

リチウムイオン二次電池を利用した 交流無停電電源装置（UPS）について

（一財）建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

1 はじめに

昨今、情報インフラの重要性はますます高まっており、サーバ等の重要機器が停電等でダウンしないように予備電源としてUPS¹が広く導入されている。

従来、UPS用の蓄電池は、鉛蓄電池が主に利用されている。しかし、欧州では「改正RoHS指令²」により有害物質である鉛の使用が制限されており、日本でも環境性の観点から鉛蓄電池以外の蓄電池を利用する検討が進んでいる。このような背景から、近年、UPS用の蓄電池にリチウムイオン二次電池を利用することが増えている。

リチウムイオン二次電池は鉛蓄電池と比較して、環境性だけでなく、エネルギー密度が高いことで寸法を小さくできることや、蓄電池寿命が長いこと等の様々なメリットがある。

公共建築工事に利用される電気機器は、国家機関の統一基準である、「公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）」で仕様が規定され、UPSは、JEC-2433 無停電電源システム、JIS C 4411-3 無停電電源装置（UPS）—第3部：性能及び試験要求事項によること、方式は、常時インバータ給電

方式、ラインインタラクティブ方式または常時商用給電方式等であること、更に、リチウムイオン二次電池は、「JIS C 8715 産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システム」によることが規定されている。

（一社）公共建築協会では、営繕工事の公共工事発注者が行う監督業務の簡素化及び迅速化を図るため、営繕工事において標準的に使用される材料や機材等のうち、重要なものを対象として、通常、各工事現場において確認している品質や性能等について、予め審査を行って評価基準に適合した機材に評価書を交付している。UPSは、常時インバータ給電方式（300kVA以下、または簡易型）、ラインインタラクティブ方式、常時商用給電方式を評価対象としている。

本レポートでは、UPSとリチウムイオン二次電池の技術動向を紹介する。

2 UPSの技術動向

情報インフラに用いられるサーバ等の重要度の高い設備のUPSと、そのシステムに求められる要件は、主に次のとおりである。

- ①24時間365日無休止運転を実現する高信頼性やUPS構成の冗長性
- ②電力損失を抑制する高効率性
- ③小型、軽量
- ④省メンテナンス

1 UPS (Uninterruptible Power Supply)：交流無停電電源装置

2 RoHS (ローズ) 指令：2003年2月に発効した電気・電子機器における特定有害物質の使用制限に関するEUの法律。2011年6月に改正され「改正RoHS指令（通称RoHS）」という。

⑤急速充放電性能

前記②の電力損失を抑制する高効率性の技術の一つに、最新の半導体デバイスであるSiC³パワーデバイスを利用することが挙げられる。

また、前記③の小型、軽量、④の省メンテナンス、⑤の急速充放電性能の技術として、リチウムイオン二次電池を利用することでUPS全体の小型化、軽量化や省メンテナンス化、急速充放電化、蓄電池の長寿命化が期待できる。

3 リチウムイオン二次電池について

3.1 リチウムイオン二次電池と鉛蓄電池の性能の比較

電池の種類を図1に示す。電池は大別すると化学電池、物理電池、生物電池の3種類に分かれる。その中で、化学電池は一度放電すると充電できずに使い切りとなる一次電池と、充電して繰り返

返し使用できる二次電池がある。リチウムイオン二次電池は、鉛蓄電池等と同様に二次電池に該当する。

UPSに利用される鉛蓄電池とリチウムイオン二次電池の比較を表1に示す。

リチウムイオン二次電池は鉛蓄電池よりエネルギー密度が高いため、同容量で比較すると外形、重量が低減できる。また、繰り返して充放電を行った場合のサイクル寿命は、鉛蓄電池が300～500回程度で容量が大きく減少して寿命を迎えることに對し、リチウムイオン二次電池は一般的に3,000～10,000回程度の充放電後も容量が大きく減少しない。また、リチウムイオン二次電池は、鉛蓄電池と比べて、急速充放電性能が高い。

イニシャルコストは、リチウムイオン二次電池より鉛蓄電池の方が安価だが、寿命はリチウムイオン二次電池の方が長い為、ライフサイクルコストで比較をする必要がある。

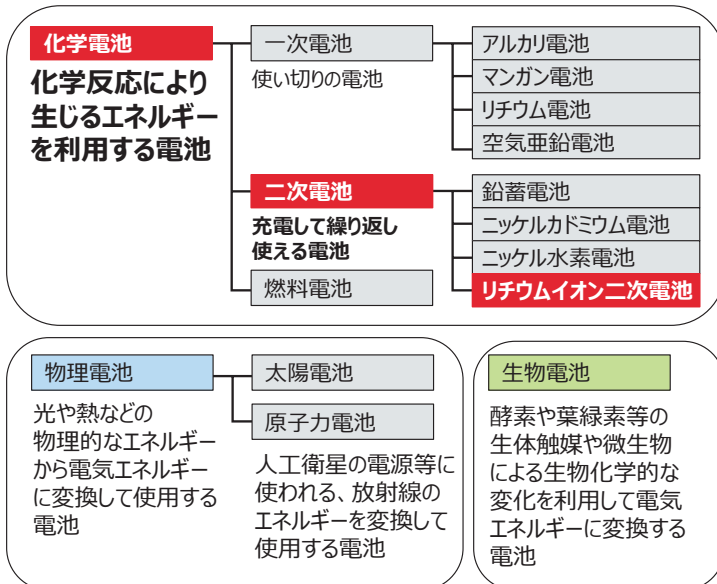


図1 電池の種類

出典：東芝インフラシステムズ(株)

表1 鉛蓄電池とリチウムイオン二次電池の比較

種類 項目	鉛蓄電池	リチウムイオン二次電池	備考
体積重量	大きい 重い	小さい 軽い	鉛蓄電池に比べてリチウムイオン二次電池は小型なので、設置面積を小さくすることができる。
サイクル寿命	△	◎	鉛蓄電池に比べてリチウムイオン二次電池はサイクル寿命が長く、ピークソフト・ピークカットに適している。
急速充放電	×	◎	鉛蓄電池と比べてリチウムイオン二次電池は急速充放電ができる。
イニシャルコスト	○	△	鉛蓄電池に比べてリチウムイオン二次電池は高価だが、寿命が長い。

3 SiC（シリコンカーバイド）：炭化ケイ素。電力用半導体の材料の一種として使用される。スイッチング効率を向上させ電力損失の低減を図ることができる。

リチウムイオン二次電池の性能向上は日進月歩であり、様々な特長を有するリチウムイオン二次電池が開発されている。

本レポートでは(株)東芝のリチウムイオン二次電池SCiBTM⁴を紹介する。

SCiBTMは、令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰にて、「出力性能と安全性に優れた長寿命大型二次電池の開発」の業績で科学技術賞（開発部門）を受賞した。SCiBTMはサイクル寿命が長く、図2に示すように20,000回の充放電後も容量維持率が70%を上回る。

3.2 リチウムイオン二次電池に関する法規制

UPSにリチウムイオン二次電池を利用する際に、関連する法規制を説明する。

① 消防法～蓄電池設置届の提出

鉛蓄電池と同様に、リチウムイオン二次電池は蓄電池総量（定格容量と電槽数の積の合計）が4,800Ah・セルを超える場合、所轄消防署に対し蓄電池設置届の提出が必要となる。

② 消防法～危険物取扱所の設置

リチウムイオン二次電池はバッテリー内部の電解液が消防法上の危険物である第四類第二石油類非水溶液体に該当する。そのため、電解液の総量が指定数量の1,000ℓを超える場合は蓄電池の設置場所が一般危険物取扱所となり、指定数量の5分の1である200ℓを超える場合は少量危険物取扱所となる。これらに該当する場合、法令に従い防火区画や必要な消防設備を設ける必要がある。

③ 建築基準法～危険物の総量規制

②の消防法以外に、建築基準法でも危険物の総

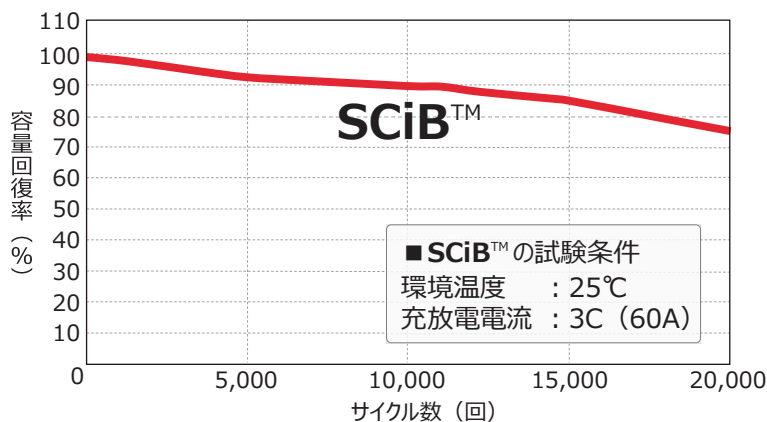


図2 SCiBTMのサイクル寿命 出典：東芝インフラシステムズ(株)

量規制がある。指定数量（1,000ℓ）の10倍以上（リチウムイオン二次電池の電解液の場合10,000ℓ以上）の危険物を取り扱う場合は建築物を、耐火または準耐火構造とする必要がある。また建築物の設置地域による用途規制により設置できる総量に上限がある場合もあるため、注意が必要である（表2）。

表2 建築基準法による危険物の用途規制

危険物の種類 第二石油類（灯油・軽油）		
用途地域	貯蔵量	備考
第一種低層 住居専用地域 第二種低層 住居専用地域 第一種中高層 住居専用地域	貯蔵できない	
第二種中高層 住居専用地域 第一種住居地域 第二種住居地域 準住居地域	5,000 ℓ	指定数量の5倍
近隣商業地域 商業地域	10,000 ℓ	指定数量の10倍
準工業地域	50,000 ℓ	指定数量の50倍
工業地域 工業専用地域 指定なし	貯蔵制限なし	

出典：建築基準法抜粋

4 SCiBTM（エスシーアイビー）：(株)東芝のリチウムイオン二次電池

④労働安全衛生法～危険物の総量規制

危険物を一定以上設置する工事を行う際は、当該工事の開始30日前までに労働基準監督署長宛に届出が必要となる。リチウムイオン二次電池の電解液は引火点が30℃以上65℃未満であるため、電解液の総量が500ℓを超える場合が該当する(表3)。

表3 労働安全衛生法の届け出基準

危険物の種類	数量
灯油、軽油、テレピン油、イソペンチルアルコール (別名イソアミルアルコール)、酢酸その他の引火点が30℃以上65℃未満の物	500ℓ

出典：労働安全衛生規則第273条の3第1項及び別表第7の3の項の規定に基づき厚生労働大臣が定める基準より抜粋

4 リチウムイオン二次電池を利用したUPSについて

4.1 UPSの構成及び電池監視について

鉛蓄電池を利用する場合は整流器・インバータ盤と蓄電池盤の構成となるが、リチウムイオン二次電池を利用する場合はそれに加えリチウムイオン

二次電池の監視盤が必要となる(図3)。

リチウムイオン二次電池はJIS C 8715「産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システム」により、その監視、保護項目が定められている。この規格では過充電、過温度、過電流からの保護を求められているため、各蓄電池の電流、電圧、温度を監視し、異常が発生した場合にその蓄電池を回路から切り離す必要があり、リチウムイオン二次電池を監視する監視盤を設ける。

蓄電池に異常が発生した場合、各蓄電池盤に設けられたコンタクトにより異常が発生した蓄電池盤のみを回路から切り離し、その他の健全な蓄電池は運用を継続することができる。また、監視盤は省メンテナンス化にも役立っている。

4.2 リチウムイオン二次電池を利用するメリット

鉛蓄電池に比べリチウムイオン二次電池は寸法が小さく、軽いので蓄電池部分を減らすことができる。例えば、東芝インフラシステムズ(株)の500kVA単機UPSの場合で比較すると、制御弁式据置鉛蓄電池(MSE⁵)に比べ蓄電池部分の設置面積は65%減、質量は74%減となる(図4)。

また、リチウムイオン二次電池を利用すると、鉛蓄電池を利用する場合と比較してインシャルコ



図3 UPSシステムの構成例

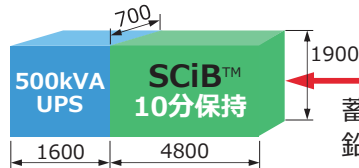
出典：東芝インフラシステムズ(株)

5 MSE (Middle rate Stationary Enclose)：制御弁式据置鉛蓄電池

■ 鉛蓄電池の場合



■ SCiB™の場合

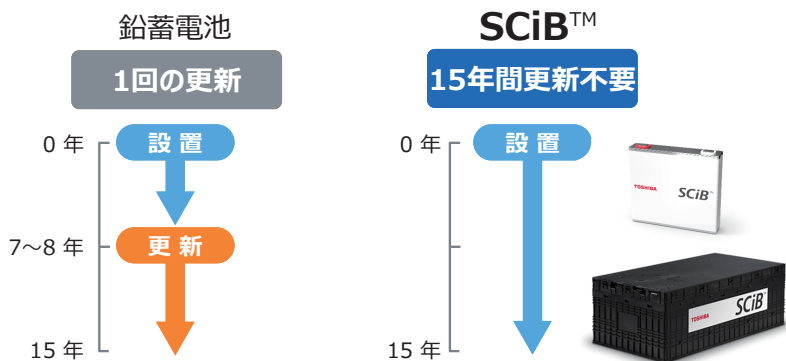


蓄電池部分で
設置面積65%減

蓄電池の質量は、約74%減
鉛：16.6t → SCiB™：4.25t

図4 蓄電池盤の設置面積

出典：東芝インフラシステムズ(株)



- ・ 鉛蓄電池は、7～8年で蓄電池単体の更新が必要
- ・ SCiB™は整流器、インバータの期待寿命の15年間で同等の寿命で15年間は更新が不要

図5 蓄電池の寿命について

出典：東芝インフラシステムズ(株)

ストは約2～3倍となるが、鉛蓄電池よりも寿命が長いため、蓄電池更新時の工事費用等も考慮するとライフサイクルコストではリチウムイオン二次電池を利用の方が有利となる。整流器、インバータの期待寿命は15年間で、整流器、インバータを更新するまでに、鉛蓄電池は1回の更新が必要だが、リチウムイオン二次電池は更新が不要で15年に1回の整流器、インバータ、蓄電池の更新で済む(図5)。

4. 3 リチウムイオン二次電池を利用したUPSシステムの高機能化

リチウムイオン二次電池は鉛蓄電池と比較して

急速充放電が可能である。また、4. 1のとおり電流、電圧、温度を常に監視しており、その情報を活用することが可能である。それらの特長を活用したUPSシステムの高機能化について紹介する。

① ピークシフト対応

UPSシステムでは高い給電性を確保するため実際に使用される負荷容量に加えて、バックアップ分を設けた冗長構成とすることが多い。通常使用されていないバックアップ分を有効活用する機能がピークシフトである。

ピークシフト機能は、電気料金の高い日中に蓄電池のバックアップ分からのアシスト放電を行うことで、購入電力量を減らす。また、電気料金の安い夜間に蓄電池へ充電を行うことで、放電した容量を回復させる。

このように日中と夜間に蓄電池を活用することで電気料金の低減に寄与する機能であるピークシフト

機能を利用して、設備全体のランニングコスト低減が期待できる(図6)。

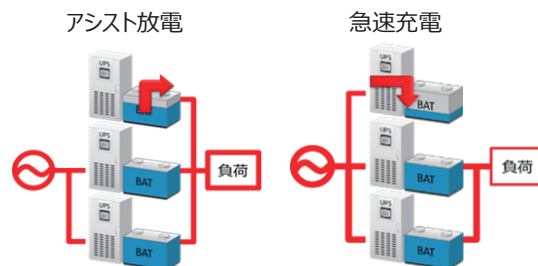


図6 ピークシフト運用例

出典：東芝インフラシステムズ(株)

②蓄電池の放電可能推定時間の算出

UPSに用いる鉛蓄電池は、一般的に蓄電池の温度異常のみを監視しているが、リチウムイオン二次電池は電流、電圧、温度を常に監視しており、その情報を利用し蓄電池の現状の容量の算出が可能となる。SCiB™の場合、蓄電池監視盤は蓄電池のSOH⁶の確認ができる機能を有している。SOHとは、初期の容量を100%としたときの現在使用できる容量の割合を目安として示すものである。これを基に、UPSを停止させずに蓄電池の放電可能推定時間を算出することができる。

4. 4 事例紹介

SCiB™を利用したUPSシステムの事例として某大手金融機関のデータセンターに利用した事例を紹介する。

某大手金融機関では、データセンターにSCiB™を利用したUPSシステムを導入している(写真1)。

SCiB™を利用することで、設置スペースの確保が容易な上、積載荷重に対する床補強工事等が不要となるメリットがあった。更に、鉛を使う鉛



写真1 某大手金融機関のデータセンターに導入されたSCiB™を使用したUPSシステム

出典：東芝インフラシステムズ(株)

蓄電池は環境負荷が大きく、SDGsへの取組みを進める某大手金融機関としてはSCiB™を選択する意義もあり、SCiB™の導入が実現した。

この事例からも、耐用年数を迎えた有害物質を含む鉛蓄電池の更新にあたって、SCiB™を利用したUPSシステム導入のメリットは、コスト削減も含め大きかったと考える。

5 おわりに

本レポートでは、リチウムイオン二次電池を利用したUPSについて紹介した。

今後の情報化社会の高度化に伴い、サーバ等の情報機器に安定した電源を供給するUPSの重要度はますます高まると考えられる。また、導入されるUPSの容量や台数も毎年増加していることから、建物設計や管理面の要求からUPSに対する小型化、軽量化、省メンテナンス化のニーズは高まっている。そのため、UPSにリチウムイオン二次電池の利用を進め、その社会的要求に応じていく必要があると考える。

最後に、本レポートをまとめるにあたり、東芝インフラシステムズ(株)様には多大なご協力をいただきました。

ここに感謝の意を表します。

6 SOH (State Of Health)：健全度や劣化状態を表す指標