

企業無線LANのNCPI

ヴィスワス プラーニ

White Paper #84

APC[®]
Legendary Reliability[®]

要約

無線LANを導入すると、電力、冷却、管理、およびセキュリティに関して計画外の設備が必要になることがあります。なぜなら、ほとんどのワイヤリングクロゼットは無停電電源装置（UPS）を備えておらず、機器の過熱を防止するための換気や冷却も十分ではないからです。導入前に無線LANに求められる物理インフラ（NCPI）の必要条件を理解すると、導入を効果的かつ適切に計画できます。このホワイトペーパーでは、小、中、大規模の企業における室内無線LAN導入時のNCPI計画について、電力と冷却に焦点をあてて論じます。従来の設備をアップグレードするため、または新規設備を構築するためのシンプルかつ迅速な、そして信頼性とコスト効率に優れた方法を提示します。

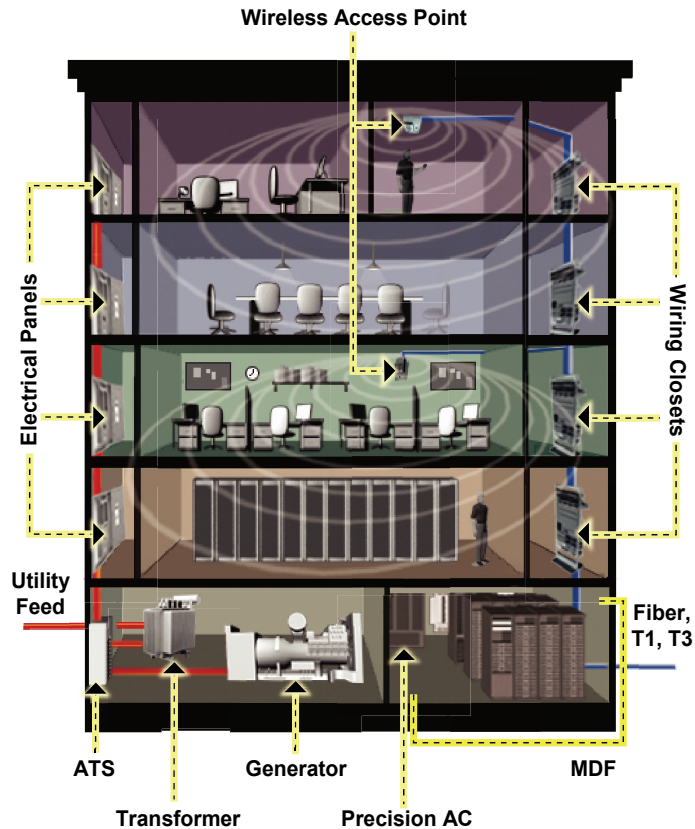
はじめに

NCPIは、高い可用性を持つすべてのネットワークが依存する基盤であるにもかかわらず、その重要性は見逃されがちです。NCPIは迅速に復旧でき、拡張性、高可用性、容易な管理性を備えている必要があります、次の要素で構成されます。

1. **UPSなどの電源システム、分電盤（PDU）、および発電機**：重要な負荷機器に安定した電力を提供するために必要です。
2. **冷却システム**：温度と湿度を調整することで最適な環境を実現します。
3. **ラック**：スイッチ、ルータ、ゲートウェイ、サーバなどの重要なネットワーク機器を格納します。
4. **セキュリティシステムおよび火災予防システム**
5. **ケーブル**：機器を相互接続します。
6. **管理システム**：ローカルおよびリモートで危機の状態を把握でき、それらの管理システムを確実に1日24時間、365日、問題なく動作させます。
7. **機器を搬入、据付および運転確認させるためのサービス**：保守および診断情報も行います。

このホワイトペーパーでは、小、中、大規模の企業における室内無線LAN導入時のNCPIに関する課題について、電力と冷却に重点を置いて論じます。業界にはさまざまな無線LAN標準規格がありますが、このホワイトペーパーでは、IEEEの標準規格であり、Wi-Fiとも呼ばれる802.11a、b、gについて取り上げます。図1に、企業に導入された典型的な無線LANを示します。

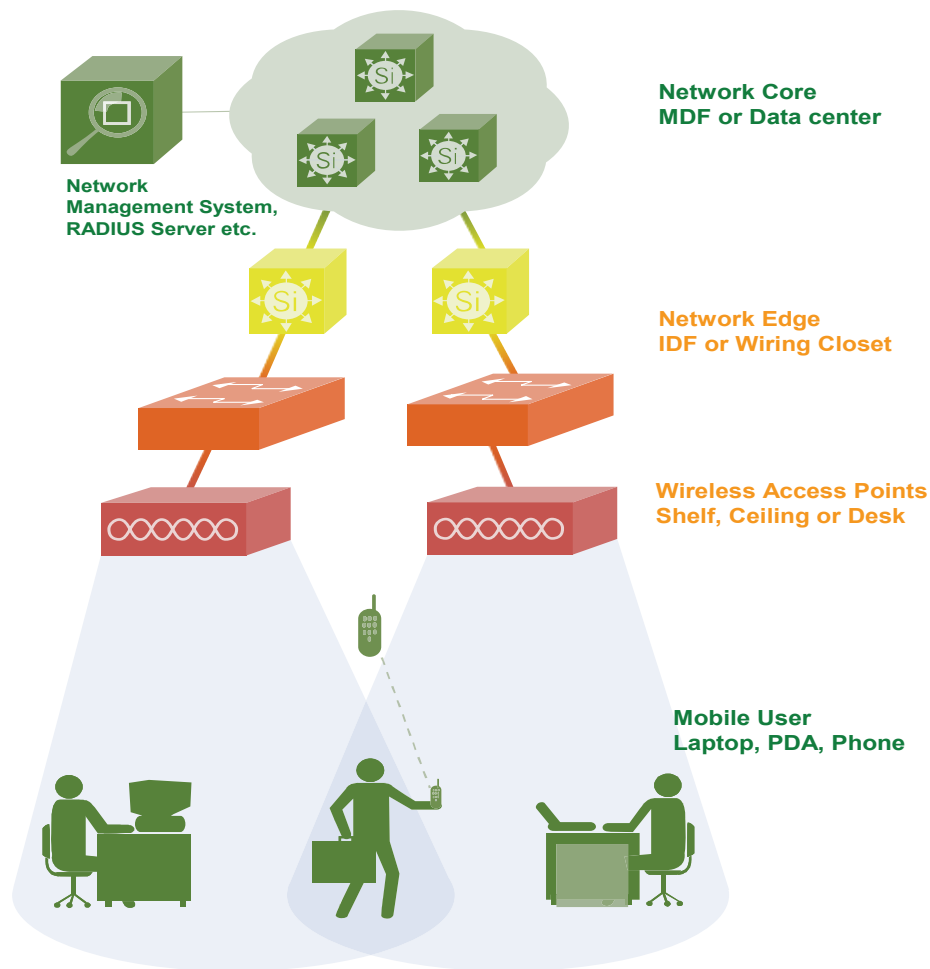
図1 – 企業に導入された典型的な無線LAN



これらのIEEE標準規格に基づく無線LANは、企業、家庭、および公共のホットスポット（空港、ホテル、レストランなど）の有線LANを補完、拡大、または置き換えるために使用されます。無線LANの導入が成功すると、無線アクセスポイントを含むネットワーク全体において、有線LANの場合と同等またはより高いレベルの可用性がユーザに提供されます。IEEE 802.3afに準拠するPoE (Power over Ethernet)の急速な普及に伴い、パッチパネルやハブなどの受動型の機器を収納していたワイヤリングクロゼットも、これからは高性能のスイッチ、ルータ、バックアップ時間の長いUPSを装備しなければなりません。無線アクセスポイント、IP電話、セキュリティカメラなどに電力とデータを供給するこれらのクロゼットの重要性は非常に高まっています。これらのワイヤリングクロゼットの冷却と通気を検証し、周辺機器の連続稼働と高い可用性を保证する必要があります。

典型的な無線LANは複数の層から構成され、各層は4つの物理的場所のいずれかに属するコンポーネントによって構成されます（図2）。より新しいネットワークおよびスイッチには、ほとんどの場合レイヤ2機能とレイヤ3機能があり、アクセスとディストリビューション層が1つの統合層にまとめられています。以下で説明するように、これら4つの場所のNCPIIは一樣ではありません。

図2 – 典型的な無線LANアーキテクチャ



無線アクセスポイント

無線アクセスポイント（AP）は、ネットワークへの接続をモバイルユーザに提供します（図3）。APの消費電力は平均的に6～7Wですが、もっと多くの電力を消費する機器も存在します。IEEE 802.3afは、この種の機器がデータケーブルを介して受け取る電流を350mAに制限しています。この新しい標準に準拠したネットワークは最大100mの距離に最大15Wの電力を供給します。これ以上の電力を消費する機器は外部の電源（プラグ式の電源アダプタなど）に頼らなければなりません。

図3－典型的な無線アクセスポイント（室内用）



環境

これらのAPは天井または棚に取り付けられ、通常は室内オフィス環境で使用されます。室外環境で使用されることもあります。最近導入またはアップグレードされたネットワークでは、電力はEthernetを介して供給されるのが普通です。しかし、壁コンセントから電力が供給されるケースもあります。

課題

これらのAPには、多数のモバイルユーザに接続を保証するために、高い可用性と安全性が求められます。NCPIの観点で最大の課題は、電源障害時でもAPが中断なく移動できるようにすることです。

最良の方法

PoEは、電力可用性の課題を解決する最良の方法です。建物内の最も遠い場所にあるAPに確実に電力を供給するという課題も、電気コンセントや電気技術者を必要とすることなく解決されます。長時間稼働のUPSシステムを装備したワイヤリングクロゼット内のネットワークスイッチからAPに電力が供給されることになるからです。壁コンセントを電源とするAP（PoEを使用していないAP）については、長時間のバックアップ用バッテリーを備えたコンパクトなUPSをローカルで使用する必要があります。UPSは、タワー型でAPの近くに取り付けやすいものが適切です。図4はAPに電力を供給できるUPSの例を示します。

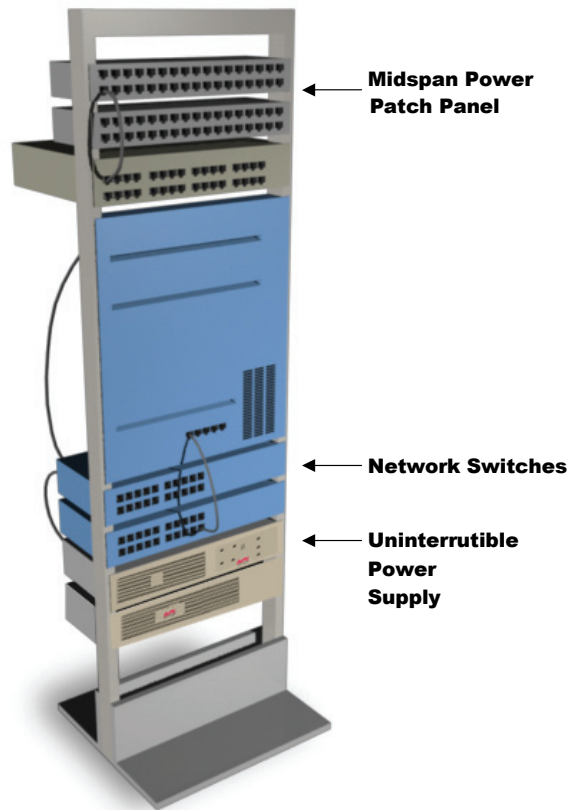
図4－タワー型UPS



中間配線盤（Intermediate Distribution Frame : IDF）

IDF（あるいはワイヤリングクロゼット）を構成しているのは、一般に、レイヤ2とレイヤ3のアクセススイッチと分配スイッチ、ハブ、ルータ、パッチパネル、UPS、オープンラックにマウントしたその他の通信装置です（図5）。最近のスイッチのほとんどは、スタックابل型もシャーシベース型も、Ethernetを介して電力を供給する機能、いわゆるエンドスパンを内蔵しており、無線アクセスポイントに電力を供給できます。この機能を備えていないスイッチでも、外部に適切なサイズのミッドスパン対応電源装置を用いることで、PoEを実現します。企業の規模とネットワークアーキテクチャによっては、建物内に複数のIDFが設置されており、その数は企業全体で数百となることがあります。見落とされがちなこれらのワイヤリングクロゼットは、モバイルユーザに接続を保証するうえで非常に重要で高い可用性も必要とされます。

図5-IDF（ワイヤリングクロゼット）



環境

一般にIDF（ワイヤリングクロゼット）は建物の奥まった場所にひっそりと設置されており、換気、照明、アクセス制御はほとんど考慮されていません。新しい建物にでも移動しない限り、企業はこのワイヤリングクロゼットを継続して利用したいと考えるでしょう。従来の通信データネットワークでは、ワイヤリングクロゼットはパンチダウンブロック、パッチパネル、少数のスタックブルハブまたはスイッチを収納するだけでしたが、最近のアクセススイッチおよび分配スイッチのほとんどは、PoEを供給できるように設計されています。これらのスイッチは、はるかに多くの電力を必要とします。これらの最近のスイッチの多くは19インチラックにマウントするタイプであり、通気のパターンはメーカーによってさまざまです（側面から側面へ、前面から背面へなど）。平均的なIDFは1~3本のラックがあり、500~4000Wの単相AC電力を必要とします。

課題

無線LANを導入する際は、これらのIDFのNCPIIに最も重点を置き、中でも特に、電力、冷却、アクセス制御、および管理に注目する必要があります。IDFは500~4000Wまでの単相100V/200V等のAC電力を消費します（実際に必要な電力はネットワークのアーキテクチャとスイッチのタイプに依存します）。ワイヤリングクロゼットに収納されたすべてのネットワーク機器、UPS、およびPDUについて、適切なタイプのコン

セント（5-15R、L5-20R、L6-20R、L6-30R、IEC320C13、IEC320C19など）を用意し、適切なブレーカで保護された電力を供給するのは、そう簡単ではありません。ワイヤリングクロゼットの冷却、通気、管理、およびサービスは大きな問題ですが、往々にして見逃されがちです。

最良の方法

IDF内の機器をすべてUPSで保護します。どのようなUPSを選択するかは、以下の要因に依存します。

- 負荷機器の容量（W、VA）
- 必要なバックアップ時間（分）
- 望ましい冗長性またはフォルトトレランス（耐障害性）のレベル
- 負荷機器の電圧、コンセント形状

UPSの容量は機器の定格容量の総和に応じて選択します。Smart-UPS（図6a）などの一般的なラックマウントUPSは99.99%*の電力可用性を実現します。Symmetra LX（図6b）などのバイパスを内蔵したN+1冗長で1時間バックアップのUPSでは、電力可用性は99.999%*に達します。ほとんどのケースではこれで十分です。可用性分析の詳細については、APC ホワイトペーパー #69『VoIPとIPテレフォニーのための電源と冷却』を参照してください。

図6a – ラックマウントUPSの例



図6b – N+1内部冗長UPSの例



UPSに内蔵されているバッテリーパックより必要となるバックアップ時間を提供できます。図6aと図6bに示したタイプのUPSはオプションのバッテリーパックが用意されており、稼動時間を延長できます。

重要な施設では、99.9999%ないし99.99999%*といった高いレベルの可用性が求められます。こうしたニーズに対処するには、デュアルネットワークスイッチ、デュアル電源コード、デュアルUPS、発電機でのバックアップにより電気設備保守時にも停電なしの電力システムが必要になります。実際の導入にあたっては、多くの企業が専用のコンサルティングサービスを提供しており、個々の顧客サイトとその要件を評価した上で、このようなミッションクリティカルネットワーク用の高可用性電力インフラストラクチャを推奨しています。

最後に、ワイヤリングクロゼット内のUPSを含むこれらの機器に必要なプラグやコンセントを決定しなければなりません。すべての機器をUPSまたは変圧器に直接接続し、コンセント（OAタップ）やラックマウントPDUの使用を回避することが理想的です。ただし、機器の数によっては、これは現実的な方法ではなく、ラックマウントPDUが必要になる場合があります。このような場合には、用途に合わせて設計された高グレードのラックマウントPDUを使用するようにします。PDUは現在の機器をすべて接続することはもちろん、将来のニーズにも応えられるように十分な数のプラグを備えていなければなりません。また、電力消費量を表示するメーター付きのPDUを使用すれば、不慮の過負荷による停電（ロードドロップ）といった人為的なエラーが少なくなります。

適切なUPSモデルを選択するための最良の基準として、負荷容量、冗長性、電圧、およびバックアップ時間の要件を満たすかどうかという点が挙げられます。

ワイヤリングクロゼット内の装置を年中無休1日24時間（7x24x365）連続稼働させるには、冷却と通気の問題にも対処する必要があります。ワイヤリングクロゼットの消費電力量を計算して、コスト効率のよい方法で問題を解決しなければなりません（表1）。ここで重要なのは、ネットワークスイッチの多くは入力電力容量が大きいものの、ワイヤリングクロゼットですべての電力が熱として消費されるわけではないということです。たとえば、レイヤ2とレイヤ3のスイッチは1800Wの入力電力が必要ですが、このスイッチが消費するクロゼット内の電力は300～500Wにすぎません。残りの電力は、散在する無線アクセスポイント、IP電話、セキュリティカメラなどのさまざまな機器にネットワークを介して送られ、オフィスのエリアで消費されます。

表1－無線LANワイヤリングクロゼットの熱出力を計算するための作業シート

項目	必要なデータ	熱出力の計算	熱出力小計
スイッチ（インライン電源なし） その他のIT機器（ミッドスパンの電源装置を除く）	定格入力電力（ワット数）の合計	IT負荷電力（ワット数）合計と同じ	_____W
スイッチ（インライン電源付き）	定格入力電力（ワット数）	0.6x定格入力電力	_____W
ミッドスパン電源装置	定格入力電力（ワット数）	0.4x定格入力電力	_____W
照明	常時点灯している照明器具の定格電力（ワット数）	定格電力	_____W
UPSシステム	UPSシステムの定格容量（負荷ではない）（ワット数）	0.09 x UPS定格容量	_____W
合計	上記の小計	上記の熱出力小計の合計	_____W

ワイヤリングクロゼット内で消費される電力を計算したら、表2に示すガイドラインに従ってください。

表2－無線LANワイヤリングクロゼット冷却ソリューションのための作業シート

クロゼット 内の熱負荷 合計	条件	分析	対策
100W以下	ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	壁から伝導して熱が放出される。	なし
100W以下	ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアに、空調が設置されていない。	室外から取り込んだ空気は、外気温度や塵埃等の汚染のため機器の冷却として利用できない。	機器に隣接するワイヤリングクロゼット内に独立式のコンピュータ用空調装置を取り付ける。
100～500W	天井式（オーバーヘッド）HVACシステム(精密空調装置)付、ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	ワイヤリングクロゼットの外から空気を吸い込めばよいが、ドアが吸気を妨げる。ドアから吸気しHVACに排気する。	ワイヤリングクロゼットのトップに天井換気システムに還流グリルを設置し、ワイヤリングクロゼットのドアの下部に通気口を設ける。
100～500W	ワイヤリングクロゼットからはHVACシステムに直結していない。ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	ワイヤリングクロゼットの外から空気を吸い込めばよいが、ドアが吸気を妨げる。空気がドアの下部を通過するようにし、排気をドアの上部に持っていく。	ワイヤリングクロゼットの上部に排気用グリルを設置し、ワイヤリングクロゼットのドアの下半部に空気吸い込み口を設ける。
500～1000W	天井式（オーバーヘッド）HVACシステム付、ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	ワイヤリングクロゼットの外から空気を連続的に吸い込めばよいが、ドアが吸気を妨げる。強制換気用ファンを設ける必要がある。	ワイヤリングクロゼットの上部に換気ファン付きの還流グリルを設置し、ワイヤリングクロゼットのドアの下部に換気グリルを設置する。
500～1000W	ワイヤリングクロゼットからはHVACシステムに直結していない。ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	換気ファンが連続運転にて空気を吸い込めばよいが、換気ルートがない。	ドアの上部に換気ファン付きの排気グリルを設置し、ワイヤリングクロゼットのドアの下半分に換気グリルを設置する。
1000W以上	天井式（オーバーヘッド）HVACシステムに直結、ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	装置に冷気が直接吸い込まれ、装置から排出する暖気が装置の冷気吸い込み口に環流しなければよい。	暖気除去システム付きの閉鎖型ラックの中に装置を設置し、ワイヤリングクロゼットのドアの下半分に換気グリルを設置する。

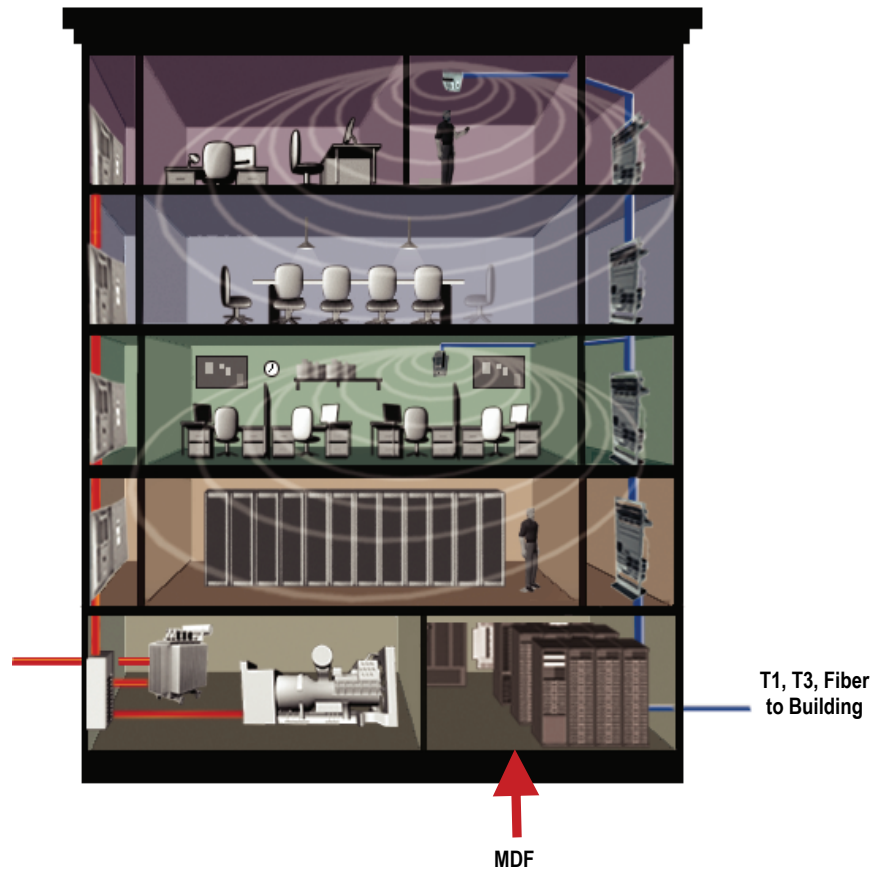
クロゼット 内の熱負荷 合計	条件	分析	対策
1000W以上	ワイヤリングクロゼットからはHVACシステムに直結していない。ワイヤリングクロゼットを設置しているフロアには、空調が設置されている。	ドアを介した通気では不十分。機器の排気を局所的に冷却する必要がある。	機器に隣接するクロゼット内に独立式のコンピュータ用空調装置を取り付ける。

最後に、ワイヤリングクロゼット内のすべての機器の連続稼働を確実にするには、監視と管理が必要です。これを行うことで、温度や湿度、UPSバッテリーの劣化など、環境状態や機器の老朽化によって起こる予想しないダウンタイムを回避するために役立ちます。また、ワイヤリングクロゼットは多くの場合、ITサポートスタッフがいない遠く離れたオフィスなどに設置されています。このような場合には、PDUのリモート電源リポートや、機器製造者が提供するオンサイトサービス契約を検討する必要があります。

主配線盤（Main Distribution Frame : MDF）

MDFはMER（main equipment room）あるいはPOP（point of presence）ルームとも呼ばれます（図7）。MDFは、建物のIT通信ネットワークのサービスエントランスです。建物への光ファイバおよび建物や構内に入るT1/E1回線、T3/E3回線は、MDFを終端として、インターネットバックボーンおよび電話局への接続を実現しています。MDFは、レイヤ3ルータ、スイッチ、ゲートウェイ、PBXなどの最も重要なネットワーク機器および通信機器を収納しています。MDFは建物または構内のすべてのワイヤリングクロゼットと接続され、ワイヤリングクロゼットは各無線アクセスポイントと接続されます。したがって、MDFは最も重要な部分であり、多くの場合、小規模なコンピュータールームまたはデータルーム並みに取り扱われます。

図7－主配線盤



環境

一般的なMDFには4～12本のラックがあり、4～40kWの单相または3相の200V、400V等の交流電力が必要になります。場合によっては、直流48Vの電源を必要とする機器も存在します。MDFには、オープンラック、閉鎖型ラックが混在します。これらは、さまざまなネットワーク機器、通信機器、IT機器をマウントするために使用されます。機器にはさまざまな通気のパターン（側面から側面へ、前面から背面へなど）があり、サイズも19インチから23インチまでさまざまです。ただし、新型の機器では、通気のパターンが前面から背面で、19インチラックにマウントするタイプが増えています。

課題

MDFルームにはUPSが用意されていないケースがあります。UPSが用意されていても、バッテリーのバックアップ時間が十分でないことが少なくありません。また、多くの場合、換気と冷却のための専用の空調システムは用意されていません。

最良の方法

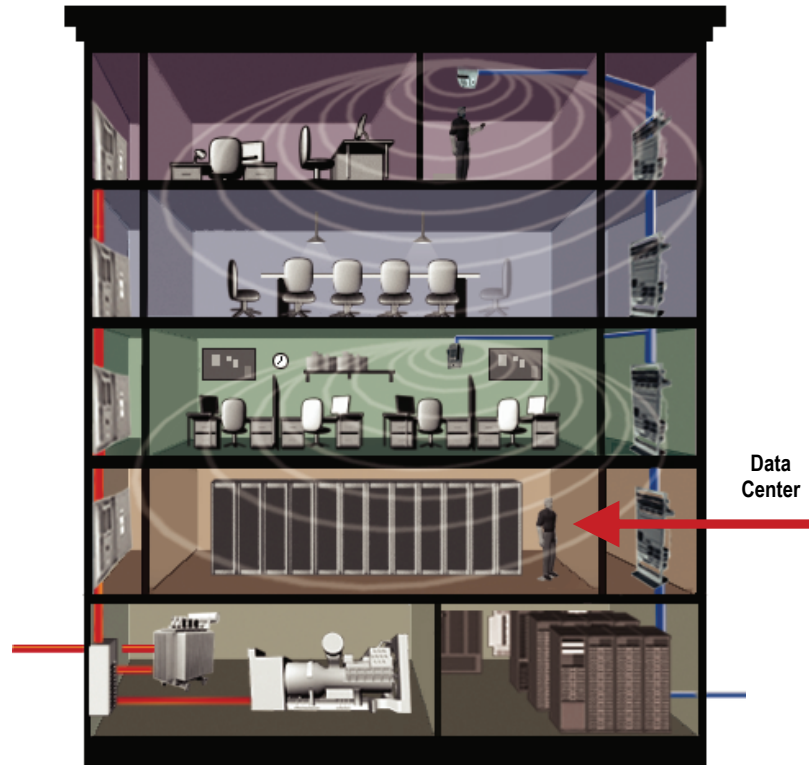
MDFは、電話局とインターネットへのバックボーン接続を実現しています。MDFはネットワーク、通信、ITの重要な機器を収納していることから、小規模なデータセンタやコンピュータルーム並みの扱いが必要になります。99.999%*の電力可用性を実現するには、MDFルームにバイパスを内蔵したモジュール式の冗長UPSを装備し、少なくとも30分のバックアップ時間を確保しなければなりません。99.9999%または99.99999%*といったもっと高いレベルの可用性を実現するには、デュアルネットワークスイッチ、デュアル電源コード、デュアルUPS、発電機のバックアップにより電気設備保守時にも停電なしの電力システムが必要になります。このようなミッションクリティカルネットワーク用の高可用性電力インフラストラクチャについては、多くの企業が専用のコンサルティングサービスを提供しています。

すべての機器が電力障害時に連続稼働すること、および通常時に最適稼働することを確実にするには、MDFは環境監視機能付きの高精度空調装置を備えている必要があります。高可用性を必要とする重要な業務では、空調装置の冗長化も検討します。高電力密度のラック（3kW以上/ラック）については、空気の強制供給装置や排出装置を追加して、ホットスポットの発生を防止します。サーバやストレージ装置とは異なり、スイッチの多くは側面から側面へ通気します。閉鎖型ラックを使った環境ではこれは特別な問題を引き起こします。この問題への対処についてはAPC White Paper #50『Cooling Solutions for Rack Equipment with Side-to-Side Airflow』（URL: <http://www.apc.com/>）を参照してください。

データセンタまたはサーバールーム

データセンタまたはサーバールーム（図8）は、ネットワーク管理サーバを収納しています。これらのサーバは、無線LANの運用、保守、および管理に使用されます。たとえば、認証、課金、不正ユーザや不正アクセスポイントの監視などです。また、組織の規模やネットワークアーキテクチャによっては、レイヤ2とレイヤ3スイッチなどの企業IT機器も収納している場合もあります。規模（小、中、大）にもよりますが、データセンタ（サーバールーム）は数十～数百本のラックを収納し、ラックには何十、何百というサーバ、IT機器、ネットワーク機器、コンピューティングシステムがマウントされています。こうした機器やシステムは、ERP、CRM、その他のWebベースのサービスなどの重要なビジネスアプリケーションを実行しています。

図8 – 典型的なデータセンタ（サーバルーム）



環境

データセンタはオフィスビル内にも存在します。小規模なデータセンタは10kW程度の単相または3相の200Vの電力が必要なのですが、大規模なデータセンタの場合は数百kWの3相400V電力を必要とします。直流48V電力を必要とする通信機器も少数存在しますが、大半の機器はAC電力を使用します。データセンタのほとんどはバッテリーでバックアップされたUPS、発電機、精密空調装置を備えています。

課題

基本的に、無線LANのサーバやスイッチの1つ1つは、少しずつデータセンタの負荷を増加させます。これらのサーバやスイッチは、他のIT機器やネットワーク機器よりも長い稼働時間とより高度な冗長性、可用性を必要とします。

最良の方法

データセンタはすでにUPSや発電機を装備しているとはいえ、無線LAN機器のためにより長時間のバッテリーバックアップを可能にする冗長UPSを別途に用意したほうがよいでしょう。長い稼働時間と高い可用性を必要とする無線LAN機器（サーバやスイッチなど）をデータセンタ内の別の場所に集めて、特別なラックに収納します。これらの機器については、より長時間の稼働と高い可用性を実現するN+1や2Nなど、必要に応じた構成で専用UPSを配備します。「目標可用性（Targeted Availability）」というコンセプトを利用すれば、

データセンタ全体への巨額の設備投資なしに、重要な無線LAN機器の可用性を高めることができます。データセンタとネットワークが特に高度な可用性を必要としている場合には、ラック内のサーバと重要機器のすべてについて、発電機、UPS、給電経路などの高度な冗長化を検討します。

無線LAN機器を追加することによってデータセンタの精密空調装置の冷却能力に不足が生じるようでは困ります。高い可用性が求められている場合には、精密空調装置の容量に十分注意してください。高電力密度のラック（3kW以上/ラック）については、Air Distribution UnitやAir Removal Unitを追加して、部分的な過熱の発生を防止します。データセンタやネットワークルームに冷却システムやラックを設置する際には、さまざまなミスが発生しがちです。こうしたミスは、可用性を損ない、コストの増加につながります。この詳細については、APCホワイトペーパー#49『データセンタ（サーバールームおよび電算室）の冷却能力を損なう問題を回避する方法』を参照してください。

結論

無線LANの高い可用性と安全性を確保するには、端部のAPから中核のIDF、MDF、データセンタまでNCPIに注意を払う必要があります。電源と冷却に関する最も大きな問題は、ワイヤリングクロゼットで発生します。冷却はワイヤリングクロゼットにとってやっかいな問題であり、換気だけでは解決になりません。場合によっては、ターゲットを絞った特定スポットの冷却が必要になります。すべてのワイヤリングクロゼットに送電する大型の中央集中UPSに比べて、長時間稼動が可能な小型の専用UPSのほうがコスト効率に優れています。MDFについては稼動時間に問題が生じるかもしれませんが、これは発電機またはUPSの大容量バッテリバックアップによって解決できます。

* このホワイトペーパーに記載されている可用性レベルは、APCホワイトペーパー#69『VoIPとIPテレフォニーのための電源と冷却』の付録で説明されている可用性比較分析に基づいています。

参考文献

1. [APC White Paper # 69 『VoIPとIPテレフォニーのための電源と冷却』](#)
2. [APC White Paper #37 『Avoiding Costs From Oversizing Data Center and Network Room Infrastructure』](#)
3. [APC White Paper #5 『次世代のデータ・センターに不可欠な電源システムの要件』](#)
4. [APC White Paper #24 『Effect of UPS on System Availability』](#)
5. [APC White Paper #43 『Dynamic Power Variations in Data Centers and Network Rooms』](#)
6. [APC White Paper #1 『UPSシステムのタイプ』](#)
7. [APC White Paper #50 『Cooling Solutions for Rack Equipment with Side-to-Side Airflow』](#)
(URL: <http://www.apc.com/>)
8. [APCホワイトペーパー#49 『データセンタ（サーバールームおよび電算室）の冷却能力を損なう問題を回避する方法』](#)

参考サイト

1. [American Power Conversion Corporation](#)
2. [Avaya](#)
3. [Cisco Systems](#)
4. [Nortel Networks](#)
5. [3COM](#)
6. [IEEE](#)

著者について

ヴィスワス プラーニ氏は、米国ロードアイランドを本拠とするAPCの新技术&アプリケーション担当ディレクタであり、パワーエレクトロニクスの業界で16年間のグローバルな経験を積んでいます。同氏はインドでパワーエレクトロニクスの学士号を取得し、以来UPSやAC/DC可変速制御に関して欧州や米国の先進企業からインドへの技術移転に携わってきました。米国の大学からは経営学の修士号を取得（国際ビジネス専攻）し、中東ではデータセンタのサポート会社を設立、インド西部ではMotorola社の半導体販売にかかわりました。7年前にAPCに入社、SymmetraおよびInfraStruXure系列の製品/プログラム担当マネージャとして、これらの製品の設計、開発、販売、サポートに深く関与しています。