フェムトセル

基地局装置

不感地対策

Technology Reports

フェムトセル用超小型基地局装置の開発

屋内エリア品質を向上させるため、家庭内や小規模店舗内などにおいて、FOMAの電波が届きにくい限られた範囲をカバーできるフェムトセル用超小型基地局装置を開発した。本装置の適用により、よりきめ細やかなFOMA屋内エリアの拡張が可能となる。

1. まえがき

FOMAサービスにおける不感地 対策および品質向上のため、ドコモ は屋外基地局(BTS: Base Transceiver Station) の増設を継続的に行 い. 2008年3月末においてその数は 42,000局を超えている. 屋内のエリ ア化についても光伝送装置、ブー スタ[1] [2]などの開発によりライン ナップを拡充し、積極的なエリア展 開を図り、屋内施設数は2008年3月 末において15.100施設に達してい る. それでもなお、駅の地下街や大 規模商業施設などと比較すると,家 庭内や小規模店舗についてはユーザ 数が限られているため、屋内施設へ のBTSの設置は装置コスト、ランニ ングコストの面から、エリア化が非 常に困難なものとなっていた.

この問題を解決するため、ドコモは世界に先駆けて家庭内や小規模店舗などでエリア化を実現するためのフェムトセル用超小型基地局装置(以下、フェムトBTS)(**写真1**)を

開発し、 商用サービスを開始した.

本稿では、フェムトBTSの適用領域、小型軽量化、低価格化および伝送路ランニングコストの経済化のために適用した技術について解説する。

2. フェムトBTSの概要

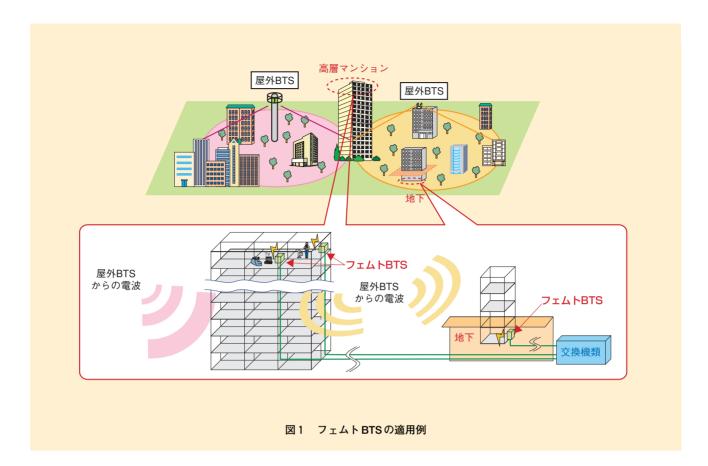
通常, 鉄塔上やビルの屋上などに 設置され, 半径数百メートルから数 十キロメートル (マクロセル) の通話 エリアをカバーする屋外 BTSに対して, 家庭内や小規模店舗をカバーする半径数十メートル程度の限られた範囲 (フェムトセル) を通話エリアとする超小型 BTSがフェムト BTSである. マクロセルに比べて通話エリアをカバーする範囲が非常に小さく, 対象とするユーザ数が非常に少ないことから, フェムト (10の15乗分の1の意) という接頭語を用いて表現されている.

屋外BTSを用いて通話エリアを 確保するためにはBTS以外にも大 規模な装置(鉄塔、屋外収容箱、ア ンテナなど)を設置する必要があ

り、設置可能となる場所が限定され るため、ビルの狭間、屋内、高層階 エリアや地下街など、電波が微弱で 完全な通話エリアの構築ができない 場合がある。このような状況に対応 するためにさまざまな屋内システム を開発し、その適用により多数の不 感地に対してエリア化を進めている が. 今回新たに開発したフェムト BTSをそのラインナップに加えるこ とで、エリア構築の柔軟性や効率 化. 経済化を図ることが可能となる (図1). また. 屋外BTSのエリアに おけるデータ通信については多数の ユーザでBTSを共有するため、その 通信速度は他ユーザの通信による影



写真1 フェムトBTS



響を受ける。一方、フェムトBTSを 設置した場合には限定された数の ユーザでBTSを占有することが可 能であり、また、屋内環境では見通 し通信となり伝搬環境が向上するこ とから、屋外BTSでの通信に比べ てスループットの向上が図られ、大 容量のデータ通信が容易になるとい うメリットもある。

3. フェムトBTSの適用領域

FOMAの屋内エリアを効率的に拡大するために、設置条件・トラフィック量に合わせたさまざまな装置を開発してきた(図2)[3][4].

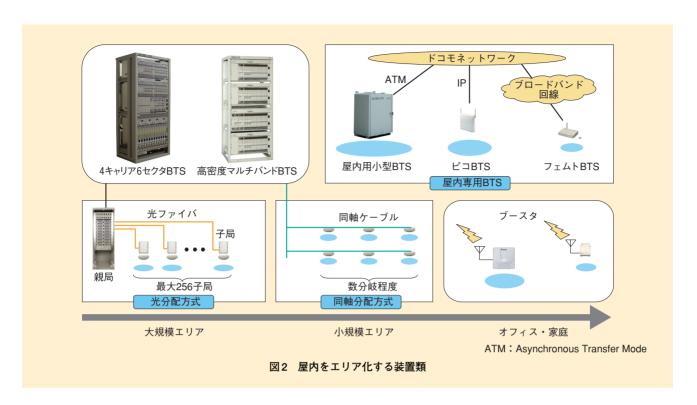
BTSを用いた屋内エリア対策として、光伝送装置を接続する光分配方

式、無線信号を分岐して使用する同 軸分配方式などが挙げられる. 図2 に示すとおり、光分配方式は、BTS と光伝送装置 (親局) を接続し、そ の親局から光ファイバで接続された 最大256個の子局によりエリア化を 行う方式であり、大規模ビルなどに 適用される. 一方, 同軸分配方式 は、BTSからの無線信号を単純に同 軸ケーブルにて分配して利用するも のであり、分配数は無線品質の関係 で光分配方式に比べ少ないが、より 経済的な展開が可能となっている. ただし, 光分配方式または同軸分配 方式を用いる場合, BTSとセットで 設置する必要があるため、装置コス トが高額となり、小規模エリアへは

適用できなかった.

これに対し、ピコBTS*1,フェム トBTSおよびブースタは、単独での エリア化が行えるため、数十人規模 の小規模オフィスや数人規模の家庭 や店舗などへの利用に適している. 小規模オフィスへの適用を想定した ピコBTSに対し、フェムトBTSは 家庭や店舗をターゲットとして設計 されている. また、ブースタも家庭 内に設置しBTSからの電波を増幅 することによりエリアを拡大する装 置であるが、BTSからの電波がある 程度届いていることが設置の条件で あり、設置する際にはアンテナも含 めた設置工事が必要となる. これに 対してピコBTS、フェムトBTSは、

*1 ピコBTS:最大同時接続数32ユーザの 小規模オフィスへの適用を想定した FOMA用小型BTS, エントランス回線の IP化に対応し、「OFFICEED」と呼ばれ る企業向け構内通話サービスにも利用可 能である。



IP伝送路に対応した装置であり、特 にフェムトBTSは、各家庭のイン ターネット回線と同等のブロード バンド回線を用いることも可能であ る. 従来のIP専用線での接続に対 し、ブロードバンド回線での接続も 可能とすることで、大幅な伝送路ラ ンニングコストの削減を可能にして いる。つまり、フェムトBTSは電波 の届かない不感地であっても, ブロ ードバンド回線を利用することで FOMAサービスのエリア化が可能 であり、設置工事の面でも電源とブ ロードバンド回線を接続するのみ で、容易かつ経済的なエリア化を可 能としている。

4. フェムトBTSの特徴

4.1 基本仕様

フェムトBTSとピコBTSの基本

仕様を**表1**に示す. どちらの装置も 屋内専用装置であり、2GHz帯の1 キャリアに対応した装置である. ピコBTSがカバーするセル半径は数 十メートルから数百メートルである のに対し、フェムトBTSがカバーするセル半径は数十メートルと小さく なっている. セル半径が小さくなったことにより、最大送信出力を小さくすることができるため、さらなる 低消費電力化が実現可能となる. ま た,3GPP (3rd Generation Partnership Project)で規定される無線特性 (**表2**) として,屋内BTSを想定して策定されたLocal Area BS*2の規格が,国内法制度の整備により適用可能となったことを受け,フェムトBTSにおいて初めて採用した[5].Local Area BSの場合,受信感度や周波数安定度などの条件が緩和されるため,Wide Area BS*3の規格を満たすものに比べて,水晶発振器な

表1 フェムトBTSとピコBTSの基本仕様

	フェムトBTS	ピ⊐BTS		
周波数带域	2GHz帯			
キャリア数	1キャリア			
送信出力	20mW	100mW		
最大同時接続数	4ユーザ	32ユーザ		
大きさ	W135×H184×D40mm W320×H240×D45mm			
重量	約0.6kg	約3kg		
消費電力	12W以下	100W以下		

^{*2} Local Area BS: 3GPPで規定される無線特性規格であり、屋内向けBTSを想定して策定されたBTS classificationである.

^{*3} Wide Area BS: 3GPPで規定される無線 特性規格であり、屋外向けBTSを想定し て策定されたBTS classificationである。

表 2 3GPPで規定される Local Area BS と Wide Area BS の比	表2	3GPPで規定さ	れる Local Area	BSとWide A	rea BSの比
--	----	----------	---------------	-----------	----------

	規格	Local Area BS	Wide Area BS
送信系	最大送信電力	+24dBm以下	規定なし
	周波数安定度	±0.1ppm以内	±0.05ppm以内
受信系	受信機の感度	-106.3dBm	-120.3dBm
	隣接チャネル選択度	-38dBm	−52dBm
	スプリアスレスポンス	−30dBm	-40dBm
	相互変調特性	-38dBm	−48dBm

どの内部回路について低価格なものを用いることが可能となる。さらに、最大同時接続数を4ユーザに限定するなど家庭内への設置を想定して仕様値を最適化することにより、回路規模の削減を図っている。このような回路規模およびアンテナの削減を行った結果として、フェムトBTSはピコBTSに比べ、小型化(約1/3)、軽量化(約1/5)、低消費電力化(約1/8)および低価格化(約1/6)を実現している。

4.2 ネットワーク構成

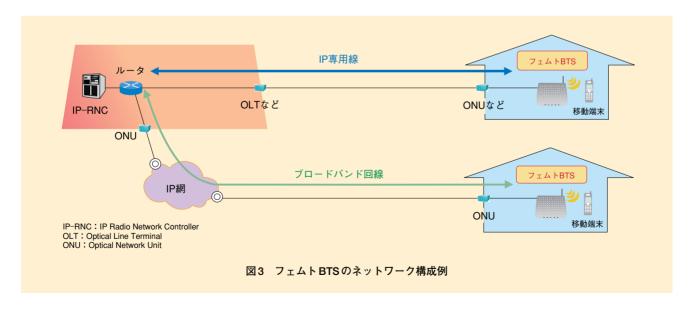
フェムトBTSのネットワーク構成例を図3に示す. ピコBTSのネッ

トワーク構成はフラットイーサ*4や ダークファイバ*5などの専用線構成 のみであったが、フェムトBTSは PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet) *6およびDHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) *⁷を実装することにより、専 用線接続に加え、ブロードバンド回 線を利用したネットワーク構成を可 能としている。ブロードバンド回線 を利用した場合. IPアドレスの取得 のため、PPPoEの終端が必要とな るが、フェムトBTSで終端すること も. ブロードバンドルータで終端 し、DHCPで構築された宅内 LAN 環境によりフェムトBTSを接続す

ることも可能であり、多様なネットワーク構成に対応できる。またセキュリティの面に関しては、専用線以外にブロードバンド回線の利用も想定されることから、盗聴やデータの改ざんを防止するため、フェムトBTSとドコモネットワークの区間にインターネット上の暗号化技術であるIPsec(Security Architecture for the Internet Protocol)**を適用している。

4.3 その他の特徴

電源の種類としては、家庭での利用が容易であるAC電源を基本としているが、利用形態に合わせてPoE (Power over Ethernet)**を選択することも可能である。PoE対応機器を用いることで、AC電源が供給されていない場所であってもフェムトBTSの使用が可能となるため、さらに柔軟なフェムトBTSの設置が可能となる。



- *4 **フラットイーサ**: NTT東日本㈱, NTT西日本㈱が提供する広域 Ethernet サービ
- *5 ダークファイバ:NTT東日本㈱,NTT西 日本㈱などの通信事業者が,敷設されて いながら稼働していない光ファイバをほ
- かの通信事業者に貸し出す光ファイバ設備.
- *6 **PPPoE**: Ethernet上にてPPPの機能を利用するためのプロトコル. PPPは, IP アドレスの自動割当てやユーザ認証などの機能をもつ.
- *7 DHCP: UDP (User Datagram Protocol) 上で動作するインターネットアプリケー ションプロトコルで、ネットワーククラ イアントに対し、IPアドレスなどのネッ トワーク情報を動的に割り当てる機能を もつ。

5. あとがき

家庭内や小規模店舗のエリア化を 実現するためにフェムトBTSの開 発を行った。

本稿では、ユーザ数が限定される エリアへの設置に向けた装置の低価 格化および伝送路ランニングコスト の経済化のために適用した技術につ いて解説した。今後データ通信速度 の向上など、さらなるフェムトBTS の高性能化に関する検討を進めて いく。

文 献

- [1] 藤本, ほか: "屋内用 FOMA ブース タ装置の開発," 本誌, Vol.13, No.3, pp.25-30, Oct.2005.
- [2] 伊東, ほか: "2GHz帯FOMA用屋外 ブースタ装置の開発," 本誌, Vol.15,

- No.1, pp.30-33, Apr.2007.
- [3] 引馬,ほか: "FOMAエリアの経済的 拡大に向けた無線基地局装置の開発," 本誌, Vol.12, No.1, pp.50-56, Apr.2004,
- [4] 大矢根, ほか: "IP化対応無線基地局 装置の開発," 本誌, Vol.15, No.1, pp.8-13, Apr.2007.
- [5] 3GPP TS25.141 V6.19.0 (2008-03) :"Base Station (BS) conformance testing (FDD)"

力を供給する技術. IEEE802.3efにて標準化されている.

^{*8} IPsec: IPパケットそのものを暗号化したり、認証することでセキュリティの高い通信を行うプロトコル.

^{*9} **PoE**: EthernetのLANケーブル(カテゴ リ5以上のUTP(Unshielded Twist Pair) ケーブル)を使い、ほかのLAN機器に電