



ワイヤレスネットワークへの電力供給

COMMSCOPE®



目次

1	はじめに	3
2	電力の各要素	4
3	今日のマクロサイトへの電力供給	12
4	PowerShift® Macroについて	16
5	スモールセルメトロネットワークへの電力供給	20
6	PowerShift® Metroについて	24
7	まとめ	28

はじめに

今日の電力供給事情

常にオンになっているテクノロジーへの依存は年々高まっています。いつでも、どのような状況でも、スマホで電話をかけ、ネットサーフィンができることが当たり前になっています。しかし、マクロセルとスモールセルが増える中で、ワイヤレスネットワークに電力を供給する電気システムのインフラは追いついていません。

課題は、もっと多くのセルサイトに電力を供給するよりももっと根深いものです。セルへのアクセスのアーキテクチャーは劇的な変化を遂げています。顧客は5Gの展開をもっと求めており、これにはさらに多くのRF機器を要します。より多くの無線機器、もっと多くの周波数帯、リモート無線ユニット使用の増加、それにこれから構築して行かなければならないスモールセルレイヤーのために、旧来の電力システムは限界に近づいています。

ビジネスの観点から危機に瀕しているものは多くあります。信頼性の高い電力インフラはコストと収益の両方に大きな影響があります。何千ものスモールセルに電力を供給するには多くの費用がかかります。コストをたった1、2%削減しただけでも大きな経費節減となり、これはデプロイ時間を1、2日縮めても同様です。収益の点からは、ネットワークの機能停止が解約率に響くことはよく知られています。セルサイトの大多数がその主電源を古い電力システムに依存している状況で、信頼性の高いバックアップ電源は今までになく重要になってきています。

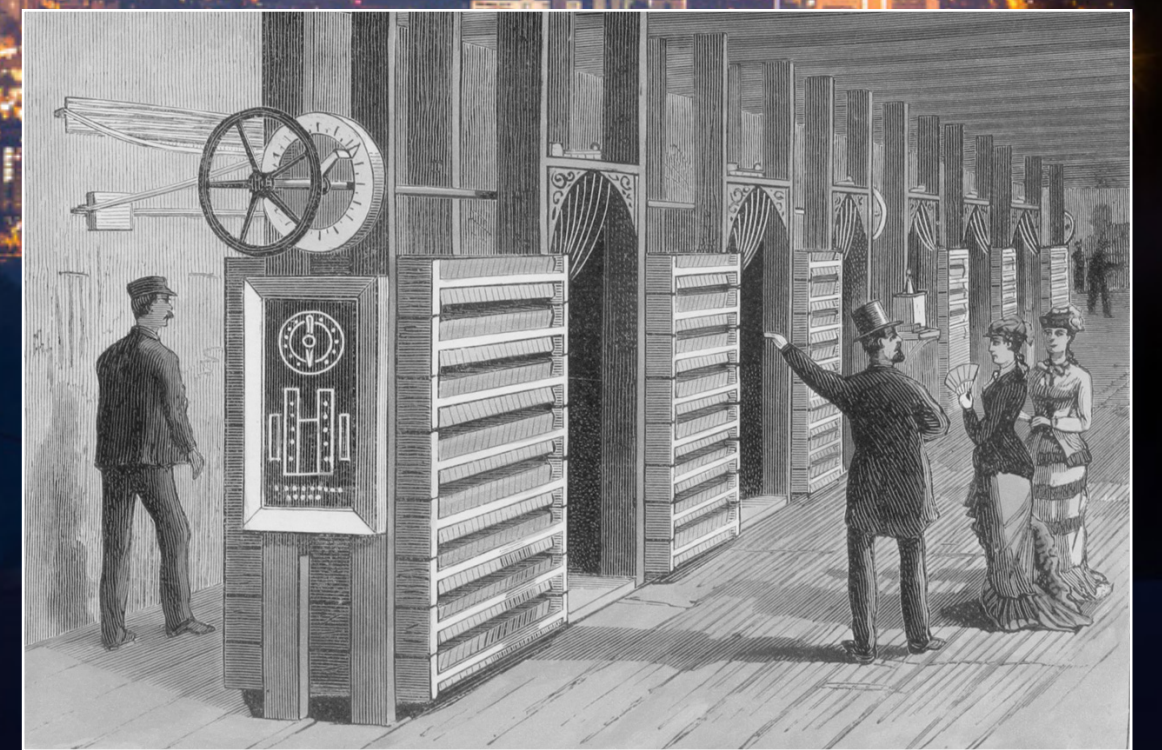
現在と未来の分岐点

変化に対応し、さらに顧客が求める年中24時間の可用性を満たすというさらに重要な課題に対して、モバイル事業者はその電力インフラのあらゆる側面を見直す必要があります。このことは、ソリューションの観点から現状を見直し、将来どうあるべきかを考え、また一貫性があって将来に対応した戦略で備えなければならないことを意味します。

そのためCommScopeはこのeBookを作成し、皆様がその備えをするお役に立とうとしています。ここでは、皆様が将来へと舵を切って行かれる中で、「何」、「なぜ」、「どのように」を見つけ出し、電力に関する意思決定のガイドをお届けします。このeBookは読みやすい章とセクションに分かれており、マクロセル、スモールセルネットワークへの電力供給の主要な問題を取り扱います。その中で、貴社のネットワークを前進させるのに必要な、効率的で将来に備えた電力ソリューションをお届けするよう設計されたCommScopeの画期的な技術をご紹介します。

電力の各要素

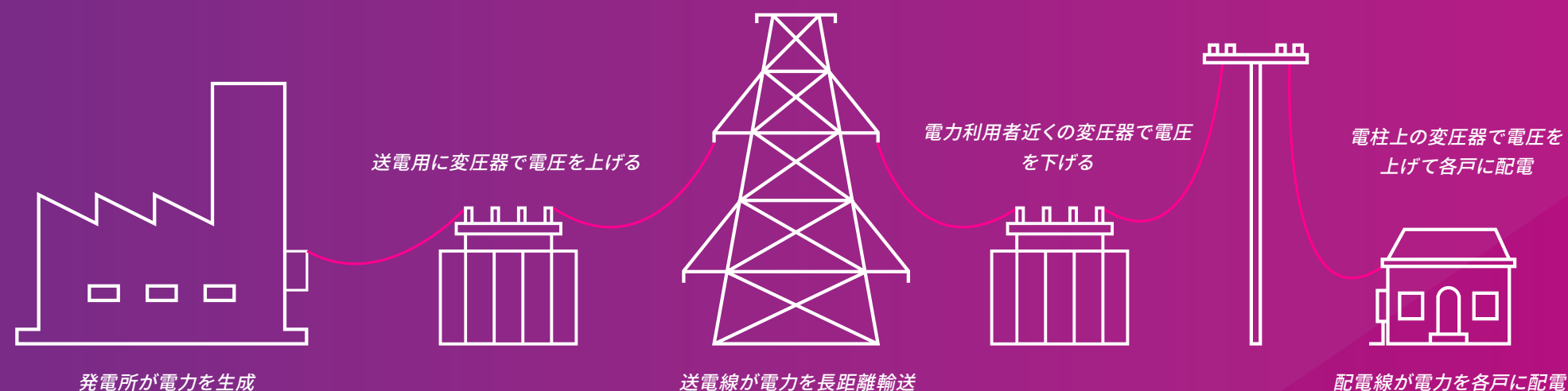
ワイヤレスネットワークへの電力供給を理解するには、基本的なところから始めなければなりません。これは1882年9月4日にトーマス・エジソンがニューヨークのマンハッタンにある金融街に電力を供給して以来そんなに変わっていません。もちろんこの間には多くの改良、改善、安全策がありました。発電と配電の原理は今でも同じです。



トーマス・エジソンのパールストリートステーションは、米国初の商用発電所で、ニューヨーク、マンハッタンの金融街にありました。石炭火力で6台の発電機を備えて1882年9月4日に営業を開始し、82の顧客の400個のランプに明かりをともしました。

発電、送電、配電

出典: National Energy Education Development Project (パブリックドメイン) から引用



発電と配電網

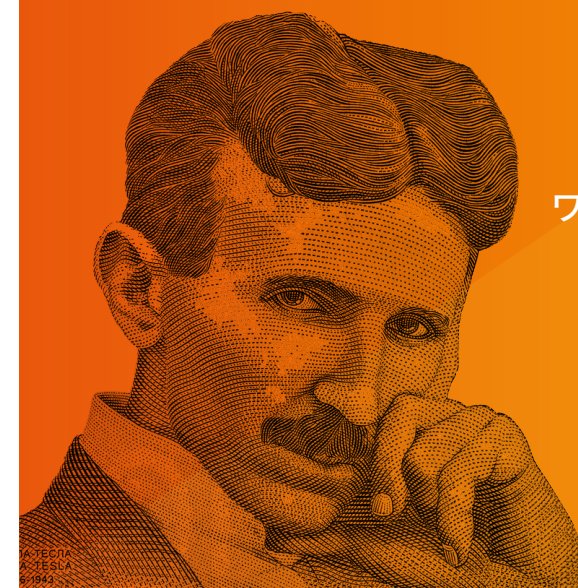
住宅でも、職場でも、ワイヤレスネットワークでも、電気をオンにする（またオンに続ける）には、単にスイッチを入れるだけではなく、はるかに多くのことが必要になります。様々なデバイスにちょうど必要な電気の量を供給し、これを維持することは、魅力の大きいことですが、複雑さもまた大きいものです。

例えば、多くの住宅や企業に電力を供給する電力網を考えてみてください。これはまず交流（AC）として電力を発生する電力源から始まります。電力会社は多岐にわたる再生可能、

非再生可能電力源を用い、これには天然ガス、石炭、原子力、太陽、水力、風力などがあります。

生成したエネルギーは発電所から住宅へと輸送しなければなりません。ここで高圧送電線（架空または地中）を使います。高電圧送電線の銅線は80万ボルトものAC電流を送電しています。そのため、240ボルトしか取り扱えない住宅へと配電する前には、電圧は変圧器で降圧しなければなりません。最後に、管理、制御システムで、可用性と電力使用に関して安全性と効率性を確保する必要があります。

発電と配電網について詳細と、これが屋外ワイヤレスネットワークでどのように使われているかについては、このセクションの他の章をご覧ください。



ご存じでしたか？

1800年代の終わり頃、ニコラ・テスラはワイヤー無しで長距離の送電が可能であると確信していました。タワーをうまく並べるか（上図）、風船をぶら下げるといったアイデアでした。これはうまく行きませんでした。この話はまた別の機会に譲りましょう。

ワイヤレスネットワークの電源

送電網が十分ではない場合

多くの場合、屋外ワイヤレスネットワークは公共の配電網を主な電源として使っていることに注意することは重要です。電力はどこでも取り出しやすく、電力料金も手頃です。

しかし、公共の配電網の課題は古いことと信頼性です。毎年、世界の国々のあらゆる都市で停電が発生しています。配電網が停電すると、これに接続されているものもすべて止まってしまう、これはマクロセルサイト、スモールセル、DASシステムも例外ではありません。停電は個人とビジネスの通信に影響を与えるだけではありません。停電時は公共の安全と救急、緊急サービスも麻痺してしまい、スマートシティのサービスとその他多くの重要なアプリケーションも影響を受けます。

そのため、公共の配電網を電源にすることは通常は大丈夫ですが、これで十分ではありません。ネットワークを安全で、信頼性が高く、コスト効果の高いバックアップ電源システムと共に提供することは極めて重要です。次の概観では、ワイヤレスネットワークへのバックアップ電源のためによく使われるテクノロジーと、最新のテクノロジーのいくつかを紹介しています。

特にスモールセルネットワークとDASネットワークでは、公共の配電網の使用が最も安全で最もコスト効果の高いソリューションではない場合があります。こうした場合の代わりに使えるソリューションについては後述します。

鉛蓄電池

鉛蓄電池は通信用電源システムのバックアップとしてよく使われます。出力の割にはコンパクトで、自動車に使われているものと似ています。ベント型と密閉型があります。

ベント型 (ウェットまたは浸水なもの) バッテリー

ベント型バッテリーは20年以上蓄電を維持します。しかし、補水、漏れの封じ込め、強制換気などの、費用のかさむメンテナンスが必要です。こうした難点のため、リモートセルの基地局には不向きです。

密閉型鉛蓄電池 (VRLA)

VRLAは再結合型バッテリーで、酸素と水素が再結合するので、水の損失がありません。補水が不要なため、出荷、メンテナンス、設置が容易で、セルサイト基地局での使用に適しています。

リチウムイオンバッテリー

リチウムイオンバッテリーは、ワイヤレス通信用途には比較的新しいものです。同等のVRLAに比べて容積が約50%と、非常にコンパクトです。ストリングごとに12Vdcのバッテリー4台で構成されるVRLAバッテリーとは異なり、リチウムイオンバッテリーはひとつで

出力-48Vdcのラックマウントモジュールとなるようにパッケージされています。個々のモジュールが故障した場合でも、残りのモジュールがバックアップ電力の供給を続けます。

ニッケルカドミウムバッテリー

ニッケルカドミウムバッテリーは通信用電源システムのバックアップとしてよく使われるようになってきています。一般的に、ニッケルカドミウムバッテリーの動作温度範囲は低く、バッテリーを冷却する必要はあまり（またはまったく）なく、軽量で長寿命です。

バッテリーストリング

電力容量はバッテリーのサイズに直接関連していますが、大型のバッテリーに大きな費用を費やすよりも、多くのバッテリーストリングを並列に追加することで容量を増やせます。こうすることで個々のバッテリー故障に対する予防手段となります。並列接続するとスペアの容量はすでに稼働状態となっており、その定格使用時間の間電流を維持できます。この構成はバッテリーのメンテナンスにも便利です。こうしたストリングは別個の切断ブレーカーと共に設置されることが多いので、故障した箇所を見つけるのが容易で、システム全体を停止することなく問題を分離できます。

発電機

バッテリーだけでは、ほんの2、3時間しか運転を維持できません。公共の配電網が停電になれば、もっと長持ちするソリューションが必要になります。バッテリーとは異なり、発電機は燃料（一般的にはディーゼル）を燃やして電力を供給します。構成についてはバッテリーのように様々なタイプがあります。どれを設置するかはスペース、コスト、サービスに対する期待などによって異なります。

発電機はセルステーションの内部直流系統の外で運転されるので、発電機はシステムの一部とは見なされていません。しかし、発電機は直流系統の整流器の要する交流電力を供給するので、信頼性の高い運転を保証するには欠かせません。ステーションが外部電源から発電機の供給する交流電源に切り替えるとき、「切り替えスイッチ」が発電機へ負荷を切り替えます。



再生可能エネルギーについて

国際エネルギー機関 (IEA) は最近の世界のエネルギー展望、World Energy Outlook 2018 (WEO2018) で、世界のエネルギーへの需要は2017年から2040年の間に約27%、原油換算で37億4千3百万トン増加すると報告しています¹。同時に、モバイル業界での年間のエネルギー消費量は2007年の219TWhから2019年には519TWhにまで増加し、その需要は今後年率10%で増加すると見込まれています²。そのため、通信ネットワークの年間電力料金は100億米ドルになります³。

将来への効果的なエネルギーポリシーを策定するとき、将来のエネルギー要件とその結果発生する炭素放出を見積もることの重要性は無視できません⁴。また実際、業界では風力、推力、太陽光発電などの再生可能電力へと徐々に動いています。右の表には、世界の主要ワイヤレスプロバイダーと、その再生可能エネルギーへの移行と、二酸化炭素排出量削減への努力を示しています。

ワイヤレスインフラのパートナーは、再生可能エネルギーへの移行を支えるため、サービスプロバイダーが代替エネルギー源をその全体的な電力インフラに組み込むようなソリューションを導入し始めました。次の章ではこうしたソリューションのひとつである、今までよりも柔軟性の高い整流器について解説します。

- 1 World Energy Outlook 2018 (2020年8月)
- 2 Sustainable power supply solutions for off-grid base stations, Energies2015年
- 3 Towards Energy Efficient Load Balancing for Sustainable Green Wireless Networks Under Optimal Power Supply; IEEE Access, vol. 8 (2020年)
- 4 Analysis of Renewable Energy Usage by Mobile Data Network Operators; Sustainability Journal (2021年2月9日)

ネットワーク通信事業者	現状		将来の目標		目標年	基点年
	再生可能エネルギー使用率 (%)	放出量削減率 (%)	再生可能エネルギー使用率 (%)	放出量削減率 (%)		
Deutsche Telecom	52%	2%	100%	90%	2021年 ¹ 、2030年 ²	2017年
Telefonica	81%	18%	100%	70% ³	2030年	2015年
Telstra	極わずか	40% ⁴	非公開	50%	2030年	2017年
T-Mobile	100%	9%	すでに100%	非公開	非適用	非適用
Verizon	非適用	28% ⁵	50%	50%	2025年	2016年
Virgin Media	100%	22%	すでに100%	非公開	2020年	2014年
Vodafone	15%	3%	非公開	50%	2025年	2017年

出典：Sustainability Journal (2021年2月9日)

再生可能エネルギーソリューションの受容

世界の携帯ネットワーク通信事業者はそのシステムへの電力供給に従来にない方策で対応して、再生可能エネルギーに関する大きな目標を達成しようとしています。

ヨーロッパ諸国の中には、例えば、電力の需要と供給によってエネルギーのコストが一日の中で変化する国があります。モバイル通信事業者はピークシェーピングなどの戦略を

用いて、そのマクロサイトを電力料金の低いときには公共の配電網から給電し、ピーク料金時にはバッテリーに切り替えるようにしています。

通信事業者はまたPID (比例・積分・微分) コントローラーを用いてエネルギー効率の向上を図っています。PIDは特殊なスクリプト、自動化、または人工知能を用い、トラフィック

に応じてRRU (リモート無線ユニット) への給電を上下させます。これでエネルギー消費、熱負荷、それに関連するコストを下げます。

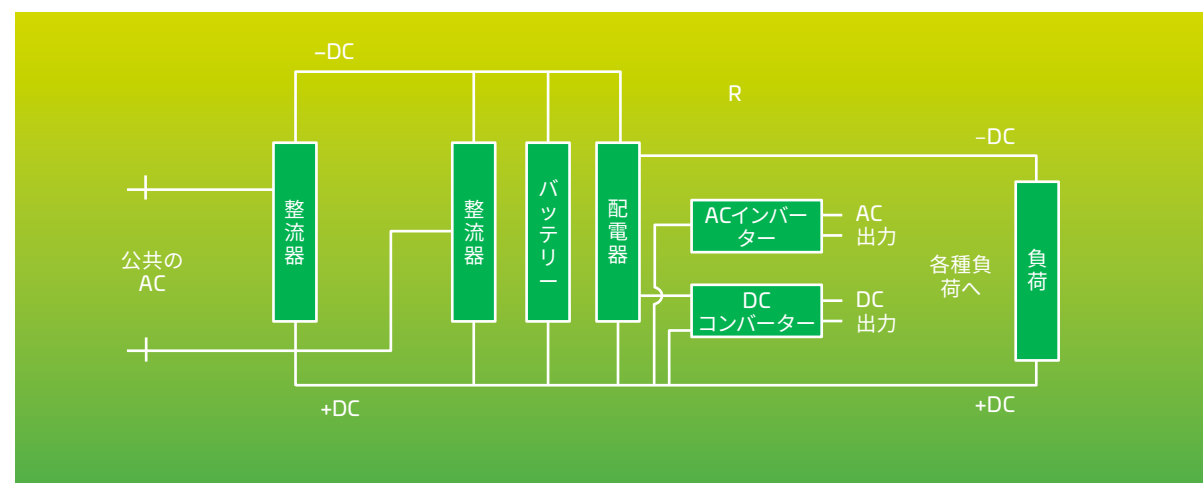
PIDコントローラーを用いた電力消費量の削減について詳しくは、CommScopeのホワイトペーパー、「Potential energy savings using PID」(PIDを用いたエネルギー節約法) をご覧ください。

整流器：交流と直流間のインターフェイス

現代のほとんどすべての通信ネットワーク（有線、無線）は直流（DC）電力で動作します。しかし、住宅やオフィスは交流電流（AC）で給電されているので公共の配電網は交流です。整流器は交流電力を直流に変換するために使われます。マクロサイトとスモールセルの両方で、整流器の出力は無線機器とその伝送機器（電流の「負荷」）、それにバックアップのバッテリー機器に接続されます。

整流器はバックアップバッテリーの充電を維持するのに十分な電圧レベルを出します。このレベルは「フロート電圧」と呼ばれ、機器の負荷に給電するとともに、バッテリーへのトリクル充電を行います。交流電源が停電した場合は、整流器はオフラインとなってバッテリーが自動的に給電を開始します。外部の交流電源が復旧すると、整流器は動作を再開してバッテリーはトリクル充電状態に戻ります。

基地局の負荷に対して電力を供給する場合は、通常複数の整流モジュールが必要です。モジュールは並列に接続され、負荷に対して等しい負担をします。この負荷共有のために、通信事業者は個々の整流モジュールの故障に対して冗長性を組み込むことができます。



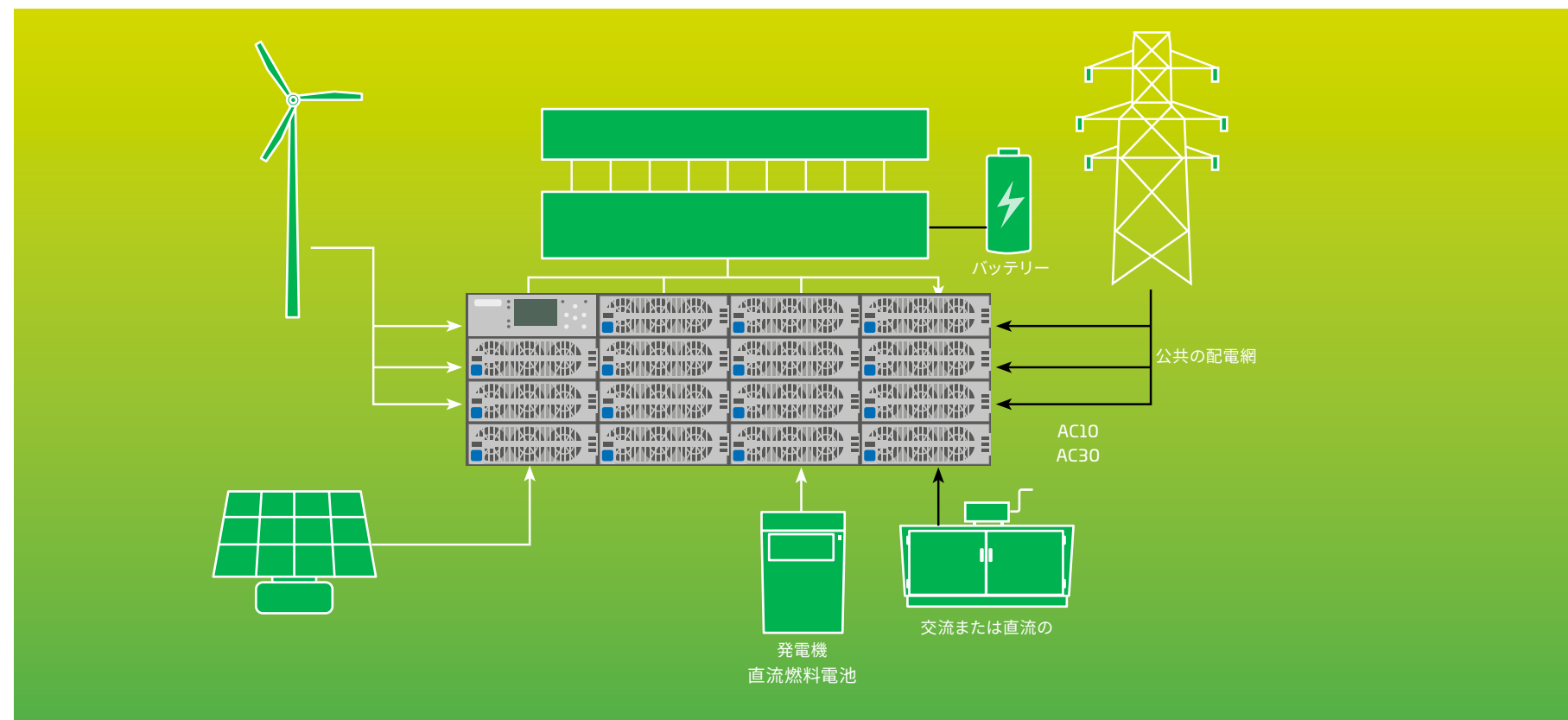
基本的な通信用電源システムのブロックダイアグラム

交流電源の柔軟性

電力料金が上昇を続ける中、再生可能エネルギー源からの電力を公共の配電網からの電力に組み合わせることができると、電源に柔軟性が生まれます。これに対処するため、整流器にはこれに接続された太陽電池や風力発電機からの交流電力を、公共の配電網からと同様に使えるものもあります。

適切な整流器の選択

どの整流器が最も良いかを判断するためにまず必要になるのは、どのような交流電源から電力を受け取るかです。セルサイトとマイクロウェーブサイトには、スイッチモード整流器が好まれますが、これは複数の交流入力に対応でき、単相入力から三相入力までと動作範囲が広いからです。この柔軟性のため整流器の数は少なく済み、コスト、スペースを節約でき、メンテナンスも容易です。



電源の柔軟性のため、整流器は従来の電源、再生可能電源から給電できる

電力の配電

整流器は電源システムの最初の段階に過ぎません。直流に変換後、電力は電力システム内の多くのコンポーネントに配電する必要があります。上記のように、こうした負荷には無線機器、送信機、バッテリーバックアップのようなコアエレメントがありますが、照明、セキュリティーネットワーク、HVACシステムと言った二次的システムもあります。多くの複雑な実装の中には、最大80ものブレーカーで制御される、多くのコンポーネントを備えたものもあります。



バスバー導体

マクロレイヤーでは、セルサイトの配電システムは、整流器をバッテリーや直流負荷に物理的に接続するバスバー導体で支えられています。バスバー導体には、チャージバスとバッテリーリターンバスの2種類があります。

チャージバスは、整流器の出力をバッテリー strings に接続して電流を送ります。例えば、-48Vシステムでは、負の整流器からの配線はチャージバスと、バッテリーからの対応する負

の配線に終端されます。バッテリーリターンバスは、電源システムに接続された負荷に対する共通の帰り点となります。この共通の点は接地されており、過渡電流とノイズに低インピーダンスの経路を提供すると共に、接続された機器すべてに対して接地基準となります。

配電システム中には、過負荷、オーバーヒート、その他の問題を回避するためのサブシステムが多く組み込まれています。これらのサブシステムにはヒューズ、ブレーカー、サージ保護などがあります。

ヒューズ対ブレーカー

ヒューズとブレーカーの両方は過電流保護を行います。その方法は異なります。ヒューズは安全ではない電流の場合溶けて、電源と負荷の間の接続を物理的に切断します。ブレーカーは内部にスイッチがあり、安全ではない状態では「オフ」になり物理的に回路を切断します。

損傷を受けやすいワイヤレス機器には「高速」ヒューズ、または短遅延カーブのブレー

カーでの保護が必要です。ヒューズは一般的に低負荷に用いられ、低コスト、大きい柔軟性、高速動作がその利点です。ブレーカーは大きい負荷に用いられ、落ちる度に交換する必要があります。

サージ保護

交流 (AC) 電源の一般的な変動は、セルサイトにとって唯一の脅威ではありません。雷などの電氣的現象も、「電氣的サージ」と呼ばれる過度の電圧、電流を生成します。サージ

保護デバイス (SPD) は壊れやすい電子機器にこうしたサージが与える影響を減少します。

SPDには非線形の電圧・電流特性があり、導通電流を増加させて危険な電圧を下げてくれます。この場合、セルサイトのSPDは自宅でのサージ保護と同じように動作し、高価な電子機器を雷で誘導されるサージから守ります。

電源の安全、メンテナンス、管理

現代の通信用電源施設には電子的モニタリング、制御システムがあり、これは一般的に「コントローラー」と呼ばれています。これはシステムの電圧、電流、温度、その他の主要な指標を監視します。通信事業者はコントローラーを用いて中央監視拠点（通常は電源施設内、配電キャビネット、または整流器スロット）から調節できます。



コントローラーには次のような主な働きと機能があります。

施設の制御

制御機能では、監視パネルから他の電源システムコンポーネントを制御できます。これらのパネルは整流器から直接通信し、場合によっては、外部交流電源からバックアップ電源への切り替え時にすべての整流器を順番に再起動して電源サージの発生を防ぎます。

マニュアルイコライゼーション

ユーザーはすべての整流器を一度に均等化モードに入れることができます。VRLAバッテリーのストリング内のセル電圧をすべて同じ

にでき、VRLAバッテリーのメンテナンスに役立ちます。

高電圧シャットダウン/過電圧保護 (HSVD/OVP)

コントローラーは、直流出力過電圧状態を検出すると、整流器を自動的にシャットダウンして、高コストの負荷コンポーネントへの損傷を防ぎます。

低電圧切断 (LVD)

バックアップバッテリーで低電圧状態が検出

されると、コントローラーは別の口を開いて電圧を均等化し、均等になれば口を閉じなおします。こうすると壊れやすい電子機器への損傷を防ぎ、バッテリーを過放電から保護します。通信事業者はLVDを用いてどのコンポーネントを切断するか、どの順番で行うかを優先順位付けでき、必要に応じて限りのある機能を温存できます。

バッテリー切断

バッテリーストリングに設置されたスイッチで、メンテナンスや交換のために切断が楽に

できます。切断の中には過電流ヒューズやブレーカーなどの安全策を組み込んだものもあります。



電力変換

DC-DC電力変換

ワイヤレスサイトの中には複数の直流電圧出力を要するものもあります。整流機をもうひとつ設置するのはひとつの解決策ですが、第2のバッテリーバックアップアレイが必要になります。別の方法として、多くの通信事業社はDC-DCコンバーターを用いて直流入力電圧を別の直流出力電圧に変換しています。このソリューションには複数のDCコンバーターが並列に接続されており、配電のような主直流電源システムと同じ機能の多くを行うものがあります。また専用のヒューズまたはブレーカー

が、システムの他の部分からの分離をしています。

DC-DCコンバーターシステムは関連するバッテリーをその出力に持たないため、正確な出力電圧のためにバッテリーシステムの要件に縛られません。しかし、これは主直流電源システムから電力を受け取るため、この点を電源システムの最初の設計に盛り込んでおく必要があります。

電圧変換の利点

現代のDC-DCコンバーターは基本的に「プラグ・アンド・プレイ」のデバイスで、整流器や

その他のコンバーターと共にラックに収められるようにできています。これにより、通信プロバイダーは次世代テクノロジーの導入に大きい柔軟性を得られ、古い規格を維持しながら新しいサービスを導入できます。

電圧変換の欠点

欠点としては、ある電圧に変換するということは、その電圧を直接整流器から得るよりも本質的に効率が落ちます。そのため主電圧から変換する直流電力が多ければ多いほど損失は大きくなります。

ポジションのマッピング

ひとつの発電所では主電圧、第2電圧を様々な量で発電できるので、各電圧の配電ポジションに数を割り当てるという必要が出てきます。選択可能な電圧配分パネルが可能になります。



今日のマクロサイト への電力供給

マクロサイトをどのように電力を供給するかは、その収益性に大きく影響します。サイトのアーキテクチャは急速に変化しており、今までよりも多くのアクティブ、パッシブRFコンポーネントがタワー上に設置されるようになってきています。この動きはタワーの負荷に影響して、タワーの上での混雑が増えています。同時にユーザーの期待するものも大きくなり、天候や現地での配電事情にかかわらず、誰でもモバイルサービスは年中毎日24時間使えることが当たり前だと思っています。これらすべてはネットワークの収益額に直接影響してきます。

このセクションでは、貴社の電力インフラがどのようにサイトの効率、可用性、運用コスト、設備投資を改善する努力に役立つか、あるいはこれを損なうかを考察します。

電力のニーズはタワーの上へ

セルサイトのアーキテクチャーの変化についてその最大のものは、タワーの上に設置するパッシブ、アクティブRFコンポーネントの数の爆発的な増加です。この変化を主に推し進めているものは、導入されるリモート無線ヘッドの数の増加と、5Gサービスの増加です。

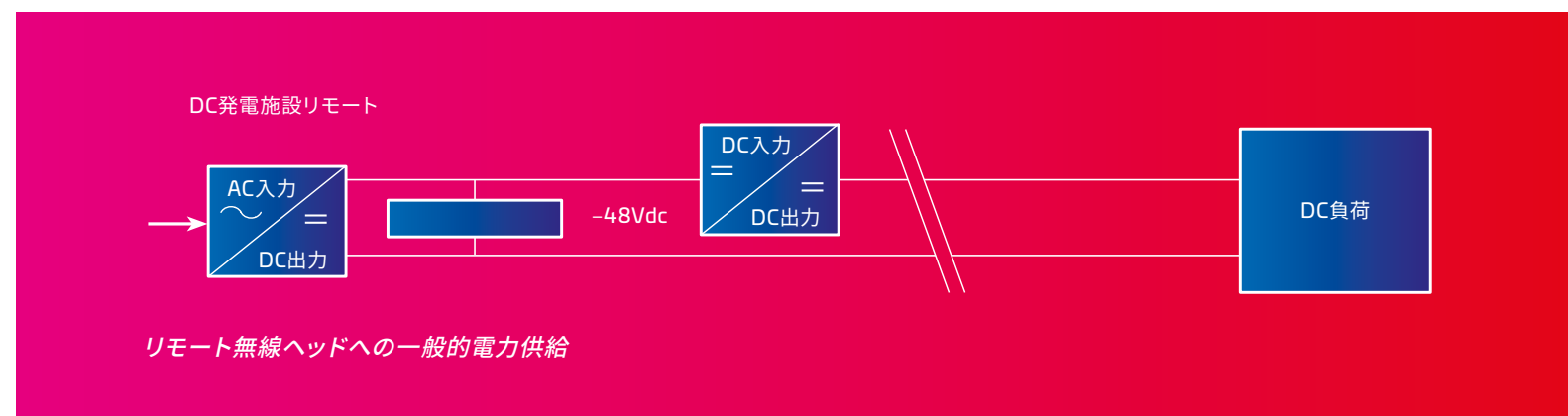
リモート無線ヘッド (RRH) は今日の分散型基地局の最も重要なサブシステムとなりました。RRHの導入にあたっては、ベースバンド機器は地上に留まり、基地局のRF回路、アナログ・デジタルコンバーター、アップ・ダウンコンバーターを含むリモート無線ヘッドはタワー上に設置されます。こうすると基地局シェルターのスペースを空けることができ、冷却コストが下がります。タワー上では、RRHはMIMO動作をもっと容易に行えるようになり、基地局の効率が向上します。

基地局への光ファイバー接続に加えて、RRHにも電力供給が必要です。ここに課題があります。

各RRHにはバッテリーバックアップが必要で、これで停電時の運用を確保します。天候のリスクのため、タワー上にバッテリーを置くことはできず、そのためRRHから遠くのシェルターに収納しなければなりません。従って、RRHの動作に必要な電圧を維持するためには太く

重い電力線が必要になります。これではすでに過負荷状態のタワーがさらに重くなってしまいます。

これに代わり、電圧降下に基づいて、地上で高い電圧に変換することで、RRHで正しい電圧が得られるように電力供給できます。これによって、通信事業者は銅線の太さを大幅に増やしてタワーの荷重容量を越すリスクを冒すことなく、RRHに適切な電力を供給できます。この代替策は実際開発され、実地に使われています。詳しくは、eBookの次のセクションでPowerShiftについてご覧ください。



シェルターでのスペースとコストの削減

RRHを基地局からタワー上に動かすとシェルターでのスペースを節約できますが、今日の高度な5Gデプロイメントのために追加すべき無線ユニットの数は多く、シェルターのスペースも足りなくなってしまう。さらに、内部での熱負荷を制御するという課題もさらに大きくなります。

これに応じて、CommScopeのようなインフラのプロバイダーは新たに、さらにコンパクトな電源ソリューションを開発し、通信事業者はこれによってシェルター内でのスペースと冷却コストを節約できます。



整流器、DC配電、コントローラー組み込みの電源システム

統合電源システム

こうしたスペースの制限に対処するため、CommScopeは統合電源システムを開発しました。ひとつのラックへの実装に適した単一のデバイスにいくつかのコンポーネントが組み込んであります。このアプローチは新しいセルサイトではよく使われるようになっていきます。

一般的な統合セルサイト電源システムには整流器が1つまたは複数の棚にあり、DC-DCコンバーターも1つ以上の棚に収められています。これで電力変換と配電機能が、バス導体で接続されてまとまっています。配電システムには統合DCバス、ヒューズまたはブレー

カー、電力を負荷に分配するケーブルタイが収められています。

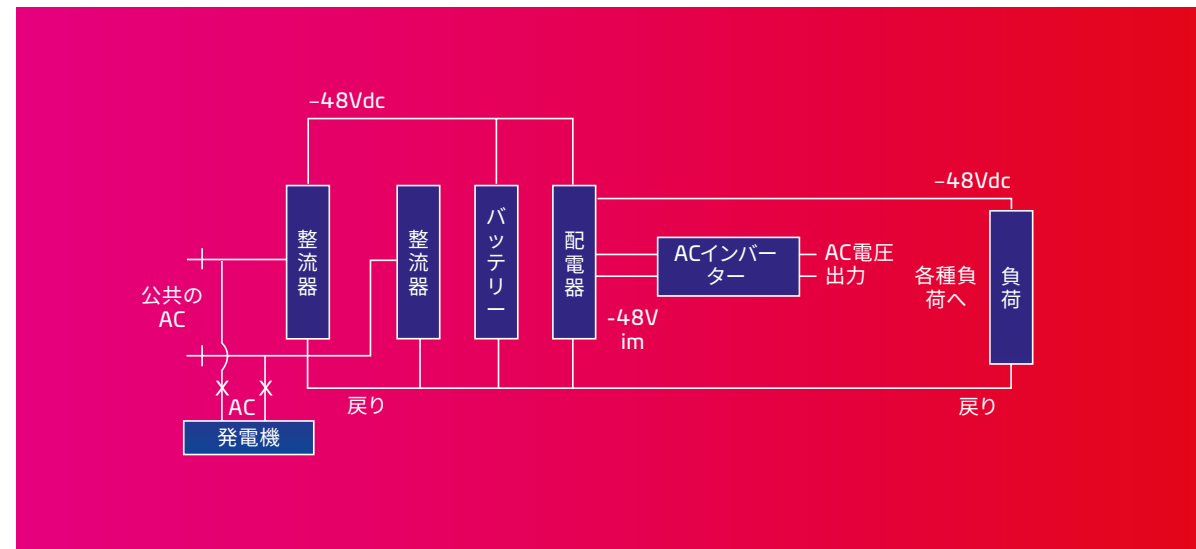
DC-ACインバーター

セルサイトで動作する機器の中には、バッテリーバックアップ電源からの交流電流を必要とするものもあります。システム全体が直流電力で設計されているので、必要とする交流電圧を供給するにはDC-ACインバーターが必要となります。インバーターには基本的に2つのタイプがあります。

オフラインインバーターには交流入力と交流出力があり、スタンバイ直流ラインの接続も使えます。セルサイトでのアプリケーションに

は通常このタイプが使われます。オンラインインバーターには直流入力と交流出力があり、オプションとして交流スタンバイラインも使えます。

DC-DCコンバーターと同様、DC-ACインバーターへの入力は主発電施設によって供給されます。コンバーターと整流器のように、インバーターは通常冗長性をもって設置、構成されます。静的スイッチは外部交流電源とインバーターの交流電源の間を自動的に切り替えて負荷への等しい電圧を維持します。この切り替えは瞬間的に行われ、動作は中断しないようになっています。



セルサイトの電源系統に直列に接続されたDC-ACインバーターシステム

電力用導線の適切なサイズ

ワイヤレスネットワークの進化につれて、セルサイトでの直流電力の消費レベルは2キロワットに近くなっています。ネットワークを設計するにあたって主要な課題は、サイトの電力需要を支えるためにどれだけの銅線が実際必要なのか、ということです。直流電力をタワー上の電子機器に接続するのに適切な導線のサイズを決定するためにいつも使えるスタンダードな方法はありませんので、次の要素を考慮して選択を行わなければなりません。

電圧降下

ケーブルそのものの電気抵抗のため、タワー上の電子機器は常に発電施設または地上の機器よりも低い電圧を受け取ることとなります。入力電圧が低ければ低いほど、出力電力レベルを維持するために必要な電流は大きくなります。タワー上で供給される電圧は、発電施設の電圧と、導線のサイズと長さに依存します。

設計例

導線のサイズ決定で重要な要素は、セルサイトがバックアップバッテリー電源に切り替わ

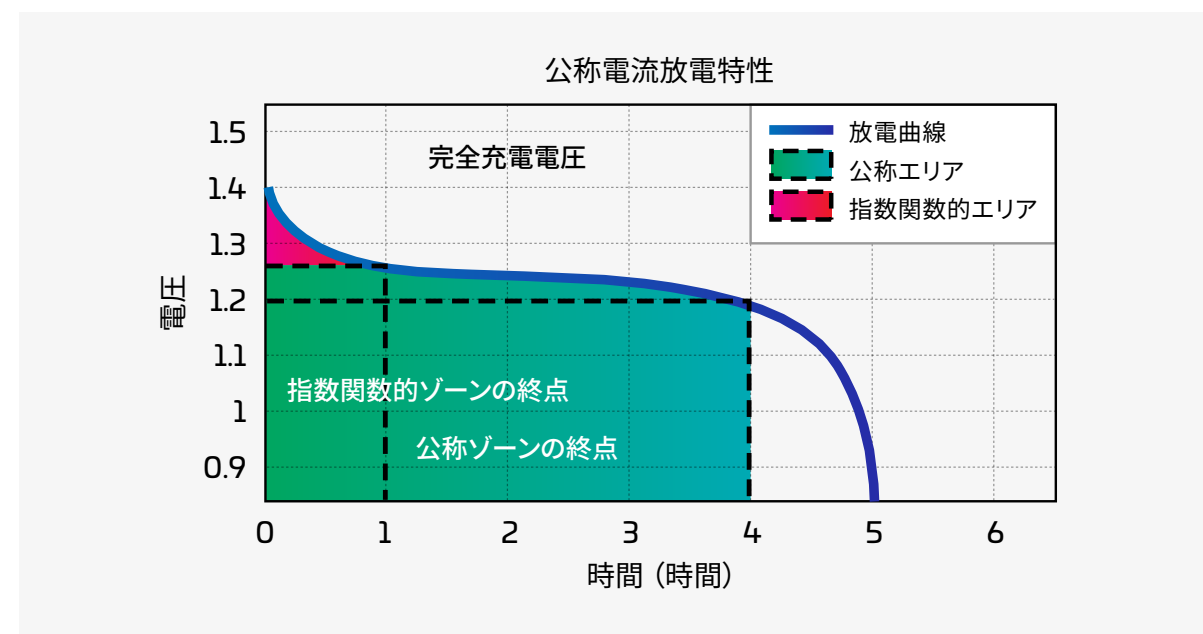
るときの電源電圧です。バッテリーは48Vで始まり、バッテリー切断、または電子機器がその低電圧停止値に達するまで放電が続きます。

バッテリーのバックアップ時間

セルサイトに要する信頼性によって、バッテリーバックアップは技術者がサイトに到着して発電機が起動されるまで持たなければなりません。これには1~8時間かかります。

送電線での損失

電力損失は、ケーブルの電気抵抗と電流の2乗の積になります。主電源が接続されている



とき、整流器はRRUに54Vを供給しますので、ここでは54Vを計算に用います。

電気工事規定

タワー上の電力要件が1,600ワットを超えるようになるにつれて、導線の電流が増大して電気工事規定が問題になってきています。米国では、SOタイプのケーブルを使う場合は最新のNECの表400.5(A)(1)と400.5(A)(3)、それに表310.15(B)(16)と310.15(B)(3) (A)を参照してください。米国外では、柔軟なケーブルの電流容量に関する該当する規格を参照してください。

コスト

ケーブル設置の初期コストは、バッテリーバックアップ時間、タワーへの荷重、許可取得コストなどを勘案した上で最適な導線サイズを選択してください。

将来への備え

これから2、3年間でサイズの増加を見越して、セルサイトへのケーブル布設が完了してすぐにアップグレードが必要にならないようにしてください。



目安

セルサイトがバッテリー (48V) で電力供給されている場合、5Vの電圧降下が起こる程度の導線を選びます。バッテリーがセルサイトに電力を供給するとき、48Vを供給します。従ってタワー上の電子機器は最初43Vを受け取り、これが38Vに落ちるまで(このときバッテリーは43Vまで放電されたことになる) 電力供給が続きます。主電源が接続されているときに整流器が供給する電圧に基づいて導線のサイズを決めると、タワー上の電子機器はバッテリーに切り替わったときに動作を停止してしまうか、バックアップ時間がごく短くなってしまいます。

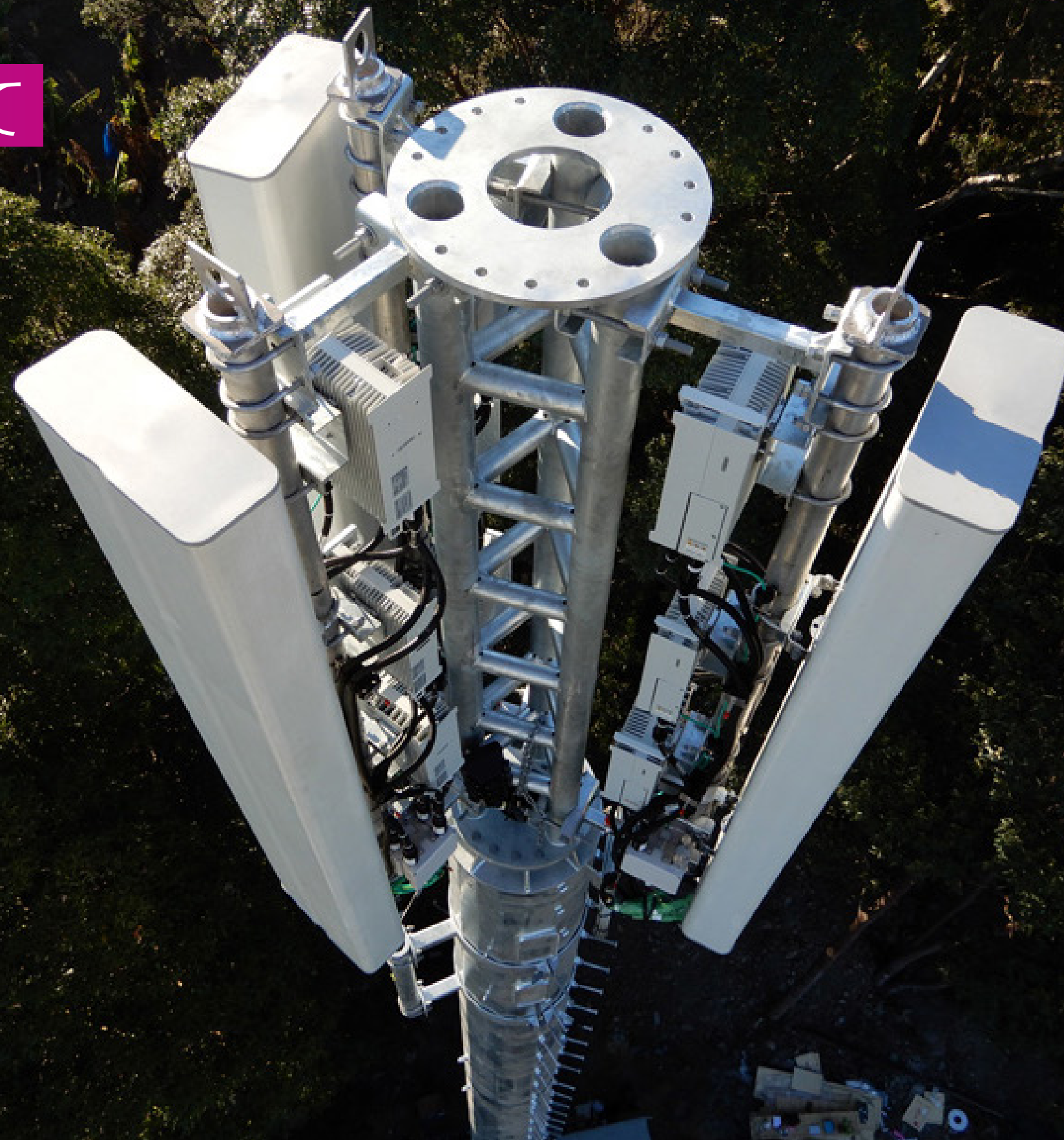
導線のサイズ決定に役立つツールのあるリンクを下にご紹介します。

FTTA Power Calc™

PowerShift[®] Macroについて

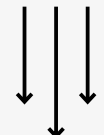



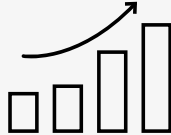
今日の高性能リモート無線ユニット (RRU) は消費電力が高くなり、通信事業者はこれらをさらに数多く設置してデータトラフィックの急増に対処しています。無線機器もまた多くがタワー上に設置されるようになってきており、装置に適切な電力を供給するためのより多くのエネルギーが必要になっています。

こうして増大した電力要件を満たすため、高消費電力のRRUには電力ケーブルを追加したり、もっと大きい電力導線を使用する必要があり、これにはもっと多くの銅が必要になります。銅を多く使えばタワーの荷重は増え、こうした新しいRRUに対応するために太く、高価なケーブルが必要になります。設置コストの上昇に銅の価格上昇もあり、通信事業者にとってそのネットワークのアップグレードは経済的に厳しい状況を作り出しています。

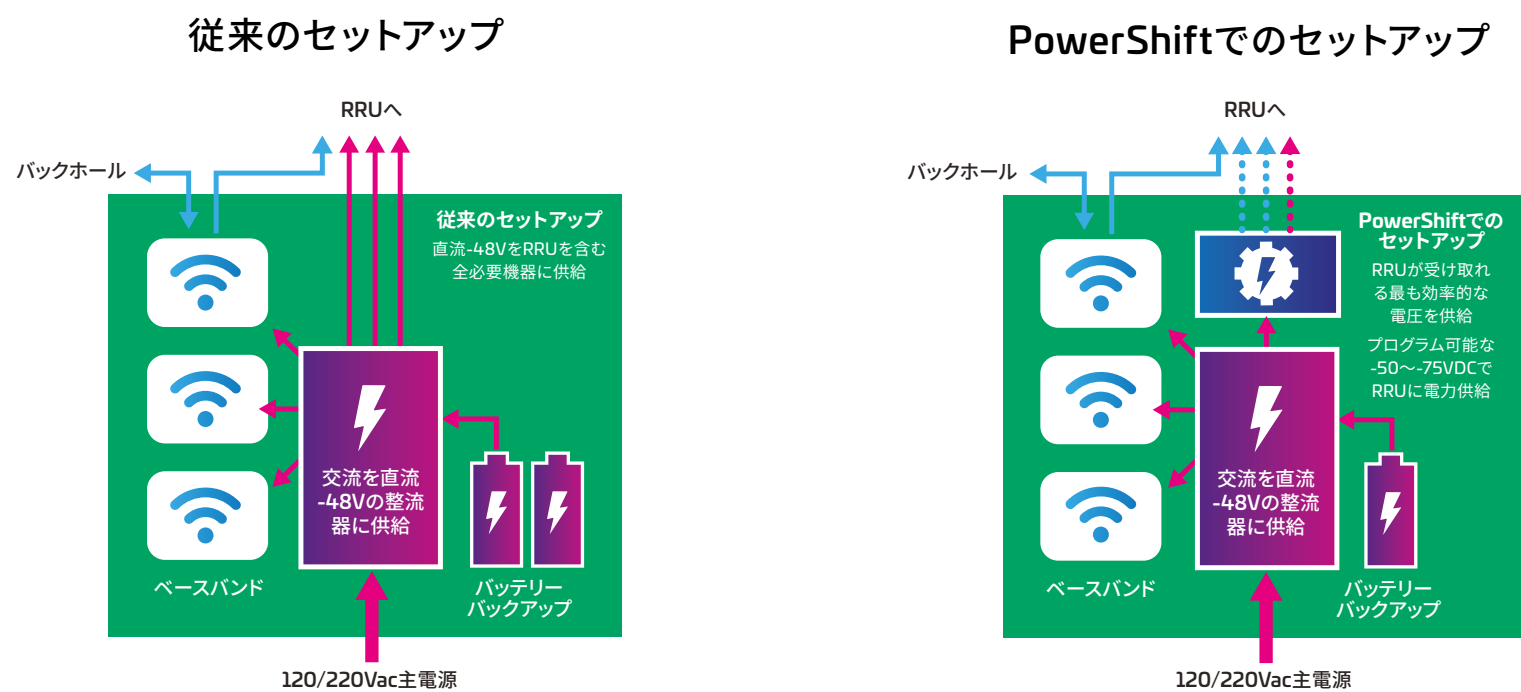


PowerShift®で電力を取り戻す

PowerShiftの導入によって、CommScopeはタワーへの直流電力供給についてのパラダイムシフトを起こし、効率とパフォーマンスに新たな機会を開きました。PowerShiftでは、通信事業者は次が可能になります。

-  設備投資の削減
-  RFバッテリーの駆動時間を最大50%延長
-  電力効率97.7%を達成
-  将来に備えたインフラで高電力無線機器が使用可能
-  RRUアップグレードのコスト効率を改善

これらはすべてマクロレイヤーネットワークを進化させて、5G対応のサービスやその先に対応、提供しながら行えます。



動作原理

PowerShiftは最も効率的な電圧を自動的にリアルタイムでRRUに供給して電力のバランスを取り戻します。これは電源、距離、導体のサイズやRRUの電力要件によりません。この最適化のためにネットワーク展開とアップグレードのコストは削減でき、投資に対する見返りを初めから増やすことができます。PowerShiftはまたシステム設計も柔軟にでき、将来への備えのあるネットワークを迅速に作り出せます。

PowerShiftはこれまでのセクションで解説した電圧降下についての課題を解決して、バックアップバッテリー電力を最適化してい

ます。PowerShiftは地上にあるバッテリー電源とトランクケーブルの間に置かれます。バッテリーの出力はPowerShiftに供給され、これはその出力電圧 (VPS) を調節してケーブルでの電圧降下 (VC) を補償し、RRUの入力 (VL) に電圧調節され、プログラム可能な電圧を供給します。

バッテリーが42Vまで放電されると、PowerShiftはその出力電圧を上げ続けてRRUへのプログラムされた入力電圧を維持します。これが大きな懸念事項であったRRUのドロップアウト電圧を実質的に解消し、バックアップバッテリーでのRRUランタイムを最

大限とします。

PowerShiftはまた、最悪の事態に備えるために電力施設とバッテリーバックアップを過剰に大きくする必要がなくなります。そのため、モバイルネットワーク事業者 (MNO) はコストを削減し、将来より高消費電力のRRUを使えます。

ビデオで、CommScopeのPowerShift Macroソリューションについてご覧ください



PowerShift® Macro製品群

PowerShift Macroの製品群はリモート無線ユニットに最も効率的で信頼性の高い電力供給を行うように開発され、回路ごとに複数のRRUをサポートし、既存の電力インフラと電力ケーブルの設計を最大限に活かします。



PowerShift V1
High Density & Capacity



PowerShift V2
Total Redundancy



PowerShift V3
Modular High Power



PowerShift
Constant Boost

セルの容量が重要な場合、RRUあたり1,460ワット、-54Vdcの最大12台のRRUをラックスペース1-RUに電力を供給します。

- モジュール4台、モジュールあたり3台のRRU
- 任意の電力レベルまたは導線長に対して手動または自動設定
- Pulsar®コントローラー（オプション）でパフォーマンスを管理
- アクティブな電子機器はすべて一元管理
- バッテリーバックアップが長持ちしてサービスを継続
- RRUでのダイナミックな電圧調節

RRUあたり2つの独立した冗長回路で最高レベルの信頼性。3-RUシャーシにはバイパス冗長性組み込み。

- ホットスワップ可能なモジュールで完全冗長性
- 2,000ワットの専用回路12個（RRUあたり1個）
- 任意の電力レベルまたは導線長に対して手動または自動設定
- Pulsar®コントローラーでパフォーマンスを管理
- 配線容易、オープンでアクセス可能な設計
- バッテリーバックアップが長持ちしてサービスを継続
- RRUでのダイナミックな電圧調節

1-RUシャーシ1台に2,000ワット、-54Vdcの回路4つで、将来のネットワーク成長も支える電力と迅速さを提供。

- 1-RUから3-RU（4-12 RRU）のモジュール式
- 2,000Wの出力回路4つ（1-RUあたり）
- 前面入出力接続が連結されて、狭いスペースでも容易に実装
- Pulsar®コントローラーでパフォーマンスを管理
- バッテリーバックアップが長持ちしてサービスを継続
- RRUでのダイナミックな電圧調節

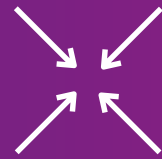
デプロイメントのスピードが重視される場合、少数の高電力RRUを用いるアプリケーションでの予算制約を満足させるために作られています。

- 1-RUシャーシに高電力回路3つ
- 回路あたり2,166ワット、シェルフあたり6,500ワット
- 出力回路連結可能
- 前面からのアクセスで入出力接続に素早いコネクティビティ
- プラグ・アンド・プレイで設定、トレーニング不要

PowerShift Macroのメリット

動的な電圧調節でRRUに最適な入力電圧を供給します。このためバッテリーが完全に放電されて最小電圧に達したり、古いバッテリーが瞬間的な電圧下降を起こしたりした場合でも、RRUがドロップアウトするリスクを排除します。

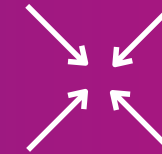
PowerShift Macroはまたトランクケーブルでの電力消費も削減するので、バッテリーの稼働時間も長くなります。その結果、PowerShift Macroは次を実現します:



高電力RRU対応に必要なケーブルゲージを縮小



既存のセルサイトケーブルの再使用が可能



バッテリーSTRINGを追加する必要を少なくする



古いバッテリーSTRINGの使用とサービス寿命を最大化

リモート無線ユニットがより多くの電力を必要とするというトレンドはこれからも続き、すでに設計段階では2,000ワットにもなるRRUや、さらに高電力の無線機器も将来出てくると見られています。CommScopeはPowerShift Macro製品群の機能を拡張、進化させて行くことでこうした要求を満たし、セルサイトの信頼性を最大にするというお客様のニーズにお応えして行きます。

A wide-angle photograph of a city street at dusk. The street is wet, reflecting the lights of cars and street lamps. Several modern buildings are visible, including a tall, dark, rectangular building and a curved glass building. The sky is a mix of blue and orange. In the foreground, there's a sidewalk with a street lamp. The overall atmosphere is urban and modern.

スモールセルメトロネットワークへの電力供給

5Gの導入が日々進む中、ワイヤレスデータへの需要は爆発的に伸びています。データトラフィックの増大にはコンピューティングパワーがもっと必要です。そのため、ネットワークはセル密度を上げ、LTEのマクロサイトあたり最大10個にもなる、何千ものスモールセルを追加しなければなりません。こうしたスモールセルには電力が必要です。信頼性の高い電力をひとつひとつのスモールセルに早く、安価に供給するにはどうすれば良いでしょうか。ソリューションには、時間と予算同様限りがあります。どのような戦略で臨みますか？

スモールセルへの電力供給は全く新しい課題

今日の5Gスモールセルの高度な機能には、電力要件の上昇を伴います。一般的な3セクターのスモールセルには、200～1,000ワットの電力が必要です。スモールセルが何千もあるとき、そのひとつひとつに早く、効率的に、高い再現性で電力を供給するかが課題となります。まず最初に、マクロセルへの電力供給とスモールセルへの電力供給の大きな違いを把握しなければなりません。

マクロセルのデプロイメントは熟考の上に行われる、はっきりと決まったプロセスで、許可の取得、建設、プロビジョニングが行われて、各タワーにはそれ自身専用の、注意深く計画されたプロジェクトがあります。スモールセルでは、通信事業者はこうした手間はかけておれません。展開にあたっては、設置場所に合わせてその場その場で、バックホールと電力構成を決める、迅速で独自のプロセスを用いる素早さが必要になります。マクロセルとスモールセルネットワークの主な違いを次にまとめます。



動作電力

マクロサイトをデプロイするには長い納期があるので、通信事業者は電力要件を吟味して、公共の配電網からの配電をずっと前もって計画しておくことができます。スモールセル設置は急いで行うため、このような余裕はありません。スモールセルを設置する場所に電力の供給ができないことが、場所の調査をやって初めてわかるなどということもよくあります。既存のビルから電力を分けてもらったり、自治体の許可をもらったりするには、ビルの所有者、入居者、自治体との交渉が必要で、これには時間がかかります。

バックアップ電力

バッテリーバックアップをマクロサイトに加えることは許可取得の問題に影響しませんが、スモールセルではこうは行きません。場合によっては電力のバックアップソリューションはスモールセルそのもの以上にスペースを要し、このバックアップソリューションにディーゼル発電機がいる場合には、さらに許可取得と環境問題の解決が必要になります。

スペースの制約

マクロタワーサイトは、電力キャビネットと電力計が通常シェルター内の専用のスペースに

入れてあらかじめ設計されています。都市部でのスモールセルをデプロイするには、モバイルネットワーク事業者は使えるスペースの制約の中で収めなければなりません。例えば照明用のポストや電柱には、専用の電源、電力計、バックアップ電源のための場所がないかも知れません。道路上の公共物に組み入れられたスモールセルソリューションや、あらかじめ組み立てられてすぐに設置できるものは、こうした課題への対処に役立ちます。

スモールセルネットワークへの電力供給オプション

スモールセルへの電力供給にまつわる様々な問題に対処するにはいくつかのオプションがすでにあり、それぞれに機会と障害があります。

公共の配電網からの電力

ほとんどすべてのモバイルネットワーク事業者にとって、公共の配電網から電力を得ることはワイヤレスネットワークへの電力供給で最も一般的なソリューションです。しかし、このプロセスには綿密な計画とプロジェクト管理が必要です。この方法は、モバイルネットワーク事業者が少数の大規模なマクロベースのセルサイトのデプロイメントから、何千もの小規模なスモールセルへと移行するにつれて、あまり使われなくなってきました。課題としては個々のノードへの電力供給点（電力計あり、またはなし）を取得するためのコストと時間などがあります。さらに、ネットワークエンジニアは、スペースの限られた都市部のロケーションで各サイトにバッテリーバック

アップを設置し、美感上の規制も満足するという課題を解決しなければなりません。

ハイブリッド光ファイバー・同軸 (HFC)

HFCネットワークはケーブルテレビ業界では主要なものとなっています。HFCの電力供給機能はまたスモールセルに電力を供給するという課題にもソリューションを提供してくれます。通信事業者がHFCをより広範囲のネットワークに使用するにつれて、事業者はその60/90Vac電源施設をアップグレードし、さらに多くの電力注入点を加え、リモート分散型アクセスアーキテクチャーを展開しています。こうすることで光ファイバーと併走する同軸ケーブルを、光ノードからのバックフィードと

して使え、スモールセルへの電力供給を行えます。HFCネットワークの課題は、これがどこにでもあるわけではなく、また通信事業者が自身のバックホールネットワークを所有しない場合は、他のプロバイダーからリースしなければならないということです。

ツイストペア

第2の可能性として、旧来の銅線の電話ネットワークの電力供給機能を活用することです。これはリモートフィード通信 (RFT) 回路とも呼ばれています。このソリューションには基本的に2つのアプローチがあります。RFT-Cは電流限定テクニックで、RFT-Vは電圧限定です。両方とも既存の銅線を再使用できます。しかし、銅線の直径は小さいので現在の規格では

送れる電力に限りがあり、長距離では電力損失が大きくなります。3,000メートルの長さでは、100ワットを注入するとこれは実効的には約60ワットとなります。さらに、公衆交換電話網 (PSTN) 内で使える銅線については、一般的にドキュメントが十分ではありません。従って、適切な電力注入点を特定することも課題となります。

Power over Ethernet (PoE)

最新のPower over Ethernet規格、IEEE P802.3bt (PoE++) は、デバイスポートあたり最大71.3ワット (dc) をサポートします。このように、スモールセル環境での使用は非常に低電力のWi-Fiアクセスポイントに限られます。さらに、PoEはまた距離に制限があ

り、PoE++は定格最大距離が100メートルです。しかし、CommScopeのPowered Fiber Cable SystemはPoEとしての使用が3kmまでに伸びています。距離の制限が無くなっても、電力の制限は残ります。加えて、スモールセルバックホールのスピードとレイテンシーに関する要件のためにファイバーを使わざるを得ず、このためにPower over Ethernetの実際の使用はさらに遠のきます。

最初から正しい選択をすることの重要性

スモールセルのデプロイメントのペースは加速し、必要となる電力インフラの費用は高くなっているため、最初から正しい選択をしなければ後で高く付くことになります。6か月後に戦略を切り替えることなく、短い期間中に大きい需要を満たすことは、困難です。

ここで、すでに実地に試験され、検証を重ねられた頼りになるソリューションが大いに役立ちます。スモールセルの展開においては、前記の通り、通信事業者がバックホールの必要、電力要件、公共の配電網への近さにかかわらず素早く効率的にデプロイできる、早く、柔軟で、再現性の高いプロセスが決め手となります。



CommScopeはこれらすべてを満たすソリューションを開発しました。スモールセルネットワーク用のPowerShift Metroについて詳細は次のセクションをご覧ください。>>>

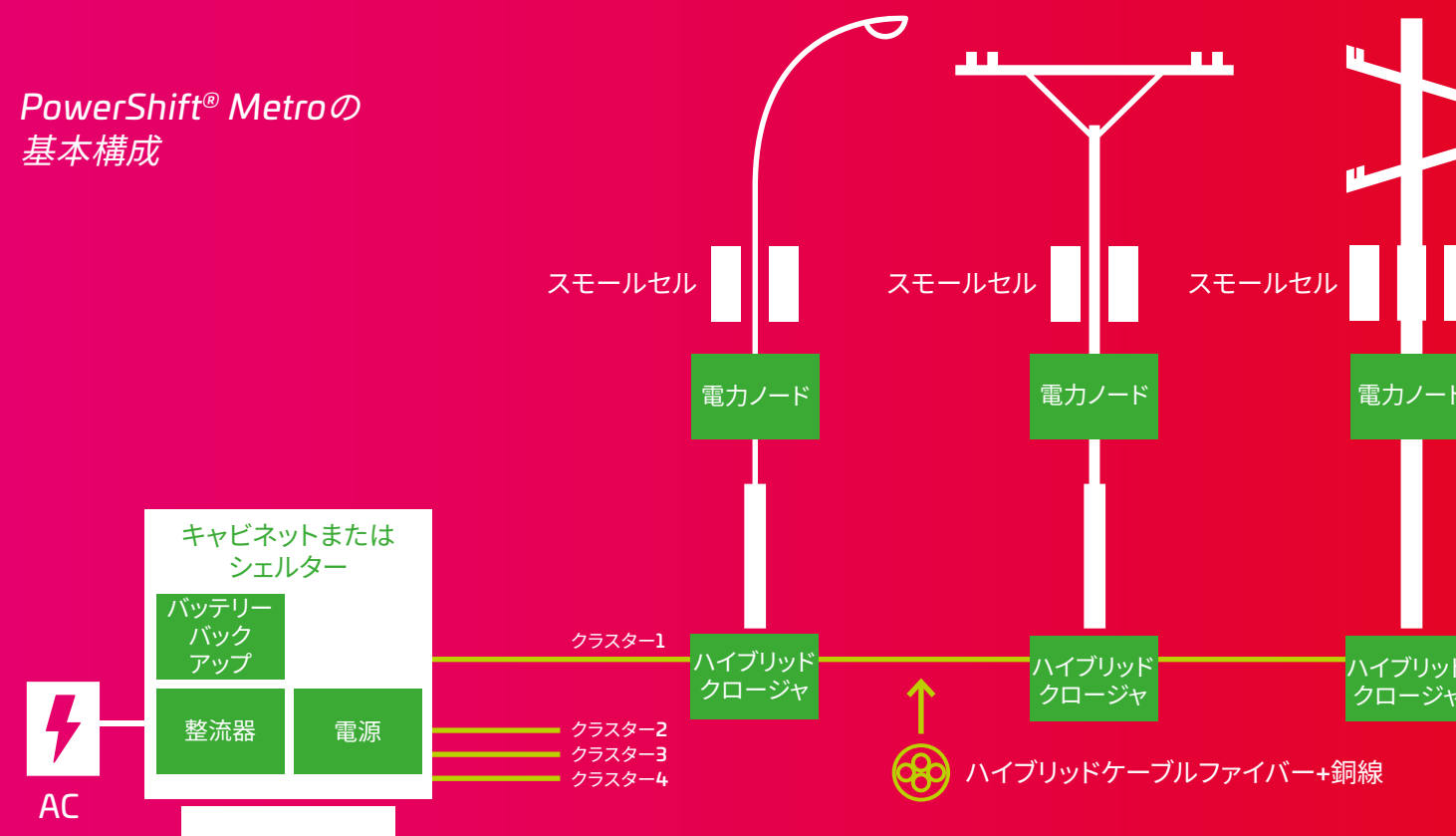
PowerShift® Metroについて

最近までは、スモールセルに電力を供給するには、各サイトに個別のAC接続が必要でした。通信事業者はネットワークを再構成して予定を守り、予算に合わせなければなりませんでした。バックアップ電源についても考えなければなりません。多くのスモールセルには、マクロサイトのようなバックアップ電源のインフラがありません。問題は電源だけではなく、ファイバーも接続しなければなりません。

CommScopeのPowerShift® Metroをご紹介します。屋外のスモールセルネットワークに電力とファイバーを行き渡らせます。

CommScopeのPowerShift Metroは、公共の配電網に代わる、早く、信頼性とコスト効果の高いソリューションです。モバイルネットワーク事業者が管理し、セントラルロケーションとは別の電力供給となって、現地での電力整流器と電力計が不要になり、スモールセルのポータル上での機器の混雑を緩和します。

PowerShift® Metroの
基本構成



CommScopeはPowerShift Metroでその技術をエンドツーエンドで、クラス最上級の電力・ファイバーソリューションとして変革しました。これは貴社の進化を続けるスモールセルネットワークに、タイミングよくさらに大きなコントロールをもたらします

PowerShift® Metro: 動作原理

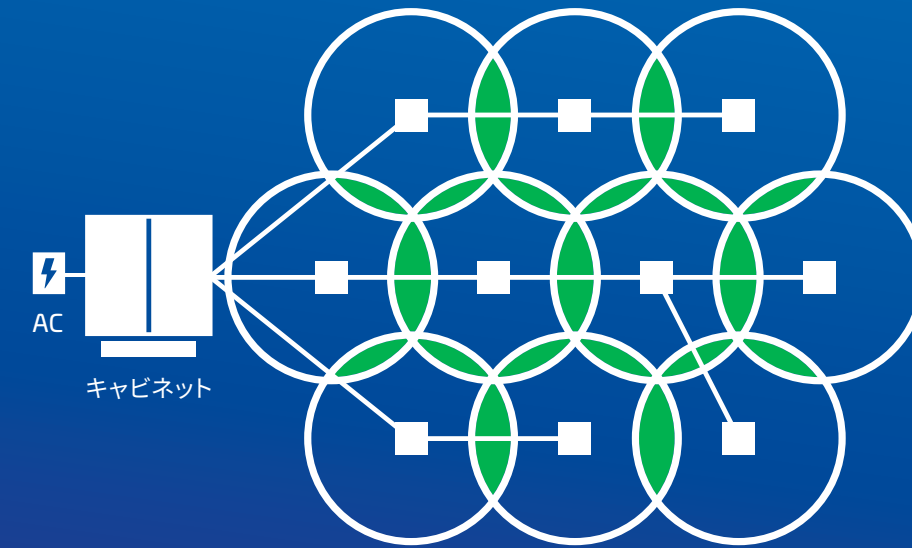
PowerShift® Metroは、最大2マイルも離れたスモールセル群に電力、ファイバー、バッテリーのバックアップをコスト効果高くもたらす画期的な特許出願中のソリューションです。

PowerShift Metroソリューションの心臓部はAC電源、整流器、バッテリーのバックアップを収めたパワーハブで、これはどのようなセントラルロケーションからでも、またマクロサイトからでもデプロイできます。公共の配電網がパワーハブに電力を供給し、これが電力とファイバーを、「スポークとハブ」状のアーキテクチャーに配置されたスモールセルのクラスターに分配します。各ハブは最大4つのスモールセルクラスターに電力供給とデータ接続を行い、様々なトポロジーをサポートしています。パワーハブにはまた、停電時にスモールセルにフルに電力を供給できるだけのバッテリーのバックアップが収められています。

電力ケーブルとファイバー接続は統合されて共に配線され、これは分散型電力コネクティビティの最新の規格に完全に準拠しています。PowerShift Metroは、1本の複合ケーブルの中に何キロワットもの電力線と、最高144本のファイバーを収めています。

安全機能も組み込まれており、北米では認定を受けていない電気工事士でも設置できます。多くの場合、ケーブルは他の通信ケーブルと共に配線できます。PowerShift Metroは固定・ワイヤレスアクセスポイント、モバイルエッジコンピューティング、ハイブリッドファイバー同軸キャビネット、スマートシティの実装などの様々な種類のインフラに活用できます。

スマートシティ、IoT、エッジコンピューティングなどの次世代アプリケーションの計画やプロビジョニングも簡単です。独自の拡張可能なバス構造のため、エッジノードか、別の電力を多くの場合ケーブルのアップグレードなしに追加可能です。リアルタイムのモニターは幅広くデータを示し、電圧、電流、動作温度を現場で、またはどのようなウェブブラウザからでも確認できます。



CommScopeのPowerShift Metroは統合されたエンドツーエンドのソリューションで、電力と光ネットワークにアクセスできる場所なら任意の場所におけるひとつのセントラルロケーションから、電力とバックホールを近隣のスモールセルのクラスターに供給します。

PowerShift® Metro: 主な利点

電力供給点を得るために要する過剰な時間とコストを排除することで、モバイルネットワーク事業者はそのスモールセルが電力が早く、容易には利用できない場所にあっても、電力をより早く、少ない費用で供給できます。またバッテリーバックアップまたは発電機をセントラルロケーションで用意でき、使用頻度の高い、または重要度の高いスモールセルをサポートします。

スケジュールの遅れ、電気工事士の手配、電力計追加などのどうにもならない要素を減らすことで、この分散型電力コネクティビティソリューションによって、事業者はスモールセルのカバレッジをどのように、いつ、どこに置くかに関して完全に手中に収めることができますこのためモバイルネットワーク事業者は新規市場機会に素早く対応して収益への速度を上げることができますので、競争力を向上できます。

可変電圧電源はまた、複数のスモールセルサイトにわたってピークシェーピングを行って運用コストを下げます。公共の配電網の需要とコストが高いとき、MNOは電力のピーク時の使用を平坦化して、電力消費のスパイクを回避できます。これは購入するエネルギー量を減らすだけでなく、公共の配電網の安定性改善にも寄与します。

主な利点:



運用コストを下げ、
設置コストも劇的に下げる



市場投入までの時間を短縮



サービスの継続性を確保



電力インフラを将来に向けて準備



タワー上での混雑を緩和

さらに詳しく

CommScopeのPowerShift Metroソリューションについて詳しくは、この短いビデオをご視聴になり、PowerShift Metroが貴社のスモールセルネットワークにどのようにお役に立つかをご覧ください。






まとめ

住宅で、仕事に、遊びに、世界中でワイヤレスネットワークへの依存度は今までになく高まっています。しかし貴社のネットワークへの要求は急速に増加しています。帯域幅増加への飽くなき要求、テクノロジーの急変、加入者数増加率の減少、5Gの登場は、ワイヤレスの世界に劇的な変化をもたらしています。

こうした変化に応じて、屋外ネットワークはその取り扱い範囲と複雑さを増しています。しかし、これらを可能にする電力供給システムはどうでしょうか？公共の配電網が古くなるにつれて、顧客が頼りにする常にオンのワイヤレスサービスの信頼性は下がっています。

屋外ネットワークは進化しています。電力供給ソリューションも進化すべきです。

このeBookでは貴社の配電システムの運用を強化するため有益な情報とインスピレーションをお届けできたことと思います。しかし、ここでは表面をなぞっただけに過ぎません。信頼性が高く、効率的な屋外ワイヤレス電力戦略の開発について詳しくは、ぜひお問い合わせください。



CommScopeでは貴社に将来への備えをして
いただくため、常に向上し、もっとスマートになる
よう努めています。

これがCommScopeの価値観です。

www.commscope.com

詳細については、ウェブサイトをご覧になるか、お近くのCommScope代理店までお問い合わせください。

© 2021 CommScope, Inc. All rights reserved.

®または™の付いた商標はすべてそれぞれCommScope, Inc.の登録商標または商標です。
本書は計画立案の参考としてのみ提供されており、CommScope製品やサービスの仕様や保証を変更または補完するものではありません。

CO-116104-JA (09-21)