

グローバル規格に対応した充電制御 ECU の開発

AE 事業本部 パワーエレクトロニクス技術部 笹倉 克友
小栗 良貴

1. 取組背景

近年、カーボンニュートラルの実現を目指し、電気自動車(Electric Vehicle, 以下、EV)が市場投入されています。従来のエンジン車の燃料給油に比べ、EV の充電には時間がかかるため、短時間で充電可能な急速充電機能は、EV 普及に向け不可欠な機能です。また急速充電に対応した高出力な充電設備(Electric Vehicle Supply Equipment、以下、EVSE)のインフラ整備も進められています。

高出力の EVSE を使用して、ユーザが安心・安全に EV を充電するためには、EV と EVSE 間で通信を介した協調制御が必要になります。どの EV と EVSE の組み合わせでも充電ができる（機器間の相互接続性を確保する）ために、機器間の制御要件を定義した充電規格が制定されています。しかし、世界各地域で異なる充電規格¹⁾²⁾³⁾⁴⁾(表 1)が採用されているため、EV、EVSE をグローバル展開する企業はこれら全ての規格へ対応しなければなりません。

当社は、グローバル規格に対応した EV 用充電制御 ECU を開発しており、その中で急速充電に対応した EVSE との相互接続性の向上に取り組んできました。その内容について紹介します。

方式	日本方式	中国方式	北米方式	欧州方式
	CHAdeMO	GB/T	CCS1	CCS2
コネクタ形状				
通信方式	CAN		PLC	
充電制御規格	CHAdeMO	GBT27930	ISO15118-2	
最大出力電流	400A	250A	500A	

表 1 急速充電規格の比較

2. 充電制御 ECU の概要と課題

2.1 充電制御 ECU の概要

充電制御 ECU は、図 1 に示すように EV と EVSE をつなぐ製品であり、充電プラグの接続検知、EV システムの起動、高圧バッテリーの状態から最適な充電をするための電力算出、EVSE との協調制御などを行います。図 2 に示すように、急速充電は高圧バッテリーの充電率が 70~80%まで一定の電流で充電し、以降は充電率が上昇するにつれ、電流を徐々に下げて充電を行います。この制御により、高圧バッテリーの過充電を避けることで電池劣化を最小限に抑えることができます。これらの制御に必要な充電制御 ECU と EVSE 間の通信方式、入出力信号、充電手順などは規格ごとに規定されており、当社の充電制御 ECU もそれぞれの規格に適合した設計・評価を行っています。

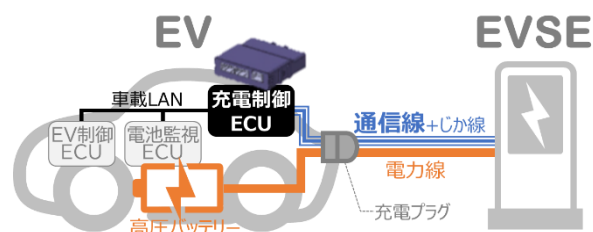


図 1 充電システム構成

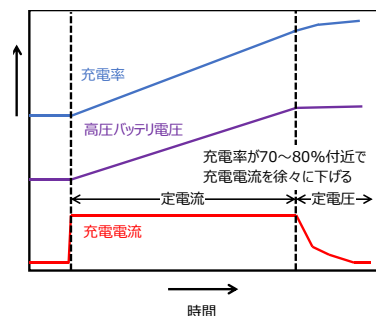


図 2 充電実行時の充電率と電圧・電流の関係

2.2 課題

はじめに述べたように、充電規格は相互接続性を確保するために規定されており、充電制御 ECU と EVSE 間の協調制御の妥当性は、規格適合基準を指標に、ベンチ環境にて確認を行います。しかし、規格適合基準を満たしていても、EVSE と接続すると充電できない（相互接続性がない）ケースが発生していました。これは EV メーカー（ECU サプライヤ含む）と EVSE メーカーで規格解釈や設計意図の違いから生じていました。当社は、相互接続性の向上を課題と捉え、EVSE メーカーと協力した以下の取り組みを行いました。

3. 相互接続性向上の取り組み

グローバル展開における相互接続性を向上ために、CCS 充電規格は欧州・北米、GBT 充電規格は中国の当社海外拠点を活用し、各地域の主要 EVSE メーカーと合同の相互接続性テストに 2017 年から取り組んでいます。

取り組み初期は海外拠点メンバの育成、EVSE メーカーとのコネクション構築を図り、並行して充電システム要件からテストケース作成とテスト実行に必要な EV 模擬手法の確立など体制・環境の整備を行いました。図 3 は EVSE メーカーを訪問し、EV 模擬設備を使用した相互接続性テストした際の様子です。

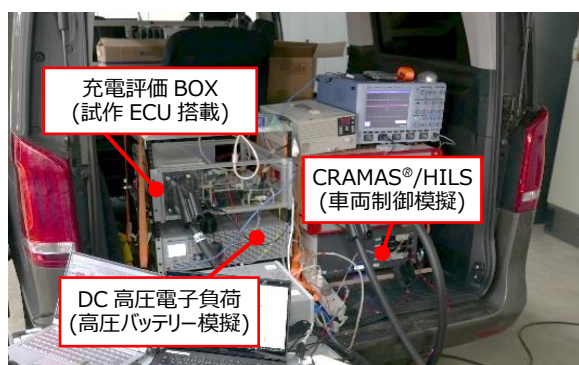


図 3 相互接続性テスト環境

相互接続性テストは、仕向けや機能で異なりますが、正常系/異常系含め 40 パターン、約 1000 項目の確認観点を含む場合もあり、テスト日数(2-3 日)に対して問題発生時の解析/対策/検証の時間確保も考慮する必要があります。当社では、各テストパターンを実行

記載されている会社名、商品名、サービス名等は、各社の商標または登録商標です。

する際の設備設定を最小限に抑えた環境構築、スクリプトによる自動解析ツールを開発・導入し効率化を図っています。問題が生じた場合は、テスト実行と同時に取得した ECU 内部の解析用データを用いて、EVSE メーカーと協力して、EV/EVSE の原因の切り分けを行い、一方若しくは双方で対策を立案し、制御仕様や適合値へフィードバックし、改善を図ります。

相互接続性テストの一例として、『EV 電流指令値と EVSE 出力電流の追従性』を図 4 に示します。EV の電流指令値に対して、EVSE が出力する実電流の追従性が ECU 設計想定よりも遅い場合、充電が停止することがあるため、このデータをもとに設計値の見直しを行います。

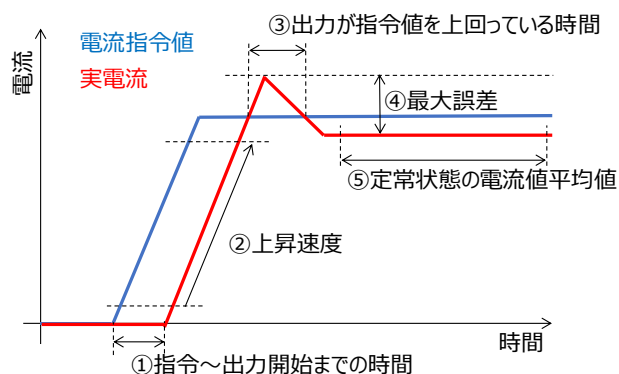


図 4 相互接続性テストの一例

2017 年からの実績として、46 社(図 5)の EVSE メーカーと協力して、EV/EVSE 双方で 50 件以上の改善を図ることに成功しました。

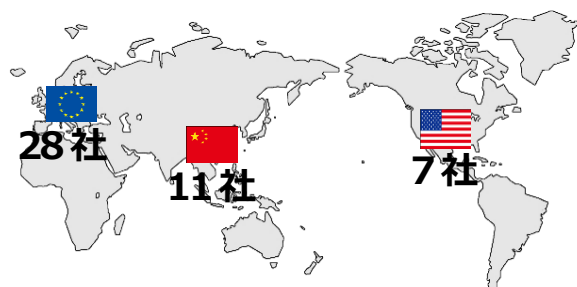


図 5 海外拠点での相互接続性テスト実績

4. まとめ・今後の展開

今回紹介した取り組みにより、当社の充電制御 ECU を搭載する EV をグローバル市場へ投入する前に

急速充電の相互接続性の向上を図ることができました。
本取り組みはユーザの安心感へ直結し、EV 普及に対しても貢献できていると考えています。

今後は、PnC（Plug & Charge）機能^{*(1)}や V2G（Vehicle to Grid）機能^{*(2)}といった、新たな充電機能の市場導入が検討されています。これらの新規アイテムは、EV とインフラ間の電力需給状況の把握、需給時間の調整、認証・課金データなどの情報交換を自動で制御するため、通信量増加、セキュリティ強化により更に充電制御の複雑化が進みます。加えて、電力インフラ事業者やモビリティサービス事業者などの新規のステークホルダー参入が予想され、従来以上に相互接続性の課題が増えることが想定されます。当社は、EV 普及と将来のスマート社会に向けて、新規開発アイテムにおいても関連企業と協力した相互接続性テストと、テストで蓄積した情報を活用した自動適合制御の構築など、更なる相互接続性の向上に取り組んでいきます。

「CRAMAS」は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

参考文献

- 1) CHAdeMO 2.0.1, 電気自動車用急速充電スタンド標準仕様書, 一般社団法人 CHAdeMO 協議会, [2019]
- 2) GB/T 20234.3-2015, Connection set for conductive charging of electric vehicles - Part3:DC Charging coupler, [2015]
- 3) IEC 62196-3:2014, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers, [2014]
- 4) DC CCS Power Classes V7.2, Charging Interface Initiative (CharIN) e.V., [2021]

* (1) PnC（Plug & Charge）機能

従来、ユーザが充電カードを用いて実施していた認証と課金操作を、充電プラグの EV 挿入のみで自動で実行する機能

* (2) V2G（Vehicle to Grid）機能

EV と電力網（Grid）間で連携し、電力ピーク時の電力需給の調整電源として EV の高圧バッテリーを活用する機能