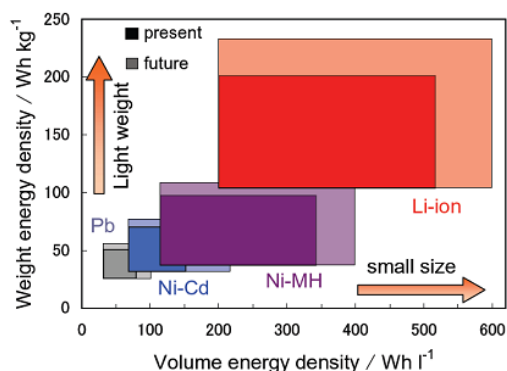


ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	1. エネルギー変換
中項目	1-1. 電池・燃料電池
小項目	1-1-2. リチウム電池

概要（200字以内）

化学電池には一次電池と二次電池があるが、二次電池であるニッケル水素電池とリチウムイオン電池が世界に先駆けて日本で実用化されてから、電池産業は各種電子機器電源として大きく発展しつつある。特にリチウムイオン電池は放電電圧が高くエネルギー容量が大きい(図参照)ため、二次電池の主流を占めるに到った。しかし最近の発火事故から、安全性を目指す新たな材料志向もある。ここではリチウムイオン電池の現状と将来を概説する。



現状と最前線

現在のリチウムイオン電池の主流は正極にコバルト酸リチウム LiCoO_2 、負極に黒鉛、電解質には高電圧に安定なPCやECをもとにした有機電解液の組み合わせからなっている。正極と負極の直接の接触を避けるためにPPなどのセパレータが使用されている。携帯電話やノートパソコンなどの小型電源にはこれらの組み合わせが許されてきたが、今後は1) 高容量化、2) 大型化、3) 低価格化、4) 安全性の向上、の観点から正極、負極、電解質それぞれの材料の改善・改良が進められると思われる。1) の高容量化については鉄系やマンガン系の正極開発および負極を合金化する試みも展開されている。2) の大型化についてはHEV用移動体電源や大型定置型電源としての用途があるために、高価なコバルト系材料に代わる鉄系オリビンあるいはスピネル型などのマンガン系材料が検討されている。これは3) の低価格化にも通じる。4) の安全性向上に関しては、昨年来の発火問題が顕在化し、電池産業の健全な発展のためにも安全性の向上のための対策を講じる必要に迫られている。

正極と負極のショートを防ぐためにセパレータの役割を補完する意味から電極表面にアルミナなどの無機酸化物薄膜を表面修飾する技術がすでに松下電池で実用化されているが、製品価格の上昇にもつながり、全製品にこの技術が活かされていない。一方発火しやすい有機電解液を使用しない新たな電解質の開発研究も大学等で始められている。手法としては大きく3種類に分けられる。第一は酸化分解電圧が高く難燃性の無機固体電解質である。ケイ酸リチウムと硫化リンの骨格からなるガラス状物質やリン酸イオンを含む結晶性のナシコン型化合物がその典型である。この電解質は低温でのイオン導電性が充分でないことに加え粒子状であるために電極とくに正極粒子との充分な電

極/電解質界面接触を保つ上で難点があり、高出力化が要求される大型電源には現状では対応できていない。第二にイオン液体が挙げられる。現在研究対象となっている主なものはイミダゾリウム塩類やピリジニウム塩類である。これらの特徴は低温から高温まで安定な難燃性の液体である。しかし低温でのイオン導電性に難点があり、電池に組む込む際に酸化分解電圧の上限が必ずしも十分でなく、また高純度化に技術的難点があるために実用化はかなり先になると予想される。第三は全固体ポリマー電解質の開発である。PEOは30年ほど前からリチウムイオンのイオン導電体になることが指摘されていたが、実用化にはイオン導電性が充分でなかった。そのためイオン導電性向上に向け、無機フィラーの添加、楕形ポリマーの形成、可塑剤の添加¹⁾などがなされてきた。実際に筆者のグループでPEOにホウ酸エステルやアルミン酸エステル(図1)を添加すると、ルイス酸性による効果も加わり室温で 10^{-4} 、60°Cで 10^{-3} S cm⁻¹の導電性が得られることがわかった。ホウ酸エステルを添加した全固体ポリマー電解質を正極に鉄オリビン LiFePO₄、負極に金属リチウム箔を組み合わせた充放電結果を図2に示す。難燃性二次電池として機能することがわかる。

1) M. Wakihara, Materials Science & Engineering, (Review) R33, 109 (2001).

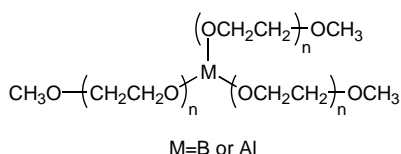


図 1

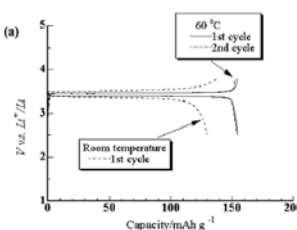


図 2

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

1. 難燃性を付与した小型リチウムイオン電池の開発 (電極界面あるいはセパレータ上に難燃性無機化合物の薄膜を表面修飾する技術開発)
2. 難燃性大型リチウムイオン電池の開発 (全固体ポリマー電界質と鉄オリビン系あるいはマンガン系正極、負極金属リチウム箔を組み合わせた移動体用および定置型電池の開発)

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

1. リチウムイオン導電性無機固体電解質を使用する高容量マイクロリチウムイオン電池の開発 (ペースメーカー、マイクロマシーン用電池)。
2. 負極に合金系材料を用いた現在の3倍の高容量と現状の出力を維持する積層ラミネート型電池の開発 (HEV, ZEV 用、定置型電力貯蔵用 (事業所・家庭での夜間電力貯蔵を含む))

キーワード

難燃性リチウムイオン電池、全固体ポリマー電解質、ホウ酸エステル、イオン液体、リチウムイオン導電性無機固体電解質

(執筆者：脇原将孝)