

多様なサービスを実現する スモールセルソリューション

Small-Cell Solution to Make Diverse Services Possible

● 橋本正則 ● 岩本秀男

あらまし

「モノのインターネット (IoT: Internet of Things)」と呼ばれる、あらゆるものがネットワークにつながる時代の到来により、モバイルネットワークのトラフィックの急増や場所により均一でないトラフィックが発生している。このため、モバイルネットワークはこれまで以上に重要度を増す一方で、現行のネットワーク構成では対応しきれない状況になってきている。このような状況に対応するため、従来のマクロセルに加え、ホットスポットと呼ばれる狭いエリアに集中したトラフィックをスモールセルによってカバーすることが、今後のモバイルネットワークにとって重要な考え方である。

本稿では、上記課題を解決するために開発した、特定のエリアをスモールセルでカバーするスモールセルソリューションの構成を紹介し、それに搭載される様々な機能や技術について解説する。また、本ソリューションが提供するサービスを紹介し、その適用分野の多様性と拡張性、および将来の技術への対応について述べる。

Abstract

The Internet of Things (IoT) has brought the age of connection where everything is linked to a network, but it is also causing an eruption of mobile network traffic and non-uniform traffic concentration in certain areas. While a mobile telecommunication network will become more important than ever, the current networking configuration is not capable of handling the increasing demand. To address this situation, and having the future mobile network in mind, it is important to consider reinforcing the existing macro cells with small cells to counter data traffic concentrations in certain small areas called hot spots. This paper introduces the small-cell solution that has been developed to address this challenge by bolstering the data traffic capacity in specific areas. It explains the solution in terms of its structure as well as the functions and technologies that it deploys. The paper also describes the services this solution offers, touching on the diversity of the applicable fields as well as the solution's scalability and adaptability to future technologies.

まえがき

富士通は、インフラとして重要なネットワークシステムを社会に提供してきた。特にモバイルネットワークについては、ユーザーが使用する端末から、その端末と直接通信を行う無線基地局、そのトラフィックを集めてサービスを提供するコアネットワークまで、トータルに提供している。

近年のモバイルトラフィックの爆発的な増加に対し、ユーザーに快適な接続環境を提供するための次世代のモバイルネットワークでは、スモールセルを使用して局所的なトラフィックを効率的に収容することが重要である。

本稿では、富士通が開発しているスモールセル^(注1)技術を中心としたソリューションを紹介する。

モバイル市場動向

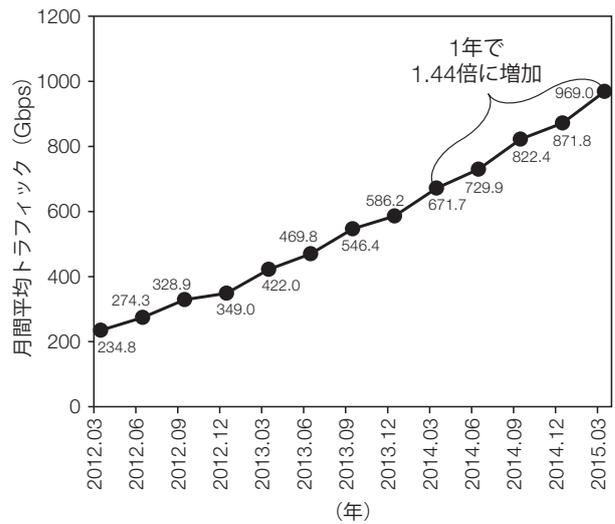
総務省の報告⁽¹⁾によれば、モバイルネットワークのトラフィックは、2013年末から2014年末の1年間において、約1.5倍に増加している(図-1)。この理由は、スマートフォンの利用者の増加や、動画コンテンツの増加によるものであり、今後も増加していくことは間違いないと予想される。

一方で、このようなトラフィックの増加は、どこでも一律に観測されるわけではない。増加は特に都市部に集中しており、その中でも不均一に分布し、時間によって大きく変動する。また、イベントや天候などにより、局所的にトラフィックが集中するホットスポットが発生することがある。こうしたトラフィックを現状の単一なセルの配置でカバーすることは、もはや限界となってきた。

また、これからのネットワークはモノのインターネット (IoT: Internet of Things) と呼ばれる、ヒトが使う携帯電話やスマートフォンだけでなく、あらゆるモノがインターネットにつながる時代が到来しようとしている。そこでは、地域や用途ごとに異なる多種多様な端末を、その特徴に応じた最適な無線方式で接続することが必要になる。

富士通では、こうしたモバイルネットワークや

(注1) 本稿では、半径1 km程度をカバーするマクロセルに対し、半径100 m以下程度のエリアをカバーするセルをスモールセルとしている。



出典: 総務省:「我が国の移動通信トラフィックの現状」(H27年3月分)⁽¹⁾を基に作成
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html

図-1 モバイルトラフィックの状況

モバイルトラフィックの課題に対し、ある特定のエリアを多数のスモールセルでカバーし、そのエリアに特化した様々なサービスを提供するLTE^(注2)方式を採用したスモールセルソリューション(以下、本ソリューション)を開発している。次章以降に、その技術内容を紹介します。

本ソリューションの構成と機能・技術

本ソリューションは、「ホットスポットのトラフィック対策に加え、ローカライズしたサービスによりエリアの利便性・価値を生み出すプライベートLTEネットワーク」をコンセプトとしている。

具体的には、企業ビル・病院・イベント会場などに、以下の特徴を持ったLTEネットワークを容易に構築可能としている。

- (1) 仮想化機能の実現により、顧客環境に応じた柔軟なネットワーク構成を実現するとともに、音声サービスや位置情報サービスなどの場所・デバイス・目的に応じたサービス
- (2) ローカルエリア内でのプライベートネットワーク構築による、広域ネットワーク・バック

(注2) Long Term Evolutionの略。3GPP (3rd Generation Partnership Project) と呼ばれる欧州の通信キャリア、およびベンダーを中心として組織された標準化団体で策定されたセルラー(携帯電話)ネットワークの方式。第4世代セルラーネットワークとも呼ばれる。

ホール^(注3)のトラフィック削減

(3) LTEとWi-Fiとの同時利用による高速・高容量の無線ネットワーク

図-2は、本店・支店が別地域にある企業に、本ソリューションを適用した例である。このような構成によって、企業内のプライベートな通信をLTE方式で提供できる。更に、通信キャリアとの接続により、一般消費者向けに提供されているモバイル端末（スマートフォン、タブレットPCなど）をそのまま社内においても使用できる。

● 構成

本ソリューションは、以下の要素から構成される。

(1) フェムトセル基地局（フェムト）

屋内などのスモールセルをカバーするLTE方式の小型基地局で、富士通がBroadOne LS100/200シリーズ⁽²⁾でキャリア向けに製品化しているものである。

(2) Evolved Packet Core (EPC)

LTE基地局を収容するコアネットワークで、一つのサーバ内にLTEコアネットワークの機能をすべて具備している。LTEコアネットワークは、端

(注3) 広域ネットワークや、無線基地局とコアネットワークを接続する中継回線。

末の認証、コアネットワークに接続されるサービスネットワークと端末間のパケットルーチング、端末のモビリティ管理などの機能を有している。

(3) スモールセルソリューションサーバ (SCS-Server)

本ソリューションで提供する様々な技術や機能が実装されたサーバ群である。提供する機能やその規模に応じて、複数のサーバで構成可能なスケラビリティがある。

(4) LTE端末 (UE)

LTE方式で通信するユーザー端末 (UE: User Equipment) で、一般的なスマートフォンやタブレットPCのことである。必要に応じて適切なアプリケーションを搭載して、ユーザーへのサービスを提供する。

(5) ローカルゲートウェイ (LGW)

企業内プライベートLANとの最短接続を実現するために、後述するローカルブレイクアウト機能を有するゲートウェイである。

(6) Wi-Fiアクセスポイント (Wi-Fi AP)

後述するLTE-Wi-Fi連携機能を搭載したWi-Fiアクセスポイントである。

● 機能・技術

本ソリューションが提供する機能、および技術

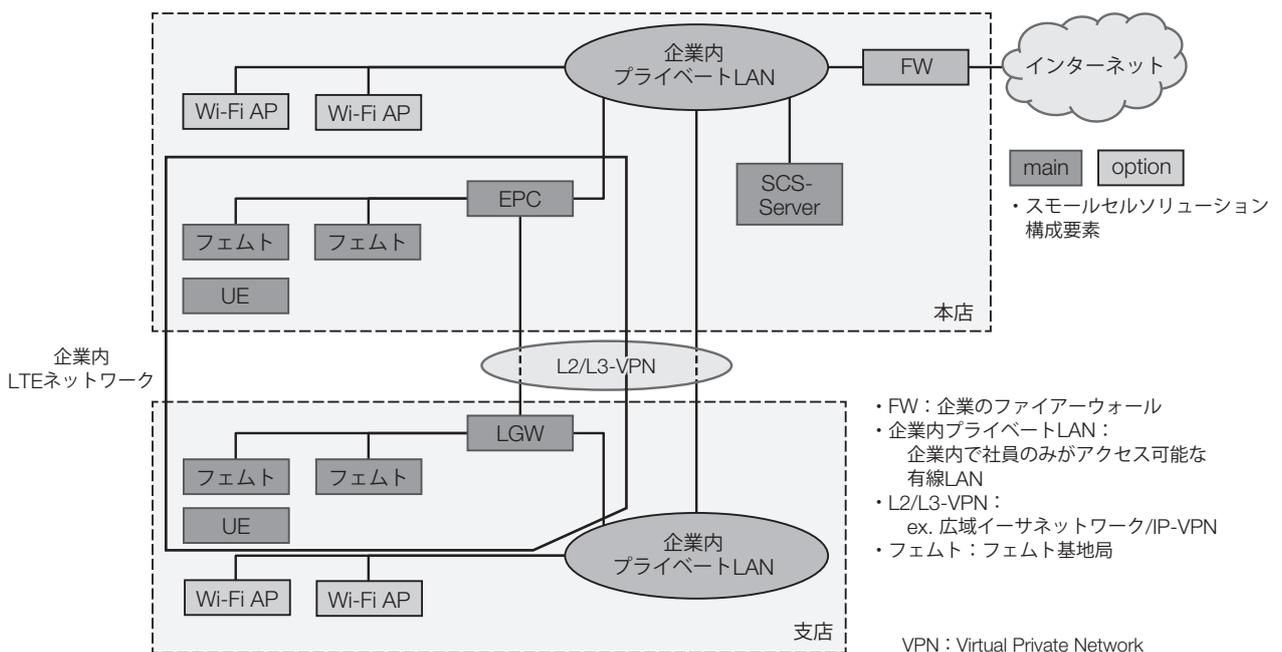


図-2 スモールセルソリューション 適用例

について説明する。

(1) 音声サービス

本サービスは、VoLTE (Voice over LTE) 機能を実現するため、IMS^(注4) 機能を搭載している。具体的なユースケースとして、企業内のモバイル内線サービス、PBX機能を実現しており、一般公衆回線と接続することにより、外部との音声通信も可能である。

(2) ネットワーク内ブロードキャストサービス

本サービスは、基地局やネットワーク全体に同じ情報を送信するブロードキャスト機能を使用して提供される。端末にアプリケーションをインストールせずにネットワーク内の全端末、あるいは指定の登録端末に対し、ネットワーク側で設定した情報を一斉通知できる。これにより、例えば企業内での一斉同報連絡や、公共施設などでのイベント通知、緊急時の避難情報通知などのサービスが可能になる。

(3) 位置情報活用サービス

本サービスは、端末の位置をLTEコアネットワークが管理するための識別子であるTAI (Tracking

Area Identity) をフェムト基地局単位で割り当てられる。これをSCS-Serverで把握することにより、端末位置に応じた様々なアプリケーションの動作が可能となる。図-3に示すように、具体的な機能として、端末が位置を把握し、それに搭載したアプリケーションが対応するコンテンツを引き出すPull型と、端末が位置登録を行い、ネットワークがそれを検出して、対応するコンテンツを端末に送るPush型が可能である。Pull型は、端末へアプリケーションをインストールする必要があるため、位置情報をユーザーが主体的に活用して利便性を図るユースケースに適用できる。一方Push型は、端末にアプリケーションをインストールする必要がないため、不特定多数のユーザーに向けて位置情報にひも付いた情報を提供するようなユースケースに適用できる。本機能は将来、IMES (Indoor Messaging System : GPSを用いた屋内測位技術) やビーコンなど、ほかの位置情報取得技術と併せて端末の位置の測定精度を高め、より良いサービスを提供することを目指している。

(4) 企業内プライベートLANアクセス

本ネットワークに接続される端末は、通常基地局からEPCを通して、企業内プライベートLANにアクセスすることになる。EPCはシステムの一つ

(注4) IP Multimedia Subsystemの略。LTE方式と同じく、3GPPで策定された標準化技術で、音声や映像のサービスを可能にする。

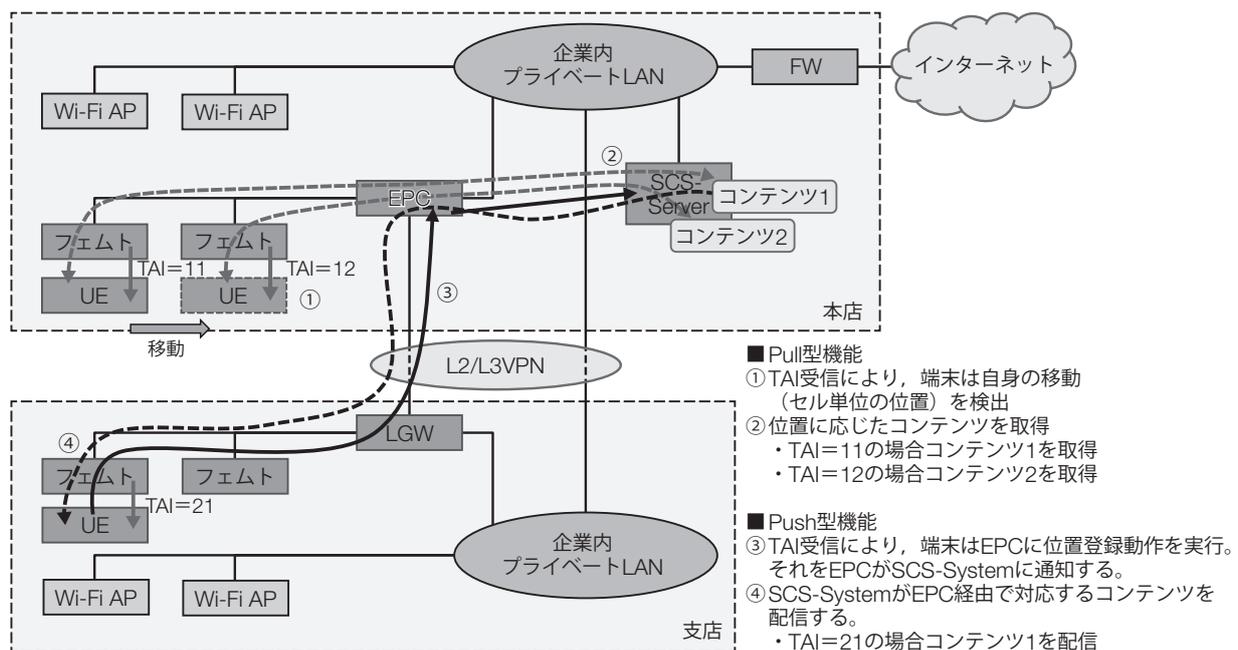


図-3 SCSシステムによる位置情報取得機能(Pull型/Push型)

であるため、EPCが置かれていない拠点では、自社へのプライベートLANアクセスが図-4に示したように遠回りになる。このため無駄なトラフィックが発生するだけでなく、アプリケーションによってはその遅延が問題となる可能性がある。本ソリューションではLGWを用意し、そこからローカルブレイクアウト技術により企業内プライベートLANに直接アクセスするルートを設定することで、その問題を解消している。ローカルブレイクアウト技術は、ユーザー端末からのパケットをEPCを通さずにLTEネットワーク外へ送信したり、その逆ルートによるユーザー端末へのパケット受信を可能にしたりする、標準化された技術である。

(5) 自律干渉制御機能

本ソリューションは、その適用エリアから特に屋内に集中配備されることが予想される。その際に設置されるフェムト基地局は同じ周波数を使用するため、フェムト基地局間の電波干渉が発生するほか、マクロ基地局との干渉が発生する可能性もあり、性能を劣化させる原因となる。図-5は、発生する可能性のある電波干渉を示しており、以下に挙げる二つの干渉パターンがある。

①フェムト間干渉

- ・隣室に置かれた二つのフェムト基地局間の干渉

{図-5 (a)}

- ・ショッピングセンターなどに置かれた複数フェムト間の干渉 {図-5 (b)}

②フェムト-マクロ間干渉

- ・UEがフェムト基地局に接続しているときに近くのマクロセルの干渉を受けるマクロ近傍干渉 {図-5 (c)}

- ・UEがマクロセルに接続しているときに近くのフェムト基地局の干渉を受けるマクロ遠方干渉 {図-5 (d)}

- ・大量のフェムト基地局が集中して置かれることによるマクロセルへの大量フェムト干渉 {図-5 (e)}

本ソリューションのフェムト基地局は、外部環境を自動的にスキャンし、出力レベルや送信タイミングを自動調整することで電波干渉を最小限にする自律干渉制御機能を有している。これにより電波干渉の低減を図り、無線通信パフォーマンスを最大限に発揮できる。この機能は、本ソリューションの適用範囲を広げることに貢献できる。

(6) LTE-Wi-Fi連携による無線アクセス効率化

無線LAN (Wi-Fi) は、免許が不要な無線アクセス技術として、企業や一般ユーザーの利用が拡大している。本ソリューションでは、Wi-Fiアクセス

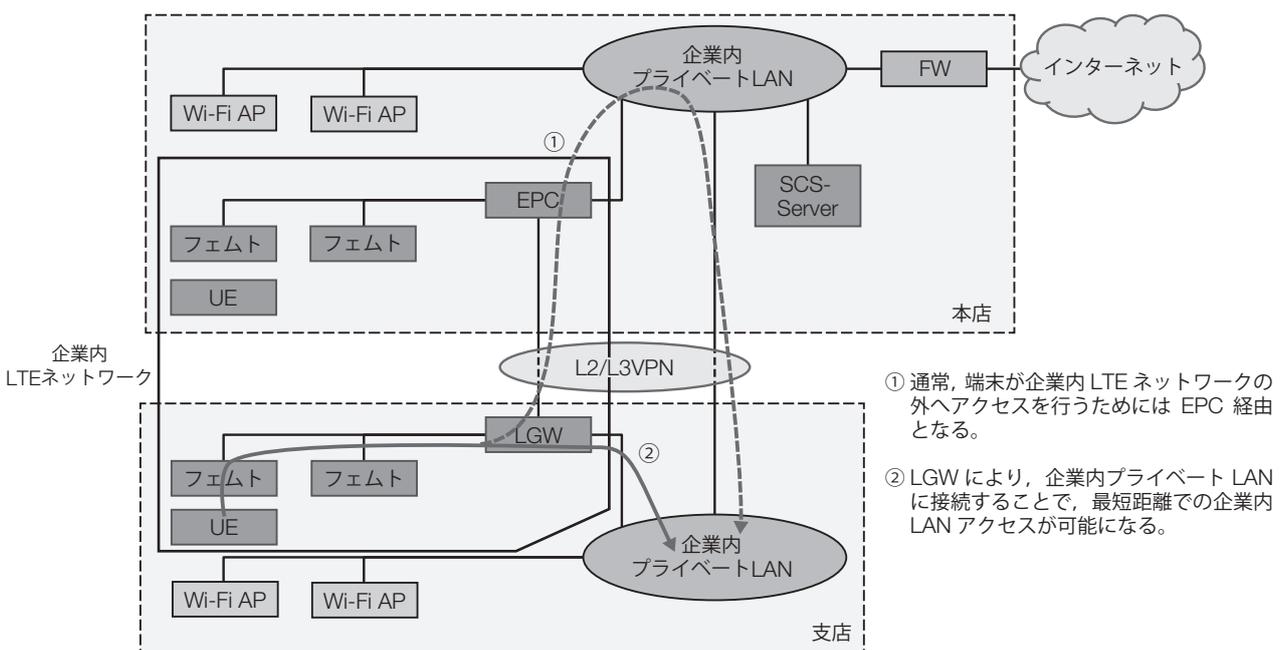


図-4 ローカルブレイクアウトによる、企業内プライベートLANアクセス機能

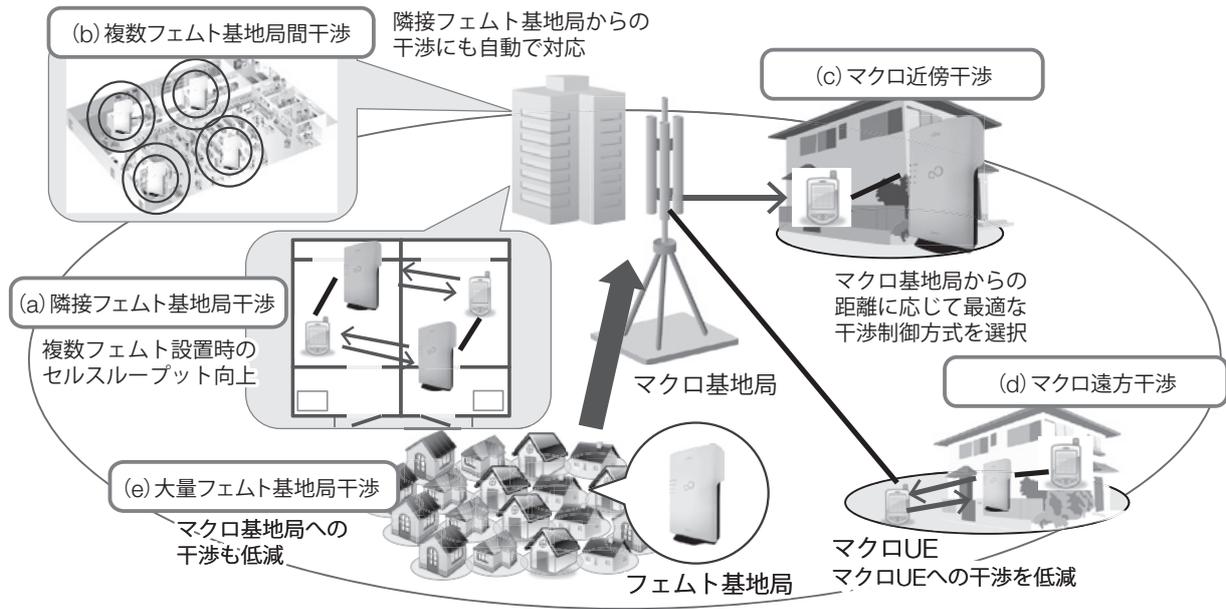


図-5 フェムト自律型干渉制御技術

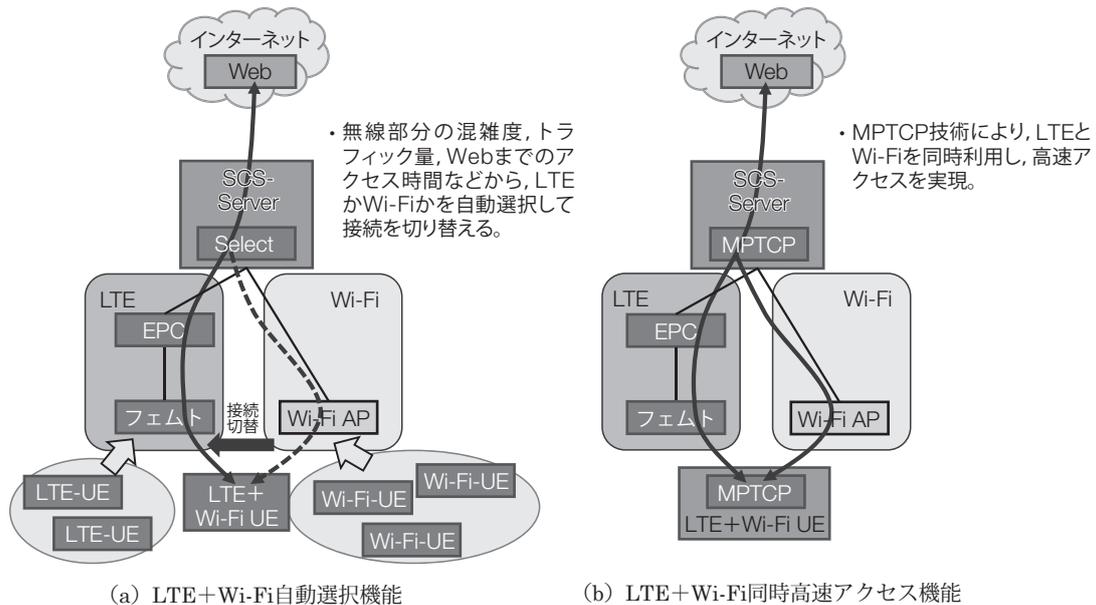


図-6 LTE-Wi-Fi連携技術

ポイントを導入することで、Wi-Fiで通信可能な端末も本ソリューションに接続できる。更に、以下の技術を導入することで、利便性の拡大を図っている。

・LTE-Wi-Fi自動選択機能 {図-6 (a)}

本ソリューションは、LTEおよびWi-Fiの無線品質状況と混雑状況を常に把握している。それによ

り端末の接続を制御して、LTEとWi-Fi無線アクセスの混雑を平準化している。このため、ユーザーは接続先がLTEかWi-Fiかを意識することなく、常に最適な環境で無線にアクセスできる。

・LTE-Wi-Fi同時高速アクセス機能 {図-6 (b)}

本ソリューションは、MPTCP (MultiPath TCP) 技術を適用し、TCPレイヤーでのLTE-Wi-

Fi同時データ転送機能⁽³⁾を実現している。LTE-Wi-Fi同時データ転送技術⁽⁴⁾は、端末側で既に実用化しているが、それは、HTTPレイヤーに限定されており、下り方向のトラフィックにしか対応していない。それに対し、MPTCP技術は適用レイヤーがHTTPより下位のTCPレイヤーになっており、上り下り双方向のトラフィックに適用できる。これによりアプリケーションの適用範囲が広がるため、より、利便性が高まることになる。ユーザーは本機能を利用することで、より高速な無線アクセス環境を体験できる。

今後の課題と次へのステップ

本ソリューションの課題は二つある。一つ目は、異なる適用先ごとに利便性・価値を生み出すサービスを創造・提供することである。以下にこれまでに検討してきた適用先を挙げる。

(1) ショッピングセンター

ショップごとのコンテンツ配信、フロア内のナビゲーション、スタッフ間の通信、緊急放送通信

(2) 病院

スタッフ間の通信、病院内機器の位置把握と管理、患者呼出しシステム

(3) イベント会場

イベントに応じたコンテンツ配信、映像配信、座席でのフード・ドリンクデリバリー注文

(4) 美術館、博物館

展示物の位置に応じた映像や音声による案内

これらの中には、既存の技術で実現されているサービスもあるが、スモールセルの特徴と併せることで、より最適なサービスとして統合していくことも課題と捉えている。

もう一つの課題は、新技術への対応である。無線アクセス技術は今後も進化を続け、現在の技術が改良されたり、新しい方式が登場したりするこ

とが予想される。例として、LTE-Advancedと呼ばれるLTEの改良技術や、LTE方式をアンライセンスバンドへ拡張する技術などが3GPPにおいて検討されている。本ソリューションはこれらの技術をいち早く取り込み、顧客に提供することが今後の発展のカギと考えている。

む す び

本稿では、急増するモバイルトラフィックに対応し、ユーザーに快適な無線アクセス環境を提供するスモールセルソリューションの構成と適用した技術内容について解説した。また、具体的な適用先の例を示して、今後の課題と次へのステップを示した。今後、このソリューションを活用したアプリケーションを開発し、顧客、更にはその先にいるユーザーへ提供することで、モバイルネットワークの利便性を向上させ、社会の発展に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 総務省：我が国の移動通信トラフィックの現状（平成27年3月分）。
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html>
- (2) Fujitsu：Global Homepage, Network Products.
<http://www.fujitsu.com/global/products/network/products/femto/index.html>
- (3) 信学技報, Vol.114, No.297, NS2014-146, p.105-110, 2014年11月。
<http://www.ieice.org/ken/paper/20141114IBss/>
- (4) 富士通：ARROWS NX F-02G製品情報, 「従来比, 約3倍。驚きのダウンロード速度」。
<http://www.fmworld.net/product/phone/f-02g/info.html#heading02>

著者紹介



橋本正則 (はしもと まさのり)

ネットワークソリューション事業本部
所属
現在、モバイル系ソリューションの開発に従事。



岩本秀男 (いわもと ひでお)

ネットワークプロダクト事業本部 所属
現在、ネットワークソリューションの
ビジネス企画に従事。