

スマートコンセントの技術を応用したEV充電コントローラの開発

AE22067 櫻庭 駿介

指導教員 藤田 吾郎

1. はじめに

近年、国内外において電気自動車(EV)の普及が急速に進んでおり、日本国内でも電動車の販売台数は年々増加している。一方で、これに対応する充電インフラの整備は十分とはいえず、特に宿泊施設や地方部における普通充電器の設置は依然として不足している。経済産業省が公表している充電設備の設置状況によれば、国内の普通充電器および急速充電器の口数は増加傾向にあるものの、政府が掲げる2030年の整備目標には大きな隔りがある(図1)。このような背景から、EV需要の増大とインフラ不足のギャップを補完するために、手軽に導入可能で、かつ低コストで運用できる普通充電設備の開発が求められている。

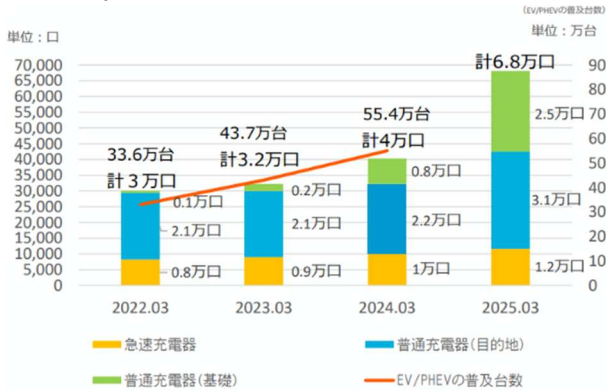


図1 充電インフラ整備の状況^[1]

2. 目的

本研究の目的は、宿泊施設などへの導入を見据えた200 V/20 A対応のEV充電コントローラを開発することである。本コントローラは先行研究で開発されたスマートコンセント技術を応用し、消費電力の見える化や遠隔によるON/OFF制御、およびサーバーを介した電力管理機能を備えることを目指している。また従来の100 V用システムが抱えていた安全性や絶縁上の課題を改善し、より高耐圧・高電流に対応した充電制御基板の実装を図る。

3. 研究内容

3.1 スマートコンセントのシステム

先行研究では、100 V用スマートコンセントを開発し、AWSを利用したクラウド通信機能やWebベースの遠隔制御機能を備えたシステムを構築してきた(図2)。一方で、このシステムをEV充電器に応用する場合、筐体内で100 V系統と200 V系統が混在する構成となり、ノイズ干渉な

ど安全面の課題が生じていた。また、両系統を安全に扱うには絶縁部品や保護部品が追加が必要となり、回路規模やコストも増大していた。また、従来のシステムは大電流負荷を想定した設計ではなかったため、EV普通充電器として運用するには耐電流性や構造強度の点で不足があった。

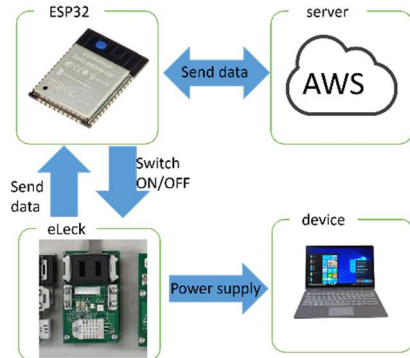


図2 本研究におけるシステム運用図

3.2 本研究で開発した200 V対応コントローラ

これらの課題を解決するため、本研究では200 V/20 Aを上限とする新たな充電コントローラ基板を設計・試作した。基板設計にはDesignSpark PCBを用い、大電流が流れる電源ラインについては幅広の銅プレーンを配置するとともに、ビアホールによる電流の分散を行うことで発熱低減を図った。また、高電圧部と制御部の距離を十分に確保し、絶縁性能を高めたレイアウトとすることで安全性の向上を実現した。

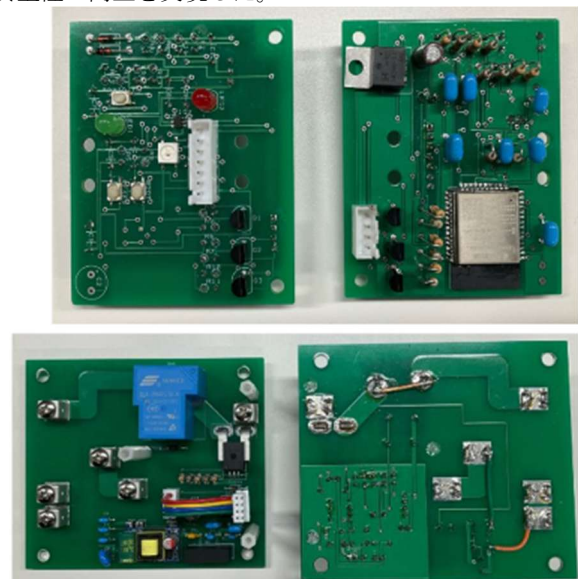


図3 今回開発した200 V対応コントローラ基板
(上：低圧側，下：高圧側)

3.3 電流センサの選定と基礎評価

電流計測機能の実装に向け、本研究ではホール素子型電流センサACS758(50 A品)を採用した。従来の電力計では200 V/30 Aの計測や十分な絶縁が確保できず、EV充電用途としては不適切であったためである。本研究では、ACS758のアナログ出力を安定して取得するためにオペアンプとダイオードを用いたピークホールド回路を介してESP32(ADC)へ入力する構成とした(図4)。実験の結果、ACS758から出力された電圧は10 Aまでの電流に対してピークホールド回路を経て直線的な電圧を示した(図5)。一方、計測するプログラムの作成は未完了であり、電流値をサーバーへ送信して遠隔監視を行う機能は今後実装する必要がある。

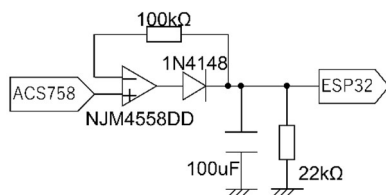


図4 ピークホールド回路

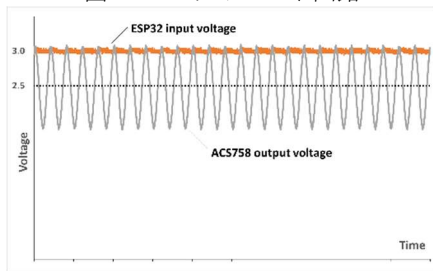


図5 入力電圧(灰色)を変化させたときの出力電圧(橙色)

4. EV充電器の構成と提案システムの位置づけ

先行研究では、100 Vスマートコンセントを制御部として外部機器と連携させることで充電を可能としていた。この方式では充電制御に複数の外部機器が必要であり、システム構成が複雑になるという課題があった。本研究で開発したコントローラは、これらの機能を一つの基板に集約することを目指しており、充電器の小型化、外部機器の削減、およびコスト低減に寄与する構成となっている。



図6 先行研究で開発されたEV充電器

5. RS-485およびModbus通信を用いたEV充電コントローラとの通信検討

本研究で開発したEV充電器は、ETEK社製EV充電コントローラ「EKEPC2-C」を用いて電気自動車への充電制御を行う構成としている。将来的な課金システムの実装に向けて本コントローラとの通信が必要となることから、本研究では通信検証を実施した。その結果、図7に示す回路構成においてEKEPC2-Cとの通信が可能であることを確認した。今後は本通信プログラムを基盤として、ソフトウェアの機能拡張を進める予定である。

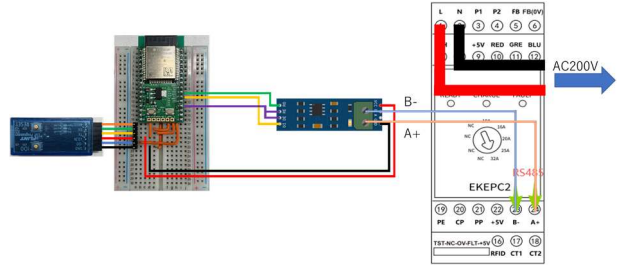


図7 ESP32-EKEPC2-C間のModbus通信構成図

6. まとめと今後の展望

本研究では、先行研究のスマートコンセント技術を応用し、宿泊施設などへの導入を想定した200 V/20 A対応のEV充電コントローラを試作した。基板設計の刷新および電流センサの基礎評価を行い、基本的な制御動作が可能であることを確認した。一方で、AWSとの通信を含むソフトウェアは未完成であり、サーバー連携を含めた総合的な制御プログラムの開発が課題である。

今後は、本コントローラを実機EV充電器に組み込み、200 V負荷を用いた実証試験を行うとともに、外部機器の集約化および回路の高信頼化を進めることで、実用化に向けた完成度の向上を図る。

参考文献

- [1] 経済産業省「充電インフラ整備促進に関する取組」(2025)https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/charging-infra-fukyu.html
- [2] LeiXiong,藤田吾郎,峯村崇「電気を積極的に利用するスマートコンセントの開発」2023年(第41回)電気設備学会全国大会,No.I-1(2023)
- [3] 大泊捷平,櫻庭駿介,AhmadFadhullullahShah,藤田吾郎「電気自動車の充電を考慮したIoT技術により遠隔操作・情報収集可能であるスマートコンセントの開発」令和7年電力・エネルギー部門大会,P.88(2025)