

拡大する電気自動車に関連した 労働災害・火災の未然防止

～自動車業界の未来に向けた人づくり～

日本自動車工業会
安全衛生分科会
Aグループ

自工会Aグループメンバー

・カワサキモータース(株)	帶山	幸久
・ダイハツ工業(株)	上辻	文仁
・トヨタ自動車(株)	倉橋	朔也
・マツダ(株)	松原	良一
・スズキ(株)	渡辺	友一郎
・ヤマハ発動機(株)	寺田	耕二
・三菱自動車工業(株)（幹事会社）	兒玉	将也

本日の発表内容

1. テーマ選定の背景とねらい
2. 現状
3. 今後の展望
4. 対策（人材育成）
5. 提言

1. テーマ選定の背景とねらい

(1) 100年に1度の変革期、BEV、PHEV(以下、電気自動車)の台頭

⇒ エンジンからモーターへ、ガソリンから電気へ

(2) 電気自動車のモーター出力や航続距離の上昇

⇒ バッテリーの高電圧化や容量増加は今後も進んでいく

(3) 開発・製造過程などメーカーとしての新たなリスクの発生

⇒ 電気、バッテリー、モーターに関する新たな災害を予見



【ねらい】

今後、起こり得る災害の未然防止を図っていくために
各社の課題、問題点を共有し解決案を提言する

1. テーマ選定の背景とねらい

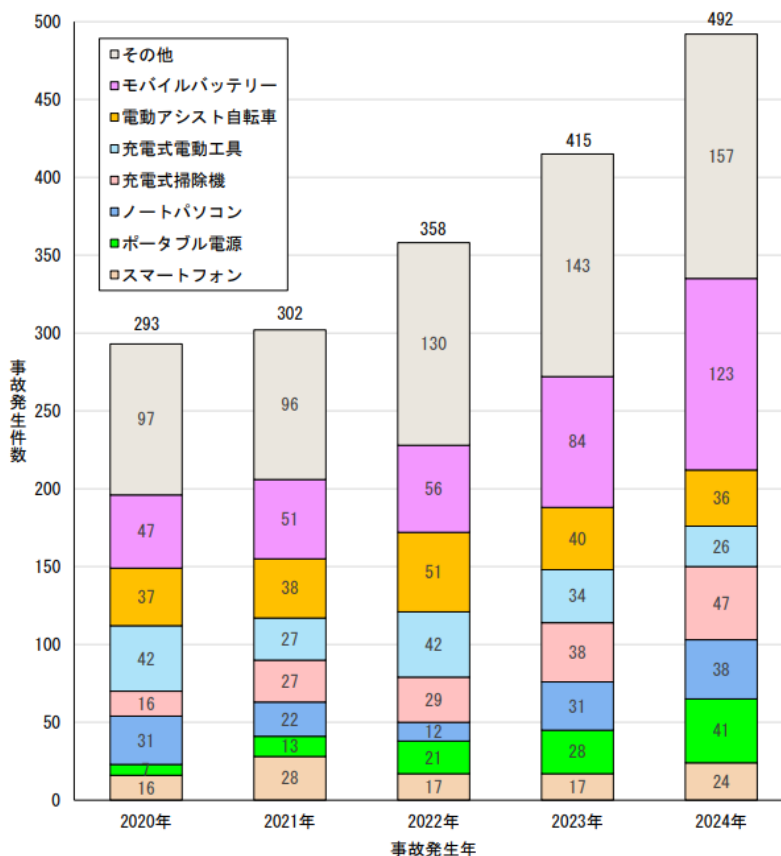
リチウムイオン電池搭載製品については以前より火災事故が発生

以下、最近のバッテリー関連事故統計です。（電気自動車に関わらず）



モバイルバッテリーの発火（再現実験）

引用元：独立行政法人製品評価技術基盤機構



引用元：独立行政法人製品評価技術基盤機構

➡ リチウムイオン電池需要増加に伴い事故件数が増加

リチウムイオンバッテリーを搭載する電気自動車において、
国産車の火災事故はほぼゼロを維持している

開発/生産工程での取り扱いは増えていくため、
労働災害だけでなく火災の未然防止も視野に入れていく

2. 現状 Aグループの災害等事例

当グループ各社の開発や生産工程で発生したバッテリーに起因する災害等の事例を報告する

<事例1>

EVバッテリー分解作業中の短絡火花による火傷



【発生状況】

バッテリー試験室にてバッテリーの分解作業中、取り外したボルトがプラスとマイナスの端子間に落ち短絡し、火花により左手人差し指を負傷した

【要因】

手順書では、作業する端子と逆電位の端子に絶縁テープで絶縁処理し作業することになっていたが、作業者が失念し、未実施のまま作業してしまった。また、教育不足、経験の少ない作業者にサポート無しで作業をさせた

<事例2>

300Vバッテリーでスパークし右頬と手を火傷



【発生状況】

車両運搬用AGVを製作する過程で、300V電源の配線作業を行い、最終確認のため電圧測定をテスターにて行ったところ、プローブが端子とソケット外周部(アルミ製)に同時に接触し短絡、コネクタ電極端子が溶損、飛散し、顔面や両手指を負傷した

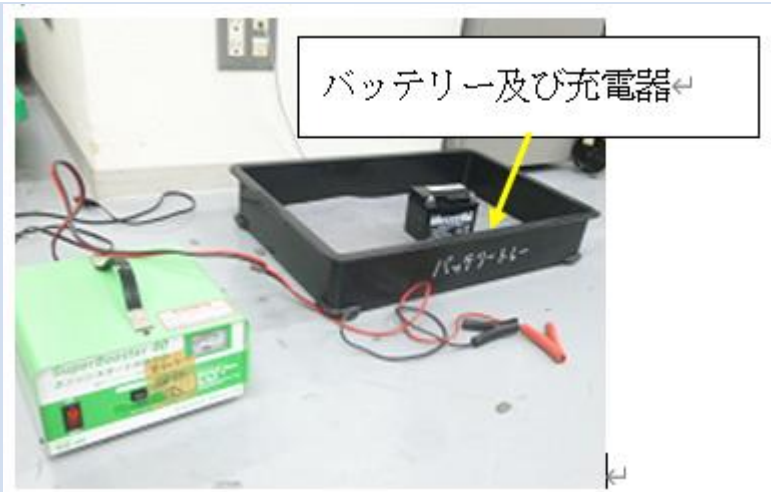
【要因】

手順に従い、注意を払ってテスター確認作業をしたが、アルミ製外周部との短絡の危険性を認識していなかった

2. 現状 Aグループの災害等事例

<事例3>

過充電されたバッテリーから発生した異臭を吸い込み
体調不良



【発生状況】

執務室内で複数社員が異臭(硫黄臭)を感じ、隣の部屋で充電していたバッテリーから発生していることを確認。発生源を探索しているうちに社員1名が頭痛、めまい、吐き気の症状がでた

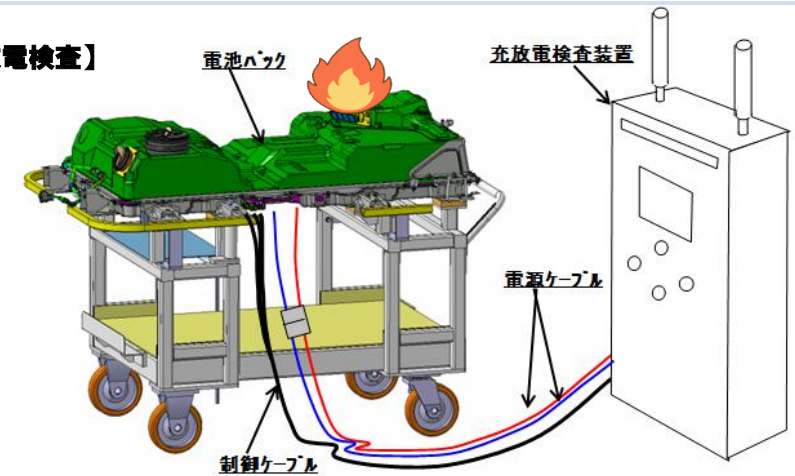
【要因】

バッテリー充電器の充電モードの設定に誤りにより過充電となり何らかの化学物質が発生したと推測

<事例4>

リチウム電池パック火災事故
人的被害なし

【充電電検査】



【発生状況】

電池セル内部が損傷していることに気づかず、充電電検査を実施。フル充電された際に内部損傷部分に短絡が発生し、火災に至った

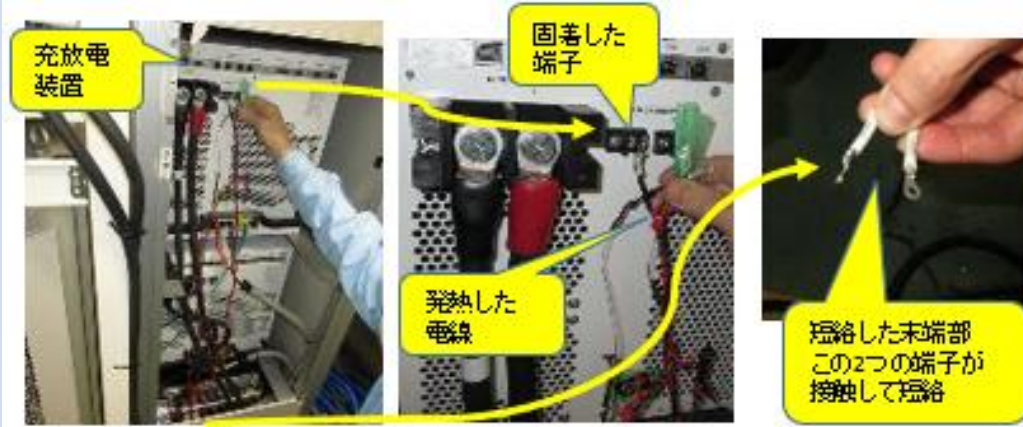
【要因】

電池パック組立前の電池セルを落下させてしまい内部を損傷。外観からは気づかず電池パックに組立てた

2. 現状 Aグループの災害等事例

<事例5>

不要な配線が短絡し過電流により発熱して**火傷**



【発生状況】

充放電装置の接続作業を実施中、配線から発煙。配線を外そうと固定ねじを外したが、端子が固着して外れなかったため、手で剥がそうとしたところ、電線が発熱しており火傷した

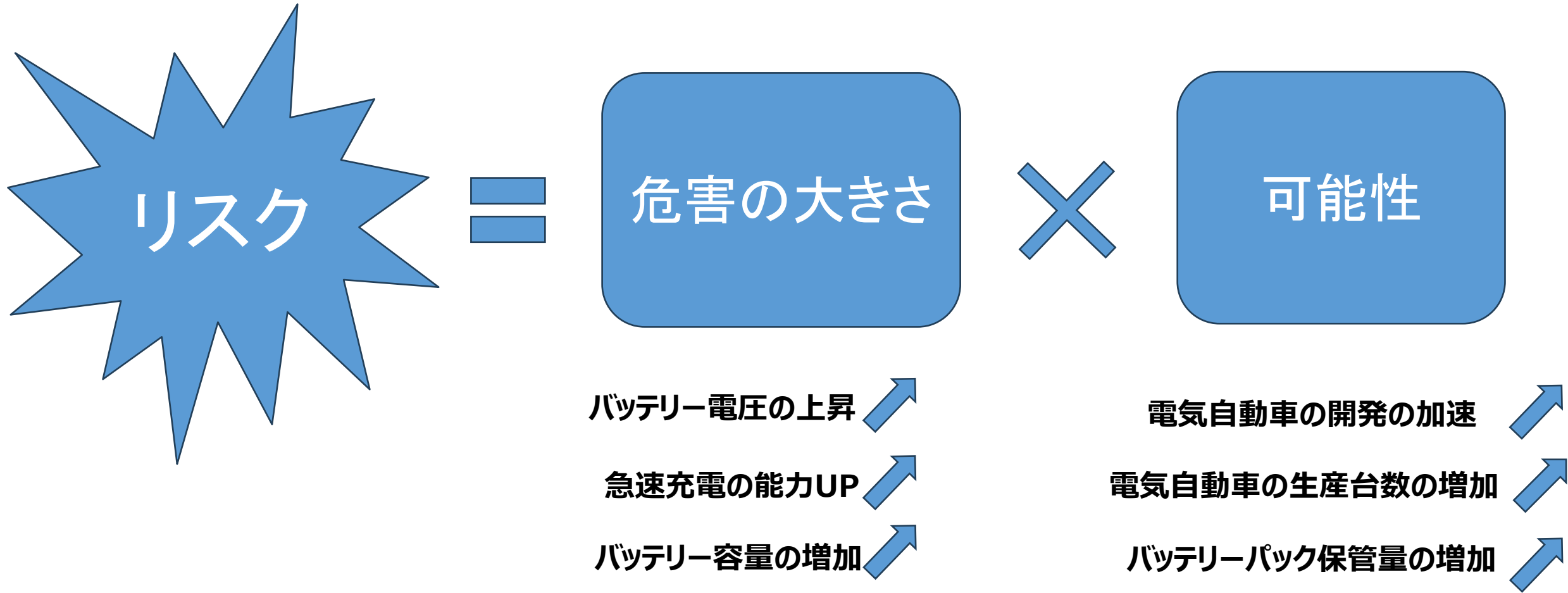
【要因】

以前実験時の配線の末端部が裸のまま、ヒューズも無く接続されていたため、短絡して過電流により発熱していた

電気に起因する災害は複数のシナリオがあり、「手順がない、充分ではない」などの【管理不足】に、【ヒューマンエラー】が重なり災害が発生していることがわかった

3. 拡大する電気自動車関連リスク(今後の展望)

1) リスクとは



今後増大する「危害の大きさ」、「可能性」を視점에深堀りを実施した

3. 拡大する電気自動車関連リスク（今後の展望）

2) 危害の大きさが増大することにより高まる災害リスク要因①

● バッテリーの電圧が上昇すると・・・



1. アーク放電、感電のリスク

- ➡ 高電圧は絶縁破壊が起こることによるアーク放電の発生により、感電のリスクが増加する

2. 絶縁材料・保護機構の不備

- ➡ 高電圧に対応した絶縁材やヒューズが不十分な場合、火災や爆発のリスクが増加する

3. 教育・訓練の不足：

- ➡ 高電圧作業には専門知識が必要だが、教育が追いつかない現場もでる

4. 作業環境の複雑化：

- ➡ 高電圧対応のため作業手順が複雑化し、心理的ストレスや作業ミスของリスクが増加する

3. 拡大する電気自動車関連リスク（今後の展望）

2) 危害の大きさが増大することにより高まる災害リスク要因②

●急速充電機的能力がUPされると・・・

1. 高電圧・高電流による感電リスク

➡ 急速充電対応のバッテリーや配線は非常に大きな電流を扱うため、致死リスクが高まる

2. 熱暴走・発火のリスク

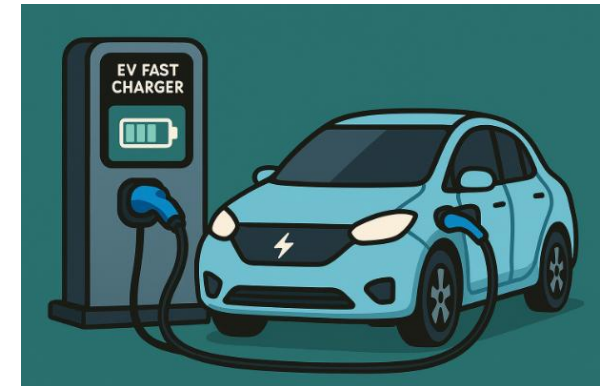
➡ 急速充電中はバッテリーが高温になりやすく、熱管理設計の不備があると熱暴走による火災の危険性が高まる

3. 高出力部品の取り扱いによる身体的・精神的負担

➡ 高電圧・高電流対応の部品は重量もあり、取り扱いが難しい

4. 安全教育と設備の遅れ

➡ 急速充電対応の新技术に対して、現場の教育や設備更新が追いつかないケースも



3. 拡大する電気自動車関連リスク（今後の展望）

2) 危害の大きさが増大することにより高まる災害リスク要因③

● バッテリー容量が増加されると・・・

1. 熱暴走・発火リスク①

➡ 多くのエネルギーを蓄えるため、内部短絡が起きた際のエネルギー放出が大きくなる

2. 熱暴走・発火リスク②

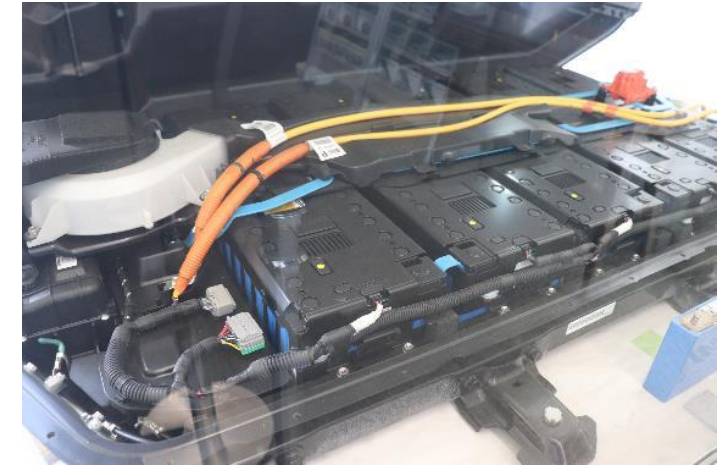
➡ リチウムイオン電池は過充電や物理的損傷により熱暴走を起こす可能性がある

3. 熱暴走・発火リスク③

➡ セル数が増えると、1つのセルの異常が他のセルに連鎖しやすくなる

4. 化学物質への暴露

➡ 電解液や材料に含まれる有害物質への暴露リスクもあり、適切な換気・保護具の使用も求められる



3. 拡大する電気自動車**関連リスク**(今後の展望)

3) 可能性(頻度)が増大することにより高まる災害リスク要因

● 電気自動車の開発の加速

- ・新規バッテリー構築
- ・性能分析、評価作業

● 電気自動車の生産台数の増加

- ・バッテリーパックの製造
- ・バッテリーパックの車体への組込
- ・バッテリーパック交換などのアフターサービス

● バッテリーパック保管量の増加

- ・保管の取り扱い
- ・輸送、運搬の取り扱い



危害の大きさ、可能性(頻度)が大きくなることにより
リスクアセスメントの見直しが必要である

3. 拡大する電気自動車関連リスク(今後の展望)

4) 今後のリスク低減対策の考え方 3 Step Method

考える順番		方策 (例)		
1st Step	本質的安全方策	電圧を下げられないか	容量を下げられないか	作業頻度を下げられないか
	(NHK = 無くす、減らす、変える)	社会的なニーズに对应していかなければならないため難しい		
2nd Step	安全防護	サービスプラグによる遮断	漏電に備えた二重絶縁構造	絶縁工具
		開発/生産計画時点での対応		
3rd Step	個人へのアプローチ	個人用具 (PPE)	手順書/チェックシート	力量管理/人材育成
		生産開始前にルール化など準備対応		

残留リスクへの対応として、危険事象にいたるシナリオを想定して回避する行動を取ることができる力量のある人材を育成することが重要

「力量管理/人材育成」を対策とし、取り組みを紹介します

4. 対策（力量管理/人材育成）

1）当グループで電気災害シナリオを過去災害やヒヤリハットから洗い出した

主な電気災害とその原因

1.感電事故

- ・バッテリーの絶縁処理ミス
- ・作業中に電源を切らずに接触
- ・適切な保護具（絶縁手袋など）の未使用

2.電気火災

- ・バッテリーパックの配線ミスやショート
- ・過電流による発熱
- ・組み立て時のトルク不足による接触不良

3.バッテリーの熱暴走（サーマルランアウェイ）

- ・セルの損傷や誤った取り扱い
- ・冷却システムの取り付けミス
- ・過充電・過放電の制御ミス

4.静電気放電（ESD）による電子部品の破損

- ・静電気対策が不十分な作業環境
- ・作業者のアース処理不足

5.誤接続による逆極性接続

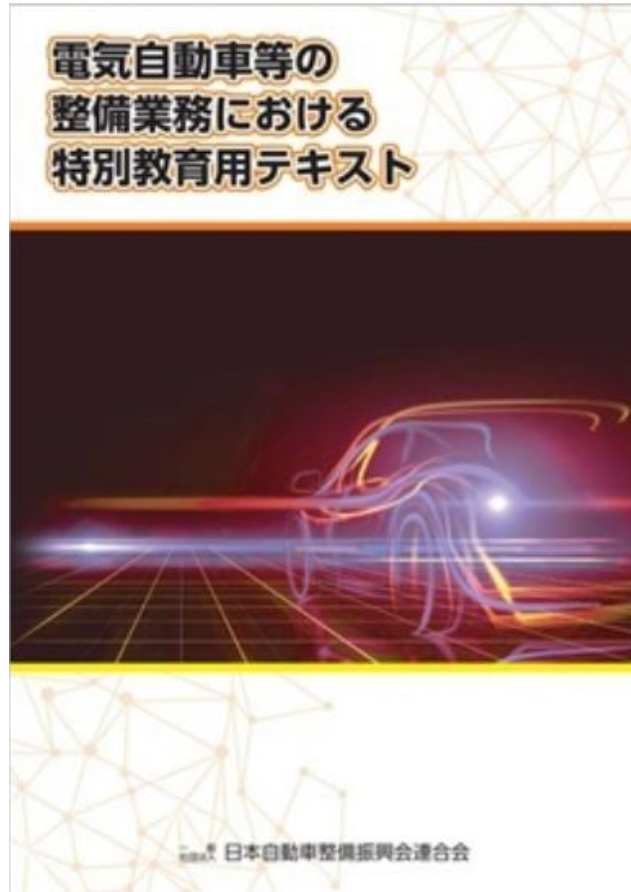
- ・バッテリー端子の接続ミス
- ・極性表示の見落としや誤認

人材の習熟度は、今後起こりうるバッテリーに起因する災害要因の一つとなり得る

4. 対策（力量管理/人材育成）

2) 電気自動車の力量管理/人材育成に関する各社取り組み

事例1: 各社

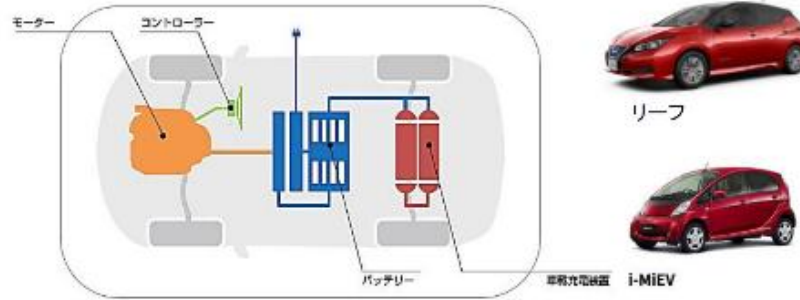


引用元：日本自動車整備振興会

4. 電気自動車(EV)とは

4-1.EVってどんな車？

電気をエネルギー源とし、電動モーターを動力源として走行する自動車(内燃機関を持たない)



電池の異常の早期発見と対応

①サーモセンサーでの常時・全数の温度監視
一定以上の温度の場合、内部短絡の可能性アリ
異常発生時は下記対応を実施



②屋外搬出

- i. 工程からの搬出ルートの設定、確認
- ii. 重量物の取扱方法の確認
- iii. 搬出中、電池の温度を常時監視



③失活（水没/ファイヤーブランケット）
水没：一定期間水没させ、失活
ファイヤーブランケット
：酸素供給の遮断、失活（防火対応）



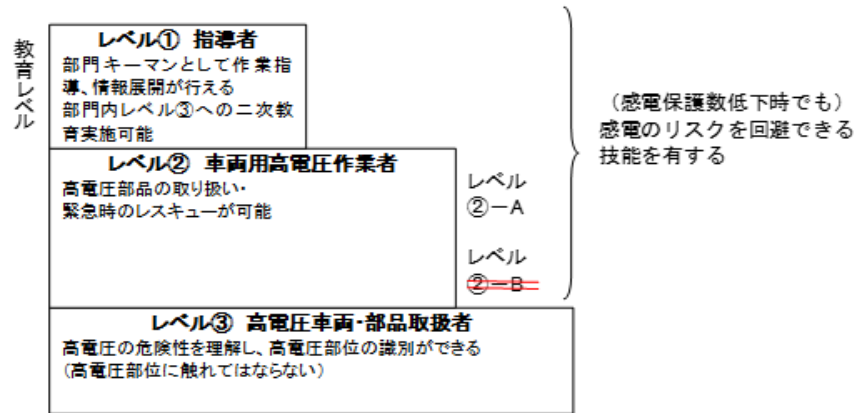
👉 自社製品を教材にし、電気自動車の構造や取扱い方法など基本的な知識を修得することを、特別教育や安全衛生教育にて実施し人材育成している

4. 対策（力量管理/人材育成）

2) 電気自動車の力量管理/人材育成に関する各社取り組み

事例2:A社

図-1



1) 教育体系と内容

教育体系と教育レベルは、以下とする。

表-1：教育体系

資格	レベル①	レベル②		レベル③
		-A	-B	
	車両用電気取扱 指導者	車両用高電圧作業者		高電圧車両・部品 取扱者
内容	部門キーマンとして 作業指導、情報展開が 行える レベル②作業が可能 部門内レベル③への 二次教育実施可能	車両用高電圧部品の取り扱いが可能 緊急時のレスキューが可能 サービスプラグ操作が可能 部門内レベル③への二次教育実施可能 高電圧部品内部 分解・組立・検査 サービス解体廃棄		高電圧車両・部品の 危険性を理解し、高 電圧部位の識別がで きる 高電圧部位に 触れてはならない

👉 高電圧に係る部品の
取扱いができる者、作業が
できる者、指導ができる者と
いったレベル別の教育体系を
構築し、力量管理、人材育
成している

4. 対策（力量管理/人材育成）

2) 電気自動車の力量管理/人材育成に関する各社取り組み

事例3: B社

技術研修	EVH/EV2（岡崎開催/TO 開催）	サービス部門
M3以上/EV3級 資格取得者	EV2級認定研修（駆動用バッテリー分解修理）	

- 研修概要**
- ★ 販売会社での駆動用バッテリー修理体制確立に伴う研修です。
 - ★ 駆動用バッテリーの分解修理は当研修の修了が必要不可欠です。
 - ★ 研修内での認定試験（学科）の合格で EV 資格認定「EV2級」が付与される研

・日 数：1日コース（1日目 9:00～16:30）
※岡崎研修センター以外（1日目 9:30～17:00）

- 研修の狙い**
- 駆動用バッテリーの分解修理を実施できるようにする。
 - 低圧電気取り扱い特別教育における活線作業を行うための実習時間として充当

- 受講に当たっての
事前確認項目**
- アウトランダー PHEV の基本構造や各部機能を理解していること。
 - 三菱サービス技能資格制度M3級以上且つEV3級取得者。
 - 低圧電気取り扱い特別教育修了者であること。

- 開催時期**
- '18年度サービス部門研修スケジュール 参照

- 受講者の声**
- 安全、確実な作業が行える。
 - 駆動用バッテリーの内部構造が理解できた。
 - 実作業が多くて良かった。

スケジュール

■プログラム(岡崎研修センター用)

	9:00	12:00	13:00	15:00
1日目	● 駆動用モジュール分解修理(実習)	昼食	● 午前のつづき	
◆教材車両の関係上、内容が一部変更となる場合がございますのでご承知願います。 ◆認定試験不合格の場合、EV2級は付与されません。				

技術研修	EVE/EV3（岡崎開催/TO 開催）	サービス部門
M4以上 (条件有)	EV3級認定研修（EV・PHEV基礎研修）	

- 研修概要**
- ★ EV・PHEVシステムの技術について学び、電気自動車整備の礎とする研修です。
 - ★ 研修内での認定試験（学科）の合格で EV 資格認定「EV3級」が付与される研修です。
 - ・日 数：2日コース（1日目 9:00～、2日目 ～15:00）
※岡崎研修センター以外（1日目 10:00～、2日目 ～16:00）

- 研修の狙い**
- i-MiEVを用いて、EVシステムの基本知識、構造 及び 機能を習得する。
 - EVシステムを理解したうえで、PHEVシステムの構造 及び 機能を習得する。

- 受講に当たっての
事前確認項目**
- 電気の基礎的な知識が理解できていること。
 - MUT-ⅢSE の基本的な操作ができること。
 - 三菱サービス技能資格制度M4級以上。
 - 低圧電気取り扱い特別教育修了者であること。

- 開催時期**
- '18年度サービス部門研修スケジュール 参照

- 受講者の声**
- 今までいまいだった EV・PHEV の知識が理解できた。
 - 今後積極的に EV・PHEV の整備にかかわっていきたい。
 - 今後主流になるシステムが理解できた。

スケジュール

■プログラム(岡崎研修センター用)

	9:00	12:00	13:00	15:00	17:30
1日目	● i-MiEV車両概要 ● EVシステム(各コンポーネント)	昼食	● 午前の続き ● i-MiEVの構造、機能、制御確認(実習)		
2日目	● アウトランダーPHEV 車両概要 ● PHEVシステム	昼食	● PHEVの構造、機能 制御確認(実習) ● まとめ	● 認定試験	
◆教材車両および単体部位の関係上、内容が一部変更となる場合がございますのでご承知願います。 ◆認定試験不合格の場合、EV3級は付与されません。					

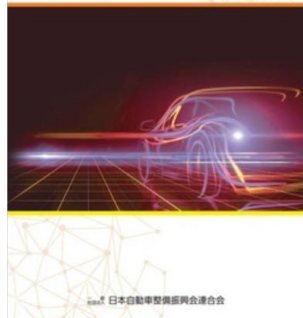
👉 特別教育を基礎知識とした上で、電気自動車に係る作業について実施可能な作業を資格化し、力量管理、人材育成している

4. 対策（力量管理/人材育成）

2) 電気自動車の力量管理/人材育成に関する各社取り組み まとめ

事例1: 各社

電気自動車等の整備業務における特別教育用テキスト

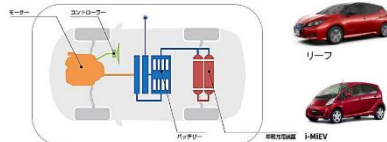


引用元：日本自動車整備振興会

4. 電気自動車(EV)とは

4-1. EVってどんな車？

電気をエネルギー源とし、電動モーターを動力源として走行する自動車(内燃機関を持たない)



電池の異常の早期発見と対応

①サーモセンサーでの常時・全数の温度監視
一定以上の温度の検出、内部短絡の可能性アリ
異常発生時は下記対応を実施

②屋外搬出

Ⅰ工務からの搬出ルートの設定、確認
Ⅱ搬出物の取扱い方法の確認
Ⅲ搬出中、電池の温度を常時監視

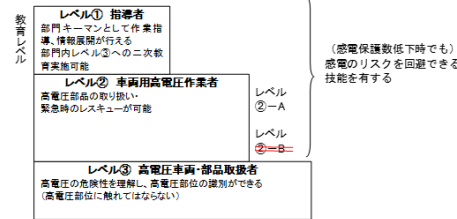
③失火(水没/ファイアーブランクット)

水没：一定期間水没させ、失活
ファイアーブランクット：酸素供給の遮断、失活(防火対応)

事例2: A社

【1】教育関係

図-1



1) 教育体系と内容

教育体系と教育レベルは、以下とする。

表-1: 教育体系

資格	レベル①	レベル②		レベル③
		-A-	-B-	
	車両用電気取扱 指導者	車両用高電圧作業者	車両用高電圧作業者	高電圧車両・部品 取扱者
内容	部門キーマンとして 作業指導、情報展開が 行える レベル②の作業が可能 部門内レベル③への 二次教育実施可能	車両用高電圧部品の取り扱いが可能 緊急時のレスキューが可能 サービスラック操作が可能 部門内レベル③への二次教育実施可能	高電圧部品内部 分解・組立・検査 サービス解体廃棄	高電圧車両・部品の 危険性を理解し、高 電圧部位の識別がで きる 高電圧部位に 触れてはならない

事例3: B社

技術研修	EVH/EV2 (車両整備/TO 整備)	サービス部門		
M3以上/EV3級 資格取得者	EV2級認定研修(駆動用/バッテリー分解修理)			
研修概要	★販売会社での駆動用/バッテリー修理体制確立に伴う研修です。 ★駆動用/バッテリーの分解修理は当該研修の修了が必要不可欠です。 ★研修内での認定試験(学科)の合格でEV資格認定(EV2級)が付与される研修です。			
研修の狙い	●駆動用/バッテリーの分解修理を実施できるようにする ●低圧電気取り扱い特別教育における活修作業を行う			
受講者への 事前確認項目	●アトランダー・PHEVの基本構造と各部機能を理解し ●三菱サービス技術資格制度M3級以上且つEV3級 ●低圧電気取り扱い特別教育修了者であること。			
研修の日程	●18年度サービス部門研修スケジュール 参照			
受講者の声	●安全、確実な作業が行える。 ●駆動用/バッテリーの内部構造が理解できた。 ●実作業が多くて良かった。			
スケジュール				
■プログラム(現場研修センター用)				
1日目			9:00 ●駆動用/バッテリー分解修理(実習) ●教材車両の関係上、内容が一部変更となる場合がございます ●認定試験不合格の場合、EV2級は付与されません。	12:00 昼食 ●年間のクラブ

技術研修	EVH/EV3 (車両整備/TO 整備)	サービス部門		
M4以上 (条件付)	EV3級認定研修 (EV・PHEV基礎研修)			
研修概要	★EV・PHEVシステムの技術について学び、電気自動車整備の礎となる研修です。 ★研修内での認定試験(学科)の合格でEV資格認定(EV3級)が付与される研修です。 ●日数：2日コース(1日目 9:00～、2日目 9:00～15:00) ※現場研修センター以外(1日目 10:00～、2日目 9:00～15:00)			
研修の狙い	●1-MEVを用いて、EVシステムの基本知識、構造及び機能を習得する。 ●EVシステムを理解した上で、PHEVシステムの構造及び機能を習得する。			
受講者への 事前確認項目	●電気的基础的な知識が理解できていること。 ●MUT-III SEの基本的な操作ができること。 ●三菱サービス技術資格制度M4級以上。 ●低圧電気取り扱い特別教育修了者であること。			
研修の日程	●18年度サービス部門研修スケジュール 参照			
受講者の声	●今まであいまいだったEV・PHEVの知識が理解できた。 ●今後積極的にEV・PHEVの整備にかかわってきたい。 ●今後主にEV・PHEVの整備ができる。			
スケジュール				
■プログラム(現場研修センター用)				
1日目			9:00 ●1-MEV車両概要 ●EVシステム(各コンポーネント)	12:00 昼食 ●年間の様子 ●1-MEVの構造、機能、制御確認(実習)
2日目			●アトランダー・PHEV 車両概要 ●PHEVシステム	●PHEVの構造、機能、制御確認(実習) ●認定試験
●教材車両および整備部位の関係上、内容が一部変更となる場合がございますのでお知らせいたします。 ●認定試験不合格の場合、EV3級は付与されません。				

電気自動車の高電圧化などリスク増を想定した災害シナリオを折り込んだ教育を拡充していくことと同時に、電気自動車安全作業のプロ人材を育成し、将来災害を未然防止していく

5. 提言

- ・各社の取り組みに学び、バッテリーメーカーにも協力をもらい、リスクを網羅的に把握して安全防護策を設定しましょう。
- ・作業者だけでなく工程設定者など各級に応じた教育制度を拡充し、電気自動車安全のプロ人材を育成しましょう。
- ・自工会各社では発生したことのない、想定できない災害が起きる可能性があるため、部工会各社様からも電気自動車に関する危険性について情報を共有していきましょう。行政からも情報提供の働きかけをお願いしたい。

ご清聴ありがとうございました

