

第2章 急速充電設備の概要調査

第1節 種類、原理、構造

2.1.1 電気自動車用充電設備

電気自動車用充電設備は、充電速度（出力）により一般に「普通充電」と「急速充電」に分類される。普通充電器は一般家庭の AC 電源を使用できるが、充電時間が 10 から 20 時間と長い。これに対し、急速充電器は 15 分から 1 時間程度で充電が可能だが、大きな電力が必要になるため動力電源による供給が一般的である。

- ・ 普通充電器

充電時間*1：満充電まで約 20 時間

電圧：AC100V 電流：15A 電力：1.5kW

- ・ 普通充電器（倍速）

充電時間*1：満充電まで約 10 時間

電圧：AC200V 電流：15A 電力：3kW



写真 2-1 普通充電器（例）

- ・ 急速充電器（中容量）

充電時間*1：80%充電まで約 30 分から 1 時間

電圧：DC500V 電流：60A 電力：20kW

- ・ 急速充電器（大容量）

充電時間*1：80%充電まで約 15 分から 30 分

電圧：DC500V 電流：125A 電力：50kW

注 *1：日産リーフ 30kWh タイプでの目安時間



写真 2-2 急速充電器（例）

2.1.2 充電インフラの種類

インフラの観点から充電方式を分類すると、自宅での充電を行う「基礎充電」、高速道路 SA・PA や道の駅など走行経路途中での充電を行う「経路充電」、大規模商業施設やオフィスなど目的地の駐車場等で充電を行う「目的地充電」に分けられる。

自宅で夜間にフル充電し、経路途中や目的地では駐車中に継ぎ足し充電を行うという利用形態においては、急速充電器は、主に経路途中または目的地で駐車中の充電に利用される。

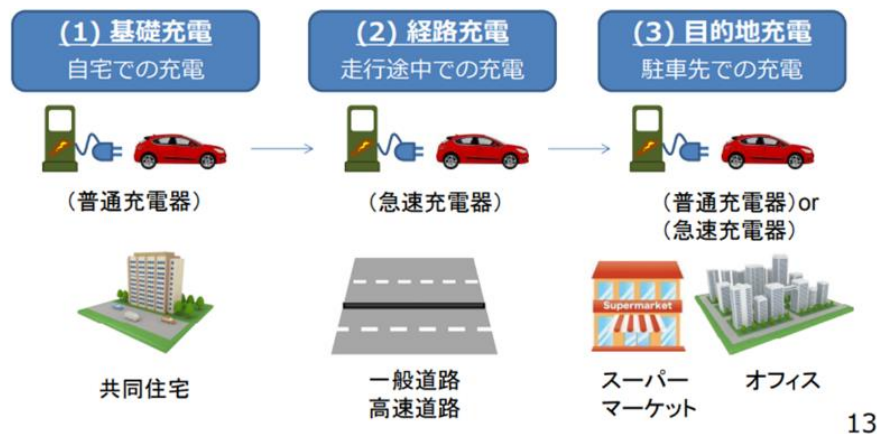


図 2-1 充電インフラの分類

出典：「日中新エネ自動車と充電インフラ共同研究成果報告」¹⁾，2016.11，日本自動車研究所，

2.1.3 急速充電器の構造

急速充電器の構造の例を下図に示す。

交流の一次側回路と直流の二次側回路は絶縁トランスを介して絶縁されている。充電器と電気自動車とで通信しながら最適電流で充電する。

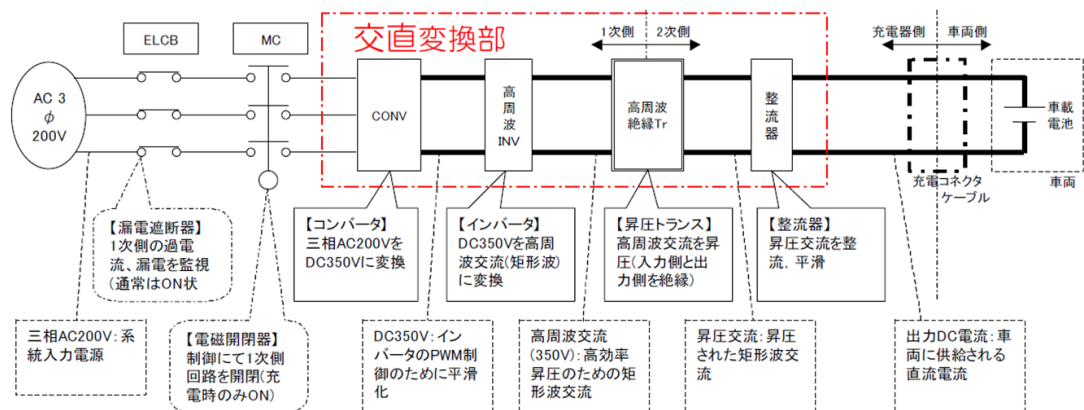
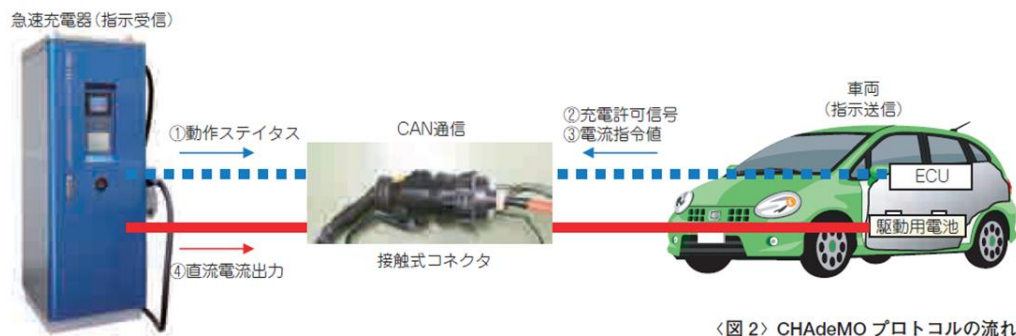


図 2-2 急速充電器の構造

出典：「急速充電設備の仕様、構造及び設置について」²⁾，CHAdeMO 協議会,2010

2.1.4 急速充電器の原理と CHAdeMO プロトコル

電気自動車への充電は、電気自動車のメーカーや車種や急速充電器の機種が変わってもすべての組み合わせで充電が可能であることが重要となるため、充電プロトコルを決めて、電気自動車と充電器が通信しながら双方の最適状態で充電する「CHAdeMO 方式」が提唱され、その仕様に基づいた急速充電器が国内外で広く普及している。



- ・ 充電器は EV が要求する時々刻々変化する電流で充電する
- ・ EV は充電器のもつ能力（最大出力電流）以上の要求はしない

図 2-3 CHAdeMO プロトコルの流れ

出典：「50kW 大容量急速充電器の設計技術」³⁾，グリーンエレクトロニクス No.4，CQ 出版

また電気自動車への充電だけではなく、逆に電気自動車のバッテリーに蓄電されている電気エネルギーを家で使うことができる V2H (Vehicle to Home) とよばれるシステム仕様が CHAdeMO 方式の機能拡張として規格標準化され商品化が進んでいる。V2H では分電盤を経由してバッテリーの電力を自宅全体に直接給電するため、自然災害等による非常停電時でもほぼ日常通りの生活が可能になる。また、さらに連携の領域を電力網に拡大した V2G (Vehicle to Grid) を見据えており、地域のエネルギーマネージメントに貢献する重要な構成要素になる可能性を持つ。

2.1.5 急速充電器の安全対策

CHAdeMO 方式では感電事故等の発生を抑制し安全性を確保するために充電器の仕様として以下の項目を定めている。

- ① 充電コネクタの端子部は容易に触れることができない構造とすること。
- ② 充電ケーブルが車両に接続され充電開始ボタンが押されるまで、端子部に電圧がかからない構造とすること。
- ③ 入力側の交流系統と出力側の直流系統を分離するとともに、直流側を大地から浮いた状態にしていることで、充電ケーブル内にある直流電路のいずれか一方の故障個所に触れるような単一故障事象が発生しても感電災害を防止することができること。
- ④ 充電を開始する前に絶縁確認を行い、充電回路－接地線間及び充電回路の正負極間が正常であるかどうかを確認すること。
- ⑤ 充電中のコネクタが外れないように、充電コネクタに電磁ロックの機構が設けられていること。
- ⑥ 出力電路の地絡を検知する地絡検出器を設置し、充電中も常時漏れ電流を監視することで、発生した異常を即座に感知することができること。
- ⑦ 大電流の制御を確実にし、急速充電時の安全性を確保するためにデジタル通信規格として安定性と信頼性が高い CAN (Controller Area Network) を採用していること。

2.1.6 CHAdeMO 仕様の高出力充電ロードマップ

自動車メーカーは顧客のニーズに応じ、より走行距離の長い大容量の電池を搭載した電気自動車の開発を進めている。一方、より短い時間で充電できるようにとの蓄電池大容量化とは相反するニーズも大きく、充電器側としても電圧・電流値仕様が引き上げられ高出力化が計画されている。CHAdeMO 協議会より 6 月に発行された標準仕様書 CHAdeMO2.0⁷⁾では、全出力 350 から 400kW 級の高出力急速充電器の仕様が規定されており、将来この仕様に基づいた充電器が市場に投入されることになる。

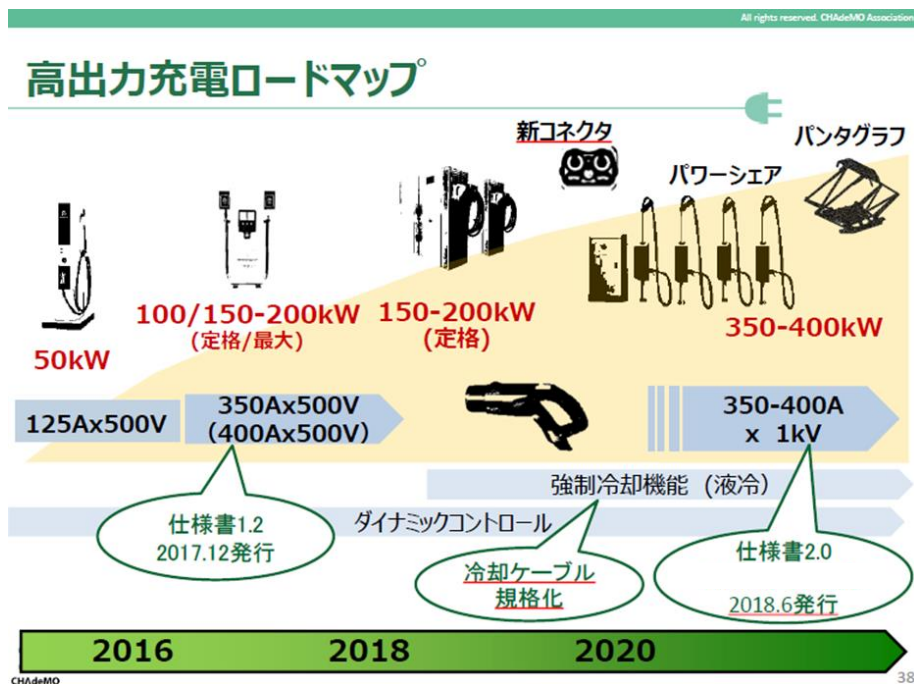


図 2-4 CHAdeMO 仕様の高出力充電ロードマップ

出典：CHAdeMO 協議会「2017 年度活動報告・2018 活動方針」⁴⁾，2018.5

2.1.7 大容量化対応の充電ケーブル

出力大容量化に伴い、ケーブルについても安全強化のための仕様が決められている。

Max電流、電圧：350A, 500V (150kW仕様)

- ① 耐過電流安全機能：充電コネクタ内に温度ヒューズを設定⇒**本体の機能安全の排除**
- ② ケーブルの温度規定：人間が保持する部分は **60℃以下**、接触部分は **85℃以下**
60℃を満足できないケーブルは取手及びケーブル部に警告ラベル
- ③ ケーブルの温度管理：温度センサーによる直接監視およびそれによる電流抑制

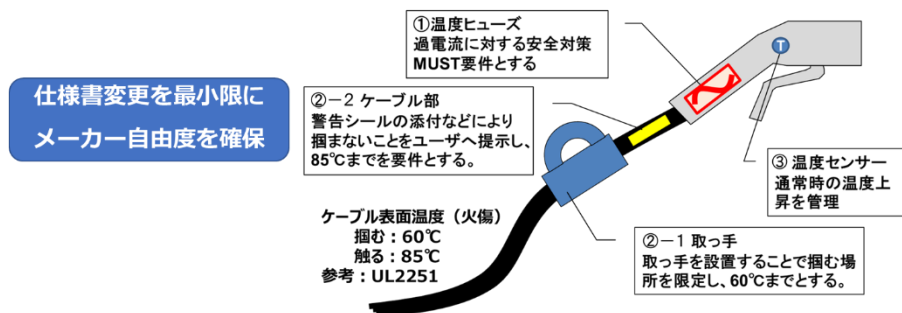


図 2-5 大容量化対応の充電ケーブル

出典：「CHAdeMO 協議会の活動近況」⁵⁾，CHAdeMO 協議会 事務局,2016.3

なお、標準仕様書では、充電ケーブルの温度要求として「人が保持する部位は 60℃を超過しないことを満足すること」が求められている。充電ケーブルと充電コネクタ端子の温度上昇を抑制する機能の例として、空冷、液冷、ペルチェ素子（直流電流により冷却・加熱・温度制御を自由に行える半導体素子）等による冷却機能を備えた充電ケーブルアセンブリを利用して温度制御をしても良いとしている。また温度上昇の異常を検出した場合の充電器停止等の対応を義務付けている。

2.1.8 大型電動車用給電方法 パンタグラフ方式

大型電動車用の給電方式として、パンタグラフ方式の採用が実用化されている。国内では長野県大町市と富山県立山町の間を走る関電トロリーバスの EV バス化（H31 年 4 月中旬営業開始予定）、さいたま市の電車回生電力を電動バスの充電（全出力 200 から 350kW 級）に使用するための実証運行などにパンタグラフ給電方式の採用事例がある。また、NEDO がマレーシアにて EV バスシステムの実証実験を実施している。2019 年に CHAdeMO として規格発行を目標としている。



バスに搭載される
独シュンク社製パンタグラフ

図 2-6 パンタグラフ方式による給電方法（例）

出典：ハセテック HP, https://www.hasetec.co.jp/news/20170828_02.html

2.1.9 マルチアーム（マルチアウトレット）充電器

欧州ではひとつの充電器に COMBO（2.3.1 参照）と CHAdeMO の両方の充電口を備えるマルチアーム（マルチアウトレット）方式の充電器が増えている。日本では、COMBO 方式の電気自動車は普及していないので、このタイプの充電器はほぼないと思われる。ただ設置を公に PR してはいないが、外資ディーラーの店舗にはマルチ充電器が設置されている可能性はある。



出典： <https://paultan.org/2017/02/24/abb-launches-terra-53-cjg-ev-fast-charger-43-kw-ac-and-50-kw-dc-supports-all-charging-standards/>

写真 2-3 マルチアウトレット充電器（マレーシアでの設置例）

マルチアウトレット充電器では、2 つ以上の充電ケーブルアセンブリ（DC または AC）を備え、1 台への単独充電、または複数車両へ同時に充電可能であり、大容量の充電設備となる。

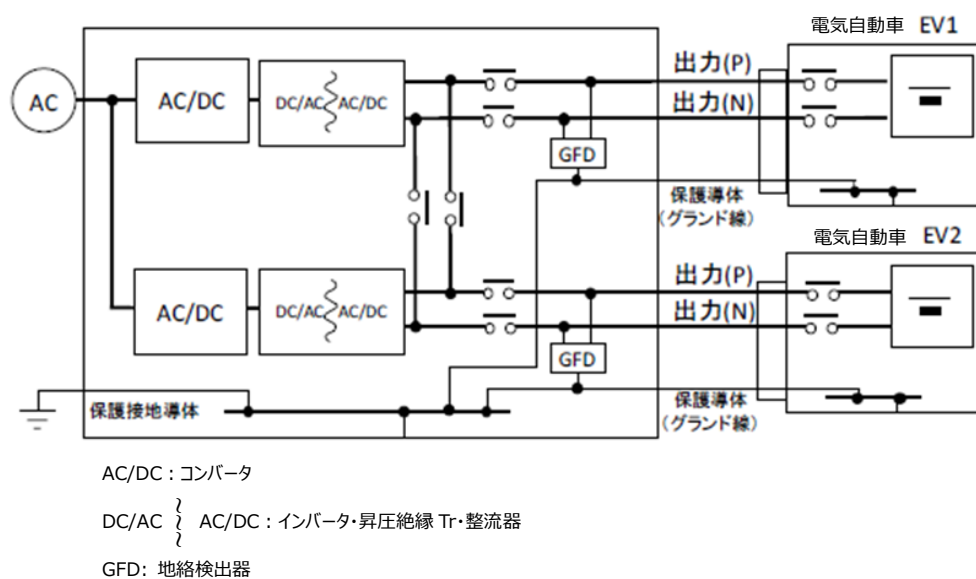


図 2-7 マルチアウトレット充電器の構造例
 （複数電源ユニット，出力回路間の連結部非共用）

第2節 関連法規

2.2.1 消防関係法令の体系

- ①消防法（昭和23年7月24日法律第186号）
- ②消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号）
- ③火災予防条例（昭和37年3月31日東京都条例第65号）
- ④ 対象火気設備の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令（平成14年3月6日総務省令第24号）*2

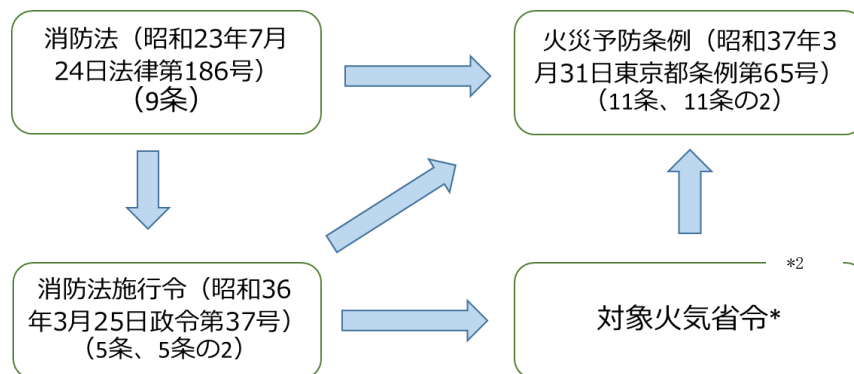


図 2-8 消防関係法令の体系

2.2.2 火災予防条例（東京都条例）第十一条（変電設備）

下線部分が今回の検討対象の条文と考える。なお、以下の文言は一部簡略表記した。

屋内に設ける変電設備（第1項）

- ・全出力 20 キロワット以下のもの及び次条に掲げるものを除く。
- ・設備の位置、構造、管理について規定している。
 - ① 水の不侵入不浸透の位置に設置すること
 - ② 可燃性または腐食性の蒸気またはガス不滞留位置に設置すること
 - ③ 不燃材料で作った壁、柱、床、天井で区画、防火戸を設けること
 - ④ 屋外に通じる換気設備を設置すること
 - ⑤ 変電設備である旨の標識を設けること
 - ⑥ 室内に係員以外を出入りさせないこと
 - ⑦ 整理清掃に努め、可燃物を放置しないこと
 - ⑧ 定格電流の範囲内で使用すること
 - ⑨ 熟練者による設備点検と絶縁抵抗の測定試験の実施すること
 - ⑩ 設置または改修の際は温度上昇、短絡、漏電、落雷等による火災の予防に努めること

屋外に設ける変電設備（第2項、第3項）

- ・ 建築物から 3 メートル以上の距離を保たなければならない。

ただし、不燃材料で造り、又はおおわれた外壁で開口部のないものに面するとき
は、この限りでない。

- ・ 構造及び管理の基準については第 1 項⑤から⑩の規定を準用する。

本調査研究事業において、今後導入設置される CHAdemo 規格準拠の全出力 150kW 級設備について、安全性が十分確保できることを確認できた場合は、第十一条の検討対象条文（下線部分）に対して、2.2.4 に示す第二十二條の二を適用することを目的としている。

2.2.3 火災予防条例（東京都条例） 第十一条の二（急速充電設備）

- ・ 急速充電設備の位置、構造及び管理の基準について規定している。
- ・ 全出力 20 キロワット以下のもの及び全出力 50 キロワットを超えるものを除く。
 - ① 筐体は不燃性の金属材料で造ること
 - ② 堅固に床、壁、支柱等に固定すること
 - ③ 雨水等の浸入防止の措置を講ずること
 - ④ 設備と自動車絶縁されていない場合、充電を開始させない措置を講ずること
 - ⑤ 確実に接続されていない場合には、充電を開始させない措置を講ずること
 - ⑥ 接続部に電圧が印加されている場合、接続部が外れないようにする措置を講ずること
 - ⑦ 漏電、地絡又は制御機能の異常を検知した場合、自動的に停止させる措置を講ずること
 - ⑧ 電圧又は電流の異常を検知した場合、自動的に停止させる措置を講ずること
 - ⑨ 異常な高温となった場合、自動的に停止させる措置を講ずること
 - ⑩ 急速充電設備を手動で緊急停止させることができる措置を講ずること
 - ⑪ 自動車等の衝突を防止する措置を講ずること
 - ⑫ 設備の周囲は、換気、点検及び整備に支障のないようにするとともに常に整理及び清掃に努め、油ぼろその他の可燃物をみだりに放置しないこと
- ・ 蓄電池について、⑧、⑨に掲げる措置を講じなければならない。
- ・ このほかに急速充電器設備の位置、構造及び管理の基準については、第十一条第 1 項②⑤⑧⑨の規定を準用する。

2.2.4 火災予防条例（東京都条例） 第二十二條の二（基準の特例）

火を使用する設備又は器具及びその使用に際し火災の発生のおそれのある設備又は器具について、消防総監又は消防署長が、予想しない特殊の設備又は器具を用いることにより、前節及びこの節の規定による場合と同等以上の安全性を確保することができると認めたとき、その他火を使用する設備の位置、構造及び管理又は火を使用する器具の取扱い並びに周囲の状況から判断して、火災の発生及び延焼のおそれが著しく少ないと認めるときは、前節及びこの節の規定によらないことができる。

2.2.5 安全対策に係る電気関係法令

経済産業省が所管する電気事業法以下の電気関係法令において、急速充電設備に対する個別の規制はない。

急速充電設備を設置・維持・管理するためには、「電気設備に関する技術基準を定める省令（以下「電技」という。）」を満足させる必要がある。

電技条文においては、次が該当する。

- ・電技第4条（電気設備における感電、火災等の防止）
- ・電技第5条（電路の絶縁）
- ・電技第8条（電気機械器具の熱的強度）
- ・電技第10条（電気設備の接地）
- ・電技第11条（電気設備の接地の方法）
- ・電技第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）
- ・電技第15条（地絡に対する保護対策）
- ・電技第59条（電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災等の防止）

設置工事にあたっては、第一種電気工事士や第二種電気工事士の資格が必要となる。

急速充電設備の電源には、高圧受電タイプと低圧受電タイプがあり、高圧受電タイプは、一般的にキュービクル式高圧受電設備（6600V／210V・105V）から電源供給される。キュービクル式高圧受電設備は、自家用電気工作物に該当し、電気の専門家である主任技術者による保守管理が要求される。

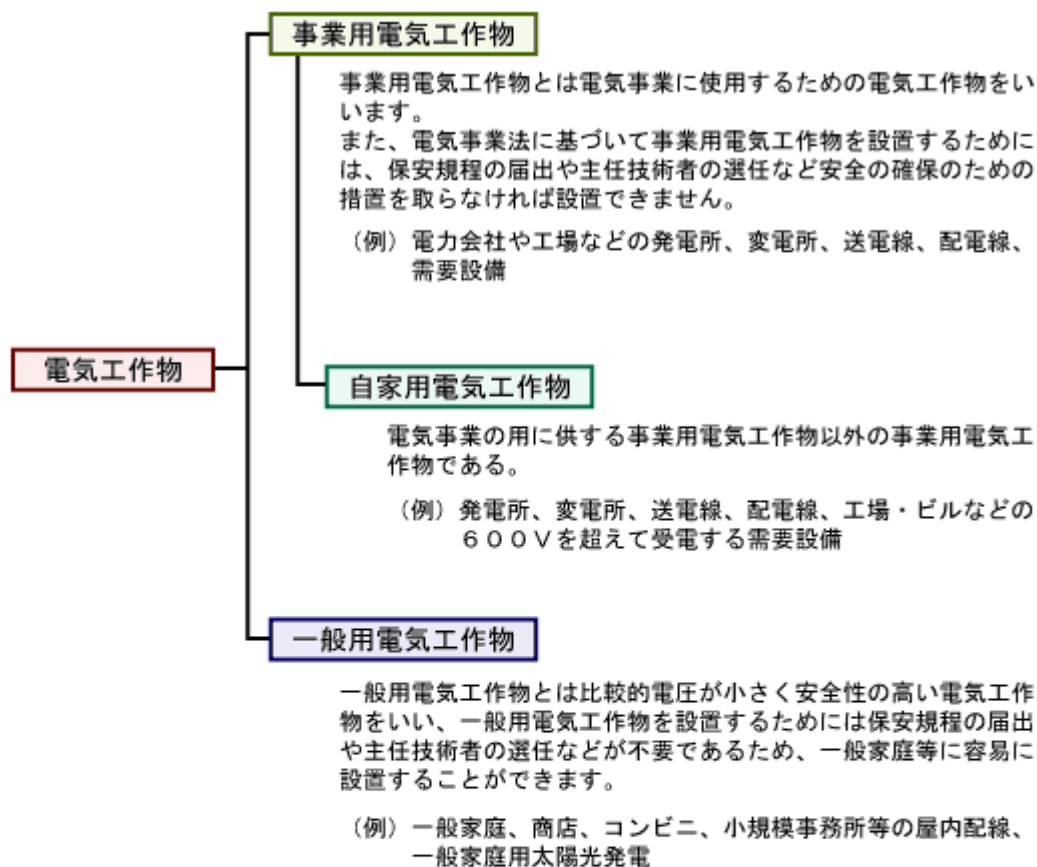
なお、このキュービクル式高圧受電設備の負荷設備となる急速充電設備については、自家用電気工作物にあたるため、主任技術者がキュービクル式高圧受電設備を点検する際は、絶縁抵抗測定を行い、異常がないかを確認している。

一方、低圧受電タイプは、電気事業者からの引き込み線が低圧であるため、自家用電気工作物には該当しない。

これらは、一般用電気工作物となり、保守管理、また、操作にあたっては、特別な資格を要求されないものとなっている。

電気工作物

電気工作物とは発電、変電、送電、配電又は電気の使用のために設置する受電設備（機械、器具、ダム、水路、貯水池、電線路など）をいい、事業用電気工作物、一般用電気工作物がある。図 2-9、2-10 に示すように、事業用電気工作物の中で電気事業の用に供する以外の事業用電気工作物を自家用電気工作物と呼ぶ。



※小出力発電設備とは

- ① 太陽電池発電設備であって、出力50kW未満のもの。
- ② 風力発電設備であって、出力20kW未満のもの。
- ③ 水力発電設備であって出力20kW未満のもの（ダムを伴うものを除く）。
- ④ 内燃力を原動力とする火力発電設備であって出力10kW未満のもの。

ただし、同一の構内で①から④の設備が電氣的に接続された場合の設備の出力の合計が50kW以上となった場合は小出力発電設備ではありません。

- ⑤ 燃料電池発電設備（固体高分子型又は固体酸化物型のものであって、燃料・改質系統設備の最高使用圧力が0.1メガパスカル（液体燃料を通ずる部分にあっては、1.0メガパスカル）未満のものに限る。）であって、出力10キロワット未満のもの。

図 2-9 電気工作物の区分

出典：経済産業省 HP

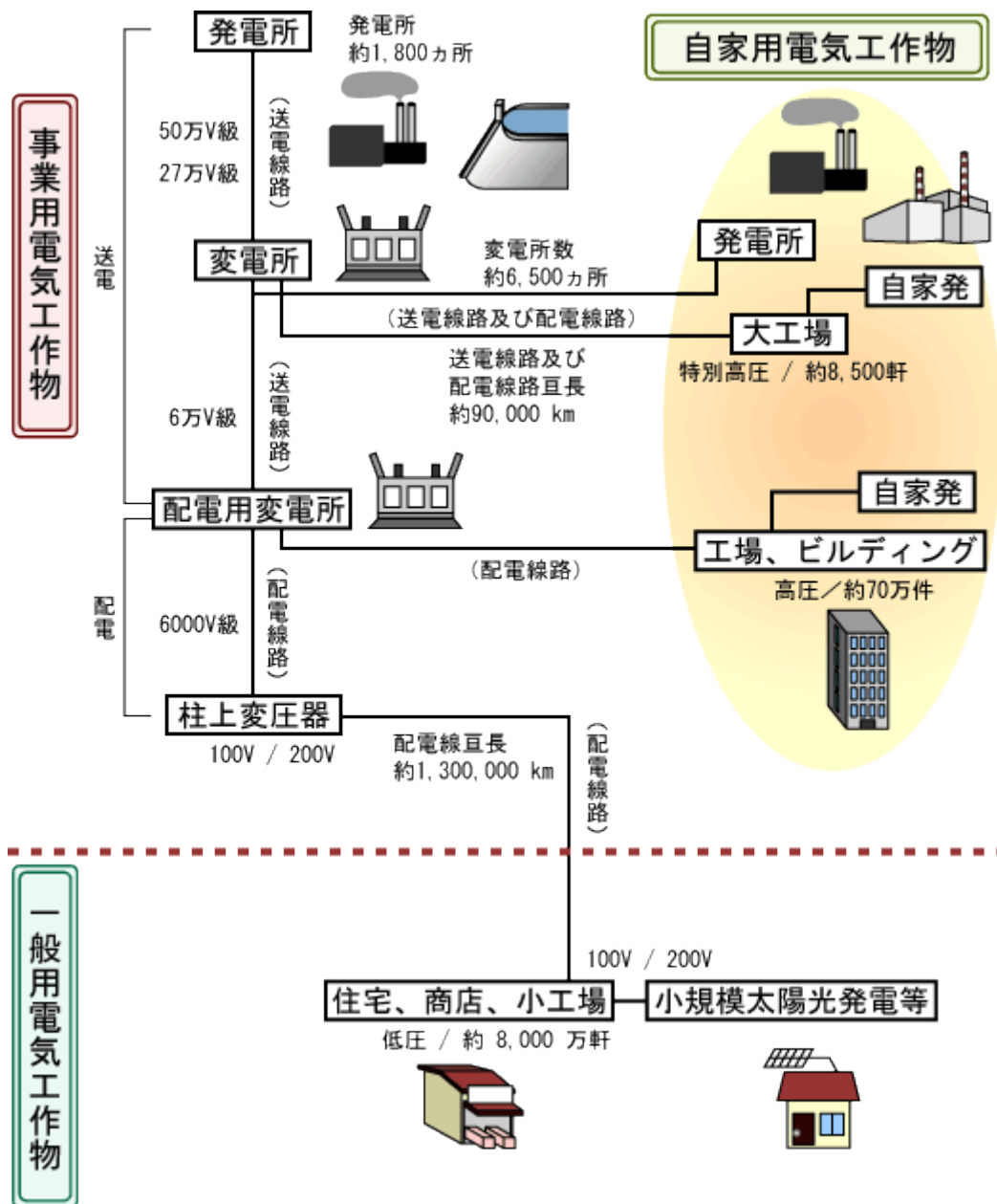


図 2-10 電気工作物の区分（詳細）

出典：経済産業省 HP

電気工作物の保安規制

対象とする電気工作物は、発電所（火力・水力・燃料電池・太陽電池・風力）、変電所、送電線路、配電線路、需要設備である。

表 2-1 電気事業法における事業用電気工作物の保安規制

	電気工作物設置者（電力会社等）	経済産業省
維持・運用の段階	技術基準適合義務（第 39 条） 電力会社などが事業用電気工作物（火力発電所等）を設置する場合は、一定の技術基準に適合するように設置しなければなりません。	技術基準適合命令（第 40 条） 経済産業大臣は、一般用電気工作物が基準に適合していない場合は修理や改造などを命じることができます。
	保安規程作成・届出・遵守義務（第 42 条） 実態に即した保安対策を行う場合、電力会社等は保安規程を定めて、経済産業大臣に届出をしなければなりません。 また、設置者と従業員はその保安規程を遵守しなければなりません。	保安規程変更命令（第 42 条） 経済産業大臣は、保安規程があらゆる情勢の変化によって保安を確保する上で十分で無くなった場合、変更を命じることができます
	主任技術者選任義務・職務誠実義務（第 43 条） 電力会社などが事業用電気工作物（火力発電所等）を設置する場合は、保安の監督を行う主任技術者を置かなければなりません。 また、選ばれた主任技術者には適切に業務を行ってもらうための誠実義務を課しています。	主任技術者免状返納命令（第 44 条） 経済産業大臣は、主任技術者免状の交付を受けている者が法律などの規定に違反した場合には、免状の返納を命じることができます。
	自家用電気工作物使用開始届出（第 53 条） 経済産業大臣が保安の監督を適確に実施するため自家用電気工作物を使用する場合は、使用状態について届出しなければなりません。	

	定期事業者検査実施義務（第 55 条） 電力会社などは、火力発電所などで使用されるタービンなど損傷、腐食の可能性が高いものについては、検査を行い、その検査結果を記録しなければなりません。	定期安全管理審査実施（第 55 条） 経済産業大臣などは、電力会社などが行った定期検査の実施に係る体制について審査を行っています。
	報告義務（第 106 条） 電気事業者や自家用電気工作物を設置する者などは、経済産業大臣から業務内容等の提出を求められたら報告しなければなりません。	立入検査（第 107 条） 経済産業大臣は、電気工作物の設置者（電力会社など）に対して、自主保安体制が十分機能しているかを確認するため立入検査を実施しています。また、問題があった場合には改善の指導等を行います。
	自家用電気工作物（500kW 未満の需要設備）については、電気工事士法の対象とし、工事の段階での安全を確保（電気工事士法第 5 条） 電気工事士には電気事業法の技術基準適合義務が課されており、違反した場合には経済産業大臣は免状の返納を命じることができます。	

出典：経済産業省 HP 「事業用電気工作物の保安規制」

表 2-2 電気事業法における一般用電気工作物の保安規制

	設置者 (一般家庭等)	経済産業省
工事・製造の段階	電気工事士法の対象とし、工事の段階での安全を確保（電気工事士法第 5 条） 電気工事士には電気事業法の技術基準適合義務が課されており、違反した場合には経済産業大臣は免状の返納を命じることができます。	
維持・運用の段階		技術基準適合命令（第 56 条） 経済産業大臣は、一般用電気工作物が基準に適合していない場合は修理や改造などを命じることができます。
		調査の義務（第 57 条） 電力会社など電気を一般用電気工作物に供給する者は、一般用電気工作物が基準に適合しているかどうかを調査しなければなりません。

出典：経済産業省 HP 「一般用電気工作物の保安規制」

第3節 規格及び規格化、標準化の動向

2.3.1 世界のEV充電器規格

自動車メーカーは様々な規格の充電器を考案しており、世界的にみると現在主に4種類の規格が存在している。

欧州「コンバインド・チャージング・システム (CCS)」単に「COMBO」ともいう
米「スーパーチャージャー」(特斯拉モーター)

日本「CHAdeMO」

中国「GB/T」

それぞれの規格毎で下図のようにプラグの形状、通信方式、最大出力などの仕様が異なっている。

現行	CHAdeMO	GB/T	US-COMBO CCS1	EUR-COMBO CCS2	Tesla
コネクタ					
車側インレット					
通信方式	CAN		PLC		CAN
最大出力(仕様)	200kW 600Vx400A	185kW 750Vx250A	200kW 600Vx400A	350kW 900Vx400A	?
最大出力(市場)	150kW	50kW	50kW	350kW ?	120kW
初号機設置	2009	2013	2014	2013	2012

↓

今後	最大出力 (開発検討中)	1000Vx400A =400kW	950Vx250A =237.5kW	1000Vx400A =400kW	1000Vx400A =400kW	410Vx330A =135kW
----	-----------------	----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	---------------------

図 2-11 世界のEV充電器規格

出典：CHAdeMO 協議会「2017 年度活動報告・2018 活動方針」⁴⁾，2018.5

各規格とも最大出力の増加を計画している。

2.3.2 DC 充電規格の国際標準化

充電器本体、カップラ、通信方式を国際規格 (IEC) として規格化されている。
規格制定にあたっては CHAdeMO 仕様が大きく IEC 規格に反映されている。

	規格名称	議長国 Chair
61851-1	EV用コンダクティブ充電システム 一般要求事項 Electric vehicle conductive charging system: General requirements	FR
61851-23	DC充電ステーション D.C. electric vehicle charging station	JP
61851-24	DC充電通信プロトコル Digital communication between charger and EV for D.C. charging	JP
62196-3	DC充電車両カプラ要件 Dimensional interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube	US/JP
ISO/IEC15118	自動車から電力網への通信インタフェース Vehicle to grid communication interface -1 General information and use-case definition -2 Network and application protocol requirements -3 Physical and data link layer requirements	DE/FR

日本が議長国

図 2-12 DC 充電ステーション関連 IEC 規格の構成

出典：「IEC 標準の体系と CHAdeMO -CHAdeMO 方式の特長について」⁶⁾，2014 年 CHAdeMO 総会

2.3.3 CHAdeMO 方式 世界規模の国際規格

日本から提唱している CHAdeMO 方式は、日本のみならず、ヨーロッパ、オセアニア、アメリカなど世界中の会員企業が参画している。それぞれの地域の特色を活かしながら世界規模の需要に確実に応えており、その結果 CHAdeMO 充電器数は下図のような普及状況となっている。現時点で COMBO 方式やスーパーチャージャー方式充電器よりも多数設置されている。

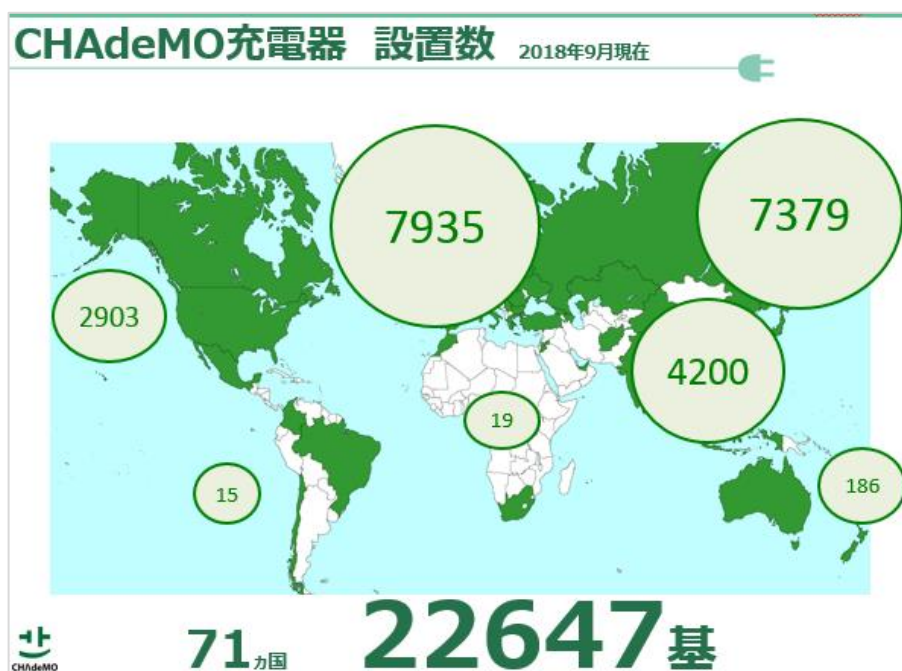


図 2-13 CHAdeMO 充電器数

出典：CHAdeMO 協議会，2018.12

参考情報（2018 年ロイター調べ）：

COMBO 約 7000 箇所、スーパーチャージャー約 8500 箇所、GB/T 約 12.7 万か所

中国 GB/T は国家予算をつけて国策として推進している。ただし、これまでは中国国内での展開にとどまっており、グローバルスタンダードを目指す CHAdeMO や COMBO 規格と単純に比較できない。テスラのスーパーチャージャーは一企業のプライベート規格なので単純に比較できないが、米国内外に強力に普及活動を行っており大きな勢力になっている。

2.3.4 標準化の動向

現在、CHAdeMO 規格、COMBO 規格、GB/T 規格をカバーする「世界統一充電規格案」の作成を目指す機運が高まっている。

充電規格の方向性論議

-  中国(国家電網)が将来充電器規格を諸所で提案中
 - CAN通信ベースにPLC線も付加し、世界統一案としている
 - 日本(CHAdeMO)にも正式に協力、賛同の要請があった
 - 中独活動に参加している独OEMにも、同様の要請済
-  CharIN(Blacklo会長)、ドイツOEMから 日独が率先し世界統一充電規格を作ろう、と非公式提案があった
-  印政府より、インド独自規格制定を援助してほしいと要請

各申し出に対し、当方の以下希望を伝達済

- 世界統一案を作ることに賛成
- 但し、チャデモユーザの利益を確実に維持/向上すること
 - 後方互換性確保、現機能の悪化代なし、将来性、汎用性の担保


CHAdeMO


CHAdeMO

43

図 2-14 充電規格の方向性

出典：CHAdeMO 協議会「2017 年度活動報告・2018 活動方針」⁴⁾，2018.5

最近の動きとしては、2018 年 8 月に CHAdeMO 協議会は、中国の電力会社の業界団体で電力関連の規格を制定する電力企業联合会と電動車両の急速充電規格を共同開発することで合意している。すでに普及している充電器の 10 倍となる全出力 500kW 超まで対応する技術の規格を 2020 年に策定する計画で、日本で展開している CHAdeMO 規格、中国で展開している GB/T それぞれのものと互換性を持たせる。