

データセンターにおける AC配電とDC配電の比較

ニール ラスムセン

White Paper #63

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Revision 4

要約

このホワイトペーパーでは、データセンタや電算室においてAC配電の代替となるいろいろなタイプのDC配電を検討します。詳細な分析とモデルによって、DC配電の利点とされているポイントの多くが明確な根拠がないか、もしくは誇張されたものでしかないことを示します。この結果、データセンタと電算室の配電方式の主流は引き続きACであることが明らかになります。

はじめに

データセンタや電算室内のIT機器への配電はAC電力とDC電力のどちらでも可能です。AC電力は一般に各地域の電源電圧120V、208V、230V等のいずれかで供給され、DC電力は通信機器の標準である48Vで供給されます。

ほとんどの施設はAC配電を使っています。しかし、1990年代のはじめごろから、一部のメーカーや技術者は、DC配電へ切り替えることの利点を訴え、データセンタでもやがてDCが標準となるだろうと予測しました。実際にはこの予測は当たらず、DC配電はむしろ減少しました。最近では、高電圧のDC配電をベースとする新しい主張がなされています。これらの新しい方式は、DC電力に関連した初期問題をいくつか克服しています。

このホワイトペーパーでは、AC配電とDC配電の特性、機能、制約を説明します。さらに、2種類のAC配電システムと3種類のDC配電システムに基づく効率の数学モデルを使い、さまざまな稼働条件のもとでの各種配電システムの電気効率を予測します。

データセンタや電算室の事業者の多くは、中央電話局が示している高いアベイラビリティに強い印象を受けているようです。中央電話局はデータセンタや電算室よりもはるかに高いアベイラビリティを実現しています。商用ネットワークでもこのハイレベルのアベイラビリティを実現したいと願うのは当然といえます。このため、電話システムの高アベイラビリティはDCの使用によるものだと仮説が生まれ、これに倣うべきだという主張も出てきました。このホワイトペーパーでは、この仮説を検証します。

AC配電とDC配電の各種選択肢

AC配電をDC配電の比較は、単なる2つの相異なるアプローチの比較ではありません。実際には、少なくとも5種類の配電方式が比較の対象になります。これらの方式はそれぞれ効率、コスト、制約を異にしています。したがって、各方式を個別に慎重に評価する必要があります。図1a-1eはこれら5種類の基本アプローチを示しています。

図に示す5種類の方式のいずれにおいても、左端では電力会社からAC電力が供給され、右端はIT機器内部の配電電圧を表しています。IT機器内部で使用される電圧は一様であるとは限りませんが、これは5種類の基本配電というアプローチを妨げる要因にはなりません。このホワイトペーパーでは、IT機器の内部電圧は48Vdcと仮定します。

図1a-1e: データセンタの各種配電方式
2種類のAC方式と3種類のDC方式

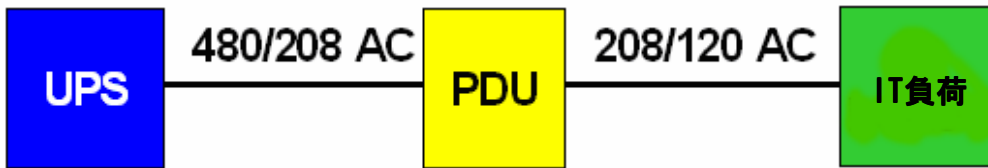


図1a - 北米で一般的なAC配電

図1aは北米で一般的なAC配電システムを示しています。電力はUPSと変圧器からなる配電装置電機器(PDU)を経由してIT機器に供給されます。このシステムでは5箇所(UPS、一次配線、PDU、分岐回路の配線、IT機器電源)で損失が発生します。

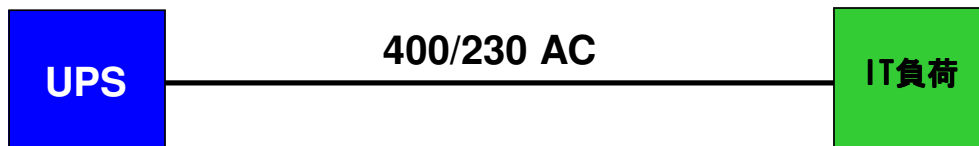


図1b - 北米以外の地域で一般的なAC配電

図1bは北米以外の地域で一般的なAC配電システムを示しています。ここではPDU変圧器は使用せず、PDUに伴うロスも発生しません(UPS電圧を下げる必要がないため)。

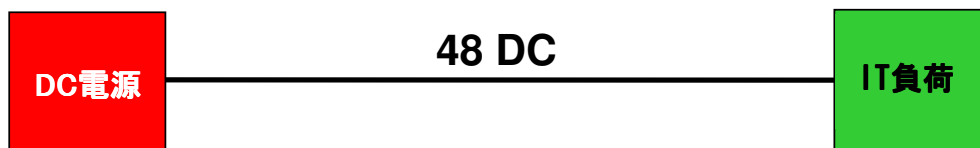


図1c - 通信機器のDC配電

図1cは通信機器用のDC配電システムを示しています。DC UPSが48Vdcの電力をDC式のIT機器に供給します。

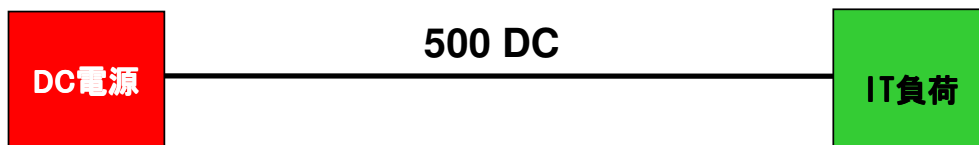


図1d - 高電圧DC配電の仮説的なアプローチ

図1dは仮説的な高電圧配電アプローチを示しています。この方式では、高電圧のDC電力に対応しているIT機器が必要になります。



図 1e - 仮説的なハイブリッドDCシステム

図1eは仮説的なハイブリッドDCシステムを示しています。このシステムは高電圧のDC UPSを使用しますが、48VdcのDC電圧に対応しているIT機器で動作します。このDCシステムは図1eのシステムと図1dのシステムの属性を組み合わせています。

図1に示した5種類の配電システムの比較では、以下の要素に着目します。

- 効率
- コスト
- 適合性
- 信頼性

以下のセクションでは、これらの要素をひとつひとつ取り上げます。まず効率の詳細な分析から始めます。効率こそDC配電の導入を検討すべきとする主張の最大の根拠となっているからです。

効率の比較

データセンタでDC電力を使用すべきとする主張の主要なポイントは、電気効率の向上にあります。電力変換のいくつかのステップが必要なくなり、したがってロスが減るとというのがその論拠です。電力システムのロス、UPS、PDU、IT機器などで発生します。AC配電とDC配電の効率を比較している資料の多くは、さまざまな仮定を設け（これらの仮定に欠陥があることはこのホワイトペーパーで明らかになります）、そこから各種システムの利点に関する誤った結論を引き出しています。実際の効率を正確に評価するには、しっかりした数学モデルが必要です。この数学モデルは、負荷がかかった状態での機器の効率の変動を考慮に入れ、サイズの問題を正しく把握しています。次のセクションでは、こうしたモデルを説明し、それぞれのシステムの効率を数値で示します。

配電システムの効率モデル

APCはデータセンタ用の正確な効率モデルを作成しました。このモデルの詳細はAPC White Paper #113『データセンタの電力効率のモデル化』で詳述されており、このモデルの成り立ちや原理をここで繰り返して説明することはしません。モデルの主な特性は次のとおりです。

- 負荷率に応じた機器の効率の変化を効果的にモデル化
- 機器のタイプごとの負荷の変化を効果的にモデル化
- 冗長構成を効果的にモデル化
- 任意のシステム負荷についてその効率データを提供

効率を有意に比較するうえで、これらの特性はすべて重要であることが、分析により実証されています。

APCのモデリング技法を使い、前述の5種類の配電方式に対応する数学モデルが作成されました。いずれの種類についても最良クラスの装置を対象としてモデルが構築されました。仮説的な機器については、現実的に実現可能な性能を基に推定しました。

最良クラスの装置のデータを使用したことには重要な意味があります。UPSやIT電源など実際の装置の効率は機種によって大きく異なります。分析の結果明らかになったように、一部の粗雑なモデルでは、効率の低い装置を使用したAC配電方式が、理論上高い効率を達成できる装置を使用した仮説的なDC配電方式と比較されています。こうした比較による結論には大きな偏向があります。ここでの分析はこうした偏向を訂正します。

APCによるデータセンタの効率性のモデリングでは、各装置について、無負荷損失、比例損失、二乗損失、および全負荷機器定格という4つのパラメータを使います。これらのパラメータの詳細およびその取得方法については、White Paper #113を参照してください。付録Aの表には、これらのパラメータが5種類の配電方式ごとにまとめられています。

効率モデルの結果

各配電方式について、一系統(1N)システムと二系統(2N)冗長システムの全負荷、2分の1負荷、4分の1負荷の損失が計算されました。表1は1Nシステムの計算結果をまとめています。

表 1 - データセンタにおける各種システム負荷率に対応した5種類の配電システムの効率: "N"冗長構成

	"N"冗長構成		
	システム 全負荷	システム 1/2負荷	システム 1/4負荷
ACシステム	76.4%	75.0%	71.5%
高電圧ACシステム	77.3%	77.0%	75.4%
48V DCシステム	73.6%	72.5%	69.7%
高電圧DCシステム	78.8%	77.3%	74.0%
ハイブリッドDCシステム	71.0%	66.9%	59.8%

このデータからわかるように、効率は配電方式ごとに異なり、負荷の状態によってもかなり異なります。モデリングの対象となった方式のうち、効率が最も高いのは高電圧DCシステムであり、最も低いのはハイブリッドDCシステムです。興味深いのは高電圧ACシステムであり、高電圧DCシステムとほぼ同じ効率を示し、負荷率が低い場合には高電圧DCシステムの効率を凌駕しています。

業界の標準となっているのはACシステムであり、低電圧DCシステムとハイブリッドDCシステムの効率は標準のACシステムの効率を下回っています。高電圧ACシステムと高電圧DCシステムの効率はどちらも業界標準のACシステムの効率を上回っています。二系統(2N)冗長構成によるモデリングの効率データは表2に示すとおりです。

©2006 American Power Conversion. この文書は著作権で保護されています。この文書のいずれかの部分を使用、複製、コピー、転送するには、あるいは任意の種類の検索システムに保存するには、著作権所有者の書面による許可を必要とします。 www.apc.com Rev 2006-3

**表2 - データセンターにおける各種システム負荷率に対応した
5種類の配電システムの電気効率: “2N”冗長構成**

	"2N" 冗長構成		
	システム 全負荷	システム 1/2負荷	システム 1/4負荷
ACシステム	70.2%	67.4%	61.8%
高電圧ACシステム	71.9%	70.8%	67.8%
48V DCシステム	68.1%	65.8%	61.2%
高電圧DCシステム	73.6%	70.7%	65.3%
ハイブリッドDCシステム	63.4%	57.0%	47.3%

このデータから明らかなように、二系統(2N)冗長構成では、どのシステムの効率もかなり低下します。しかし、各システムの効率順位には変わりがなく、高電圧ACシステムと高電圧DCシステムがいずれも比較的高い効率を示しています。

効率データの解釈

分析の結果は「電力変換のステップを排除すれば効率が上昇する」という一般的な仮説を裏付けています。先の図1から明らかなように、高い効率を示した高電圧DCシステムと高電圧ACシステムはどちらも中間の変換ステップを必要としません。

「高電圧での稼働は電気効率を高める」という仮説も裏付けられています。高い効率を示した高電圧DCシステムと高電圧ACシステムは、いずれも可能な限り多くの配電部分を最高の電圧で稼働させています。対象となったすべての方式の中で最大の効率を示しているのは高電圧DCシステムです。

モデルを詳細に調べれば、実際のデータセンターでの配線部分の損失はほとんど取るに足りないことが判明します。この原因は、負荷の多様性のために実際の配線回路の負荷は平均して定格能力よりずっと下であることにあります。データセンターが全負荷で稼働していても事態は変わりません。といっても、配線サイズを縮小してかまわないというわけではありません。安全上の理由から、配線サイズは最悪ケースを想定して決定しなければなりません。

詳細な分析からは、多くの資料や出版物で使用されている単純化されたモデルの欠陥も浮かび上がってきます。この欠陥は、単一の効率値に基づいて装置をモデル化することから派生します。すべての装置の効率が固定されているとすれば、2N冗長システムの効率は1N冗長システムの効率と同じにならなければなりません。装置が固定された効率を示すとすれば、複数の装置で電源を共有してもロスには影響せず、したがってシステム効率にも影響しないはずですが、このホワイトペーパーでは、装置の実際の効率データに基づくモデルを使っています。これによれば、**効率を固定されたものとして仮定することの誤りがはっきりします。誤った仮定に基づく結果を信頼するわけにはいきません。**

効率分析結果と他資料の比較

このホワイトペーパーの分析結果は、他の多くの資料の内容と明らかに異なります。他の多くの資料はDC配電システムのほうが効率が上であることを示しています。私たちはこのテーマに関して発表されているさまざまな資料を調べ、このホワイトペーパーの分析結果と比較しました。これによって判明したのは、他の資料の粗雑なモデルや仮定が結論の相違の原因となっているということです。このホワイトペーパーの結論と他の資料の結論が異なっている主な理由をもう少し詳しく見てみましょう。

DC配電とAC配電を比較している他の資料の多くは、負荷がかかった状態での装置の効率の変動を考慮に入れていません。これは大きな誤りを生み出します。

他の資料では、AC装置の効率をこれまでの古い製品に基づいて仮定しています。これは現在使用可能な製品の効率を表すものではありません。しかもこの古いAC製品のデータが仮説上の最良のDC製品のデータと比較されています。例えば、ある最近の資料では、AC UPSの効率が74-96%とされ、単一の仮説上のDC UPSの効率が97%とされています。しかし実際には、APCのSymmetra MW UPSの効率は97%です。これは第三者の機関によって認定された値であり、56-100%の負荷レンジに渡って確かめられています。このホワイトペーパーの分析結果と他の資料との相違の理由はここにあります。

IT機器が48Vdcの配電電圧を直接使用して、電源での各種電力変換のステップをなくすることができる仮定している資料もあります。次の2つの理由から、この仮定は論理的に誤っています。

1) DC入力電源を使用するIT機器はすべて、負荷とAC装置の間が完全に絶縁されるように設計されています。これは、AC電源で行われているのと同じように、絶縁された電力変換器を使って実現されます。この絶縁電源によって、大電力のDC電源がIT機器のシャーシに電気的に接続されるのが防止されます。**この絶縁のステップがなければ、ラックのキャビネットと配線シールドの間にDC電流が流れ、安全に問題が生じます。**例えば、最近発表された設計に入っている変換器のメーカーによる使用の手引きには「使用上の注意に従ってdc-dcの電源モジュールを端末機器に設置する必要がありますが、このためには絶縁された二次回路を使用します」と記載されています¹。限られた絶縁しか用意していない変換器もありますが、これでは大電力配電に応じた安全要件は満たされません。

2) DC対応のIT機器に使用されるDC入力電源は確かにAC-DCの変換回路を必要としません。しかし、DC電源の絶縁回路は低入力電圧と大電流で動作するため、DC電源の効率はAC電源の効率より高くなるわけではありません。

同じIT機器（ルータやサーバなど）をAC用とDC用に設定して消費電力を測定すると、このことが確かめられます。他の資料では、ほとんどの場合、高電圧AC配電は比較の対象になっていません。このホワイトペーパーが明らかにし

¹ <http://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/154/PKJB1.php> (2006年4月20日現在)

ているように、こと効率に関する限り、高電圧ACシステムは通常の方式より優れており、高電圧DCシステムにほぼ匹敵しています。

省エネルギー分析の検証

DCシステムの利点を裏付けようとしている資料のほとんどは、計算と数字に基づく詳細なモデルを示していません。しかし、ローレンス・バークリー国立研究所(Lawrence Berkeley National Laboratory)はAC配電とDC配電を比較したモデルを発表しています(LBL.govのWebサイトで閲覧できます)。2004年4月10日に発表されたこのリファレンス・モデルは、48VのDCシステムをACシステムと比較し、DCシステムではサーバあたり電気料金を86ドル節約できるとしています。これは約30%の消費電力の節約にあたります。

このモデルでは、UPSシステムの効率が85%、サーバのAC/DC電源の効率が72%と仮定されています。**しかし、これは今日の装置で達成できる効率よりかなり低い数字です。**例えば、UPSの効率を97%、電源の効率を88%とすれば、このモデルによって計算されるDCシステムの節約効果はゼロになります。先に述べたように、APC Symmetra MWIに代表される今日のUPSの効率はほとんどの稼働レンジで97%になります。また、今日の最良クラスの電源の効率は88%です。**LBLのこのモデルはDCシステムの優位を示すものとしてよく引用されますが、ACパフォーマンスの効率をより現実的な数字にすればDCシステムの優位はなくなります。**

このモデルは、最近のコンピュータ電源の効率の大幅な改善も考慮に入れていません。例えば、HPが発表した資料によれば、HPのある種のブレードサーバは幅広い電力レンジに渡って90%近くの効率を実現しています²。LBLのモデルで仮定されている72%の効率と比べると、これは65%のロスの下下になります。

LBLのモデルのエネルギー分析には銅配線のロスや負荷に応じたロスの変動が含まれておらず、大量の銅の精錬と製品化に必要な大量の第一次エネルギーも考慮されていません。

高電圧AC配電方式

このホワイトペーパーの分析結果は高電圧AC配電方式の効率上の利点を明示していますが、他の資料にはこの方式があまり紹介されていません。この方式は格別に新しいものではありません。北米以外の地域では、これはデータセンタの標準の設計アーキテクチャになっています。

このホワイトペーパーの分析結果によれば、北米の標準的なデータセンタで使用されているPDUは効率を大きく引き下げる要因になっています。それだけでなく、PDUは大きなスペースを占め、フロアの床荷重を大きくします。

二系統給電の冗長システムでは、こうした問題は倍加します。PDUは一般に定格電力では稼働せず、効率は定格値よりも低くなります。しかも、システム負荷と比べてサイズが大きすぎます。PDU変圧器を必要としないシステムを

² HP 2006 Global Citizenship Report Product environmental impacts, p 22.

<http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/gcreport/pdf/hp2006gcreport.pdf>. (2006年5月10日現在)

©2006 American Power Conversion. この文書は著作権で保護されています。この文書のいずれかの部分を使用、複製、コピー、転送するには、あるいは任意の種類の検索システムに保存するには、著作権所有者の書面による許可を必要とします。 www.apc.com Rev 2006-3

北米で採用することには大きな意味があります。**今日のデータセンターではPDU変圧器は必要なく、なくすることができます。**データセンターの効率を高くするうえで重要なのは、可能ならば高電圧AC配電方式を利用することです。北米においてPDU変圧器とそれに伴う重量やロスを回避する方法の詳細については、APC White Paper #128『高密度配電の向上に伴うデータセンターの効率化』を参照してください。

高電圧DC配電方式

このホワイトペーパーの分析結果から明らかのように、高電圧をIT機器負荷に直接に供給する高電圧DC配電方式は最高の効率を発揮します。48Vdcのシステムやハイブリッドのシステムと比べた場合には特にそうです。この方式が推奨されている最大の理由は高い効率にあります。全負荷がかかったシステムでは、高電圧DC配電方式は最良のACシステムに比べても約4%高い効率を示します。ほとんどのデータセンターでも、空調などから派生するその他の回避可能なロスに比べて、この効率の改善はそれほど重要な意味を持っていません。ただし、大規模なデータセンターでは、これはかなりの電力節約になります。

高電圧の配電方式は他の方式に比べて銅の節約にもなります。節約の程度はどのタイプの高電圧を選択したかによって異なりますが、銅のコストのおよそ10%を節約できます。50Aの配線を使用する高電圧ACシステムの場合、4本の電線で150Aもしくは34.5kWを給電でき、電線1本あたり8.625 kWの給電量になります。380Vの母線と50Aの配線を使用する高電圧DCシステムの場合、2本の電線で50Aもしくは19kWを給電でき、電線1本あたり9.5kWの給電量になります。この計算を任意の配線規模に拡張すれば、高電圧DCシステムで約10%の銅が節約されます。より高い電圧に対応するDC母線を使えば、節約される量は増えます。

高電圧DCシステムは高電圧ACシステムに比べてそれほど大きくなくても重要な効率上の利点を持っています。しかし、IT機器はすべて高電圧ACに対応している一方で、高電圧DCに対応したIT機器は市販されていないため、高電圧DCシステムへの移行には大きな障害があります。そのうえ、高電圧DCには適合性と安全にかかわる大きな問題があります。

高電圧DC方式のデータセンターが普及するには、高電圧DCに対応した機器が十分な数量供給されなければなりません。ACシステムからDCシステムへの移行の唯一の現実的なシナリオは、ITベンダーがACまたは高電圧DCのいずれかに対応した機器を提供することです。しかし、これは大きな変化であり、その実現には経済的利点による強力な推進が必要です。このホワイトペーパーが示しているように、高電圧DCシステムの経済的利点はほとんどのユーザにとってそれほど大きなものではありません。

高電圧DCシステムの使用に伴うもう一つの利点は、発熱量の低下とラック内のスペースの節約です。電源でのAC/DC変換のステップが必要ないため、効率が上昇し、それとともにラック内の発熱量が約4%低下します。そのうえ、AC/DC回路なしに設計すれば、電源のサイズを約25%小さくすることができます。このため、エンクロージャのスペースがおよそ3-5%開放されます。これは大幅な節約ではないとはいえ、コンピューティング密度の増加をある程度可能にします。

高電圧DC配電の用途として最も適しているのは、仕様にばらつきのないIT機器を備えた大規模なデータセンターです。この種のデータセンターでは、高電圧の入力に特化したIT機器を導入することが可能です。大きなスーパーコンピュータを導入しているデータセンターはこの一例です。

高電圧のDCとACの両方に対応したIT機器の市販は現実的な可能性を持っています。これは、電源内部のAC/DC回路をバイパスし、不必要な回路をすべてオフにする高電圧DC用の特別なコネクタを用意することによって可能になります。このやり方では、電源サイズは小さくなりません。こうしたマルチ入力のアーキテクチャはハイエンド・サーバ向きであり、小型の多目的IT機器で採用される可能性は低いでしょう。

コスト

DC整流器/バッテリー装置はAC UPSシステムより10%から30%ほど安くなります。しかし、DCに伴うエンジニアリングと配線に追加のコストがかかるため、この節約分は相殺されてしまいます。DCの利点が最大になるのは、配線コストが少なくすむ小規模な低密度の施設であり、携帯電話の基地局などがこれに該当します。データセンターでは、ACのみに対応する一部の機器へも給電しなければならないため、DCシステムのコストがさらに増加します。DC対応の機器(サーバやストレージ)のコスト上の利点はDCシステムのデメリットともなります。しかし、低電圧のDC装置のコスト上の最大の問題は、IT機器への配線であり、銅配線の重量とコストが10倍以上になります。IT機器キャビネットへの大量の銅配線は非常に高くなり、キャビネットあたり20kW以上の電力レベルでは実際的ではありません。高電圧のDC配線では、銅の使用は劇的に低下し、最良のACシステムよりも若干少なくなります。

データセンターや電算室では、AC用の機器のほうが低電圧のDC用の機器よりも総じて安価になります。高電圧DCに対応した機器の場合、現在のところ使用台数に限りがあるため、AC機器に対するコスト上のメリットはありません。しかし、今後高電圧DCが普及して標準になるようなことでもあれば、機器コストもDCのほうがACよりも安くなるかもしれません。

適合性

回路交換方式の通信機器（銅配線の音声交換機など）はそのほとんどすべてが低電圧DCで使用するよう設計されています。これに対し、パケット交換方式の通信機器（サーバ、ストレージ、ルータなど）はそのほとんどすべてがACで使用するよう設計されています。したがって、ACとDCのうちどちらが高い適合性を実現するかは、使用する機器によって決まります。電算室やデータセンタではパケット方式をベースとした機器が大多数であることから、ACシステムのほうが遥かに高い適合性を実現できます。モニタ、NASストレージアプリケーション、PCなどでDC対応の製品を入手することはほぼ不可能です。

データセンタや電算室でのDCの使用は、使用できるIT機器のタイプを著しく制限することになります。ほとんどの場合、AC電源システムを併用しないと実際の運用が困難でしょう。スーパーコンピュータなどの標準化され統一化されたIT機器のセットを使用する場合には、適合性の問題はそれほど深刻でなくなります。

高密度の施設については、ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）やその他のさまざまな機関により、空調ファンの連続稼働の必要性が指摘されています。停電の際にも空調機のファンは発電機の始動を待っているわけにはいかず、無停電の給電を必要とします。ACシステムでは、配線によってこのニーズに簡単に対処できます。しかし、DCシステムでは、外部DC電源と整合性を持つ空調ファンが必要になります。この種のファンはまだ市販されておらず、非常に高くなります。

信頼性

ACシステムとDCシステムの信頼性の比較は、どのような仮定を使うのかによって大きく変わってきます。DCシステムは、1つまたは複数の並列バッテリーに接続される整流器のアレイから構成されます。最近のUPS製品の中には同様のアーキテクチャを採用しているものも少なくなく、UPSモジュールのアレイをバッテリーの並列アレイに接続しています。こうした設計の場合、ACシステムとDCシステムを直接に比較することができます。この比較によって明確になるのは、システムの信頼性はバッテリーシステムによって決まるということです。各種のバッテリーシステムの詳細な比較については、APC White Paper #30『Battery Technology for Data Centers and Network Rooms: Battery』を参照してください。ライフサイクルのコストを一定とすれば、DC装置用のバッテリーシステムと同じレベルの信頼性を持つACUPS用のバッテリーシステムを構築することができます。

ライフサイクルのコストが同じだとすれば、データセンタや電算室の電源に関してACとDCの間に信頼性の差異は存在しません。

比較のまとめ:DC配電対AC配電

上述の分析から、効率、コスト、適合性、信頼性を総合的に勘案すれば、ほとんどのデータセンタにとってACからDCへの移行は割に合わないものだとことが判明します。各種の方式の中で理論的に最も高い効率を示すのは高電圧DC方式ですが、適合性に大きな問題があります。高電圧AC方式は効率では少し劣りますが、適合性に優れています。こうした理由から、高電圧AC方式は高い効率に向けた非常に現実的なアプローチといえます。

中央電話局の信頼性

中央電話局の稼働率は通常の商用データセンタの稼働率より数段上です。しかし、この性能の主要な要因はDC方式の使用ではありません。中央電話局が示している高い信頼性には別の説明が必要です。

データセンタと電算室のダウンタイムのデータからわかるように、これらと中央電話局の基本的な相違は環境の安定性にあります。データセンタのダウンタイムのほとんどは人為的なミスを原因としています。データセンタの機器の平均寿命は2、3年でしかなく、機器の入れ替えが常時行われています。こうした常時の変更がシステムに及ぼす予想外の影響、さらには変更時のミスなどにより、相当のダウンタイムが発生しています。

中央電話局では、システムにアクセスできる人は限られており、システムは適切に構造化され標準化されています。運用手順も成熟しています。こうしたことがあいまって高い信頼性が実現されています。

実際の設備や設計に関する要因としては、フリーアクセスフロアを使っていないこと、電力密度が低いこと、自冷式冷却が多く使用されていることなどが中央電話局の高い信頼性に貢献しています。データセンタとネットワークの稼働率を高めるうえで不可欠なのは、アクセスを管理するシステム、インフラストラクチャの標準化、モニタリングと管理のシステムなどです。ACを使用するかDCを使用するかはあまり関係ありません。

DCとACの混合使用

多くのデータセンタや電算室では、負荷や機器が小規模であるため、低電圧のDCが必要になります。数多くの通信機器を設置しているインターネットホスティングのサイトでは、DCのニーズはACのニーズの10%ほどです。ここから、これらの機器に電力を供給するにはどれが最良の方法かという問題が出てきます。

ACシステムから小型のDCバッテリーレス整流器を稼働させるやり方が推奨されています³。このやり方では、DCが必要な場所や構成ごとにラック搭載型の小型整流器を設置します。DCバッテリー装置を設置する必要はなく、DC配線を追加しないし移動する必要もありません。DC配電を計画する必要がまったくなくなるのです。

³ このやり方の詳細については、“AC, DC or Hybrid Power Solutions For Today’s Telecommunications Facilities” (Gruz + Hall, 著、Intelec 2000コンフェレンス議事録)を参照してください。

©2006 American Power Conversion. この文書は著作権で保護されています。この文書のいずれかの部分を使用、複製、コピー、転送するには、あるいは任意の種類の検索システムに保存するには、著作権所有者の書面による許可を必要とします。www.apc.com Rev 2006-3

機器ラックエンクロージャ内でのDC配電の使用

このホワイトペーパーのテーマは、データセンタにおけるAC配電に代わる方式としてのDC配電です。これに関連するトピックとしては、ラックエンクロージャ内でのDC配電の利用があります。この方式では、機器のエンクロージャに供給されたAC電力をラック内でDCに変換したうえで供給します。この場合、AC/DC電源が機器エンクロージャの中で集中化されています。このため、各種のIT機器を小型化し、発熱量を少し減らすことができます。さらに、エンクロージャの集中電源を最適化して、IT機器のレベルでは不可能なやり方で効率を高めることもできます。ラック内の配電距離は非常に短く、適切に決められていることから、低電圧DCを使用した場合の銅の使用量も少なく済みす。HPの第一世代のブレードサーバなどのIT機器は設計にこうしたアプローチを取り入れています。しかし、従来のラック内のAC配電に比べて、このアプローチは配線に制約が多く、広範な普及が妨げられています。

機器エンクロージャ内でのDCの使用が長期的にみて増えるか減るかははっきりしていません。ラック内のDC配電はデータセンタ全体のDC配電とは技術的に別個のものであり、特有の長所と短所を備えています。IT機器ラックエンクロージャ内のDC配電についての価値判断はこのホワイトペーパーでは保留します。

結論

ACはその適合性のゆえに今後もデータセンタや電算室における配電装置(PDU)の主流となるでしょう。ACに代わってDCを使用することの利点はそう大きくありませんが、ある種のDC配電はかなり高い効率を実現できます。効率の最も高いDC方式は高電圧DC配電システムであり、他方式に比べて4%ほど効率が上昇します。しかし、高電圧DC方式が普及するには新世代のIT機器の登場を待たなければなりません。今日の時点で高い効率を求めるなら、最初に検討すべきずっと有望なアプローチがほかにあります。

各種資料が示しているように、データセンタのコストと効率を改善するには、システム規模の適正化、空調設計の改善、節約効果のある空調装置の使用などが有効です。アベイラビリティの向上については、ほとんどどのデータセンタでも、変更、管理のプロセスが決め手になります。

DCシステムの効率上の利点を主張している資料もありますが、粗雑なモデル、古い製品データ、あるいは誤った仮定に基づいているケースが少なくありません。

北米では、データセンタのACシステムは一般に変圧器ベースの配電装置を使っています。この種の装置はロスが大きくし、大きなスペースを占め、重量もかさみます。このホワイトペーパーで説明したように、配電システムの効率を高めたいなら、まずこうした装置を使わないようにしなければなりません。

電算室やデータセンタにいろいろな種類の機器が混在する状況は今後も続きます。モニタをはじめとする多くの機器にとって、AC配電だけが現実的な選択肢です。

このホワイトペーパーはラックエンクロージャ内のAC配電については論じていません。ラックエンクロージャ内のAC配電では、IT機器に個々に電力を供給するのではなく、ラック内の中央AC/DC電源を使ってIT機器に配電します。ブレードサーバなどの傾向からうかがえるように、将来のデータセンタでは、ラック内の複数のCPUにAC/DC電源から配電される方式が増える可能性があります。**ラック内部**での集中電源やDC配電の増加は、このホワイトペーパーの結論には影響しません。

従来型の音声電話網など回路方式のネットワークではDC配電は選択肢の1つです。しかし、電算室やデータセンタでは、柔軟性や整合性からして、AC配電が今後も標準となるでしょう。

著者について

ニール・ラスムセンはAmerican Power Conversion 社の創設者であり、CTO（最高技術責任者）です。重要なネットワークのための電力、冷却、ラックインフラに世界最大のR&D予算を注ぎ込こんでおり、彼はマサチューセッツ、ミズーリ、ロードアイランド、デンマーク、台湾、アイルランドにある主要製品開発センタの運営を担当しています。現在、モジュール化された拡張性のあるデータセンタソリューションの開発を指揮しています。

1981年にAPCを設立するまでは、MIT（マサチューセッツ工科大学）で電気電子工学を専攻し、学士号と修士号を取得しました。卒業論文は、トカマク核融合炉に対する200メガワットの電力供給に関する分析をテーマにしました。

1979～1981年までは、MITのリンカーン研究所でフライホイールエネルギー貯蔵システムと太陽光発電システムの研究に携わりました。