

## スマートコンセント制御における相互通信 Intercommunication Messages for Control of Smart Power Outlets

佐藤 雄亮<sup>†</sup> 三浦 信一<sup>†</sup> 武田 利浩<sup>†</sup> 平中 幸雄<sup>†</sup>  
Yusuke Sato Shinichi Miura Toshihiro Taketa Yukio Hiranaka

### 1. はじめに

現在、スマート家電やスマートフォンなど従来の製品が高機能化されたものが出ている。そのような状況において、本研究ではコンセントに着目し、電気機器の自動制御機能を持たせたスマートコンセントを作成した。スマートコンセントを使用することにより、電気機器使用超過によるブレーカトリップ防止や使用電力に応じた電源回路の自動選択をすることができる。しかし、複数のスマートコンセントを独立に動作させてしまうと、他のスマートコンセントの動作状況を把握できないため、本来ならば使用電力超過の状態を超過してないと認識してしまいブレーカトリップが発生してしまうなどの問題が起こる。本研究はそうした問題を解決するために、スマートコンセント同士の調整を行う相互通信について提案する。

### 2. スマートコンセントについて

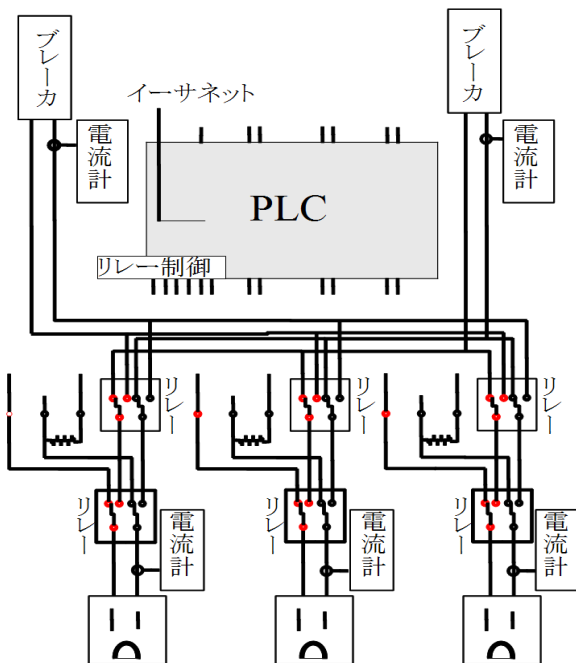


図1:スマートコンセントの構成図

スマートコンセントは電気機器の使用電力に応じて電源回路を自動選択し、ブレーカの電力容量が超過しそうになると電気機器の使用を待機させることができます。

図1はスマートコンセントの構成図である。スマートコンセントはPLCとリレー、電流計（それぞれのコンセントにつき3つ）、抵抗などの回路素子から構成されている。PLCは、予測回路と左右の100V電源回路の3回路をリレーを操作して切り替える。予測回路では、抵抗とコンセントに繋がれる電気機器が直列接続になっ

<sup>†</sup>山形大学 Yamagata University

おりPLCから10Vの電圧を印加される。そして、それぞれにかかる電圧から電気機器の抵抗値を算出する。最後に、その抵抗値で左右の100V電源回路で流れる電流を計算し、その値と左右電源回路のそれぞれの余裕と比較し余裕がある回路から電流を流す。いずれの回路にも余裕がない場合は電気機器の使用を待機させる。

電気機器の使用が終了し、電流計が0AになるとPLCはその電気機器が繋がっていたコンセントを電源回路から遮断し、新たな電気機器使用に備えて予測回路に切り替える。

### 3. スマートコンセントの相互通信

#### 3.1 相互通信のしくみ

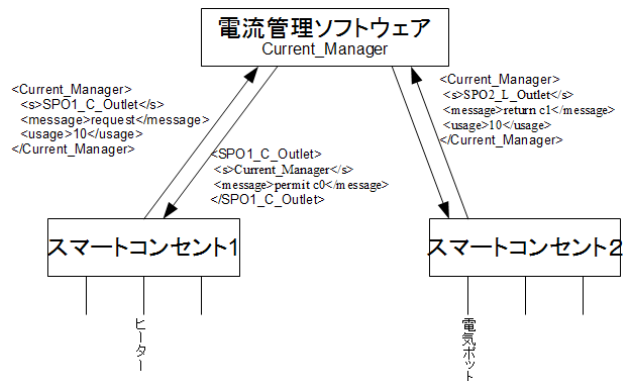


図2:相互通信のモデル図

図2は相互通信のモデル図である。各スマートコンセントは電流を流したい時は電流管理ソフトウェアに許可を求めるメッセージを送信し、電流管理ソフトウェアは各回路の余裕に応じて許可もしくは待機メッセージを返信する。スマートコンセントは、受信したメッセージに応じて電気機器に電流を流すか、使用を待機させる。またスマートコンセントは電気機器の使用が終了したときに流していた電流の使用権を電流管理ソフトウェアに返す返却メッセージを送信する。

#### 3.2 通信データ形式

スマートコンセントと電流管理ソフトウェア間でやり取りするメッセージの形式は以下のようにタグを用いて記述する。(SPOはスマートコンセントで、L,C,Rはそれぞれ左、中央、右コンセントの意味である)

メッセージの形式

<宛先>

<s>送信元</s>

<message>メッセージの内容</message>

</宛先>

※必要に応じて usage タグを使用する

詳しい形式を表1に示す

表1:各メッセージの形式

	宛先	送信元	メッセージの内容	usage タグの内容
許可	電力使用を許可するコンセント	Current_Manager	permit 許可する電源回路番号	
待機	電力使用を待機させるコンセント	Current_Manager	wait	
要求	Current_Manager	電流を流すコンセント	request	新たに流す電流値 (A)
返却	Current_Manager	電流を遮断するコンセント	return 使用しなくなった電源回路番号	必要なくなった電流値 (A)

例 スマートコンセント1の左コンセント(SPO1\_L\_Outlet)による左電源回路(c0)の使用を許可するメッセージ

```
<SPO1_L_Outlet>
<s>Current_Manager</s>
<message>permit c0</message>
</SPO1_L_Outlet>
```

例 スマートコンセント1の右コンセント(SPO1\_R\_Outlet)で10Aの電流を流す許可を求めるメッセージ

```
<Current_Manager>
<s>SPO1_R_Outlet</s>
<message>request</message>
<usage>10</usage>
</Current_Manager>
```

上記のような形式にすることによってメッセージが人から見てわかりやすく、またタグを追加することによってメッセージの追加が容易にできる。

#### 4. スマートコンセントの動作実験

スマートコンセントが電気機器の使用電力に応じて適切な制御ができるか確認するために動作実験を行った。実験で想定したケースは以下である。

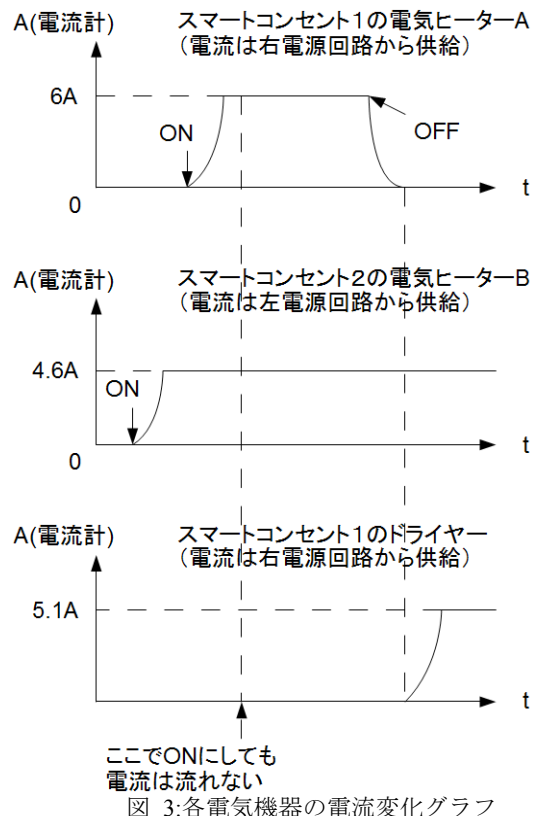
2台のスマートコンセントで複数の電気機器を使用した場合を想定し(電気ヒーターA(6A)と電気ヒーターB(4.6A)とドライヤー(5.1A))、左右電源回路の容量は各々7Aに、合計使用電流は12Aに設定した(行った実験ではこれ以外にも1台のスマートコンセントでの同様なケースがあるが今回は上記のケースのみを紹介する)

2台のスマートコンセントをそれぞれスマートコンセント1,スマートコンセント2とする。スマートコンセント1でヒーターAを使用し、スマートコンセント2でヒーターBを使用したところヒーターAは右電源回路からヒーターBは左電源回路から電流が供給されていた。この時、電流が供給されるまで遅延時間は1秒前後であった。ここで、ドライヤーをどちらかのスマートコンセントで使用しようとしたところ、ドライヤーは待機させられ電流が流れてこなかった。この時、ヒーターAをOFFにすると電源回路の合計容量に余裕ができ、ドライヤーに電流が供給された。その後、ヒーターをOFFにしてからドライヤーに電流が供給されるまで5秒前後かかった。この原因はスマートコンセント内部の電流計の仕様によるものだ

と考えられる。また、今回提案したデータ形式による相互通信にかかる遅延は、0.1秒前後で機器動作より十分早く動作できている。(図3はそれぞれの電気機器に流れる電流の変化グラフである。)

#### 5. まとめ

スマートコンセントの機能である電気機器の使用電流予測及び計測、使用電流に応じた電源回路の選択、回路に余裕がない場合での電気機器使用待機を比較的単純なケースで実現させることができた。



#### 6. これからの課題

今回の動作実験は単純な場合を想定していたので今後、より複雑な場合で実験する必要がある。また、現段階のスマートコンセントは繋がる電気機器を純抵抗と仮定している。しかし、電気機器には純抵抗でないものもたくさんあり、それらの電気機器の使用電流予測は正確に行えないので、他の制御方法を考える必要がある。加えて、スマートコンセントにマルチタップを使用して繋げられる電気機器を増やすといった使用方法が現実では考えられるがこういった状況にもいまのスマートコンセントでは対応できない。さらに、電気機器が作動しなかったとき使用者が混乱する可能性があるのでその対策が必要である。

#### 参考文献

- [1] 日立産機システム、EH-WA23DR 取扱説明書類
- [2] 熊谷英樹、絵とき PLC 制御基礎のきそ、日刊工業新聞社、2010
- [3] Yukio Hiranaka, Yusuke Sato, Toshihiro and Shinichi Miura, Smart Power Outlets with Cross-layer Communication (ICACT2011), 1388-1393, 2011