

蓄電池設備の火災危険に関する 検証結果について

令和5年1月 予防課

■ JISに適合する蓄電池の安全性の検証実験について

検証の目的

消防法では、

- ・ 火を使用する設備（こんろ・ストーブ等）
- ・ 使用時に火災のおそれのある設備（**蓄電池設備**等）

について、防火上有効な措置を講じなければならないとされている。



法令の趣旨に基づき、

- ・ 蓄電池システムからの出火危険性の有無
- ・ 危険性に応じた安全措置の方法

について実験・検証を行い明らかにすることを目的とする。

※消防法第9条は設備自体からの出火危険に対して安全措置を定めた規定であり、周辺の火災からの延焼に対する安全確保を求める規定ではない。

検証対象の蓄電池

- リチウムイオン（Li-イオン）電池



- ニッケル水素（NiMH）電池



蓄電池の安全性の確認事項について

消防法令の技術基準と同等の安全性を担保する方法として、JIS等の標準規格への適合を認めることの検討のため、現在、住宅用の定置用蓄電池として一般的な蓄電池について、過去の蓄電池設備における火災の原因分析等を踏まえ、以下の3項目について、JIS規格（JIS C 8715-2又はJIS C 63115-2）に定められた方法による安全性の検証を行う。

- 1 蓄電池システム又は単電池として、電圧を制御し、過充電時であっても、火災が発生しないこと
- 2 単電池として、正極端子と負極端子との短絡によって火災が発生しないこと
- 3 蓄電池システムとして、内部短絡発生時に、外部に類焼しないこと

■ 蓄電池設備の火災危険に関する検証について

検証概要

リチウムイオン (LIB)

- 検証に使用した蓄電池
 - ・ 電池セル (角形セル)



電池セル

- ・ 蓄電池システム 1 台 (5.4kWh)



エリーパワー(株)
PWER iE5 Link
ESP-30S



内部イメージ

- 実施時期

令和 4 年 1 1 月

- 検証場所

独立行政法人 製品評価技術基盤機構 (NITE)
及びメーカーの試験施設

ニッケル水素 (Ni-MH)

- 検証に使用した蓄電池
 - ・ 電池セル (円筒形セル)



電池セル

- ・ 蓄電池システム 1 台 (1.1kWh)



FDK(株)
BBUS-122024-02



内部イメージ

- 実施時期

令和 4 年 1 2 月

- 検証場所

メーカーの試験施設

■ 蓄電池設備の火災危険に関する検証について

試験方法等

試験項目	検証内容	電池種類	試験方法の参考としたJIS
試験① 過充電電圧 制御試験	蓄電池システム又は単電池として、電圧を制御し、過充電時であっても、火災が発生しないこと	LIB	JIS C 8715-2 8.2.2 過充電電圧制御（電池システム）
		Ni-MH	JIS C 63115-2 6.5.7 過充電試験（単電池）
試験② 外部短絡試験	単電池として、正極端子と負極端子との短絡によって火災が発生しないこと	LIB	JIS C 8715-2 7.2.1 外部短絡試験（単電池）
		Ni-MH	JIS C 63115-2 6.5.1 外部短絡試験（単電池）
試験③ 類焼試験	蓄電池システムとして、内部短絡発生時に、外部に類焼しないこと	LIB	JIS C 8715-2 7.3.3 類焼試験（電池システム）
		Ni-MH	

■ (参考) JISに定められている試験方法の詳細

試験項目	電池種類	JISに定められている試験方法の詳細	
過充電電圧制御試験	LIB	JIS C 8715-2 8.2.2 過充電電圧制御（電池システム）	試験は、周囲温度$25\pm 5^{\circ}\text{C}$で冷却システム（ある場合）が作動している通常の動作条件（電池システムをBMSによって制御し、主開閉器を閉にした状態）下で実施する。各試験の電池システムは0.2 I t Aの定電流で、単電池の製造業者が指定する放電終止電圧まで放電する。推奨充電器の最大電流で、各単電池に対して設定電圧が上限充電電圧までを10%超える充電電圧に設定して、電池システムの充電を開始する。元の充電器で充電することが困難な場合は、別の充電器で上限充電電圧10%超える充電電圧を印加してもよい。また、電池システム全体を使用することが困難な場合には、電池システム内の単電池などのシステムの一部だけに、上限充電電圧を10%超える充電電圧を印加してもよい。 試験は、BMSが充電を停止するまで実施する。充電が停止してから1時間は、データの収集及び監視を実施する。電池システムの全ての機能は、試験中、設計の意図どおりに動作させなければならない。
	Ni-MH	JIS C 63115-2 6.5.7 過充電試験（単電池）	試験は、周囲温度$20\pm 5^{\circ}\text{C}$で実施する。単電池または電池システムは、0.2 I t Aの定電流で単電池当たり1.0 Vまで放電する。単電池又は電池システムは、製造業者によって指定された充電方法にて、充電量が250%（定格容量の250%）に到達するまで充電を行う。 充電終了後も単電池表面の温度が定常状態（30分間で10°C未満の温度変化）に達するか、又は周囲温度になるまで試験を継続しなければならない。
外部短絡試験	LIB	JIS C 8715-2 7.2.1 外部短絡試験（単電池）	満充電にした単電池を、周囲温度$25\pm 5^{\circ}\text{C}$で放置する。正極端子及び負極端子を、総計$30\text{ m}\Omega\pm 10\text{ m}\Omega$の外部抵抗に接続して短絡させる。 単電池又は電池ブロックは、6時間、又は単電池の表面温度が最大温度上昇幅の80%に低下するまで、放置する。
	Ni-MH	JIS C 63115-2 6.5.1 外部短絡試験（単電池）	満充電にした単電池を$20\pm 5^{\circ}\text{C}$中に放置し、周囲温度に達するまで安定させる。正極端子及び負極端子を総計$80\text{ m}\Omega\pm 20\text{ m}\Omega$の外部抵抗に接続する、又は1単電池当たり$0.2\text{ m}\Omega$の抵抗で算出した外部抵抗（直列接続した単電池の場合は、単電池数を乗じる。）に接続することによって、単電池を短絡させる。製造業者は、この試験における外部抵抗値を明確に指定しなければならない。単電池は、24時間を経過するか、電池容器の温度が最高温度から最大温度上昇幅（最高温度と周囲温度との差）の20%低下になるか、又はそのいずれかになるまで放置する。 ただし、短絡電流が急速に減少する場合には、電圧が低安定状態に達した後、単電池を更に1時間放置することが望ましい。電流の低安定状態とは、単電池電圧（直列の単電池の場合）が0.8 V未満かつ30分間の減少が0.1 V未満とする。
類焼試験	Ni-MH	JIS C 8715-2 7.3.3 類焼試験（電池システム）	電池システムを満充電し、周囲温度$25\pm 5^{\circ}\text{C}$で単電池の温度が安定するまで放置する。電池システムの単電池の一つを、例えば、抵抗加熱器又は外部熱源を使った熱伝導ヒーターによって、熱暴走の状態になるまで加熱する。単電池が熱暴走した後、ヒーターを切り、電池システムを1時間観察する。 熱暴走させる方法は、上記以外に、加熱による方法（バーナー、レーザー、誘導加熱法）、過充電による方法、単電池のくぎ刺しによる方法及びこれらを組み合わせた方法も認める。

■ 蓄電池設備の火災危険に関する検証試験のイメージ

試験① 過充電電圧制御試験

リチウムイオン (LIB)

ニッケル水素 (Ni-MH)

イメージ

電圧・電流記録

温度記録

蓄電池システム

温度センサー

温度センサー

温度センサー

単電池

単電池

単電池

試験② 外部短絡試験

リチウムイオン (LIB)

ニッケル水素 (Ni-MH)

イメージ

抵抗器

電圧・電流
記録

温度記録

単電池

温度センサー

試験③ 類焼試験

リチウムイオン (LIB) ※バーナーによる熱暴走

エリーパワー(株)
POWER iE5 Link
ESP-30S

イメージ

温度記録

電圧・電流記録

温度センサー

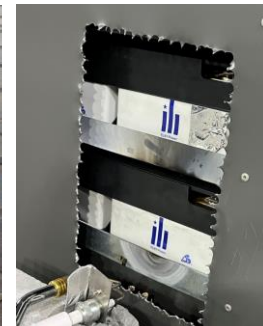
温度センサー

単電池

単電池

単電池

ガスバーナー



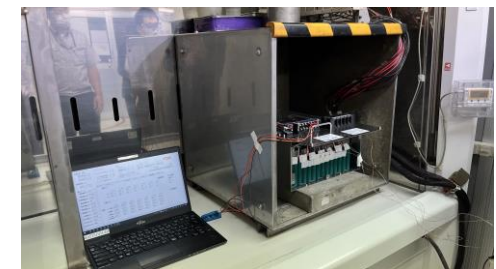
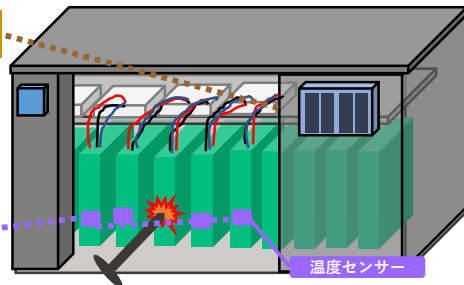
ニッケル水素 (Ni-MH) ※くぎ刺しによる熱暴走

電圧・電流記録

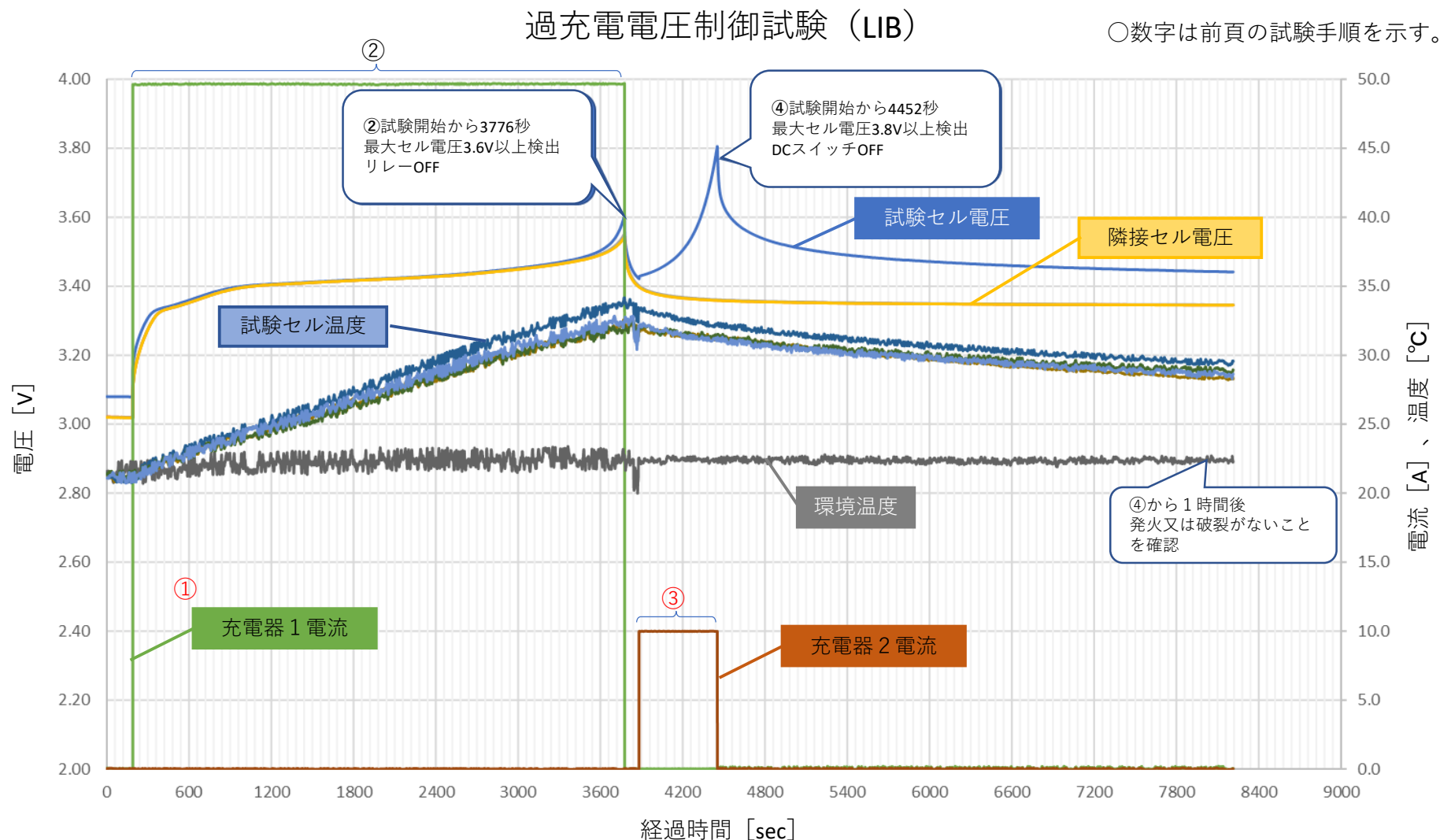
イメージ

温度記録

FDK(株)
BBUS-122024-02



■ 試験① 過充電電圧制御試験：リチウムイオン蓄電池（検証結果）



■ 試験結果

※温度グラフの波形が、充電器1の充電中と充電器2の充電中で異なるが、温度測定装置が充電器1の近くに設置されていたため、充電器のノイズによる影響を受けているもの。

- ・セルの電圧が上限充電電圧（4.3V）を超えず過充電状態とならないことを確認した。
- ・システムが正常に機能し、充電終了となることを確認した。
- ・この結果、発火又は破裂がないことを確認した。

■ 試験① 過充電電圧制御試験：ニッケル水素蓄電池（検証結果）

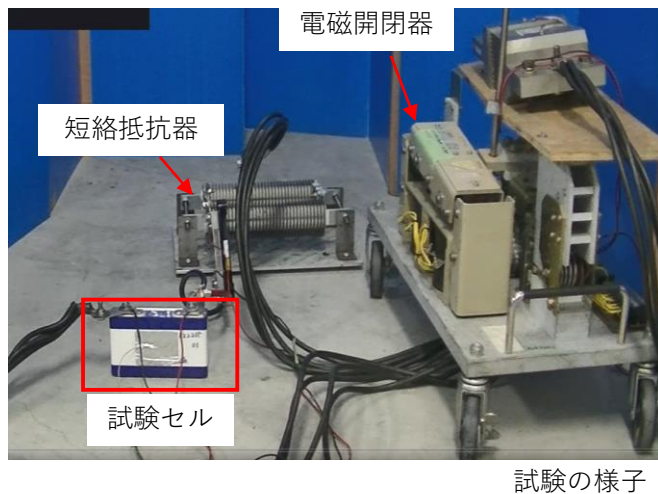
試験中のため第3回検討部会で報告

■ 試験② 外部短絡試験：リチウムイオン蓄電池（検証結果）

■ 外部短絡試験

◎試験手順（JISに定められた試験手順により実施）

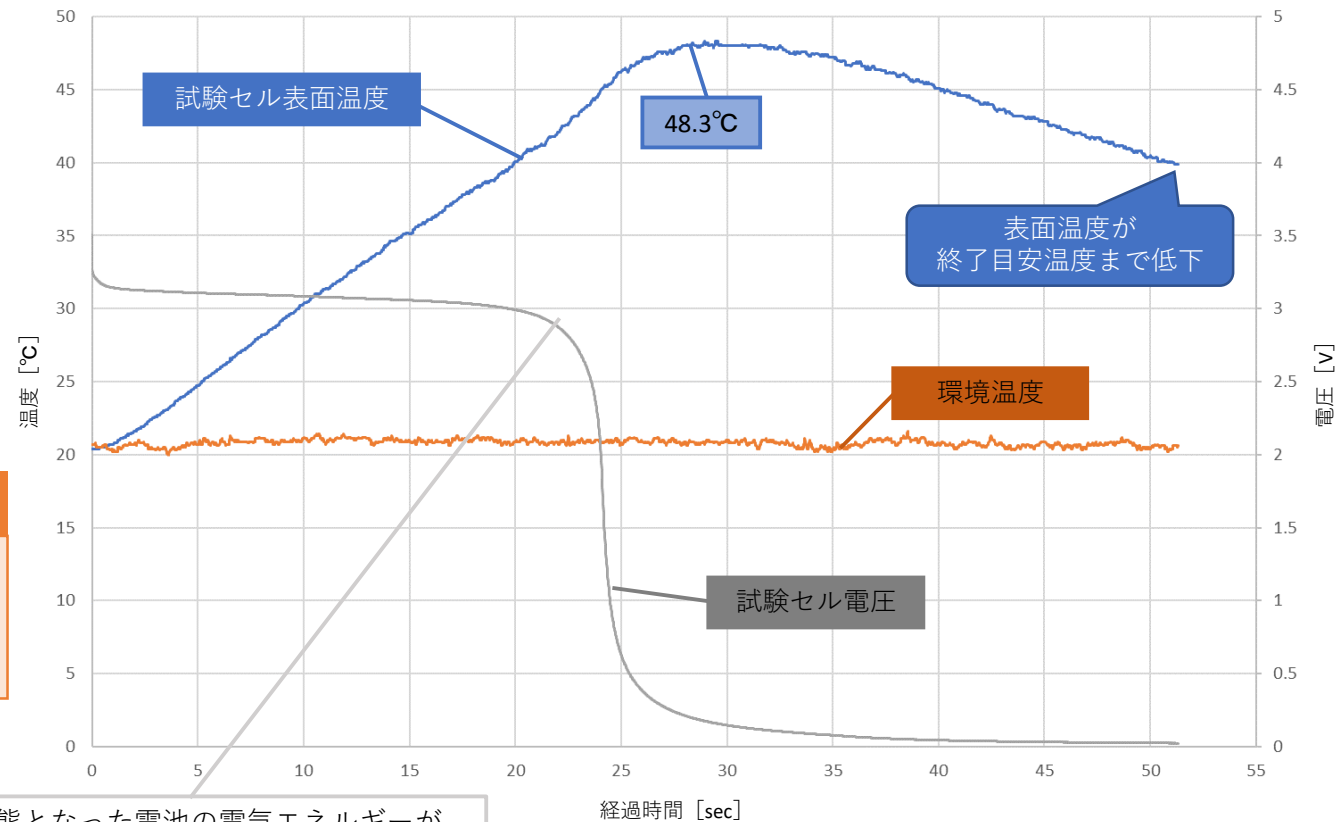
- (1) 単セルの正極端子と負極端子との間に電磁開閉器（MCCB）及び短絡抵抗器（抵抗値は24.6mΩ）を接続し、短絡。
- (2) 単セルが試験終了の目安温度（最大セル表面温度から上昇温度幅の80％）に低下するまで経過観察。



■ 試験結果

- ・試験セルの表面温度は48.3度までしか上昇せず、発火又は破裂しないことを確認した。

外部短絡試験（LIB）



短絡により、熱暴走状態となった電池の電気エネルギーが発熱反応により熱エネルギーに変換されたことで、電気エネルギーが消費され電圧が低下している。

■ 試験② 外部短絡試験：ニッケル水素蓄電池（検証結果）

■ 外部短絡試験

◎試験手順（JISに定められた試験手順により実施）

- (1) 単セルの正極端子と負極端子との間に電磁開閉器及び短絡抵抗器（抵抗値は80mΩ）を接続し、短絡。
- (2) 単セルが試験終了の目安温度（電池容器の温度が最高温度から最大温度上昇幅（最高温度と周囲温度との差）の20%低下）に低下するまで経過観察。

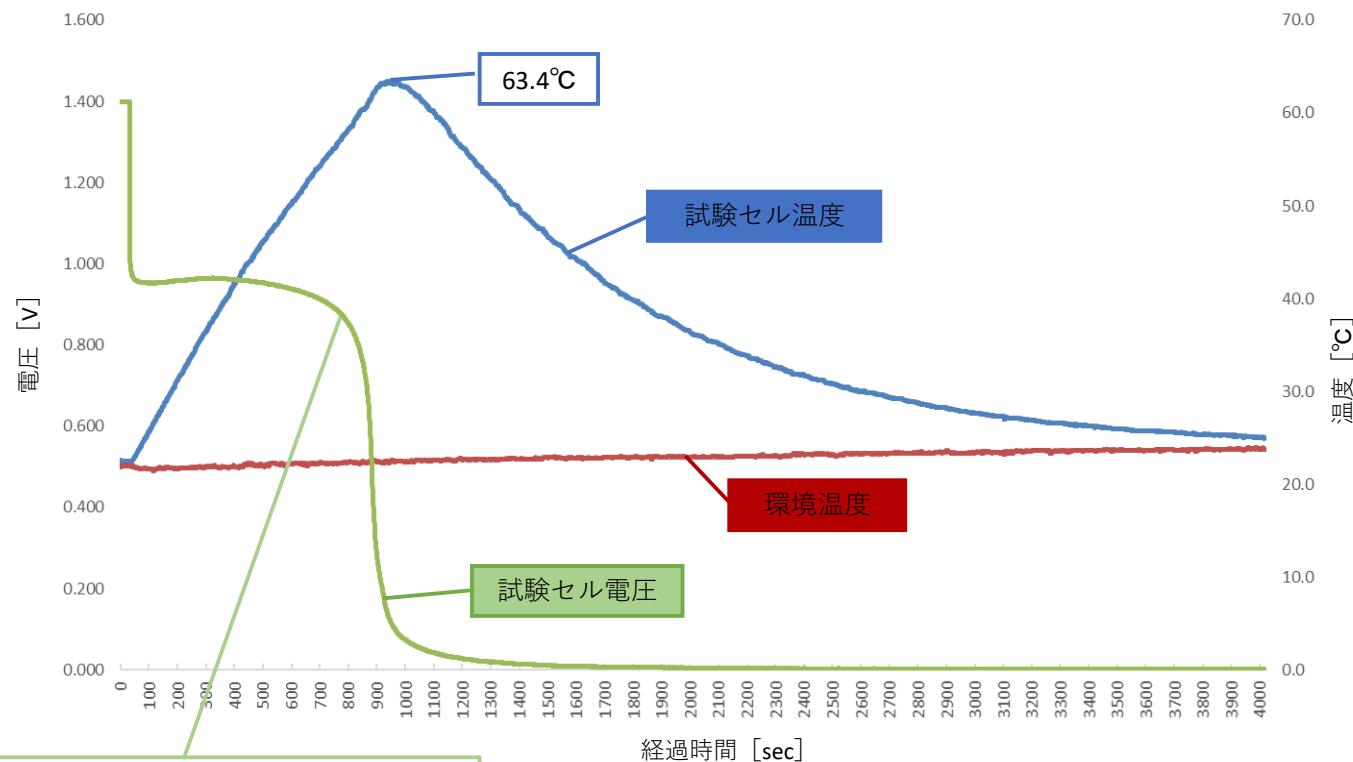


試験の様子

■ 試験結果

・試験セルの表面温度は63.4度までしか上昇せず、発火又は破裂がないことを確認した。

外部短絡試験（Ni-MH）



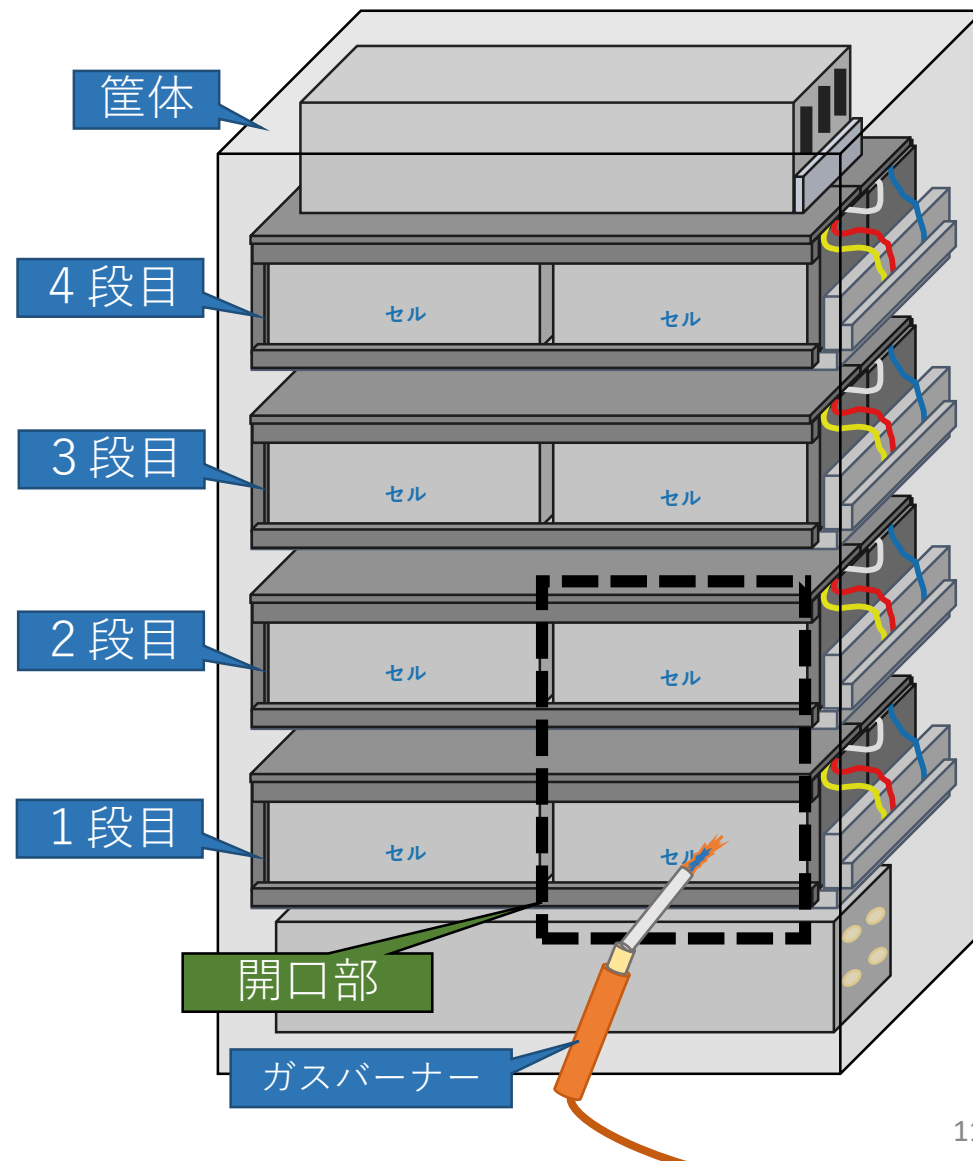
短絡により、熱暴走状態となった電池の電気エネルギーが発熱反応により熱エネルギーに変換されたことで、電気エネルギーが消費され電圧が低下している。

■ 試験③ 類焼試験：リチウムイオン蓄電池（検証の様子①）

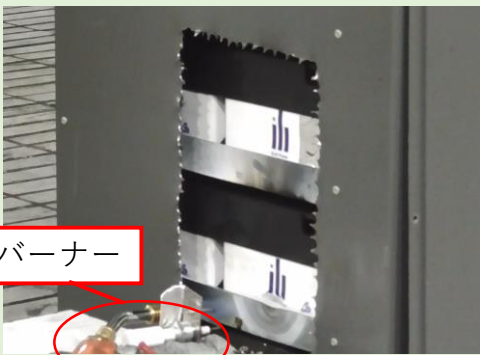
試験イメージ



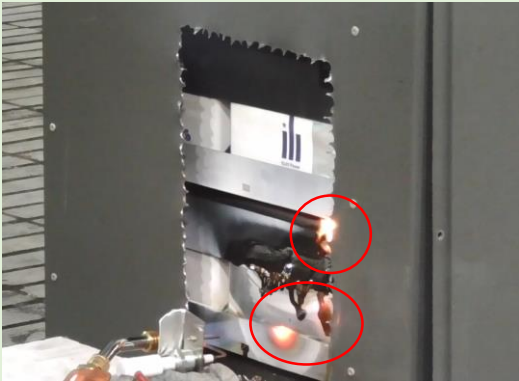
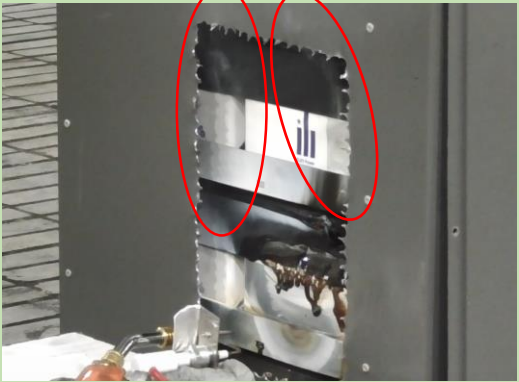
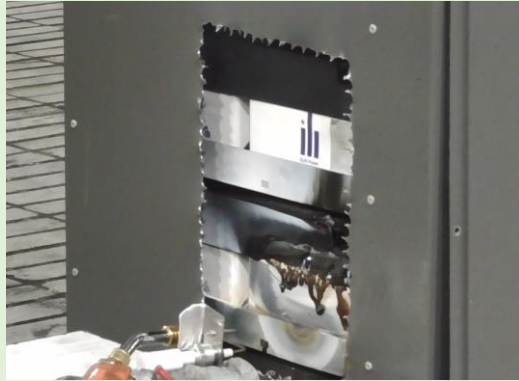
試験の様子



■ 試験③ 類焼試験：リチウムイオン蓄電池（検証の様子②）

経過時間	実験時の様子	経過時間・補足等
0秒		① ガスバーナーに点火。 この時の 試験セルの電圧：3.35 V 試験セル上部の温度：21.5℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：21.4℃
292秒		② バーナーにより加熱されたセルが熱暴走状態となり内部の圧力が高まったため、セルの圧力開放弁が作動。開放された可燃性蒸気ガスに引火。 この時の 試験セルの電圧：3.36 V 試験セル上部の温度：133.7℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：39.7℃
293秒		③ 大きな炎は瞬時に消滅。 この時の 試験セルの電圧：3.36 V 試験セル上部の温度：135.2℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：43.3℃

■ 試験③ 類焼試験：リチウムイオン蓄電池（検証の様子②）

経過時間	実験時の様子	経過時間・補足等
362秒		④ モジュールケース（樹脂パーツ）に着火。 この時の 試験セルの電圧：3.36 V 試験セル上部の温度：267.7℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：80.0℃
452秒		⑤ モジュールケースに着火した炎も自己消火し、白煙のみ。 この時の 試験セルの電圧：3.36 V 試験セル上部の温度：412.4℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：94.3℃
520秒		⑥ 白煙も消え、以降、見た目の変化なし。 この時の 試験セルの電圧：3.36 V 試験セル上部の温度：232.2℃ 隣接セルの電圧：3.35 V 隣接セルの温度：85.4℃

■ 試験③ 類焼試験：リチウムイオン蓄電池（検証結果）

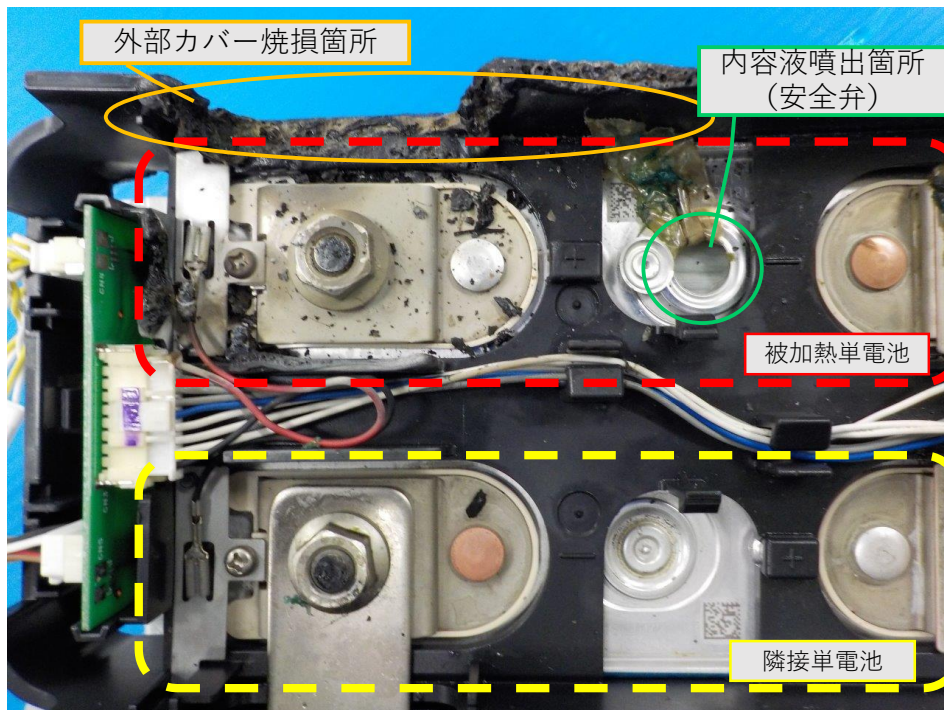
■ 類焼試験

◎試験手順（JISに定められた試験手順により実施）

- (1) 電池システムの単セル一つをガスバーナーにより熱暴走の状態まで加熱。
- (2) 熱暴走後、ガスバーナーを停止。
- (3) 1 時間観察した。

※熱暴走の確認は、セルから内容液が噴出した時点とした。

※実験施設の設備上、ガスボンベの閉止弁を閉めてから火が消えるまで約 1 分程度余計に加熱している。



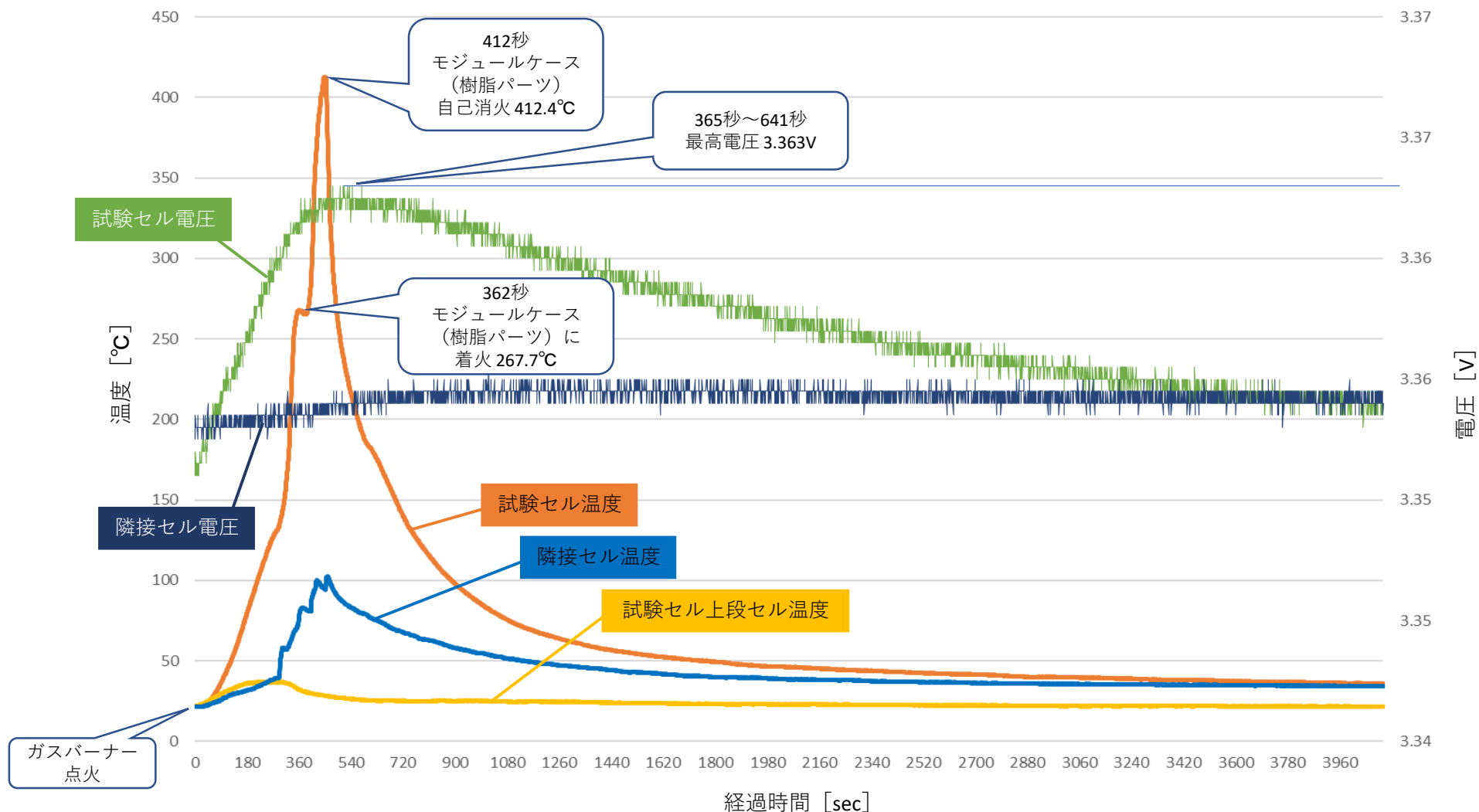
試験後の装置の様子①



試験後の装置の様子②

■ 試験③ 類焼試験：リチウムイオン蓄電池（検証結果）

類焼試験（LIB）



■ 試験結果

- 対象セルの熱暴走発生後、隣接するセルで熱暴走・発火が発生しないことを確認した。

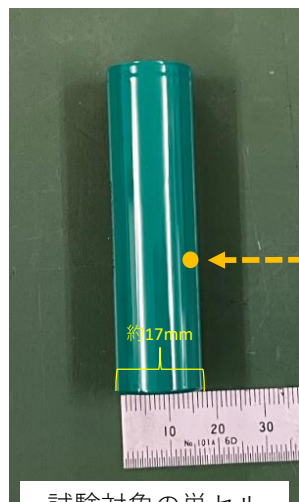
■ 試験③ 類焼試験：ニッケル水素蓄電池（検証の様子①）

検証実験イメージ

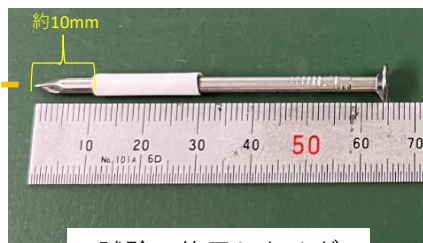


試験の様子

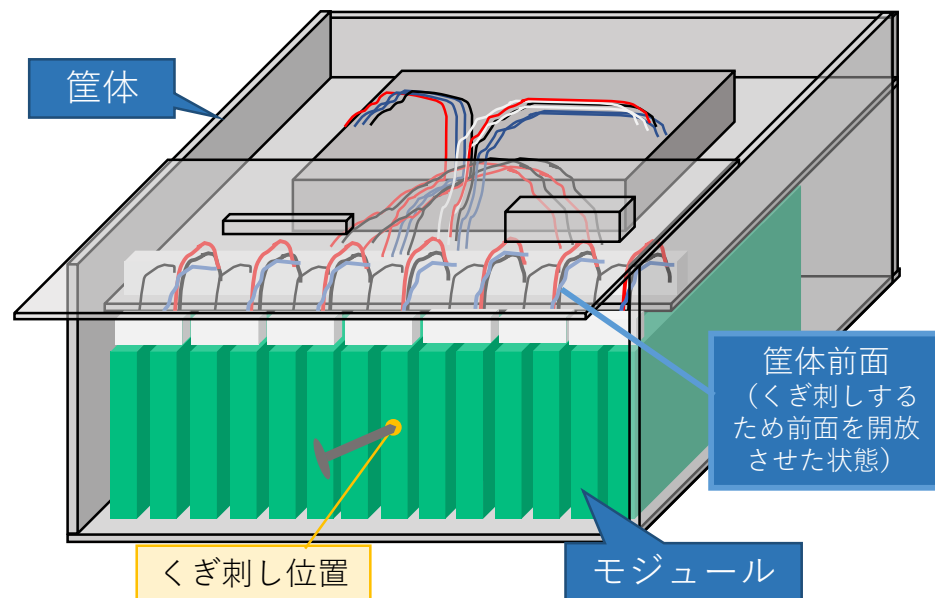
直径約17mmの単セルの側面にくぎを約10mm刺す。



試験対象の単セル



試験に使用したくぎ



試験対象の蓄電池のイメージ

■ 試験③ 類焼試験：ニッケル水素蓄電池（検証の様子②）

経過時間	実験時の様子	経過時間・補足等
0秒		① くぎ刺し この時の 試験セルの電圧：27.47V 試験セル上部の温度：21.4℃ システム全体電圧：27.97V 左隣セルの温度：21.9℃
36秒		② くぎを刺した部分から電解液が漏出 この時の 試験セルの電圧：27.47V 試験セル上部の温度：33.4℃ システム全体電圧：27.96V 左隣セルの温度：21.9℃
76秒		③ くぎを刺したセルが熱暴走状態となり、くぎを刺した部分及び圧力調整弁から電解液の水蒸気が噴出。 この時の 試験セルの電圧：27.70V 試験セル上部の温度：47.9℃ システム全体電圧：27.99V 左隣セルの温度：22.6℃

■ 試験③ 類焼試験：ニッケル水素蓄電池（検証の様子②）

経過時間	実験時の様子	経過時間・補足等
103秒		④ さらに電解液が漏出。 この時の 試験セルの電圧：27.70V 試験セル上部の温度：59.6℃ システム全体電圧：27.99V 左隣セルの温度：23.0℃
253秒		⑤ これ以上の電解液の漏出は見られず、以降、見た目の変化なし。 この時の 試験セルの電圧：27.31V 試験セル上部の温度：92.6℃ システム全体電圧：27.93V 左隣セルの温度：27.8℃

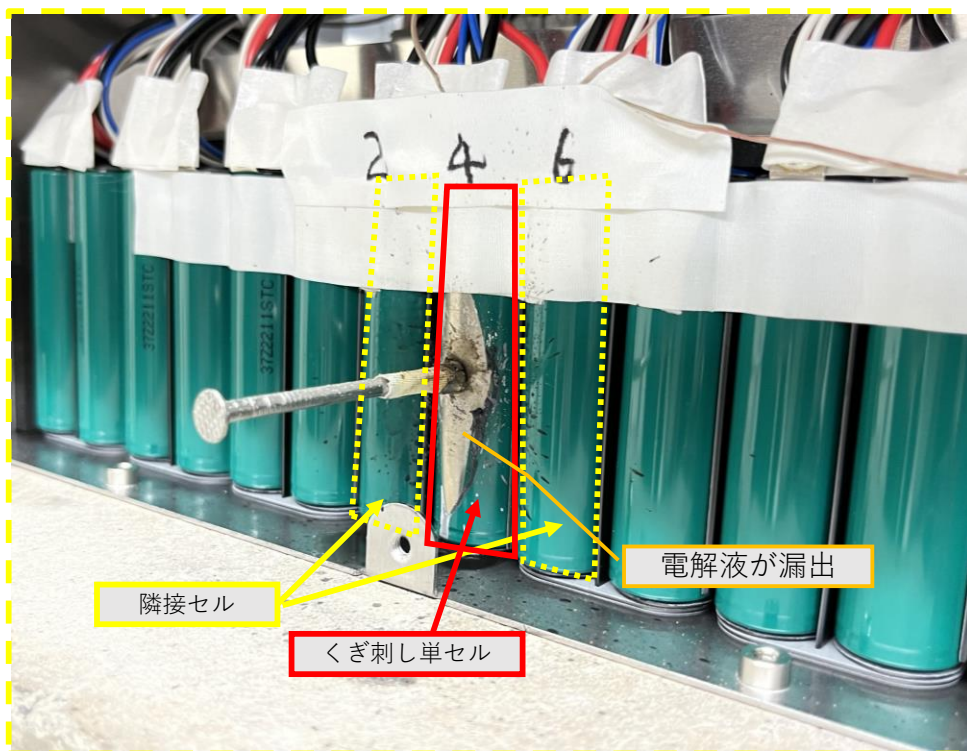
■ 試験③ 類焼試験：ニッケル水素蓄電池（検証結果）

■ 類焼試験

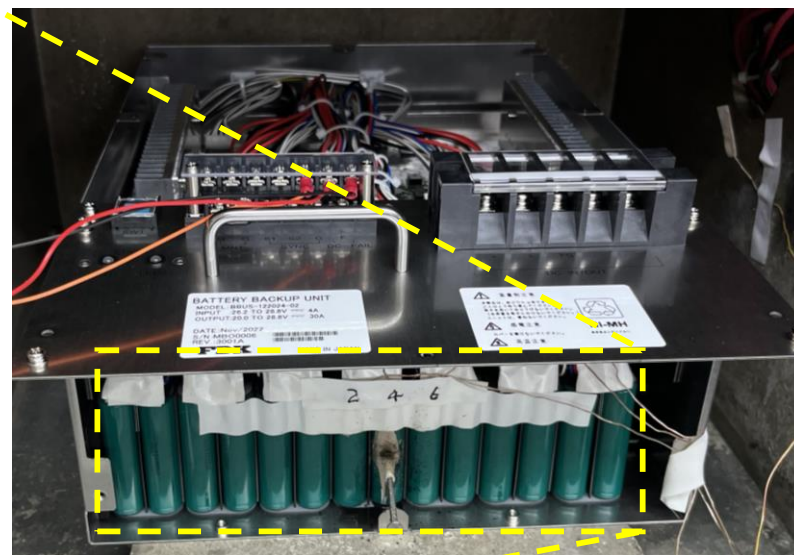
電池システムの単セル一つをくぎ刺しにより熱暴走させ、電池システムを1時間観察した。

※熱暴走の確認は、くぎ刺し部分から内容液が漏れ出した時点とした。

※実験施設の設備上、くぎ刺し後に、防護ガラスを設置した。

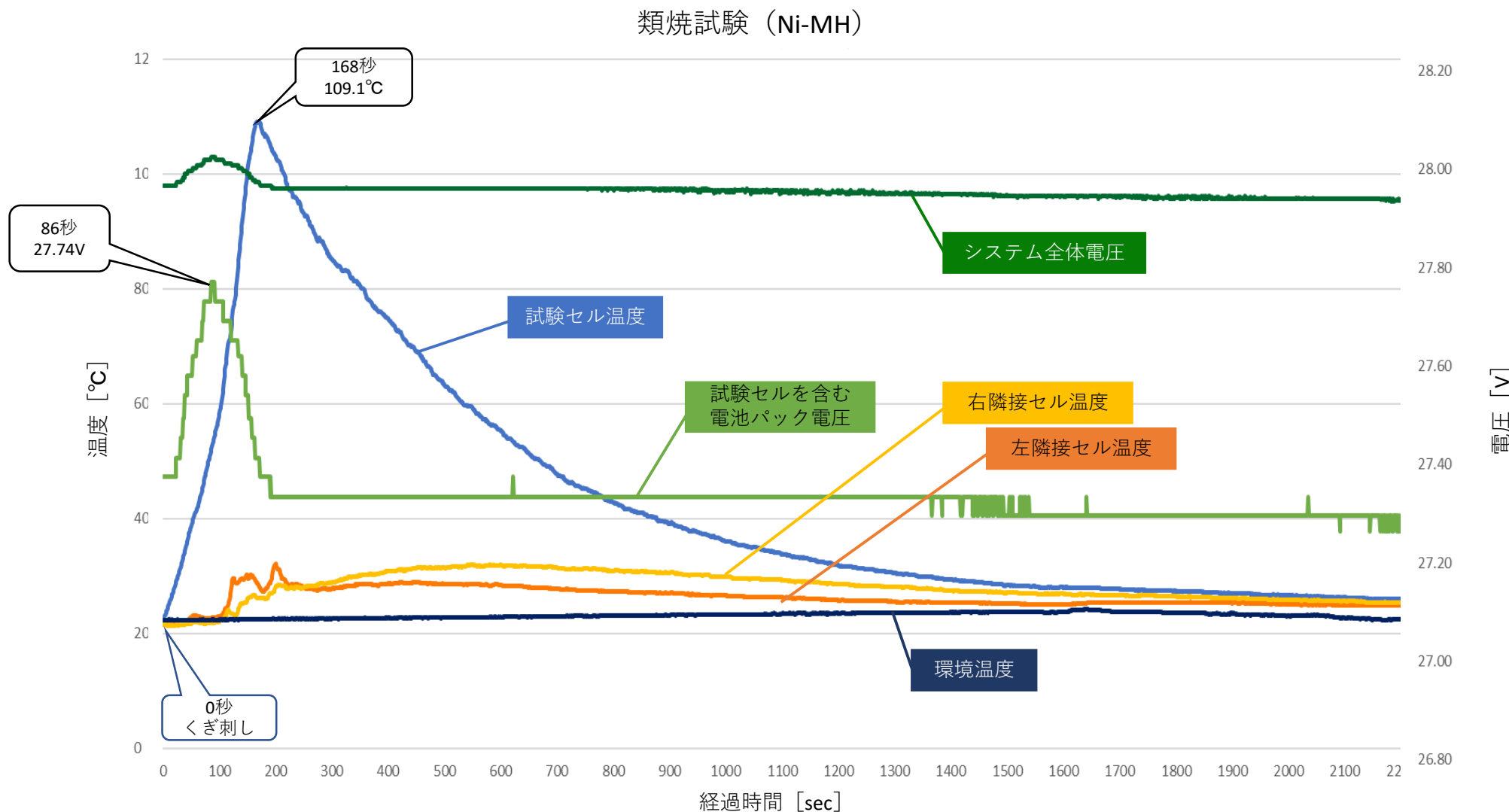


試験後の単セルの様子



実験後の外観

■ 試験③ 類焼試験：ニッケル水素蓄電池（検証結果）



■ 試験結果

- 対象セルの熱暴走発生後、隣接するセルで熱暴走・発火が発生しないことを確認した。

■ 蓄電池設備の火災危険に関する検証のまとめ

試験結果

試験項目	検証内容	電池種類	試験結果
試験① 過充電電圧 制御試験	蓄電池システム又は単電池として、 電圧を制御し、過充電時であっても、火災が発生しないこと	LIB	過充電時に、発火又は破裂がないことを確認した。
		Ni-MH	(試験中のため第3回検討部会で報告)
試験② 外部短絡試験	単電池として、 正極端子と負極端子との 短絡によって火災が発生しないこと	LIB	外部短絡時に、発火又は破裂がないことを確認した。
		Ni-MH	外部短絡時に、発火又は破裂がないことを確認した。
試験③ 類焼試験	蓄電池システムとして、 内部短絡発生時に、外部 に類焼しないこと	LIB	内部短絡発生時に、外部に類焼しないことを確認した。
		Ni-MH	内部短絡発生時に、外部に類焼しないことを確認した。