

W-CDMA/LTE システム共用の 光張出し無線装置の開発

ドコモでは、2010年末にLTEサービスの開始を予定しているが、その無線基地局装置の一部である無線装置の1つとして、W-CDMAシステムと共用可能なLTEシステム用光張出し無線装置を開発し、2009年10月より商用導入を開始した。これにより、LTEシステムのサービス開始時に、LTEシステムの無線基地局装置のベースバンド処理部や保守監視機能などを備えた基地局装置を追加導入するだけで、W-CDMAシステムに加えて、LTEシステムを効率的に展開することが可能になる。

無線アクセス開発部

しまづ よしつぐ
島津 義嗣す わ しんご
諏訪 真悟も て ぎ ま さ ゆ き
茂木 誠幸わ た な べ た か ゆ き
渡辺 貴之

1. まえがき

2010年末にサービス開始を予定しているLTEシステムは、3G用周波数帯を用いて、データ通信速度として下り100Mbit/s以上、上り50Mbit/s以上の高速通信のほか、遅延の改善や周波数の利用効率向上などを目指している。ドコモでは、W-CDMAシステムで使われている周波数帯と同じ2GHz帯を用いてサービスを開始するため、既存のアンテナ系設備などを、そのまま使用してLTEシステムを導入でき、さらに無線基地局装置（eNB：evolved NodeB）の一部である無線装置を、W-CDMAシステムとLTEシステムで共用可能とすることは、設置性や経済性の向上において有効である。

そこで、W-CDMAシステムの高

密度マルチバンドBTS[1]の屋外OF-TRX（Optical Feeder Transmitter and Receiver）に相当する無線装置として、LTEシステムの無線基地局装置においては、W-CDMAシステムとLTEシステムで共用可能な2GHz帯用光張出し無線装置（RRE：Remote Radio Equipment）（写真1）の開発を行い、2009年10月より商用導入を開始した。

これにより、LTEシステムのサービス開始時に、LTEシステムの無線基地局装置のベースバンド処理部や保守監視機能などを備えたデジタル処理部（BDE：Base station Digital processing Equipment）を追加導入するだけで、W-CDMAシステムに加えて、LTEシステムを効率的に展開することが可能になる。また、LTEシステム用光張出し無線装置

は、W-CDMAシステムにのみ対応した従来の光張出し無線装置以下の大きさ、重量、消費電力を実現したため、設置時の施工性の向上および運用コストの削減が可能な仕様となっている。

本稿では、LTEシステム用光張出し無線装置で採用しているW-CDMAシステムとLTEシステムの共用技術、LTEシステム用光張出し無線装置を用いたLTEシステム導入に向けての今後の展開などについて解説する。

2. W-CDMAシステム/ LTEシステム共用技術

2.1 無線技術

RREの送受信部の構成を図1に示す。RREの無線部では、W-CDMAシステムとLTEシステムが同一周波

数帯域内の異なる周波数を使用しているが、両システムが混在して基地局を共用することを可能にするにあたり、次の共用技術を採用している。

(1)送信部

W-CDMA システムおよびLTE システムのそれぞれに対して CPRI

(Common Public Radio Interface)^{*1} 信号から各キャリアのベースバンド信号^{*2}を抽出する。W-CDMA システムのデータに対しては RRC (Root-Raised Cosine) フィルタ^{*3}を、LTE システムのデータに対しては矩形フィルタ^{*4}を通し、W-CDMA システムおよびLTE システムの全キャリア

の信号を再び合成する。その後、D/A (Digital-to-Analog) 変換、直交変調^{*5}、キャリア周波数まで周波数変換し、送信電力増幅を行い、移動端末に向けて無線信号を送信する。送信電力増幅器 (AMP: Power Amplifier) では、デジタルプレディストーション技術^{*6}を用いて歪み補償を行うことにより、AMP の高効率化を図っている。また、W-CDMA システムにおける HSDPA の 16 値直交振幅変調 (16QAM: 16 Quadrature Amplitude Modulation)^{*7}に加えて、LTE システムの 64QAM^{*8}にも対応し、LTE の所要品質である変調精度 8% を実現している。

(2)受信部

低雑音増幅器 (LNA: Low-Noise Amplifier)^{*9}による受信電力増幅、周波数変換、A/D 変換、直交復調を行



写真1 RRE 外観

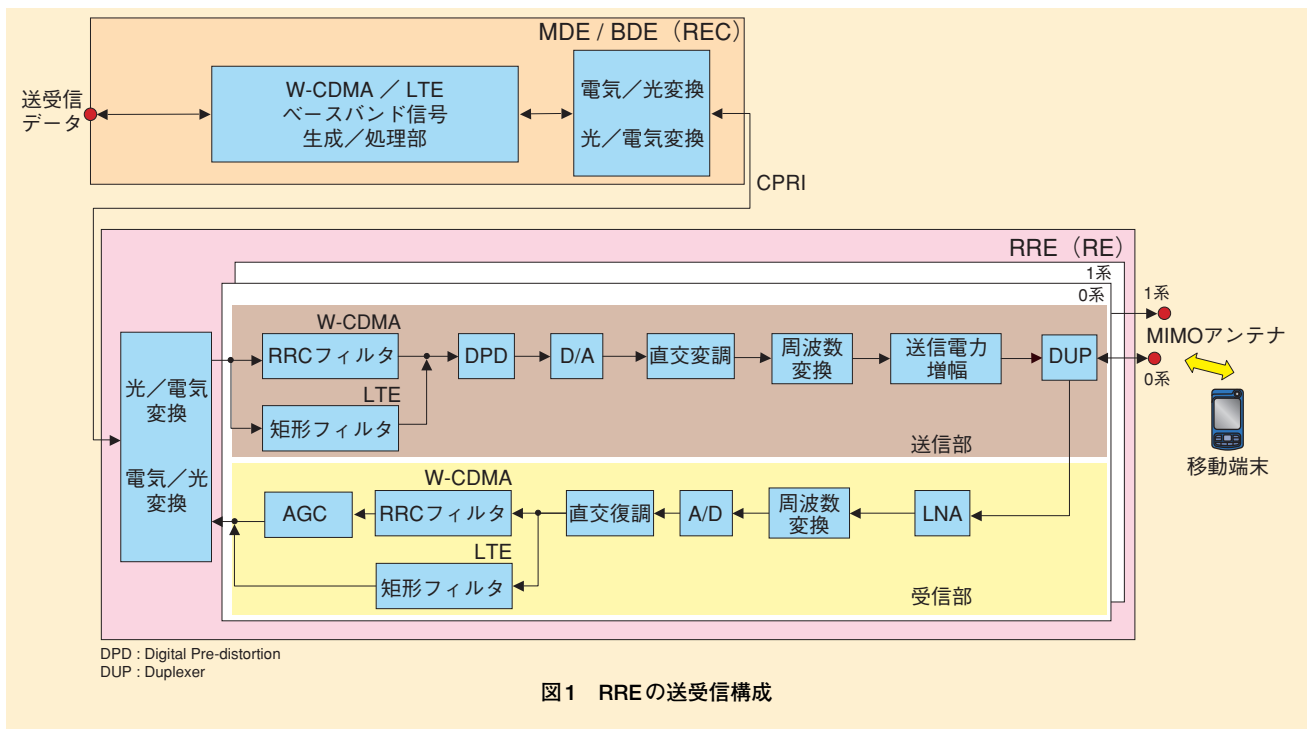


図1 RRE の送受信構成

*1 CPRI: 無線基地局の内部インタフェース仕様、産業団体でもある CPRI によって規定されている。
 *2 ベースバンド信号: 無線周波数に変換する前のデジタル信号。
 *3 RRC フィルタ: 波形整形に使用するデジタルフィルタ。

タルフィルタ。
 *4 矩形フィルタ: 周波数軸上で特定の周波数範囲の信号成分のみを通過させるデジタルフィルタ。
 *5 直交変調: 90° 位相差をもつ2つの正弦波信号を乗算後に加算する変調方式。

*6 デジタルプレディストーション技術: 増幅器で発生する歪み成分の逆特性をあらかじめ与えることで歪み特性を改善する技術。

う。その後、W-CDMAシステムのデータに対しては自動利得制御 (AGC : Automatic Gain Control)^{*10}を用いることにより、受信信号の入力レベルの大小によらずに出力レベルを一定に保つように制御させることができ、後の処理においてデジタル信号で処理するビット数の削減を行うことにより、ベースバンド信号処理部における処理量の低減を図っている。一方、LTEシステムではW-CDMAシステムよりも一度に送れるデータ量が多くなり総受信レベルの瞬時変動が大きいため、LTEシステムのデータに対してはAGCを用いない手法を採用し、受信品質の改善を図っている。このように、W-CDMAシステムおよびLTEシステムの各システムで最適な受信技術を採用することで、性能の劣化なく装置共用を実現している。

2.2 CPRI技術

RREは、W-CDMAシステムの高密度マルチバンドBTSの屋外OF-TRX同様、CPRI[1]に対応しており、マルチベンダ間での相互接続およびW-CDMAシステムの無線基地局装置のデジタル処理部 (MDE : Modulation and Demodulation Equipment)との接続を可能としている。なおCPRIでは、W-CDMAシステムのMDEおよびLTEシステムのBDEをREC (Radio Equipment Control)^{*11}と、W-CDMAシステムのOF-TRXおよびLTEシステムのRREをRE (Radio Equipment)^{*12}と定義されている。

RREにおいて、W-CDMAシステムとLTEシステムの共用を可能とするにあたり、次の共用技術を採用している。

(1)光インタフェースビットレート

無線区間にて、W-CDMAシステムでは1キャリア当りの帯域幅5MHzにおいて下り最大14.4Mbit/s、上り最大3.6Mbit/sを最大4キャリア実現するのに対して、LTEシステムでは帯域幅20MHzにて、下り最大100Mbit/s、上り最大50Mbit/sを実現する。LTEシステムではW-CDMAシステムと比べ、高速なデータ通信が可能となるのに伴い、ベースバンド信号のデータ量が2倍となり、RECとREとの間の光インタフェースでも2倍のビットレートが必要となる。RREでは両システム単独・共用それぞれの運用を可能とするため、1228.8Mbit/s (W-CDMAシステム)と2457.6Mbit/s (LTEシステム)の2種類の光インタフェースビットレートに対応している。また、接続するシステムに応じて、Auto Negotiation機能による2種類の光インタフェースビットレートの切替えを実現している。

(2)C&M信号

RECとREとの間のC&M (Control & Management) 信号^{*13}にはHDLC (High-level Data Link Control procedure) プロトコル^{*14}を使用している。共用構成の場合、RREの状態や各キャリアの使用状況などは、W-CDMAシステムおよびLTEシステムをそれぞれ監視し、C&M信号の送受信も独立に行う。なお、W-

CDMAシステムおよびLTEシステム単独で用いるHDLCビットレートはいずれも960kbit/sであり、W-CDMAシステムとLTEシステムの共用構成の場合は1,920kbit/sとしている。W-CDMAシステムおよびLTEシステムのそれぞれのC&M信号の信号種別は、システム識別子の1bitにより、どちらのシステムの信号かを区別している。これにより、両システムのRECは、REが共用かどうかにより、C&M信号の処理を変える必要がない。

(3)接続構成の識別

光インタフェースビットレートおよびHDLCビットレートはRECの構成によって決まるため、REは光インタフェースビットレートおよびHDLCビットレートの組合せにより、RECの接続構成を判別することが可能である。

(4)ベースバンド信号 (IQデータ) マッピング

ベースバンド信号は、RECとREとの間のインタフェースであるCPRIにおいてIQデータとして送受信が行われる。W-CDMAシステム単独運用時 (3Gリンク)、LTEシステム単独運用時 (LTEリンク) および共用運用時 (共用リンク) のIQデータマッピングのイメージを図2に示す。3Gリンクでは各キャリアごとにIQデータのマッピングを行い、LTEリンクでは運用帯域幅により異なるマッピングを行う。RECからREへ送ることのできるデータ量は限られているが、共用リンクにおいて、W-CDMAシステムおよび

*7 16値直交振幅変調 (16QAM) : 位相と振幅の異なる16通りの組合せに対してそれぞれ1つの値を割り当てることにより、同時に4bitの情報を送信可能な変調方式。

*8 64QAM : 64値直交振幅変調。位相と振幅の異なる64通りの組合せに対してそれぞれ

それぞれ1つの値を割り当てることにより、同時に6bitの情報を送信可能な変調方式。

*9 低雑音増幅器 (LNA) : 自身のノイズレベルが低く、後段に接続する機器で発生するノイズの影響を抑えることが可能な増幅器。

*10 自動利得制御 (AGC) : 受信信号の入力レベルの大小によらずに出力レベルを一定に保つようにする制御。

*11 REC : 無線基地局の無線制御部。デジタルベースバンド信号処理や無線基地局の監視制御を行う。

びLTEシステムのキャリア数、帯域幅に応じたアンテナ・キャリアの割当てを適切に変更することで、データ量の制約を受けることなく、W-CDMAシステムとLTEシステムの共用が実現される。

3. RREを用いたシステム展開

RREを用いたシステム展開を図3に示す。RREの商用導入当初は、W-CDMAシステムの無線装置として運用するため、W-CDMAシステムの無線基地局装置のMDEに直接光ケーブルにて接続する。

LTEシステム導入時は、W-CDMAシステムとLTEシステムの共用無線装置として運用するため、RREはLTEシステムの無線基地局装置のBDEに光ケーブルにて接続する。このとき、W-CDMAシステムとは、W-CDMAシステムのCPRI信号の中継機能を有するLTEシステムの中継機を介して接続されることになる。

なお、将来LTEシステム専用の無線装置としてのみ運用する場合は、W-CDMAシステムのMDEおよびMDEとBDEとの間を接続する光ケーブルを撤去するのみで、そのままLTEシステムとして運用を継続することができる。

4. 装置概要

RREの基本仕様を表1に示す。今回先行開発したRREは、2GHz帯に対応する。送受信系統をそれぞれ2系統有し、2×2 MIMO (Multiple

Input Multiple Output)^{*15}をサポートしている。また、CPRI伝送速度として、1228.8Mbit/sおよび

2457.6Mbit/sの2つの伝送速度に対応しており、MDEに直結して運用するW-CDMAシステムの単独運用、

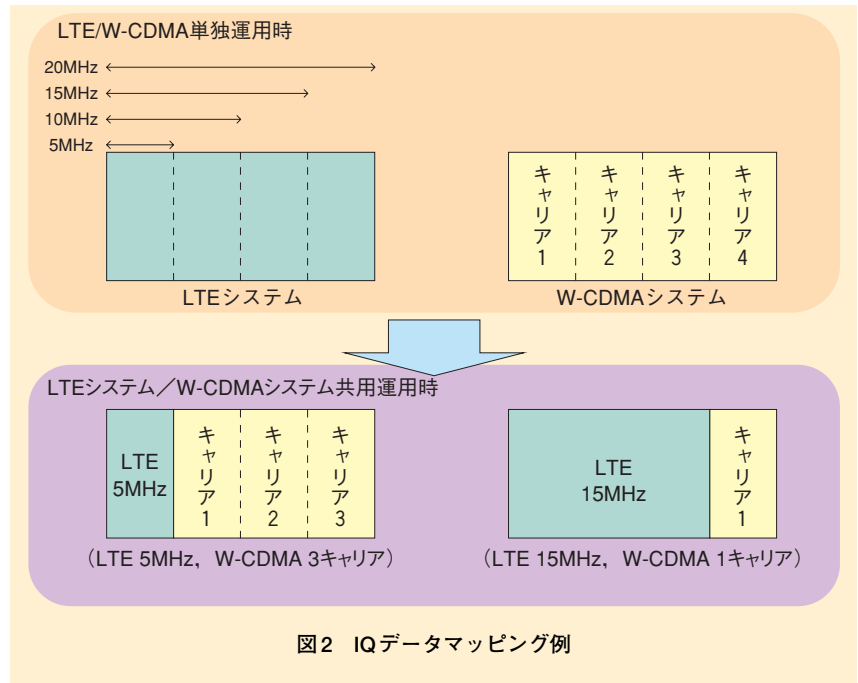


図2 IQデータマッピング例

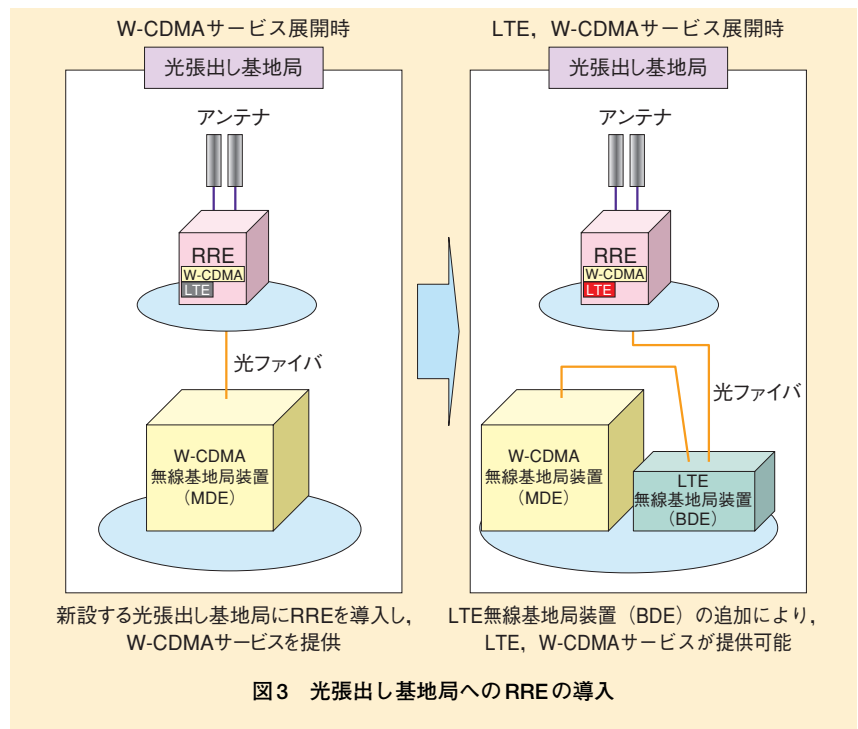


図3 光張出し基地局へのRREの導入

*12 RE：無線基地局の無線部。無線信号の増幅、変復調、フィルタリングなどを行う。
 *13 C&M信号：RECとREとの間における監視制御信号。
 *14 HDLCプロトコル：データ伝送制御手順の1つ。ビット単位でデータの伝送制御

を行うので、高速かつ高効率で信頼性の高いデータ伝送を可能にしている。
 *15 MIMO：送受信に複数のアンテナを配備し、マルチパスによって生じる空間的な伝搬の性質の違いを利用することでアンテナ数に比例して無線リンクの容量を増

大させる無線技術。

表1 RRE基本仕様

	W-CDMA/LTEシステム共用 光張出し無線装置	W-CDMAシステム用光張出し 無線装置（参考）
送受信周波数帯域	2GHz帯	
キャリア数	最大4キャリア（W-CDMA） 最大1キャリア（LTE）	最大4キャリア
セクタ数	1セクタ	
最大送信電力	10W/キャリア（W-CDMA） 10W/5MHz, 20W/10MHz, 30W/15MHz, 40W/20MHz（LTE）	10W/キャリア
大きさ	20.5ℓ以下	30ℓ以下
装置重量	20kg以下	30kg以下
消費電力	310W以下	
CPRI伝送速度	MDE接続時：1228.8Mbit/s BDE接続時：2457.6Mbit/s	1228.8Mbit/s

BDEに直結して運用するLTEシステムの単独運用、MDE/BDEを介して接続するW-CDMAシステム/LTEシステムの共用運用が実現可能である。

さらに、設置方法として、各種の外部インターフェースのコネクタについて、従来の光張出し装置との共通化を図ったことにより、従来の光張出し装置からの置換え時において、

新規のケーブル敷設工事は伴わずに、既設のケーブルのつなぎ換えのみで置換えが実施可能となるため、3GPPで規定されたLTEの要求条件[2]であるCAPEX（CAPital EXpenditure）^{*16}を抑えた導入が可能となっている。

このように仕様の最適化を図ったことにより、従来の光張出し無線装置以下の大きさ、重量、消費電力を

実現できている。

5. あとがき

本稿では、LTEシステムの無線基地局装置の一部である無線装置の1つとして先行開発を行った、W-CDMAシステムと共用可能なLTEシステム用光張出し無線装置で採用しているW-CDMAシステムとLTEシステムの共用技術、LTEシステム用光張出し無線装置を用いたLTE導入に向けてのシステム展開などについて解説した。

今後もLTEサービス開始に向けてLTEシステム用無線基地局装置の開発を進める。

文献

- [1] 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.
- [2] 3GPP TS25.913 V7.3.0: “Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN),” 2006.

* 16 CAPEX: 設備投資のために支出する金額。