディショナは、PVで発電した電力を住宅内の家電機器、電力系統(以下“系統”という)、EV搭載蓄電池に供給する。電力需要の少ない夜間に蓄電池を充電して電力需要の多い昼間に放電するなど、状況に応じた電力制御が可能となる。さらに、停電時は、自立運転切り換え分電盤と連携して動作することで系統との遮断後にEVから家電機器への電力供給が可能となる⁽²⁾。

本稿では、PV・EV連携パワーコンディショナのシステム構成、機能のほか、これを用いた実証試験について述べる。



PV・EV連携パワーコンディショナの設置例

PV・EV連携パワーコンディショナの本体、EV用充放電ガンを収納するガンスタンドを一般家庭に設置した例を示す。

1. ま え が き

東日本大震災以降は、安全・安心を求めるように消費者の意識も大きく変化し、災害などの停電時でも一定期間家電機器を使用できる生活も強く望まれている。

それを実現する有効手段の一つであるPVは、発電量が天候に左右される、夜間は発電できないなどの課題があり、これを補うため蓄電池を併用したシステムが有効となる。特に、EVに搭載されている大容量の蓄電池を活用することでより多くの電力が扱えるようになり、電力変動や住宅内への電力供給に対して、より安定かつ長期間の対応が可能となってくる。

PVとEV等の大容量蓄電池を連携して制御するパワーコンディショナ(以下“パワコン”という。)は、発電・充電した電力を住宅内の家電機器に供給するといった基本機能から、PVの余剰電力を蓄電池に充電する、又は、電力需要の少ない夜間に蓄電池を充電し電力需要の多い昼間に放電して住宅内の家電機器に電力を供給するなど、状況に応じた電力制御を可能とし、さらに、自立運転切り換え分電盤と連携して動作することで系統との遮断や、停電時におけるPV及びEVからの電力供給を可能とした。

本稿では、PV・EV連携パワコンのシステム構成、機能のほか、これを用いた実証試験について述べる。

2. 発電と蓄電

2.1 蓄電池

再生可能エネルギーの電力への利用が急速に拡大してきているが、PVは天候に左右されて発電電力が短時間で大きく変動する。また、多くのPVによる発電が集中すると配電線の末端側で電圧許容値を超えて逆潮流が制限されるなどの課題がある⁽³⁾。これらの課題を解決する方法として、蓄電池の活用が期待される。特に、EVは自動車としての基本機能のほか、搭載する蓄電池は一般的な家庭用蓄電池に対して大容量かつ新たな設置場所が不要であるなどの利点も多いことから、住宅内に電力を供給するといった新たな活用方法が検討されている⁽⁴⁾。

2.2 住宅内への電力供給

自動車としての利用に支障が生じない範囲でEV搭載蓄電池を活用してPVの余剰電力や深夜電力を充電に利用し、電力需要の多い昼間などに住宅内の家電機器に供給することでピーク抑制などの新たな機能を実現する。現在検討されている時間帯別に料金を設定する制度を考慮すると、発電と蓄電の活用は、PVとEVが連携した充放電制御が必要となり、さらには家電機器を含めた電力制御が必要となってくる。

また、EVを所有する一般家庭では、家庭用電源からEV搭載蓄電池を充電する機能だけを備えた普通充電器を利用

しているが、EV搭載蓄電池の活用といった面から、EV搭載蓄電池から住宅内に電力を供給できる高性能充電器が必要となってくる。

3. PV・EV連携パワコン

先に述べた有効な手段となるPV・EV連携パワコンの開発とその検証に取り組んでいる(図1)。

3.1 構成

PV・EV連携パワコンは、本体、EV接続用コネクタとケーブルからなる充放電ガンを収納するガンスタンド、自立運転切り換え分電盤及びリモコンで構成している。

本体は、エアコン用室外機などと同様に家の裏手など人目につきにくい場所に設置する。本体と分離したコンパクトなサイズのガンスタンドは、ガレージやカーポート等、EVの近傍に設置することで、住宅の外観を損なわない、人の通行の妨げにならない、EVとの接続を容易にするなど、利便性の向上を図るとともに設置場所の自由度を拡大している。また、ロック付の保護カバーを備えているため、充放電用ガンの使用時又は未使用時に保護カバーを閉めてロックすることで、安全性の強化、いたずら防止を図っている(図2)。

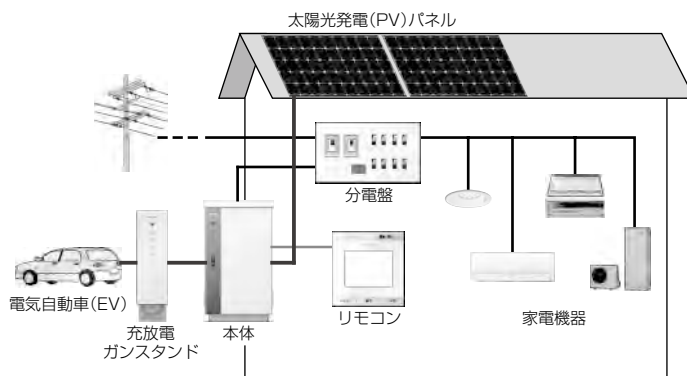


図1. PV・EV連携パワコンの設置例



図2. 充電ガンスタンドと本体の外観

本体は、PVパワコン(PV-PCS)、EVパワコン(EV-CNV、EV-INV)、EMコントローラ、バックアップ電源で構成しており、接続箱、ガンスタンド、自立運転切り換え分電盤、リモコンと接続する(図3)。

3.2 システムの仕様

システムの主な仕様は、PVの定格出力電力が家庭用途で平均的な4.0kW、EVの定格入出力電力が普通充電器と同等容量の3.5kWとしており、PVとEVの出力は交流電源側で接続するAC連携のため、システムの最大出力電力は7.5kWとなる。停電時における自立運転では、住宅内に交流100V及び200Vを供給する。ここで、EV搭載蓄電池との充電制御は規格のCHAdEMO^(注1)に準拠、また放電制御はCHAdEMOをベースにした独自仕様で動作させている(表1)。

(注1) CHAdEMOは、東京電力株の登録商標である。

3.3 システムの機能

PV・EV連携パワコンは、PVの発電電力の供給、蓄電池との充放電、系統との遮断及び接続を行う。PVの発電電力を住宅内に供給したり、系統への逆潮流^(注2)、蓄電池への充電を行う。また、系統の電力を蓄電池に充電したり、蓄電池の電力を逆潮流させずに住宅内に供給する。蓄電池への充電及び蓄電池からの放電は、EVの急速充電口に接続した充放電ガンを介して行う。その他、電圧や周波数変動等に対する保護機能や、地絡検出等の安全性を確保するための機能を備えている(表2)。

(注2) 系統連系に関しては、電力会社との連系協議が必要である。

3.4 各部の機能

本体、ガンスタンド、自立運転切り換え分電盤、リモコンの機能を次に示す。

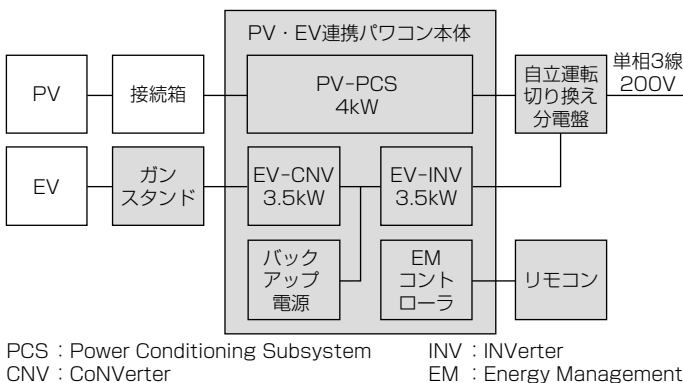


図3. システムの構成

表1. システムの主な仕様

項目	内容
PV定格出力電力	4.0kW
EV定格入出力電力	3.5kW
システム最大出力電力	7.5kW
主回路方式	AC連携
本体保護構造	IP55
充電/放電規格	CHAdEMO/独自

(1) PVパワコン

太陽電池の発電電力をDC/AC変換し系統と連系する電力変換装置で、MPPT(Maximum Power Point Tracking: 最大電力点追従)制御機能によって、太陽電池の最大発電電力点を追従し、発電電力を最大化している。

(2) EVパワコン

蓄電池と電氣的に絶縁する絶縁トランス付DC/DCコンバータと、住宅内の電源に接続するDC/ACインバータで構成し、ガンスタンドを経由して蓄電池との充放電を行う。蓄電池の電力が逆潮流しないよう逆潮流防止機能を装備している。

(3) EMコントローラ

リモコンで行うユーザー設定によって、停電時における自立運転への切り換えや復電時における系統運転への切り換え等、自立運転切り換え分電盤の制御を行い、PVパワコンの発電とEVパワコンの充放電を指示し、状態把握、表示モニタ管理を行っている。

(4) バックアップ電源

停電発生時、蓄電池から電力を住宅内に供給するためにシステムを動作させる必要がある。システムの動作に必要な電源を確保するために鉛蓄電池とその充放電回路を装備したので、停電発生から数日間の待機を可能としている。

(5) ガンスタンド

蓄電池との充放電を行うためのコネクタとケーブルの収納のほか、充電開始/停止の操作機能、スタンバイ/充電中、コネクタ取り外し禁止、充放電禁止、故障の表示機能を備えている。また、コネクタとケーブルを収納した後に保護カバーを閉めてロックする機能も備えている。

(6) 自立運転切り換え分電盤

停電発生時に系統と確実に切り離すために機械的な開閉装置を2箇所装備し、リモコンで自立運転を選択して開閉装置を開にすることによって系統と遮断する。また、復電時は平常運転を選択して開閉装置を閉にすることによって系統と接続する。

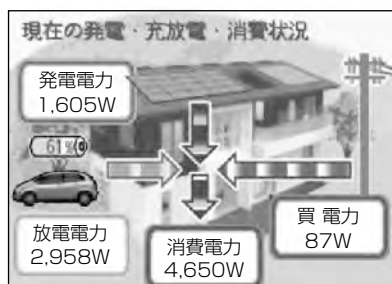
表2. システムの主な機能

項目	機能
通常運転モード	PV発電
	EV充電
	EV放電
	PV発電+EV放電
	PV発電+EV充電
自立運転モード	PV発電
	EV放電
	PV発電+EV放電
	PV発電+EV充電
保護、安全性、その他	過電圧、不足電圧
	過周波数、不足周波数
	地絡検出
	単独運転検出
	逆潮流防止(EVからの放電時)



(a) リモコンの外観

(b) 受電/放電操作の表示画面例



(c) 電力量の表示画面例

図 4. リモコン

(7) リモコン

リモコンは、画面操作によって蓄電池への充電又は蓄電池からの放電の指示を出す。また、PVの発電電力、EVへの充電電力、EVからの放電電力、家電機器の消費電力を表示する(図4)。リモコンの画面は、PVの発電電力1,605W、EVからの放電2,958W、系統からの買電電力87Wが、住宅内における家電機器の消費電力4,650Wを賄っていることが一目で分かる表示にした(図4(c))。家庭内における電力の流れを見える化することによって、使用者が売電電力と買電電力を把握できるほか、節電意識を高めることもできるため、使用者が自ら節電行動に移ることも期待できる。

4. 実証試験

PV・EV連携パワコンは、PVの発電電力を家電機器に供給、蓄電池に充電、系統に逆潮流するほか、蓄電池の電力を家電機器に供給する。主な家電機器として、エアコン、冷蔵庫、照明、テレビ、IHクッキングヒーター等を使用する。

また、PV・EV連携パワコンとHEMS(Home Energy Management System)を組み合わせた“PV・EV連携HEMS”は、EVの大容量蓄電池を活用して、HEMSでPVの発電量、蓄電池の電力量、家電機器の消費電力量を把握し、蓄電池の電力量を適切に設定して住宅内に供給、蓄電池への充電を行い、ピークカット、ピークシフトに対応する。

電力の供給と需要が逼迫(ひっばく)した場合や停電の場合には、家電機器の機能及び性能を制限する監視制御によって電力の消費を抑制する。平常時の発電及び蓄電を最大限活用するとともに、災害時の長期停電にも対応していく。

4.1 平常時

平常時は、PVの発電電力を家電機器に供給したり、系統に逆潮流したりする。オフピーク時はEV搭載蓄電池に充電した電力を有効に活用する。HEMSによる住宅内の家電機器の制御で、ピーク抑制、ピークシフト等の制御を行い電力の活用方法を検証する。

4.2 停電時

災害時などの停電時は、系統と遮断して住宅内に電力を供給し、家電機器はコンセントを差し替えずにそのまま使用できるので、PVとEVの電力を最大限に活用できる。

PVの発電電力がある場合は、PVの発電電力と蓄電池の電力を住宅内に供給して家電機器を使用するが、電力の供給と需要が逼迫してきた場合は、HEMSで家電機器における電力の消費を抑制する。

PVの発電電力がない場合は、蓄電池の電力を住宅内に供給して家電機器を使用するが、蓄電量が少なくなった場合などはHEMSで家電機器における電力の消費を抑制したり、場合によっては優先度の低い家電機器の使用を停止したりする。

PVの発電量、EVの蓄電量、家電機器やその使用状態によって変化するが、自給電力での長期間の自立した生活の実現性を検証する。

5. むすび

EV搭載蓄電池の活用は、移動手段の自動車が住宅に必要な機能の一部となって新しい価値を生み、蓄電池による電力の安定化・電力のタイムシフト、非常用電源としての活用等、安全・安心な生活に貢献するほか、電力の安定化に対しても貢献する。実証実験では、HEMSと組み合わせで快適な生活、非常時の生活などを検証していく。

参考文献

- (1) JPEA太陽光発電協会：Q&A 一般住宅編
<http://www.jpea.gr.jp/11basic05.html>
- (2) 三菱電機ニュースリリース2012年5月15日：業界初「PV・EV連携HEMS」による電力最適制御実証を大船スマートハウスで開始(2012)
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2012/pdf/0515.pdf>
- (3) 赤須雅平、ほか：EV関連技術(V2G, V2H)、三菱電機技報、86, No. 2, 126~129(2012)
- (4) 日産自動車ニュースリリース2011年8月2日：「日産リーフ」の駆動用バッテリーから一般住宅へ電力供給するシステムを公開(2011)
http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2011/_STORY/110802-01-j.html

家庭用エコキュートの実用省エネルギー技術

赤木 智*
畑中謙作**

Actual Energy-Saving Technology of Eco Cute for Household Use

Satoshi Akagi, Kensaku Hatanaka

要 旨

給湯に使用するエネルギーは家庭のエネルギー消費の約3割を占める⁽¹⁾ため高効率給湯機の開発が活性化しており、改正省エネ法やトップランナ規制等の行政主導の省エネルギー機運も高まっている。本稿では三菱電機エコキュート搭載の実用条件で省エネルギーを実現する2つの技術について述べる。

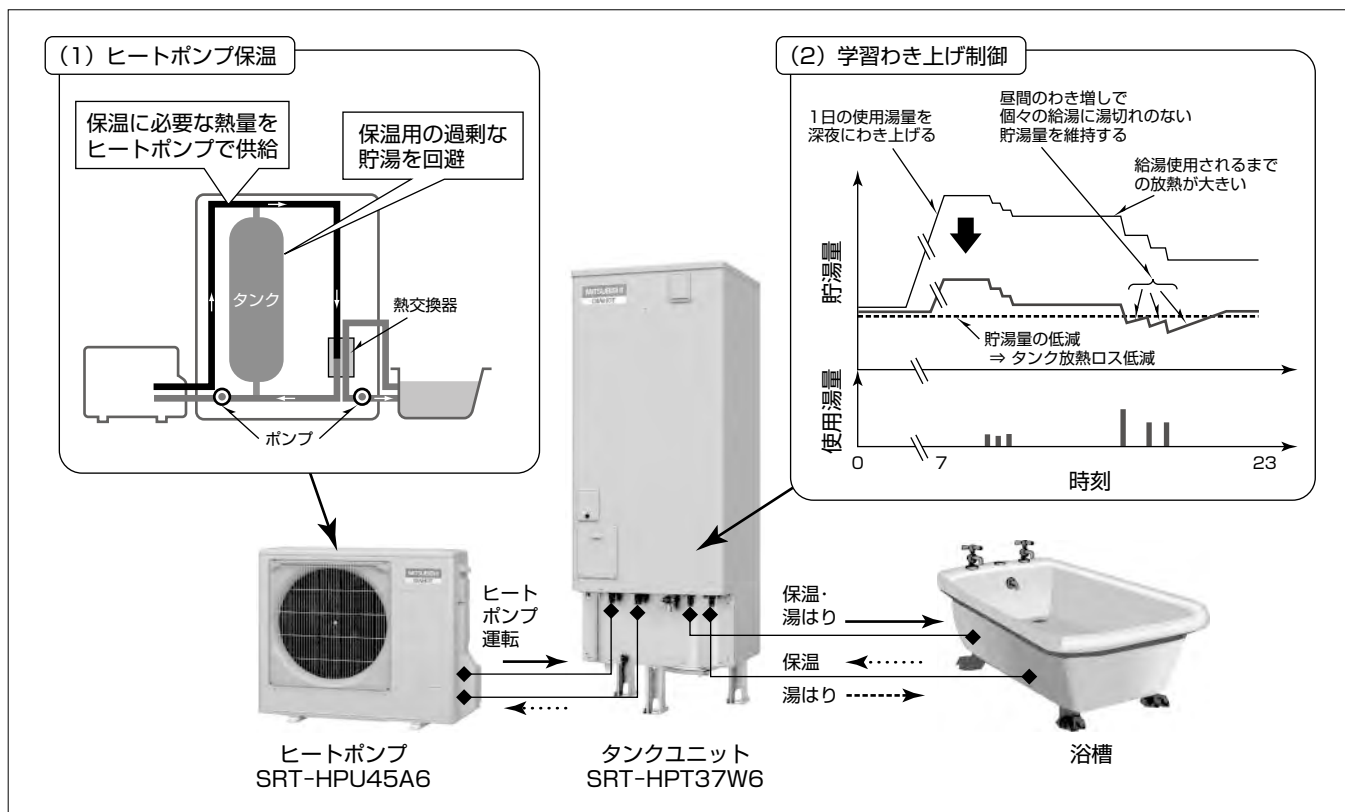
(1) ヒートポンプ保温

従来の浴槽保温はタンク上部の熱湯で浴槽の湯を加熱した後、有効な熱の残る中温水をタンク下部の低温域に戻して無効な温度にしてしまうため、浴槽保温に必要な熱量よりも過剰な熱量をタンクから消費していた。当社エコキュートはタンクを介さずにヒートポンプから浴槽の湯へ必要な熱量だけを供給するので、タンクへの余分な貯湯を回避し、保温に対するCOP(Coefficient Of Performance：加熱

能力と消費電力の比)を46%向上、年間給湯保温効率⁽²⁾を8.7%向上させた。

(2) 学習わき上げ制御

使用湯量変動する実用条件で湯切れを回避しながら省エネルギーとなるわき上げ制御を開発した。湯切れ回避には過去の1日の使用湯量の最大値を学習し、学習湯量を深夜にわき上げる方法が簡便であるが、使用湯量が少ない場合に、タンクに多量の湯が残存し、放熱ロスが増大する。当社エコキュートでは個々の給湯の使用湯量に必要な貯湯量を学習し、学習した必要貯湯量を維持することで湯切れを回避する。深夜のわき上げ量は過去の使用湯量の平均値まで低減し、貯湯量を低く抑えて放熱ロスを低減した。開発したわき上げ制御は、深夜全量わき上げに対し、消費電力量を47%低減した。



当社家庭用エコキュートの実用省エネルギー技術

当社エコキュートは、タンクを介さずにヒートポンプと浴槽の湯を熱交換可能な回路を設け、保温時にはヒートポンプによって必要最小限の熱を供給することでヒートポンプの加熱量を低減する。また、個々の給湯に対して必要な貯湯量を学習し、学習した必要貯湯量を維持することで湯切れを回避する。タンクの貯湯量を低減し、放熱ロスを低減することで、エコキュートの運転効率を向上させる。

1. ま え が き

給湯に使用するエネルギーは家庭用のエネルギー消費の約3割を占める⁽¹⁾ため、高効率給湯機の開発が活性化しており、改正省エネ法やトップランナ規制によって年間給湯保温効率⁽²⁾という指標で省エネルギー性が評価され、行政主導の省エネルギー機運も高まっている。

当社のエコキュートは、実用条件で高い省エネルギー性能を実現するため、浴槽の湯の保温をタンクの湯を用いずヒートポンプで行う技術、及び、ユーザーの使用湯量を学習してわき上げ量を低く抑える技術を搭載している。

本稿では2つの省エネルギー技術であるヒートポンプ保温、学習わき上げ制御の原理と効果を述べる。

2. エコキュートの基本的な構成・動作

エコキュートの基本的な構成・動作を図1に示す。エコキュートは水を加熱するヒートポンプ、高温の湯を貯めるタンクからなり、事前にタンクに貯めた湯を用いて浴槽、シャワー等の負荷を賄う。

湯は、深夜の安価な電気料金を活用して、一日の給湯に必要な量の大半を深夜に貯める。またヒートポンプの低い加熱能力(当社最大8kW)だけではシャワーなどの高い給湯負荷(例えば市水9℃、シャワー40℃、10L/minで21kW)を供給できないため、急な給湯に対応するために最低限の貯湯量を維持する。

貯湯温度については、理想的には給湯負荷を賄う温度(例えば給湯温度40℃)で貯湯すれば問題ないが、レジオネラ菌対策のために貯湯温度は65℃以上としている。

3. ヒートポンプ保温

3.1 従来の保温方法と課題

エコキュートは温度の低下した浴槽の湯を温めなおす保温機能を搭載している(図2)。従来はタンクの湯と浴槽の湯とを追いだき熱交換器で熱交換させて浴槽の湯を加熱していたが(タンク温水保温)、次の課題があった。

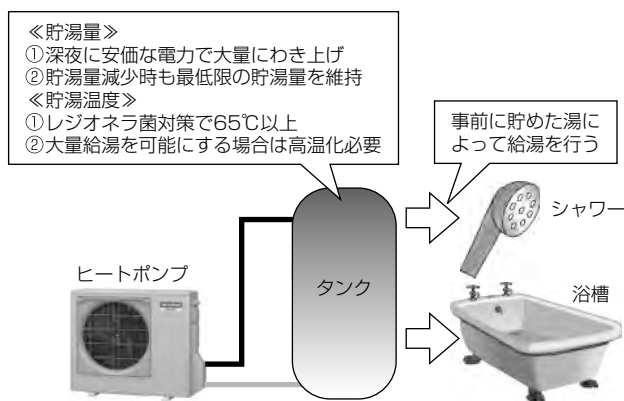


図1. エコキュートの基本的な構成動作

タンク温水保温で追いだき熱交換器通過後の浴槽に戻る湯は48℃まで温度上昇し、タンクに戻る湯は40℃まで温度低下する。タンクに戻る湯はタンク下部の冷水(9℃)と混合し、9～40℃の無効な温度の湯(中温水)を生成する。

ヒートポンプによるわき上げでは、ヒートポンプへの入水温度が高いほどCOPは低下する。タンク温水保温の後のわき上げ運転でCOPが低下する。

3.2 ヒートポンプ保温の特長

ヒートポンプ保温回路と動作を図3に示す。ヒートポンプ保温は、タンクを介さずにヒートポンプで加熱した湯で浴槽の湯を保温する。タンクの湯を用いないため、貯湯量を低減でき、タンク内の中温水も減らせる(図4)。

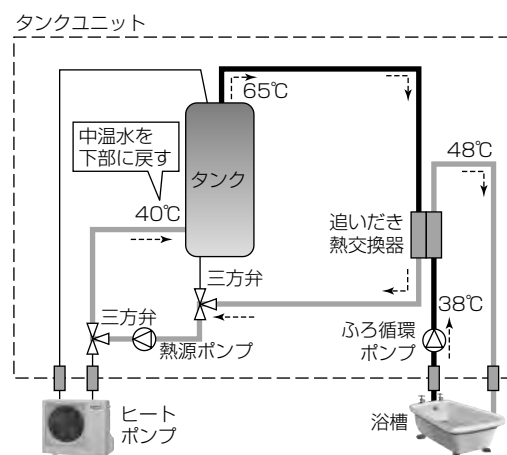


図2. 従来の保温回路と動作

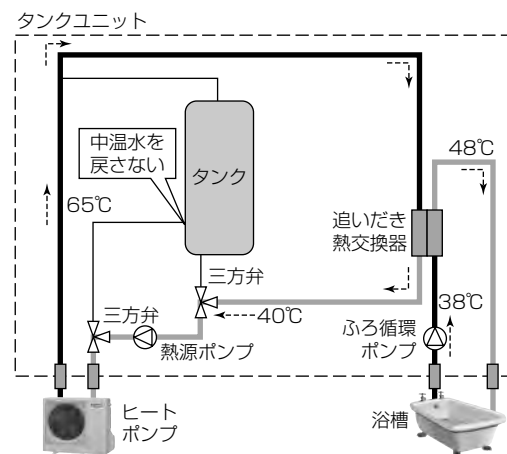


図3. ヒートポンプ保温回路と動作

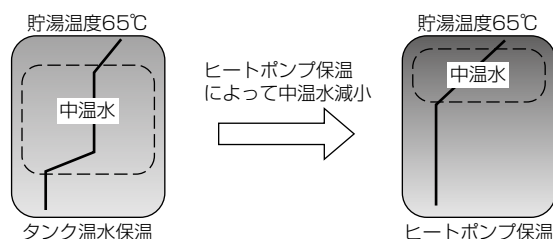


図4. 保温方法変更によるタンク温度分布の変化

3.3 ヒートポンプ保温の効果

ヒートポンプへの入水温度に対するCOP比を図5に示す。ここでは、タンク温水保温の貯湯COPを基準とした。従来のタンク温水保温では、貯湯運転時の入水温度は20℃であった。ヒートポンプ保温では中温水を生成しないため、貯湯運転時の入水温度は9℃となり、タンク温水保温に対してヒートポンプ保温の貯湯COPは14%高くなる。

さらに、ヒートポンプ保温は、タンク温水保温に比べて、保温に必要な熱量を効率良く使うことができる。図6にヒートポンプ保温とタンク温水保温の熱量比率を示す。

タンク温水保温では貯湯時に20℃を65℃まで加熱する。保温時に、65℃の湯は40℃に低下するため、ヒートポンプで加熱した熱量に対して保温に使用した有効熱量の比率は56%となる。

ヒートポンプ保温では、ヒートポンプで加熱した65℃の湯は40℃まで低下し、ヒートポンプで40℃から65℃まで加熱する。ヒートポンプで加熱した熱量はすべて保温に使用されるため、有効熱量の比率は100%となる。保温COPは次のように定義する。

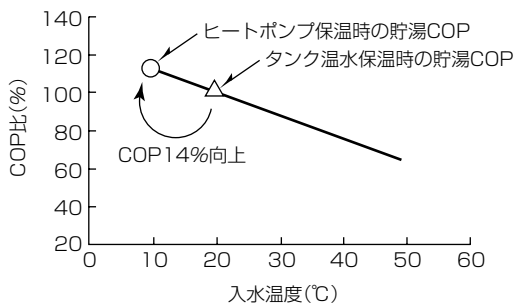
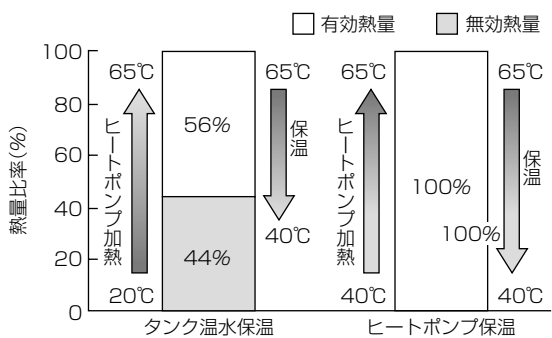


図5. ヒートポンプ入水温度に対するCOP(タンク温水保温時の貯湯COPを基準, 出湯温度65℃)



有効熱量：ヒートポンプ加熱量に対する保温に使用する熱量
 無効熱量：ヒートポンプ加熱量に対する保温に使用しない熱量

図6. ヒートポンプ保温とタンク温水保温の熱量比率

表1. ヒートポンプ保温とタンク温水保温の保温COP比(タンク温水保温基準)

	タンク温水保温	ヒートポンプ保温
ヒートポンプCOP比	100%	66%
有効熱量比率	56%	100%
保温COP比	100%	146%

$$\text{保温COP} = \text{ヒートポンプCOP} \times \text{有効熱量比率} \dots\dots\dots(1)$$

有効熱量比率：ヒートポンプ加熱量に対する保温に使用する熱量の割合

タンク温水保温、ヒートポンプ保温の保温COPを表1に示す。ここでは、タンク温水保温を基準とした相対値で示した。タンク温水保温に対してヒートポンプ保温は、入水温度が高いため、ヒートポンプCOPは34%低下するが、ヒートポンプでの加熱量がすべて保温に使用されるため、保温COPが46%向上する。

このように、ヒートポンプ保温は従来の保温に比べて貯湯COPや保温COPが向上し、年間給湯保温効率8.7%向上する。

4. 学習わき上げ制御

4.1 深夜貯湯量学習制御

エコキュートのわき上げ運転には図7に示す2種類があり、1つは安価な深夜電力を活用して一日の給湯に必要な量の大部分を深夜に貯める“深夜わき上げ”である。もう1つは、シャワーなどの高い給湯負荷に備えて最低限の貯湯量(最低貯湯量)を維持する“昼間わき増し”である。昼間わき増しでは貯湯量が最低貯湯量を下回るたびにヒートポンプを起動してわき上げを行う。

日々の使用湯量が変動する実用条件に対して、湯切れを回避するため、給湯負荷を学習してわき上げ制御を修正するが、その際、1日の使用湯量を学習し、学習した最大の使用湯量を深夜にわき上げる制御(深夜貯湯量学習制御)が、学習、制御ともに容易である。

しかし、実用条件での1日の使用湯量の変動は大きく、当社実施のフィールド試験では、250~650Lの範囲で変動する。使用湯量の変動が大きい中で深夜貯湯量学習制御を適用すると、図8に示すように、使用湯量が少ない場合に、

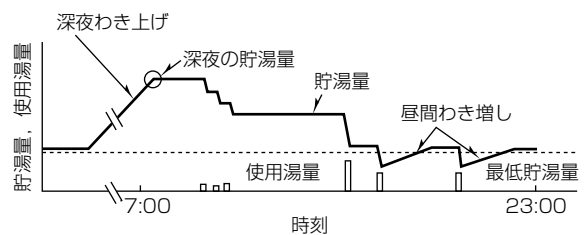


図7. エコキュートのわき上げ制御



図8. 深夜貯湯量学習制御

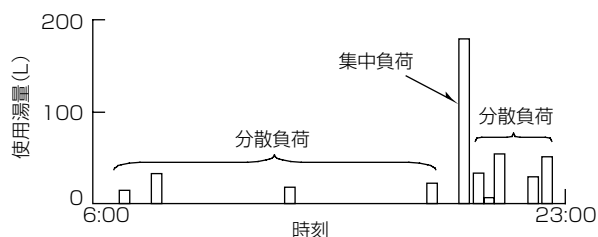


図9. 日本工業規格の給湯負荷分析⁽²⁾



図10. 最低貯湯量学習制御

深夜にわき上げた湯が使用されずタンクに貯留されたままとなり、タンクからの放熱による熱ロスが増大し、運転効率が低下する課題が生じる。

4.2 最低貯湯量学習制御

放熱による熱ロスを低減し、省エネルギーを実現するには深夜の貯湯量を少なくする必要があるが、貯湯量を減少させると使用湯量の多い日に湯切れが発生する。そこで使用湯量の多い日であっても、昼間のわき増しで湯切れを回避できるように、使用湯量の状況を学習して最低貯湯量を調整する制御(最低貯湯量学習制御)を開発した。

制御開発にあたり、代表的な給湯負荷である日本工業規格⁽²⁾の給湯負荷を分析した。給湯負荷は図9のとおりで、浴槽への湯はりを中心とした1回の使用湯量が大きく湯切れの可能性が高い“集中負荷”と、一つ一つは使用湯量が小さく湯切れの可能性が低い“分散負荷”に分類される。

集中負荷は湯はりを行う浴槽サイズに依存し日々の変動は小さく、1日の使用湯量の変動は湯切れの可能性の低い分散負荷の大小によって生じる。そこで集中負荷に必要な貯湯量を最低貯湯量として学習し、昼間わき増しで維持することで湯切れを回避する制御とした。一般的な浴槽サイズは180L程度であり、最低貯湯量は同程度に設定され、1日の使用湯量の最大値(650L)よりも少ない。深夜貯湯量は、1日の使用湯量の平均値とするなど適宜少なくし、湯量がある程度使用された後は、最低貯湯量を維持する運転を行うことで、タンク内の貯湯量を少なくでき、放熱ロスを低減し、高効率の運転が実現できる。

図10に最低貯湯量学習制御での貯湯量の変動を示す。深夜のわき上げ量が少ないため、1日の使用湯量が少ない

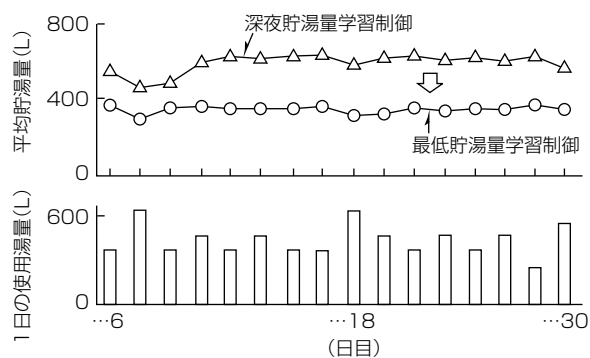


図11. わき上げ制御の効果(修正M1モード)

日にも、タンク内の貯湯量を少なく抑えることができる。また集中負荷に必要な貯湯量も維持するので1日の使用湯量が大きい日にも湯切れを回避できる。

4.3 開発制御の効果

開発制御の省エネルギー効果を検証するため、(財)ベターリビングがフィールド試験を基に開発した4人家族の実用負荷パターン“修正M1モード”⁽³⁾(平均使用湯量450L/日、標準偏差100L/日)を例に、深夜貯湯量学習制御と最低貯湯量学習制御を適用した場合の効果を試算した。

平均貯湯量は図11のとおりで、深夜貯湯量学習制御では1日の使用湯量が大きい7日目の学習を行った後に平均貯湯量が増大する。一方、最低貯湯量学習制御では平均貯湯量はおおむね一定値で推移し、深夜貯湯量学習制御と比べて260L少なくなる。貯湯量低減分、タンクからの放熱ロスが減少し、深夜貯湯量学習制御に対して消費電力量は47%削減できた。

5. む す び

当社エコキュートが実用条件で省エネルギーを実現するために搭載した、2つの技術について、その手段、省エネルギー原理、及び定量的効果を述べた。省エネルギーへの要求はますます高まっているため、今後とも実用条件での更なる省エネルギー向上に向けた技術開発を行っていく。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁：エネルギー白書2011(第2部エネルギー動向，第1章国内エネルギー動向)
- (2) 日本工業規格 JIS C 9220：2011，家庭用ヒートポンプ給湯機
- (3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・(独)建築研究所監修：自立循環型住宅への設計ガイドライン，(財)建築環境・省エネルギー機構 (2005)

快適性はそのままにもっと節電するエアコン “霧ヶ峰ZWシリーズ”

杉山大輔*

Air Conditioner "Kirigamine ZW Series"--Saving More Energy with Keeping Comfortable

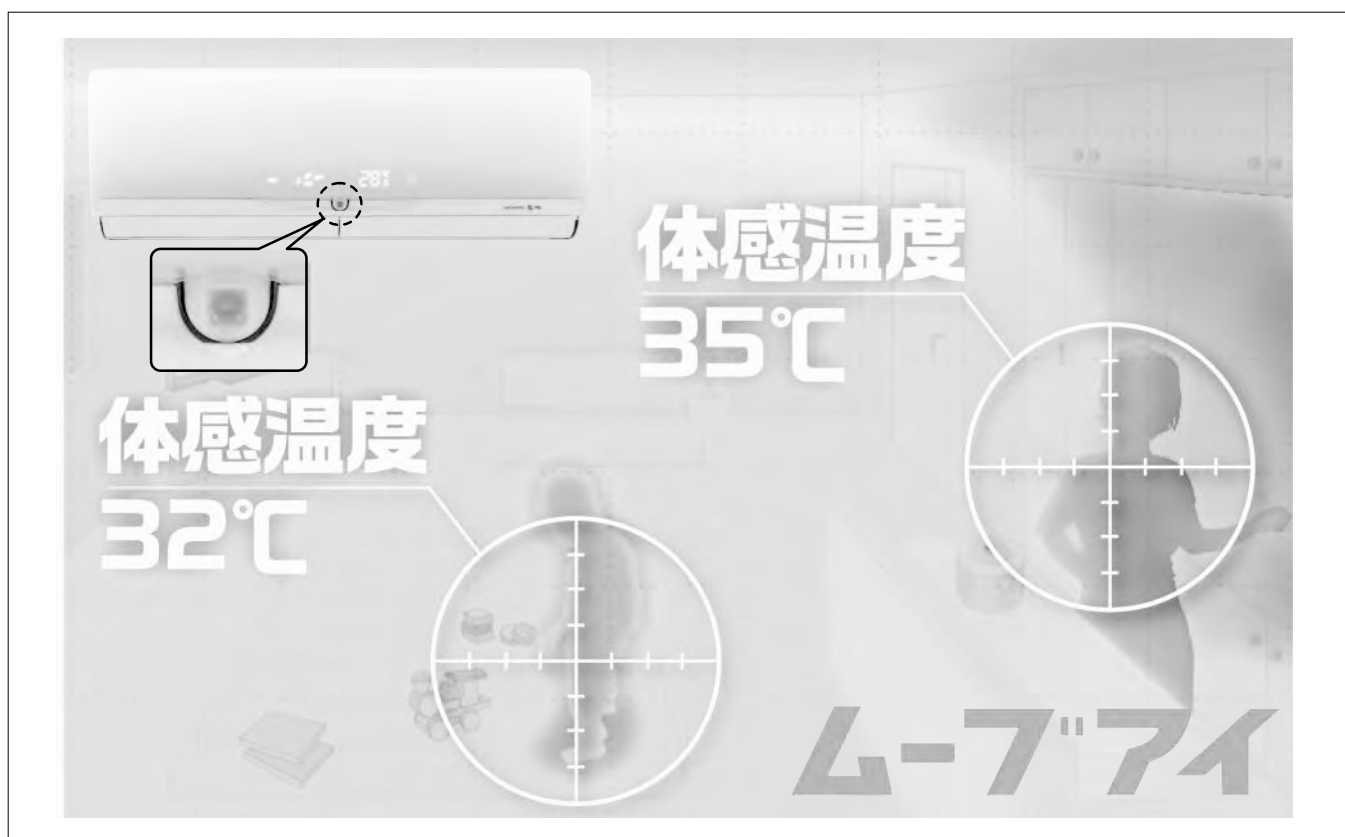
Daisuke Sugiyama

要 旨

エアコンでは購入時に重視するポイントとして“省エネルギー性”がよく挙げられる。そのためエアコンの省エネルギー性は毎年進化を続けている。従来、エアコンの省エネルギー性といえば機器の効率化を図ることで消費電力の削減を行ってきたが、近年それに加えて使用環境に応じて自動で無駄のない空調を行うことで省エネルギー性向上が図られている。

三菱電機の“霧ヶ峰ZWシリーズ”では従来エアコンに搭載していた室内の温度や湿度を計測するセンサに加えてサーモパイル型赤外線センサ“ムーブアイ”を搭載している。ムーブアイは部屋内の温度分布を計測することで人や部屋の状況を検知する。これらの情報から、室温だけでなく人が感じる温度（体感温度）で空調を行うことで使用環境に合

わせて省エネルギー性と快適性を向上させている。さらにエアコン自身では行うことができず、ユーザー自身が行動しなければできない省エネルギーに着目し、ユーザー自身の節電したい気持ちをアシストする機能を搭載している。主にエアコンとユーザーの間で情報をやり取りするリモコンにはフルドットディスプレイを採用して表現できる内容を増やしている。このディスプレイを駆使して、今の設定から節電状態を点数化してレベル表示を行ったり、ユーザーの気が付かない空調の無駄をアドバイス表示したりする。このように霧ヶ峰ZWシリーズは、機器の効率を高めることだけでなくセンシング技術によって自動で無駄のない空調を行うことやユーザー自身の節電行動をアシストすることで省エネルギー性や快適性を高めたエアコンである。



赤外線センサ“ムーブアイ”

エアコン中央部に搭載したムーブアイは多素子の赤外線センサで回転駆動しながら部屋全体の熱画像を取得する。取得した熱画像を解析することで床、壁、天井からの輻射（ふくしゃ）熱や人の位置や活動状態、さらにはカーテンやドアの開閉までを検知することができる。霧ヶ峰ZWシリーズではムーブアイから取得したこれらの情報を用いて人が実際に感じる体感温度で空調を行い、快適性と省エネルギー性の両方を実現している。

1. ま え が き

地球温暖化を防止するだけでなく、日本では電力安定量確保のため、電化製品における消費電力削減の重要性は急速に高まっている。夏の日中の電力消費は、エアコンが全体の約半分以上を占めるといわれており⁽¹⁾、家庭内の消費電力削減には、エアコンの消費電力削減が大きな役割を果たす。

当社の霧ヶ峰ZWシリーズではエアコンの消費電力削減のために3つの技術を導入した。1つ目はエアコン機器の高効率化、2つ目は部屋の環境やユーザーの生活行動に応じてエアコンが自動で無駄のない空調を行う技術、3つ目はユーザー自身が行う節電行動をエアコンがアシストする技術である。今回は無駄のない空調を行う技術と節電行動をアシストする技術について述べる。

2. 無駄のない空調を行う技術

2.1 サーマパイル型赤外線センサ“ムーブアイ”

体感温度とは、人が肌で感じる暑さ、寒さを数値で表したものである。体感温度を構成する温熱要素は室温だけでなく湿度や気流、さらに床温や壁の温度(輻射熱)や人の活動状態が大きく寄与する。例えば、床面まで温風が届いていないと床面からの冷輻射の影響でユーザーは寒いと感じてしまい設定温度を上げてしまう。これによって無駄に電力を消費してしまうことがある。霧ヶ峰ZWシリーズでは従来エアコンに搭載していた室内の温度や湿度を計測するセンサに加えてサーモパイル型赤外線センサ“ムーブアイ”を搭載している。“ムーブアイ”は垂直方向に8個の素子を内蔵し床面から天井面まで計測できる配光にしたサーモパイル型赤外線センサを、ステッピングモータを用いて左右に回転駆動する機構で94回の温度測定を実施している。その結果、室内752エリア(8素子×94回)の熱画像を取得することができ部屋を立体的に空間認識することができる(図1)。

分解能の細かい熱画像を得ることによって、床壁の温度情報だけでなく、人の存在する位置までも得ることができる。さらに熱画像の時間経過を分析することによって人体

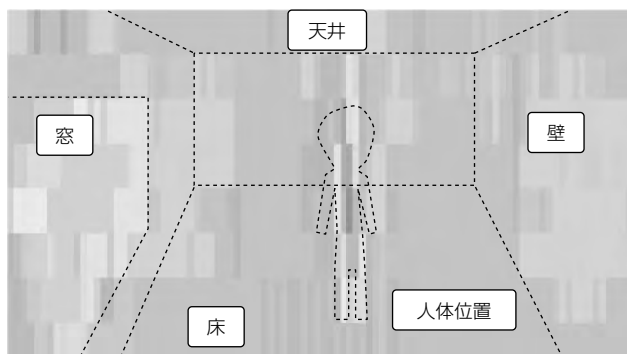


図1. ムーブアイで取得した熱画像

の活動量、人体の累積情報等を合わせて用いることによって床と壁を分離し壁からの人体までの距離情報を得ることができる。これらの情報を用いて体感温度で空調をコントロールすることで、ユーザーの体感温度を一定に保ちながら消費電力を抑えた運転を行うことができる。

2.2 “ムーブアイ”による省エネルギー空調

(1) 床面温度による省エネルギー空調

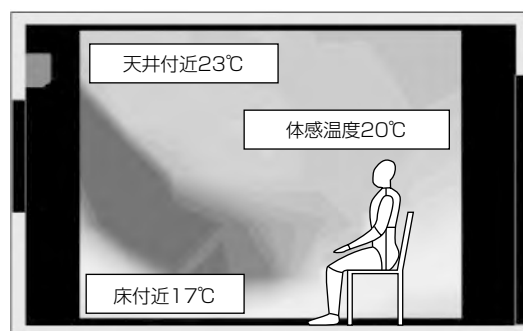
暖房運転では暖かい空気は部屋の上部にたまりやすく、人のいる床付近の温度は暖まり難い。天井付近に設置されたエアコンの室温検知だけではユーザーの体感温度と乖離(かいり)がありユーザーは無駄に設定温度を上げてしまう。ムーブアイで床面温度を検出し室温との差を見ながら風量を適切に制御することで無駄に設定温度を上げず、空調を行うことができ、消費電力を抑制することができる(図2)。

(2) 人を中心とした省エネルギー空調

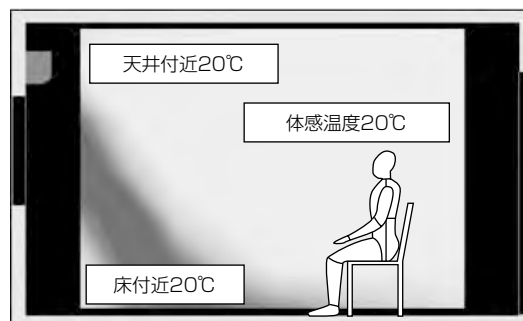
ムーブアイが取得した熱画像から人が部屋のどの位置に存在するのかを認識することで人の存在する領域を中心に空調を行うことが可能になる。人のいるエリア領域だけに効率よく冷気・暖気を送ることで、全体を空調する場合に比べ消費電力を抑えた空調を行うことができる。また、窓など日射で壁面が暖まっている場合、人と壁面からの距離に応じて体感温度を考慮した運転も可能になる。さらに人の在／不在の検出によって不在時には自動で運転をセーブしたり、停止したりすることによって消費電力の削減が可能になる。

(3) 活動状態による省エネルギー空調

ムーブアイが取得した熱画像を複数用い、時間経過を分析することで人の動きを認識し活動状態を検知することが



(a) ムーブアイなし(設定温度23℃)



(b) ムーブアイあり(設定温度20℃)

図2. ムーブアイ有無での空調

可能になる。一般的に、座っている場合と動き回っている場合では、動き回っている方が室温は同じでも暑く感じる。ムーブアイで検知することができる活動状態で動いているときと止まっているときでは最大2℃も体感温度が異なる(当社調べ)。例えば、暖房運転時、掃除機がけを行っている場合には活動状態に応じて運転をセーブすることで消費電力を削減することが可能になる。

これらを組み合わせて人中心のエリアを快適にすることで、エアコンが自動で空調の無駄を抑制しムーブアイを使用しない従来の運転に比べて暖房時に最大で65%もの消費電力削減が可能になる。この値は“MSZ-ZW402S形”のエアコンで暖房時、当社環境試験室(14畳、外気温7℃の恒温状態)で、同一体感温度23℃が得られるように起動から4時間運転し、かつ、日射などで暖かくなった壁の近くの1エリアに人がいて、活動量大(約2met)^(注1)の場合のムーブアイを使用しない従来の運転(3,084Wh)とムーブアイを使用した場合(1,071Wh)の積算消費電力量を比較した例である。

(注1) met(メット)は、温熱環境を評価する指標の一つで、代謝量の単位である。

2.3 ハイブリッド空調

これまで述べたように、エアコンは、ムーブアイを使用することで冷房、暖房運転時の無駄な空調はできる限り省くことができるが、室外機の圧縮機を動作させての消費電力削減には限界がある。2011年の夏は多くの人がエアコンの使用を控え扇風機を使用していた。扇風機のように体に風を浴びることで室温は高くても人は涼しく感じる。エアコンも室外機の圧縮機を停止することで、扇風機と同じような送風運転をすることが可能になる。この送風運転と冷房運転を体感温度に応じて自動的に切り換えるハイブリッド空調を霧ヶ峰ZWシリーズでは搭載した。しかし、ただ風が出るだけでは当然快適とはいえない。実際扇風機を使うときでも暑くなると風量を上げて涼を取る。今回搭載したハイブリッド空調では体感温度に応じて送風量を自動で変更し、送風運転だけでは快適性が得られないと判断した場合は冷房運転に切り換える(図3)。

例えば、設定温度26℃で冷房運転をしていた場合、従来の空調では室温が26℃より高くなると冷房運転を行っていた。今回搭載したハイブリッド空調では図3のように室温が26℃より高くなっても送風運転を行う。その後室温が上がっても風量を強めることで体感温度を維持する。風だけで体感温度を維持できなくなった場合に初めて冷房運転を行う。ムーブアイで人の位置を見つけそこへ向けて送風することと、部屋の状況などから体感温度で空調することでハイブリッド空調を可能にした。このようにできる限り送風主体の運転で快適性を維持することで節電を行う。ハイブリッド空調によって送風時の快適性を維持したまま大幅に消費電力を削減できる。

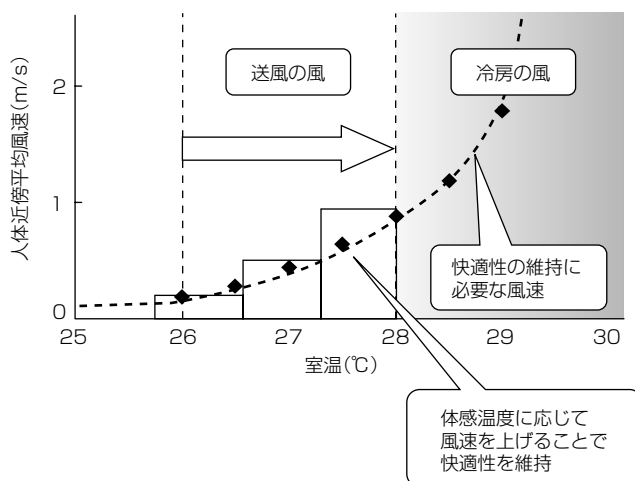


図3. 体感温度を維持する風速

3. 節電行動をアシストする技術

ユーザーの節電行動をサポートする機能として“節電アシスト”を新たに搭載した。“節電アシスト”は“節電に対して具体的に何をすればいいのかわからない”といったユーザーの要望を参考に構築し、エアコンの動作内容に精通していないユーザーでも、無理なく、無駄なく節電を簡単に楽しくできることを狙いとしている。

リモコンは年配の人でも簡単に操作が行えるように、ボタンの数を最小限にし、大きなボタンを配置することで従来の複雑な操作をなくした。さらにリモコンの液晶画面にはセグメントディスプレイではなくフルドットディスプレイを導入しリモコンの画面で表現できる内容を増やしバックライトを搭載することで視認性を高めた。これらによって効果的にユーザーが節電に取り組むことができるようにしている。またアニメーション表示も可能となり楽しく節電に取り組むことができる(図4)。

(1) 節電度合いを診断できる“節電レベル”

リモコンに節電の機能を集めた“もっと節電”ボタンを導入した。ボタンを押すことで、各節電のメニューを表示するとともに節電レベルを表示する。節電レベルは選択した節電機能に応じて点数、さらにはブタのイラストが変化するようにになっている。各節電関連機能の節電レベルは節電効果の高いものほど点数が高いように設定しており、節電への貢献度合いを把握しながら節電ができる。ユーザーの節電意識が更に高まることを狙いとしている。

(2) 無理なく節電を行える“おすすめ節電”

どのような節電が有効かその方法が分からないユーザーに対して、無理なく節電が行える機能としている。先に述べたハイブリッド空調や主にエアコン起動時のピーク電流を抑えるピークカット機能等の節電機能を一括して実施するため、複数のボタン操作をせず簡単に節電設定にすることができる。

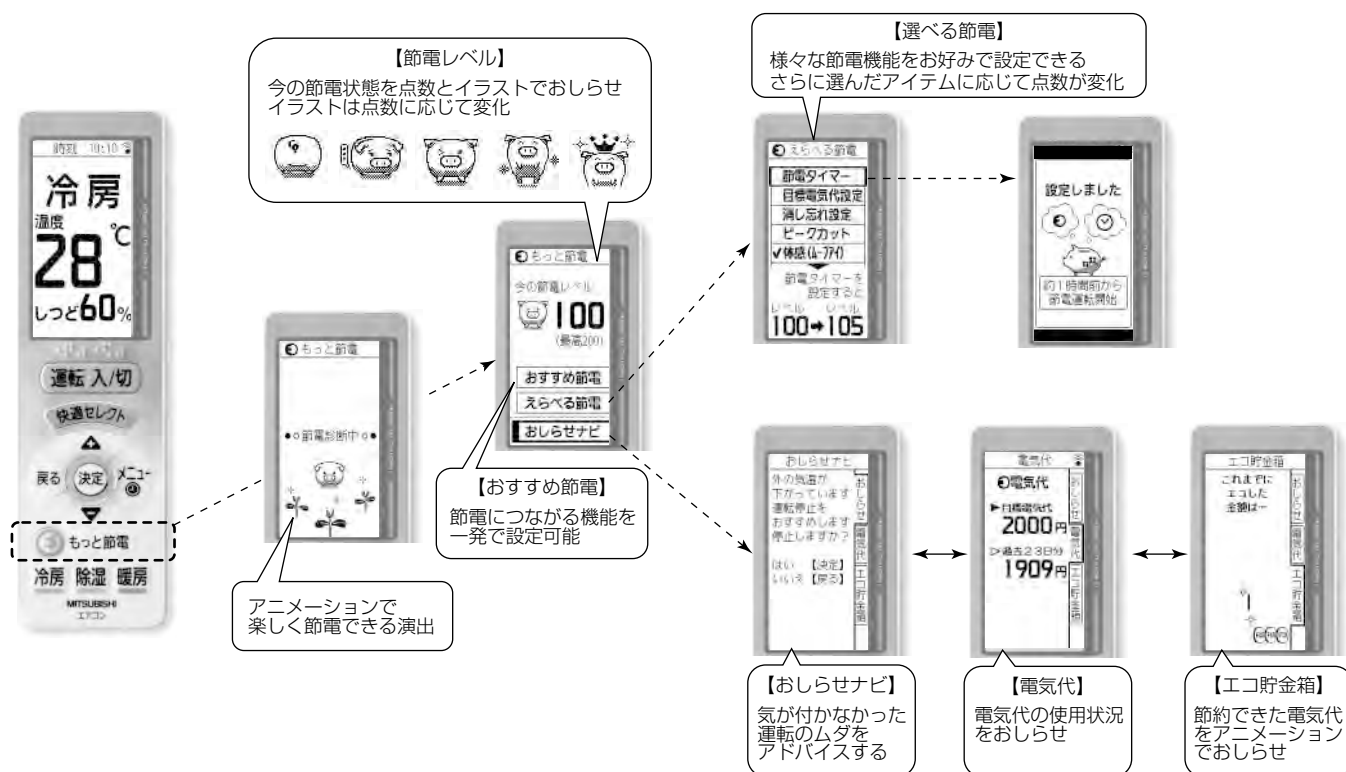


図4. 節電をアシストするリモコン

(3) 好みの節電を設定できる“えらべる節電”

不在時に自動で停止する機能や一定時間前から空調を弱めるタイマ等の節電できる機能をまとめてリスト表示し、ユーザーの好みに合わせて各節電機能を個別に選択できる。各機能によってエコ点数を割り当てており、選択した機能によって節電レベルが変化するようにしている。

(4) 様々な情報を提供する“おしらせナビ”

おしらせナビには“おしらせ”“電気代”“エコ貯金箱”の3つの項目を用意している。

“おしらせ”ではエアコン自身では行うことができない節電のアドバイスを状況に応じて適切に判断しユーザーに提供する。例えば、ムーブアイで部屋の状況を検知しカーテンやドアが開いていて空調の無駄を判断した場合には、室内機の前面にランプを点灯させるとともにメロディでユーザーに知らせる。ユーザーはその内容をリモコンで受信することで確認できる。これによってユーザーに無駄のない節電行動を知らせる。他にも外が涼しいのにもかかわらず冷房運転を行っていた場合、運転停止をすすめるなど、もっと省エネルギーになる運転の設定をアドバイスする。

“電気代”は過去1ヵ月に使用した電気代の目安を表示したり、1ヵ月に使用してよい目標の電気代をユーザーが設定してその目標値に対する現在までの実績値を表示したりする機能になっている。より具体的な指標値での目標を掲げることで達成する喜びを得ることができ楽しく節電できる機能になっている。

“エコ貯金箱”は節電関連機能の実施、節電行動等によっ

て節約できた電気代の目安を表示し、その際、節約した電気代の金額によって数種類のアニメーションを表示し、ユーザーが楽しく節電できるように演出している。

このように、リモコンのボタンを押すだけで様々な節電をアシストする機能が選択できる。これによってユーザー自身が行う省エネルギー行動を推進し機器の効率化だけでは図ることができない消費電力の削減が期待できる。

4. む す び

東日本大震災後の原発再稼働延期によって全国の電力会社で電力の供給が不足する可能性がある。電力供給の不安から節電の意識は急速に高まり、社会的な取組みにもなっている。そのためユーザーの節電意識は高いが、今何をすると節電につながるか見極めることは困難であり、何をすれば節電に有効なのか情報が求められている。当社のエアコン霧ヶ峰ZWシリーズは機器自体の省エネルギー性だけでなく、ユーザーの行動や環境に応じた省エネルギー性、さらにユーザーに節電の方法や情報を提供することで、ユーザーの節電行動を更にアシストすることができるエアコンである。

参 考 文 献

- (1) 資源エネルギー庁：夏期最大電力使用日の需要構造推計(東京電力管内) (2011)
<http://www.meti.go.jp/setsuden/20110513taisaku/16.pdf>

節電アシスト機能搭載冷蔵庫 “RXシリーズ”の節電・省エネルギー技術

大和康成* 小林 孝**
前田 剛*
衛藤 浩*

Power and Energy Saving Technology of "RX Series" Refrigerator

Yasunari Yamato, Go Maeda, Hiroshi Eto, Takashi Kobayashi

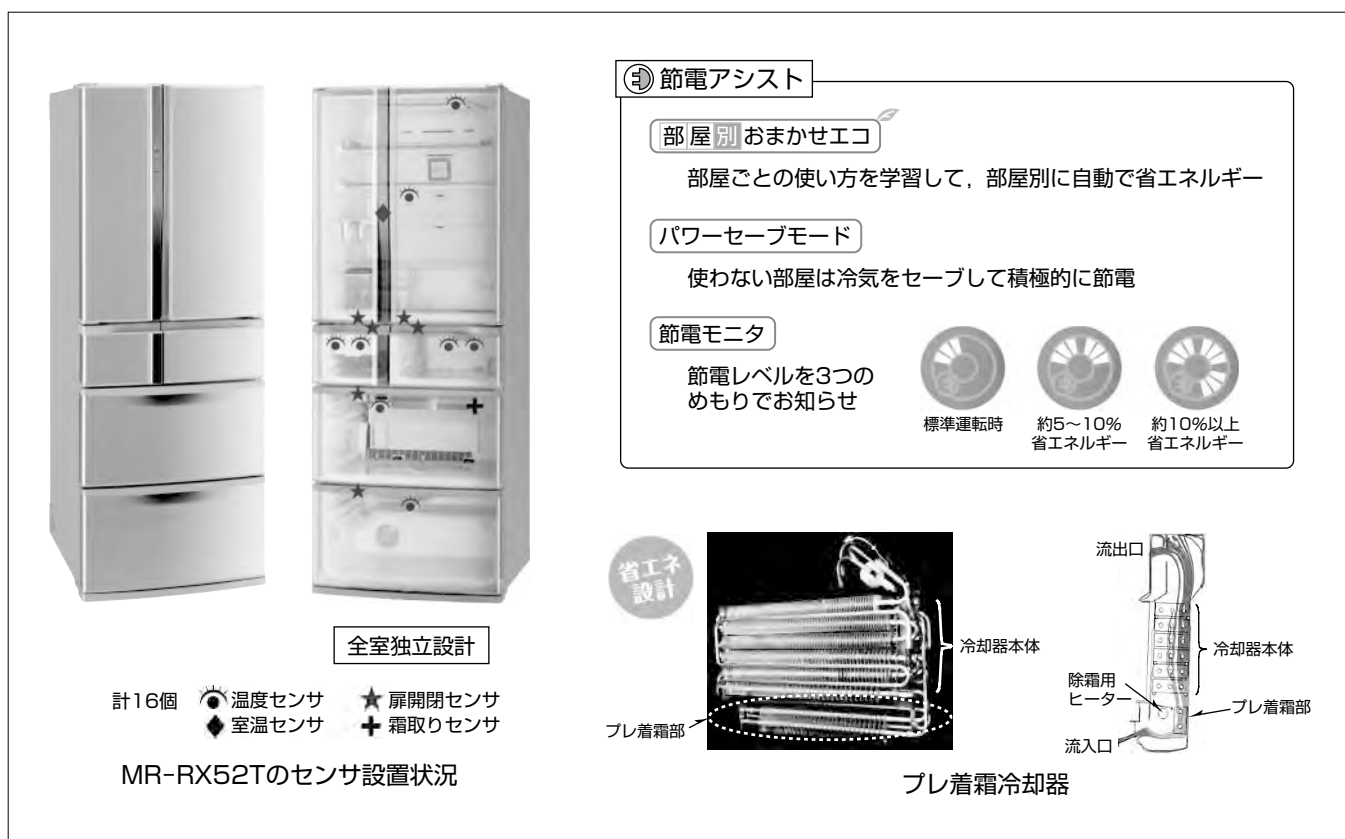
要 旨

近年、節電志向の高まりのなか、冷蔵庫にはいっそうの節電が求められている。しかしながら、冷蔵庫は安全な食生活に欠かせない機器であり、節電したいときに少しでも電源を切るといわけにはいかない。そこで、三菱冷蔵庫“RXシリーズ”では、使い方に合わせて、ユーザーが積極的に節電できる“節電アシスト”機能を搭載した。

RXシリーズでは、各部屋に冷気を送り込むための吹き出し口、吹き込む冷気の量を調整するためのダンパ、温度を検知する温度センサ、扉の開閉を検知するためのセンサを個別に設置した“全室独立設計”とすることで、三菱電機独自の“節電アシスト機能”を実現している。“部屋別おまかせエコ”は、深夜など扉開閉が少ない時間をセンサで記

憶学習し、冷やしすぎによるムダを自動的にカットし節電する。“パワーセーブモード”は、冬場などで水を使わないときや、食品収納量が少ないときなどに、製氷室・瞬冷凍室の冷却機能を停止し、電力消費を抑制する。“節電モニター”は節電状況を見える化してユーザーに知らせ、節電への参加志向の向上をアシストする。

また、ユーザーの積極的な節電を手助けする“節電アシスト”機能の搭載に加え、省エネルギー技術も進化させた。“プレ着霜冷却器”の搭載によって、冷却器本体への着霜を抑制し、従来品に対して、同一の着霜量での冷却器の風路閉塞を遅延し、冷却能力維持を30%延長することができた。



“RXシリーズ”の節電・省エネルギー技術

16個のセンサで全ての部屋を見張り、各部屋を個別の温度コントロールを行う(図左)。使い方を学習して自動で節電運転を行う“部屋別おまかせエコ”、使わない部屋の冷却を停止する“パワーセーブモード”、節電状況を見える化する“節電モニター”によって積極的な節電をアシストする(図右上)。“プレ着霜冷却器”では、プレ着霜部に優先的に着霜させることで、冷却器本体への着霜を抑制する(図右下)。

1. ま え が き

冷蔵庫の国内の市場規模は、年間約400万台で推移している。家庭の総電力消費量に占める冷蔵庫の割合は約16%と、エアコンの約25%に次いで高く、近年の節電志向の高まりのなか、冷蔵庫でもいっそうの節電が求められている。しかしながら、冷蔵庫は安全な食生活に欠かせない機器であり、節電したいときに少しでも電源を切るというわけにはいかず、常時運転する必要がある。扉の開け閉めを極力控えたり、食品を詰め込まないようにするなど、ユーザーの使い方の工夫によっても節電は可能であるが、使い方の制限には限界があり、それほど大きな節電効果は望めないのが実状であった。

そこで当社冷蔵庫RXシリーズでは、ユーザーが使い方に合わせて、積極的に節電できる“節電アシスト”機能を搭載した。“節電アシスト”機能は3つの機能で構成している。1つ目は“部屋別おまかせエコ”で、深夜など扉開閉が少ない時間をセンサで記憶学習し、冷やしすぎによるムダを自動的にカットし節電できる。2つ目は“パワーセーブモード”で、冬場などで水を使わないときに製氷室の冷却機能を停止したり、食品収納量が少なくなるときの瞬冷凍室の温度調整機能を停止したりするなど冷却や保温動作をセーブして電力消費を抑制できる。3つ目は“節電モニタ”で、節電状況を見える化してユーザーに知らせ、節電への参加志向の向上をアシストする。

また、“節電アシスト”機能に加え、冷蔵庫の冷却性能におけるキーデバイスである冷却器に、“プレ着霜冷却器”を搭載し、省エネルギー技術も進化させた。

2. 節電アシスト機能

2.1 全室独立設計～基本構成～

近年の内食回帰の流れや、食品の多様性の進行等から、冷蔵庫には、様々な温度帯で保存ができることが求められている。RXシリーズは、そんなニーズにこたえ、冷蔵室(約3℃)、製氷室(自動製氷)、瞬冷凍室(-7~-18℃、切り換え式)、冷凍室(約-18℃)、野菜室(約5℃)の5つの温度帯の部屋で構成している。隣接部屋を温度的に遮断する目的のほか、冷凍食品や氷へのにおい移りを抑制するため、全ての部屋を断熱仕切り材で仕切り、個々に独立した構成としている。これらの部屋には、庫内に冷気を送り込むための個別の吹き出し口、吹き込む冷気の量を調整するためのダンパ、温度を検知するための温度センサ、扉の開閉を検知するためのセンサを設



図1. センサの設置状況

置している(図1)。合計16個のセンサで、全ての部屋をきちんと見張り、状況に応じて冷気の送風量を調整することで、全ての部屋をしっかり温度コントロールしている。“節電アシスト機能”は、当社ならではの全室独立設計に裏打ちされた機能であり、快適に、かしこく、暮らしに合わせて使える機能となっている。

2.2 部屋別おまかせエコ～自動省エネルギー運転～

様々な温度に調整される個々の部屋は、時間帯によって使用頻度(＝扉の開け閉めの回数)が異なる。例えば朝晩の食事前の時間帯は冷蔵室が多く使われ、買い物帰りの夕方は冷凍室の扉が多く使われる。家族構成によっても頻度は異なる。冷蔵庫の使い方はまさに千差万別といってよい。

一方、庫内に収納された食品は一旦所定の温度まで冷やされた後は、周辺の空気の温度が多少上昇しても、食品温度への影響は小さく支障がない。頻繁な扉の開け閉めや、新たに温度の高い食品を収納する等がなければ、対象の部屋の冷却を弱めることが可能である。つまり、扉の開閉が少ないなど使用頻度が低い時間帯には食品保存に影響がないレベルで冷却を弱めれば、無理なく安全に省エネルギー運転することが可能となる。

全室独立設計のRXシリーズは、全ての部屋の扉に開閉センサを設けている。このため、どの部屋がどれだけ使われたか、部屋別に集計することが可能である。また、個々の部屋に温度センサと、冷却調整用ダンパを設けているから、部屋ごとに冷却を弱めることも、通常の冷却運転を行うことも可能である。“部屋別おまかせエコ”はこれらの要素を統合して実現する機能である。部屋別の使用状況のデータを基に、部屋ごとの温度センサと冷却調整用ダンパを用い、使用頻度の低い部屋だけの冷却を弱めることで、自動的に、安全な省エネルギー運転を行うことができる。

例えば、冷蔵室の使用頻度が高く、冷凍室の使用頻度が低いような時間帯では、冷蔵室はしっかり冷却し、冷凍室だけ冷却を弱めにするなど、部屋別に最適な冷却運転が実現できる。どの程度冷却を弱められるか(設定温度をシフトアップできるか)は、もともとの保存温度や、食品の収納状況等、部屋ごとに異なる。部屋ごとに運転状況に合わせて最適値を選択することで(表1)、“部屋別おまかせエコ”によって約10%の節電を可能としている。

表1. 部屋別シフトアップ量

部屋	シフトアップ量	
		備考
冷凍室	0.0～2.1～2.7K	負荷量を判定して調整
冷蔵室	0.0～0.9～1.5K	負荷量を判定して調整
瞬冷凍室	0.0～2.1K	冷凍設定時のみ
製氷室	0.0～1.8K	貯氷量、停止設定等で調整
野菜室	0.0～0.3～1.0K	負荷量を判定して調整

2.3 パワーセーブモード～積極的な節電～

節電のテクニックとして、使わない電化製品のコンセントを抜くという手法が広く使われている。冷蔵庫は他の家電製品とは異なり一度電源を入れると、使用している間は電源を切ることができないため、節電意欲があっても、このテクニックは使えない。冬場など水を使わないときに製氷室の冷却が不要な場合や、食品の保存量が少なく、ある部屋が空っぽな場合に、それらの部屋の冷却を停止するだけでもかなりの節電効果が期待できるが、当社製も含めて従来の冷蔵庫では、特定の部屋だけ冷却を停止することはできず、他の部屋を冷却するために、電源は常に入れておかなければならないものであった。

そこで当社は業界で初めて^(注1)、収納量が少ない部屋だけの冷却動作を止めることができる“パワーセーブモード”を搭載した。節電をしたいとき、又は節電できるときに、ユーザーが、ユーザーの意思で積極的に節電設定を選択することができるものである。“パワーセーブモード”は製氷室と瞬冷凍室に搭載し、個別に設定、解除を選択することができる。他の部屋の冷却はしっかりと行いながら、“パワーセーブモード”に設定した部屋だけ、あたかも電源を切ったような状態にして、ムダな冷却・保温動作を行わず、電力消費を抑制できる。

全室独立設計を採用しているRXシリーズは、製氷室、瞬冷凍室にも、冷気を送り込むための個別の吹き出し口と、吹き込む冷気量を調整するためのダンパを設けているから、“パワーセーブモード”に設定した部屋の冷却調整用ダンパを閉じることで、容易に冷却を止めることができる。このとき、製氷室と瞬冷凍室の冷却を止めても、他の部屋の冷却システムは有効のままのため、通常とかわりなく食品保存が可能である。

“パワーセーブモード”を設定可能な部屋は、いずれも冷凍温度帯(0℃未満)の部屋である。“パワーセーブモード”中は、積極的な温度コントロールをしないため、“パワーセーブモード”設定時には、通常貯蔵が可能な冷凍食品、水などは保存しないようにアナウンスしている。ただ場合によっては、食品を取り出すのを忘れて、誤って新たに食品を入れたりすることが想定されることから、安全を考慮し、温度上昇の上限を設け、一時的に冷却運転を再開することとしている(図2)。また、冷凍食品の保存には適さないが、保存性に温度影響の少ない乾物類、調味料、穀類、菓子類等の保存が可能であり、収納庫のような新たな使い方も可能である。

このように“パワーセーブモード”では、食品を安全に保存しながら、最大約16%の節電が可能である。

(注1) 2011年10月17日現在、当社調べ

2.4 節電モニター～節電の見える化～

“部屋別おまかせエコ”“パワーセーブモード”等のアシス

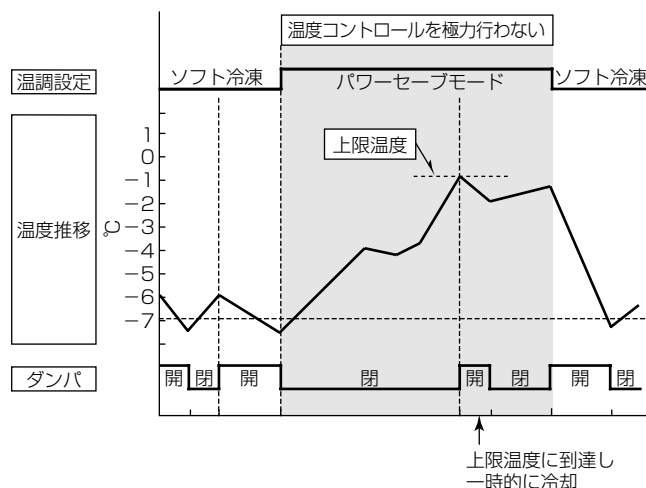


図2. 瞬冷凍室をパワーセーブモードにしたときの動作



図3. 節電モニター

ト機能を用いたり、使い方を工夫したりするなどで、どの程度節電できているのか、ユーザーは簡単には実感することができない。RXシリーズでは、その節電度合いを見える化してユーザーに知らせる“節電モニター”機能も搭載した。扉の開閉頻度や設定温度、“部屋別おまかせエコ”“パワーセーブモード”の設定状況等、冷蔵庫の使い方を総合的に判断して、標準運転に対する節電度合いを判定する。判定結果は3つのパターンの点灯／消灯で表示操作パネルに表示してユーザーに知らせる(図3)。節電度合いを見える化することで、ユーザーの節電への参加意識を高め、楽しみながら行う積極的な節電をアシストする。

3. 省エネルギー技術

ユーザーの積極的な節電を手助けする“節電アシスト”機能の搭載に加え、省エネルギー技術も進化させた。一例として、キーデバイスである冷却器の性能を改善した“プレ着霜冷却器”について述べる。

3.1 冷却器の着霜と除霜運転

冷蔵庫は、冷却器で生成した冷気をファンによって各部屋に送風して冷却している。庫内へ送風された空気は各部屋を通過後、冷却器に戻って冷やされ、再び庫内に送風・循環される。扉の開け閉めによって流入した高温な外気や、食品から発生する水分は、冷却器のフィン表面に霜となって付着するため、徐々にフィン間を閉塞してしまい、空気の流れを妨げることとなる。風量低下による冷却能力の低

下を防ぐため、冷蔵庫は自動で定期的に除霜運転を行う。除霜中は、霜をヒーターで溶かすため、余分な電力を消費し、また、ヒーターの熱によって庫内の温度を上昇させてしまう。そこで、冷却器の着霜抑制、及び除霜運転の効率化が、冷蔵庫の省エネルギー化で、非常に重要な要素となっている。

当社は従来、除霜運転の効率化のため、冷却器の下方に設置したラジアントヒーターに加えて、冷却器のフィン間に設置したアルミパイプヒーターを組み合わせ、冷却器を外側・内側の両側から効率的に加熱する“ハイブリッドデフロストヒーター”（図4）を搭載しているが、更なる除霜効率改善のため、冷却器への着霜自体を抑制する“プレ着霜冷却器”の開発を行った。

3.2 プレ着霜冷却器

RXシリーズは、様々な温度帯の部屋を備えており、各部屋を冷却した空気は、全てが冷却器を通過して再循環する。実機計測から、冷却器に付着する霜の大部分は冷蔵室や野菜室を循環した高温高湿の空気であることが分かっている。“プレ着霜冷却器”は、この高湿空気の流路を把握し、冷却器本体に触れる前に効果的な部位で除湿を行う冷却機構である。その結果、本体冷却器への着霜量を効果的に低減でき、風路閉塞による性能低下までの時間を延長できる。図5が冷却器本体の風上側にプレ着霜部を設置した“プレ着霜冷却器”である。プレ着霜部には冷却器と同形状のフィンチューブタイプを用いている。図6は、比較的湿度の高い冷蔵室からの戻り空気の経路を示す気流解析結果である。冷蔵室からの戻り空気は、循環経路に従って気流方向が上向きに曲がる際の遠心力で背面側（図6中の右壁側）に集中することが分かる。この部分に設けたプレ着霜部を通過した空気は除湿状態で冷却器本体に流入するため、冷却器本体への霜の付着が軽減される。その結果、冷却器の風路閉塞が遅延され、従来品に対して同一の着霜量での冷却能力維持時間を30%延長することができた。“プレ着霜冷却器”と“ハイブリッドデフロストヒーター”によって、従来は高外気運転で24時間に1回必要であった除霜運転が48時間に1回に低減し、除霜時間も従来の約半分に短縮でき、冷蔵庫の消費電力量を大幅に低減できた。

4. む す び

当社冷蔵庫RXシリーズの“節電アシスト機能”と省エネルギー技術について述べた。今後、更に節電志向が高まってくると考えられる中、省エネルギー性能の向上はもちろんのこと、ユーザーの節電活動をアシストする機能を更に向上させた製品開発に臨み、市場の節電ニーズに応じていく。

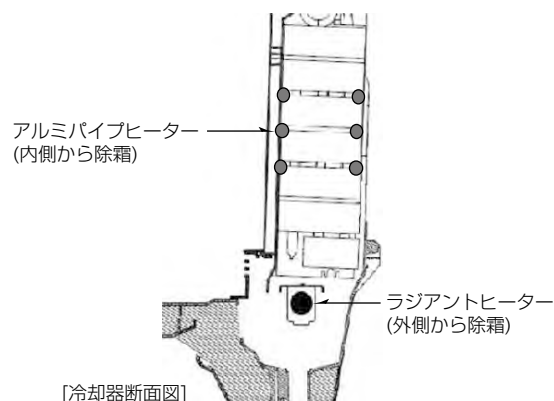


図4. ハイブリッドデフロストヒーター

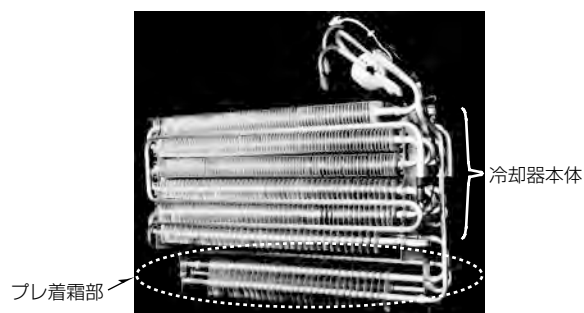


図5. プレ着霜冷却器

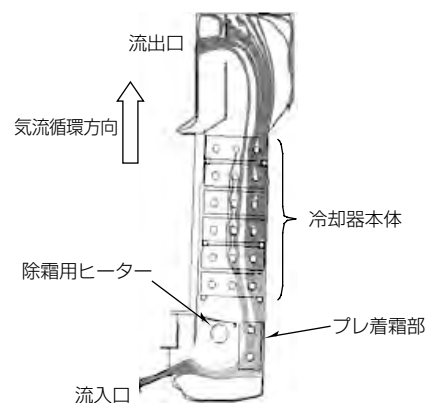


図6. 冷蔵室戻り空気の気流解析結果

参 考 文 献

- (1) 資源エネルギー庁電力・ガス事業部編：平成16年度電力需給の概要，中和印刷(株)（2005）
- (2) 柴田舞子，ほか：家庭用冷蔵庫の新機能，(社)日本冷凍空調学会，冷凍，87，No.1014，258～263（2012）

家庭用IHクッキングヒーター技術

菅 郁朗*
北古味 壮**
小林昭彦***

Technologies of IH-Cooker for Household Use

Ikuro Suga, So Kitakomi, Akihiko Kobayashi

要 旨

IH (Induction Heating) クッキングヒーターに使用される鍋やフライパンには、いろいろな大きさや材質のものが、形状も円形だけでなく、長方形や楕円(だえん)形など、多様化している。また、煮る、炒(いた)める、焼く、ゆでる、温める等、調理方法も様々である。

このような多岐にわたる調理環境にフレキシブルに対応し、調理をアシストするIHクッキングヒーター“CS-PT31HNシリーズ” “CS-PG21Hシリーズ”を2011年10月に発売した。

新シリーズのIHクッキングヒーターは、加熱コイルを5分割した業界初^(注1)のマルチコイルと業界最大^(注1)26cm

のコイル径の特徴を合わせ持つ“びっくリングコイル”によって、省エネルギー・節電効果を高め、大鍋しっかり加熱や鍋肌加熱、対流煮込み、焦げ付き抑制、麺ゆで時の吹きこぼれ抑制等、使う人にうれしい機能の充実化を図った調理器を実現した。

また、グリルの煙・臭気成分を触媒によって酸化分解する排気システムは、触媒を低温で活性化する新触媒に変更し、さらに廃熱を利用して触媒を加熱する構造を採用した。これによって触媒を活性温度まで加熱する専用ヒーターが不要となり約15%の節電を実現した。

(注1) 2011年8月22日現在、三菱電機調べ



IHクッキングヒーター“CS-PT31HN”

“びっくリングコイル”によって従来のIHクッキングヒーターやガスコンロにはできない機能を実現し、調理機能を飛躍的に向上させた。また、グリルの新排気システムによって調理環境も向上した。

1. ま え が き

IHクッキングヒーターの国内需要は、2010年度で90.5万台(三菱電機調べ)であり、2011年度は東日本大震災の影響で76.3万台(当社調べ)に一時的に減少したものの、長期的にはIHクッキングヒーターの普及は進むものと予想されている。その理由として、炎を使わないため子供やお年寄りにも安全で安心な調理器であり、清掃性にも優れていることがあげられる。また、電磁誘導作用によって鍋底部分の金属が直接発熱するため、ガスコンロと比較してキッチンの空気を無駄に暖めることがなく、快適性を備えている点もメリットである。当社は、2011年10月に様々な鍋や調理にフレキシブルに対応できる“びっくリングコイル”を搭載したIHクッキングヒーター“CS-PT31HNシリーズ”“CS-PG21Hシリーズ”を発売した。本稿では、これらの新しい機能について述べる。

2. 大口径 5 分割マルチコイル

2.1 びっくリングコイル

図1に当社の加熱コイルの進化を示す。1999年に加熱コイルにシングルコイルを搭載したIHクッキングヒーターを製品化した。その後、2001年には均一加熱性に優れたダブルリングコイルを、2007年には内コイルと外コイルに各々駆動回路を備えたトリプルリングコイルを製品化した。トリプルリングコイルは、使用する鍋の径が小さいときは内コイルだけで鍋を加熱し、外コイルには通電しない省エネルギー制御を採用した。また内コイルと外コイルの通電を交互に切り換え“対流煮込み”を業界で初めて^(注2)実現した。今回、これらのコイルを更に進化させた、“びっくリングコイル”を開発した。

開発コンセプトは、省エネルギー・節電、鍋ぴったり加熱、調理機能の向上の3点を実現することである。びっくリングコイルは、内コイルの周りに配置した偏平楕円状の4つの外コイルからなるマルチコイル構成としたことに特徴がある。これは、当社が独自に開発した電磁界・回路連成解析技術を用いて、コイル間の磁気的な結合を抑制する幾何学的形状・配置を検討して決定した構成である。

(注2) 2007年4月19日現在、当社調べ

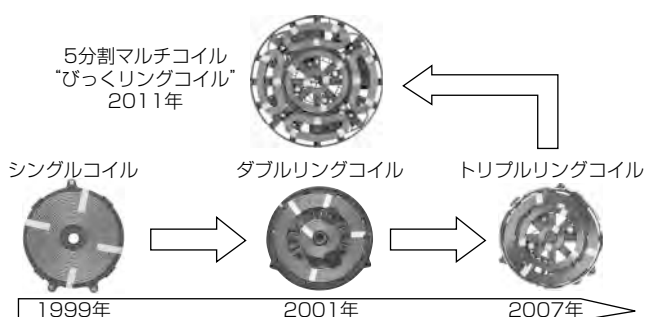


図1. 三菱IHクッキングヒーターの加熱コイルの進化

2.2 マルチコイル加熱制御技術

1つの加熱口を5分割マルチコイルで構成したびっくリングコイルは、特定部位の加熱や加熱部位の移動が可能となり、従来のIHクッキングヒーターやガスコンロにはできない機能を実現し、調理機能が飛躍的に向上した。さらに3章で述べる高速高精度鍋検知技術を搭載し、鍋の形状や大きさに応じて、分割したコイルへの電力分配を変える制御を行い電力の無駄が少ない加熱を実現した。図2に鍋種と加熱パターンの例を示す。

基本的な加熱パターンは、鍋検知情報に基づいて、自動的に選択する。図2(a)の全面加熱は、大鍋や中間径の鍋に適用する。内コイルと4つの偏平楕円状の外コイルに分配する電力は自在に制御が可能であり、鍋検知情報に基づいて、鍋形状に応じて電力分配を決定する。具体的には、鍋検知によって検出した回路インピーダンスによって電力分配を決定する。また、4章で述べる“鍋肌加熱”では、外コイルの電力分配を内コイルに対して大きくして周辺部の加熱を強くすることで、鍋底と鍋肌(鍋側面)の温度差を小さくできる。炒めもの、焼きものに特に有効である。

図2(b)の内コイルだけによるスポット加熱は、小鍋に適用する。また、4章で述べる煮込み料理や麺ゆででは、スポット加熱と、図2(a)の全面加熱で外コイルの電力分配を内コイルに対して大きくした加熱、又は外コイルだけによる加熱を自動的に切り換えて加熱コイルのマルチリレー制御による対流煮込み加熱を適用する。

図2(c)のタテ加熱は、玉子焼き器のようなたて型の鍋などに、また、横置き楕円鍋などについては、内コイルと左右の外コイルが通電するヨコ加熱を適用する。



図2. 加熱パターン

3. 駆動回路と新鍋検知方式

図3にびっくリングコイルと、それぞれの駆動回路、及び鍋検知回路によるブロック図を示す。各コイルに印加する電圧や電流とそれらの位相情報から鍋の材質・形状や位置を0.1秒以内で検出する技術に加えて、コイルごとの電力をリアルタイムで計測する電力検出技術、各コイルに投入する電力を分配する制御アルゴリズムを開発した。これらの技術によってコイルごとの電力分配制御を実現し、鍋やフライパン等の調理器具の加熱部位を自在にコントロールすることを可能にした。

びっくリングコイルは加熱コイル間の磁気的な結合を弱めた配置形状であるため、内コイル用と左右外コイル用及び上下外コイル用の3つの駆動回路は、単に通電をON/OFFするだけでなく、独立した電力制御が可能である。各コイルへの電力分配を最適に制御し、省エネルギーや調理性能の向上を図っている。駆動回路には、DIP-IPM (Dual Inline Package Intelligent Power Module) を用いて、駆動回路の小型化を図っている。

駆動回路ごとのコイル群に、電圧が一定のテストパルスを周波数を変化させながら印加し、その時にコイルに流れた電流からインピーダンス S_0, S_1, S_2 (インダクタンスと抵抗) を求める。これに基づき、鍋が各コイルに載っているかどうか、鍋の材質は磁性材料か非磁性材料か、又は両者の複合材料か、さらに鍋が載っているのはどの位置かを0.1秒以内で高速に判定する。また、各コイル群に印加する駆動電圧 V_0, V_1, V_2 と駆動電流 I_0, I_1, I_2 とからリアルタイムで各コイル群の電力 P'_0, P'_1, P'_2 を検出し、これらの値が、鍋検知結果に基づいて電力分配された各コイル群の指令電力 P_0, P_1, P_2 となるように制御を行っている。

4. 省エネルギー調理

4.1 対流煮込み加熱<プラス>

マルチコイル加熱制御技術をびっくリングコイルに適用した“対流煮込み加熱<プラス>”によって、弱火程度の電力でも部分的に順に集中させることで煮込み料理の煮汁を対流させ、うまみを具材にしみ込ませると同時に省エネルギー調理を実現している(図4)。当社の従来ダブルリングコイル(通常加熱)で肉じゃが4人分を調理した場合との消費電力量比較では、約40%の節電を実現した。また、加熱部位を切り換えることで、局所的な温度上昇を抑えて鍋底の焦げ付きも軽減した。

4.2 ゆでものの加熱

コイルの通電を交互に切り換え、対流方向を内側、外側に切り換える“ゆでものの加熱”によって、麺をゆでるときの吹きこぼれを抑制した。切タイマー機能によって、ゆで時間をあらかじめ設定することで麺のゆで過ぎを防ぎ、無駄

な消費電力も抑制する。

4.3 鍋肌加熱

コイル全面を均一加熱する従来の加熱方法は、フライパンの外周部で被加熱面積あたりの投入電力が、中央部に比べて少ないため、外周部と中央部で大きな温度差ができてしまった。そのためフライパンの鍋肌温度が十分に上がらず炒めものが上手く仕上がらないという問題があった。びっくリングコイルは、業界最大のコイル径26cmを採用し、内コイルより外コイルの火力を強くすることで、図5のように鍋肌までしっかり加熱し、炒めものをおいしく調理できるようにになった。餃子30個を2回に分けて調理する場合に比べ、直径30cmの大きなフライパンでまとめて1回で調理することが可能になったため約20%の節電を実現した。

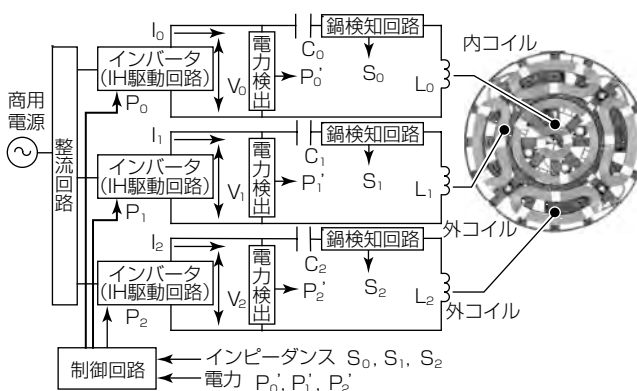


図3. びっくリングコイルの駆動回路と鍋検知回路

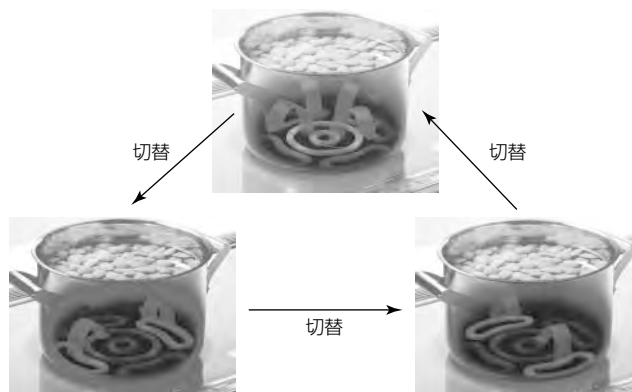
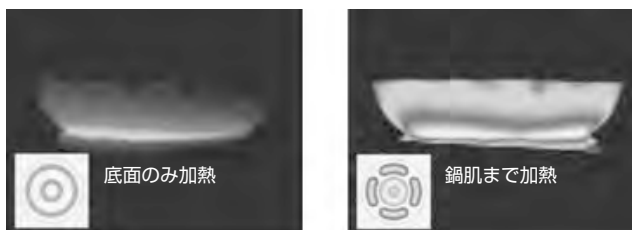


図4. 対流煮込み加熱<プラス>



(a) 従来(ダブルリングコイル) (b) 新(びっくリングコイル)

図5. フライパン側面の温度分布

4.4 ピークカット機能

最大消費電力を5.8kWから4.8kWに変更できるピークカット機能を搭載し、総消費電力量の抑制(-17%)を可能とした。これによって、電力需要の高まる日中の消費電力の抑制が可能となった。

5. グリル新排気システム

5.1 新排気システム

CS-PT31HNに搭載するグリルは、横に広いワイドタイプで、水なし両面自動焼き機能によって手軽に焼き魚などの加熱調理を行える特長がある。排気システムはエゼクタでグリル内の空気を吸引し、触媒で煙や臭気成分を吸着・酸化分解する排気システムを備えており、キッチン空間の快適性を向上させている。触媒加熱用ヒーターレス化と新エゼクタユニットによる新排気システムの開発で、約15%の節電を実現した。

5.2 触媒加熱用ヒーターレス化

図6に排気システムの構成を示す。従来の排気システムは、触媒によって煙・臭気成分を酸化分解するため、300Wの触媒加熱用ヒーターで触媒を300℃以上に加熱して触媒活性を高めていた。新排気システムでは加熱調理の排熱を利用して触媒を加熱することで触媒加熱用ヒーターをなくし消費電力を300W低減した。加熱調理の排熱で従来以上の除去性能を得るため、従来品より低い温度で触媒活性が得られる新触媒を搭載し、吸込ガイドで触媒温度を高めている。

新触媒はプラチナを主にパラジウムを配合し、一般的なグリルの調理温度200℃の低い流入温度でも従来のパラジウム触媒の活性温度300℃条件に比べ、代表的な臭気成分アセトアルデヒドのワンパス除去率では2倍以上の除去性能を実現している。吸込ガイドは庫内上方の調理用ヒーター付近の空気を吸引することで流入温度を高めるとともに調理用ヒーターの放射が触媒に届くようにすることで触媒温度を高めている。

5.3 新エゼクタユニット

新エゼクタユニットはファンを傾斜配置して風路を直線化することなどで損失を低減するとともに、エゼクタをツインノズル化することで図7に示すように流速が速く乱れの少ない2つ噴流が形成され高い送風性能を実現している。従来と同一の軸流ファンを使用しているが、送風性能は図8に示すように開放風量27%、全閉静圧23%の向上を達成した。

6. む す び

新しい加熱コイルや制御方法による調理性能の向上や、新しい排気システムによる調理環境の向上を図ったIHクッキングヒーターを製品化した。IHクッキングヒーター

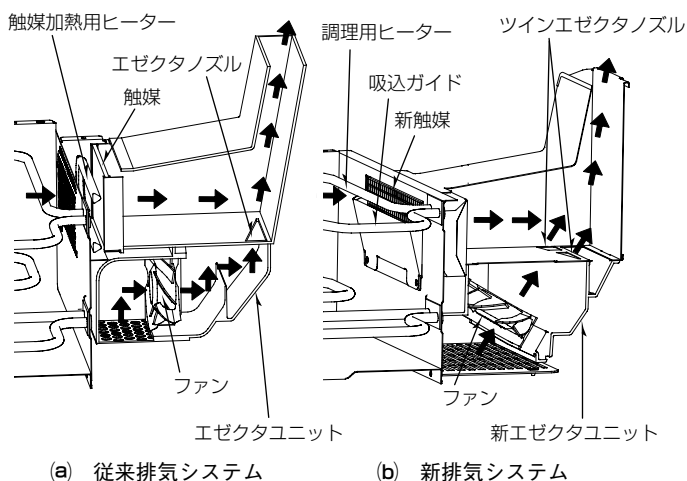


図6. 排気システム

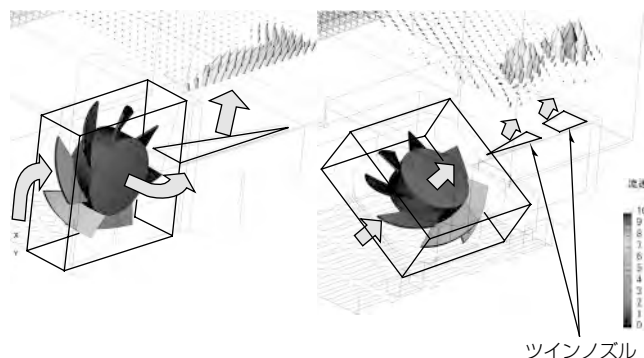


図7. 気流解析結果(風速ベクトル図)

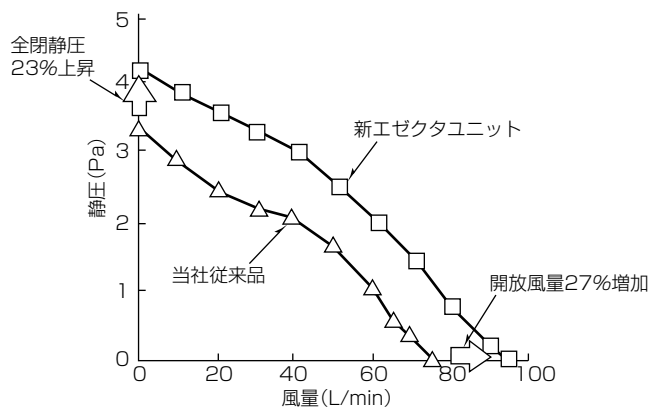


図8. エゼクタ送風性能

は、まだ歴史も浅く、加熱コイルの進化、センシング技術の向上による調理補助・自動調理の拡大など、進化の余地がある。引き続きユーザーベネフィットにかなった商品提案を行い、IHクッキングヒーターの普及率を更に高めていく。

参考文献

- (1) 私市広康，ほか：家庭用IHクッキングヒーター技術，三菱電機技報，84，No.6，339～342（2010）

サイクロンクリーナー“風神”の遠心分離技術

前田剛志*
柳沢健児**

Centrifugal Separation Technology of Cyclone Cleaner "Fujin"

Tsuyoshi Maeda, Kenji Yanagisawa

要 旨

従来のサイクロンクリーナーでは、サイクロン部で遠心分離しきれなかった微細塵(びさいじん)をフィルタ部で捕捉する。フィルタを自動でメンテナンスする除塵(じょじん)機構を搭載した製品も発売したが、フィルタに蓄積した微細塵を完全に除去することは困難であり、次第に吸引力が低下するため、入力電力を増やして吸引力を回復させる必要があった。

旋回室における遠心力の不足が、微細塵を分離できない原因であるが、遠心力確保のために旋回 airflow を高速化すると、土足文化の欧米と比較して日本の家庭ごみに多く含まれる繊維が、集塵(しゅうじん)室に流入した高速 airflow によって旋回室に再飛散してしまい、捕捉率の低下や、排気臭の発生といった課題があった。そこで、“風神TC-ZKシリー

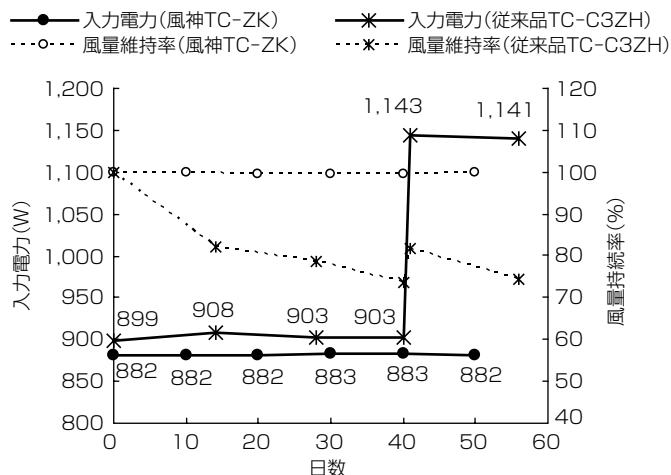
ズ”では、低速旋回によって繊維を半径方向に分離することで再飛散なく集塵室に捕捉した後に、高速旋回で砂を分離、さらに、超高速旋回によって微細塵を分離する三段分離構造を採用した。これによって、サイクロン部にフィルタを設けずに、ごみを空気から99.9%分離して風量を99%以上持続、入力電力を増やすことなく吸引力を維持することに成功した。さらに、气流によるごみの攪拌(かくはん)を抑制して排気臭を抑制するとともに、4部品に分解可能な構成として丸ごと水洗い機能も実現した。

この技術とともに、ユーザーの掃除状態を検知しブロワーモータへの入力電力を制御するエコモードを搭載したTC-ZKシリーズを2010年9月に発売した。

風神



サイクロンクリーナー“風神TC-ZKシリーズ”



入力電力と風量持続率の推移

風神では、フィルタ部ではなく、サイクロン部で繊維から微細塵までを高効率で分離するため、風量持続率を99%以上維持できる。その結果、入力電力を約882W一定とすることが可能である。

サイクロンクリーナー“風神TC-ZKシリーズ”

左は2010年9月に発売したサイクロンクリーナー“風神TC-ZKシリーズ”である。低速旋回によって繊維を分離した後に、高速旋回で砂を、超高速旋回で微細塵を分離することで、欧米と比較して繊維の多い日本の家庭ごみを効率良く捕捉する。右は三菱電機基準ごみ(3g/日)を吸引した際の入力電力と風量持続率の推移である。風神TC-ZKでは、当社従来品TC-C3ZHとは異なり、入力電力を一定としつつ風量が持続することを示している。

1. ま え が き

サイクロンクリーナーのユーザーニーズは、“吸引力が続く”“排気がキレイ”“メンテナンスが楽”の3つが上位となっている（三菱電機調べ）。しかしながら、一般的なサイクロンクリーナーでは、ごみの分離性能が十分でないために、サイクロン部にフィルタを搭載し、フィルタを自動でメンテナンスする除塵機構を備えてはいるものの、全てのごみを除去することはできず、その結果、目詰まりが発生して吸引力が低下する。したがって、吸引力を回復させるために、フィルタ目詰まりによるモータ負荷電流の変化を検知し、これを基に入力電力を増やして吸引力を回復させる必要があった。

本稿では、入力電力を増やさずに吸引力の持続を実現した、空気からごみを99.9%分離するサイクロンクリーナー“風神”の遠心分離技術について述べる。

2. 従来サイクロンの課題

2.1 一般的なサイクロンの基本原理

一般的なサイクロン（図1）は、旋回気流を生成することによってごみに遠心力を与えて空気から分離する旋回室と、分離されたごみを捕捉する集塵室からなる。旋回室の上部は、円筒部で構成され、その接線方向に含塵（がんじん）空気（ごみを含む空気）を導入するように流入管を接続することで旋回気流を生成するとともに、旋回室の下部には、径を縮小することで旋回速度を増速させる円錐部（えんすい）部を備えている。ごみが分離され清浄化された空気（上昇気流）は、旋回室と同軸上に設置された筒状の排出管からサイクロン外部に排出される。

ここで、図1に示すような一般的なサイクロンで遠心分離できるごみの最小径である限界粒子径 D_{\min} は次の式(1)で示される⁽¹⁾。

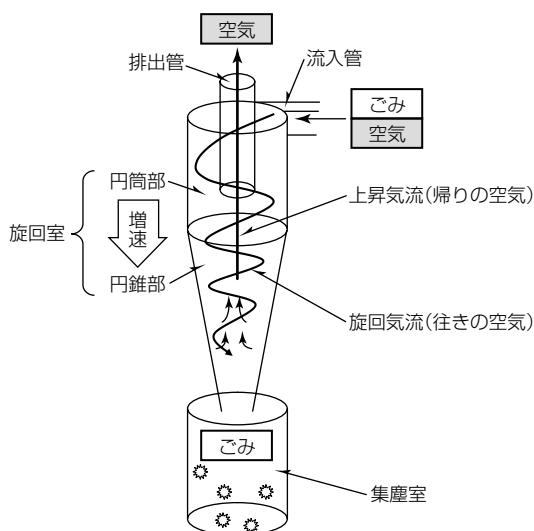


図1. 一般的なサイクロンの構造

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{9\mu b}{5\pi u(\rho_p - \rho)}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

μ ：空気の粘度、 b ：流入口幅
 u ：流入風速、 ρ_p ：粒子の密度
 ρ ：空気の密度

これによって、限界粒子径 D_{\min} 、密度 ρ_p のごみを分離するために必要な流入風速 u は、

$$u = \frac{9\mu b}{5\pi D_{\min}^2(\rho_p - \rho)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

となる。式(2)から、粒径（嵩（かさ））が小さくなるほど流入風速を増やし旋回室内の旋回速度を高める必要があることが分かる。

2.2 従来の課題

クリーナーで吸引するごみは、繊維から砂まで多種多様である。また、図2及び図3に示すように、日本の家庭ごみは、土足文化である欧米の家庭ごみと比べて繊維ごみの割合が多いことが判明している（当社調べ）。

式(2)から、砂や微細塵のような粒径が小さなごみを分離するためには大きな流入風速、すなわち高い旋回速度が必要となる。これに対し、日本の家庭に多い繊維は、嵩が大きく密度が小さいために風の流れに乗りやすく、砂や微細塵と同時に高い旋回速度を与えて遠心分離すると、集塵室に流入した気流に巻き上げられて旋回室に再飛散してしまうことが課題であった。また、集塵室内で繊維を気流で攪拌することによって、繊維質内部からにおい成分が叩（たた）き出されて排気臭が悪化することも課題であった。

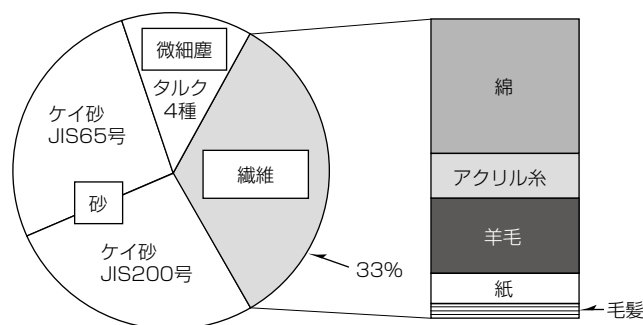


図2. 日本の家庭ごみの内訳（三菱電機基準ごみ）

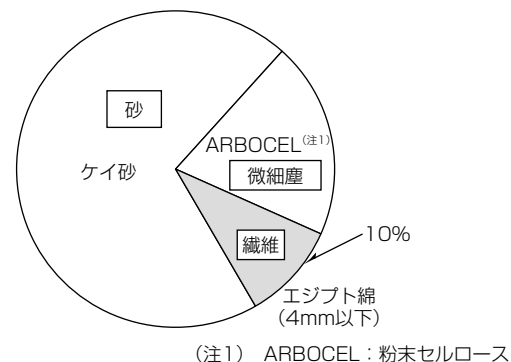


図3. 欧米の家庭ごみの内訳（IEC基準ごみ）

3. 遠心分離技術の開発

3.1 繊維集塵室の配置構造

これらの課題を解決するために、繊維と砂をそれぞれに適した旋回速度で分離し、別々の集塵室に捕捉する。これを実現するため、図4に示すように、旋回室上部の低速旋回領域で繊維を分離し半径方向外側の集塵室(繊維集塵室)に捕捉した後に、旋回室下部の高速旋回領域で砂を分離して軸方向下部の集塵室(砂集塵室)に捕捉する構成とした。これによって、旋回室からの気流流入を抑制し、繊維の再飛散を抑制することが可能となる。

しかしながら、繊維は嵩が大きいので、集塵容量を大きく確保する必要がある。旋回室の高さを有効に利用して繊維集塵室の高さ寸法を増やすために、繊維分離開口を旋回室上部に形成する検討を行った。

3.2 排出管の開口構造

繊維分離開口を旋回室上部に形成するためには、低速旋回領域を上部に移動する必要がある。旋回気流の軸方向分布は、排出管の開口からの吸引力に支配されており、排出管の開口を上方に移動すれば低速旋回領域も上方に移動できる。しかしながら、排出管の開口が流入管に接近して、吸引力が流入気流に作用しすぎると、旋回室内の旋回気流が失速するという課題がある。

そこで、図5に示すように、排出管の側面に微細孔を設けることで、低速旋回領域を上部に配置しながらも、流入気流への影響を抑え旋回気流の失速を防止する構造とした。

しかしながら、この構造によって、排出管と繊維分離開口との距離が接近したため、排出管からの吸引力が繊維に作用し再飛散しやすくなるという新たな課題が生じた。そこで、図6に示すように、排出管の下部を円錐形状としてその側面に微細孔を設け、繊維へ作用する吸引力を抑制した。

3.3 2次旋回室の配置構造

先に述べたとおり、1本の旋回室の内部で、低速旋回領域と高速旋回領域を構成して繊維と砂をそれぞれの集塵室に効率良く捕捉することが可能となった。しかしながら、

砂よりも嵩の小さい微細塵を分離するためには、更に高速の旋回気流が必要となり、このとき高風速に起因する気流音の発生が課題となる。そこで、図7に示すように、超高速旋回領域を生成する2次旋回室を、繊維集塵室で内包するように配置した。これによって、繊維集塵室が2次旋回室の気流音を遮音し、騒音発生を抑制した。

この構造によって、繊維から微細塵までを高効率で分離し、サイクロン部にフィルタを搭載することなく、日本の家庭ごみ(三菱電機基準ごみ)を99.9%捕集することを可能とした。

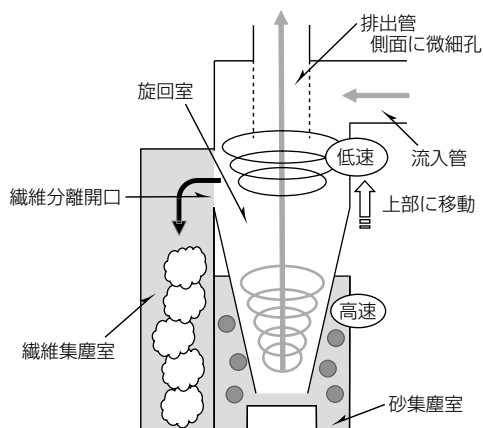


図5. 排出管の開口構造(側面微細孔)

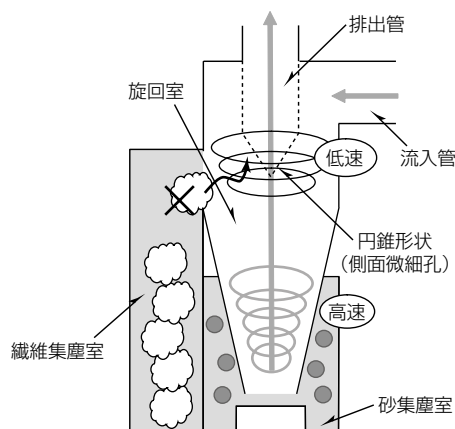


図6. 排出管の開口構造(下部円錐形状)

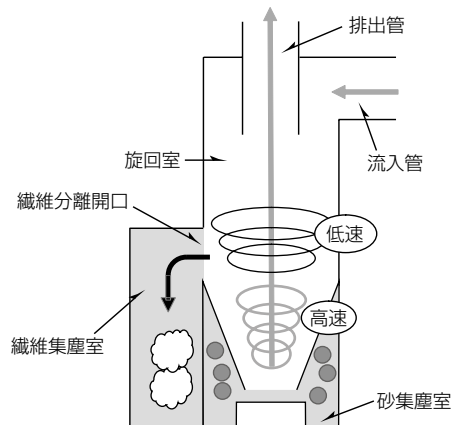


図4. 繊維集塵室の配置構造

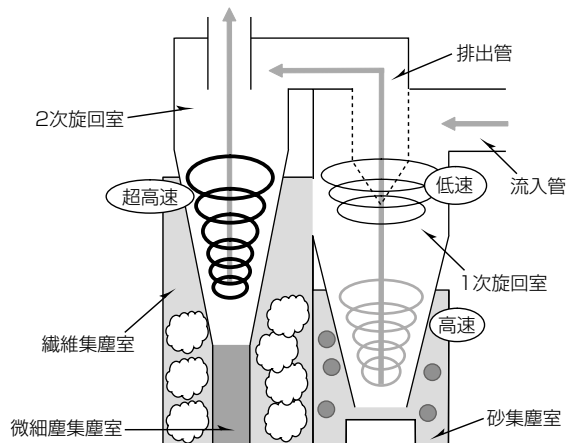


図7. 2次旋回室の配置構造

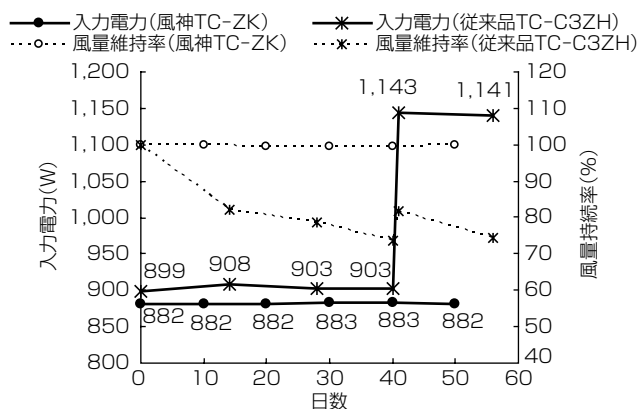


図 8. 入力電力と風量持続率の推移

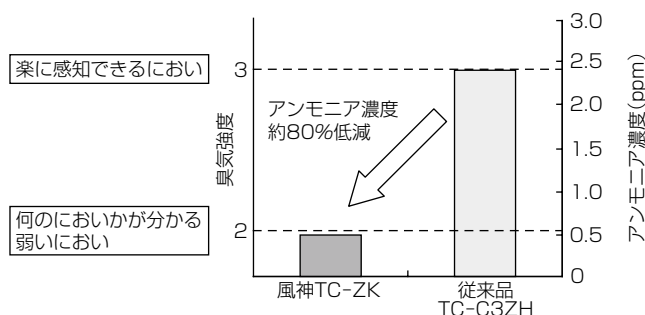


図 9. 排気臭(アンモニア)の従来比較

4. 性能検証

4.1 吸引力持続性

当社基準ごみ(3g/日)を吸い込ませたときの入力電力と風量持続率の推移について、風神TC-ZK(サイクロン部・フィルタレス)と当社従来品TC-C3ZH(フィルタ除塵機構搭載)とを比較して図8に示す。ここで風量持続率とは、ごみが空のときと、ごみ捨てラインに到達したときとの風量の比率である。

従来品では、フィルタの目詰まりによって低下した風量を回復させるために40日で入力電力を903Wから1,143Wに増やしたが、その後も風量は低下し、風量を完全に回復させるためにはフィルタを洗浄する必要があった。これに対し、風神では、フィルタ部ではなく、サイクロン部で繊維から微細塵までを高効率で分離するため、風量持続率を99%以上維持できる。その結果、入力電力を約882W一定とすることが可能である。

4.2 排気臭

ペットを飼っている家庭のごみ2週間相当を溜(た)めた際に発生するアンモニア量を付着させた擬似ごみを吸引させて、排気から放出されるアンモニア濃度の最大値を測定した結果を図9に示す。

風神では、旋回室で空気から分離したごみを、旋回室とは別空間の集塵室に捕捉する構造としたため、捕捉したごみが気流で攪拌されるのを抑制する。これによって、当社



図10. 丸ごと水洗い(4部品分解構造)

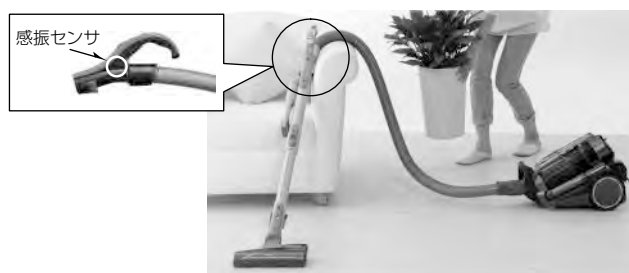


図11. 節電モード(感振センサ)

従来品TC-C3ZHと比較して排気のアンモニア濃度を約80%低減し、臭気強度2(=何のにおいが分かる弱いにおい)^(注2)を達成した。

(注2) 6段階臭気強度法に準じる。

4.3 メンテナンス性

風神ではサイクロン部をフィルタレスとしたことによって、従来のフィルタ掃除を不要とした。また、サイクロン部を4部品に分解可能な構造として、丸ごと水洗い機能を実現、清潔に保つことができる(図10)。

4.4 節電モード

掃除動作を検知する感振センサを手元グリップ部に設置することで、物を移動するときや、掃除中断時にセンサが検知して自動的に入力電力をダウン(約900W→約100W)する節電モードを搭載した(図11)。

5. むすび

日本の家庭ごみに適した遠心分離技術を搭載し、国内初^(注3)のサイクロン部フィルタレスを実現した“風神TC-ZKシリーズ”は、2010年9月に発売して以降、吸込性能のみならず、使い勝手や節電機能も含め、多くのユーザーから高い評価を受けている。今後も、めまぐるしく変化するであろうユーザーや時代のニーズをいち早く的確に察知し、日本メーカーならではの視点、当社ならではの技術を活用した製品を開発していく。

(注3) 2010年6月24日現在、三菱電機調べ

参考文献

- (1) 三輪茂雄：粉体工学通論，日刊工業新聞社，185～212(1981)

レンジグリル“ZITANG RG-FS1”

金井孝博*
永田滋之**
松本真理子**

RangeGrill "ZITANG RG-FS1"

Takahiro Kanai, Shigeyuki Nagata, Mariko Matsumoto

要 旨

オープンレンジ業界は、大型・多機能・メニュー数を軸として競争をしてきたが、“時間がかかる”“電気代が気になる”などの理由から、オープン機能を手軽に使用できない状況にあることが三菱電機の調査^(注1)で分かった。

そこで、“手軽に毎日使えるオープンレンジ”を目指し、“調理時間の短縮(時短)”“消費電力量の低減(省エネルギー)”“調理の手間の軽減(省手間)”+“調理スペースの低減(省スペース、省資源)”を実現できる商品をオープンレンジ業界で“レンジグリル”として先駆けて開発した。

レンジで中までしっかり火を通し、グリルで外側をこんがり焼き上げる連続自動加熱レンジグリル“ZITANG (時・短・具/ジタング) RG-FS1”を新たに開発し、従来機種^(注2)より調理時間・消費電力量1/2を実現した。その実

現手段として、レンジ機能は業界初^(注3)の円偏波アンテナを採用し“3Dウェーブ加熱”を開発、オープン機能は“普段使うのにちょうどいい庫内サイズ”と、業界唯一^(注3)の“トリプルヒーター(コンベクションヒーター+上下ヒーター)”を開発した。

その結果、オープンレンジ業界で省エネルギー(年間消費電力量)No.1^(注3)、省エネルギー基準達成率トップクラスの115%を達成、また、当社従来機種より金属材料45.5%、樹脂材料24.5%削減したことで、調理機器で唯一“平成23年度省エネ大賞(製品・ビジネスモデル部門)”を受賞した。

(注1) 2011年生活者調査 調理機器編(三菱電機調べ)

(注2) 2010年度機種RO-EV100形

(注3) 2011年1月23日“省エネ大賞”受賞決定時



レンジグリル“ZITANG(時・短・具)”

2011年5月10日に発売したレンジグリル“ZITANG RG-FS1”は、調理の時間を短縮する道具(時・短・具)として誕生した。レンジで中までしっかり火を通し、グリルで外側をこんがり焼き上げる連続自動加熱“レンジグリル”を新たに開発した。筐体(きょうたい)の大きさ縮小や加熱効率向上の創意工夫をした結果、オープンレンジ業界で省エネルギー(年間消費電力量)No.1、省エネルギー基準達成率トップクラスの115%を達成した。また、小型・軽量化したことで省資源性にも優れ、そのことが評価され“平成23年度省エネ大賞(製品・ビジネスモデル部門)”を受賞した。

1. ま え が き

オープンレンジの使用実態調査では、9割以上がほぼ毎日レンジ機能(あたため直し)を使用しているのに対して、オープン機能は全く使用しないを含め、月3回以下しか使用しないが7割以上にのぼり、年々使わない人が増加している。一方、市場にはレンジでハンバーグや魚焼き、から揚げができる便利グッズが数多く販売され、あたため直し以外の焼き調理や揚げ調理等への潜在欲求は高いことが見て取れる。三菱電機はオープン調理における顧客の不満解消をテーマに商品開発を進めていくべきと考えた。

2. 新発想“レンジ▶グリル”加熱

ヒーター加熱だけでは食品外面からの加熱が強すぎる傾向があり、食品の外表面だけが温度上昇してしまい、食品内部の温度上昇が付いてこない課題がある。

そこで食品内部を加熱しやすいレンジ機能に着目し、食品内部はレンジ加熱、外側はヒーターによるグリル加熱とし、それらの加熱を自動で連続して行う“レンジ▶グリル”加熱を開発した。

図1は肉の断面温度が時間経過とともに変化する熱画像である(肉の断面温度は、調理終了の一つの目安となる中心温度75℃を1分経過した時点)。“レンジ▶グリル”の連続加熱ではレンジ加熱4分、グリル加熱17分30秒の合計21分30秒で到達し、温度むらも少なく良好だが、オープン加熱では同等の温度状態となるには40分かかる。

“レンジ▶グリル”の連続加熱は効果的にはたらき大幅な時短が可能となるとともに、脱水量は少なく脱脂も十分でジューシーかつヘルシーに仕上げることができる。さらに、この調理における消費電力量は、当社従来機種と比較して、およそ54%の省エネルギーになる。実際の調理でも、調理時間・消費電力量は4～6割削減できる(図2)。

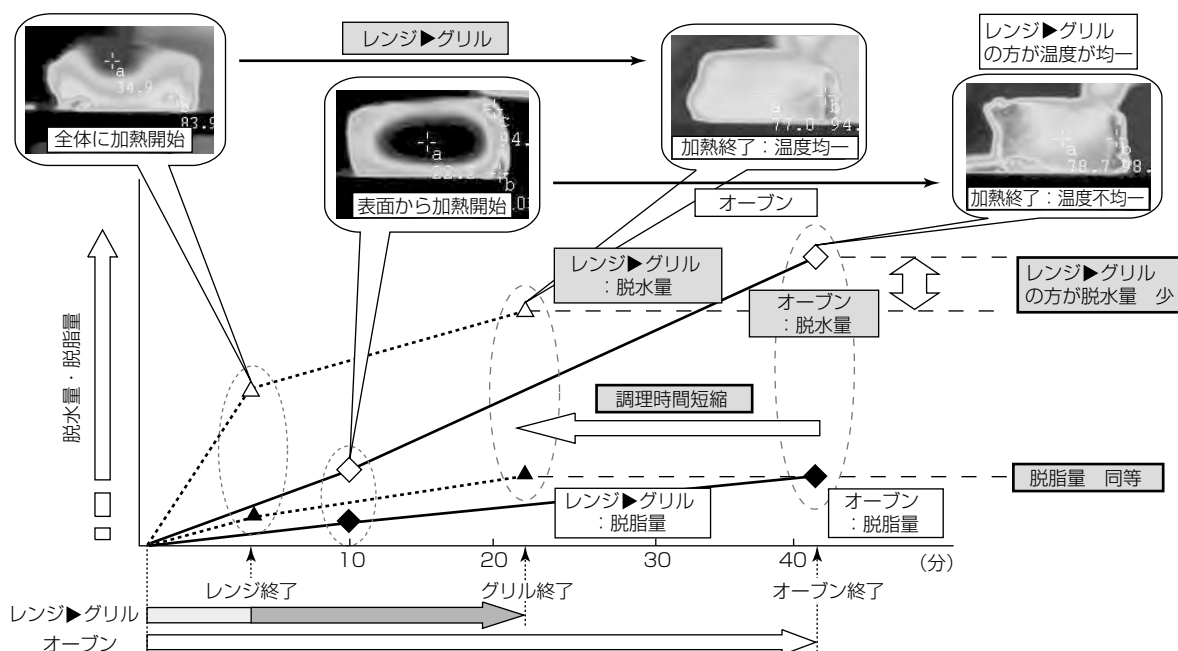


図1. 肉の脱水量・脱脂量比較

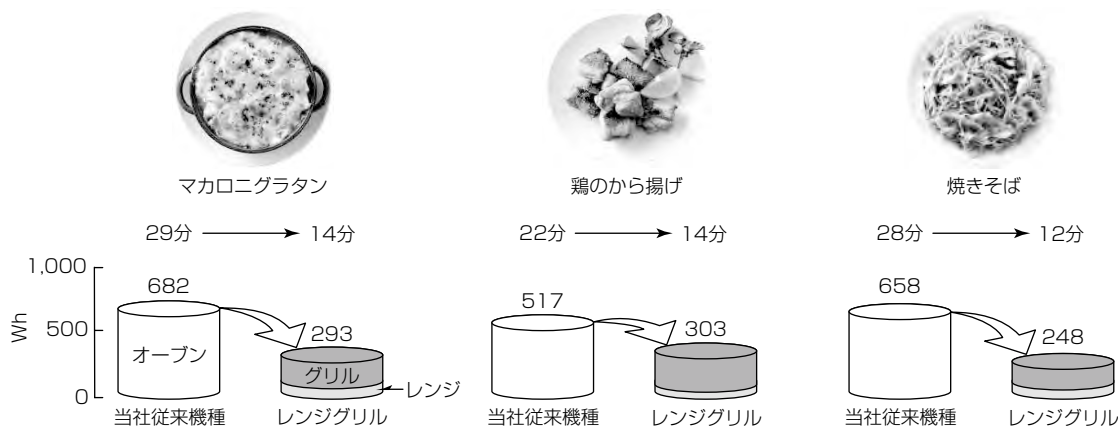


図2. 代表的な調理の調理時間・消費電力量比較

3. 時短・省エネルギー技術

3.1 普段使うのにちょうどいい庫内サイズ

あまり使われることのない調理スペース(庫内寸法)や筐体・部品を最適化することで加熱効率を上げることが狙った。年に一度しか調理しないようなローストチキンや、サイズの大きいシフォンケーキ等はこの製品の対象からは除外し、必要最低限の庫内寸法とした。

必要最低限の庫内寸法のうち、特に庫内の高さ寸法の決定は、最も悩ましかった。レンジにおける使い勝手を阻害しない条件で、容器の高さから庫内高さを設定する必要がある、世の中にある多様な容器の調査を実施した。その結

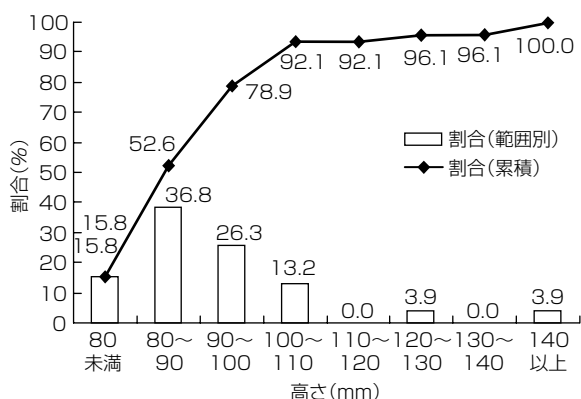


図3. マグカップの高さ調査

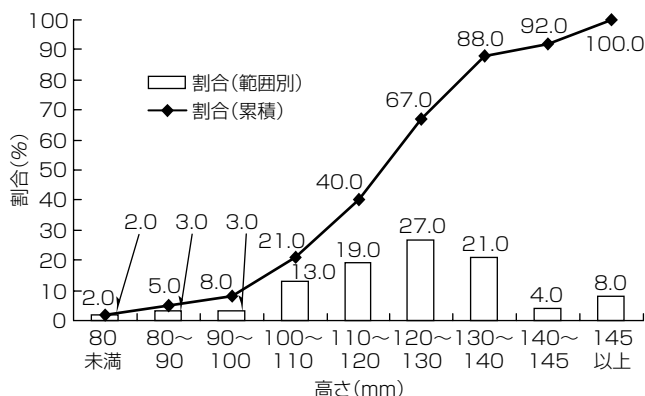


図4. とっくりの高さ調査

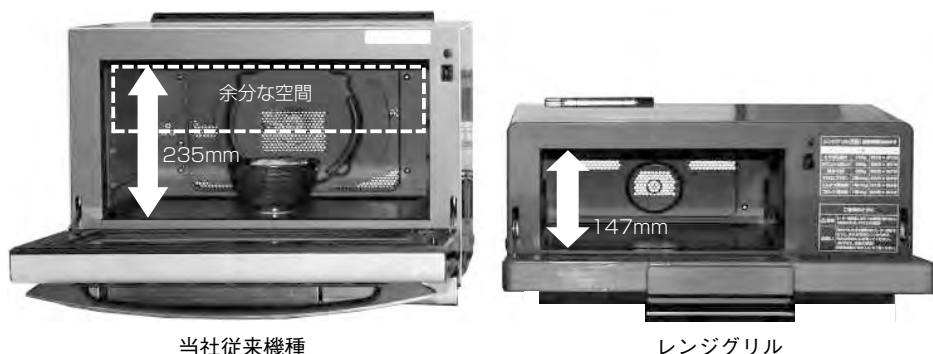


図5. 庫内サイズの高さ比較

果、マグカップの高さは110mmまでのものが92%以上、130mmまでのものが96%以上を占め(図3)、とっくりの高さは120~130mmのものが最も多く(図4)、調理用のボウルなど、その他の容器も130mm以下であったことから、容器の出し入れを考慮し、庫内高さを当社従来機種比約60%(147mm)とした。レンジ時の使い勝手低下を抑えつつ、熱ロスの低減を実現した“普段使うのにちょうどいい庫内サイズ”を実現した(図5)。

3.2 3Dウェーブ加熱

人工衛星の通信などに利用されているらせん状に進行する電波“円偏波”を放射するアンテナを庫内底面に搭載することで“3Dウェーブ加熱”を実現した。円盤部の縦と横から位相をずらして電流を流すことによって、円盤上の表面電流を回転させて、らせん状にマイクロ波を放射する(図6)。従来の直進波との組合せによって、当社従来機種に比べレンジの加熱むらを半減、無駄な消費電力を抑制することができた(図7)。

3.3 トリプルヒーター

一方で、庫内を加熱する熱源としては、天面・背面・底面の3面にヒーターを配置した(図8)。特に背面のコンベクションヒーターには工夫を凝らし、小型庫内に設置可能なファン、ファンケース、ヒーターの設計に加え、省スペースを実現するためにベルトドライブ駆動にした。庫内寸法を抑制しつつ、ヒーター構造を維持し性能向上を図った

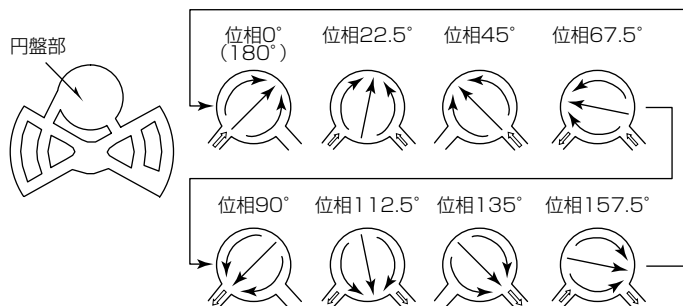
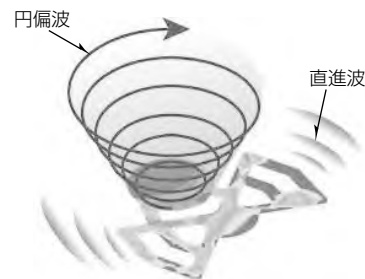


図6. 3Dウェーブ加熱の原理



冷凍食品	当社従来機種	レンジグリル
シューマイ14個	11℃	4℃
焼きおにぎり4個	44℃	18℃
お好み焼き	45℃	14℃
ピラフ225g	48℃	23℃

図7. レンジの加熱ムラ比較

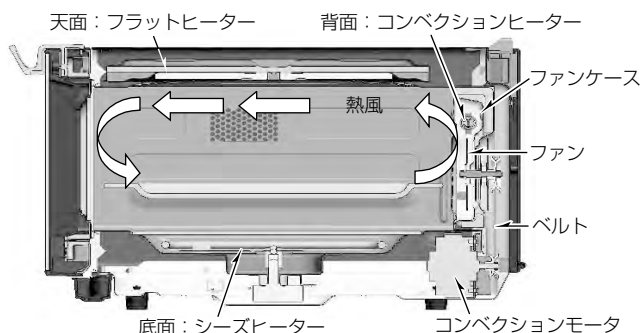


図 8. トリプルヒーター(本体横断面図)

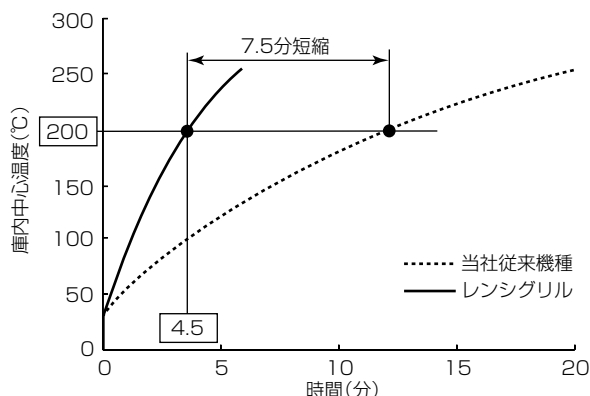


図 9. 庫内中心温度の昇温性能比較

結果、庫内中心温度200℃到達4分30秒の昇温性能を実現することができ、当社従来機種と比較して7分30秒の大幅な加熱時間短縮とすることで、ヒーター電力を削減した(図9)。

また、トリプルヒーターを調理に応じて制御することで予熱も不要となった。

4. 少手間・らく楽操作設計

4.1 少手間設計

食材を角皿の上ののせて混ぜあわせるだけで焼きそばや鮭のチャンチャン焼きなどが簡単にできる。角皿は食器としても使用できるデザインにして、そのまま食卓に出すことを可能とした(図10)。下ごしらえから後片付けまで手間を減らしエコロジーを実現した。

また、調理時間が短いため、調理後の庫内底面温度が抑えられ、続けて次の食品をレンジの自動あたためモードで加熱することができる。従来のオープンレンジのように庫内が冷めるまで待つ時間も不要となった。



図10. 角皿盛り付け例(焼きそば)

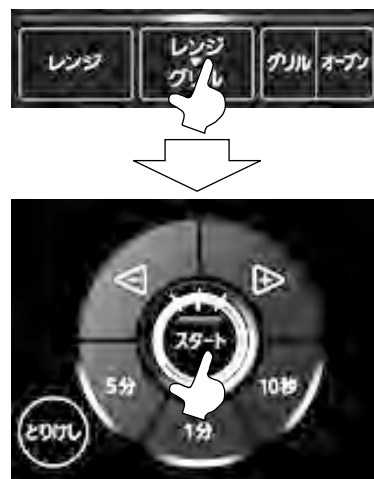


図11. らく楽操作

4.2 らく楽操作設計

“レンジ▶グリル”加熱は、レンジ▶グリルボタンとスタートボタンを押すだけで、赤外線センサと温度センサが食品の温度や庫内温度を検知して自動で仕上げる仕様にしたので、面倒な設定は不要となった。また、次の操作に必要なボタンを光でナビゲートすることで、調理モード選択から調理スタートまで簡単に操作ができる(図11)。

5. む す び

レンジグリルはオープンレンジ業界に新たな市場を開拓した。特に、忙しいけれど料理をしっかり作りたいという人に高く評価されている。また、他社とは一線を画す商品であり、売りやすいと販売店でも好評である。

今後もおいしさはもちろんのこと、時短・省エネルギーは最大の仕様であり、更なる性能向上を行っていく所存である。

三菱テレビの携帯端末連携機能

田中顕一郎* 小西良紀***
飯澤大介** 西川博文***
石塚健彦**

Remote-control Function with Smartphone/Tablet for Mitsubishi TV

Kenichiro Tanaka, Daisuke Iizawa, Takehiko Ishizuka, Yoshiki Konishi, Hirofumi Nishikawa

要 旨

家庭におけるインターネット接続が広く普及して、それに伴って家庭内での無線によるLAN環境(宅内無線LAN環境)も一般的になりつつある。また、スマートフォンの利用が急拡大しており、家庭内では、スマートフォンを宅内無線LAN環境で使用する場合も多い。テレビにもVOD (Video On Demand) サービスとの接続などの各種通信機能が搭載され、テレビをネットワークに接続するユーザーも増大している。このように、テレビとスマートフォンがともに宅内無線LAN環境に接続され、通信可能な状況になってきている。このような状況を捉えたテレビとスマートフォンの連携機能として、スマートフォンからテレビを操作するリモコンアプリケーションを開発した。

テレビのUI(ユーザーインターフェース)操作はリモコン

の押しボタンが中心である。リモコンの操作性向上として、文字サイズ、ボタン形状・大きさ、ボタン配置、日常の手入れ等、多方面からの改善を行っている。一方、スマートフォンのタッチ操作は、スマートフォンの普及とともに認知度も上がり、その直接的な操作性が受け入れられている。本稿で述べるリモコンアプリケーションでは、テレビ付属の本体リモコンとの違和感を抑えつつ、小さなスマートフォンのディスプレイとタッチパネルに適したデザインや操作性を追求した。これによって、本体リモコン操作とスマートフォンによるリモコン操作との違いに対してユーザーに特段の学習を強いることのない、使いやすいリモコンアプリケーションを実現した。



携帯端末アプリケーションによるテレビの操作

携帯端末(スマートフォン・タブレット)のアプリケーションから家庭内LAN経由でテレビの操作ができる。

1. ま え が き

三菱AV(Audio Visual)機器の携帯端末連携機能の第1弾として、携帯端末(スマートフォン・タブレット)によるリモコン操作を実現した。ターゲット機器としては、国内テレビ2012年春モデルの上位機種とした。開発は携帯端末アプリケーションにおけるUI、通信、テレビ本体の通信、キー処理等、多岐にわたるため、研究開発部門や設計開発部門など、複数の部門で役割分担して行った。

本稿では、2章で機能、3章で携帯端末アプリケーションのUIデザイン、4章で携帯端末とテレビ間の通信について述べる。

2. 機 能

この機能は、あらかじめ携帯端末(スマートフォンなど)とテレビとを無線ルータを介してWiFi(Wireless Fidelity)^(注1)接続し、双方向に通信することによって、次の機能を実現している。

- ・本体リモコンで可能な操作全てに対応
- ・本体リモコンにはないダイレクト操作ボタンも配置
- ・ボタン操作時の操作音、バイブレーションの切り換え可能
- ・リモコンボタンの単押し、長押し操作に対応
- ・操作するテレビの現在選局チャンネルの表示
- ・最大10台のテレビから選択されたものを操作可能
- ・1台のテレビに対して最大10台の携帯端末から操作可能
- ・接続状態の常時監視によるユーザーへの警告表示

(注1) WiFiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。

3. UIデザイン

3.1 UIデザインの目標

このアプリケーションのUIデザインは、本体リモコンデザインの基本コンセプトを踏襲し、3.5インチ相当のディスプレイとタッチパネル操作に最適化したデザインを目標とし設計した。

3.2 操作性への配慮

3.2.1 本体リモコンとの関係

(1) 本体リモコンと携帯端末画面内のリモコンとの差

このアプリケーションは3.5インチの画面内に表示するため、長さ約24cmある本体リモコンの配置を再現するためには複数画面に分けてレイアウトする必要がある。一目で全ボタンが確認できる本体リモコンに対して、画面サイズの小さいアプリケーションは一覧性が悪くなり、UI設計における課題であった。

この課題を解決するため、今回のUIデザインではメンタルモデル^(注2)に注目した。このアプリケーションのユーザーは本体リモコンによる操作も行うことが想定されるた

め、本体リモコンの使用経験によってユーザーが獲得したボタン配置のメンタルモデルをそのままアプリケーション操作に利用できるようなUIデザインを行った(図1)。

(注2) メンタルモデル：人が物事を解釈する際に用いる概念モデル

3.2.2 スマートフォンUIを考慮

(1) 縦方向へのスクロール

一方、日常的なスマートフォン操作に目を向けると、連続的な情報をスクロールさせる場合、より一般的なのは縦方向のスクロールである。操作学習の負荷を最小限に抑え、直感的な操作を実現するため、複数画面に分割したりリモコン画面の移動を縦方向のスクロールとした(図2)。

(2) 学習しやすい背景色

ユーザーは必要なボタンを、本体リモコンと同じメンタルモデルに従って、直感的な縦方向へのスクロール操作で探すことが可能になるが、本体リモコンでは位置関係が明確に分かるのに対しアプリケーションでは前後関係を記憶する必要がある、目的のボタンがどのページにあるのかを判断する負荷は高いという問題がある。これに対し、2種類の背景色を交互に配置しスクロール時に交互に現れるようにレイアウトすることで、ボタンのレイアウトを経験によって学習しやすいように配慮した。

(3) タッチ操作のフィードバック強化

また、スマートフォンユーザーにとってタッチ操作時の触覚的なフィードバックが乏しいことは既知の事実ではあるが、このアプリケーションの場合は、テレビ画面を見ながら操作を行うため触覚的なフィードバックの欠如は大きな問題となる可能性がある。そのため、補助的な機能としてタッチ操作時に操作音と振動を発生させ、フィードバックを強化している。

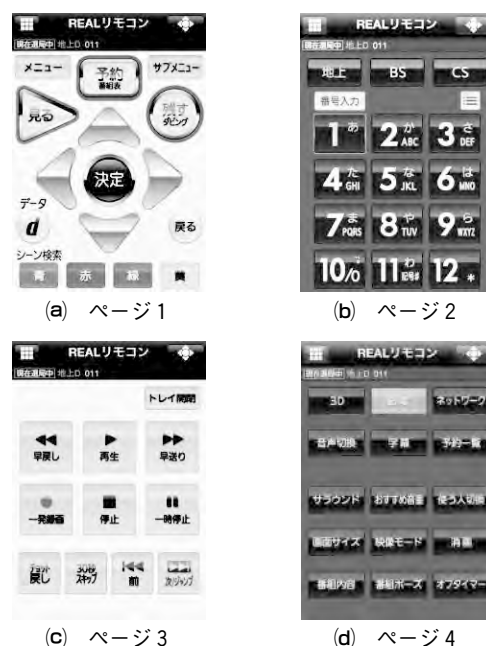


図1. リモコンアプリケーションのページ例

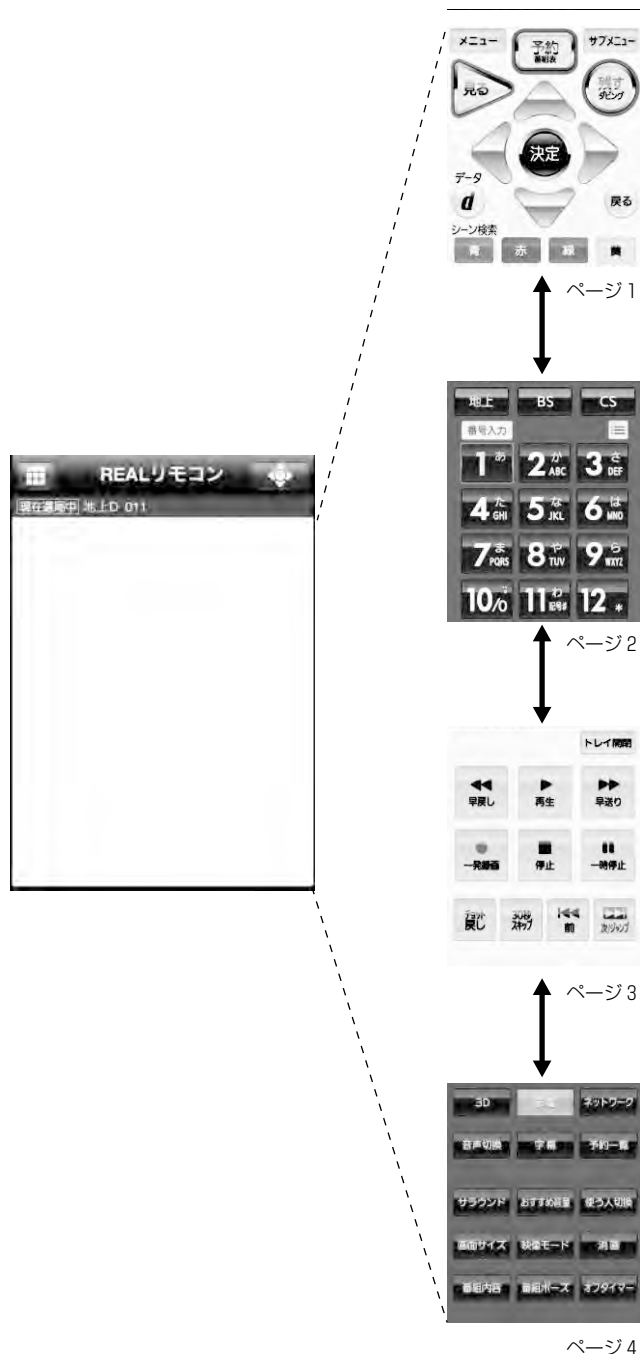


図2. リモコンアプリケーションのレイアウト

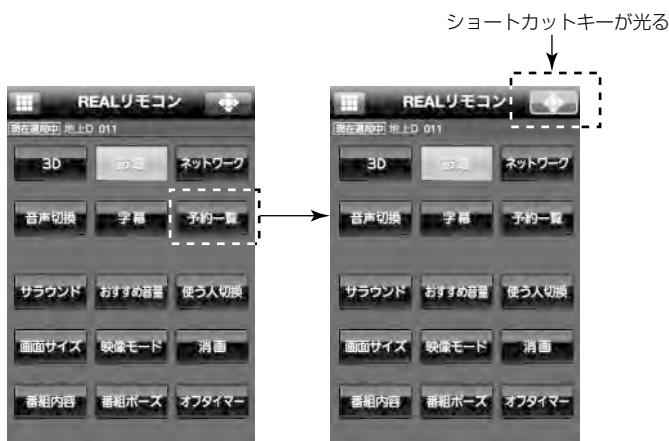


図3. 操作に対応して光るショートカット

3.2.3 テレビUIを考慮

(1) 方向キーへのショートカット

使用頻度が高く汎用性もある方向キーへのショートカットボタンを画面上部に常時表示させ素早い操作へ対応しているほか、方向キー操作が必要となる機能呼出しボタンを押下した直後に同ボタンを光らせることで、より素早い操作を学習しやすいように配慮している(図3)。

4. 携帯端末とテレビ間の通信

4.1 基本操作及び制御

ここでは、このアプリケーションにおけるテレビの基本操作及び制御について述べる。操作及び制御の流れを図4に示す。

あらかじめ家庭内ネットワークにWiFi接続したスマートフォン上でこのアプリケーションを起動すると、ネットワーク上の接続可能なテレビが自動的に探索、表示される。ユーザーが接続したいテレビを選択することで、このアプリケーションとテレビとの接続が確立され、通信可能な状態になる。

ユーザーはスマートフォン上に表示されたリモコン画面に従って、テレビ操作を行う。ユーザーの操作に従ってネットワーク経由で制御信号を送信することで、本体リモコンと同等の機能を実現する。

テレビ制御ではテレビからの応答を確認しており、各種エラーに対応可能である。テレビ制御にあたってはテレビ付属の本体リモコンにおける長押し動作の再現などが課題となったが、ユーザーに違いを意識させないスムーズな動作を実現した。これについては4.2節で述べる。

また、接続が確立されている間、このアプリケーションはテレビから定期的に視聴中チャンネル等の情報を取得する。これによって、従来はユーザーが目視で確認するしかなかったテレビの状態をスマートフォン上で確認可能となる。将来的には録画中の番組名や録画リスト、予約リスト等をこのアプリケーション内に取得することで、更なる使い勝手の向上が可能である。

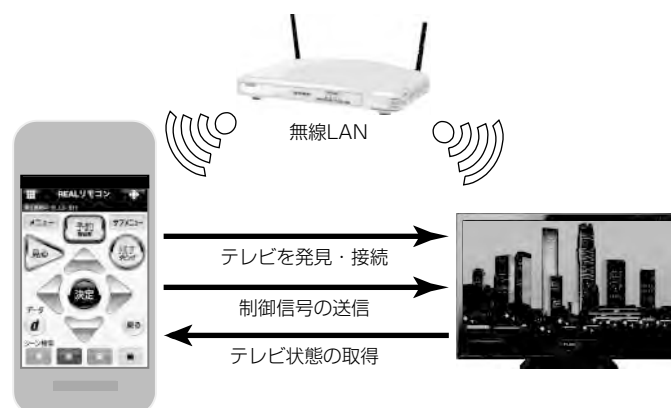


図4. リモコンアプリケーションでのテレビの操作及び制御

このようなテレビの探索や制御は、ネットワーク経由でパソコンや家電機器を容易に接続可能にする規格であるUPnP(Universal Plug and Play)に基づいて行われる。さらにこのアプリケーションでは、独自のエラー処理を追加実装することで、予期しないネットワークからの切断を検出している。これについては4.3節で述べる。

また、テレビ本体側での制御の詳細については、参考文献(1)を参照されたい。

4.2 アプリケーション上でのリモコン操作の実現

本体リモコンのボタンの中には、オートターンなど長押しすることでテレビを操作するものがある。本体リモコンで長押しが行われた場合、テレビは赤外線信号の受信開始・終了を検出することで滑らかな連続動作を実現している。

ネットワーク経由で同様の方式(受信開始・終了の検出)をとると、パケットロスやネットワークの切断が起こった場合にテレビが終了信号を受信できず、動作が継続することになる。

そこで、このアプリケーションでは次の手順で長押し動作を実現した。

- (1) 長押し操作中は、スマートフォンから一定間隔で制御信号を繰り返し送信する。
- (2) テレビは一定時間以内に制御信号を2回以上受信した場合、長押し操作を開始したと判定する。
- (3) 一定時間以内に連続して制御信号を受信したかを監視、受信している間は長押し操作中と判定する。
- (4) 制御信号を連続して受信できなかった場合、長押し操作が終了したと判定する。

この方式で、アプリケーション側の制御信号の送信間隔とテレビ側の受信監視間隔とを最適に調整することで、赤外線リモコンと同等の操作感覚を実現した。

4.3 アプリケーションのエラー処理

UPnPでは機器がネットワークから離脱したことを検知可能である。これは機器が送信するネットワーク離脱信号に基づくものであり、予期せずネットワークが利用できなくなった場合には、機器からの離脱信号を受信できず、存在しないテレビとの接続状態が発生する。

そこでこのアプリケーションでは、テレビへの制御信号の送信やテレビの状態取得が失敗した場合には、テレビがネットワークから離脱したものとし、接続を切断する。また常にネットワークが利用可能かを監視し、利用不可の場合には全てのテレビとの接続を切断する。これによって、予期せぬテレビ状態を検知し、テレビとの接続を適切に管理している。

5. む す び

テレビと携帯端末(スマートフォン・タブレット)との連携は進化を続けているが、ユーザーが携帯端末でのテレビ操作を日常的に行うようになるためには、UIの高度化と行動の習慣化という2つの観点から設計を行う必要がある。

そのために今回の開発では、導入時の学習負荷を低減することを重視し、ユーザーが慣れ親しんだテレビ操作と、日常的に行っている携帯端末の操作を考慮した設計を行った。

今回の開発を足掛かりに、より進んだ操作性をユーザーに提供できる携帯端末連携機能を継続的に開発していく。

参 考 文 献

- (1) 島田昌明, ほか: ホームネットワークによる宅内機器連携技術, 三菱電機技報, 86, No.3, 175~178 (2012)

レーザバックライト液晶TV

笹川智広* 村瀬令奈*
新倉栄二* 花井晶章**
香川周一*

LCD-TV using Laser Backlight

Tomohiro Sasagawa, Eiji Niikura, Shuuiti Kagawa, Rena Murase, Masaaki Hanai

要 旨

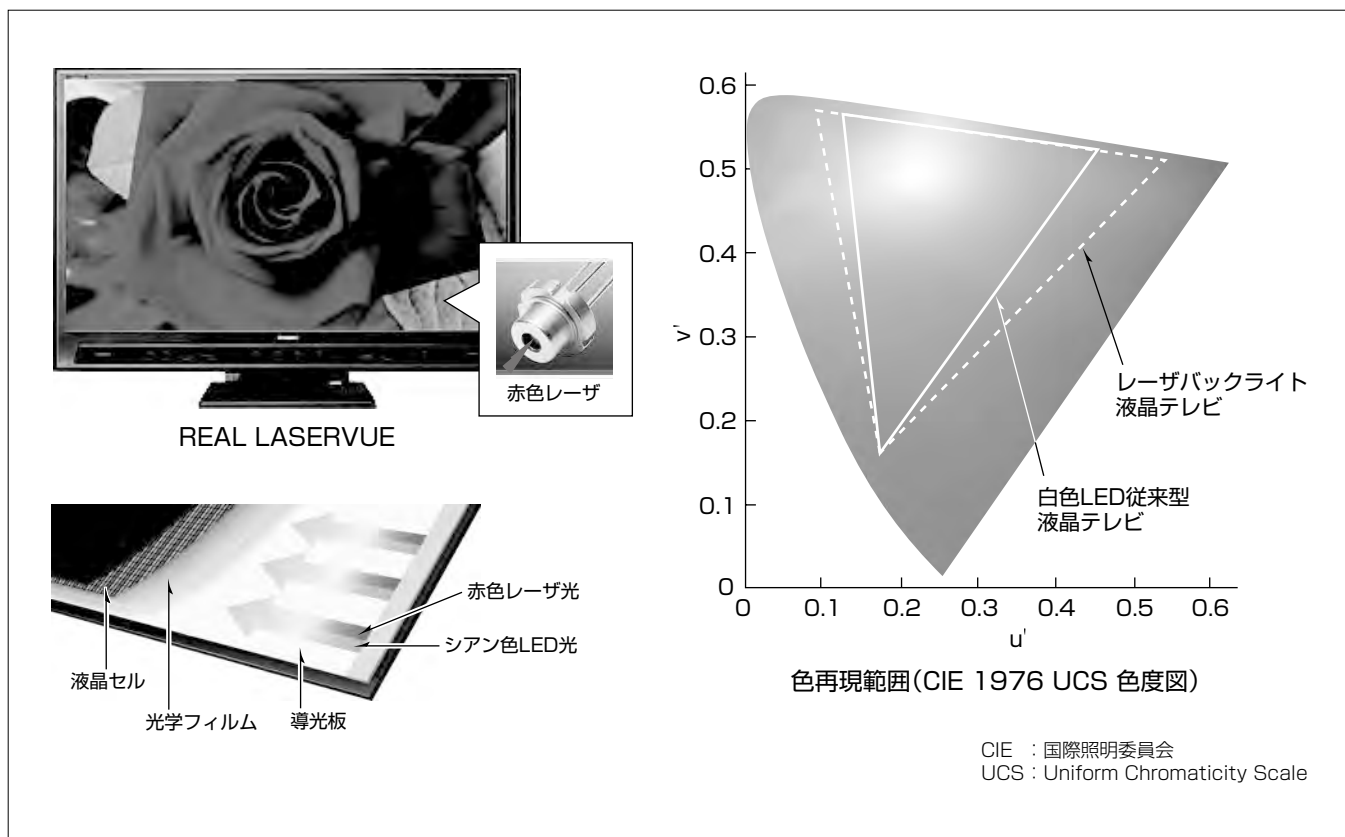
2011年7月に、一部の地域を除いて地上波デジタル放送への移行が実施され、また、エコポイント制度による追い風もあって、ここ数年でハイビジョン液晶テレビ(LCD-TV)が急速に普及した。この需要が一段落した今日、新たにテレビを購入するユーザーからは、あらためて高い画質や新たな機能等、従来機に対して明確なアドバンテージを持つ製品が求められている。

三菱電機は、BD(Blu-ray Disc^(注1))／HDD一体型のいわゆる3in1録画テレビを他社に先駆けて製品化し、高い評価を得てきた。これに加えて、一目で分かる高画質を実現するためのレーザバックライト液晶テレビ“REAL LASERVUE(LCD-55LSR3)”を開発・製品化した。レーザを用いたディスプレイの技術では、当社は2008年に光源に3原色のレー

ザを用いた“レーザTV”を製品化しており、他社に大きく先んじてきた。このレーザバックライト液晶テレビでは、“レーザTV”で培ったレーザディスプレイ技術を液晶テレビに適用し、光源に白色LED(Light Emitting Diode)を用いた従来の液晶テレビに対して色再現範囲を1.29倍に拡大、一目で違いの分かる鮮やかな色彩を実現した。これまでの液晶テレビとは一線を画す高画質は、ユーザーから高い評価を得ており、液晶テレビの枠を越えるものとして期待されている。

本稿では、このレーザバックライト液晶テレビREAL LASERVUE(LCD-55LSR3)の特長と技術について述べる。

(注1) Blu-ray Discは、Blu-ray Disc Associationの登録商標である。



レーザバックライト液晶テレビ “REAL LASERVUE(LCD-55LSR3)”

液晶テレビのバックライトに赤色レーザ光源を適用し、他の方式では実現できない鮮やかな色彩を実現した。

1. ま え が き

かつて液晶テレビのバックライト光源には、冷陰極管（蛍光灯）が用いられていた。冷陰極管には信頼性・安定性・制御性・環境への影響といった点で一定の課題があったため、LEDの発光効率向上と低価格化に伴って、急速にLED光源に置き換えられてきた。LED光源化は、信頼性が向上したほか、発光制御が容易な特長を活用することで、コントラストなどの画質の向上、消費電力の低減等に寄与した。しかし、一般的なLED光源バックライトは蛍光体を用いた白色LEDを採用しているため、色再現性ではLED光源化による顕著な特性改善は見られなかった。

液晶ディスプレイは、その液晶表示素子の内部にカラーフィルタを備え、このカラーフィルタによって赤色、緑色、青色のスペクトル範囲だけを取り出して色表現を行っている。光源に白色LEDのような波長帯域幅の広い連続スペクトルを持つ発光素子を用いる場合、色再現性を高めるためにはカラーフィルタの透過波長帯域を狭帯域化する必要がある。しかし、カラーフィルタの透過波長帯域を狭く設定すると、光の利用効率が低下し消費電力の増大につながるという問題が生じる。液晶ディスプレイの色再現性の改善には、光源の色純度を高めることが必要となる。

当社は2008年に光源にレーザを用いたプロジェクション型の大画面テレビである“レーザTV”を製品化し、色純度の高いレーザを光源に用いることによってだけ実現できる極めて鮮やかな色彩を訴求してきた。このレーザディスプレイ技術を液晶テレビに適用し、色の鮮やかさによる明確な差別化を実現したのが、レーザバックライト液晶テレビ“REAL LASERVUE”である。

2. レーザバックライト液晶テレビ“REAL LASERVUE”

“REAL LASERVUE”は、2012年6月29日に発売した55型の3 in 1 録画液晶テレビである（図1）。一般ユーザーに販売する民生用液晶テレビとしては、世界で初めて^(注2)赤色レーザ光源を搭載した。赤色以外の緑・青色光源については、



図1. REAL LASERVUE(LCD-55LSR3)

新規に開発したシアン色LEDを採用している。レーザの適用によって、色再現範囲は赤色領域で大きく拡大し、従来の白色LEDを用いた液晶テレビに対し、1.29倍となった。色の鮮やかさは、“REAL LASERVUE”の最大の特長であり、従来の液晶テレビとの違いは一目瞭然である。この高画質によって、“REAL LASERVUE”は当社液晶テレビのラインアップでも、プレミアムモデルに位置付けており、レーザバックライトのほかにも、高画質回路“DIAMOND 3D Engine PRO”やバックライト制御技術等の高画質化技術をふんだんに採用し、3D表示にも対応している。また音響についても、カーボンナノチューブを振動板材料に配合したスピーカーを10連マルチ構成で搭載し、映画館のような迫力のサラウンド音響を実現している。

（注2） 2012年5月30日現在、当社調べ

3. レーザバックライト技術

3.1 色再現性の改善

“レーザTV”では、赤・緑・青の3色ともレーザを適用していたが、“REAL LASERVUE”のレーザバックライトは、先に述べたように、赤色光源にレーザ、緑・青色光源にシアン色LEDを採用している。従来の液晶テレビの色再現特性は、白色LEDの発光特性によって、他色に比べても赤色領域の色再現性が不十分であった。赤色は、視覚特性の面でも、視聴者に強くアピールする色であり、液晶テレビの色再現性改善には赤色の改善が最も効果的であると考えられる。最良のコストパフォーマンスを得る観点から、赤色だけにレーザを適用し、緑・青色光源については、シアン色LEDを新たに開発し採用した。

従来の白色LEDは、青色LEDチップと緑・赤の混合蛍光体を組合せて白色発光を得ていた。これに対しシアン色LEDは、青色LEDチップと緑の蛍光体だけを組合せたものである。青色LEDチップから発せられる青色光と、青色光の一部によって励起された緑蛍光体から発せられる緑色光によって、シアン色の発光を得ている（図2）。赤色レーザとの組合せ及び液晶素子のカラーフィルタとの組合せを考慮して、緑蛍光体を選定・調整し、最適化を図ってい

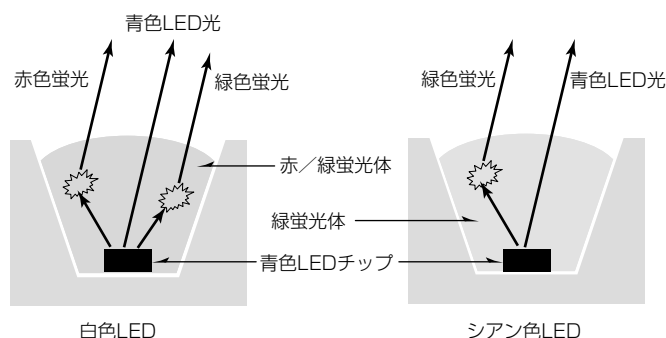


図2. 白色LEDとシアン色LED

る。この赤色レーザとシアン色LEDの組合せによって赤色の色再現性が向上することは自明であるが、同時に緑色の色再現性も向上した。従来の白色LEDは、緑・赤色が連続したスペクトルを持っていたため、赤色－緑色の分離が不十分となっていたのに対し、色純度の高い赤色レーザの適用によって、赤色－緑色が十分に分離されたことによるものである(図3)。

3.2 レーザバックライトの構成とレーザ光の均一化

レーザバックライトの構成を図4に示す。基本的には導光板を用いたサイドライト型のバックライトである。レーザをバックライトに使用する場合、まず課題となるのは発散角の小さなレーザ光の均一化である。LEDを用いたバックライトでも、当初、LED近傍が明るくなる照明むらが見られることがあったが、レーザではこのむらが顕著に現れる。これを抑制するためには、導光板に入射したレーザ光を、表示領域に到達する以前に、十分な距離を伝播(でんぱ)させて均一化を図る必要があった。“REAL LASERVUE”のレ

ーザバックライトでは、レーザ用のサブ導光板を用い、レーザ光の導光路を背面に折り返す形で、十分な伝播導光路長を確保した。LEDなどの従来の光源に、このようなサブ導光板を用いると、特に導光路を折り曲げる部分で導光路から漏れ出る光が増大し、大きな光ロスが発生してしまう。今回の構成では、レーザ光の発散角が小さいこと及びレーザ素子出射直後のレーザ光が縦横の発散角に大きな異方性を持っていることを利用して最適設計することで、サブ導光板によるロスを、ほぼ端面での光反射だけに抑制している。

3.3 レーザ素子の信頼性確保

レーザ光だけにサブ導光板を適用することによって、シアン色LEDと赤色レーザの2種類の光源は、一定の距離を置いてバックライト内に配置する構造となった。この配置は、レーザ素子の信頼性確保を容易とする効果も持つ。レーザ・LEDの信頼性確保は、ともに放熱・温度管理が重要であることには変わりないが、両者の許容動作温度範

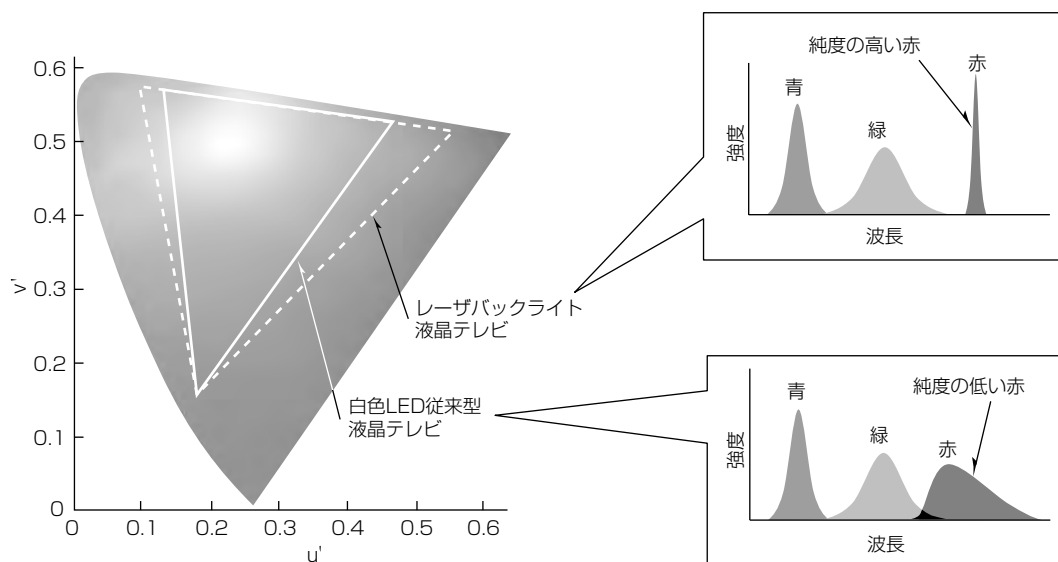


図3. 色再現範囲

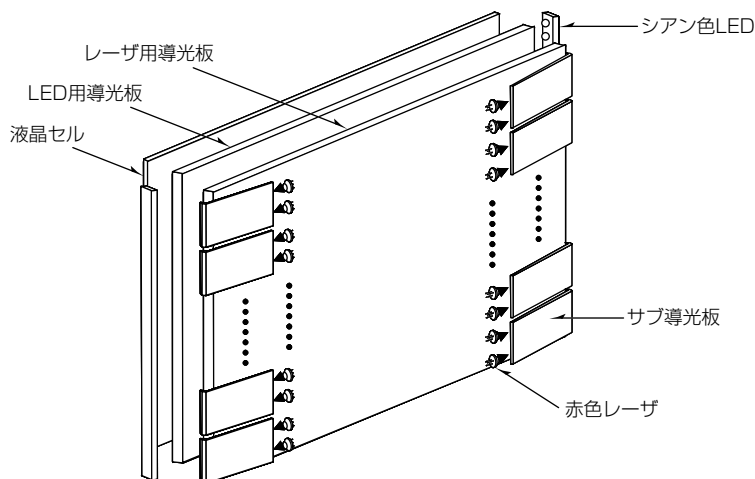


図4. レーザバックライトの構成

囲は大きく異なっている。レーザ素子の信頼性を確保するためにはLEDに比べて、動作時の温度をより低温に保つ必要がある。両者を接近して配置していると、LED素子の熱がレーザ素子の放熱を阻害する可能性がある。両者を一定の距離を置いて配置したことで、ほぼ独立に放熱・温度管理を行うことが可能となり、レーザ素子の信頼性確保が容易になった。

3.4 色ずれの抑制

2種類の光源を用いることによるもう1つの課題は、色ずれの抑制である。赤色レーザとシアン色LEDでは、発光光の特性が大きく違う。サイドライト型のバックライトを構成する際に、特に注意を要するのは、発光光の発散角の違いである。同じ導光板に入射しても、入射光の発散角が異なると、導光板から出射する光の強度分布、つまりバックライトとしての発光分布が異なる。色の違う2種類の光源光について、各々の光に対する強度分布が異なると、発光強度の異なる部分で色ずれが発生してしまう。2種類の光源について、バックライトとしての発光強度分布を一致させかつ安定化させるため、“REAL LASERVUE”のレーザバックライトでは、赤色レーザとシアン色LEDそれぞれに個別の導光板を用いる方式を採用した。これによって、全体の構成としては、赤色レーザ光源のバックライトの上に、シアン色LEDのバックライトを積み重ねたような構成となっている(図4)。両者の導光板を個別に調整することで、発光強度分布の一致・安定化を図っている。基本構成としては、極めてシンプルな考え方に基づいたものであり、2種類の光源を用いたことによる弊害の抑制に有効な構成であった。

3.5 色調整処理

色再現範囲の拡大に伴い、十分な色調整処理を実施しないと、肌色などで自然な色調が得られない不自然な表示になってしまう。そこで、当社独自のカラーマネジメント技術である、ナチュラルカラーマトリックス(NCM)を用いて、原色の鮮やかさと自然な色再現を両立するテレビとして好ましい色調整を実現し、鮮やかな色彩でかつ自然な画質を実現した。

3.6 画質劣化抑制と安全性確保

また、レーザをディスプレイに用いる際には、レーザ光の干渉・スペckル現象による画質劣化が問題となることが多い。しかし、バックライト光学系は、光の散乱やリサイクルを繰り返す構造となっているため、今回のバックライトでは、干渉・スペckル現象による画質劣化は全く見られない。さらに、レーザ安全については、安全基準クラスIを確保するとともに、十分なインターロック機構を適用し、万全を期した。

4. む す び

2012年6月29日に発売したレーザバックライト液晶テレビ“REAL LASERVUE(LCD-55LSR3)”の特長と技術について述べた。“REAL LASERVUE”は、レーザの適用によって、色の鮮やかさで一目で違いの分かる特長を備えたユニークな高画質テレビである。一方で、様々なレーザ光の特性のうち“REAL LASERVUE”に活用しているのは、今のところ単色性・色の鮮やかさだけである。レーザは、これ以外にも、指向性や、液晶ディスプレイと相性のよい偏光性といった特長を備えている。今後、レーザバックライト、レーザディスプレイ技術が、高い画質のみならず省エネルギーといった特長も備えた、真のスマート家電の発展に貢献できるものとなるよう進化させていきたい。