

エコライフを実現するホームエレクトロニクス

Home Electronics and Appliances for Creating Eco-life

片岸 誠 Katagishi Makoto
山本 宏一 Yamamoto Koichi
須賀 久央 Suka Hisao
吉田 隆彦 Yoshida Takahiko

ホームエレクトロニクス機器は広く世界に普及しており、家庭生活における利便性・快適性・娯楽性をユーザーに提供し続けている。一方、地球温暖化防止や環境影響化学物質の排除、リサイクルといった、環境配慮型社会の実現に向けたさまざまな取り組みが各国で進められていて、家庭における省電力の推進も、ますます重要になっている。

日立グループは、環境に配慮する具体的な内容を定めた「環境適合設計アセスメント」に基づき、家電製品においてもライフサイクルにおける環境負荷の低減を図っている。また、機器制御による宅内エネルギーの有効利用を図るエネルギーマネジメントシステムなどの新しい技術も推進し、さらなる省電力化に貢献していく。

1. はじめに

環境配慮型社会の実現に向けて、各国でさまざまな取り組みが進められている。家庭生活の中でユーザーに利便性・快適性・娯楽性を提供するホームエレクトロニクス機器においては、省電力の推進、低環境負荷材料の使用、リサイクル（資源循環）などの対応が求められている。そして、機器製造者は、各市場に対応した環境規制（表1参照）に準拠するよう製品開発を進めており、環境性能の継続的な向上と改良に努めている。また、日本においては、2011年3月の東日本大震災後、国内における電力需給バ

ランスがそれ以前に比べて大きく変化したことを受けて、電力の需給バランスを適正化するための技術の必要性が高まっている。

日立グループは、ホームエレクトロニクス機器として、日立アプライアンス株式会社が製造する冷蔵庫やエアコンといった、いわゆる白物家電と、日立コンシューマエレクトロニクス株式会社が製造するデジタルテレビを製品化しており、ユーザーのQoL（Quality of Life：生活の質）向上に家電製品の面から貢献している。

ここでは、家電製品における環境規制の動向と、各種規制に対応し環境性能を向上するために日立グループが製品適用している特徴技術、および家庭における省エネルギーを実現する技術として将来普及が期待されるエネルギーマネジメントシステムの展望について述べる。

2. 環境配慮型社会実現に向けた各国の動向

白物家電やホームエレクトロニクス製品の世界需要は、年間で冷蔵庫8千万台、洗濯機7千万台、ルームエアコン6千万台、テレビ2億台といった規模である。これらの製品のライフサイクルにおける環境影響を考えたとき、製品使用時のエネルギー消費に起因するCO₂の排出が、地球温暖化に与える影響の大きな要素であると考えられてお

表1 | ホームエレクトロニクス機器に関する各国の主な環境規制

省エネルギー、環境影響化学物質、脱フロンなどグローバルな課題に対応するため、世界で環境規制が拡大している。

規制分野	日本	米国	欧州	中国
省エネルギー	・省エネ法（1999年改正：トップランナー方式）	・エネルギー独立性及び安全保障法（EISA2007） ・Energy Star	・エコデザイン指令（ErP指令） ・Energy Labelling	・エネルギー効率ラベル管理弁法
環境影響化学物質	・J-Moss（資源有効利用促進法）	・有害物質規制法（TSCA） 改正案（HR2420）	・RoHS指令 ・REACH規則	・電子情報製品汚染規制管理弁法 ・新化学物質環境管理弁法
脱フロン	・オゾン層保護法	・大気浄化法（CAA）	・Fガス規制	・オゾン層破壊物質管理条例

注：略語説明 J-Moss〔電気・電子機器の特定の化学物質の含有表示方法（The marking for presence of the specific chemical substances for electrical and electronic equipment）JIS C 0950〕、EISA2007（Energy Independence and Security Act of 2007）、HR2420（米国版RoHS法）、TSCA（Toxic Substances Control Act）、CAA（Clean Air Act）、ErP（Eco Design of Energy-related Products）、RoHS（Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment）、REACH（Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals）

り¹⁾、エネルギー消費量の低減が求められている。また、製品に含有する化学物質が自然環境や生態系に与える影響や、使用済みとなった製品の資源循環に関する課題なども考慮する必要がある。

以下では、これらの問題に対する規制の動向について概要を述べる。

2.1 地球温暖化防止(省エネルギー)

気候変動枠組条約(気候変動に関する国際連合枠組条約)に基づく京都議定書(1997年)では、先進国における温室効果ガスの排出削減目標が定められている。主要各国における電気製品の省エネルギーに対する取り組みは、エネルギー消費効率の基準制定とラベリング制度の実施の両面から規制が進んでおり、各製品の省エネルギー化を後押ししている。

エネルギー消費効率の基準については、米国や中国のように、MEPS (Minimum Energy Performance Standard : 最低エネルギー消費効率基準)として、製品分野ごとに全製品がクリアすべき最低基準値を定める方式を採用した国が多い^{2), 3)}。

一方、製品の出荷台数に基づくエネルギー消費効率の加重平均値についてクリアすべき基準値を定める、平均基準値方式による規制を採る国もある。日本は、その基準値の決め方として、トップランナー基準方式を採用している。これは、基準策定時点での最高のエネルギー消費効率値に基づいて基準を決める方式であり、製品のエネルギー効率向上を業界全体として加速する方法と言える。

また、洗濯機の節水についても、米国や中国では省エネルギーの一環として位置づけ、基準を設けている^{4), 5)}。

消費電力のラベリング制度については、各市場の電力エネルギー消費効率の基準と連動し、製品の省エネルギー性能が視覚的にわかりやすいよう、国ごとにさまざまな工夫をしたラベルが採用されている。

なお、欧州連合では2005年に発効したEuP (Ecodesign Requirements for Energy-using Products) 指令がErP (Ecodesign Requirements for Energy-related Products : エコデザイン) 指令に改正され、電気製品の使用時および待機時における消費電力削減だけでなく、製品ライフサイクル全体を考慮した環境配慮設計の実施を製造者に求めている。

2.2 環境影響化学物質(低環境負荷)

鉛などの重金属による環境汚染についての認知が高まり、1990年代から電気製品における鉛使用の規制の検討が始まった。2006年には、欧州連合でRoHS (Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and

Electronic Equipment) 指令が施行され、電気電子機器における鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、特定臭素系難燃剤(ポリブロモビフェニル、ポリブロモジフェニルエーテル)の6物質群について使用が制限されることになった。そして、同様の規制が世界各国に広まりつつある。欧州連合ではこれに加えて、製品に含有される化学物質の登録などに関する制度として、REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) 規則が2007年から施行された。

オゾン層破壊物質に関しては、モントリオール議定書(1987年)に基づき、特定フロン(CFC: クロロフルオロカーボン)が禁止され、現在は世界的に指定フロン(HCFC: ハイドロクロロフルオロカーボン)の削減が進められている。これらのフロンの代替として現在はHFC(ハイドロフルオロカーボン)が使用されているが、欧州連合では、Fガス規制が始まり、HFCについても今後削減が求められる方向となっている。

2.3 リサイクル(資源循環)

日本においては廃棄物処理における最終処分場の逼(ひっ)迫、欧州や中国においては有害化学物質による環境汚染の防止を主眼として製品リサイクルの制度が設けられた。このほか、日本では、資源循環のための設計の工夫を求める資源有効利用促進法(資源の有効な利用の促進に関する法律)が制定されている。

3. ホームエレクトロニクス分野における日立の貢献

3.1 白物家電

暮らしに密着した家電製品は、生活を「もっと便利に」、「もっと快適に」という普遍的ニーズと、社会や生活スタイルの変化に応じて進化してきた。一方、家庭のエネルギー消費は、前述の利便性、快適性を追求するライフスタイルの変化、世帯数増加、高齢者比率上昇などの社会構造変化によって増加の一途をたどっている。2009年度では国内における全エネルギー消費量の約14%を占めている(自家用自動車などの運輸関係を除く)⁶⁾。

こうした中、前述したように地球規模での環境意識の高まりから、家電製品の省エネルギー性能、環境負荷低減が重要な指標となってきている。

(1) 省エネルギー

家庭におけるエネルギー消費の内訳は、空調用、給湯用が全体の約56%を占め、その他は厨(ちゅう)房用、動力・照明である⁷⁾。エネルギー源は、灯油、電力、ガスのうち2008年では電力が約50%に達している。電力が増加した要因は、ヒートポンプ式エアコンなどの家電機器の普及や

大型化によるものである。また近年はオール電化住宅の増加により、ヒートポンプ給湯機も電力増加の要因となっている。

ここで、家電機器の省エネルギー性追求の取り組みについて、幾つかの視点で述べる。

まず、家電機器の心臓であるモータ、モータドライブシステムでは、これまで高性能・高能材料の開発や、電磁場解析を活用した低損失化、インバータ制御方式の革新などによって高効率化を進め、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、掃除機などの効率向上を支えてきた^{8), 9)}。また、家庭の消費電力の過半を占める空調、給湯、それに冷蔵庫の運転システムであるヒートポンプ技術では、独自のサイクル、センシング技術で省エネルギー化を推進してきた^{10), 11)}。

効率向上のためにムダをなくすという観点から断熱技術、排熱利用技術も開発してきた。冷蔵庫では、庫内の熱漏洩(えい)を低減する真空断熱材を採用、また、冷却器

に付いた霜の冷熱エネルギーを有効利用する「フロストリサイクル」技術を開発して年間消費電力量を低減してきた(図1, 図2参照)。

ヒートポンプ給湯機の貯湯タンクにおいても同様に真空断熱材を採用し、内部の高温湯からの熱漏洩を低減し、給湯効率の向上を図っている。

また、ドラム式洗濯乾燥機では、筐(きょう)体内にたまった排熱を有効利用する「ヒートリサイクル」技術によって省エネルギー性能を向上した¹²⁾。

洗濯機の節水性能では、洗濯水を循環させることにより、少ない水量で高い洗浄力を発揮する「ビートウォッシュ」や、乾燥運転時の水冷除湿に風呂水を利用し使用量の削減を図った。

以上に述べたとおり、これまでは家電機器単体での効率向上、省エネルギー化を中心に推進してきたが、今後は、高気密・高断熱化などの住環境の変化、太陽光発電などの再生可能エネルギーの活用による電力需給変化に応じ、家全体での統合管理、制御が重要となってくると考えられる。

(2) 環境影響化学物質の削減

日立アプライアンスでは、1999年発売の冷蔵庫、洗濯機、ルームエアコンから無鉛はんだの採用を始め、白物家電の各製品に展開してきた。その後、欧州連合で2006年7月から施行されたRoHS指令への対応も進め、日本向け製品、海外向け製品とも、RoHS指令に適合させている。

冷蔵庫の冷凍サイクルの冷媒や断熱材発泡剤にはかつては代替フロンHFCを使用していたが、冷媒としてはイソブタン、断熱材発泡剤としてはシクロペンタンを採用し、2002年の製品からノンフロン化した(一部の小型機種を除く)。イソブタン、シクロペンタンとも炭化水素で可燃性、引火性があるため、流通時・使用時・修理時の安全性確保が最重要課題であったが、冷媒充填量の減量、冷却装置の配管接続部の削減、霜取りヒータの低温化やブラシレスファンモータの採用、電気部品類の防爆仕様化などにより、安全性対策を施した¹³⁾。

ヒートポンプ給湯機については、冷媒にはHFCではなく自然冷媒(CO₂)を採用している。

(3) 資源循環

資源有効利用促進法では、指定省資源化製品、指定再利用促進製品として、冷蔵庫、エアコン、洗濯機などが指定され、原材料などの使用の合理化、部品の共通化や耐久性の向上による長期間の使用の促進のほか、使用済みとなった後の資源循環に配慮した構造の工夫、分別のための工夫、安全性の確保などを義務づけている。これに対応するため、1999年から環境適合設計アセスメントを製品の設計プロセスに導入している¹⁴⁾。



図1 | フロストリサイクル技術の概要

運転時に冷却器に付着する霜(フロスト)は冷却効率を低下させるため、従来はヒータで溶かして捨てていた。この霜から生じる冷気を有効利用して冷蔵室と野菜室に送り込む構造を採用し、コンプレッサを止めた状態で霜から生じた冷気による冷却ができるようにした。

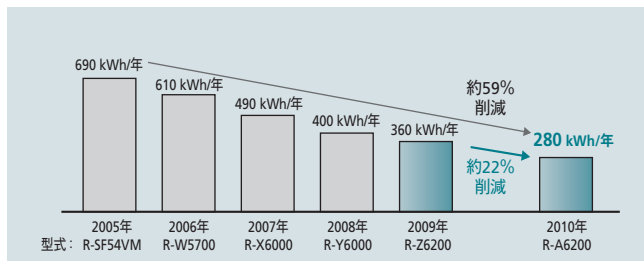


図2 | 省エネルギー化による冷蔵庫の年間消費電力量の推移(当社比)

年間消費電力量は、JIS C 9801測定基準による。使用時の消費電力量は、設置の仕方、各庫内の温度設定、周囲温度や湿度、ドア開閉頻度、新しく入れる食品の量や温度、使い方などにより変動する。

3.2 デジタルテレビ

次に、デジタルテレビを例にして、日立グループの環境規制に対する具体的な取り組み事例について述べる。

(1) 省エネルギー

日本の省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）では、テレビの省エネルギー効率率は年間消費電力量で規定されている。また、目標年度における達成および各製品の達成率をカタログなどに表示（省エネラベリング制度）することが義務化されている。2010年の省エネ法の判断基準（テレビジョン受信機の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等）の改正により、目標達成年度が2012年度の新基準になり基準がさらに強化されるとともに、消費電力の測定方法が変更された。具体的には、これまでは4種類の静止画を表示したときの消費電力を測定し、計算式によって動画表示相当に換算していたが、改正後は放送番組の条件を模擬した動画による測定方法が新たに採用された。新測定方法の場合は、同一機種を従来方式で測定した場合と比較し、年間消費電力量が多くなる傾向にあるため、よりいっそうの省エネルギー性能が要求される。

日立コンシューマエレクトロニクスでは、これまでテレビの高画質化（高精細化）と省エネルギー化の両立を積極的に進めてきた（図3参照）。

2012年度基準対応として、テレビのバックライト光源をCCFL（Cold Cathode Fluorescent Lamp：冷陰極蛍光管）方式からLED（Light Emitting Diode）方式に変更した。さらに、日立独自のスリムブロック型LEDバックライト（以下、S-LEDと記す）を開発し、省エネルギーと高画質を実現した。S-LEDでは、独自の導光板技術と、画面輝度をエリアごとに制御する方式の導入により、バックライト単体での電力を最大で45%低減できる（図4参照）¹⁵⁾。

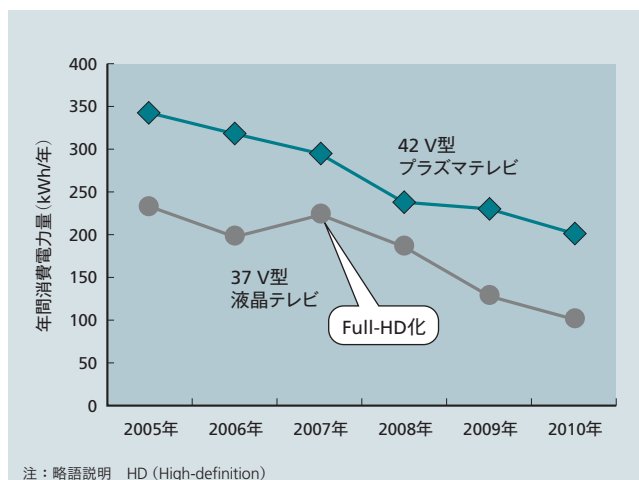


図3 | 省エネルギー化による薄型テレビの年間消費電力量の推移

2009年、2010年は2010年4月の省エネ法の判断基準（テレビジョン受信機の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等）の改正に基づいた新測定法による。

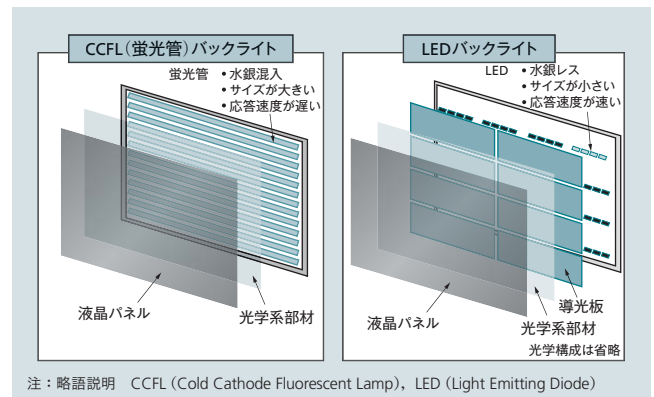


図4 | CCFLおよびLEDバックライトの構成概要

CCFLバックライトは、入力映像信号にかかわらず常に点灯しているのに対し、S-LEDでは入力映像信号に応じて、LEDの調光をエリア制御するため、省電力化を図ることができる。

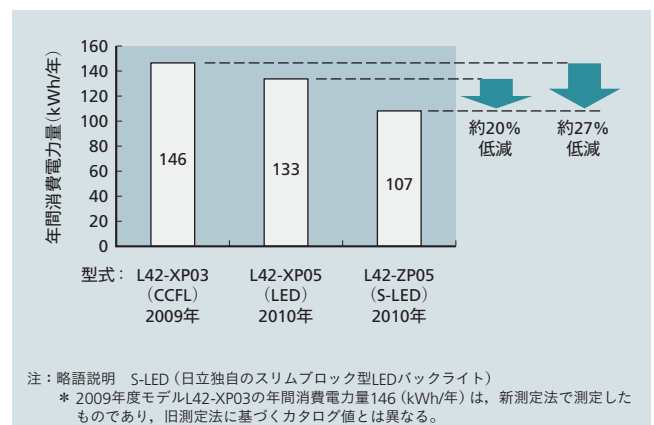


図5 | 42V型液晶テレビにおけるバックライト方式の違いによる年間消費電力量の比較（2010年4月の省エネ法の判断基準の改正に基づいた新測定法による）

テレビの年間消費電力量は、一般家庭での平均視聴時間4.5（時間/日）、平均待機時間19.5（時間/日）を基準とし、省エネ法に基づいて算出した一年間に使用する電力量である。

バックライト方式の違いによる液晶テレビの年間消費電力量を42V型で比較すると、2010年のS-LEDテレビは、2009年のCCFLモデルに対して約27%低減し、LEDとの比較でも約20%低減した（図5参照）。

日立グループの「2025年度までに、製品を通じて年間1億トンのCO₂排出抑制に貢献する」という目標に向けて、さらに省エネルギー性能の高い第2世代を開発中である。

(2) 環境影響化学物質の削減

日立コンシューマエレクトロニクスでは、デジタルテレビ製品に使用する環境影響化学物質の含有情報を、購入部品単位でサプライヤーから入手し、社内システムで一元管理している。欧州のRoHS指令などの使用禁止物質への対応としては、入手データの確認および部品認定サンプルの破壊測定などを実施し、適合確認を行っている。

REACH規則などの情報伝達への対応としては、業界標準であるJAMP（Joint Article Management Promotion-consortium：アーティクルマネジメント推進協議会）の調査ツールや情報基盤を利用して集計している。

CCFL方式バックライトに用いる冷陰極管では、不活性ガスと水銀蒸気を封入して発光させているが、前述したS-LED方式では、LED光源を採用することで、光源における水銀の使用を排除した。

筐体の難燃剤には塩素や臭素などを使用しないリン系難燃剤を採用し、製品から放散するVOC (Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物) についても、JEITA (電子情報技術産業協会) の指針値をクリアしている¹⁶⁾。

(3) 資源循環

日本の資源有効利用促進法や欧州のErP指令 (エコデザイン指令) において要求される3R (Reduce, Reuse, Recycle) などの環境に配慮した製品設計に対しては、1999年から「環境適合設計アセスメント」を設計開発のプロセスに組み入れた。これにより、製品の設計段階から、部品の高集積化やネジ本数の削減を図り、製品の薄型化や軽量化を達成している。

また、製造者責任によるリサイクル義務を果たすために、ブラウン管テレビ、プラズマテレビ、液晶テレビのリサイクルを家電リサイクル法の共同リサイクルスキームによって実施している。

4. 宅内エネルギーマネジメント

各国で環境配慮型社会実現に向けてさまざまな取り組みが進められる中、日本においては、2020年までにCO₂排出量25%削減 (1990年比) の目標に向け、再生可能エネルギーの導入、系統安定化対策、需要家側の制御に関する検討が進められている。また、2011年3月の東日本大震災後、電力需給バランスがそれ以前に比べて大きく変化し、限られた電力供給に対して需要家側の電力使用量を適正化するための技術の必要性が高まっている。

家庭においては、製造者がこれまで進めてきた機器単体の省電力化はもちろん、今後は周囲の環境や電力供給量に応じて宅内機器を最適にコントロールするような家全体のエネルギー管理が重要となる。限られたエネルギーを効率よく使用するための宅内におけるエネルギーマネジメントシステム (HEMS: Home Energy Management System) は、今後、広く普及していくと考える。

これまで日立グループは、宅内の機器制御あるいは、使用エネルギーの「見える化」を行うなどして省エネルギー化を図る実証実験や試作を行ってきた¹⁷⁾。次に、宅内のエネルギーを有効活用するエネルギー統合制御システムについて将来展望を述べる。

再生可能エネルギーとしては、日本での普及が急進している太陽光発電に加え、太陽熱も注目されており、今後さらなる普及が期待されている。両者とも得られるエネル

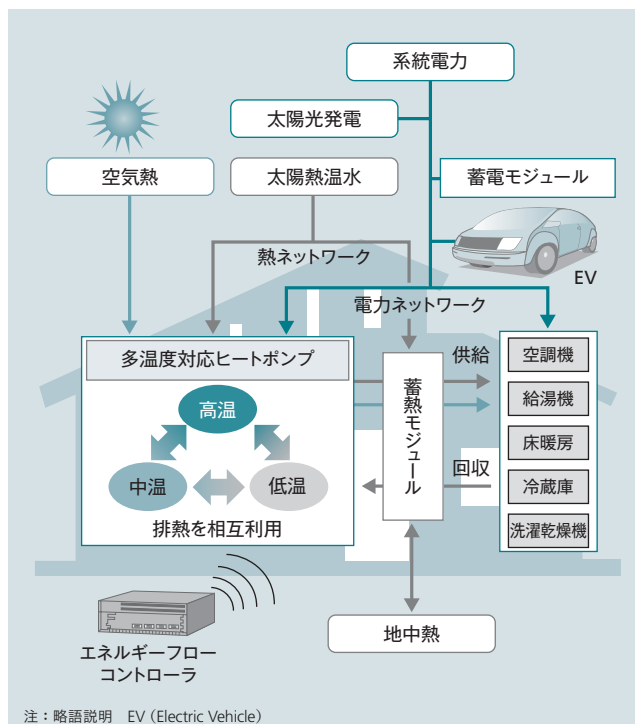


図6 | 将来の家庭向けエネルギーシステムの構成例

再生可能エネルギー利用の拡大に、多温度対応ヒートポンプと冷媒自然循環式サイクルで対応し、それをエネルギー統合制御システムで運用する。

ギー量が、天候、季節、時間帯などに依存し変化する。そこで、蓄電や蓄熱の機能を加えて、エネルギーの創生時刻と利用時刻を任意に変えられるようにし、エネルギーの有効活用を図ることが重要である。再生可能エネルギーを有効に利用するための用途、時間、量を判断して宅内機器を制御する、エネルギー統合制御システムが必要となる。実現には、さまざまな要素機器の特性予測技術、センシング技術、最適化制御技術の高度化が必要である。

将来の宅内エネルギーシステムを図6に示す。再生可能エネルギー利用の拡大に、多温度対応ヒートポンプを活用して熱回収を積極的に行い、それをエネルギーフローコントローラで管理・運用するものである。

このシステムが実現すれば、エネルギーの宅内における地産地消ができ、地球環境保護に貢献できる。また、ユーザーのエネルギーコストの極小化や、居住者の生活スタイルに応じた健康で快適な空調環境が実現できると考える。さらに、震災復興時における電力の需給バランスの適正化に貢献できる。

5. おわりに

ここでは、家電製品における環境規制の動向と、各種規制に対応し環境性能を向上するために日立グループが製品適用している特徴技術、および家庭における省エネルギーを実現する技術として将来普及が期待されるエネルギーマネジメントシステムの展望について述べた。

東日本大震災後、国内における電力需給バランスがそれ以前に比べて大きく変化したことを受けて、限られた電力供給に対して需要家側の電力使用量を適正化するための技術の必要性が高まっている。日立グループは、環境配慮型社会の実現や、電力需給バランスの適正化などに貢献するため、ホームエレクトロニクス製品のさらなる省電力化と、エネルギーマネジメントシステムなどの新しい技術の開発を推進していく所存である。

参考文献など

- 1) 電機・電子温暖化対策連絡会：電機・電子業界の低炭素社会実行計画、産業構造審議会環境部会地球環境小委員会政策手法ワーキンググループ(第7回)資料(2010.10),
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004672/007_07_00.pdf
- 2) Energy Efficiency and Renewable Energy (U.S. Department of Energy) : Energy Savers,
http://www.energysavers.gov/your_home/appliances/index.cfm/mytopic=10050
- 3) 国家认证認可监督管理委员会(中华人民共和国)：中国认证可信信息网,
http://www.cait.cn/news/rdzt/2011rdzt/jdjqd/jdnxbsqdy/201101/t20110118_70520.shtml
- 4) United States of America : Energy Independence and Security Act of 2007 (2007.12),
<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ140/content-detail.html>
- 5) 中华人民共和国国家发展和改革委员会：中华人民共和国实行能源效率标识的产品目录(第二批)(2006.9),
http://www.ndrc.gov.cn/hjbh/hjjsyxsh/t20060929_87019.htm
- 6) 資源エネルギー庁：平成21年度(2009年度)におけるエネルギー需給実績(確報)(2011.4),
http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyuu/resource/pdf/110426_honbun.pdf
- 7) 経済産業省：エネルギー白書2010(2010.6)
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010/>
- 8) 石井：何をつくるのかーお客様の潜在ニーズを形に，日立評論，91，4，338～343(2009.4)
- 9) 三上，外：進化するモータ，日立評論，92，12，928～933(2010.12)
- 10) 大塚，外：「もっと快適に」生活の場に合わせた空調の進化，日立評論，92，10，768～771(2010.10)
- 11) 市本，外：「もっと便利に」冷蔵庫における大容量・省エネルギーの追求，日立評論，92，10，763～766(2010.10)
- 12) 大杉，外：「もっと便利に」洗濯機における全自動化への流れ，日立評論，92，10，754～758(2010.10)
- 13) 日立ホーム&ライフソリューション株式会社：ニュースリリース(2002.5),
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/hl/news/2002/0521a/>
- 14) 平野，外：環境適合設計とプラスチックリサイクルの取組み，プラスチックスエージ，51，臨時増刊，80～89(2005.8)
- 15) 久保田，外：省エネルギー，高画質をリードするLEDバックライト液晶テレビ，日立評論，92，10，747～752(2010.10)
- 16) JEITA(社団法人電子情報技術産業協会)：AV機器からのVOC放散速度の指針値(2011.1)
http://home.jeita.or.jp/ce/guideline/AV_VOC_20110126.pdf
- 17) 安東，外：将来のスマートハウス構想，日立評論，92，10，790～795(2010.10)

執筆者紹介



片岸 誠

1988年日立製作所入社，横浜研究所 ワイヤレスシステム研究部所属
現在，ワイヤレスシステム，エネルギーマネジメント関連技術の開発に従事
電子情報通信学会会員



山本 宏一

1992年日立製作所入社，日立コンシューマエレクトロニクス株式会社 環境推進センタ 所属
現在，化学物質管理を主体とした製品および工場の環境法規制対応の推進に従事



須賀 久央

1979年日立製作所入社，日立研究所 生活家電研究部 所属
現在，冷凍空調，電化機器の研究開発に従事
日本機械学会会員



吉田 隆彦

1978年日立製作所入社，日立アプライアンス株式会社 環境推進部 所属
現在，環境管理全般の推進に従事
日本機械学会会員