

## [技術紹介]

### 深海潜水艇用大型リチウムイオン電池

株式会社 ジーエス・ユアサ テクノロジー  
大型リチウムイオン技術部 中村 慶太

#### 1. まえがき

深海のような特殊用途で使用される二次電池は、過酷な使用環境で非常に高い信頼性が要求される。このような特殊用途向けの大型二次電池では、従来の深海潜水艇用には酸化銀・亜鉛蓄電池が主として用いられてきた。しかしながら、この用途においても、大容量のリチウムイオン電池が着々と実用化されている。

大型リチウムイオン電池は、携帯機器向けのようなりチウムイオン電池と同様の高エネルギー密度に加えて、高出力および長寿命の特長がある。さらに、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム蓄電池、ニッケル水素蓄電池、酸化銀・亜鉛蓄電池等と比較して、メンテナンスが容易であり、自己放電速度が小さく、また、ニッケルカドミウム蓄電池やニッケル水素蓄電池にあるメモリー効果（満充電状態から完全放電することなく、部分的な充放電を繰り返すと、電池の未放電部分の放電電圧がやや低下する現象）がない等の多くの特長がある。このことから、大型リチウムイオン電池は、長期間使用される産業機器や特殊機器においても、従来の鉛蓄電池やニッケルカドミウム蓄電池等を適用できなかった新しい用途や、あるいは既存の用途においても、その課題を大幅に解決した分野で、新たに採用され始めているのである。

ジーエス・ユアサ グループでは、携帯電子機器用途のリチウムイオン電池の技術開発および商品化で培った技術をベースとして、その特長をいかに発揮すべく、産業用途や特殊用途への適用を目的に、大型リチウムイオン電池をいち早く開発し、実用化してきた。

そこで、本稿では、当社グループが取り組んできた特殊用の中でも深海潜水艇用大型リチウムイオン電池の開発について解説するとともに、新たな用途に向けた今後の大型リチウムイオン電池を展望する。

#### 2. 会社概要

当社は、株式会社 ユアサ コーポレーションと日本電池株式会社が経営統合し、2004年4月に株式会

社 ジーエス・ユアサ コーポレーションを設立した。その事業統合の一環として、特殊電池事業を分割し、両社の持つ能力を融合させ、『株式会社 ジーエス・ユアサ テクノロジー』を設立し、事業開始している。当社では、潜水調査船用、人工衛星用、ロケット用など海洋から宇宙まで幅広い特殊用途で活躍する電池を開発・製造している。

#### 3. 深海潜水艇用大型リチウムイオン電池

海洋国家である日本にとって、潜水調査船の開発は、戦前からの課題であり、1920年に、民間人によって作られた潜航深度200mの潜水船（西村式豆潜水船）が、我が国で最初のものである。1936年の第2号（潜航深度は400m）には、日本電池製鉛電池（ABCH-19型）が搭載された。戦後は、1951年以降、大学や民間による開発が行われていたが、いずれも潜航深度300mを上回るものではなく、本格的な開発は、科学技術庁によって、1968年に完成した潜航深度600mの「しんかい」によって開始された。1971年10月に、「海洋科学技術センター」（2004年1月から（独）海洋研究開発機構）が発足し、1973年には6,000m級深海調査船システムに関する調査研究を開始した。その中間段階として、2,000m潜水調査船が、三菱重工業（株）神戸造船所で起工し、1981年に進水して「しんかい2000」と命名され、同年10月には最大潜航深度2,008mに到達した。その主蓄電池は、体積効率および質量効率が高い酸化銀・亜鉛蓄電池が選ばれ、この電池は、潜水船の動力用電源となるほかに、マニピュレータなど、船内のすべての機器に電力を供給するものであり、高性能と同時に、深海の高圧に耐える構造が課題であった。「しんかい2000」で採用された構造方式は、「油漬均圧方式」と呼ばれるもので、電池および電池収納容器内の空隙を絶縁油で満たし、潜水船耐圧殻外の海水中で直接設置される。潜航深度6,500mの「しんかい6500」は、三菱重工業（株）神戸造船所で起工され、1989年1月に進水した。潜航深度のほかに総合的な性能向上がはかられた。同潜水調査船は、1989年8月に、三陸沖日本海溝で深度6,527mの潜航試験に成功し、現存する有人潜水調査船の世界記録を樹立した。これによって、世界の海洋の約98%、我が国の200カイリ経済水域の約96%が潜航調査可能となった。これらの主蓄電池の酸化銀・亜鉛蓄電池は、

三菱重工業(株)と(株)ジーエス・ユアサ テクノロジーが開発し納入して運用されてきたものである。その後、同社は、携帯電話用等の製品の開発や量産を通じてつちかってきた最先端のリチウムイオン電池の技術を活かし、酸化銀・亜鉛蓄電池よりも、さらに高エネルギー密度で長寿命の高性能二次電池として、深海探査機用リチウムイオン電池を三菱重工業(株)との共同研究により開発し、納入してきた(図1)。



図1 - 深海潜水艇用大型リチウムイオン電池

まず、深海に設置する係留システムの監視と深海底の調査を目的とする海洋科学技術センターの7,000m級細径ケブル式無人潜水機「UROV7K」(現在は「かいこう 7000 II」のピークル)用のリチウムイオン電池(108V、60Ah)を1997年に納入し(図2) 続いて、海洋科学技術センターの自律航行型の3,500m級無人深海巡航探査機(AUV)「うらしま」用のリチウムイオン電池(126V、300Ah)およびバックアップ電源用のリチウムイオン電池(108V、30Ah)を2000年に納入した。「うらしま」は、そのリチウムイオン電池を主電源として、2002年6月に駿河湾にて132.5kmの連続自動潜水航行に成功した。



図2 - 「UROV7K」用主蓄電池

そして、図3に示すように、「しんかい6500」の主蓄電池として、従来の酸化銀・亜鉛蓄電池に代わるリチウムイオン電池を開発、海洋研究開発機構の

協力による実用化に向けての検討・検証を経て、2004年に海洋研究開発機構に納入した。その後、「しんかい6500」は、2007年3月に通算潜航回数1,000回を達成した。



図3 - 「しんかい6500」用主蓄電池

これらの深海探査機用リチウムイオン電池は、いずれも酸化銀・亜鉛蓄電池と同様の「油漬均圧方式」を組電池に採用しているが、単セルの構造には大きな違いがある。すなわち、リチウムイオン電池の単セルは、酸化銀・亜鉛蓄電池のようなガスが発生せず、完全密閉にすることができるので、各単セルには均圧装置を取り付けて、単セル内の電解液と油とを完全に分離しつつ単セルの内外を均圧にしており、電池の信頼性を一層高くしている。

また、耐圧容器に装備する形としても、潜水艇用として開発実績を重ねており、2001年に川崎重工業(株)(現(株)川崎造船)に建造された自律型無人潜水機(AUV)「マリンバード」に主電源の組電池(100V、100Ah)を納入し、2003年7月に三井造船(株)にて建造された東京大学生産技術研究所海中工学研究センターの自律型海中ロボット「r2D4」にも主電源の組電池(144V、100Ah)を納入した(図4)。それらの潜水艇は、世界各地における潜航により、数々の研究成果を挙げている。

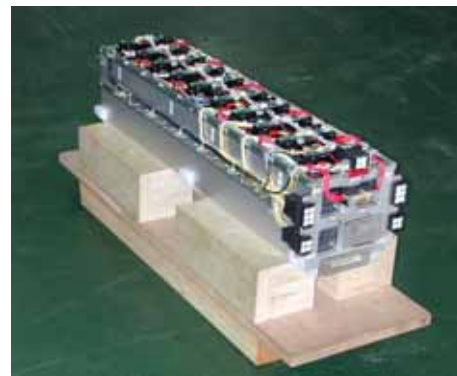


図4 - 「r2D4」用主蓄電池

#### 4. 大型リチウムイオン電池の今後の展望

現在、リチウムイオン電池は、エネルギー密度が高い二次電池としての特長を活かして、携帯電子機器用の電源として大きな市場を形成するに至っている。

リチウムイオン電池は、それに加えて、長寿命、高信頼性、高率充放電が可能等という優れた特長が認められて、その大型リチウムイオン電池が深海用や宇宙用の特殊用に実用化され始めている(図5)。



図5 - 人工衛星用大型リチウムイオン電池

さらに、移動体の高効率化による燃料消費の削減の必要性という点では、航空機も同様の要求があり、機体の軽量化等によって燃料消費効率を大幅に向上する Boeing 社の次世代主力旅客機「787」にも、潜水艇用、宇宙用等の特殊用途で培った高い信頼性および高エネルギー密度等の高い性能が大いに評価され、搭載することが決定している(図6)。



図6 - 航空機用大型リチウムイオン電池

その他、地球温暖化、環境汚染、化石燃料資源の切り札として、自動車等移動体のエネルギー消費の効率化や低排出ガス化の必要性が叫ばれており、大

型リチウムイオン電池は、この用途を支える主要な二次電池として、期待が大きい。

例えば、電気自動車は、排ガスを発生しない究極のクリーン自動車として期待され、当社グループとして電気自動車用大型リチウムイオン電池の開発に取り組んでいる。その成果として、(株)リチウムエナジー ジャパン((株)ジーエス・ユアサ コーポレーションと三菱商事(株)、三菱自動車工業(株)の共同設立会社)製の大型リチウムイオン電池が三菱自動車工業(株)の次世代型電気自動車「i MiEV」に搭載されている(図7)。



図7 - 電気自動車用大型リチウムイオン電池

以上に述べたように、大型リチウムイオン電池は、その優れた実用性と実績とが認められて、今後、新しい市場に積極的に適用されていくことが大いに期待されている。このような新しい市場に向けて、特殊用および産業用の大型リチウムイオン電池の高信頼性と、小型リチウムイオン電池で培った量産技術による低コスト化とが相まって、かつ安全性の確保は当然のものとして、実用技術の開発が大きく進展するものと考えられる。

(株)ジーエス・ユアサ テクノロジーは、6,500 mの海の底から、上空 36,000 kmの宇宙空間まで、あらゆる特殊なフィールドでクリーンエネルギーを必要とされるお客様に最高のソリューションを提供していきます。“お客様の課題に挑戦したい” ジーエス・ユアサ テクノロジーです。