

ワイヤレスブロードバンドを実現する 1xEV-DO Revision Aシステム

"1xEV-DO Revision A" System to Realize Wireless Broadband Communications

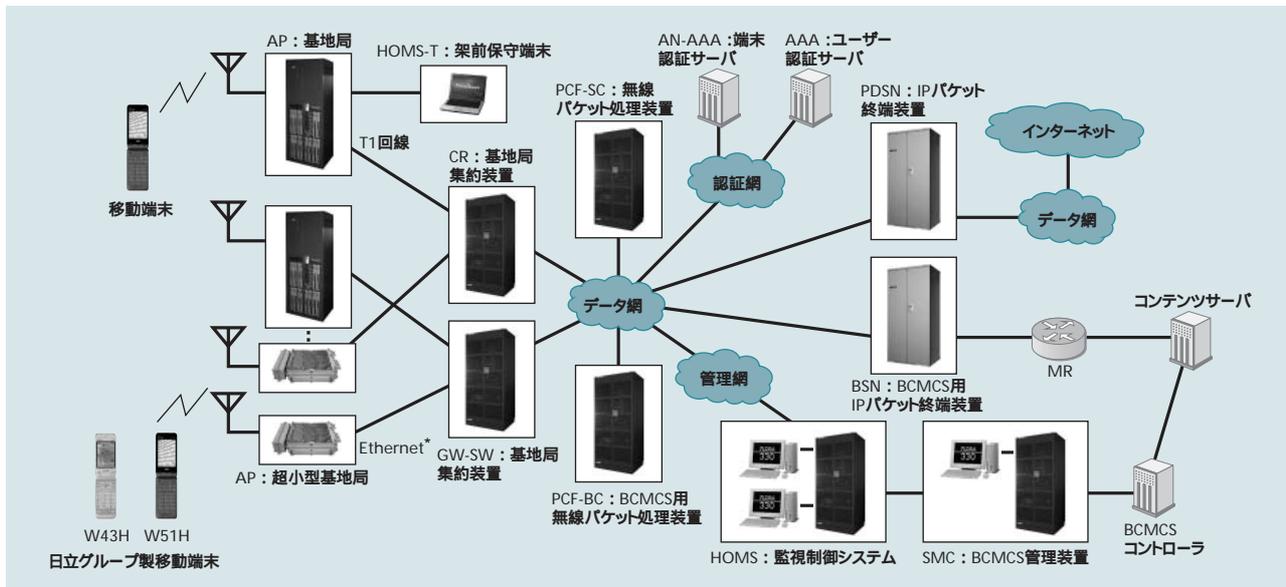
飯田 義孝 Yoshitaka Iida

竹道 祐輔 Yusuke Takemichi

齋藤 利行 Toshiyuki Saito

川本 潔 Kiyoshi Kawamoto

恒原 克彦 Katsuhiko Tsunehara



注:略語説明ほか AP(Access Point), HOMS-T(Hitachi Operation and Maintenance System - Tool), T1回線(米国の1.5 Mビット/sデジタル回線の名称)
CR(Consolidation Router), GW-SW(Gateway-Switch), PCF-SC(Packet Control Function/Session Control)
BCMCS(Broadcast/Multicast Services), PCF-BC(Packet Control Function/BCMCS Control), SMC(Service Management Center)
PDSN(Packet Data Serving Node), IP(Internet Protocol), BSN(BCMCS Serving Node)
AN-AAA(Access Network - Authentication , Authorization , and Accounting), MR(Multicast Router)
* Ethernetは , 米国Xerox Corp.の登録商標である。

図1 1xEV-DO Revision Aのシステム構成

1xEV-DO(1x Evolution-Data Only) Revision Aの上(移動端末から基地局方向)と下(基地局から移動端末方向)のセクタスループットはそれぞれ最大1.8 Mビット/sと3.1 Mビット/sで , オリジナルの1xEV-DO Release 0を含めて無線通信システムのアクセス速度としてはきわめて高速なデータ通信環境を提供することができる。

既存の1xEV-DOと同一の周波数帯域(1.25 MHz)を用いて , 下り方向で最大3.1 Mビット/s , 上り方向で最大1.8 Mビット/sの高速データ通信を可能とする1xEV-DO Revision Aは , ワイヤレスブロードバンドの先駆けと呼ぶにふさわしい携帯電話システムである。

日立グループでは , テレビ電話などの高度サービスの提供を実現可能とする , この方式に基づいた商用システムを完成させた。

標準化団体ではワイヤレスブロードバンドサービスの多様化に対応するため , ささまざまな次世代無線アクセス方式を検討しており , 日立グループも , 移動体通信の発展に向けて , グループの強みを生かし , 積極的に取り組んでいる。

1.はじめに

携帯電話の普及に伴い , 携帯移動端末を使用したメール , インターネットアクセス , 音楽・動画配信といったサービスを , エリア内のどこからでも利用したいという声が高まった。このようなニーズに応えるため , 米国クアルコム社が開発した携帯電話システム用の無線パケット通信技術をベースに , 国際的な仕様作成団体である3GPP(3rd Generation Partnership Project 2)を通じて1xEV-DO(1x Evolution-Data Only) Release 0 (以下 , EV-DO Rel.0と言う。) という標準が策定された。

以前 , 日立グループが開発したEV-DO Rel.0の基地局は , 2003年11月からKDDI株式会社の「CDMA 1X WIN¹⁾」サービスの基地局として使用されている。このサービスでは , EZ「着うたフル²⁾」などのリッチコンテンツをストレス感なく利用でき

1) CDMA 1X WINは , KDDI株式会社の商標である。

2) 着うたフルは , 株式会社ソニー・ミュージックエンタテインメントの登録商標である。

ることから多くの好評を得ている。

その後、さらに多様なアプリケーションへ対応するため、EV-DO Rel.0の機能拡張版である1xEV-DO Revision A(以下、EV-DO Rev.Aと言う。)の標準が策定された。EV-DO Rev.Aは、従来のEV-DO Rel.0に比べ、最大伝送速度が大幅に向上するとともに、QoS(Quality of Service)機能の強化によってパケット通信の遅延制御を可能とし、IP(Internet Protocol)による双方向リアルタイム通信に適したシステムとなっている。このEV-DO Rev.Aは、インターネットなどを利用して音声データを送受信する技術であるVoIP(Voice over IP)を利用したテレビ電話をはじめとするオールIPサービスの提供を可能とする移動体網のブロードバンド化に向けた基盤として、KDDIが2006年12月から順次展開を行っている。

ここでは、日立グループが新たに開発したEV-DO Rev.Aのシステム構成、ハードウェア・ソフトウェアの特徴、および無線アクセス回線のブロードバンド化に向けた取り組みについて述べる(図1参照)。

2. EV-DO Rev.Aシステムの拡張内容

EV-DO Rev.Aでは、従来のEV-DO Rel.0と比べ、以下の機能/性能の拡張が行われている。

(1) 最大伝送速度の向上

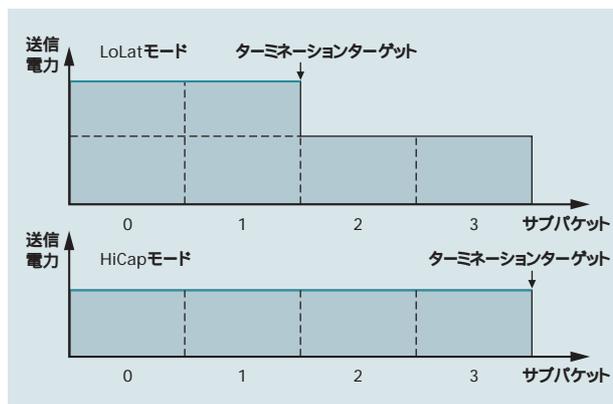
EV-DO Rel.0と同じ1.25 MHzの帯域幅を用いて、下り最大3.1 Mビット/s、上り最大1.8 Mビット/sの伝送速度を実現している。特に、上り回線では、従来のBPSK(Binary Phase Shift Keying:二位相偏移変調)に加え、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying:四位相偏移変調)、8PSK(8-Phase Shift Keying:八位相偏移変調)の多値変調方式を採用し、さらにHybrid-ARQ(Automatic Repeat Request)技術を下り回線だけでなく、上り回線にも適用し、最大伝送速度、ならびにセクタスループットを大幅に向上させることに成功した。

(2) QoS機能の強化

QoS機能を大幅に強化することで、EV-DO Rel.0ではなし得なかった高品質なリアルタイムでのマルチメディア通信サービスの提供が可能となった。具体的には、下り回線では従来のベストエフォート型サービスだけでなく、一定のスループット、低遅延のアプリケーションを意識したQoSスケジューラを採用した。また、上り回線では従来の確率を用いた送信レート制御方式ではなく、よりきめ細かなレート制御を可能とするデータチャンネル電力割当方式を採用することで、無線環境や接続台数によらず、一定の品質を保つことが可能となった(図2参照)。

(3) 呼接続/呼切断時間の短縮

呼接続/呼切断シーケンスを簡略化することで、当該時間の大幅な短縮を行った。これにより、ダイヤルアップ接続時の待ち時間短縮、PoC(Push to Talk over Cellular)のようなトラン



注:略語説明 LoLat(Low Latency:低遅延),HiCap(High Capacity:大容量)

図2 上りパケットへの電力割当方法

EV-DO Rev.Aでは、上りパケットを四つのサブパケットに分割して送信する。送信電力の配分を変えることで、低遅延・大容量モードを選択することが可能である。

シーバ型サービスの適用を可能とした。

日立グループのEV-DO Rev.Aシステム「ER2000シリーズ」は、EV-DO Rev.A標準の特徴を最大限に生かし、またEV-DO Rel.0システムに比べて大幅な処理能力アップ、高密度実装化による収容密度アップを図ることで、コストパフォーマンスの大幅な向上を達成した。ER2000シリーズを構成する各機器の特徴について以下に述べる。

2.1 基地局の特徴

基地局(AP:Access Point)は設置場所に応じてトラフィックなどの要求条件が異なるので、さまざまな需要に対応するため、機器のラインアップ化を図った(図3参照)。

日立グループでは、EV-DO Rel.0に比べて高性能デバイスの使用、高密度実装化により、基地局の高密度・大容量化を実現している。また、高出力アンプにDPT(Digital Pre Distortion)技術を採用し、高効率・低消費電力化を実現した。

(1) AP Type- (大容量基地局):EV-DO Rel.0に比べて4倍のチャンネルを1架で収容する大容量タイプであり、主にトラフィックが集中する大都市周辺で使用される。トラフィックの伸

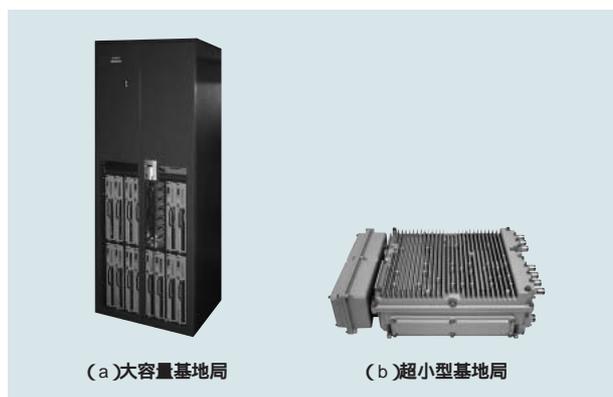


図3 各基地局の外観

さまざまなトラフィックに対応する基地局をラインアップしている。

びや環境条件に応じて、1キャリア・1セクタ単位での増設ができ、増設架を用いて20 MHz帯域分をすべてカバーすることが可能である。

(2) AP Type- (超小型基地局):オムニセル対応の超小型基地局である。トンネルや地下駐車場など、主に閉空間やビル影といったデッドスポットに対するエリア補完用に使用される。デイズーチェーン接続による増設も可能である。

(3) AP Type- (小型基地局,開発中):Type- とType- の中間的なエリアに適用するための中規模タイプであり、EV-DO Rel.0比2倍のチャンネルを1架に収容可能である。

2.2 センター機器の特徴

センター機器は、センター局と呼ばれる中央局舎に集中的に配置され、各機器が複数の基地局を集約し、監視・制御を行っている。EV-DO Rev.Aでは、EV-DO Rel.0に比べて大幅な処理能力向上、大容量化を実現した。主要機器の特徴を以下に述べる。

(1) CR(Consolidation Router):T1回線を収容するルータ装置であり、EV-DO Rel.0比2倍以上のT1回線を1架で収容が可能である。

(2) PCF-SC(Packet Control Function-Session Control):APとPDSN(Packet Data Serving Node)間のデータ引き渡し、セッション情報管理、端末認証などの機能を持つ。EV-DO Rel.0比3倍以上のセッション情報を管理することが可能である。

(3) PCF-BC(PCF-BCMCS Control):BCMCS(Broadcast/Multicast Services)用パケットのデータ引き渡し機能、ソフトコンバイン制御機能などを有する。

(4) PDSN:IP網とRAN(Radio Access Network)網とのインタフェース、PPP(Point to Point Protocol) 終端、AAA(Authentication, Authorization, and Accounting)と連携した課金・認証機能を有する。

(5) HOMS(Hitachi Operation and Maintenance System):RAN機器のネットワーク監視・制御システムで、監視サーバと表示装置から構成される。サーバ1台でEV-DO Rel.0比2.5倍のAPを監視・制御することが可能である。

3 .EV-DO Rev.Aシステムの特徴機能

3.1 高度サービスの提供に不可欠なQoS機能

EV-DO Rev.Aでは、テレビ電話など伝送遅延要求の厳しいデータ通信を実現するため、QoS機能が強化された。

EV-DO Rev.AにおけるQoS機能は、無線の上り方向、下り方向のデータ転送を他のパケットに優先して実行する優先制御機能と、QoS機能のない移動端末の無線帯域を確保するためにQoS呼の接続数を制御する接続制御機能によって構成される。また、接続制御機能は、接続制限機能と通信中の

QoS呼の品質を変更する品質制御機能に分かれる。

3.2 放送型サービスを実現するソフトコンバイン機能

複数の移動端末で同時に受信可能なブロードキャストチャネルを設けることにより、無線の有効利用化を図るBCMCS技術が存在する。セルエッジ付近では、APからの電波が弱くなるため、BCMCSデータを受信しづらくなるが、複数APから到来するブロードキャストチャネル上のBCMCSデータを受信し、合成することにより、受信品質を向上させるソフトコンバイン機能を開発した。

ソフトコンバイン機能を実現するには、各APが同一タイミングで同じBCMCSデータを送信しなければならない。そのため、PCF-BCはAPと時刻同期する必要がある。PCF-BCでは、BCMCSデータの送信レート、R-S Reed-Solomon 符号から1周期内で送信可能なデータ量を算出し、BSNから送られてくるBCMCSデータを周期内に無線送信可能なサイズへ分割する。そして、周期番号とシーケンス番号を付与し、PCF-BC配下の各APに対して連続的に送信する。APは、PCF-BCから送られてきたBCMCSデータを決められたタイミングに無線フォーマットへ変換して送信する(図4参照)。

4 .さらなるワイヤレスブロードバンドの発展

近年のワイヤレスブロードバンドサービスの多様化に伴い、無線アクセスに要求される通信速度は高速化を続けている。この要求に応えるため、標準化団体では次世代無線アクセス方式が検討され、OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)やMIMO(Multiple Input Multiple Output)

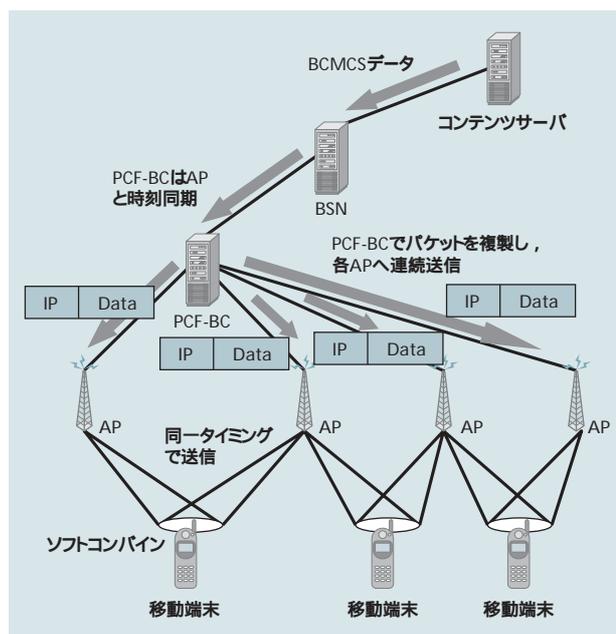


図4 ソフトコンバイン機能

複数のAPから到来するブロードキャストチャネル上のデータを受信し、合成することにより、受信品質を向上させる。

を特徴とする方式が議論されている(図5参照)。

OFDMA方式はマルチパス干渉に対する耐性が強く、移動通信環境においても安定した広帯域信号伝送を可能とする。一方MIMOは、マルチパスの積極的活用により、周波数利用効率の向上を実現する。また、次世代方式では、サービスのリアルタイム性を保持するために、低遅延の仕様が要求されていることも特徴である。

以下では、上記要求の実現に向けて現在検討されている無線アクセス方式であるUMB(Ultra Mobile Broadband)、LTE(Long Term Evolution)、およびモバイルWiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)について述べる。

4.1 UMB

UMBは、4x4 MIMO適用時に下り280 Mビット/s、上り68 Mビット/sの伝送速度の実現をめざす方式として、3GPP2で検討が進められている。UMBは、下り/上りともにOFDMA方式を基本としながらも、上りの一部リソースをCDMA(Code Division Multiple Access)方式で利用可能とすることにより、今後サービスの拡大が見込まれるVoIPに効率よく対応することができる。

4.2 LTE

LTEは、3GPPにおいて検討が進められており、2x2 MIMO適用時に下り100 Mビット/s、上り50 Mビット/sの伝送速度の実現をめざしている。また、LTEでは上りアクセス方式をSC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)方式とすることで、上り信号のピーク電力に対する平均電力比を低減し、移動端末の低消費電力化を実現している。

執筆者紹介



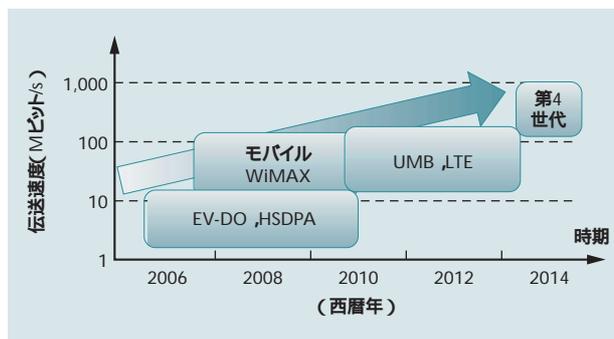
飯田 義孝
1991年日立製作所入社、株式会社日立コミュニケーションテクノロジー モバイルシステム部 所属
現在、1xEV-DOのSE業務に従事



川本 潔
1993年日立製作所入社、株式会社日立コミュニケーションテクノロジー モバイル開発部 所属
現在、1xEV-DOのシステム開発に従事
電子情報通信学会会員



竹道 祐輔
1995年日立製作所入社、株式会社日立コミュニケーションテクノロジー ソフトウェア部 所属
現在、1xEV-DOのソフトウェア開発に従事



注:略語説明 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)
HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)
UMB(Ultra Mobile Broadband)、LTE(Long Term Evolution)

図5 次世代ワイヤレスブロードバンド方式の開発ロードマップ
ワイヤレスブロードバンドサービスの多様化に対応するため、標準化団体は次世代無線アクセス方式を検討している。

4.3 モバイルWiMAX

モバイルWiMAXは2005年12月に承認されたIEEE 802.16eに準拠したアクセス方式であり、帯域幅20 MHzで最大75 Mビット/sの伝送速度を実現する。IEEE 802.16委員会では現在も標準化が継続されており、中継局併用によるカバレッジとスループット向上の検討や、最大1 Gビット/sの伝送実現へ向けた高速化の検討が実施されている。

5 .おわりに

ここでは、日立グループが開発した1xEV-DO Revision Aシステムの拡張内容、ハードウェアや機能の特徴について述べた。

日立グループは、これまでに蓄積した技術と経験を活用し、今後も移動体通信のさらなる発展に貢献していく考えである。



恒原 克彦
1996年日立製作所入社、中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属
現在、移動体ネットワークの研究に従事
電子情報通信学会会員



齋藤 利行
2003年日立製作所入社、中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属
現在、移動体ネットワークの研究に従事
電子情報通信学会会員