

リチウムイオン電池に係る危険物施設等の安全対策のあり方について

消防庁危険物保安室

課長補佐 中本 敦也

リチウムイオン電池¹⁾は、携帯電話やパソコン等様々な用途に使用されており、近年では電気自動車や家庭用蓄電池にも使用され、広く国民生活に普及している。

一方、リチウムイオン電池の電解液は、石油類と同様の火災危険性を有する危険物（引火性液体）であり、大量のリチウムイオン電池を貯蔵し、又は取り扱う施設については消防法令の規定により危険物施設として一定の防火安全対策を講ずることとされている。このことについて、平成23年3月6日に行われた行政刷新会議による規制仕分けにおいて、安全性の確保を大原則としつつ、リチウムイオン電池の火災危険性を再検証することが求められたことから、「リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に関する検討会」を開催し、火災事例の分析や実証実験結果を踏まえてリチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方について検討を行ってきた。

以下にその概要を示すこととする。

1 検討体制

「リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に関する検討会」を構成するメンバーは以下のとおりである。

(座長)

小林恭一 東京理科大学総合研究機構火災

科学研究センター教授

(委員)

- | | |
|------|-----------------------------------|
| 朝倉吉隆 | 日本自動車工業会 電池 WG
副主査 |
| 池田秀範 | 大阪市消防局 予防部 規制課長 |
| 大竹晃行 | 東京消防庁 予防部 危険物課長 |
| 小田 佳 | 電池工業会 法規ワーキング副
主査 |
| 越谷成一 | 川崎市消防局 予防部 危険物
課長 |
| 佐藤祐一 | 神奈川大学客員教授 |
| 菅原 浩 | 日本自動車工業会 電池 WG
主査 |
| 辰巳国昭 | 産業技術総合研究所 ユビキタス
エネルギー研究部門主幹研究員 |
| 田中栄一 | 製品評価技術基盤機構製品安全
センター技術業務課主査 |
| 塚目孝裕 | 消防研究センター技術研究部主
幹研究官 |
| 鶴田 俊 | 秋田県立大学システム科学技術
学部 教授 |
| 寺田正幸 | 電池工業会 法規ワーキング主査 |
| 中満和弘 | 電池工業会 次世代蓄電池委員長 |
| 野上光造 | 電池工業会 推薦委員 |

2 リチウムイオン電池の概要

現在、製造されているリチウムイオン電池に

1) 法令用語としては「リチウムイオン蓄電池」となるが、一般的には「リチウムイオン電池」と呼称されているため、理解のしやすさを考慮し、ここでは後者を使用する。

表1 リチウムイオン電池（単電池）の種類と特徴

種類	特徴	電解液量等	エネルギー密度	用途
円筒型	大きさ：直径18mm、長さ65mm 外装：金属缶	液体で封入されている。 電解液量は約2ml程度。	最大で600Wh/ℓ程度	パソコンの バッテリー 等
角型	大きさ：厚み5mm、幅40mm、 高さ50mm程度 外装：金属缶、樹脂製		400Wh/ℓ程度	携帯電話等
	大きさ：長さ17cm、幅4cm、 高さ11cm程度 外装：金属缶	液体で封入されている。 電解液量は約100ml。	200Wh/ℓ程度	電気自動車、 産業用工作 機器等
ラミネート型	大きさは角形とほぼ同じであるが、 外装がラミネートフィルムで作られている。	ゲル状の電解液が封入されている。	400Wh/ℓ程度	携帯機器等
	大きさ：長さ250mm、幅140mm、 高さ9mm程度 外装：ラミネートフィルム	固体の材質に電解液を含浸させた状態で、 電極と積層されている。	170Wh/ℓ程度	電気自動車

は円筒型、角型、ラミネート型がある。表1にこれらのリチウムイオン電池の特徴の一例を示す。また、複数本のリチウムイオン電池（単電池）を電気的に接続したものを組電池という。

リチウムイオン電池の電解液には、ジメチルカーボネート（DMC）、ジエチルカーボネート（DEC）等の引火性有機溶媒が使用され、複数種の有機溶媒を様々な割合で混ぜ合わせた混合液が用いられている。当該混合液は、石油製品等と同様に引火点を持つため、消防法上の危険物（引火性液体）に該当する。一般的には引火点が40℃程度であるため、第二石油類に該当する。

リチウムイオン電池には、火災等により電池の内部圧力が上昇した場合に、電池が破裂・爆発しないよう、内部の圧力を低下させるための圧力低下機構（ガス排出弁）が必ず備わっている。

3 リチウムイオン電池に係る安全対策について

1990年に日本で開発されたリチウムイオン電池は、その後世界中へ普及し、電池としての安全性を確保するため、IEC（国際電気標準会議）やJIS（日本工業規格）、電気用品安全法令においてリチウムイオン電池の安全基準が策定されている。

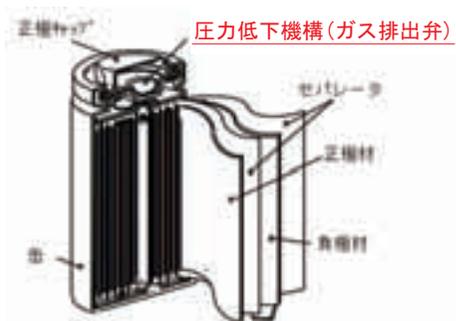


図1 リチウムイオン電池の構造例（円筒型リチウムイオン電池の例）

参考までに、全てのリチウムイオン電池に適用されている国連勧告の基準について表2に示す。

4 リチウムイオン電池の火災事例

リチウムイオン電池については、前述したとおり一定の安全対策は講じられているものの、平成7年を皮切りに最近まで火災事例が見られており、表3に製造又は保管する施設において発生した火災事例を示す。

また、これ以外にもリチウムイオン電池を取り扱う製品においては、平成10年から平成20年の間に80件、平成21年には5件、平成22年には4件の火災事例が報告されている。

表2 国連勧告で規定されている基準

試験項目	試験条件	判定基準
T1：高度シミュレーション試験	20±5℃、気圧11.6kPa以下の減圧雰囲気になくとも6時間保存する。	質量の減少、漏液、弁作動、破裂、破断及び発火がなく完全放電電池を除き、开路電圧が試験直前の90%以上
T2：温度試験	75±2℃に6時間、-40±2℃に6時間保存を最低10回繰り返す。	
T3：振動試験	振動数7Hz→200Hz→7Hzを15分間で掃引する。3方向それぞれ12回実施する。	
T4：衝撃試験	ピーク加速度150gn、パルス持続時間6ミリ秒の正弦半波(half-sine)衝撃を合計18回実施する。	
T5：外部短絡試験	55±2℃で外部抵抗の合計が0.1Ω未満の短絡状態とする。	外部温度が170℃を超えず、試験後6時間以内に破裂、破断及び発火がない。
T6：衝突試験	単電池中央に直径15.8mmの棒を横たえ9.1kgの重りを61±2.5cmの高さから落下させる。	外部温度が170℃を超えず、試験後6時間以内に破裂、及び発火がない。
T7：過充電試験	推奨充電電圧が18V以下の場合、最大充電電圧の2倍、又は22Vのどちらか低い方の電圧をかける。 推奨充電電圧が18Vを上回る場合、最大充電電圧の1.2倍の電圧をかける。	試験後、7日間に破裂、発火がない。
T8：強制放電試験	単電池を12V、製造者が定めた最大放電電流で、室温で強制放電する。	試験後、7日間に破裂、発火がない。

表3 リチウムイオン電池を製造又は保管する施設での火災事例

発生年	発生場所	事故の概要
H7	福島県郡山市	約7千㎡を焼損。負傷者2名。鎮火まで約7時間。リチウムイオン電池約300万本を焼損。
H9	大阪府守口市	約1.7千㎡を焼損。負傷者2名。鎮火まで約8時間。リチウムイオン電池約122万本を焼損。
H12	京都府大山崎町	蒸気式恒温槽及びリチウムイオン電池12,300本焼損。
H18	大阪府守口市	充放電設備及びリチウムイオン電池約400本焼損。
H19	大阪府守口市	約2.4千㎡を焼損。鎮火まで約17時間。リチウムイオン電池約50万本を焼損。
H20	大阪府守口市	充放電設備及びリチウムイオン電池約300本焼損。

5 リチウムイオン電池に係る実証実験

これまで述べたようにリチウムイオン電池については、一定の安全対策が講じられ出火危険性は低減しているものの実際に火災事例が散見されている。しかし、一方で電力需要の平準化等の観点から、リチウムイオン電池を用いた蓄電池設備を建築物の地階や屋上（特に既設の自家発電設備の近傍など）に設置したいという要望があることから、リチウムイオン電池自体が火災時にどのような燃焼性状を有するのか封口

前の状態と比較するとともに、建築物の地階等に設置する場合や流通段階において貯蔵する場合の安全対策のあり方について実証実験により検証することとした。

(1) 封口前後の火災危険性の評価について

図2及び3のように封口前後のリチウムイオン電池を直接火炎にさらし、火災時における燃焼性状について検証した。なお、封口後のリチウムイオン電池には、貯蔵時の最大の充電率が50%であり、蓄電池設備として使用する場合は

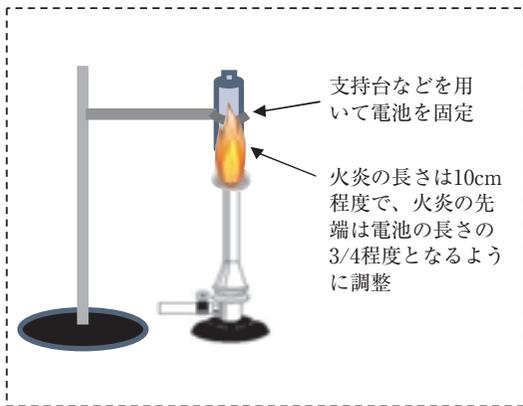


図2 リチウムイオン電池（封口後）

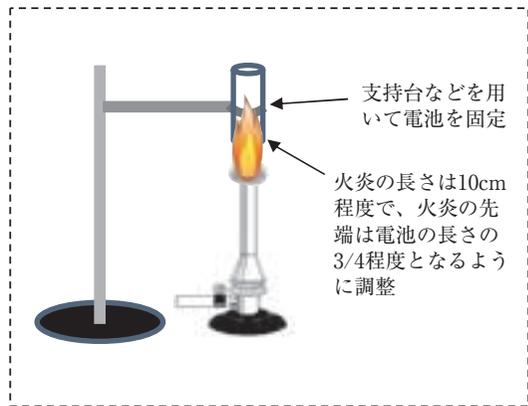


図3 リチウムイオン電池（封口前）



加熱開始

6秒後

7秒後

18秒後



26秒後

図4 封口前の実験結果

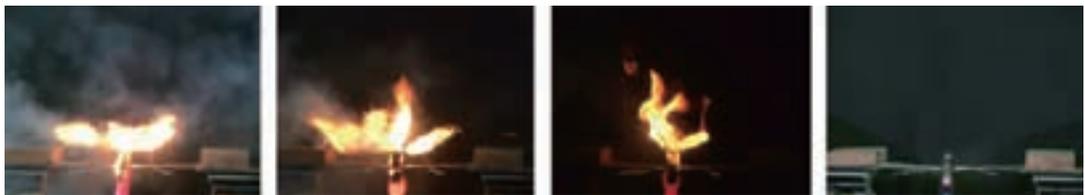


加熱開始

23秒後

25秒後

26秒後



27秒後

28秒後

30秒後

53秒後

図5 封口後（充電率50%）の実験結果



図6 封口後（充電率100%）の実験結果

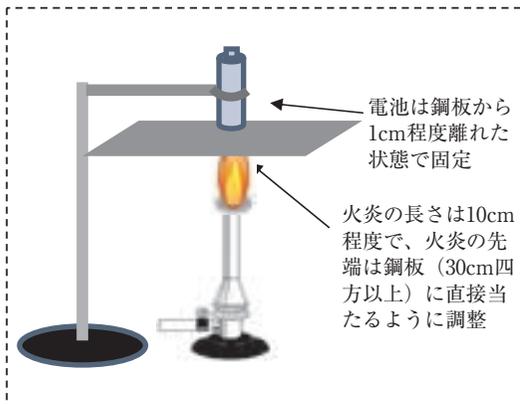


図7 安全対策の効果の確認



図8 1.6mmの鋼板による遮炎効果
着火してから20分間加熱するが、
電池に変化は見られず。
（表面温度：17.8℃→43.1℃）

充電率が100%になることから、充電率50%のものと100%のもの2種類を用いている。

実験は3回ずつ実施しているが、それぞれ最初に実施した結果を掲載することとする。

リチウムイオン電池自体の発火危険性は大幅に低減しているものの、何らかの理由で火災に巻き込まれる可能性があることから、封口前、封口後（充電率50%及び100%）のリチウムイオン電池を火炎に直接さらして燃焼性状を確認したところ、上述の実験結果に示したように封口後の方が封口前に比べて燃焼性状が緩慢になるということは認められなかった。

(2) リチウムイオン電池に対する安全対策の評価

図7に示すように火炎とリチウムイオン電池の間に一定の厚さ（1.6mm以上）の鋼板を挿入することによって、リチウムイオン電池の燃焼性状がどのように変化するか検証した。充電率50%と100%のリチウムイオン電池を用いて、20分間加熱した。

実験はそれぞれ3回ずつ実施しているが、いずれの場合も延焼はしなかったため、最初に実施した充電率100%のケースを図8に示す。

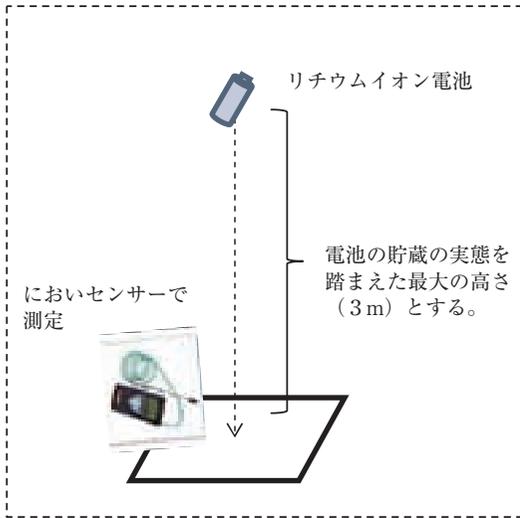


図9 落下実験

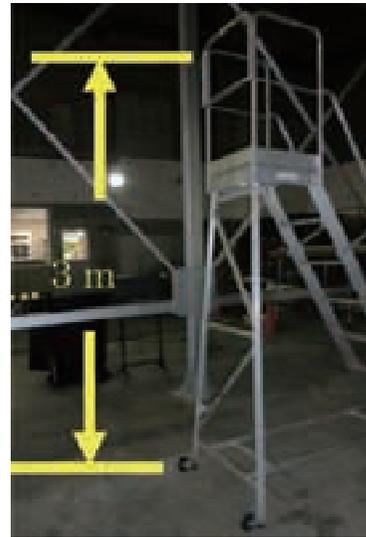


図10 試料を落下させる台

厚さ1.6mmの銅板を火炎と電池の間に挿入することによって、20分間はリチウムイオン電池に延焼しないことが確認された。

(3) 貯蔵時の安全性の評価

リチウムイオン電池を倉庫に貯蔵する場合に、架台等に置かれたリチウムイオン電池が地震等により落下する可能性がある。リチウムイオン電池の落下時等の漏えい危険性、可燃性蒸気の滞留危険性について図9に示すような実験により検証した。実験には充電率50%のものをを用いた。

実験は3回実施しているが、いずれの場合も同様の結果が得られている。

今回の落下実験では防爆構造等を必要とするほどの漏液や可燃性ガスの漏出は認められないことが確認された。



図11 漏えい確認に使用したにおいセンサー

6 リチウムイオン電池に係る危険物施設等の安全対策のあり方

リチウムイオン電池については、電気用品安全法、IMDGコード等により出火危険性が低減されていること、及び実証実験により一定の知見が得られたことを踏まえ、その貯蔵・取扱い

に係る安全対策を以下のとおり取りまとめた。

(1) 貯蔵・取扱いに共通する事項

リチウムイオン電池がIMDGコードで準用している国連勧告(UN3480)38.3項、T4に定める衝撃試験(電気用品安全法の対象とならないリチウムイオン電池に限る。)又は電気用品安全法に規定されている圧壊試験により、外部から加わる荷重に対し安全性が確保されてお

り、かつ、高さ3 mからの落下試験において電池内部から漏液や可燃性蒸気が確認されない場合にあっては、以下のとおり取り扱うこととする。

液体の危険物を貯蔵し、又は取り扱う危険物施設又は少量危険物施設において求められる以下の要件を不要とする。

- ・可燃性蒸気が滞留するおそれのあるところでは、電気設備等を防爆構造とすること。
- ・床を危険物が浸透しない構造とすること。
- ・床に適当な傾斜をつけ、かつ、漏れた危険物を一時的に貯留する設備（ためます）を設けること。

なお、今回の実験では単電池タイプ18650が上述の性能を有していることを確認したが、これ以外の電池についても同様の性能を有していることが確認できれば同様に取り扱うことができるものである。

(2) 取扱い（蓄電池設備として使用）に係る事項

ア 蓄電池設備の電解液の総量が指定数量以上となる場合

封口前と封口後のリチウムイオン電池の燃焼性状を踏まえ、蓄電池設備が電解液量のみで指定数量以上となる場合は、危険物施設（一般取扱所）で取り扱うことが必要である。具体的には、耐火構造（厚さ70mm以上の鉄筋コンクリート造等）で区画するなど、一般取扱所として技術基準を定めている自家発電設備と同等の安全対策を講ずれば、建築物の地階等に設置可能とする。

イ 蓄電池設備の電解液量の総量が指定数量未満で、近接する自家発電設備も指定数量未満となる場合

リチウムイオン電池に対する安全対策の評価に係る実験の結果、蓄電池設備の性質・構

造等を踏まえ、出入口以外の開口部を有しない厚さ1.6mm以上の鋼板又はこれと同等の性能を有する材料で造られたコンテナに指定数量未満の電池を収納する場合にあっては、自家発電設備と合算せずそれぞれを少量危険物施設として扱うことが適当である。また、電解液量の総量が指定数量未満である場合は、複数のコンテナを設置することができるものとする。いずれの場合も自家発電設備との離隔距離は不要とする。

なお、コンテナには出入口以外の開口部を設けることは原則として認められないが、機能上開口部を設ける必要があり、蓄電池設備内部及び外部からの延焼を確実に防止するとともに、外部からの可燃性蒸気の流入を確実に防止することができる防火措置を講じた必要最小限の開口部を設ける場合に限り認められるものとする。

(3) 貯蔵に係る事項

リチウムイオン電池に対する安全対策の評価に係る実験の結果、貯蔵時の実態等を踏まえ、倉庫で貯蔵する場合であって、出入口以外の開口部を有しない厚さ1.6mm以上の鋼板又はこれと同等の性能を有する材料で造られたコンテナに指定数量未満の電池を収納する場合にあっては、コンテナ同士を合算せずそれぞれを少量危険物施設として扱うこととする。また、コンテナ同士の離隔距離は不要とする。

7 まとめ

前述の結論を踏まえ、火災予防条例（例）に係る部分についての運用等に関して既に通知したところである。なお、前述のうち(2)アに係る部分については今後速やかに政省令の改正を行っていく予定である。