

(d) 情報

## 多機能コンセントを用いた待機電力の削減方式について

### Multifunctional Outlet With Method Of Cutting Standby Power

明山 寛史<sup>†</sup>      川村 尚生<sup>†</sup>      菅原 一孔<sup>†</sup>

Hiroshi Akeyama<sup>†</sup>    Takao Kawamura<sup>†</sup>    Kazunori Sugahara<sup>†</sup>

齊藤 剛史<sup>†</sup>      小西 亮介<sup>†</sup>

Takeshi Saitoh<sup>†</sup>    Ryosuke Konishi<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 鳥取大学 大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

## 1 はじめに

近年, IT 技術の進歩により, 通信機能の付いた電気製品が数々開発されている. 通信機能と言っても様々なものがあるが, そのうち全ての電気製品に共通して有効な通信機能については, 個々の製品に持たせるのではなく, 電源を取るコンセントに持たせる方が有効と考えられる. そこで我々は, 通信機能を持った多機能なコンセントを開発しようと試みた [1]. 開発するコンセントを多機能コンセントと呼ぶ. 多機能コンセントは, 電力供給の ON/OFF, 消費電力のモニタリング, 接続機器の識別の機能を持つ.

本論文では本研究の目標の一つであるエネルギー資源の節約として, 待機電力の削減について述べる. 待機電力を削減するには, 機器使用前後に電源プラグの抜き差しを行えばよい. しかし, 毎回プラグの抜き差しを行う事は不便なので, 多機能コンセントにこの作業を行わせ, 待機電力の削減を目指す.

## 2 多機能コンセント

### 2.1 多機能コンセントの構成

開発する多機能コンセントは電力供給の ON/OFF, 消費電力のモニタリング, 接続機器の識別の機能を持つ. これらの全ての機能は, ネットワークを介して PC や携帯電話などの端末から遠隔で使用する事ができる. 図 1 に多機能コンセントの構成を示す.

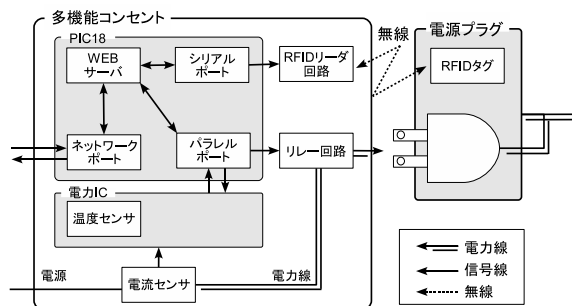


図 1: 多機能コンセントの構成

多機能コンセントの制御部は, イーサネットのモジュールを内蔵している Microchip 社の PIC18 と呼ばれる十数ミリ四方の超小型 IC チップを用いる. PIC18 の内部には WEB サーバが稼動し, ネットワークポ

トを用いてインターネットに接続する. PIC18 のシリアルポートに RFID リーダ回路, パラレルポートにリレー (電磁継電器) 回路と電力 IC を接続して多機能コンセントを構成する.

電力供給 ON/OFF には, リレー回路を使用する. リレー回路で使用するリレーのタイプはラッチングリレーである. 通常のリレーは動作中, 常に電力を消費するため, 多機能コンセント本体の消費電力が大きくなる. ラッチングリレーは, ON/OFF の切り替え時のみに電力を必要とするため, 多機能コンセントの消費電力を抑えることが可能である.

消費電力のモニタリングには, 電流センサと電力 IC の回路を用いる. 電流センサに流れる電流を解析することにより, 接続機器の消費電力をモニタリングする.

接続機器の識別には RFID リーダとタグを用いる. RFID タグとは, IC チップを利用した非接触認証技術である. 使用する RFID タグは, 電池を必要としないパッシブタグである. パッシブタグは小さなもので 1 辺が 1mm 以下であり非接触で通信を行うため, プラグに容易に取り付ける事が可能である. 識別には, タグ製造メーカが製造時に付与する 16 桁のユニークな ID である UID (Unique Identifier: 固有識別子) を読み取る.

### 2.2 多機能コンセントの用途

多機能コンセントには電力供給の ON/OFF, 消費電力のモニタリング, 接続機器の識別の 3 つの機能を持つ事は既に述べた. これらの機能の組み合わせ次第で, 様々な用途が考えられる. ここでは一人暮らしの高齢者の見守り, 盗電防止, 待機電力の削減の 3 つの例を挙げる.

#### (1) 一人暮らしの高齢者の見守り

接続されている機器の消費電力をモニタリングする事により, ユーザがどのように電気製品を使用しているか知ることができる. 例えば, 電気ポットは水を沸騰させる時と保温の時では消費電力が大きく異なる. つまり, この変化を記録すれば電気ポットが使用されているか否かを遠隔で知ることができる. この例をトイレの暖房便座で考える. 近年販売されている便座には, 人が座った時に便座を暖める機能, 消臭機能, ウォシュレットなどの様々な機能が付いている. これら機能が動作すると, 待機時に比べて多くの電力を消費す

ると考えられる。この消費電力の変化を解析するとトイレが利用されたか否かを判定することができる。その結果、遠隔地で一人暮らししている高齢者が元気に生活しているかどうかを知ることができる。

## (2) 盗電防止

近年、コンビニやファミリーレストランなどで、携帯電話やノートPCの充電を無断で行う盗電問題が話題となっている。この問題を多機能コンセントで解決する。接続機器の識別機能と電力供給のON/OFF機能を用いる事により、指定された機器以外に電力を与えないようにする。つまり、業務に必要な機器が接続されると電源が使える、業務外の携帯電話やノートPCが接続されると電源を使えなくする。このようなシステムにより、盗電を未然に防ぐことが可能となる。

## (3) 待機電力削減

電気製品は、実際に使用していなくても、電源プラグをコンセントに差し込んでいただけで待機電力と呼ばれる電力を消費する。この待機電力を削減するには、電気製品を使用していない時に、電源プラグをコンセントから抜く事であるが、毎回プラグを抜き差しする事は不便である。多機能コンセントの電力供給ON/OFF機能を用いることで、プラグを抜き差しする事なく、簡単に待機電力を削減する事ができる。

待機電力の削減は主に大学や企業など、多くのコンピュータを扱う場面を想定しているが、一般家庭の場合でも、消費電力の約7%が待機電力によるものであるとされている[3]。多機能コンセントを用いて待機電力の削減が行えれば、電気代の節約となり、その結果CO<sub>2</sub>の排出量の削減が期待できる。1990年に比べて、温室効果ガスの排出量を6%削減を目指す「チーム・マイナス6%」と呼ばれる国民的プロジェクトが、現在立ち上げられており、2万以上の企業や団体が参加している[3]。我々は多機能コンセントが、このプロジェクトの支援ツールとしても役立つのではないかと考えている。

## 2.3 システム構成

大学や企業だけでなく、一般家庭においてもコンセントは一箇所ではない。つまり、複数の多機能コンセントからなるシステムが必要となる。それぞれの多機能コンセントを管理するために1台のホームサーバを構築する。複数の多機能コンセントからなるシステムのネットワーク構成を図2に示す。

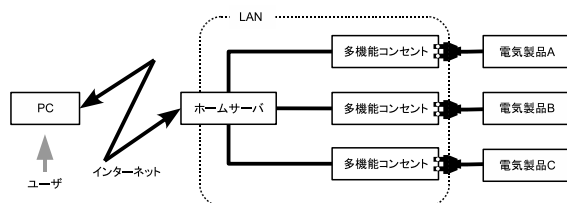


図2: ネットワーク構成

ユーザはホームサーバのみにアクセスし、個々の多

機能コンセントには直接アクセスしない。ホームサーバは個々の多機能コンセントの所在場所や、IPアドレスなどの情報を持っている。この情報を元に、それぞれの多機能コンセントのWEBサーバに間接的にアクセスする。

ホームサーバと多機能コンセント間は、「電力供給をONに設定」という、基礎的な命令の通信だけを行い、コンセントの操作画面やアプリケーションはホームサーバに配置する。

## 3 待機電力の削減方式

多機能コンセントの様々な用途について述べたが、本論文では待機電力の削減について取り上げる。待機電力の削減方式は、ユーザ操作による削減方法とスケジュールによる自動削減方法の2通りを考えている。

### 3.1 ユーザ操作による削減方法

待機電力の削減方式として、ユーザが多機能コンセントのシステムにアクセスして操作する方法がある。ユーザは電気製品の使用が終わった後、多機能コンセントのシステムにアクセスし、電力供給をOFFに設定する。電気製品を使用する場合は、多機能コンセントのシステムにアクセスし、電力供給をONに設定する。

### 3.2 スケジュールによる自動削減方法

ユーザ操作による削減方法では、電気製品の使用前後に毎回多機能コンセントのシステムにアクセスしなければならないと、必ずしも便利とは言えない。この問題を解決するために、スケジュールリング機能を開発する。スケジュールリングのタイムテーブルの例を図3に示す。

設定日	時刻	0	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
平日		OFF				ON				OFF			
土曜日		OFF				ON				OFF			
日曜日		OFF											
第3月曜日		OFF											
12月31日		OFF				ON				OFF			

図3: スケジュールリングのタイムテーブル例

1種類のスケジュールのみではなく、その日に応じたスケジュールを組めるようなシステムを目指す。スケジュールが重複した場合は、特定のスケジュールを優先する。図3において第3月曜日の場合、月曜日は平日であるが、平日のスケジュールは無視され、第3月曜日のスケジュールが適用される。このようなスケジュールリング機能を利用すれば、ユーザは意識する事無く、待機電力の削減をすることができる。

### 3.3 電力供給の自動延長

スケジュールリング機能などにより、電力供給を自動的にOFFしてはならない場合がある。例えば、多機能コンセントにPCが接続され、電力供給のOFF設定が20時にスケジュールリングされているとする。残業などの理由で、22時までPCを使用したい場合、スケジュールリングを再設定する必要がある、手間がかかる。

また、再設定を忘れてしまった場合、使用中のPCの電源が強制的にOFFにされ、PC内のデータを破損するなどのトラブルが発生する。このようなトラブルを避けるために、電力供給ONの時間を自動的に延長させる。システムによって電力供給ONの時間が自動的に延長されれば、スケジュールの再設定をする必要もなくなる。この自動延長を行うために、初期設定として接続機器の待機電力を測定し、記録しておく。自動延長の手法を以下に示す。

1. スケジューリングに則り、指定された時刻まで電力供給を続ける。
2. 電力供給OFFの設定予定時刻になると、接続機器の消費電力を測定する。
3. 2.で測定した消費電力の値が、初期設定で記録した待機電力の値よりも大幅に大きければスケジュールリングを無視して電力供給を続け、一定時間経過後に再び2.を実行する。2.で測定した消費電力の値が、初期設定で記録した待機電力に相当するものであれば電力供給をOFFに設定する。

あらかじめ待機電力を測定記録しておき、その値と比較することにより、電力供給の自動延長を行うことができる。図4にスケジュールの延長動作例を示す。



図4: スケジューリングの延長動作例

8時に電力供給ON、20時に電力供給OFFにスケジュールされている。しかし、PCが22時まで使用されたため、実際に電力供給がOFFに設定されたのは22時である。つまり2時間、電力供給ONの時間が延長されている。

## 4 実験と考察

### 4.1 電力供給ON/OFF

図2のネットワークを構成し、遠隔で電力供給のON/OFF制御が行えるか実験を行った。ホームサーバにアクセスした結果が図5である。

図5の画面中央に「プラグON」と表示されており、電力供給されている状態であることがわかる。左側の「プラグを抜く」をクリックすると、図6の画面が表示された。

「プラグON」と表示されていた部分が「プラグOFF」に変わり、電力供給されていない状態に変わった事がわかる。実際に電気製品を多機能コンセントに接続してこの操作を行うと、画面と連動して電力供給のON/OFFがされた。よって、電力供給の遠隔操作ができたと言える。

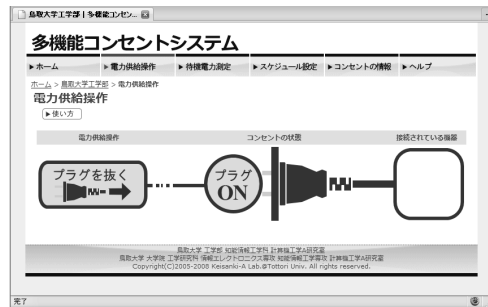


図5: 電力供給ONの画面

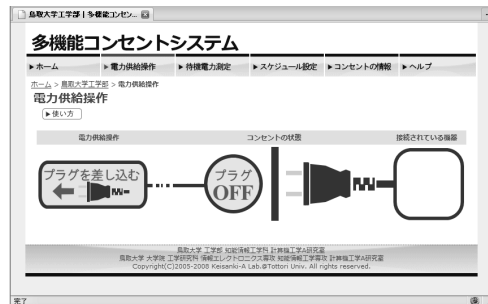


図6: 電力供給OFFの画面

### 4.2 消費電力のモニタリング

図2のネットワークを構成し、消費電力のモニタリング実験を行った。ホームサーバにアクセスした結果が図7である。

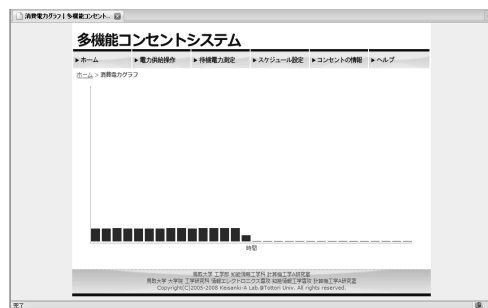


図7: 電気ポット保温中の消費電力のグラフ

グラフの縦軸は消費電力、横軸は時間である。実験のため、このグラフの縦軸には単位がないが、高さが高いほど消費電力が大きい事を示す。この実験では電気ポットを用いた。グラフを見ると電気ポットの温度を一定に保つため、電力を消費している事がわかる。電気ポットに水を入れ、沸騰させると図8のような画面が表示された。

保温の時と比べ大きな値が出力され電力をより多く消費している事がわかる。つまり、電気ポットが使用されていることがグラフから読み取れる。

次に、この実験をPCについて記録実験を行った。その結果を図9に示す。

OSが起動し、安定すると約90Wの電力が消費され

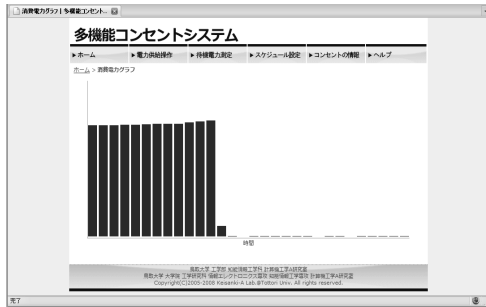


図 8: 電気ポット沸騰中の消費電力のグラフ

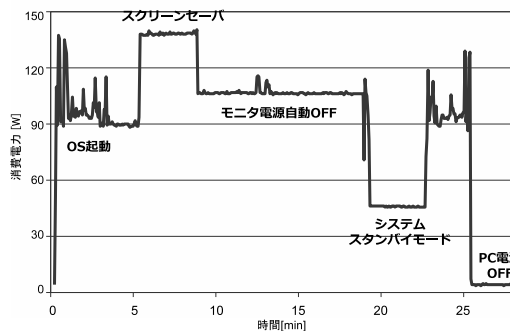


図 9: PC の消費電力の変化グラフ

ていることがわかる．システムスタンバイモードになると，消費電力が約 45W に減少した．さらに，PC の電源を OFF にすると約 5W の消費電力が記録された．この 5W が PC の待機電力である．PC の電源が ON である時の最低消費電力は 45W であり，OFF である時は 5W であった．40W の差が現れたことから，消費電力のモニタリングにより，PC の電源が ON であるか OFF であるかを判別する事が出来る．以上の結果から，スケジューリングの自動延長を行う際に必要となる判別が可能であることがわかった．

#### 4.3 待機電力の削減

多機能コンセントにより待機電力の削減が行えるかの実験を行った．実験には，PC 本体と PC ディスプレイ 5 セットと 2 台の多機能コンセントを用いる．多機能コンセントを使用すると，多機能コンセントの消費電力が余分に発生するので，1 台の多機能コンセントの消費電力を加味して測定を行う．待機電力の削減実験の環境を図 10 に示す．

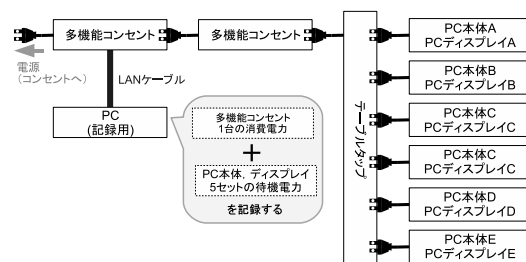


図 10: 待機電力削減実験環境

PC 本体と PC ディスプレイの 5 セットを 1 台の多機能コンセントから電源を取るためにテーブルタップを用いた．さらに，多機能コンセントの消費電力も加味できるように，もう 1 台の多機能コンセントを準備して測定を行った．その測定結果を図 11 に示す．

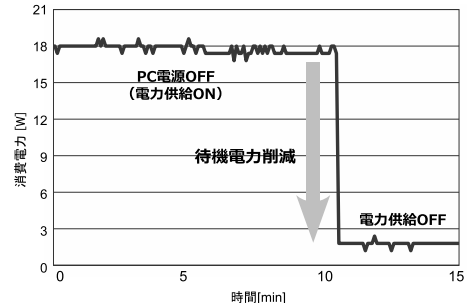


図 11: 待機電力の削減結果

PC の電源が OFF の時，PC の待機電力と多機能コンセントの消費電力を合わせると，およそ 18W である．10 分後，多機能コンセントにより電力供給を OFF にすると，消費電力はおよそ 2W に減少した．夜間に PC の待機電力 16W を削減すると考えた場合，多機能コンセントの消費電力 2W を考慮しても，十分エネルギー資源の節約が期待できる．

#### 5 まとめと今後の課題

電力供給 ON/OFF と消費電力のモニタリングの基礎実験を行った．この 2 つの機能を用いて待機電力の削減実験を行った．多機能コンセントの消費電力を加味して実験を行い，十分エネルギー資源の節約が可能である事を確認した．

今後，このシステムのスケジューリング機能を開発する予定である．また，今回の実験で PC の電源が ON であるか OFF であるかの判別も行う事ができたので，電力供給を自動的に延長させる事ができるシステムも同時に開発を進める．

#### 謝辞

本研究の一部は，鳥取県平成 18 年度知的財産・ベンチャー発掘支援事業に基づく，ジリオン・ネットワークス株式会社との共同研究として行われたものである．本研究を行うにあたって数々のご協力をいただいた関係各位に感謝致します．

#### 参考文献

- [1] Hiroshi Akeyama, Yuichi Watani, Takao Kawamura and Kazunori Sugahara: Multifunctional Outlet with Web Functions, Xi'an University of Science and Technology and Tottori University, pp.39-42 (2007). Xi'an, China
- [2] 後閑哲也: 電子工作のための PIC18 本格活用ガイド, 技術評論社
- [3] チーム・マイナス 6% : <http://www.team-6.jp/>