

スマートコンセントの研究開発

AE17013 大澤 渉

指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

現在、国内の電力消費量は技術革新に伴い年々増加しており、無駄のない電力の運用が必要とされている。また、電力発電には有限資源が今でも多く使われ、将来資源の枯渇が懸念されている。電力消費量を分類すると、家庭内電力消費量、業務他電力消費量の割合は今でも高い状況である。そこで、日本ではスマートメータの導入が進められ、IoT (Internet of Technology)と見える化により節電節約の促進をしてきた。

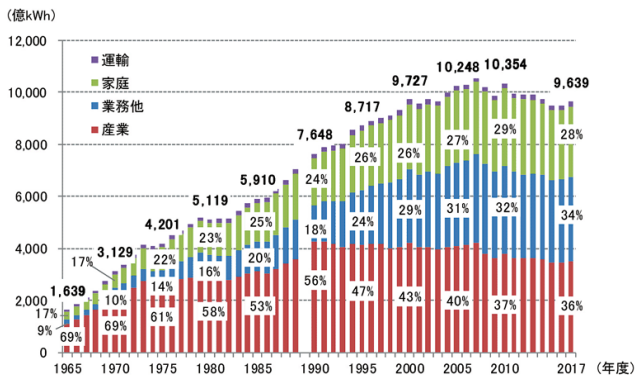


図1 電力消費量推移^[1]

2. 研究目的

今回の研究目的は、スマートコンセントを利用し家庭内電力消費量の見える化を行い、抑制することである。現在はスマートメータを利用し電力量を測定しているが、これは家庭内全体の電力消費量のみが確認可能である。そのため、各部屋の電力消費量を把握するためにもスマートコンセントを利用し見える化を行うことを提案する。

3. スマートコンセント

3.1 スマートコンセントの外観

今回提案するスマートコンセントを、図2に示す。



図2 提案するスマートコンセント完成図

この機器は壁への埋め込み型である。機能は、室温湿度、負荷の電力量の測定である。本研究では、100 V用の家庭内で利用を想定する。

3.2 スマートコンセントの運用図

図3はスマートコンセント運用図を表す。

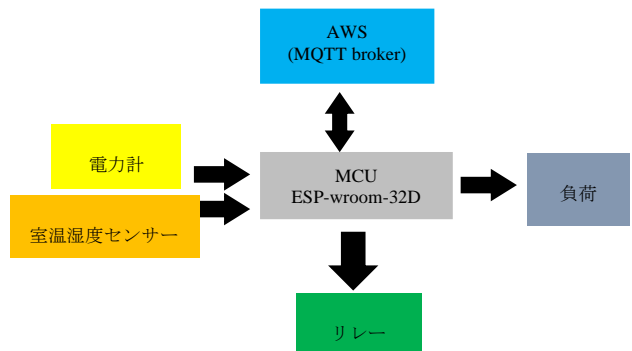


図3 スマートコンセント運用図

測定器は、電力計(HLW8012)、室温湿度センサー(DHT22)である。システムの中核になるMCUでは、ESP-wroom32Dを使用する。測定器から測定したデータをAWS(Amazon Web Service)を利用しデータの通信を行う。

4. スマートコンセントデザイン

4.1 前モデル概要

図4は前回のスマートコンセントモデルである。

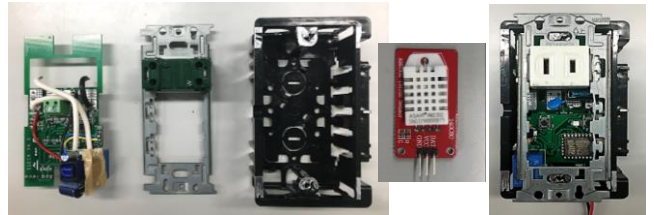


図4 スマートコンセント前モデル

左写真：スマートコンセント分解図

中写真：室温湿度センサー

右写真：前モデル完成図

前モデルでは、パワーサプライが基板と浮き上がった状態であるため、回路が短絡する可能性があった。また、室温湿度センサーは外部に接続するので実用的ではないという問題が存在した。

4.2 本モデル概要

スマートコンセントの横図を図5に示す。



図5 スマートコンセント横図

1. 基板層

積層面積を増やすために、前モデルでは1層構造であった所を3層構造に製作した。基板を製作するにあたって、DesignSpark schematic、DesignSpark PCBを用いた。基板は表面、裏面使えるので、前モデルの両面の合計は約30cm²に対し、本モデルの両面3層合計は、約110cm²で約3.6倍の面積を確保できた。

2. パネルボックス

前回モデルでは、約209cm³のパネルボックスを使用した。三層構造に合わせて約257cm³の深型のパネルボックスを使用した。約1.2倍大きくなったことにより、空間に余裕を持つことができた。

3. パワーサプライ

前モデルでは基板とパワーサプライの接続が不安定で、回路が短絡する恐れがあったが、本モデルでは、ACアダプタを使用することにより、不安定接続や短絡の可能性が解消された。

4. 室温湿度センサー

前モデルでは外部ピンから室温湿度センサーを接続したが、本モデルでは積層面積が増加したことにより、表面部分に実装することが可能になった。

5. 本モデル試験

5.1 各層パーツの動作試験

5.1.1 実験方法

図6の試験模式図から、1層目、ESP-wroom32D、LED、室温湿度センサー、2層目、電力計、3層目、リレーの動作確認を行う。

5.1.2 実験結果

正常に動作確認が取れた。

5.2 耐電圧試験

5.2.1 実験方法

負荷と導通する3層目の導線に100 Vをかけ、耐電圧試験を行う。

5.2.2 実験結果

100 Vを供給した状態で動作確認が取れた。

5.3 Wi-Fi接続試験

5.3.1 実験方法

Wi-Fi接続するためのArduinoプログラムを作成し、ESP-wroom32DがWi-Fiに正常に接続するか確認する。

5.3.2 実験結果

Wi-Fi接続の確認が取れた。

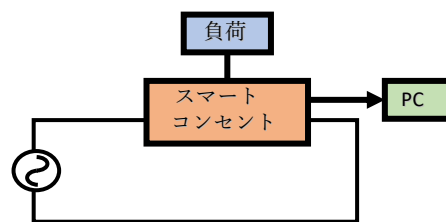


図6 試験模式図

6. まとめ

本研究では、新しいモデルを作成し、各センサーの動作確認、耐電圧試験、ESP-wroom32DとWi-Fiとの接続プログラムの作成、確認が取れた。

より実用化に近づけるためにも、AWSを用いたスマートコンセントシステムを作成することが今後の課題とする。

7. 今後の展望

今回のモデルをベースに新しいモデルの実現性を考える。例えとして、電気容量の増加、二口用のスマートコンセント、200 V用のスマートコンセント等が挙げられる。電気容量の増加に関しては、基板内で負荷がかかりやすい部分の導線をより太くし実現性を図る。二口用のスマートコンセントに関しては、コンセントタップ部分と基盤の調整を行い、実現性を図る。また、二口になることにより、電力の見える化を細分化することができる。最後に、200 V用のスマートコンセントに関しては、変圧器の調整を行うことにより実現性を図る。変圧器は電圧が高くなればなるほど面積を取るのので、パネルボックスや基板の大きさを考えながら選択しなければならない。

参考文献

- [1] 電力調査統計：経済産業省資源エネルギー庁，<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2019html/2-1-4.html> (2021年1月9日閲覧)
- [2] Nurul Afiqah Farhanah binti Zakaria: "Development of IoT in Smart Metering System", 芝浦工業大学卒業論文, 2019年
- [3] ESP32&Arduino 電子工作プログラミング入門