

EV車検と注意点について

- ◆EVエントリーから大会までの流れ（EV only）
 - ①ESO/ESA提出
 - ②ESF、FMEAの提出
 - ③シェイクダウン証明の提出
 - ④本大会での電気車検の流れ
- ◆EVクラス固有のリスク
- ◆電気車検における主な注意点
- ◆ルールの要点
- ◆EV車検チームからのメッセージ

EVエントリーから大会までの流れ（EV only）

2/24

①ESO/ESAフォームを提出する。（ESO:Electrical System Officer ESA:Electric System Advisor）



【目的】

EVは高電圧・大電流を取り扱うため、安全確保のために特別に専門知識を有する人間が管理・監督するよう定めている

【注意点】

- ・ESOは**チームメンバーの電気リーダー**で、大会会場内における車両の移動や電気作業の際は**必ず帯同することが求められる**
- ・ESAは**電気・制御システムの知見を有する先生**が担うことが多いが、**学校関係でなくてもよい**

②ESF(電気システムフォーム)、FMEA(故障モード影響度解析)を提出する。



（ESF:Electrical System Form FMEA:Failure Modes and Effects Analysis）

【目的】

EV車両の安全性を早期に車両設計へ反映し、本大会において全ての参加車両が動的審査に進むための最も有効な手段として、電気系システムの設計ドキュメントの事前提出を求め、これを審査する

【注意点】

- ・完成度により、複数回の再提出を求めることがある（**提出1回で合格するチームはほぼ無し**）
- ・期限内に合格しなくても本大会への参加は認められるが、初回車検の優先順位や、車検での確認項目が増える等の**不利が生じる**
- ・記載要綱（ESFの1ページ目）を読んでいないと判断できるチームへは、**採点せず返却することもある（門前払いします）**
- ・レギュレーションを理解していることが分かるように記載すること。理解しているか判断できない場合は再提出になる

③シェイクダウン証明を提出する。

【目的】

車両が完成したことを確認する

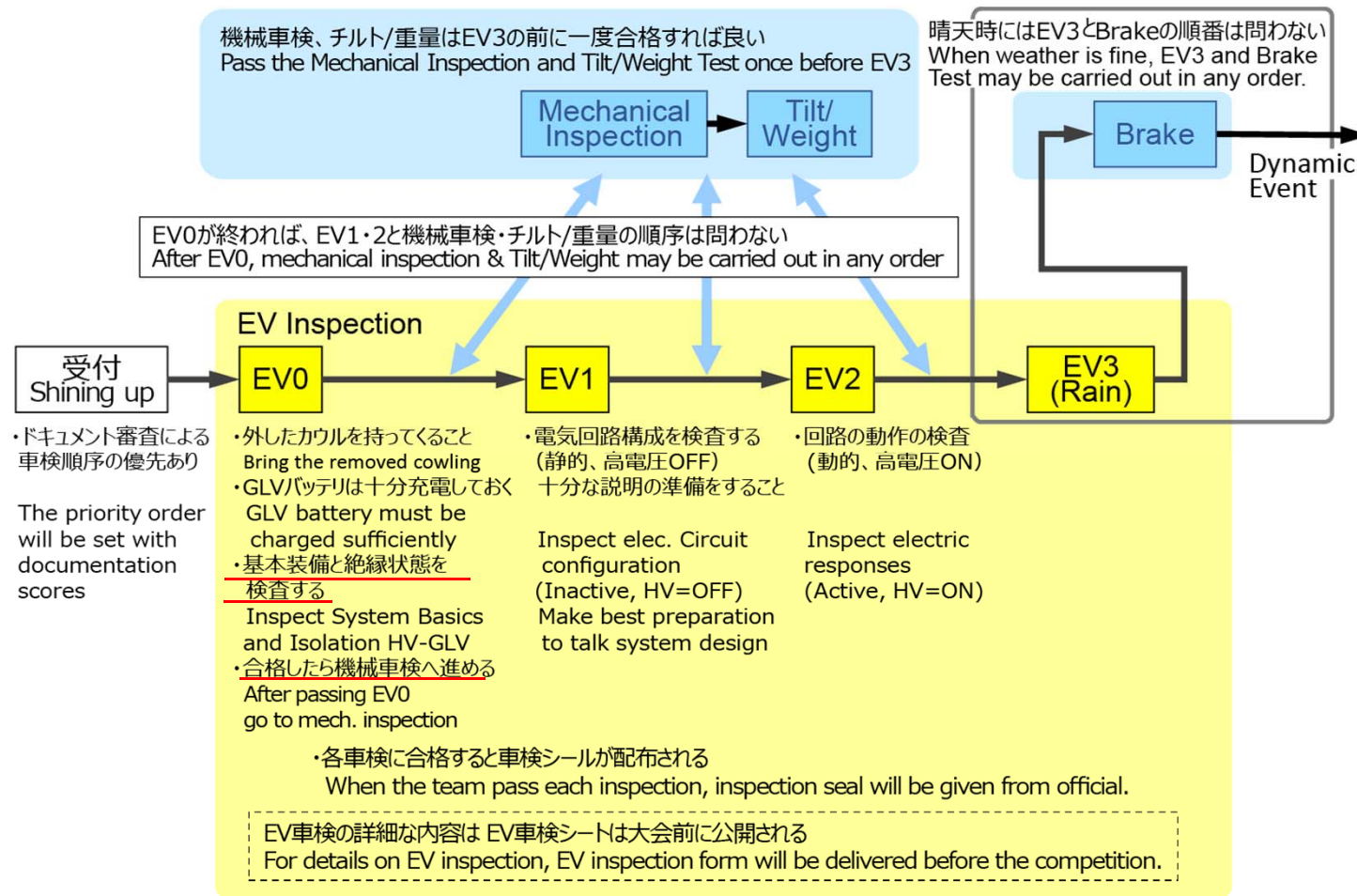
【注意点】

- ・車両走行後、**シャットダウンボタンを押してから電圧降下(5秒放電)する映像を提出すること**
- ・提出無き場合や動画内容に不備がある場合は、車両未完成として車検に参加出来ない

EVエントリーから大会までの流れ (EV only)

3/24

④本大会での電気車検の流れ



<実情に即した流れ> 機械車検等他の上記青色相当の車検項目は除く

EV0:基本電気技術検査、これに合格しないと機械車検を受ける事が出来ない

EV1:電気回路構成の検査 (高電圧OFF) → EV2:回路動作の検査 (高電圧ON) → EV3:レインテスト → 動的イベント (オートクロス、アクセラレーション、スキッドパット) → 車両からACCを取り外し → ACCを充電 → ACCを車両へ取り付け → EV4:EV3合格後に充電した場合の簡易的車検 → 動的イベント (エンデュランス)

◆1_EVとICVの違い

EV: Electric vehicle	ICV: Internal Combustion Vehicle
➤ EV 車両を起動してもエンジン音は聞こえない。 When the EV is Ready To Drive, but the engine sound is not heard. ➤ Ready To Drive の状態への移行には特別な注意が必要である。 Pay more attention to moving into Ready To Drive.	➤ ICV 車両を起動すればエンジン音は聞こえる。 When wake up the ICV, the engine sound appears.
➤ EV 車両は ICV 車両に比べ重い。重量物である Accumulator Container は充電するたびに取り外す必要がある。 EVs are heavier than ICVs. The heavy accumulator container needs to be removed each time it is charged. ➤ 重量物の運搬には適切な手順の準備が必要となる。 Appropriate preparation of procedure is required against heavy weight operation.	➤ 重量物であるエンジンは大会期間中に取り外すことはない。 Heavy engines will not be removed during the competition.
➤ チームのメンバーは感電のリスクがある高電圧を扱う。高電圧は直接見るができない。 Team members operate with high voltage equipment, there is risk of electrical shock. High voltage is not visible. ➤ 感電やけがに対して保護具などの適切な準備が必要となる。 Appropriate preparations are required, such as protective equipment, against electric shock and injury.	➤ エンジンを切れば高電圧な部位はどこにもない。 There is no high voltage part if the engine is turned off.
➤ リチウムイオン電池の電解液は可燃性である。 Lithium-ion batteries use flammable electrolytes. ➤ Accumulator Container の取り扱いには消火器を準備し、特別な注意を払うこと。 Take special care and prepare fire extinguishers when handling the Accumulator Container.	➤ ガソリンは可燃物である。 Fuel is flammable.

◆2_重量物 (ACC) の脱着

アキュムレータコンテナ積み下ろし作業は非標準作業として、個別の作業基準を設ける

- ・競技車両のリジットラック(台)への上げ下ろし時は、ジャッキ使用を原則とする
やむを得ずチーム員で上げ下ろしをする場合、作業員1人への負担は25kg以下にすることを強く推奨する。
25kgを超える場合でも、1人への負担が55kgを超えてはならない(厚労省労働基準局 通達)
- ・また、競技車両を持ち上げず、アキュムレータコンテナのみを引き上げる場合も、同様の基準を適用する
- ・チーム員で競技車両を上げたまま、アキュムレータコンテナの脱着作業(ボルトの付け外し等)をすることは厳禁
- ・必ずリジットラック(台)に車両を載せて作業すること
- ・ホイールの中に素手を入れないようにすること

万ーEVスタッフが危険作業を発見した場合、ペナルティを課す場合がある

◆3_リチウムイオン電池

リチウムイオン電池 Lithium-ion batteries 	・リチウムイオン電池は可燃物である。常に消火器を準備すること ・Accumulator Container内部の修理やメンテナンス ・Accumulator Containerを運搬する際には、Accumulator Containerを台車にスリングベルトやボルトによる締結など固定し落下を防ぐこと ・Lithium-ion battery is flammable, prepare fire extinguisher at all time. ・Repair and maintenance inside Accumulator Container ・Secure the Accumulator Container on the hand cart with a sling belt or bolts and nuts to prevent it from falling, when transporting the Accumulator Container.
---	---

◆4_高電圧作業

高電圧作業は、例えば、Accumulator Container内部の修理やメンテナンス、絶縁耐圧試験、TSMP電圧の測定、EV車両に配線した状態での高電圧ワイヤーハーネスの加工である

- 適切な保護具や工具を使うこと Use appropriate protective equipment and tools
 - ・絶縁手袋 Insulation gloves
 - ・保護メガネ Protective glass
 - ・絶縁工具 Insulated tools
 - ・保護カバー付きテスターケーブル protected probe tips
 - ・絶縁マット HV insulating blankets
- 大会時にアキュムレータコンテナを開けて内部を取り扱う作業は、指定エリアで行うこと
During competition opening and operation inside Accumulator Container must be done in the designated area
- EV 車両に事故が発生した場合にはむやみに素手で触らないこと。
Do not touch rush the damaged EV with bare hands.

高電圧作業の例

© FSG by Shidhartha De

絶縁手袋
Insulating gloves

絶縁工具
Insulated tool

Point

保護メガネで目をカバー

短絡すると、溶けた金属が花火のように飛びます

Eyes should Cover with Safety Glass

If short circuit occurs, melted metal flies around

Point 作業部分以外は絶縁カバーをする

工具や部品の落下による短絡を防ぐ

Insulation cover except for operation area

Prevent short circuit drop due to unexpected drop of tools and parts

Point

絶縁マットを敷く

Spread HV insulating blankets

Point

端部は絶縁テープ等でカバー

ケーブルは動かないように固定する

Cover end of harness with insulating tape etc.

Do NOT keep free, Secure the cable

◆1_レインテスト (EV3)

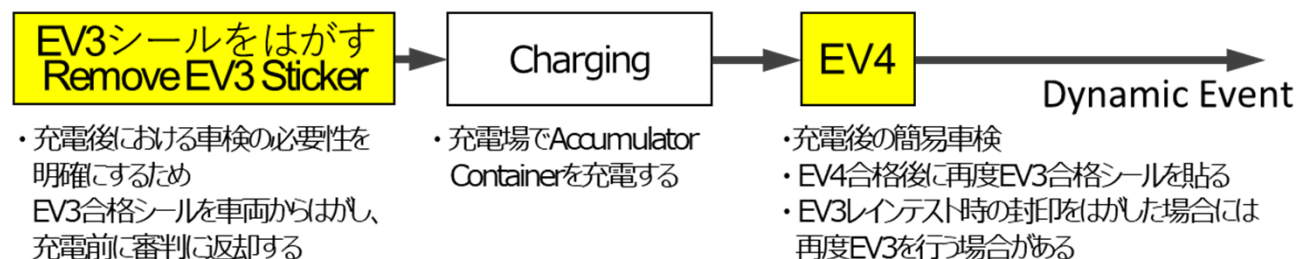
- 電気回路の故障は、目に見えず、再現せず、痕跡がないことがたびたびある。したがってレインテストでの修理には時間がかかるのが通例である(過去にはレインテストによる故障修理だけに丸2日費やしたチームもある)防水コネクタを使うだけでなく、水の侵入経路と想定される箇所は大袈裟なくらいに雨滴カバーをすることをお薦めする
- 不合格の判定は漏電以外の原因を含むシャットダウン、TSALの消灯などの異常をもって行う
- モノコックは水抜き穴を設けると良いまた、高電圧関係のコネクタは防水をすること
- 雨除けカバーは封印する



◆2_充電後の再車検 (EV4)

EV3合格後に充電した場合、その後に行う簡易的な車検がEV4である。充電時にはAccumulator ContainerをEV車両から取り外す

再度車検を行う必要を明確にするため、**充電前に発行したEV3 (Rain)車検シールをはがして審判に返却する手順がある**
EV4合格後にもう一度充電を行った場合は2回目のEV4を行う必要がある



◆3_充電

- Accumulator ContainerはEV車両から外して充電すること
- Accumulator Containerを移動、充電する際には台車に固定すること。消火器を準備すること
- 充電は決められた充電場で行うこと
- Accumulator Containerの中で火が出た場合には消火器だけで消すことは困難です
火災時には、まず自分の身を守り、すぐに逃げてください
- 充電場には下記の看板(火災に関する注意)を掲示します。大会以外にもチームが充電する場合の参考としてください

火災に関する注意

火災が発生時には落ち着いて行動し、オフィシャルに通知してください。
すぐに行動する必要がある場合は、下記の情報に基づき、最も安全な行動を取ってください。

Accumulator Containerの異臭 / 異音 / 発火に気づいたら

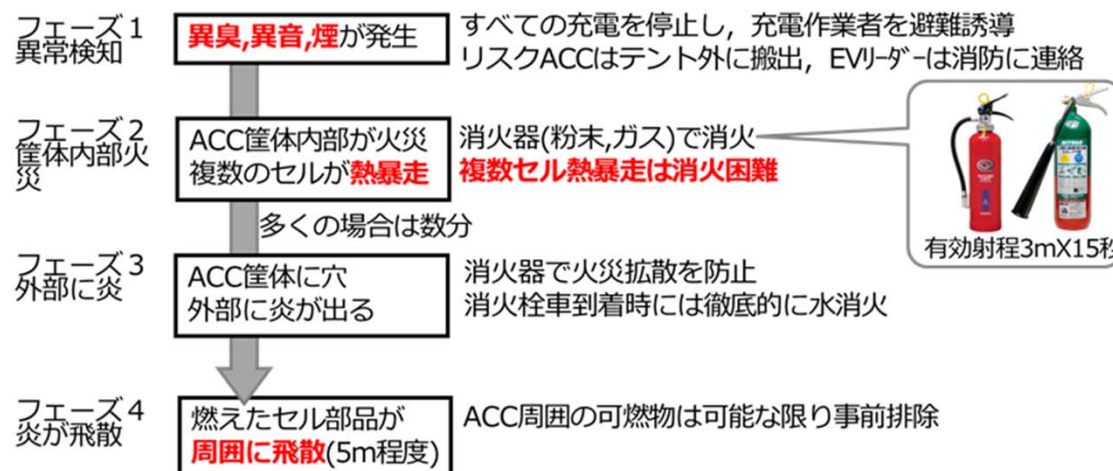
- すみやかに充電器の電源を切ってください
- 大声でオフィシャルを呼んでください

充電中には

- ACCは充電用ハンドカートに乗せること
- 消火器を準備すること
- 充電手順の知識を持つメンバーが少なくとも1人は残ること

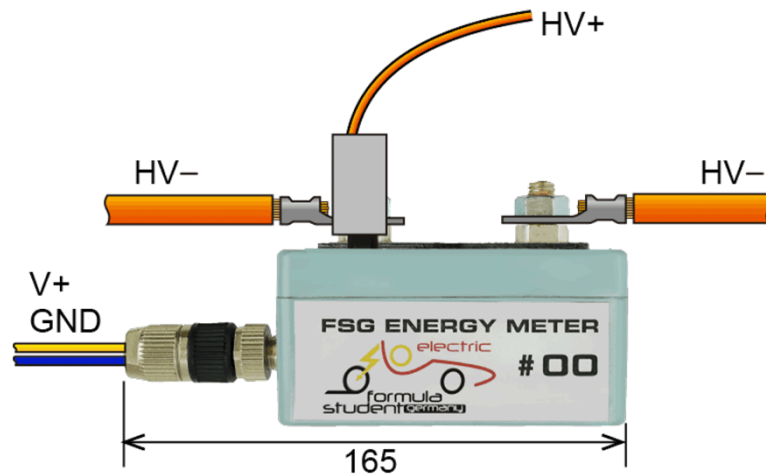
ACC発火時の予想フェーズと消火方法

- 【方針】① 異常発生時には**すべての充電を停止**し、充電作業者を**避難誘導**する
② (可能であれば) 充電テントから**リスクACCを台車で運び出す**
③ **消火栓車で徹底的に冷却消火**、消火器の消火はあてにならない



◆4_Energy Meter

- Energy Meterのスペックは**チームページにおいて公開**している
- 車両側と接続するHV-側のM10サイズ丸端子2個、LV側コネクタ1個（ハーネス側）、HV+側コネクタ1個（ハーネス側）は**チームが準備すること**



- EV車検の途中で配布する可能性があるため、着脱が容易なように**すぐにアクセスできる場所**におくこと
- 高電圧部位が露出しないように丈夫な容器に入れて固定すること
箱に入れた場合には、その箱はトラクティブシステムコンポーネンツとなるため、ファイヤーウォールによりドライバーから隔離すること
- Energy Meterの取得したデータは審判員がWi-Fiで通信する。**Wi-Fiで通信可能な容器**とすること
- Energy Meterの計測データはチームに提供しない。バッテリーの電流と電圧を記録し車両状態を知るために、**チーム側で独自のEnergy Meterを設置することを推奨する**
- Energy Meterを受け取った場合には**取り付けた場所の写真**を撮ること
EV車検時に固定、絶縁状態、絶縁距離についてチェックをする予定である

◆5_大会中の時間管理 (タイムマネジメントが非常に重要です)

- 電気車検は大会3日目の夕方17時(仮)まで実施。動的試験もほぼ同時刻に終了。
→17時直前に合格しても動的試験に参加はできない。

- 電気車検 1日目、2日目、3日目に実施
- 動的試験(アクセラ、スキッドパット、オートクロス)3日目に実施 ※電気車検合格必須
- 動的試験(エンデュランス&効率) 4日目、5日目に実施 ※3日目のオートクロス完走必須

動的試験は順番待ちで大行列です。後から並んでも自分の番が来る保証はありません。

電気車検は2日目までに合格を目標に、どんなに遅くても3日目の午前中合格。
3日目午後の合格では自分の番が来るかは神頼みです。

<電気車検を合格するための秘訣>

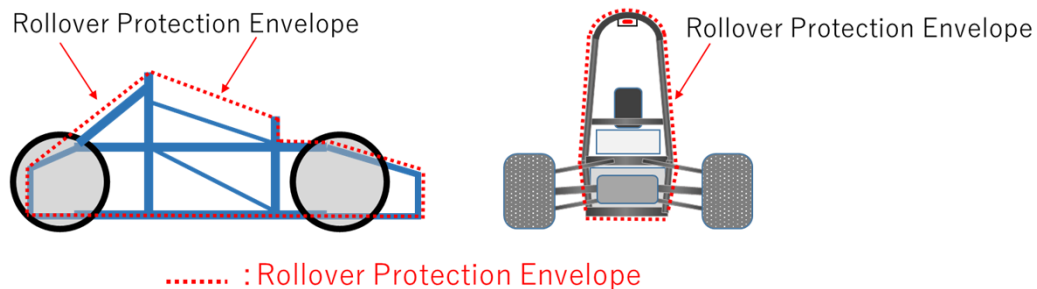
- 1.事前にチーム内でESAなどを審査員に見立てて予行演習を行う
(項目別に誰が説明するか、補足資料は万全かも確認)
 2. ESFの合格日時順で電気車検を行います また、合格チームは試験項目の免除もある
- | | | |
|-----------------|-----------|-------------|
| EV2合格チーム(19年実績) | ESF合格チーム | →100%(8/8) |
| | ESF不合格チーム | → 25 %(2/8) |

大会前に勝負はほぼ決まっています。

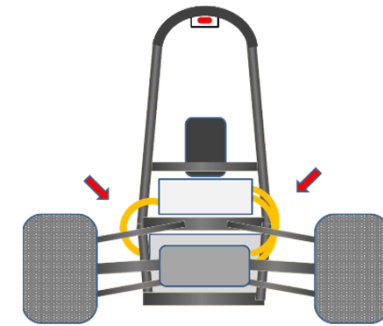
また、優秀なチームはホワイトボードを誰もが目につく場所に置いて、
本日のスケジュール(コスト審査の時間、EV車検合格目標時刻)や注意事項を "チーム全員" で共有しています
残念なチームは一部のメンバーしか状況を把握していないことが多いです 是非参考にしてみてください

◆1_Chassis

アキュムレータコンテナを除くTractive System ComponentsはRollover Protection Envelop (F.1.1.I)又は、F.5.13に適合したComponent Protectionの範囲内に配置すること。



高電圧ワイヤーを200Nで力を加えたときに範囲外にならないようにすること



◆2_ACC (Accumulator Container : 電池)

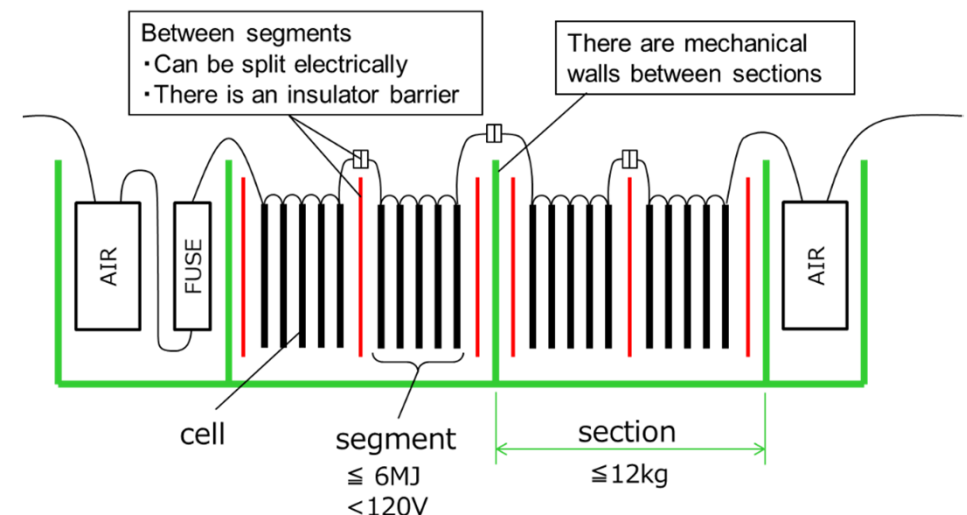
- セクション間は工具なしで分割できるロック付きコネクタを使う
(バスバー+ボルト締結+緩み止め機構は推奨しない)

Amphenol



- ACCインジケータは、少なくともACCのHVコネクタの挿抜をする際に見える位置とすること
- ACCインジケータは指針式(アナログ)の電圧計でも可

三菱電機

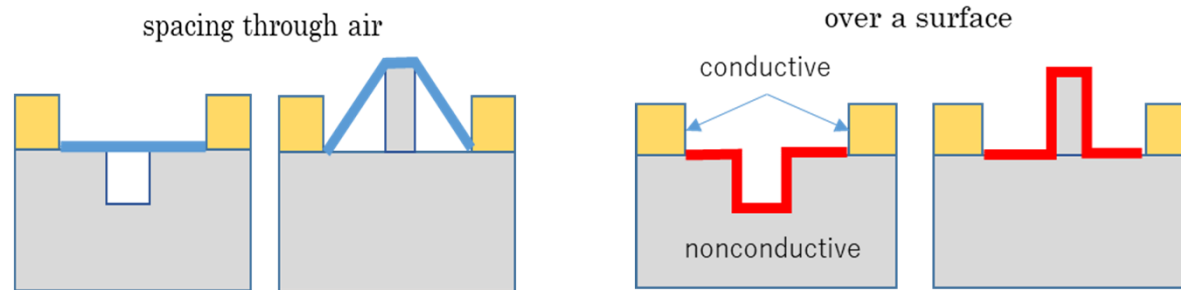


◆3_Tractive System(電池、モータと電氣的に接続された主に高電圧部位)

HVエンクロージャーについては注意事項が多いので注意すること

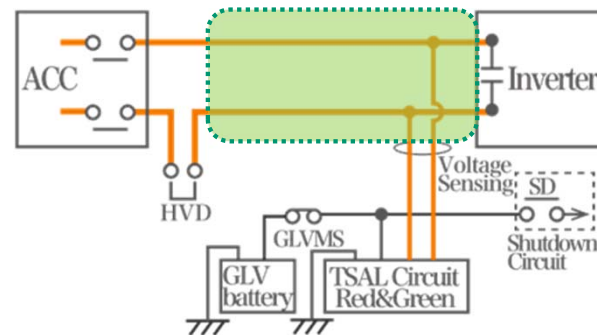
(絶縁材の絶縁性、難燃性、耐熱温度、防水性、沿面距離、空間距離など、UL規格／IP規格などに準拠している)

➤ 空間距離(spacing through air)と沿面距離(over a surface)の定義



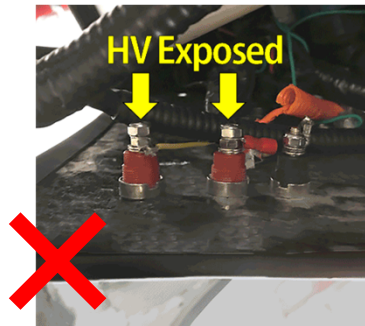
幅1mm以下は無視

- HV(高電圧)部位: 丸端子をボルト締めしているような部位と、LV(低電圧)部位: ACCケースやHVエンクロージャーケース(GLVに接地している部品)との間は、適切な空間距離を取る。
適切な距離が取れない場合は、カバー等が必要。
- Discharge回路及びHVDの位置は、HVDを抜いても中間回路コンデンサを放電出来る位置に配置すること
(HVDと中間回路コンデンサの間に配置すること)

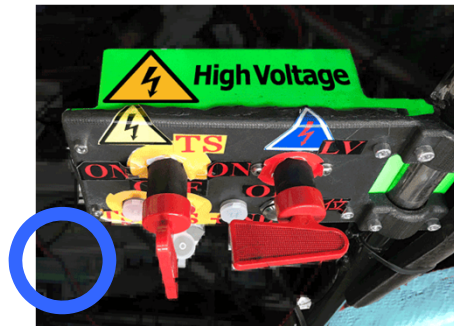


◆4_TSMP (Tractive System Measurement Point) (高電圧測定点)

- TSからTSMPまでの配線は高電圧オレンジ色とし、保護ヒューズは設けないこと
- TSMPの裏側の配線は耐熱難燃部材で覆い、触れない構造となっていること



HV端子が露出



HV端子が箱で覆われている

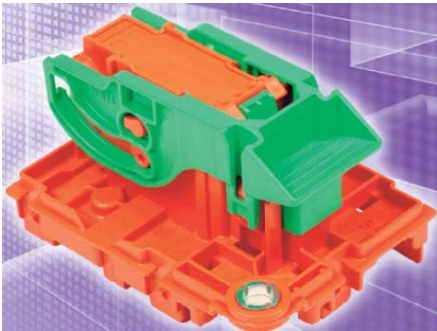
◆5_Grounding (接地)

- 感電予防のために、金属部品をアースする。車検時にはミリオームメーターで抵抗を測定する
- 該当箇所(例:メインロールフープ)の中であればどの測定ポイントを選ぶかの選択権はチーム側にある
審査員がポイントを指定しないメリットを考えて必ず要求値以下になる測定ポイントを大会前に見つけておくこと
- 不合格が多い箇所
ステアリングホイールの表面、ステアリングとステアリングコラムの間の導通不良、樹脂パネルのドライバースイッチ
CFRPボディ全般
対策例:GLVMP～シャシー間抵抗が小さくなるよう、太い芯線(例 2mm sq.以上)で直接繋げる
- CFRPなどのコンポジットボディはアルミハニカムコアなどに接続するGND測定ポイントもチーム側で設定すること
場合によっては抵抗値を下げるためにCFRPと金属メッシュの積層などが必要になる場合がある

◆6_HVD (High Voltage Disconnect) (高電圧切断部品)

➤ HVDの例

矢崎総業
S/P 200A



ヒロセ電機
EM30MSD



- EV.7.7.2 An untrained person must be able to remove the HVD within 10 seconds in ready to race condition.
訓練されていない人が10秒以内に抜ける構造としては、ヒロセ電機製のコネクタを推奨します

◆7_Wiring (ケーブル)

- 高電圧ケーブルはオレンジ色のみ使用。**高電圧ケーブル以外にオレンジ色を使わないこと。**
信号ラインにオレンジ色が含まれている場合には信号ラインをコンジット等で覆ってオレンジ色を見えなくすること。
- 大会において短時間で修理をするために、トラブルシューティングが容易な色分けをすると良い
- **走行中に電線の地絡でリタイヤする車両が多い。**電線はコンジットで保護し、振動で揺れないように固定する

◆8_Fusing

- Precharge回路、Discharge回路、TSMPにはヒューズ禁止である
- ヒューズの定格は電線定格の半分以下を推奨する

◆9_TSMS (Tractive System Master Switch) (高電圧起動SW)

- Lockout/Tagoutの管理が必要 (Lockout/Tagout: 電気作業の安全手順)
Lockout: 完全に電気を切断すること Tagout: 簡単に再接続出来ないように保護すること

EV車両の例では、

Lockout: TSMSを取り外すことで電源を確実に切断する

Tagout: TSMSの再接続は特定メンバー(例えばESO)に限定する

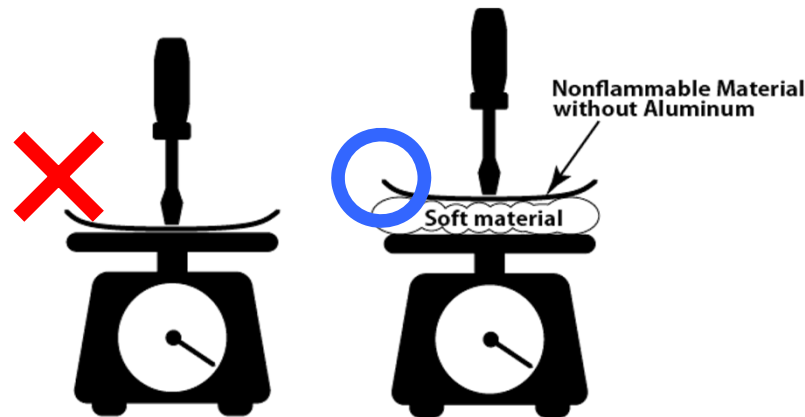
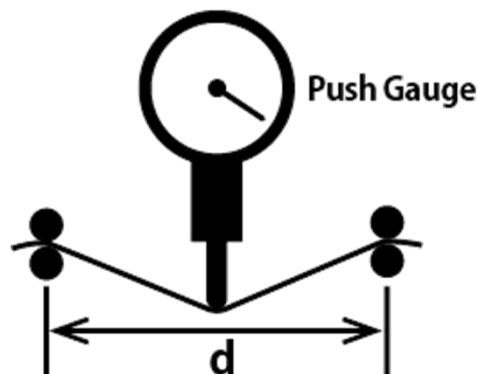
ダイヤルキーによるTagout例



- EV車検では、どのように再接続から保護しているかを確認する予定である

◆10_Firewall

- ファイヤーウォールが必要な範囲には開口部や継ぎ目がないようにすること。ファイヤーウォールの継ぎ目はオーバーラップさせること。特にファイヤーウォールを締結するための鉄ボルトにより、車両後方の高電圧領域とドライバー側が貫通しないように注意すること。
- 絶縁材料は4mm幅マイナスドライバーにより250Nで加圧しても貫通しない厚みであること。不燃材の貫通試験の方法は下図を推奨する



◆11_Other

- 抵抗や電線の電力余裕度における推奨値
電流は定格の1/2まで(10Aなら5Aまで)、電力では1/4まで(1Wの抵抗であれば、0.25Wまで)
- 独立電源のスマートフォンはドライバーのモニター用に用いてよい

学生フォーミュラ日本 EV車検チームからのメッセージ

1. 今はまだICVに命をかけている君達へ
2. 密かにEVへ転向してみたいと思っている君達へ
3. EVで総合優勝を本気で狙っている君達へ

1. 今はまだICVに命をかけている君達へ

- 世界中で、CO2規制強化による電動化が進んでいる
- 新規エンジンの開発は徐々にシュリンクされ、EV、HEV、PHEV、FCVが広がって行く
- 自動運転と電動化は、非常に相性が良い



- 企業も電動化エンジニアを広く求めている



【補足データ】2019年販売台数約9200万台のうち

中国約2600万台、米国約1700万台、欧州約2100万台(上記で世界の7割を占める)

中国→NEV規制, 米国→ZEV規制, 欧州→CAFE規制&大都市へのICV乗入禁止

規制の概略: 自動車各社はEVを一定数販売しないと罰金。EV販売割合は毎年増加の一途。

→今後のEV拡大、ICV縮小は不可避という現実がある。

EVに挑戦してみないか？

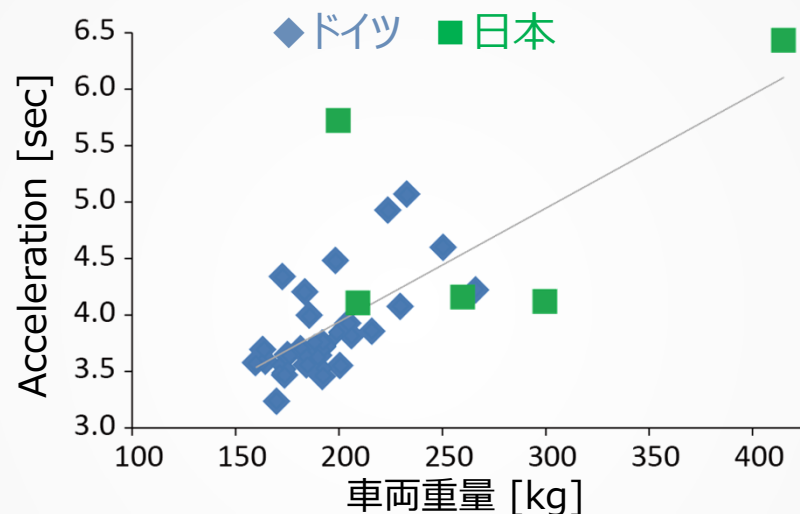
2. 密かにEVへ転向してみたいと思っている君達へ

- 高電圧(60VDC以上)、大電流(100A以上)を扱うので、それなりの知識、勇気、覚悟がいる
- 大会前はESF(電気仕様書)の提出が必要、かつ大会中にはEV車検(平均5時間)追加
..でも
- エンジン、T/M、燃料タンクの代わりに、必要な主要部品はモーター、インバーター、電池だけ！
モーター、インバーターは自技会経由でメーカーから無償貸与！
- シャシーはICVのお古を使える（1年目だけですが）
- 車両運動制御は、今までに体験したことのない別の世界が広がる（トルクベクタリング制御）
- アクセラでは異次元の加速感を味わえるかも（0-100KM/H：1.513秒@チューリッヒ工科大 【参考】1.9秒@F1）
- 効率審査はEV車両が上位を独占

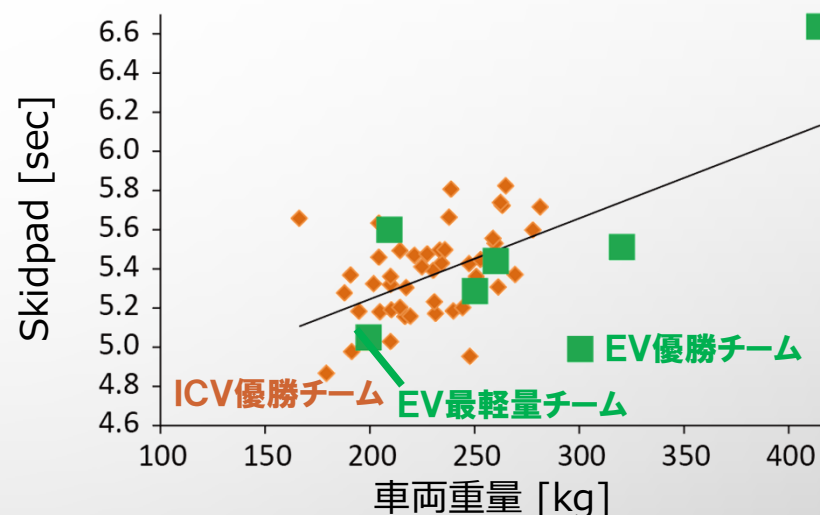
EVの性能を体感してみないか？

3. EVで総合優勝を本気で狙っている君達へ

- 車両軽量化は必須です



- 車両運動制御が、大きなアドバンテージ！
四輪独立制御のポテンシャルを最大限引き出せ！



- モーター冷却、インバータ冷却が、実は超キーファクタ
(熱工学の知識要！)

FSJの歴史を変えてみないか？

End of File

ESO/ESAの知識、経験、資格が妥当である事を確認する



Car No, University Name: _____

If the team doesn't submit this form by the deadline (14:00 February 22, 2019), it will be disqualified for the competition. Teams must inform FSAEJ and resubmit it immediately if ESA/ESO are changed.

Electrical System Officer Information

Requirements	ESO 1 (Chief ESO)	ESO 2	ESO 3
	Name	Name	Name
Relevant Training on high voltage system 経験してきた電気に関連する教育・訓練(車両の最大電圧を満たすもの)			
Relevant official qualifications, if any 公的な資格(あれば)			

Basic Electrical Training for the team

Questions	Answers
Details of any basic training on working with electrical systems that all team members receive 電気システムの扱いに関して、全チームメンバが経験した基礎的なトレーニングの内容	
Corresponding school rules or laboratory rules on required training or education to work on high voltage electric system within your campus 学内で高電圧システムを扱うのに必要とされる教育や訓練に関する学校あるいは研究室のルール	

Electric System Advisor Information

(It may be necessary to have more than one person to achieve requirements.)

Requirements	ESA 1 (Chief ESA)	ESA 2	ESA 3
	Name	Name	Name
Experience of design of /work on high voltage system (above 60VDC or 25VAC RMS) 高電圧システムの設計/作業経験			
Experience of system FMEA or design of fail-safe / fault tolerant system システム FMEA あるいはフェイルセーフ/フォールトトレラントシステムの設計の経験			
Relevant official qualifications, if any 公的な資格(あれば)			
Understanding of the role of ESA (FSAE Rules AD5.3.4 to AD5.3.7) ESA の役割の理解	☐ AD5.3.4 ☐ AD5.3.5 ☐ AD5.3.6 ☐ AD5.3.7	☐ AD5.3.4 ☐ AD5.3.5 ☐ AD5.3.6 ☐ AD5.3.7	☐ AD5.3.4 ☐ AD5.3.5 ☐ AD5.3.6 ☐ AD5.3.7

Faculty Advisor Name:

Team Leader Name:

各チームで設計したシステム、車両の仕様を記載し、審査では仕様がルールに適合している事を確認する

1 System Overview

Include brief description of vehicle (1 paragraph).

Complete the information in the table below.

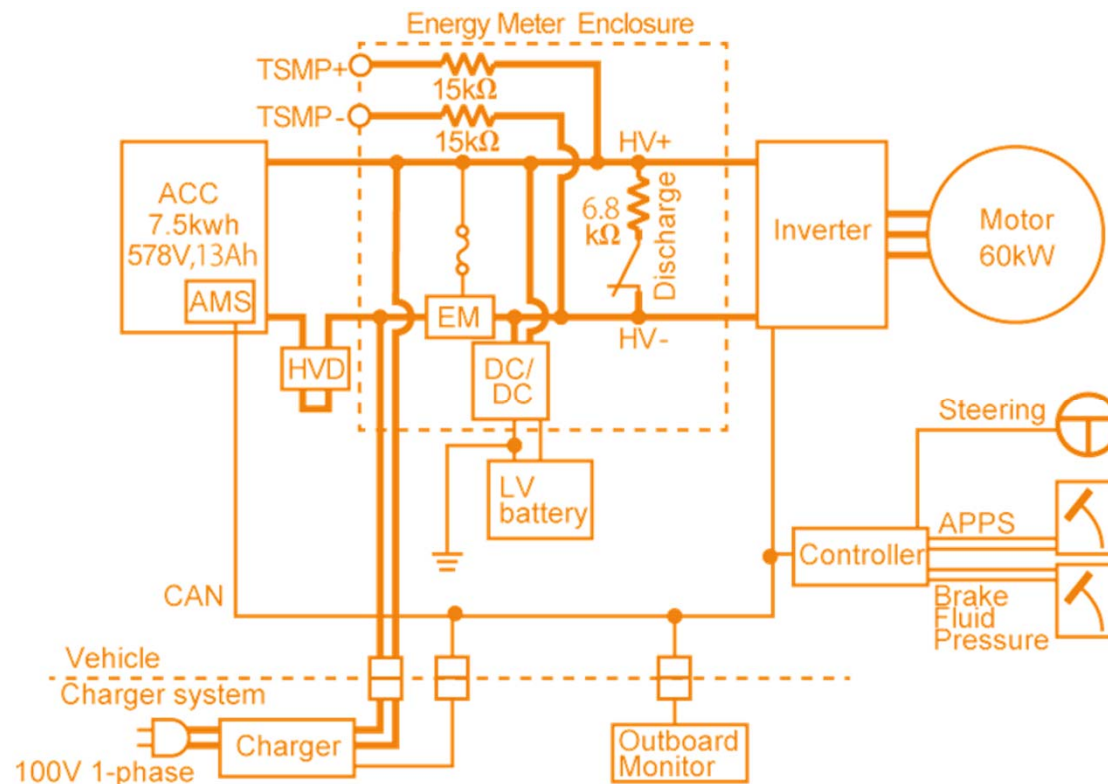
Maximum Tractive System Voltage:	1000VDC
Nominal Tractive System Voltage:	960VDC
Grounded Low Voltage System Voltage:	2.5VDC
Number of Accumulator Containers:	2
Total Accumulator Capacity:	20kWhr
Motor Type:	AC Induction
Number of Motors:	Total 4, one per wheel
Maximum Combined Motor Power:	150kW

Table 1-1 - High Level Specifications

Insert a system overview block diagram showing major electrical components and system interactions

Major electrical components and system interactions must be included below items

- Major Traction System components
 - Accumulator container(ACC)
 - Traction Motor
 - HVD
 - Traction System wire harnesses between ACC and Motor
 - Traction System wire harnesses between ACC and off board Charger
 - All the Traction System Container(s), including Energy Meter Container
- Motor controller with major input and output devices to explain how power output of motor is reflected from driver's operation
- Major off board devices during charge
 - Charger
 - Monitors (if applicable)
- IMD (if located outside of ACC)
- DCDC converter if used



各チームで設計したシステム、車両のうち、ローカルルールで規定した部品に関する故障モードについて解析し
その結果を記載する

審査では解析結果とその対策の妥当性、及び同対策方法がESFに記載されたチームの設計仕様と
整合しているかどうかを確認する

- ・FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)とは、システム・部品に潜在的に存在する故障モードと影響を解析する手法のひとつです。
- ・各部品を組み込み、車両の信頼性を保証するのはチームであることを認識してください
- ・外注部品も必ず故障することを前提に検討してください

FMEA No.:	Component/Item	Function	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect		Sev	Severity Reasoning
					Local	Global		
62	Brake System Plausibility Device	ブレーキペダルセンサとモーター供給電力の妥当性確認	ブレーキペダルセンサの故障	・振動、衝撃によるメカ故障 ・センサ品質による故障 ・過電圧/過電流による故障	ブレーキペダルセンサ信号の送信不良	・BSPDがブレーキペダルセンサの故障を検知してシャットダウンする。 ・VCUIはブレーキセンサ信号を受信できない。	1	・シャットダウン回路はディレイなくBSPDによりトラクティブシステムがオフする。 ・ブレーキペダルセンサ信号がなくてもメカニカルブレーキにより安全に停車することができ

OK: 外注部品も必ず故障することが検討されている

NG例: ○●社より購入したため故障することはない

OK: 各部品を組み込み車両の信頼性保証をするのはチームの責任。Global=車両の故障影響を把握している。

NG例: ○●部品が壊れる。←これはLocalで記載すること。

