

# スモールセル技術、 ビジネス・ビッグチャンス

モバイル・ネットワーク経由でデータセンター内のアプリケーションと関連コンテンツにアクセスする需要は増え続けており、今後も減速する気配はありません。このため、モバイル・ネットワーク事業者(MNO)様はモバイル・ネットワークの持続的な拡張を推し進めており、これにより、現在使用しているモバイル・バックホール・テクノロジーを進化させる、重要でタイムリーなチャンスが到来しています。MNOは、パケットベースのモバイル・データ・サービスの需要増に対応するためにLTE (Long Term Evolution) とLTE-A (LTE Advanced) のワイヤレス・ネットワークを更新する場合には、ネットワークのモバイル・バックホール部分もアップグレードして、モバイル・エンドユーザー(人またはマシン)の帯域需要のかつてない増大に対応する必要があります。マシンの帯域需要は、IoT(モノのインターネット)の急成長と、それに伴うモバイル・ネットワーク上のM2M (Machine-to-Machine) 通信に関連して増大しています。モバイル・スマートフォン・ユーザーの間で人気が高まる電子メール、ビデオ・オン・デマンド、ゲーム、ソーシャル・メディアなどのアプリケーションの普及は、今後もモバイル・ネットワークの負荷が増える一方であることを示しています。これらのインフラの課題や変化に対応するための準備をしない限り、MNOはこの非常に競争の激しい環境で後れを取るリスクを回避することができません。

## (さらなる)高速化の必要性

アプリケーションのエンドユーザーと関連コンテンツ間の接続にワイヤレス・ネットワークが使われるケースが増えているため、ネットワークは、QoE(ユーザー体感品質)全体を最終的に決定する主要な要素となり始めています。つまり、モバイル・ネットワークだけでなく、エンドユーザーをデータセンターへつなぐバックホール・ネットワークも、信頼性と費用効果が高い高速ネットワークでなければならないということです。大規模な基地局と携帯電話交換局(MTSO)間では、イーサネット・ベースの光ネットワークで伝送されるトラフィックがますます増えています。イーサネット・ベースの光ネットワークなら、現在の1GbEから、将来的には10GbEまたはそれ以上にアップグレードすることで、帯域幅の拡大に容易に対処できます。ただし、アンテナや無線を使用する無線インターフェイス側で利用可能な帯域を増やすことは、光バックホール・ネットワーク帯域を拡大するより困難です。

ワイヤレス・ベンダー様は、再びシャノン限界に挑戦しています。このようにして、利用可能なワイヤレス・スペクトル上でヘルツ当たりのビットを費用効果の高い方法でなるべく多く引きだそうと苦心を重ねています。つまり、グローバル・ネットワーク・インフラにワイヤレスでアクセスする新しい方式が求められています。

表1に示すように、セルラー規格の発展と共に、ワイヤレス・アクセス速度は確実に向上していますが、理論上のアップロード/ダウンロード速度に達しているケースはまれで、ほとんどの場合にこの速度を大幅に下回っています。これは、モバイル・デバイスからマクロセル基地局までの距離の遠さ、見通し線の遮断、屋内利用、伝送信号の干渉、モバイル・デバイスの性能の限界などの様々な要因に起因します。より高速のワイヤレス速度を達成する1つの方法として、エンドユーザーおよびモバイル・デバイスをモバイル・ネットワーク無線に近づけてアクセス・パフォーマンスを向上させる方法があります。

	標準	ダウンロード	アップロード
2.5G	GPRS	114Kb/s	20Kb/s
2.75G	EDGE	384Kb/s	60Kb/s
3G	UMTS	384Kb/s	64Kb/s
	W-CDMA	2Mb/s	153Kb/s
	HSPA 3.6	3.6Mb/s	348Kb/s
	HSPA 7.2	7.2Mb/s	2Mb/s
Pre-4G	HSPA 14	14Mb/s	5.7Mb/s
	HSPA*	56Mb/s	22Mb/s
	WiMAX	6Mb/s	1Mb/s
	LTE	100Mb/s	50Mb/s
4G	WiMAX 2	1Gb/s	500Mb/s
	LTE Advanced	1Gb/s	500Mb/s

図1. ワイヤレス規格の発展と比較

これを実現する方法の1つがスモールセルです。スモールセルがビジネスにもたらす意義は、「スモール」どころではないのです。スモールセルは、無線とエンドユーザーを物理的に近づけて、サービスエリアと容量を向上させます。スモールセルは、MNOが既存顧客の定着率を高めて、新規顧客を獲得するのに使用できる有望なワイヤレス・アクセス・テクノロジー・オプションと見られています。世界中のMNOが、モバイルの新規顧客の獲得と既存顧客の定着率の向上を巡って激しい競争を繰り広げています。その競争では、費用効果と信頼性の高い方法でサービスエリアと利用可能な容量を拡張して、QoE全体の向上に基づいて差別化を図ったMNOが勝者となります。QoEは、厳しい目を持つエンドユーザーを惹きつける必須要件として認識されつつあります。

		スモールセル				
		家庭用	エンタープライズ・ビジネス	屋内の公共スペース	都市の屋外公共スペース	過疎地の公共スペース
名前	フェムトセル	フェムトセル ピコセル	ピコセル マイクロセル	ピコセル マイクロセル	ピコセル マイクロセル	
ユーザー・アクセス	非公開	非公開/ハイブリッド	公開	公開	公開	
設置者	エンドユーザー	エンドユーザー ネットワーク事業者	ネットワーク事業者	ネットワーク事業者	ネットワーク事業者	

図2. スモールセル・カテゴリーのまとめ

## 様々なセル

登場してまもないテクノロジーにはよくあることですが、スモールセルは人によって指すものが異なります。フェムトセル、ピコセル、マイクロセル、WiFiセル、スモールセルなどの分類があり、それぞれが重複していますが、その中でスモールセルは、それらの一部またはすべてを包含する用語と捉えられています。これらの用語を図2にまとめていますので、このホワイトペーパーでスモールセルとして述べられているものについて理解する場合に参照してください。

## スモールセルのモバイル・ネットワークへの適合性

スモールセルを既存のモバイル・ネットワーク・アーキテクチャに導入する場合には、2つの方法があります。スモールセルは、図3に示すように、既存のマクロセルにつないで、スモールセルとマクロセルのトラフィックを集約してMTSOにバックホールすることができます。この方法では、マクロセルに使用されているバックホール・リンクの既存容量を増やす必要があります。特に、導入するスモールセルの数が増えるほど大容量が必要になります。このネットワーク・アーキテクチャではスモールセル・バックホール・リンクが短くなるため、スモールセルの展開に最もよく使われる方式となりそうです。この方式では、完了までに長い時間と多くのコストがかかる送電線用地に関する交渉を省くことができます。

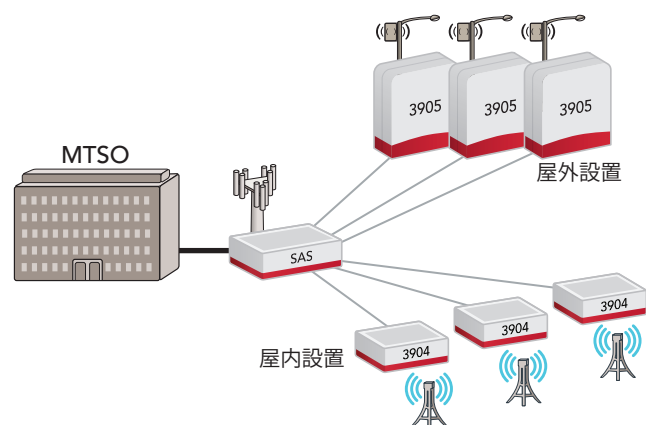


図3. マクロセル基地局に伝送されるスモールセル・バックホール・トラフィック

もう1つの方法として、図4に示すように、スモールセルをMTSOに直接つなぐこともできますが、バックホール・リンクの距離が長くなります。このため、特に保護された2つのスモールセル・バックホール・リンクを使用する場合は、送電線用地の交渉がさらに困難になり、多くの費用がかかります。このアーキテクチャの利点は、スモールセルの導入が、既存のマクロセル・バックホール・リンク容量の要件に影響を与えないことです。ほとんどの場合、特定のネットワーク要件、導入の制約条件（屋内または屋外）、および光ファイバーの利用可能性に基づいて、これらの2つのスモールセル・バックホール・ネットワーク・アーキテクチャを組み合わせて導入します。

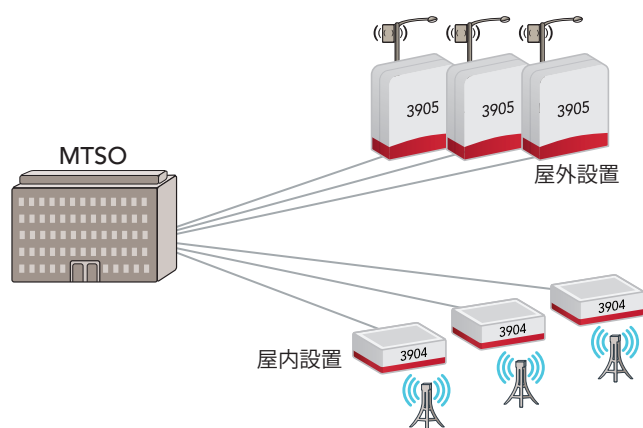


図4. MTSOに直接伝送されるスモールセル・バックホール・トラフィック

注目すべきなのは、上記のスモールセル・バックホール・アーキテクチャのいずれの導入ケースでも、全体的なモバイル・ネットワーク・サービスエリアとスモールセルへの近接性の向上により、エンドユーザーの容量が増加することです。つまり、MTSOサイトまでのネットワークと、アプリケーションとコンテンツへのアクセスが発生するメトロ・ネットワーク経由のデータセンターまでのネットワークでトラフィック量が増えます。これらの既存のメトロ・ネットワークにおける需要の増大により、今後も100Gの導入が促進されるでしょう。

パケット・ネットワーキング・  
ポートフォリオのパンフレット

今すぐダウンロード



## スモールセルの利点

MNOは、スモールセルの導入を通して数々の利点を得られます。サービスエリアの観点からは、対象とする過疎地、屋内、ビジネス街のビルの谷間などのスポット以外の場所に向上したサービスを提供できます。導入と運用に時間と費用がかかり、導入時に経済性、環境、規制、市場投入までの時間に関連する問題が生じることの多いマクロセル基地局の増設ニーズを緩和することもできます。スモールセルは、マクロセルに比べてはるかに容易に短時間で導入でき、通常、マクロセルの導入時に起こるような副次的な影響がありません。スモールセルは、塔、電柱、ケーブル、ビルの側面、屋内設置のビル内などの多様な物理環境に設置されるため、スモールセル機器には、実地導入を容易かつ迅速に費用効果の高い方法で広範囲にわたって確実に行える、極めて柔軟性の高い機械式の取り付けオプションが必要です。

スモールセルは、ますます高性能化するモバイル・デバイスに物理的に近い場所へ無線を配置することでサービスエリアを拡大し、エンドユーザー（人またはマシン）が利用できる容量を大幅に増やすことができます。また、特にエンドユーザーの帯域需要が増え続けていることから、スモールセルはワイヤレス容量をオフロードすることで、マクロセルの輻輳を緩和できます。これにより、導入済みのマクロセルの耐用年数が延び、サービスエリアと容量を増やすためだけにエンドユーザーの近くに基地局を増やす必要性を最小限に抑えられます。また、スモールセルは、新サービスの市場投入までの時間（TTM）を短縮し、ビット当たりの費用を低減します。増加した容量は、サービスの差別化と今までにない革新的な広帯域サービスを推進する重要な手段として活用できます。

信頼性の高いパケットベースのスモールセル・バックホール・ネットワークに加え、サービスエリアの向上と、それによってエンドユーザーがより多くの容量を利用できるようになることでQoE全体が向上します。それにより、顧客満足度が向上して、差別化された新サービスを提供できるので、今までにない革新的な収益源を確保できるようになります。QoEの向上により、定着率を容易に維持して、古くなりかけているレガシー・ネットワークを抱える競合他社の顧客を新たに取り込めるようになります。遠く離れたデータセンターにホストされているアプリケーションやコンテンツにアクセスするエンドユーザーはますます増え、今後もモバイル・ネットワーク・インフラ上の需要が落ち込む気配はありません。スモールセル導入が増えることで、スマート・モバイル・デバイスからスモールセルへのトランスミッター/レシーバーの距離が短くなるので、エンドユーザーはバッテリー寿命の向上という待ち望んでいた副次的効果も得られます。

## スモールセルの副次的影響

スモールセル・トラフィックのほとんどが既存のマクロセルに伝送され、マクロセル・バックホール自体のトラフィックと共に集約されます。それゆえ、マクロセルからMTSOへのバックホール・ネットワークをアップグレードして、エンドツーエンドのネットワーク・パフォーマンス、ひいてはエンドユーザー・エクスペリエンス全体に影響するボトルネックを回避する必要があります。現在の4G LTEスマートフォンの性能と、スモールセルごとにサポートされるユーザー数が限定的であることを鑑みると、実際のスモールセルのトラフィックがかなり長い時間にわたって1Gb/sの上限に近づくことは考えにくいとは言え、スモールセルからマクロセルへのリンクに費用効果の高い1GbEの物理インターフェイスを使用することで、将来的な帯域の増加に対応できるようになります。これが意味するのは、マクロセルからMTSOへのバックホール・ネットワークを既存の1GbEから10GbEにアップグレードして、バックホール・ネットワーク全体で十分なアグリゲーション容量を確保する必要があるということです。

## スモールセル・ネットワーク・バックホール

シンプルで費用効果の高い方法で迅速かつ確実に導入を行い、ウェブスケールのデータセンターとそのデータセンターが提供するアプリケーション・サービスへのアクセスを簡素化するパケットベースの光ネットワークは、スモールセル・バックホールに最適です。

## ビジネスの課題

- エンドユーザーは、モバイル・ネットワークのサービスエリア、アクセス速度、QoE全体の向上を求めています。
- 多くのエリアでワイヤレス・サービスエリアが不足しているため、ダウンロード速度が制限されています。
- MNOは、非常に費用効果の高い方法でネットワークを迅速かつ確実にスケールアップする必要があります。

## テクノロジー・ソリューション

- MNOは、マクロセルのトラフィックをスモールセルにオフロードして、利用可能なワイヤレス・スペクトルをさらに有効活用できます。
- 充実したパケットOAMにより、予防的または事後対応的な方法でモバイル・バックホール・ネットワークの健全性を管理できます。
- イーサネット・ベースの光ネットワークの所有と運用は、競合するバックホール・オプションより容易に行えます。

## ホールセール・モバイル・バックホール・ネットワークのデマケーション

ほとんどのMNOは、サードパーティまたは社内(同じ会社の別の事業部門)のホールセール・プロバイダーから、バックホール・ネットワーク帯域を購入します。このため、常に厳格なSLAを保証できるように、モバイル・ネットワークとホールセール・ネットワーク間に明確なネットワーク・デマケーション・ポイントが必要になります(図5参照)。厳格なSLAを初期の段階だけでなく長期にわたって保証するには、包括的なパケットの運用・管理・保守(OAM)ツールを使用して、デマケーションされたホールセール・ネットワークとモバイル・ネットワーク間を通過するトラフィックに対して標準ベースのトラフィック・モニタリング(パケット損失、スループット、遅延、ジッター)を行う必要があります。MNOは、より一層の安心感を得るために、ウェブベースのSLAポータルを使用して、ホールセール・プロバイダーから購入したバックホール・ネットワーク・サービスをモニタリングできます。ホールセール・プロバイダー様は高度なパケットOAM機能を活用して、非常に競争の激しいバックホール・ネットワーク・サービスの市場で差別化の達成に役立つ主要なサービスとして、SLAウェブポータルを顧客に提供できます。

### 新しいビジネス・ビッグチャンス

スモールセルは、容量とサービスエリアの拡大、全体的なQoEの向上による定着率の向上と新規顧客の獲得だけでなく、今までにない革新的なビジネス機会に関連するメリットも提供します。容量の拡大により、従来にはない高解像度のビデオ・ストリーミング・サービスをエンドユーザーに提供できるので、特定の地域や市場にある容量に制約のあるモバイル・ネットワークでは提供できない、これまでになく収益性の高い機会を獲得することができます。マルチメディア・ベースのソーシャル・メディア・アプリケーションに対する飽くなき欲求は、まだ開発さえされていないものも含め、モバイル・ネットワークの需要を拡大し続けるでしょう。モバイル・ネットワーク帯域の増大は、新しいスマートフォンがより強力なプロセッサと大画面化によるピクセルの増加に対応することでさらに加速され、問題は非常に深刻になっていくはずで

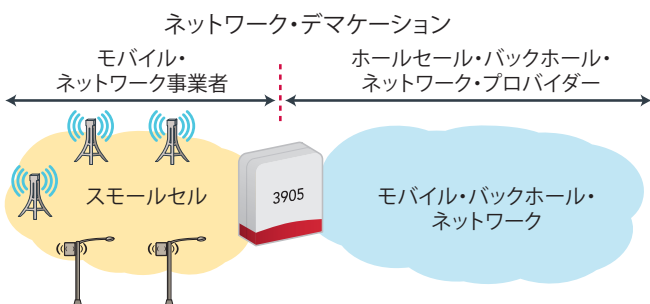


図5. モバイル・ネットワークとホールセール・バックホール・ネットワークのデマケーション

トラフィックの迫り来る波に対応するサービスエリアと容量の拡充により、新しいモバイル・ネットワーク・サービスがすぐにも本格始動されようとしています。これは、IoTに関連するサービスであり、トラフィックを生成するデバイスがわずか数年で何百億台も使用されるようになると予想されています。IoTにより実現されるアプリケーションおよび関連サービスは、スマートシティ、スマート油田、ネットワーク対応車両、スマート・パーキング、交通渋滞緩和、スマート照明、気象観測、スマート・グリッド、警報装置などに利用されますが、そのほとんどはまだ計画さえされていません。分かっていることは、IoTアプリケーション自体の利便性と特性により、モバイル・ネットワークのワイヤレス接続がワイヤレス・トラフィック需要の増加につながるということであり、モバイル・ネットワーク設計者にとってはかなりの難題となります。

ソーシャル・メディアとIoTのトラフィックが電波に乗ってワイヤレスでスモールセルに伝送されると、そこからデータセンターまでは有線ネットワークで伝送されます。これは、スモールセルからマクロセルおよびMTSOまでのバックホール・ネットワークのトラフィック伝送容量をアップグレードする必要があることを意味します。4Gネットワーク・テクノロジーは本質的にパケットベースであるため、パケット・オーバー光ネットワークを基盤とするバックホール・ネットワークにより、伝送されるコンテンツの多くが存在するデータセンターとの間でシームレスなトラフィックのハンドオフが可能になります。このため、MNOはスモールセルを導入するときには、ワイヤレス容量の増加に対応するバックホールのアップグレードも同時に行って、バックホールでQoEの低下につながるボトルネックが起これないようにする必要があります。



### 信頼性の高い迅速な展開の必要性

サービスエリアと容量の拡大、それに伴うQoE全般の向上のメリットに加え、スモールセルの主要なメリットの1つに、マクロセルと基地局を増設する場合に比べてTTMを大幅に短縮できる点があります。ただし、サービスエリアを大規模に拡充するには、スモールセルの数を大幅に増やし、マクロセルの20倍のスモールセルを導入する必要があります。つまり、スモールセルは、迅速で信頼性の高い簡易で低コストな導入と、標準ベースのOAMツールによる非常に高度なトラブルシューティングの両方に対応するように設計されていなければなりません。充実したパケットOAMツールにより、MNOおよびホールセール・モバイル・バックホール・サービス・プロバイダー様は、予防的または事後対応的な方法で自社のバックホール・ネットワークの問題をリモートから迅速に分離して解決し、差別化されたQoEを維持することができます。このようなツールがない場合、事業者様はフィールド技術者を派遣して問題のトラブルシューティングを行う必要があります。危険で手が届きにくい場所に取り付けられたスモールセルにアクセスするために特殊な機器を使



用しなければならないことが多く、悪天候の中で電柱の最上部で作業する場合があります。リモート・トラブルシューティング機能と暗号化された安全なWiFi管理ポートを組み合わせることで、スモールセルの展開および継続的な保守を非常に費用効果の高い方法で大幅に簡素化することができます。

CAPEXおよびOPEXの観点から、イーサネット・ベース接続が提供するシンプルさと廉価性は、グローバル・ネットワークのあらゆる場面でイーサネットが広く選択されるプロトコルとなりつつある大きな理由となっています。モバイル・バックホール・ネットワークも例外ではありません。イーサネットは、充実したパケットOAMツールセットを提供するプロトコルとしてよく知られています。このツールを利用することで、MNOが従来のTDMベースのE1バックホール・ネットワーク・サービスに期待してきた強固なSLAを、新しいバックホール・サービスでも確実に満たすことができ、さらにそれを超えることもできます。メトロ・イーサネット・フォーラム(MEF)により公開された要件およびキャリア・イーサネット2.0認定により、イーサネット・オーバー光ネットワークが、モバイル・バックホール・サービスで選択されるテクノロジー・ペアになりつつあります。

## ウェブスケール・ワイヤレス・アクセスのサービスエリア

ウェブスケールITアーキテクチャの高まりにより、従来のハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャに課題が生じた結果、今までなかった機能と現在のデータセンターの処理能力が実現しました。これにより、世界最大規模のコンテンツ・プロバイダー様の何社かは、以前は費用効果の高い方法で提供できなかった柔軟で信頼性の高いサービスを何十億ものエンドユーザーに提供できるようになりました。ウェブスケールのデータセンターは、より多くのユーザーへの新サービスの提供がかつてなく迅速で容易になったことを示しています。オープンソース・ソフトウェアと、データセンター間の動的な帯域幅により、複数の物理的に異なるデータセンターが本質的に制限のない仮想的な「壁のないデータセンター」に接続されるので、将来のデータセンターとサービスはほぼ無限の能力を秘めています。スモールセルを使用すると、モバイル・ネットワークのサービスエリアと容量の両方が向上します。アプリケーションとコンテンツをデータセンターに配置して、ワイヤレス・アクセスでデータセンターにアクセスするネットワーク・アクセス方法がますます主流になる中、スモールセルを使用することでウェブスケール・アーキテクチャをさらに簡素化できます。

ネットワーク・スペシャリスト  
と今すぐつながる



ここに記載された製品や仕様について、予告無しに変更することがございます。予めご了承ください。  
Copyright © 2015 Ciena® Corporation. All rights reserved. WP174\_ja\_JP 3.2015