

令和 2 年度 救助技術の高度化等検討会報告書

次世代自動車事故等に対する活動技術の高度化について

令和 3 年 3 月
消防庁

はじめに

地球温暖化や大気汚染の問題は、自動車からの排気ガスがその一因とされているが、環境負荷の少ない持続的発展が可能な社会の構築に向けて、自らの経済活動や日常生活を支えるための自動車を、いかに環境にやさしく、かつ持続可能なものに変えていくかが重要な課題となっている。

環境性能に優れた自動車の普及は、我が国における重要な施策のひとつとなっており、「日本再興戦略（平成 25 年 6 月閣議決定）」「エネルギー基本計画（平成 30 年 7 月閣議決定）」等において環境性能に優れた自動車の普及目標を掲げているほか、環境性能に優れた自動車に対する補助金や税制特例措置等、国や地方公共団体等においてその普及に向けた様々な施策を講じているところである。

このような中、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車、天然ガス自動車等（以下、「次世代自動車」という。）の普及が進み、2020 年 3 月には自動車保有台数における次世代自動車の割合が 15%を超え、将来的にはさらに普及が進むことが予想されている。

消防庁の統計によると、事故種別ごとの救助出動件数としては「交通事故」が「建物等による事故」に次いで二番目に多い。2019 年中においては 22,826 件で全出動件数の約 1/4 を占めており、次世代自動車の普及が進むにつれ、消防隊員が次世代自動車による事故等に対応する機会も年々増加している。

本検討会では、各消防本部への実態調査から次世代自動車による事故等に係るマニュアルの整備状況や訓練の実施状況等の現状を分析した上で、次世代自動車に関する各分野の専門家や消防本部に参画いただいて、次世代自動車による事故等に対する活動上の注意点や体制等について整理するとともに、事象別の活動要領、安全対策等を検討し報告書としてまとめた。

本報告書が、各消防本部における対応要領や活動マニュアルなどの策定及び見直しを行う契機となり、若い職員を含む消防隊員等の知識・技術の向上の一助となるとともに、安全かつ迅速な救助活動につながる各種取組みが関係業界等も交えて推進されれば幸いである。

最後に、本報告書の作成にご協力いただいた本検討会委員、オブザーバーの皆様及びご意見をいただいた消防本部の方々に対し、心から御礼を申し上げる。

令和 3 年 3 月

次世代自動車事故等に対する活動技術の高度化に関する検討会

座 長 小 林 恭 一

目次

第1編 検討の経緯

第1章 目的	2
第2章 主な検討内容	2
第3章 提言	4
参 考 国内消防本部における実態調査	7

第2編 次世代自動車事故等における消防機関の活動要領

序 章 活動要領利用上の留意点	24
第1節 活動要領活用の目的	24
第2節 対象となる事象	25
第3節 活動要領のポイント	25
第4節 用語・略語集	26
第1章 次世代自動車の種類	27
第1節 次世代自動車の見分け方	27
第2節 車種別の特徴	30
第2章 消防活動の基本原則	42
第1節 救助活動の基本事項	42
第2節 多数傷病者の救助事案	46
第3節 関係機関との連携	48
第3章 車種別活動要領	51
第1節 ハイブリッド自動車	51
第2節 電気自動車	55
第3節 燃料電池自動車	59
第4節 天然ガス自動車	63
第5節 高電圧の遮断等	68
第6節 装備	76
第4章 救護救出要領	78
第1節 救護に関わる基礎知識	78
第2節 車内進入と要救助者アクセス	83
第3節 要救助者の安定化と救出	89

参考資料

参考資料 1	車の基本構造	94
参考資料 2	電気の基礎知識	95
参考資料 3	メーカー別レスキューマニュアル	100
参考資料 4	主な次世代自動車の概要	104
参考資料 5	先駆的な消防本部等の取組みの紹介	108
参考図書		110

第1編

検討の経緯

第1章

目的

各国で地球温暖化対策が進む中、日本では自動車の環境負荷低減を加速するため、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車、天然ガス自動車等の次世代自動車の普及が進んでいる。

次世代自動車の高電圧等に対する安全対策については、道路運送車両法に基づく道路運送車両の保安基準第17条の2により、乗員の感電を防ぐことが義務付けられている状況であるが、次世代自動車が原形をとどめないほどの強い衝撃を受けた場合などは感電のリスクが高まる。

また、消防職員が救助活動を行う上でも、感電防止策等に主眼を置いた安全管理体制の整備が望まれることから、今後も普及が進む次世代自動車による事故等への迅速な対応及び安全に配慮した標準的な活動要領について検討するものである。

第2章

主な検討内容

■報告書の構成について

全消防本部を対象にした実態調査において、近年の交通事故件数の減少により実災害等の経験が少ない隊員に対する教育が課題である、という声が多く聞かれた。さらに、次世代自動車に限定すると事故件数は一層少なくなり、実災害の経験を有しない消防本部もみられた。

これまでに有識者や関係機関等による教育を散発的に実施したことのある消防本部は数多くあるが、継続的に実施している消防本部は少ない。今後、どのように統一された教育の場を提供することができるのかが課題である。

本検討会では、そのような課題を踏まえて検討項目を整理し、次世代自動車に特化した項目（各車種の特徴、活動要領及び高電圧の遮断）については、「次世代自動車事故等における消防機関の活動要領」としてまとめ、車の基本構造や電気の基礎知識を「参考資料」として掲載することで、目的や技術レベルに応じて学ぶことのできる構成とした。

また、車両構造・各部品の位置や高電圧の遮断方法について動画で確認することで知識と理解をより深められるよう、教育・教材動画（DVD）も作成した。

■次世代自動車の主な危険性について

次世代自動車の最大のリスクは、高電圧システムに起因する感電危険と火災・爆発危険である。ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車は高電圧バッテリー

ー（特にリチウムイオンバッテリー）に関連する危険性があり、燃料電池自動車及び天然ガス自動車は高圧ガスに関連する危険性がある。それぞれの危険性に対して、安全を確保するため自動車メーカーによる様々な対策がとられているが、救助活動にかかる注意事項等を検討し、救助及び火災活動時の手順をフローチャートで示した。

各車種の動力の仕組みや主要部品等の基本構造についても記載することで、活動に関連付けて学べるようにした。

また、実態調査では、水没車両の救助活動時に感電危険に対する安全の判断がつかないなどの意見が多く出ていたため、水没車両の高電圧バッテリーに関連する注意事項を記載した。（P75、水没時の注意事項）

■安全対策について

各自動車メーカーが作成しているレスキューマニュアルは、当該車両の仕様や各部品の積載位置、その他安全を確保するための情報が掲載されており、1分1秒を争う事故現場では安全かつ効率的な活動に繋がる非常に有用なツールである。

実態調査では、現場で事故車両に関する情報の入手が困難であるため、各部品の位置が分からず対応に苦慮したという事例が多くあがってきていた。そのため、いかに早くレスキューマニュアルにアクセスし、事故車両の情報を迅速に把握するかが重要なポイントになると考えた。

現時点では一部の自動車メーカーしか対応していないが、車両に貼付されたQRコードからレスキューマニュアルを確認できる仕組みがある。実態調査結果のみならず、委員からもこのQRコードの仕組みの普及を求める意見が多く出ていたため、救助隊による安全かつ迅速な救助活動に繋がる効果的な取組みがより一層推進されるよう「提言」としてとりまとめた。

また、参考資料として、主な次世代自動車のレスキューマニュアルのウェブサイトを取りまとめ、QRコードを付加し現場活動時に活用できるものとした。

■要救助者の社会復帰を踏まえた救護救出要領について

交通事故事案では、要救助者との接触時から負傷程度を正しく評価し、観察を継続しながら予後を考慮した活動を行うことが、要救助者の社会復帰にとって非常に重要である。

そのため、基礎知識として交通事故特有の外傷等を取り上げ、救出の際に必要な医学的知識や概念について記載するとともに、要救助者救出時のアプローチ及び観察方法、その他有効な資機材を使用した救出方法等の一例を示した。

第3章

提言

消防隊員が安全に救助活動を行うための活動要領は第2編に示す通りであるが、その実効性を確保するためには、自動車産業、消防の双方において活動要領の普及に向けた努力を続けていく必要がある。

次世代自動車の技術革新が日進月歩で進んでいることを踏まえ、検討会では、このような変化に的確に対応するため、以下のとおり提言する。

- 1 ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車の救助活動時における消防隊員等の安全を確保するために自動車メーカーが対応すべき推奨実施事項（車両の識別を可能にする仕様、高電圧駆動回路部位の識別を可能にする仕様等）が規定された JEVS（日本電動車両規格）が制定され、多くの自動車メーカーがその規格に準拠して対応している。

一方、一部の自動車メーカーでは、給油口フラップ裏等に貼付された QR コードを読み込むことで当該車両における救助活動に役立つ各種情報を得ることができる独自の取組みが導入されている。

このような取組みが、他の自動車メーカーにおいても広く取り入れられるよう、JEVS 等において規定するなど、消防機関等の要望を反映し、安全かつ迅速な救助活動につながる効果的な取組みがより一層推進されることが望まれる。

- 2 現状では、自動車メーカー等の協力により次世代自動車に関する講習会（座学や実技等）が全国各地の消防本部で散発的に行われているが、今後次々と開発される新型車両について統一的な教育の場が提供できる体制整備が望まれる。

■検討会名簿

【委員】

(敬称略・五十音順)

氏名	所属・役職等
大塚 和利	横浜市消防局 警防部 警防課長
木下 直樹	一般社団法人 日本自動車工業会 電動車部会 電気安全分科会長
◎小林 恭一	東京理科大学 総合研究院教授
関根 和弘	京都橘大学 健康科学部 救急救命学科教授
高橋 直人	公立諏訪東京理科大学 機械電気工学科非常勤講師
高橋 昌志	一般財団法人 日本自動車研究所 電動モビリティ研究部 水素・電気安全グループ長
田上 満	長岡市消防本部 次長
土屋 英輔	豊田市消防本部 警防救急課長
野呂瀬 亮一	東京消防庁 警防部 救助課長 ※令和2年10月1日から
森田 拓志	全国消防長会 事業企画課長
山崎 孝章	国土交通省 自動車局 安全・環境基準課長
山田 寿	東京消防庁 警防部 救助課長 ※令和2年9月30日まで
吉田 克己	神戸市消防局 警防部 救助・特殊災害担当課長
若原 誠一	一般社団法人 日本自動車連盟 ロードサービス部 技術課長
渡邊 薫	仙台市消防局 警防部 警防課長

◎座長

【オブザーバー】

(敬称略・五十音順)

小塩 真史	消防庁 消防・救急課 救急企画室 救急専門官
喜多 光晴	消防庁 消防・救急課 課長補佐
田村 裕之	消防大学校 消防研究センター 技術研究部 大規模火災研究室長

【事務局】

渡邊 勝大	消防庁 国民保護・防災部 参事官
乾 高章	消防庁 国民保護・防災部 参事官補佐
福島 毅	消防庁 国民保護・防災部 参事官付 救助係長
胡 和樹	消防庁 国民保護・防災部 参事官付 救助係
竹内 綾子	消防庁 国民保護・防災部 参事官付 救助係

■検討経過

回数	開催日	方法	主な議題
第1回	令和2年8月27日	Web 会議	・ 検討会の目的等 ・ 消防本部における次世代自動車事故等に関する実態調査 ・ 主な検討事項
第2回	令和2年10月14日	Web 会議	・ 項目別検討
第3回	令和2年12月25日	Web 会議	・ 検討会報告書（案）
第4回	令和3年2月2日	Web 会議	・ 検討会報告書（最終案）

参考

国内消防本部における実態調査

消防本部における次世代自動車事故等に関する実態調査として、活動要領等の整備状況、訓練実施状況、消防本部の取組み、資機材の保有状況及び災害事例等についてアンケート調査を実施した。

実態調査 項目

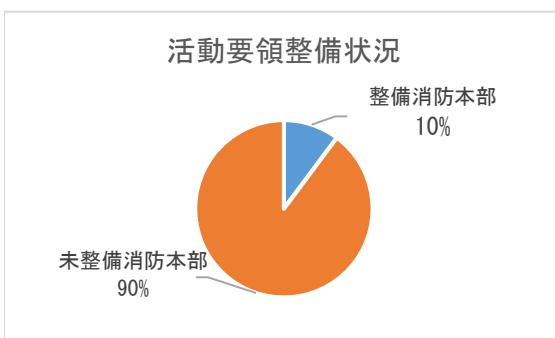
分 類			項 目
1	活動要領等の整備状況		活動要領等の有無
2	訓練等実施状況	座学	内容等
		実動訓練	内容等
		外部機関による訓練、勉強会等への参加 (他本部主催含む)	外部機関名・内容等
3	取組み		工夫している点や消防本部独自の取組み等
4	資機材		特化した資機材
			保有する事が望ましい資機材
5	課題		各消防本部の課題
6	事例		推奨・検討事項等
参考			<u>次世代自動車以外</u> の車両事故に対する 救助活動上の課題等

実態調査 集計概要

調査対象	全消防本部 726 本部
回収調査票（回収率）	該当消防本部 726 本部（回収率 100%）

1 活動要領等の整備状況

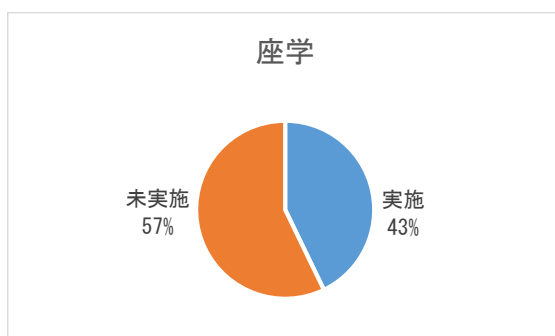
次世代自動車の事故対応活動要領等の整備状況は、整備している本部が 10%（74 本部）に対して、90%（652 本部）の本部が未整備となっている。



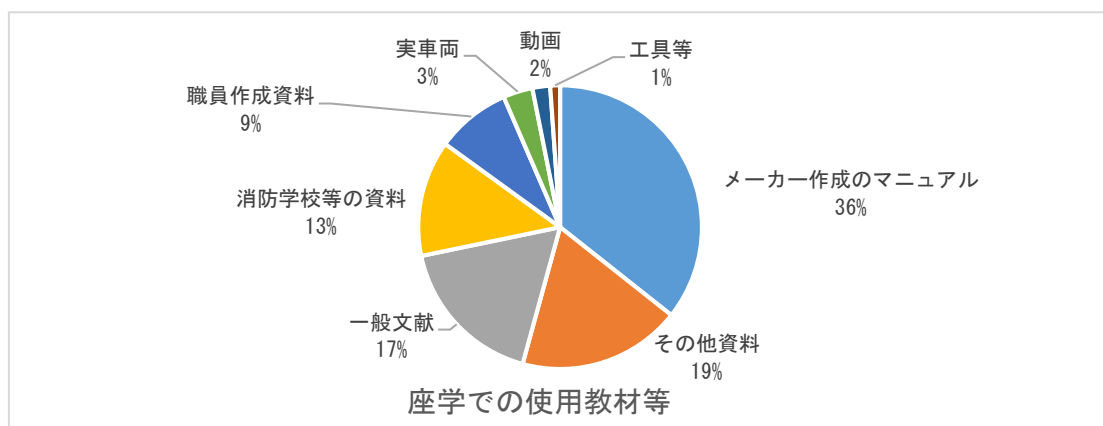
2 訓練等実施状況

(1) 座学

座学を実施した本部は 43%（311 本部）、未実施の本部は 57%（415 本部）となっている。

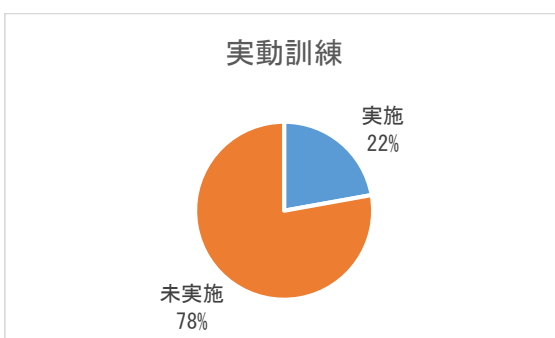


・座学での使用教材等

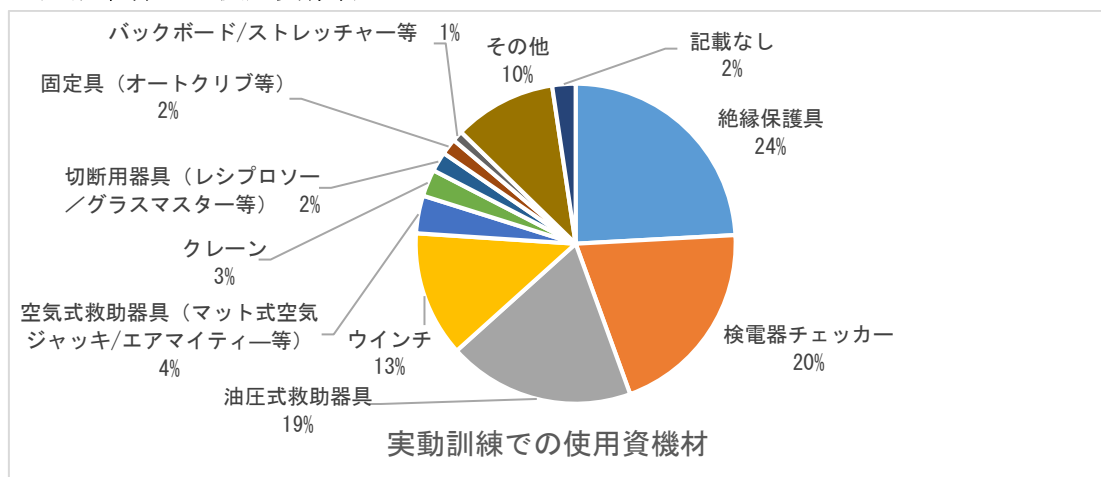


(2) 実動訓練

実動訓練を実施している本部は 22%（161 本部）と割合は少ない。

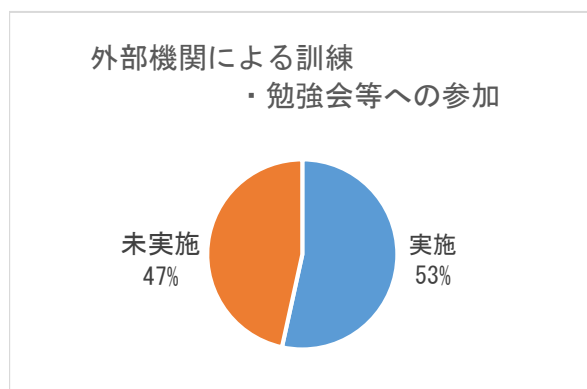


・実動訓練での使用資機材



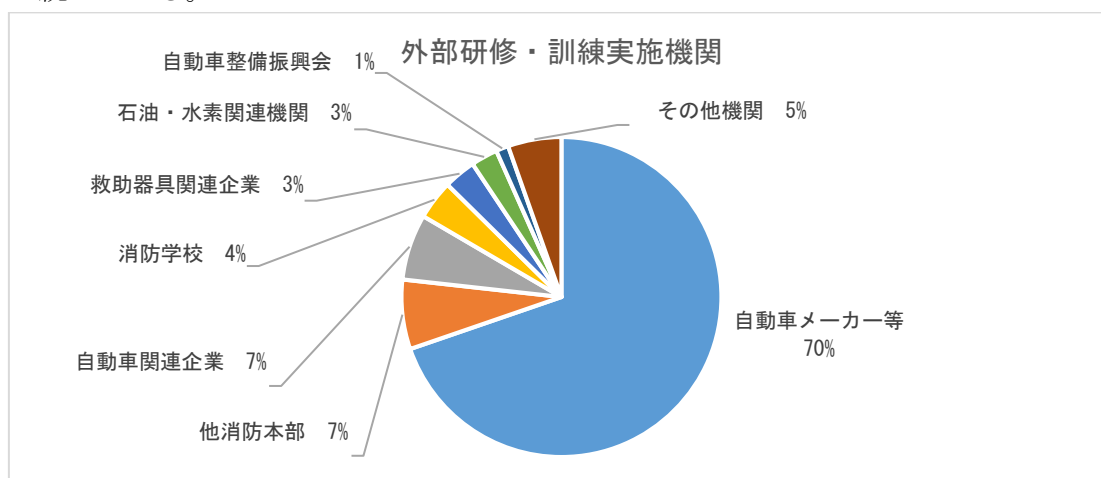
(3) 外部機関による訓練・勉強会等への参加（他消防本部主催への参加含む）

外部機関による訓練・勉強会等へ53% (388 本部) の本部が参加している。

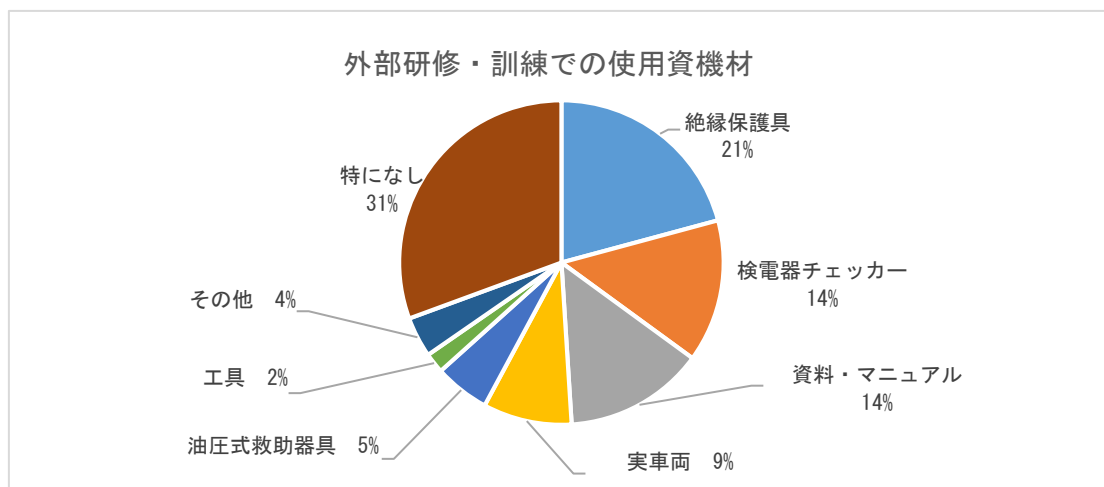


・外部研修・訓練実施機関

外部研修・訓練を行った機関については、自動車メーカー等（ディーラー含む）が最も多く70%、次いで他の消防本部及び自動車メーカー以外の自動車関連企業が7%と続いている。



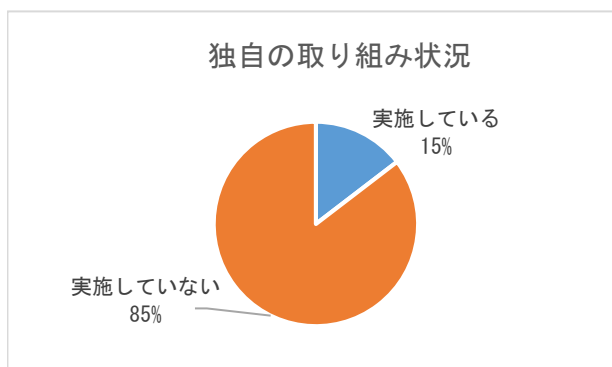
・外部研修・訓練での使用資機材



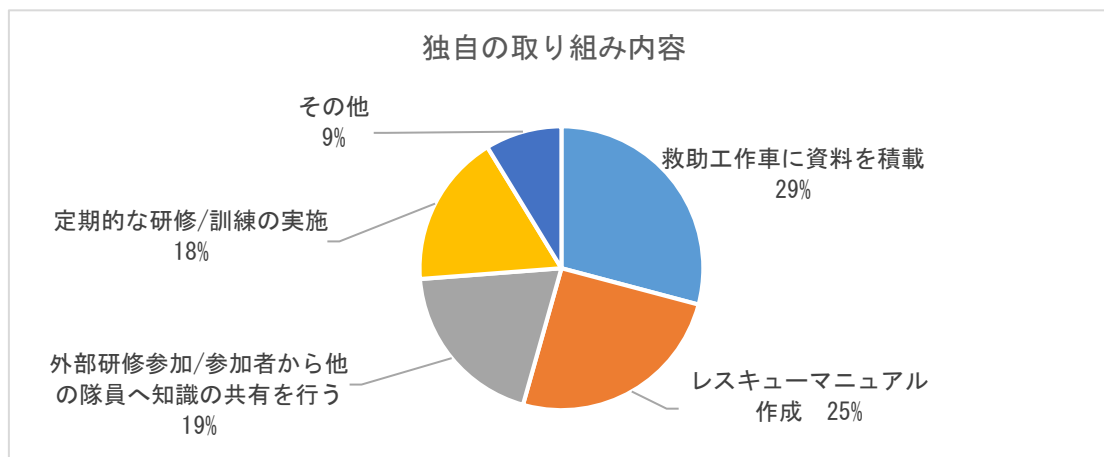
3 独自の取り組み

・独自の取り組み状況

独自の取り組みを実施している本部は 15% (106 本部) に止まり、実施していない本部は 85% (620 本部) となっている。



・独自の取り組み内容



【その他（9％）の一例】

- ・資格取得等による知識の醸成
- ・目に見える注意喚起（救助活動時、対象車両へ注意喚起のプレートを貼付）

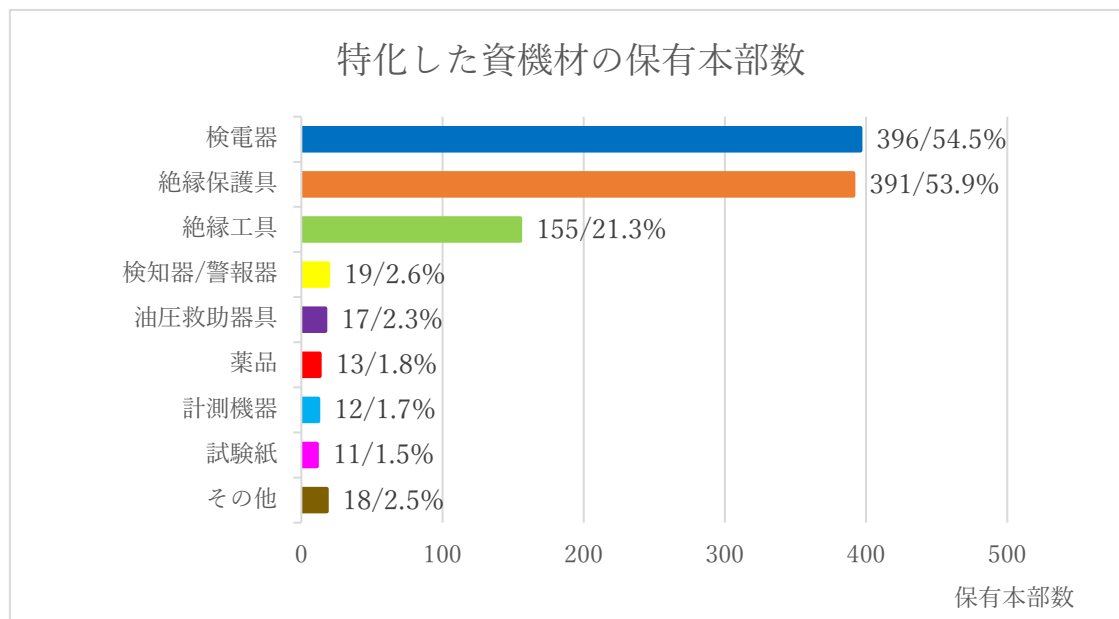
■協定を締結している消防本部の事例

次世代自動車に特化したものではないが、自動車事故に備えて民間事業者等と先進的に協定を締結している消防本部がある。災害発生時だけではなく、平常時から訓練や研修を合同で実施し協力関係を築いている。

本部	協定先	目的	概要
つくば市 消防本部 (茨城県)	一般財団法人 日本自動車 研究所	自動車等災害対策	・災害発生時における応急及び復旧対策 ・平常時の研修指導 ・訓練場の提供 ・災害の防止または対策に関する共同研究、情報交換
豊田市 消防本部 (愛知県)	トヨタ自動車 株式会社	災害発生時の応援活動	・消防車への給水活動等 ・後方支援活動
明石市 消防局 (兵庫県)	株式会社 あかつき	・災害発生時等における被災者の救助 ・障害物の除去等に関する応急対策の協力	・要請があった際の被災者救助 ・障害物除去等に必要なレッカー車両等の出動 ・平常時の合同訓練

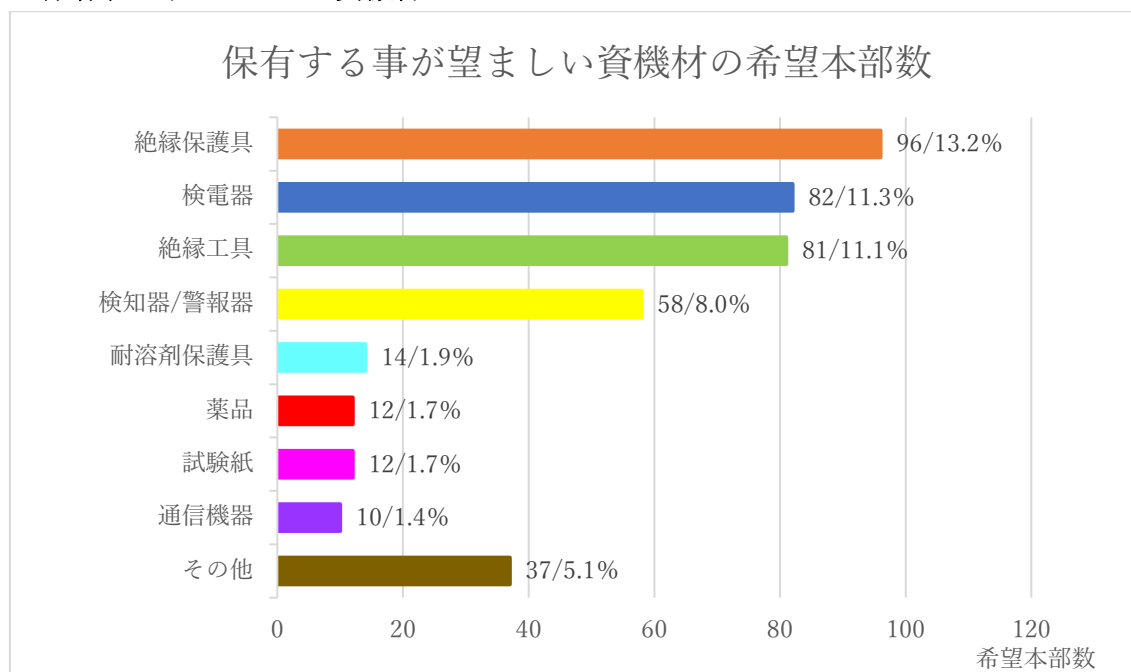
4 資機材

・特化した資機材の保有状況



※その他内訳：保護メガネ・ゴーグル、活動要領、熱画像直視装置、耐溶剤保護具、送排風機、消火器、ゴム手袋用カバー、耐電はしご等

・保有する事が望ましい資機材



※その他内訳：油圧救助器具、計測機器、熱画像直視装置、消火器、工具、送排風機、活動要領、ガスマスク、消防庁データベース、車両構造データ、オーバークローブ等

保有する事が望ましい資機材の内訳

大項目	品名	希望 本部数	資機材の特徴・活用方法・効果等
絶縁 保護具	耐電シート	49	・裏面にマジックテープの付いた耐電シート（使用電圧：直流 750 V/交流 300 V 以下） ・7000 V 以下の電気回路の充電部に直接又は近接して作業する時に充電部被覆用として使用 ・ゴム製品の物に比べて軽量で、耐寒性、耐候性に富んでいる
	耐電手袋・長靴	35	
	耐電衣一式	34	耐電手袋、耐電衣、耐電ズボン、耐電長靴等
	絶縁保護具一式	14	耐電ヘルメット、耐電手袋、耐電衣、耐電ズボン、耐電長靴等
	耐電ヘルメット	6	
	要救助者用 感電防止保護衣	1	
絶縁工具	絶縁工具	80	・絶縁性の素材に覆われた工具 ・通電状態での作業時、身体への感電を防ぐ
	絶縁テープ	5	
検電器	検電器	47	
	電気自動車用 検電チェッカー	32	・ハイブリッド自動車や電気自動車等に搭載された制御系低電圧バッテリーユニットと動力系高電圧バッテリーユニットの電圧の有無を確認する
	検電棒	4	
検知器	可燃性ガス検知器	59	・水素自動車及び燃料電池自動車（FCV）の車両事故現場での水素漏洩測定 ・可燃性ガス濃度の測定、活動上の安全確保

大項目	品名	希望 本部数	資機材の特徴・活用方法・効果等
耐溶剤 保護具	耐溶剤手袋 他（メ ガネ、ガスマスク、 耐溶剤エプロン）	18	・リチウムイオンバッテリーやニッケル 水素バッテリーからの液漏れ処置作 業時の保護（安全確保）
薬品	ホウ酸	12	・バッテリーの電解液の漏洩に対し、ホ ウ酸と水を溶かしたホウ酸水を電解 液と混ぜ合わせ中和させる
試験紙	リトマス試験紙	12	・事故車両から漏洩した液体が高電圧バ ッテリー内の電解液であるか判別す る ・ホウ酸を使用した際の中和確認に用い る
通信機器	タブレット端末	8	・車種ごとに取り扱い活動要領の Web デ ータを確認出来る物 ・インターネットを通じ、災害現場で当 該車両のサービスプラグや車両構造 などの情報を得るため
	ウェアラブルカメラ	1	・有識者やインターネットから情報を得 る事で、その車両の知識を把握してい なくても対応可能 ・有識者への連絡手段は確立されていな いので、今後確立をする必要あり
	防爆型無線機	1	・水素ガス等の可燃性ガスが漏洩した環 境で使用が可能

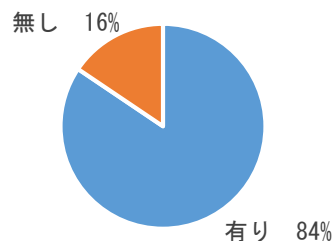
大項目	品名	希望 本部数	資機材の特徴・活用方法・効果等
その他	油圧式救助器具 (絶縁)	8	・絶縁素材で覆われているため、次世代自動車の救助活動でも安全性を確保しやすい
	計測機器	8	・隊員の感電防止のため、破損したハーネス、作業部位等の電圧測定を行う
	熱画像直視装置	5	・水素タンク温度上昇の検知
	消火器	5	・電気絶縁性に優れているため電気設備及び電気自動車の消火に向いている ・二酸化炭素ガスによる窒息消火のため汚損がなく、クリーンな状態を保てる
	ガスマスク	4	・リチウムイオンバッテリーから流出した電解液及び蒸気に対する隊員保護 ・暴露対策
	送排風機	3	・ガスの拡散や排除に用いる
	車両構造データ (Crash Recovery System)	2	・タブレット等で車両の車種別構造がわかるデータサーバー
	高圧活線警報器	1	・交流の高圧充電部に近づくと警報を発生
	オーバークラブ	1	・耐電手袋の上からはめることができ、耐電手袋の損傷を防止する
	レスキュー活動要領	1	
	消防庁データベース	1	

5 各消防本部の課題

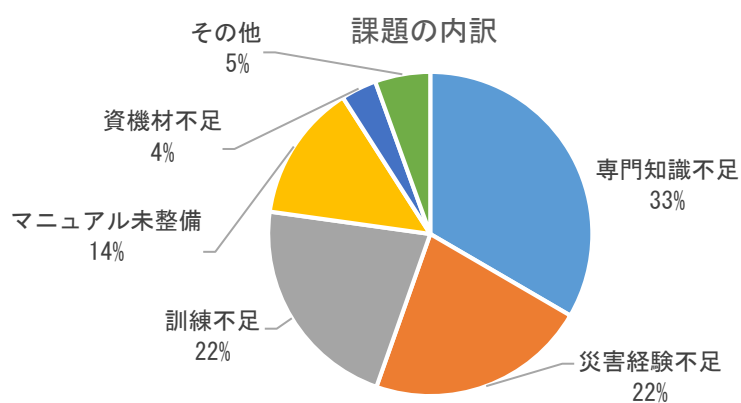
・次世代自動車事故に対する課題

次世代自動車事故に対して課題があると回答した本部は84% (612 本部)、課題がないと答えた本部は16% (114 本部) であり、多くの本部が課題を抱えている。

次世代自動車事故に対する課題



・課題の内訳



・課題の内容

項目	内容
専門知識不足	・ハイブリッド自動車の基本構造・安全対策、高圧ケーブルに対する具体的な対応策が不明 ・水没したハイブリッド自動車からの救助時に必要な具体的な感電防止策が分からない ・水素燃料自動車等に対する知識の効果的な向上策が知りたい ・消防大学校・消防学校専科教育修了者等からの教養に頼っており教材不足 ・車両破損時、イグニッションスイッチ、メインスイッチの切断不可である場合の具体的な対応策 ・今後増加すると見込まれる、自動運転機能を有する車両への対応策が分からない ・検電チェッカーの検知回数等、具体的な安全対策が知りたい ・車種によって放電完了時間が違うため、傷病者への接触判断の時期に迷う

項目	内容
災害経験不足	・ハイブリッド自動車の事案は比較的多いが、電気自動車、燃料電池自動車及び天然ガス自動車の災害経験が不足 ・隊員の若返りにより災害経験が不足 ・実災害やヒヤリハット事例等の共有化が必要
訓練不足	・訓練用の次世代自動車の確保が困難 (現状では一般的なガソリン車を代用している)
活動要領未整備	・車両の取り扱い説明資料は収集しているが、統一した活動要領は未整備 ・災害件数が少ないため活動要領の整備に至らない ・次世代自動車の種類によって取り扱いが異なるため、統一された活動要領の作成が困難 ・使用者の多い車種の活動要領の整備が必要 ・自動運転車やAI搭載車が開発されていく中、活動要領の整備が追いつかない ・職員の知識及び活動技術の平準化が困難 ・車種毎のデータをタブレットやアプリ等で確認できるシステムが必要
資機材不足	・活動上必要な資機材の明確化 ・耐電の資機材を充実させて安全を確保すべき
その他	・エアバッグが複数あることにより、位置確認や車両破壊箇所の確認に時間を要する ・高電圧やサービスプラグの箇所が車両によって異なり、救出に必要な破壊等を実施するための電源遮断に時間を要するため、サービスプラグ位置の統一を望む ・先着した市民等への二次災害を防止するため、通信指令員による正確な情報聴取及び通報者への注意喚起が必要 ・一括管理されたデータベースがあれば非常に便利 ・全ての車種毎のデータを確認できるアプリの開発を望む ・包括的な安全対策としての広報や活動要領の整備、開発側からの積極的な情報提供に期待 ・他機関（自動車メーカー等）と連携できる体制作りが必要

6 事例

- ・実災害事例から見えた検討事項等

項目	内容
感電防止策	・車両の損傷が激しくハイブリッド自動車であると判断できない場合でも、ハイブリッド自動車であるかもしれないという認識を持って活動する必要がある ・標準個人装備（PPE）及び絶縁保護具に加えて、低圧用耐電シートや絶縁工具等の必要性 ・エンジンキーをオフにした後の検電活動の必要性 ・サービスプラグの取外し作業が不可の場合のヒューズボックスの抜取り作業の必要可否 ・車両の損傷によりサービスプラグの抜取り作業が不可能な時の対応策（抜取り作業が必要なのかどうか） ・水没車両ではどのような装備が必要になるのか分からない ・水深 0.5m の場所に車両が横転、絶縁保護具が使用できなかった場合の具体的な対応策
活動時の判断	・ハイブリッド自動車の切断禁止箇所の有無
二次災害防止策	・救急隊のみが出動した時の対応要領 ・要救助者及びバイスタンダーの安全対策
車両火災	・ハイブリッド自動車の消火方法
他隊との連携	・（積載品に関して）救助隊以外の感電対策
安全管理	・感電に対する保安距離について

一般的な車両事故に対する救助活動上の課題等（自由意見）

・バス、タクシー、タンクローリー、福祉車両といった特殊な車両等に対する訓練不足を感じている。
・農業用トラクターの耕運機に挟まれた要救助者に対する、救助方法を模索している。
・トラクターや塵芥車の事故や車両火災に対して、基本的な構造の理解や車両を購入した実動訓練が必要である。
・大型車両向けの救助資機材がなく、実際に事故が発生した際に活動上困難が予想される。
・大型車両等の事故の場合は足場を用意しているが、使用時の安全管理に課題がある。
・大型車両のリフトアップ時、効果的なサスペンションの無効化手段について課題がある。
・大型トラック同士の事故の際、引き離し作業が必要となった場合の非常ブレーキ（スプリングブレーキ）の解除方法が不明確である。
・放射性物質輸送の実態把握と、輸送物の形態や事故の特性を知り、地域の実情に合わせた救助活動を構築する必要がある。
・車両の宙吊りや水没など、訓練が難しい事案への対応に課題がある。
・水難救助に係る活動、教育、訓練等が確立されていない。特に水没した車両等からの救出について、専門的なアドバイスが受けられる窓口等の確保を望んでいる。
・横転した事故車両に対して二次災害防止のため固定措置をとるが、支柱器具がない場合の対応策を検討する必要がある。
・高速道路のトンネル内、多重衝突及び火災発生を伴う救助事案の対応に課題がある。
・燃料タンクから油漏れしている事案への対応に課題がある。
・NBC が絡む交通救助事案への対応について、装備面において課題がある。
・民間の大型クレーンとの連携活動など、迅速に対応するための協定や活動要領の整備が課題である。
・新幹線車両トラブルにおける事故対応方法について課題がある。
・『マルチガスモニター』を使用することで、燃料の漏洩の認識やエアバッグ暴発の対策ができ、二次災害の防止を図ることができる。
・従来の油圧救助器具に加え、電動油圧救助器具の整備を希望している。
・インロックの場合に『アクロック』を使用し対応しているが、使用できない車種もあるため、各本部での対応状況について共有して欲しい。
・『ステップチョーク』を常備積載資機材として認めることにより、事故車両の固定、安全かつ迅速な作業が可能となる。

・幼児等の車内閉じ込め事案発生時において、窓ガラスを破壊せずドアを開放することができる『マジカルロックアウトドアツールセット』が有用である。
・スマートキーの普及に伴い要救助者がスマートを持ったまま病院に搬送されることが多く、救助活動後の車両移動等が困難な場合がある。
・車両の破壊にあたり後々責任問題等も考えられるため、「破壊承諾」等を得る対応策を模索している。
・事故状況の事前把握、早期応援要請、資機材の積載、傷病者のプライバシー保護に対して課題がある。
・規模の小さい本部のため、限られた人員・資機材で適切な状況評価及び活動を行えるのか課題がある。
・外国人観光客による交通事故の増加に対し、意思疎通が難しく対応に苦慮している。
・新型コロナウイルス感染症に対する感染防止措置をどうするか課題がある。
・要救助者の人数や車体の状況等、活動上必要な情報が入電時にどれくらい収集できるかによって、活動のスピードが変わる。
・車両構造の変化に伴い、超高張力鋼板などに代表される特殊鋼がフレーム等に多用されるようになったことから、破壊器具や使用資器材の破損危険や劣化等の消耗サイクルが早くなる傾向にある。そのため、車両構造の座学等で使用資機材の注意事項を周知するなど、訓練方法や活動要領を車両構造等の変化に合わせて変更し対応している。
・定期的に訓練を実施しているが、実際の事故車両と訓練用の廃車では負荷部分に大きな差がある。
・車両の構造に関する知識及び交通救助活動における危険要因等の理解、把握が不足していると感じている。
・モノコック構造を理解した資機材(油圧器具等)の活用技術習得に課題がある。
・燃料にLPGを使用しているタクシー事故での火災・救助活動上の注意点や対応等の教育が必要である。
・今後普及が予想される電動バイクやハイブリッドバイクの留意事項等について、知識の習得が課題である。
・日本自動車研究所等による専門的な立場からの助言、又は研修会等の開催を要望する。
・消防庁ホームページに救助事例、活動要領の掲載があると良い。
・横転、転覆、傾斜地における動揺固定のセオリーを明示してもらいたい。
・自動車メーカーより提供できる情報を基に、救助活動に係る分野のデータを冊子化若しくは総務省のWebページで閲覧できるような環境を作ることで、知識・技術の向上を図る訓練の実施促進の材料となるのではないかな。

・ 全国における次世代自動車事故事例の検証結果を配信できる環境を構築してもらいたい。
・ 総務省消防庁で、救助隊員のスタンダードプレコーションを消防組織法第 37 条に定める助言として通知して頂きたい。
・ 消防学校の専科教育等で、大型自動車の交通救助訓練などができる環境の整備を望む。
・ e-ラーニングや組織的な教育指針等が確立されれば、少ない活動経験でも一定の効果は期待できるのではないか。
・ 車両破壊訓練を実施することができないため、ITLS 等を受講した職員から教養を受けたり、市販のテキスト等を使用した座学をしたりして補っている。車両事故事例集や車両破壊要領の動画等、交通事故に特化した教材があれば、現場や救助活動中のイメージがしやすくなり、傷病者救出に要する時間の短縮、救命率の向上に繋がるのではないか。
・ 実車を使用した実動破壊訓練を国・県主体等で開催してもらいたい。
・ rescue DAYS. JP 等、救助技術を広く浸透できるような体制の構築を望む。
・ 現行のハイブリッドカーにプログラミングされている点検モードと同様に、救助活動やレッカー、車体解体時用にエアバッグシステムを停止しバッテリー基部からの高圧電源遮断を可能とするモードが付帯可能であれば、今後の救助活動の一助となる。
・ 二次災害発生防止のため、エアバッグの装備箇所、SRS の圧縮容器、点火装置の位置を車体や内装に明確に表示してほしい。
・ 車両解体時に損壊が激しい場合などは車種の特定制が困難であるため、メルセデス・ベンツのレスキューQR コードの様なものが一般的になれば、携帯端末のカメラで読み取るだけで車両情報が入手できるため有効である。

第2編

次世代自動車事故等における
消防機関の活動要領

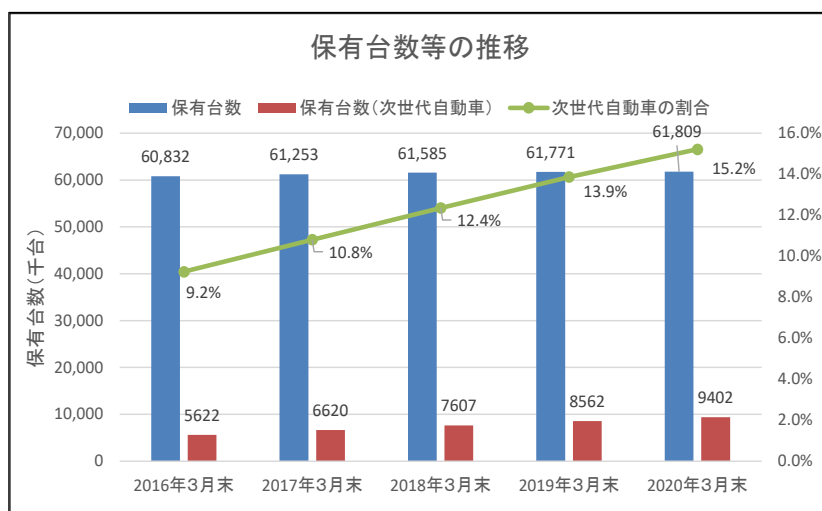
序章

活動要領利用上の留意点

第1節 活動要領活用の目的

近年、各国で地球温暖化対策が進む中、日本では、ハイブリッド自動車・電気自動車・燃料電池自動車・天然ガス自動車等（以下、「次世代自動車」という。）の普及が進み、日本で登録されている自動車における次世代自動車の占める割合は年々増加している。

	2016年3月末	2017年3月末	2018年3月末	2019年3月末	2020年3月末
乗用車全体	60,831,892	61,253,300	61,584,906	61,770,573	61,808,586
ハイブリッド	5,501,595	6,473,945	7,409,635	8,331,443	9,145,172
プラグインハイブリッド	57,130	70,323	103,211	122,008	136,208
電気	62,136	73,380	91,359	105,921	117,317
燃料電池	630	1,807	2,440	3,009	3,695
CNG	177	131	78	30	21
メタノール	4	3	3	2	2
次世代自動車合計	5,621,672	6,619,589	7,606,726	8,562,413	9,402,415



引用・改変：自動車検査登録情報協会

消防庁では、平成10年度に実施した救助技術の高度化等検討会において、各種救助活動事例の収集分析及び災害別救助活動要領の見直しを行い、自動車事故の活動要領及び活動ポイントを示しているところであるが、近年の次世代自動車の普及等を踏まえると、交通事故現場において救助活動を的確に行うためには更なる知識及び技術の習得等が求められる。

そこで、本活動要領では、次世代自動車における救助活動に焦点を当て、消防隊員が本災害特有の危険要因や活動環境を的確に把握するための基礎知識等を取りまとめ、装備や技術に応じた活動により、救助隊以外との効果的な連携や救助活動における安全管理の更なる向上に繋げることを目的とする。

第2節 対象となる事象

本活動要領では、次世代自動車に関係する交通事故等の災害を対象とすることとし、消防活動において二次災害（受傷事故を含む）の発生防止等のために活用するものである。

第3節 活動要領のポイント

次世代自動車による単独事故又は次世代自動車絡む交通事故等において発生した要救助者を、救助隊等がより効率かつ効果的に救出活動を実施するために必要な知識及び技術等について整理し、特に、次世代自動車の中でも登録台数の多いハイブリッド自動車及び電気自動車に装備している高電圧バッテリー及びケーブルに対する感電危険の有無、危険性を認識するために必要な知識、事故によりダメージを受けた要救助者に対する救出要領を中心としてとりまとめた。

第1 次世代自動車別の基礎知識

ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車、天然ガス自動車はそれぞれ異なる原動機であるため、車種別の特徴を踏まえた基礎的な知識及びその特性を踏まえた危険性についても把握する必要がある。

第2 二次災害防止のための安全対策

自動車事故の状況を踏まえ、消防隊（救助隊等を含む）に限らず、負傷者、関係者等の二次災害の発生を防止しなければならないため、各種安全対策を講じる必要がある。

第3 負傷者の社会復帰を踏まえた救出要領

次世代自動車に特化したものではないが、近年の消防活動では、Scoop and Runの考え方（とにかく早く出して、早く運ぶ）から、Load and Goの考え方（生命維持に無関係な処置を省略しつつ、なすべき観察・評価・処置を行い、医療機関への救急搬送に繋げる）へ意識転換が図られている。

このことを踏まえ、救急隊と連携した活動を実施するための知識・技術の習得が必要である。

第4節 用語・略語集

■ コーションプレート

車体番号、型式、色などが記されているプレート。各自動車メーカーで呼び方等に違いがある。これを元に車検証などの登録書類が作成されている。

■ パワースイッチ

自動車全体の電源を一括して起動・遮断するスイッチ。自動車メーカーによって、イグニッションスイッチ（IG スイッチ）や ENGINE START/STOP スイッチ、プッシュボタンスタート等と呼ばれる。

■ 高電圧バッテリー

ニッケル水素電池、リチウムイオン電池で構成される、次世代自動車の動力源（駆動用）となる車両積載のバッテリーの総称。

■ 12V バッテリー

高電圧システム搭載車の場合、車載電装品だけでなくエンジンやブレーキ、電動ドアロックなどの各制御システムの電源は 12V の電源を使用している。車種によっては 12V バッテリーがあがるとハイブリッドシステムが起動しなくなる場合がある。

■ ヒューズ

電装等の回路に取り付けられているもので、一定の電流を流すと溶ける金属片で作られている。過電流が流れるとヒューズが溶断して回路を遮断することで、電線や機器を火災等のダメージから保護する。

■ サービスプラグ

高電圧回路を遮断して安全に作業するためのプラグ。

■ スマートキー

ドアノブに手を近づける等の動作でドアの施錠や開錠ができる「キー」の総称。エンジンの始動、又は停止が可能なものもある。

※参考（各自動車メーカーでそれぞれ呼び方がある）

トヨタ : スマートエントリー&スタートシステム

日産 : インテリジェントキーシステム

ホンダ : Honda スマートキーシステム

マツダ : アドバンストキーレスエントリー&スタートシステム

三菱 : キーレスオペレーションシステム

スバル : キーレスアクセスシステム

スズキ : キーレススタートシステム

ダイハツ : キーフリーシステム

■ インフレーター

エアバッグをふくらませるためのガス発生装置。センサーから信号を受けると内部の火薬に火がつき、着火剤を介してガス発生剤が燃焼することでガスが発生する。

■ ゾーニング

危険度に応じて活動区域を設定すること。

■ MIMMS

Major Incident Medical Management and Support の略。大災害時の医療にかかわる各機関の役割と責任、組織体系、連携の仕方、対処法、装備などをまとめて講義・訓練をする英国の教育システム。

第1章

次世代自動車の種類

第1節 次世代自動車の見分け方

自動車には、同じ車種であってもガソリン車等と次世代自動車の両方が存在するケースが多く、外観等も非常に似ているため、それらの違いを瞬時に見分けることは困難である。

また、事故の状況により、自動車の外観等で次世代自動車等を判断することが困難な場合もある。

最も簡易な見分け方は、自動車に貼付けられているエンブレムを確認することである。各自動車メーカーでデザインは違うが、主にバックドア（トランク）、前輪フェンダー付近、サイドバンパー等に「HYBRID」などと表示されている。また、運転手等から動力源の種類を聴取する事も早期の車種の特定につながる。

※メーカーによってはエンブレムが貼付されていない車両もある。

【ハイブリッド自動車】

＜エンブレムの貼付一例＞ HYBRID：異質のものの混成物

SUBARU	トヨタ	
		
日産	ホンダ	
		
マツダ	三菱	
		

【電気自動車】

- ・排出ガスを出さないため、マフラー（排気管）が存在しない。
- ・充電のための充電ポート、充電ポートを開くためのオープンレバーがある。
- ・スマートキーにコンセント表示がある。

＜エンブレムの貼付一例＞ ELECTRIC：電気

日産	三菱
	

【燃料電池自動車】

＜エンブレムの貼付一例＞ FUEL CELL：燃料電池

トヨタ	ホンダ
	

【天然ガス自動車】

＜天然ガス シンボルマーク＞ Natural Gas Vehicle：天然ガス



【参考】

車検証やコーションプレート（主にエンジンルームやドアの内側部分に貼付）から以下の車両情報を確認することができる。

- MODEL (TYPE)・・・車両型式
- ENGINE・・・エンジン形式
- CHASSIS No. (FRAME)・・・車体番号
- TRANS/AXLE・・・変速機形式
- COLOR (PAINT)・・・外装色

（例）コーションプレートの位置

三菱 i-MiEV の場合、助手席ドアを開けたセンターピローに貼り付けられている



※i-MiEV は車両型式4桁が「HA3W」又は「HA4W」

提供：日本自動車研究所

第2節 車種別の特徴

各車種別の仕様は以下のとおりである。

	ガソリン車	ハイブリッド自動車	電気自動車	燃料電池自動車	天然ガス自動車
燃料	ガソリン	ガソリン＋電気	電気	水素	天然ガス
燃料供給場所	ガソリンスタンド	ガソリンスタンド	充電スタンド	水素ステーション	天然ガススタンド
動力源	エンジン	エンジン＋モーター	モーター	モーター	エンジン
バッテリー	12V バッテリー	高電圧バッテリー＋12V バッテリー			12V バッテリー
危険性	ガソリンの流出による火災	ガソリンの流出による火災			
		高電圧による感電			
				高圧燃料の流出による火災	

※赤枠：次世代自動車

■ハイブリッド自動車・電気自動車・燃料電池自動車の共通事項

高電圧バッテリー（ニッケル水素バッテリー・リチウムイオンバッテリー）が搭載され、高電圧に対する感電への対応及びバッテリー液等に対する危険性が存在する。

■燃料電池自動車・天然ガス自動車の共通事項

それぞれに水素ガス、天然ガスの高圧ガスタンクが搭載され、ガスの漏洩による出火・爆発、また外部からの加熱でタンク内圧が上昇しタンクが破裂する危険性が存在する。

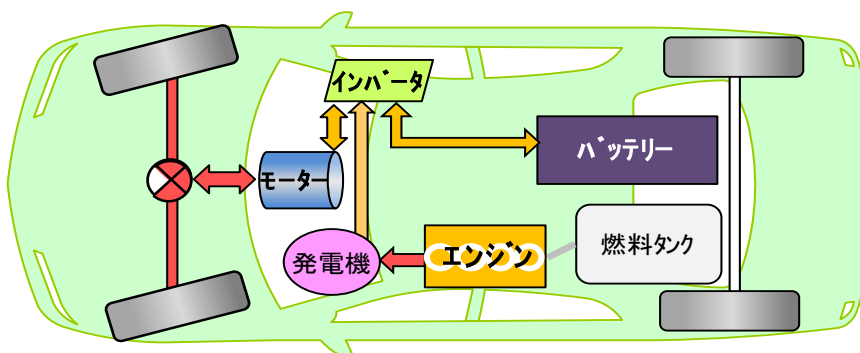
ハイブリッド自動車 (HV : Hybrid Vehicle)

ハイブリッド自動車は、モーターとエンジンなど作動原理の異なる動力源を複数持ち、一般的にはガソリンエンジンやディーゼルエンジンと電気モーターを組み合わせ、走行の状況に応じて動力源を切り替え走行する車両。高電圧（100V～650V）のバッテリー（ニッケル水素バッテリー・リチウムイオンバッテリー）が搭載されている。

代表的な駆動方式には、シリーズ方式、パラレル方式及びスプリット方式（シリーズパラレル併用方式）の3つの方式がある。

【シリーズ方式】

エンジンが発電機を回し、バッテリーを充電しながらモーターのみで走行する。



提供：日本自動車研究所

<主な車種>

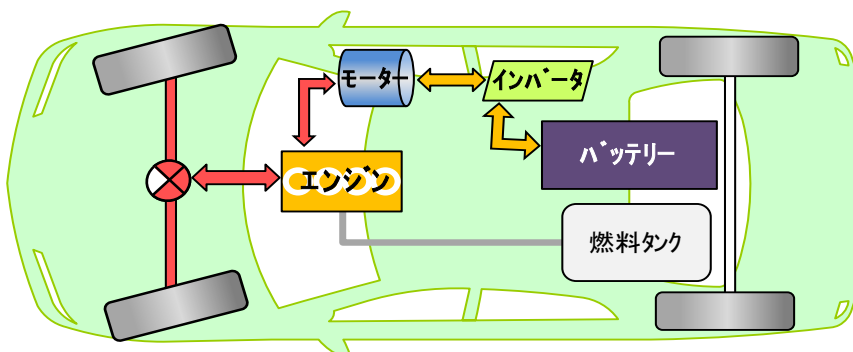
日産：ノート e-POWER 他 e-POWER シリーズ

ホンダ：アコード HV(2代目)、オデッセイ HV

三菱ふそう：エアロスターHEV

【パラレル方式】

主としてエンジンの動力で走行し、走り出し時はバッテリーでモーターを駆動し、出力が必要な場合にはモーターとエンジンと併用して駆動する。エンジンとモーターが直結している車と、分離可能な車がある。



提供：日本自動車研究所

<主な車種>

スズキ：ソリオ HYBRID

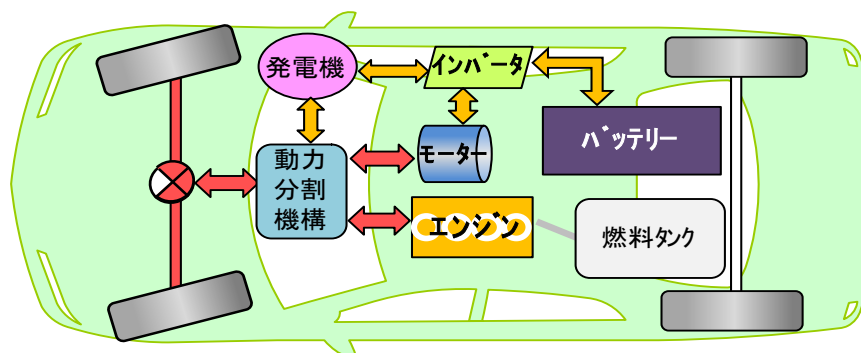
スバル：XV HYBRID

日産：フーガ HV

ホンダ：インサイト、フィット HV(2代目)、ヴェゼル

【スプリット方式（シリーズパラレル併用型）】

走行条件に応じてシリーズ、パラレル両方式の走行をする。発電機やエンジンとモーターは独立した動力として駆動しているため、動力分割機構等を必要とし構造が複雑である。



提供：日本自動車研究所

<主な車種>

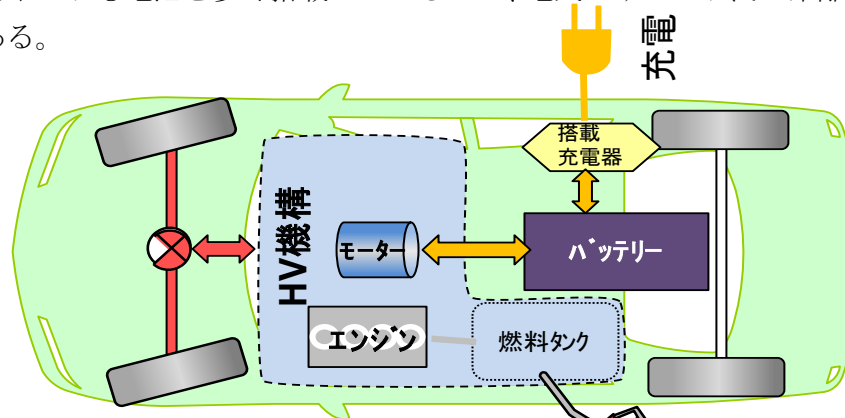
トヨタ：アクア、エスティマ HV、クラウン HV、プリウス、ノア HV など

【参考】

プラグインハイブリッド自動車

PHV : Plug-in Hybrid Vehicle, PHEV : Plug-in Hybrid Electrical Vehicle

PHV と PHEV の構造及び特徴は基本的に同じであり、自動車メーカーにより名称が異なる。ハイブリッド自動車よりも電池容量を増やした PHV バッテリーを搭載しており、家庭用電源から直接充電をすることができる。短距離は電気自動車として走行し、出力が必要な場合や高電圧バッテリーの電力がなくなるとハイブリッド自動車となる。ハイブリッド自動車よりも電池を多く搭載しているため、電気のみでより長い距離を走行できる特徴がある。



提供：日本自動車研究所

＜主な PHV・PHEV の車種＞

トヨタ：プリウス PHV

三菱：アウトランダーPHEV

オーディオ : e-tron50、e-tron Sportback50

ビー・エム・ダブリュー：330e セダン、X3 xDrive30e

フォルクスワーゲン : Golf GTE

ポルシェ : Cayenne S E-Hybrid、Panamera 4 E-Hybrid

ボルボ : XC90、T8、XC60

メルセデス・ベンツ : S クラス S560e、GLC350e

マイルドハイブリッド

モーターの出力は低く、あくまでエンジンが主体となる、いわば簡易型のハイブリッドシステム。エンジンを主要動力源として使用し、停止時や発進時などエンジン駆動時に比較的小型の電池とモーターでアシストする。

高電圧機器を使用しないことから、オレンジ色の高電圧ケーブルは無い。

＜主な車種＞

スズキ：ソリオ、スイフト、ワゴンR

日産：セレナ S-HIBRID シリーズ

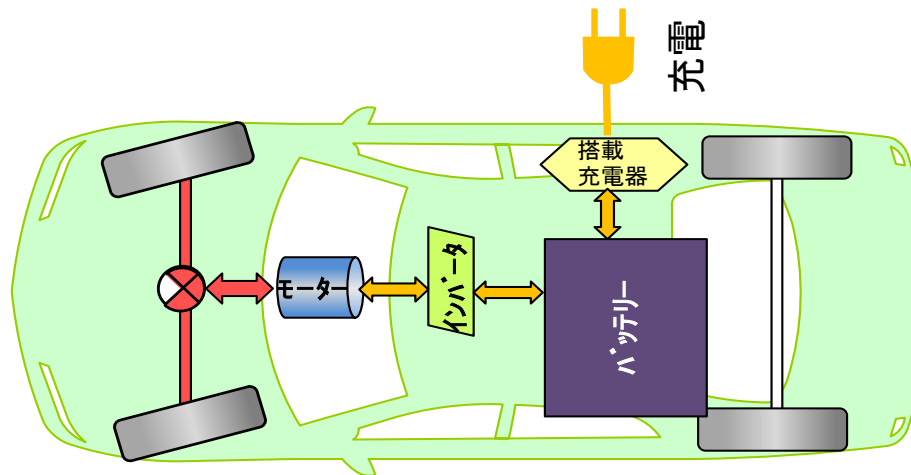
オーディオ : A6 hybrid

ボルボ : XC60・B5

電気自動車 (EV : Electric Vehicle)

電気自動車は、バッテリーに蓄えた電気でモーターを回転させて走行する車両。家庭用電源（100V・200V）など外部電源からの電力のみをバッテリーに蓄え、モーターを動力源としている。

なお、エンジンがないため、走行中の窒素酸化物（NO_x）や二酸化炭素（CO₂）の排出ガスが出ない特徴がある。



<主な車種>

日産：リーフ

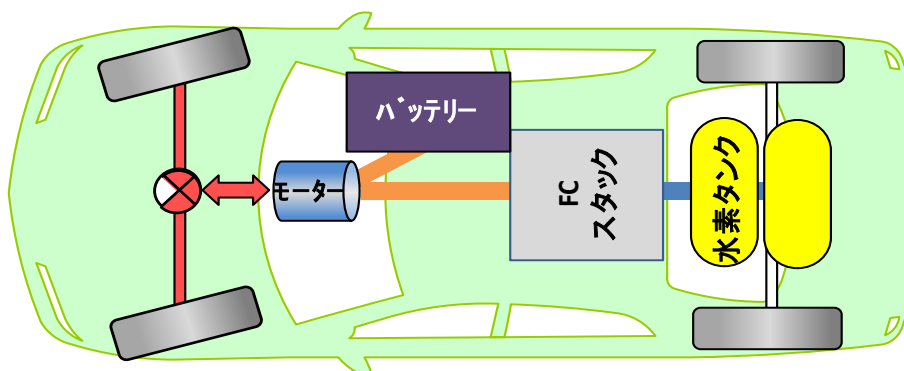
三菱：i-MiEV

提供：日本自動車研究所

燃料電池自動車 (FCV : Fuel Cell Vehicle)

燃料電池自動車は、高圧水素タンクと燃料電池を搭載し、燃料電池で発電した電気エネルギーを使ってモーターを回して走行する車両。燃料電池の電力はインバータで交流に変換され、モーター駆動に直接使用したり高電圧バッテリー（ニッケル水素バッテリー等）に蓄えられたりする。

水素を燃料として走るため、排気されるのは水素と酸素の化学反応による水のみである。



提供：日本自動車研究所

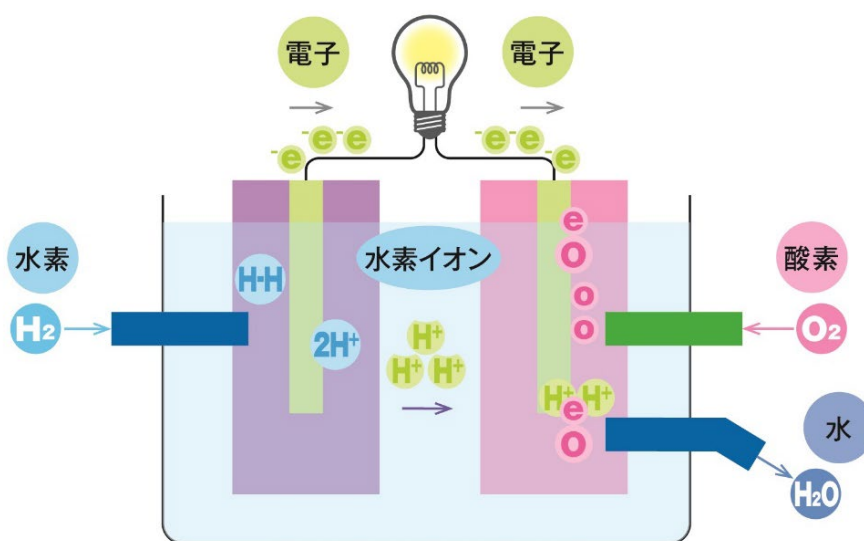
<主な車種>

トヨタ：MIRAI

ホンダ：CLARITY FUEL CELL

【燃料電池の仕組み】

水素と酸素の化学反応によって電気を起こす発電システム。簡単に言えば「水の電気分解」を逆にしたものである。水の電気分解では電解質を溶かした水に電流を通して水素と酸素を発生させるが、燃料電池では電解質をはさんだ電極に水素を、そしてもう一方の電極に酸素を送ることによって化学反応を起こし、水と電気を発生させる。



【水素の特徴】

- ・無色、無臭である
- ・分子量は全物質の中で最も小さい
- ・自然界にガス単体ではほとんど存在しない
- ・燃焼範囲が広く、燃えやすい
- ・燃焼時はプロパン等と比較して視認が難しく輻射熱が低い
- ・空気と比べて非常に軽い気体（ガス）であり、滞留せず素早く拡散する
- ・水、石油、石炭、天然ガス、バイオマス等の原料から製造することができる

【主要部品】

名称	特徴
高圧水素タンク	燃料である水素ガスを高圧（15℃で最大 70MPa）で貯蔵する容器で車両下部に積載されている。構造はガラス繊維強化プラスチック層、炭素繊維強化プラスチック層、プラスチックライナーの3層構造が採用されている。
水素検知器	水素ガスの漏れを検知する装置で、車両の前方及び後方に設置されている。規定濃度以上の水素の漏れが検知された場合、運転者へ警告するとともに水素の供給を遮断する。
水素配管	水素配管は他の配管との識別のため赤色に塗装されている。

【高圧水素タンクの各バルブ】

名称	機能
電磁弁	水素ガスが漏洩した場合、水素ガスを検知し電磁弁が閉止する。衝突を検知した時にも電磁弁が作動し、水素ガスの大量漏れを防止する。
手動弁	手動操作で水素ガスを停止する。通常は開いた状態となっている。
溶栓弁	車両火災等の際、高圧水素タンクの破裂を防止するため、約 110℃まで加熱されると溶栓弁が開きタンク内の水素を放出する。 ※乗用車の場合は車両後方から斜め下方向に、バスの場合は上方向（タンクは天井に設置）に水素が噴出するので注意すること。
圧抜弁	手動操作で内部の水素ガスを放出する。通常は閉じた状態。電磁弁が故障しタンク内の水素ガスが抜けなくなった際に使用する。
逆止弁	タンクに充填した水素ガスの逆流を防止する。水素燃料充填時のガス圧により押し開かれる。
温度センサー	タンク内の水素温度を検出する。

天然ガス自動車 (NGV : Natural Gas Vehicle)

天然ガス自動車は、基本的にガソリン車やディーゼル車と同じであるが、燃料系統が異なる車両。燃料となる天然ガスは、高压に圧縮、または低温で液化された状態で自動車のガス容器に充填されており、ガス容器から燃料配管を通り、圧力を調整されて低压ガスでエンジンに供給される。

燃料の天然ガスは可燃性の気体である。漏れても空気中に拡散するため、ガソリンなどの液体燃料に比べて火災に至る可能性は低いが、取り扱いには車両構造の知識と火災危険に対する注意が必要である。

【主に流通している車種】

1 圧縮天然ガス自動車 (CNG 自動車 : Compressed Natural Gas Vehicle)

天然ガスを気体のまま、高压でガス容器に貯蔵している自動車。現在使用されている天然ガス自動車のほとんどがこのタイプである。

① 天然ガス専焼車

圧縮天然ガスだけを燃料にする車両で、軽自動車や小型貨物車等のガソリンエンジンをベースにする車両やトラック・バス等の大型車向けのディーゼルエンジンをベースにする自動車がある。

② バイフューエル車

圧縮天然ガスとガソリンのどちらの燃料でも走行可能な車両。日本ではメーカー製造車はなく、後改造によるものが主流である。

2 液化天然ガス自動車 (LNG 自動車 : Liquefied Natural Gas Vehicle)

天然ガスを液体状態 (-162°C) で超低温容器に貯蔵している車両。

※海外では市販されているが、国内ではまだ販売されていない。

【天然ガスの特徴】

メタンを主成分とし、常温では気体である。主成分が空気より軽いため、大気中に拡散しやすい性質を持つ。硫黄分やその他の不純物を含まないため、燃焼した際に硫黄酸化物 (SO_x) やススがほとんど発生しない。また、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素 (CO_2) や、大気汚染の原因物質である窒素酸化物 (NO_x) の排出量も石油より少ない。液化天然ガス (LNG=Liquefied Natural Gas) は、気体である天然ガスを冷却して輸送・貯蔵向けに液体にしたものである。

天然ガス自体はもともと無臭であるが、漏洩の際に臭気により容易に感知できるようにするため、人工的に臭いが付けられた上で、都市ガスとして供給されている。自動車の燃料として使用されている天然ガスは、都市ガスと同じ配管で供給されているため、臭いも都市ガスと同じである。

【主要部品】

1 燃料供給装置

(1) ガス容器

燃料である天然ガスを高圧に圧縮（20MPa）して貯蔵する容器。

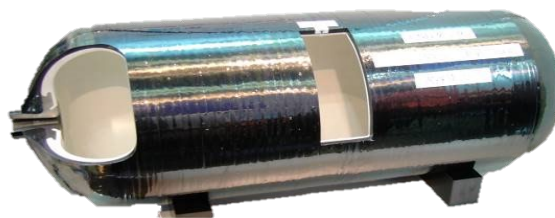
日本では、鋼製継目なし容器、金属ライナー製複合容器（アルミニウム合金製ライナーを繊維強化プラスチックで補強した容器）及びプラスチックライナー製複合容器（ポリエチレン製ライナー等を繊維強化プラスチックで補強した容器）が使用されている。



鋼製継目なし容器
（クロムモリブデン鋼）



金属ライナー製複合容器
（アルミニウム合金）

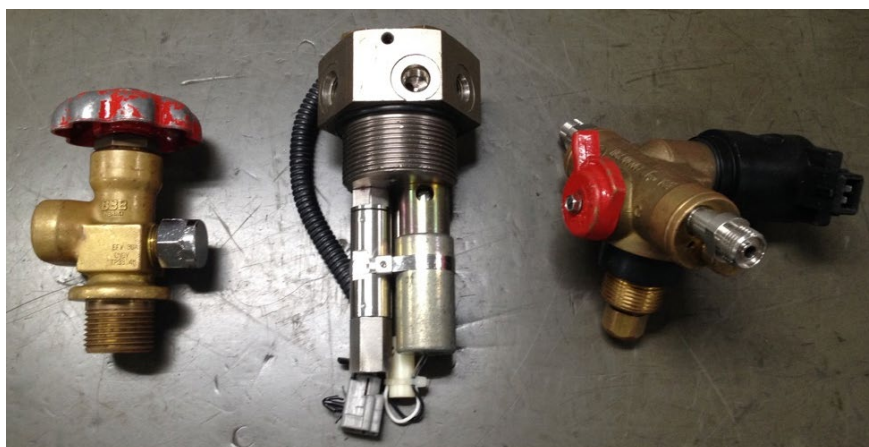


プラスチックライナー製複合容器
（ポリエチレン等）

提供：日本ガス協会

(2) 容器元弁

ガス容器に直接取り付けられ、ガス容器内の燃料ガスの流出を遮断する弁。



左：手動タイプ

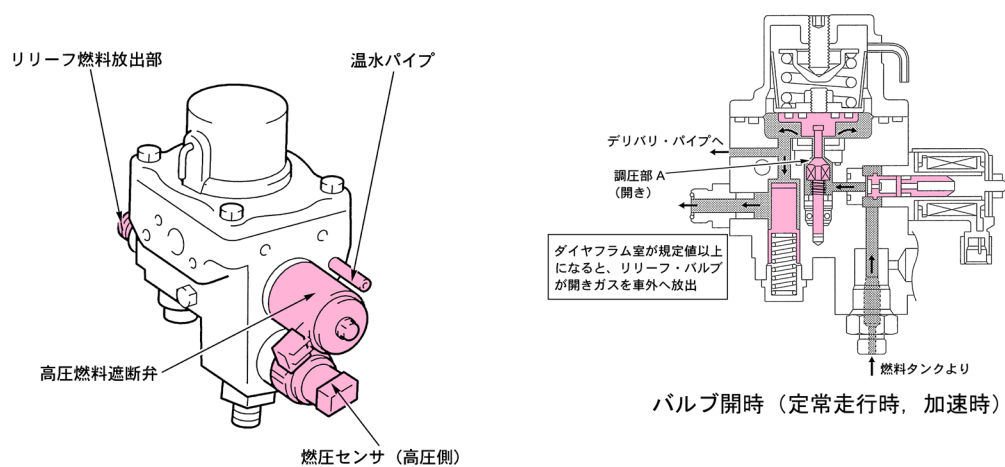
中央：電磁弁タイプ

右：電磁弁外付きタイプ

提供：日本ガス協会

(3) 減圧弁

高圧に圧縮されたガスを段階的に減圧（0.4 MPa程度まで）する装置。



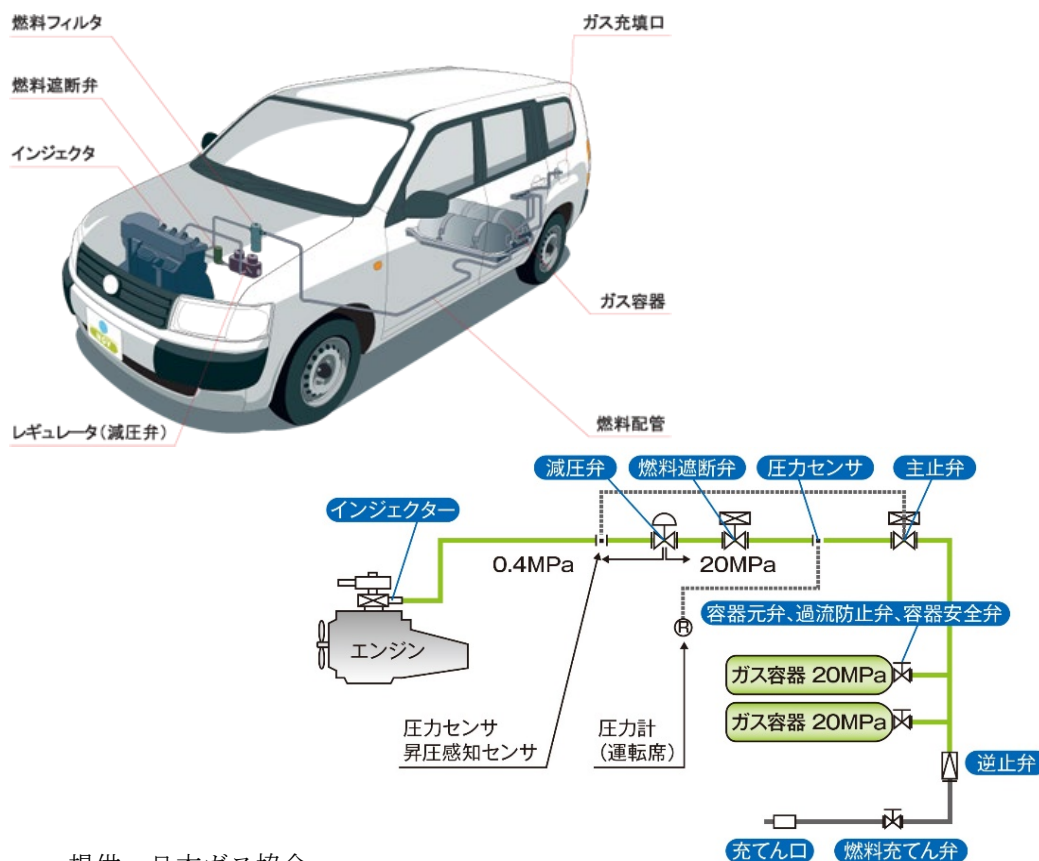
提供：日本ガス協会

(4) 燃料供給装置

エンジンに燃料ガスを供給する装置。ミキサ方式とインジェクター方式がある。

(5) 燃料配管

燃料をガス容器からエンジンまで送る、内径 4～8mm のステンレス鋼製や銅製（低压部分の一部）等の細管。

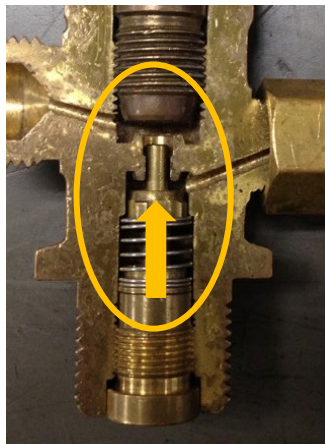
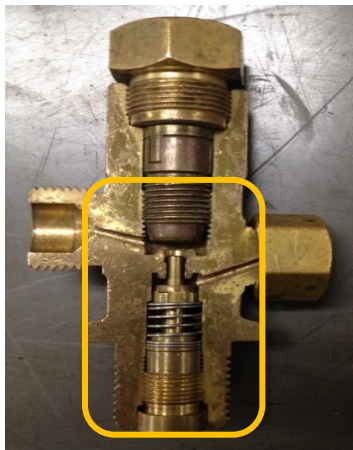


提供：日本ガス協会

2 安全装置

(1) 過流防止弁

一般的に容器元弁に組み込まれた弁で、燃料配管等の折損時にガス容器からの多量のガス流出を防止する装置。

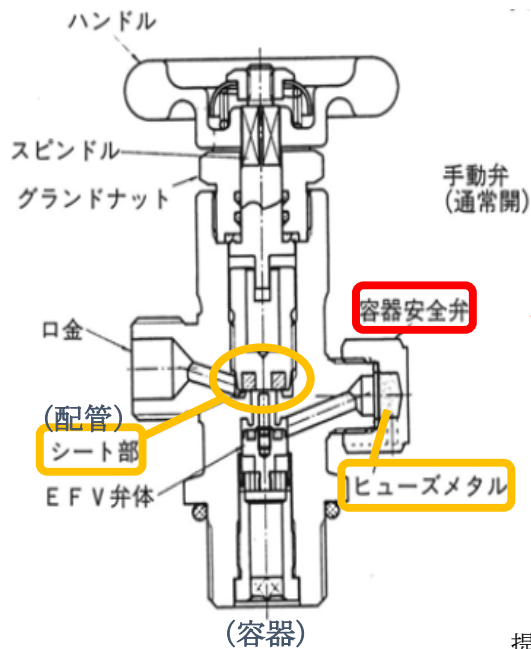


提供：日本ガス協会

- ・作動した場合、容器元弁のハンドルを全閉の状態まで回した後、ゆっくり開くことでリセットできる。

(2) 容器安全弁

容器元弁に組み込まれている弁で、火災等によりガス容器の温度・圧力が上昇した場合、可溶栓（一定温度以上になると溶ける合金でできた栓）が溶けてガス容器からガスを安全に放出する装置。



提供：日本ガス協会

- ・作動すると容器内のガスが抜けきるまでガスの放出は止まらない。
- ・約 110℃でヒューズメタルが溶け出す。

(3) 主止弁

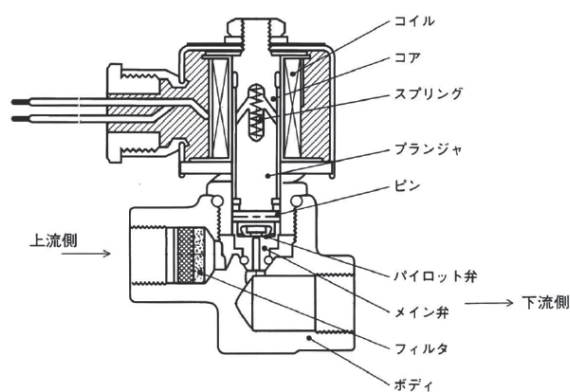
容器に直接、または高压配管上の容器元弁近くに設置されており、緊急時及びエンジン停止時にエンジンへの燃料供給を自動的に遮断する装置。



提供：日本ガス協会

(4) 燃料遮断弁

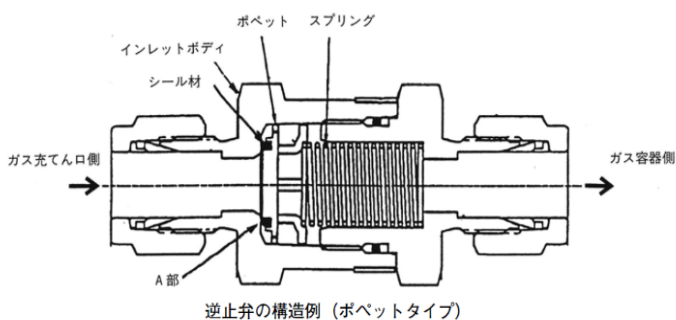
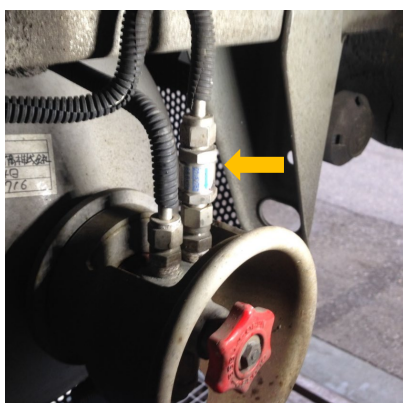
減圧弁と一体型のものが主流。高压配管上の減圧弁の近くに設置されており、エンジン停止時にエンジンへの燃料供給を遮断する装置。



提供：日本ガス協会

(5) 逆止弁

充填時以外に、ガス容器からのガスが逆流しないように設けられる弁。



提供：日本ガス協会

第2章

消防活動の基本原則

第1節 救助活動の基本事項

第1 119番受報時（指令課員等の聴取例）

- 1 事故の状況（単独又は複数事故など）
- 2 挟まれや閉じ込め等の有無（救助活動の必要性）
- 3 発生場所の住所等（一般道路又は高速道路など）
- 4 負傷者数（年齢、性別など）及び負傷程度（症候、出血など）
- 5 車両の種類（乗用車、トラック、次世代自動車など）

第2 現場到着時

1 停車位置等

- (1) 消防隊の停車位置は、後続からの衝突等による二次災害防止のため、到着時の状況等を考慮し安全に配慮した停車位置とする。
- (2) 停車時の状況と活動エリア等を考慮し、ハンドルを車両通行帯以外（安全側）に切って停車するなど、追突による二次災害の発生防止に注意する。
- (3) 停車後は、事故防止灯等を設置するなど、二次災害の発生防止に十分配慮する。
- (4) 消防隊到着時に、警察官等により交通整理などが実施されている場合は、迅速な救助活動が実施可能な位置に停車する。
- (5) 見通しの悪い交差点等においては、関係機関に対し誘導等を依頼するなど、二次災害の発生防止に配慮する。

2 下車時

- (1) 後続車や歩行者等の有無を確認してから、車両のドアを開放する。
- (2) 防火衣などが積載物や車両の構造物に引っかからないように注意するとともに、足元の安全を確認して飛び降りずに下車する。

3 個人防護装備（PPE：Personal Protective Equipment）

交通救助では要救助者が外傷を受けている場合が多いため、感染防止衣等を着用することを原則とし、感電の危険がある場面では絶縁保護具を、火災危険等がある場合は防火衣等の着装を考慮する。

- ・保安帽
- ・ゴーグル（防塵・防護用）
- ・マスク（感染防止用）
- ・感染防止衣（上衣・ズボン）
- ・パッド（ニー／エルボー）

- ・手袋（ケブラー、救助用皮手袋、ディスポーザブルグローブ）
- ・安全ベスト（反射板付きが望ましい）
- ・絶縁保護具（耐電ヘルメット、耐電手袋、耐電衣、耐電ズボン、耐電長靴等）
- ・防火衣、防火ズボン（災害状況に応じて空気呼吸器などを含む）
- ・その他（NBC が関連する場合は、その危険物質に応じた防護対応とする）

【着装（例）】



提供：長岡市消防本部

4 情報収集

- ・事故状況（発生場所、車両の安定状況、危険物質等の流出状況など）
- ・負傷者の把握（要救助者の人数、状況等を含む）
※要救助者が車外に放出されている可能性もあるため、事故車両内だけでなく周囲の確認も合わせて行うこと。
- ・消防活動に対する消防力の優劣状況等
- ・関係機関の対応状況（警察機関など）
- ・車両の特徴（次世代自動車等に該当か否かを確認）

5 使用資機材の準備

- ・油圧ジャッキ
- ・油圧スプレッダー（大型油圧スプレッダー）
- ・油圧切断機（大型油圧切断機）
- ・可搬ウィンチ
- ・携帯救助工具
- ・送排風機
- ・その他（マット型空気ジャッキ、保護布等）

第3 現場活動

1 現場最高指揮者の任務

- ・救出方法の決定
- ・危険区域の設定（必要に応じてゾーニングを考慮）
- ・活動隊への指示及び情報共有
- ・関係機関（警察、高速道路株式会社、自動車メーカー、医療機関（DMAT）等）の要請
- ・現場広報
- ・その他（情報の管理、プライバシー保護など）

2 車両の安定化

- ・エンジン等が作動している場合は、エンジンを停止させキーを抜き取る。（スマートキーの場合は、誤作動防止のためスマートキーと車両の距離を5m程度とる）
- ・シフトレバーのパーキング位置を確認する。
- ・サイドブレーキの作動状況を確認する。
- ・突然車両が動き出すことも考えられるため、車輪止めを適宜設置する。

3 破壊及び車内進入

- ・車体を切断する場合には、エアバッグのインフレーターを傷つけないよう注意する。（SRS表示の刻印やタグ付近の切断は避けること。）
※エアバッグには、シートのサイドエアバッグ、ルーフレールのカーテンエアバッグ、ニーエアバッグ等がある。
- ・乗員検知装置がついているエアバッグもあるが、コンデンサに電気が残っている場合、椅子等のセンサーによりエアバッグが展開する可能性があるため、エアバッグ等の作動状況及び位置に注意する。（特に助手席から進入する場合は留意すること。）
※レスキューマニュアルによっては、コンデンサの放電が終了するまで待つことを推奨しているものもある。
- ・ガラスを破壊して進入する場合は破片が広範囲に飛散するため、要救助者等への保護を実施する。

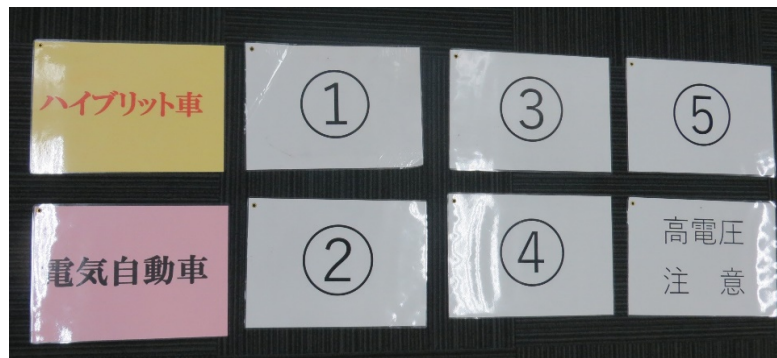
4 要救助者へのアプローチ ⇒詳細は「第4章 救護救出要領」を参照

- ・要救助者に声掛けをして、頭部を動かさないことやどのような救助活動を行うのかを説明する。
- ・活動時は、要救助者の状態（意識レベル等）を継続的に観察し、容体の変化に注意する。

第4 二次災害の防止

- ・活動中は可能な限り安全管理員を配置し、負傷者及び関係者等も含めた二次災害の発生防止を念頭において活動する。
- ・救助活動と並行して消火体制（警戒筒先等）を早期に配備する。
- ・トンネルや屋内駐車場等の場合は、可能な限り送排風機等により煙と蒸気の方
向性をコントロールする。
- ・オイル漏れ、燃料漏れの場合は、必要に応じて油処理剤等を活用して処理する。
- ・バッテリー液が流出している場合は、必要に応じて水による希釈処理（飽和ホ
ウ酸水による中和）又は吸着マットやパーライトで吸い取る。
- ・切断、破壊する箇所や支点として活用する箇所は強度を確認する。
- ・高電圧注意表示等を活用するなど、注意喚起を図る。

【高電圧注意表示（例）】



提供：香取市町村圏事務組合（数字のシートは多重の追突事故時に使用）

【表示（例）】



第2節 多数傷病者の救助事案

多数の要救助者が発生した交通事故では、短時間のうちに限られた人的・物的資源を最大限に活用し、最大多数の要救助者を救出することが求められるため、救助活動を開始するのと並行して、以下の体制を早期に整える。

- 1 現場指揮本部の設置
- 2 連絡調整所の設置（警察、医療機関等との調整）
- 3 応急救護所の設置
- 4 救急指揮所の設置（救急隊の活動、負傷者情報の集約、トリアージ管理、搬送医療機関等の指揮活動）

救急指揮所を設けることができない消防本部は、現場指揮本部内に救急隊員を配置することで現場指揮本部兼救急指揮所としての機能を確保する。

なお、現在、多数傷病者発生事案においては、ドクターカーやドクターヘリ、DMATの現場統括医師が現場指揮本部に入ることとなっている。

消防本部の各隊に加えて、警察やその他関係機関と連携を図ることにより、効率的に要救助者を救出することができる。多数傷病者の救助事案に体系的に対応するためにも、共通の認識を持って活動を行うことが求められる。

<災害現場における現場対応の原則と優先順位>

優先順位



C	Command & Control	指揮命令と連絡調整
S	Safety	自分自身、現場、要救助者の安全
C	Communication	情報伝達
A	Assessment	評価
T	Triage	トリアージ
T	Treatment	治療
T	transport	搬送

MIMSS から引用改変

C：指揮命令と連絡調整

災害現場の指揮命令は現場指揮本部で行われる。初めに指揮命令系統を確立することで、組織的かつ効率的に活動することができる。他機関との連携をスムーズに行うためにも、情報共有や役割分担等の調整を確実に実施する。

S：安全

危険要因を認識し、二次災害の発生防止を考慮しながら、自分自身（Self）、現場（Scene）、要救助者（Survivor）の安全を確保する。適切に個人防護具を着用し、確実に安全が確保された上で活動を実施する。

C：情報伝達

「現場の被害状況」、「人員の配置状況」、「応援要請」、「他機関（警察、医療機関、行政など）との連携」、「ゾーニング」、「現場の安全確保」等の情報を共有する。平時から他機関との伝達手段を構築しておくことが大切である。

A：評価

現場で集約された情報を評価し、応援要請の必要性等も含めた今後の活動方針や戦略を決定する。情報は常に更新されていくため再評価を繰り返し、柔軟に方針を再決定していく必要がある。

第3節 関係機関との連携

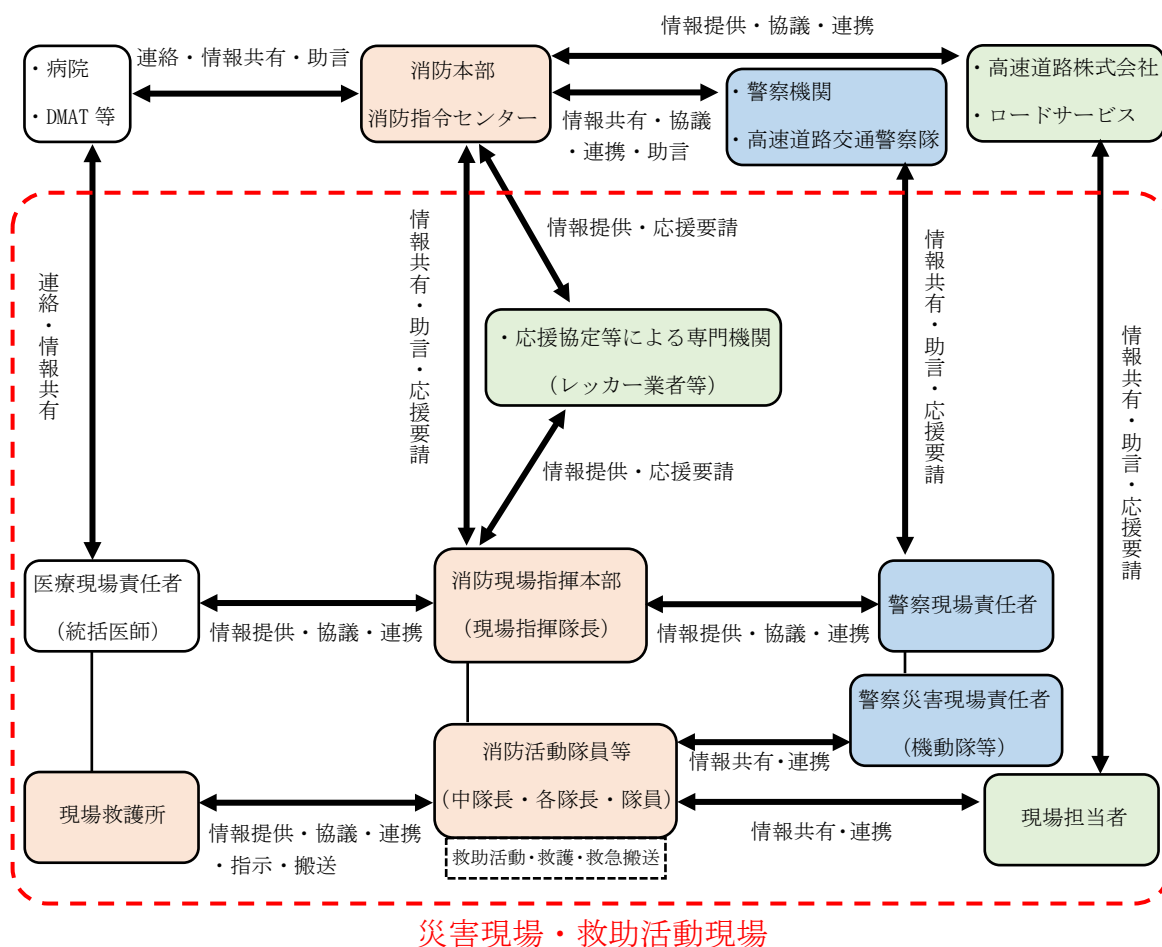
通報内容や現場の事故状況により、必要に応じて下記の関係機関と連携し、活動を実施する。

また、入手した情報は関係機関に連絡して情報共有を図り、連携活動における役割の調整を行うこととし、平常時から、各関係機関の連絡先、調整窓口及び担当者等を事前に確認しておくとともに、連携訓練を実施し、協力体制を築いておくことが重要である。

【必須事項】

- 1 必ず連携先の担当者を確認し、記録しておくこと。
- 2 支援等を依頼する関係機関の関係者の安全管理にも十分に配慮すること。
- 3 高速道路上での活動は大変危険が伴うため、非常駐車帯や路肩などの安全な場所を確保した上で活動を実施すること。

<関係機関との連携（例）>



第1 所轄の警察機関、高速道路交通警察隊

現場の車線規制等の交通整理を依頼し、時間の経過や事故及び消防活動状況等について、以下の内容を情報共有する。

- ・事故が発生した場所及び対応時刻など
- ・要救助者数や負傷の程度など
- ・物の損壊程度など
- ・危険物質の状況など

※警察機関からの要請により出動した場合又は警察官が先着している場合は、可能な限り消防側への情報提供を求める。

第2 高速道路株式会社（交通管理隊）

現場の車線規制等の交通整理や落下物排除を依頼。

時間の経過や事故の状況等について、以下の内容を情報共有する。

- ・事故が発生した場所及び対応時刻など
- ・要救助者数や負傷の程度など
- ・物の損壊程度など

※高速道路株式会社側が先着している場合は、可能な限り消防側への情報提供を求める。



提供：一般財団法人名古屋高速道路協会

第3 医療機関（DMAT 等）

要救助者に必要な応急処置の助言、多数傷病者発生時の搬送順位の決定、医療処置、その他医療上必要な連絡調整等について協力を依頼する。

第4 ロードサービス（JAF 等）

横転事故車両の引き起こし、水没車両の引出し及び故障車のけん引など、一般的な救援作業等について、必要に応じて依頼する。

【参考】JAF では全国のロードサービス隊がサービスプラグの取外しやメインスイッチの解除といった救援技術について研修を受講している。



提供：一般社団法人日本自動車連盟

第5 自動車メーカー等

メーカーや車種によって取り扱いが異なるため、ヒューズやバッテリーの位置、高電圧の遮断方法等を確認するのに時間を要する場合がある。

可能であれば、直接、自動車メーカー等から技術的なアドバイスをもらうことで、迅速・的確な救助活動につなげることができる。

※今後、災害現場への技術者の要請だけではなく、電話やインターネット回線等の情報ツールを活用した、迅速な技術的助言等の情報提供が期待される。

第3章

車種別活動要領

第1節 ハイブリッド自動車 (HV : Hybrid Vehicle)

■危険性

- ・ガソリンや軽油を積載しておりガソリン車やディーゼル車と同様の危険性があるが、加えてハイブリッド自動車固有の特徴として高電圧に対する注意と処置が必要となる。
- ・高電圧システムは最大直流 650V の電圧を発生させるため、感電による重大な二次災害の発生を避けるためにも、オレンジ色の高電圧ケーブルや高電圧部品には触れないように注意する。
- ・高電圧システム停止後も数分間は電圧を維持しているため、緊急の場合は必ず絶縁保護具を着装した上で活動を開始する。
⇒ 詳細は「第3章第5節 高電圧の遮断等」を参照

■安全対策

- ・高電圧の危険性に対して、緊急時には高電圧回路が自動的に遮断される等、接触による感電や回路短絡による火災といった二次災害の可能性を低減するための対策が各自動車メーカーにより講じられている。他にも、高電圧回路を遮断する際のアクセシ性及び作業性に配慮した車両設計や 12V 系の配線切断による高電圧回路の遮断等、安全を確保する仕様が採用されている。
- ・事故現場で安全に作業を行うための必要かつ有用な情報を各自動車メーカーがレスキューマニュアルにまとめ、ホームページ等を通じて公開している。

■装備

- ・ハイブリッド自動車（プラグインハイブリッド自動車を含む）にアクセスする場合、最も注意しなければならないのは高電圧による感電である。そのため、個人装備には絶縁保護具等を備える必要がある。
⇒ 詳細は「第3章第6節 装備」を参照

【ハイブリッド自動車 救助活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

事故状況を踏まえ、要救助者に危険が切迫している場合は、絶縁保護具等を装着した上でただちに救助活動を開始すること。

[車両の特徴]ハイブリッド自動車である

車両の状態を確認

以下の項目が一つでもあてはまる場合は、車両が起動状態である可能性がある

- エンジンが作動している
- パワースイッチがオンになっている
- メーターが点灯している
- エアコンが作動している
- オーディオが作動している
- ワイパーが作動している

NO

YES

■ 高電圧の遮断

運転席にアクセスが可能である ※1

<活動> パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる ※2

<活動> 1. ヒューズを取り外す

2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である ※3

<活動> 高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない

絶縁保護具を装着し十分な絶縁対策をした上で活動する

安全確認後、
活動開始

※必ず絶縁保護具を装着して活動すること。

※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

活動手順にかかる解説

活動	留意事項
※1	高電圧システムを再起動するスマートキーを装備する車両の場合には、誤操作防止のためスマートキーと車両との距離を5 m程度とること。 高電圧が遮断されていてもエアバッグが展開することがあるため、注意すること。(エアバッグ展開後、高電圧リレーはシャットダウンされる。)
※2	ヒューズボックスのカバーを外し、高電圧回路のヒューズ（判断できない場合は全てのヒューズ）を外してシステムを停止させる。 電動ドアロック、パワーウィンドウ、電動シート等は12V バッテリーによって駆動している。12V バッテリーが切り離されるとこれらの操作ができなくなるため、必要に応じて事前に処理する。(パーキングブレーキが必要な場合も12V バッテリー切断前に実施すること。ただし、再度ヒューズを取り付ければ復元する。)
※3	サービスプラグによる高電圧の遮断後、蓄電されている電気が完全に放電されるまでには数分程度かかる。 以下が当てはまる場合は、高電圧システムは稼働している可能性があるため再確認が必要である。(徐々に電圧は下がってくるが、二次災害を避けるために絶縁保護具は引き続き着用する。) - エンジンが作動している - パワースイッチがオンになっている - メーターが点灯している - エアコンが作動している - オーディオが作動している - ワイパーが作動している - ナビやディスプレイ等が表示されている

【ハイブリッド自動車 火災時活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴]ハイブリッド自動車である⇒ガソリン積載・高電圧バッテリー搭載
バッテリー搭載位置（車底部等）から白煙の吹き出しがあれば、
高電圧バッテリーの損傷や今後火災に移行する可能性がある

■ 火災の対応

<活動>

タンクの破損に気をつけて放水する

（燃料やオイル類といった内容物が流出し火勢が強くなることもある）

バッテリーを冷却するために大量の水で消火を行う

※バッテリーの搭載位置については各車種のレスキューシート等を参照

※リチウムイオンバッテリーを搭載している場合、燃えているバッテリーから
生じた煙や蒸気が目・鼻・のどに刺激を与えることがあるため注意する

※鎮火後でも高温バッテリーが再燃する可能性があるため、鎮火後最低 30 分程
度は高電圧バッテリー部に多量の水をかけ続ける

■ 高電圧の遮断

鎮火後

運転席にアクセスが可能である

<活動>パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる

<活動> 1. ヒューズを取り外す

2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である

<活動>高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない

絶縁保護具を着装し十分な絶縁対策をした上で活動する

※必ず絶縁保護具を着装して活動すること。

※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧
ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

安全確認後、
活動開始

第2節 電気自動車 (EV : Electric Vehicle)

■危険性

- ・ハイブリッド自動車及び燃料電池自動車と同じく高電圧駆動回路を有する。感電による重大な二次災害の発生を避けるために、オレンジ色の高電圧ケーブルや高電圧部品には触れないように注意する。
- ・高電圧システム停止後も数分間は電圧を維持しているため、緊急の場合は必ず絶縁保護具を着装した上で活動を開始する。
⇒ 詳細は「第3章第5節 高電圧の遮断等」を参照

■安全対策

- ・高電圧の危険性に対して、緊急時には高電圧回路が自動的に遮断される等、接触による感電や回路短絡による火災といった二次災害の可能性を低減するための対策が各自動車メーカーにより講じられている。他にも、高電圧回路を遮断する際のアクセシビリティ及び作業性に配慮した車両設計や12V系の配線切断による高電圧回路の遮断等、安全を確保する仕様が採用されている。
- ・事故現場で安全に作業を行うための必要かつ有用な情報を各自動車メーカーがレスキューマニュアルにまとめ、ホームページ等を通じて公開している。

■装備

- ・ハイブリッド自動車と同様に、電気自動車にアクセスする際に最も注意しなければならないのは高電圧による感電である。そのため、個人装備には絶縁保護具等を備える必要がある。
⇒ 詳細は「第3章第6節 装備」を参照

【電気自動車 救助活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

事故状況を踏まえ、要救助者に危険が切迫している場合は、絶縁保護具等を装着した上でただちに救助活動を開始すること。

[車両の特徴] 電気自動車である

車両の状態を確認

以下の項目が一つでもあてはまる場合は、車両が起動状態である可能性がある

- パワースイッチがオンになっている
- メーターが点灯している
- エアコンが作動している
- オーディオが作動している
- ワイパーが作動している

NO

■ 高電圧の遮断

YES

運転席にアクセスが可能である ※1

<活動> パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる ※2

<活動> 1. ヒューズを取り外す

2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である ※3

<活動> 高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない

絶縁保護具を装着し十分な絶縁対策をした上で活動する

安全確認後、
活動開始

※必ず絶縁保護具を装着して活動すること。

※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

活動手順にかかる解説

活動	留意事項
※1	高電圧システムを再起動するスマートキーを装備する車両の場合には、誤操作防止のためスマートキーと車両との距離を5 m程度とること。 高電圧が遮断されていてもエアバッグが展開することがあるため、注意する。(エアバッグの展開後、高電圧リレーはシャットダウンされる。) システム停止後も、コンデンサ等に蓄えられた電荷の放電に約5分間を要するため、回路のショート等に十分注意し作業にあたること。
※2	ヒューズボックスのカバーを外し、高電圧回路のヒューズ（判断できない場合は全てのヒューズ）を外してシステムを停止させる。 電動ドアロック、パワーウィンドウ、電動シート等は12V バッテリーによって駆動している。12V バッテリーが切り離されるとこれらの操作ができなくなるため、必要に応じて事前に処理する。(パーキングブレーキが必要な場合も12V バッテリー切断前に実施すること。ただし、再度ヒューズを取り付ければ復元する。)
※3	サービスプラグによる高電圧の遮断後、蓄電されている電気が完全に放電されるまでには数分程度かかる。 以下が当てはまる場合は、高電圧システムは稼働している可能性があるため再確認する。(徐々に電圧は下がってくるが、二次災害を避けるために絶縁保護具は引き続き着用する。) - パワースイッチがオンになっている - メーターが点灯している - エアコンが作動している - オーディオが作動している - ワイパーが作動している - ナビやディスプレイ等が表示されている

【電気自動車 火災時活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴] 電気自動車である⇒高電圧バッテリーを搭載
バッテリー搭載位置（車底部等）から白煙の吹き出しがあれば、
高電圧バッテリーの損傷や今後火災に移行する可能性がある

■ 火災の対応

＜活動＞バッテリーを冷却するために大量の水で消火を行う
※バッテリーの搭載位置については各車種のレスキューシート等を参照
※リチウムイオンバッテリーを搭載している場合、燃えているバッテリーから
生じた煙や蒸気が目・鼻・のどに刺激を与えることがあるため注意する
※鎮火後でも高温バッテリーが再燃する可能性があるため、鎮火後最低 30 分程度
は高電圧バッテリー部に多量の水をかけ続ける

■ 高電圧の遮断

鎮火後

運転席にアクセスが可能である
＜活動＞パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる
＜活動＞1. ヒューズを取り外す
2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である
＜活動＞高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない
絶縁保護具を着装し十分な絶縁対策をした上で活動する

安全確認後、
活動開始

※必ず絶縁保護具を着装して活動すること。
※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧
ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

第3節 燃料電池自動車 (FCV : Fuel Cell Vehicle)

■危険性

- ・交通事故等で衝突した際、高圧水素タンクから水素が漏洩し、出火・爆発につながる危険性がある。(空気中で4～75vol%の濃度になると爆発する可能性が生じるとともに着火しやすくなる。)
- ・高圧水素タンクが外部から加熱されると、内圧が上昇し破裂する危険性がある。
- ・高圧水素タンクが外部から加熱され一定温度以上になると、安全弁が作動して高圧のガスが放出され、火炎が噴出する危険性がある。(水素ガスが安全弁から噴出するため、高圧水素タンク付近からの接近を避ける。)
- ・水素火炎自体はほとんど見えないが、車両火災時は周囲の可燃物と共に燃焼するため火炎が視認できる場合がある。
- ・燃料電池自動車の高電圧部分に触れて、火傷又は感電する危険性がある。
⇒ 詳細は「第3章第5節 高電圧の遮断等」を参照

■安全対策

水素ガスの漏洩及び火災に対して、以下を念頭に設計されている。

- 1 水素ガスを漏らさない
 - ・高圧水素タンクは十分な耐圧と強度に優れた複合容器である。
 - ・衝突時でも破損しにくい配置や安全構造である。
 - ・強い衝撃が加わると衝突センサーが作動し、水素ガスの供給を遮断する。
- 2 水素ガスが漏れても滞留させない
 - ・水素系部品は車室外配置であり、水素が溜りにくく車外に拡散しやすい構造である。
 - ・火種になりやすい燃料系統も車室外に配置してある。
 - ・火災時には溶栓弁が作動し、タンクが破裂するのを防ぐ構造である。
- 3 水素ガスが漏れたら検知し遮断する
 - ・水素検知器が水素ガスの漏洩を検知すると元栓が閉止する構造である。

また、事故現場で安全に作業を行うための必要かつ有用な情報を各自動車メーカーがレスキューマニュアルにまとめ、ホームページ等を通じて公開している。

■装備

- ・燃料電池自動車では、高電圧による感電事故を防止するために絶縁保護具等を装着して活動する。
- ・水素ガスを積載していることから、ガス対策資機材も備える必要がある。
⇒ 詳細は「第3章第6節 装備」を参照

【燃料電池自動車 救助活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴] 燃料電池自動車である

■ ガスの拡散/遮断

車両の状態を確認

ガスの漏洩音があるか ※1

(必要であれば水素ガス濃度の測定を実施)

NO ※爆発下限界は4 vol%

YES

<活動> 1. 音がなくなるまで近づかない

2. 送排風機等を使用しガスを拡散させる ※2

作業完了 (必要であれば水素ガス濃度の測定を実施)

■ 高電圧の遮断

運転席にアクセスが可能である ※3

<活動> パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる ※4

<活動> 1. ヒューズを取り外す

2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である ※5

<活動> 高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない

絶縁保護具を着装し十分な絶縁対策をした上で活動する

安全確認後、
活動開始

事故状況を踏まえ、要救助者に危険が切迫している場合は、活動環境を考慮し、絶縁保護具を着装した上でただちに救助活動を開始すること。※水素ガス濃度の測定及び送排風機による拡散等を同時に実施する。

※必ず絶縁保護具を着装して活動すること。

※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

活動手順にかかる解説

活動	留意事項
※1	乗用車の場合は車両後方、バスの場合は上方向から「シュー」という水素ガスの漏洩音がする。(通常、噴出開始から5分程度(容器が順に作動した場合は最大15分程度)で終了) ガスの漏洩等を考慮し、風上又は風横の危険が少ない場所に部署する。 二次被害が予想される場合は警戒区域の設定、関係者等を避難誘導する。
※2	基本的には、水素ガスが漏洩している場合でも<u>ガスの遮断は行わない</u>。 送排風機等で車両から離れた位置からガスの拡散・排除を行う。 高圧水素タンクから水素ガスが噴出するため、排出経路を考慮して送風を実施する。(水素ガスは可燃性、爆発下限界は4 vol%)
※3	高電圧システムを再起動するスマートキーを装備する車両の場合には、誤操作防止のためスマートキーと車両との距離を5m程度とること。 高電圧が遮断されていてもエアバッグが展開することがあるため、注意する。(エアバッグの展開後、高電圧リレーはシャットダウンされる。) システム停止後も、コンデンサ等に蓄えられた電荷の放電に約5分間を要するため、回路のショート等に十分注意し活動にあたること。
※4	ヒューズボックスのカバーを外し、高電圧回路のヒューズ(判断できない場合は全てのヒューズ)を外してシステムを停止させる。 電動ドアロック、パワーウィンドウ、電動シート等は12Vバッテリーによって駆動している。12Vバッテリーが切り離されるとこれらの操作ができなくなるため、必要に応じて事前に処理する。(パーキングブレーキが必要な場合も12Vバッテリー切断前に実施すること。ただし、再度ヒューズを取り付ければ復元する。)
※5	サービスプラグによる高電圧の遮断後、蓄電されている電気が完全に放電されるまでは数分程度かかる。 以下が当てはまる場合は、高電圧システムは稼働している可能性があるため再確認する。(徐々に電圧は下がってくるが、二次災害を避けるために絶縁保護具は引き続き着用する。) - パワースイッチがオンになっている - メーターが点灯している - エアコンが作動している - オーディオが作動している - ワイパーが作動している - ナビやディスプレイ等が表示されている

【燃料電池自動車 火災時活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴] 燃料電池自動車である⇒圧縮水素ガス積載、高電圧バッテリーを搭載
※バッテリー搭載位置（車底部等）から白煙の吹き出しがあれば、
高電圧バッテリーの損傷や今後火災に移行する可能性がある

■ 火災の対応

＜活動＞バッテリーを冷却するために大量の水で消火する
※バッテリーの搭載位置については各車種のレスキューシート等を参照
※リチウムイオンバッテリーを搭載している場合、燃えているバッテリーから生じた煙や蒸気が目・鼻・のどに刺激を与えることがあるため注意する
※鎮火後でも高温バッテリーが再燃する可能性があるため、鎮火後最低 30 分程度は高電圧バッテリー部に多量の水をかけ続ける
※高圧水素タンクの溶栓弁が作動していなければ、高圧水素タンクへ放水して冷却することを優先する（約 110℃まで加熱されると溶栓弁が作動しタンク内の水素が噴出するため、タンク付近を避けて活動する）

■ 高電圧の遮断

鎮火後（必要であれば水素ガス濃度の測定を実施）

運転席にアクセスが可能である
＜活動＞パワースイッチのオフ

完了

NO

ヒューズボックスが確認できる
＜活動＞1. ヒューズを取り外す
2. 12V バッテリーのマイナス端子を切り離す

完了

NO

サービスプラグにアクセスが可能である
＜活動＞高電圧バッテリーからサービスプラグを外す

完了

NO

確実な高電圧の遮断ができない
絶縁保護具を着装し十分な絶縁対策をした上で活動する

安全確認後、
活動開始

※必ず絶縁保護具を着装して活動すること。

※感電による事故を防ぐために、オレンジ色の高電圧
ケーブルや高電圧部品に触れないこと。

第4節 天然ガス自動車 (NGV : Natural Gas Vehicle)

■危険性

- ・交通事故等で衝突した際、ガス配管や継手等から天然ガスが漏洩し、出火・爆発につながる危険性がある。(天然ガスの燃焼範囲は5～15vol%)
- ・ガス容器が外部から加熱され一定温度以上になると、安全弁が作動して高圧のガスが放出され、それに着火して火炎が噴出する危険性がある。(容器が破裂する危険性は小さい。)
- ・天然ガス自動車には、ガスのみを燃料にするものだけでなく、ガスとガソリンのどちらでも走れる「バイフューエル車」がある。ガス容器とガソリントankを両方積んでいるので、単なるガソリン車と勘違いしてガス漏れを見落とすことも考えられるため、両方の留意点を踏まえる必要がある。

■安全対策

- ・衝突の場合、過流防止弁、主止弁及び燃料遮断弁など各種の安全装置により、ガスの漏洩を極力防止する仕組みになっている。ガス容器、配管・継手、機器類は衝突に耐えうる強度があり、損傷しにくいように配置されている。
- ・火災の場合は、ガス容器が破裂しないように、ガスを安全に放出する安全弁が作動してガス容器内の圧力上昇を防ぐ仕組みになっている。

■装備

- ・燃料として天然ガスを圧縮した高圧のガス容器を積載していることから、個人装備にはガス対策資機材が必要となる。
- ⇒ 詳細は「第3章第6節 装備」を参照

【天然ガス自動車 救助活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴] 天然ガス自動車である

■ ガスの拡散/遮断

<車両の状態を確認> ※1
ガスの臭いや漏洩音があるか

YES

<活動> 1. 臭いや音がなくなるまで近づかない
2. 送排風機等を使用しガスを拡散させる ※2
漏洩箇所の確認 ※3

完了

<活動> パワースイッチのオフ ※4

完了

安全確認後、活動開始

NO

事故状況を踏まえ、要救助者に危険が切迫している場合は、活動環境を考慮し、絶縁保護具を着装した上でただちに救助活動を開始すること。
※ガス濃度の測定及び送排風機による拡散等を同時に実施する。

活動手順にかかる解説

活動	留意事項
※1	臭気は都市ガスと同じ臭いがついており、漏洩時は、「シュー」というガスの放出音がする。(通常、噴出開始から最大5分程度で終了) ガスの漏洩等を考慮し、風上又は風横の危険性が少ない場所に部署する。 二次被害が予想される場合は、警戒区域の設定、関係者等を避難誘導する。
※2	周囲に火気がないかを十分に確認する。 送排風機等で車両から離れた位置からガスの拡散・排除を行う。 天然ガスは空気より軽いため拡散しやすいが、車庫やトンネル内では天井付近に滞留することがあるため注意する。(燃焼範囲は5～15vol%)
※3	ガス容器の容器元弁のハンドルまたはレバーを閉止して、燃料ガスの供給を遮断する。 ※容器安全弁から燃料ガスが漏洩している場合は、容器元弁のハンドルまたはレバーを閉止してもガスの流出を止めることはできない。ただし、複数のガス容器を搭載している車両であれば、燃料ガスが漏洩しているガス容器以外のすべての容器の容器元弁ハンドルまたはレバーを閉止すれば、流出量を最小限に抑えることができる。
※4	スマートキーを装備する車両の場合には、誤操作防止のためスマートキーと車両との距離を5m程度とること。 安全確認後、事故車両のエンジンを停止する。

【天然ガス自動車 火災時活動手順（例）】

■ 出動

■ 現場到着

[車両の特徴]天然ガス自動車である⇒圧縮された天然ガスを積載

■ 火災の対応

＜活動＞タンクの冷却のため、大量の水で消火を行う

※少量の水で消火を行うと再燃の恐れがある

ガス容器の容器安全弁が作動した場合は、容器内のガスが抜けきるまでガスの放出は止まらない（通常、噴出開始から最大5分程度で終了）

※約110℃でヒューズメタルが溶け出し、容器内の天然ガスを放出する

鎮火後

＜活動＞1. 臭いや音の確認 ※1

2. 送排風機等を使用しガスを拡散させる ※2

漏洩箇所の確認 ※3

＜活動＞パワースイッチのオフ ※4

安全確認後、活動開始

対応要領にかかる解説

活動	留意事項
※1	安全弁が作動しない状態で車が燃えるケースもあるため、鎮火後は臭いや音の確認を行う。
※2	送排風機等で車両から離れた位置からガスの拡散・排除を行う。 天然ガスは空気より軽いため拡散しやすい。 車庫やトンネル内では、天井付近にガスが滞留することがあるため注意する。(燃焼範囲は5～15%)
※3	ガス容器の容器元弁のハンドルまたはレバーを閉止して、燃料ガスの供給を遮断する。 ※容器安全弁から燃料ガスが漏洩している場合は、容器元弁のハンドルまたはレバーを閉止してもガスの流出を止めることはできない。ただし、複数のガス容器を搭載している車両であれば、燃料ガスが漏洩しているガス容器以外のすべての容器の容器元弁ハンドルまたはレバーを閉止すれば、流出量を最小限に抑えることができる。
※4	スマートキーを装備する車両の場合には、誤操作防止のためスマートキーと車両との距離を5 m程度とること。 安全確認後、事故車両のエンジンを停止する。

第5節 高電圧の遮断等

第1 高電圧の遮断について

ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車は高電圧バッテリーを搭載し、モーターの駆動時には最大で交流 650V 程度の高電圧を発生させ、動力用モーターやエアコン等の装備品を動かしている。これらのバッテリーはボディと絶縁されており、リレーを介して出力されていることから、パワースイッチのオフ又は関連ヒューズを離脱することで高電圧回路は遮断される。

緊急時には、感電による危険性を排除するため強制的に高電圧を遮断しなければならないが、誤った手順で行うと短絡や漏電等による感電事故の原因となることから注意が必要である。

■高電圧バッテリー（高電圧 100V～650V）

現在、主なものには「リチウムイオンバッテリー」と「ニッケル水素バッテリー」の2種類があり、それぞれ危険性や処置方法が異なる。

＜リチウムイオンバッテリー＞

- ・多くの自動車メーカーの車両に採用されている。
- ・エネルギー密度が高く、大容量高電圧が得られる。
- ・材料は統一でなく、様々な物が使われており特性も異なる。

材料（代表例）	正極：マンガン、ニッケル、コバルト酸リチウム、 リン酸鉄リチウム等 負極：炭素（グラファイト）、チタン酸リチウム化合物等
電解液	炭酸エステルを主とした有機電解液 （可燃性（引火点 25℃）、非水溶性）
性質	中性
色	無色
中和剤/中和確認	—
危険有害性	・引火性の液体及び揮発蒸気が出る。（灯油と類似） ※多量に吸い込まないように注意
その他	・電解液は電極体やセパレーターに染み込ませてあるので、破損しても大量に流出する恐れはない。（湿りの多いウェットティッシュのイメージ、液だれは少ない） ・一般的に、リチウムイオンバッテリーの電解液は甘い匂いがする。（液漏れした場合は、匂いでも判断することができる） ・過充電等で発火の危険性がある。

	・事故でバッテリーがダメージを受け内部短絡があった場合は発火の可能性がある。  提供：プライムアース EV エナジー株式会社
--	---

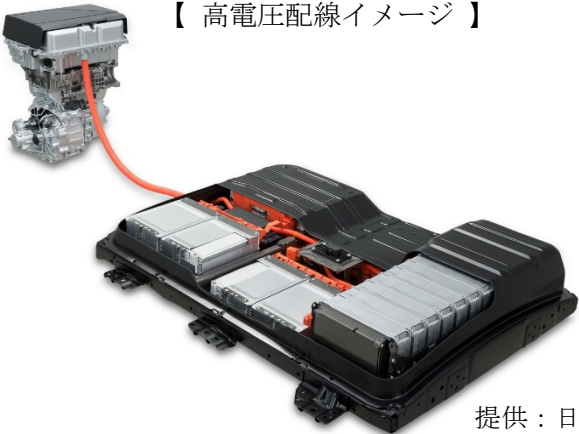
<ニッケル水素バッテリー>

材料	正極：水酸化ニッケル、負極：水素吸蔵合金
電解液	水酸化カリウム水溶液（不燃の水溶性）
性質	強アルカリ性
色	オレンジ
中和剤／中和確認	飽和ホウ酸水／赤色リトマス試験紙
危険有害性	・重篤な皮膚の薬傷及び眼の損傷 ・呼吸器の障害
その他	・電解液は繊維状の不織布に染み込ませているので、破損しても大量に流出する恐れはない。（ウエットティッシュのイメージ） ・万一破裂の事態になった場合でも電解液は不燃の水溶液であるため、火災につながるリスクは少ない。 ・過充電及び過放電を繰り返すと劣化しやすい。  提供：プライムアース EV エナジー株式会社

- ・漏れ出た高電圧バッテリーの電解液は、保護ゴーグル、耐溶剤性の耐電手袋等を装着し、吸着マットやパーライトで吸い取る。（耐溶剤性の耐電手袋が無い場合は、耐電手袋の上に耐溶剤性保護手袋を二重装着する。）電解液を吸い取った吸着マット等は、専用の収納袋に入れて決められた処理をすること。

■高電圧配線

高電圧配線の被覆は、「道路運送車両の保安基準の細目を定める告示第99条」によりオレンジ色が指定されている。事故等により、外観上で高電圧配線が切断または被覆がはがれて露出している場合は、感電危険があるため絶対に直接触れないこと。



【 高電圧配線イメージ 】

提供：日産自動車株式会社

第2 高電圧の遮断方法

ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車は、以下の表に示すように高電圧バッテリーからの電圧を遮断するシステムを備えている。

システム 状況	自動		手動
	パワースイッチ 連動	衝突検知 (エアバッグが開く ほどの大きな衝撃)	サービスプラグ (高電圧遮断機)
通常使用時※1	○	—	—
点検・整備時※2	○	—	○
衝突時※3	—	○	—

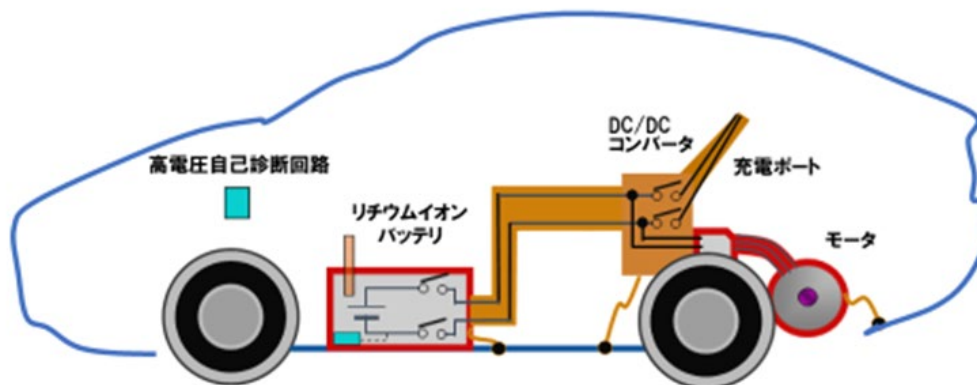
- ※1 通常使用時、パワースイッチをオフにすると自動的に高電圧システムは遮断される。
- ※2 点検・整備時は、パワースイッチをオフにすると連動して作動する自動遮断装置に加え、手動でサービスプラグを取り外すことによりバッテリー本体の高電圧の遮断ができる。
- ※3 エアバッグが作動する事故時には、衝突検知によって自動的に高電圧が遮断されるようになっているが、事故の形態によっては遮断されない場合もある。

■高電圧システムに関して、自動車メーカーにより以下の安全対策がとられている。

- ・高電圧システムは車体と絶縁されており、独立して配線されている。

(12V系とは別回路)

- ・高電圧機器や配線はカバーで覆われ、高電圧部分に直接触れさせない形状となっている。
- ・高電圧機器のケースと機器内の高電圧導電部は絶縁されていて、外部へ電気が漏れる危険はない。
- ・バッテリーのプラス (+)、マイナス (-) のいずれかの高電圧配線が車体に接触していても、地面との間に電位差は生じないため感電することはない。ただし、車体と露出した高電圧部を同時に触れると導通して感電する。
- ・漏電検知装置を有している場合には、漏電が起きるとパワースイッチをオフ後もメインリレーが遮断されたままになることから、電気がバッテリーケースから外部に漏れ出ることはない。



■運転席にアクセスが容易である場合

パワースイッチをオフにすることで、高電圧システムを遮断することができる。

※高電圧システムを再起動するスマートキーを装備する車両の場合には、誤操作を防止するためスマートキーを車両から5m程度離すこと。



パワースイッチが「オン」の状態



パワースイッチが「オフ」の状態

■ 事故等で運転席にアクセスが困難な場合

(パワースイッチは操作できないが、ボンネットは開けられる場合)

① ヒューズボックス内のヒューズを取り外す

- ・ ヒューズボックスのカバーを外し、高電圧回路のヒューズを外してシステムを停止させる。(判断できない場合は全てのヒューズを外す)



※ヒューズボックス



※ヒューズの抜き差し用工具が備えられている場合がある。

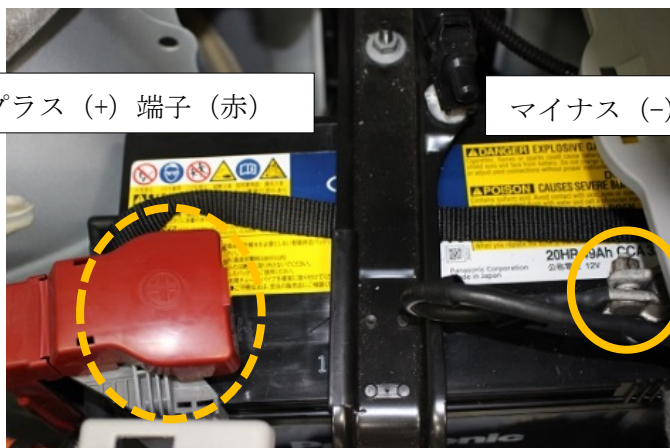


② 12V バッテリーの接続を外す

- ・ マイナス (-) 端子側 (黒) のケーブルを切り離し、端末処理をする。

※高電圧システムの電源を遮断するためには、高電圧用のメインリレーを作動させている 12V 電源の遮断が必要である。

※12V バッテリーからケーブルを外しただけでは高電圧システムは停止できない。(ガソリン車で 12V バッテリーを外してもエンジンが止まらないのと同様。)



プラス (+) 端子 (赤)

マイナス (-) 端子 (黒)



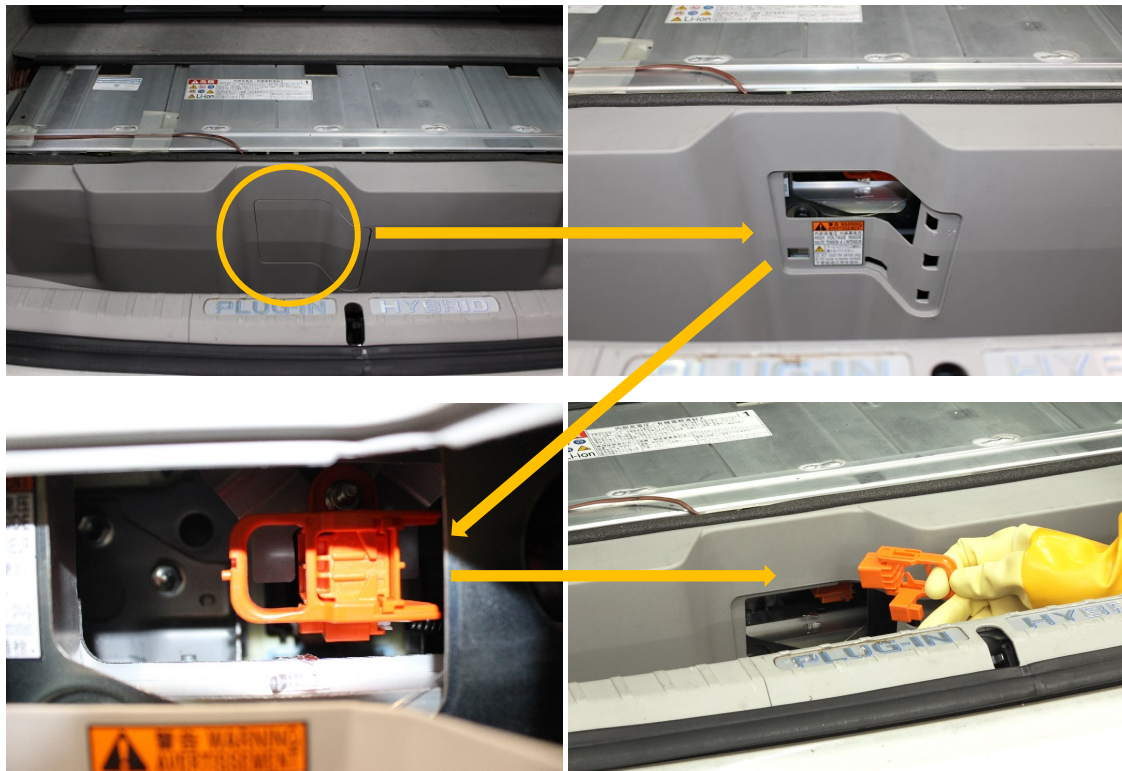
＜注意事項＞

- ・ パワースイッチのオフ、ヒューズ及びバッテリーの取外し作業は、絶縁保護具を必要としない。システムの遮断後、高電圧系のコンデンサは数分経過すると人体への危険性が低いとされる 60V 以下まで放電されるが、緊急の場合であれば絶縁保護具を着装した上で救助活動を開始すること。

■ 事故等でパワースイッチが操作できず、またボンネットが開けられない場合
高電圧システムを遮断するためのサービスプラグを取り外す

【サービスプラグ取外し（例）】

※必ず絶縁保護具を着装した上で実施するとともに、耐電手袋に損傷を与えないよう注意をして活動する。



＜注意事項＞

- ・ 車体に強い衝撃を加えることや、無理な力を加える活動等は行わないこと。（事故車両、落輪車両、横転車両等の復旧作業は、車体と路面の接触状態や路面の突起物等の有無を十分確認してから行う。）
- ・ エンジンが停止していても、高電圧システムが遮断していると判断しないこと。
- ・ 外観で漏電しているかどうかを判断することは出来ないため、バッテリーケースの損傷が激しく、高電圧の部品等が露出している場合は、感電の危険性があると考えて活動すること。

- ・高電圧配線等の絶縁処理を行う場合は、絶縁工具を使用すること。（絶縁工具が無い場合は応急的に通常工具に絶縁用ビニールテープで絶縁処置を施したものを代用してもよい。）また、高電圧配線の損傷部にも絶縁用ビニールテープで絶縁処置を施すこと。

※接触防止のための処置であり、感電防止にはならないことに注意する。

- ・サービスプラグの取外しにより高電圧バッテリーは遮断されるが、高電圧のシステム系に蓄電されている電気が完全に放電されるまでは数分程度かかる。以下が当てはまる場合、高電圧システムは電圧を保っている可能性があるため再確認する。

- エンジンが作動している
- パワースイッチが点灯している
- メーターが点灯している
- エアコンが作動している
- オーディオが作動している
- ワイパーが作動している
- ナビやディスプレイ等が表示されている

※徐々に電圧は下がってくるが、二次災害を避けるために絶縁保護具は引き続き着用する。

- ・当該車両についての注意事項は、車両に備付けの取扱説明書や各自動車メーカーのホームページ等で確認すること。

第3 水没時の注意事項

- ・一般的に高電圧バッテリーを含めた高電圧系は防水構造になっているため、大雨等で車底部にあるバッテリーが冠水する程度では水が入らない構造となっている。（通常走行で濡れる心配のない車室内にバッテリーが搭載されている場合は除く）。バッテリーのプラス（+）とマイナス（-）の間に水がかかったとしてもその箇所で電流が流れるだけで、水を伝わって感電することはない。
- ・電動車両が水没している状態でも、車両に損傷が無い場合は感電の恐れはない。通常どおりパワースイッチをオフにして高電圧の遮断を行う。実施不可能な場合は、サービスマニュアルに記載されているその他の手法（12V バッテリーや該当するヒューズの取外し等）で遮断する。なお、高電圧部品の露出部分に触れる場合または触れる恐れがあるときは、海水又は真水にかかわらず絶縁保護具を着装して活動する。
- ・高電圧バッテリーは車体から絶縁されており、水没した状態で車体を触っても感電することはない。また、衝突により高電圧部品が損傷して内部まで水が流入し絶縁性が低下しても、パッキン等により内部の機器や活電部は保護されており、電位差（電圧）のある部分に直接接触させない構造になっているため感電の恐れは低い。

- ・水没によって高電圧バッテリー等を起動する 12V バッテリーの電源が絶たれた場合、高電圧バッテリーのシステムメインリレーがオフとなり、電気回路が成立しない仕組みになっている
- ・高電圧部が露出している場合や、高電圧回路が遮断されていてもバッテリーパックが損傷して内部の高電圧部品に直接接触できる場合には、感電の恐れがある。作業する際には、露出した高電圧部に接触しないように注意すること。
- ・水没を直接検知する仕組みはないが、水没又は浸水により絶縁が低下すれば絶縁抵抗監視モニターで検知し、警告灯が点灯する。
- ・水没時の対応は、自動車メーカーのサービス活動要領の作業手順・注意事項に準拠すること。

【参考】各団体による水没車両についての実験

<JAF（日本自動車連盟）>

■水深何 cm までドアは開くのか？

- ・アンダーパス等で冠水した際にどのくらいの水深までドアを開けることができるのか、ドアにかかる水圧の影響を検証

<https://jaf.or.jp/common/safety-drive/car-learning/user-test/submerge>

■水没テスト（JAF ユーザーテスト）

- ・冠水路で立ち往生した場合や川や海への転落、急激な増水に遭遇した場合を想定し、窓やドアが開くかを検証

<https://jaf.or.jp/common/safety-drive/car-learning/user-test/submerge/submerge-test>

<自動車安全運転センター>

■調査研究報告等

- ・調査研究の中で浸水関連実験（ドア開放実験、シートベルトの切断実験、窓ガラスの破壊実験、窓ガラスからの脱出実験、冠水路走行実験）を実施し、交通安全教育 DVD を制作

<https://www.jsdc.or.jp/library/research/tabid/123/Default.aspx>

①平成 27 年度 災害時における緊急脱出の運転者行動に関する調査研究

②平成 28 年度 災害時における緊急脱出の運転者行動に関する調査研究（Ⅱ）

[教育・教材動画（DVD）] …Disk1 参考資料 4)

「自動車からの緊急脱出」（ダイジェスト版）

- ・平成 28 年度 災害時における緊急脱出の運転者行動に関する調査研究（Ⅱ）により作成された交通安全教育 DVD の概要を紹介

<https://www.jsdc.or.jp/library/tabid/122/Default.aspx>

第6節 装備

第1 高電圧に対する装備

ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車は、衝撃を受けると高電圧回路が遮断されるようにメーカー側も設計をしているが、高電圧機器や高電圧ケーブルの破損状況や事故状況によっては、漏電する回路が発生する可能性があることを知っておかなければならない。

救助活動では漏電していることを前提に、絶縁保護具を着用するなど隊員及び要救助者（傷病者）の二次災害を防止する。

<主な絶縁保護具（例）>

耐電ヘルメット	耐電手袋	耐電シート
		
耐電衣	耐電ズボン	耐電長靴
		
絶縁工具	絶縁テープ	提供：ヨツギ株式会社 奈良市消防局
		

※絶縁保護具は、使用前確認や日常点検を行い、ひび割れやピンホール等が無いことを確認しておくこと。

※絶縁保護具が水を吸収した場合、水分が導体となり感電事故の発生につながるので注意すること。

※活動時は、シャープペンシルやスケールなど、落下して短絡のおそれがある金属製品を身に付けないこと。

第2 高圧ガスに対する装備

燃料電池自動車及び天然ガス自動車は、それぞれ高圧水素タンク及び高圧のガス容器を搭載している。

安全装置等により衝突や火災への対策はとられているが、交通事故等で衝突した際にガス配管や継手等からガスが漏洩する危険性や、ガス容器が外部から熱せられた際に溶栓弁等が作動しガスが放出される等の危険性があるため、ガスの漏洩に対応する装備が必要となる。

<主なガス対策資機材（例）>

水素ガス検知器	送排風機（可搬式・防爆型）
 理研計器製 NC-1000 型	 ベルリング製 ブローハード テンペスト製 BIG ブロア
熱画像直視装置	防爆ライト
 フリーア社製 K 6 5	 ストリームライト製 バルカン 180 ファイヤー

◎送排風機はガス濃度の低減、可燃領域の縮小、着火リスクの低減、燃焼時の風圧の低減に非常に有効であるため、積極的に活用すること。

車両の安定化を行い、安全が確保されれば、要救助者の救出活動を開始する。

交通救助事案には様々な事故形態があるが、要救助者の状態を悪化させないよう安全に救出するには、救急隊やポンプ隊といった他隊との連携が必要不可欠である。また、全体の安全管理に加えて、救出の方法や手順を情報共有することで、傷病者への負担を軽減し、スムーズな救出につなげることができる。

救出の際には、要救助者を救急搬送する一連の活動として救急隊と協力し、傷病者へ適切な応急処置を実施することが重要である。

本項目は、次世代自動車に限らず、車両における交通事故時の外傷の対応について記載する。

第1節 救護に関わる基礎知識

交通救助において、要救助者の受傷形態で最も多いのが外傷である。重症度及び緊急度は車両の種類や成人、小児等の体型の違いによって変わってくるが、最も重要な要素は事故関係車両の速度である。衝突により要救助者へかかるエネルギーがどのくらいかによって損傷の程度が決まる。

自動車メーカーによる車両の安全性能の向上やシートベルト着用の義務化、警察の取り締まりの強化等により安全対策が進んでいるが、多発外傷となれば要救助者の予後に大きく関わるため、適切な処置を実施しながら救出しなければならない。

事故の形態により、運転手はハンドル外傷やダッシュボード外傷、シートベルト外傷等を受ける。また、乗員の頭部・頸部損傷が多く、重症度が高くなるのも特徴的である（警察庁交通局「令和元年度中交通事故の発生状況」）。交通事故において発生する、重症度の高い主な外傷を以下に挙げる。

第1 活動性外出血

「防ぎ得た外傷死」（Preventable Trauma Death）の中で最も多いのは大量出血である。大量出血により血圧が低下することでショック状態に陥り死亡することがあるため、交通外傷では特に気をつけなければならない。

<対処法>

- 1 直接圧迫止血法により出血をコントロールする。
- 2 出血部位を心臓より高い位置に挙上する。（出血部位への血流を減少させる。）

【参考】ターニケットを使用した止血

四肢の切断等による大きな損傷で大量出血となった場合は、直接圧迫止血法と止血帯法（ターニケット使用）を組み合わせると止血の効果はより高くなる。



提供：アコードインターナショナル株式会社

●ターニケット：

出血の早期コントロールを可能とする止血帯。直接圧迫止血法では止血できない四肢の切断などの出血の場合、ターニケットを装着すると効果的である。（ターニケットを装着した際は、末梢部位の阻血等の合併症を防ぐため、駆血時間を記録する。）

【参考】消防庁 テロ災害等の対応力向上としての止血に関する教育テキスト

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento215_29_shiketsu_jukou.pdf

第2 頸椎損傷

追突された際、頸部が過度に前屈・後屈することで靱帯の損傷や頸椎の骨折・脱臼が生じる。頭部・顔面外傷のある要救助者は、頸椎損傷の危険性があることを念頭に置いて活動する。接触時には要救助者から頸部痛の訴えがなくても、不用意な頸部の動揺により二次的に頸椎を損傷することも考えられるため注意すること。

<対処法>

- 1 頸椎カラーを使用し、頸椎の安静・固定をする。

（頸部の動揺による脊髄神経の損傷を防ぐ。）

※頸椎カラーだけでは頸部の動揺性を確実に防ぐことはできないため、バックボード及びヘッドイモビライザーによる全身固定を行う。

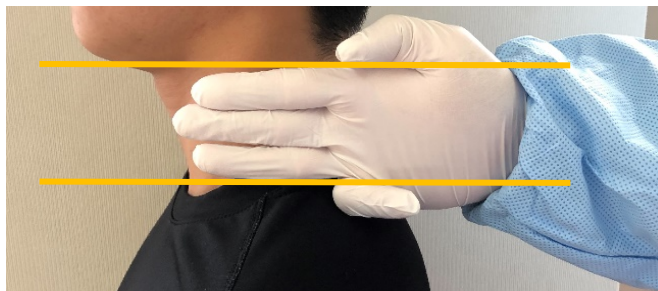
【参考】《手技》頸椎カラーの装着

1 頸椎カラーのサイズ測定方法

ア ニュートラル位に保持し、肩から下顎先端までの高さを測定する。

正確なサイズを測定するためには、指を首の付け根に置く。

イ 頸椎カラーの高さを調節する。もしくは高さに合ったサイズを選定する。



提供：奈良市消防局

2 頸椎カラー装着

- ア 前胸壁を滑らせるようにして下顎を固定する。
- イ 頸椎カラー後部を頸部にくぐらせる。
- ウ たるみに注意してしっかりと固定する。

3 装着後の確認

固定後は要救助者の鼻－顎先－臍のラインが一直線上にあることを確認する。



提供：奈良市消防局

これまで交通事故における外傷事案では、頸椎・頸髄損傷の徴候や症状が認められなくても全身固定が実施されていた。一方で、予後に関するエビデンスはなく、呼吸抑制といった要救助者の不快感の原因になっているという報告もある。そのため、受傷機転や全身観察の所見から脊椎・脊髄損傷が疑われる場合や要救助者の意識状態などにより適切な評価ができない場合に限り、脊椎運動制限（SMR：Spinal Motion Restriction、以下 SMR という。）を実施するように修正された。

[脊椎運動制限(SMR)の適応]

- 1 脊椎・脊髄損傷の可能性がある受傷機転 （例）高速の自動車事故
- 2 脊椎・脊髄損傷を疑うべき所見 （例）頸部・背部の疼痛や圧痛
 - ・ 対麻痺・四肢麻痺などの神経学的異常
 - ・ 頭部・顔面の高度な損傷
 - ・ 意識消失の病歴
- 3 正確な所見が得られない要救助者
 - ・ 身体部位のいずれかに強い痛みを訴える
 - ・ 意識障害



提供：神戸市消防局

※SMR を実施する際は、要救助者の脊柱軸を一直線に維持すること。

【参考】脊椎の保護について

「脊椎」とは、一般的に背骨と呼ばれる部分であり、ヒトの頭部から腰までを支えている。この骨が損傷すると、骨の内部を通っている中枢神経（脊髄）が傷つき四肢の麻痺を起こす。交通事故では、事故の衝撃により脊椎の中でも特に弱い頸部を損傷しているケースが多くみられるため、鎖骨から上部に外傷があれば脊椎を損傷している可能性を考えて活動する。

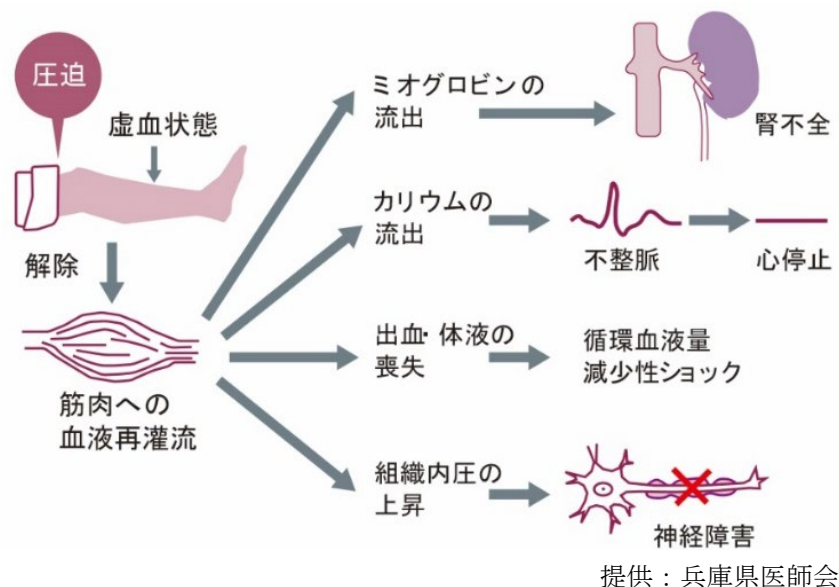
第3 圧挫症候群（挫滅症候群、クラッシュ・シンδροーム）

長時間圧迫された四肢や臀部が救助により開放された後、壊死した筋肉からカリウムやミオグロビン、乳酸といった毒性物質が一気に全身に運ばれ、臓器に致命的な損害を及ぼす。ショック、血圧低下、代謝性アシドーシス、播種性血管内凝固症候群、高ミオグロビン血症による急性腎不全などを引き起こすほか、高カリウム血症によって致死性不整脈を起こし心停止に陥ることもある。

通常、損傷領域の再灌流が4～6時間遅れると有害物質の放出が起こる。しかし、損傷の重症度及び筋肉コンパートメントへの圧迫の程度によって短時間でも起こりうるため、圧迫時間のみで判断しないように注意する。自動車事故の場合、局所的または中枢の感覚神経中断や損傷により発見しにくいこともあるため、損傷の原因となっている外的な力を取り除かれる前に、挫滅創の可能性や程度を評価する必要がある。

<対処法>

救出（再灌流）前に、救急救命士等による乳酸リンゲル液を用いた静脈路確保と輸液の投与を考慮する。医師の場合、生理食塩水やカリウムを含有しない輸液を使用することがある。（循環する血漿（血液中の液体成分）量を維持することができ、ショックの是正と腎不全の予防につながる。）

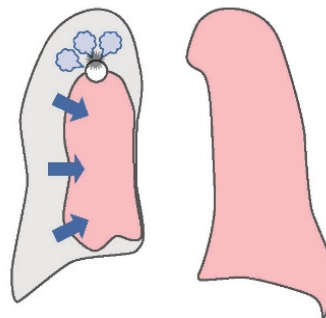


第4 外傷性気胸

頸部から胸部にかけて外傷があれば、気胸の可能性を考慮して対応する。

肺や気道に鈍力を受けたり穿通性損傷を負ったりすると、肺の損傷部位から胸腔内に空気が漏れて胸腔内圧が上昇し、静脈還流が阻害される。放置すると呼吸状態が悪化するだけでなく、血圧低下やショック状態に陥ることがある。

肺から漏れ出た空気が肺と胸壁との間にたまり、肺が部分的または完全に虚脱する。胸部や首の皮膚の下に空気がたまることもある。(皮膚を触ると雪を握るような感覚や、プチプチという音がすることがある。)



第5 骨盤骨折

骨盤には血管が多く存在するため、骨折すると大量出血(2000～4000 ml)をきたして出血性ショックになりやすい。四肢の出血などと比べて消防隊員が骨盤損傷を認識することは難しいため、受傷機転や事故時の状況から骨盤骨折の疑いを持って活動をする。

<対処法>

- 1 隠れていた損傷や出血の新たな兆候がないか、常に要救助者を再評価する。
- 2 不用意に骨折部へ外力を与えないように注意する。(傷病者をバックボード等に乗せる際、可能な限りログロールは回避すること。)

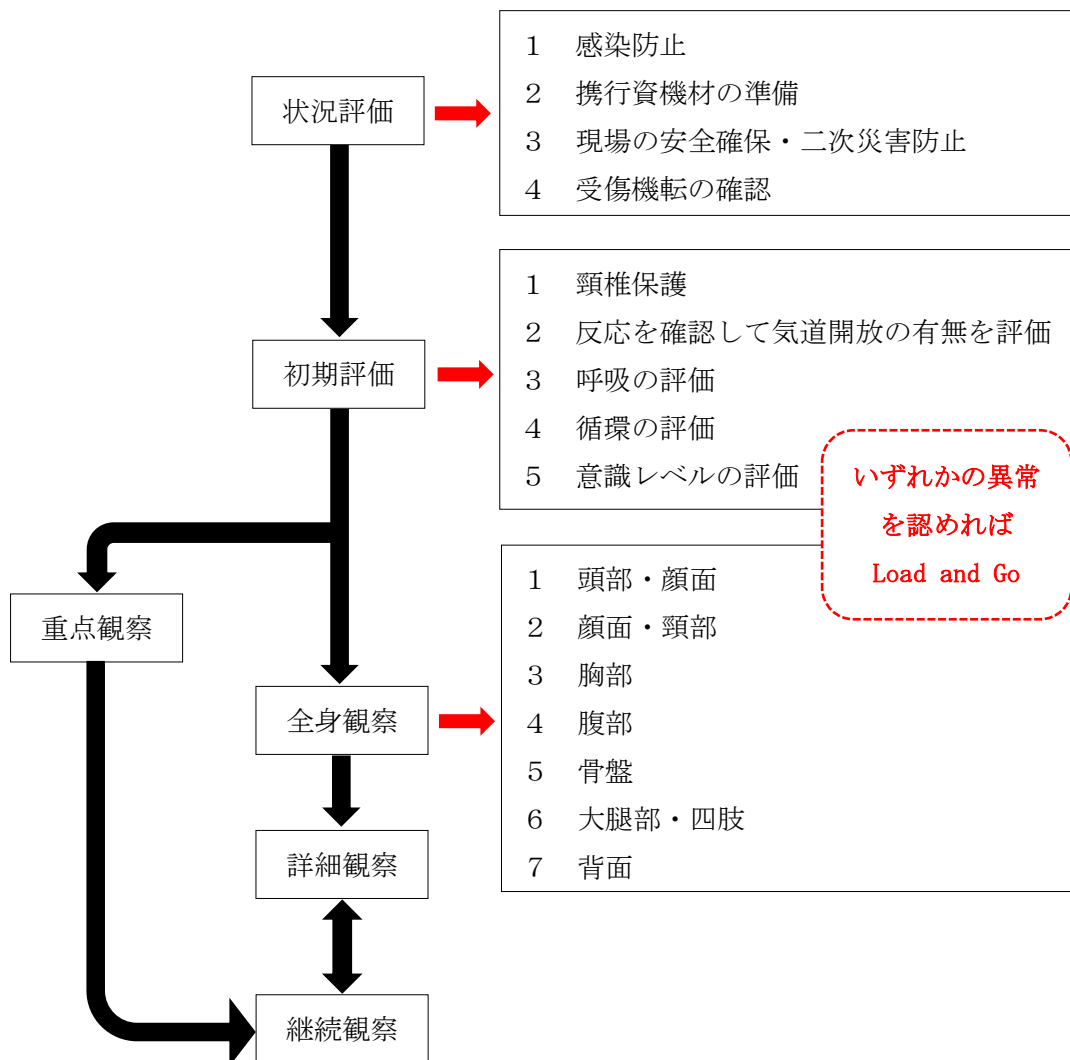
第2節 車内進入と要救助者アクセス

交通事故現場では、要救助者の状態を正しく観察・評価して最適な処置を実施することが非常に重要である。

■車内進入

要救助者に最短かつ最も安全にアクセスできるルートを選択する。救助隊内で情報を共有し、安全を確保しながら各種資機材を活用して活動を進めていく。要救助者に声かけをして安心感を与えると共に頸椎損傷を防ぐため頭部を動かさないように指示する。なお、救出で車内に進入する場合はエアバッグの展開に注意する。

■活動の手順



改訂第2版補訂版 JPTEC ガイドブックから引用改変

状況評価

出動指令～現場到着、要救助者へ接触するまでに実施する一連の活動を状況評価といい、以下の項目を実施する。

- 1 感染防止：手袋、ゴーグル、マスク、感染防止着等の装着
- 2 携行資機材の準備：全身固定具(バックボードなど)、呼吸管理器具、外傷セット等
- 3 現場の安全確保・二次災害防止：救助者の危険を伴うようなら撤退する。
 - ・交通規制はされているか（警察は到着しているのか）、警察が到着していない場合は交通統制を行う
 - ・感電の危険性はどうか
 - ・火災や爆発に巻き込まれないか
- 4 受傷機転の確認：受傷機転から外傷の種類を推察することができる。
 (例) 正面衝突でハンドルが変形していれば心挫傷、心タンポナーデ、大動脈破裂、気胸、腹腔内出血などが疑われる。

※応援要請の必要性、傷病者の数の把握（要救助者の人数の見逃しはないか）も同時に実施する。

※状況に応じて、ドクターカーやドクターヘリの要請も考慮する。

<要請基準（例）>

- (1) 心肺蘇生を必要とする傷病者、その他の重度傷病者が発生した場合
- (2) 傷病者救出に相当の時間を要し、その間に救命上の治療手段を必要とする場合
- (3) 多数の傷病者が同時に発生し、搬送順位の判定が困難な場合
- (4) 前各号に掲げる場合のほか同乗医師又は消防局長が必要と認める場合
 (船橋市ドクターカーの出動基準より引用)

【参考】高リスク受傷機転(高エネルギー外傷)

(総務省消防庁、緊急度判定プロトコル Ver. 3 救急現場)

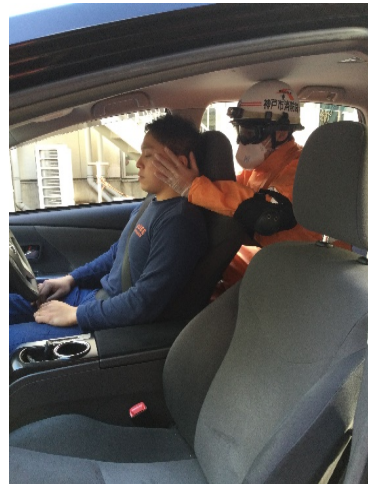
- ・同乗者が死亡した車両事故
- ・車外に放出された車両事故
- ・車に高度な損傷を認める車両事故
- ・車にひかれた歩行者・自転車事故
- ・5m以上もしくは30km/h以上の車に跳ね飛ばされた歩行者・自転車事故
- ・高所からの墜落（6m以上または3階以上を目安）
- ・体幹部が挟まれた
- ・機械器具に巻き込まれた

初期評価（生理学的評価）

初期評価では、要救助者が生命の危機にあるのか、また今後すぐにそうなる可能性があるのかを「意識」「ABC」（「Airway＝気道」「Breathing＝呼吸」「Circulation＝循環」）で迅速に評価する。

- 1 頸椎保護：要救助者の頭部をニュートラル位にして両手で保持する。

可能な限り頭の上または顔が向いている方向から近づき、頭を動かさないように声を掛ける。
痛みを訴えた場合はそのままの状態に固定する。



提供：神戸市消防局

- 2 反応を確認して気道開放（A）の有無を評価：

※必要であれば下顎挙上した上で声掛けをする。

その際、脊椎と頭は一直線に保つこと。

呼びかけに返事があれば意識レベルⅠ桁で気道開通、

呼びかけに反応がなければ意識レベルⅡ桁以上と評価する。

- 3 呼吸（B）の評価：要救助者の胸部・腹部の動きを見る等で、正常な呼吸をしているかどうかを確認する。呼吸がなければ下顎挙上で気道確保をして酸素投与（リザーバー付き酸素マスク 10ℓ/分以上）開始。

- 4 循環（C）の評価：感染防止（ディスポーザブルグローブ）をした上で橈骨動脈が触知するかどうかを確認する。触れなければ頸動脈を触診する。皮膚の色、状態、温度を確認する（皮膚が湿潤して冷たく蒼白であればショック状態の可能性がある）。
※活動性の出血があれば、すぐに圧迫止血を実施する。
※心肺停止が確認されれば観察を中断して一次救命処置を実施する。

【参考】血圧計がない場合の血圧の類推

橈骨動脈で触知可能	収縮期血圧は 80mmHg 以上ある
大腿動脈で触知可能	収縮期血圧は 70mmHg 以上ある
頸動脈で触知可能	収縮期血圧は 60mmHg 以上ある

- 5 意識レベルの評価：

時間をかけずに JCS の桁数のみを把握する。呼びかけに開眼しない要救助者には、呼吸・循環の評価に続いて、痛み刺激を与えて開眼するかどうかを観察する。

【参考】意識レベルの評価 改訂第2版補訂版 JPTEC ガイドブックから引用改変

JCS (ジャパンコーマスケール)

R: 不穏、I: 失禁、A: 自発的喪失

I 刺激しないでも覚醒している状態 (1桁で表現)

- 1 だいたい意識清明だが、今ひとつはっきりしない
- 2 見当意識障害 (現在の時刻や場所、周囲の人を正しく認識できない) がある
- 3 自分の名前、生年月日が言えない

II 刺激すると覚醒する状態 (2桁で表現)

- 10 普通の呼びかけで容易に開眼する
- 20 大きな声または体を揺さぶることにより開眼する
- 30 痛み刺激を加えつつ呼びかけを繰り返すとかろうじて開眼する

III 刺激しても覚醒しない状態 (3桁で表現)

- 100 痛み刺激に対し、払いのけるような動作をする
- 200 痛み刺激で少し手足を動かしたり、顔をしかめる
- 300 痛み刺激に反応しない

GCS (グラスゴーコーマスケール)

[E] 開眼 (eye opening)

- 4 自発的に開眼
- 3 呼びかけで開眼
- 2 痛み刺激で開眼
- 1 なし

[V] 最良言語反応 (best verbal response)

- 5 見当識あり
- 4 混乱した会話
- 3 不適當な言葉
- 2 理解不明の音声
- 1 なし

[M] 最良運動反応 (best motor response)

- 6 命令に従う
- 5 痛み刺激部位に手足を持ってくる
- 4 逃避反応として手足を屈曲する
- 3 四肢異常屈曲 (除皮質硬直肢位)
- 2 四肢伸展 (除脳硬直肢位)
- 1 なし

正常では E、V、M の合計が 15 点、深昏睡では 3 点となる

【参考】「Load and Go」

外傷事故現場において、重症度は高いが救命出来る可能性のある傷病者に対して、現場で最低限の処置を行い、早期に病院へ搬送すること。Load and Go を宣言し周囲の救助者へ周知することで、迅速な車内収容と高度な医療機関への搬送につなげる。初期評価における生理学的な異常の評価、全身観察における解剖学的異常の評価、状況評価における受傷機転の評価で判断する。

交通外傷における傷病者は、大量出血や呼吸不全によって低酸素に陥りやすい。初期評価で異常がなくても、救助活動中には必ず酸素投与を実施する。また、パルスオキシメーターで血中酸素濃度を測定し、状況を把握する。

車両に閉じ込められている場合、傷病者へのアクセスが制限されるため、以下にあるような全身観察の実施は難しいが、活動スペースや時間に余裕がある場合は積極的に行う。特に身体の一部が挟まれている場合、傷病者の容態は変化しやすいため、継続的に観察することが重要である。

全身観察（解剖学的評価）

どこにどのような損傷を受けたかを解剖学的な観点から評価する。急速に生命を脅かす損傷の有無を頭部から順次、視診・聴診・触診で迅速に観察していく。

- 1 頭部：
 - 圧痛、不安定性、骨折音に注意する。
- 2 顔面・頸部：
 - 特に後頸部正中の圧痛に注意する。
 - ・気管変位の有無を確認。（変位があれば、緊張性気胸、大動脈断裂が疑われる。）
 - ・頸静脈怒張の有無を確認する。（怒張があれば、緊張性気胸、心タンポナーデが疑われる。）
 - 頸椎カラーを装着する。（用手固定は継続）
- 3 胸部：胸郭の動き、外傷、皮下気腫の有無、左右の呼吸音及び心音を聴取し、肺や心臓に異常があるかどうかを確認する。
- 4 腹部：腹部の損傷、緊張、膨隆、圧痛の有無、腹腔内臓器損傷の可能性を確認する。
- 5 骨盤：骨盤骨折があるのかを確認、不安定なら以後のログロールは禁止。
- 6 大腿部、四肢：骨折、麻痺（感覚があるかどうか）等を確認する。
- 7 背面：背部の観察（実施可能であれば）



提供：神戸市消防局

■情報聴取 改訂第2版補訂版 JPTEC ガイドブックから引用改変
処置をする上で重要となる要救助者の情報を聴取する。

SAMPLE (サンプル)

S : symptom (症状)

A : allergy (アレルギー)

M : medications (内服薬)

P : past medical history (病歴)

L : last oral intake (最終食事摂取時刻)

E : event preceding the incident (事故前の出来事・原因)

GUMBA (グンバ)

G : 原因 (事故のいきさつ)

U : 訴え (主訴)

M : めし (最終食事摂取時刻)

B : 病気・病歴 (服用薬品含む)

A : アレルギー

第3節 要救助者の安定化と救出

要救助者を車外へ救出する際には、状況に応じて資機材等を活用し、適切に SMR を継続しながら迅速かつ確実に救出する方法を選択する。頸椎固定等の処置は要救助者に不安を与えないよう、必ず声掛けをしながら行う。また、事故現場では、火災や爆発の危険、ガラス片の散乱といった様々な活動障害が考えられるため、消防隊や救急隊とも連携して安全管理を実施する。

■ 用手による救出方法

頸椎カラーを利用して頸椎固定を行い、バックボードで救出する。

- ① 隊員 1 名は頭部保持を維持、別の隊員が適切にサイズ調整した頸椎カラーを要救助者に装着する。頸椎カラーだけでは頸椎固定が不十分であるため、必ず用手固定も継続する。
- ② バックボードを要救助者の臀部と座席シートの間に差し込む。頭部保持者の合図で要救助者の脊柱軸を真っ直ぐに保ったまま体幹部を回転させてバックボードに乗せる。要救助者の上半身をバックボードに倒し、車外へ救出する。

※ 要救助者の身体に最も動揺を与えるのが「救出中」である。

運転席から救出する際は、頭部固定を実施し、脊柱軸が曲がらないように真っ直ぐに保って頸椎が圧迫されないように注意する。



提供：神戸市消防局

■毛布を使用した救出方法

毛布の対角線の両端を持ち同方向に回転させて帯状にし、毛布の厚みを利用して頸椎固定を行い、バックボードで救出する。

- ① 隊員1名は頭部保持を維持、別の隊員が要救助者の後頸部から毛布をかけて先端を胸の前で交差させ脇の後方へ通す。
- ② 緩みが出ないように気をつけながら、脇の下から出てきた毛布の両端を持ち上げて背中の方へ引き上げて頭頸部を固定する。
- ③ バックボードを要救助者の臀部と座席シートの上に差し込む。頭部保持者の合図で要救助者の脊柱軸を真っ直ぐに保ったまま体幹部を回転させてバックボードに乗せる。毛布の両端を引いて要救助者の上半身をバックボードに倒し、車外へ救出する。



提供：神戸市消防局

【参考】 KED を使った救出法

用手や毛布を利用した救出方法よりも装着に時間がかかるため、Load and Go 症例には適応しない。上半身の固定や上部方向への救出には優れているが、それ以外の固定力は十分ではない。

KED (Kendrick extrication device) :

主に交通事故や外傷で上半身の脊柱保護を確実に行う場合に使用する固定用資器材。狭所等で脊椎・頸椎損傷の疑いのある傷病者を吊り上げ／下げて救出することができる。搬送中における要救助者の動きを最小限に抑える事が可能となるため、バックボードと併用して使用する。



提供：ファーノ・ジャパン・インク日本支社

FORNO 社製 KED Pro

●KED の装着方法は、メーカーの使用方法に準ずること



提供：仙台市消防局

【参考】ショートボードを使った救出法

シートに座った状態の要救助者を容易に脊柱固定することができる。KED と同じく、上半身の固定力しかないため、適応する症例を考慮すること。

ショートボード：

主に交通事故の際に使用される上半身の脊椎固定用器具。バックボードと比較して約半分の長さであるため、迅速に上半身を固定し搬送することができる。バックボードと併用して使用する。



提供：コーケンメディカル株式会社

KOHKEN 抗菌性 EMS ボード

●ショートボードの装着方法は、メーカーの使用 방법에準ずること



提供：仙台市消防局

参考資料

■ 車の基本構造（駆動方式）

クルマはエンジンの位置と駆動方式によって FF 方式、FR 方式、MR 方式、RR 方式、4WD 方式の 5 タイプに分けることができる。4WD 方式を除く 4 タイプは 2 文字のアルファベットで表現されているが、これは前の文字がエンジンの搭載位置を示し、後ろの文字が駆動輪を表している。

※前の文字が F の場合は前部（フロント）にエンジンがあり、M は前後の車軸の中間（ミッド）にあり、R は後部（リア）に搭載されていることを示している。

※後ろの文字が F なら前輪駆動、R なら後輪駆動を示している。

前述した 5 タイプのうち、一般的に採用されているエンジン位置と駆動方式は、FF 方式、FR 方式、4WD 方式の 3 種類になる。

提供：日本自動車研究所

FF方式 (フロントエンジン・フロントドライブ)	FR方式 (フロントエンジン・リアドライブ)	4WD方式 (四輪駆動車=AWD)
その他の駆動方式 <u>MR：ミッドシップエンジン・リヤドライブ</u> 車体中央寄りに設置されたエンジンで後輪を駆動する方式。スポーツカーや高級車などで多くみられる。 <u>RR：リヤエンジン・リヤドライブ</u> 後輪の真上から車体後部までの間に設置されたエンジンで後輪を駆動する方式。採用している車種は少ない。		 フルタイム4WD
		 スタンバイ4WD

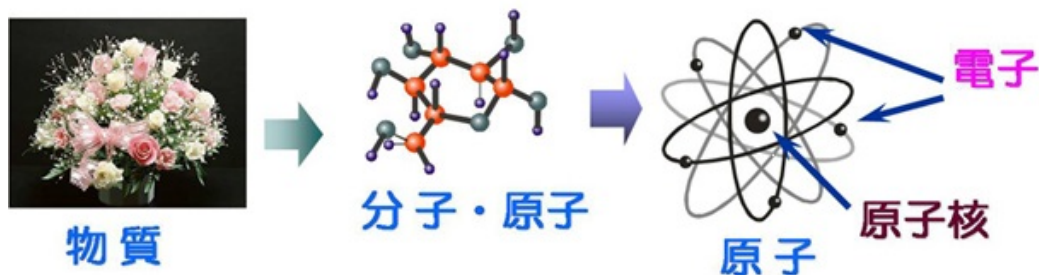
FF 方式は小・中型車に多く、駆動力を後輪に伝えるプロペラシャフトが不要になるため、室内が広く作れることが特徴である。ただし、駆動輪と操舵輪が一緒になるため、最小回転半径が大きくなりがちで、アンダーステア傾向が強くなる運転特性がある。これに対して、FR 方式は高級車やスポーツカーに多く、前輪に駆動力がかからないため、素直なステアリングフィールが得られることが特徴である。

4WD 方式にはフロントエンジンとリアエンジンがあるが、4 輪に駆動力を伝えることができるため、滑りやすい路面などに強いのが特徴で、高速走行時の直進安定性や操縦安定性に優れるシステムといえる。

■ 電気の基礎知識

第1 物質の構造、分子、原子と電子

物質は分子の集まりで、分子は多数の原子からできている。また、原子は中心の原子核とそのまわりを回る数個の電子からできている。



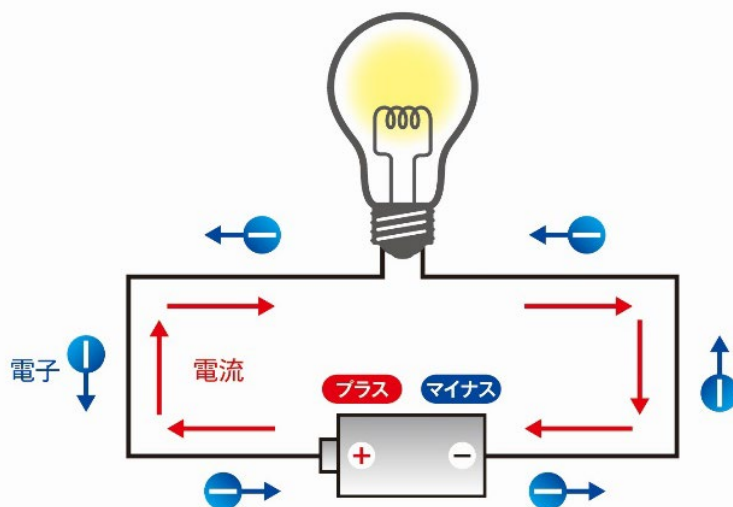
提供：J-PARC センター

第2 電荷

電子の持っている電気の量のことを「電荷」という。単位はC(クーロン)。電気的に+ (プラス) もしくは- (マイナス) の性質を有しており、+ (プラス) 同士と- (マイナス) 同士の電荷は反発し+ (プラス) と- (マイナス) の電荷は引き合う。

第3 電流

マイナスの電気を持った電子の移動に伴う電荷の移動のことを「電流」という。単位はA(アンペア)。1A とは 1 秒間あたり、1C(クーロン)の電荷が移動したときの値。電子は電池のプラスに引かれてマイナスからプラスへ向かって移動するが、電流の方向は電子の流れとは反対にプラスからマイナスの方向に流れる。



第4 電流の三作用

電流が流れると、「発熱作用」「磁気作用」「化学作用」が起こる。

- ・発熱作用：抵抗を持つ導体に電流を流すと熱を発生する。
(例：電気ヒーターなど)
- ・磁気作用：導線に電流が流れると周囲に磁界が生じる。
(例：コイル、モーターなど)
- ・化学作用：陽イオン、陰イオンが関係する電氣的現象を生ずる化学変化。
(例：バッテリーなど)

- ジュール熱：導体に電気を通すと自由電子が移動する際に原子と衝突し、その際に起こるエネルギーが熱に変換されて発熱現象が起きる。抵抗が大きい物質ほど発熱が大きくなる。この電気が流れて発生する熱をジュール熱という。
- ジュールの法則：導線に電流を通したとき、一定時間に発生する熱量は電気抵抗及び電流の強さの2乗に比例する。

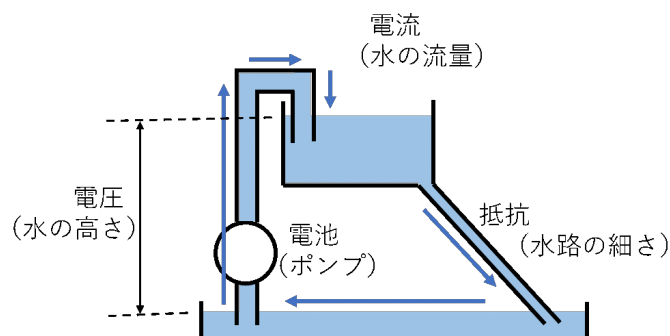
第5 電圧

電子を移動させようとする力のことを「電圧」という。電荷を帯びた電子は電圧をかけることで移動する。単位はV(ボルト)。

第6 抵抗

電流の流れ難さを示したものを「抵抗」という。単位は Ω (オーム)。1 オームの抵抗(R)に1 ボルトの電圧(V)を加えると1 アンペアの電流(I)が流れる。

導体に電気が流れると電子がマイナスからプラスに向かって流れるが、導体の内部で原子核に自由電子が衝突すると移動速度が衰える。抵抗が大きいと電流は流れにくくなり、小さいと流れやすくなる。一般的に、金属類は温度が上がると抵抗が高くなる。抵抗は物質の温度の他に、断面積や長さにも影響を受ける。



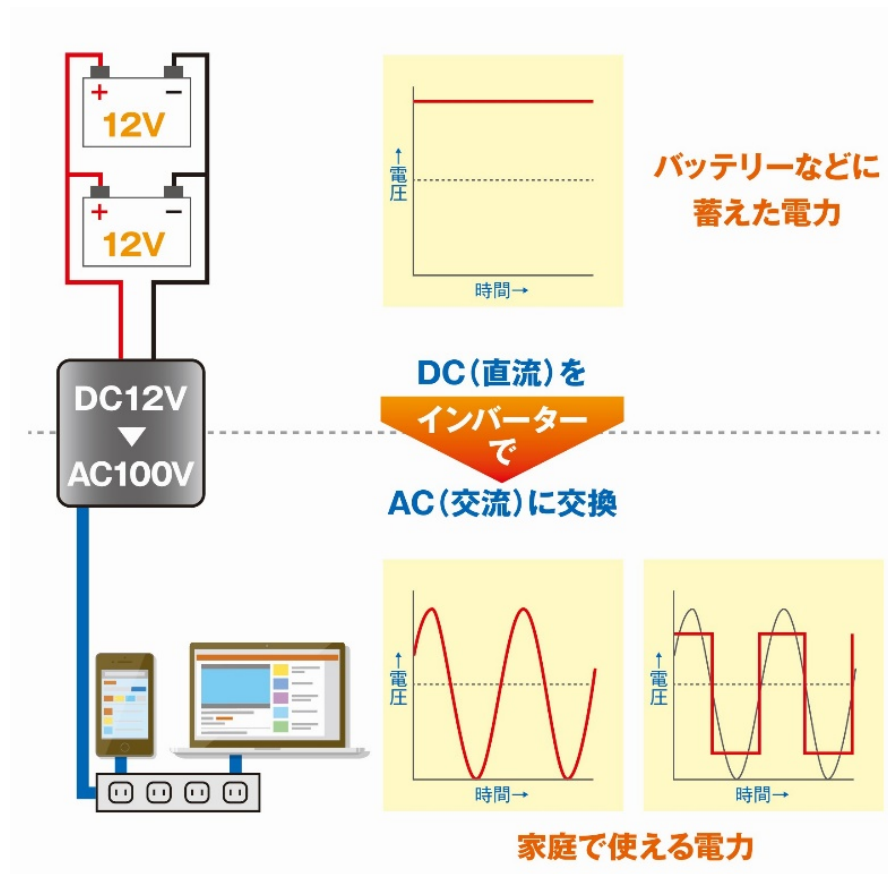
提供: アイアール技術者教育研究所

- オームの法則：電流の強さは、電圧に比例し、抵抗に反比例する。

$$V = I \times R \quad V (V) \cdots \text{電圧}, I (A) \cdots \text{電流}, R (\Omega) \cdots \text{抵抗}$$

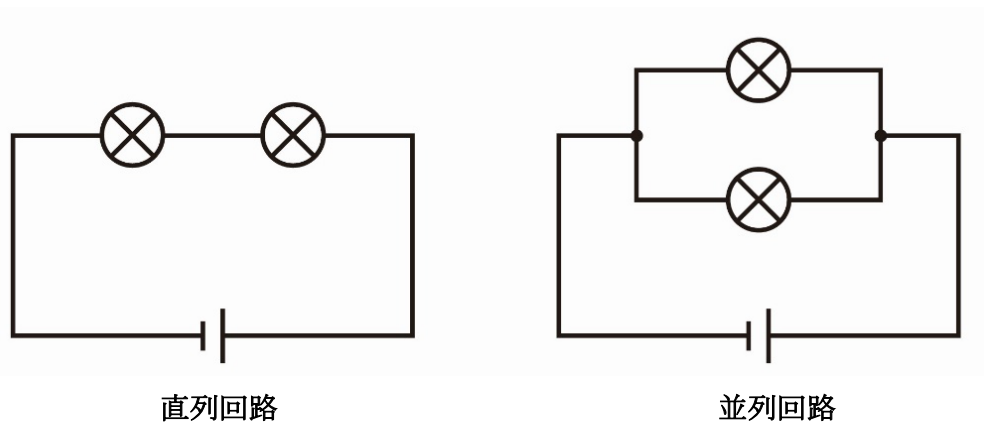
第7 直流(DC)と交流(AC)

常に一定の方向に同じ大きさで流れる電流を直流電流という(例:乾電池や蓄電池)。一方、電気の流れる方向や大きさが変化し、一定の周期で電流のプラスとマイナスが入れ変わる電流を交流電流という(例:発電機、家庭用コンセント)。



第8 直列回路と並列回路

回路には、電気の通る道が1本だけの直列回路と、電気の通る道が2本以上に分岐した並列回路がある。直列回路は電気の通り道が1本のため、その回路の一部を切り離すと電流は流れなくなる。並列回路は電気の通り道が分岐しているので、分岐部分の回路の一部を切り離しても電流は流れる。



■ 電圧の区分と感電等

第1 電圧の区分

厚生労働省が労働安全衛生規則に定めている電圧の区分は以下のとおりである。

	直流	交流
低 圧	750 V 以下	600 V 以下
高 圧	750 V を超え 7000 V 以下	600 V を超え 7000 V 以下
特別高圧	7000 V を超えるもの	

ハイブリッド自動車や電気自動車は 200V～650V の高電圧バッテリーを積載しており、低圧電気の区分に該当する。昇圧装置を用いてバッテリー電圧以上の回路を有する自動車もある。

電気は、低圧、高圧、特別高圧に関わらず、感電事故や火災等を引き起こす可能性があるため、安全に使用するためには、正しい知識を持ち、正しく取り扱う必要がある。

第2 感電等

1 感電

感電とは、電気製品や電気設備の不適切な使用や工事等で人体又は作業機械が電線へ接触、漏電の発生、落雷等の要因により、人体に電流が流れて障害を受けることをいう。

感電時の人体への影響は「流れた電流の大きさ」、「流れた時間」、「流れた経路(人体の部位)」によるが、発汗、濡れ状態、年齢、性別によっても変わるとされている。

感電時の人体への影響は、IEC/TS60479-1 (2005) で報告されている。しかし、電流値と接触時間の関係は直線的ではなく一概には言えない。救助作業における接触時間を 0.5～2 秒とした場合、人体の反応はおおよ次の通りとなる。

通過電流の大きさ		人体の反応 (IEC/TS60479-1 (2005) グラフ読み取り値)
交流 (AC)	直流 (DC)	
0.5mA	2mA	・ピリッと感じる、人体に危険性はない
5mA	25mA	・相応の痛みを感じるが、人体に悪影響を及ぼさない
20mA	100mA	・持続して筋肉の収縮が起こり、呼吸困難や握った電線を離すことができなくなる
50mA	150mA	・疲労、痛み、気絶、呼吸停止、火傷の可能性がある、心室細動、心肺停止の可能性がある
100mA	250mA	・心室細動の発生、心肺停止、極めて危険な状態になる

IEC/TS60479-1 (2005) 及び厚生労働省 (安全衛生キーワード感電) を参考に作成

2 短絡（ショート）

電位差のある2点間を抵抗の小さい導体で接続すること。

3 漏電

絶縁物の傷や劣化により、電線等の正常な回路から電気が漏れること。

4 接地（アース）

電気設備機器等に漏電が発生した場合、電流を大地に流して人等に感電しないようにするもの。ただし、自動車のアースは本来の接地の意味ではなく、金属ボディをマイナス配線の代わりに使用しているため偽アースと呼ばれることもある。

【参考】「電気自動車等の整備業務に係る特別教育」について

電気自動車等の整備業務の作業の実態を踏まえた上で、主として電気による労働災害を防止する観点から、電気自動車等の整備業務に従事しようとする労働者に対して必要な知識及び技能を習得させるためのものである。救助活動時の安全管理の観点からも「低圧電気取扱業務特別教育」を受講することが望ましい。

※ハイブリッド自動車や電気自動車の故障車及び事故車を自動車修理工場までけん引（搬送）する等、応急処置として作業を行う事業者は受講が必須とされている。

科目	範囲	時間
低圧の電気に関する基礎知識	低圧の電気の危険性、短絡、漏電、接地、電気絶縁	1 時間
低圧の電気装置に関する基礎知識	安衛則第三十六条第四号の二の自動車の仕組みと種類、コンバータ及びインバータ、配線、駆動用蓄電池及び充電器、駆動用原動機及び発電機、電気使用機器、保守及び点検	2.5 時間
低圧用の安全作業用具に関する基礎知識	絶縁用保護具、絶縁工具及び絶縁テープ、検電器、その他の安全作業用具、管理	0.5 時間
自動車の整備作業の方法	充電電路の防護、作業者の絶縁保護、サービスプラグの取扱いの方法、停電電路に対する措置、作業管理、救急処置、災害防止	1 時間
関係法令	法、令及び安衛則中の関係条項	1 時間

各消防本部を対象に実施した実態調査では、知識の取得のため、職員に特別教育を受講させる取組みをしている本部が確認された。

参考資料 3

メーカー別レスキューマニュアル

自動車再資源化協力機構のホームページに掲載されている「損傷した電気自動車・ハイブリッド自動車等の取扱い時の主な注意事項」を参考に作成した。

なお、各自動車メーカーのレスキューマニュアルは随時更新されるため、定期的に確認することが望ましい。

自動車再資源化協力機構

<http://www.jarp.org/>

【トップページ⇒損傷した電気自動車・ハイブリッド自動車等の取扱い時の主な注意事項

【別紙】自動車メーカー等別 レスキュー／取外しマニュアル ①各メーカーリンク】

■国内自動車メーカー

いすゞ自動車(株)	
http://www.isuzu.co.jp/company/csr/recycle/info/index.html (主な対象車種) エルフハイブリッド、大型路線バス エルガハイブリッド ・トップページ⇒CSRトップ⇒いすゞ車のリサイクルについて⇒いすゞ車のリサイクル情報	
スズキ(株)	
http://www.suzuki.co.jp/car/afterservice/rescuematerial/ (主な対象車種) スイフト、ソリオ ・トップページ⇒四輪車トップ⇒アフターサービス⇒レスキューマニュアル	
株SUBARU	
https://www.subaru.co.jp/products/rescue-hybrid.html (主な対象車種) SUBARU XV HYBRID、IMPREZA SPORT HYBRID、FORESTER e-BOXER、SUBARU XV e-BOXER、IMPREZA SPORT e-BOXER ・HOME⇒商品に関する重要なお知らせ⇒SUBARU ハイブリッド車 レスキュー時の取扱い	
トヨタ自動車(株)	
https://global.toyota/jp/your-vehicle/quick-reference-sheet/ (主な対象車種) TOYOTA : アクア、プリウス、ミライ等、LEXUS : CT200h、ES300h、GS350 等 燃料電池バス : SORA ・トップページ⇒車両レスキュー時の取扱い⇒SORA レスキュー時の取扱い/ハイブリッド車レスキュー時の取扱い	

日産自動車(株) http://www.nissan-global.com/JP/SAFETY/RESCUE/ (主な対象車種) アトラス、エクストレイル、KICKS、シーマ、スカイライン、セレナ、ノート、フーガ、リーフ 【トップページ⇒サイトマップ⇒交通安全⇒安全技術紹介(クルマでの取り組み)⇒レスキュー時の取り扱い】	
日野自動車(株) http://www.hino.co.jp/service/hybrid/index.html (主な対象車種) 日野デュトロ ハイブリッド、日野プロフィア ハイブリッド・クールハイブリッド、日野セレガR ハイブリッド、日野セレガ ハイブリッド、日野ブルーリボンシティ ハイブリッド、日野ブルーリボン ハイブリッド、日野ブルーリボン ハイブリッド 連節バス 【トップページ⇒トータルサポート⇒アフターサービス⇒ハイブリッド車レスキュー時の取り扱い】	
本田技研工業(株) http://www.honda.co.jp/rescue-auto/ (主な対象車種) Accord Hybrid / Accord Plug-In Hybrid、CLARITY FUEL CELL、CR-Z、FIT EV、FIT HYBRID、GRACE HYBRID、JADE HYBRID、LEGEND HYBRID、NSX、ODYSSEY HYBRID、SHUTTLE HYBRID、VEZEL HYBRID 【トップページ内下段クルマ(リサイクル)⇒電気自動車・ハイブリッド車 バッテリーリサイクル⇒下段 電気自動車(EV)・ハイブリッド車 レスキュー時の取り扱い】	
マツダ(株) https://www.mazda.co.jp/carlife/owner/advice/rescue/ (主な対象車種) DEMIO EV、AXELA HYBRID 【トップページ⇒オーナー／カーライフ⇒インフォメーション⇒万が一の時は⇒下段レスキュー時の取り扱い】	
三菱自動車工業(株) https://www.mitsubishi-motors.co.jp/support/rescue/ (主な対象車種) i-MiEV、MINICAB-MiEV、アウトランダーPHEV、DIGNITY、デリカD:2 【トップページ⇒企業・IR/採用⇒製品情報⇒最下部 緊急時対応活動要領はこちら】	
三菱ふそうトラック・バス(株) https://www.mitsubishi-fuso.com/oa/jp/information/rescue_manual/index.html (主な対象車種) eCANTER、キャンター エコ ハイブリッド【トップページ⇒ニュース⇒お客様へのお知らせ⇒ハイブリッド車及び電気自動車レスキュー活動要領(改訂版)】	

■海外自動車メーカー

アウディ ジャパン (株) https://www.audi.co.jp/jp/web/ja/accessory_service/info_top/hybrid_rescue.html (主な対象車種) Audi A3 Sportback e-tron、Audi A6 hybrid、Audi A8 hybrid、Audi Q5 hybrid、Audi e-tron 【トップページ⇒サービス&アクセサリ⇒お知らせ⇒電気自動車用/ハイブリッド車用レスキューサービスガイドライン】	
ストリートスクーター・ジャパン(株) https://www.streetscooter.com/wp-content/uploads/2020/06/レスキューマニュアル.pdf (主な対象車種) WORK L 【トップページ⇒ダウンロード集⇒レスキューマニュアル】	
テスラモーターズジャパン合同会社 https://www.tesla.com/jp/firstresponders (主な対象車種) Model S、Model X、Model 3、Model Y、Roadster 【トップページ⇒下部 お問い合わせ⇒緊急対応⇒緊急要員⇒テスラ車の緊急時対応方法】	
ビー・エム・ダブリュー (株) https://aos.bmwgroup.com/web/oss/service (主な対象車種) BMW (コンパクトバン、ガブリエレ、クーペ、セダン等)、BMW i (i3、i8、iX3)、MINI (Clubman、ガブリエレ、Countryman、クーペ) 【(公式アフターセールスオンラインシステム) トップページ⇒サービス⇒レスキュー情報】	
フォルクスワーゲン グループ ジャパン (株) http://web.volkswagen.co.jp/afterservice/etc/care.html (主な対象車種) e-Golf、Passat GTE、Golf GTE、Touareg Hybrid 【トップページ⇒アフターサービス⇒リコール・その他⇒運転上の注意⇒ハイブリッド車レスキュー時の取り扱い】	
ポルシェジャパン (株) https://www.porsche.co.jp/recallinformation/2015-11-10/ (主な対象車種) Cayenne S Hybrid SUV、Cayenne S E-Hybrid、Panamera S Hybrid、Panamera S E-Hybrid、918 Spyder、Panamera S/Turbo S E-Hybrid、Panamera Sport Turismo E-Hybrid、Cayenne E-Hybrid SUV、Porsche AG Taycan 【トップページ⇒サービスとアクセサリ⇒オーナーサービス⇒リコール情報⇒下段 詳しくはこちら⇒ポルシェ車レスキュー活動要領】	

ボルボ・カー・ジャパン (株)	
http://www.volvocars.com/jp/about/our-company/phev-rescue (主な対象車種) XC90 T8、XC60 T8、V90 T8、V90 T6、V60 T6、V60 T8、S60 【トップページ⇒ブランド⇒PHEV レスキューサービスガイドライン⇒レスキュー活動要領】	
メルセデス・ベンツ日本 (株)	
https://www.mercedes-benz.co.jp/passengercars/being-an-owner/activity/quality-detail/rescue.module.html (主な対象車種) ハイブリッドモデル各種 (プラグインハイブリッド含む)、スマート エレクトリック・ドライブ 【トップページ⇒サービス⇒メルセデスの活動をもっと知りたい方⇒アフターサービスクオリティ⇒レスキュー⇒救急活動の手引き、救助カード、レスキューQR コード】	

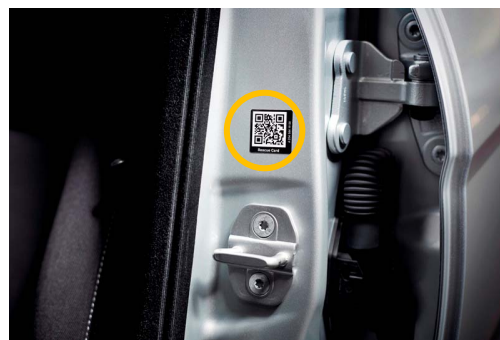


メルセデス・ベンツ日本株式会社が救助カード閲覧用

「レスキューQR コード」を世界で初めて導入

交通事故等の緊急の際、車両のドアに貼り付けられた「QR コード」を読み込むことで、車両情報「救助カード」をオンラインで閲覧することができる。乗員の救助に必要な情報を早く正確に得ることができ、乗員の安全かつ迅速な救助活動につながる。

2014 年 2 月 1 日以降に日本国内へ出荷する車両に順次提供されている。



この「QR コード」は、給油口フラップ裏側と給油口の反対側のドアを開けたボディ側の 2 箇所（同時に激しく損傷を受ける可能性が低い 2 箇所）に貼付されている。

参考資料 4

主な次世代自動車の概要（各部品の位置、取扱説明書・レスキューマニュアル）

参考：令和元年3月末現在の車種別保有台数（自動車検査登録情報協会）

■ハイブリッド自動車（車種別保有台数上位10車種）

	メーカー	車名	モデル (型式)	高電圧バッテリー 電圧（容量）/ 最大駆動電圧	ヒューズボックス の位置	12Vバッテリー の位置	高電圧バッテリー の位置	サービス・プラグ の位置	取扱説明書	レスキュー マニュアル
1	トヨタ	アクア 	DAA-NHP10	約520V	エンジンルーム内	リヤシート下（右側）	リヤシート下	リアシート下（右側）		
2	トヨタ	プリウス 	DAA-ZVW30	約202V	エンジンルーム内	ラゲージルーム内	ラゲージルーム内 リヤシート後部	ラゲージルーム内 駆動用電池後部		
3	トヨタ	プリウスα 	DAA-ZVW41W	約650V	エンジンルーム内 助手席側	ラゲージルーム内 運転席側 デッキサイド 小物入れ下部	運転席と助手席の間 下部	運転席と助手席の間 駆動用電池前部		
4	トヨタ	ヴォクシー 	DAA-ZWR80G	約650V	エンジンルーム内	ラゲージルーム カバー内	運転席、助手席下部	運転席、助手席下部 駆動用電池後部		
		ノア 		約650V	エンジンルーム内	ラゲージルーム カバー内	運転席、助手席下部	運転席、助手席下部 駆動用電池後部		

	メーカー	車名	モデル (型式)	高電圧バッテリー 電圧 (容量) / 最大駆動電圧	ヒューズボックス の位置	12Vバッテリー の位置	高電圧バッテリー の位置	サービス・プラグ の位置	取扱説明書	レスキュー マニュアル
4	トヨタ	エスクァイア 	DAA-ZWR80G	約650V	エンジンルーム内	ラゲージルーム カバー内	運転席、助手席下部	運転席、助手席下部 駆動用電池後部		
5	ホンダ	フィット 	DAA-GP5	173V	エンジンルーム内	エンジンルーム内 助手席側	トランクルーム内	トランクルーム内		
6	日産	ノート 	DAA-HE12	約350V	エンジンルーム内	ラゲッジフロア ボード下	運転席、助手席下部	助手席下部		
7	トヨタ	プリウス 	DAA-ZVW50	約600V	エンジンルーム内	エンジンルーム内 助手席側	リヤシート下	リヤシート下 駆動用電池右側		
8	トヨタ	プリウス 	DAA-ZVW51	約600V	エンジンルーム内	エンジンルーム内 助手席側	リヤシート下	リヤシート下 駆動用電池右側		

	メーカー	車名	モデル (型式)	高電圧バッテリー 電圧 (容量) / 最大駆動電圧	ヒューズボックスの 位置	12Vバッテリーの位置	高電圧バッテリー の位置	サービス・プラグ の位置	取扱説明書	レスキュー マニュアル
9	ホンダ	ヴェゼル 	DAA-RU3	173V	エンジンルーム内 助手席側	エンジンルーム内	ラゲージルーム下	パワースイッチに連動 (パワースイッチがOFF になると高電圧 回路遮断)		
10	トヨタ	C-HR 	DAA-ZYX10	約600V	エンジンルーム内	エンジンルーム内 助手席側	リヤシート下	リヤシート下 駆動用電池右側		

■燃料電池自動車 (現状 2 車種)

	メーカー	車名	モデル (型式)	高電圧バッテリー 電圧 (容量) / 最大駆動電圧	ヒューズボックス の位置	12Vバッテリー の位置	高電圧バッテリー の位置	サービス・プラグ の位置	取扱説明書	レスキュー マニュアル
1	トヨタ	ミライ 	ZBA-JPD10	約650V	モータールーム内	トランク内 (運転席側)	トランク内	駆動用電池後部		
2	ホンダ	クラリティ FUELCELL 	ZBA-ZC4	500V	モータールーム内	モータールーム内	車両中央部床下	助手席側 リヤフェンダ部		

■電気自動車（車種別保有台数上位5車種）

	メーカー	車名	モデル (型式)	高電圧バッテリー 電圧（容量）/ 最大駆動電圧	ヒューズボックス の位置	12Vバッテリー の位置	高電圧バッテリー の位置	サービス・プラグ の位置	取扱説明書	レスキュー マニュアル
1	日産	リーフ  ※写真はZAA-ZE1	ZAA-ZE1	約400V	モータールーム内	モータールーム内	車両下部	後部座席足元		
2	日産		ZAA-AZE0	約400V	モータールーム内 右側	モータールーム内	車両下部	後部座席足元		
3	日産		ZAA-ZE0	約400V	モータールーム内 12Vバッテリー後方	モータールーム内	車両下部	後部座席足元		
4	三菱	i-MiEV 	ZAA-HD4W	330V	ボンネットルーム内	ボンネットルーム内	車両下部	助手席下		
5	ホンダ	フィットEV 	ZAA-ZA2	約400V	左右の フロントフェンダー	モータールーム内 助手席側	車両下部	運転席右側下部	リース専用車の ため、取扱説明 書はなし	

■兵庫県下消防長会救助技術研究会 < 平成 26 年度交通救助作業部会 >

兵庫県下消防長会救助技術研究会は、兵庫県下における救助隊員の技術の向上のため平成 21 年に設立され、毎年様々なテーマで作業部会を立ち上げて救助技術の研究を行っている。

平成 26 年度は「交通救助」を題材に、大型バスや大型トラック等、活動困難が予想される車両におけるアプローチについて検証した。また、増加傾向にあるハイブリッド自動車及び電気自動車に対して、県下で共通した知識及び活動方針を共有するため、基本的な知識について研究し公表した。



【表紙】



【抜粋】

<目次>

1 作業部会研究対象

- (1) 交通事故分析
- (2) 消防活動分析
- (3) 研究対象概要

2 訓練使用車両及び資機材

- (1) 使用車両
- (2) 使用資機材
- (3) 検証訓練使用車両

3 検証訓練

- (1) バス
 - (特性、破壊、牽引、吊り上げ、持ち上げ)
- (2) トラック
 - (特性、破壊、牽引、吊り上げ、持ち上げ)

4 ハイブリッド自動車・電気自動車

- (1) ハイブリッド自動車・電気自動車とは
- (2) ハイブリッド自動車・電気自動車の危険性について
- (3) 現場活動要領
- (4) ハイブリッド自動車・電気自動車の見分け方
- (5) 危険区域の設定
- (6) 二次災害の防止
- (7) 高電圧遮断方法
- (8) 作業手順
- (9) 関連資機材

5 救助活動事例

■rescue DAYS. JP

防災用品の専門会社である船山株式会社が、新潟県長岡市で全国の消防職員を対象に、レスキューツールのWEBER社の協力を得て、有料で車両救助トレーニングイベントを開催している（後援 長岡市、長岡市消防本部）。このイベントは2012年から始まり、これまでに8回開催し、延べ約1500人の消防職員が参加している。

主なプログラムは、大型油圧器具等のレスキューツールの取り扱いや事故車両からの救出方法についての講義、実演講習等といった充実した内容となっている。

また、実車を使用した貴重な訓練機会でもあることから、日本全国各地に加えて、国外からの参加者も増えてきている。

【参考】 <https://www.funayama.co.jp/rescuedays/index.html>

第1回（2012年）	2日間	参加者 69名	使用車両 21台
第2回（2013年）	3日間	参加者 100名	使用車両 33台
第3回（2014年）	3日間	参加者 166名	使用車両 54台
第4回（2015年）	4日間	参加者 200名	使用車両 72台
第5回（2016年）	3日間	参加者 231名	使用車両 70台
第6回（2017年）	3日間	参加者 211名	使用車両 66台
第7回（2018年）	3日間	参加者 246名	使用車両 84台
第8回（2019年）	3日間	参加者 242名	使用車両 87台
※2020年は開催中止			



<主なプログラム（2019年開催）>

理論：新型車両、特殊車両のテクノロジー

Station 1：車両解体の技術と知識

Station 2：側面衝突事故

Station 3：横転事故

Station 4：大型車両（トラック）の救助
における知識



参考図書



レスキュー隊のための交通救助のテクニック

【関根和弘 イカロス出版】



2訂版 車両 火災救助調査 対応ガイド

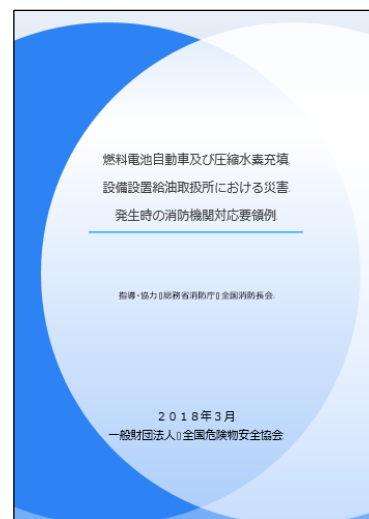
【相川潔 東京法令出版】



低圧電気取り扱い業務

電気自動車等の整備業務における特別教育用テキスト

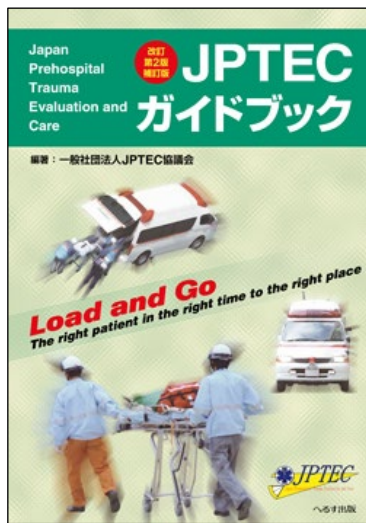
【一般社団法人 日本自動車整備振興会連合会】



燃料電池自動車及び圧縮水素充填設備設置給油

取扱所における災害発生時の消防機関対応要領例

【一般財団法人 全国危険物安全協会】



改訂第2版補訂版 JPTEC ガイドブック

【一般社団法人 JPTEC 協議会 へるす出版】