

# 省エネを促すアフェクティブ情報システムの提案と評価

2006MI160 白倉 沙織 2006MI171 田口 亜純

指導教員 青山 幹雄

## 1. はじめに

近年、民生部門におけるエネルギー消費と地球温暖化への対策技術が注目されているが、それには限界があり、人間自身が気づき行動することが重要である。また、エネルギー消費、環境問題に対する意識と行動のギャップが指摘されている。これはエネルギー消費が目に見えるものでないことから実感が沸きにくいことが原因である。

本研究では、エネルギー消費を視覚化し、人々に気づきを与えるためのアフェクティブ情報システム(以下 AIS と略記)を提案する。

## 2. EMS のモデル

エネルギー消費を制御するシステムを一般に EMS (Energy Management System)と呼ぶ。EMS は、HEMS (Home Energy Management System)と BEMS (Building and Energy Management System)に分類される。そして、HEMS と BEMS は、共に、自動制御機能と情報提供機能の2つの機能から構成される。本研究と関連が深い HEMS と情報提供機能について以下に説明する。

HEMS とは、住宅内の電化製品とセンサ、制御機器、表示システムをネットワーク化し、エネルギー消費の表示や制御を行う。この表示を行う機能が情報提供機能である。これは、省エネの気づきを促すことが目的である。例として、家庭全体および各電化機器の消費電力量、電気料金をリアルタイム表示、あるいは、目標電力料金に対し、現在の料金および予測値を表示することが挙げられる。

## 3. 気づきを促すための視覚化

人は情報や数値を視覚化することにより、気づき、行動に移す。このプロセスの中で行動を起こさせるための視覚化と気づきが重要であると考えられる。

### 3.1. 気づきの重要性和気づきを促すデータ表現

気づきは個人の納得感とともに生じるため、その人の行動に大きな変化をもたらすことが期待される。

気づきを促すためには、ユーザが納得しやすいデータに変換する必要がある。エネルギー消費を消費電力量や電気料金、CO<sub>2</sub>排出量に変換することで気づきを促すことが可能となる。また、表示する際に、現在の消費電力量だけ

でなく、予測値や過去のデータを提示することにより、省エネ行動を促しやすい。

### 3.2. 直感的に気づきを促す方法

脳が入力している情報量の8割以上は、視覚である。人の生活には視覚情報が欠かせないことがわかる。直感的に情報を表現する方法として、色彩の効果が有効である。

## 4. 関連研究

文献[1]は、人々の省エネ行動実践への動機づけを目指し、省エネ行動を支援するために心理、感情要素を考慮したアフェクティブインタフェースを提案した。人間が適切な省エネ行動を行うために、心理、感情面に配慮したユーザインタフェースからのアプローチをとり、省エネ行動支援手法を提案した。提案手法の評価は、被験者による評価実験に加え、実際の利用の観点から、ユーザインタフェース導入の際の費用対効果を算出した。評価実験の結果からは、開発したインタフェースの正常動作が確認され、提案手法が人間の心理面に良い影響を与えることが示された。

## 5. 研究課題

本研究では、ユーザが納得しやすい情報を提示することで、気づきを促すシステムを提案する。6章で述べる気づきを促す3段階の視覚化モデルのそれぞれの要素に対して、妥当性を確認することが課題である。

また、色彩のもつ効果を利用したシステムを提案する。よって、色彩や必要な情報のみを提示することで、誰が見てもわかるシステムを提案することが課題である。

## 6. AIS を実現するアプローチ

本研究では、室内のエネルギー消費を気づきを促すように視覚化する“AIS”を提案する。そのため、エネルギー消費の計測対象を電力とし、視覚化を実現するために、図1で示す3段階の視覚化プロセスモデルを定義した。

- (1) 計測:計測器で電力の計測を行い、データを収集
- (2) 変換:収集したデータを省エネ行動を促すアフェクティブな情報に変換
- (3) 表示:PCの画面を用いて省エネ行動を促すよう視覚的に表示

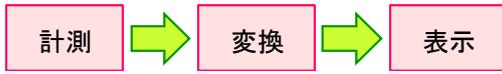


図1 視覚化プロセスモデル

以上の視覚化プロセスモデルを実現することにより、ユーザーに対して省エネ行動を起こさせるための動機づけを促せると考えた。

## 7. AIS のアーキテクチャ

前章の視覚化プロセスに基づき、AIS の実現方法を提案する。

### 7.1. 表示システムの構成

図1で示した視覚化プロセスモデルを、AISとして具体化したものを図2に示す。

- (1) 計測: エコパワーメータを用いて計測
- (2) 変換: エネルギーをアフェクティブな情報に変換
- (3) 表示: 表示画面を用いて気づきを促すよう表現

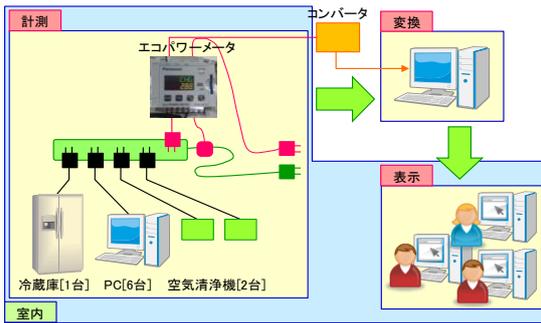


図2 AISの構成

### 7.2. アーキテクチャの具体化

シナリオに基づき、アーキテクチャを具体化した。

#### (1) シナリオ

- i) エコパワーメータの電源を入れ、計測開始する。その計測値を監視システムに送る。エコパワーメータは、一定の周期で監視システムにデータを送り続ける。また、計測値はアフェクティブな情報に変換する。ただし、エコパワーメータの電源を切ったり、一定時間計測値の送信がないと AIS は終了する。
- ii) ユーザが目標値を設定し、監視システムに送る。その目標値と変換値を一定周期で比較し続ける。ただし、AISを終了すると、監視と表示のシステムが終了する。
- iii) 条件に基づき、警告画面か注意画面を表示する。表示する条件は以下の2つである。
  - a) 警告画面: 目標値を超えた場合

b) 注意画面: 変換値が目標値の80%以上の場合  
そして、ユーザが妥当性確認を行い、画面を閉じる。目標値が妥当な場合、目標値と変換値の比較に戻り、妥当でない場合、目標値設定に戻る。

#### (2) 挙動

シナリオに基づく AIS の挙動を図3に示す。

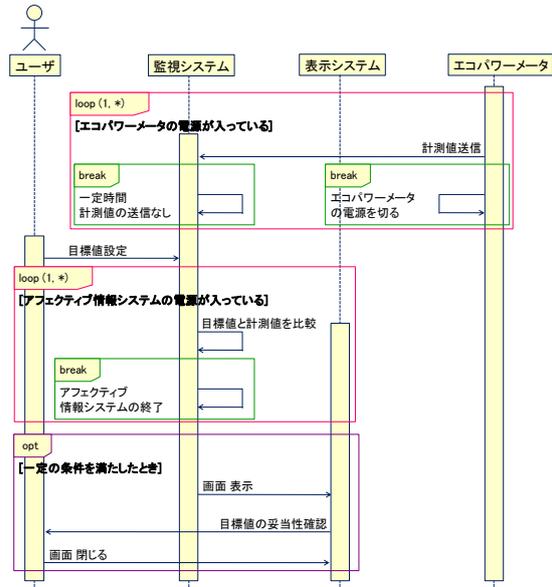


図3 AISのシーケンス図

#### (3) 機能

シナリオに基づく AIS の機能を図4に示す。

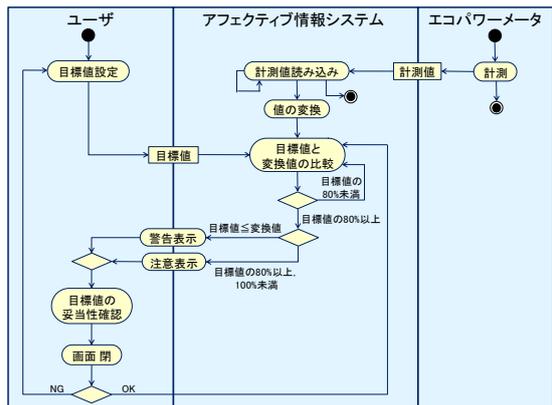


図4 AISのアクティビティ図

### 7.3. 計測

計測対象電化製品の消費電力量を計測するために計測器を使用する。

### 7.3.1. 計測システム

計測をする際に、以下の項目を満たすエコパワーメータを採用した。

- (1) データを一定の周期で計測できる
- (2) 計測したデータを保存できる
- (3) 計測したデータを PC に転送できる

### 7.3.2. 研究室を例とした計測システム

計測対象は冷蔵庫(1 台), デスクトップ PC(6 台), 空気清浄機(2 台)とする。これらの消費電力量をエコパワーメータで計測し、コンバータを用いて PC にデータを自動転送する。

### 7.4. 変換

省エネ行動を促すためには、気づきを促す必要があるため、アフェクティブなデータに変換する必要がある。表示内容を消費電力量で表すよりも、料金やCO<sub>2</sub>排出量に変換した方が気づきを促しやすい。また、表示する際に、現在のデータだけでなく、予測値や過去のデータを表示することにより、省エネ行動を促しやすくなる。

### 7.5. 表示

気づきを促す方法として、情報提示の方法とタイミングを提案した。

#### (1) 情報提示の方法

個々の PC に情報提示する方法と、プロジェクトを用いて共有に情報提示する方法を考えた。本研究では、省エネの効果を考え、個々の PC に情報提示する方法を採用した。

#### (2) 表示の方法

ポップアップで表示する方法と Web 画面で表示する方法の 2 つを提案した。

#### (3) 情報提示するタイミング

一定の周期で表示する方法と使用量が警告や注意画面の表示条件を満たす度に表示する方法の 2 つを提案した。

## 8. 提案した AIS の評価

本研究では、AIS の方向づけと妥当性確認のためにアンケート調査を行った。

### 8.1. アンケート概要

- (1) 目的: AIS のアーキテクチャの妥当性を確認する。
- (2) 調査内容: 文献[1]に基づき、以下の 3 つを中心に調査を行う。
  - i) 省エネへの興味、関心や普段の省エネ行動に関する態度
  - ii) AIS で提案する各アプローチの有効性
  - iii) AIS の表現方法の受容性
- (3) 調査対象者: 10 代(大学生)から 50 代の男女。  
合計 100 名から回答を得た。

### 8.2. 調査結果と考察

- (1) 省エネへの興味、関心や普段の省エネ行動に関する態度の調査  
86%の人が省エネに興味や関心があるのにも関わらず、省エネ行動を行っている人は 49%に留まった。このことから、省エネに興味はあるが、行動に至っていない人が多いことがわかった。
- (2) AIS で提案する各アプローチの有効性の調査  
AIS で提案するアプローチが有効であることがわかった。
  - i) 目標設定値の表現は金額
  - ii) 目標設定時間の単位は 1 カ月
  - iii) 現状のデータだけでなく、過去のデータも表示した方が理解しやすい
  - iv) 注意画面の表示のタイミングは使用量が設定した目標値の 80%を超えた時
  - v) それぞれの画面の背景色は通常表示が白色、注意表示は黄色、警告表示は赤色
- (3) AIS の表現方法の受容性の調査
  - i) 情報提示するタイミング  
画面を表示するタイミングは、一定の周期ではなく、使用量が警告や注意画面の表示条件を満たす度に表示することが有効であるとわかった。
  - ii) 表示の方法  
本研究では、ポップアップを採用することを想定していたが、61%の人が Web 画面で表示した方が良いと回答した。ポップアップを選択した比率として、10 代 20 代は、45%、30 代～50 代は、24%であった。このことから、年代が上がるにつれて、PC に対する関心や知識が低下し、なじみのないポップアップという言葉を選択しなかったことが原因として挙げられる(図 5)。

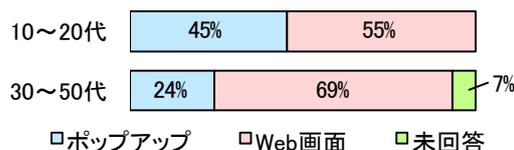


図 5 表示方法

## 9. 実験結果と分析

提案した AIS の妥当性を確認するために、エコパワーメータを実際に接続し、研究室で計測実験を行った。

### 9.1. 計測内容

場所: 学部研究室(G301)

期間: 2009 年 9 月 7 日から 12 月 31 日

対象機器: 冷蔵庫 1 台, 空気清浄機 2 台, PC 6 台

## 9.2. エネルギー消費量のリアルタイム表示

データの一部である12月7日の24時間の時間積算と累計積算を図6で示す。

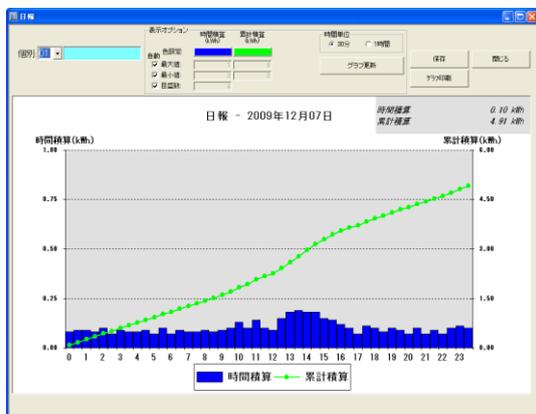


図6 電力使用量の評価

### (1) 時間積算

この日3限に研究室で授業が行われていた。そのため、昼休憩の12時～13時に人が集まり始めた。よって消費電力量が増加し、授業終了後の15時30分頃から大幅に減少したことがわかる。

### (2) 累計積算

積算の開始が午前0時になっているため、累計積算が24時にピークを迎えてしまう。これは、ユーザがグラフを確認する可能性の低い時間帯にピークを迎えてしまうため、効果的なグラフとはいえない。よって、15時前後からグラフを開始することができれば、ピーク時にユーザがグラフを確認することができる。

## 10. 考察

### (1) アンケート調査

本研究で気づきを促すことができると検討していた内容と、回答者が気づき、理解しやすいと思っている内容がほぼ同じであった。しかし、表示方法では、本研究で有効だと考えていたポップアップではなく、Web画面の方が良いと答えた人が多かった。その原因として、回答者が、あまりなじみのないポップアップという言葉を選択しなかったことが考えられる。

### (2) エコパワーメータの実証実験

エコパワーメータの変換機能では、エネルギー消費を電気料金やCO<sub>2</sub>排出量の意味のあるデータに変換できた。アフェクティブなデータをユーザに示すことによってシステムが有効に働くことがわかった。

表示機能では、データをグラフ化することでユーザが見た瞬間、理解しやすい表示方法がとれていた。また、累計積算を示すことでユーザが目標値を設定した際、目標値と使用量の比較がしやすくなる。

## 11. 今後の課題

今後の課題として以下の点が挙げられる。

### (1) 画面設計の問題の解決

より効果的に情報を画面に表示するためには、画面の大きさ、画面上の情報の配置などを設計する必要がある。

### (2) AISの作成

提案したシステムを実装する必要がある。

### (3) AISの効果の検証

省エネ行動を起こさせるような気づきを促すことができたか検証し、定量的に評価する必要がある。

## 12. まとめ

本研究では、ユーザがエネルギー消費量を目で見ることができず、省エネ行動を起こす契機があまりないことに着目し、省エネの気づきを促すAISの実現方法を提案した。

アプローチとして3つのプロセス(計測、変換、表示)からなる視覚化プロセスモデルを提案し、それに基づき、AISの実現方法を提案した。3つのプロセスに基づきアーキテクチャを提案し、その挙動と機能を示した。変換、表示に関しては、より効果が期待できるAISを提案するために、アンケート調査を行った。また、エコパワーメータで実証実験を行い、本研究の妥当性を確認した。

## 13. 参考文献

- [1] 伊藤 京子ほか, 省エネ行動支援アフェクティブインタフェースの設計・開発とその評価, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol. 125-C, No. 10, Oct. 2005, pp. 1552-1564.
- [2] パナソニック電工, <http://panasonic-denko.co.jp>.
- [3] 杉田 達哉ほか, 省エネルギー消費を目的としたリアルタイムヒートマップシステム実現方法の提案, 2008年度南山大学数理情報学部情報通信学科卒業論文, 2009.
- [4] 山根 豊幸, ホームネットワーク利用による省エネ実験, 2004.
- [5] よく見えること。よく生きること, <http://yuu-yuu.cocolog-nifty.com/visioncare>.