



CHAdeMO 100kW 超級 大出力EV 直流充電コネクタ付ケーブル

CHAdeMO-Conformity High Power Charge Connector Assembly for Over 100kW-Class EV Charger

中西 辰雄*
Tatsuo Nakanishi

財津 博文
Hirofumi Zaitso

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は普通充電（AC）と急速充電（DC）に大別されるが、近年、車載バッテリーの大容量化等を受け急速充電方式の適用が増加している。当社は2011年度よりCHAdeMO仕様50kW級の急速充電コネクタSEVDシリーズを販売開始し、充電器の国内外、特に欧米での普及に伴い、累計27,000台を販売中であり、その操作性、及び安全性において市場より高い評価を得ている。更に当社では大出力要件を示したCHAdeMO仕様書 ver.1.2の内容にいち早く対応し、大出力用SEVD-11の販売を2018年初より開始した。

There are two categories for electric vehicles charging systems. One is normal charging (AC) and the other is quick charging (DC). In recent years, the application of the latter has been expanding due to an increase in the capacity of in-vehicle batteries. In 2011, we began supplying the SEVD series as a CHAdeMO-conformity 50kW-class quick charge cable assembly and have since delivered 27,000 units mainly in Europe, U.S.A. and Japan. Our connectors have a high reputation for superior safety design and operability. We responded quickly to the CHAdeMO specification ver.1.2, which described high output, and began shipping SEVD-11 for over 100kW-class high power charge connectors in the beginning of 2018.

キーワード：電気自動車（EV）、直流、CHAdeMO、急速充電、大出力

1. 緒 言

近年、環境汚染物質排出ゼロエミッション提唱、脱炭素化社会の実現に向け、電気自動車（EV）の全世界規模での普及、自動車のEVシフトに伴い急速充電方式（直流：DC）の充電器が公共施設、大型商業施設などを中心に設置されてきている。EVの急速充電方式には国際規格にて4つの方式（図1）が定められているが、CHAdeMO^{*1}仕様は全世界で広く採用され多くの実績を有するに至っている。

CHAdeMO仕様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50kW級の

急速DC充電器用コネクタの販売を表1の通り、2011年に開始。その後、アルミ合金製ケースを樹脂化し軽量化を実現したSEVD-02モデルを製品化し、現在主力製品として累計27,000台の販売実績を有している（2018年10月末）。

本書では大出力要件を満たし2018年1月から製品の販売を開始した大出力100kW 超級（定格電流200A）コネクタについてその取り組みについて報告する（写真1）。

- 充電方式
 - 普通充電・AC100,200V/15A他（家庭用/インフラ）
 - 急速充電・DC500V/125A他（インフラ専用）
- 仕様
 - ・CHAdeMO（日本発）（Charge de Moveの略）
 - ・GB/T（中国）
 - ・CCS1（北米）（Combined Charging Systemの略）
 - ・CCS2（欧州）

（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/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 SEVDシリーズの開発、製品化の取り組み

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
急速用-01モデル (アルミ合金)	開発	50kW 販売開始	海外 認証取得			02に 切替 販売終了			
急速用-02モデル (樹脂)			開発	販売 開始		20kW用 取得 ◆最新版認証取得 IEC62196-3			
V2H用 Vモデル -V1⇒-V2			▼V1 開発	▲V1 採用	▼V2 開発		▲V2 販売開始		
大出力用 -11モデル (アルミ合金)							開発	▲UL ▲CE 販売開始	

注記：V2H^{#2}用に軽量化のため樹脂ケース化。その展開で-02モデルへも樹脂ケースを適用

2. 大出力CHAdEMO コネクタの開発

当社は世界に先駆けCHAdEMO仕様1.2適合の200A定格電流を有する大出力用 (HPC仕様: High Power charge) コネクタとして表1の通り、製品化を図った。非冷却条件として世界で最大級の充電容量となる。

当社のこれまでの製品化の取り組み、および大出力用の開発の経緯を表1に示す。今回、表2に示す定格電流アップ、それに伴うケーブルおよびコネクタの重量増加による落下/衝撃力の課題に対応すべく、-01モデルで採用したアルミ合金製ケースを採用し強度補強を図った。

表2 充電コネクタSEVD-11モデル (HPC) の主要諸元

型番	SEVD-11	現行SEVD-02
出力	100kW超級	50kW級
定格	500V/200A	500V/125A
コネクタ重量	1.4kg	0.8kg
ケーブル	ゴムキャブタイヤケーブル 電源線: 70mm ²	ゴムキャブタイヤケーブル 電源線: 38mm ²

注記: 欧州向けSEVD-11E、北米向けSEVD-11UをHPC仕様とし、各々CEマーキング、UL認証を取得しラインナップしている。



写真1 SEVD-11大出力用、SEVD-02急速充電コネクタ

2-1 電気特性設計

(1) 電源線サイズ最適化

CHAdEMO仕様の通電時温度上昇の要求特性を表3に示す。

定格電流アップのための電源線サイズは、

- ・定格電流相当の電源線サイズを有する。
- ・CHAdEMO仕様での車輛嵌合部寸法規定に則る点から、70mm²が適用可能と判断される。

表3 CHAdEMO仕様の温度上昇の要求特性

部位	項目	要求特性	備考
コネクタ、及びケーブル	人が保持する部位	≦60℃	周囲温度40℃、過温度保護の要求より
	人が触れる 部位	≦85℃	
コネクタ内	電源端子	温度上昇幅 ΔT≦50℃	
	温度: 日本規格 (IEC規格)	≦80℃ (≦90℃)	

電源線サイズ70mm²ケーブル単体での温度上昇特性計算結果を図2に示す。

- ・気温40℃、250A通電条件ではケーブル導体温度、表面温度共に要求値を越える。
- ・気温40℃、200A通電条件では規格の範囲内である。

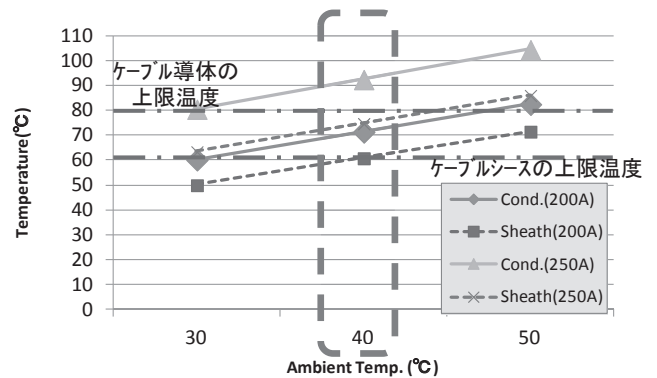


図2 電源線70mm²での温度上昇特性計算結果

その他、充電コネクタ用ケーブルは通電電流が大きいため、一般利用者が扱うには太く、重い仕様となる。当製品に適用しているゴム製キャブタイヤケーブルは曲げやねじり面で非常に柔軟性に優れ、かつ低温下 (-30℃) でもコネクタが取り扱いやすい特長を有する。その点に関しては今回の大出力用でも同様である (表4、写真5)。

表4 大出力用コネクタ用ケーブル仕様

適用コネクタ	100kW超級SEVD-11	50kW級SEVD-02	
構成	電源線 信号線	70mm ² ×2 0.75mm ² ×13 (※)	38mm ² ×2 0.75mm ² ×9
最大外径	φ40mm	φ31mm	
重量	2.7kg/m	1.6kg/m	
絶縁材	EPゴム		
シース材	クロロプレンゴム		
準拠規格	JIS C 3005、JCS 4522		

※: 温度センサー用信号線4本を含む

(2) 定格電流アップによる温度上昇

開発したSEVD-11モデルの定格電流通電下での温度上昇試験結果を図3に示す。コネクタに接続される車輛インレット側電線はコネクタと同じく70mm²を適用している。その結果、通電2時間後の飽和状態で電源端子の温度上昇ΔT=33℃と表3に示す規格を満足する。

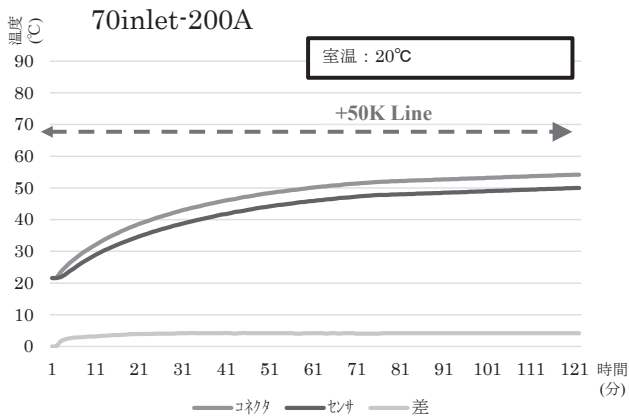


図3 インレット側電線70mm²での温度上昇試験結果

合わせて、現在の一般仕様である車輛インレット（電線38mm²）と接続して行った結果を図4に示す。電源端子の温度上昇ΔTは57℃程度に達した。インレット側電線サイズが通電電流に対し小サイズのために温度上昇を伴ったことによる。

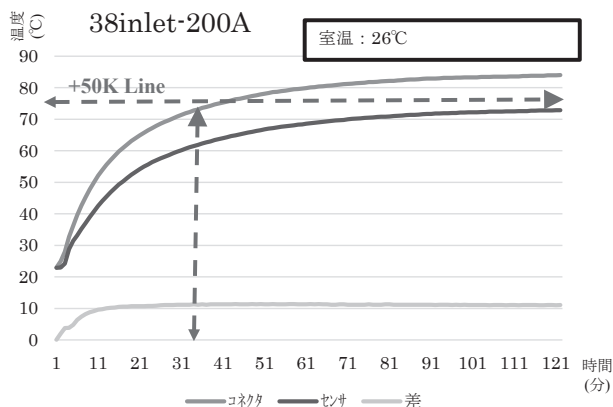


図4 インレット側電線38mm²での温度上昇試験結果

2-2 機械強度設計

(1) 既存仕様の操作性、安全性コンセプトの踏襲

写真2にSEVD-11モデルの充電状況を示す。操作性として片手で操作、持ちやすい形状、わかりやすく自然な操作、シンプルな構造等、SEVD-02モデルのコンセプトを踏襲し、安全機構面でも以下の点を踏襲し、部品の共有化を図った。

- ① マイクロスイッチ半嵌合検知による充電準備状態、および嵌合完了後の充電可能情報の伝達（当社構造がCHAdeMO ver.1.0以降の仕様書に反映されている）
- ② 充電中の電氣的ロック機構による引抜防止

③ LED点灯の-02設計の展開、およびリリースボタン操作時の色表示による嵌合状態の使用者への通知（図6参照）

当社製コネクタはケーブル部を握らないハンドル形状で、バランスが取りやすく操作性がよいため、使用者から高い評価を得ており大出力用製品化においてもその点を踏襲した。

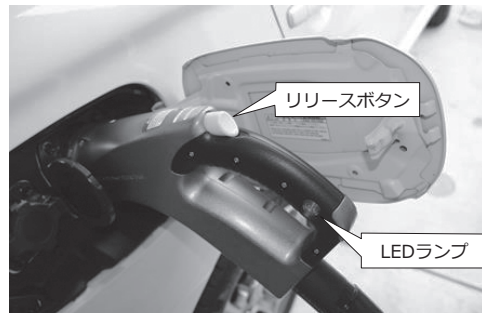


写真2 大出力用充電コネクタSEVD-11の自動車インレットとの接続状況

(2) コネクタの形状設計

今回のケーブルサイズアップ、金属ケース採用により、コネクタ重量が重くなり落下・衝撃力が増加することが予想されたため、以下の点に配慮しコネクタの形状設計を行い、堅牢性を確保している。

- ① ケーブル外径アップによる最小曲げRの増加を受けたケース形状の最適化、全長の決定（図5参照）
- ② ハンドル下部の「角」には、樹脂カバーを被せず、金属部を露出させる形態（写真3参照）
- ③ コネクタの「角」にあたる部分への衝撃力の負担を減らすためにリリースボタンの位置を変更し樹脂部品がコネクタ上面からの突起とならない形態（図6参照）

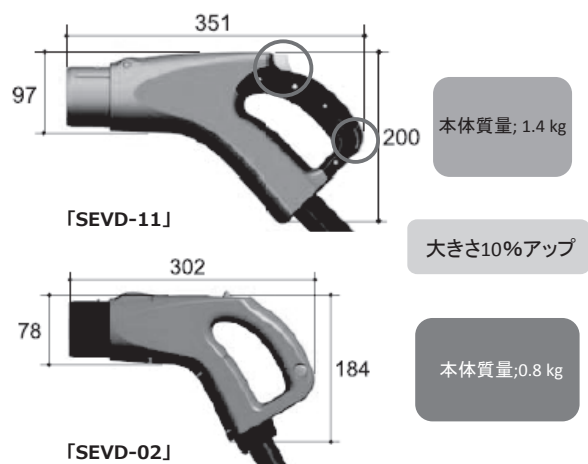
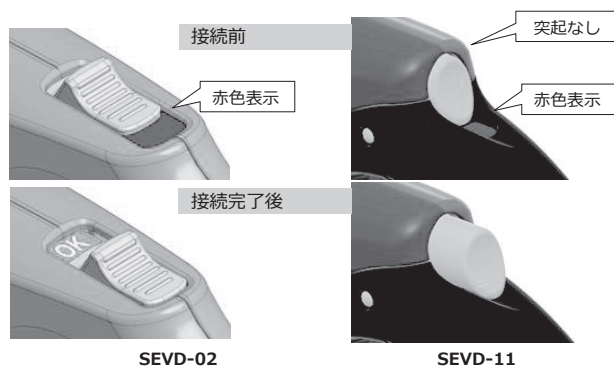


図5 大出力モデルと急速モデルの構造比較



写真3 エッジ部への金属部の露出 (図5の○部の詳細)



SEVD-02

SEVD-11

図6 リリースボタンの形状変更 (突起形状取り止め)

2-3 異常モニターのための温度センサー適用

大出力用開発時に市場の要望に応じ温度センサーを適用した。コネクタのピンアサインを図7に示す。ケーブルに信号線4芯を追加しコネクタ内の電源端子近傍のケーブル絶縁体上にセンサーを配置した。

前述の温度上昇試験、並びに4項の追加評価結果を考察した。

Pin Assign	Circuit	Line	Cond.Size (mm ²)
1	Grounding	Grounding	0.75
2	Signal 1	Signal 1	0.75
3			
4	Signal 2	Signal 2	0.75
5	Power (-)	Power (-)	70
6	Power (+)	Power (+)	70
7	Signal 3	Signal 3	0.75
8	CAN-H Twisted	CAN-H Twisted	0.75
9	CAN-L Pair	CAN-L Pair	0.75
10	Signal 4	Signal 4	0.75
	LED, sol (+)	LED, sol (+)	0.75
	LED, sol (-)	LED, sol (-)	0.75
	Micro Switch	Micro Switch	
	Thermistor(P)	Thermistor(P)1	0.75
		Thermistor(P)2	0.75
	Thermistor(N)	Thermistor(N)1	0.75
		Thermistor(N)2	0.75

注記：CHAdEMO仕様の0-400A出力時の過温度保護の要求の組合表での分類上、当社は非冷却条件での200A用ケーブルアセンブリーに該当するため、温度センサーは不要であるが参考に取付け。

図7 大出力用コネクタのピンアサイン

正常な充電状態の場合、図8の通り電源端子部の温度との測定乖離が5℃程度でモニターでき、運転状況を監視する上で有効であり、「端子=センサー測定値+6K」水準で温度推定可能である。

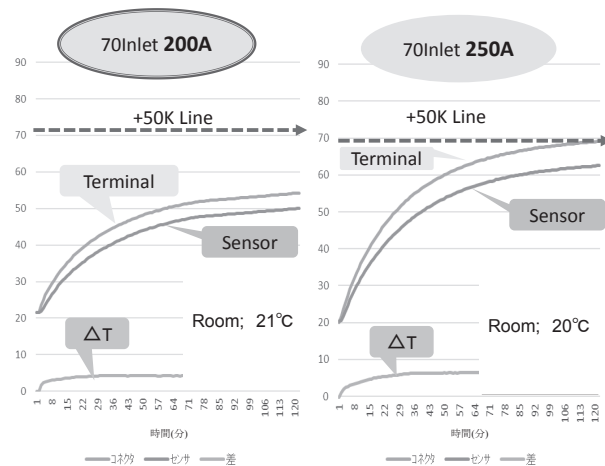


図8 正常な充電状態での温度センサー測定

一方で電源端子の過熱等の異常発生時は図9の通り、顕著な測定乖離 (5~12℃) が生じ、かつ時間応答性 (グラフ上での勾配) も差があり、正常時のような端子温度の監視が難しい。

以上、当社では温度センサー取付けの目的を異常発熱監視等のための参考扱いとし、4-3項で記載の大出力用件を示したCHAdEMO仕様分類上のモニターや制御用として扱っていないが、今回の試行の結果、新規に設けた温度センサーについても異常判定に活用が可能である点を検証することができた。本結果は当社仕様書に添付する形で充電器メーカーに提示し、センサー計測値の充電異常モニターへの活用を推奨している。

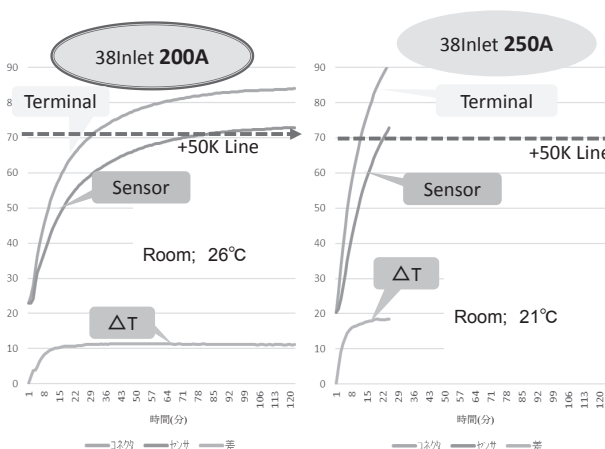


図9 端子部に過熱が発生した状態での温度センサー測定

3. 評価試験結果、および認証対応

3-1 評価試験結果

CHAdEMO仕様で標準化された要求特性に対する試験結果の一部として機械強度面の結果を表5、写真4に示す。

その他、CHAdEMO仕様の要求事項以外の評価として、耐環境特性、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。またケーブルは写真5の通り、実用性に支障なく束取り可能で、インレットへの取付け時にもケーブルの可撓性により操作に制約を受ける懸念はない。

表5 CHAdEMO仕様での機械強度試験の一部の結果

項目	要求特性	外観	動作確認	絶縁抵抗	耐電圧
落下衝撃	高さ1mからコンクリート床に落下(8方向)	○	○	○	○
クラッシュ	荷重890N/1分	○	○	○	○
ドライブオーバー	2tonの車輛で踏む	○	○	○	○



※02モデルで実施時写真を転用

写真4 CHAdEMO要求性能評価状況 (抜粋)

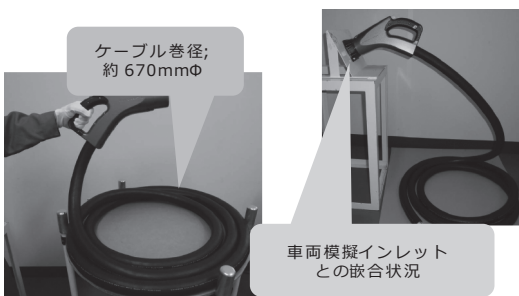


写真5 社内試験状況 (抜粋)

3-2 HPC (High Power Charge) 海外認証対応

海外市場に販売する場合、各市場の仕様に適合した製品認証を行う必要がある。そのためには各市場の仕様に適合したケーブルを開発する必要があり、以下の市場毎の規格

に準じ、表6に示す通り製品仕様の展開を行っている。

・北米 (UL規格に準じる地域を含む) 対応: UL 2251
ケーブルシースを厚くすることが求められるため、仕上がりのケーブル外径ならびケーブル質量が大きくなっている。

・欧州 (IEC規格に準じる地域含む) 対応: IEC 62196-1
当社ではSEVDモデル開発当初から各規格に適合した認証取得しており、HPCでも同様に2017年12月にUL認証を取得し、先行する形でUL適合品の販売を開始した。これまでに約450台 (2018年10月末) の実績を有するに至っている。続いてIEC規格に準じるCE認証を2018年7月に取得し、9月から販売を開始している。

表6 各市場別の大出力用コネクタ (HPC) の設計諸元

型番		SEVD-11		
定格		DC 500V / 200A		
寸法 mm		351×200×83		
コネクタ本体重量		1.4kg (ケーブル除)		
海外認証		(国内)	CE	UL (600V)
電源線 Power	サイズ	70mm ²	70mm ²	2/0AWG 67.4mm ²
	本数	2本		
信号線 Signal	サイズ	0.75mm ²	0.75mm ²	18AWG 0.82mm ²
	本数	[13本] 端子 7本、ソレノイド 2本、温度センサー 4本* *あくまで“参考用”として組み付け		
ケーブル Cable	外径mm	40	36	43
	重量kg/m	2.73	2.48	2.8

以上、HPCの海外認証を取得することで世界で幅広く安全に御使用を頂けるものとし販売展開するに至っており、国内向けにも2018年11月から量産製造を開始し納入を開始している。

4. 今後の取り組み:さらなる大出力化の取組み

4-1 ブーストモード (短時間大電流化) の適用

EVの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アップが図られる中、急速充電器をより大出力化する市場ニーズの高まりがある。50kW・h級を超えるバッテリーが製品化される中、充電所要時間の増加を抑制すべく、充電時間を制限することでより大出力充電するブーストモード (短時間大電流化) の取り組みが行われている。当社でも大電流300A通電時の温度上昇試験を行ない、短時間の範囲であればブーストモード適用で100kW超級の出力の充電が可能である (図10)。

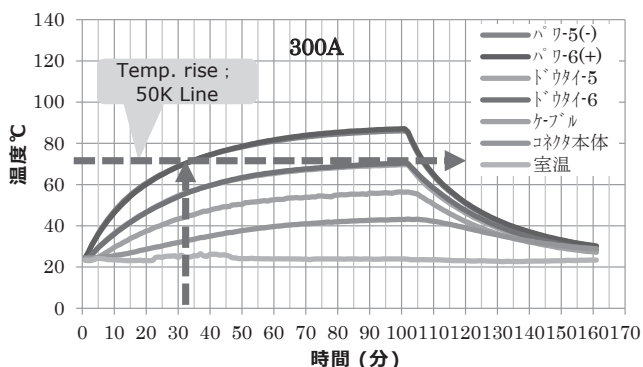


図10 大電流試験結果 (インレット側導体70mm²)

4-2 高電圧化 (CAHdeMO2.0対応)

当社は高出力用開発時の設計段階において、公称電圧1,000Vでの適用を可能としている。高出力用途について現在、海外IEC規格を整備中であるため、規格改訂に足並みを揃える形で今後認証を取得する予定である。

4-3 更なる高出力化

EV需要の拡大を受け更なる高出力化が求められている。現状のCHAdemo仕様では出力電流(定格電流)が200Aを上回る場合、温度モニター、冷却機能、温度制御機能を有する必要がある。当社では今回の温度センサーの知見を元に更なる高出力化を図る。また海外の急速充電方式の仕様にも対応すべく、ケーブルアセンブリーとして更なる高出力化を図っていく。

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ている。当社はこの市場ニーズに最大限に応えると共に、十分に安全性を担保することに重点を置き、CHAdemo協議会や海外規格改訂の活動等と緊密な連携を維持し、業界のリーディングカンパニーとして技術開発、並びに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明確な方針—安全性を重視し、操作性に優れる、を掲げ、多種多様な製品ラインナップを揃え、全世界向けに販売を行ってきた。今後も旺盛なEV需要に応えるべく顧客要望に沿った製品開発を進め、よりよい製品の提供を進めていく。

用語集

※1 CHAdemo

電気自動車の直流急速充電方式の仕様。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 V2H

Vehicle to Home等の総称。電気自動車からの電力供給の流れを示す。他にV2G (Vehicle to Grid)、V2L、V2B等を称しV2Xと呼ばれている。

- ・CHAdemoは、電気自動車の直流急速充電方式の商標です。
- ・SEVDは住友電気工業(株)の登録商標です。

執 筆 者

中西 辰雄* : 電力機器事業部 主幹



財津 博文 : 電力機器事業部 主席



菊田 高敏 : 電力機器事業部 主幹



津田 滋宏 : 住電機器システム(株) 参事



新居 弘章 : 住電機器システム(株) 参事



児玉 至行 : 住電機器システム(株) 部長



*主執筆者