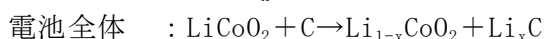


「リチウムイオン二次電池の技術動向」 －研究・開発・調査と国際二次電池展を通して－

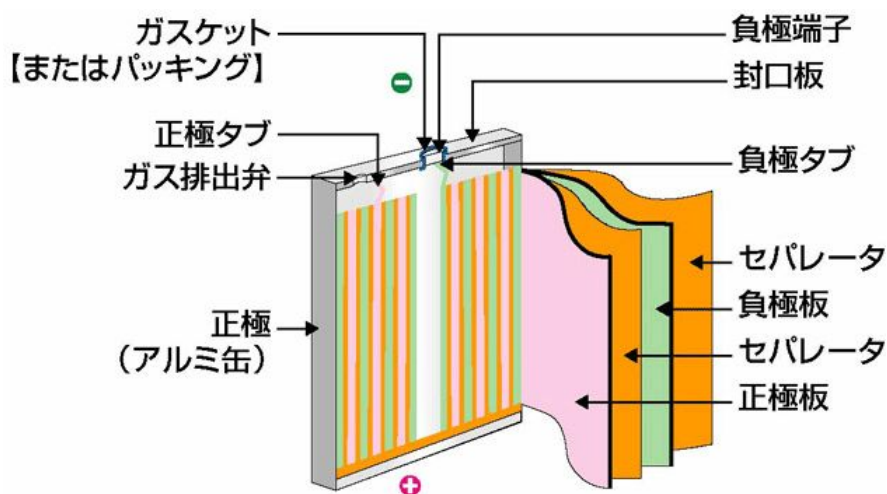
リチウムイオン二次電池（LIB）はリチウム一次電池をベースに開発された二次電池である。開発から約 15 年が経過した現在、実用二次電池の中で作動電圧やエネルギー密度が高い点が注目され、ノートパソコンや携帯電話など様々な携帯機器に使用されている。またリチウムイオン二次電池は前記特長に加えて、重量が小さいという利点もあり、車載用二次電池として実用化に向けた研究開発が活発に進められている。

LIB は正極に Li 含有セラミックス、負極に炭素（黒鉛）を使用しており、次のような反応で充電が行われる。充放電に伴って、Li が正極（ LiCoO_2 ）および負極（C）の層間に侵入/脱離するいわゆる電気化学インターカレーション反応を利用している点に特徴があり、従来の電池と異なり、正極、負極での酸化還元反応は起こらない。



またこれらの反応は水素の酸化還元反応がおこらない有機電解質中でおこなわれるため、従来の水系電解質を用いた二次電池に比べてセル電圧を高くすることができる。

（セル電圧：3.0-4.2 V、定格：3.7 V）実際の LIB では集電体にそれぞれ活物質を塗布した正極板と負極板がセパレーター（Li イオンが透過できる微細な孔の開いた有機樹脂フィルム）を介してロールケーキ状に巻き取られて有機電解質に浸されている。



リチウムイオン二次電池の構造

正極には集電体（Al 箔）や活物質以外に導電助剤（C）、バインダー（PVdF）、溶媒（NMP）などが含まれるが、高容量正極の開発が急務であることから、既存の正極活物質： LiCoO_2 に替わる材料として LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 、 LiFePO_4 などの新規な活物質の検討が進められている。しかしながら、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 はいずれも単体では容量的に不十分であることから、今後は 2 元系、3 元系の複合酸化物の Li 塩が活物質に採用されると考えられる。また、 LiFePO_4 に代表されるオリビン系酸化物は安全性が高いことから車載用に検討されているが、絶縁物であることから導電性の付与が必要であり、製造コストが高いといった課題を抱えている。

負極の開発においては、黒鉛負極の容量が理論限界（372 mAh/g）に達していることから、容量アップが必須事項となっている。また容量アップを図っても初期不可逆容量が大きいと、無駄な初期容量が大きく実用に使用できる容量が小さくなり、せっかくの容量アップが台無しになる。したがって、初期不可逆容量の低減も重要な開発課題といえる。このため高容量負極活物質として、Sn 系や Si 系の材料が検討されている。前者は電極重量あたりの放電容量が黒鉛に比べて8～10倍程度高く、高融点のため安全性が高いという利点があるが、充放電に伴って体積膨張を起こしやすく、初期の充放電効率が低いという欠点もある。このような欠点を克服するために Sn 系では合金化（La, Cu, Ni, Co, Ti などの添加）の検討が進められている。また、後者はサイクル特性、コストに難があり、実用化には至っていない。Si 系では微粒子化、薄膜化の検討が進められているが、実用化までには多くのブレークスルーが必要と思われる。

一方、LIB に替わる新しいタイプの二次電池として「リチウムポリマー電池」「全固体電池」「ナトリウムイオン二次電池」「マグネシウムイオン二次電池」「リチウム空気二次電池」などの研究開発も行われている。これらの二次電池では、LIB の特徴の一つである高電圧は狙わず、高容量化を狙った開発が行われているが、課題山積の状況にあり、実用化には長期間を要すると考えられる。

このような LIB に対する活発な技術開発を受けて、バッテリージャパン（第1回国際二次電池展）が2010年3月3日～5日に東京ビッグサイトで開催された。FC EXPO 2010（第6回国際水素・燃料電池展）、PV EXPO 2010（第3回国際太陽電池展）に併設させる形で催されたが、出展企業数：231社（14カ国）、来場者数：80045名（FC EXPO 2010、PV EXPO 2010 の入場者数を含む）と初回から世界最大規模にて盛大に開催された。

出展企業数の分野別内訳は、(1)部品・材料：26社、(2)製造装置：72社、(3)検査・試験・評価：29社、(4)二次電池：53社であり、製造装置メーカーが多いという印象を持った。部品・材料では「集電体用孔明き金属箔」「新しい正極活物質」「新しい正極バインダー」が興味を引いたが、部品・材料分野では出展していない有力メーカーも多くあった。出展企業が少ないのは今回が初めての開催であったためと考えられ、今後は回を追うごとに出品企業数が増加していくものと予想される。

LIB の分野においては、「新しいシステムに新しいデバイスが使用（採用）される」というのが原則であり、LIB 用に開発された新材料も新しいシステムの LIB に採用されていくと考えられる。LIB 分野の材料技術は今後も新しいシステムへの適用に向けて展開していくと予想される。

神鋼リサーチ（株） 先進技術情報センター 大西 隆