

3G/LTE共用 フェムトセル無線基地局装置

御宿哲也* 福井範行**
中澤正幸*
武啓二郎**

Base Transceiver Station for 3G/LTE Dual Femto-cell Wireless Communications Systems

Tetsuya Mishuku, Masayuki Nakagawa, Keijiro Take, Noriyuki Fukui

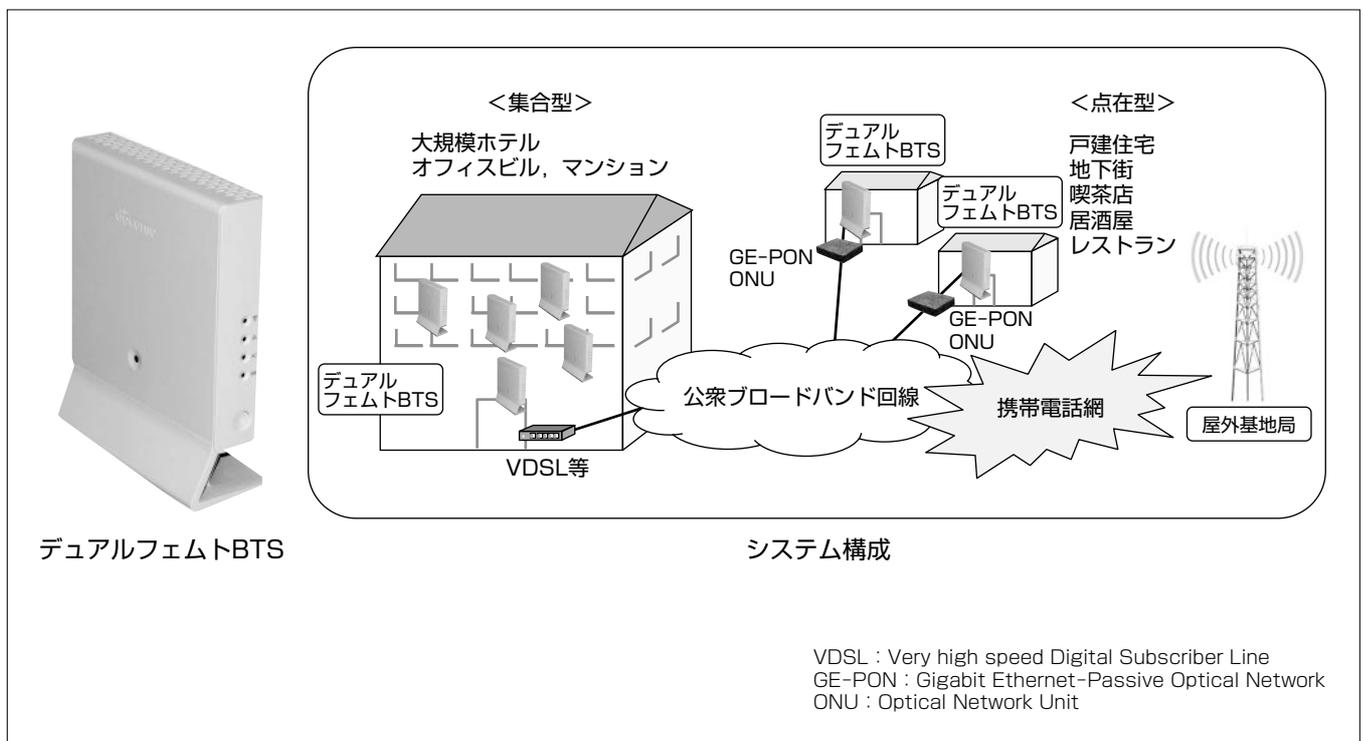
要旨

スマートフォンやタブレット端末など、高性能な携帯端末の普及などによって、移動通信トラフィックが急速に拡大している。通信事業者は、高速通信が可能なLTE方式の導入、基地局装置の増設、無線LANを活用したオフロード等による対策を行っている。基地局装置の整備には設置場所の確保や設置工事が必要なため、短期間に通信環境を改善できるだけでなく極小セル化による電波の利用効率の向上が可能な屋内向け超小型基地局装置の導入が進められている。

三菱電機は、2009年度に開発した3Gフェムトセル無線基地局装置(“下り14Mbps, 上り5.7Mbps”)を基に、新たにLTE方式(“下り112.5Mbps, 上り37.5Mbps” @15MHz)にも対応した3G/LTE共用フェムトセル無線基地局装置(以下, “デュアルフェムトBTS(Base Transceiver Station)”)という。)を(株)NTTドコモ向けに開発した。この装置は、

公衆ブロードバンド回線に接続するだけで、自動的に周辺基地局の電波状況をサーチして利用可能となるプラグ&プレイ機能を搭載し、煩雑な設定作業なしに3G方式とLTE方式の携帯端末を同時に収容可能である。また、3G機能部とLTE機能部の共用化を図り、本体に3GとLTEの両通信方式を同時にサービス可能な回路を実装したことに加え、3G/LTE共用アンテナを内蔵し、装置体積で約1.45リットル以下に小型化した。さらに、放熱構造の最適化によって、自然空冷によるメンテナンスフリー化と静音化を合わせて実現した。

当社は、デュアルフェムトBTSによるLTE方式の通信エリア拡大とサービス品質向上を通じて住居・店舗・オフィスにおけるスマートフォンなどの携帯端末が、より快適かつ便利に使用できる高速通信環境の構築に貢献していく。



3G/LTE共用フェムトセル無線基地局装置

今回開発したデュアルフェムトBTSによって、LTE方式の通信エリアの拡大とサービス品質向上を実現し、住居・店舗・オフィスにおけるスマートフォンなどの携帯端末での高速通信(“下り112.5Mbps, 上り37.5Mbps” @15MHz)が可能になった。

また、公衆ブロードバンド回線に接続するだけで、有線・無線に関する各種パラメータを自動的に取得するプラグ&プレイ機能の搭載によって、煩雑な設定作業なしに、3G方式とLTE方式の携帯端末を同時に収容可能な無線基地局装置の展開が可能になった。この装置の展開によって、短期間での通信環境改善と極小セル化による電波の利用効率向上が期待される。

1. ま え が き

スマートフォンやタブレット端末等、高性能な携帯端末の普及や動画などの大容量コンテンツの利用増加によって国内の移動通信トラフィックは、年間約2倍以上のペースで増加している⁽¹⁾。通信事業者は、高速通信が可能なLTE方式の導入、基地局装置の増設、無線LANによるオフロード等を用いた対策を行っている。基地局装置の整備には設置場所の確保や設置工事が必要なため、短期間に通信環境を改善できるだけでなく極小セル化による電波の利用効率の向上が可能な屋内向け超小型基地局装置の導入が進められている。

この屋内向け超小型基地局の円滑な導入や活用に向け、2008年10月には電波法改正によって免許申請手続が簡易化され、また同年12月には事業者間の運用ガイドラインが公表されるなど、国内の運用環境が整備された。その結果、国内の通信事業者は3社(NTTドコモ, KDDI, ソフトバンクモバイル)とも3G方式の屋内向け超小型基地局を運用している。

これまで、当社は3G方式のフェムトセル無線基地局装置を(株)NTTドコモ向けに開発し、2007年度に開発したフェムトBTSでは“下り(基地局→携帯)3.6Mbps, 上り(携帯→基地局)384kbp”に対応し⁽²⁾⁽³⁾、さらに、2009年度に開発した高性能フェムトBTSでは“下り14Mbps, 上り5.7Mbps”への高速化を実現した⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

今回、この3G方式のフェムトセル無線基地局装置をもとに、新たにLTE方式(“下り112.5Mbps, 上り37.5Mbps”@15MHz)をサービス可能としたデュアルフェムトBTSを(株)NTTドコモ向けに開発した。

本稿では、デュアルフェムトBTSのシステム構成と各部の特長について述べる。なお、本稿で使用する英略語一覧を表1に示す。

2. システム概要

デュアルフェムトBTSは、従来のフェムトBTSと比較して、3G方式だけでなくLTE方式の同時サービスを提供し、プラグ&プレイ機能のLTE方式への拡張によって基地局設置の容易化を実現した。

2.1 主要諸元

デュアルフェムトBTSの主な仕様を表2に示す。通信速度については、LTE方式に対応したことによって、3G方式と比べ、送信速度約8倍の高速大容量な通信サービスが提供可能となった。

2.2 特長

(1) LTE方式適用による高速サービス提供

3G方式の次世代規格であるLTE方式(“下り112.5Mbps, 上り37.5Mbps”@15MHz)の通信機能搭載によって、動画などの大容量コンテンツの快適な視聴が可能

(2) プラグ&プレイ機能によって設置が容易

プラグ&プレイ機能の搭載によって、公衆ブロードバンド回線にこの装置を接続するだけで、自動的に周辺基地局の電波状況をサーチできるため、ユーザーは煩雑な設定作業なしに容易に基地局の設置が可能

表1. 本稿で使用する英略語一覧

英略語	意味
BTS	携帯電話基地局
UE	移動機
RNC	3G無線ネットワーク制御装置
EPC	LTE無線ネットワーク制御装置
LTE	Long Term Evolution
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
IP	Internet Protocol
IPSec	Security Architecture for Internet Protocol
PPPoE	Point-to-Point Protocol on Ethernet
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
USIM	Universal Subscriber Identity Module
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access

表2. 主要諸元(ハードウェア)

項目	3G/LTE共用フェムトセル無線基地局装置 (デュアルフェムトBTS)		高性能フェムトセル無線基地局装置 (フェムトBTS)
	LTE	3G(W-CDMA)	3G(W-CDMA)
通信方式	LTE	3G(W-CDMA)	3G(W-CDMA)
周波数帯域	2 GHz帯	2 GHz帯	2 GHz帯
送信出力	60mW (15MHz)	20mW	20mW
キャリア/セクタ数	1 キャリア/セクタ	1 キャリア/セクタ	1 キャリア/セクタ
通信速度	基地局→携帯	最大112.5Mbps	最大14Mbps (HSDPA)
	携帯→基地局	最大37.5Mbps	最大5.7Mbps (HSUPA)
装置構成	筐体一体型 (自然空冷)		筐体一体型 (自然空冷)
アンテナ	内蔵アンテナ		外部アンテナ
大きさ	H185×W175×D45(mm) (約1.45リットル)		H180×W135×D35(mm) (約0.85リットル)
質量	約700g		約600g
伝送路インタフェース	IP(10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T)		IP(10BASE-T/100BASE-TX)
Plug&Play機能	あり		あり

(3) 小型化

図1にデュアルフェムトBTSの外観を示す。3G機能部とLTE機能部の共用化や、3G機能部とLTE機能部の同一基板上への実装によって、3G/LTE共用アンテナの内蔵と合わせて、装置体積で約1.45リットルに小型化した

3. デュアルフェムトBTSを支える主要技術

この章では高速処理及び小型化を実現するために、デュアルフェムトBTSで採用した技術について述べる。

3.1 小型化

3G機能部とLTE機能部の共用化を図り、1枚の基板上に実装するだけでなく、3GとLTE両通信方式共用アンテナを内蔵した。

図2にデュアルフェムトBTSのブロック図を示す。3GとLTEの信号処理は、独立した回路で実現しているが、LTE方式に必要な送受信2つの増幅器とアンテナは3G機能部とLTE機能部で共用化した。また、WAN(Wide Area Network)側の接続はLTE機能部をフロントエンドとすることによって共用化を図った。

さらに、放熱構造の最適化による冷却ファンレス設計を推進し自然空冷にすることによって、メンテナンスフリー化・長寿命化・静音化を実現し、装置体積で約1.45リットル以下に小型化した。

3.2 有線プラグ&プレイ機能

デュアルフェムトBTSは、手軽で安価に利用できる公衆ブロードバンド回線を介してバックボーンに接続するため、ブロードバンド回線に接続するだけで、IPアドレスなど各種パラメータを自動的に取得する有線プラグ&プレイ機能を搭載した。これによって煩雑な設定作業を自動化し



図1. デュアルフェムトBTS

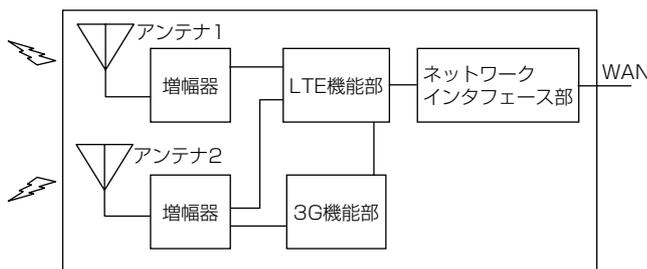


図2. デュアルフェムトBTSのブロック図

て基地局設置の容易化を図り、短期間での通信環境改善と極小セル化による電波の利用効率向上を実現した。

また公衆ブロードバンド回線における安全性及び信頼性を確保するため、次のプロトコルをサポートしている。

- (a) IPsec(IETF RFC2401ほか)
- (b) PPPoE(IETF RFC1661/RFC2516ほか)
- (c) DHCP(IETF RFC2131/RFC2132ほか)
- (d) USIM(ISO/IEC7816ほか)

次に、デュアルフェムトBTSの公衆ブロードバンド回線を介したネットワーク接続形態を図3に示す。デュアルフェムトBTSがサポートするインタフェースはイーサネット^(注1)であるため、公衆ブロードバンド回線の回線終端装置を介して、PPPoEで網側装置^(注2)側と接続する。デュアルフェムトBTSと網側装置のIPsecルータ間は、IPsecで暗号化し、公衆ブロードバンド回線上での秘匿性を確保した。

(注1) イーサネットは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。
 (注2) LTEではEPC, 3GではRNC

3.3 無線プラグ&プレイ機能

超小型基地局の設置によって、既存の基地局との間で電波干渉が発生し、既存基地局のエリアを狭めてしまう懸念がある。このため既存基地局への影響を最小限に抑えるために、周辺の基地局の電波状況をもとに超小型基地局で使用する周波数や送信電力を決定する必要がある。

デュアルフェムトBTSでは、周辺の3G方式の基地局だけでなく、LTE方式の基地局の電波状況を観測する周辺セルサーチ機能を備え、周辺の基地局の電波状況をもとに使用周波数や送信電力を決定する無線プラグ&プレイ機能を搭載した。なお、周辺セルサーチは、携帯端末との通信

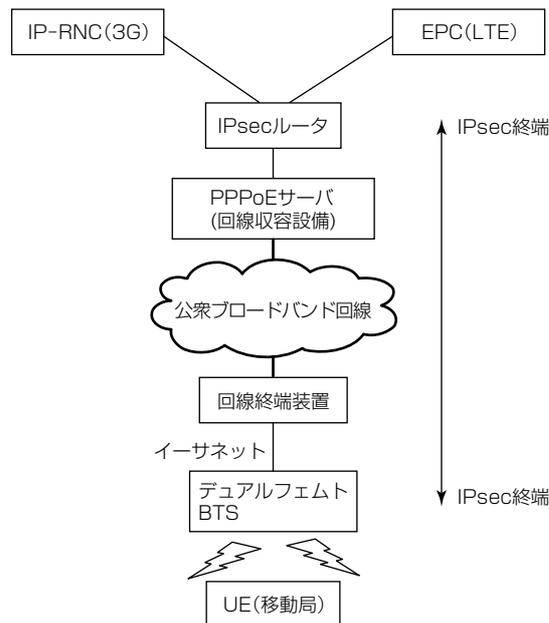


図3. 公衆ブロードバンド回線を介したネットワーク接続形態

を実施していない時間に行うことを想定しているため、通信の回路とセルサーチ用の回路を共用することで、回路規模やCPU処理負荷を増加させることなく実現している。

3.4 リンクアダプテーション機能

超小型基地局と携帯端末との間の距離や遮蔽物の有無によって、無線伝送品質が変化する。また、既存の基地局との間の電波干渉によっても、無線伝送品質が変化する。

この無線伝送品質の変化に応じて最適な伝送速度を実現するために、デュアルフェムトBTSではリンクアダプテーション機能を搭載した。下り送信の場合は、携帯端末から報告される無線伝送品質に応じて、基地局側の変調方式、誤り訂正符号の冗長度、複数アンテナ送信方式を決定する。上り受信の場合は、携帯端末の受信信号から無線伝送品質を測定し、携帯端末側の変調方式、誤り訂正符号の冗長度、送信電力を決定する。このリンクアダプテーション機能によって、無線伝送品質がよい携帯端末は、より高速伝送が実現でき、無線伝送品質が悪い携帯端末は、低速ではあるが誤りが少ない高信頼伝送を実現できる。

3.5 保守機能

デュアルフェムトBTSは、運用開始後にシステムの機能追加や修正に対応するため、ネットワーク経由で制御プログラムを更新できる機能を備えている。また、ネットワーク経由で、機能ブロックごとの障害状況などの内部状態信号をモニタすることも可能な構成になっており、障害発生時の遠隔からの原因切り分けや処置による迅速なサービス復旧を実現している。

4. む す び

従来の3G方式に加え、3G方式の次世代携帯電話規格であるLTE方式に対応した3G/LTE共用フェムトセル無線基地局装置について(株)NTTドコモ向けに開発した製品の概要と特長について述べた。

今後は、LTE対応フェムトセル無線基地局装置に対して、更なる小型・低消費電力化の開発及びキャリアアグリゲーション等、LTE Advancedサービス提供⁽⁷⁾の検討にも取り組んでいく。

また、今後、移動通信インフラは、マクロ基地局/ピコ基地局/フェムト基地局/無線中継器といった無線基地局

の多様化とセルの重層化、新たな周波数帯域の追加、無線LAN/衛星通信といった異種無線方式が融合したヘテロジニアスネットワーク(HetNet)⁽⁸⁾への進化が予想される。さらに、ホームネットワークの発展に伴い、宅内機器に内蔵される様々な通信端末機器間の連携や、端末機器と宅外ネットワークとの連携⁽⁹⁾がより一層加速すると考えられる。当社は通信サービスの利便性の向上や、より快適な通信環境の実現に向け、これからも通信ネットワークの技術開発に取り組んでいく。

参 考 文 献

- (1) 総務省無線LANビジネス研究会：無線LANビジネス研究会報告書(2012)
- (2) フェムトセル用W-CDMA超小型基地局装置，三菱電機技報，**82**，No.1，25(2008)
- (3) 渡辺貴之，ほか：フェムトセル用超小型基地局装置の開発，NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル，**16**，No.2，61～65(2008)
- (4) 高性能フェムトセル無線基地局装置，三菱電機技報，**84**，No.1，17(2010)
- (5) 寺山武志，ほか：家庭内における新たなサービスを提供するフェムトセル技術，NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル，**17**，No.4，19～25(2010)
- (6) 青山幸二：NTTドコモのフェムトセルサービスの取組み，電気通信2010年2月号，13～20(2010)
- (7) ITU-R：Detailed specification of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced(IMT-Advanced)；Recommendation ITU-R M.2012(2012)
- (8) 丹野元博，ほか：LTE-Advancedにおけるヘテロジニアスネットワーク，電子情報通信学会技術研究報告，MoMuC，モバイルマルチメディア通信 109(441)，95～100(2010)
- (9) 3rd Generation Partnership Project：Technical Specification Group Services and System Aspects；Local IP Access and Selected IP Traffic Offload(Release 10) 3GPP TR 23.829 V10.0.1(2011)