アドバイス機能付き HEMS の開発

山本 昌樹 Masaki Yamamoto 日本電信電話株式会社環境エネルギー研究所

Part

1

まえがき

近年、地球温暖化の懸念から世界的に環境に関する意識が高まっている。我が国においても鳩山前首相が昨年9月に国連の気候変動首脳級会合において、温室効果ガス排出量を2020年までに1990年比で25%削減する中期目標を発表するなど、国を挙げての取組みが進められている。

この取組みの中で産業界に比べ対応が遅れているとされる家庭の省エネルギー（以下、省エネ）推進を目的として、NTT 環境エネルギー研究所ではアドバイス機能付き HEMS（Home Energy Management System）の開発を行っている。本稿では家庭におけるエネルギー消費の現状に触れながら、開発したシステムの概要について解説する。

Part

2

家庭のエネルギーの消費動向

家庭を含めた各分野のエネルギー消費動向（電力だけでなくガス・石油等も含む）については、資源エネルギー庁から総合エネルギー統計として発表されている。同統計資料から算出した1990年から2008年までの製造業、サービス業、運輸業、家庭のエネルギーの推移について図1に示す。また2008年における電力の分野別需要構成について図2に示す。

図1において1990年を100として比較した場合製造業はほぼ横ばい、運輸業は1996年まで増加傾向であったが、その後は同じく横ばいに転じている。理由としては製造業においては二度の石油ショックを経験し省エネが徹底していること、運輸業においては自動車の燃費改善や省エネ鉄道車両の投入などが挙げられる。しかし、サービス業と家庭は上昇傾向が顕著であり、特に家庭は2008年

図1 各分野のエネルギー消費動向
(出典：資源エネルギー庁，総合エネルギー統計)

図2 2008年の電力需要の構成
(出典：資源エネルギー庁，総合エネルギー統計)

の原油価格高騰によりほかの産業が大幅にエネルギー需要を減少させたにもかかわらずほとんど減少していない。

また図2の電力エネルギー需要構成を見ると、2008年の国内電力需要約9,600億kW・hのうち、サービス業が36%、製造業が32%、家庭が30%と家庭需要が国内需要の約3分の1を占めており、今後もオール電化の普及や少子高齢化による世帯数の増加により更に需要増が見込まれている[1]。このため温暖化対策の推進には家庭の省エネ推進が不可欠であると考えられる。

Part

3

HEMS が持つ特徴

3.1 HEMS による省エネ効果

このように産業界に比べ対策が遅れている家庭の省エネ推進のため、HEMS を用いた取組みが注目されている。

HEMS は家電等の省エネ制御を行ったり、ユーザに情報を提供して省エネを促すことを特徴としている。すなわち、HEMS を用いた省エネの実施手段は以下の二つに大別される(図3)。

- ① 人感センサを用いて不在時の照明を自動消灯するなど、家電を最適制御することによる省エネ(直接的な省エネ実施手段)
- ② 現在のエネルギー使用状況などの情報を提供することで、ユーザに省エネ行動を促す実施手段(間接的な省エネ実施手段)

2001 年から 2005 年にかけて NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)が HEMS を用いた実証実験を関東地区、阪神地区など全国 5 か所で実施した。実験ではセンサ機能を付与した家電製品を電力線通信(PLC)モデムで接続し、人の在・不在などを検知して運転停止させ

図3 HEMS が持つ二つの省エネ手段

図4 実験住宅でのシステム構成例

表1 実験による省エネ効果

	参加 世帯数	全世帯の年間 省エネ量(kW・h)	直接的手段の 比率(%)	間接的手段の 比率(%)
関東地区	11	224	16.5	83.5
阪神地区	219	541	1.4	98.6

るなどの直接的省エネ手段と、現在の消費電力をディスプレイ等に表示(見える化)する間接的手段を設置し、その効果を測定している。図4に実験住宅でのシステム構成例、表1に実験による省エネ効果について示す。

この実験結果から機器制御など直接的な省エネ手段と比較して、見える化によりユーザに直接省エネを訴求する間接的な省エネ手段の方が効果が極めて高いことが明らかになっている[2]。

3.2 「見える化」の先にあるもの

このように見える化による省エネ行動の喚起については高い効果が得られることが明らかになっており、家庭の電力使用量見える化のための機器も市販されている。ただし、現状の電力使用量を見える化してもどのような省エネ行動をとるべきかはユーザの判断に任されているため、有効で具体的な省エネ行動に結び付きにくいという問題点がある。例えば深夜の待機電力が大きいという問題を持つユーザに対して、1日の電力消費を単に時間別グラフにして提示しても、昼間帯に比べ深夜の電力消費量は相対的に少なく見えるため、それだけではユーザは待機電力の問題に気付きにくい。

このような課題に対応するためには、見える化に加えてユーザの電力消費状況を分析し、具体的な省エネ行動に結び付くような適切なアドバイスを提供することが必要になるが、従来の機器ではユーザへの省エネアドバイスは冷暖房の設定温度や冷蔵庫の詰込み過ぎ注意など一般的なものをランダムに表示するだけのものが多かった。

NTT 環境エネルギー研究所では、家庭の電力消費量の見える化と測定データ分析により、その世帯に適した省エネアドバイスの提供を組み合わせたアドバイス機能付き HEMS の開発を行い、社員世帯を中心に実証実験を実施している。4.において開発中の新システムの概要について述べる。

4.1 計測システムの構成

従来の HEMS の測定では住宅用分電盤内の主幹ブレーカにて世帯全体の電流値のみを計測する場合が多い。この場合設置作業は容易で安価ではあるが、家全体の消費電力動向しか分からないため具体的な分析やアドバイス提供が行いにくい。一方で家電ごとに多数の計測装置を設置すると、分析やアドバイスにはよいがシステム価格が高価になり導入しづらくなる。このため新システムでは、分電盤の主幹ブレーカにおいて家全体の消費電流を測定するとともに、コンセント単位で測定可能な測定器を冷蔵庫に設置し、その消費電流を測定することとした。測定は、配線を通る電流により発生する磁界の変化を検知することで電流値を測定できるクランプ式 CT (Current Transformer) を用いている。

計測したデータは無線により 1 分ごとに受信機（親機）へ送信され、更にインターネットを介して外部のエネルギー管理サーバに送信される。

エネルギー管理サーバではデータの収集と分析が行われるとともに、ユーザーに適した省エネアドバイスの選定とグラフ加工などを行う。ユーザーはあらかじめ付与されたユーザー ID 番号とパスワードにより認証を受けてサーバにログインし、自宅の電力消費グラフや自分に合った省エネアドバイスなどを見ることができる。システム構成について図 5 に、また測定機器の外観について図 6 に示す。

図 6 測定機器外観写真

4.2 測定及びデータの分析方法

本システムにおける測定及びデータ分析の流れについて図 7 に示す。

測定に先立ちユーザーへ適切な省エネアドバイスを提供するため、ユーザーには平均的な起床就寝時間、冷暖房の使用期間、所有する家電機器などの属性情報を入力してもらう。システムはこれに基づき睡眠時間帯の把握や提供すべき機器ごとの省エネアドバイスの選定を行う。

計測機器を設置し属性情報入力が終わると、現状把握のためその世帯の事前測定を 1 週間行う。この 1 週間のデータに基づきユーザーの電力消費特性を分析してユーザーを、①ピーク電力過大型、②ベース電力過大型、③全体的に過大型、④過大となる特徴のない通常型の 4 パターンに分類し、そのパターンに基づいた省エネ対策を

図 5 アドバイス機能付き HEMS のシステム構成

図7 測定及び評価の流れ（サーバとユーザ間）

四つ選定してユーザに提案する。例えば睡眠時間帯の消費電力が1日の消費電力の中で相対的に大きい場合は、ベース電力過大型と判定して寝る前に使わない機器のプラグを抜くなどの省エネアドバイスを提案し、ベース電力削減を促す。

ユーザは提案された省エネ対策のうちから四つを選択するが、取り組みそうにないものが提案された場合はキャンセルして別な対策を要求できる。このようにユーザは自分が取り組みそうな省エネ対策を選択することにより、一方的な対策の押し付けではなく自分が納得した対策で省エネを進めることができ、結果として継続的に省エネに取り組む効果が期待できるメリットがある。ユーザは1週間ごとに自分が選んだ省エネ対策の取組み状況を画面で報告し、これを4回（4週間）繰り返すことで省エネ行動の定着を目指す。

4週間経過時には4週間前の家全体の消費電力量との比較を行い効果の判定を行うが、残念ながら省エネ対策を実施しても必ずしも効果が出ない場合もある。そのような場合でも省エネ対策を取ったことそのものを賞賛するメッセージを表示し、ユーザがやる気を失わず翌月も継続して省エネに取り組んでもらえるよう配慮している。

家庭における省エネの取組みにおいては、学校で身近な環境問題について学習を始める小学校中高学年の子どもが中心となって進めている事例も多く見受けられる。このため、ユーザ画面についてはキャラクタを配置して、これらの年代の子どもが親しめるような画面構成としている。また、現在の消費電力や消費量グラフのほか、コ

図8 ユーザ画面の一例

ミュニティ内での省エネ順位発表やそれに伴うポイント付与も行い、コミュニティ内で影響し合うことで省エネを進める工夫も行っている。図8にユーザ画面の一例を示す。

4.3 評価と今後の予定

現在本システムは2011年の2月までの予定でグループ会社社員宅に設置し、測定精度や基本特性の確認と使い勝手の検証を進めている。今後これらの評価を踏まえ分析アルゴリズムとユーザインタフェースの向上を図り、家庭の省エネに貢献できるサービスとして開発を推進していく予定である。

● 文 献

- [1] 省エネルギーセンター，“省エネルギー技術戦略,” 省エネルギー技術戦略検討会報告書, June 2002.
- [2] NEDO, 住環境計画研究所, “HEMS 実証実験における省エネルギー効果の評価解析,” NEDO 住宅における省エネ推進事業成果発表会資料, Oct. 2006.
- [3] 山本昌樹, 色川泰史, 野崎洋介, 杉谷聡文, 遠藤久仁, 木津川直樹, “ICTを用いた家庭向け省エネサービス,” 信学技報, EE2008-34, July 2008.

山本昌樹

1987 富山大・工卒。同年4月日本電信電話株式会社入社。デジタル加入者線交換機（D70）や光加入者方式（CT/RT）の開発、りん酸形燃料電池熱回収システムの研究などを経て、現在、スマートグリッド技術の研究開発に従事。