



高操作性CHAdeMO仕様EV直流充放電コネクタ付ケーブル

CHAdeMO Quick Charger Connector with Excellent Operability

吉田 敦*
Atsushi Yoshida

財津 博文
Hirofumi Zaitzu

菊田 高敏
Takatoshi Kikuta

津田 滋宏
Shigehiro Tsuda

新居 弘章
Hiroaki Nii

児玉 至行
Shikou Kodama

電気自動車への充電には、普通充電方式（AC）の他、急速充電方式（DC）が適用され、日本発のCHAdeMO方式の直流急速充電器が国内だけでなく、欧米各所の世界で広く普及している。当社はそのCHAdeMO仕様の充電器に適用される直流コネクタを開発し、現在まで急速用だけでなくV2X用途までの製品において、15000台に達する納入実績を得た。特に、操作性、及び安全面において、高い評価を得ている。

Electric vehicles can be charged by either AC normal charging or DC quick charging. For the latter, the CHAdeMO DC quick charger was developed in Japan and has been widely used in Japan, Europe, and the US. We developed a DC charger connector that meets the CHAdeMO specifications, and have since supplied over 15,000 units of it and other connectors including those for vehicle-to-home applications. Our connectors have a high reputation for their operability and safety.

キーワード：電気自動車（EV）、直流、CHAdeMO、急速充電、V2X

1. 緒 言

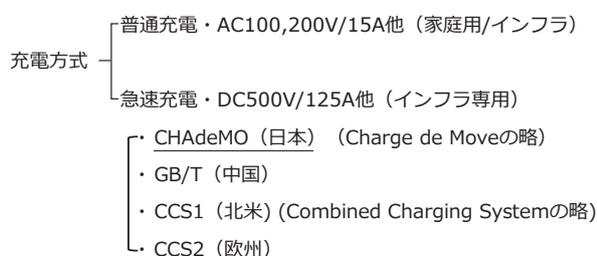
電気自動車（EV）への充電には、時間がかかる（8～11時間）が汎用的な普通充電方式（交流：AC）と、公共施設、大型商業施設などを中心に短時間（30分／80％充電）で充電が可能となる急速充電方式（直流：DC）がある。EVの急速充電方式には、現状、国際規格にて4つの方式が定められているが、日本発のCHAdeMO^{※1}は、世界中で広く採用され、多くの実績を有している（図1）。

CHAdeMO方式の急速直流充電器に適用される充電コネクタ付ケーブル（以下、コネクタと称す）は、充電機器とEVとのインターフェイスとして、充電はもとより、EVとの情報伝達のための重要なパーツである。当社は2011年に、急

速DC充電器用コネクタSEVD-01の販売を開始し、以来、優れた操作性・高い信頼性を有するコネクタとして、また、20kWクラスやV2H用など幅広い展開にあわせて機種展開を図り、現在まで全機種合わせて累計15000台（2016年10月末）販売実績を有するに至っている。

2. CHAdeMO仕様急速DC充電コネクタ

当社は、アルミ合金製ケース製のSEVD-01モデルに続き、2014年にケースの樹脂化により軽量化を実現、より操作性を向上させたSEVD-02モデルを開発し、現在主力製品として販売を行っている（表1、写真1）。



（特長）CHAdeMO：車両側に普通充電と別ポートが必要
CCS：車両側に普通充電と直流充電が同じポート内に配置

図1 充電方式まとめ

表1 急速充電器用コネクタSEVD-02モデル

モデル	SEVD-02モデル	
型番	SEVD-02	SEVD-02M
容量	50kW	20kW
定格	DC500V/125A	DC500V/60A
コネクタ重量	0.8kg	0.8Kg
ケーブル	ゴムキャブタイヤ-アル電源線：38mm ²	ゴムキャブタイヤ-アル電源線：22mm ²

注記：欧州向け50kW/20kW用としてSEVD-02E/SEVD-02MEを、北米向けには同じくSEVD-02U/SEVD-02MUを揃えている。



写真1 急速充電器用コネクタ：SEVD-02

計案から絞り込んだ3つのモデルの試作品を作製 (写真2) し、一般利用者に嵌合操作のユーザービリティテスト (図2 (結果抜粋)) を行い基本形状の選定を行った。



写真2 急速充電コネクタ設計3案

2-1 設計開発コンセプト

急速充電器用コネクタの開発に際して、CHAdeMO仕様への適合に加えて、以下の設計コンセプトを掲げた。

- ①取扱い操作性に優れる
片手で操作、持ちやすい形状、判りやすい自然な操作
- ②シンプルな構造
- ③徹底した安全機構

2-2 コネクタ形状設計

操作性の高いコネクタとするため、形状設計には人間工学に基づく検討内容を反映した手法を用いた。7つの設

この設計で、当社製コネクタは、ケーブル部を握らない形状で、バランスが取りやすく、力の弱い使用者でも容易に操作できるなど、操作性に高い評価を得ている。

2-3 操作性向上のための嵌合設計

嵌合時にコネクタを押し込む操作において、挿入力 (CHAdeMO要求仕様100N以下) が高いほど操作性は悪くなる。SEVD-02モデルでは、それをより低減するため、電源線及び信号線の端子固定構造の工夫により、各端子が独立して動く調芯機構を有する。これにより、インレットにスムーズに嵌合でき、50~80Nと十分に低い挿入力を



図2 嵌合操作評価

実現している。万が一、インレットの端子位置にばらつきがあった場合でも、コネクタ側で調芯可能な範囲で嵌合は可能となる。

2-4 充電時の安全設計

① マイクロスイッチの配置

嵌合が完了すると、ラッチの動きに連動したマイクロスイッチがON状態、信号線回路がCloseとなり、充電可能となる。ここで、半嵌合など嵌合未完了でラッチがロック不十分な状態では、マイクロスイッチがOFF状態、よって、信号回路がOpenとなり充電不可と判定される。

この当社考案のマイクロスイッチを配置しラッチの状態と連動させる仕組みは、CHAdEMO仕様としても標準化されたことにより、CHAdEMO方式全体の安全性の向上に大きく寄与している。

② ソレノイドによる電気的ロック機構

当社設計は、嵌合完了後にソレノイドが作動 (CHAdEMO標準仕様) し、ラッチの動作を直接拘束する機構としている。

この時、ソレノイド作動と同時にLEDも点灯することで、リリースボタンの操作による表示とあわせて、コネクタ嵌合状態、信号回路状態について、容易に使用者が理解できる。

以上、表2、図3にまとめる。

表2 コネクタ嵌合及びロック状態とその表示

コネクタ状態	ラッチ状態	リリースボタンの表示	信号ピン	マイクロスイッチ	信号回路
嵌合前	水平	赤	OFF (非接続)	ON	× : Open
挿入途中	下方へ傾く	赤	OFF (非接続)	OFF	× : Open
嵌合	水平	緑 OKマーク	ON (接続)	ON	○ : Close 回路成立

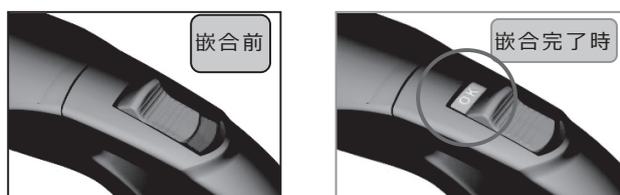


図3 リリースボタン表示

2-5 コネクタ用ケーブル設計

充電コネクタ用ケーブルは、通電電流が大きいので、一般利用者が扱うには、太く、重い仕様となる。このため、コネクタの取り扱いにおいて、曲げやねじりがしやすいよう、低温下 (-30℃) でも柔軟性の高いゴムキャブタイヤケーブルを採用している (表3)。

表3 急速充電器用コネクタ用ゴムキャブタイヤケーブル仕様

適用コネクタ	50kW用SEVD-02	20kW用SEVD-02M
構成	電源線 38mm ² ×2 信号線 0.75mm ² ×9	22mm ² ×2 0.75mm ² ×7
最大外径	φ32 mm	φ28 mm
重量	1.46 kg/m	1.07 kg/m
絶縁材	EPゴム	
シース材	クロロブレンゴム	
準拠規格	JIS C 3005、JCS 4522	

2-6 評価試験

CHAdEMO要求項目の評価試験を実施し、特に、樹脂製ケースで最も懸念される強度、耐低温、及び耐環境特性においても、良好な特性を有することを確認している (写真3)。

CHAdEMO要求項目以外の社内評価として、塩水噴霧、ケーブル過酷曲げ、ヒートショック他を実施し、想定される環境、使用条件でも健全に動作することを確認している (写真4)。

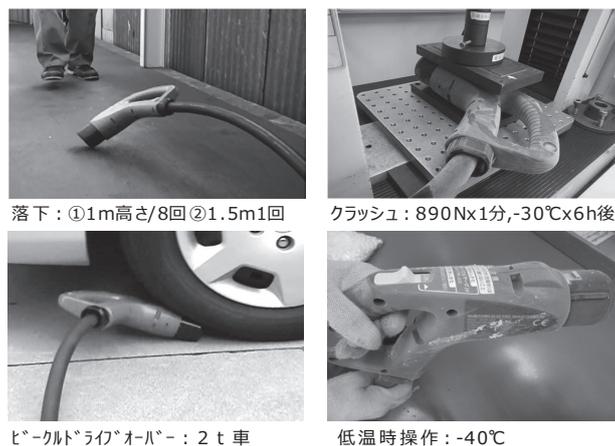


写真3 CHAdEMO要求性能評価試験 (抜粋)

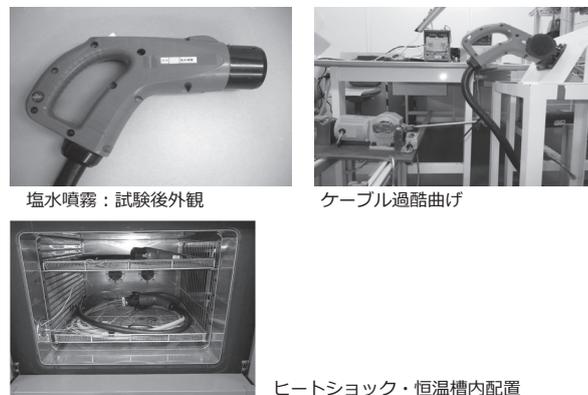


写真4 社内評価試験 (抜粋)

2-7 海外展開

(1) 欧州市場対応

欧州市場での販売のため、充電コネクタの規格であるIEC 62196-1:2003への適合認証を、01モデルSEVD-01Eを2012年に、02モデルSEVD-02E、SEVD-02ME (20kW用)は2014年にそれぞれ取得し、ラベルにCEマーキング^{*2}を表示している。

本認証コネクタは、IEC60502-1適合のケーブル適用以外には、国内向け品との設計差異がなく、基本特性は同じである。

尚、対象となる認証取得時にはCHAdeMO仕様及要求のない以下の評価項目においても、良好な結果であることを確認している。

- ・ Resistance to heat, fire and tracking
(110℃後球圧、グローワイヤ評価 (850℃))
- ・ ISO 4892-2 (UV評価、500h)

(2) 欧州市場・規格最新版への対応

IEC62196の最新版 [-3] に対しても、03モデル (50kW: SEVD-03E、20kW: SEVD-03ME) にて、2015年に当時として世界で最も早く認証を取得している。

特に、**写真5**に示す、本規格で最も条件の厳しいInterlocks試験 (荷重750N、垂直/90°方向、各1分保持を3回繰り返し) に対して、コネクタに破壊がなく、機能が保持されることを確認している。

近い将来、最新版適合品の要求が出た場合でも、本コネクタで対応が可能である。

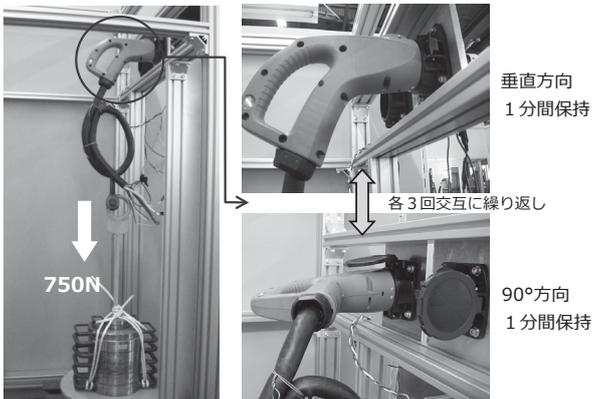


写真5 Interlocks試験

(3) 北米市場対応

北米市場での販売のため、充電コネクタの規格であるUL 2251への適合認証を、01モデルSEVD-01Uは2012年に、02モデルSEVD-02U、SEVD-02MU (20kW用)は2015年にそれぞれ取得している。

02モデルは、開発当初から市場によらず、材料特性面での要求基準が厳しいUL2251に適合する同一材料を適用している。そのため、国内向け品との差異は、以下の2点で、基本特性は同じである。

- ①UL62適合のケーブルを適用
- ②コネクタ内部に防水対策強化

UL 2251以外に、UL50E/8.3 Rain Test、UL 50E/8.5 External Icing Test、746A、746C、UL94の規格に基づいて特性評価がなされ、良好であることが確認されている。

以上、海外認証を取得することで、当社コネクタは世界で幅広く、安全にご使用を頂けるものとしている。

3. V2X用コネクタ

EVの車載バッテリーから取り出した電力を、車両の走行以外に活用するV2X^{*3}が、近年注目を集め、災害時の非常用電源のほか、一般家庭、ビル、及び地域内での活用、また、電力のピークシフトや自然エネルギーの活用に向けて実証試験等、一部での活用が始まっている。

当社は、V2X用コネクタ: SEVD-V1を、2013年に開発し、他社に先駆けて販売を行ってきた。2015年にはCHAdeMO認証ガイドラインver.2.1の標準化に携わるとともに、それに沿ったSEVD-V2を、実績のあるSEVD-V1に一部付加する形態で、2016年に開発、販売を開始している (**表4**、**写真6**)。

表4 V2X用コネクタ概要

モデル	SEVD-Vモデル	
型番	SEVD-V1	SEVD-V2
容量	6kW	10kW
定格	DC450V/15A	DC450V/25A
コネクタ重量	0.6kg	0.6kg
ヒューズ	定格25A	定格35.5A
ソレノイド	プッシュプル式	自己保持型3線式
ケーブル仕様	ゴムキャブタイプ-アル 電源線2mm ² ×2 信号線1.25mm ² ×9 重量: 0.53kg/m	ゴムキャブタイプ-アル 電源線3.5mm ² ×2 信号線1.25mm ² ×11 重量: 0.53kg/m
CHAdeMO認証	ガイドラインver1.0	ガイドラインver2.1



写真6 V2X用コネクタ: SEVD-V1, SEVD-V2

3-1 V2Xコネクタ設計コンセプト

CHAdeMO仕様に準拠することに加えて、家庭での使用を想定し、急速充電器用コネクタと比べて、安全に取り扱えること、取り扱い操作性に優れること、の2点に一層の重点をおいた設計としている。

3-2 基本構造設計

基本設計である電氣的・機械的接続部（嵌合部）は、実績のある急速充電器用コネクタの設計を踏襲する。その上で、急速用と比較して、更に操作性を向上させるべく、軽量化、及び普通充電用コネクタと大差ない寸法までコンパクト化を実現している。

3-3 充放電時の安全設計

安全設計は、一手間かける操作とすることで、利用者への安全意識の喚起も図っている（写真7）。

(1) 嵌合時操作：機械的ロック

インレット挿入後の「ロックボタン押し込み操作」により、ラッチ動作に対する「機械的ロック」がかけられる。もし押し込めない場合は、嵌合が不十分であることを検知できることから、ラッチの完全な嵌合を確認できる。

(2) 充放電準備：電氣的ロック

ロックボタン押し込み操作により、連動しているマイクロスイッチがON状態となり、機器側で検知される。ここでようやく充放電前のソレノイド通電が可能となり、ラッチを動かすリリースボタンの動作を直接規制する「電氣的ロック」がかけられる。

ロックボタンが押し込まれない状態は、マイクロスイッチがOFF状態のため、機器で検知され充放電が開始されない、もしくは充放電中の場合、直ちに充放電が遮断される。

(3) 充放電終了後ロック解除操作

コネクタの離脱時、充放電終了後にソレノイド通電を停止すると「電氣的ロック」が解除される。ここから離脱までは2段階の「リリースボタン押し込み操作」が必要となる。

1回目：ロックボタンが元位置に戻り「機械的ロック」解除

2回目：ラッチが下がり、離脱可能

この機構により、万が一、使用者が通電中に解除行為を行っても、離脱まで2度の操作で時間を費やされることで、その間に充放電が停止され、通電離脱を防止できる。



写真7 V2X用コネクタ・嵌合及び離脱操作

(4) ヒューズ内蔵

ヒューズは過電流に対しケーブルを保護するために電源線回路に配置されている。ヒューズ溶断時は、異常履歴有としてコネクタ全体の交換が必要なため、ヒューズ交換を許容しない設計としている。

3-4 評価試験

CHAdeMO要求事項の評価試験は、急速コネクタと同様に実施している。更に急速用コネクタでの知見に基づく社内評価や顧客からの要求を反映した耐環境評価もを実施し、それぞれ良好な特性を有していることを確認している（写真8）。



写真8 V2X用コネクタ 社内評価試験（抜粋）

4. 今後の取り組み

航続距離の延伸を目的とし、EVに搭載されるバッテリー容量を大きくする動きから、急速充電器をより大容量化する市場ニーズの高まりがある。EV充電において、2020年過ぎには、充電器容量を350kW（現状の7倍）に高める事が表明されている状況であるが、その実現のためのキーコンポーネントが充電器用コネクタ付ケーブルとされる。

当社はこの市場ニーズに最大限に応え、ただし十分に安全性を担保する事に重点を置き、CHAdeMO協議会の活動と緊密な連携を持ちながら、業界のトップランナーとして対象製品の設計ならびにその製品化検討を進行中である。

5. 結 言

CHAdeMO仕様EV直流充放電コネクタ付ケーブルについて、明確な方針一より安全性を重視し、操作性に優れる、をベースにして、さまざまな地域や顧客要望に沿った

製品を開発し、販売を行ってきた。

今後この方針を堅持しながら、よりよい製品の生産を進めていく。

用語集

※1 CHAdeMO

電気自動車の直流急速充電方式の名称。

2010年にCHAdeMO協議会が発足し、現在、自動車メーカー、電力会社、充電器メーカー、地方自治体、充電サービス業者、関連非営利団体、認証機関などがメンバーとして、参加し、技術開発や普及活動を進めている。

※2 CEマーキング

EC指令適合製品であることを示し、EU圏内での商品の自由な流通を保証するもので、製品に貼付することが義務付けられている。IEC規格適合の認証取得によりCEマーキングを表示できる。

※3 V2X

V2H (Vehicle to Home)、V2L (Vehicle to Load)、V2B (Vehicle to Building)、V2G (Vehicle to Grid) 等の総称。電気自動車からの電力供給の流れを示す。

・SEVDは、住友電気工業(株)の商標です。

執筆者

吉田 敦* : 新エネルギープロジェクト開発室 主席



財津 博文 : 新エネルギープロジェクト開発室 主席



菊田 高敏 : 新エネルギープロジェクト開発室 主幹



津田 滋宏 : 住電機器システム(株) 事業開発部 参事



新居 弘章 : 住電機器システム(株) 事業開発部 参事



児玉 至行 : 住電機器システム(株) 事業開発部 部長



*主執筆者