

別紙

共同試験報告書

1. 試験名

蓄電池システム燃焼試験

2. 試験の目的

蓄電池システムに外火を模擬した火炎を当てて燃焼させた際の現象を確認する。

3. 試験計画概要

3. 1 日時、場所、実施者

日 時：平成29年1月23日（月）～26日（木）

場 所：NITE 国際評価技術本部蓄電池評価センター（NLAB）
多目的大型実験棟

実施者：ソニーエナジーデバイス株式会社（SEND）、NLAB

3. 2 試験体仕様

試 験 体：リチウムイオン蓄電池システム

※電池タイプ：オリビン型リン酸鉄リチウムイオン電池（Fortelion）

定格容量：33.6kWh（42Ah）

定格電圧：819.2V

構 成：蓄電池モジュール（2.1kWh）×16 直列 + BMU【図1】

重 量：約 730kg

外 形：W680×D547×H2200（mm）

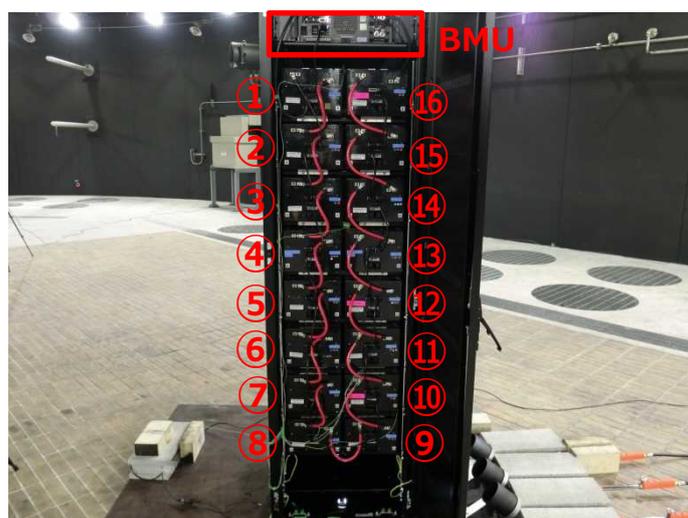


図1. 試験体構成（数字は蓄電池モジュール No.）

3. 3 試験手順

- ①試験体を SOC100%に充電する。
- ②試験体側面にバーナーを3本設置し固定する。
- ③バーナーに着火し、1時間バーナーの火炎を持続する。
- ④1時間後、バーナーを消火し、様子を観察する。

※試験状況を鑑み、実際は火炎の持続時間を延長し、1時間30分とした。

3. 4 試験のセットアップ

3. 4. 1 試験体設置

試験体は、室温 25℃に設定した試験室の図2に示した位置に設置し、試験開始時に排煙処理設備を約 1000m³/min の風量で排気した。この際、温度調節機能は停止する。

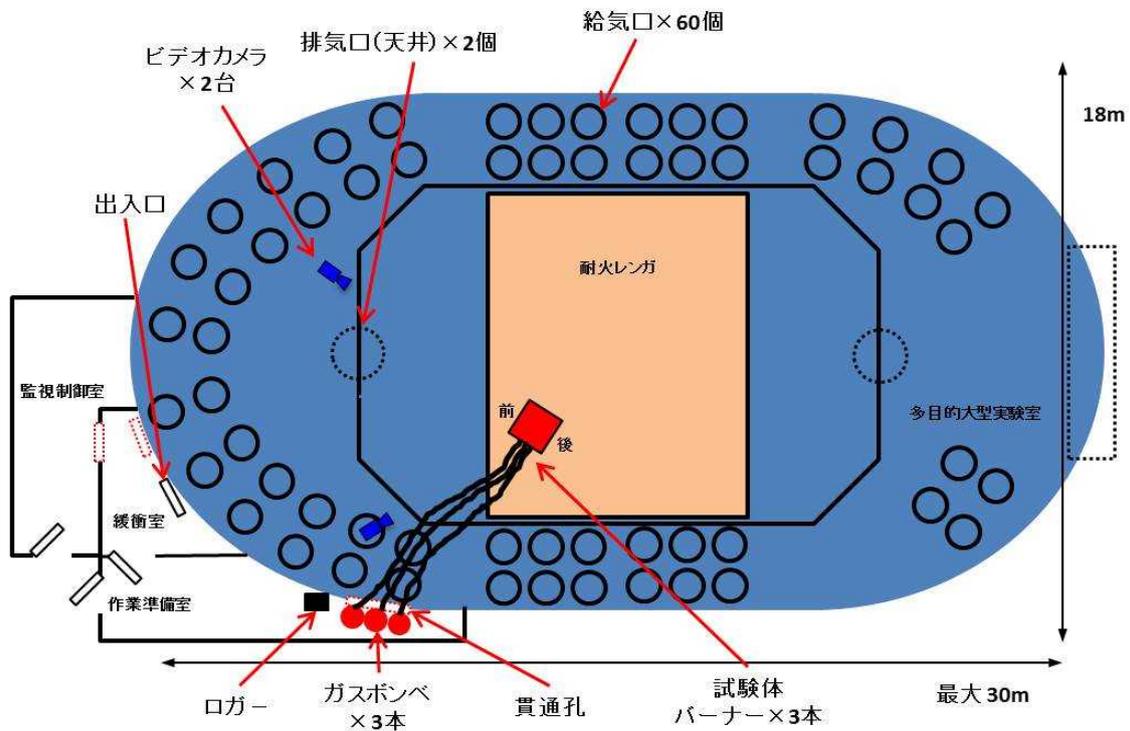


図2. 試験構成図

3. 4. 2 バーナー

バーナーの仕様は、表1に示す。バーナーは、図3に示すように試験体側面に3本設置し、モジュール10の高さに火炎が当たるよう調節した後、ブロック及び耐火レンガで固定した。プロパンガスボンベは、図2に示した作業準備室に設置し、10mのホースを貫通孔に通してバーナーとボンベを接続した。バーナー点火後は試験室に入室せず、ボンベのバルブを閉止することで消火を行った。

表1. バーナーの仕様

製品	プロパンバーナー-L-10 新富士バーナー株式会社製
全長	980mm

火炎長	950mm 棒状炎
火口径	直径 100mm
火炎温度	1500℃
発熱量	167.4kW (144000kcal/h)

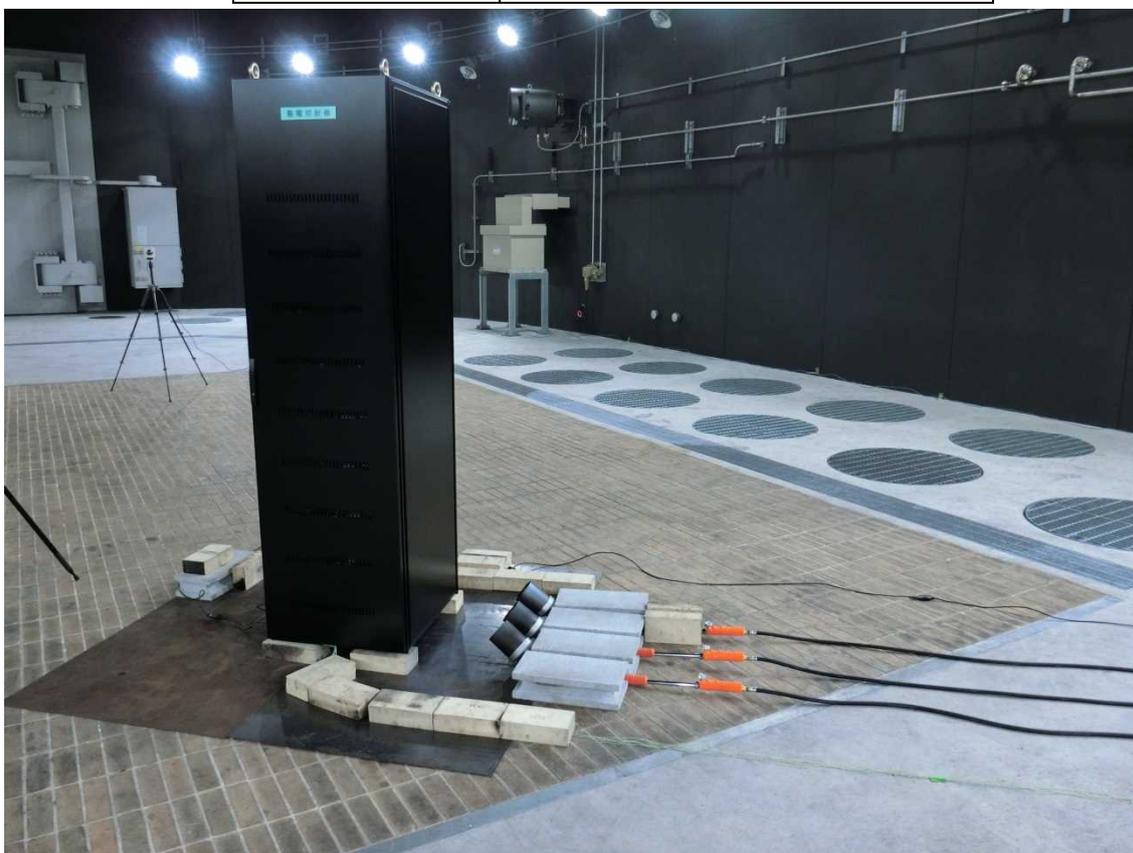


図 3. バーナー設置図

3. 4. 3 温度計測

温度計測には、K（クロメル-アルメル）熱電対を使用し、表 2 に示すように、7 点に取り付けた。データ収集には、HIOKI 製のロガー（ロガーステーション：LR8410+ 電圧・温度ユニット：LR8510）を使用して記録した。

表 2. 熱電対の取り付け位置

熱電対 No.	取り付け位置
1	蓄電池モジュール 10 の内部
2	蓄電池モジュール 10 の筐体背面
3	蓄電池モジュール 10 の筐体天面
4	試験体付近の外気
5	蓄電池モジュール 10 付近のラック内壁面
6	蓄電池モジュール 13 の筐体天面
7	蓄電池モジュール 16 の筐体天面

3. 4. 4 燃焼生成ガスのモニタリング

燃焼生成ガスのモニタリングには、表 3 - 1、表 3 - 2 に示した排煙処理設備付属のガス分析装置を使用した。サンプリングは、図 4 に示す位置で行われる。

表 3 - 1. ガス分析装置の仕様

ガス種	煙道排ガス分析装置（堀場製） ENDA5800		
	センサー	レンジ	繰り返し性
CO	NDIR	0~100/1000ppm	F.S.±1.0%
CO ₂	NDIR	0~10/25%Vol.	F.S.±0.5%
O ₂	磁気圧力式	0~10/25%Vol.	F.S.±1.0%
NO _x	NDIR	0~100/500ppm	F.S.±1.0%
SO ₂	NDIR	0~50/500ppm	F.S.±1.0%

※レンジは、計測値に応じて自動で切り替わる。

表 3 - 2. ガス分析装置の仕様

ガス種	レーザー式 HCl・HF 計（NEO Monitor 社製） Laser Gas II		
	センサー	レンジ	精度
HF	NIRS	0~10ppm	±1.0%
HCl	NIRS	0~50ppm	±1.0%

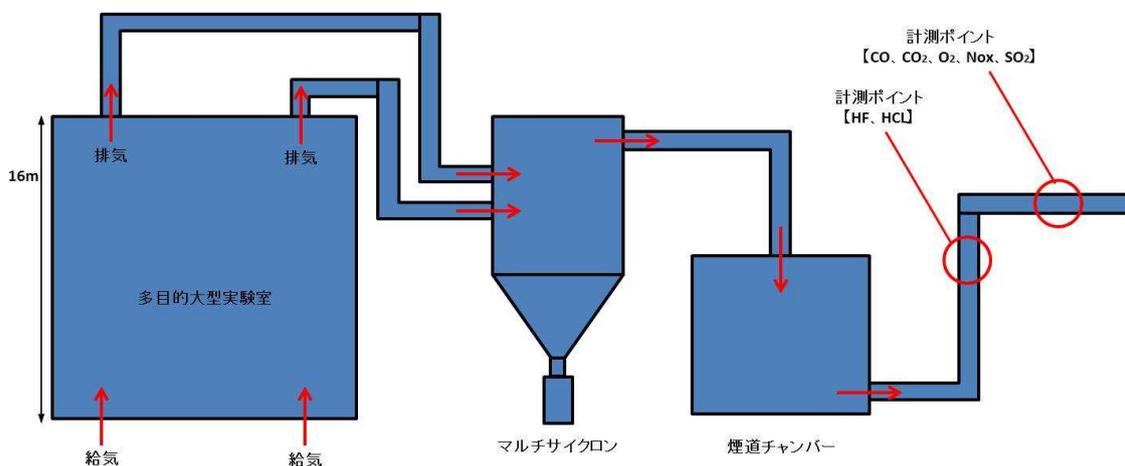


図 4. 燃焼生成ガスのサンプリング位置

3. 4. 5 スチール写真、ビデオカメラ

スチール写真は、試験前と試験終了後に撮影を行った。ビデオカメラは、図 2 に示すように 2 台設置した。

4. 試験結果

4. 1 試験環境条件

試験中の試験体付近の室温は 17.73～21.54℃であった。

排煙処理設備稼働時の試験体付近の風速は、上方向、横方向ともに最大 0.17m/s であり、ほぼ無風状態であった。

4. 2 観察結果

試験中の主要なイベントを表 4 に示す。いくつかのイベント内容を示す代表的な画像は、図 5～8 に示す。

バーナーを点火してすぐ、主に上半分の前面扉の隙間等から白煙が生じたが、蓄電池モジュールの破裂・発火等は認められなかった。約 30 分後には白煙が見えなくなり、その後も蓄電池モジュールに異常が認められなかったため火炎持続時間を約 30 分延長したが、引き続き蓄電池モジュールに異常が認められなかったことから、バーナーを消火し試験終了とした。

表 4. 試験中の主要なイベント（1月24日）

No.	時刻 (時:分:秒)	イベント内容	図番号
1	—	計測機器及び観察機器の記録開始 排煙処理設備稼働	—
2	10:30:15	バーナーの点火【試験開始】	図 5
3	10:30:37	前面扉の隙間等から白煙発生	図 6
4	11:00:00	白煙が外部に見えなくなる	図 7
5	11:30:00	火炎の持続時間延長	—
6	12:00:20	バーナーの消火【試験終了】	図 8



図5. バーナーの点火

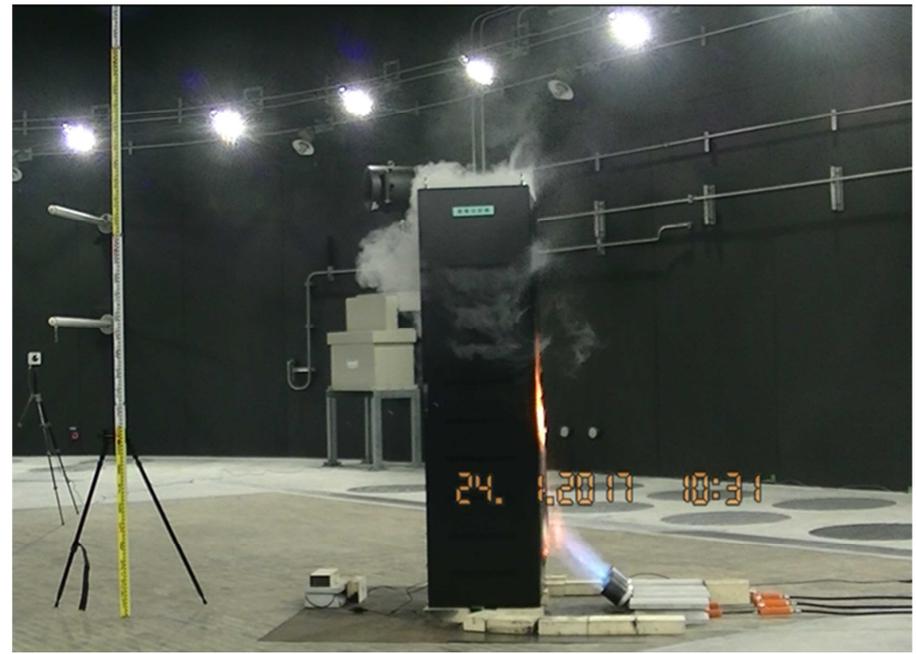


図6. 白煙発生



図7. 白煙が外部に見えなくなる



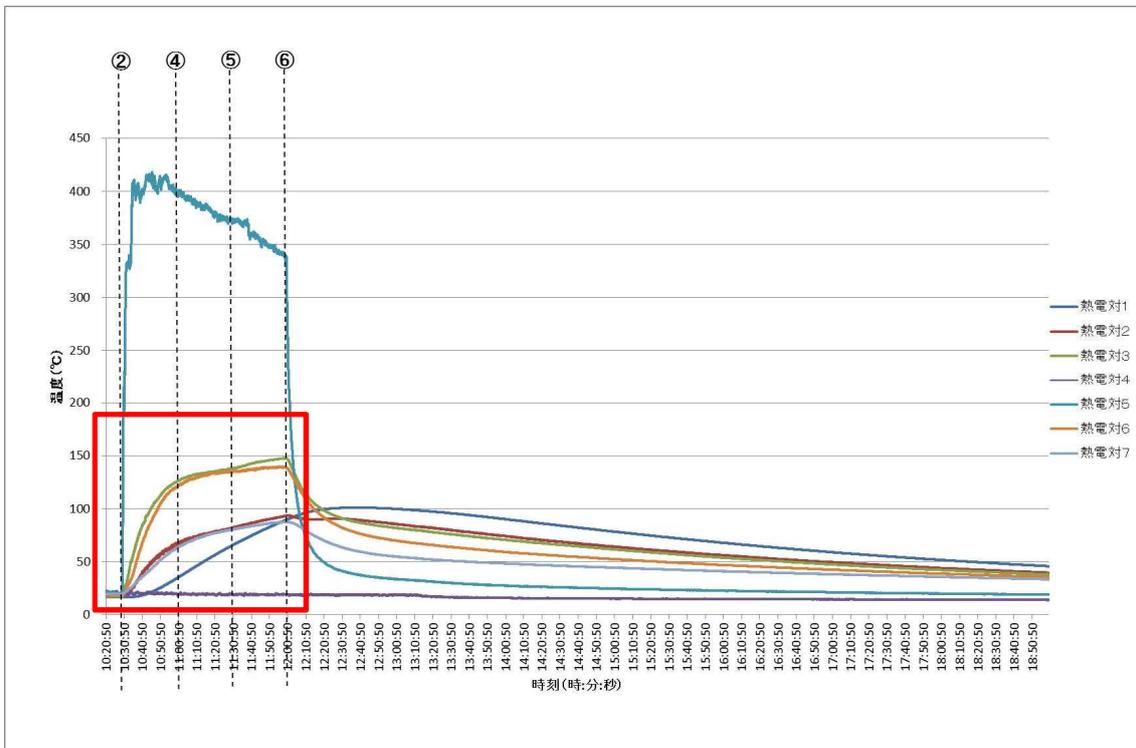
図8. バーナーの消火

4. 3 温度計測結果

温度計測の結果は、図9、10に示す。

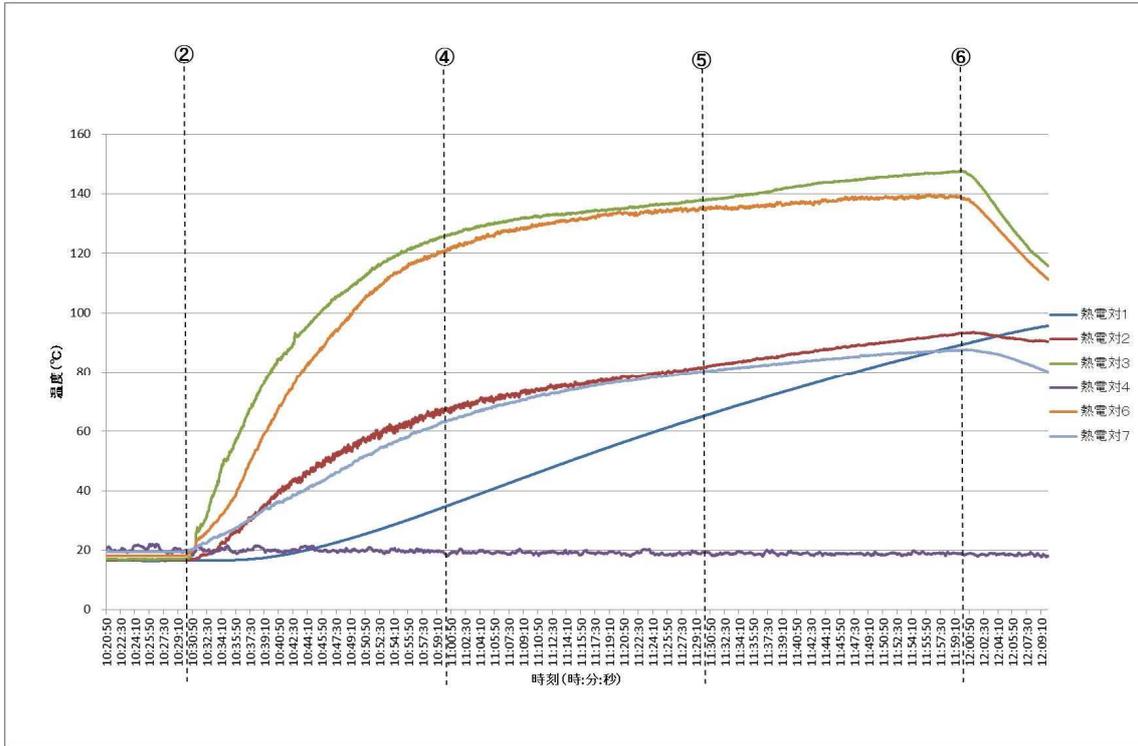
蓄電池モジュールの天面及び背面の温度は、バーナー点火後上昇し続け、試験終了後、徐々に下降した。天面の温度を比較すると、火炎に最も近い蓄電池モジュール10が最大約148℃と最も高く、火炎から最も離れた蓄電池モジュール16は最大約88℃と最も低かった。一方、蓄電池モジュール10の内部温度は試験終了後も約40分間上昇し続け、最大約100℃に達した後、下降した。試験終了後、蓄電池モジュール10の内部温度が50℃以下に低下するまで約6時間程度を要した。

なお、バーナー直近のラック内壁面に貼り付けていた熱電対5の温度挙動を見ると、火炎照射の初期段階で上下に変動するようになったことから、この時に熱電対は壁面から外れてラック壁面と蓄電池モジュール10の間の空間を計測していたものと考えられる。その空間温度は最大で400℃を超えていた。



注：破線上の番号は表4のNo.を記載している。

図9. 温度計測結果

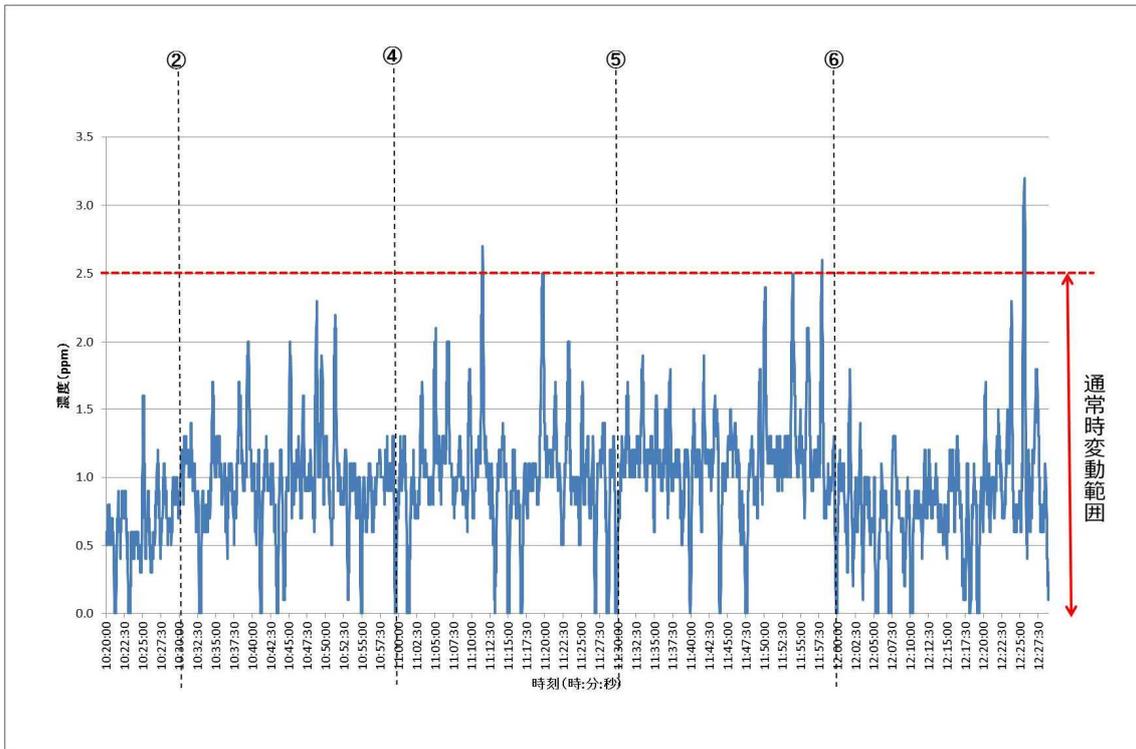


注：破線上の番号は表4のNo.を記載している。

図10. 図9赤枠部の拡大

4. 4 燃烧生成ガスの計測結果

CO、CO₂、O₂、SO₂、HF、HCl の濃度変化は試験中全く検出されなかった。また、NO_x 濃度は試験中 0.0~2.7ppm の範囲で増減し、試験を終了した約 25 分後に最大 3.2ppm 検出された。試験を行っていない通常時でも 0.0~2.5ppm の範囲で増減していることから、NO_x もほぼ検出されていないものと推察される。NO_x 濃度の計測結果は、図 1 1 に示す。



注：破線上の番号は表 4 の No.を記載している。

図 1 1. 燃烧生成ガスの計測結果 (NO_x)

4. 5 その他

試験終了後の試験体の画像を図 1 2 ～ 1 5 に示す。

試験体のラックは、火炎を当てた箇所付近の外壁・内壁ともに塗装が剥離しており、熱変色が認められたが、他の面に異常は認められなかった。内部は、4. 3 で示したとおり、バーナー直近の空間が 4 0 0 °C を超える高温となっていたことから、蓄電池モジュール 9 ～ 14 の前面樹脂部の火炎を当てた面側に、焼損、熱変形が認められた。蓄電池モジュール 10 を抜き取ったところ、火炎を当てた面側に少量のすすが付着していた。すべての蓄電池モジュールに発火・破裂等の異常は認められなかった。



図 1 2. 試験後の試験体外観



図 1 3. 試験後の試験体内部
(蓄電池モジュール 10)



図 1 4. 試験後に抜き取った
蓄電池モジュール 10



図 1 5. 試験後の試験体内壁

5. 参考文献

Andrew F. Blum and R. Thomas Long Jr., Hazard Assessment of Lithium Ion Battery Energy Storage Systems FINAL REPORT, 2016, Fire Protection Research Foundation,

<http://www.nfpa.org/news-and-research/fire-statistics-and-reports/research-reports/other-research-topics/hazard-assessment-of-lithium-ion-battery-energy-storage-systems>, accessed 20, Oct., 2016.

以上