

家庭やオフィスの「もったいない」電力を節約する「グリーンタップ」

岩田 真琴・石田 和生・宮崎 徹
岩佐 淳史・山村 幸太郎・甲斐 正義

要 旨

温室効果ガスのさらなる削減には、工場などの大規模環境での省電力化に加え、家庭やオフィスなどの小規模な居住環境における省電力化が必要です。小規模環境では、小さな「もったいない」電力の削減が重要です。そこで、電力制御システム「グリーンタップ」は、小型省電力無線環境センサとCPU内蔵電源タップの組み合わせにより、無駄な電力消費を検出し、電源タップに接続した個々の電化製品をこまめに省エネ制御します。本稿では、簡単・安価に設置・運用でき、柔軟に電力を節約する仕組みを、利用シーンを交えて説明します。

キーワード

●HEMS ●環境センサ ●電源タップ ●組み込みCPU ●ECHONET ●業務 ●家庭

1. まえがき

地球温暖化防止のために、温室効果ガスの削減努力が各業態で行われています。大規模な工場や運輸部門では、1970年代からの取り組みによってかなりの削減を達成していますが、中小規模のオフィスや家庭といった民生部門については1990年以降増加傾向にあります¹⁾。このため、2008年度の省エネルギー法改正では、これまでの大規模な工場に対するエネルギー管理義務から、一部のコンビニエンスストアなど中小の事業所についてもエネルギー管理が義務づけられました。このように、国内エネルギー消費の約30%を占める家庭やオフィスなどの小規模な居住環境における省電力化が必要となっています。

ところが、このような小規模な居住環境は日常生活の場であるため、例えば21時には必ず消灯する、テレビは必ず家族全員で観るなど、生活パターンを変えてまでのエネルギー利用の効率化改善は困難です。生活パターンの変更が難しいならば、生活パターンを変えずに、その中の「もったいない」を見つけてこまめに削減するのが現実的な解ですが、そのためには、節電すべき状況を判断するためのこまめな情報収集が必要です。

そこで、私たちは「居住環境状況と家電使用状況からムダな電力消費を検出し、個々の家電をこまめに省エネ制御す

る」ことを基本コンセプトとした電力制御システム「グリーンタップ」を考案しました²⁾。

本稿では、グリーンタップがどのような省エネ効果を狙っているのか、そのための仕組みはどうなっているのか、具体的にはどのように節電制御を行うのかについてご説明します。

2. 削減すべき「もったいない」電力とは

グリーンタップで削減対象とする「もったいない」電力は、待機電力とメタボ電力（ムダに使用している電力）の2種類です。

家庭一世帯当たりの全消費電力量は4,209kWh/年¹⁾です。こ

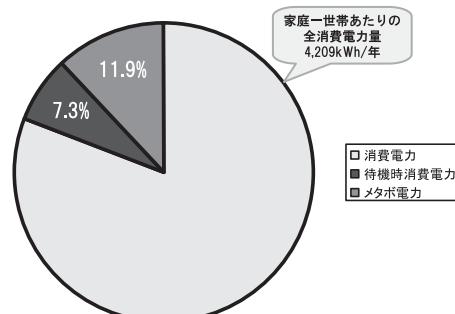


図1 「もったいない」電力

¹⁾ (財)省エネルギーセンター「平成17年度待機時消費電力調査報告書」より

のうち、待機時消費電力量は308kWh/年です。つまり、電気代の約7.3%はわざかながら流れている待機電力のために支払っていることになります。メタボ電力とは私たちの造語で、例えば、人がいないのにTVがつっぱなしになっているといったように、動作している家電の機能が有効に使われていない場合の消費電力を指します（図1）。

待機電力は、例えば、エアコンは約21.5kWh/年、TVで約15kWh/年です²。家電を使わないときに電源コードをこまめに抜けば節約できますし、そのような省エネ行動を実践している方もいると思いますが、多くの方にとって毎日取り組むのはやはり面倒です。

グリーンタップでは、この面倒な作業を代わりに実行します。ただし、ビデオデッキや電話機などは、時計機能やライフラインの維持を考慮し対象外としています。

一方のメタボ電力は、様々なケースが考えられます、特に次のケースを想定し、省エネ制御します。

1) 人に関連したケース

人がいないのに家電がついている： 29.6kWh/年²

2) 明るさに関連したケース

十分明るいのに照明がついている： 25.4kWh/年²

3) 温度に関連したケース

十分暖かい/涼しいのに暖房/冷房を強めにつけている：
449.29kWh/年²

グリーンタップでは、このような「もったいない」電力をこまめに削減することで、家庭やオフィスの消費電力量を約17%削減する効果を目指しています。

3. 「グリーンタップ」のシステム構成

第2章で、「もったいない」電力を削減するには、家電を使っていないとき、人がいないとき、十分明るい/暖かい/涼しいときにそれぞれの家電の通電をカットすれば良いと述べました。グリーンタップは、この省エネ制御を実現するためのシステムとして、「インテリジェントタップ（CPU内蔵電源タップ）」「センサノード（小型省電力無線環境センサ）」「リモコンノード」から構成されます（図2）。

(1) インテリジェントタップ

CPU、電力計、リレー、ソケット、ZigBee、無線LANか

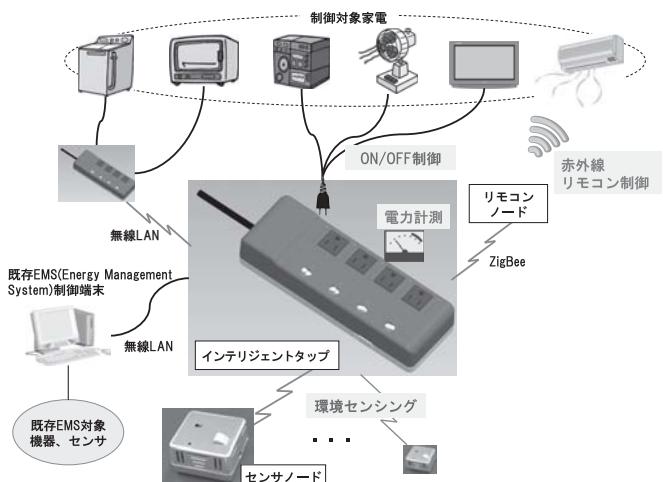


図2 システム概要

ら構成されます。

ソケットに接続された家電に対し、電力計で消費電力と電力波形を計測すると、機器特定エンジン（第4章第1節参照）が、電力波形と後述のセンサノードから得た環境情報とから、接続された家電を自動認識します。

ルールフレームワーク（第4章第2節参照）は、家電情報と環境情報とに基づき、適切な省エネ制御ルールを決定し、リレーのON/OFF動作またはリモコンノードの動作によって省エネ制御を行います。

また、計測した消費電力や、センサノードで取得した環境情報をPCに送信する機能も備えていますので、環境家計簿のような見える化サービスも可能です。

(2) センサノード

家電の周囲環境情報として、人感（前方2mの人の有無）、温湿度（-10～50°C、20～80%）、照度（0～10,000Lx）、風速（0～5m/秒）、加速度（±4G）をセンシングし、インテリジェントタップへZigBeeで無線送信します。

メンテナンスコスト低減のため、600mAh程度の小型電池を用いた場合で2年程度の連続稼働を目標としています。ところが、既存の省電力通信方式で試算したところ1年程度が限界だったため、インテリジェントタップが環境情報を予測し、正しい場合にはセンサノードからのデータ送信を省略するという、データ予測による省電力通信方式³⁾を考案し、

² (財) 省エネルギーセンター、資源エネルギー庁サイトのデータを元に独自に試算

先端環境技術

家庭やオフィスの「もったいない」電力を節約する「グリーンタップ」

開発しています。この方式により、連続稼働を2ヵ月程度延ばせる試算となっています。

(3) リモコンノード

インテリジェントタップから省エネ制御ルールに基づいた制御用赤外線データをZigBeeで受信し、家電をリモコン制御する学習リモコンです。

4. 自動・柔軟な制御を行う仕組み

家庭やオフィスでは、いつ、どこで、どの家電が使用されるかは様々です。接続のたびに接続情報を登録するようでは利便性が悪いため、家電を自動認識できる技術と、簡単な設定で制御可能な技術を考案し、自動・柔軟な省エネ制御を実現しました。

4.1 家電を自動認識する「機器特定エンジン」

従来、消費電力の推移を長時間計測して得られたパターンから家電を特定する技術⁴⁾や、数分程度の電流波形から特徴量を抽出して家電を特定する技術⁵⁾がありました。しかし、インテリジェントタップに家電を接続し認識するまでに数分あるいは数時間かかるのは、省エネ制御できる時間が減る上、認識処理のエネルギーも必要になってしまいます。そこで、家庭の消費電力の80%程度を占める家電群を対象に、電力波形と周囲環境情報から特徴量を抽出することで、12機種、28種

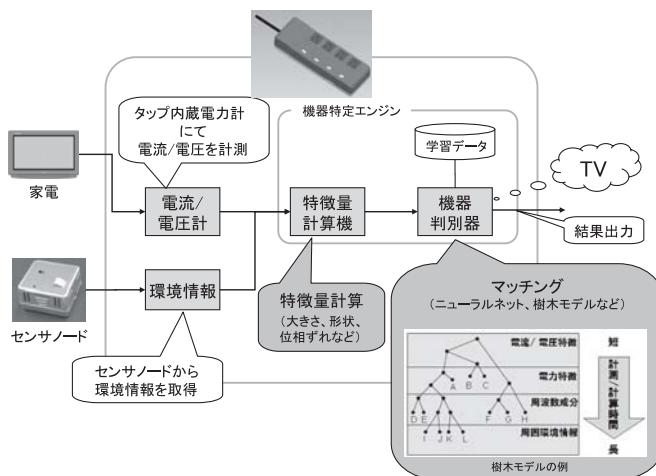


図3 機器特定エンジンの概念図

類の43状態を1秒以内で認識する方式⁶⁾を考案し、タップ内の組み込みCPUで動作できるようコンパクトな機器特定エンジンを設計・開発しました(図3)。

この技術によって、インテリジェントタップのどのソケットに接続しても、照明なら照明の、TVならTVの省エネ制御を即座に実行することができます。

4.2 簡単な設定で制御可能な「ルールフレームワーク」

これまで、ECHONET⁷⁾を始めとした機器制御フレームワークが提案されていますが、グリーンタップでは、簡単かつ柔軟に省エネ制御を行うため、既存の機器制御フレームワークをベースにした省エネ制御のためのルールフレームワークを設計・開発しました⁸⁾。

図4に示すように、ルールフレームワークは3つの要素オブジェクト(仮想センサ、状況センサ、仮想家電機器)と、要素オブジェクト間の結線情報とから構成されます。

このフレームワークの特徴は3点あり、まず、要素オブジェクトの結線を組み換えるだけでルール設定が可能な点です。

次に、ルールに応じて制御の手段を柔軟に選択できる点です。インテリジェントタップのリレーを切ることで、待機電力からカットすることも可能ですし、あるいはリモコンノードによって、夏場のエアコン設定を26°C設定から28°C設定にしたり、明るすぎる部屋の調光ライトを適度な明るさに落としたりといったこまめな制御も可能です。

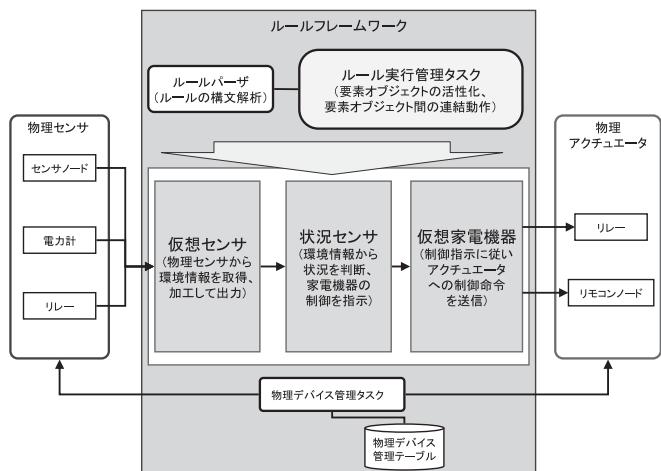
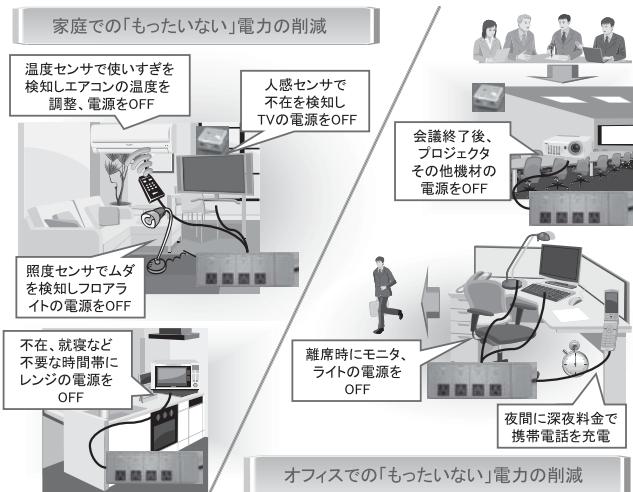


図4 ルールフレームワーク



更に、既存システムとしてECHONETが導入されている環境へも追加導入して連携動作できるよう、仮想センサと仮想家電機器の入出力インターフェースは互換性を考慮して設計しています。なお、実際のルールの記述は、XML準拠のタグセットによって行います。

家庭やオフィスでの利用シーンの一例を図5に紹介します。

5. むすび

以上、「グリーンタップ」は家庭やオフィスでの省エネ制御に有効なシステムであることを説明しました。今後、実証実験を通じて省エネ制御ルールの拡充やセンサノードの更なる省電力化改良などを行うと同時に、いち早く実ビジネスへと展開し、エコナビ構想の実現を目指していきます。

最後に、本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から受託したプロジェクト「インテリジェントタップを用いた簡易型HEMSの研究開発」の一環として実施されたことを記し、ここに感謝の意を表します。

*ZigBeeは、ZigBee Alliance Inc. の登録商標です。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁
<http://www.enecho.meti.go.jp/>
- 2) 岩田他、「省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案（1）」、情報処理学会第71回全国大会（2009.3）
- 3) 山村他、「省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案（2）～センサデータ予測による無線環境センサの省電力通信方式～」、情報処理学会第71回全国大会（2009.3）
- 4) 松本他、「家電の電力消費の内訳を解析するシステムの検討」、エネルギー・資源学会誌、Vol27、No.4、pp.49-54
- 5) 伊藤他、「消費電力波形の特徴を利用した家電機器検出手法と制御システム」、情報処理学会論文誌、Vol44、No.1、pp.95-105
- 6) 岩佐他、「省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案（4）～電力波形及び周囲環境情報による家電機器特定手法～」、情報処理学会第71回全国大会（2009.3）
- 7) エコネットコンソーシアム
<http://www.echonet.gr.jp/>
- 8) 宮崎他、「省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案（3）～省電力効果指標を用いた制御フレームワーク～」、情報処理学会第71回全国大会（2009.3）

執筆者プロフィール

岩田 真琴
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
主任
情報処理学会会員

石田 和生
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
主任
情報処理学会会員

宮崎 徹
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
情報処理学会会員

岩佐 淳史
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ

山村 幸太郎
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
情報処理学会会員

甲斐 正義
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
マネージャー