

RC-009

多機能コンセントのスケジューリング機能による待機電力の削減

Multifunctional Outlet With Method Of Cutting Standby Power By Scheduler

明山 寛史†
Hiroshi Akeyama川村 尚生†
Takao Kawamura菅原 一孔†
Kazunori Sugahara齊藤 剛史†
Takeshi Saitoh小西 亮介†
Ryosuke Konishi

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ている [1, 2, 3, 4]。開発するコンセントを多機能コンセントと呼び、接続機器の電力の供給 ON/OFF、接続機器の消費電力の記録、接続機器の識別の機能を持たせる。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。

待機電力の削減については、これまでにいくつかの研究が行われている。河口はノート PC や情報家電に組み込めるようなユビキタス基盤ソフトウェア「cogma」を開発している [5]。cogma による待機電力の削減を構想しているが、実現には cogma room と呼ばれる施設が必要である。また家電に移動ソフトウェアを必要とするので、既存の製品を使用することはできない。水谷らは工場内にエネルギー計測システムの設備を設置し、ネットワークに接続された PC から消費電力の記録の閲覧を実現している [6]。待機電力の削減については、改善策を実施していると述べているが、システムとしては構築されていない。

我々は、既存の電気製品を活用しつつ、実用的なシステムの開発を目標とし、ユーザの負担が少ないスケジューリング機能による待機電力の削減方式を提案する。

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 ON/OFF、接続機器の消費電力の記録、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。

多機能コンセントは、イーサネットのモジュールを内蔵している Microchip 社製の十数ミリ四方の超小型 IC チップ、PIC18 [7] を用いて制御する。PIC18 の内部には WEB サーバが稼動し、ネットワークポー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。また、電力 IC を通じて接続機器の電流、電圧、周波数、消費電力の瞬時値、積算電力、温度などの様々な情報を取得することが可能である。

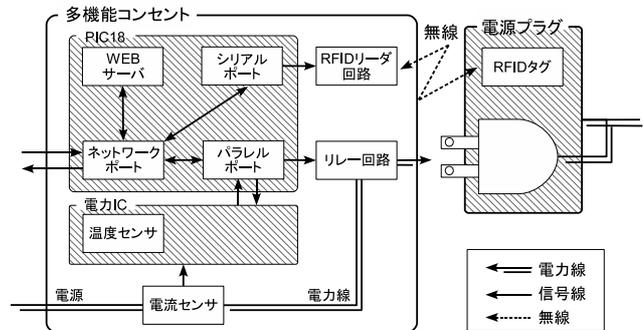


図 1: 多機能コンセントの構成

2.2 多機能コンセントの機能

(1) 電力供給 ON/OFF

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。電力供給 ON/OFF 機能について、WEB ブラウザを用いてシステムにアクセスした結果が図 2 である。

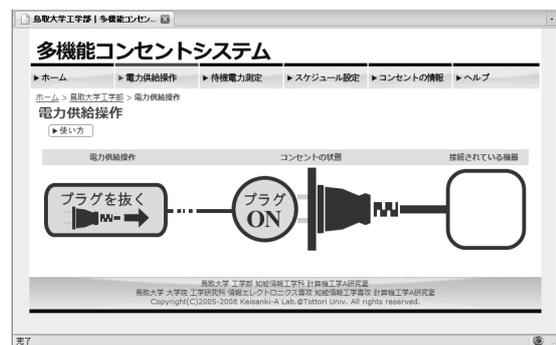


図 2: 電力供給 ON の画面

画面中央に「プラグ ON」と表示され、電力供給中である事がわかる。左側の「プラグを抜く」をクリックすると電力供給が ON から OFF へ切り替える事ができる。実際にクリックすると、図 3 の画面が表示される。

画面中央の「プラグ ON」が「プラグ OFF」に変わり、電力供給が OFF に切り替わった事がわかる。

(2) 接続機器の消費電力の記録

接続機器の消費電力の記録には、電流センサと電力 IC

†鳥取大学 大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

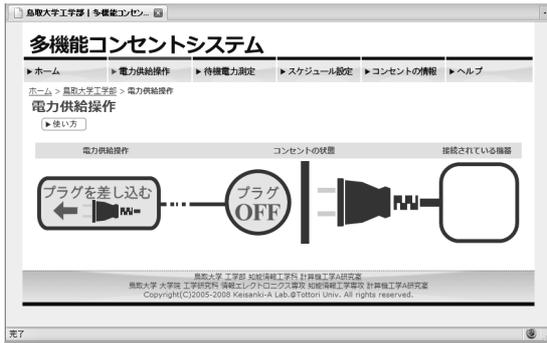


図 3: 電力供給 OFF の画面

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．接続機器の消費電力の記録機能について，WEB ブラウザを用いてシステムにアクセスした結果が図 4 である．

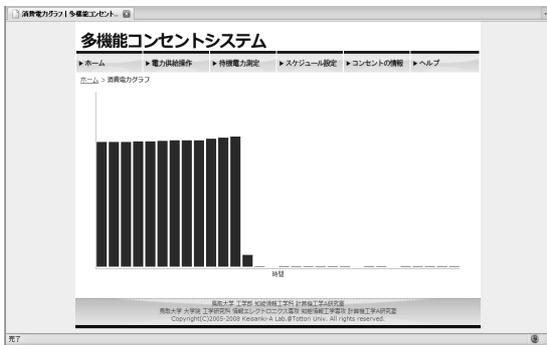


図 4: 接続機器の消費電力グラフ

グラフの縦軸は消費電力，横軸は時間であり，過去 30 秒間の消費電力の変化を示している．グラフの高さが，消費電力の大きさを表す．

(3) 接続機器の識別

接続機器の識別には，Radio Frequency Identification (RFID) リーダと RFID タグを用いる．RFID とは，IC チップを利用した非接触認証技術である．この技術を利用した身近なものとしては乗車カード (Suica, ICOCA, PASMO, PiTaPa など) や携帯電話会社のおサイフケータイ (Edy, iD など) などがある．図 1 に示すように，RFID リーダは多機能コンセントの回路に接続し，RFID タグはプラグに取り付ける．本システムで使用する 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 以下であるため，プラグに容易に取り付ける事が可能である．

2.3 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，接続機器の消費電力の記録，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．本論文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記録する事により，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．例えばトイレの暖房便座には，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．これらの機能が動作すると，待機時に比べて多くの電力を消費する．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．

電気ポットの場合，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知ることができる．

すなわち消費電力をモニタリングする事で，遠隔地で一人暮らしをしている高齢者が普段通りに生活しているかどうか分かる．

(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．多機能コンセントの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してこの問題を解決する．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用不能にする．

(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る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，機器使用前後に電気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言われている [8]．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 CO₂ 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 [8]．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てるのではないかと考えている．

3. システム構成

3.1 ネットワーク構成

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 台の管理サーバを構築する．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 5 に示す．

図 5 に示すように，複数の多機能コンセントをネットワークに配置した時，全ての多機能コンセントを管理するために 1 台の管理サーバを配置する．ユーザは管理

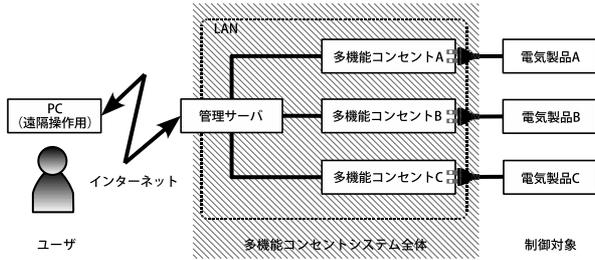


図 5: ネットワーク構成

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。管理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管理サーバに配置する。

3.2 多機能コンセントの管理

管理サーバは個々の多機能コンセントの IP アドレス、MAC アドレス、設置部屋名、x 座標、y 座標、設置場所名、待機電力、閾値の情報が保存された管理テーブルを持っている。管理サーバに保存されている管理テーブルの例を図 6 に示す。

IPアドレス	MACアドレス	設置部屋名	x座標	y座標	設置場所名	待機電力	閾値
192.168.4.1	00E03E000000	1506教室	209	0	窓際	11	3
192.168.4.2	00E03E000001	1507教室	0	50	西側壁1	20	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

図 6: 管理テーブルの例

管理サーバには多機能コンセント専用の DHCP サーバが稼動している。つまり多機能コンセントをネットワークに接続すると、管理サーバから IP アドレスが割り当てられ、その IP アドレスと MAC アドレスが管理テーブルに登録される。また、固定 IP アドレスを使用することも可能である。設置部屋名、x 座標、y 座標、設置場所名はユーザが任意に設定することができる。これらはユーザが多機能コンセントの設置場所を把握するために使用する。待機電力、閾値は接続機器の待機電力とその閾値である。閾値は電力供給の自動延長で用いる。

この管理テーブルの情報を元に、個々の多機能コンセントに間接的にアクセスして制御を行う。また、ローカルエリアネットワークでこのシステムを使用する場合は、管理サーバのコンピュータを使用して個々の多機能コンセントを制御する事も可能である。

4. 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既に述べたが、本論文では待機電力の削減に焦点を絞る。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リングによる自動削減方法の 2 通りを考えている。

4.1 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。

4.2 スケジューリングによる自動削減方法

ユーザ操作による削減方法は、接続機器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、必ずしも便利とは言えない。この問題を解決するために、スケジューリング機能を開発する。あらかじめ接続機器の使用時間帯が決まっている場合、設定したスケジュールに則り自動的に電力の供給 ON/OFF 操作が行われれば、ユーザの負担を軽減することができる。また、自動的に待機電力が削減できれば、ユーザが意識する事無く節電を実現することができる。

本論文ではスケジュール内の 1 つの電力供給 ON/OFF 制御をタスクと呼ぶ。多機能コンセントは、CPU クロックから時間を測定する事は可能であるが、時刻の計時は内蔵していない。ユーザが入力したスケジュールを、管理サーバは「次のタスクまでの待機時間」に変換し、多機能コンセントへ送信する。スケジュールデータの送信の流れの例を図 7 に示す。

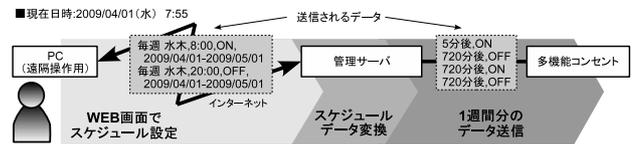


図 7: スケジュールデータの通信例

図 7 は、2009 年 4 月 1 日の 7 時 55 分にスケジュールを設定した例である。ユーザは、毎週水曜日と木曜日の 8 時 00 分に電力供給を ON、20 時 00 分に電力供給を OFF に設定している。また、これらのスケジュールの期限を 2009 年 4 月 1 日から 2009 年 5 月 1 日と設定している。WEB 画面で設定されたスケジュールデータは管理サーバへ送信され、ファイルに保存される。

管理サーバはユーザが設定したスケジュールデータを元に、現在から 1 週間分のスケジュールを多機能コンセントに送信する。この時、多機能コンセント本体には時刻の計時が内蔵されていないので、スケジュールデータの変換が行われる。

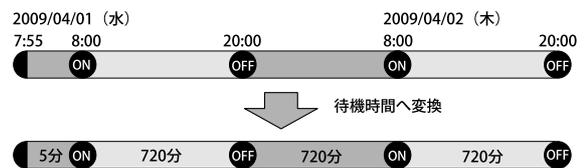


図 8: 時刻と待機時間の変換例

現在時刻は 7 時 55 分であり、次に実行するタスクは 8 時 00 分に電力供給する事である。図 8 に示すように、現在時刻とタスク実行時刻の差分を取り、「5 分待機してタスクを実行する」というデータを送信する。2 つ目のタスクは、20 時 00 分に電力供給を OFF にする事である。2 つ目以降のタスクの実行時刻は前のタスクとの差分時間を送信する。1 つ目のタスクは 8 時 00 分であり、2 つ目タスクは 20 時 00 分であるので、12 時間 (=720 分) 後である。よって、2 つ目のタスクは「前のタスクの

終了後、720分待機して実行する」というデータが送信される。スケジュールのデータは一括で送信され、ユーザが再びスケジュールの変更/追加/削除を行うと、管理サーバは新しいスケジュールを多機能コンセントに送信する。多機能コンセント内の全てのスケジュールデータは上書きされ、再設定を行った時刻から1週間分のデータに置き換わる。

スケジュールによる電力供給 ON/OFF の制御は管理サーバではなく多機能コンセントが行う。そのため、管理サーバを常に電源 ON にしておく必要性がなくなり、管理サーバの消費電力を抑えることができる。

スケジュールの実行は、一番最近のタスクの待機時間を読み込み、その値が0分になった時に電力供給 ON/OFF が実行される。多機能コンセントのスケジュール実行の流れを図9に示す。



図 9: スケジュールデータと実行例

1. 管理サーバから送られたスケジュールデータを受信すると、先頭のタスクにポインタを移動させる。
2. ポインタが指している待機時間を1分減らす。待機時間が0分であればタスクを実行し、ポインタを次に進める。
3. 全てのタスクが終了していなければ、1分待機し2.を再び実行する。

4.3 電力供給の自動延長

スケジュール機能などにより、電力供給を自動的に OFF に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、スケジュールを再設定する必要があり、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 OFF の時刻を自動的に延長させる。システムによって電力供給を OFF に設定する時刻が自動的に延長されれば、スケジュールを再設定する必要がなくなり、ユーザの負担がなくなる。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する。自動延長の手法を以下に示す。

1. スケジュールに則り、指定された時刻まで電力供給 ON を続ける。
2. 電力供給 OFF の設定時刻になると、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を無視して電力の供給を続け、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、その値と比較する事により、電力供給 ON の自動延長を行う事ができる。比較する待機電力は、閾値として数 W を待機電力に加算して比較する。これらの設定値は管理サーバの管理テーブルに記録される。図 10 にスケジュールの動作例を示す。



図 10: 電力供給の延長動作例

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、実際にタスクを実行したのは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。

5. 実験と考察

5.1 実験用基板

これまでに述べた機能を持つ多機能コンセントの回路図を設計し、実験装置を作製した。実際に作製した基板の写真を図 11 に示す。ただし、今回作製した基板は省電力を目的としているため、コスト面から RFID リーダは実装していない。RFID リーダを実装している基板については、参考文献 [1, 2, 3] を参照されたい。

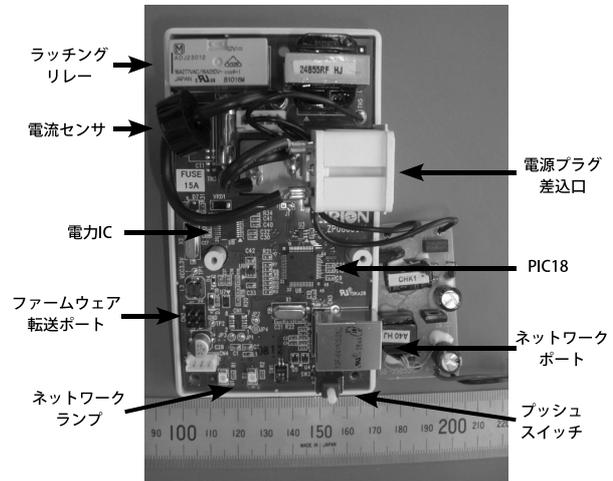


図 11: 実験用基板

図 11 に示したように、多機能コンセント本体のサイズは幅 70mm、高さ 120mm、奥行き 40mm(プラグ突起部を除く)となっている。既存の壁コンセントに容易に設置する事が可能である。接続機器の電源プラグを抜く時に、壁コンセントから多機能コンセントが外れにくいように、側面にプラグの差込口を配置している。

5.2 待機電力の削減実験

待機電力の削減実験の対象として、PCとPCディスプレイの3セットを用いた。図12に示すように、テーブルタップを用いてPCとPCディスプレイの3セットを多機能コンセントに接続している。

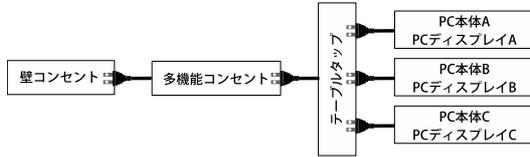


図12: 実験環境

多機能コンセントの電力供給 ON/OFF 機能を用い、待機電力の削減を行ったところ、図13の結果が得られた。

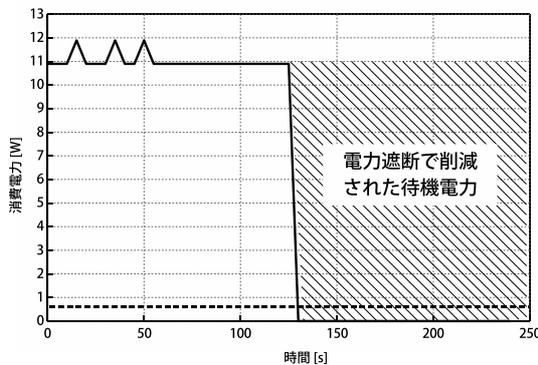


図13: 待機電力の削減実験の結果

130秒後に電力供給をOFFに設定する事で、約11Wの待機電力が削減できていることがわかる。多機能コンセントを使用しない場合は、斜線部の待機電力が常に発生していることになる。

電力供給OFFによりPCとPCディスプレイの3セットの待機電力は削減できたが、多機能コンセントを使用すると多機能コンセント本体が電力を消費する。多機能コンセント本体の消費電力はグラフの点線で示した0.7Wである。例として、表1に示すように、PCの使用時間を10時間、電力供給時間を11時間とした場合を考える。

表1: PCの使用時刻と電力供給ON/OFF時刻の設定例

PCの使用時刻	9:00 ~ 19:00
電力供給時刻	8:30 ~ 19:30

電力供給ON/OFFとPCの使用前後に30分の余裕を持たせている。表1の条件で、多機能コンセントを使用しない場合を図14に、使用する場合の消費電力を図15に示す。

多機能コンセントを使用しない場合は、11Wの待機電力が1日で14時間発生する。つまり、以下の電力を消費する。

$$11 \times 14 = 154(\text{Wh})$$

多機能コンセントを使用する場合は、11Wの待機電力が1時間、多機能コンセントの0.7Wの消費電力が24

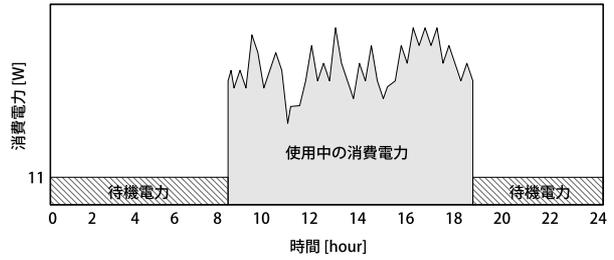


図14: 多機能コンセントを使用しない場合の消費電力

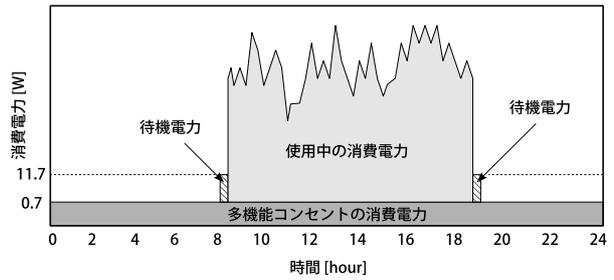


図15: 多機能コンセントを使用する場合の消費電力

時間発生する。つまり、以下の電力を消費する。

$$11 \times 1 + 0.7 \times 24 = 27.8(\text{Wh})$$

よって、待機電力の削減率は以下の通りである。

$$\frac{154 - 27.8}{154} \times 100 = 81.9(\%)$$

80%以上の待機電力が削減できたことになり、省電力の効果が確実に得られることがわかった。

5.3 電力供給の自動延長の実験

スケジュールの延長実験の対象として、PCとPCディスプレイの3セットを用いた。これらを多機能コンセントに接続し、スケジュールリングによる電力供給ON/OFFを行う。電力供給ONの自動延長を行うための初期設定として待機電力を測定する。待機電力の測定の流れは以下の通りである。

1. 多機能コンセントに測定対象のPCとPCディスプレイの3セットを接続し、電源をOFFにする。
2. 待機電力を測定する。測定は0.1秒ごとに10秒間記録し、100個のデータを取得する。
3. 100個のデータの中から最大の値を待機電力として設定する。

待機電力の測定画面を図16に示す。測定結果は10Wと11W付近である。最大値を記録するので11Wを接続機器の待機電力として設定している。さらに、測定した待機電力に閾値を加算した値を比較データとする。現在、閾値はユーザが任意に設定にできるようになっており、今回の実験では3Wに設定している。

実験はスケジュールによる電力供給の自動延長の動作確認を行う。スケジュールは、0:05に電力供給OFF、0:10に電力供給ON、0:15に電力供給OFFと設定した。

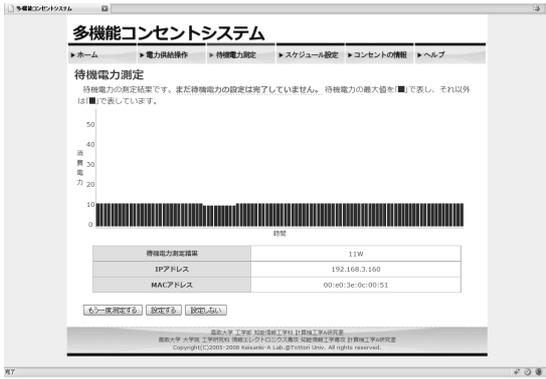


図 16: 待機電力の測定画面

実験開始時刻は 0:00, 初期状態は電力供給 ON であり, PC と PC ディスプレイの 3 セットの電源は ON である. スケジュールした実験結果を図 17 に示す.

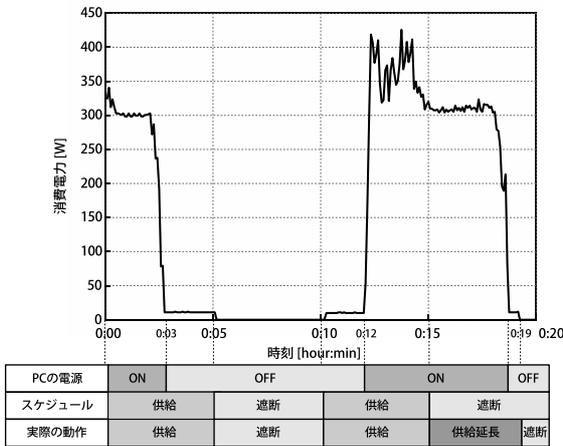


図 17: 電力供給の延長実験結果

0:03 に PC の使用が終わり, 0:05 に電力供給が OFF に設定されている. 0:10 に再び電力供給が ON に設定され, PC を使用している. 0:15 にスケジュールによる電力供給 OFF の時刻になっているが, OFF に設定されず延長されている事がわかる. PC の電源が 0:18 頃に OFF に設定され, 0:19 に電力供給が OFF に設定され, 延長が終了している. 現在の消費電力と待機電力を比較することにより, 電力供給の延長が実現できた.

5.4 実環境での待機電力削減実験

多機能コンセントを用いて, 待機電力削減の実環境実験を行った. 多機能コンセント 27 台を 18 名の職員が在籍する事務所に設置して実験を行った. 実験の測定対象機器は事務所で使用されている PC と PC ディスプレイ 19 セット, 複合機 3 台, プリンター 2 台, 冷蔵庫 1 台と電子レンジ 1 台である.

3 月 29 日から 4 月 25 日までの 4 週間はスケジュール設定は行わず, 消費電力を測定する. 4 月 26 日以降は, スケジュールを設定し, 消費電力を測定する. スケジュールのタスクは 6:00 に電力供給 ON, 21:00 に電力供給 OFF である. ただし, 冷蔵庫や複合機 (FAX 付き) などの常時電源が必要な製品についてはスケジュール対

象から除外する. 実験では 24 台の多機能コンセントがスケジュールの対象とした. 以上の条件で実験を行った結果を, 図 18 に示す.

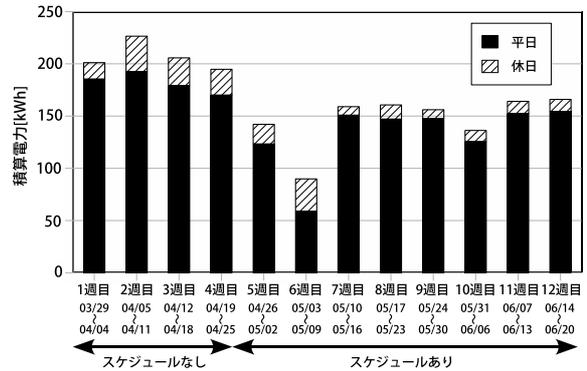


図 18: 実環境での実験結果 (週ごとの積算電力)

図 18 は, 平日と休日を合わせた 1 週間ごとの積算電力である. 1 週目とは 3 月 29 日から 4 月 4 日であり, 12 週目とは 6 月 14 日から 6 月 20 日である. 5 週目は 4 月 29 日が祝日, 6 週目は 5 月 4 日, 5 日, 6 日が祝日であったため, 積算電力が他の週よりも減少している. 同様に, 10 週目は事務所の特別休暇が 1 日あったため, 積算電力が少ない.

平日と休日のそれぞれについて, スケジュールありとなしの 1 日平均積算電力を計算した結果を図 19 に示す.

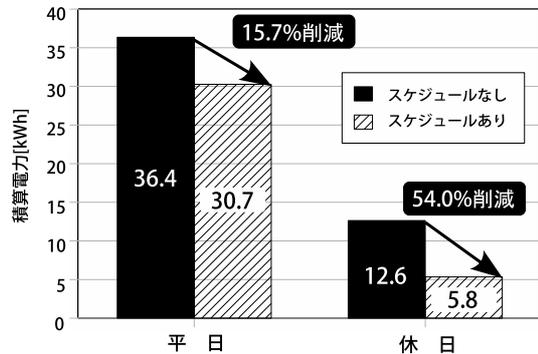


図 19: 1 日の平均積算電力

スケジュールあり, つまり多機能コンセントを使用する場合は 24 時間, 27 台の多機能コンセントが電力を消費する. つまり, 以下の電力を消費する.

$$0.7 \times 24 \times 27 = 453.6 (\text{Wh})$$

図 19 のスケジュールありの場合, この 27 台の消費電力を考慮している. その結果, 平日は 15.7% で休日は 54.0% の電力が削減でき, 省電力の効果が得られることが分かった.

次に, 休日の日数を年間 120 日 (2009 年の土曜日, 日曜日, 祝日の日数) と仮定する. 図 19 の結果から, 多機能コンセントを使用しない場合, 1 年間で以下の電力

を消費する．

$$36.4 \times (365 - 120) + 12.6 \times 120 = 10.4 \times 10^3 (\text{kWh})$$

図 19 の結果から，多機能コンセントを使用する場合，1 年間で以下電力を消費する．

$$30.7 \times (365 - 120) + 5.8 \times 120 = 8.22 \times 10^3 (\text{kWh})$$

1 年間で削減できる電力量は 2.18×10^3 kWh であり，削減率は以下の通りである．

$$\frac{10.4 \times 10^3 - 8.22 \times 10^3}{10.4 \times 10^3} \times 100 = 21.0 (\%)$$

6. おわりに

本論文では，多機能コンセントのスケジューリング機能による待機電力の削減方式について述べた．コンセントに通信機能を持たせたことにより，既存の通信機能を持たない電気製品を活用できるシステムを提案した．

本システムによる，待機電力削減の実験を行った．PC の使用時間を 10 時間，電力供給 ON の時間を 11 時間とした結果，80% 以上の待機電力が削減できた．多機能コンセントの消費電力の 0.7W を考慮しても効果が得られた．電力供給の延長実験では，予め測定した待機電力と比較する事で，自動的に電力供給 ON の延長処理が実行され，使用後に電力供給が OFF に設定された．多機能コンセントのスケジューリングに則った使用方法をする必要がなく，ユーザにとって負担の少ないシステムが構築できた．さらに，事務所で実環境実験を行った．平日の場合は 1 日あたり 15.7% ，休日の場合は 54.0% の電力が削減できた．年間の休日数を 120 日とすると，21.0% である 2.18×10^3 kWh の電力が削減でき，多機能コンセントシステムによりエネルギー資源の節約が行えることがわかった．

本研究は，ジリオン・ネットワークス株式会社と共同研究を行っており，製品化を目指している．また，この多機能コンセントのシステムを応用し，エネルギー資源の節約の他に高齢化社会への対応の手助けとなる事を期待している．

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] 明山寛史，川村尚生，菅原一孔，齊藤剛史，小西亮介．ネットワークから制御可能な多機能コンセント．第 7 回情報科学技術フォーラム一般講演論文集，第 1 分冊，pp.259-262，2008.
- [2] 明山寛史，川村尚生，菅原一孔，齊藤剛史，小西亮介．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．第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム CDROM 論文集，2008.

- [3] 明山寛史，川村尚生，菅原一孔，齊藤剛史，小西亮介．コンセントの多機能化による待機電力の削減．電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集，p.224，2008．
- [4] 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.
- [5] 河口信夫．cogma: コピキタス情報環境を構築する基盤ソフトウェア．第 3 回情報科学技術フォーラム，2004．
- [6] 水谷博成，布施正史，項東輝．エネルギーソリューション．富士時報 Vol.75, No.6, 2002．
- [7] Microchip PIC18F97J60 Family Data Sheet．<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762c.pdf>
- [8] チーム・マイナス 6%．<http://www.team-6.jp/>