

海外調査報告：

欧州先端自動車用電池国際会議参加報告



EHS&S 研究センター上級研究員 兼 バッテリー技術部担当部長 松島 敏雄

Keyword：リチウムイオン電池，自動車用電池，据置用電池，電極材料，電解液，安全性，昇圧コンバータ，UPS，スマートグリッド

1. はじめに

昨年、ドイツ（マインツ市）で開催された「Advanced Automotive Battery Conference Europe 2012（欧州先端自動車用電池会議2012）」（2012年6月18日～22日）に参加したので、会議の状況について報告する。

2. 会議の概要

この会議は、コンサルタントや技術報告の発行等を行っているアメリカの「Advanced Automotive Battery 社」の主催によって開催されたもので、同社ではこれまでに同類の会議をアメリカ国内で10年以上にわたって開催してきている。欧州でも大手電池メーカーやユーザが存在することを考慮し、ここ数年、毎年開催されているものである。欧州での会議は今回が第3回目であり、ライン川のすぐ脇に位置する Rheingoldhalle Congress Centrum を会場として開催された（会場のすぐ脇がライン川で、ライン下りの乗船チケット売り場があった）。

なお、会議名に「自動車用」が使われているが、近年のリチウムイオン電池の大容量化や自動車用以外の用途への展開の動向を踏まえ、この会議ではスマートグリッド等も対象に含まれている。

参加者数は、事前登録数500人余りであった。このうち、なんとといっても最大の参加者数は開催地のドイツ

（186名）からであり、40%程を占めている。次いで、アメリカ（86名）、日本（47名）、イギリス（43名）、フランス（40名）の順であり、これらの国によって80%余りが占められていた。リチウムイオン電池の製造量が多い韓国からは19名であった。また、中国からの参加者数は、意外なことにわずか1名であった。参加者数には、種々の要因の影響があると思われるが、いずれにしても本電池に関する技術レベルや開発に対する取り組み状況が反映されたものといえよう。

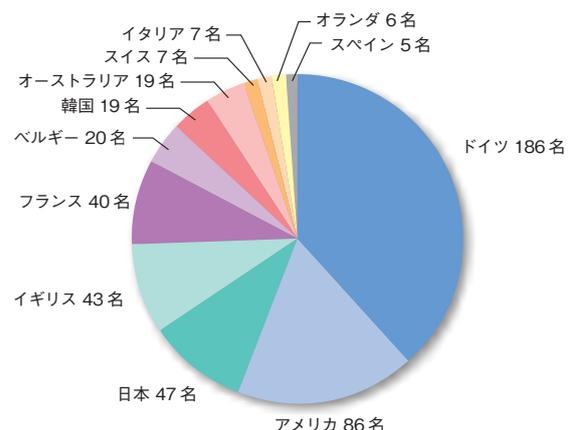


図2 参加者の国別内訳

3. シンポジウムの概要

会議は、シンポジウムと一般発表の2部構成であった。シンポジウムは、自動車用電池と大型リチウムイオン電池、およびキャパシタに関して設定され、自動車用電池では5件、大型リチウムイオン電池とキャパシタではそれぞれ3件のセッションが設けられた。

以下に、大型リチウムイオン電池のセッションについて概要を述べる。

1) Session 1：電池材料

自動車用のみならず、大容量電池の性能・安全性の向上や低コスト化への寄与が期待される、正極材料、バインダ、電解液添加剤等が議論された。

BASF 社からは、新しい正極材料と電解液に関する



図1 会場となった Rheingoldhalle Congress Centrum（マインツ市）

発表が行われた。正極材料に関しては、現在、NCM系 ($\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33})\text{O}_2$) が主流であるが、将来を見据えて、現行のNCM系材料よりもCoやNi含有率が低減され、より高密度化を目的とした、HE-NCMやHV-Spinel (Coを含まないNi-Mnから構成される系)の開発状況が報告された。これらの正極材料を使用した場合、前者では放電時間の延長が、また、後者では電圧の上昇効果が得られることが示された(図4)。



図3 シンポジウムの一場面

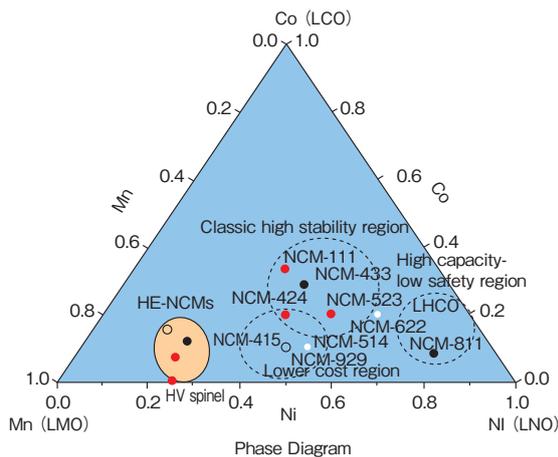


図4 BASF社における正極材料の開発状況¹⁾

一方、Arkema社からは、バインダに関する発表があった。リチウムイオン電池の劣化要因の一つに、電極材料の密着力の低下が挙げられており、この問題の改善を目指した開発である。バインダの特性改善には、使用する高分子の分子量の増加が有効であり、これによって金属集電シートと活物質間の接着力が増加され、同時に活物質間の結合力の増加も期待されるとしている。コバルト系正極材等によるひっかき試験により、開発品の接着力の増加が確認されている。なお、電池性能に対する負の影響はないようである。

2) Session 2: 電池の安全性

本セッションで、Deutsche Accumotive社からは、新世代の電気自動車用として安全な電池について発表が行われた。同社は、Evonik社とDaimler社によって2009年に設立された会社で、これまでに2種類の電気自動車(EV)を提供している。今回は、これらに使用された電

池パックの安全性に関する発表であった。

各々のEVに搭載される電池パックは、6.5Ahのセルの35直列による143V出力のパック(P08-1)と、52Ahセルが93個使用された391V出力のパック(E18-1)である。電池パックの安全性に関しては、「セル」と「パック」の安全性に分類され、「パック」に関しては、外部からのクラッシュ等の要因に対する保護と、電池の異常を検出して保護する機能の2つが適用される。なお、「パック」に対する保護については、上述した2種のパックでやや異なり、P08-1パックでは電池ケースに耐性を持たせる一方で、E18-1パックでは高出力電圧に対する保護が設定されている。このように、用途に応じた安全性規格の設定と、基本的な保護機能が設けられる。電池の安全性の設計とともに、各種試験設備、実車を使用したクラッシュ試験の状況も紹介された。

3) Session 3: 据置用リチウムイオン電池

本セッションでは、自動車、ロボット、UPS等の用途以外の販路拡大に向けたリチウムイオン電池の検討状況が紹介された。5件の発表のうち3件はスマートグリッド向けのシステム構築に関するものであった。

グリッド用途では、Eon New Build & Technology社から、将来的にグリッドにおける再生可能エネルギーとエネルギー蓄積源の必要性、およびリチウムイオン電池もこのような要求に応える電池であることが説明された。リチウムイオン電池については、電気自動車と一体となったエネルギーの利用形態の出現と機会の増加が予想されることが示された。また、同社で開発した太陽光と一体で使用するリチウムイオン電池システムが紹介された。システムは、5kW太陽光パネルと8.8kWhのリチウムイオン電池で構成され、現在20カ所で試験が進められている(図6)。

また、Yunicos社からは、EUによって設立された「WEB-2 Energy Project」によって進められているスマートグリッドの検討状況が紹介された。このプロジェクトは、出力変動等のために現行では30%程度にとどまっている再生可能エネルギーを、今後さらに増加させることを目的としている。そのような観点から、レドックスフロー電池とリチウムイオン電池の2種の蓄電池システ

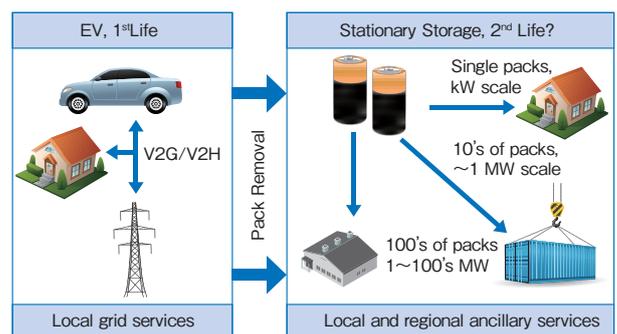


図5 リチウムイオン電池の展開¹⁾



図6 太陽光と一体使用する8.8kWhリチウムイオン電池の外観¹⁾

ムが検討されている。現行のリチウムイオン電池モデルは5kWで、電池にはIEC 61850 Communication規格が適用されている。

Evonik社からは、グリッド接続用のLESSY (Lithium-Electricity-Storage-System) が紹介された。同社は、リチウムイオン電池が将来、電力グリッドの中で重要な要素になると予測している。このLESSYは700kWhであるが、使用されている単セルは容量が40Ahのラミネート型である。この単セルが、28個直列に接続されて「Block」が構成され、さらにこのBlockが14個接続されたものが「String」になっている。LESSYは、このようなStringが12個、並列に接続されて蓄電部が構成されている(図7)。

LESSYの応用先として、UPS、ピークシェイピング、グリッドの電圧変動抑制、および周波数変動抑制等が想定されている。

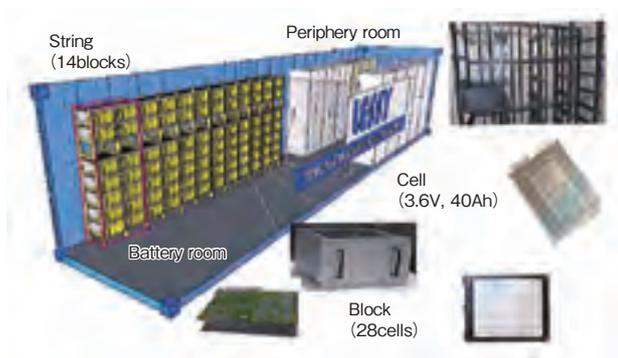


図7 LESSYの構造¹⁾

4. 報告者の発表

今回、NTTファシリティーズと連名で、「昇圧コンバータを備えたバックアップ用リチウムイオン電池」について報告した。この発表は、通信用の直流供給システムのバックアップ用としてリチウムイオン電池を使用する

際の組電池構成に関するものである。

直流給電系におけるバックアップ用電池には、通常、直流系統の電圧に適合した出力電圧を有する組電池が使用され、浮動充電法によって維持される。そして、電池としては、負荷が必要とする電流が必要な時間、給電できるような容量を持った機種が選定される。従って、従来の鉛電池では、負荷の種類に対応して複数の機種が製品化されている。

一方、リチウムイオン電池の普及の初期段階では、少ない機種で多種類の負荷への対応が求められることも想定される。しかし、たとえば大型機種しか存在しない状況では、単にシステムに適合する電圧とするために直列組電池を構成しても、その電池の容量が負荷電流を大きく超える場合、設置された組電池設備が過大となって経済性が損なわれるとともに、さらに設置スペースの確保も困難になる等の問題が予想される。そこで本発表では、限られた機種で複数の負荷に対応可能なバックアップ用組電池を構成する手法として、直列接続数が少ない組電池の出力に昇圧コンバータを設置する方式をとり上げている。そして、直流給電システムにおいて、停電、整流器出力電圧変動、負荷急変等、種々のイベントが発生した際の、この組電池の応答特性を示した。

5. 興味を持った発表

以下に、材料系に関する数件の論文を紹介する。

1) Development of High Performance Lithium-Ion Batteries Based on Electrospun Nanofibers Electrodes (Christophe Aucher, Leitat Technological Center)

本論文は、リチウムイオン電池の低コスト化やエネルギー密度の向上を図る技術として開発した、電極に使用するカーボンファイバ製の多孔質基体について述べている。

リチウムイオン電池の電極材料には、一般的に負極ではカーボン系材料が、正極ではリチウムを含有する複合酸化物が使用されるが、本カーボンファイバ製電極基体を使用すると、負極には本材料がそのまま、そして正極には本材料を基体として複合酸化物を担持させることで適用可能になるとしている。

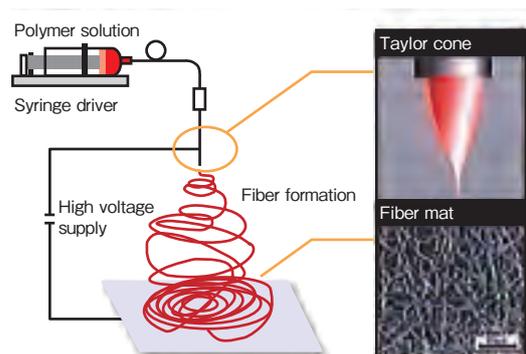


図8 カーボンファイバ製電極基体の製造プロセス¹⁾

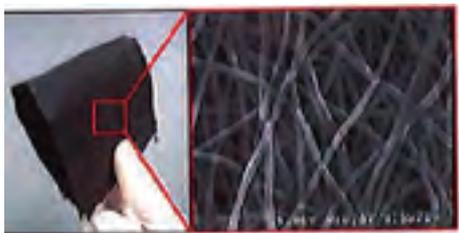


図9 カーボンファイバ製電極基体の構造¹⁾

本材料は、原料となる有機物を繊維状に押し出して形成し、その後熱処理で炭化させて製造される(図8)。作製されたカーボンファイバ製基体の外観は図9のとおりであり、導電材やバインダなどの添加がない状態で形状の保持が可能になっている。本カーボンファイバ製基体を使用すると、電極そのものの表面積が大きくなり、使用する電極材料の使用量の低減も期待できるとしている。

コインセルによる特性評価で、従来94 mAh/gだったエネルギー密度が119 mAh/gに向上されている。その他、サイクル特性の改善、セルコストの低減、容量増加等の効果が確認されている。

2) Current Collector Coating for Improved Rate Capability of Lithium-Ion Battery Electrodes (Flavio Mornahini, TIMCAL Ltd.)

リチウムイオン電池の電極材料と金属性集電シートとの接触抵抗の低下を目的とした表面処理剤について述べている。リチウムイオン電池の放電特性の向上には、電極の活物質と集電シートの電気抵抗の低減も重要であるが、これまでの検討例は少ない。

本論文は、カーボンコーティング剤を正極のアルミニウム集電シートに適用した際の効果を述べている。カー

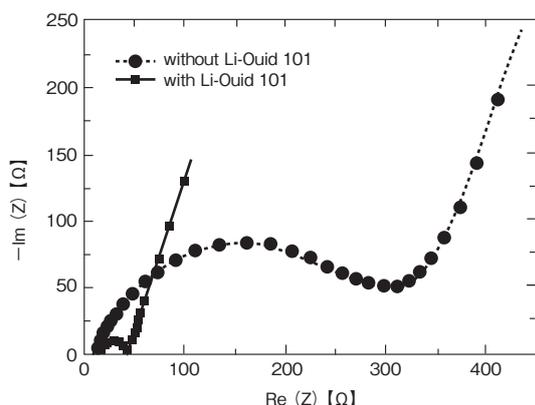


図10 カーボンコーティング剤による抵抗低減効果¹⁾

ボンコーティング剤は、アルミニウム集電シートの表面に塗布された後、120°Cで乾燥するだけで表面に定着される。コーティング層の厚みは、数 μm (2 μm 以下)である。

インピーダンス測定の結果、セル抵抗は本コーティング層の形成で大幅に低減されている(図10)。これは、集電シートに由来する表面のアルミニウム酸化物やボイドの影響が低減されたためと推定している。また、セルのサイクル試験においては、コーティング処理によって容量が安定的に保たれると同時に、サイクル試験時における正極の充電受入れ性の大幅な改善効果も確認されている。

3) Binder Migration and Its Effect on LIB Performance (Jin Bum Kim, JSR Corporation)

リチウムイオン電池の電極形成時に、活物質、導電剤とともに添加されるバインダの乾燥条件について報告している。具体的には、バインダの凝集に対する乾燥条件の影響と、凝集の有無による電極特性への影響を述べている。サンプルは、乾燥炉を備えたコーティングマシンによって作製され、サンプルの送り速度の制御によって乾燥時間を調整している。その結果、乾燥時間が短いとバインダが電極表面に移動し、乾燥時間が長くなると電極層内に均等に分布することが判明した。

バインダの分布状況は、電極材料と集電シートとの接着強度にもかかわり、バインダの分布が均等な場合、集電シートとの接着強度が向上している。また、バインダ分布が均等のサンプルでは、電極の電気抵抗も少なかった。このことから、電極の表面にバインダが局在するとバインダ部分が抵抗増加要因になっていることが推定されている。

6. まとめ

この会議では、自動車用のみならず、据置用等への展開を見据えた議論とともに、性能向上に向けた種々の要素技術の研究発表も行われ、大いに視野を広げることができた。今後も、引き続き本電池の開発・製品化状況に目を向け、微力ながら本電池や応用製品の開発等に何らかの貢献ができれば幸いである。

[参考文献]

- 1) Proceedings of Advanced Automotive Battery Conference Europe, 2012