

# 単相UPS の管理、メンテナンス、 ライフサイクル

## ホワイトペーパー 210

第 0 版

Justin Solis

### 要約

「今使用している UPS のバッテリーの寿命はどの程度ですか?」「UPS のメンテナンスのベストプラクティスは、どのようなものですか?」といった質問が、UPS のオーナーから多く寄せられます。UPS に関しては、単なるバッテリーのバックアップ以外にも、多くのことに留意しなければならないことは一般的にはあまり知られていません。また、他のあらゆる電子機器と同様に UPS 製品にも寿命があり、バッテリーの寿命に影響を及ぼす要因の多くは UPS にも影響します。要因によっては、何らかの予防措置を講じるか、あるいは単純に基本的な UPS の設定を調節すれば制御できるものもあります。このホワイトペーパーでは、バッテリーと UPS の両方の寿命に影響を及ぼす主な要因について触れるとともに、寿命や全体的な可用性の最大化に向けて、単相 UPS の適切な管理に役立つ簡単な推奨事項とガイドラインを提供します。

## はじめに

ご利用中の UPS の運転効率を最大化し、それを維持していくためには、シンプルな予防保守を日頃から行うことが重要です。UPS のテストや監視は、かつて困難なタスクの1つでした。しかし、現在は新しい設計が採用され、UPS の監視がシンプルになり、より詳細に行えるようになっていきます。例えば、現在の UPS モデルは定期的な自動ステータスアップデート機能を備えています。

多くの新型 UPS モデルにはセルフ監視ソフトウェアや自動通知機能が備わっていますが、UPS を適切に動作させるには、引き続き定期的な検査の実施が必要になります。適切なケアや定期的なメンテナンスが不要なダウンタイムの回避に役立ち、時間とコストの削減につながります。

サービス対象の UPS コンポーネントの大半には、デバイスの保守点検を行う担当者の安全確保のために、タッチセーフ設計が施されています。ただし、それでもなお UPS の保守点検時には、現場の安全に配慮することが重要です。UPS は直接電源に接続されるため、電気製品を取り扱う際の安全確保に向けた一般的な措置が求められます。UPS の保守検査を実施するには、以下に示す一般的なベストプラクティスをお奨めします。

- 予防的な措置の重視: これはバッテリーと UPS の両方の交換において、常に最適なアプローチとされるものです。5 年以上使用している UPS は、内部コンポーネントに故障が発生するリスクが高まっているため、予期せぬダウンタイムのリスクも自ずと高まります。
- 周到的な用意: [適切な保管場所](#)の提供が可能であれば、バッテリー交換を現場で行います。これにより可用性が高まると同時に、ダウンタイムを回避することができます。
- 整然とした管理: 利用者が UPS を常に最新の状態で運用・維持できるように、保守検査は定期的に行う必要があります。また、実施した検査内容や検査実施日をドキュメント化しておくことも大切です。

予防保守のスケジュールリングと実施は、UPS システムを最大限に活用する上で極めて重要です。ただし、単に検査を行うだけでは十分とは言えません。実施したメンテナンスの種類や機器の状態を記録しておきましょう。保守の内容や劣化の範囲 (例えば、バッテリー駆動時間の短縮など) を詳細に記録しておけば、故障の予測をはじめ、今後問題が発生した場合のサポートチームの対応にも役立ちます。

## 故障する可能性が高いコンポーネント

厳重な管理が必要な機器や情報を守る UPS は、総じて高い信頼性と耐久性を備えています。古い UPS は機械的 / 電氣的に誤作動を起こす可能性が高まります。UPS が故障する最も一般的な原因には、例えば次のようなものがあります。

- バッテリー
- ファン
- 電解コンデンサー
- 金属酸化物バリスタ (MOV)
- リレー

## バッテリー

永久に使用できるバッテリーはありませんが、それは UPS 用のバッテリーも同じです。それでもなお、バッテリーの寿命はユーザーマニュアルに記載されるメーカーの推奨条件に従って UPS を運転することによって最大化を図ることができます。ユーザーによる UPS の監視を効率化するため、新型の装置にはバッテリーの寿命が近づくと、以下を基にアラートを出す機能が備わっています。

- 予想されるバッテリー交換日
- 温度補償充電
- 自動セルフテスト

単相 UPS で最も一般的に使用されているバッテリーの種類は、制御弁式鉛蓄電池 (VRLA) です。メーカーの推奨条件の下で運用した場合、これらのバッテリーの予想寿命は通常 3 ~ 5 年となりますが、設置場所や周囲温度、使用サイクル、メンテナンス、バッテリー化学成分、バッテリーストレージなどの要因によって、寿命は大きく変動します。これらの特性や条件を事前に把握し、念頭に置いて運用していくことが UPS 製品の寿命の最大化に役立ち、緊急の電源障害に向けて備えることができます。

### 一般的な製品寿命の仮定条件

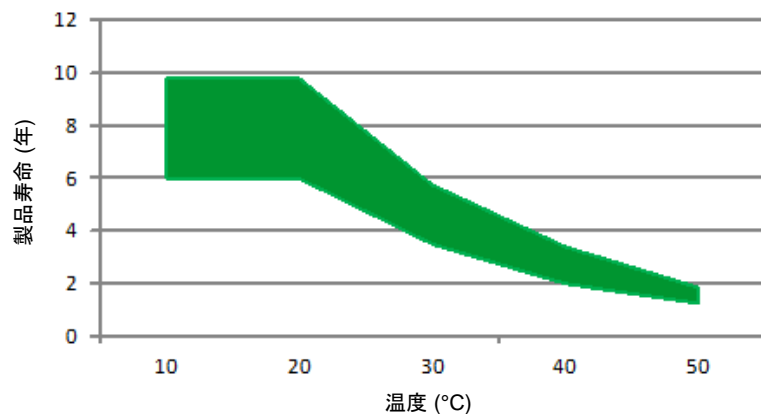
- 周囲温度: 30°C (86°F)
- 内部温度: 40°C (104°F)
- 負荷: 容量の 75%
- 公称入力電圧

**設置場所** – 室内における IT 機器の電源保護を最適化するために、UPS を設置する場所は適切に温度制御された環境が推奨されます。開放された窓や湿気を多く含んだ場所の近くや、過度なホコリや腐食性の煙霧が発生する場所に UPS を設置することは避けましょう。また、UPS を温度や湿度が所定の限界値を超える場所で稼働させないでください。さらに装置の前面、側面、背面にある換気口を塞がないように注意しましょう。なお、冷却戦略についての詳細は、ホワイトペーパー 68「[IT ワイヤリングクローゼットおよび小スペースにおける冷却戦略](#)」をご覧ください。

**周囲温度** – どのバッテリーにも、規定条件に基づいて設定された定格容量があります。UPS 用バッテリーの定格容量の場合、25°C (77°F) の周囲温度に基づいています。この条件下で稼働する UPS は、UPS としての寿命が最大化されるため、最適なパフォーマンスを見込むことができます。UPS を温度が変動する環境下で運転を続ける必要がある場合には、**図 1** に示す通り、バッテリーのパフォーマンスの低下、および寿命短縮の可能性がある点に留意しておくことが重要になります。周囲温度 25°C (77°F) 以上では、約 10°C (18°F) 上昇するごとにバッテリーの寿命は 50% 低下することを、一般原則として覚えておきましょう。そのため、UPS の寿命とその能力を最大化させるためには、装置を最適な室温環境で運転することが不可欠となります。

図 1

バッテリーの製品寿命と温度の相関図



**使用サイクル** – 停電が発生した場合、UPS は自動的にバッテリー電源に切り替わり、接続先の負荷機器に電力を供給します。そして商用電源が復旧すると、UPS 用バッテリーは次回の停電に備えて自動的に再充電を行います。このプロセスを放電サイクルと呼んでいます。[VRLA バッテリーの化学成分](#)は、単相 UPS で使用されているものと同様に、バッテリーが寿命を終えるまでに一定の放電 / 再充電サイクルを経た後は交換が必要となります。

バッテリー設置時の定格容量は 100% ですが、放電とその後の再充電を経るたびにバッテリーの相対容量は減少していきます。放電サイクルの長さは表 1 にある通り、バッテリー容量の減少量によって決まります。サイクルの経過は UPS の運転で想定済みの要素の一部ですが、サイクルの頻度に留意しておくことで、異常または不自然なサイクルを把握することができ、UPS の寿命の予測にも役立ちます。また、多くの UPS モデルは調節可能なため、ユーザーは電圧の低下やその他の電圧変動に対する感度を調節することにより、バッテリーの容量を必要以上に消費する厄介な動作を低減させることができます。

**表 1**  
容量とサイクル数

| 平均放電深度 | 60% の容量になるまでの<br>サイクル数 |
|--------|------------------------|
| 100%   | 200 – 300 サイクル         |
| 50%    | 400 – 600 サイクル         |
| 30%    | 1100 – 1200 サイクル       |

**メンテナンス** – 大半の単相 UPS 用バッテリーは「メンテナンスフリー」に分類されているため、多くのユーザーは UPS 用バッテリーの監視や保守は不要であると誤解しています。メンテナンスフリーのバッテリーとは、単に補充液を必要としないバッテリーのことを指し、ユーザーにとってバッテリーの適切なケア・監視方法の理解が非常に重要であることに変わりはありません。

UPS 用バッテリーの状態を判断するには、定期的な保守検査を行う必要があります。バッテリーで目視検査する項目は、清潔さ、液漏れ、過度の膨張であり、検査で見つかったホコリ、汚れ、ゴミなどは、ショートや漏電を起こさないようすべて取り除く必要があります。また、バッテリーに過度な膨張や液漏れが見られる場合には、新しいものと交換し、廃棄するバッテリーは適切に処分してください。

**バッテリーの化学成分** – UPS で使用されている鉛蓄電池（鉛酸バッテリー）の化学成分は、バッテリーの蓄電能力と給電能力を左右します。ただし、この能力は経年劣化が避けられません。保守に関するあらゆるガイドラインに従ったとしても、バッテリーの寿命は有限であり、最終的に交換が必要となります。

定格容量の 80% を供給できなくなった VRLA バッテリーは、アメリカ電気電子技術者協会 (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) が定める通り、使用可能期間が終了したものとして交換が求められます。容量の低下はバッテリーの内部コンポーネント（構成成分）の劣化によるもので、バッテリーがこの段階に達すると劣化の進行が早まり、その結果、交換用のバッテリーが必要となります。仮に UPS 用バッテリーが十分に機能していたとしても、交換を行ってください。バッテリーの内部コンポーネントが劣化していれば、予想外のダウンタイムやバッテリーの液漏れが発生するリスクも高まります。

**バッテリー保管** – UPS 管理者は、想定されるダウンタイムを見越して事前に交換用のバッテリーを購入しておこうとする人もいます。こうした予防的な措置そのものは推奨されますが、UPS 用のバッテリーを保管する際には考慮すべきいくつかの重要な要素があります。

未使用のバッテリーでも、ライフサイクルは必ず短縮していきます。鉛蓄電池は、単相 UPS 装置で使用しているバッテリーと同様に自動的に自己放電するため、保管中のバッテリーは 6 カ月ごとに充電することをお奨めします。バッテリーを再充電する頻度に関係なく、累積保管期間は 1 年を超えてはいけません。これらの推奨事項が遵守されない場合、容量は 18 ~ 30 カ月以内に永久喪失することになります。

保管中にバッテリーの充電が行えない場合は、バッテリーを 10°C (50°F) 以下で保管することが推奨されます。こうすることでバッテリーの劣化サイクルを遅らせることができ、製品寿命の最大化を図れます。

## ファン

前のセクションで説明した通り、温度は UPS コンポーネントの製品寿命に大きく影響します。熱による影響を軽減するために、UPS の多くは搭載されたファンによって装置内の温度を冷やし、周囲の温度を推奨温度の範囲内に維持しようとします。推奨される条件下では、UPS 装置内のファンの寿命は最大 10 年ですが、これは UPS の設置環境によって大きく左右されます。一般的な UPS の場合、ファンは以下の状況下において電源がオンになるか、回転速度が上昇します。

- 商用電源が利用できず、UPS が強制的にバッテリーを使用する場合
- UPS 装置内の温度が事前に設定したレベル (通常は 38°C (100°F)) を超えた場合
- 装置に接続した負荷機器への負荷が、事前に設定したしきい値 (通常は運転時の容量の 70% ~ 80%) を超える場合

UPS 内のファンの寿命を延ばす唯一の方法は、強制的にファンが稼働してしまう状況を制限することです。そのため、指定した範囲内に周囲温度を維持することや、UPS の異常または頻繁なサイクルを監視すること、また接続した負荷機器にも無理なく対応できる適切なサイズの UPS を選択することが、ファンの製品寿命の最大化につながります。

## 電解コンデンサー

電解コンデンサーは、電圧変動の円滑化・フィルター処理を行う働きがあります。通常の条件下における製品寿命は、最大 10 年となります。バッテリーと同様、電解コンデンサーの予想寿命に影響を及ぼす最大の要因は温度と湿度です。また一般原則として、バッテリーと同様に温度が 10°C (18°F) 下がるたびに、コンデンサーの寿命は倍に伸びます。(特定の温度における化学反応の速度を予測する「アレニウスの法則」として知られる)

UPS 内の鉛蓄電池と同様に、環境温度の監視と指定した **周囲温度範囲** 内で維持管理を行うことが、電解コンデンサーの製品寿命の最大化につながります。



## 金属酸化バリスタ (MOV)

MOV の製品寿命の予測は、これまで述べてきたコンポーネントと比べて困難です。その主な理由は、MOV は通常、高い頻度で極端な電圧ノイズにさらされると、正常に動作しなくなるからです。

UPS は、接続したすべての機器に対してサージ保護できるように設計されています。UPS は MOV を使用して過剰な電圧を吸収することでこれを実現していますが、MOV が制御しきれないほどの過剰な電圧が発生した場合には、MOV は故障します。こうした電圧ノイズの影響を回避する方法はあまりありませんが、MOV の故障につながるシナリオを認識できていればそれに備えることができ、実際にその現象が発生した場合も問題を特定することができるでしょう。

## リレー

MOV と同様に、UPS 内のリレーの製品寿命の予測にも困難が伴います。リレーは電気作動型のスイッチであり、UPS はこれでバッテリーのオン / オフの切り替えを行います。通常的环境下において、リレーが故障するほど多くの動作サイクルを UPS が行う可能性は低いと言えますが、誤った、あるいは機能不全のファームウェアのセットアップを行った場合には、過度な使用によって最終的に故障につながる可能性があります。

動作サイクルが過剰なほどに頻繁に発生している場合、それは UPS が適切に動作していないことを表しており、同時にリレーやバッテリーにも負担がかかっています。これらの問題が発生した場合、それを認識・特定できるようにしておくことが問題の予防的な対処に役立ち、また大きな損害につながる前にファームウェアの設定を調節することができます。

表 2 では、上記 5 つのコンポーネントの製品寿命と、それに影響を及ぼす要因をまとめています。

表 2

最も故障が発生する可能性が高いコンポーネントのサマリー

| コンポーネント        | 役割                      | 製品寿命     | 製品寿命に影響を及ぼす要因  |
|----------------|-------------------------|----------|--|
| バッテリー          | 商用電源が利用できない際に電力を提供      | 3 ~ 5 年  | <ul style="list-style-type: none"> <li>UPS の設置場所</li> <li>周囲温度</li> <li>使用サイクル頻度</li> <li>メンテナンス</li> <li>バッテリー化学成分</li> <li>バッテリーストレージ</li> </ul> |
| ファン            | 装置の冷却                   | 最大 10 年  | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置の負荷機器</li> <li>周囲温度</li> <li>使用頻度</li> <li>使用期間</li> </ul>  |
| 電解コンデンサー       | 電圧変動の円滑化・フィルタ処理         | 最大 10 年  | <ul style="list-style-type: none"> <li>周囲温度</li> <li>湿度</li> </ul>   |
| 金属酸化バリスタ (MOV) | 過剰な電圧に対する回路の保護          | 使用環境に準じる | <ul style="list-style-type: none"> <li>サージ発生回数と深刻度に依存</li> </ul>   |
| リレー            | UPS の伝送モードを支える電気作動型スイッチ | 使用環境に準じる | <ul style="list-style-type: none"> <li>異常な動作サイクル</li> </ul>  |

## 運転方式に関する検討事項

このホワイトペーパーで説明している製品寿命は、総じて単相 UPS すべてに当てはまります。ただし、使用している UPS の運転方式が、それぞれにおいて最も発生する可能性の高い故障に影響します。

これ以降では、最も一般的な 2 つの運転方式 (ラインインタラクティブ方式とダブルコンバージョンオンライン方式) のメリットとデメリットについて簡単に説明しています。UPS の異なる運転方式におけるメリットとデメリットに関する詳細は、ホワイトペーパー 79 「[UPS 運転方式の技術比較：オンライン方式とラインインタラクティブ方式](#)」をご覧ください。

### ラインインタラクティブ方式の UPS

ラインインタラクティブ方式の UPS には、商用電源からの AC 電源 (交流電力) の利用に関する条件と制約があり、通常はメインの電源コンバーターを 1 つのみ使用します。交流入力が存在する場合、「電力インターフェース」ブロックが交流電力をフィルタし、電圧ノイズを抑制して十分な電圧調整を行うこととなります。メインの電源コンバーター (「インバーター」ブロック) が一部の入力交流電力の方向を変えるため、交流ライン電圧が存在する間はバッテリーが完全に充電された状態となります。この場合、通常必要となるのは UPS の定格電力の 10% 未満であるため、このモードでの稼働状態ではコンポーネントの温度上昇はほとんどなく、周囲温度の推奨値を超過する可能性は低くなります。

### ダブルコンバージョンオンライン方式の UPS

ダブルコンバージョンオンライン方式の UPS は名前からわかる通り、電力を 2 回変換します。まず、電圧ノイズ、電圧ひずみ、その他の障害が発生する交流入力は、すべて直流に変換されます。この方式の UPS では、コンデンサーを使用してこの直流電圧を安定させ、交流入力から取り込んだエネルギーを保存します。次に、直流は UPS が厳密に制御した交流に再変換されます。この交流出力では、交流入力とは異なる周波数を持たせることも可能であり、これはラインインタラクティブ方式の UPS ではできないことです。交流入力が存在する場合、負荷装置に供給されるすべての電力は、このダブルコンバージョンのプロセスを経て供給されます。

このように複数の電力プロセスステージが介在するダブルコンバージョンオンライン方式の UPS では通常、一般的なラインインタラクティブ方式の UPS と比べてコンポーネント数が多くなります (多くの場合、3 倍程度)。これらのコンポーネントでは負荷装置に供給するすべての電力を継続的に処理しているため、交流入力が存在する場合、温度はラインインタラクティブ方式の UPS よりも高くなります。理論上、定常的な運転で温度が高い場合には、UPS のコンポーネントの信頼性は低下します。しかし、次の「信頼性に関する留意事項」に示す通り、実際には信頼性は他の要因によって決まることが多くあります。

### 信頼性に関する留意事項

いずれの運転方式であっても、理論上は製品の設計面が動作寿命と信頼性に影響を及ぼします。ラインインタラクティブ方式の場合、コンポーネント数が少なく、メインの電力プロセスステージで動作温度が低いことから、動作寿命と信頼性は高まる傾向にあります。一方、ダブルコンバージョンオンライン方式の場合、定常的に高温での動作となるため、動作寿命と信頼性は低くなる傾向にあります。

ただし、実際には運転方式にかかわらず、信頼性は通常メーカーの UPS の設計 / 構築方法や、使用するコンポーネントの品質によって決まります。ベンダーによって製品の品質は異なり、高品質のダブルコンバージョンオンライン方式設計のものから、低品質のラインインタラクティブ方式設計のもの、あるいはその逆もあり得ます。

## 管理の重要性

製品寿命を最大化するためには予防保守を行うことが極めて重要である一方、適切な管理が UPS のパフォーマンスと能力を最適化します。現在、多くのメーカーが保護機能、管理の容易さ、互換性、利便性を追求したソフトウェアを提供しています。

最新の管理ソフトウェアであれば、UPS の構成 & 制御、安全システムシャットダウン、さらにエネルギーレポート機能を備えているはずです。エネルギー使用コストと排出 CO<sub>2</sub> レポートを通じて IT 機器の消費エネルギーを深く理解できるため、エネルギー使用の最適化を図れるようになります。また、高度な分析機能が、電力関連の問題の原因を発生前に特定できるようにし、装置の保護状態の維持をサポートします。

また、一部のメーカーでは管理ソフトウェアに加え、1 つのソフトウェアアプリケーションから 365 日 24 時間の管理・監視を行う管理カードも提供しています。

通常、このようなカードは問題の発生時にユーザーに問題を通知する機能を備えています。図 2 に示すのが、管理カードの一例です。

図 2

UPS 管理カード (シュナイダーエレクトリックのネットワーク管理カード)



## 製品寿命 (EOL)

UPS 製品には、遅かれ早かれ寿命がやってきます。しかし、適切な監視とメンテナンスを行うことで、寿命を最大化できるようになります。このホワイトペーパーで説明してきた様々な要因を踏まえ、UPS を推奨条件下で運転することができれば、最低 1 回のバッテリー交換で最大 10 年の製品寿命を実現できるでしょう。ただし、UPS が故障する前に装置そのものを交換する方が賢明な場合もあります。UPS は最大 10 年、あるいはそれ以上も運転できるかもしれませんが、お客様が使用している UPS の効率性は、おそらくそれよりも前に低下し始める可能性があります。

効率性の低下につながる要素を回避することに加え、UPS の運転が 5 年を超える頃には大規模な改善や新機能が実装されるようになり、その一部は新しい利用環境では必須となるものも出てくるはずです。テクノロジーは継続的に進化していくため、装置の要件は急速に拡大しています。効率性の低下を引き起こす古い UPS テクノロジーは、UPS が故障する前に装置そのものを交換することで、メリットが生まれるケースもあります。

従って、ダウンタイムが許されないミッションクリティカルな利用環境においては、UPS の効率性が低下し始めた頃に装置全体を交換しておくことが賢明と言えます。使用を終了する時期の判断は本書でこれまで説明してきた要因に大きく依存するため、適切な監視とメンテナンスを行うことがそれを見極めることにつながります。



## 終わりに

UPS は本来、高い耐久性と信頼性が確保されるように設計されています。しかし、UPS のポテンシャルを最大限に発揮させるにはユーザーによる適切なケアが不可欠です。ほとんどのユーザーは、最終的にはバッテリーの交換が必要になることを理解していますが、彼らの多くは監視とメンテナンスの重要性を見過ごしています。バッテリーの寿命と UPS の寿命は、一般的にユーザーが改善できる共通の要素に依存していることが多いため、それらは同時に改善できるはずでは


温度と使用頻度は最も厳格に監視すべき 2 大要素ですが、定期検査、装置の交換、装置のストレージの重要性にも留意しなければなりません。これらがもたらす影響の大きさを理解し、メンテナンスを適切に行うことが、お客様のビジネスニーズに沿った保守計画を策定する上で非常に重要です。

バッテリーと同じく UPS にも製品寿命があり、永久に使用できるものではありません。しかし、UPS にとって最適とされる管理・ケアを実施することで、ベストなパフォーマンスを長期にわたり持続させることができます。UPS の監視は本来、シンプルなはずですが、利用可能なあらゆる管理機能を活用して、シンプルで一貫した、また予防を基本とした計画のもとで管理を行うことが大切です。

### 謝辞

本ホワイトペーパーのオリジナルコンテンツは、Justin Solis 氏により提供されました。コンテンツの共有に深く感謝します。



 [IT ワイヤリングクローゼットおよび小スペースにおける冷却戦略](#)  
ホワイトペーパー 68

 [UPS 運転方式の技術比較：オンライン方式とラインインタラクティブ方式](#)  
ホワイトペーパー 79

 [すべてのホワイトペーパーを見る](#)  
[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)

 [テストドライブ](#)

 [すべての TradeOff Tools™ を見る](#)  
[tools.apc.com](http://tools.apc.com)

## お問い合わせ

このホワイトペーパーの内容についてのご意見やご感想、お問い合わせ先：

Data Center Science Center  
[dcsc@schneider-electric.com](mailto:dcsc@schneider-electric.com)

弊社製品をご利用中のお客様で、ご自身のデータセンターのプロジェクトに関するご質問は、以下よりシュナイダーエレクトリック株式会社の担当者までお問い合わせください。

[www.apc.com/support/contact/index.cfm](http://www.apc.com/support/contact/index.cfm)