

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ（早、抑、延、消）	安全対策 車：自動車側 船：船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
早	車：バッテリー異常信号の外部出力させる	車両電源OFFであっても、バッテリーの異常を検知した場合、車外へ信号を出力する。 出力された信号は船内の制御室等でモニターできる	車両から出力された信号を各デッキに設置された受信器で受けとり、それを船内LANで常時人がいる区画へ出力する。異常のある車両の位置データがブリッジにモニターで映しだされる。	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオンバッテリーの位置（上部、下部）関係なし 異常のあるバッテリーを早期に発見し、隔離が可能 船員の巡回が不要（人員削減） 機械的処理であるので人的ミスがおこらない バッテリー異常の段階で発見できる（発火前） 	<ul style="list-style-type: none"> 現時点ではバッテリー異常警報が出力されるような仕様にはなっていない 自動車メーカーの協力が不可欠 中古車には対応できない 	
早	船：CCTVを車両積載区域に設置する	CCTVで火災発生場所、火災状況を確認する* *：CCTVに何を期待するので設置場所、設置台数は変わる	Case-1: CCTVを車の火災を発見する目的で配置する。 Case-2: CCTVを車両積載区域の火災状況の監視の目的で配置する	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオンバッテリーの位置（上部、下部）関係なし Case-1: CCTVを設置することにより、火災発生車両を現場にいかなくても発見する事ができる Case-2: 火災の状況、消火活動の状況、消防員への指示等がスムーズに行える。固定式消火装置起動後の車両区域のモニタリングにも使用できる。（光学ズーム機能を備えているCCTVであれば設置台数を抑えられる可能性がある。） 	<ul style="list-style-type: none"> 車両天井と天井部梁とのクリアランスを考慮するとCCTVの設置台数が多くなる 荷役作業者のプライバシー問題 CCTVの設置台数が多い場合は、船員による監視が困難 高膨脹泡消火装置の場合は、レンズに泡が付着し視界が遮られる可能性がある。 火災発生車両付近のCCTVの場合は、熱により故障する可能性がある。 	
早 消	船：持運び式赤外線サーモグラフィカメラをパトロールで使用する	<ul style="list-style-type: none"> 車両内部のバッテリーの発熱を検知 温度**°C以上 **：バッテリーが達してはいけない温度はバッテリー電解液の沸点を超えない温度とすること 	火災パトロール班につき1台	<ul style="list-style-type: none"> 火災が発生している状態であれば火災をサーモグラフィカメラでとらえる事は可能 	<ul style="list-style-type: none"> 電気自動車のバッテリーセルは筐体でおおわれている為、パトロールでの発見は期待できない 	
早 抑	船：ガス検知（検知対象ガス：HC系ガス）	メタン、エタン、プロパンなどHC系ガスを検知対象としているガス検知器を車両積載区域 and/or 通風ダクト内に設置する。	異常のあるバッテリーから放出されるガス量を考慮し、車両積載区域もしくは通風ダクトへ設置するガス検知器はPPMレベルで検知できるガス検知器を備える。ガスを検知した場合は常時人のいる区画内で警報を鳴らす。	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオンバッテリーの位置（上部、下部）関係なし 車両火災発生前に検知できる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 車両積載区域に設置する場合はガス検知の個数が膨大になる 異常車両の場所は特定できない 通風ダクトに設置する場合は常時通風する必要がある。（煙探知器での検知を阻害する可能性がある） ガス発生後にすぐに発火した場合に効果は薄れる 	
早	船：ガス検知（検知対象ガス：COガス）	COガス検知器を車両積載区域 and/or 通風ダクトに設置する	COガス検知器を車両積載区域 and/or 通風ダクト内に設置する。COガスの検知アラームを常時人のいる区画内で警報を鳴らす。	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオンバッテリーの位置（上部、下部）関係なし バッテリーの発火前にはCOガスが先に発生する可能性がある（ガス検知器メーカーの情報）ため、COガスを検知する事で車両火災発生前に早期に発見できる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 異常車両の場所までは特定できない COガス発生後すぐに発火した場合は効果が薄れる ダクトに設置する場合は通風状態でなければ効果を発揮しない。 	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ（早、抑、延、消）	安全対策 車：自動車側 船：船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
早	船：赤外線式ガス検知器 （検知対象ガス：HC系ガス）	赤外線式ガス検知器は、赤外線発光部と受光部からなり、その間を通過するHC系ガスが赤外線を吸収する特性を利用しガス濃度を計測する。	<p><通風・無風状態> 100mの距離で検知可能な赤外線式ガス検知器を200m x 38mのPCCに設置する場合1DKあたり以下の個数が必要。 船幅方向に設置した場合：12組※ 船首尾方向に設置した場合：6組※</p> <p><通風状態> 通風ダクトに設置する。 ※EVから発生するメタンガス量の試算により100ppmの範囲を検知対象とした場合の試算</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・車両積載区域に設置すれば無風状態、通風状態に関係なくガス検知が可能 ・車両積載区域への設置が難しい場合であっても通風ダクト内に赤外線を照射するよう設置すればガス検知が可能 ・熱暴走時に発生するガスを発火前に捉え船員に知らせる事ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発光されたレーザーを正しく受け取れないと検知できない ・天井と車両との間が10cmであるとその隙間を赤外線を通す事ができるのかを注意して慎重に検討が必要となる ・ラッシングホールにより電気自動車から発生したガスが上層や下層デッキに流入しそれを検知する可能性がある 	
早	船：持運び式ガス検知（臭気センサー）	バッテリーから出る電解液蒸気やガスの独特のにおいを検知する事のできる臭気センサーを持つ。	消火班につき1つ臭気センサーを所持し、巡回時にバッテリー異常により発生したガス（臭気）を検知する。	<ul style="list-style-type: none"> ・発火前に異常車両を検知できる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・異常車両の場所までは特定できない ・ラッシングホールによりガスが上層や下層デッキに流れる可能性もあり、異常車両から遠い位置で検知してしまうというリスクがある ・事前に異常のない状態のにおいの強度を計測しておく必要がある。 	
早	船：光ファイバーケーブルの温度測定装置	車両下部に這わせて、車両下部に設置されたバッテリーパックの温度上昇を検知する	デッキ上に這わせてバッテリーの温度上昇を検知し、警報を発する	<ul style="list-style-type: none"> ・火災が発生する前に検知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・車両積み込み時のセンサーケーブルのダメージ ・積み込み車両の種類などに応じて必ずしもバッテリー直下に温度測定装置がくるとは限らない 	
早	船：煙探知警報装置	煙探知装置をアドレス式とするとともに、煙探知器の設置個数を増やす	FSSコードに従った火災探知器の配置からさらに個数を増加させる。また検知場所が特定可能なアドレスケーブル方式（位置識別機能付き）とする	<ul style="list-style-type: none"> ・火災車両を早期発見できる（火災の煙がラッシングホールから上下デッキに流れる前に火災発生デッキにある火災探知器が発報する確率が上がる） ・火災車両早期発見により迅速に消火活動を開始できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置個数が増加（コスト面、メンテナンス面） 	
早	船：煙探知警報装置	現行の煙検知器の警報設定点（減光率）を下げる事で感知精度を上げる。少量の煙でも検知できるようにする。	減光率を下げる（規則8%→5%）	<ul style="list-style-type: none"> ・検知感度を上げるため火災車両の早期発見につながる 	<ul style="list-style-type: none"> ・誤検知の確率が高くなる 	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ(早、抑、延、消)の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ (早、抑、 延、消)	安全対策 車:自動車側 船:船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
早	船:熱感知警報装置	煙探知器に代えて熱探知器を設置する ・熱探知器の感度を向上させる ・熱探知器の設置個数を増やす(条約以上)	天井に配置し、電気自動車の火災時の熱を捉え警報を鳴らす	・火災による熱で反応するため、火災車両の特定が可能 ・火災車両早期発見により迅速に消火活動を開始できる	・規則を満足する設置とする(煙探知機の代わりに設置する場合)は必要個数かなり多くなる(熱探知機の有効床面積は37m2(SOLAS))ため、単純計算で煙探知器の倍の数の設置が必要となる(コスト面、メンテナンス面)	
早	船:炎探知機	検知対象:電気自動車火災時の炎	車両全体を炎検知器でカバーし火災を発見できるように配置する。	・火元車両の特定が可能 ・火災車両早期発見により迅速に消火活動を開始できる	・車両天井とデッキの隙間が10cmしかないため全体を俯瞰するような配置とするとCCTVと同程度の個数が必要 ・車両下部の隙間を監視対象とした場合は個数を減らす事ができる	
早 消	船:Fire detection loop system+Fire fighting system	消火剤格納容器(CO2ガス、窒素等)とチューブが接続され上記消火剤でチューブが加圧されている状態。火災の熱影響によりチューブが溶け孔があくとそこから消火剤が火災発生場所に向けて放出される。(電源は不要) ・容器格納弁にゲージがあり、チューブの破口による減圧を受けて警報出力も可能	車両下部にチューブを設置する。 消火剤容器は消火効果と冷却効果を見込んでCO2ガスを使用する。 容器弁には減圧時に警報が出力されるようにする。	・火災車両の特定が行える ・火災に対し初期対応が早くなる(火災の熱によるチューブの破口より自動放出) ・電源が不要である。(就航船にも搭載可能) ・CO2ガスなので健全車両への影響はすくない	・チューブをデッキに這わせるため荷役時にダメージ ・チューブが万が一破断した場合は意図しない所に消火剤が放出される可能性があり初期消火の効果が薄れる可能性あり ・車両積載前後にケーブルを這わす、揚げ荷役前に撤去するのに手間がかかる	
早 消	船:Fire detection loop system+Fire fighting system	消火剤が充填されたチューブが火災の熱の影響により消火剤が膨張し加圧されチューブが溶けて孔が開いた際に、消火剤が火災発生区画に放出されるというもの。 電源は不要	消火剤の入ったチューブを天井部の梁(デッキトランプ下)に設置する。オプションでイレischtubeの先にセンサーを入れて警報を出力させる。	・火災に対し初期対応が早くなる(火災の熱によるセンサーチューブの破口より自動放出) ・警報出力をOPTIONとしておけば火災発生場所の特定が行える	・消火剤が火災場所に向かって放出されるとは限らない(チューブが溶ける位置が上部になる可能性有。火災の熱の影響で上部が温められデッキが熱くなるとデッキに接している側のチューブが溶ける)	
早	船:異常音を検知し警報を鳴らすシステム	リチウムイオン電池熱暴走時の特有の音(Whoosing or popping sound)もしくは電解液吹き出し時の音をAIにより通常時の騒音を聞き分け警報を鳴らす	異常音の検知機能をもった製品を車両積載区域に設置する もしくは、異常音を検知できる持運び式のシステムを火災パトロール時に持参する	・AIによる判断であるので、省人化につながる ・人では聞き分けられない異常音を検知する事ができ、早期発見につながる	・熱暴走時のWhoosing or popping soundを聞き分ける事ができるのか検証する必要がある ・電解液の吹き出し音を聞き分ける事ができるのか検証する必要がある	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ（早、抑、延、消）	安全対策 車：自動車側 船：船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
早	船：無線式温度センサー	積荷役前に車体のバッテリーパックに温度センサーを取り付け、船内のシステムで温度モニタリングを行う	汎用の温度センサ(熱電対・測温抵抗体)を無線温度センサーに接続し、無線温度センサー変換器にて受信し船内のPCやパネルでモニタリングする。	<ul style="list-style-type: none"> 異常車両の特定が可能 火災発生前に異常車両を特定する事が出来る可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 膨大な数の信号受信機、モニター用PCが必要であり、全車両モニタリングするには専用の部屋が必要 温度上昇を常時モニタリングしている必要がある(警報設定をできれば別) 無線信号を適切にキャッチできるのか検討が必要 センサー取付、取りし作業が必要であり荷役時の作業が増えるがラッシングベルト装着時に取り付けは可能と考えられる 	
早	船：画像処理煙検知システム	CCTVにより監視している画像を画像処理装置で処理し煙の発生有無を検知する。	車両積載区域全体をカバーするようにCCTVを配置し、画像処理装置にて発煙の有無を検知する。 基本構成：画像処理装置1台+CCTV2台 検知した際に可視可聴警報を発報する	<ul style="list-style-type: none"> 煙探知器よりも早期に煙を発見できる可能性がある。 機械処理なので常時人がモニターを監視している必要はない 	<ul style="list-style-type: none"> 振動し画像がぶれると処理できない 画像処理装置の数が膨大になる 暗闇では効果を発揮しない 	
早	船：高感度煙探知装置(試料抽出式)	0.001%/mから20%/mの減光率で検知が可能であり、微量の煙でも検知が可能である。	高感度煙探知装置を車両積載区域 OR 通風ダクトに備える。 ※検知カバー範囲の目安200m ² /台	<ul style="list-style-type: none"> 微量の可燃性ガス発生でも検知が可能であるため迅速な対応が可能である 可燃性ガス発生段階、火災発生段階でも従来の煙探知機よりも高感度であるため検知までの時間は早い 	<ul style="list-style-type: none"> サンプリング管の施工が必要 誤検知の可能性はある 	
早	船：持ち運び式ガスセンサー(HC系ガス)	バッテリーから出る電解液に含まれるHC系ガスをパトロール時に検知する	パトロール時、消防班につき1つ携帯する	<ul style="list-style-type: none"> 異常車両の有無の確認が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 可燃性ガス発生時にはすでに発火している可能性がある 異常車両の場所の特定までには至らない 	
抑	車：衝撃による電源遮断 車：BMSによるバッテリー状態監視	荷役に従事する作業員(ギヤング)へ電気自動車の電源をOFFにする前にバッテリー状態を確認する事を徹底してもらう	-	<ul style="list-style-type: none"> 火災リスクのある車両の積載を制限できる 	<ul style="list-style-type: none"> 荷役効率の低下 荷役作業員への教育(異常バッテリーを見分ける事ができるように)の徹底 	
抑	船：通風装置稼働し可燃性蒸気を希釈する	通風装置を運転する(原則、排気とする)	通風装置の換気回数はバッテリーから発生する可燃性ガスが爆発下限界の25%に入らないようにするための換気となるように通風機能力を計画する。	<ul style="list-style-type: none"> 常時換気しているため、爆発雰囲気形成しづらい(二次火災防止) 気流の流れがあり、外気温次第ではバッテリーの冷却にも寄与する可能性がある(空冷式の場合) 	<ul style="list-style-type: none"> 積み荷が塩害の影響を受ける可能性がある 煙探知器の検知遅れが懸念される 通風機を常時稼働するため従来と比べ発電機の運転台数が増える可能性あり 	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明		
早		早期発見
抑		火災抑制
延		延焼防止
消		消火作業

カテゴリ (早、抑、延、消)	安全対策 車:自動車側 船:船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
抑	船:防爆型電気機器 (爆発性雰囲気形成しない換気を常時しない場合)	熱暴走時に発生する可燃性ガスの種類より適切な防爆等級をもった電気品を配置する (指針)防爆仕様: Exd IIC T2 or upward で Zone2での使用に適したもの (SOLAS II-2/20-1規則適用船舶除く) ※自動車積載区域の必要防爆等級整理表は末尾の付録参照	車両積載区域の上部及び下部に設置されている電気品は全て適切な防爆等級をもったものとする (指針) Exd IIC T2 or upward で Zone2での使用に適したもの	・バッテリーから可燃性蒸気が出て、爆発性雰囲気形成しても火災が発生する事はない	・電気品全てを防爆型とするとコストが増大する。 ・防爆対応品のない電気品がある可能性がある	(1)
抑	船:車両積載区域の区画境界に防熱を施工する	火災の封じ込め能力を向上させ、火災による隣接区画への延焼までの時間を稼ぎ、火災対応にあたる時間を稼ぐ	車両積載区域の区画分けの境界に防熱を施工する事	・防熱が健全な状態である限りは熱が伝わらない ・熱が伝わる前に延焼防止措置を隣接区画に講じる事ができれば延焼防止につながる。(時間が稼げる) ・延焼拡大防止、火災の封じ込め	・積載への影響度が大きい ・将来的にEVが主流となったときに対応できない ・防熱効果は一時的であり、長期化するEV火災に対しては効果は薄い	
抑	船:防火構造区画の細分化	区画を細分化する事で、火災の延焼防止効果を向上させると共に火災対応を強化すべきエリアを限定する事ができる	消火装置保護対象区画を細分化	・火災後すぐに境界冷却を行う事ができれば延焼防止措置となりうる ・固定式消火装置の消火剤容量を削減できる	・積載への影響度が大きい ・船の重量増加	
抑	船:電池劣化評価手法の利用	・電池使用履歴データベースの構築 ・交流インピーダンス法 ・放電曲線解析法	自動車積載港でのEVのバッテリーの評価により、積み込むか否かについて判断する。	・火災リスクの高い車両の積載を拒否できるため、安全輸送できる可能性が高まる	・自動車積載港での追加設備が必要	
延	船:固定式ウォーターカーテンによる区画分類	ウォーターカーテン設備を車両積載区域に設置し、火災発生車両と他の健全な車両とを水膜により分離し延焼防止を図る	水膜形成用の固定式水配管及びノズルを車両積載区域に設置する。火災車両を健全な車両から隔離できるように適切なゾーニングを検討し、給水ポンプ、選択弁等を操作する制御盤を備える	・延焼防止効果が高い ・物理的な区分けではないため、車両積載量に大きく影響を与えない	・消火活動による換気を阻害する可能性あり ・ウォーターカーテン内の火災状況が把握できない可能性あり ・海水滴下リスク(積み荷への影響)	
延	船:ファイヤーブランケット	ファイヤーブランケットを用いて窒息消火、延焼防止を図る	バッテリーの異常が確認された車両に被せるファイヤーブランケット、火災が発生している車両の回りの健全な車両に被せるためのファイヤーブランケットを備える	・ファイヤーブランケットを被せた後は他の消火活動に専念できる ・健全車両の延焼防止効果が期待できる ・初期消火活動に有効	・展張作業に時間を要する ・積み荷へ傷がつく可能性あり ・火災車両へ被せる事は消火活動の妨げとなるので注意が必要	
延	船:ウォーターカーテンホースによる延焼防止	船舶の消火栓を用いて孔の空いたウォーターカーテンホースを用いて水膜を形成し延焼防止を図る	ウォーターカーテンホースを消火栓に接続し、火災箇所を囲みこむように展張する	・船舶の消火栓を使用するので、固定式の設備の追加は不要 ・火災状況に応じウォーターカーテンを形成するポイントが分けられる	・ウォーターカーテン内の状況の把握が困難 ・消火ポンプ容量増加の可能性あり ・消火活動による換気を阻害する可能性あり ・車両積載状態によりうまくホースを展張するのが難しい	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明		
早		早期発見
抑		火災抑制
延		延焼防止
消		消火作業

カテゴリ (早、抑、延、消)	安全対策 車:自動車側 船:船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
消	船:射水による消火活動	水による効果的なバッテリー冷却を行い電気自動車火災を鎮火する 船の2条の射水+2条の射水(水噴射器) 消火ノズル(手元にO/Sの切り替えバルブ有) ホースの展開の教育(狭い車両積載区域でも迅速に展開できる手法)	4条射水ができるような水ポンプ設備とする ・2条は上下デッキの境界冷却のために使用する ・残り2条はDual hose adapterを取り付け4つのアプリケーションノズルから火災車両へ車両前後及び車両左右から水噴霧ノズルを用いて放水する	・本格消火活動として水により消炎消火を行う ・バッテリーの化学反応を冷却により抑え延焼を防止する	・火災車両に接近する事が必要でありリスクが高い ・迅速に火災車両を特定することが必要	
消	船:貫通型噴霧ノズル	強固な筐体で覆われているバッテリーセルを直接冷却するために貫通能力のある噴霧ノズルを用いる	少なくとも1式/隻 貫通型ノズルを備える	・バッテリーパックという鉄製の箱でおおわれているセルを直接冷却する事が可能	・感電リスクについて考慮する必要あり ・火災車両に接近する事が必要 ・火災車両を特定する事が必要 ・車種毎にバッテリーパックの場所や貫通可能なポイントが異なる事が予想され船員教育が不可欠	
消	船:消防員装具の増加+呼吸具充填装置の装備	電気自動車火災の本格消火方法や鎮火まで長期化する事を考慮し、必要な消防員装具や呼吸具を備える	条約での要求数量(2組)に加え4組装備する 加えて、空気再充填用コンプレッサーを備える また、数本同時に再充填できるよう充填用マニホールドを備える。	・長期化するEV火災対応に有効	・空のボトルを充填するために移動が必要(長距離になる可能性あり)	
消	船:持運び式赤外線サーモグラフィカメラを備える	バッテリーの温度上昇を監視できるようサーモグラフィ機能を備えた持運び式カメラを備える	持運び式赤外線サーモグラフィを1台/隻備える	・EV火災の鎮火完了確認に有効(冷却を停止してもバッテリーの温度が上昇しないか)	・特になし	
消	船:固定式消火装置 固定式CO2消火装置	CO2ガス量は保護区画の45%(FSS Code要求) 消炎に必要な不活性状態を維持できる時間がバッテリーの化学反応が終わる時間以上であること 再充填できる追加のCO2ガスを備える	酸素濃度計を車両積載区域に備え、酸素濃度が上昇しているようであれば追加投入を検討する 車両積載区域の気密性を向上させ、不活性状態を維持できる時間を延ばす	・酸素濃度を一定に維持できれば発火する事はない ・不活性状態を維持できれば発火する事なくバッテリーのパーニングアウトが可能	・一度放出したら再度区画内へ突入する事が困難(連続消火活動ができなくなる) ・放出後に一度ホワイトアウトするので内部状況の確認が困難(カメラなどで)しかし、数分後は視界はクリアになる。 ・酸素濃度は一定に維持はできない可能性がある ・不活性状態であってもバッテリーの化学反応は続いているので隣接車両へ熱の影響があるかもしれない ・消炎することで、バッテリーから可燃性ガスが放出され車両積載区域に広がる事に留意する。	
消	船:固定式消火装置 高膨張泡消火装置	最大区画の5倍もしくは30分連続放出(FSS Code要求) 泡の放出状態をモニタリングするための設備を車両積載区域にそなえる	泡は熱や衝撃を受けると壊れるため長期間の電気自動車火災の対応を考えると泡の再投入のタイミングについて考慮する必要がある。 泡が消失して、再発火したのかをモニターするための設備を車両積載区域に備える	・泡消火装置は5回放出が可能であるため、泡の消失に合わせて再投入する事が可能 ・泡を投入しても区画へ再度突入する事は可能	・ホワイトアウトする適切なモニター設備がないと内部の火災状況が把握できない ・泡を再投入する適切なタイミングの決定が必要	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ（早、抑、延、消）の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ (早、抑、延、消)	安全対策 車:自動車側 船:船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
消 延	船:固定式消火装置 水噴霧装置	放水水量はMSC.1/Circ.1430*に従う * MSC.1/Circ.1430(Revised Guidelines for the Design and Approval of Fixed Water-Based Fire-Fighting Systems for Ro-Ro Spaces and Special Category Spaces	同左	<ul style="list-style-type: none"> 隣接車両への延焼防止効果が期待できる バッテリーの冷却効果あり(バッテリーに水が直接掛かるのであれば) 区画内へ再度突入する事が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 駆動用バッテリーは車両下部に配置されている事が多いため直接噴霧できない可能性がある。 海水の滴下リスク(積み荷への影響) 電気火災発生リスクがある 主として12Vバッテリーに対しても電気火災発生リスクあり リチウムイオンバッテリーに水分があると水素及びHFが発生する可能性がある 	
消	船:循環式呼吸具を備える	電気自動車火災(バッテリーに起因する火災)の消火に要する時間が長い事から長時間(数時間)に渡り呼吸用空気を供給することのできる呼吸具を使用する。	消防員装具と一緒にも備える	<ul style="list-style-type: none"> 長期化が見込まれるEV火災に対応できる。 酸素ポンプの再充填をする時間が不要となるため消火活動を継続して実施できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 高圧酸素ボトルを船上で再充填する事が出来ないため訓練用の予備ボトルを備えておく必要あり 薬剤(カーライム)についても有効期限があるため予備を備えておく必要がある。 適切に取り扱うために訓練が必要 	
消	船:個人警報安全システム(Personnal Alert Safety System Device)	火災区画への突入の際に消防員が負傷した場合に早期に発見できるようなデバイスを備える。	消防員装具1つにつき一つを支給する。	<ul style="list-style-type: none"> 全体消火装置起動後に再突入をした場合、船員が活動停止状態になっても早期に発見ができる 	なし	
消	船:消火のための通風制御	火災発生時に通風制御をする事により消防隊員の安全性確保(視界確保、窒息防止など)をするとともに、消防員装具なしでも消火活動ができる環境を整える事で電気自動車火災が長期化することに対応する。また、迅速な火元車両の特定が行える	貨物艙通風装置の排気、給気の効果的な台数及び設置 火災発生場所に応じた通風制御の手順を構築する 陽圧型ファンなど補助装置を用いた排煙コントロールを行う	<ul style="list-style-type: none"> 長期にわたる消火活動に対応可能(マスクなしでの消火活動) 船員の命を保護する 視界をクリアにする事で火元を特定する事につながる 	<ul style="list-style-type: none"> 空気が循環されない箇所が存在する可能性があるため各デッキの火災発生場所に応じた排煙コントロールプランを構築する必要がある 	
消	船:電気自動車火災専用消火装置	火災発生中のバッテリーへ穿孔し、直接注水によりバッテリーを冷却するもの	電気自動車積載区域に対し少なくとも1台そなえる	<ul style="list-style-type: none"> バッテリーの冷却が確実に可能 	<ul style="list-style-type: none"> 穿孔ユニットを車両下部へ挿入する事は困難なため車両積載間隔を変更する必要がある。 バッテリーに穿孔するためにはデッキからバッテリーまでの高さを調整する必要がある。 	
早	船:固定式赤外線カメラ	上部デッキに向け、上部デッキに積載されている車両のバッテリー温度上昇を検知(デッキの昇温をキャッチ)	天井裏に配置し、上部にあるEVのバッテリーの温度上昇を検知し、警報を発する	<ul style="list-style-type: none"> 火災が発生する前に検知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 甲板の温度上昇を検知するころには火勢が強くなっている可能性がある 	
早	船:光電分離式煙探知装置	ビームを使用する煙探知機であり、電解液蒸気が車両下部から発生する事から火災の探知を従来の煙探知機よりも早期に発見する事ができる。	Light source, Receiverの個数と配置の検討	<ul style="list-style-type: none"> 通風条件下、無風条件下でも早期検知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ホグサグの影響により正しく受光できなかった場合に誤検知に至る可能性がある 	

電気自動車火災対策検討リスト

	Date	Revision history
Rev.00	2023.08	First issue
Rev.01	2023.10.01	Revised marked (1) part

カテゴリ(早、抑、延、消)の説明	
早	早期発見
抑	火災抑制
延	延焼防止
消	消火作業

カテゴリ (早、抑、 延、消)	安全対策 車:自動車側 船:船側	仕様	船舶に落としこんだ場合の詳細仕様	効果とそのメリット	課題や留意すべき事項	改訂
-----------------------	------------------------	----	------------------	-----------	------------	----

付録：自動車積載区域の必要防爆等級の整理表

設置位置 (甲板または台 甲板から)	電気自動車安全輸送ガイドライン				自動車積載 (R編20章)			危険物積載 (R編19章)
	ハイブリッドガソリン車(HEV)		純バッテリー車(BEV)		ガソリン車 (R20章)	天然ガス車 (R20A章)	圧縮水素自動車 (R20A章)	危険物 (R19章)
	リチウムイオン電池	その他電池	リチウムイオン電池	その他電池				
450mm未満	IICT3以上 かつ 1種危険場所相当		TBD		IIAT3 かつ 1種危険場所相当			
450mm以上	<ul style="list-style-type: none"> ・毎時6回換気の場合 IICT3以上 かつ 1種危険場所相当 ・毎時10回以上換気の場合 IICT3以上 かつ 2種危険場所相当 	TBD (ガソリン車要件の IIAT3未満は不可)	IICT2以上 かつ 2種危険場所相当	TBD	<ul style="list-style-type: none"> ・毎時6回換気の場合 IIAT3 かつ 1種危険場所相当 ・毎時10回以上換気の場合 -IP55; or -2種危険場所相当かつT3以上 	IIAT3以上 かつ 1種危険場所相当	IICT1以上 かつ 1種危険場所相当	最低IIBT3(貨物による) かつ 1種危険場所相当