

# 電気自動車の充電を考慮した IoT 技術により遠隔操作 ・情報収集できるスマートコンセントの開発

AE21104 楠原航太郎

指導教員 藤田吾郎

## 1. はじめに

近年の地球において、人間の活動による地球温暖化が進行している。電気製品の使用により消費電力が増加しており、脱炭素化のためのカーボンニュートラルが求められることから、合理的かつ無駄のない電力運用のため、消費電力の見える化のニーズが高まっている。

また、従来主流であったガソリン車からは多くの温室効果ガスが排出されることが明らかとなっており、地球温暖化の一因となっている。しかし、四季のある日本においては、温室効果ガス排出量が少ないEV車の普及は他国・地域と比較して遅れている(図1)。

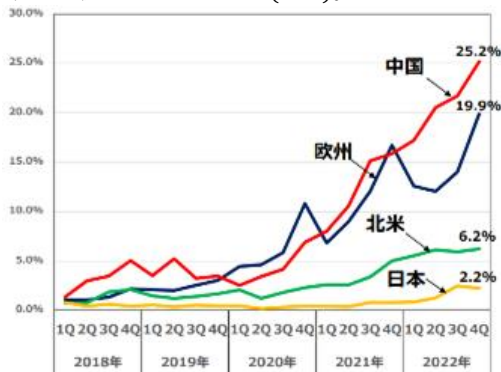


図1 主要国・地域におけるEVの販売比率の推移<sup>[1]</sup>

今後自宅・職場などに設置される基礎充電設備や、移動途中での休憩時等に充電を行う経路充電設備だけでなく、目的地充電と呼ばれる、EV所持者の長期間滞在が見込まれる施設への充電設備設置が求められている(図2)。



図2 EVの場面別充電方法<sup>[2]</sup>

## 2. 目的

本研究の目的は、スマートコンセントと呼ばれるデバイスを開発することである。電力消費量及び湿湿度をスマートコンセント内部のセンサーにて計測、IoT技術を活用して利用者の通信機器にて可視化し、遠隔操作する機能を搭載する。よって、スマートコンセントが設置された部屋での電力消費を可視化でき、消費者に対し各機器の省エネ化を働きかけて、電力消費を減らすことを目指している。

また、開発したスマートコンセントのシステムを応用し、充電部分の回路を追加して、制御可能な電気自動車の充電設備を試作し、量産検討することも目的である。

## 3. 研究内容

### 3.1 スマートコンセントの分類

先行研究では、日本の一般需要家にて利用できる100V用埋め込み型スマートコンセントと、EV車の普通充電での使用を想定した200V EV用スマートコンセントの開発が行われ、本研究においてもその改良や動作確認、実証設置等、商用化に向けた試験を行っている。加えて、ホテルにおける宿泊者のエアコンのつけっぱなしによる非効率的なエネルギー消費を防ぐことを意図した、200V用埋め込み型スマートコンセントの開発を行っている。

### 3.2 スマートコンセントのシステム

図3の左側に先行開発された100V用埋め込み型スマートコンセントを示す。100V用スマートコンセントは、計測ICであるHLW8012により電力(電圧・電流)を、AM2302により湿湿度を計測している。マイクロコンピュータESP32を使用し、上記センサーが測定したデータや遠隔操作に関する情報をAWS(Amazon Web Services)との間で送受信する。図3にシステム運用図、図4に検証中の、スマートコンセントの入切操作やセンサーの値など各種情報を表示するweb画面を示す。

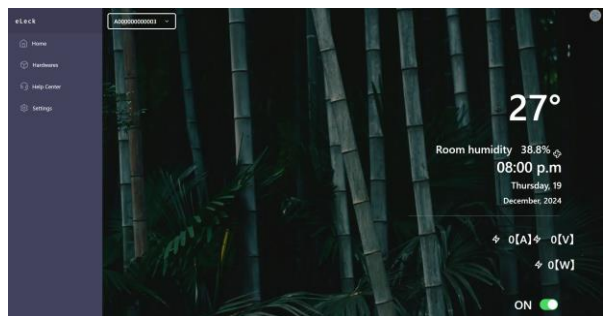
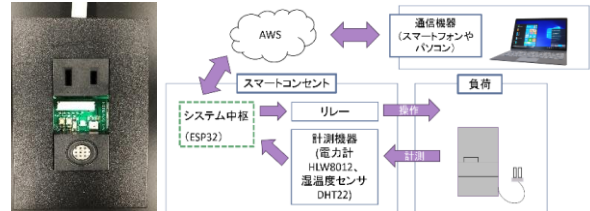


図4 スマートコンセントの操作・情報表示画面

### 3.3 100V用のハードウェア

100V用スマートコンセント(eLeck 100)のハードウェアは、2層の基板層によって設計されている。図5はスマートコンセントの

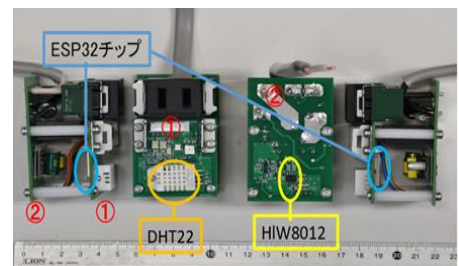


図5 4方向から見たハードウェア

4方向を示している。図5の①は1層目を表し、②は2層目を表している。1層目表面にAM2302湿度センサー、裏面にESP32マイコンモジュールが搭載されている。2層目にはHLW8012電力計が搭載されている。電流・電圧・電力を計測し、計測されたデータをパルス波信号に変換し、1層目のESP32にケーブルにて転送している。ESP32はさらに1層目のAM2302で計測された温度・湿度を収集し、サンプリングデータを外部Wi-Fi経由でAWSにアップロードしている。

先行研究にてハードウェアは既に10台製作され、本研究では改良されたソフトウェアへの更新や、後述のEV用スマートコンセントへの搭載を行いつつ、ソフトウェアとiOSのショートカットアプリにより遠隔操作できることを確認した。また電流・電圧・電力・温度・湿度を測定し、AWSを介してサンプリングされたデータの送信が可能であると確認されている一方、温度が室温より高く、ESP32や基板自体の温度上昇を検知しているものと考えられる。

### 3.4 EV用のハードウェア

200V/30A用の普通充電を行うEV車用のスマートコンセントに関して、先行研究においては100V用スマートコンセントを流用し、100V用と同様の遠隔操作機能を有するほか、EV車の充電制御機能を有している。図6はEV用スマートコンセントのハードウェアである。図6の①は100V用スマートコンセントであり、図6の②部分で①より信号を受け動作するEV充電コントローラ(EKEPC2)である。図6の③は200V/30A対応の電磁接触器である。現状では100V用スマートコンセントを制御部としている。しかし、100V用スマートコンセントではセンサーの絶縁をとることができず、安全性が求められる認証をとることができない点が課題である。

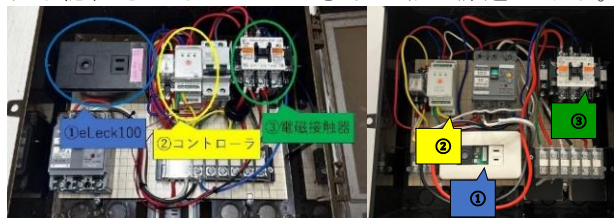


図6 先行研究で開発された(左)/本年度製作した(右)EV用スマートコンセントのハードウェア

本研究では先行研究にて開発されたEV用スマートコンセントを、ホテル等施設へ販売できるよう、まずは長野県内を中心とした協力施設にて、試験的な実証実験を行うことで課題を洗い出している。また、試験台数・需要増加にこたえるため、ブレーカや端子台、ケーブル等の一部部品・配置を先行研究から変更した、改良版のスマートコンセントを製作した。

### 3.5 200V用のハードウェア

エアコン等の用途の想定される、本研究の200V用スマートコンセントのハードウェアは、現在設計途中である。その条件として市販の2連用パネルボックス(SBP-WYY, 図7)のサイズに収めることが求められ、先述のEV用スマートコンセントと比較して小型化が求められている。

先行研究により、100V用のスマートコンセントで用いられた電力計HLW8012



図7 パネルボックス SBP-WYY

では、電流20Aまでの測定が可能であるため、30Aに対して不適切であることや、測定部の絶縁がとれていないことが確認されている。製品として販売する上で安全性を重視する観点より50Aまでの測定に対応し、絶縁をとることのできるACS758(図8)が候補として挙がり、本研究にて単体での動作試験を行った。不安定ながらも入力電流の上下に合わせてセンサーの出力値が変化することが確認できたため、200V用スマートコンセント基板を先行して試作することとなった。

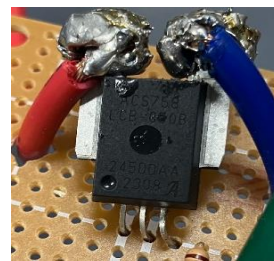


図8 200V用に新規検証中のACS758

## 4. まとめと今後の展望

本研究の100V用のスマートコンセントのハードウェアは一通り完成しており、引き続き周波数の違いなど多様な環境における試験の実施と問題点の修正を施している。

なお、100V用のスマートコンセントは現状絶縁をとれていないため、今後の開発はサイズ余裕より絶縁をとることのできるEV用、200V用のものが中心となることが見込まれる。今後、100V用も含め、スマートコンセントの動作の安定・信頼性の向上を行いつつ、コスト削減や機能向上のため、部品の変更検討が求められる。

また、絶縁をとることができるスマートコンセントとして、200V用の試作・検証が求められる。EV用に関しても、現状の100V用を基にしている部分を200V用が完成次第置き換える必要がある。

さらに、EV用スマートコンセントにおいては、利用者に課金し、料金負担を求めることが最終形である。充電終了や満充電、中断や停電を検知し制御するために、RS-485通信で出力されるEV充電コントローラの信号をESP32に読み取らせることが求められる。

## 5. 参考文献

- [1] 自動車分野のカーボンニュートラルに向けた国内外の動向等について 経済産業省 製造産業局 商務情報政策局(最終閲覧日: 2024/11/13) [https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green\\_innovation/industrial\\_restructuring/pdf/014\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/industrial_restructuring/pdf/014_04_00.pdf)
- [2] 電気自動車(EV)の充電スタンド基礎知識 住友三井オートサービス(最終閲覧日: 2024/11/13) [https://mobilitas.smauto.co.jp/useful/chargingstand\\_ev/](https://mobilitas.smauto.co.jp/useful/chargingstand_ev/)
- [3] 熊磊 卒業論文‘電気を積極的に利用するスマートコンセントの開発’, 芝浦工業大学, 2022
- [4] 熊磊 修士論文‘IoTを積極的に利用するスマートコンセントの開発’, 芝浦工業大学, 2024
- [5] 宋子恒 修士論文‘スマートコンセントを発展させたEVチャージャー制御装置の開発’, 芝浦工業大学, 2024
- [6] 北條史紀 卒業論文‘IoT化された遠隔操作可能なスマートコンセントの開発’, 芝浦工業大学, 2024