

全出力 50kW を超える急速充電設備の火災予防対策に関する調査研究
報告書

平成 31 年 2 月

全出力 50kW を超える急速充電設備の火災予防対策に関する検討部会

目次

第1章	検討の目的	1
第1節	背景及び目的	1
第2節	検討対象	1
第3節	検討体制	1
第4節	検討の流れとスケジュール	6
第2章	急速充電設備の概要調査	7
第1節	種類, 原理, 構造	7
第2節	関連法規	13
第3節	規格および規格化、標準化の動向	20
第3章	急速充電設備の現状調査	23
第1節	普及状況	23
第2節	事例（火災, 故障）	29
第3節	想定されているリスク	30
第4節	具備されている消防設備	31
第4章	急速充電設備に係る課題の整理	32
第1節	全出力 50kW を超える急速充電設備の想定リスク	32
第2節	設置環境の想定リスク	32
第3節	リスク検証方法	33
第5章	全出力 50kW を超える急速充電設備のリスク検証（1）ハザード評価	34
第1節	評価手法	34
第2節	評価の実施	36
第3節	リスク分析結果	36
第6章	全出力 50kW を超える急速充電設備のリスク検証（2）燃焼実験	41
第1節	目的	41
第2節	実施場所と期間	41
第3節	方法	42
第4節	結果	50
第5節	結論	65

第7章	まとめ及び全出力 50kW を超える急速充電設備に対する提言	67
第1節	高電圧・大電流化及び仕様変更等に伴う必要な対策	67
第2節	実態と法令が適合しない部分に対する必要な対策	68
第3節	消防活動時に安全を確保する対策	69
第8章	今後の課題	70
参考文献		71
添付資料		72
資料1	全出力 50kW を超える急速充電設備のハザード評価表	73
資料2	熱電対と熱流束データの経時変化	90
資料3	ビデオ画像とサーモグラフィ画像	100
資料4	熱電対と熱流束データの経時変化（補足実験）	105

本検討の関連法規一覧

No.	法令	公布・発行元	省略表記
1	消防法	昭和23年法律第186号	—
2	消防法施行令	昭和36年政令第37号	—
3	消防法施行規則	昭和36年自治省令第6号	—
4	対象火気設備等の位置、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年総務省令第24号	対象火気省令
5	火災予防条例(例)	総務省消防庁	条例(例)
6	火災予防条例	昭和37年東京都条例第65号	東京都条例
7	キュービクル式変電設備等の基準	昭和50年10月東京消防庁告示第11号	—
8	建築基準法	昭和25年法律第201号	—
9	電気事業法	昭和39年法律第170号	—
10	電気事業法施行規則	昭和40年通商産業省令第51号	—
11	電気設備に関する技術基準を定める省令	平成9年通商産業省令52号	電技
12	電気設備の技術基準の解釈	経済産業省	電技解釈
13	電気用品安全法	昭和36年法律第234号	—
14	電機工事士法	昭和35年法律第139号	—

第1章 検討の目的等

第1節 背景及び目的

電気自動車を短時間で充電する急速充電設備は、火災予防条例（東京都条例）第11条の2に、位置、構造及び管理の基準が規定されている。対象となるのは、全出力20kWから50kW以下のものであり、50kWを超える急速充電設備は火災予防条例（東京都条例）第11条の変電設備として扱うことになる。

一方、急速充電設備の普及団体であるCHAdeMO協議会では、平成29年度に全出力150kW級の急速充電設備について「電気自動車用急速充電スタンド標準仕様書 CHAdeMO 1.2 第3版」に規定し、普及に向けた準備を開始した。しかし、全出力50kWを超える急速充電設備が都内に設置された場合、変電設備の規定が適用されることになり、電気自動車の運転手が充電できない等、実態と合わない事象が懸念される。

このような経緯を踏まえ、本検討部会では、全出力50kWを超える急速充電設備の関する法規制、規格・基準に関する現状及び火災予防上の問題点について把握・整理したうえで、今後普及が見込まれる150kW級の急速充電設備に対する課題抽出等を行い、安全性等について検討を行うものである。

第2節 検討対象

検討の対象は以下とする。

(1) 全出力50kWを超える急速充電設備

- ・CHAdeMO仕様に準拠したもの。
- ・特に今後普及が見込まれる全出力150kW級急速充電設備を前提として検討する。
- ・太陽電池を備える急速充電設備、蓄電池を内蔵する急速充電設備は除く。
- ・出力が200kWを超えるような大型電気自動車（EVバス、トラック等）用の急速充電器は対象としない。

(2) 設置環境

- ・検討対象設備の安全な設置位置、構造、管理について検討する。

第3節 検討体制

検討を実施するにあたり、その体制は以下とする。

(1) 検討部会

学識経験者を部会長に、副部会長は学識経験者及び東京消防庁参事兼予防課長とし、部会員として学識経験者、行政関係者、試験機関、業界団体及び製造者等から構成される検討部会を設置する。当該検討部会は予防技術検討委員会の下に位置づけられる。検討の方向性を作業会に示すとともに、作業会の検討結果を審議し、決定する。

(2) 作業会

作業会については、検討部会を補佐する組織として設置し、主に業界団体、製造者等から構成する。検討部会で審議する資料の作成・検討、また、実験計画・実行など担当する。

表 1-1 検討部会 構成員一覧表

部会長	渡邊 信公	関東職業能力開発大学校 校長
副部会長	田村 裕之	総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター 技術研究部 大規模火災研究室 室長
副部会長	大竹 晃行	東京消防庁 参事兼予防課長
部会員	伊庭 健二	明星大学 大学院理工学研究科 研究科長 理工学部 総合理工学科 教授
部会員	吉田 誠	一般社団法人 CHAdeMO協議会 事務局長
部会員	金堀 雄介	一般社団法人 電動車両用電力供給システム協議会 事務局長
部会員	池谷 知彦	一般財団法人 電力中央研究所 材料科学研究所(兼)エネルギーイノベーション創発センター 研究参事
部会員	木幡 禎之	電気事業連合会 工務部 副部長
部会員	三木 隆彦	一般社団法人 日本自動車工業会 電動車部会 充電電分科会 分科会長 (トヨタ自動車株式会社)
部会員	村上 弘	一般社団法人日本ビルディング協会連合会 ビルディング本部 運営企画部長 (三井不動産株式会社)
部会員	小泉 吉生	一般社団法人日本ビルディング協会連合会 ビルディング本部 運営企画部 企画グループ グループ長 (三井不動産株式会社)
部会員	高津 充良	一般社団法人 日本自走式駐車場工業会 専務理事
部会員	植濃 信介	公益社団法人 立体駐車場工業会 安全管理委員会 委員長 (新明和工業株式会社)
部会員	三宅 茂	イオンモール株式会社 開発本部 建設企画統括部 建設企画部 担当部長
部会員	曽根田 雄一	ジャパンチャージネットワーク株式会社 取締役 技術部長
部会員	中山 仁	ジャパンチャージネットワーク株式会社 取締役 営業企画部長

(表 1-1 続き)

部会員	島村 泰彰	総務省消防庁 予防課 国際規格対策官(併)課長補佐
部会員	竹本 吉利	総務省消防庁 危険物保安室 課長補佐
部会員	伊藤 要	東京消防庁 副参事(予防技術担当)
部会員	都筑 秀明	一般社団法人 日本電気協会 技術部長
オブザーバー	蘆原 瑞應	経済産業省製造産業局 自動車課(併)電池・次世代技術・ITS推進室 課長補佐
オブザーバー	久保田 秀暢	国土交通省自動車局 環境政策課長
オブザーバー	堀 哲	東京都環境局 環境改善部 自動車環境課長
オブザーバー	瀬尾 弘孝	東京消防庁 目黒消防署 副署長兼総務課長
オブザーバー	細谷 昌右	東京消防庁 消防技術安全所 装備安全課 都民安全技術係長
オブザーバー	小野 哲也	東京消防庁 消防技術安全所 消防技術課 消防技術係
オブザーバー	下里 尚也	東京消防庁 警防部 警防課 警防対策係長
オブザーバー	酒井 浩司	東京消防庁 予防部 危険物課 貯蔵取扱規制係長
オブザーバー	石塚 仁	東京消防庁 予防部 予防課 課長補佐兼火気電気係長
オブザーバー	土屋 博	東京消防庁 予防部 予防課 火気電気係 主任
オブザーバー	三ツ邑 智裕	東京消防庁 予防部 予防課 火気電気係 副主任
事務局	金子 貴之	一般社団法人 日本電気協会 技術調査室長
事務局	小林 信裕	一般社団法人 日本電気協会 技術調査室

(2018年12月時点)

表 1-2 作業会 構成員一覧表

主査	吉田 誠	一般社団法人 CHAdeMO協議会 事務局長
副主査	福原 正幸	東京電力HD 株式会社 経営技術戦略研究所 RA推進室 主管研究員
副主査	藤原 克廣	株式会社 ハセテック パワエレ製品部 課長
委員	伊藤 要	東京消防庁 副参事(予防技術担当)
委員	加藤 正樹	一般財団法人 電気安全環境研究所 技術部長
委員	木戸 彰彦	一般財団法人 日本自動車研究所 電動モビリティ研究部 研究主幹
委員	山下 健史	株式会社 GSユアサ 電源システム生産本部 開発部 第三グループ グループマネージャー
委員	大芝 正嗣	株式会社 GSユアサ 電源システム生産本部 生産管理部 購買グループ グループマネージャー
委員	石川 洋史	JFEテクノス 株式会社 設備エンジニアリング事業部 EVプロジェクトチーム 理事
委員	木村 鉄也	JFEテクノス 株式会社 設備エンジニアリング事業部 EVプロジェクトチーム 課長
委員	三ツ矢 高正	ニチコン亀岡 株式会社 回路技術課 技師
委員	高山 勝見	株式会社 東光高岳 エネルギーソリューション事業本部 システムソリューション製造部 設計グループ
委員	小槌 淳	株式会社 東光高岳 エネルギーソリューション事業本部 システムソリューション製造部 設計グループ
委員	大戸 敏之	株式会社 ハセテック パワエレ製品部 SQCプロジェクト 主務
委員	中島 仁	河村電器産業 株式会社 研究開発部 技術マーケティングチーム 主任技師
委員	原澤 紀雄	新電元工業 株式会社 PSI Project 第1開発グループ 主査
委員	大蔵 一真	日産自動車 株式会社 パワートレイン・EV技術開発本部 パワートレイン・EVエネルギーシステム開発部 高電圧システム計画グループ シニアエンジニア
委員	長尾 貴久	三菱自動車工業 株式会社 商品戦略本部 EVソリューション部 EVインフラ推進グループ
委員	丸田 理	一般社団法人 CHAdeMO協議会 事務局

(表 1-2 続き)

オブザーバー	石原 利彦	経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課 電気技術基準係長
オブザーバー	平井 祐介	経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課 新エネルギー 二係長
オブザーバー	本多 良亮	電気事業連合会 工務部 副長
オブザーバー	柏原 研一	総務省消防庁 予防課 予防係長
オブザーバー	池町 彰文	総務省消防庁 危険物保安室 危険物施設係長
オブザーバー	石塚 仁	東京消防庁 予防部 予防課 課長補佐兼火気電気係長
オブザーバー	土屋 博	東京消防庁 予防部 予防課 火気電気係 主任
オブザーバー	三ツ邑 智裕	東京消防庁 予防部 予防課 火気電気係 副主任
事務局	金子 貴之	一般社団法人 日本電気協会 技術調査室長
事務局	小林 信裕	一般社団法人 日本電気協会 技術調査室

(2018年12月時点)

第4節 検討の流れとスケジュール

下表に本検討の流れとスケジュールを示す。

表 1-3 検討の流れとスケジュール

開催日	名称	審議・検討内容
平成30年	6月19日 第1回検討部会	①検討部会の設立、検討概要説明 ②急速充電設備の概要および現状調査報告 ③急速充電設備に係る課題の整理 ④急速充電設備の火災発生時におけるリスク検証方法
	7月10日 第1回作業会	①検討部会・作業会の設立、検討概要説明 ②第1回検討部会の審議内容説明 ③ハザード評価表によるリスク評価方法 ④燃焼実験によるリスク評価方法
	8月24日 第2回作業会	①ハザード評価表によるリスク評価結果分析 ②実験計画概要 ③実験用急速充電器候補(供試品)検討
	9月21日 第2回検討部会	①作業会の進捗状況 ②ハザード評価表によるリスク評価結果 ③燃焼実験用供試品 ④実験計画詳細
	12月12日 第3回検討部会	①実験実施結果報告 ②提言案 ③報告書構成確認
平成31年	1月29日 第4回検討部会	報告書の確認

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。

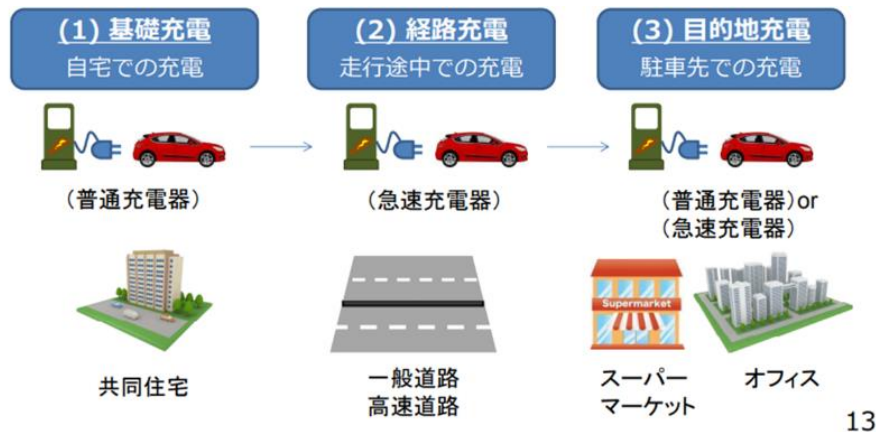


図 2-1 充電インフラの分類

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。

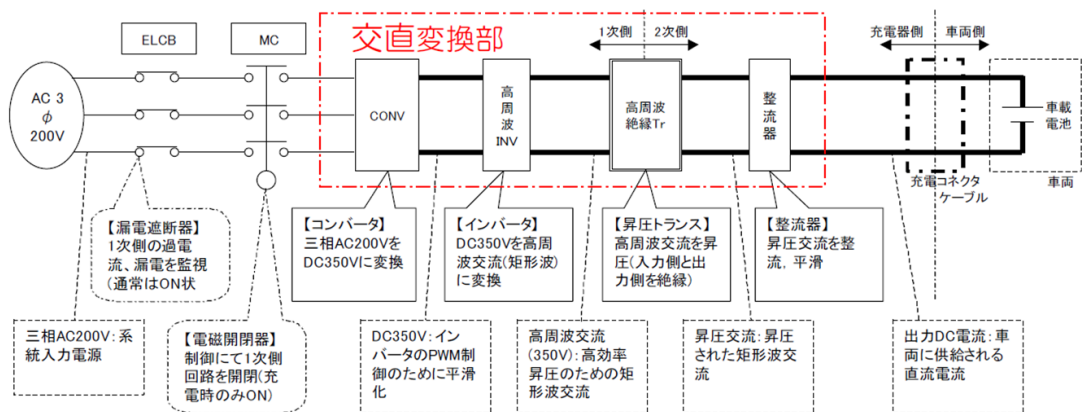
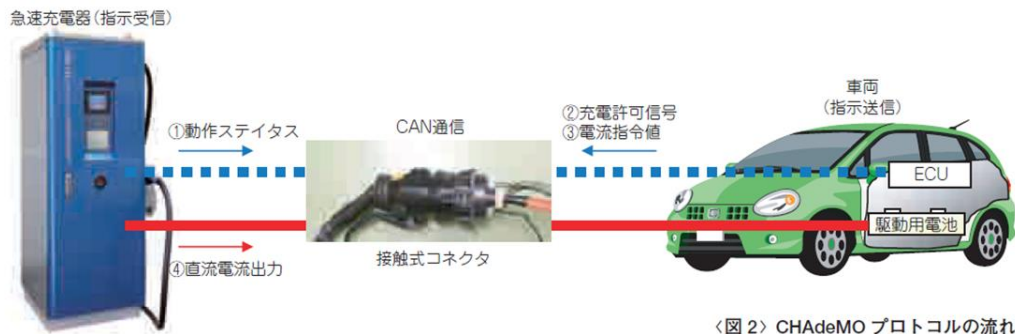


図 2-2 急速充電器の構造

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。



〈図2〉 CHAdeMO プロトコルの流れ

- ・ 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。

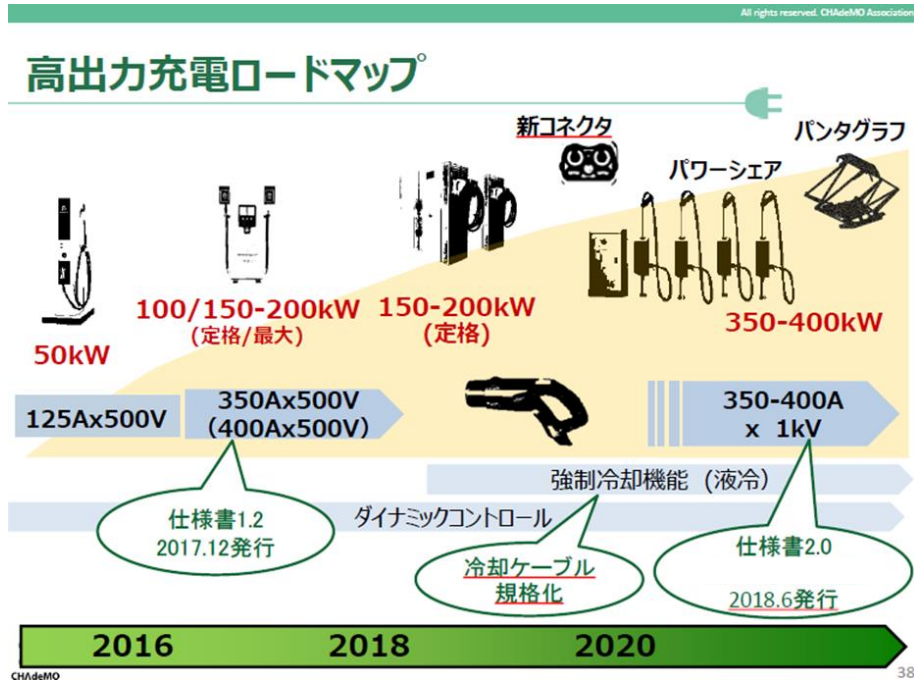


図 2-4 CHAdeMO 仕様の高出力充電ロードマップ

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

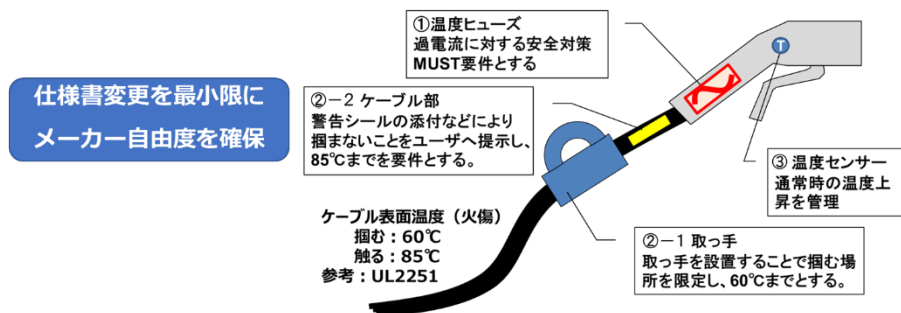


図 2-5 大容量化対応の充電ケーブル

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

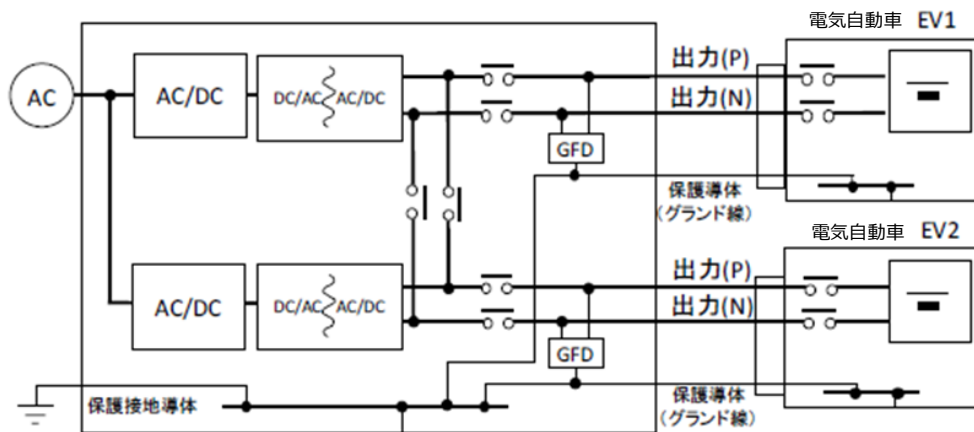
欧州ではひとつの充電器に COMBO（2.3.1 参照）と CHAdeMO の両方の充電口を備えるマルチアーム（マルチアウトレット）方式の充電器が増えている。日本では、COMBO 方式の電気自動車は普及していないので、このタイプの充電器はほぼないと思われる。ただ設置を公に PR してはいないが、外資ディーラーの店舗にはマルチ充電器が設置されている可能性はある。



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。



AC/DC : コンバータ

DC/AC } AC/DC : インバータ・昇圧絶縁 Tr・整流器

GFD : 地絡検出器

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

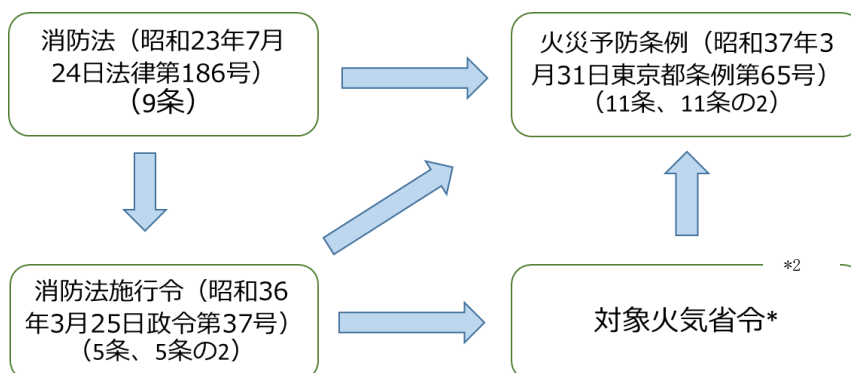


図 2-8 消防関係法令の体系

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るとき、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。

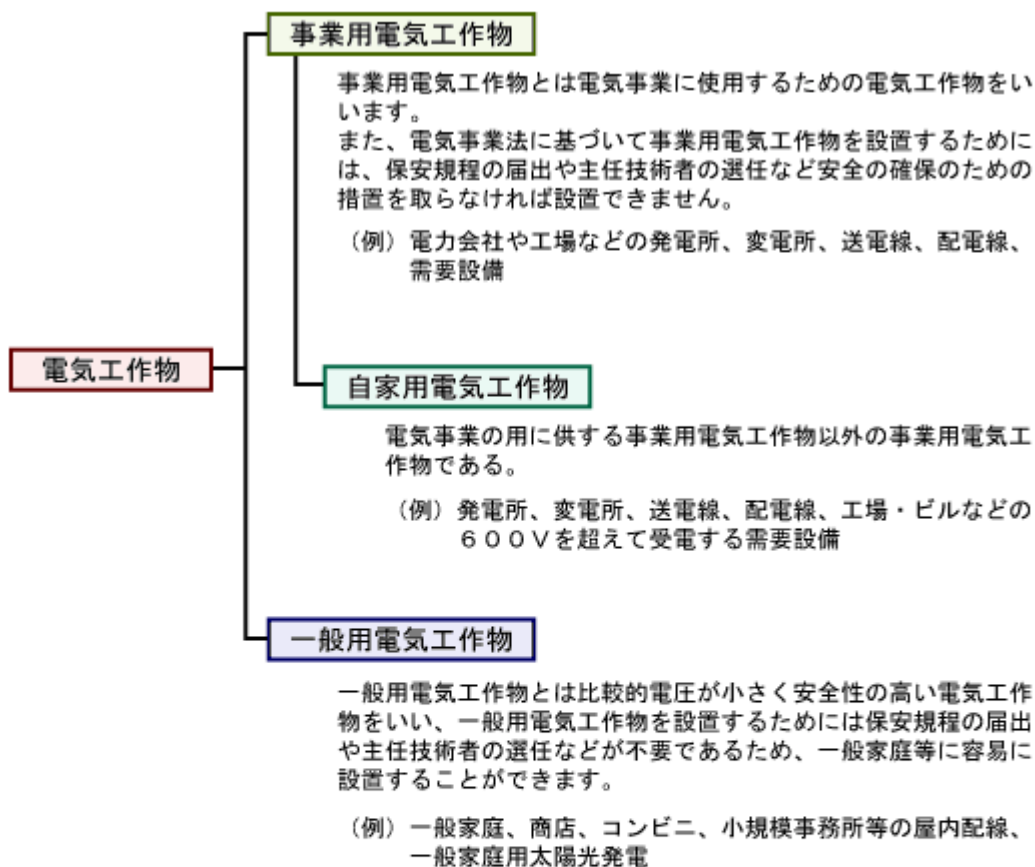
なお、このキュービクル式高圧受電設備の負荷設備となる急速充電設備については、自家用電気工作物にあたるため、主任技術者がキュービクル式高圧受電設備を点検する際は、絶縁抵抗測定を行い、異常がないかを確認している。

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つては、1.0メガパスカル）未満のものに限る。）であつて、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

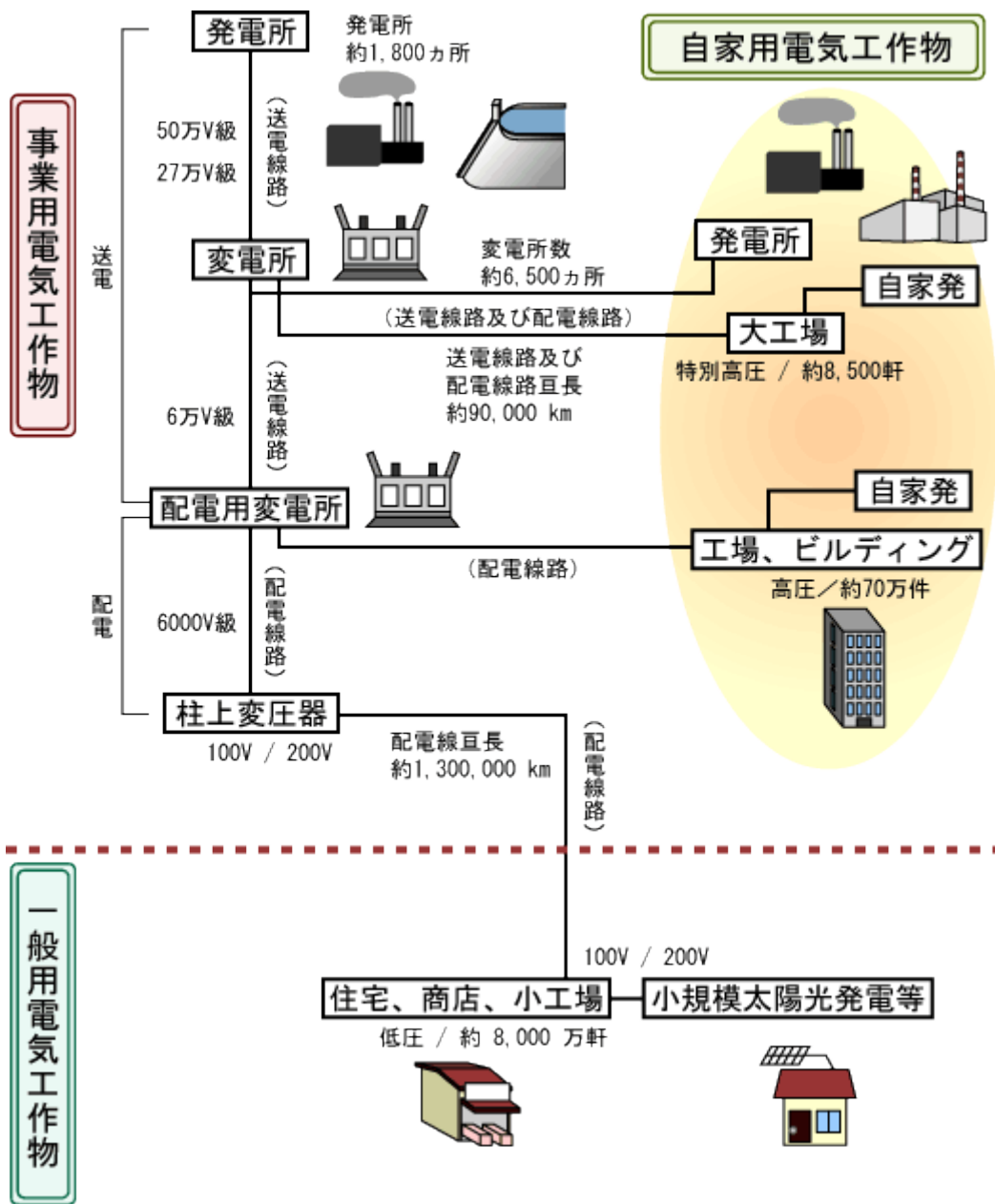


図 2-10 電気工作物の区分 (詳細)

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。	

<p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>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。</p>	

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	<p>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。</p>	
維持・運用の段階		<p>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。</p>
		<p>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。</p>

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」(テスラモーター)
- 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	CHAdeMO	GB/T	US-COMBO CCS1	EUR-COMBO CCS2	Tesla
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ーフェース 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。

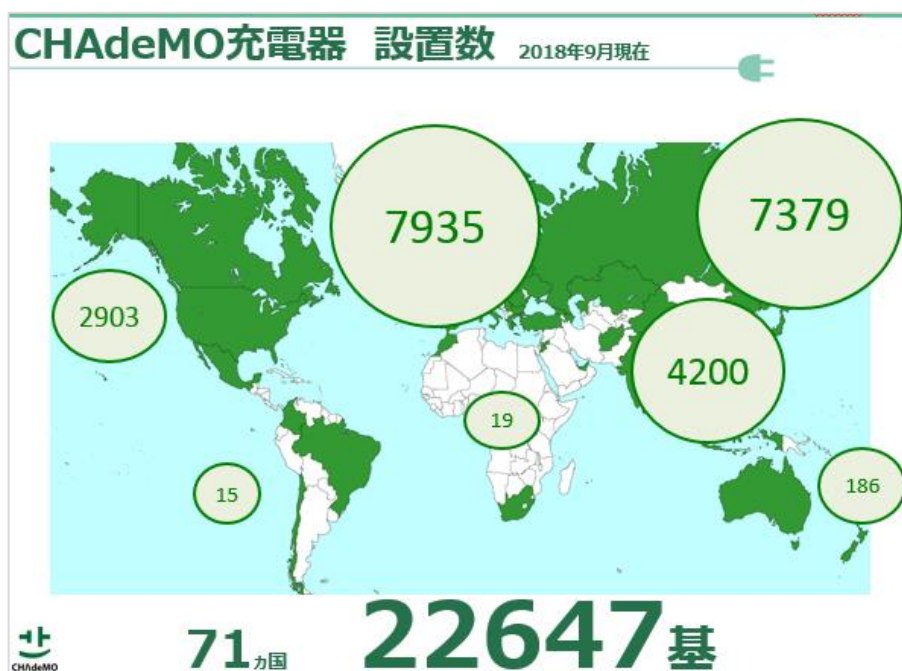


図 2-13 CHAdeMO 充電器数

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(国家电网)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は賛成
- 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

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」⁹⁾、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。

第3章 急速充電設備の現状調査

第1節 普及状況

3.1.1 CHAdeMO 充電器設置個所の推移

急速充電器設置個所の推移を示す。日本 7,379 箇所、海外 15,268 箇所、合計 22,647 箇所（2018年9月時点）となっており、2017年7月には海外でのCHAdeMO充電器設置数が国内設置数を抜いて最近急速に伸びてきている。

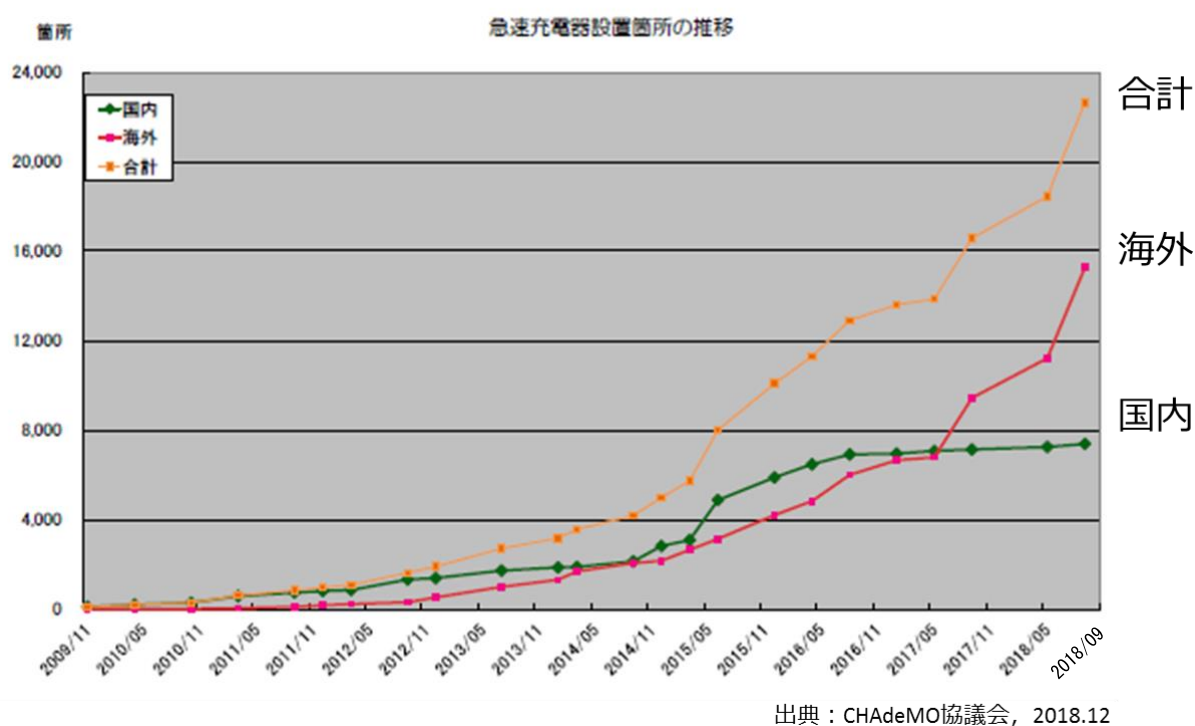


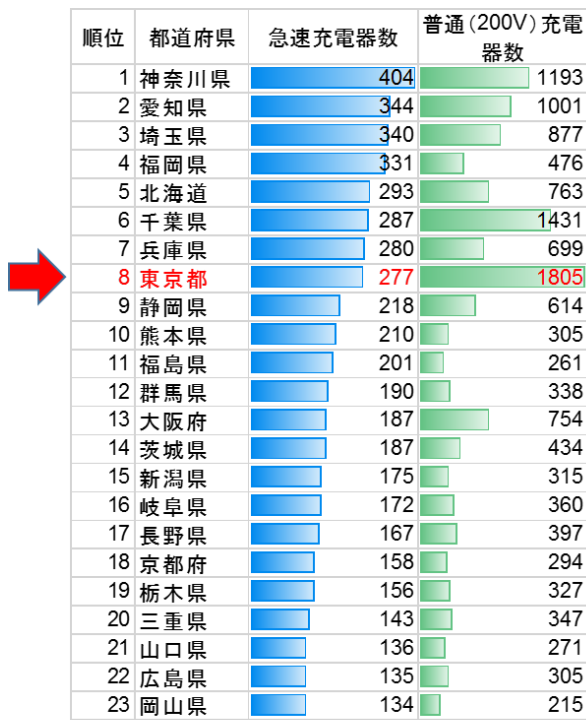
図 3-1 急速充電器設置箇所の推移

3.1.2 充電器設置台数

2018年12月時点の国内における経路充電と目的地充電で使用する商用の普通充電器（自宅設置分は含まない）および急速充電器の設置台数を図3-2、3-3に示す。

急速充電器の設置台数に関しては、全国7,346台中東京都は277台で8位、普通充電器は、全国18,149台中、東京都は1,805台で1位となっている。

東京都に注目すると、急速充電器設置のトップ3地区は ①八王子市18台 ②町田市16台 ③世田谷区15台 である。普通充電器の設置台数分布とは異なった傾向がみられる。普通充電器が港区、豊島区に多いのは六本木ヒルズ、東京ミッドタウン、アーク森ビル、サンシャインパーキング、西武池袋パーキングなど、大規模店舗の駐車場での各レーン設置が一因と考えられる。



急速充電器数で降順ソート

右表へ続く

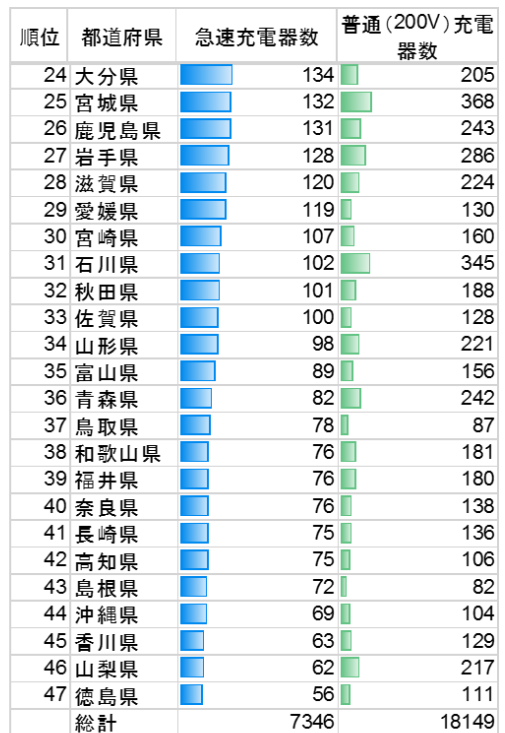
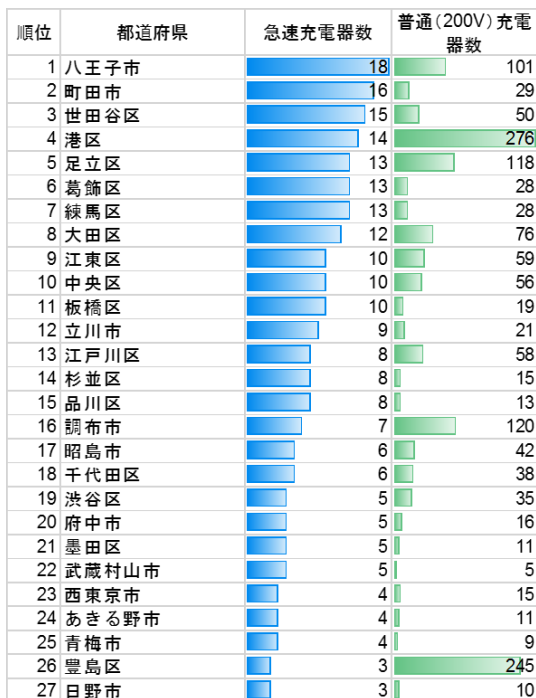


図 3-2 都道府県別充電器設置台数

データソース：チャジモ協議会 充電施設位置情報ファイル(2019.1.8)，日本電気協会にて集計



急速充電器数で降順ソート

右表へ続く

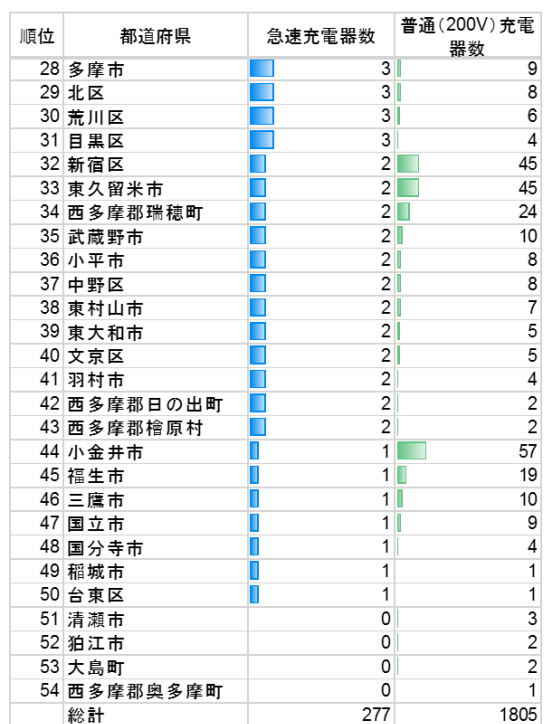


図 3-3 東京都の充電器設置台数

データソース：チャジモ協議会 充電施設位置情報ファイル(2019.1.8)，日本電気協会にて集計

3.1.3 東京都における設置場所種別と設置台数

設置場所の種別ごとに充電器の設置台数を集計した結果を下表に示す。

施設数で降順ソート

設置場所種別	施設数	急速充電器数	普通(200V)充電器数	充電器合計
自動車販売店	364	139	333	472
駐車場	121	35	569	604
ショッピングセンター	74	29	729	758
修理整備店	39	0	40	40
コンビニ	24	23	2	25
ビル	9	3	89	92
レンタカー店	8	8	7	15
役所	8	8	2	10
公共施設	8	6	3	9
飲食店	7	1	11	12
高速道路PA	6	6	0	6
レジャー施設	5	3	6	9
給油所	5	3	3	6
電機工事	5	3	4	7
ホテル	5	2	5	7
工場	2	3	1	4
宗教法人	2	2	0	2
メーカー	1	1	0	1
外車ディーラー	1	1	0	1
大学	1	1	0	1
病院	1	0	1	1
総計	696	277	1805	2082

図 3-4 東京都における設置場所種別と設置台数

データソース：チャジモ協議会 充電施設位置情報ファイル(2019.1.8)，日本電気協会にて集計

急速充電器設置台数の TOP3 は、①自動車販売店 ②駐車場 ③ショッピングセンターであった。構成割合で見ると、図 3-5 に示す通り急速充電器設置場所の半数が自動車販売店であることがわかる。

急速充電器数設置場所割合

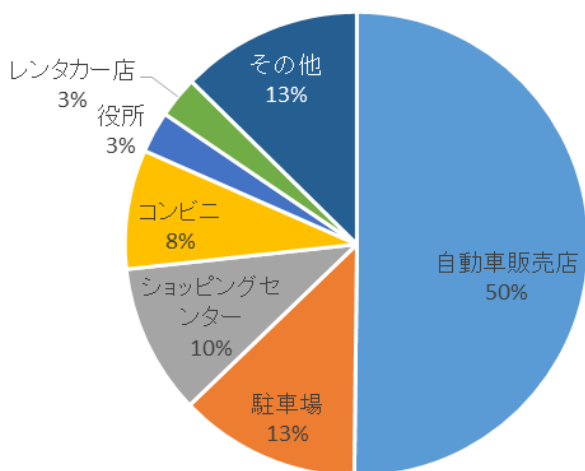


図 3-5 急速充電器設置場所の割合

データソース：チャゼモ協議会 充電施設位置情報ファイル(2019.1.8)，日本電気協会にて集計

設置場所の具体的な店舗名称の例を示す（後半一部省略あり）

自動車販売店	駐車場	ショッピングセンター	修理整備店
Hondaウエルカムプラザ青山 Tプラザ金町 トヨタ西東京カローラめじろ合店 トヨタ西東京カローラ稲城店 トヨタ西東京カローラ国分寺店 トヨタ西東京カローラ桜ヶ丘店 トヨタ西東京カローラ秋川店 トヨタ西東京カローラ小金井店 トヨタ西東京カローラ昭島店 トヨタ西東京カローラ松枝橋店 トヨタ西東京カローラ瑞穂店 トヨタ西東京カローラ青梅店 トヨタ西東京カローラ大和田店 トヨタ西東京カローラ町田小山店 トヨタ西東京カローラ町田店 トヨタ西東京カローラ町田南店 トヨタ西東京カローラ鶴川店 トヨタ西東京カローラ天王橋店 トヨタ西東京カローラ日野店 トヨタ西東京カローラ八王子店 トヨタ西東京カローラ府中店 トヨタ西東京カローラ府中武蔵台店 トヨタ西東京カローラ福生店 トヨタ西東京カローラ豊田店 トヨタ西東京カローラ堀之内店 トヨタ西東京カローラ立川店 トヨタ西東京カローラ立川富士見町店 トヨタ東京カローラDU：S江戸川店 トヨタ東京カローラDU：S大泉学園店 トヨタ東京カローラ鳥山店 トヨタ東京カローラ蒲田店 トヨタ東京カローラ江東店 トヨタ東京カローラ荒川店 トヨタ東京カローラ高井戸店 トヨタ東京カローラ渋谷店 トヨタ東京カローラ世田谷店 トヨタ東京カローラ瀬田店 トヨタ東京カローラ清瀬店 トヨタ東京カローラ石神井店 トヨタ東京カローラ扇大橋店 トヨタ東京カローラ足立店 トヨタ東京カローラ大田店 トヨタ東京カローラ谷原店 トヨタ東京カローラ中央橋どき店	NTT丸の内ビル東五反田第2駐車場 アーク森ビル駐車場地下2階 アスタ市営駐車場 アットパーク吉祥寺(東急百貨店吉祥寺店) アットパーク渋谷宇田川町(東急百貨店本店) アトラス池原レジデンス地下1F駐車場 イイノパーキング いずみパーキング花小金井 いなげや町田成瀬台店第2駐車場 オリナス地下駐車場 サミット橋店駐車場 サンシャインパーキング サンシャインパーキングB2 システムパークーツ家第4 システムパーク荒川4丁目 システムパーク松ヶ丘第2コインパーキング システムパーク上石神井1丁目 システムパーク西麻布4丁目 システムパーク大森西7丁目 システムパーク竹ノ塚 システムパーク猪方第2 システムパーク天沼1丁目 システムパーク平井7丁目 システムパーク方南2丁目 システムパーク北小岩 システムパーク北小岩 システムパーク立川高 タイムズツタヤ深大寺1 タイムズロッテ葛西コル タイムズ荏原5丁目第1 タイムズ奥多摩町役場 タイムズ下丸子第7 タイムズ国際赤坂ビル タイムズ狛江市役所	GINZASIX あきる野東急ストア アリオ電有 アリオ西新井 アリオ北砂 イオンモールむさし村山 イオンモール多摩平の森 イオンモール日の出 イオン板橋ショッピングセンター イオン品川シーサイド店 イトーヨーカドー葛西店 イトーヨーカドー高砂店 イトーヨーカドー国領店 イトーヨーカドー大森店 イトーヨーカドー祥島店 イトーヨーカドー八王子店 イトーヨーカドー武蔵小金井店 オートバックス加平インター店 オートバックス多摩境店 オートバックス府中 オリビック下丸子店 オリビック高井戸店 オリビック国守店	アライ電機産業株式会社板橋営業所 キモト総業㈱ テクノモータース株式会社 株式会社杉並モータース 株式会社品川オートセンター ㈱ケーエムガレージ ㈱ケーコー自動車工業 ㈱ホクソンモータース ㈱吉岡自動車興業 ㈱橋本モーター商会 ㈱三和自動車 ㈱小林モーター ㈱多摩自動車 ㈱服部自動車飯倉工業 ㈱福興商会 高橋モータース 三光自動車㈱ 車検のコバック江戸川店 小川モーター㈱ 誠和自動車興業㈱ 双葉自動車㈱ 中央自動車工業 町田モータース㈱ 土屋自動車㈱ 東伸自動車㈱ 日興自動車㈱ 飯村自動車興業㈱
以下省略	以下省略	コンビニ コミュニティア行船 セブンイレブンあきる野瀬戸岡店 セブンイレブン昭島福島町1丁目店 セブンイレブン泉塚店 セブンイレブン日の出大野店 セブンイレブン日野市日野会2丁目店 セブンイレブン八王子小宮店 セブンイレブン八王子石川中入口店 セブンイレブン八王子由木中央店 セブンイレブン武蔵村山伊勢平4丁目店 セブンイレブン立川砂川三番店 セブンイレブン立川柴崎町1丁目店 ファミリーマートあきる野橋原街道店 ファミリーマート秀栄町小川店 ファミリーマート青梅今井店 ファミリーマート町田多摩境店 ファミリーマート調布インター店 ファミリーマート八王子西インター店 ファミリーマート豊玉中3丁目店 ミニストップ昭島緑町3丁目店 ミニストップ町田根岸店 ミニストップ武蔵村山学園店 ミニストップ立川砂川町店 ローソン大井店	レンタカー店 ニッポンレンタカーサービス 日産レンタカー新小岩店 日産レンタカー西新宿山手通り店 日産レンタカー調布駅前店 日産レンタカー都立大学駅前店 日産レンタカー東京駅八重洲口店 日産レンタカー公共施設 日産レンタカーあらかわエコセンター 葛飾区地域産業振興会館(テクノプラザがつか) 高井戸地域区民センター 昭島市保健福祉センターあいぽっく 大島町貝の博物館はれいらめーる 大島町三原山レストセンター 町田リサイクル文化センター 文京区電気自動車急速充電スタンド 豊洲シビックセンター

図 3-6 設置場所の具体的な店舗名称の例

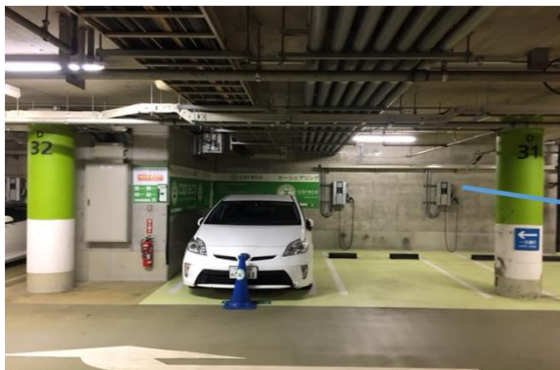
3.1.4 設置状況

急速充電器設置数の TOP3 の設置場所について、実際の設置状況の例を示す。



出典：EVsmart, GoGoEV 検索サイト掲載写真

写真 3-1 自動車販売店の設置例



東京ミッドタウン駐車場



出典：EVsmart, GoGoEV 検索サイト掲載写真

写真 3-2 屋内駐車場での設置例



安全対策例

- ・クルマ接触防止棒
- ・雨除け小屋根
- ・コンクリート土台
- ・消火器（屋内駐車場）



出典：EVsmart, GoGoEV 検索サイト掲載写真

写真 3-3 ショッピングセンターでの設置例

第2節 事例（火災、故障）

3.2.1 市場不具合事例

回路基板が焼損し発煙する程度の事故（No.12 千葉県）は報告されているが、筐体外に延焼するような大きな火災事故に発展する重大な不具合、事故は現時点で報告されていない。

表 3-1 市場不具合事例

No	事象	不具合事例の詳細	対策
1	車両コンタクタの溶着誤検出	特定条件下で車両がスイッチkをオフしたにもかかわらず、充電器がインバータを作動したまま充電終了処理に移行してしまう。 さらに充電器の電流センサ誤差により、車両からの電流指示が0Aにもかかわらず、インバータが停止しないため、インレットに電圧がかかった状態となり、車両コンタクタの溶着診断が誤検出された。	充電器の電流センサを校正した。 スイッチkがオフされたらインバータを停止する処置を実施。
2	充電できない	充電開始前（コネクタロック以前）から充電器がインバータを駆動させていたため、DC主回路電圧が10V以上となっており、コネクタロックができず充電できなかった。	充電器側が、充電開始前（コネクタロック以前）はインバータを駆動させないように改修した。
3	異常検出後、充電器再始動不可	車両が電流指令値を0A以外にする前にスイッチkをOFFして充電を終了したが、充電器はスイッチkのOFFを認識せず、充電を継続しようとして車両から電流指令値がこないことためタイムアウトで異常終了後、再始動不可となるケースもあった。	車両が電流指令値に0A以外を送信する前にスイッチkをOFFしないようにした。
4	車両CANの取りこぼし	車両のCAN IDの送信間隔が短いため、充電器がすべてのCAN IDを認識できず通信異常と判定した。	充電器側のCANのバッファ領域を拡大し短周期で受信できるようにした。
5	信号素子 j にメカニカルスイッチを用いたため充電不可	信号素子jにメカニカルスイッチを使ったことにより、CHAdemo1.X対応の車両を接続すると、車両側の抵抗により通電電流が低下し、充電器側でスイッチkを検知できなかった。	充電器側でjをフォトカプラに変更した。
6	V2H ID200の車両送信による充電不可	充電器が自己診断用にID200を利用していたため、車両からID200送信を受信すると異常と判定した。	充電器がID200の利用をやめた。
7	電圧印加状態でコネクタロック解除	非常停止ボタンが押されると、DC主回路電圧が落ちきっていないにもかかわらず、充電コネクタロックが解除される。	未確認
8	現在電圧値をマイナスで送信	充電器の電圧計測値がマイナスになり、現在出力電圧値（H'109.1, H'109.2）を0xFFFFで送信。車両がエラー判定で停止した。	現在出力電圧は0～600Vの範囲で送信する。
9	CAN信号線のノイズ	開発中の車両に急速充電したところ、車両からのノイズで充電器のCANバスが破損した。	フィルタを設置した。
10	充電開始前の充電器異常による停止処理	0.9充電器で充電開始前に充電器異常を感知した。出力電圧は10V以下に低下していたが、d1オフ・コネクタロック解除までに処理時間が10秒以上かかったため、車両が10秒後にタイムアウト判定でエラー停止。 一部の車両はこのタイムアウトを検出した際、車両側のコンタクタが溶着していない確証が得られないため、安全を考慮して走行不能状態とした。	検討中
11	充電コネクタの損傷	充電ガンがCHAdemoの正規品以外のインレットに接続されると、コネクタ内の信号ピンが変形し、次から充電できなくなるケースがある。	1 信号ピンの強度UP 2 製造不良または劣化インレットの交換
12	回路基板の焼損	海辺に近い立地の外置き充電器が塩害のため、回路基板で絶縁不良が発生し部品が焼損した。（千葉県の事例）	塩害対策品に交換。

出典：CHAdemo 協議会調査,2018.12

3.2.2 地震、水害、水没における事故事例

充電器メーカーにヒアリングした結果、地震、水害、水没による急速充電器の事故発生事例の情報は無い。(2018年12月時点、CHAdeMO協議会調べ)

3.2.3 海外での事故事例

CHAdeMO方式の充電器ではないが、海外では、ユーザに危険な電圧が暴露されるようなクラックや破損など、コンボ方式のコネクタに関する事故が報告されている。事故の詳細は不明だが、DKE(ドイツ電気技術委員会)とIECが公式に警告を出している。(CHAdeMOホームページ英語版ニュース 2017/12/19付参照)

第3節 想定されているリスク

平成23年度に総務省消防庁が急速充電器を給油取扱所や商業施設等に設置する場合の安全対策の在り方を検討した際に全出力50kW以下を想定して取りまとめられた「急速充電設備のハザード評価表」⁹⁾において、安全対策が施される前の想定されるリスクの例を参考にいくつか列挙する。(これらに関しては「ハザード評価表に記載されている安全対策を確実に施した急速充電設備に関しては、更なる安全対策を設ける必要はない」と結論付けられているものである。)

(1) 出火のリスク

- ・外力により破損、短絡が発生、火災が発生する可能性がある。
- ・コネクタ端子間でトラッキングが発生し、過熱して火災が発生する可能性がある。
- ・冷却装置故障により部品が過熱することで内部焼損が発生する可能性がある。
- ・落雷により回路に甚大な被害を受け装置焼損から火災発生に至る可能性がある。
- ・急速充電設備からの火災による外部への延焼の可能性がある。

(2) 漏電・感電のリスク

- ・屋外に設置する設備については、雨水等の浸入による漏電が発生、感電に至る可能性がある。
- ・雨の中、充電コネクタが濡れた状態で充電操作をして感電に至る可能性がある。
- ・外部火災による放水で筐体内部に浸水し、漏電・感電する可能性がある。

(3) 消防活動上のリスク

- ・設備内部からの発火により、有毒なガスが発生し消防隊の活動を阻害する可能性がある。
- ・外部火災による受熱で設備内部が過熱し、有毒ガスが発生し消防隊の活動を阻害する可能性がある。

第4節 具備されている消防設備

(1) 消火器の設置

急速充電設備は、下記消防法施行規則第6条（昭和36年4月1日自治省令第6号）（大型消火器以外の消火器具の設置）第4項の「その他これらに類する電気設備」に該当するものであり、これにより消火器の設置条件が規定されている。

「4 第一項の防火対象物又はその部分に変圧器、配電盤その他これらに類する電気設備があるときは、前三項の規定によるほか、令別表第四において電気設備の消火に適応するものとされる消火器を、当該電気設備がある場所の床面積百平方メートル以下ごとに一個設けなければならない。」

(2) 駐車場の設置

消防法施行令第13条において、地階又は2階以上の階で200m²以上、1階で500m²以上、屋上部分で300m²以上、昇降機等の機械装置で車両を駐車させる構造で収容台数が10台以上の駐車場においては、次のうちいずれかの消火設備を設置することが規定されている。

- ・水噴霧消火設備
- ・泡消火設備
- ・不活性ガス消火設備
- ・ハロゲン化物消火設備
- ・粉末消火設備

一般に、常時人が出入りする自走式駐車場では泡消火設備が使われることが多く、常時人がいない機械式駐車場などでは、不活性ガス消火設備等のガス系消火設備が使用されている。

なお、火災予防条例（東京都条例）第36条、第40条において、下記の内容を規定している。

第36条 消火器具に関する基準

次に掲げる場所には、消火器具を設けなければならない。ただし、令第10条第1項各号に掲げる防火対象物又はその部分に存する場所については、この限りでない。

第2項第二号

燃料電池発電設備、変電設備、内燃機関を原動力とする発電設備その他これらに類する電気設備のある場所

第40条 水噴霧消火設備等に関する基準

自動車車庫又は駐車場に掲げる防火対象物又はその部分のうち、延べ面積が700m²以上の防火対象物（駐車するすべての車両が同時に屋外に出ることができる構造のものを除く。）や吹抜け部分を共有する防火対象物の2以上の階で、駐車のために供する部分の床面積の合計が200m²以上のものにおいては、次のうちいずれかの消火設備を設置することが規定されている。

水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備、粉末消火設備

第4章 急速充電設備に係る課題の整理

第1節 全出力 50kW を超える急速充電設備の想定リスク

全出力 50kW を超える急速充電設備では、内部発熱量が増大し、次のような大容量化に伴う火災リスクや課題が考えられる。(内部発熱量が増大しても、筐体開口部は使用する冷却方式によって必ずしも大きくなるわけではない)

(1) 内部出火のリスク

全出力 50kW 超の急速充電設備は、電流が増大しているため、内部機器の故障で過熱、焼損した場合の発熱量が大きく出火の可能性が高まる。

(2) 漏電・感電のリスク

充電電流増加に伴い、充電ケーブルの発熱を液体循環で冷却することも検討されているが、液漏れによる漏電、感電の可能性が出てくる。また、筐体の開口部が拡大した場合、雨水や外部火災による放水の浸入で漏電、感電の可能性が高まる。

(3) 延焼媒体としてのリスク

設置場所の環境から、近傍の建物火災からの延焼火災の可能性が想定される。急速充電設備の筐体は鋼板を使用して製作されているため堅ろうな構造を有しているが、大容量化に伴い、内部機器冷却用に換気性能が強化されている。そのため、換気口からの受熱により内部に火災が発生し、さらに他の物体へと延焼するリスクが高まる。

(4) 消防活動上のリスク

急速充電設備の火災により発生する有毒ガスや漏電により、消防隊の活動に支障をきたす可能性が高まる。

第2節 設置環境の想定リスク

(1) 設置環境の制約

急速充電設備（全出力 20kW を超え 50kW 以下のもの）は、火災予防条例（東京都条例）第 11 条の 2 により、建築物からの離隔距離は規定されていないが、全出力 50kW を超える急速充電設備は、火災予防条例（東京都条例）第 11 条により、現状では変電設備の規定が適用されることになる。その場合以下のような実態と合わない事象が懸念される。

- ・ 専用不燃区画室の設置が義務付けられ、簡単に電気自動車が入れない

- ・区画室は関係者以外出入り禁止なので、不特定多数の運転者が自分で充電操作をできない
- ・屋外設置の場合、建物から3 m以上の隔離距離が必要なため、商業施設等への設置が困難
- ・変電設備の標識を設置しなければならないが、充電設備は従来の変電設備とはちがう

(2) 延焼媒体としてのリスク

第2章で述べたように急速充電設備は、自動車販売店、駐車場、ショッピングセンター、コンビニエンスストアなどでの設置が多く、そのほとんどが屋外に設置されている。

全出力50kWを超える急速充電設備についても今後の設置需要を考慮すると「屋外設置では建物から3 m以上の隔離距離が必要」という制約を緩和することが課題となるが、緩和した場合は隔離距離不足により、第1節でも言及したとおり、外部出火により受熱し隣接する他の物体や建物に延焼するリスクが想定される。

第3節 リスク検証方法

第1節、第2節で述べたこれらのリスクについて、今回2つの方法で検証を行うことにする。

(1) ハザード評価

平成23年度に総務省消防庁が急速充電器を給油取扱所や商業施設等に設置する場合の安全対策の在り方を検討した際に全出力50kW以下を想定して取りまとめられた「急速充電設備のハザード評価表」⁹⁾をベースにし、今回は全出力50kWを超える急速充電設備を想定した各種のハザードについて、作業会メンバーの知見をもとに評価して分析・検証する。

急速充電設備の内部構成部位ごとに評価を行うため、内部出火、漏電・感電に関するリスクは主にこの手法で評価できると考える。

(2) 燃焼実験

外部出火により受熱し、隣接する他の物体や建物に延焼するリスクや、火災により発生する有毒ガスや漏電など、消防隊の活動に支障がないかの安全性に関しては、実際に急速充電設備の燃焼実験を行うことにより検証する。

ハザード評価の詳細と結果については第5章にて報告する。燃焼実験の詳細と結果については第6章にて報告する。

第5章 全出力 50kW を超える急速充電設備のリスク検証（1） ハザード評価

第1節 評価手法

リスク評価とは、

「一般的に人、財産、社会または環境にリスク（危険性）を与える潜在的なハザード（事故）及び発生するハザードの内容を確認し、利用可能なデータと経験、系統的観察あるいは統計学的分析によってハザードの発生確率を推定し、系統だった手法でリスクを推定評価すること」であり、下記の方法でリスクの大きさを推定評価する⁹⁾。

式A：「リスクの大きさ」＝

「ハザードによる被害の大きさ」×「ハザードによる被害の発生確率（度合い）」

ハザードの抽出にあたっては、急速充電設備の各部位ごと（例えば、漏電遮断器、電磁開閉器等）に、もれなくハザード項目を取り上げ、そこで考え得るハザードの内容についてリスクの大きさを評価したうえで「安全対策前」「安全対策後」と段階を追って評価し、下図のようにその過程を表形式に整理するものである。これをハザード評価表と呼ぶ。

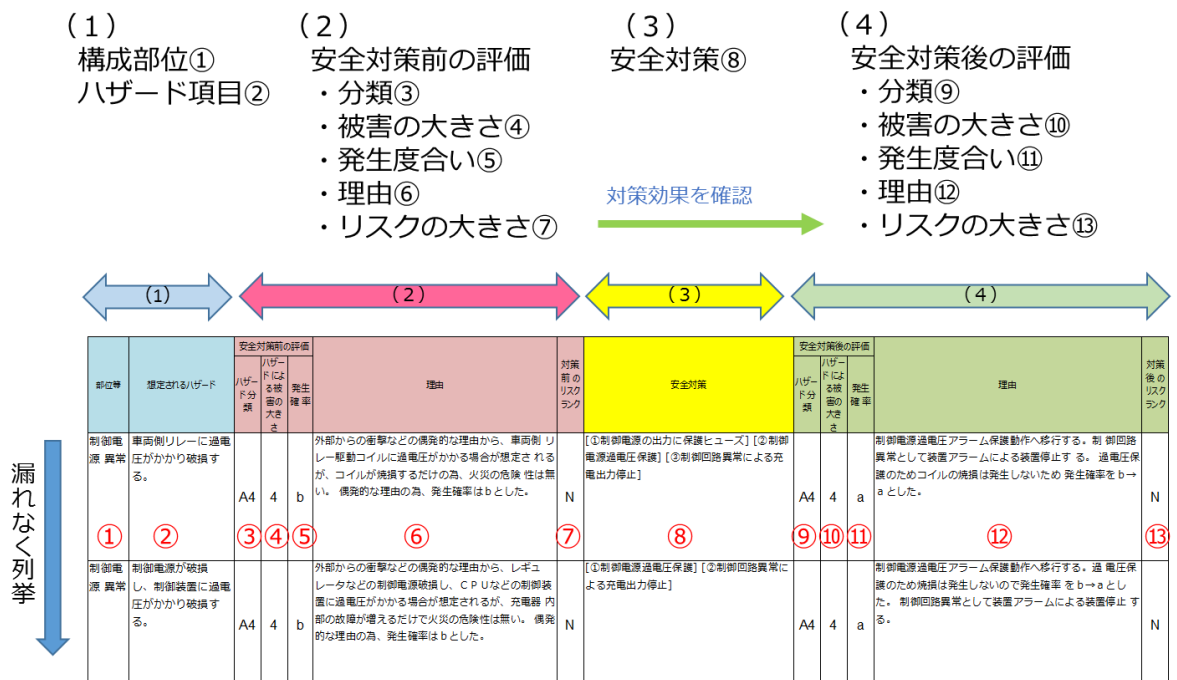


図 5-1 ハザード評価表

評価をするにあたり、各種の定性的な情報を次のように程度により分類し検討する。

<評価分類の定義>

表 5-1 ハザード分類 (③、⑨)

ハザード分類	ハザード事象
A1	急速充電設備外に延焼する可能性あり
A2	急速充電設備内を焼損する可能性あり
A3	発火はしないが、想定外の発熱が生じる可能性あり
A4	上記以外で急速充電設備のみに故障等が発生する可能性あり
B	感電
C	その他故障等

表 5-2 被害の大きさ (影響度) の分類 (④、⑩)

影響度分類	被害の大きさ	数値化
1	周囲の人間、物品等に甚大な影響を与える	4
2	周囲の人間、物品等に重度な影響を与える	3
3	周囲の人間、物品等に経度な影響を与える	2
4	周囲の人間、物品等にほとんど影響を与えない	1

表 5-3 被害の発生度合い (⑤、⑪)

発生度分類	発生の度合い	数値化
a	まずありえないので、起こることはない。 (複数台での耐用期間中にも起こることはない)	1
b	耐用期間中に、起こりそうもないが起こりうる。 (複数台での耐用期間中に1回程度起こりうる)	2
c	耐用期間中に、時には起こりうる。 (1台の耐用期間中に1回程度起こりうる)	3
d	耐用期間中に、数回起こる。	4
e	耐用期間中に、頻繁に起こる。	5

リスクの大きさ (表 5-4) をハザード分類と発生率によりリスクランク決定表 (表 5-5) により決定する

表 5-4 リスクの大きさ (⑦、⑬)

リスクランク	内容
H	許容できない、さらなる安全対策が必要
M	好ましくない、さらなる安全対策が可能かどうか必ず検討
L	許容できる、さらなる対策は不要
N	危険性は非常に小さく、許容できる

表 5-5 リスクランク決定表

ハザード分類	発生率 影響度	低	←————→			高
		a	b	c	d	e
A1 (急速充電設備外に延焼する可能性あり)	1	L	M	H	H	H
A2 (急速充電設備内を焼損する可能性あり)	2	N	L	M	H	H
A3 (発火はしないが、想定外の発熱が生じる可能性あり)	3	N	L	L	M	M
A4 (上記以外で急速充電設備のみに故障等が発生する可能性あり)	4	N	N	N	L	L
B (感電)	1	L	M	H	H	H
C (その他故障等)	3	N	L	L	M	M

第 2 節 評価の実施

この方法に基づき平成 23 年に総務省消防庁が取りまとめた「電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討会」により、「急速充電設備のハザード評価表」⁹⁾が報告されている。

本調査研究でもこの評価表を起点として、全出力 50kW を超える急速充電設備（具体的には全出力 150kW 級の設備を想定）を対象に、本作業会においてとりまとめ、本検討部会にて承認された同様の手法でハザードリスク評価を実施した。

作業会では内部構成部位ごとに以下の 2 つの観点から実施した。

- ① 全出力 150kW 級の設備を前提にした場合に、全出力 50kW 級を想定していた既出のハザード項目に関してハザード分類、被害の大きさ、発生度合いの評価の見直しが必要か。
- ② 全出力 150kW 級の設備を対象にしたことにより、考え得る新規のハザード項目が無いのか。

第 3 節 リスク分析結果

分析結果を資料 1 「全出力 50kW を超える急速充電設備のハザード評価表」に示す。

5.3.1 大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した項目例

資料 1 の全項目のうち、大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した中から代表的な項目例を抜粋して表 5-6 に示す。

表 5-6 大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した項目の代表例

部位	想定されるハザード	追加・見直し理由	検討結果
電磁開閉器	接点固着により開放不能となる。 (マルチアウトレット機において、出力コネクタ切替用電磁接触器で想定)	CHAdemo Ver.1.2以降マルチアウトレット方式が可能になったため追記	開閉器接点を監視し、開放不応動を検知した場合、充電動作に移行させない。耐用年数内で起こる可能性は極めて低い。
コンバータ	端子ねじ緩みにより電圧・電流異常・発熱・発煙・短絡が発生する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるものの、評価分類を一段階上げるほどではない。
インバータ	端子ねじ緩み・外れにより電圧・電流異常が発生し、感電する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるものの、評価分類を一段階上げるほどではない。
スイッチング素子	埃、虫、動物等で端子間短絡による故障	大容量化による発熱増抑制のため吸排気開口部が拡大されるため、外的侵入発生度合いが増える懸念がある	IP44以上の規定を満足する仕様のため装置環境の外的混入に考慮されている。防虫網を設置することで虫、小動物の侵入を防止する。
絶縁トランス	一次・二次回路の混触が発生し焼損する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	CHAdemo Ver.1.1（平成27年12月発行）以降、一次二次間の絶縁は「二重絶縁または強化絶縁により絶縁すること。」と規定され、混触発生確率は非常に低くなった。
充電コネクタ～EV	落下によるコネクタ破損で感電する	冷却機能付加により充電ケーブルが太く、重くなることにより新たに生じる不具合を考慮	コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造であり充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため発生確率は低くなる。重量の増加により従来のコネクタ部を持つほかに、ケーブル部も保持できる、補助器具によって操作性を向上する。
機器本体	外部衝撃で変形、破損し感電する。	高出力化で筐体が大きくなるので、筐体の剛性が弱くなり外部衝撃による変形、破損が予想される	車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。一般的に筐体を大きくすると補強対策等を考慮した設計で剛性は強くなる。
機器本体	外部火災による放水で漏電、火災が発生する。	大容量化による発熱増抑制のため吸排気開口部が拡大されるため、外的侵入発生度合いが増える懸念がある	IP44以上の規定を満足する仕様のため装置環境の外的混入に考慮されている。IP44仕様以上での水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせるため感電や火災に至る可能性は低い。
盤外出力ケーブル（EV充電）	感電	液冷仕様のケーブルの経年劣化や損傷による漏電の可能性を考慮する必要あり	冷却液の流量検知機能、充電開始前の絶縁(地絡・漏電)確認・自己診断実施、地絡検知による装置停止等の安全対策を施すことで感電の発生の可能性は低い。
盤外出力ケーブル（EV充電）	高温による火傷	大電流化によるケーブルの発熱を考慮する必要あり	「CHAdemo 標準仕様書Ver.1.2.7.充電ケーブルアセンブリの過温度保護」に準拠することで、発生確率は低減される。
液冷装置	液漏れによる充電ケーブル過熱による火傷	ケーブルを冷却するために新たに追加される冷却ユニットの故障を考慮する必要あり	冷却液の流量(液漏れ)検知機能、冷却液と基盤の分離構造、充電ケーブル温度検知機能等の安全対策により発生確率は低減される。
その他のヒューマンエラー	充電コネクタが濡れた状態で充電操作をして感電	ケーブルが液冷仕様になった場合の使用上の事故に考慮する必要あり	冷却液の流量(液漏れ)検知、漏電遮断機能等の安全対策により感電事故発生確率は低減される。

5.3.2 結果

ハザード評価表（資料1）全項目を対象に集計した構成部位ごとのリスクランクの件数の分布を表5-7に示す。

赤字は、平成23年度評価から差異があった部分を示している。大容量化に伴い充電ケーブル、コネクタ周りおよび機器本体、電源開閉器、ヒューマンエラー面での評価見直しを行ったことがわかる。

なお、太陽電池と蓄電池関連部分11件は今回評価対象外としたため、総計194件のうち正味の見直し対象は183件であった。また194件のうち、一部文言を見直し加筆修正を実施した項目が30件、新たにハザード項目として追加評価したものが10件あった。

結果は、表5-8に示す通り、安全対策後はすべての項目がL以下となった。

表5-7 部位ごとのリスクランク件数分布

部位ごとのリスクランク	安全対策前										安全対策後									
	H23年度総務省消防庁調査					今回					H23年度総務省消防庁調査					今回				
	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計
インバータ		2	4	4	10		2	4	4	10			2	8	10			2	8	10
コンデンサ			1	2	3			1	2	3				3	3				3	3
コントローラ			1		1			1		1				1	1				1	1
コンバータ		1	6	5	12		1	6	5	12			2	10	12			2	10	12
スイッチング素子			5	5	10			5	5	10			2	8	10			2	8	10
センサー異常		2	3	10	15		2	3	10	15			4	11	15			4	11	15
その他のヒューマンエラー	3	5			8	3	6			9			5	3	8			6	3	9
安全リレー				1	1				1	1				1	1				1	1
液冷装置								2		2								2		2
機器本体	6	11	4		21	1	6	11	4	22			13	8	21			14	8	22
逆流防止ダイオード			1		1			1		1				1	1				1	1
充電コネクタ	1	8	6	3	18	1	8	6	3	18			10	8	18			10	8	18
充電コネクタ～EV		3		1	4		4		2	6			2	2	4			3	3	6
充電ユニット		3	2		5		3	2		5			3	2	5			3	2	5
制御装置異常		1	2	5	8		1	2	5	8			3	5	8			3	5	8
制御電源			1		1			1		1				1	1				1	1
制御電源異常			1	10	11			1	10	11			1	10	11			1	10	11
整流器		1	4	2	7		1	4	2	7			3	4	7			3	4	7
絶縁トランス			6	1	7			6	1	7			1	6	7			1	6	7
操作ボタン			1		1			1		1				1	1				1	1
太陽電池		1	2	1	4		1	2	1	4			2	2	4			2	2	4
蓄電池			4	1	5			4	1	5				5	5				5	5
蓄電池充放電回路				2	2				2	2				2	2				2	2
電磁開閉器			2	6	8			2	7	9			1	7	8			1	8	9
盤外一次側配線			2	2	4			2	2	4			2	2	4			2	2	4
盤外出力ケーブル（EV充電）	1	1			2		2	3		5			2	2	4			4	1	5
盤内配線（交直共）			1	1	2			1	1	2			1	1	2			1	1	2
非常停止ボタン			1		1			1		1				1	1				1	1
冷却装置（AC）		2	1		3		2	1		3			1	2	3			1	2	3
冷却装置（DC）		1	1		2		1	1		2				2	2				2	2
冷却装置（ファン）			1		1			1		1				1	1				1	1
漏電遮断器			2	4	6			2	4	6			2	4	6			2	4	6
総計	4	37	73	70	184	5	40	77	72	194	0	0	62	122	184	0	0	69	125	194

表 5-8 リスクランクごとのハザード項目数（サマリ）

リスクランク		H	M	L	N	総計
H23年度	安全対策前	4	37	73	70	184
	安全対策後	0	0	62	122	184
安全対策前新規追加件数		+1	+3	+4	+2	+10
今回	安全対策前	5	40	77	72	194
	安全対策後	0	0	71	123	194

（太陽電池と蓄電池関連部分の件数を含んでの比較）

H（許容できない、さらなる安全対策が必要）

M（好ましくない、さらなる安全対策が可能かどうか必ず検討）

L（許容できる、さらなる対策は不要）

N（危険性は非常に小さく、許容できる）

確認した安全対策の主な事例を以下に示す。

<ハード面の対策>

機器本体

- ・ 電流・電圧の異常監視
- ・ 温度センサーによる異常監視
- ・ 開閉器接点の監視
- ・ 漏電遮断器の設置
- ・ 地絡検出器の設置
- ・ ヒューズの設置
- ・ 一次二次間の二重絶縁または強化絶縁化
- ・ 制御用センサーと監視用センサーの複数設置
- ・ 冷却液流量の監視
- ・ 冷却液と制御基板の分離構造
- ・ 難燃ケーブルの使用
- ・ 不燃かつ強度の高い金属製筐体の使用
- ・ 筐体への塗装、防錆処理
- ・ IP44以上に準拠
- ・ 車両ガード/衝突防止用柵の設置

充電コネクタ

- ・ 電流・電圧の異常監視

- ・ 温度センサーによる異常監視
- ・ 難燃性のコネクタ/ハウジング等の使用
- ・ コネクタ強度の確保

制御装置

- ・ 充電シーケンスエラー監視
- ・ 制御回路異常動作の監視
- ・ 電流・電圧の異常監視
- ・ 温度センサーによる異常監視

<ソフト面の対策>

- ・ 据え付け現地試験の実施
- ・ 管理者による日常点検実施
- ・ メーカー等による定期またはスポットメンテナンスの実施

以上のことから、全出力 **50kW** を超える急速充電設備において、内部出火のリスクおよび漏電・感電のリスクについては、確認した安全対策を施すことにより、特に大きなハザード（事故）には至らないと考える。

第6章 全出力 50kW を超える急速充電設備のリスク検証(2) 燃焼実験

第1節 目的

(1) 延焼媒体となるリスク検証

屋外設置の場合、建築物の近傍に設置された全出力 50kW を超える急速充電設備が、当該建築物の開口部から噴出される火炎により受熱しても他の建築物への延焼媒体とならないかを確認する。

(2) 消防活動の支障となるリスク検証

全出力 50kW を超える急速充電設備の火災により発生する有毒ガスや漏電により、消防隊の活動に支障をきたさないかを確認する。

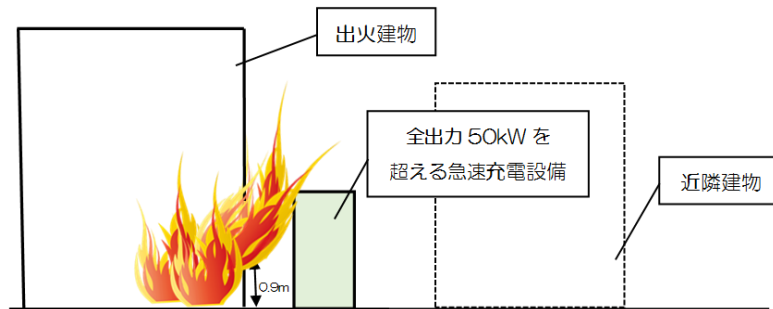


図 6-1 出火建物から全出力 50kW を超える急速充電設備への延焼状況

第2節 実施場所と期間

実験場所 総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター 大規模火災実験棟

実験期間 平成 30 年 11 月 26 日から 12 月 3 日 (本実験 11 月 29 日実施)

表 6-1 実施スケジュール

日付	曜日	午前	午後
11月26日	(月)	事前準備、用品搬入	バーナー等計測器以外搬入、 供試品搬入・設置
11月27日	(火)	供試品準備 (内蔵物設置、電源接続、ファン稼働チェック等) 計測器搬入・設置、 筐体内熱電対設置	
11月28日	(水)	機材設置 (センサーツリー、測定器具・機材設置、ガス分析装置設置、動作確認等)、バーナー炎状況確認、排煙機稼働確認	
11月29日	(木)	最終確認、調整	14:00視察者説明、14:20本実験開始、 15:00消火、内蔵物取り出し
11月30日	(金)	補足実験準備、実施、消火	後片付け、実験機材撤収 廃棄物搬出準備、計測機搬出
12月3日	(月)	供試品・廃棄物搬出、 後片付け、終了	(予備)

第3節 方法

全出力 50kW を超える急速充電設備供試体に対し、最も延焼による影響を与える条件として、側面（吸気側）の高さ 0.9m 以上が火災で覆われる場合を想定した火災実験を実施し、周辺の温度及び熱流束を測定する。また、発生する有毒ガスの種類を測定する。

6.3.1 確認項目

- ・ 規格化されている安全装置の作動状況
- ・ 実験後に絶縁抵抗を測定、漏電電流・ELCBの作動の有無
- ・ 熱電対で測定した温度
- ・ 熱流束計で測定した熱流束（木材発火の目安となる $10\text{kW}/\text{m}^2$ 以上となるか）
- ・ 供試体内から発生する有毒ガス（例 CO、ホルムアルデヒド等）の種類と危険性
- ・ 赤外線カメラ（熱画像）による温度分布
- ・ ビデオカメラによる映像確認

6.3.2 実験イメージ

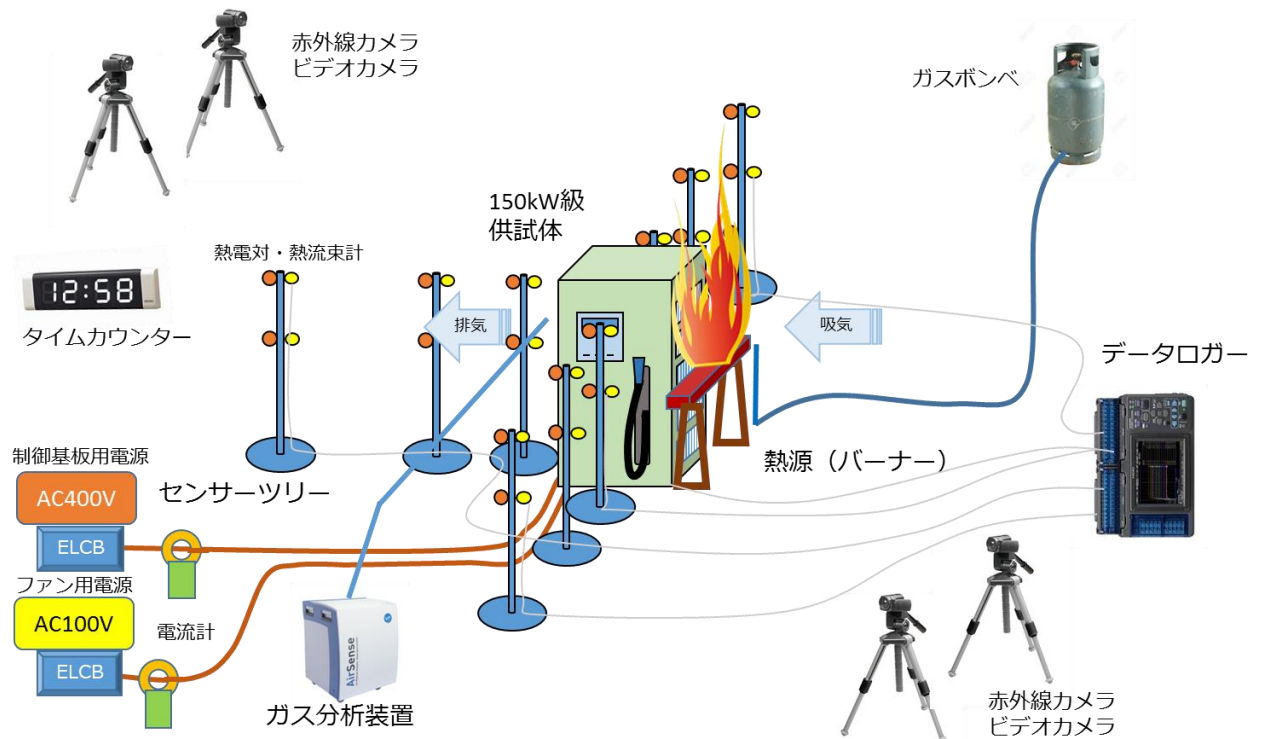


図 6-2 実験イメージ

6.3.3 供試体



正面



側面（排気側）

図 6-3 外観写真

- ・新電元工業株式会社製急速充電器 出力 150kW 仕様（最大構成時）
- ・供試体サイズ： 幅 0.99×奥行 0.90×高さ 1.84（m）
- ・供試体材料： 筐体部 SUS 2mm、 扉部 SUS 1.5mm、
吸排気部 鋳戸 SUS 1.2mm 鋳戸以外 SUS 1.5mm
- ・供試体全重量： 600kg
- ・内蔵可燃物（電装基板）： 200kg
- ・内部電源変換モジュール無し
- ・フィルター、ファン、漏電遮断器、操作パネル、パネル制御基板、ボタン、接続配線、充電ケーブル（代替品）は、内蔵または付属
- ・条件：
 - ①極力実機に近づけた状態で実験するため、本来搭載しているモジュールと同等の可燃物量を持つ電装品を代替内容物とする改造を実施
 - ②より危険な状態で実験するため、ファンが停止となる温度を越えたあとも、継続してファンを駆動させる

6.3.4 火源

最も延焼による影響を与える条件として、側面（吸気側）の高さ 0.9m 以上が火災で覆われる燃焼を想定し、バーナーの火炎出力（発熱速度）を 195kW とする。

（バーナーの火炎出力算出にあたっては、日本建築学会による「建築物の火災荷重および設計火災性状指針」¹⁰⁾ を参考にした）

加熱時間は、条例の変電設備等の出火及び延焼防止に求める専用不燃区画、キュービクル式変電設備等の基準（昭和 50 年 10 月 1 日東京消防庁告示第 11 号）を参考とし、燃焼時間は 20 分を基準とする。放射熱量の変化状況など様子を見ながら実験時間の短縮・延長を判断する。

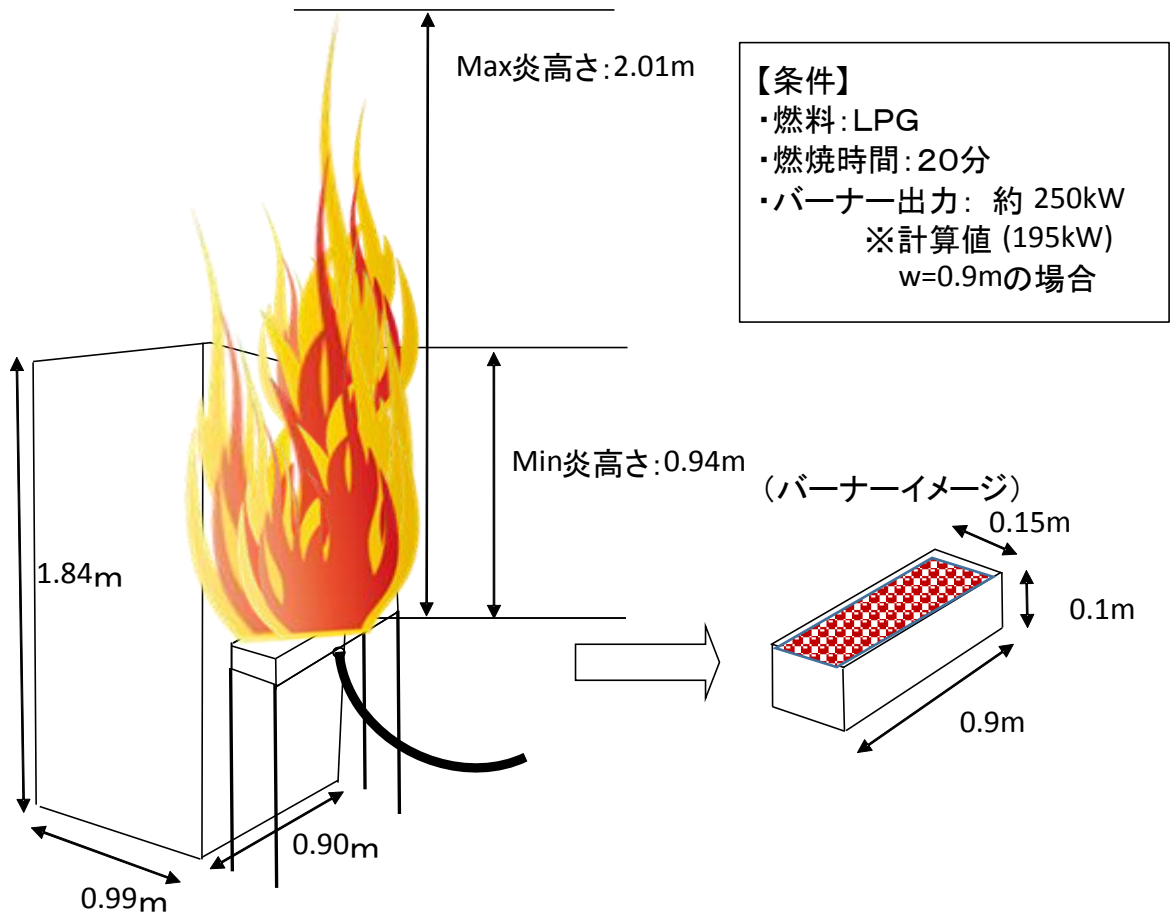


図 6-4 火源

バーナーの火炎出力の算出について

アスペクト比 $n > 2 \Rightarrow$ 線形および長方形火源
供試体側面（吸気側）に接炎 \Rightarrow 壁側の線火源の火炎高さ
常に火炎が存在する状態 \Rightarrow 連続火炎高さ

バーナー仕様 幅 0.15m × 奥行 0.9m
供試体が 高さ 1.84m × 幅 0.99m × 奥行 0.9m の場合
バーナーを載せる台 高さ 0.9m

$$L_c = 2.8Q_l^{*\frac{2}{3}}D \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

L_c : 連続火炎高さ[m]
 Q_l^* : 無次元発熱速度[-]
 D : 代表長さ（線火源の幅）[m]

「火炎の高さ」 = 「供試体の高さ」 - 「バーナーを載せる台の高さ」 となるため
 $L_c = 0.94$ $D = 0.15$

$$0.94 = 2.8Q_l^{*\frac{2}{3}} \times 0.15$$

$$Q_l^* = 3.35$$

$$Q_l^* = \frac{Q_l}{1116D^{\frac{2}{3}}} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

Q_l : 火源の単位長さあたりの発熱速度[kW/m]
 D : 代表長さ（線火源の幅）[m]
 Q_l^* : 無次元発熱速度[-]

$Q_l^* = 3.35$ $D = 0.15$ となるため

$$3.35 = \frac{Q_l}{1116 \times 0.15^{\frac{2}{3}}}$$

$$Q_l = 217$$

Q_l は単位長さあたりの発熱速度であるが、今回使用するバーナーは 0.9m である。
したがって、バーナーの火炎出力（発熱速度）は 195kW である。

6.3.5 温度・熱流束測定

(1) 供試体の周辺

供試体の周辺 9 カ所に熱電対および熱流束計をそれぞれ地面から 1.2m および 1.8m の高さに配置（熱電対ツリー図参照）して温度と熱流束を測定する。

また、ビデオカメラおよび赤外線カメラにて状況を動画撮影する。

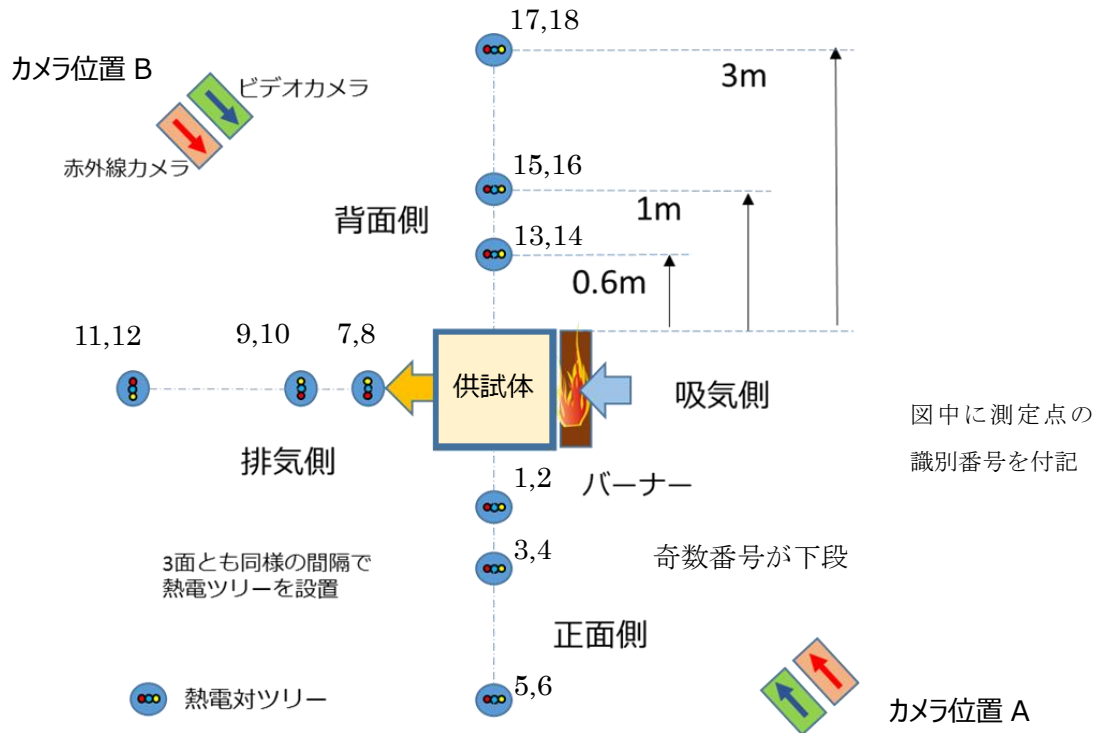


図 6-5 供試体周辺の熱電対・熱流束計設置状況（平面図）

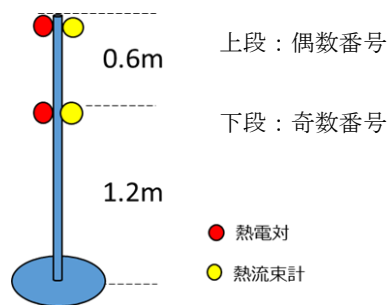
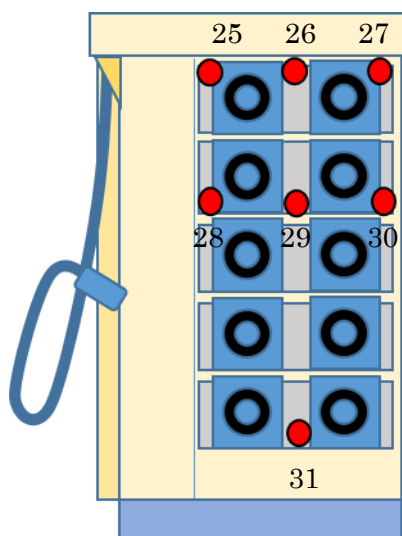


図 6-6 熱電対ツリー（イメージ）

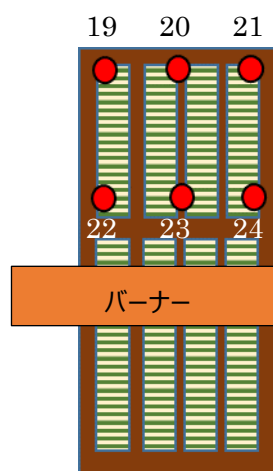
(2) 供試体の側面および内部

供試体の側面と内部に熱電対を設置して温度を1秒間隔で測定する。

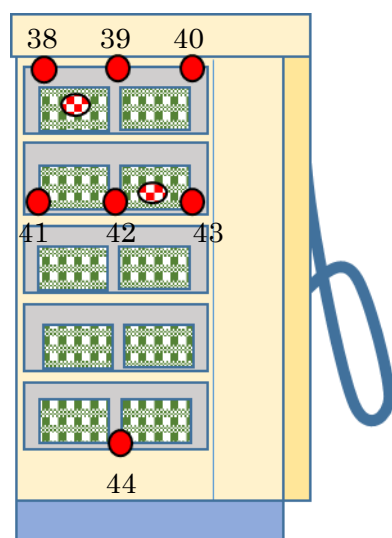
- ① 吸気側側面内部（側板を外した部分） 7か所
- ② 吸気側側面外部（側板） 6か所
- ③ 排気側側面内部（側板を外した部分） 7か所
- ④ 排気側側面外部（側板） 6か所
- ⑤ 供試体内部（上段2段）10か所



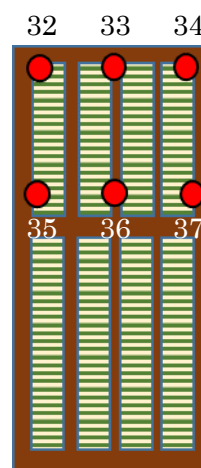
①吸気側側面内部



②吸気側外部側板（裏面にはフィルター）



③排気側側面内部



④排気側外部側板（裏面にはフィルター）

図中に測定点の
識別番号を付記

● 熱電対

● 冷却ファン

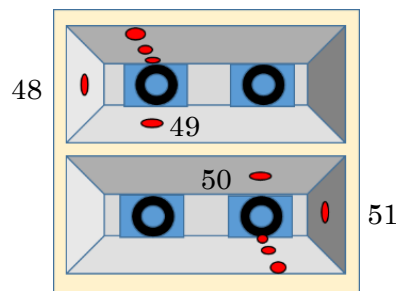
● 熱電対

● 熱電対（内部設置）

■ 内蔵可燃物

図 6-7 供試体側面の熱電対配置

加熱側から 47,46,45



⑤供試体内部（上段 2 段）

内部熱電対設置状況（上図 ⑤部分）
（内蔵可燃物への設置位置は
温度センサーの位置を想定）

加熱側から 52,53,54

図 6-8 供試体内部の熱電対配置

6.3.6 有毒ガス測定

燃焼実験時に発生するガスについて成分分析を行い、発生する気体の危険性の評価を行う。火災によって生じる燃焼生成物は多種多様であるが、過去の検証¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾から一般的な火災で発生する下記の毒性物質を中心に評価する。

一酸化炭素 (CO)

二酸化炭素 (CO₂)

シアン化水素 (HCN)

塩化水素・塩素 (HCl・Cl₂)

硫化水素 (H₂S)

硫黄酸化物 (二酸化硫黄) (SO_x (SO₂))

窒素酸化物 (二酸化窒素) (NO_x (NO₂))

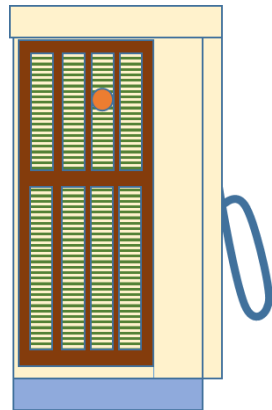
アクロレイン (C₃H₄O)

ホルムアルデヒド (HCHO)

アンモニア (NH₃)

なお、成分分析はソフトイオン化質量分析計 (AirSence) および流通系ガスセルを取り付けた FTIR 分光光度計 (iS10) の 2 種類の分析装置を用いる。

ガス採取場所は、排気側の側面上部 (地上高約 1.6m) 錠戸のスリットから約 0.1m の距離の地点から採取する。



赤丸：採取点
(排気側面から約 0.1m、
地上高約 1.6m)

図 6-9 発生ガス採取の位置

第4節 結果

6.4.1 目視観測（写真、ビデオ）と供試体表面温度

着火時点から5分間隔のビデオ画像およびサーモカメラ画像を示す。

(1) 着火時点

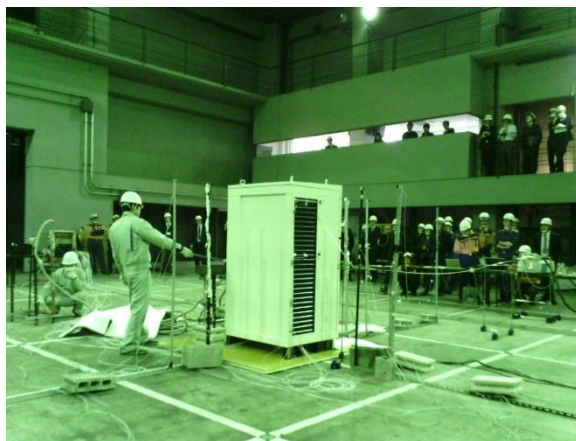


写真 6-1a

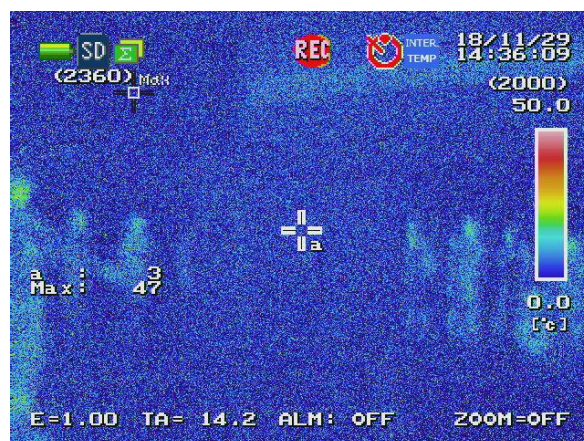


写真 6-1b

(2) 5分後



写真 6-2a

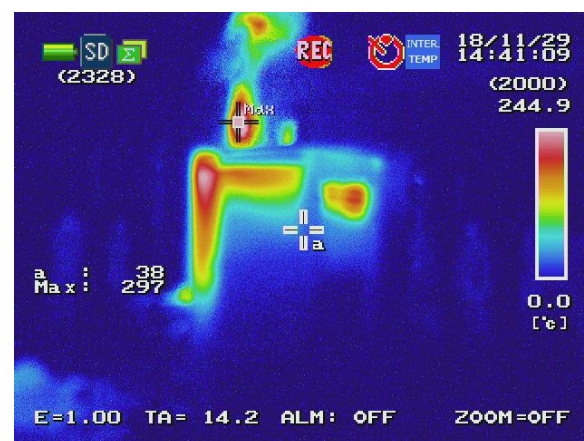


写真 6-2b

(3) 10分後



写真 6-3a

写真 6-3b

(4) 15 分後



写真 6-4a

写真 6-4b

(5) 20 分後

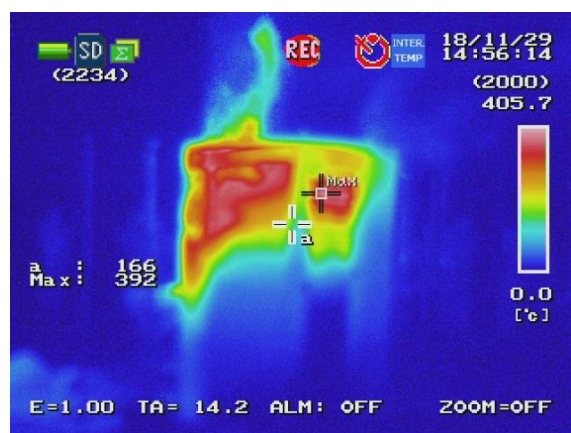


写真 6-5a

写真 6-5b

(6) パーナー停止 2 分後

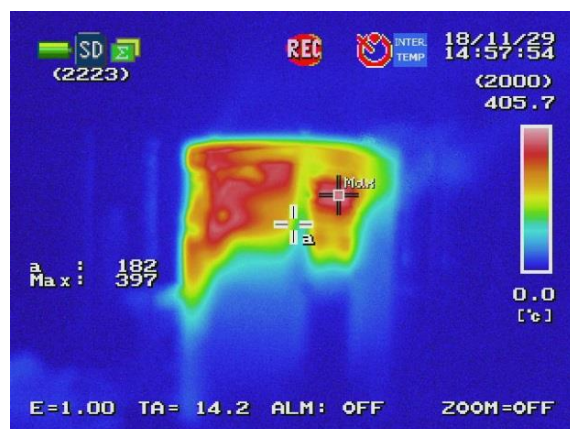


写真 6-6a

写真 6-6b

消火後の供試体表面の様子を示す。



a. 吸気側



b. 排気側



c. 充電ケーブル



d. 正面・吸気側面



e. 背面

写真 6-7 消火後の供試体表面

6.4.2 安全装置動作観測（漏電遮断器）

（1）電流値の変化と安全装置の作動状況

供試体に接続した主電源（三相交流 400V）とファン駆動用電源（単相交流 100V）のケーブルにクランプメーターを設置し、写真のように、電流の変化を動画撮影し、変化を確認した。



写真 6-8 電流測定状況

電流に変化があった時間からファンの駆動状況と漏電遮断器の作動状況が下表のように推測される。

表 6-2 電流の変化と安全装置作動状況

燃焼時間 分：秒	電流の変化		考察
	○主電源 三相 400V	○ファン用電源 単相 100V	
0：00	1.0A	0.5A	<燃焼開始>
0：07			○電流値の上昇開始 電流上昇はファンの固着化によるものと考えられる
0：40		2.1A	○電流値が一時安定する 一部のファンの固着による電流値上昇と考えられる
1：10		2.6A	○電流値、再度上昇 他のファン固着によりさらに上昇したと考えられる
1：40		2.1A	○電流値、低下 一部ファンの電源線の断線と考えられる
5：00	▼	1.7A	○電流値、再度低下 他のファンの電源線の断線と考えられる
9：12	0A	—	◎主電源の漏電遮断器作動に伴い、電源供給断
13：00	—	1.6A	○電流値、やや低下
			この間変化なし
20：00	0A	1.6A	<燃焼終了>

(2) 絶縁抵抗測定

燃焼実験終了後に、主電源回路（400V 回路）の絶縁抵抗値を測定した結果、400V 回路の各相と接地間は0Ωであることを確認した。



測定レンジ 500V
実験前に抵抗値∞を確認済み

写真 6-9 絶縁抵抗測定

(3) 安全装置の作動状況

通常は、ファン異常、筐体内温度異常で、電源はシャットダウンされるが、今回の実験では、ファンを強制駆動しているため、ファンの停止（固着）等による安全装置はキャンセルされている。

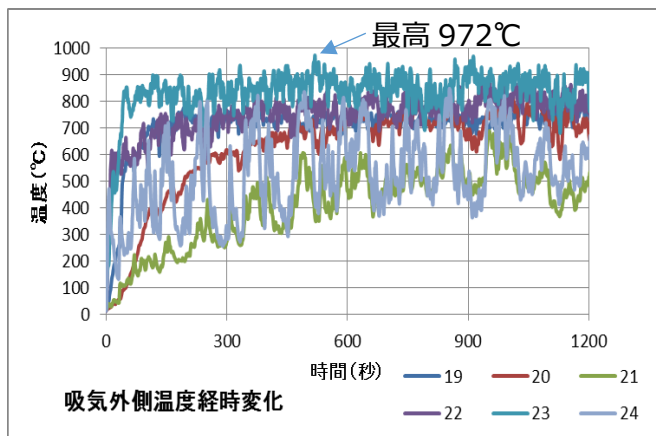
焼損により内部に絶縁破壊箇所が発生し、地絡が起こって写真のように漏電遮断器が作動し、電源が遮断された。すなわち、適切に安全装置が働くことを確認した。



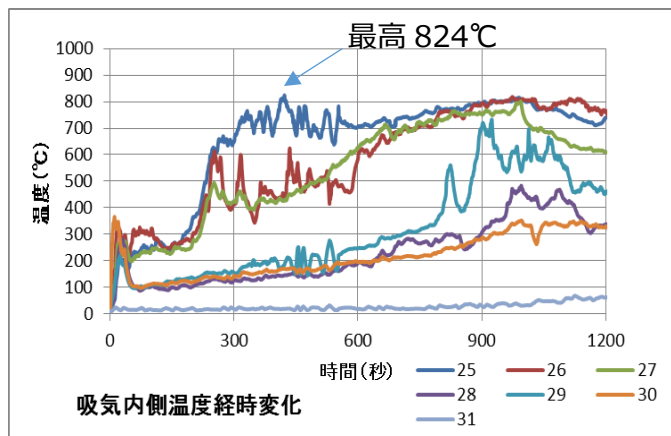
写真 6-10 漏電遮断器(100mA、0.1 秒)の作動状況

6.4.3 温度観測（熱電対、熱流束）

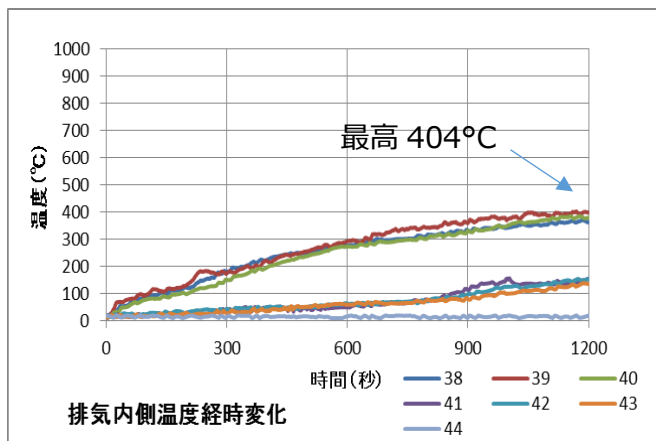
(1) 供試体側板の温度推移



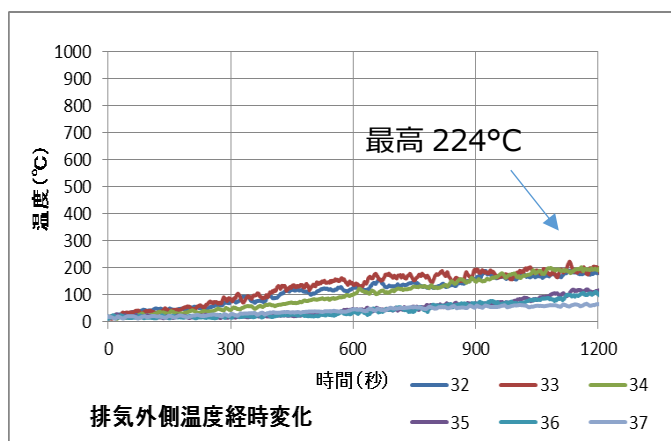
グラフ 6-1 吸気外側（接炎面）



グラフ 6-2 吸気内側

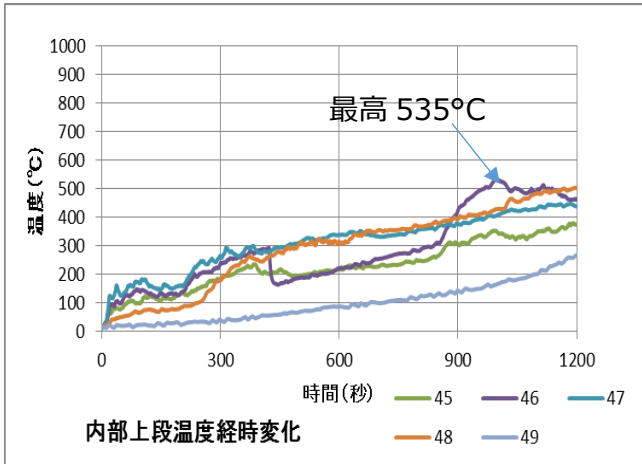


グラフ 6-3 排気内側

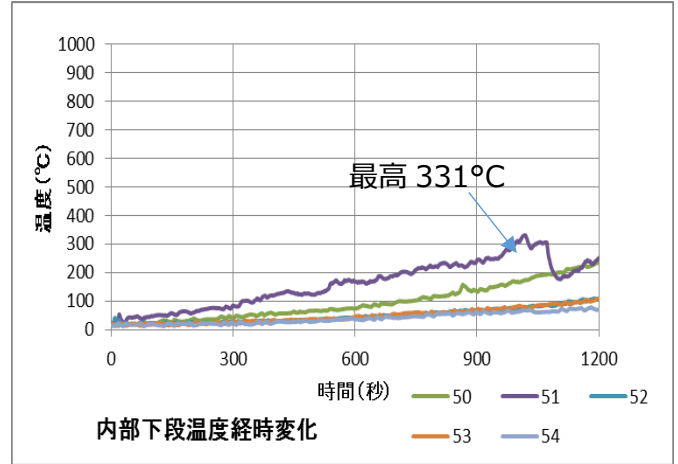


グラフ 6-4 排気外側

(2) 供試体内部の温度推移



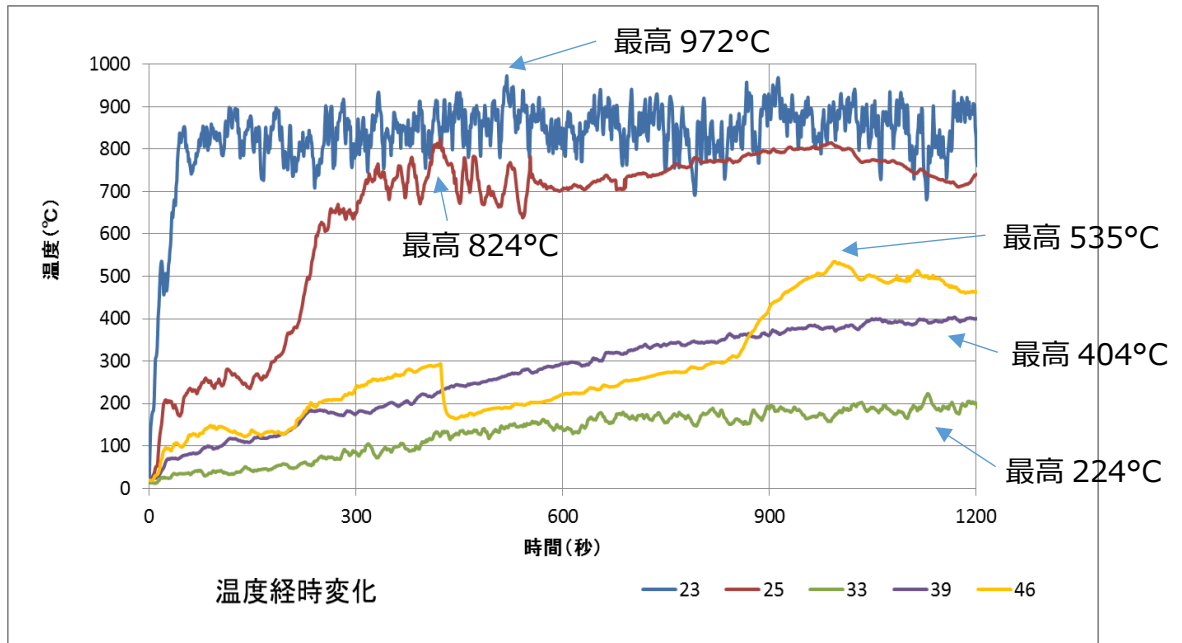
グラフ 6-5 上段 (一段目)



グラフ 6-6 下段 (二段目)

(3) 吸気側、内部、排気側の温度推移比較

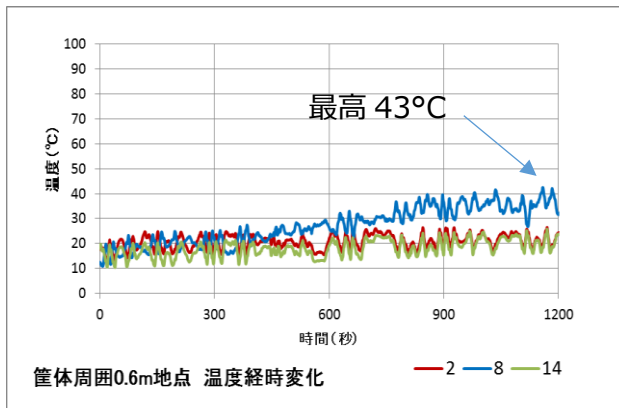
吸気外側 (No.23)、吸気内側 (No.25)、内部上段 (No.46)、排気内側 (No.39)、排気外側 (No.33) の温度推移を示す。(各グループで最高温度を記録した観測点)



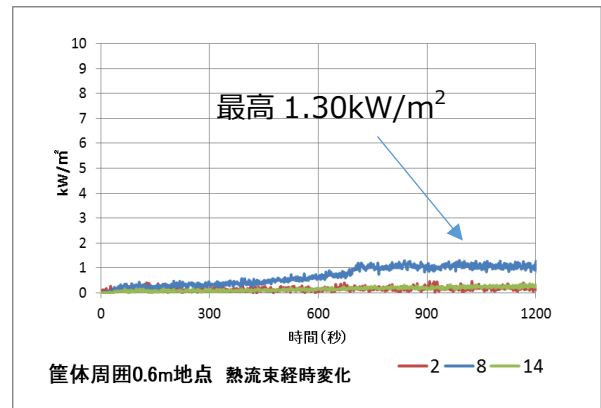
グラフ 6-7 吸気側、内部、排気側の温度推移比較

(4) 供試体周囲の温度・熱流束推移

供試体からの距離 0.6m (高さ 1.8m) に設置された排気側 (No.8)、正面側 (No.2)、背面側 (No.14) の各観測点の温度と熱流束の経時変化を示す。



グラフ 6-8 温度推移



グラフ 6-9 熱流束推移

(5) 考察

正面側、背面側、排気側のうち排気側(非加熱面側)の供試体表面から 0.6m の観測点 (No.8) で最高の温度は 43° C 及び最高の熱流束は 1.3kW/m² を記録したが、木材の着火限界(10kW/m²) には至っていない。すなわち全出力 50kW を超える急速充電設備から少なくとも 0.6m の離隔距離を保てば、延焼には至らないといえる。

<補足1 炎の立ち上がり確認>

本実験を実施するにあたり、排煙機による空気の揺らぎによって温度や熱流束の測定に影響を与えないか、まずバーナーの炎の立ち上がり状況を確認した。炎は垂直に立ち上がっており、空気の揺らぎの影響は排除できていることを確認できた。

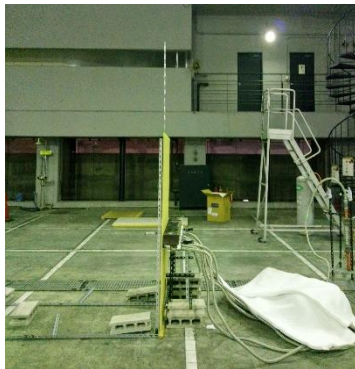


写真 6-11 炎の立ち上がり確認

なお、火炎の高さが図 6.4 の状態になるようプロパン流量を 130L/分に設定した。

プロパンの分子量は 44 なので、1 モルの質量は 44g、体積は常温・大気圧下で 22.4L となる。したがって 1 秒あたりの質量流量に換算すると、

$$130/60/22.4 \times 44 \div 4.25 \text{g/sec}$$

これにプロパンガスの単位質量あたりの(低位)発熱量 46kJ/g を乗じると、

$$4.25 \times 46 \div 195 \text{kJ/sec (kW)}$$

となり、6.3.4 で述べたバーナーの火炎出力算出値と一致していた。

<補足2 補足実験>

内蔵可燃物の有無による影響を確認するため補足実験を行った。本実験後、内蔵可燃物をすべて取り出した状態の供試体を使って同じバーナー出力条件で 20 分間燃焼し、供試体周囲の温度、熱流束の測定およびサーモグラフ撮影、ビデオ撮影を行った。

着火時点から 5 分間隔のビデオ画像およびサーモカメラ画像を示す。

(1) 着火時点

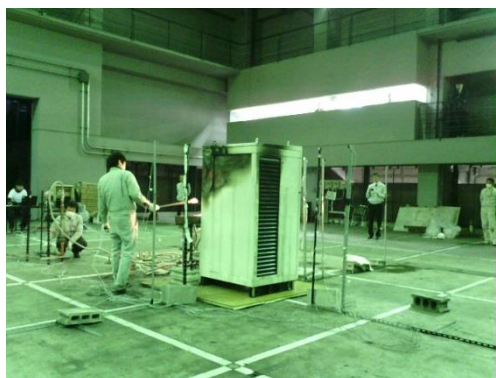


写真 6-12a

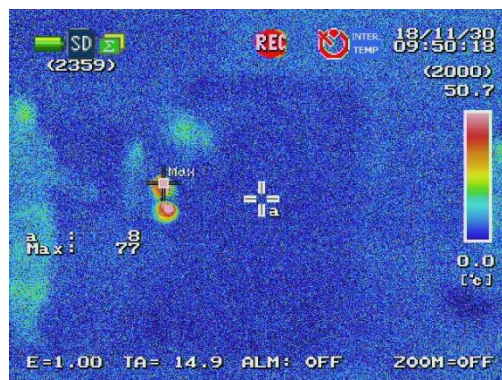


写真 6-12b

(2) 5 分後



写真 6-13a

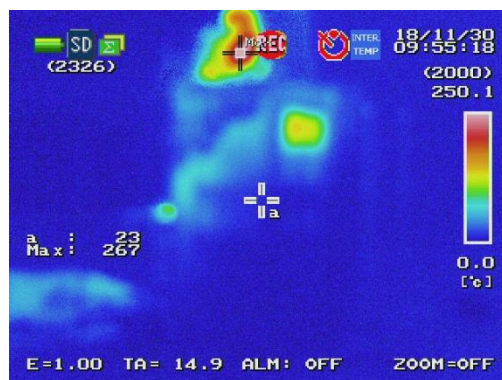


写真 6-13b

(3) 10分後



写真 6-14a

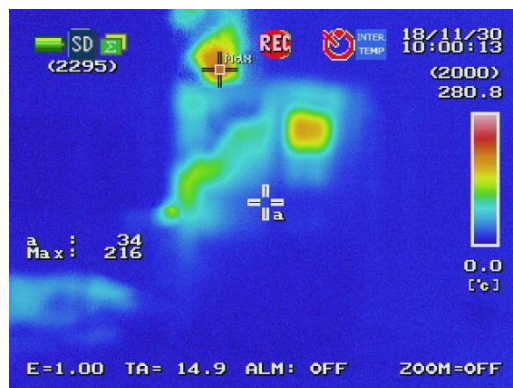


写真 6-14b

(4) 15分後



写真 6-15a

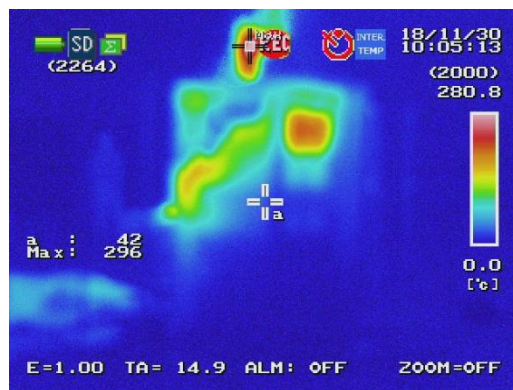


写真 6-15b

(5) 20分後



写真 6-16a

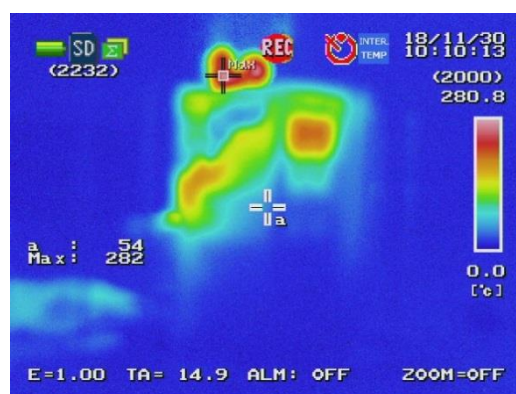


写真 6-16b

(6) バーナー停止 2 分後



写真 6-17a

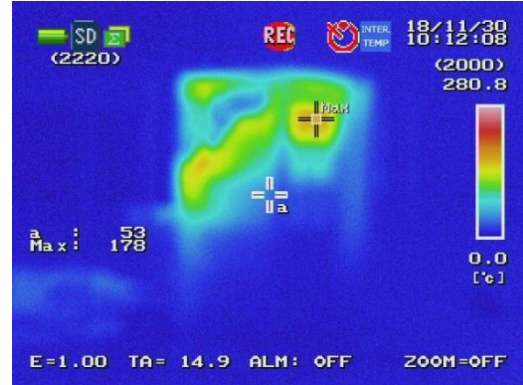
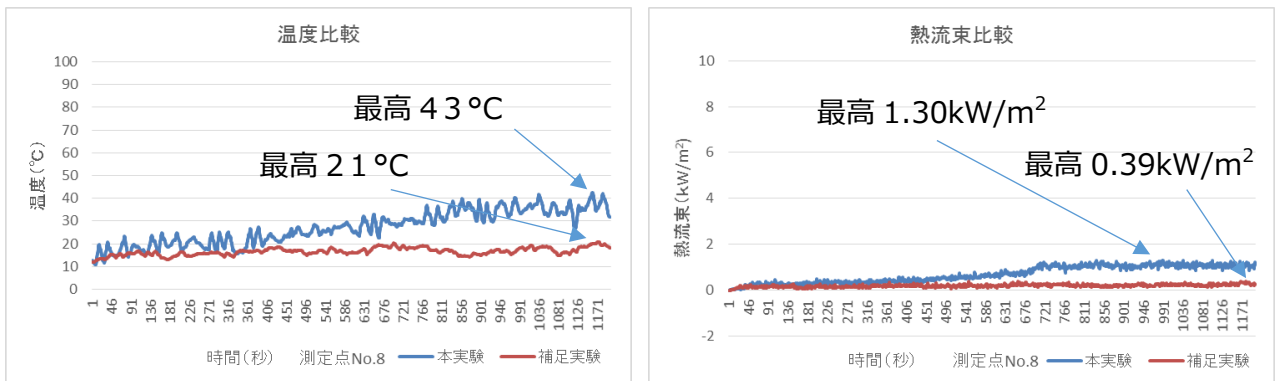


写真 6-17b

代表として排気側 60cm 地点 No.8 (高さ 1.8m) の温度および熱流束の経時変化について、本実験と補足実験との比較をグラフ 6-10 に示す。



グラフ 6-10 本実験と補足実験の温度、熱流束比較

補足実験と本実験における温度と熱流束の最大値の差分はそれぞれ 22°C 、 $0.91\text{kW}/\text{m}^2$ であり、これは主に内蔵可燃物の有無による燃焼の影響によるものと考えられる。全体的には緩やかな上昇傾向であり、特異的なピークがないことから実験場排煙設備等による空気の揺らぎが測定に悪影響は与えていないといえる。本実験の方には温度の細かい上下変動があるが、これは内蔵可燃物燃焼時の煙噴出による排気口周辺の気流の乱れによるものと考えられる。

補足実験全測定点における温度と熱流束の経時変化グラフを資料 4 に示す。すべての測定点において温度推移、熱流束推移がほぼ平坦なことから、実験場の空気の揺らぎや筐体の輻射熱の変動影響は無視できると考える。

6.4.6 発生ガス分析

(1) 分析装置

消防庁消防研究センター 技術研究部 危険性物質研究室の協力を得て、下記の装置を用いて発生ガスの分析を行った。

① ソフトイオン化質量分析計 (AirSence)

分子をイオン化し、四重極で分離し、分子の質量を知ることができる。この装置は低エネルギーレベルのプライマリイオンを用いたイオン化法のため、イオン化した分子のフラグメンテーションが見られにくく、イオンの親ピークのみが見られるという特徴がある。

今回の測定では、クリプトン Kr (14.00 eV) および水銀 Hg (10.44 eV) をプライマリイオンとして用いた。

② FTIR 分光光度計 (iS10)

試料に赤外光を照射し、透過した光量を測定する分析手法を用いた装置。赤外光は、分子結合の振動や回転運動のエネルギーとして吸収されるため、分子の構造や官能基の情報をスペクトルから得ることができる。



写真 6-18 ソフトイオン化質量分析計

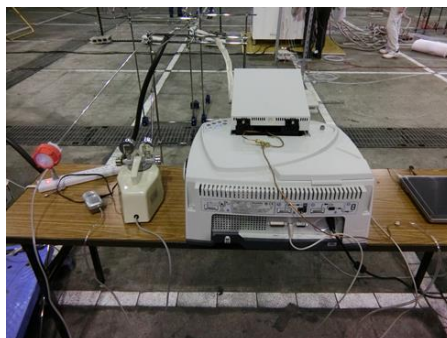


写真 6-19 FTIR 分光光度計

<設置状況>



写真 6-20 ガス採取パイプ

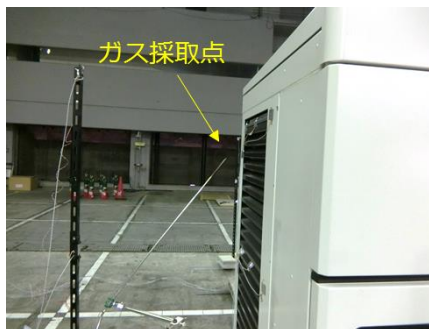
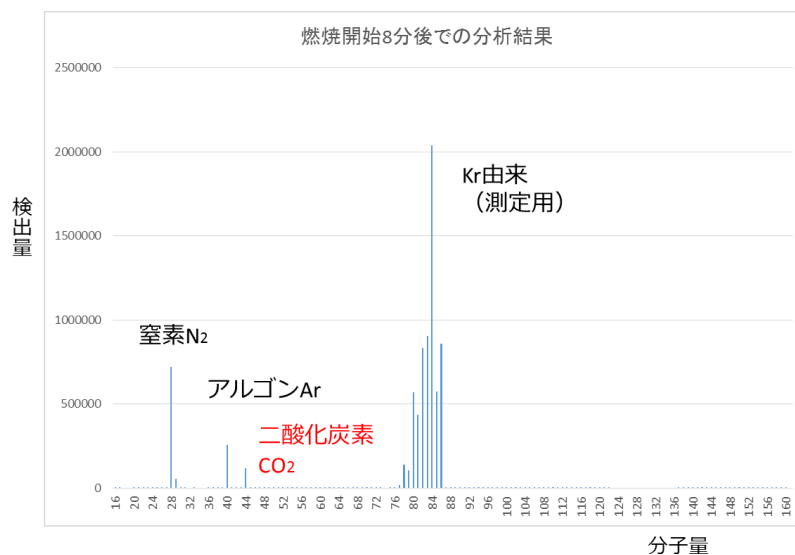


写真 6-21 ガス採取点

(2) 成分分析結果

ソフトイオン化質量分析計による結果をグラフ 6-10,11 に示す。

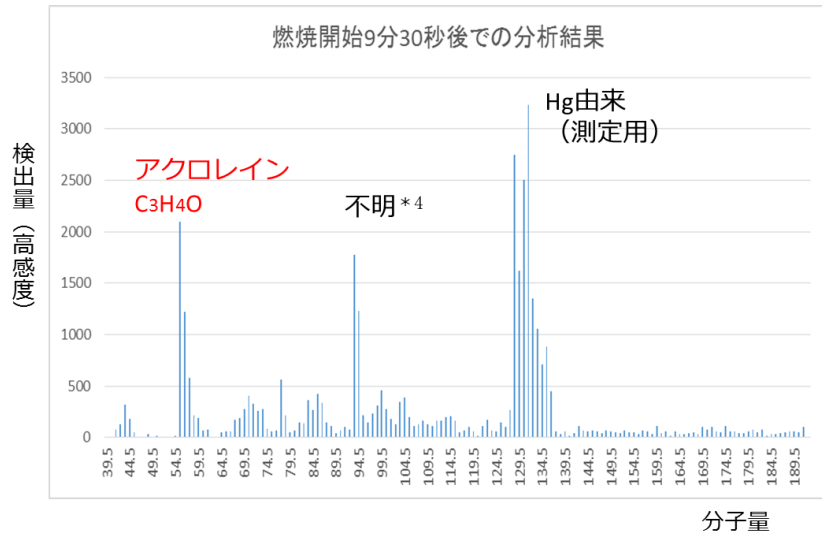
グラフ 6-11 は燃焼開始 8 分後の Kr での測定結果であり二酸化炭素 CO₂ が検出された (Kr での測定結果ではどの時点でも同様の傾向)。



グラフ 6-11 ソフトイオン化質量分析 (燃焼開始 8 分後)

Kr での測定では低濃度のガスについては分析できていないため、次にイオン化のエネルギーレベルを下げ、空気のイオン化を防いで、低濃度の分子を検出できるようにプライマリイオンに Hg を用いて測定した。その結果、グラフ 6-12 の通りアクロレイン C₃H₄O *³ が検出された。燃焼開始 9 分 30 秒以降についても Hg での測定を行っているが、いずれもピークが小さくなるのみで、同様の結果が得られている。

注*3 : アクロレイン C₃H₄O 可燃性の強い毒性物質。一般的な火災で発生することが確認されている。ガソリンエンジン・ディーゼルエンジン及びタバコの不完全燃焼でも発生する。

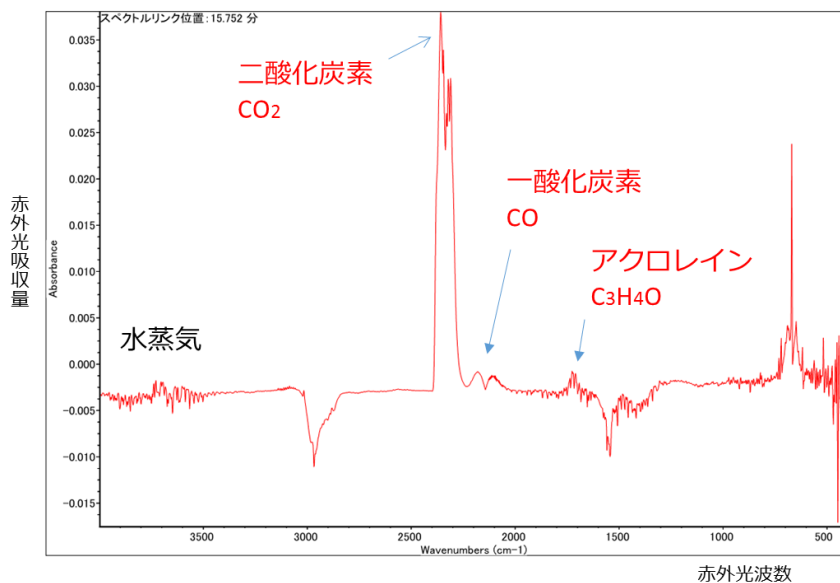


グラフ 6-12 ソフトイオン化質量分析 (燃焼開始 9 分 30 秒後)

注 *4 : 分子量 94 からフェノールである可能性はあるが、分析の標的にしていた対象の中にはなかったため確定不能。
フェノールである場合にも毒性は高くなく、低濃度であるため、危険性は低いと考えられる

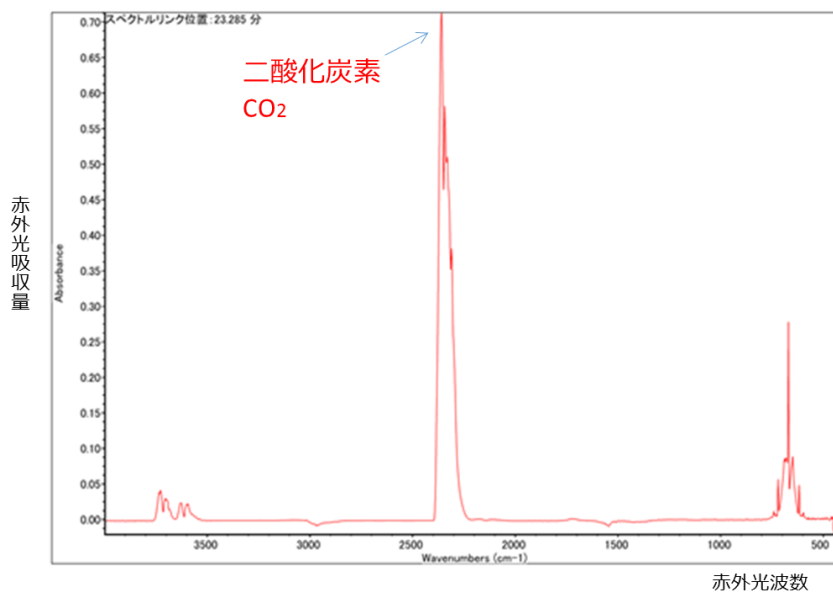
次に燃焼開始 15 分 45 秒経過時点の FTIR 分光光度計による測定結果をグラフ 6-13 に示す。

検査対象の二酸化炭素 CO_2 、一酸化炭素 CO 、アクロレイン C_3H_4O が検出された。赤外光吸収量ピークの高さから二酸化炭素に比べ一酸化炭素とアクロレインは濃度が低いことがわかる。



グラフ 6-13 FTIR 分光光度計分析 (燃焼開始 15 分 45 秒後)

グラフ 6-14 はバーナー消火約 3 分後の測定結果であるが、発生しているのはほぼ二酸化炭素となっている。



グラフ 6-14 FTIR 分光光度計分析 (消火約 3 分後)

(3) 考察

燃焼実験により発生したガスの主成分は二酸化炭素であった。他のガス成分としては一酸化炭素およびアクロレイン*4が発生することが分かった。ただし、これらのガスは低濃度であり消防活動に支障をきたすような危険性は無いと考えられる。

第5節 結論

燃焼実験結果の要点を以下にまとめる。

(1) 目視観測

- ・着火後約4分で排気側面上部から煙が出始め、約10分で色の濃い煙が勢いよく噴出し、消火まで出続けた。約15分頃には供試体下部からもわずかに煙が出始めた。しかし排気側からの炎の吹き出しは確認されなかった。爆発的な燃焼は無かった。
- ・炎に曝された筐体表面の塗料の燃焼が確認できたが、熱による筐体そのものの大きな変形、溶解、亀裂は見られなかった。

(2) 安全装置動作観測

- ・可燃内蔵物焼損により内部に絶縁破壊箇所が発生し、地絡が起こって写真のように漏電遮断器が作動し、電源が遮断された。すなわち、適切に安全装置が働くことを確認した。

(3) 温度観測

- ・排気側表面から0.6mの地点で最高の温度は43°C及び最高の熱流束は1.3kW/m²を記録したが、木材の着火限界(10kW/m²)には至っていない。
- ・すなわち全出力50kWを超える急速充電設備から少なくとも0.6mの離隔距離を保てば、延焼には至らないといえる。

(4) 発生ガス分析

- ・発生したガスの主成分は二酸化炭素であり、他のガス成分としては一酸化炭素およびアクロレインが発生することが分かったが、低濃度であり消防活動に支障をきたすような危険性はないと考えられる。

以上の結果と考察より、

「全出力50kWを超える急速充電設備が外部からの火災に曝され延焼しても、周囲60cm以上の離隔距離があれば、可燃物に延焼しない。また、同設備の火災で発生するガスは、一般的な火災と同様に、主に二酸化炭素であり、一酸化炭素およびアクロレインが確認されたが低濃度であるため、通常装備での消防活動に支障をきたすような危険性はない。」

ということが確認できた。

なお、6.4.2 安全装置動作観測 の中でも触れたが、今回の実験ではシビアサイドの条件として内部センサー類による異常検知に伴う電源遮断を行わないように設定していたため、最終的に漏

電遮断器が動作するに至っている。

しかし、通常の実機であれば、内部温度が 105℃に温度上昇すると、「内部温度異常」となり機器はシャットダウン（電源断）され、出力は停止する。

本実験の状況にあてはめれば、着火後約 38 秒後位にシャットダウンされたことになる。

なお、ファン用電源の電流値上昇がファンの固着化によるものであれば、約 7 秒後には「ファン異常」を検出し、機器はシャットダウンされたことになる。

したがって、通常はこのように各種センサーによる異常監視制御により急速充電装置は停止となるが、もし異常検出がされず、そのまま運転が継続されたとしても、最終的には漏電遮断器により電源が遮断されることが確認できた。

第7章 まとめ及び全出力 50kW を超える急速充電設備に対する提言

全出力 50kW を超える急速充電設備では、内部発熱量が増大することにより、より多くの熱を逃がす必要があるため筐体開口部が拡大される場合が予想され、内部出火のリスク、漏電・感電のリスク、延焼媒体としてのリスク、消防活動上のリスクなどが懸念された。

本調査研究事業では、これらのリスクについて、平成 23 年度に総務省消防庁が取りまとめた「電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討報告書」における「急速充電設備のハザード評価表」をベースにし、全出力 50kW を超える急速充電設備を想定した各種のハザードについて、出力が増加することによるリスクの変化、新たに考えられるハザードに対するリスクについて評価し分析・検証した。

また、外部出火により全出力 50kW を超える急速充電設備が炎に曝され、隣接する他の物体や建物に延焼するリスクや、火災により発生する有毒ガスや漏電など、消防隊の活動に支障がないかの安全性に関して、全出力 150kW 級の供試体の燃焼実験を行うことにより検証した。

この結果を踏まえ、「①高電圧・大電流化及び仕様変更等に伴う必要な対策」、「②実態と法令（条例）が適合しない部分に対する必要な対策」、「③消防活動時に安全を確保する対策」の 3 つ観点からの提言を記す。

第1節 高電圧・大電流化及び仕様変更等に伴う必要な対策

(1) ハザード評価表による検証結果を踏まえた提言

ハザード評価表による検証において、高電圧・大電流化により主に充電ケーブル、コネクタ、機器本体等の仕様変更に伴う新たなリスクが指摘されたが、ハード面・ソフト面の安全対策を実施することで従来の全出力 50kW 級の設備と同等の安全性を確保できることを確認した。

ハード面からの対策の一例として、「電圧・電流・温度・液流量等、各種センサーによる異常監視」、「漏電遮断器の設置」、「ヒューズの設置」、「不燃かつ強度の高い金属製筐体の使用」、「難燃ケーブル・コネクタの使用」、「IP44 以上に準拠する」などが挙げられる。またソフト面からの対策としては、「設置者または施設管理者による日常点検の実施」、「主任技術者による定期点検」、「メーカーによる定期またはスポットメンテナンスの実施」などが挙げられる。

(2) 燃焼実験による検証結果を踏まえた提言

現時点で市場に出ている急速充電設備の約 3 倍の出力に相当する全出力 150kW 級を想定して燃焼実験による検証を行ったが、同じ出力の範囲内でも実験で用いた供試体の仕様と大きく異なる場合は、機器自体の構造や給電方法が大きく変更になることが予想されるため、実験で用いた供試体の仕様と同等であるかの確認を所轄の消防署で行なう必要がある。

例えば、蓄電池を内蔵している設備や電源部分と給電操作する部分とが分離されている設備等が考えられる。ハザード評価表により充電出力ケーブルに液冷方式を採用した設備の漏電・感電および内部出火に対するリスク検証を実施したが、構造や給電方法が今回の供試体の仕様と大きく異なる場合は、延焼媒体となるリスク、発生ガスの安全性等に関して改めて個別に判断することが必要である。

第2節 実態と法令（条例）が適合しない部分に対する必要な対策

（1）ハザード評価表による検証結果を踏まえた提言

全出力 50kW を超える急速充電設備を想定した各種のハザードについては、異常監視機能設置等機器そのものに関するハード面と管理者やメーカーによる点検実施等運用に係るソフト面との両面から安全対策を施すことにより、内部出火するリスク、および漏電・感電の原因になるリスクは許容できる程度となることを確認した。

したがって、これらの安全対策が施されていれば、従来の全出力 50kW 級の設備と同等の安全性が確保できると考えられるため、火災予防条例（東京都条例）第十一条第1項で規定している「専用不燃区画室の設置」、「設置室への関係者以外の立ち入り禁止」、「変電設備の標識を設置」に関してはこれらの条件を適用する必要はなく、特例適用の運用が望まれる。

なお、給油取扱所（ガソリンスタンド等）に全出力 50kW を超える急速充電設備を設置する場合は、ガソリン等の可燃性蒸気が滞留するおそれのある範囲外の場所に設置することが必要であることから、設置する際には平成 23 年度に出された総務省消防庁の通知¹⁶⁾で述べられている安全対策に従って適切に運用することが必要である。

（2）燃焼実験による検証結果を踏まえた提言

全出力 50kW を超える充電設備の供試体に対し、最も延焼による影響を与える条件として、側面（吸気側）の高さ 0.9m 以上が火炎で覆われる燃焼実験を実施し、供試体側面と内部の温度、および供試体周辺の温度と熱流束を測定した。その結果、全出力 50kW を超える充電設備が火炎に曝され、内部が燃焼しても周囲 60cm 以上の離隔距離があれば、上記実験条件において近隣の可燃物に延焼しないことが確認された。

したがって、屋外においては火災予防条例（東京都条例）第十一条第2項に規定されている「建築物から 3m 以上の離隔距離を保つ」に関して、今回実験を行った供試体と同等の条件を満たした急速充電設備であり、周囲に保守点検空間を確保できる距離 60cm 以上を保っていれば、建築物に近接した位置であっても設置できるように設置環境の制約に関する特例基準の検討が望まれる。

第3節 消防活動時に安全を確保する対策

燃焼実験による検証結果を踏まえた提言

燃焼実験により、全出力 50kW を超える充電設備の火災で発生するガスは、一般的な火災と同様に二酸化炭素が主成分であり、他のガス成分としては一酸化炭素およびアクロレインが確認された。しかし一酸化炭素とアクロレインは共に低濃度であったため、通常装備での消防活動に支障をきたすような危険性はないと考える。

また、漏電遮断器等の安全装置が設置されていることで、火災に曝され内部可燃物が燃焼したとしても、漏電を検出し安全かつ自動的に電源が遮断されることを確認した。

したがって消防隊が消防活動時に感電する危険性は小さいと考える。ただし、絶縁性能の低下が少なく漏電に至らない場合も想定されることから、必ず主電源を切った後に消防活動を行う必要がある。

電源を切る方法としては、充電設備付随の緊急停止ボタン、充電設備が接続されている配電盤の開閉器、複数の充電設備に電力を供給している受電室内の開閉器、電力会社からの受電点である区分開閉器の操作が考えられる。

施設内の開閉器にあつては、当該施設の電気主任技術者と連絡（一般的に受電室その他見やすい場所に連絡先が掲示されている）を取り、その指示に従い適切に行う必要がある。受電点の開閉器にあつては、電力会社の指示に従い適切に行う必要がある。

火災の現場で顧客側の受電設備で電源を遮断できない場合は、現場に出向している電力会社をはじめとして、警察、消防、ガス会社、通信業者の間で連携し、対処することが重要である。

第8章 今後の課題

8.1 仕様が大きく異なる設備の場合の対応

本検討会では、現時点で市場に出ている急速充電設備の約3倍の出力に相当する150kW級を想定して、50kWから大容量化に伴う新たな出火リスク等を抽出し、それぞれの増大するリスクに求められる安全対策を講じることで、50kW級と同等の安全性が確保できること、また、燃焼実験により当該設備が設置された周囲の建築物等で火災が発生し、この火災により当該設備に延焼した場合でも、60cm以上の離隔距離があれば当該設備が延焼拡大要因にならないことを確認した。

現在、世界各国の自動車産業では、環境負荷の低減を目標として、電気自動車の航続距離を増大させるための車載電池の大容量化を進めており、それをより短時間に充電するため、より高出力の設備の開発等が強く求められている。

このため、今後は、「蓄電池を内蔵している充電設備」や「電源変換装置と給電操作する装置とが分離されて設置されるような急速充電設備」等、今回検証を行った設備（以下「検証設備」という。）と基本的な構造が異なる様々なバリエーションの設備の出現が予想され、また、構造や出力の範囲等は検証設備と同じでも、機器本体の外枠の材質、内蔵可燃物の量及び給電方法等の主な仕様が、検証設備と大きく異なり、出火リスクや延焼拡大危険等の推定が困難な設備の出現も予想される。

これらのことから、仕様が大きく異なる新たな設備の開発を見据えた、これら設備の設置に関する安全確保方策の検討が望まれる。

8.2 消防活動時における電源遮断への対応

従来の全出力50kW級の急速充電設備や大型電動機等の大容量の負荷設備と同様に、消防活動時の感電を避けるため、火災時には電源遮断を行う必要がある。

充電設備は様々な場所に設置されるため、消防活動を行う現場において確実に電源遮断できる方法を容易に確認できる措置を講じる必要がある。もし火災の現場で顧客側の受電設備等で電源を遮断できない場合は、現場に出向している電力会社をはじめとして、警察、消防、ガス会社、通信業者の間で連携して、対処していく仕組み等を構築することが望まれる。

参考文献

- 1) 「日中新エネ自動車と充電インフラ共同研究成果報告」, 日本自動車研究所, 2016.11
- 2) 「急速充電設備の仕様, 構造及び設置について」, CHAdeMO 協議会, 2010
- 3) 「50kW 大容量急速充電器の設計技術」, グリーンエレクトロニクス No.4, CQ 出版
- 4) 「2017 年度活動報告・2018 活動方針」, CHAdeMO 協議会, 2018.5
- 5) 「CHAdeMO 協議会の活動近況」, CHAdeMO 協議会 事務局, 2016.3
- 6) 「IEC 標準の体系と CHAdeMO-CHAdeMO 方式の特長について」, 2014 年 CHAdeMO 総会
- 7) 「電気自動車用急速充電スタンド標準仕様書 CHAdeMO2.0」, CHAdeMO 協議会, 2018.5
- 8) 「電気自動車用急速充電設備の設置・運用に関する手引書」, CHAdeMO 協議会, 2010.12
- 9) 「電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討報告書」,
電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討会 (総務省消防庁), 2011.12
- 10) 「建築物の火災荷重および設計火災性状指針 (案)」, 日本建築学会, 2013.3
- 11) 「火災現場における燃焼生成ガスの採取・分析について」,
消防科学研究所報第 26 号, 東京消防庁消防科学研究所, 平成元年 10 月
- 12) 「火災現場周辺にある有毒ガスを測定する方策に関する検証」,
消防技術安全所報第 47 号, 東京消防庁消防技術安全所, 平成 22 年 10 月
- 13) 「残火処理活動現場等に存在する粉塵等の検証と防護方策」,
消防技術安全所報第 46 号, 東京消防庁消防技術安全所, 平成 21 年 9 月
- 14) 「残火処理活動現場等に存在する粉塵等の検証と防護方策 (第 2 報)」,
消防技術安全所報第 48 号, 東京消防庁消防技術安全所, 平成 23 年 10 月
- 15) 「耐火室内火災における発生ガスの毒性評価」, 消防研究所報告 57 号, 消防研究所, 1985
- 16) 「給油取扱所に電気自動車用急速充電設備を設置する場合における技術上の基準の運用について」, 消防危第 77 号, 消防庁, 平成 24 年 3 月

添付資料

- 資料 1 全出力 50kW を超える急速充電設備のハザード評価表
- 資料 2 熱電対と熱流束データの経時変化
- 資料 3 ビデオ画像とサーモグラフィ画像
- 資料 4 熱電対と熱流束データの経時変化（補足実験）

資料1 全出力50kWを超える急速充電設備のハザード評価表 (作業会議論反映版)

2018.12.25

ID

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価			理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価			理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	備考 評価見直しの要否および見直しの場合-新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度	発生度			ハザード分類	発生度	発生度					
部位	想定されるハザード	前発	前発	前発	前発	安全対策	後発	後発	後発	後発	備考	備考	番号	
1	制御電源異常 車両側レールに過電圧がかかり破損する。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、車両側レール駆動コイルに過電圧がかかる場合が想定されるが、コイルが焼損するだけの為、火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	a	制御電源過電圧アラーム保護動作へ移行する。制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。過電圧保護のためコイルの焼損は発生しないため発生確率をb→aとした。	N		1	
2	制御電源異常 制御電源が破損し、制御装置に過電圧がかかり破損する。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、レギュレータなどの制御電源が破損し、CPUなどの制御装置に過電圧がかかる場合が想定されるが、充電器内部の故障が増えるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	a	制御電源過電圧アラーム保護動作へ移行する。過電圧保護のため焼損は発生しないので発生確率をb→aとした。制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。	N		2	
3	制御電源異常 制御電源二次側短絡で制御電源の電圧も電流も小さくなり、充電動作不可となる。	A4	4	b	異物混入や偶発的な理由から、制御電源二次側で短絡した場合が想定されるが、電源の垂下特性により、電圧も電流も小さくなり結果としてシステムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	a	垂下特性および制御電源二次側短絡しても出力保護ヒューズにて保護される。制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。安全保護のため発生確率b→a	N		3	
4	制御電源異常 制御電源破損で制御電圧が不足となり、充電動作不可となる。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、レギュレータなどの制御電源が破損し電圧不足となり、CPUなどの制御装置が動作しない場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	a	制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。安全保護のため発生確率b→a	N		4	
5	制御電源異常 電子部品破損でレール駆動コイルが電圧不足となり、充電動作不可となる。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、電子部品が破損し車両側レール駆動コイルが不足電圧になる場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	b	急速充電器から充電シーケンスのコンタクト電源の1.2Vが供給できない場合、シーケンスエラーとなり充電開始できない。発生確率はbのままとした。	N		5	
6	制御電源異常 制御電源二次側短絡で制御電源の電圧も電流も小さくなり、制御装置が起動できなくなり、充電動作不可となる。	A4	4	b	異物混入や偶発的な理由から、制御電源二次側で短絡した場合が想定されるが、電源の垂下特性により、電圧も電流も小さくなり結果として制御装置が起動できなくなり充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	b	制御電源二次側短絡しても出力保護ヒューズにて保護される。制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。発生確率はbのままとした。	N		6	
7	制御電源異常 制御電源が断線し車両側レールが駆動できなくなり充電動作不可となる。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、制御電源線が断線し車両側レールを駆動できない場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	A4	4	b	急速充電器から充電シーケンスのコンタクト電源の1.2Vが供給できない場合、シーケンスエラーとなり充電開始できない。	N		7	
8	制御電源異常 制御電源の内部で断線し電源供給ができなくなり、充電動作不可となる。	A4	4	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、制御電源線が断線し電源供給ができなくなる場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。内部で断線して故障するだけ。可燃物の供給がないので大きな発火はない。短絡原因の多くは腐蝕であり、発生頻度は低い。	N	A4	4	b	装置の制御電圧監視により異常を検出し、装置を停止させるため、火災に至ることはない。偶発的な理由のため、発生確率はbのままとした。	N		8	
9	制御電源異常 機能不全が起こる。	B	1	a	何らかの原因で機能不全が起こる可能性がある。故障モードによるが過電流・過電圧・感電・発煙・破裂が考えられる。「発火はない」	L	B	1	a	ヒューズまたは過電流保護、過電圧保護、漏電遮断器の対策を施した結果、想定されていた機能不全のハザードでは発火はない。発生確率はaのままとした。	L		9	
10	制御電源異常 機能不全が起こる。	A4	4	c	機器故障にて運転停止。	N	A4	4	a	①装置故障 (機能不全で故障要因が特定されていないため「装置故障」とした)	N		10	
11	制御電源異常 機能不全が起こる。	A3	3	a	装置制御不能となり、装置停止する。火災が発生するとは想定されない。	N	A3	4	a	①装置故障 (機能不全で故障要因が特定されていないため「装置故障」とした)	N		11	
12	制御電源 故障により電圧低下し制御不能となり、異常電流が流れ火災発生。	A2	2	b	制御不能で異常電流が流れ火災に到る可能性があるが、筐体内なのでA2。制御電源故障確率を考慮してb	L	A2	2	a	異常電流対策としてヒューズを施した結果、想定されていた異常電流による火災発生ハザードは、ヒューズによる過電流保護の理由から発生しない。制御回路異常として装置アラームによる装置停止する。制御回路故障として急速充電内部故障のため発生確率b→a。	N		12	
13	制御装置異常 車側のバッテリーに過電圧がかかり破損する。	A1	1	b	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、車側のバッテリーに過電圧がかかる場合が想定され、車両からの保護停止が無い事を前提とした場合は、バッテリー内で過電圧による短絡が発生し、火災となる可能性がある。充電設備外の焼損の為、A1とした。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	M	A1	1	a	【ハザードの除去】 ①出力回路へのヒューズの設置 【ハザードの予防】 ①充電シーケンスエラーにより充電停止	L		13	

部位等	想定されるハザード	安全対策後の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議録メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
14	制御装置異常 外來ノイズにより、制御装置が機能停止（暴走）して、充電動作不可となる。	A4	4	外部からのノイズなどの理由から、制御装置が機能停止（暴走）した場合が想定されるが、制御装置でCPUリセット動作を行うことでシステムが一時的にストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。設置環境の状況により発生する為、発生確率はcとした。	N	【①制御基板の監視機能】 【②運転確認試験の実施】	A4	4	c	装置の制御基板の監視により異常を検出し、装置を停止させるため、火災に至ることはない。発生確率はcのままとする。	N		14
15	制御装置異常 外來ノイズにより、車との通信異常が発生し、充電動作不可となる。	A4	4	外部からのノイズなどの理由から、車との通信異常が発生する場合は想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。設置環境の状況により発生する為、発生確率はcとした。	N	【①制御基板の監視機能】 【②運転確認試験の実施】	A4	4	c	装置の制御基板の監視により異常を検出し、装置を停止させるため、火災に至ることはない。発生確率はcのままとする。	N		15
16	制御装置異常 機能不全が起こる。	B	1	何らかの原因で機能不全が起こる可能性がある。故障モードによるが過電流・過電圧・感電・発煙・破裂が考えられる。 「発火はしない」	L	①制御シーケンス監視回路の設置 ②漏電遮断器の設置	B	1	a	全体アラームにより保護動作へ移行する。保護動作として漏電遮断器保護動作により感電の可能性は低い。発生確率はaのままとした。	L		16
17	制御装置異常 回路暴走による破壊	A2	2	素子がパンクするまで電流を流す可能性がある。	N	【①過電流保護回路の使用】 【②半導体保護ヒューズの使用】	A2	2	a	過電流保護の対策を施した結果、想定されていた回路暴走による破壊のハザードは過電流保護により動作停止する理由から、充電器設備内の焼損はないとする。発生確率はaのままとした。	N		17
18	制御装置異常 コネクタ部に常時電圧発生	B	1	故意に電極を手で触ると感電	L	①充電シーケンスエラーにより充電停止 ②密閉構造のため制御装置の電極には触れない。 ③直流非接地の構造 ④直流地絡の監視機能 ⑤コネクタが車両側シールドに合っている状態を検出するスイッチを装備 ⑥このスイッチが作動しない場合充電電力を出力しない制御を相対	B	1	a	制御装置は、急速充電器内に実装されており密閉構造のため電極には触れない。また、充電シーケンスにより確実に合致しないと充電コネクタに電圧が印加されない。従って、感電は起きない。直流非接地のため、1線触っても感電はしない。また、装置の地絡監視により遮断するため感電することはない。発生確率はaのままとした。	L		18
19	制御装置異常 機能不全が起こる。	A4	4	機器故障にて運転停止。	N	【①制御シーケンス監視実施】 【②マイコン異常監視機能あり。】	A4	4	c	安全対策により充電器停止状態を保持できる。発生確率はcのままとした。	N		19
20	制御装置異常 機能不全が起こる。	A3	3	装置制御不能となり、装置停止する。火災が発生するとは想定されない。	N	【①制御回路異常でアラームによる装置停止】 【②過電圧、過電流保護により装置停止】	A3	3	a	制御回路異常、過電圧、過電流の全体アラームにより保護動作へ移行する。発生確率はaのままとした。	N		20
21	コントローラ 故障・CPU異常により制御不能となり、異常電流が流れ火災発生。	A2	2	制御不能で異常電流が流れ火災に到る可能性があるが、筐体内なのでA2 CPU故障確率を考慮してb	L	①車両による充電器の制御異常、電圧・電流異常の常時監視 ②コントローラの自己診断機能	A2	2	a	車両側が充電器の制御シーケンス異常や電圧・電圧異常を常時監視しており、異常検出時は充電を停止する。充電器のコントローラは自己診断機能（CPUウォッチドッグ等）により異常が検出される。以上から火災に至るような制御異常は未然に防ぐことが可能であり発生確率はb→aとした。	N		21
22	センサー異常 入力電圧センサーが破損し、入力異常となり、充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、入力電圧検出センサーが破損し、入力異常で動作しない場合が想定されるが、適正電圧と認識されずシステムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①入力部の過電圧、過電流アラームにより装置停止】 【②漏電遮断器により装置停止】	A4	4	b	入力部の過電圧、過電流の装置アラームにより保護動作へ移行する。発生確率はbのままとする。	N		22
23	センサー異常 コンバータ電流検出センサーが破損し、DC出力電圧が不足して充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流出力を制御ができなくなり、結果DC出力電圧が不足する為、出力電流が過電流となり、保護機能で制御または停止する場合は想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①電流検出センサー異常により動作しない】	A4	4	b	電流検出センサー異常により動作しないため、火災は発生せず、ハザードによる被害、発生確率とも変更無。	N		23
24	センサー異常 コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流が過電流となり充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流出力が過電流となり、IGBTなどの半導体素子が破損する場合は想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①半導体保護ヒューズの使用】	A4	4	a	半導体保護ヒューズの対策を施した結果、想定されていた過電流による素子破損のハザードは、素子破損前にヒューズが溶断する理由から充電設備の故障が発生するのみ。上記により、ハザード分類はA4のままとする。発生確率はb→aとした。	N	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるものの、評価分類を一段階上げるほどではない	24
25	センサー異常 充電電圧センサーが破損し、充電動作が開始されず、充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、充電電圧検出センサーが破損し、充電動作が開始されない場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①各部の過電圧、過電流により装置停止】 【②充電シーケンスエラーにより充電停止】	A4	4	b	出力電圧監視により設定電圧とずれて装置停止する。また、充電シーケンスで出力電圧と車両の計測電圧の差異異常で充電シーケンスエラーとなり充電開始しない。発生確率はbのままとした。	N		25
26	センサー異常 コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流が過電流になりバッテリーが過電圧となって充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流出力を制御ができなくなり、結果バッテリーに過電流が流れ込み、内部抵抗を乗じた電圧が発生し、バッテリーが過電圧となる場合は想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①各部の過電圧、過電流により装置停止】 【②充電シーケンスエラーにより充電停止】	A4	4	b	コンバータ出力電圧異常により装置停止する。発生確率はbのままとした。	N		26
27	センサー異常 コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流出力が制御できなくなり、充電動作不可となる。	A4	4	外部からの衝撃などの偶発的な理由から、コンバータ電流検出センサーが破損し、充電電流出力を制御できなくなる場合が想定されるが、システムがストップし充電動作不可となるだけで火災の危険性は無い。偶発的な理由の為、発生確率はbとした。	N	【①制御用センサーと監視用センサーの使用】 【②監視用センサーの複数配置】	A4	4	b	制御用センサーと監視用センサーを分離し、かつ、監視用センサーを複数配置することで、確実に異常を検出し装置を停止させるため、火災に至ることはない。発生確率はbのままとする。	N		27

部位等	想定されるハザード	安全対策後の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しが必要および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議議決メモ	番号 (H23)	
		ハザード分類	発生度				ハザード分類	発生度						
28	充電電流検出センサーが破損し、充電動作不可となる。	A4	4	b	N	【①制御用センサーと監視用センサーの使用】 【②監視用センサーの複数配置】	A4	4	b		N		28	
29	充電電流検出センサーが破損し、車側のバッテリーに過電圧による短絡が発生し、火災となる可能性がある。	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①制御用センサーと監視用センサーの使用 【ハザードの予防】 ①監視用センサーの複数配置	A1	1	a		L		29	
30	充電電流検出センサーが破損し、充電電流出力が制御できなく充電動作不可となる。	A4	4	b	N	【①制御用センサーと監視用センサーの使用】 【②監視用センサーの複数配置】	A4	4	b		N		30	
31	機能不全が起こる。	B	1	a	L	①充電器と車両の電流が不一致の状態になった場合は停止 ②充電器出力が過電圧の状態になった場合は停止 ③充電器出力が過電流の状態になった場合は停止	B	1	a		L		31	
32	センサー故障により制御不能となる。	C	3	b	L	①充電シーケンスエラーにより充電停止	C	3	a		N		32	
33	機能不全が起こる。	A4	4	c	N	【①装置故障】 （機能不全で故障要因が特定されていないため「装置故障」とした）	A4	4	a		N		33	
34	通電中のコネクタ着脱によるスパーク	B	1	b	M	①充電シーケンスエラーにより充電停止	B	1	a		○	L		34
35	機能不全が起こる。	B	1	a	L	①温度サーモ半導体過温度監視による装置停止 ②ドア開センサーによる装置停止	B	1	a		○	L		35
36	機能不全が起こる。	A3	3	a	N	①素子温度の監視機能 ②室内温度の監視機能 ③温度監視機能の診断	A3	3	a		N		36	
37	漏電遮断器 接点固着により開放不能となる。 （充電器内外の火災）	A1	1	a	L	【ハザードの除去】 ①変電設備側の配電盤ブレーカによる保護 【ハザードの予防】 ①配線は難燃性ケーブルを使用	A1	1	a		L		37	
38	漏電遮断器 接点固着により開放不能となる。	A3	3	a	N	【④変電設備側の配電盤ブレーカによる保護】	A3	3	a		N		38	
39	漏電遮断器 接点固着により開放不能となる。	A4	4	a	N	【④変電設備側の配電盤ブレーカによる保護】	A4	4	a		N		39	
40	漏電遮断器 開放モード状態で故障し充電動作不可となる。	C	3	a	N	【なし】	C	3	a		N		40	

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い			ハザード分類	発生度合い					
41	漏電遮断器 漏電検出回路故障により、漏電検出不全で感電	B	1	a	L	B	1	a		L		41
42	漏電遮断器 操作レバー故障による開放不能	C	3	a	N	C	3	a		N		42
43	電磁開閉器 接点固着により開放不能となる。	C	3	a	N	C	3	a		N		43
44	電磁開閉器 接点固着により開放不能となる。	A2	2	a	N	A2	2	a		N		44
45	電磁開閉器 接点固着により開放不能となる。	A4	4	b	N	A4	4	a		N		45
46	電磁開閉器 接点固着により開放不能となる。 (マルチアウトレット機において、出力コネクタ切替用電磁接触器)	A4	4	b	N	A4	4	a		N	CHAdEMO Ver.1.2以降マルチアウトレット方式が可能になったため追記した。	新規
47	電磁開閉器 接点溶着し、出力地絡発生時に主回路遮断できず感電が発生する。	B	1	a	L	B	1	a		L		46
48	電磁開閉器 開放モード状態で故障し充電動作不可となる。	C	3	b	L	C	3	a		N		47
49	電磁開閉器 固定ネジのゆるみによる電磁開閉器脱落	A2	2	a	N	A2	2	a		N		48
50	電磁開閉器 端子ネジのゆるみによる発熱	A2	2	a	N	A2	2	a		N		49
51	電磁開閉器 操作コイルが不能となる。	A4	4	b	N	A4	4	b		N		50
52	コンバータ 充電動作不可	A4	4	b	N	A4	4	b		N		51

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しが必要および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)	
		ハザード分類	発生度合い			ハザード分類	発生度合い						
53	充電器内部の発熱、コンバタ破損	A3	3	b	偶発的による理由から充電器内部配線の過熱が想定される。充電器の内部配線は難燃性ケーブルを使用することで、外部への延焼は考えられない。偶発的原因のため、発生確率はaとする。	L	①漏電遮断器の設置 ②温度監視回路の設置 ③ヒューズの設置	A3	3	a	一次側は漏電遮断器でトリップさせる。過熱は温度センサーで停止させる。過大な素子電流はヒューズで停止させ焼損を防止する。機能停止するため確率はaとなる。	N	52
54	コンバタ破損	A4	4	b	偶発的による理由から充電器内部の故障箇所の破損が想定される。充電器内部破損により、外部への延焼は考えられない。偶発的原因のため、発生確率はbとする。	N	①温度監視回路の設置 ②ヒューズの設置 ③出力電圧監視回路の設置	A4	4	b	装置の自己監視により異常を検出し、装置を停止することで、焼損に至ることはない。偶発的な原因のため、発生確率はbのままとする。	N	53
55	端子ねじ緩みにより電圧・電流異常・発熱・発煙・短絡が発生する。	A2	2	b	製造ミス・自然現象などの理由から端子ネジの緩みが想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。配線を難燃性ケーブルを使用することで内部発火はしない。自然現象（外気温の変化による金属の膨張と収縮）・製造ミスの理由のため、発生確率はbとする。	L	①漏電遮断器の設置 ②温度監視回路の設置 ③出力電圧監視回路の設置	A2	2	a	各監視回路と前提条件の難燃性ケーブルにより焼損は防止できる。確率はaとなる。	N	54
56	端子ねじ緩み・外れにより電圧・電流異常が発生し、感電する。	B	1	b	製造ミス・自然現象などの理由から漏電(地絡)が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで端子のねじ緩みを確認することから経年劣化による発生は極めて低い。	M	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置 ③筐体の接地	B	1	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡は地絡検出により感電を防止できる。更に外箱をアース接地することで感電を防止できる。また、メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。従って感電はありえない。	L	55
57	絶縁劣化により漏電し発火する。	A2	2	b	経年劣化等で配線が劣化する理由から漏電(地絡)が想定される。漏電がアーク放電により発火する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生は極めて低い。	L	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置	A2	2	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡は地絡検出により遮断可能である。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。従って焼損はありえない。	N	56
58	絶縁劣化により漏電し感電する。	B	1	a	経年劣化等で配線が劣化する理由から漏電(地絡)が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生はきわめて低い。	L	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置 ③筐体の接地	B	1	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡は地絡検出により漏電を防止できる。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。更に外箱は筐体接地により感電を防止できる。従って感電はありえない。	L	57
59	絶縁劣化により短絡する。	A2	2	b	製造ミス・経年劣化等で配線が劣化する理由から過電流により内部焼損が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生はきわめて低い。	L	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置 ③温度監視回路の設置 ④ヒューズの設置	A2	2	a	遮断器、ヒューズ、温度監視での対策を施し短絡電流による充電器内部火災のハザードは短絡電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。発生確率はaとした。	N	58
60	冷却装置故障により過熱する。	A2	2	b	冷却装置故障（故障・寿命により停止）の理由からスイッチング素子が発熱し発煙する場合は想定される。スイッチング素子は破損し発煙する可能性があるが、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで部品の定期交換を行なうため発生確率はbとする。	L	①温度監視回路の設置	A2	2	a	冷却装置が機能しなくとも素子近傍への温度監視で機能を遮断できる。冷却装置が消耗品であるため定期メンテナンスで防止できる。よって冷却装置故障によって過熱はありえない。	N	59
61	機器故障により機能不全が発生する。	A4	4	c	通常故障停止・自然災害等の理由から制御装置が不能状態が想定される。機器故障による運転停止のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスにより各部チェック、定期部品交換が行われ通常故障確率は少なくてcとする。	N	①各監視機能の設置 ②温度監視機能の診断	A4	4	c	装置の自己監視により装置を停止することで、損傷に至る事は無い。発生確率はcとする。	N	60
62	二次側短絡などにより破壊	A4	4	a	腐蝕による理由から二次側短絡によって発火が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。腐食による理由のため、発生確率はaとする。	N	①出力電圧監視回路の設置	A4	4	a	前提として定期メンテナンスが実施されるので腐食は予防保全にて処置できる。	N	61
63	部品不良により破壊	A4	4	a	初期不良による理由から回路溶断が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。初期不良は出荷試験の実施で未然に防げるため発生確率はaとする。	N	①出荷試験の実施 ②現地試験の実施	A4	4	a	出荷試験及び現地試験実施の対策を施した結果、部品不良による設備破損のハザードは発生しにくくなるが、可能性は残るため、ハザード分類はA4のままとする。未然に防げるため、発生確率はaのままとする。	N	62
64	充電器内部の発熱、インバタ破損	A3	3	b	偶発的な理由から主回路に過電流が流れることが想定される。充電器の内部配線は難燃性ケーブルを使用することで、外部への延焼は考えられない。また、偶発的原因のため、発生確率はbとする。	L	①温度監視回路の設置 ②出力電圧監視回路の設置	A3	3	a	素子の温度センサーにより温度を監視し、温度異常を検出し、装置を停止することで焼損に至ることはない。装置停止するため、発生確率はb→aとなる。	N	63
65	充電動作不可	A4	4	b	偶発的による理由から充電動作不可が想定される。システムがストップするため、外部への延焼は考えられない。また、外部からの衝撃等の偶発的原因のため、発生確率はbとする。	N	①各監視機能の設置	A4	4	b	装置の自己監視により異常を検出し、装置を停止することで、焼損に至ることはない。また、外部からの衝撃等の偶発的な原因のため、発生確率はbのままとする。	N	64
66	端子ねじ緩みにより電圧・電流異常・発熱・感電・発煙・短絡が発生する。	A2	2	b	製造ミス・自然現象などの理由から端子ネジの緩みが想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。配線は難燃性ケーブルを使用することで内部発火はしない。自然現象（外気温の変化による金属の膨張と収縮）・製造ミスの理由のため、発生確率はbとする。	L	①漏電遮断器の設置 ②温度監視回路の設置 ③出力電圧監視回路の設置	A2	2	a	前提条件の難燃性ケーブルと各種監視回路により焼損は防止できる。発生確率はaとする。	N	65

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および 見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論反映メモ	番号 (H23)	
		ハザード分類	発生度合い			ハザード分類	発生度合い						
67	端子ねじ緩み・外れにより電圧・電流異常が発生し、感電する。	B	1	b	製造ミス・自然現象などの理由から漏電(地絡)が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで端子のねじ緩みを確認することから経年劣化による発生は極めて低い。	M	B	1	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡(地絡検出)により防止できる。更に外箱は筐体接地により感電を防止できる。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。従って感電はありえない。	L	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるもの、評価分類を一段階上げるほどではない	66
68	絶縁劣化により漏電し焼損する。	A2	2	b	経年劣化等で配線が劣化する理由から漏電(地絡)が想定される。漏電がアーク放電により発火はする恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生は極めて低い。	L	A2	2	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡(地絡検出)により防止できる。更に外箱は筐体接地により感電を防止できる。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。従って焼損はありえない。	N		67
69	絶縁劣化により漏電し感電する。	B	1	b	経年劣化等で配線が劣化する理由から漏電(地絡)が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生は極めて低い。	M	B	1	a	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡(地絡検出)により防止できる。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。更に外箱は筐体接地で感電を防止できる。従って感電はありえない。	L		68
70	絶縁劣化により短絡する。	A2	2	b	製造ミス・経年劣化等で配線が劣化する理由から過電流により内部焼損が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスで絶縁耐圧試験を行なうことで経年劣化による発生は極めて低い。	L	A2	2	a	遮断器、ヒューズ、温度監視での対策を施した結果、想定されていた短絡電流による充電器内部火災のハザードは短絡電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。発生確率はaとした。	N		69
71	機器故障により機能不全が発生する。	A4	4	c	通常故障停止・自然災害等の理由から制御装置が不能状態が想定される。機器故障にて運転が停止するため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスにより各部チェック、定期部品交換が行われるため、通常故障確率は少くcとする。	N	A4	4	c	装置の自己監視により装置を停止することで、充電設備内故障となる。発生確率はcとする。	N	理由の記載、「損傷に至ることはない」→「充電設備内故障となる」が、適切と考える。	70
72	二次側短絡などにより破壊	A4	4	a	腐蝕による理由から二次側短絡によって発火が想定される。金属箱に収納するため、外部への延焼は考えられない。腐食による理由のため、発生確率はaとする。	N	A4	4	a	前提として定期メンテナンスが実施されるので腐食は予防保全にて対応できる。	N	理由の記載、「腐食はありえない」→「腐食は予防保全にて処置できる」が、適切と考える。	71
73	部品不良により破壊	A4	4	a	初期不良による理由から回路溶断が想定される。金属箱に収納するため、外部への延焼は考えられない。出荷試験を実施しているため発生確率はaとする。	N	A4	4	a	出荷試験及び現地試験実施の対策を施した結果、部品不良による設備破壊のハザードは発生しにくくなるが、可能性は残るため、ハザード分類はA4のままとする。未然に防げるため、発生確率はaのままとする。	N		72
74	スイッチング素子	A4	4	b	バッテリー破損、寿命による理由から充電動作不能が想定される。システムがストップするため、外部への延焼は考えられない。外部からの衝撃等の偶発的原因のため、発生確率はbとする。	N	A4	4	b	装置アラームにより停止させるため焼損はしない。偶発理由のため発生確率はbとする。	N		73
75	充電器内部の発熱、コンパタ破損	A3	3	b	偶発的な理由から主回路素子に(INV,CNVともに)過電流が流れることが想定される。充電器の内部配線は難燃性ケーブルを使用することで、外部への延焼は考えられない。また、偶発的原因のため、発生確率はbとする。	L	A3	3	a	温度監視、電圧・電流差異により装置を停止する。ヒューズにより電力素子の延焼を防止する。装置停止させることで焼損には至らない。確率は装置停止となるのでaとする。	N		74
76	スイッチング素子	A2	2	b	過電流により機器故障・短絡により機器故障・焼損が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。原因は複数考えられるが、偶発的・人的ミスにより発生確率はbとする。	L	A2	2	a	一次側は漏電遮断器でトリップさせる。過熱は温度センサーで停止させる。過大な素子電流はヒューズで停止させ焼損を防止する。出力側は、出力電圧、電流監視で機能停止させる。機能停止するため確率はaとなる。	N		75
77	スイッチング素子	A3	3	c	ガス害・塩害・落雷・地震による転倒・様々な自然現象による理由から高電圧異常が想定される。スイッチング素子が発塵・破裂・破砕音はするが発火には至らないため、外部への延焼は考えられない。自然現象の理由のため、発生確率はcとする。	L	A3	3	b	入力の高電圧監視、出力の電圧・電流差異、温度に対しては素子の監視により装置を停止させるので焼損はなく装置故障となる。自然現象によるので確率はbとなる。	L		76
78	スイッチング素子	A2	2	a	虫、小動物等からなる理由により部分短絡が想定される。装置内焼損はするが、金属箱に収納のため外部への延焼はない。外物の混入が原因であるが、IP44以上の規定を満足する仕様のため装置環境の外的混入に考慮されている。定期メンテナンスにより端子等を確認することから発生確率はaとなる。	N	A2	2	a	塵等で短絡した場合、一次側の短絡発生には漏電遮断器でトリップする。二次側は地絡検出器で地絡を検出する。各部の温度上昇があれば温度監視で装置を停止させる。充電シーケンスで充電停止するが発生確率はaのままとする。防虫網を設置することで虫、小動物の侵入を防止する。	N		77
79	スイッチング素子	A3	3	a	端子ねじ緩みにより発熱する。	N	A3	3	a	ねじ端子の緩みによる短絡、地絡、漏電により漏電遮断器が働き装置停止する。発生確率はaのままとする。	N		78

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しが必要および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
80	スイッチング素子	低電圧異常（瞬時停電）が発生する。	A3	3	b	充電中の低電圧異常（瞬時停電）・自然現象の理由からスイッチング素子の発煙・破裂・破裂音が想定される。スイッチング素子の発煙・破裂・破裂音のため、外部への延焼は考えられない。低電圧異常（瞬時停電）・自然現象が理由のため、発生確率はbとす。	L	①ヒューズの設置 ②入力での電圧・電流検出回路の設置	電圧・電流の検知により装置を停止させる。スイッチング素子の焼損防止でヒューズを使用する。発生確率は低電圧・自然現象のためbのままとする。		L		79
81	スイッチング素子	二次側短絡などにより破壊	A4	4	a	高熱による理由から二次側短絡によって発火が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。腐食による理由のため、発生確率はaとす。	N	[①出力電圧監視回路の設置]	監視回路の設置により装置を停止することが出来る。前提として定期メンテナンスが実施されるので腐食は予防保全にて処置できる。		N	理由の記載、「腐食はありえない」→「腐食は予防保全にて処置できる」が、適切と考える。	80
82	スイッチング素子	部品不良により破壊	A4	4	a	初期不良による理由から回路診断が想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。出荷試験を実施しているため発生確率はaとす。	N	[①出荷試験の実施] [②現地試験の実施]	出荷試験及び現地試験実施の対策を施した結果、部品不良による設備破損のハザードは発生しにくくなるが、可能性は残るため、ハザード分類はA4のままとする。未然に防げるため、発生確率はaのままとする。		N		81
83	充電ユニット	振動、端子ねじ緩みにより絶縁トランス二次側の地絡が発生し、感電が発生する。	A2	2	b	製造ミス・自然現象（外気温の変化による金属の膨張と収縮）の理由からネジの緩みが想定される。金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。自然現象（外気温の変化による金属の膨張と収縮）の理由のため、発生確率はbとす。	L	①漏電遮断器の設置 ②温度監視回路の設置 ③出力電圧監視回路の設置	各監視回路と難燃性ケーブルにより焼損は防止できる。製造ミス・自然現象の可能性は残る。確率はaとなる。		N		82
84	充電ユニット	振動、端子ねじ緩みにより絶縁トランス二次側の地絡が発生し、感電が発生する。	B	1	b	自然現象などの理由から漏電（地絡）が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。自然現象の理由により、発生確率はbとす。	M	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置 ③筐体の接地	AC入力電源の漏電は漏電遮断器、出力側の地絡（地絡検出）により感電を防止できる。更に外箱をアース接地することで感電を防止できる。メンテナンスで絶縁抵抗を把握する。従って感電はありえない。		L		83
85	充電ユニット	冷却装置故障により半導体素子が過熱破壊し、火災が発生する。	A2	2	b	冷却装置故障（故障・寿命により停止）の理由からスイッチング素子が発熱し発煙する可能性がある。スイッチング素子は破損し発煙する可能性があるが、外部への延焼は考えられない。また、故障・寿命により停止する理由のため、発生確率はbとす。	L	①温度監視回路の設置	冷却装置が機能しなくても素子近傍の温度監視で装置停止できる。冷却装置が消耗品であるため定期メンテナンスで防止できる。よって冷却装置故障 による過熱は極めて少なくなる。		N		84
86	充電ユニット	冷却装置故障により半導体素子が過熱破壊し、地絡が発生、感電する。	B	1	b	冷却装置故障により半導体素子が過熱破壊する理由から漏電（地絡）が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスにより各部チェック、定期部品交換が行われるため確率はaとす。	M	①漏電遮断器の設置 ②地絡検出器の設置 ③温度監視回路の設置	一次側の漏電は漏電遮断器で、二次側は地絡検出器で装置停止させる。素子加熱は温度検知で停止させることが出来る。以上により発生確率はaとなる。		L		85
87	充電ユニット	過熱により絶縁トランス二次側のリアクトル等が絶縁破壊して地絡、感電が発生	B	1	b	リアクトル等が絶縁破壊する理由から漏電（地絡）が想定される。感電する恐れがあるが金属箱に収納のため、外部への延焼は考えられない。リアクトル等の絶縁破壊が理由により、発生確率はbとす。	M	①地絡検出器の設置 ②温度監視回路の設置	地絡検出及び温度監視で装置停止できる。発生確率はaとなる。		L		86
88	逆流防止ダイオード	冷却ファン故障により過熱、素子破壊し火災が発生する。	A2	2	b	冷却装置故障（故障・寿命により停止）の理由からスイッチング素子が発熱し発煙する可能性がある。スイッチング素子は破損し発煙する可能性があるが、外部への延焼は考えられない。定期メンテナンスにより各部チェック、定期部品交換が行われるため確率はaとす。	L	①温度監視回路の設置	温度監視回路で装置停止する。発生確率はaとなる。		N		87
89	コンデンサ	過電流による機器故障が発生する。	A3	3	a	スイッチング波形異常によりリップル電流が過大に流れ、コンデンサが発熱し破損に至ることを想定する。コンデンサ自体は難燃性または防爆弁を有しており、火災の発生等は無いが、電解液の噴出などで周辺回路にダメージを与える可能性がある。コンデンサには安全弁・保安機能がありハザード区分A3、発生確率はaとした。（充電器本体と電源ユニットは金属製のため）	N	[④充電器入力部に過電流保護装置あり] [⑤導電部付近は難燃材を使用] [③故障検出時充電器停止シーケンスあり] [④インバータ部過電圧、過電流による装置停止] [⑤整流部過温度による装置停止] [⑥ヒューズの使用] [⑦主回路漏電遮断器の設置]	過電流保護ならびに難燃材使用、かつ停止シーケンスがある。通常の使用では問題ないが、スイッチング波形異常によるリップル電流が増大しコンデンサが破損するとインバータ部の過電圧、過電流発生により装置停止する。コンデンサ自体の破損や発煙はあるが、発火はしない。過電流保護ならびに難燃材使用、かつ停止シーケンスがある。過熱が発生した場合、素子の温度センサーにより温度異常を検出し、装置を停止することで、焼損に至ることはない。上記よりハザード分類発生確率は変更なし。		N		88
90	コンデンサ	過電圧による機器故障が発生する。	A3	3	b	コンデンサ自体で高電圧発生の可能性は無いが、周辺回路の異常によりコンデンサに過電圧が印加される可能性がある。コンデンサには安全弁・保安機能がありハザード区分A3、発生確率はbとした。（充電器本体と電源ユニットは金属製のため）	L	①回路に過電圧検出回路が付いている ②インバータ部過電圧、過電流による装置停止 ③整流部過温度による装置停止 ④導電部付近は難燃材を使用 ⑤故障検出時充電器停止シーケンスあり ⑥ヒューズの使用	電圧供給回路に過電圧過電流保護がある。装置異常によりコンデンサに過電圧がかかった場合にコンデンサ破損するとインバータ部の過電圧、過電流発生により装置停止する。コンデンサ自体の破損や発煙はあるが、発火はしない。過電流保護ならびに難燃材使用、かつ停止シーケンスがある。以上の対策により、発生確率はaとする。		N		89
91	コンデンサ	絶縁劣化により発熱する。	A3	3	a	経年変化（コンデンサへの充放電）によりリップル電流が過大に流れ、コンデンサが発熱することを想定する。コンデンサ自体は難燃性または防爆弁を有しており、火災の発生等は無いが、電解液の噴出などで周辺回路にダメージを与える可能性がある。アルミ電解コンデンサは有限寿命部品であるため、定期的な交換が必要である。コンデンサには安全弁・保安機能がありハザード区分A3、メンテナンスで交換するとして発生確率はaとした	N	[④インバータ部過電圧、過電流による装置停止] [⑤整流部過温度による装置停止] [③導電部付近は難燃材を使用] [④故障検出時充電器停止シーケンスあり]	通常の使用では問題ないが、耐用年数を超えた場合リップル電流による発熱が発生しコンデンサ破損すると過電圧、過電流発生により装置停止する。コンデンサ自体の破損や発煙はあるが、発火はしない。過電流保護ならびに難燃材使用、かつ停止シーケンスがある。過熱が発生した場合、素子の温度センサーにより温度異常を検出し、装置を停止することで、焼損に至ることはない。以上よりハザード分類発生確率は変更なし。		N		90
92	絶縁トランス	一次・二次回路の混触が発生し焼損する。	A2	2	b	発煙まで移行するため、A2の評価とした。金属箱に収納のため外部への延焼は考えられない。寿命内で起こることではないが、絶縁劣化、外部からの衝突などの可能性を考え確率はbとす。	L	①漏電遮断器の設置 ②トランス二次側の地絡検知装置 ③インバータ部の過電圧、過電流検知 ④ヒューズ ⑤難燃性ケーブルを使用 ⑥一次二次間を二重絶縁または強化絶縁により絶縁する	トランス二次側の地絡検知装置、ヒューズで回路遮断させることで、焼損に至ることはない。トランス一次側の異常電流は漏電遮断器で回路遮断させることで、焼損に至ることはない。内部過電圧、過電流検出により装置を停止させることで、焼損に至ることはない。以上の対策により発生確率はaとする。		N	CHAdEMO Ver.1.1（平成27年12月発行）以降、一次二次間の絶縁は「二重絶縁または強化絶縁により絶縁すること。比規定され、混触発生確率は非常に低くなった。	91

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い			ハザード分類	発生度合い					
93	絶縁トランス 一次・二次回路の混触が発生し感電する。	B	1	a	L	B	1	a		L	CHAdEMO Ver.1.1（平成27年12月発行）以降、一次間の絶縁は「二重絶縁または強化絶縁により絶縁すること。」と規定され、混触発生確率は非常に低くなった。	92
94	絶縁トランス (端子ネジ緩みによる)接触不良により焼損する。	A2	2	b	L	A2	2	a		N		93
95	絶縁トランス 絶縁劣化により焼損する。	A2	2	b	L	A2	2	a		N		94
96	絶縁トランス 過負荷(長時間連続)により温度異常が発生する。	A3	3	a	N	A3	3	a		N		95
97	絶縁トランス 過負荷(オーバーロード)により温度異常が発生する。	A3	3	b	L	A3	3	a		N		96
98	絶縁トランス 冷却装置故障により過熱する。	A2	2	b	L	A2	2	a		N		97
99	整流器 バッテリー破損、寿命低下	A3	3	b	L	A3	3	b		L		98
100	整流器 端子ねじ緩みにより発熱する。	A3	3	c	L	A3	3	b		L		99
101	整流器 絶縁劣化により漏電し発火する。	A2	2	b	L	A2	2	a		N		100
102	整流器 絶縁劣化により地絡し感電する。	B	1	b	M	B	1	a		L		101
103	整流器 過電流及び短絡により機器故障が発生し、発煙する。	A2	2	b	L	A2	2	a		N		102
104	整流器 部品不良により破壊	A4	4	a	N	A4	4	a		N		103
105	整流器 充電動作不可	A4	4	b	N	A4	4	b		N		104

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合-新規追加の場合の理由 H30年度作業会議議決反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
充電コネクタ	子供などがいたずらで、コネクタの内部に触れて感電する。	B	1	b	M	①絶縁トラスによる出力側非接地回路 ②出力回路の地絡検出装置 ③充電シーケンス時に絶縁確認を実施 ④端子が容易に触れないコネクタ構造、保護カバー設置の実施 ⑤コネクタ未接続時には電圧が印加されない構造(出力遮断の構造及びシーケンス) ⑥異常発生時には接触可能な充電部が放電回路により速やかに放電される構造 ⑦コネクタが車両側レセプタクルにかん合している状態を検出するスイッチを装備(充電電力を出力しない制御) ⑧充電時コネクタロック機能あり ⑨D C 出力過電流により装置停止 ⑩制御回路異常により装置停止 ⑪充電シーケンスエラーにより充電停止	B	1	a		L		105
充電コネクタ	電圧がかかった状態でコネクタが外れてスパークが発生。装置損傷する。(コネクタ半かん合/装置焼損)	A2	2	b	L	①挿入途中で半かん合とならない構造のコネクタ(J E V S G 1 0 5) ②コネクタのかん合を検知しないと充電開始しない構造。かん合が不十分な場合には他の異常で停止する ③コネクタ電磁ロック機能 ④使用者がメカニカルロックをリリースしないと外れない構造 ⑤充電中に車を動かすことは出来ない ⑥充電シーケンスエラーにより充電停止 ⑦制御回路異常により装置停止	A2	2	a		N		106
充電コネクタ	電圧がかかった状態でコネクタが外れてスパークが発生。装置損傷する。(外力/装置焼損)	A2	2	b	L	①コネクタの電磁ロック機構 ②コネクタロックアクチュエータの断線検知 ③使用者がメカニカルロックをリリースしないと外れない構造 ④充電シーケンスエラーにより充電停止 ⑤制御回路異常により装置停止	A2	2	a		N		107
充電コネクタ	電圧がかかった状態でコネクタが外れてスパークが発生。火傷を負う。(電磁ロック故障/火傷)	B	1	b	M	①電磁ロックが故障した場合、ロック異常を検知して電源を遮断する。 ②コネクタ未接続時は出力を遮断するシーケンス ③コネクタ電磁ロック機能 ④使用者がメカニカルロックをリリースしないと外れない構造 ⑤充電シーケンスエラーにより充電停止 ⑥制御回路異常により装置停止	B	1	a		L		108
充電コネクタ	電圧がかかった状態でコネクタが外れてスパークが発生。装置損傷する。(原因特定せず/装置焼損)	A2	2	b	L	①充電コネクタは難燃材を使用 ②コネクタ未接続時は出力を遮断するシーケンス ③コネクタ電磁ロック機能 ④使用者がメカニカルロックをリリースしないと外れない構造 ⑤充電シーケンスエラーにより充電停止 ⑥制御回路異常により装置停止	A2	2	a		N		109
充電コネクタ	充電コネクタの電磁ロックが故障してケーブルが外れる(電磁ロック故障/装置焼損)	A2	2	b	L	①使用者がメカニカルロックをリリースしないと外れない構造 ②充電シーケンスエラーにより充電停止 ③制御回路異常により装置停止	A2	2	a		N		110
充電コネクタ	コネクタ内部への異物混入で短絡	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①ヒューズ、ヒューズ断を検知し出力を遮断。 ②地絡検知により装置停止 [④充電シーケンスエラーにより充電停止] ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 【ハザードの予防】 ①充電開始前の絶縁-短絡診断 ②異物混入により短絡しないコネクタ電極構造 ③コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ④充電シーケンスエラーにより充電停止	A1	1	a		L		111
充電コネクタ	コネクタ部への異物混入で端子が開放	A4	4	b	N	【④コネクタ開放により運転開始できない】 [②地絡検知により装置停止] [③制御回路異常により装置停止] [④充電シーケンスエラーにより充電停止] 【⑤充電開始前の自己診断の実施】	A4	4	b		N		112
充電コネクタ	外力により破損、短絡が発生。火災が発生する。	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①ヒューズ ②過電流検知により短絡電流を遮断する ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 【ハザードの予防】 ①充電開始前の絶縁(短絡)確認 ②コネクタ強度の確保 ③コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ④充電シーケンスエラーにより充電停止	A1	1	a		L		113
充電コネクタ	機器損傷により漏電が発生し、感電する。	B	1	b	M	①絶縁トラスによる出力側非接地回路 ②地絡検知回路 ③充電開始前の絶縁(地絡)確認 ④コネクタ強度の確保	B	1	a		L		114

部位等	想定されるハザード	安全対策後の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議議決反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
充電コネクタ	機器損傷により接続異常が発生する。	A4	4	b	N	④コネクタ開放により運転開始できない②コネクタ未接続時は出力遮断の構造③充電開始前の自己診断の実施④地絡検知により装置停止⑤制御回路異常により装置停止⑥充電シークンサーにより充電停止	A4	4	b	コネクタ開放により動作しないため、火災は発生せず。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造である。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しない。充電シークンサーにより接続異常が発生した場合は、充電開始しない。充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは、解除されない。発生確率は変わらずaとする。	N		115
充電コネクタ	機器損傷により接続異常が発生し、感電する。	B	1	a	L	①地絡検出回路の使用②充電開始前の自己診断の実施③コネクタ未接続時は出力遮断の構造④制御回路異常により装置停止⑤充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	地絡検出回路使用の対策を施した結果、感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため感電に至ることはない。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。充電シークンサーにより接続異常が発生した場合は、充電開始しない。充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは解除されない。充電許可信号を監視し、抜けた場合は、直ちに停止するよう二重保護がされている。上記により発生確率は低くaとする。	L		116
充電コネクタ	振動、組付不良により短絡し火災が発生する。	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①ヒューズ ②過電流を検出して電源遮断する。 ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 【ハザードの予防】 ①充電開始前の絶縁（短絡）確認 ②コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ③充電シークンサーにより充電停止	A1	1	a	コネクタの主回路が短絡した場合の異常電流はヒューズにより遮断される。充電開始前の出力線の絶縁確認を実施する。短絡診断にて動作停止する対策を施した結果、出力短絡によりケーブルから発火しない。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため火災に至ることはない。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため火災に至ることはない。コネクタ短絡した場合、地絡検知により装置停止する。充電シークンサーが確認できないと充電開始しないため焼損しない。以上により発生確率は低くaとする。	L		117
充電コネクタ	振動、組付不良により短絡、地絡し感電が発生する。	B	1	b	M	①絶縁トランスによる出力部非接地回路 ②トランス二次側の地絡検出回路 ③充電開始前の絶縁（地絡）確認 ④過電流を検出して電源遮断する。 ⑤ヒューズ、ヒューズ容断を検出し電源遮断。 ⑥コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ⑦制御回路異常により装置停止 ⑧充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	出力回路は非接地回路であり、地絡故障と接触事故の二重故障とならない限り感電には至らない。地絡故障は発生時に地絡検出回路で検出可能。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。地絡検出回路使用の対策を施した結果、感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため感電に至ることはない。充電シークンサーにより接続異常が発生した場合は、充電開始しない。充電開始すると充電コネクタはロックされる。充電電圧がある場合、ロックは解除されない。充電許可信号を監視し、抜けた場合は、直ちに停止するよう二重保護がされている。以上により発生確率は低くaとする。	L		118
充電コネクタ	端子部の接触抵抗増加により過熱し火災発生	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①制御回路異常により装置停止 ②過温度保護機能 【ハザードの予防】 ①コネクタハウジングに難燃性絶縁材料を採用 ②配線は難燃性ケーブルを使用 ③充電シークンサーにより充電停止	A3	3	a	コネクタハウジングに難燃性絶縁材料の採用している。（断続的な振動等で、常時接触不良が発生する様なシークンサー以外は異常過熱に至らない）。難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、内部配線は発火しない。充電シークンサーにより接続異常が発生した場合は、充電開始しない。充電開始後は、電圧差が生じると充電停止する。以上により発生確率は低くaとする。	N		119
充電コネクタ	大雨により浸水し、漏電する。	B	1	c	H	①充電開始前の絶縁診断 ②漏電検出器が検知して電源を遮断（充電中） ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 ⑤充電シークンサーにより充電停止 ⑥コネクタ未接続時は出力遮断の構造	B	1	a	コネクタ部への水混入で地絡検知により装置停止する。地絡検出回路使用の対策を施した結果、漏電遮断器で保護できる可能性がある。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。充電シークンサーにより充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは、解除されない。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため感電に至ることはない。以上により発生確率は低くaとする。	L		120
充電コネクタ	絶縁劣化による漏電で、感電する	B	1	a	L	①地絡検知により装置停止 ②充電開始前の自己診断の実施 ③制御回路異常により装置停止 ④充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	充電コネクタの劣化により地絡、または、短絡した場合は、地絡検知により装置停止する。充電シークンサーにより充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは、解除されない。地絡検出回路使用の対策を施した結果、漏電遮断器で保護できる可能性がある。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、絶縁不良などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。地絡継電機能にて遮断される。以上により発生確率は低くaとする。	L		121
充電コネクタ	絶縁劣化により漏電し、装置焼損する。	A3	3	a	N	①地絡検出回路の使用 ②ヒューズの使用 ③配線は難燃性ケーブルを使用 ④漏電遮断器による装置停止 ⑤充電開始前の自己診断の実施	A3	3	a	地絡検出回路、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、想定されていた漏電による発火発火のハザードは漏電、過電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。充電コネクタの絶縁劣化により地絡、または、短絡した場合は、地絡検知により装置停止する。また、漏電遮断器による装置停止する。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、絶縁不良などの異常を検出した場合、充電動作しないため発火発火に至ることはない。以上により発生確率は低くaとする。	N		122
充電コネクタ～EV	トラッキング	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①地絡検知により装置停止 ②制御回路異常により装置停止 ③過温度保護機能 【ハザードの予防】 ①コネクタ挿抜時に、端子ハウジング部のホコリが取り除かれる構造 ②コネクタハウジングに難燃性絶縁材料を採用 ③充電前の絶縁・短絡診断 ④コネクタは、充電中のみ接続の運用 ⑤充電シークンサーにより充電停止	A3	3	a	端子ハウジング部の防水用パッキンにより、コネクタの挿抜時にホコリが取り除かれる構造となっている。トラッキングに至る可能性は低い。コネクタハウジングに難燃性絶縁材料を採用している。火災には到らない。短絡診断にて動作停止する対策を施した結果、短絡電流によるケーブル発火しない。コネクタは、充電中のわずかな時間のみEVに接続し充電完了後はコネクタ接続を外す運用で、埃などによるトラッキングの発生には至らない。また、毎回コネクタを抜き差しするため埃が溜まらない。充電シークンサーにより接続異常が発生した場合は、充電開始しない。充電開始後は、電圧差が生じると充電停止する。以上により発生確率は低くaとする。	N		123

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直し要否および 見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザードによる被害の大きさ	発生度合い					
125	充電ケーブルの取り回しによる損傷が原因で短絡が発生し外部のケーブルから火災の可能性がある。異物混入、偶発的故障であり可能性低い。	A1	1	b	M	【ハザードの除去】 ①ヒューズ、ヒューズ溶断にて電源を遮断 ②充電器が過電流を検出して電源遮断する。 ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 【ハザードの予防】 ①配線は難燃性ケーブルを使用 ②充電開始前の自己診断の実施 ③充電シークンサーにより充電停止	A1	1	a		L	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるもの、評価分類を一段階上げるほどではない	124
126	充電ケーブルの取り回しによる損傷が原因でコネクタ端子が開放し、システムがストップする。(火災の危険は無い) 偶発的故障であり可能性低い。	A4	4	b	N	【コネクタ開放により運転開始できない】 ②充電開始前の自己診断の実施 【③地絡検知により装置停止】 【④制御回路異常により装置停止】 【⑤充電シークンサーにより充電停止】	A4	4	a		N	コネクタ開放により動作しないため、火災は発生せず。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しない。充電ケーブルの損傷で地絡または、短絡した場合は、地絡検知による装置停止する。制御回路異常及び充電シークンサーにより充電開始しない。充電許可信号を監視し、抜けた場合は、直ちに停止するよう二重保護がされている。以上により発生確率は低くaとする。	125
127	雨により浸水し、漏電・感電する。	B	1	b	M	①地絡検知により装置停止 ②充電開始前の自己診断の実施 ③漏電遮断器の使用 ④使用者が容易に導電部に接触できない構造 ⑤コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ⑥制御回路異常により装置停止 ⑦充電シークンサーにより充電停止	B	1	a		L	コネクタ部の浸水により地絡検知により装置停止する。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。浸水による感電のハザードは感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため感電に至ることはない。充電シークンサーにより充電開始すると充電コネクタはロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは解除されない。充電許可信号を監視し抜けた場合は、直ちに停止するよう二重保護がされている。各種感電、漏電対策により発生確率は低い。以上により発生確率は低くaとする。	126
128	落下によるコネクタ破損・変形で充電ができない	A4	4	c	N	①コネクタ強度の確保 ②取っ手の設置 ③充電ケーブル保持構造の変更 ④ケーブルキャリアの取り付け ⑤車両接続部付近での取付 ⑥地絡検知により装置停止 ⑦充電開始前の自己診断の実施 ⑧漏電遮断器の使用 ⑨使用者が容易に導電部に接触できない構造 ⑩コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ⑪制御回路異常により装置停止 ⑫充電シークンサーにより充電停止 ⑬コネクタ落下試験による安全性の確認	A4	4	b	落下等で破損しないコネクタ強度の確保、取り回し性向上により落下の確率は低くなり発生確率はaとする。重量の増加により従来のコネクタ部を持つ向きに、ケーブルも保持できる。補助器具によって操作性を向上する。ケーブルの屈曲性の低下の為、車両付近に充電コネクタを保持できる補助器具を取り付け、操作性を向上する。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造であり充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため発生確率は低くなる。	N	発生度合いb⇒c、それに伴ってリスクM⇒N 安全対策後の評価で、ハザード分類がB(感電)JはA4に修正 各委員の記述を集約	新規
129	落下によるコネクタ破損で感電する	B	1	b	M	①絶縁トランスによる出力部非接地回路 ②地絡検知により装置停止 ③充電開始前の絶縁(地絡)確認 ④コネクタ強度の確保 ⑤取っ手の設置 ⑥充電ケーブル保持構造の変更 ⑦ケーブルキャリアの取り付け ⑧漏電遮断器の使用 ⑨使用者が容易に導電部に接触できない構造 ⑩コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ⑪制御回路異常により装置停止 ⑫充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	出力回路は非接地回路であり、地絡故障と接触事故の二重故障とならない限り感電には至らない。地絡故障は発生時に地絡検知回路で検出可能。充電開始前には地絡確認の実施。落下等で破損しないコネクタ強度の確保。上記対策により感電に至る確率は低く発生確率はaとする。コネクタ落下による本体破損においても活電部へのアクセスできない。またコネクタ破損時は車両への接続が出来ない為、充電が開始しない。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造であり充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため発生確率は低くなる。	L	冷却機能付加により充電ケーブルが太く、重なることにより新たに生じる不具合を考慮 各委員の記述を集約	新規
130	車両衝突等の外部衝撃で破損し火災が発生する。	A2	2	b	L	①漏電遮断器 ②車両ガード、車止め、衝突防止用の柵を設置 ③ヒューズ ④地絡検知による装置停止 ⑤充電時異常停止シークンサー ⑥筐体の強度確保 ⑦充電前の絶縁・短絡診断 ⑧導電部付近は難燃材を使用 ⑨制御回路異常により装置停止	A2	2	a	筐体により外部からの衝撃による内部損傷を防止。筐体内部の地絡、短絡による異常電流は漏電遮断器やヒューズにて遮断。変形による一次側の地絡または短絡時には地絡電流または過電流を検出し、遮断器をトリップさせることで、焼損に至ることはない。二次側は、ヒューズが溶断し焼損に至ることはない。また、遮断器で遮断、ヒューズで保護する。車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。内部焼損には至らない。絶縁材使用および各種安全対策により発生確率は低い。柵により衝突防止、短絡電流を遮断する理由から発火する可能性は低くなる。以上の対策により発生確率はaとする。	N		127
131	車両衝突等の外部衝撃で外観不良が発生する	C	3	b	L	①車両ガード、車止め、衝突防止用の柵を設置	C	3	b	柵により衝突を防止するため発生する可能性は低くなる。車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形するだけなら検出する機能はない。対策実施により発生確率は変わらずbとする。	L		128
132	車両衝突等の外部衝撃で変形・破損し感電する。	B	1	b	M	①漏電遮断器 ②車両ガード、車止めによる保護、注意喚起 ③充電開始前の自己診断の実施 ④地絡検知による装置停止 ⑤制御回路異常により装置停止 ⑥充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。変形による一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。車等の衝突の際の破損状況による非常に稀な事象と補らえ発生確率は低い。以上により発生確率は低くaとする。	L		129

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しが必要および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)	
		ハザード分類	発生度合い				ハザードによる被害の大きさ	発生度合い						
133	機器本体	外部衝撃で変形、破損し感電する。	B	1	c	高出力化で筐体が大きくなるので、筐体の剛性が弱くなり外部衝撃による変形、破損が起こり、感電に弱くなる。また変形部分から雨水が漏れて漏電、感電する可能性がある。	①漏電遮断器 ②車両ガード、車止めによる保護、注意喚起 ③充電開始前の自己診断の実施 ④地絡検知による装置停止 ⑤制御回路異常により装置停止 ⑥充電シークスエラーにより充電停止	B	1	a	車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。変形による一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。車等の衝突の際の破損状況による非常に稀な事象と捕らえ発生確率は低い。以上より発生確率は低くとする。	L		新規
134	機器本体	車両衝突等の外部衝撃で変形し浸水、感電する。	B	1	b	外部からの衝撃による変形が水が浸入し、漏電、感電に至る。外部からの衝撃等の偶発的原因で発生するため可能性低い。	①漏電遮断器 ②車両ガード、車止めによる保護 ③充電開始前の自己診断の実施 ④地絡検知による装置停止 ⑤制御回路異常により装置停止 ⑥充電シークスエラーにより充電停止	B	1	a	車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。変形による一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。上記により発生確率は低くとした。	L		130
135	機器本体	地震による衝撃、外部入力で、主回路短絡、火災が発生する。	A2	2	a	筐体内部の為外部への延焼の可能性低いためハザードはA2とする。倒壊した重量物などによる衝撃が加わる確率は低い為、発生確率はaとする。	①漏電遮断器 [②ヒューズ] [③筐体の強度確保] ④配線は難燃性ケーブルを使用 [⑤地絡検知による装置停止] [⑥制御回路異常により装置停止] [⑦充電シークスエラーにより充電停止]	A2	2	a	筐体により外部からの衝撃による内部損傷を防止。筐体内部の地絡、短絡による異常電流は漏電遮断器やヒューズにて遮断。変形による一次側の地絡または短絡時には地絡電流または過電流を検出し、遮断器をトリップさせることで、焼損に至ることはない。二次側はヒューズが溶断し焼損に至ることはない。遮断器、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、充電器設備内故障となる。衝撃により外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。内部焼損には至らない。以上の対策により発生確率は極めて低い。	N		131
136	機器本体	さびにより穴あきが発生し、内部に水が浸入し漏電、感電する。	B	1	a	筐体内部に水が浸入し、主回路に水が掛かり漏電が発生、感電の危険がありハザードはBとする。定期点検の実施により、穴あきに到るまでの腐食が発生する可能性は低い為、発生確率はaとする。	①漏電遮断器 ②防錆鋼板・塗装等の防錆処理 ③地絡検知装置 ④充電開始前の自己診断の実施 ⑤制御回路異常により装置停止 ⑥充電シークスエラーにより充電停止 ⑦管理者による日常点検の実施	B	1	a	トランス一次側は漏電遮断器、二次側は地絡検知装置にて漏電・地絡を検出し遮断する。筐体は防錆鋼板の採用し塗装されている。SUS材や防錆鋼板の採用、防錆塗装、内部回路基板の樹脂加工による強化等の対策を実施している。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性が塗装により錆びの発生・劣化を防いでいる。水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。以上より発生確率は極めて低い。	L		132
137	機器本体	さびによる外観不良が発生する。	C	3	c	経年劣化でさびが発生し、外観不良に至る。設置環境の状態により発生する。	①防錆処理により錆への対策を強化	C	3	b	SUS材や防錆鋼板の採用、防錆塗装等の対策を実施している。以上より発生確率はbとした。	L		133
138	機器本体	さびにより筐体変形し、感電する。	B	1	a	経年劣化でさびが発生し、充電部との接触による漏電が発生し、感電に至る。	①漏電遮断器 ②筐体への塗装、防錆処理 ③地絡検知による装置停止 ④制御回路異常により装置停止 ⑤充電シークスエラーにより充電停止 ⑥メーカーによる点検の実施	B	1	a	塗装により錆びの発生・劣化を防いでいる。錆びによる発熱、火災に至ることはない。SUS材や防錆鋼板の採用、防錆塗装、内部回路基板の樹脂加工による強化等の対策を実施している。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。以上より発生確率は極めて低い。	L		134
139	機器本体	放水により内部に浸水、漏電、感電する。	B	1	b	外部火災による放水で筐体内部に浸水し、漏電、感電する可能性がある為ハザードはBとする。放水を浴びる可能性を考慮して発生確率はbとする。	①漏電遮断器 ②地絡検知装置 ③充電開始前の自己診断の実施 ④メーカーによる点検の実施	B	1	a	トランス一次側は漏電遮断器、二次側は地絡検知装置にて漏電・地絡を検出し遮断する。衝撃により外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。漏電事故には至らない。漏電、感電対策により発生確率は低い。IP44仕様以上の水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。外部火災遭遇の可能性はほぼない。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。以上より発生確率はaとする。	L		135
140	機器本体	大雨、洪水により冠水し、漏電、感電する。	B	1	b	大雨で冠水し内部に水が浸入することを想定。漏電の場合、感電の可能性がある為ハザードはBとする。大雨、洪水による冠水の可能性を考慮して発生確率はbとする。	①漏電遮断器 ②地絡検知装置 ③充電開始前の自己診断の実施 ④GLから200mmは何も入っていない構造 ⑤充電シークスエラーにより充電停止 ⑥メーカーによる点検の実施	B	1	a	トランス一次側は漏電遮断器、二次側は地絡検知装置にて漏電・地絡を検出し遮断する。浸水した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。充電シークスにより充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは、解除されない。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。IP44仕様以上の水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。事案そのものがまれであり入力レカの遮断が起ることで発生率は低い。以上より発生確率は低くとする。	L		136
141	機器本体	大雨により浸水し、漏電・感電する。	B	1	b	大雨により浸水し、漏電・感電する可能性がある。充電器本体部は屋外設置を想定した堅牢な金属筐体 (IP44) であるため、発生確率はbとする。	①漏電遮断器 ②地絡検知装置 ③チャージケーブル (2.0mm) ④充電開始前の自己診断の実施 ⑤充電シークスエラーにより充電停止	B	1	a	漏電、感電対策により発生確率は低い。浸水した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。充電シークスにより充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは、解除されない。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。IP44仕様以上の水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。以上より発生確率は低くとする。	L		137

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価			理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価			理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	ハザードによる被害の大きさ	発生度合い				ハザード分類	ハザードによる被害の大きさ	発生度合い					
142	機器本体	大雨による浸水により漏電し火災が発生する。	A2	2	c	暴風流のような雨で浸水の可能性がある。内部漏電時は内部配線が焼損する可能性がある。	①漏電遮断器 ②地絡検出回路 ③ヒューズ ④充電開始前の自己診断の実施 ⑤配線は難燃性ケーブルを使用	M	A2	2	a	遮断器、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、充電器設備内故障となる。浸水した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。内部焼損には至らない。IP44仕様以上での水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、焼損に至ることはない。二次側は充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は遮断器をトリップさせることで焼損に至ることはない。以上より発生確率は低くとする。	N		138
143	機器本体	落雷による故障	A2	2	b	落雷により入力部を含む回路に甚大な被害を受け最悪の場合は、装置焼損、火災に至る可能性もあることから、ハザードはA2とする。落雷の可能性を考慮して発生確率はaとする。	①SPD（保安器、避雷器）、ZNR（サージアブソーバ）等の雷サージ対策 ②漏電遮断器 ③ヒューズ ④地絡検知装置	L	A2	2	a	入力部にSPDによる保護回路を取付けている。内部損傷した場合は、漏電遮断器により装置停止する。ZNRにより避雷対策を回っており、火災に至る可能性は低い。雷サージを想定した設計により、発生確率は低い。誘導雷による内部機器損傷に伴い発生する短絡、地絡、漏電などの異常電流は漏電遮断器、ヒューズで遮断。トランス絶縁不良は二次側の地絡検知装置で遮断。以上より発生確率はaとする。	N		139
144	機器本体	落雷による感電	B	1	a	トランス二次側回路の活電部（充電コネクタ端子）に触れている状態で、かつ絶縁トランスの絶縁耐圧を超えるサージが発生すると感電する可能性がある。ハザードはBとする。活電部に触れる可能性が低いこと、雷サージを想定した（耐インパルス）設計により絶縁発生確率は非常に低いため発生確率はaとする。	①SPD（保安器、避雷器）、ZNR（サージアブソーバ）等の雷サージ対策 ②漏電遮断器 ③充電中は触れないよう表示 ④ヒューズ ⑤地絡検知装置	L	B	1	a	入力部にSPDによる保護回路を取付けている。内部損傷した場合は、漏電遮断器により装置停止する。充電中に落雷した場合は、充電シークスにより充電が止まれば保護されているが、落雷の場合は、回り込み等を考慮すると保障されない。ZNRにより避雷対策を回っており、感電に至る可能性は低い。感電する前に雷サージ対策、漏電遮断器で保護できる可能性がある。誘導雷による内部機器損傷に伴い発生する地絡、漏電は漏電遮断器、ヒューズで遮断。トランス絶縁不良は二次側の地絡検知装置で遮断。以上より発生確率は極めて低い。	L		140
145	機器本体	活電中の筐体を開け、充電部にふれ感電する。	B	1	a	主回路の活電部に触れると感電するがハザードはBとする。イタズラ等で筐体部を開ける可能性は低い。発生確率はaとする。	①扉開を検知し装置停止 ②扉の施錠等、容易に開けられない構造 ③保護カバー設置等、容易に活電部に触れない構造 ④活電部に感電警告シール	L	B	1	a	活電部に感電警告シールを貼り注意喚起する。容易に活電部に触れない構造とする。扉等で容易に筐体を開けられない構造とする。筐体の扉は通気施錠されており開くことはない。万一、施錠が解除されており、扉開放した際にも、扉開放検出スイッチにより、扉開放を検知して装置を停止させるため、感電に至ることはない。装置のドア開のアラームにより装置停止する。保護カバー設置の対策を施した結果、故意に電極に触れても感電しにくくなる。以上より発生確率は極めて低い。	○ L		141
146	機器本体	短絡、漏電などにより内部発火が発生する。	A2	2	b	筐体内部の可燃性構造物（可燃性プラスチック、木材）に引火する。金属製筐体のため外部火災による延焼の可能性は低い。	①漏電遮断器 ②地絡検出回路 ③配線、導電部付近は難燃材を使用 ④ヒューズ ⑤充電時異常停止シークス ⑥充電開始前の自己診断の実施	L	A2	2	a	絶縁材使用、および各種安全対策により発生確率は低い。漏電の場合は、漏電遮断器により装置停止する。低電流出力のため二次側短絡による発火は発生しない。二次側短絡による漏電、地絡検知等により装置停止する。充電シークスにより充電停止する。遮断器、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、充電器設備内故障となる。一次側の地絡または短絡時には地絡電流または過電流を検出し、遮断器をトリップさせることで、焼損に至ることはない。二次側はヒューズが容易に焼損に至ることはない。充電開始前の自己診断を実施しているため、発生確率は低い。以上より発生確率は低くaとする。	N		142
147	機器本体	内部回路の盤への漏電、感電	B	1	a	保護回路が無いと発生危険性有り。	①漏電遮断器 ②地絡検出回路 ③充電開始前の自己診断の実施 ④充電シークスエラーにより充電停止 ⑤筐体の接地構造	L	B	1	a	漏電の場合は、漏電遮断器により装置停止する。低電流出力のため二次側短絡による発火は発生しない。二次側短絡による漏電、地絡検知等により装置停止する。充電シークスにより充電停止する。一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。二次側は、充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、感電に至ることはない。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。以上より発生確率は極めて低い。	L		143
148	機器本体	装置の転倒	B	1	a	アンカーボルトの緩み、悪感、地震などの天災により機器が転倒することを想定する。入力電源が引きずられ短絡する、短絡時の大電流で発熱する可能性有り最悪の場合は、装置焼損につながる。出力が引きずられる場合、地絡する可能性があり感電の可能性もある。また、短絡し、大電流によって加熱、発煙の可能性もある。発生頻度の大小は、かなり小さいと考えられる。	①漏電遮断器 ②アンカーボルトによる固定 ③ヒューズの使用 ④充電前の自己診断の実施 ⑤地絡検知による装置停止 ⑥制御回路異常により装置停止 ⑦充電シークスエラーにより充電停止 ⑧設備側に漏電遮断器を設置	L	B	1	a	装置は基礎にアンカーボルトで固定（水平振動1.5G）されており転倒することはない。万一転倒して短絡、地絡状態になった場合でも、一次側は漏電遮断器、二次側は充電前の自己診断、ヒューズにて保護されるため、火災・感電に至ることはない。転倒などの衝撃で外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。感電する前に漏電遮断器で保護できる可能性がある。以上より発生確率は極めて低い。	L		144
149	機器本体	外部火災により長時間高温暴露する。	A3	3	a	外部火災により長時間高温暴露し内部回路・部品が損傷する可能性がある。不燃性・難燃性・金属製筐体のため発火、延焼の可能性は低い。外部火災遭遇の可能性はほぼないと考える。	①配線は難燃性ケーブルを使用	N	A3	3	a	難燃性ケーブルを使用したとしても、内部回路過熱による破損の可能性は残る。外部火災により長時間高温暴露し内部回路・部品が損傷する保障はなし。以上より、発生確率は変わらない。	N	燃焼実験で確認する	145
150	機器本体	外部火災による放水で漏電、火災が発生する。	A2	2	a	IP44仕様である。内部漏電時は内部配線が焼損する可能性がある。二次側（直流回路）は非接地回路のため地絡ではハザードはない。二次側短絡時は充電中でなければ何も起こらず、充電中はヒューズが遮断する。外部火災の発生および上記状況に起こる確率は殆ど想定していない。	①漏電遮断器 ②地絡検出回路 ③ヒューズの使用 ④配線は難燃性ケーブルを使用 ⑤充電開始前の自己診断の実施	N	A2	2	a	遮断器、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、充電器設備内故障となる。衝撃により外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。内部焼損には至らない。IP44仕様以上での水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせることで、火災に至ることはない。二次側は充電開始前に充電回路の自己診断を行い地絡を検出した場合は、遮断器をトリップさせることで、火災に至ることはない。以上より発生確率は極めて低い。	N		146

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)			
		ハザード分類	発生度合い			ハザードによる被害の大きさ	発生度合い								
151	機器本体	バックキ不良による水濡れ短絡、破壊	A4	4	a	内部で断線して故障するのみ。	N	①漏電遮断器 ②地絡検知による装置停止 ③ヒューズの使用 ④配線は難燃性ケーブルを使用 ⑤充電シークスエラーにより充電停止 ⑥管理者による日常点検の実施	A4	4	a	遮断器、ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、充電器設備内故障となる。水濡れの場所による電源部に浸水した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。装置としては、故障する。万一水の浸入により内部短絡した場合は、一次側は、過電流を検出し遮断器をトリップさせることで焼損に至ることはない。二次側はヒューズが溶断し焼損に至ることはない。以上より発生確率は極めて低い。	N		147
152	冷却装置 (A C)	絶縁劣化により短絡	A2	2	b	経年劣化により絶縁不良となり短絡が発生する。短絡により内部焼損が発生する可能性はあるが、外部への延焼は発生しないと考えられる。8年の耐用年数では、配線劣化は起こりにくいで発生確率bとする。	L	①ヒューズの使用 ②コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ③制御回路異常により装置停止 ④ファンの回転検出機能の使用	A2	2	a	冷却装置の絶縁劣化により短絡すると、ヒューズが切れてファンが停止し短絡電流の保護がされる。たとえファンが停止してもファン回転停止検出機能や過温度により装置停止する。発生確率b→a。	N		148
153	冷却装置 (A C)	冷却装置故障により過熱する。	A2	2	c	冷却装置故障により部品(スイッチング素子、トランス等)が発熱することで内部焼損が発生する可能性はあるが、外部への延焼は発生しないと考えられる。ファンは有寿命部品で有り、定期的な交換が必要。ファン寿命は約3400時間であるが耐用年数内に発生する可能性があるため発生確率cとした。	M	①コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ②充電器内温度監視機能 ③冷却装置を複数台設置 ④制御回路異常により装置停止	A2	2	a	ファンが停止しても過温度により装置停止する。半導体温度上昇だけでなく装置内の温度上昇を監視し二重保護のため発生確率c→a。	N		149
154	冷却装置 (A C)	絶縁劣化により感電する。	B	1	b	経年劣化により絶縁不良となり漏電が発生する。漏電により装置筐体を触ることで感電の可能性がある。	M	①漏電遮断器による装置停止	B	1	a	冷却装置の絶縁劣化により短絡するとヒューズが切れてファンが停止する。漏電した場合は、漏電遮断器により装置停止する。発生確率b→a。	L		150
155	冷却装置 (D C)	絶縁劣化により短絡	A2	2	b	経年劣化により絶縁不良となり短絡が発生する。短絡により内部焼損が発生する可能性はあるが、外部への延焼は発生しないと考えられる。8年の耐用年数では、配線劣化は起こりにくいで発生確率bとする。	L	①ヒューズの使用 ②コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ③制御回路異常により装置停止 ④ファンの回転検出機能の使用	A2	2	a	冷却装置の絶縁劣化により短絡すると、ヒューズが切れてファンが停止し短絡電流の保護がされる。たとえファンが停止してもファン回転停止検出機能や過温度により装置停止する。発生確率b→a。	N		151
156	冷却装置 (D C)	冷却装置故障により過熱する。	A2	2	c	冷却装置故障により部品(スイッチング素子、トランス等)が発熱することで内部焼損が発生する可能性はあるが、外部への延焼は発生しないと考えられる。ファンは有寿命部品で有り、定期的な交換が必要。ファン寿命は約3400時間であるが耐用年数内に発生する可能性があるため発生確率cとした。	M	①コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ②充電器内温度監視機能 ③冷却装置を複数台設置 ④制御回路異常により装置停止	A2	2	a	ファンが停止しても過温度により装置停止する。半導体温度上昇だけでなく装置内の温度上昇を監視し二重保護のため発生確率c→a。	N		152
157	冷却装置 (ファン)	劣化によりファンが故障及びフィルタ目詰まりにより、筐体内部が過熱する。	A2	2	b	ファン故障及びフィルタ目詰まりによる筐体内部の過熱。筐体内部の為外部への延焼の可能性は低い。故障率としては、時には起こりうる。但し、フィルタについては、期間内の保守を怠ると故障の可能性が高い。	L	①コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ②充電器内温度監視機能 ③冷却装置を複数台設置 ④制御回路異常により装置停止	A2	2	a	ファンが停止しても過温度により装置停止する。半導体温度上昇だけでなく装置内の温度上昇を監視し二重保護のため発生確率b→a。	N		153
158	スイッチング素子	冷却装置故障により素子が過熱する。	A3	3	b	冷却装置故障(故障・寿命により停止)の理由からスイッチング素子が発熱し破損する可能性があるが、想定される。素子は破損し発熱する可能性があるが、外部への延焼は考えられない。故障・寿命により停止するため、発生確率はaとbとする。	L	①コンバータ部、インバータ部、整流器の過温度による装置停止 ②充電器内温度監視機能 ③半導体フィン温度上昇検出回路 ④制御回路異常により装置停止	A3	2	a	ファンが停止しても過温度により装置停止する。半導体温度上昇だけでなく装置内の温度上昇を監視し二重保護のため発生確率b→a。	N		154
159	操作ボタン	ユーザによる操作が不能となる。	C	3	b	直接火災、感電には繋がらないのでC。制御回路短絡などで接点溶着の可能性があり、定期点検で経年劣化による故障は未然に防止できる為発生確率はbとする。	L	①非常停止ボタン ②制御回路異常により装置停止 ③充電シークスエラーにより充電停止 ④コネクタ防塵とロック状態でないで充電が開始しない構造 ⑤操作ボタン故障により運転開始しない ⑥設備側に漏電遮断器を設置	C	3	a	充電停止ボタン故障によりユーザが操作不能とも非常停止により充電停止は可能。充電開始ボタン故障によりコネクタ未かん合状態で充電開始ボタンがONとなっても、コネクタ端子には電圧が掛からない構造のため安全は確保される。制御回路異常を検知すれば装置停止となる。充電シークス異常の場合は充電停止となる。以上より発生確率をaとする。	N		155
160	非常停止ボタン	接点溶着により緊急時に非常停止不能	C	3	b	直接火災、感電には繋がらないのでハザードはCとする。制御回路短絡などで接点溶着の可能性があり、定期点検で経年劣化による故障は未然に防止できる為発生確率はbとする。	L	①接点の二重化 ②接点溶着自己診断(安全リレー採用) ③漏電遮断器による装置停止 ④制御回路異常による装置停止 ⑤充電シークスエラーにより充電停止 ⑥非常停止ボタン故障により運転停止しない	C	3	a	回路二重化により単一故障で非常停止回路が機能不全にならない構造。非常停止ボタンの接点溶着は自己診断により検出。(安全リレー採用)非常ボタンは漏電遮断器を動作させて装置停止させる。遮断しない場合も制御回路異常として充電停止する。非常停止ボタン故障により停止しないが、停止ボタンでの停止は可能である以上より発生確率はaとする。	N		156
161	安全リレー	振動、端子ねじ緩みにより断線・短絡機能不全が起こる。	C	3	a	直接火災には至らないのでハザードはCとする。自己診断機能により異常検出されるため発生確率はaとする。	N	①自己診断機能] ②漏電遮断器による装置停止] ③制御回路異常による装置停止] ④充電シークスエラーにより充電停止]	C	3	a	自己診断機能により故障検出可能。以上より発生確率は極めて低い。	N		157
162	筐体外部配線	充電器外部で発火	A1	1	a	経年劣化や、外力によりケーブルが損傷し、短絡、スパークが発生し火災となることが想定される。線の近傍に可燃物があると延焼の可能性はある。損傷、スパーク、可燃物の存在の三条件揃う確率は極小。	L	[ハザードの除去] ①配電盤側の漏電遮断器による停止 [ハザードの予防] ①配線は難燃性ケーブルを使用	A1	1	a	上位系(配電盤側)の遮断器にて過電流を検出し、遮断器をトリップさせることで装置への過電流入力を防止するため、発火に至ることはない。	L		158
163	筐体外部配線	感電	B	1	a	経年劣化や、外力によりケーブルが損傷し、漏電する可能性がある。漏電により感電することが考えられる。一次側配線に触れる確率は極めて低い。	L	①配電盤側の漏電遮断器による停止	B	1	a	地絡・漏電の異常電流は配電盤側の漏電遮断器で遮断する為、発生確率は極めて低い。	L		159
164	筐体外部配線	充電動作不可(ハザードに該当しない)	C	3	a	一次側の配線間違いで電力供給できないなど。	N	[①電力供給不能のため運転開始しない] [②配電側の漏電遮断器による装置停止] [③相回転異常による装置起動停止]	C	3	a	入力電源の配線を間違えた場合は、漏電遮断器により装置停止する。配線を間違った場合はアラーム検知して装置が起動しない。	N		160

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議議決反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
165	充電器内部で発火	A2	2	a	N	④配線は難燃性ケーブルを使用) [②配電器側にも遮断器使用] [③入力電圧(過電圧、不足電圧)の監視] [④相回転異常による装置起動停止]	A2	2	a	N	161		
166	感電 (交直共)	B	1	a	L	①漏電遮断器による装置停止 ②地絡検知による装置停止 ③充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	L	162		
167	充電器内部で発火 (交直共)	A2	2	a	N	④漏電遮断器の使用) [②地絡検出回路の使用] [③ヒューズの使用] [④配線は難燃性ケーブルを使用]	A2	2	a	N	163		
168	感電 (EV充電)	B	1	b	M	①出力回路の地絡検知装置 ②充電開始前の絶縁(地絡・漏電)確認	B	1	a	L	164		
169	感電 (EV充電)	B	1	b	M	①冷却液の流量検知機能 ②充電開始前の絶縁(地絡・漏電)確認・自己診断実施 ③地絡検知による装置停止 ④漏電遮断器による装置停止 ⑤GLがφ200mmは何も入っていない構造 ⑥充電シークンサーにより充電停止	B	1	a	L	新規		
170	断線による過熱、発火 (EV充電)	A1	1	a	L	【ハザードの除去】 ①充電開始前の絶縁(地絡・漏電)確認 ②地絡検知による装置停止 ③ヒューズの使用 ④ハザードの予防 ⑤充電シークンサーにより充電停止	A1	1	a	L	165		
171	高温による火傷 (EV充電)	A3	3	b	L	①温度検知機能による装置停止 ②過電流検知での充電器出力遮断	A3	3	a	N	新規		
172	怪我 (EV充電)	C	3	c	L	①充電ケーブル保持構造の変更 ②ケーブルキャリアの取り付け ③車両接続部付近での取付 ④カウンターウェイトを使用するなどケーブルの引き直しにも工夫が必要	C	3	C	L	新規		
173	液漏れによる内部基板損傷	A2	2	b	L	①冷却液の流量検知機能 ②冷却液と基板の分離構造 ③充電ケーブル温度検知機能 ④充電器と冷却装置の個別制御 ⑤冷却装置自体での異常検知機能	A2	2	b	L	新規		
174	液漏れによる充電ケーブル過熱による火傷	A3	3	b	L	①冷却液の流量(液漏れ)検知機能 ②冷却液と基板の分離構造 ③充電ケーブル温度検知機能	A2	2	b	L	新規		
175	過充電により発火する。	A2	2	b	L	①充電器故障(出力過電圧)検出時、充電器停止 ②蓄電池温度上昇時、充電電圧低下または充電停止 ③蓄電池周辺は難燃材を使用 ④蓄電池部にて過充電・過電圧時に充電回路から遮断する。 ⑤漏電が発生した場合、漏電検出器で検知され電源を遮断する。 ⑥充電器出力が過電流の状態になった場合は停止 ⑦装置アラーム(各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等)により装置停止 ⑧充電シークンサーにより急速充電器停止	A2	2	a	N	166		

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い			ハザード分類	発生度合い					
176	蓄電池 外部短絡により過熱、発火する。	A2	2 b	外部短絡により、発熱が発生する。電流、温度上昇次第ではセルの高温によるガス噴出となり、発火の可能性がある。外部短絡発生、短絡電流量などの複数要因により発火に至ること、堅牢な金属筐体に収納することを考慮してハザードA2、発生確率bとする。	L	A2	2 a	①セル単体にて外部短絡試験実施 ②蓄電池過電流保護機能（ヒューズ、過電流遮断器）あり ③蓄電池周辺および配線には難燃材を使用 ④装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ⑤充電シーケンサーにより急速充電器停止	想定されていた短絡電流による充電器内部火災のハザードは短絡電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。難燃材の使用、異常時システム停止機能など複数の安全対策を実施していることから、発生確率はaとする。	N	今回は評価対象外	167
177	蓄電池 内部短絡により過熱、発火する。	A2	2 a	内部短絡により、発熱が発生する。温度上昇次第ではセルの高温によるガス噴出となり、発火の可能性がある。内部短絡に対するセル設計・製造での安全確保により発火に至る可能性は非常に低い。堅牢な金属筐体に収納することを考慮してハザードA2、発生確率aとする。	N	A2	2 a	①蓄電池出力電流が設定値を超えると開閉器・ヒューズを作動させ、電流を遮断する。 ②配線は難燃性ケーブルを使用 ③装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ④充電シーケンサーにより充電停止	過電流保護、難燃材使用、異常時システム停止機能などの各対策により、リスクランクはaのまま変更はないが、より発生確率が低減される。	N	今回は評価対象外	168
178	蓄電池 発熱により破裂、発火する。	A2	2 b	冷却障害により、発熱が発生する。温度上昇次第ではセルの高温によるガス噴出となり、発火の可能性がある。冷却障害による発熱は急激なものではなく、温度上昇値もセルを破損させるほど高くない場合がほとんどと考えられる。堅牢な金属筐体に収納することを考慮してハザードA2、発生確率bとする。	L	A2	2 a	①冷却装置（ファン故障）検出機能あり。 ②蓄電池温度上昇時は充電電圧低下、充電停止、電流遮断のいずれかにより保護をおこなう。 ③筐体内温度検出により、電流を遮断する。 ④蓄電池周辺は難燃材を使用 ⑤装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ⑥充電シーケンサーにより充電停止	冷却装置故障検出機能と、温度監視による充電制御や保護をおこなうため、発火にいたる可能性は低い。難燃材使用、異常時システム停止機能により、発火状態が継続することはない。以上のような複数の安全対策の実施により、発生確率はaとする。	N	今回は評価対象外	169
179	蓄電池 充電時の可燃性ガス発生と火気により発火する。	A2	2 b	水素などの可燃性ガスの充満と開閉器などのスパークにより発火の可能性がある。換気不良、ガス濃度、火種などの複数要因により発火に至ること、堅牢な金属筐体に収納することを考慮してハザードA2、発生確率bとする。	L	A2	2 a	①蓄電池収納部は適切な換気機能あり。 ②蓄電池周辺は難燃材を使用 ③ガス発生を防止するために、電池セルの温度を検出して、設定温度を超える場合は、開閉器により電流を遮断する。	蓄電池収納部の換気機能により可燃性ガスの充満を防ぐことができる。あわせて、電池温度監視によるガスの抑制により可燃性ガスが原因の発火の可能性は低くなる。以上より、発生確率はaとする。	N	今回は評価対象外	170
180	蓄電池 二次側短絡などにより素子故障	A4	4 b	内部で断線して機器故障となる。部品の断線故障による機器停止となるため、ハザードA4、発生確率bとする。	N	A4	4 a	①ヒューズの使用] [②配線は難燃性ケーブルを使用] [③装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止] [④充電シーケンサーにより充電停止]	ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、想定されていた短絡電流による充電器内部火災のハザードは短絡電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。異常時のシステム監視機能などの各安全対策により、発生確率はaとする。	N	今回は評価対象外	171
181	蓄電池 部品不良により破壊	A4	4 b	内部で断線して機器故障となる。部品の断線故障による機器停止となるため、ハザードA4、発生確率bとする。	N	A4	4 a	①ヒューズの使用] [②配線は難燃性ケーブルを使用] [③装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止] [④充電シーケンサーにより充電停止]	ヒューズ、難燃性ケーブル使用の対策を施した結果、想定されていた短絡電流による充電器内部火災のハザードは短絡電流を遮断する理由から充電器設備内故障となる。異常時のシステム監視機能などの各安全対策により、発生確率はaとする。	N	今回は評価対象外	172
182	太陽電池 損傷により短絡する。	A2	2 b	外的要因（風による飛来物）によりパネル破損し、短絡が発生する。発熱、短絡部焼損後、断線故障となる。パネルの材料は難燃材を使用していることを考慮してハザードA2、発生確率bとする。	L	A2	2 a	①パネル配線保護用遮断器の使用 ②不具合時パワーコンディショナー停止 ③装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ④充電シーケンサーにより充電停止	システムの安全保護機能や過電流遮断により危険状態が継続することはない。以上より、発生確率aとなる。	N	今回は評価対象外	173
183	太陽電池 損傷により漏電する。	B	1 b	外的要因（風による飛来物）によりパネル破損し、漏電、発熱が発生する。パネルの材料は難燃材を使用しているため延焼はしないが、断線故障により感電の可能性があるため、ハザードB、発生確率bとする。	M	B	1 a	①漏電が発生した場合、漏電検出器で検知され電源を遮断する。 ②装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ③充電シーケンサーにより充電停止	システムの安全保護機能や漏電検出・過電流遮断により危険状態が継続することはない。以上より、発生確率aとなる。	L	今回は評価対象外	174
184	太陽電池 絶縁劣化により短絡する。	A2	2 a	経年劣化により絶縁劣化し、短絡が発生する。発熱、短絡部焼損後、断線故障となる。パネルの材料は耐環境性能を有した難燃材を使用しているため発生確率は非常に少ないことを考慮してハザードA2、発生確率aとする。	N	A2	2 a	①漏電が発生した場合、漏電検出器で検知され電源を遮断する] ②装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止] ③充電シーケンサーにより充電停止] [④パネル配線保護用遮断器の使用] [⑤定期点検の実施]	システムの安全保護機能や過電流遮断により危険状態が継続することはない。対策を施した結果、リスクランクaの変更はないが、より発生確率が低減される。	N	今回は評価対象外	175
185	太陽電池 絶縁劣化により漏電する。	B	1 a	経年劣化によりパネルが破損し、漏電、発熱が発生する。パネルの材料は耐環境性能を有した難燃材を使用しているため発生確率は非常に少ない。漏電による延焼はないが断線故障となるまでは感電の可能性があるため、ハザードB、発生確率aとする。	L	B	1 a	①漏電が発生した場合、漏電検出器で検知され電源を遮断する。 ②装置アラーム（各部過電圧、過電流、過温度、地絡検知、制御回路異常、通信異常等）により装置停止 ③充電シーケンサーにより充電停止	システムの安全保護機能や漏電検出・過電流遮断により危険状態が継続することはない。対策を施した結果、リスクランクaの変更はないが、より発生確率が低減される。	L	今回は評価対象外	176
186	その他のヒューマンエラー 充電コネクタが破損した状態で充電操作をして感電	B	1 c	充電コネクタを誤って落として破損。充電コネクタが地面にある状態でクルマに挟まれて破損	H	B	1 a	①JEVSG105により落下強度の確保 ②助合が不完全になり、充電できなくなる。	JEVSG105にて落下強度の性能として、1m上からコンクリート床に落下させた際に異常のないことが規定されており、充電コネクタが大きく破損することはない。また、クルマの踏み潰しなどの衝撃でコネクタが破損した場合、もともと構造的に弱いロックレバーが変形すると考えられる。ロックレバーが変形すると、1) 助合ができない、または、2) ロックができない、のいずれかになる可能性が高い。いずれの場合も、コネクタロックができず、充電器は動作しない。	○ L	今回は評価対象外	177
187	その他のヒューマンエラー 充電コネクタが濡れた状態で充電操作をして感電	B	1 c	充電コネクタを水溜りに落としてそのまま充電。台風のような豪雨の中で濡れた手で充電操作	H	B	1 a	①充電開始前の自己診断の実施	コネクタ部分が漏電する状態では、充電器側に充電開始前の絶縁確認の際に絶縁不良診断を行うため、充電が開始することは有り得なく、感電に至ることはない。	○ L	今回は評価対象外	178

部位等	想定されるハザード	安全対策前の評価		理由	対策前のリスクランク	安全対策	安全対策後の評価		理由	ヒューマンエラー項目	対策後のリスクランク	＜備考＞ 評価見直しの要否および見直しの場合・新規追加の場合の理由 H30年度作業会議論議反映メモ	番号 (H23)
		ハザード分類	発生度合い				ハザード分類	発生度合い					
188	他のヒューマンエラー 充電コネクタが濡れた状態で充電操作をして感電	B	1	b	M	①充電開始前の絶縁診断 ②漏電検出器が検知して電源を遮断(充電中) ③地絡検知により装置停止 ④制御回路異常により装置停止 ⑤充電シーケンスエラーにより充電停止 ⑥コネクタ未接続時は出力遮断の構造 ⑦冷却液の流量(液漏れ)検知機能	B	1	a	コネクタ部への水混入で地絡検知により装置停止する。地絡検出回路使用の対策を施した結果、漏電遮断器で保護できる可能性がある。充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため感電に至ることはない。充電シーケンスにより充電開始すると充電コネクタは、ロックされる。また、充電電圧がある場合、ロックは解除されない。コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造のため感電に至ることはない。以上により発生確率は低くとす。	L		新規
189	他のヒューマンエラー 充電ケーブルの着脱操作中にコネクタの内部に触れて感電	B	1	b	M	①コネクタ未接続時は出力遮断の構造	B	1	a	充電スタートボタンを押した時は、車両と充電器間の通信制御が最初に行われるが、コネクタと車両が接続されていない状態では、通信エラーとなり充電が開始されることはない。	○	L	179
190	他のヒューマンエラー クルマのインレット部分に触れて感電	B	1	b	M	①車両コネクタ内蔵	B	1	a	車両の電池とインレットの間には、コネクタが設けられており、充電中にのみコネクタが開じる。充電時以外では、コネクタは開放されており、インレット部に電圧が掛かることはない。	○	L	180
191	他のヒューマンエラー 充電中にケーブルが外れてアークが発生し、感電または火傷	B	1	c	H	①車両ソフト位置検出機能 ②車両パーキング構造	B	1	a	車両のパーキング機能が正常であれば、サイドブレーキのかけ忘れ、ブレーキの力が目覚まらないうちに充電コネクタを接続したままクルマを前進させてしまう。充電中のケーブルに足を引っ掛け、体ごとケーブルに乗りかかってしまう。	○	L	181
192	他のヒューマンエラー 充電中にケーブルが外れてアークが発生し、火災発生	A2	2	c	M	①車両がコネクタ接続状態を感知しており、発進できない ②コネクタ未接続時は出力遮断の構造	A2	2	a	車両は、充電コネクタが接続されている状況を監視しており、その間は、ソフトをPLセンサに固定している。充電中、コネクタは電磁ロックされており、ロック機構が健全であれば人間が乗っても外れることはない。万が一充電中にコネクタが車両から外れた時には、急速充電器は通信ラインが切断されたことを感知し、充電を終了する。充電の完了までの時間は短く、短時間のアークはコネクタハウジングの中だけで生じるので、外部の火災にはならない。	○	N	182
193	他のヒューマンエラー 誤った扱いでケーブル内部が損傷し短絡地絡する。	A2	2	c	M	①DC側ヒューズが溶断し保護する。 ②DC側地絡検出器動作により保護する。	A2	2	a	使用前に車両や人による踏みつけで内部短絡地絡していても絶縁試験を行うため充電前に検出できる。検出してから保護するまでの時間は短く火災になることはない。	○	N	183
194	他のヒューマンエラー ケーブル被覆が損傷し短絡地絡する。	A2	2	c	M	①絶縁試験により異常が検出される。 ②DC側地絡検出器動作により保護する。 ③DC側ヒューズが溶断し保護する。 ④管理者による日常点検の実施	A2	2	a	充電ケーブルは使用する際に目視にて確認することが多くスタートボタンを押す前に発見する事が多い。気づかないとしても各部で保護する。検出してから保護するまでの時間は短く火災になることはない。	○	N	184

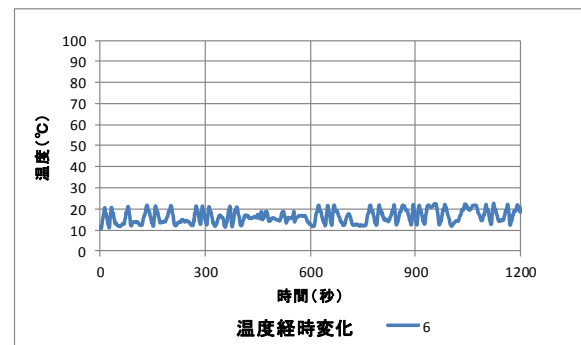
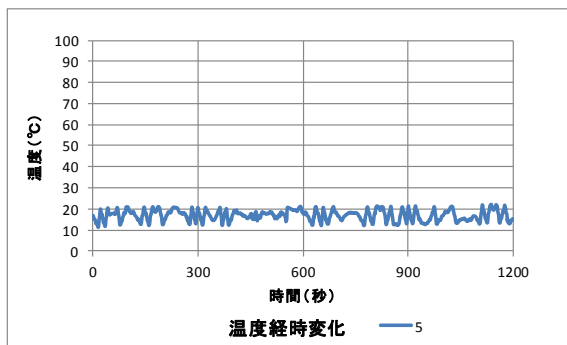
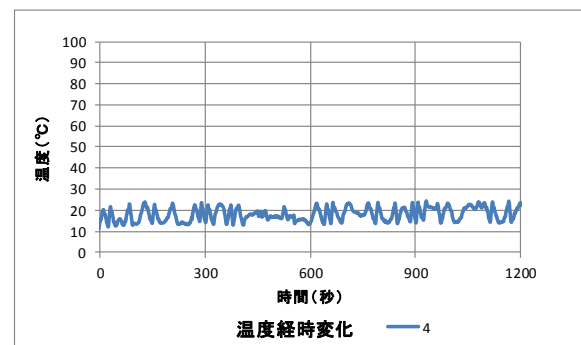
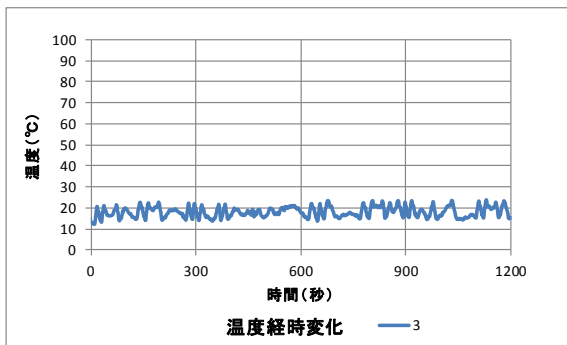
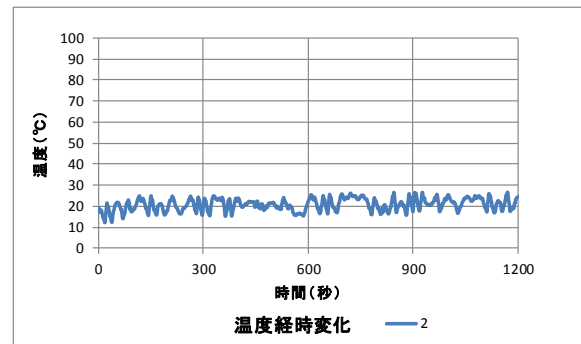
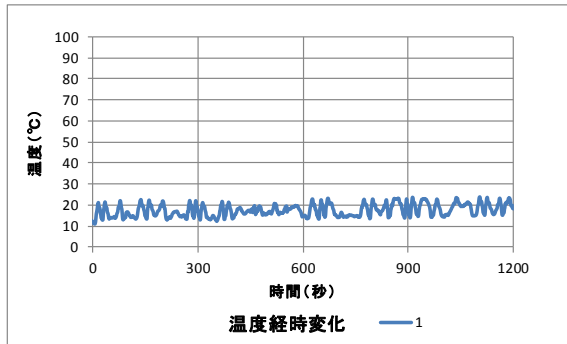
注：蓄電池及び太陽電池に係るハザード項目（ID174からID184）は今回の評価検討対象外とした

資料 2 熱電対と熱流束データの経時変化

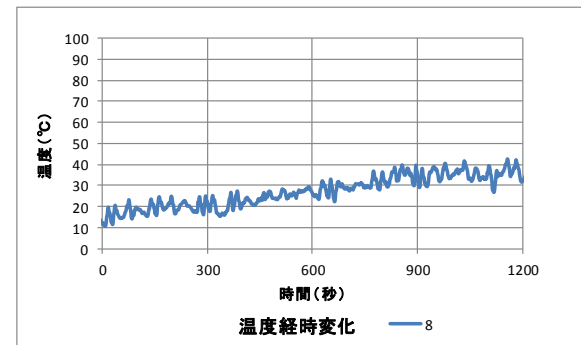
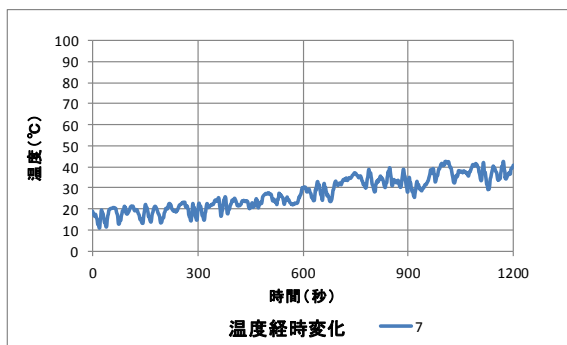
1. 熱電対データ

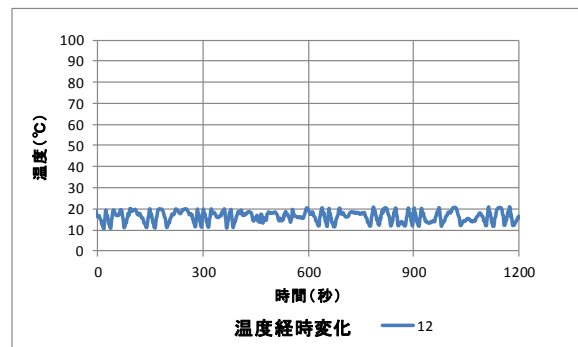
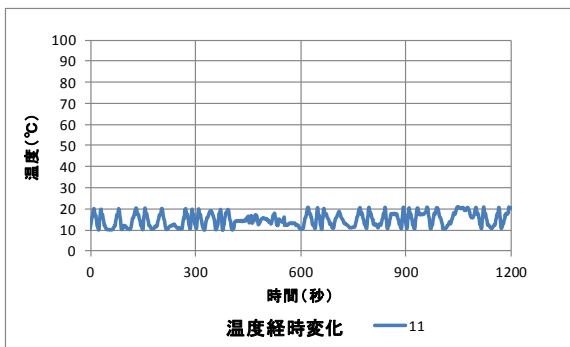
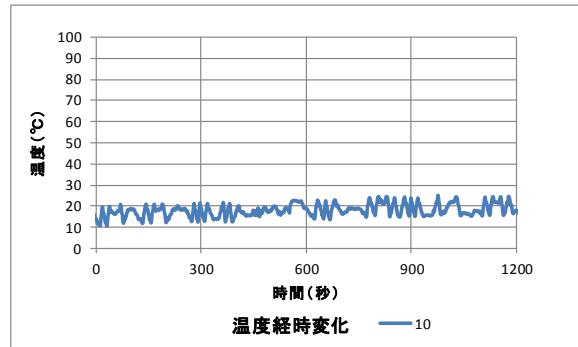
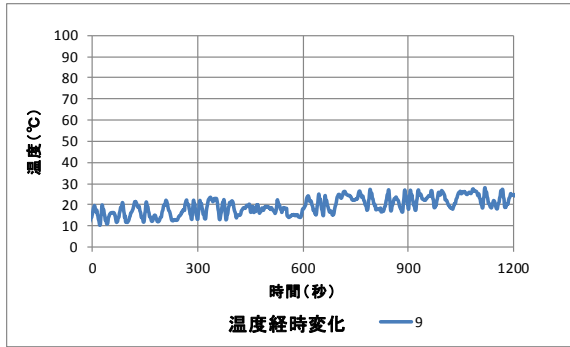
<筐体周囲>

正面側 1~6

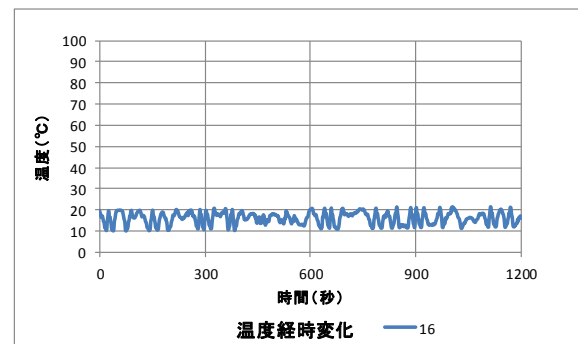
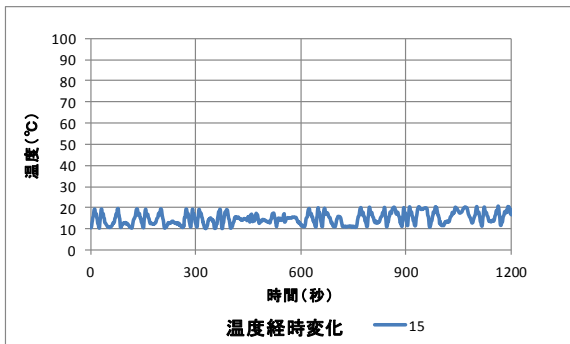
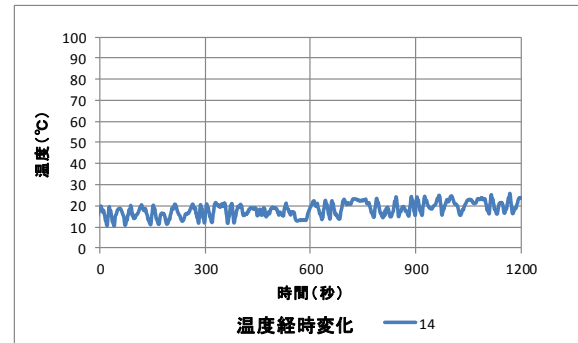
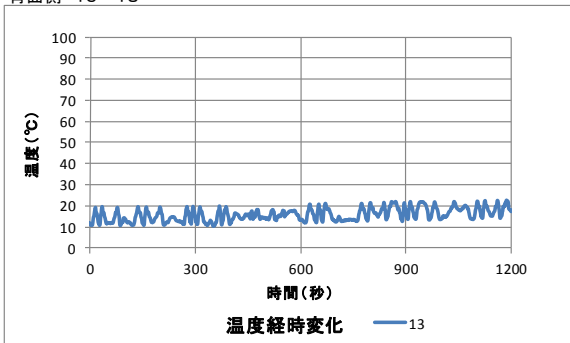


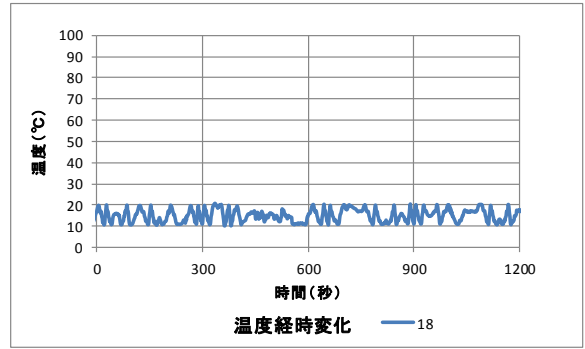
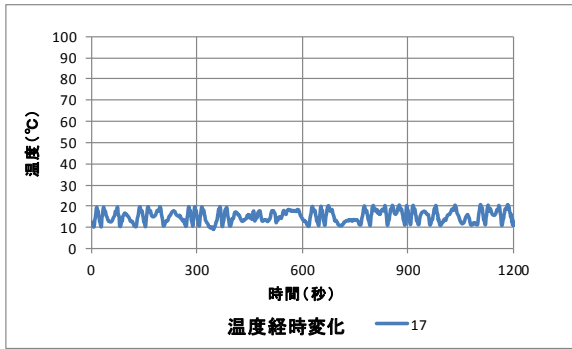
排気側 7~12





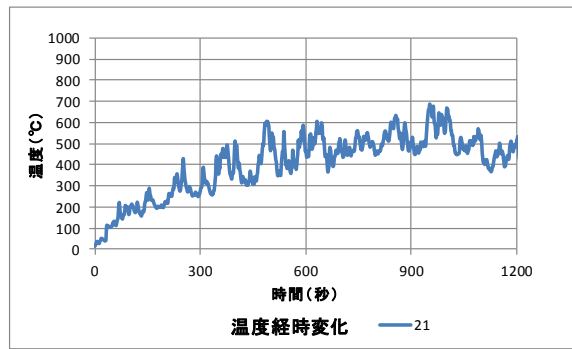
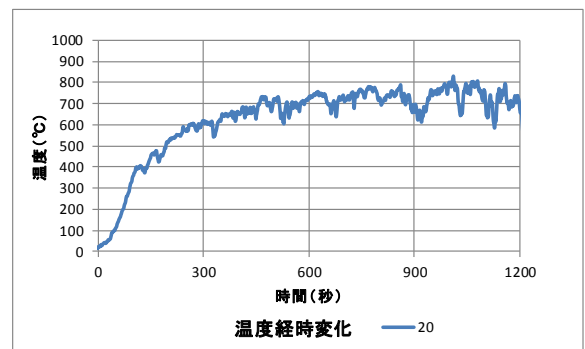
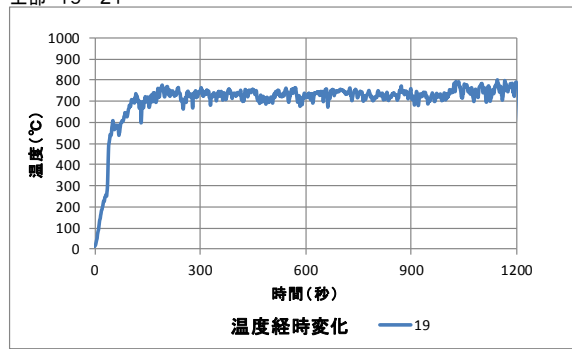
背面側 13~18



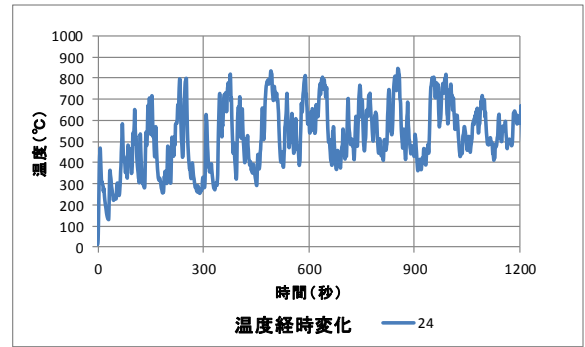
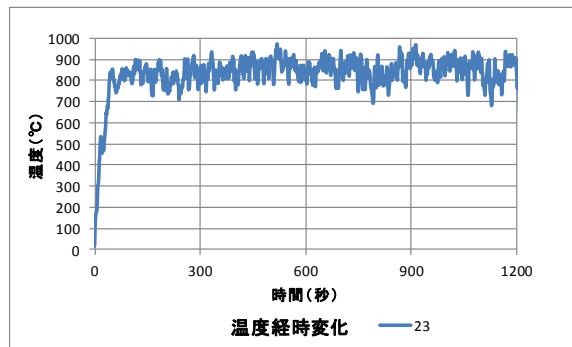
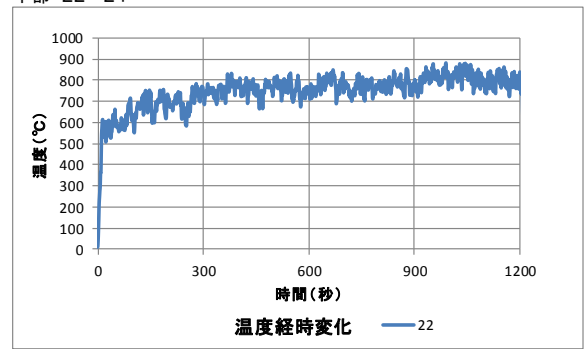


<吸気側外部側板>

上部 19~21

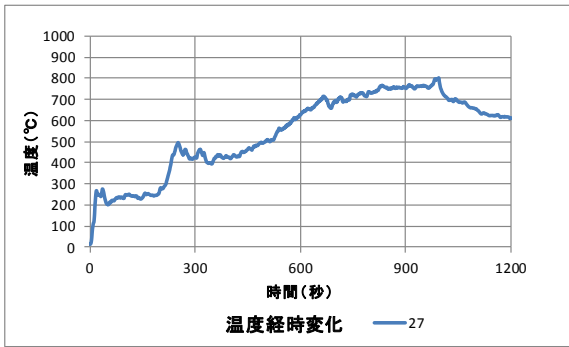
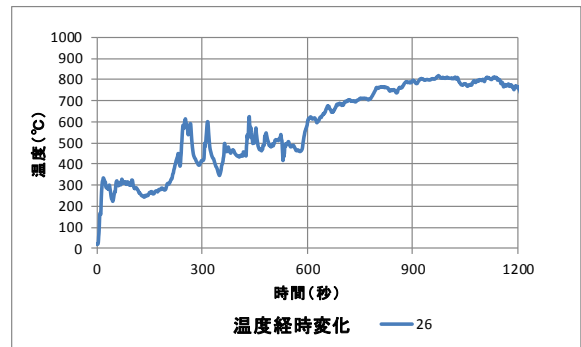
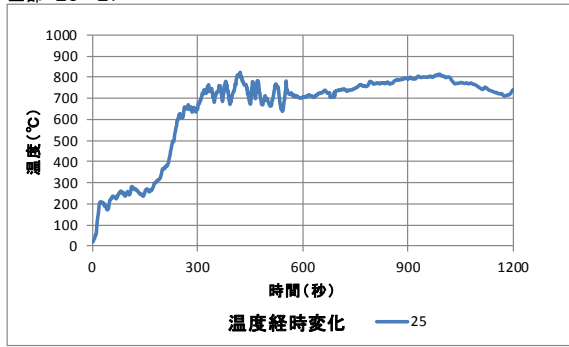


下部 22~24

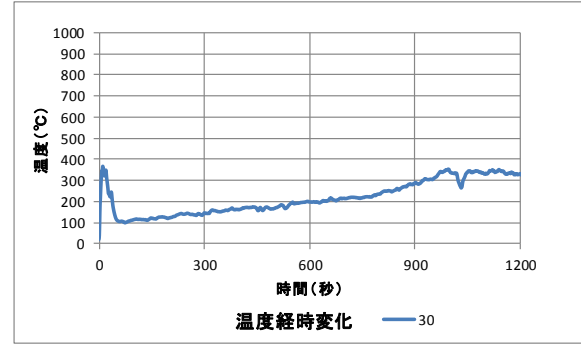
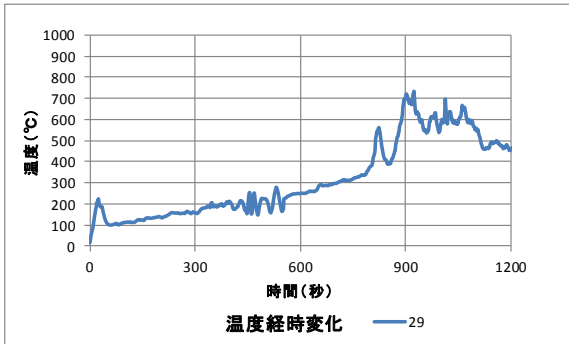
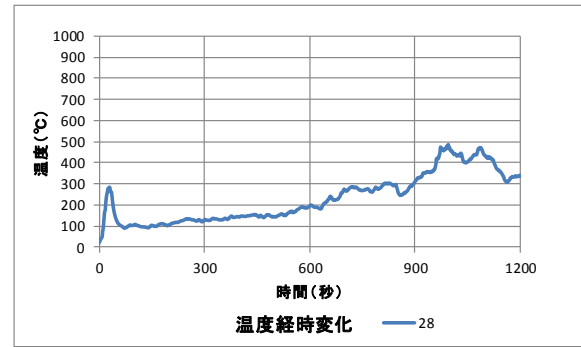


<吸気側側面内部>

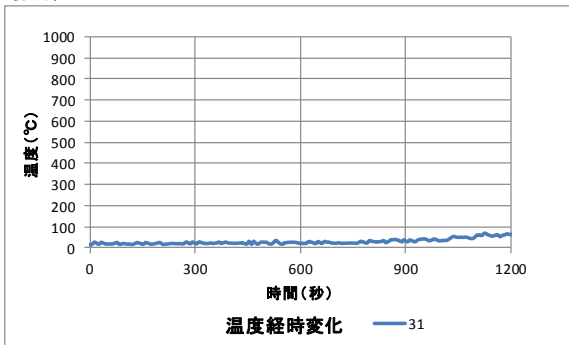
上部 25~27



下部 28~30

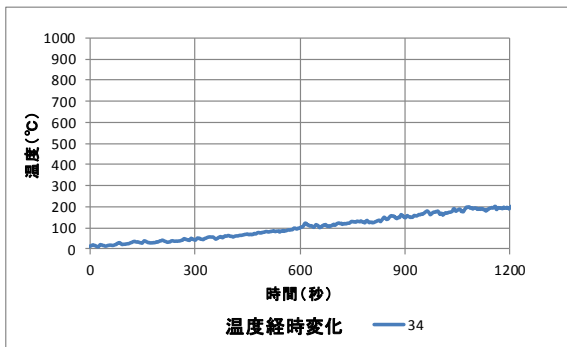
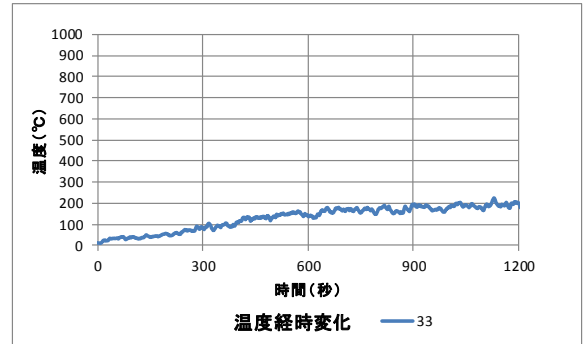
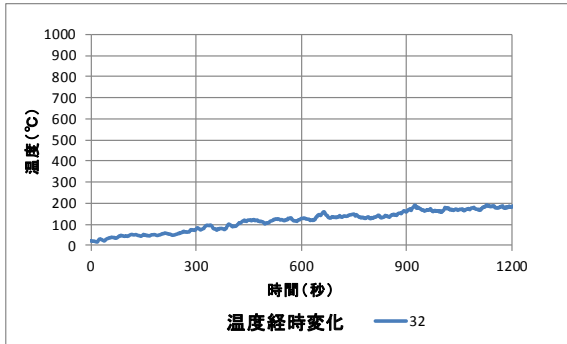


最下部 31

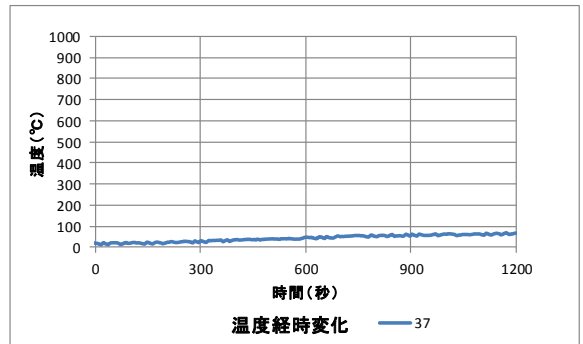
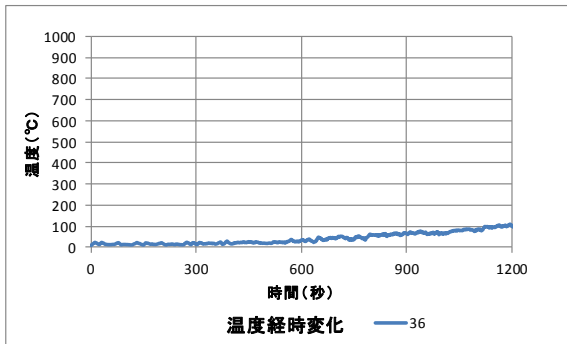
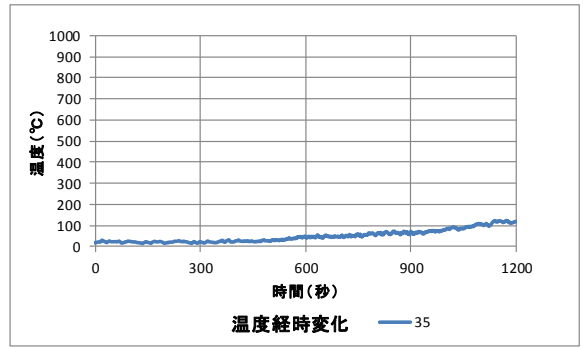


<排気側外部側板>

上部 32~34

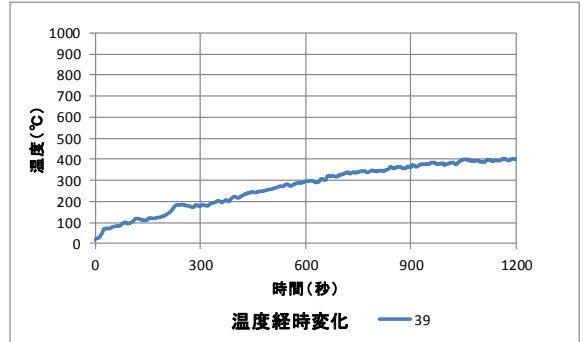
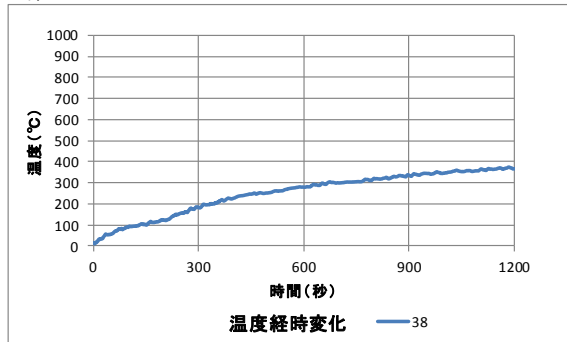


下部 35~37

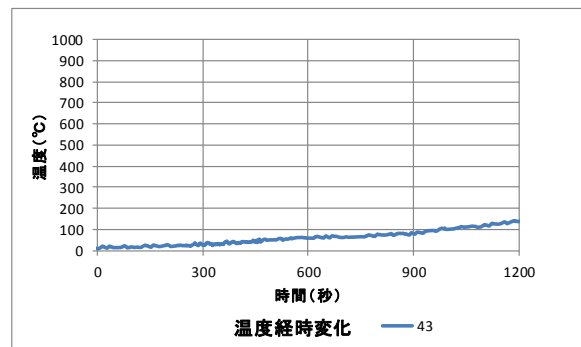
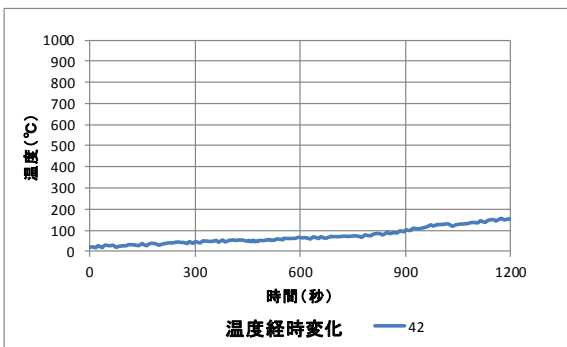
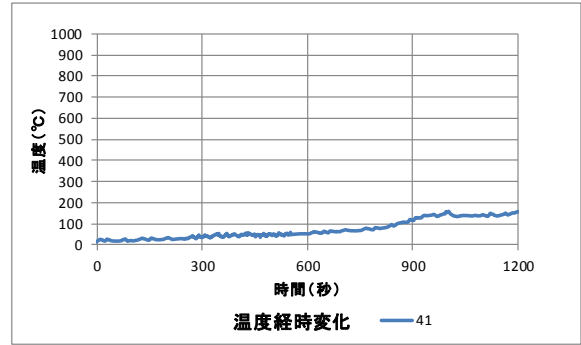
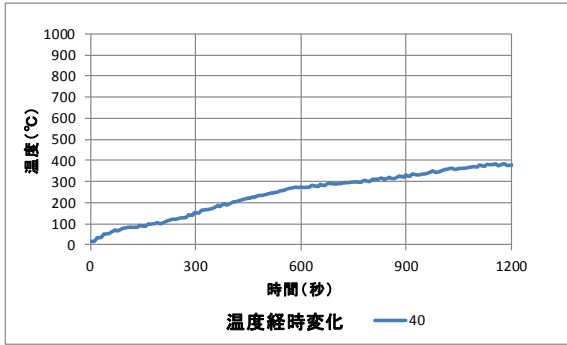


<排気側側面内部>

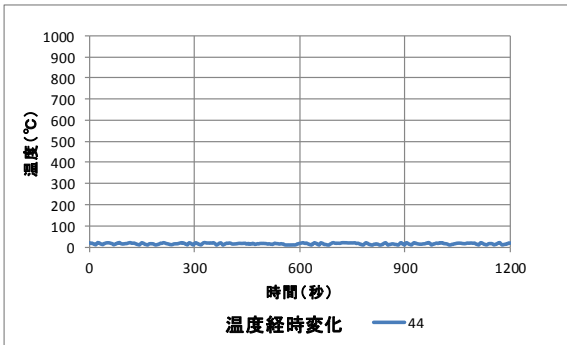
上部 38~40



下部 41~43

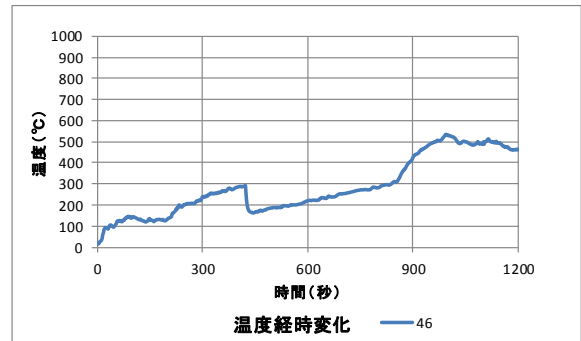
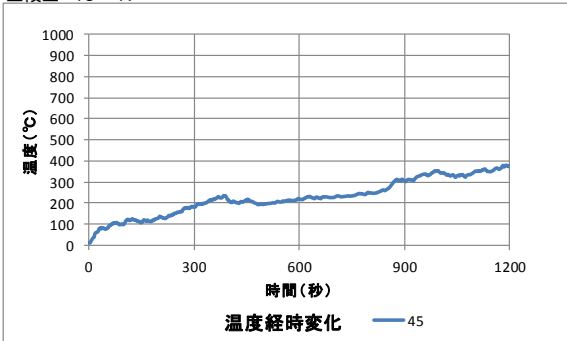


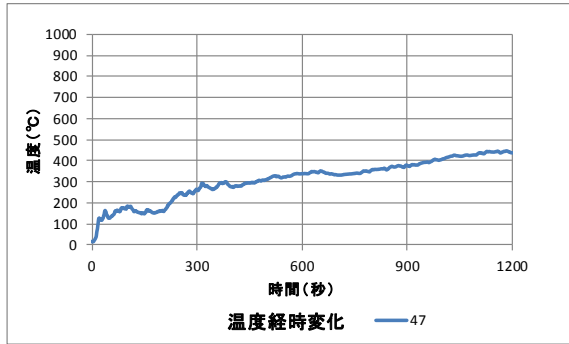
最下部 44



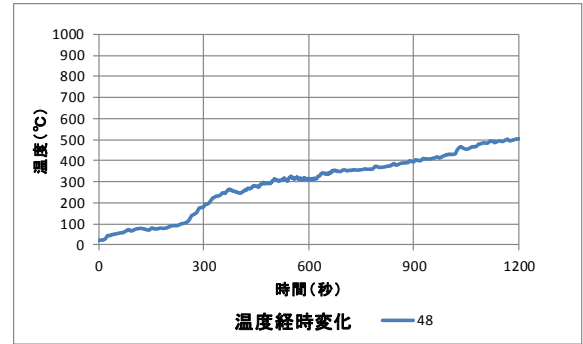
< 筒体内部 >

上段上 45~47

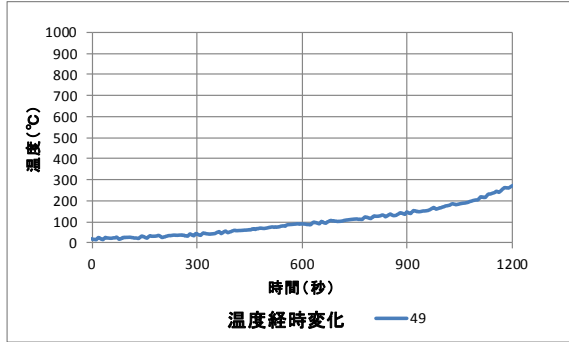




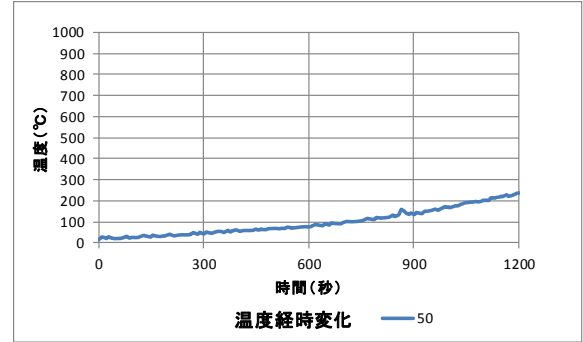
上段横 48



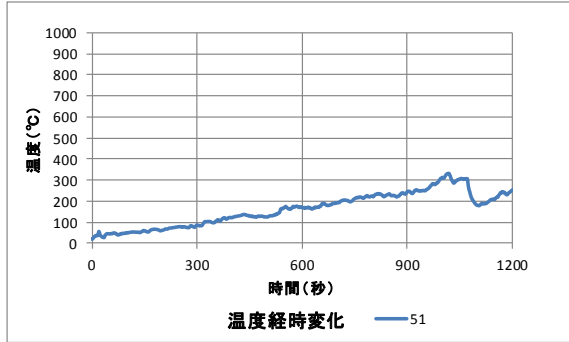
上段下 49



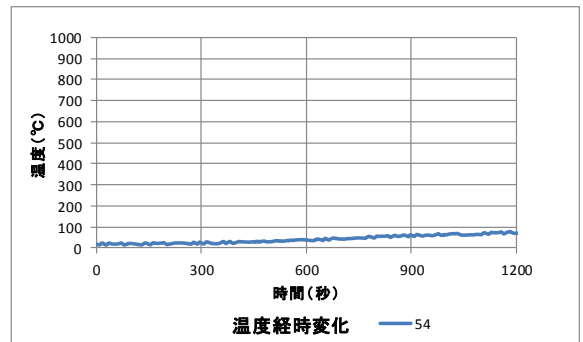
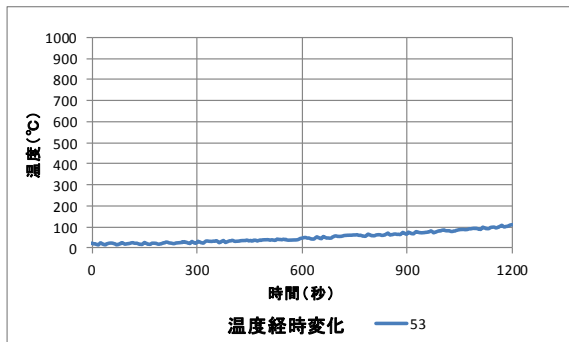
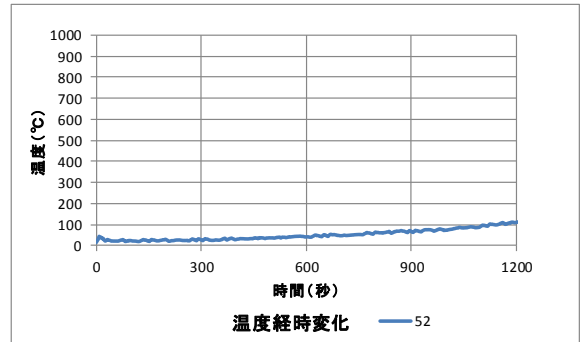
下段上 50



下段横 51



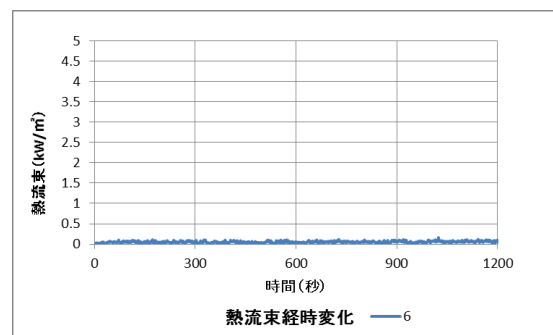
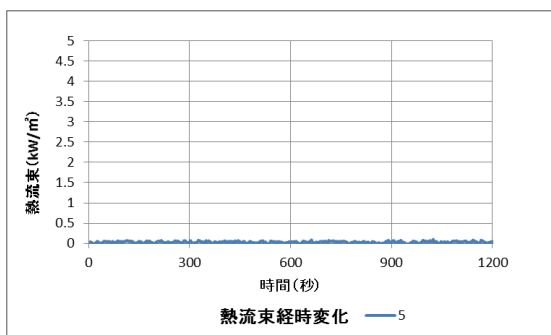
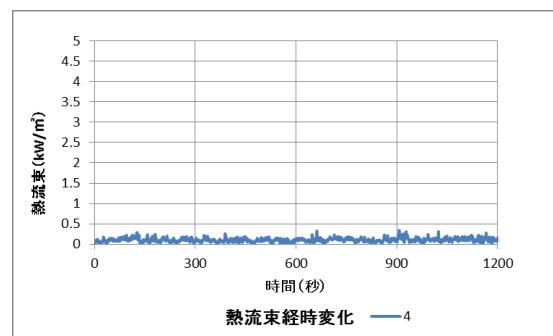
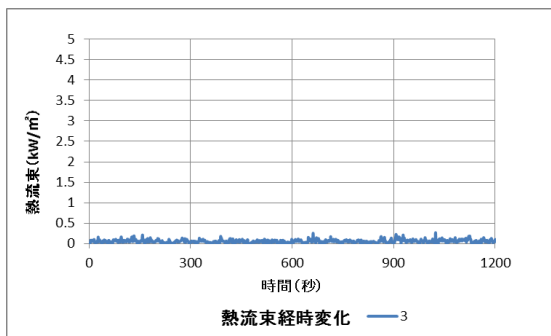
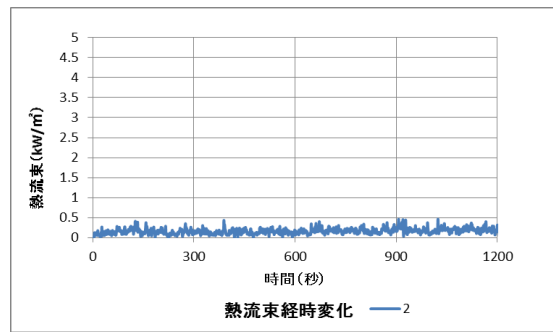
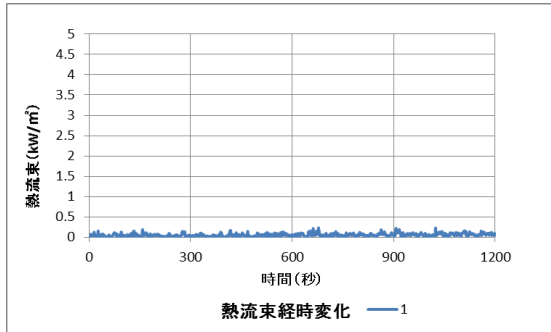
下段下 52~54



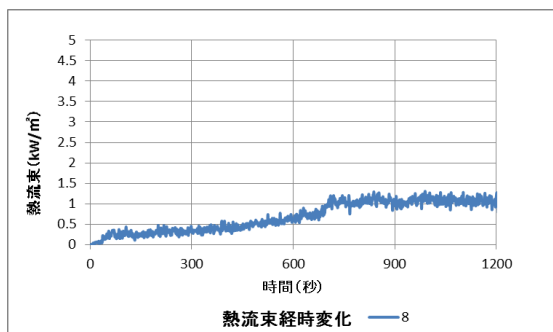
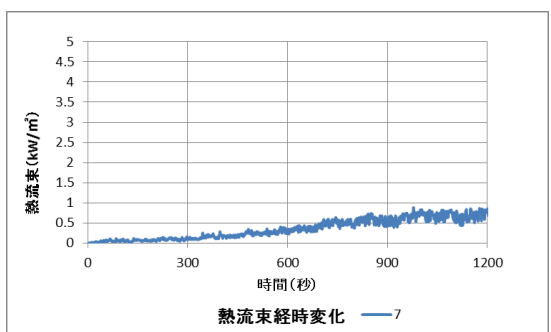
2. 熱流束計グラフ

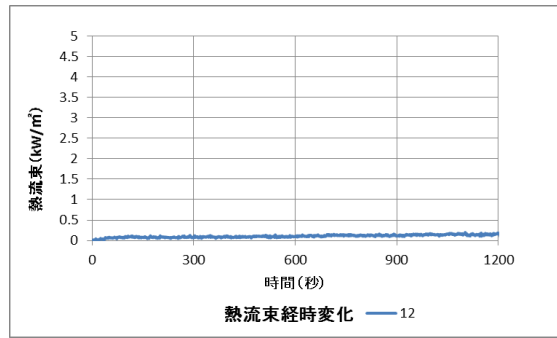
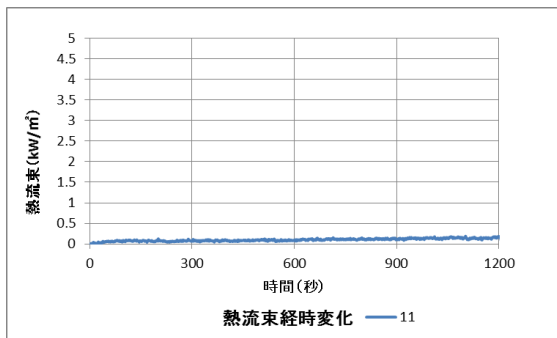
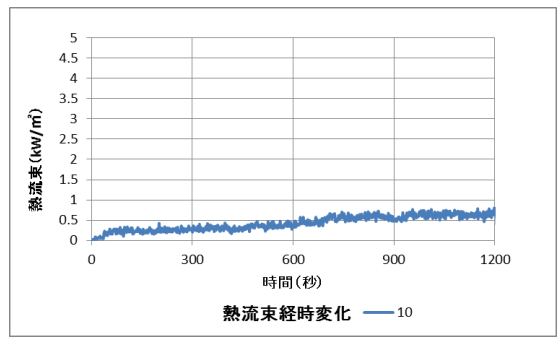
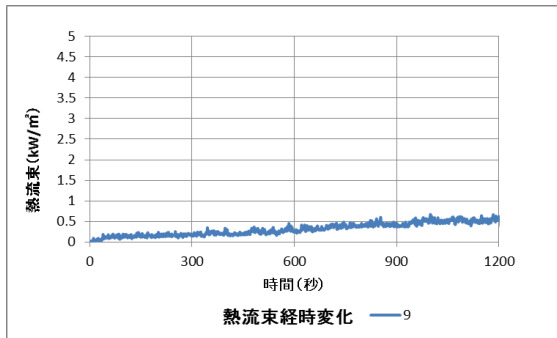
< 筐体周囲 >

正面側 1~6

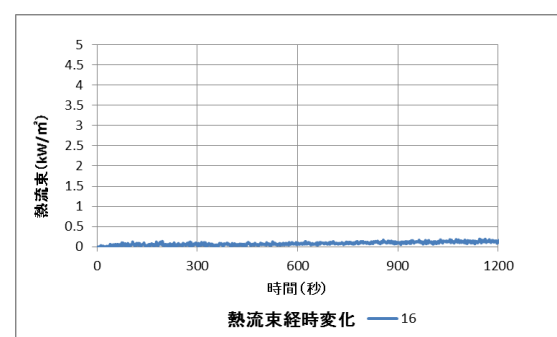
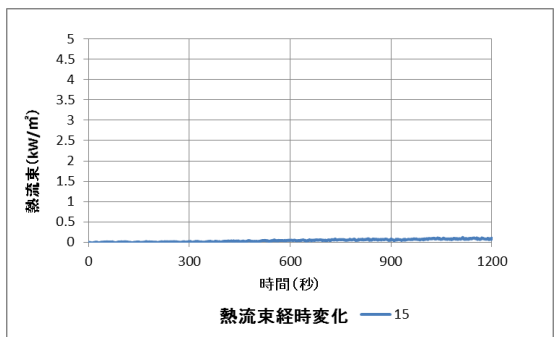
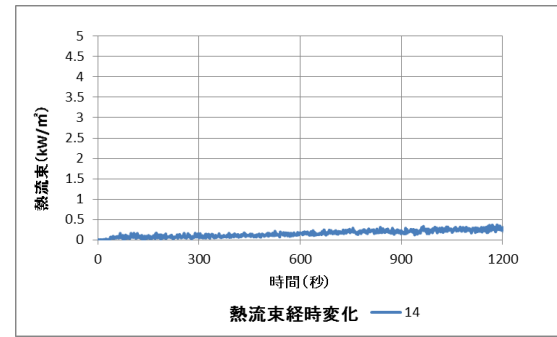
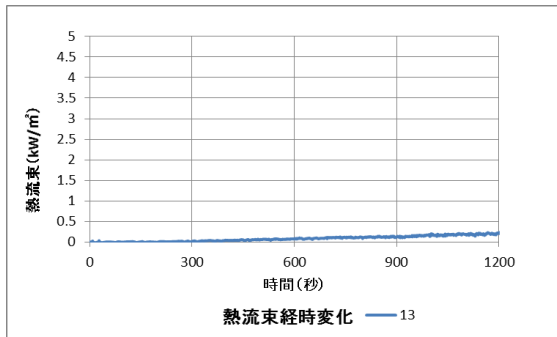


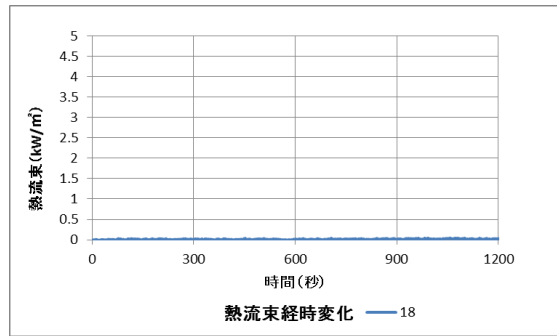
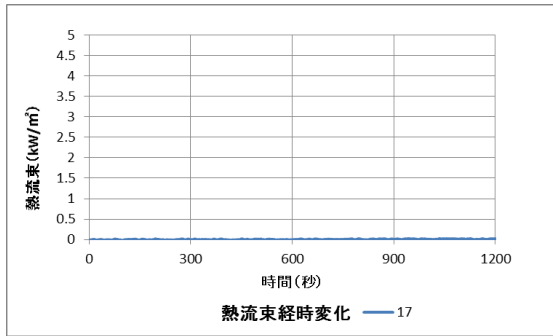
排気側 7~12





背面側 13~18



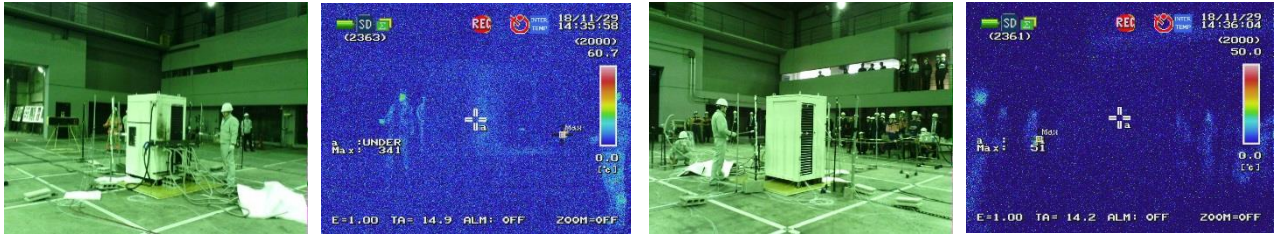


資料3 ビデオ画像とサーモグラフィ画像

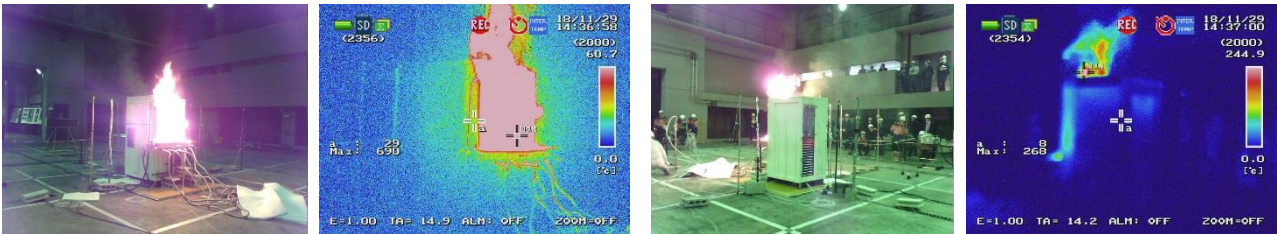
左2枚：カメラ位置 A（正面と吸気側面を撮影）

右2枚：カメラ位置 B（背面と排気側面を撮影）

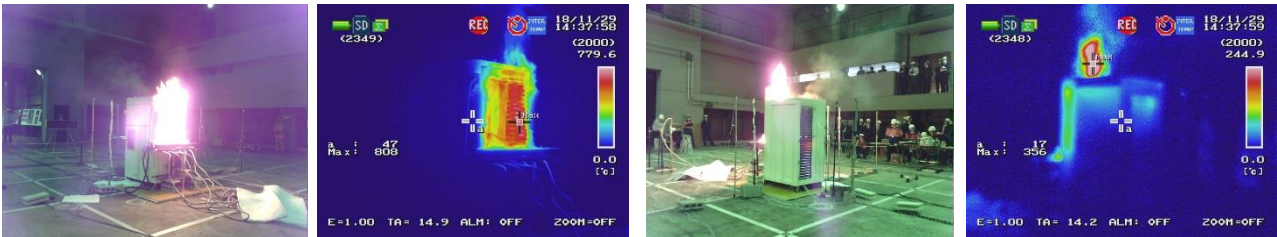
着火



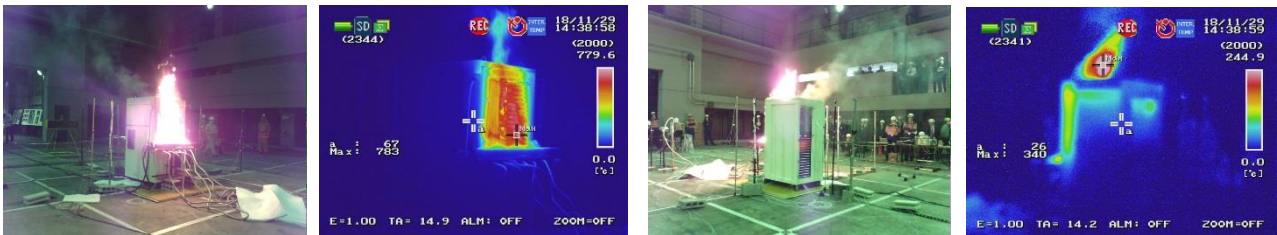
1分経過



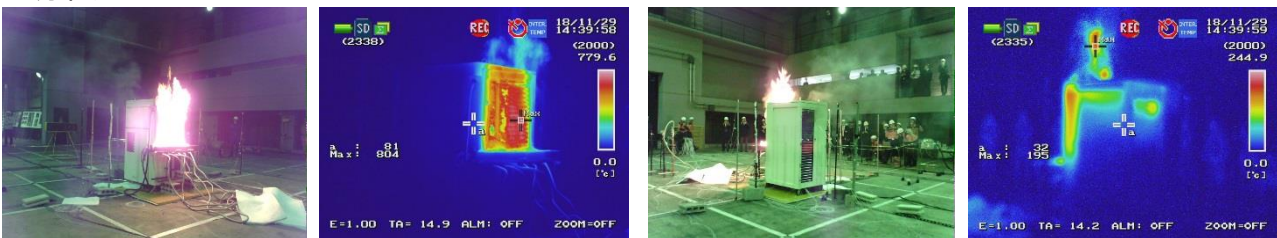
2分経過



3分経過



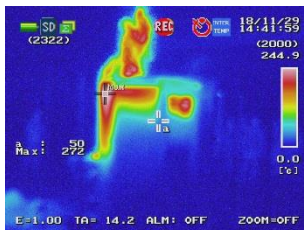
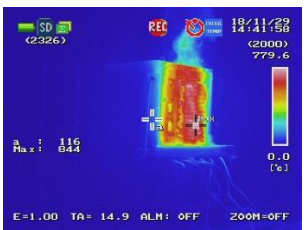
4分経過



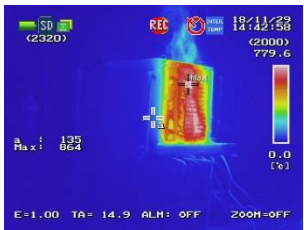
5 分経過



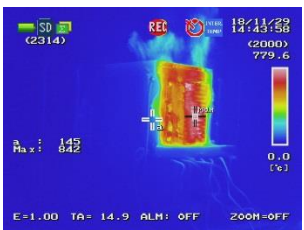
6 分経過



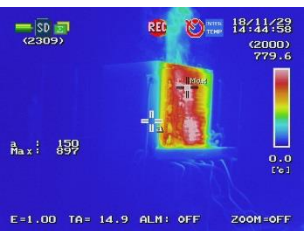
7 分経過



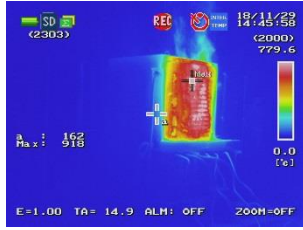
8 分経過



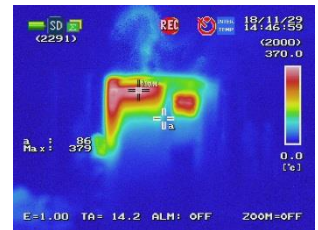
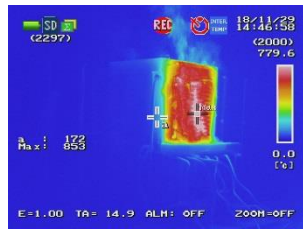
9 分経過



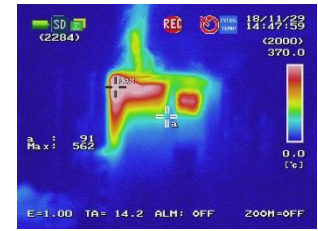
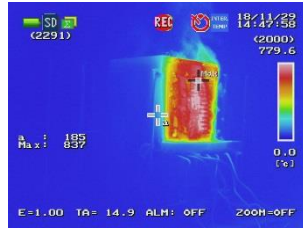
10 分經過



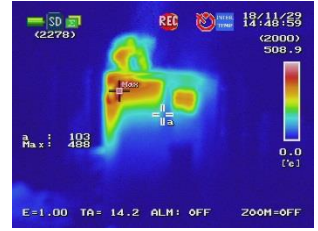
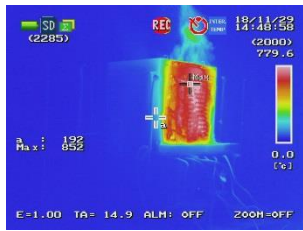
11 分經過



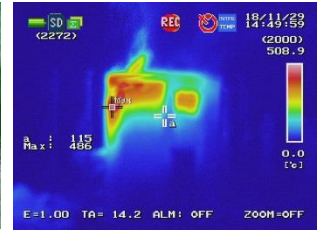
12 分經過



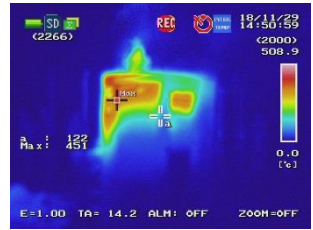
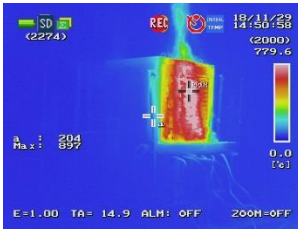
13 分經過



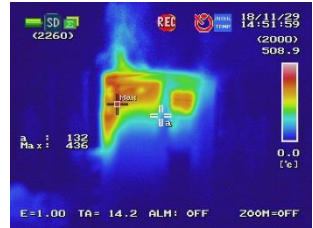
14 分經過



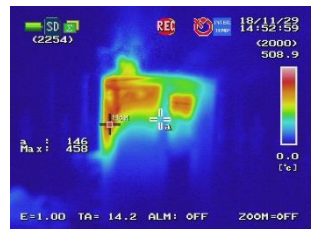
15 分経過



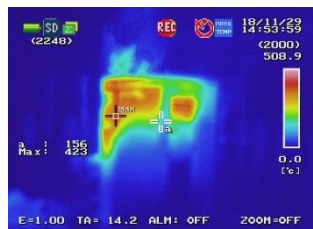
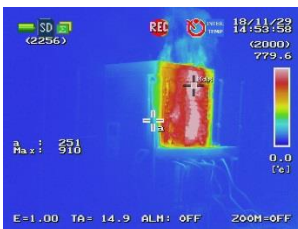
16 分経過



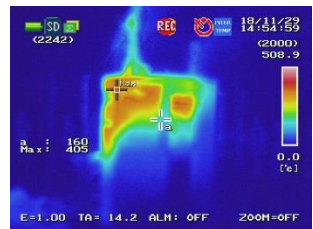
17 分経過



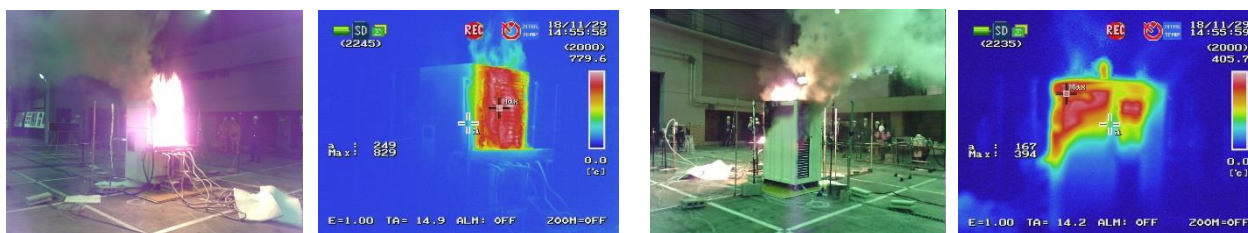
18 分経過



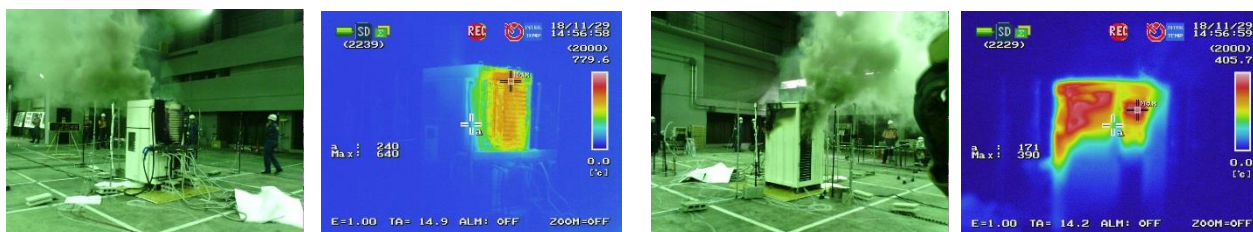
19 分経過



20 分経過



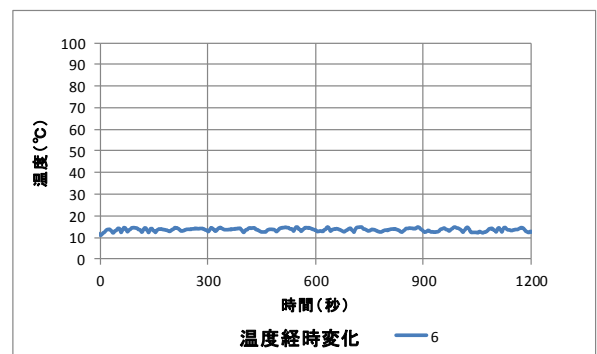
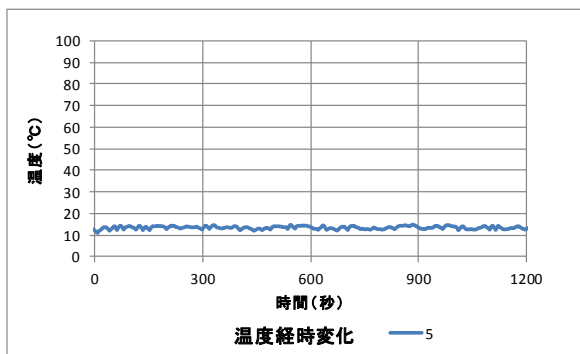
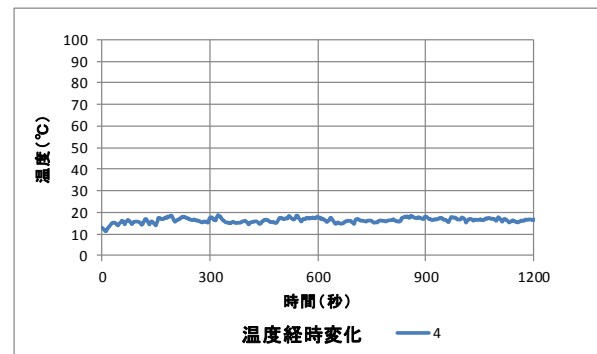
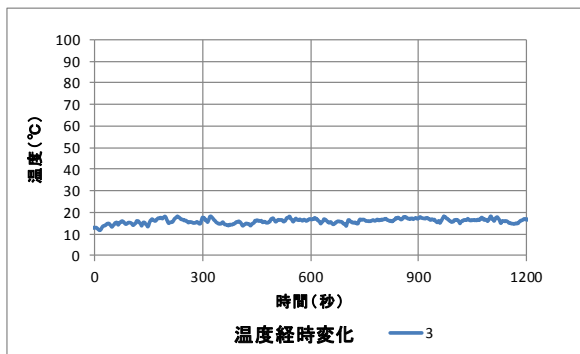
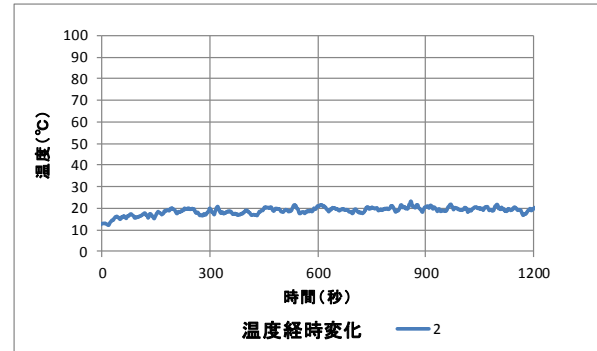
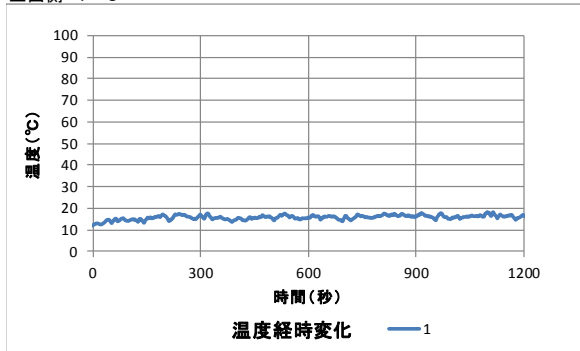
21 分経過 (消火 1 分後)



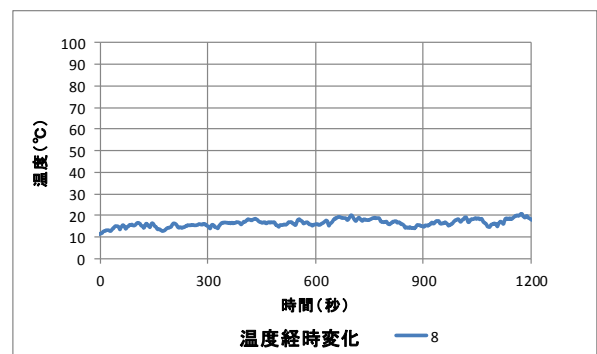
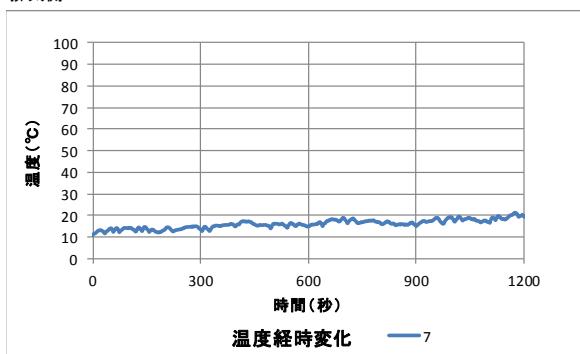
資料4 熱電対と熱流束データの経時変化 (補足実験)

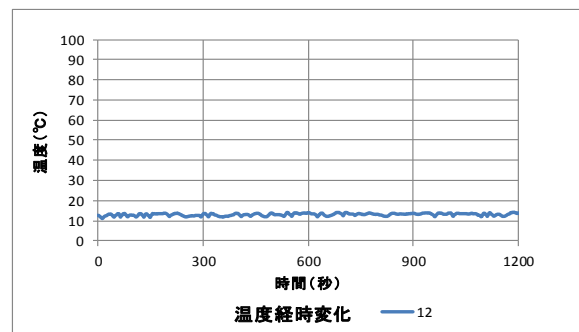
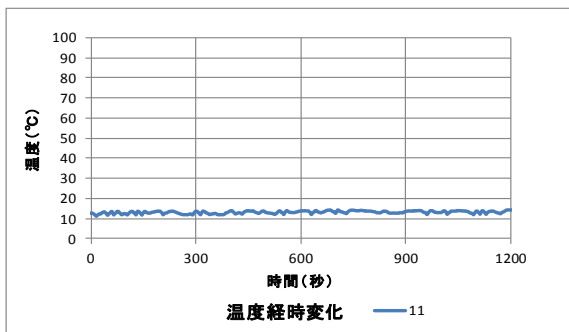
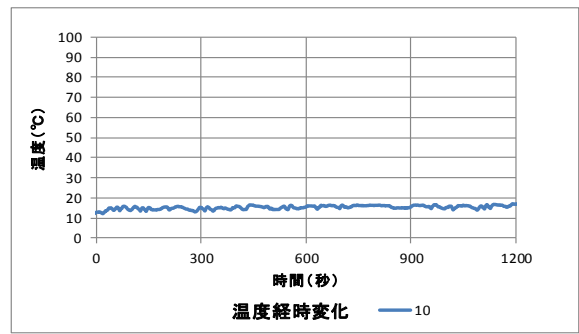
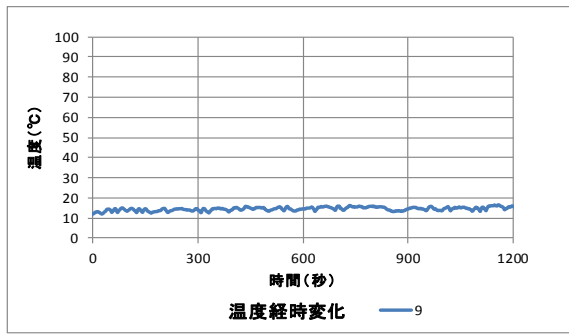
1. 熱電対データ <筐体周囲>

正面側 1~6

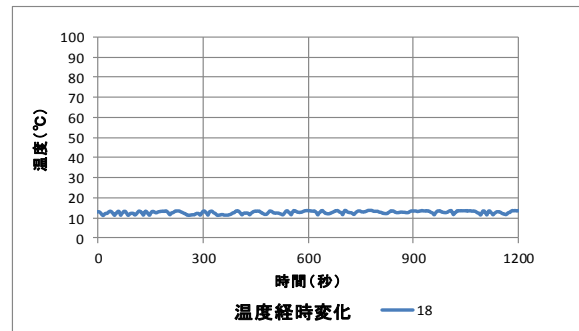
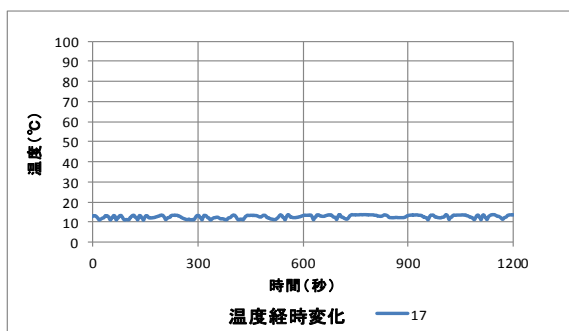
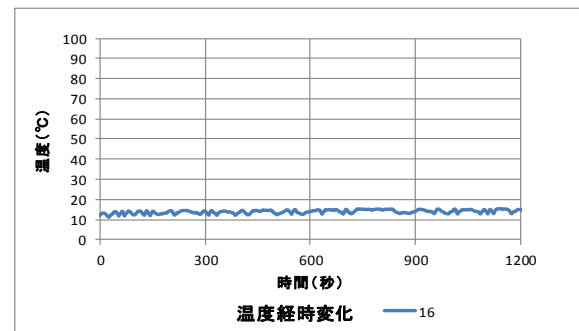
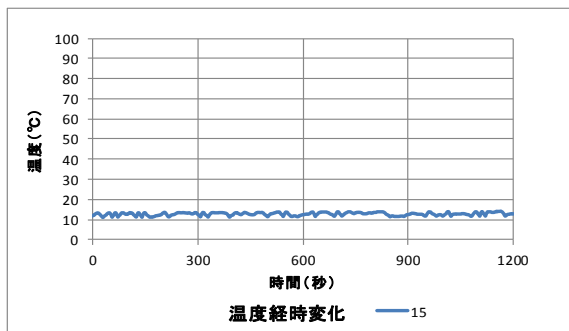
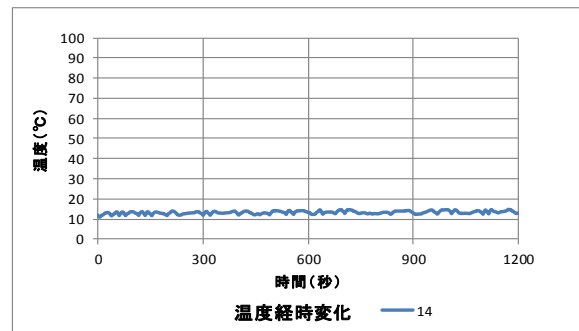
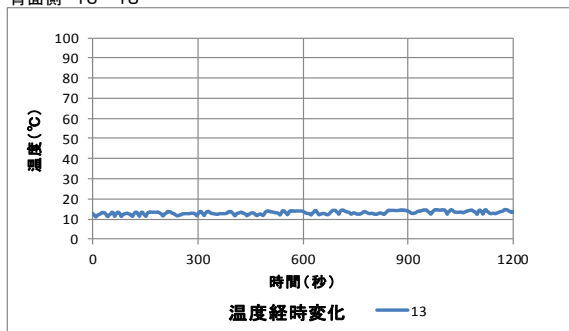


排気側 7~12



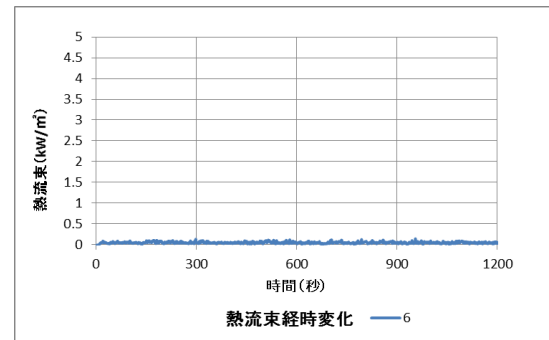
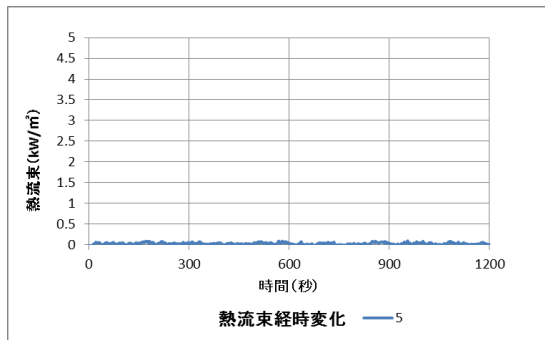
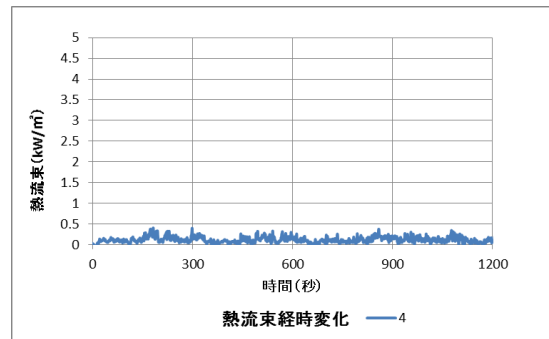
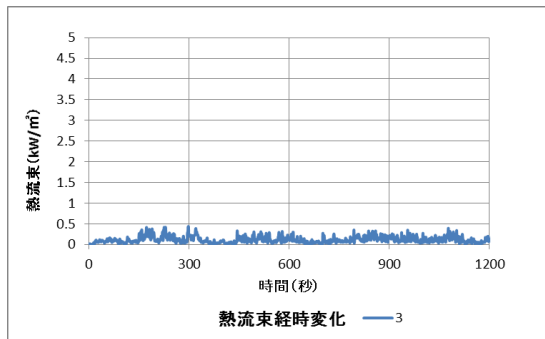
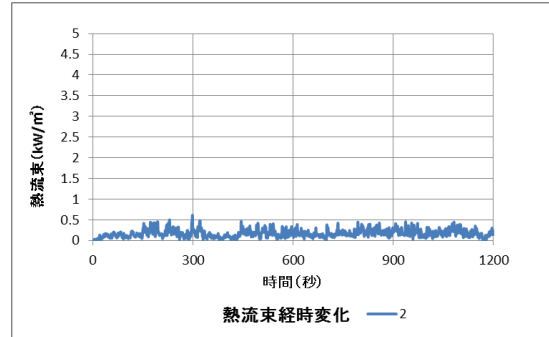
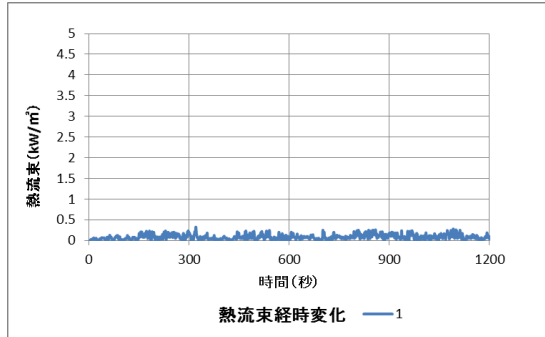


背面側 13~18

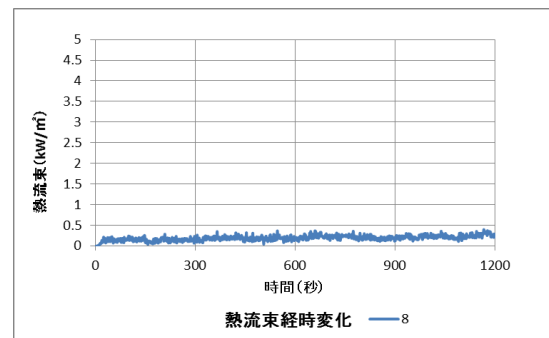
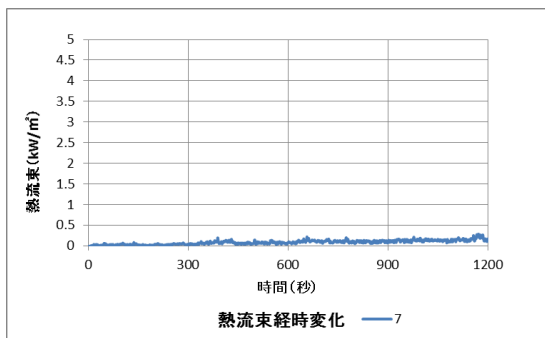


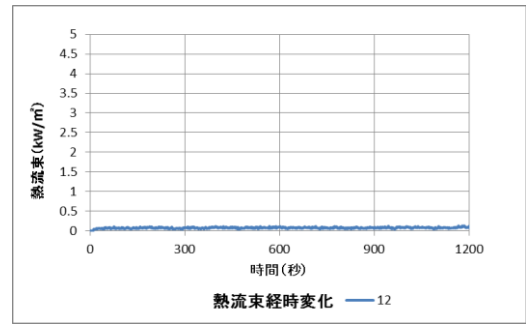
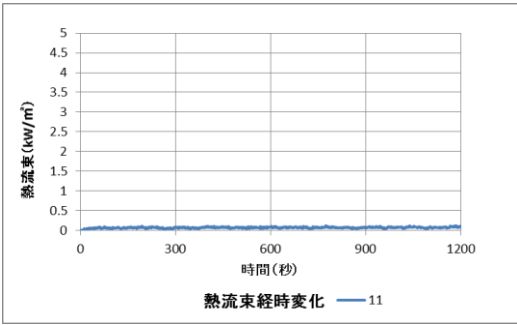
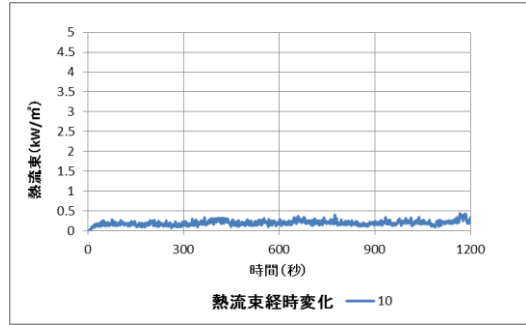
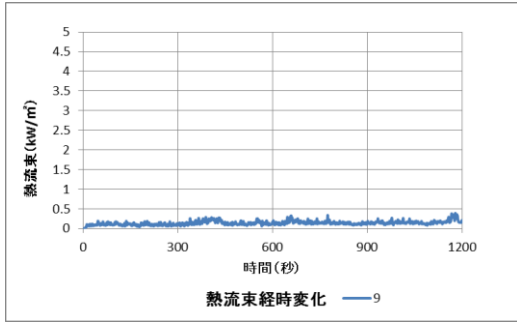
2. 熱流束計グラフ <筐体周囲>

正面側 1~6



排気側 7~12





背面側 13~18

