

蓄電池設備の火災危険に関する検証について

令和4年7月 予防課

新たに実施する蓄電池の燃焼実験（案）と 消防庁において過去に実施した蓄電池に関する実験の紹介

■新たに実施する蓄電池の燃焼実験（案）について

新たに実施する蓄電池の燃焼実験の方針（案）

- 家庭用・小規模事業所用の蓄電池設備として一般的に普及している「リチウムイオン（Li-イオン）電池」、「制御弁式（密閉型）鉛蓄電池」、「ニッケル水素（NiMH）電池」を対象として、火災安全性の検証を行うことを目的として実施する。
- 対象とする蓄電池はJIS C 4412の適合品又は同等品とする。
- 過去の実験（下記）方法・結果も踏まえつつ、燃焼実験を行う蓄電池の種類・方法等の詳細については、蓄電池の製造者等の関係者と調整する。

非水溶系電解液電池

<制御弁式（密閉型）鉛蓄電池>



<ニッケル水素（NiMH）電池>



非水溶系電解液電池

<リチウムイオン（Li-イオン）電池>



消防庁において過去に実施した蓄電池に関する実験

●平成26年度 対象火気設備等技術基準検討部会【参考1】

電池の化学種別	電池種別	安全対策
水溶系電解液電池	制御弁式（密閉型）鉛蓄電池	なし

●平成27年度 蓄電池設備技術基準検討部会【参考2】

電池の化学種別	電池種別	安全対策
水溶系電解液電池	ニッケル水素（NiMH）電池	なし

【参考1】平成26年度 対象火気設備等技術基準検討部会

実験方法

※当時は蓄電池に関するJIS等の規格がなかったため、危険側の条件とし、安全装置などは作動しない設定で実験を行ったものである。

- キュービクル内に鉛蓄電池45セルを設置し、このうち3セル（下段左側手前）を8 mmの電線で接続し、当該電線に200 A～600 A程度の電流を鉛蓄電池から流して発火させ、電池カバーに着火させた。
- 端子接続部を緩め人為的にスパークを発生させ発火させる予定であったが、予備実験において、スパークを安定、継続的に発生させ蓄電池を発火させることが困難であったため、ケーブルの被覆が経年劣化して導線が露出した状態となり、金属に触れて短絡による大電流が流れる等、何らかの原因により大電流がケーブルに流れて発火する想定とした。

実験結果

- キュービクル外壁面及び発火電線周辺電池の温度測定結果は下表のとおりであった。

	右側面	上面	背面	底面	左側面	発火周辺
最高温度	567℃	436℃	564℃	294℃	607℃	927℃

考 察

- 実験の結果から、何らかの原因で大電流が流れると発火の危険があること、また、隣接する蓄電池に延焼拡大することが確認された。
- また、キュービクル外壁面の温度は、約600℃となったため、木材、紙等の可燃物がキュービクルに近接していた場合、発火するおそれもあること、キュービクル開口部（換気口）から炎が吹き上がったため、周囲の可燃物が延焼するおそれもあることが確認された。

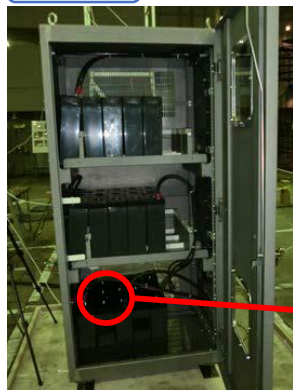
鉛蓄電池(18kWh相当)
(制御弁型200Ah×45セル)

電池ケース	ABS樹脂
電池カバー	ポリプロピレン

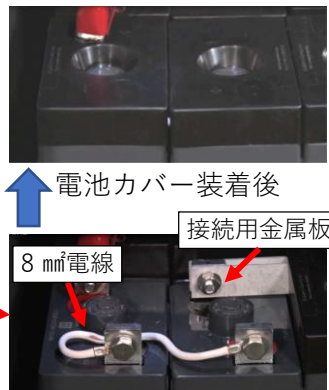
実験用キュービクル

幅	900mm
高さ	2000mm
奥行	800mm
板厚(正面)	1.6mm
板厚(その他)	1.0mm

設定状況



実験用蓄電池設備



セル接続状況

燃焼実験状況



蓄電池燃焼状況



蓄電池燃焼後

【参考1】平成26年度 対象火気設備等技術基準検討部会

予備実験

※当時は蓄電池に関するJIS等の規格がなかったため、危険側の条件とし、安全装置などは作動しない設定で実験を行ったものである。

① スパークによる発火

【実験方法】

- ・ スパークを発生させるため、端子接続部を緩めた状態で電気を流した。

【実験結果】

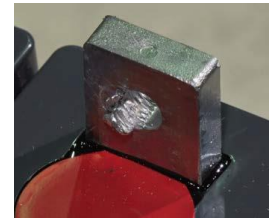
- ・ 端子の一部が溶融したが、発火に至らなかった。



端子接続部



端子を緩めた状態



実験後

② 大電流による発火

【実験方法】

- ・ 鉛蓄電池相互の接続を金属板から8mmの電線の一部変更し、鉛蓄電池から大電流（600 A）を流した。

【実験結果】

- ・ 鉛蓄電池から流した電流（600 A）により、電線が発火した。



8 mmの電線による接続



電線発火状況

③ 充電状態の違いによる燃焼状況

【実験方法】

- ・ 充電状態の鉛蓄電池（200Ah×3セル）と放電後の鉛蓄電池（200Ah×3セル）を並べ、それぞれの端部にライターで着火させた。

【実験結果】

- ・ 鉛蓄電池は、充電状態電池と放電状態電池で燃焼状況に大差はなかった。
- ・ これは、鉛蓄電池は充電状態による、内部の極板・電解液における活性度にはほとんど差がないためと考えられる。



充電状態電池



放電状態電池

【参考2】平成27年度 蓄電池設備技術基準検討部会

※当時は蓄電池に関するJIS等の規格がなかったため、危険側の条件とし、安全装置などは作動しない設定で実験を行ったものである。

実験方法

※3C：約20分で蓄電池を満充電できる電流量

記録がないため推定となるが、1モジュール133.2Ahのため、3C相当として約400Aの電流を流したと思われる。

- 過去の火災事例では、アルカリ蓄電池に過多の電流が流れたことが原因で火災に至っているケースが確認されているため、危険側と考えられる過充電によって発火させる想定とした。実験では、急速充電の条件（最大充電電流3C相当※）で、蓄電池を満充電の状態からさらに充電し、発火に至るまで充電を継続した。

（ニッケル・水素蓄電池設備の充電システムは、ブロック（数モジュール単位）ごとに順次充電するように構成されているため、最小ブロック単位を想定し、最下段右側に配置した8モジュール（2列）を充電した）

実験結果

- キュービクル外壁面及び発火電線周辺電池の温度測定結果は下表のとおりであった。

	正面	右側面	上面	背面	左側面	発火周辺
最高温度	301.1℃	491.4℃	126.1℃	179.4℃	76.1℃	876.2℃

考 察

- 検証実験では、過多の電流が流れた場合に蓄電池設備から発火することが確認された。
- 発火から約11分後にキュービクル右外側面の温度が400℃まで上昇し、約13分後にキュービクル内側面と電池モジュールを支えている金属板の隙間から上段に火炎が到達することが確認された。

ニッケル水素電池(18kWh相当)
(1モジュール：3.7Ah×36セル)
(120モジュール)

端子カバー	ポリプロピレン
その他部品	既製品
過充電保護装置	撤去

実験用キュービクル

幅	700mm
高さ	1700mm
奥行	650mm
板厚(正面)	1.6mm
板厚(その他)	1.0mm

設定状況

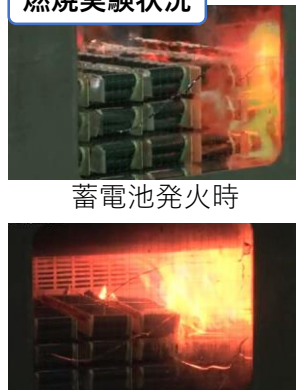


実験用蓄電池設備



蓄電池配置状況

燃焼実験状況



蓄電池発火時



隣接蓄電池への延焼状況



キュービクル最高温度到達時



燃焼実験後

【参考2】平成27年度 蓄電池設備技術基準検討部会

予備実験

※当時は蓄電池に関するJIS等の規格がなかったため、危険側の条件とし、安全装置などは作動しない設定で実験を行ったものである。

① 過充電及び過放電による火災危険性の検証

【実験方法（過充電）】

- 急速充電の条件で、未充電の蓄電池1モジュール（0.16kWh）に充電を続けた。

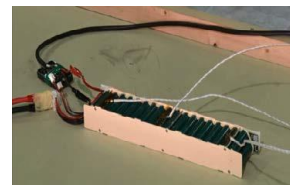
【実験方法（過放電）】

- 急速放電の条件で、満充電の蓄電池1モジュール（0.16kWh）から放電を続けた。

【実験結果】

- ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池ともに、蓄電池表面の温度上昇が確認されたが、過放電・過充電により発火には至らなかった。
- いずれの蓄電池も過充電でより高温となり、ニッケル・カドミウム蓄電池と比べニッケル・水素蓄電池の方がより高温となった。
- また、過充電時のニッケル・水素蓄電池で、端子カバーの溶融など外観に最も大きな変化が確認された。

過充電（ニッケル・水素蓄電池の様子）



設定状況

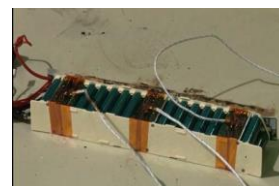


端子カバーが溶融

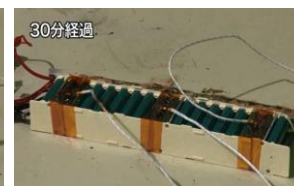


実験後

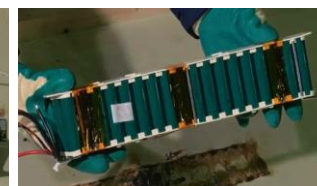
過放電（ニッケル・水素蓄電池の様子）



設定状況



最高温度到達時



実験後

電池種別	過充電最高温度	過放電最高温度
ニッケル・水素蓄電池	153.7℃	68.2℃
ニッケル・カドミウム蓄電池	96.9℃	55.2℃

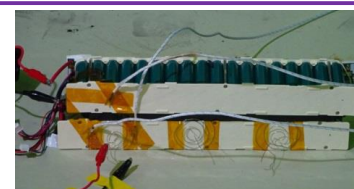
② ニクロム線による燃焼状況等の検証

【実験方法】

- 端子カバーにニクロム線を貼り付け、電流を流して赤熱させた。

【実験結果】

- ニッケル・水素蓄電池及びニッケル・カドミウム蓄電池ともに、端子カバーに着火し、継続的に燃焼しており、燃焼性状に差は認められなかった。
- なお、ニッケル・水素蓄電池は、蓄電池の温度上昇に伴い排出弁が作動し、電池内部のガスが放出される際の風圧で自己消火に至った。



設定状況



端子カバーに着火



排出弁作動（風圧で消火）



実験後（排出弁の破損状況）

ニッケル・水素蓄電池における実験の様子

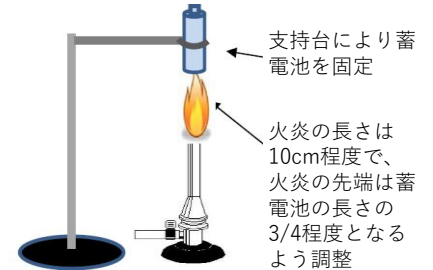
■バーナーの火炎により電池を直接加熱した場合の燃焼性状について

- 自家発電設備の付近や倉庫に置かれる電池が火災に巻き込まれ、直接火炎にさらされた場合にどのような燃焼性状を有しているのか確認する。電池を自家発電設備の付近に設置した場合及び倉庫に収納した場合の火災危険性を評価するために、電池 18650（電解液が 2cc 程度収納されている）の満充電の状態（100%充電）のものと市場で流通している充電状態（50%充電）のものを用いる。

※ 本実験で用いたリチウムイオン蓄電池の詳細な仕様は確認中。

【実験方法】

- 一般的なガスバーナーを用い、その炎で実験に用いるリチウムイオン電池の本体を加熱する。【右図】

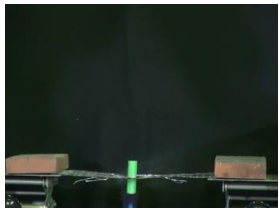


実験結果

① 充電率50%の蓄電池

- 3回実験を実施。加熱開始から着火し、噴出音、炎、火花を伴って一定時間継続燃焼後、炎のみの燃焼に遷移し、消炎した。

	加熱～着火まで	加熱～火花が消えるまで	加熱～消炎まで	燃焼時の最大の炎大きさ
平均	21.3秒	28.7秒	51.3秒	左右38cm程度



加熱開始



23秒後



26秒後



28秒後



30秒後

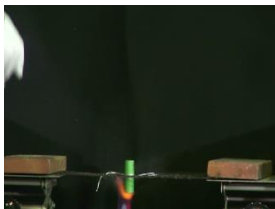


53秒後

② 充電率100%の蓄電池

- 3回実験を実施。加熱開始から着火し、噴出音、炎、火花を伴って一定時間継続燃焼後、炎のみの燃焼に遷移し、消炎した。

	加熱～着火まで	加熱～火花が消えるまで	加熱～消炎まで	燃焼時の最大の炎大きさ
平均	14秒	17.3秒	27.7秒	1m程度



加熱開始



23秒後



26秒後



28秒後



30秒後



53秒後

今後のスケジュールについて

■ 今後のスケジュール（案）

第1回検討部会（Web開催） 令和4年7月

委員意見の集計・検討作業

燃焼実験等の実施

第2回検討部会（9～10月メド）

- ・ 燃焼実験等の結果について
- ・ 蓄電池設備の特徴に応じた規制の検討

第3回検討部会（11～12月メド）

- ・ 検討部会報告書案について
- ・ 対象火気省令改正案について

アウトプット（令和5年1～3月）

- ・ 検討部会報告書の公表
- ・ 対象火気省令の改正作業