

Lithium Battery Power 2011 & Battery Safety 2011

(株) コベルコ科研 高橋知二

1. はじめに

第7回となる Lithium Battery Power 2011 が、2011年11月7日、8日の2日間、引き続き11月9日、10日の2日間で第2回となる Battery Safety 2011 が、アメリカ・ラスベガスのホテル・Paris Las Vegasにて開催された。両会議とも登録参加者数は、170名とのこと。

Lithium Battery Power は、オーラル発表が20件、ポスターが8件に加えて講演者4名によるパネルディスカッションという構成であった。オーラル20件のうち16件(80%)がアメリカからの発表で、残り4件は

カナダ、スイス、シンガポール、日本から各1件であった。シンガポールの発表は、現地からのWEBカメラ通信による実況中継講演。新しい試みであるが、生で聴くのと比べ迫力に欠ける。しかし、演者の主張は伝わって来た。

Lithium Safety は昨年より開催され、今年が2回目の新しい会議体である。昨年は、発表数11件で会期は1日であったが、今年は規模が倍増しており、リチウムイオン電池(LIB)の安全性改善と評価に対する急速な関心の高まりを反映しているものと思われる。オーラル発表が21件と講演者5名によるパネルディスカッションという構成であった。オーラル21件のうち16件がアメリカ、他はカナダが2件、英国1件、デンマーク1件、日本1件であった。

会議の中で、アメリカの国立研究機関の方より、「これまでは電池の安全性に関するデータが、企業側からはほとんど出してもらえなかったので、この様な重大な問題に対する議論ができなかった。最近になり少しずつ情報が得られるようになり、昨年やっと本会議の開催が可能となった。」との発言があった。アメリカでは、国立研究所・大学を始め多くの研究機関で、単セル規模ではあるが安全性評価を開始し、本会議でも釘刺し、過充電、クラッシュなどでの発火状況をビデオで発表し、安全性改善への取り組み強化を訴えていた。

安全性についても国立の研究所を中心にオープンに議論できる状況は、規制や基準検討での世界的なリーダーシップ発揮に繋がるものと思われる。

2. Battery Power 概要

本会議では、1日目はまず『300マイル走行にむけた2次電池の開発』(E-KEM Science)および『LIBのマーケット』(Kentucky-Argonne Battery Manufacturing Research and Development Center)の電池開発に関する概要についての2講演から始まり、個別技術に関する発表が2日目へと続いた。

2.1 個別報告について

2.1.1 航空・宇宙への適用

2次電池を航空機に搭載し、ハイパワーを必要とする離着陸時の省エネを図る取り組みが進んでいる。ボーイング社より、SUGARプロジェクトとしてNASAと共同で開発中のハイブリッド電気エンジンの紹介があった。ここでも当然の



会場の Hotel Paris Las Vegas



ことながら、重量当りの性能とともに **flight safety** が課題となっている。2030 年以降になるが、コマーシャル機とすべく開発中。(The Boeing Company) また、NASA 支援プログラムとして宇宙での、高エネルギータイプの LIB の活用が検討されている。ここでは、安全な活物質改良を中心に、添加剤等にも改良も加え、高容量かつ安全な LIB の開発を進めている。正極材表面を AIPO4 でコートしたり発煙防止剤添加等を検討しているが、まだ画期的な改善には至っていない。(Jet Propulsion Laboratory)

2.1.2 性能向上とコスト低減への取り組み

- ・正極材関連では、Ni/Co/Mn の 3 元系の成分比最適化や粒子形状コントロールによる容量の最大化 (BASF)、リン酸系での 5V 電池の開発 (Wildcat Discovery Technologies) は、既に商品化されているものであり、既存技術 (自社製品) の紹介となっていた。新規技術としては、遷移金属酸化物の適用 (Swiss Federal Institute of Technology Zurich)、Zr 化合物によるナノコーティング (Argonne National Laboratory) などの報告があった。
- ・負極材開発では、Si 系粒子 (TIAX LLC、U.S.Naval Research Laboratory、Nanosys Inc)、Si ナノチューブ (Rochester Institute of Technology) による電池容量の増加が報告されたが、いずれも充電時の体積膨張による劣化を防ぐ手段が中心であり、大幅なコストアップを伴う結果となる開発となっている。
- ・シミュレーション関連では、LIB 劣化シミュレーションにより劣化メカニズムを解析し、寿命 8 年以上を目指す取り組み (National Renewable Energy Laboratory)、ナノからメートルスケールでのモデリングにより電池を総合的に解析する試み (Oak Ridge National Laboratory)、エントロピーを指標として電池の健全性を評価する試み (CNRS-Caltech-NTU) などが紹介され、いずれも興味深い内容であった。
- ・コスト低減では、水溶媒による電池製造技術の紹介 (International Battery Inc.) があり、既に自社製品製造に活用しているとのこと。

3. Battery Safety 概要

本会議では、前述のように LIB が釘刺しや過充電試験で激しく発火する様子がビデオで紹介され、活発な議論がなされていた。特に国立の研究機関や大学が議論の中心となり、規制に関する現状把握と改善の必要性について、オープンに質疑が交わされていた。ここから、将来の規制や基準作りが始まるという雰囲気が感じられる。全く別世界である。安全性に関するオープンな議論の場がない国は (昨年まではアメリカも同様だった)、安全性評価基準作りでも世界に対しリーダーシップを發揮できない状況になりそうな危惧を感じた。

LIB における現状での最重要課題は、安全性とコストであると、言い切る講演者が複数いた。安全性改善対策として、各種添加剤を加えたり、活物質に表面処理を施したりした結果の発表では、必ずコストに関する質問がなされていた。しかし、多くの講演者が、自分はコストに関する部門には所属していない、として回答を避けていたのが残念であった。

1 日目冒頭に『LIB の安全性』(Kentucky-Argonne Battery Manufacturing Research and Development Center) と題した概要講演があり、次いで個別技術に関する発表が 2 日目へと続いた。

What is the Cost of Cell Failure?

- Independent of Field Failure vs. Abuse Failure
- Materials, manufacturing & liability costs
- Significant for large format cells and high energy systems



3.1 個別報告について

・シミュレーション活用としては、熱暴走反応モデルから釘刺し試験において安全性の高い電池構成を求める試み (The Pennsylvania State University)、やセル加熱時の発熱挙動解析から、正極材および表面コート、電解質、セル劣化による影響を明らかにした (Sandia National Laboratories) 発表があり、どちらも興味深い内容であった。

・実測データとして、ARC による内部短絡及び釘刺し試験での温度解析結果についての報告があった。(Porous Power Technologies、HEL Ltd)

・正極材関連では、電解質分解過程で有毒ガス成分 POF₃ が発生することを明らかにしつつ、鉄オリビン/LTO 系 (Hydro-Quebec Research Institute(IREQ)) や鉄オリビン (International Battery) ではより安全性が高いことを再確認した報告があった。

・集電材関連では、過充電で Cu がセパレータにも蓄積することを確認、Cu のデンドライトが内部短絡の原因ともなることが報告された。(Exponent) また、金属集電材に代わり正極・負極ともグラファイトシートとし熱伝導率が高く安全性の高い電池として試作したとの報告もあった。(GrafTech International Holdings Inc.)

・電解液へのフッ素系添加剤による安全性向上についても報告がなされた。(Sandia National Laboratory)

・過充電による電池活性物質の破壊挙動をコールコールプロットで解析し、過充電電圧と内部抵抗の変化から、電池内部構造が変化する電圧を把握することができたとの報告もあった。(U.S. Naval Research Laboratory)

・評価方法の検討では、電池の SOC による釘刺し試験結果への影響、釘の違いによる影響などを実験で確認した結果、釘刺し試験はまだ標準化された試験ではないという問題提起があった。(TIAX LLC) 安全性評価基準への挑戦 (Underwriters Laboratories, Inc.)、各種内部短絡試験法の評価 (NASA Johnson Space Center、UL と共同) では、評価方法自体の評価を進めているとの報告があった。

・熱暴走を防ぐ電池構造およびモジュールの構成について評価、熱・電圧による異常の早期感知および電氣的な隔離が必要 (National Renewable Energy Laboratory)、さらには安全性の高いパック用 BMS (Vecture Inc.、Lithium Balance) や電気供給設備の試験結果 (Intertek) についての報告もあった。

・日本からは、製造工程における金属混入の高感度検知方式についての報告があった。(Toyohashi University of Technology)

4. まとめ

まずは、LIB の安全性に関する議論が、いよいよ学会レベルでも本格的に始まったという印象。安全性向上のための電池部材改良と素材選定から安全性評価方法の妥当性など、幅広い議論が展開されていた。その中で、従来電池の試験結果がリファレンスとして次々に紹介され、否応無く危険性が認識されてきている。本会議は毎年開催されるので、是非とも次年度以降も参加すべきものとお勧めしたい。

以上