

InterRisk Thai Report <2022 No.008>

電気自動車用電池の火災リスク（その3）

【要旨】

- リチウムイオン電池の火災時には①総発熱量が大きい、②燃焼反応が継続する、③有毒ガスが発生するなどの特性を踏まえた対処が必要となる。
- 複数の実験結果よりリチウムイオン電池の消火活動には水消火設備による冷却が有効であることが示唆されている。

1. はじめに

前号では主要な電気自動車用電池（EVB）であるリチウムイオン電池について、火災被害を拡大する熱暴走と、熱暴走を引き起こす発熱の要因について説明しました。

本号ではリチウムイオン電池の火災時と消火活動の際の留意点をご案内します。

2. リチウムイオン電池の火災時の留意点

近年のEV（電気自動車）の普及に伴い、報道でEV車の火災事故を目にすることが増えました。

前号・前々号で説明しましたが、車載用リチウムイオン電池は過充電、過放電、過熱などにより発火・爆発する可能性があります。また充電中の出火や、時間をおいて再燃するなどの電気自動車特有の火災リスクを有しています。

車載リチウムイオン電池の消火活動にあたっては以下のような特性を考慮する必要があります。

1) 燃焼時の総発熱量が大きい

以下は電気自動車（リチウムイオン電池を搭載）とガソリン車について、航続距離¹（横軸）と燃料時の総発熱量（縦軸）を比較したものです。同じ航続距離で比較すると火災時の電気自動車の総発熱量はガソリン車の約2倍あることが分かります。

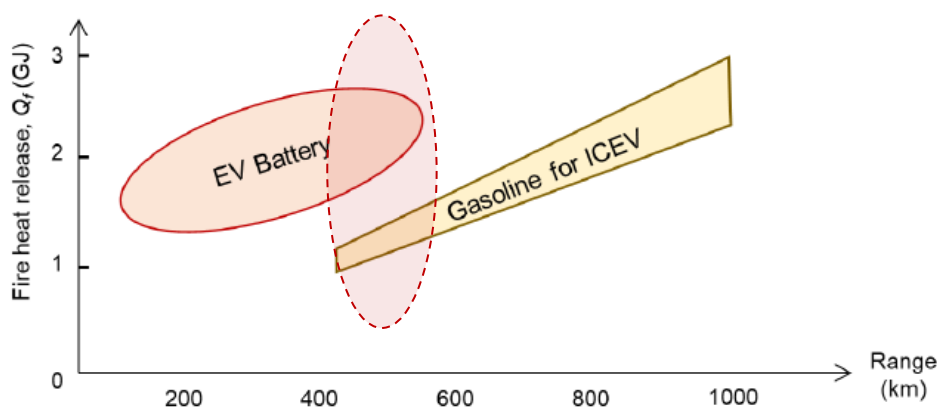


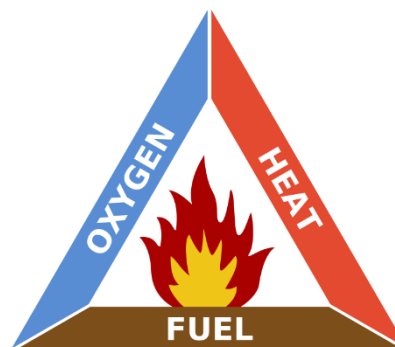
図1 火災時の総発熱量（電気自動車 vs ガソリン車）²

¹ 一回の燃料補給（充電）で走行できる距離

² A Review of Battery Fires in Electric Vehicles (Peiri Sun 他)

2) 燃焼反応が継続する³

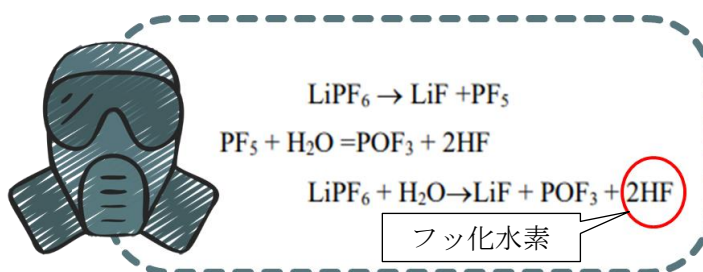
物が燃え続けるためには、「可燃物」「酸素」「熱」の三つの条件が必要です（燃焼の三要素）。また燃焼の三要素のうちのどれか1つを取り除く事で消火する（燃焼を止める）ことが出来ます。具体的には①可燃物を取り除く（除去消火）、②酸素を取り除く（窒息消火）、③熱を取り除く（冷却消火）となります。ところがリチウムイオン電池は過熱により正極材料である金属酸化物（コバルト酸化リチウム）の結晶が崩壊して酸素が放出されます。自ら酸素を供給できるため窒息消火の効果は限定的となります。また自ら熱発生が連鎖する熱暴走を引き起こします。この状態では一度消火しても内部で燃焼反応が継続して再び出火・爆発が発生する可能性があります。



火災の三原則

3) 有毒ガスを発生する^{4,5}

リチウムイオン電池が過熱・発火した際には様々なガスが放出されますが、その中には人体有害物質のフッ化水素（HF）と一酸化炭素（CO）が含まれます。これらは吸い込むことで死に至ることもあります。またフッ化水素が空気中の水分と反応して生成されるフッ化水素酸は皮膚に接触すると体内に浸透して健康被害を与えます。特に密閉された空間（車庫など）で発火した場合にこれらの有害物質が室内に充満すると危険です。



以下は火災時にバッテリー式電気自動車（BEV）とガソリン車（ICEV⁶）から放出される一酸化炭素とフッ化炭素の量を実験により測定したものです。これより一酸化炭素についてはBEVはガソリン車に比べて放出量が少ない一方で、フッ化水素についてはBEVはガソリン車の2倍近い放出量であることが分かります。またBEVにおいて発生したフッ化水素の多くがリチウムイオン電池から発生したと報告されています。

表1 火災時に放出される一酸化炭素とフッ化炭素の量（BEVとガソリン車（ICEV））⁷

Vehicle	Weight	Battery or fuel capacity	Total CO (kg)	Total HF (kg)
Unknown BEV	1122	16.5 kWh	10.4	1.5
Unknown ICEV	1128	Full tank of Diesel	12.0	0.6
Unknown BEV	1501	23.5 kWh	11.7	1.5
Unknown ICEV	1404	Full tank of Diesel	15.7	0.8

³ <https://www.prevor.com/en/li-ion-batteries-chemical-hazard-inside-our-cars/>

⁴ <https://www.nature.com/articles/s41598-017-09784-z>

⁵ A Review of Battery Fires in Electric Vehicles (Peiri Sun 他)

⁶ ICEV：内燃機関を動力源とする自動車（Internal-Combustion Engine Vehicle）ここではガソリン車の事

⁷ Lecocq A, Eshetu GG, Grugeon S, Martin N, Laruelle S, Marlair G. Scenario-based prediction of Li-ion batteries fire-induced toxicity. Journal of Power Sources 2016

3. 車載リチウムイオン電池の消火活動の留意点

前述のリチウムイオン電池の火災時の留意点も踏まえながら、以下に消火活動時の留意点をまとめました。

一般的には、車載リチウムイオン電池が発火した場合に自前で消火活動を行うことは危険なため、速やかに通報・避難することが望まれます。



1) 再燃焼リスク

前述のとおり、消火が早すぎると中で燃焼反応が継続して再燃する危険があります。特に電池がケース（スチール製など）内に収納されておりケース内のリチウムイオン電池を水で冷却することが難しい場合などには注意が必要です。消火から数分、数時間、場合によっては数日後に再燃することもあります。このため火災車両の調査や修理等の作業者が火傷や感電事故に遭遇する可能性があります。

大量の水による冷却が望まれますが（巨大な水槽に沈める消火方法もある）自力での対応は難しいので初期消火に失敗したら速やかに避難の上、公設消防に任せることが望まれます。

2) 有毒ガス対策

有毒ガスを発生させるため、自力消火を試みる際には防毒・防煙マスクを着用することが望まれます。

3) 消火器の選定

リチウムイオン電池は様々な材料で構成されており、火災時には複数種類のガスが発生します。また電池以外の可燃材料にも留意が必要です。従って1種類の消火器では十分に消火できない可能性があります。

- ✓ バッテリーから放出される可燃性ガス
- ✓ 電気機器・バッテリーマネジメントシステム
- ✓ 充電されたリチウムイオン電池から放出されるリチウム金属粒子
- ✓ その他、電池以外のEVの可燃材料（シートフォーム、プラスチック内装など）

4) EVかどうかの識別

EVとガソリン車では火災特性が異なるので対処方法も異なりますが、外観からだけでは区別するのが難しい場合があります。消防士は可能な限り外観から識別できるよう普段から車種などの知識を習得することが望まれます。

また、有効な消火活動を行ってもらうために、消防署へ通報する際に車載電池からの出火であると伝えることが重要です。

4. 車載リチウムイオン電池の消火に有効な消火器

以下は過熱・燃焼しているリチウムイオン電池に様々な消火器を使用してその有効性を確認した実験の結果です。使用された消火器は、二酸化炭素消火器 (CO2)、泡消火器 (Foam)、ウォーターミスト消火器 (Water mist)、水消火器 (Water)、粉末消火器 (Dry powder) の5種類です。

実験結果より水消火器 (以下グラフの水色の線) と泡消火器 (灰色) が最も効果的に温度を低下させています。一方で水消火器と同様に冷却効果が期待できるウォーターミスト消火器 (オレンジ色) はそれほど効果は見られません。この実験からもリチウムイオン電池火災の消火には一定の条件下での冷却が有効であることが分かります。

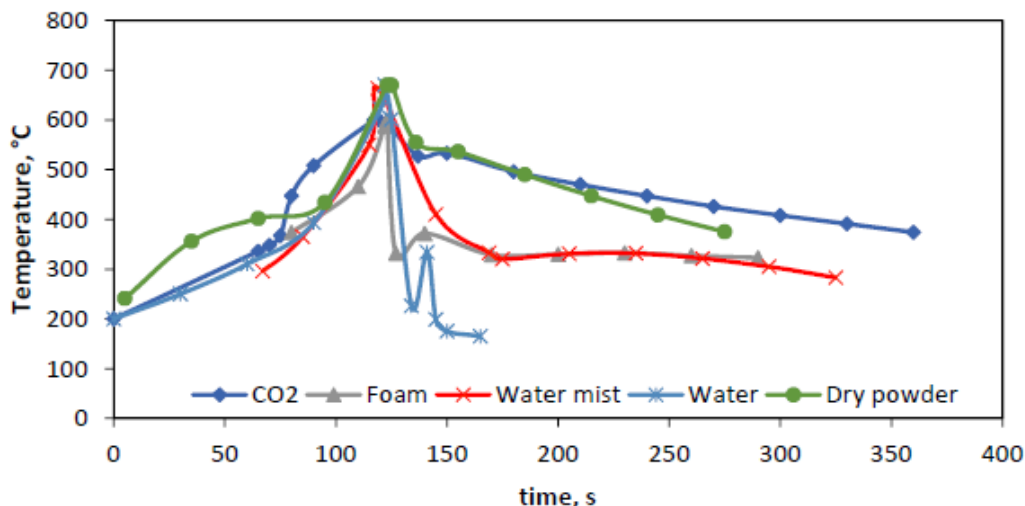


図2 消火試験中のセルの温度推移⁸

また右の図はRISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDENが実施した消火システムの実験結果です。電池をバーナーで加熱、熱暴走を発生させた状態で、水噴霧やミストなどの複数の消火方法についてノズルの設置場所を変えて実験しています (縦軸は温度、横軸は時間)。

実験の結果よりバッテリーパック内に水噴霧のノズルを設置したケースが最も効果的に冷却できることが分かります (青色の線)。一方で外側から水噴霧を行ってもそれほど冷却効果がないことが分かります (黒色)。

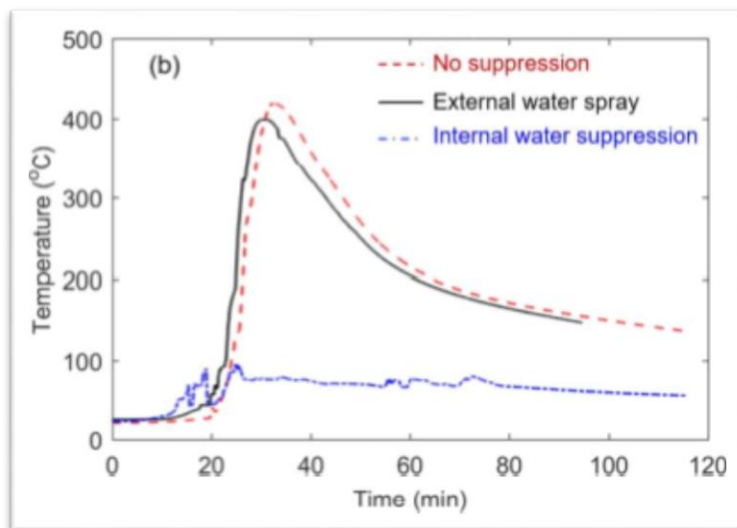


図3 消火システムの冷却効果⁹

⁸ Effective Fire Extinguishing Systems for Lithium-ion Battery (Paola Russoa 他)

⁹ To manage fire risks related to Li-ion batteries in vehicles (RISE RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN)

おわりに

本号ではリチウムイオン電池の火災時と消火活動の留意点をご案内しました。
また前2号と合わせて、電気自動車用電池の火災リスクについて解説しました。
今後ますます電気自動車・電気自動車用電池の普及が進むことが想定されます。これらの情報が皆様のお役に立てば幸いです。

以上

インターリスクアジアタイランドは、タイに設立された MS&AD インシュアランスグループに属するリスクマネジメント会社であり、BCP 構築支援、お客様の工場・倉庫等における火災リスク調査や洪水リスク評価、ならびに交通リスク、サイバーリスク等に関する各種リスクコンサルティングサービスを提供しております。お問い合わせ・お申し込み等は、下記の弊社お問い合わせ先までお気軽にお寄せ下さい。

お問い合わせ先

InterRisk Asia(Thailand) Co., Ltd.

175 Sathorn City Tower, South Sathorn Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120.

Thailand

TEL: +66-(0)-2679-5276

FAX: +66-(0)-2679-5278

<https://www.interriskthai.co.th/>

当社 HP はこちら↓



MS&AD インターリスク総研株式会社は、MS&AD インシュアランスグループに属する、リスクマネジメントに関する調査研究およびコンサルティングを行う専門会社です。タイ進出企業さま向けのコンサルティング・セミナー等についてのお問い合わせ・お申し込み等はお近くの三井住友海上、あいおいニッセイ同和損保の各社営業担当までお気軽にお寄せ下さい。

お問い合わせ先

MS&AD インターリスク総研（株） 総合管理部 国際業務グループ

TEL.03-5296-8920

<https://www.irric.co.jp/>

本誌は、マスコミ報道など公開されている情報に基づいて作成しております。
また、本誌は、読者の方々に対して企業の CSR 活動等に役立てていただくことを目的としたものであり、事案そのものに対する批評その他を意図しているものではありません。

不許複製 / Copyright MS&AD インターリスク総研株式会社 2023