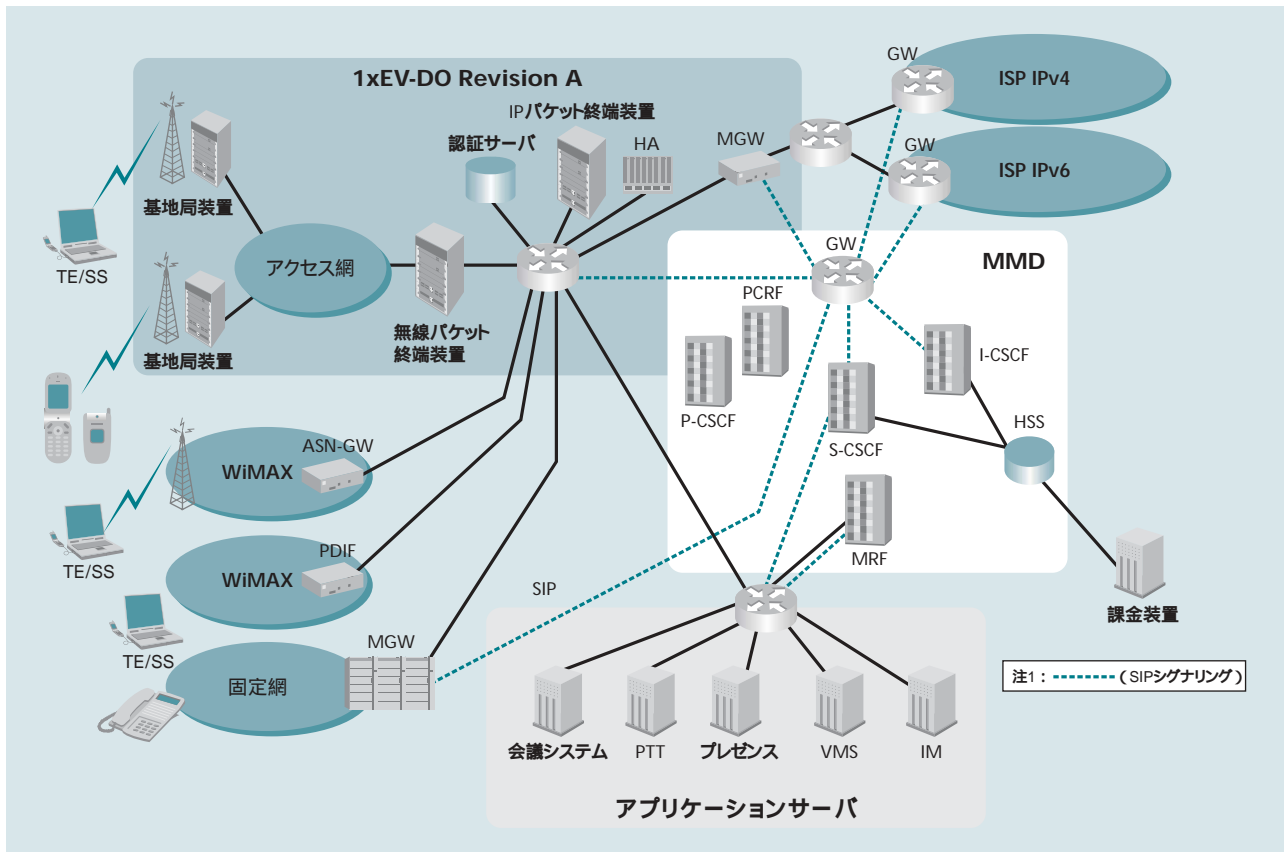


オールIPベースの移動通信ネットワーク

All-IP Based Mobile Network

桑原 幹夫 Mikio Kuwahara
矢野 正 Masashi Yano

川本 潔 Kiyoshi Kawamoto
高取 正浩 Masahiro Takatori



注2:略語説明 EV-DO(Evolution Data Only), ASN-GW(Access Service Network-Gateway), WiMAX(World Interoperability for Microwave Access)
PDIF(Packet Data Interworking Function), TE/SS(Terminal Equipment/Subscriber Station), IP(Internet Protocol), MMD(Multimedia Domain)
HA(Home Agent), HSS(Home Subscriber Server), MGW(Media Gateway), GW(Gateway), SIP(Session Initiation Protocol)
MRF(Multimedia Resource Function), PCRF(Policy and Charging Rules Function), I-CSCF(Interrogating-Call Session Control Function)
P-CSCF(Proxy-CSCF), S-CSCF(Serving-CSCF), PTT(Push-to-Talk), VMS(Voice Mail System), IM(Instant Messaging)

図1 オールIPベースの移動通信ネットワークアーキテクチャモデル
移動通信網のIPによる統合が検討されている。その構成要素の例を示す。

1.はじめに

移動体通信分野では、ビット単価の低減、QoS(Quality of Service)への対応、広帯域通信へのニーズがそれぞれ高まってきた。こうした中、高速無線通信技術とIP(Internet Protocol)による音声伝送に関する標準化作業が3GPP(3rd Generation Partnership Project 2)において進められている(図1参照)。

ここでは、無線通信における高速化の標準化動向と、IP

ネットワークベースでの音声・データ統合の標準化動向、およびEV-DO(Evolution Data Only)上での音声伝送に関するQoSの評価結果について述べる。

2.次世代無線技術標準化動向

2.1 高速無線技術

セルラ無線は第三世代であるCDMA(Code Division Multiple Access)技術のエンハンスが進行中である。当初、回

移動体通信網の分野では、メール、インターネットアクセス、楽曲ダウンロードといった音声通話以外のサービスが拡大していることから、IPをベースとしたネットワークで音声通信サービスも提供する「オールIPネットワーク」が提唱され、研究開発および標準化作業が進められている。日立グループは、オールIPベースの移動体ネットワークで音声を伝送するために必要となる各種機能の検討をしている。音声信号の遅延の増大を防ぐQoS機能を導入したEV-DO実験システムでの実験もその一つである。

線交換システムであったCDMA2000は、1xEV-DOの登場により、ベストエフォート型の高効率なデータサービスを提供することが可能となった。さらに、1xEV-DOの次世代版(C.S0024 Revision A)ではQoSやブロードキャストサービスであるBCMCS(Broadcast/Multicast Services)といった機能が盛り込まれてきた(図2参照)。また、現在標準化が進められているバージョン(Revision B)では、一つの端末が1.25 MHzの基本ベースバンド占有帯域を複数束ねて同時に信号を送受信することが可能となる。これにより、ピークレートが向上し、例えば三つの帯域を使う3xでは最大9.3 Mビット/sの伝送レートを実現する。さらに、上りと下りの帯域も、いっそう自由な割り当てが可能となる。例えば、上り回線(移動端末から基地局方向)は1xで、下り回線(基地局から移動端末方向)を3xにすることも可能となり、提供サービスの自由度が増す可能性を持っている。

第四世代セルラ無線の標準化も活発化し始めており、ITU-R(国際電気通信連合 無線通信部門)の2007年世界無線通信会議において、第四世代の割当周波数帯が決まる予定である。ここでは、移動時に100 Mビット/s、静止時には最大1 Gビット/sを実現するシステムの提案がされており、その変

復調方式にはOFDM(Orthogonal Frequency Domain Multiplex)の採用が有力である。

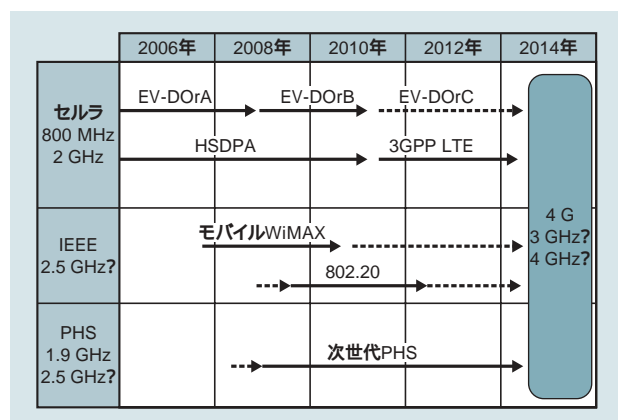
第四世代の技術を先取りする動きも活発化している。セルラ無線の標準化団体である3GPPでは、3.9G(世代)とも言われるLTE(Long Term Evolution)の議論を開始した。ここではOFDMがベースとして検討され、帯域やサービスに対するフレキシビリティの向上が重要視されている。3GPPも同様にRevision C規格を検討中である。

IEEE(電気電子学会)の標準化活動も活発である。特にIEEE802.16では、2005年12月にモバイル版の802.16eをまとめた。そして、業界団体WiMAXフォーラムにおいては、相互接続のためのプロファイルやネットワーク規格の制定が進んでいる。WiMAX(World Interoperability for Microwave Access)は安価なシステムを構築するため、都市部を中心とした地域選択型のサービスになると考えられ、1xEV-DOのようなセルラ無線との統合が重要と考えられる。

2.2 IMS/MMDによるマルチメディアネットワーク

キャリアが競争を勝ち抜くために、よいサービスを低料金で提供する方策として、携帯電話ネットワークのオールIP化が提唱されている。そうした中、IMS(IP Multimedia Subsystem)/MMD(Multimedia Domain)は、3GPP/3GPP2においてIPネットワークベースのマルチメディアサービスを統合するシステムとして標準化が進められている。IMS/MMDでは、音声を含めたマルチメディアセッションの制御プロトコルとしてSIP(Session Initiation Protocol)が採用されている。IMS/MMDは、第三代セルラ、Wi-Fi(Wireless Fidelity)、WiMAXなどの無線アクセスシステムに共通なサービスプラットフォームを提供することにより、アプリケーションやサービス連携が容易・柔軟に構築できるようにすることを目指している。

IMS/MMDは、移動網だけでなく急速に進む通信事業者のIPネットワーク化に呼応して、ITU-T(ITU標準化部門)で仕様を開発中のNGN(Next Generation Network)のアーキテクチャにも採用されている。NGNでは、QoSやセキュリティが確保されたIPパケットネットワークを構築し、電話やテレビ電話会



注:略語説明 rA(Revision A), rB(Revision B), rC(Revision C)
IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers)
PHS(Personal Handyphone System), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), LTE(Long Term Evolution)
3GPP(3rd Generation Partnership Project), 4G(第四世代)

図2 移動体無線の標準化の動向

セルラ、IEEE系、PHSの仕様/標準が、市場と周波数の獲得を目指し、激しく競うことが予測される。

議, データなどのサービスを統合・融合して提供するネットワークを目指している。さらに, FMC(Fixed Mobile Convergence) と呼ばれる移動・固定サービスを統合して提供するサービスにも適用が検討されている。

3 . VoIP over EV-DO

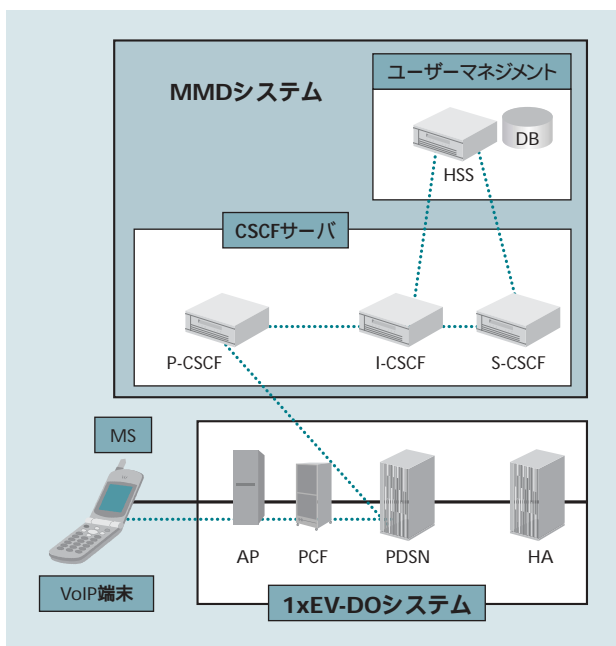
3.1 VoIP over EV-DOを実現するための技術

1xEV-DOはベストエフォート型のサービスとして登場した。したがって, 遅延特性に厳しい条件が必要な音声伝送には本来向いていないことから, 音声をEV-DOのインフラ上で伝送するには, QoS技術の導入が必須である。1xEV-DO上でQoS制御を実現するために, 下り回線ではパケットの回線割り当てを行うスケジューラに遅延量をパラメータとする新たな評価式を採用し, QoSが必要なパケットを優先する方式を導入した。また, 上り回線では無線区間の伝送レートを決めるレート制御において, QoSが必要なパケットについては優先的に一定のレートを維持しやすいように変更を加えた。

いずれの回線においても, QoSセッションについては, 優先的に回線割り当てやレートの維持が可能となった。

3.2 実験系構成

日立グループは, EV-DOシステムにQoSを導入した効果を検証した。まず, この機能を確認するために, 実証実験を行った。実験系の構成を図3に示す。この実験系は, EV-DOシステムと現在開発中のMMDシステムによって構成されている。



注:略語説明 DB(Database), MS(Mobile Station), AP(Access Point)
PCF(Packet Control Function), PDSN(Packet Data Serving Node)
VoIP(Voice over Internet Protocol)

図3 VoIP over EV-DOを実現するMMD実験装置
EV-DOにQoS制御を実装し, ソフトスイッチとなるCSCFと組み合わせてVoIPの評価実験系を構築した。

MMDはSIPメッセージを中継するCSCF(Call Session Control Function) と呼ばれるSIPサーバ群で構成される。CSCFはMMD内での配置と役割に応じて, P-CSCF(Proxy CSCF), I-CSCF(Interrogating CSCF), S-CSCF(Serving CSCF)に分類される。

VoIP(Voice over IP)通信を開始するMS(Mobile Station)のすべてのSIPメッセージは, 最初のコンタクトポイントになるP-CSCFを経由する。P-CSCFは, MSから送られてきたSIPメッセージの正当性をチェックし, 不正なメッセージがMMDネットワークに送信されないようにブロックする。また, セッションの設定時にPCRF(Policy and Charging Rules Function)へ使用するQoS情報を通知する。

S-CSCFはユーザーにサービスを提供するための制御を行う中心的なSIPサーバであり, MSの送信したすべてのSIPメッセージがルーティングされてくる。S-CSCFは, 後述するHSS(Home Subscriber Server)の情報を元にユーザー認証を行い, サービスを提供するAS(Application Server)にメッセージを転送するレジストラとして動作する。

I-CSCFは, 外部ネットワークからのSIPメッセージを受信すると, そのメッセージの内容を元にHSSに問い合わせを行い, その結果選択されたS-CSCFにメッセージを転送する。その他, 外部ネットワークに対し内部ネットワークの構造を隠ぺいする役割も担う。

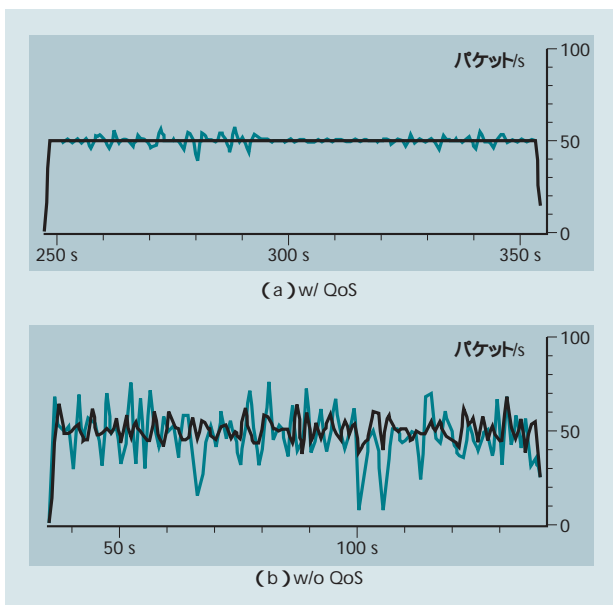
HSSは, ユーザーの認証情報やサービス情報を保持するデータベースとして動作し, CSCFからの問い合わせに回答して, 認証情報やサービス情報をCSCFに通知する。

3.3 遅延特性評価結果

前述の実験系において遅延特性を評価した。実験結果を図4に示す。縦軸はIPパケットの伝送頻度を示しており, そのバラツキはジッタ 揺れ を示す。黒線は上り回線, 色線は下り回線を示している。QoS制御がない場合(図4 (a)), 下り回線において顕著なジッタが発生することがわかる。QoS制御の実施により, ジッタはほとんどなくなり, 良好な特性になっている。

3.4 端末収容数特性評価結果

VoIP over EV-DOの効果を確認するために, シミュレーションによって端末収容数を評価した。端末収容数を決定する主な要因は, 上り回線のレート制御に伴う基地局の総受信電力である。MSは変動する無線回線状態に応じて送信電力を変更する。ただし, 全端末が品質を維持するために電力を上げ続けると, 最終的にはセル境界の端末が最大送信電力に達してシステムが不安定な状況に陥る。システムを安定して運用することができるポイントは, 3GPP2の評価基準で定められている。それは, 基地局での受信電力の熱雑音に対する比



注1:色線(下り回線),黒線(上り回線)
注2:w/QoS(QoS制御あり),w/o QoS(QoS制御なし)

図4 評価実験系におけるジッタ測定結果

評価実験系においてQoS制御をon/offしてパケットのジッタを測定した。

であるRoT(Rise over Thermal)が7 dB以上となる確率が、1%以下となることである。

シミュレーション結果を図5に示す。同図は横軸がRoT,縦軸がその累積確率分布を示すもので、このシミュレーション条件では、44台の端末が収容可能なことがわかった。この値はCDG(CDMA Development Group)が発表する1xのキャパシティである35台を上回るもので、VoIP over EV-DOが回線容量としても優れた方式であることがわかる。

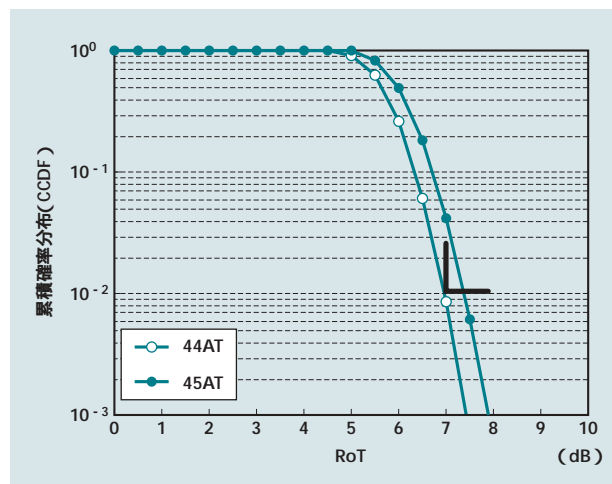
4. おわりに

ここでは、無線ネットワークの標準化動向とオールIPベースのEV-DOネットワークにおける音声伝送の評価結果について述べた。

日立グループは、今後も、3GPP2への参加を通じて1xEV-DOの機能拡張に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 濱口,外:移動体用無線パケット通信技術「1xEV-DO」で実現するブロードキャストサービスとQoS制御機能,日立評論,87,6,549~552(2005.6)
- 2) C.S0024-A Version 1.0, cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification(2004.3)
- 3) X.S0013-0002 Version 1.0, All-IP Core Network Multimedia Domain,IP Multimedia Subsystem Stage 2(2004.2)



注1:44AT(端末数44台/セクタ),45AT(端末数45台/セクタ)

注2:略語説明 RoT(Rise over Thermal)

図5 基地局における受信電力(RoT)の限界から見た回線容量

3GPP2の評価基準により,安定的にシステムを運用するための受信電力は,7 dBを超える確率が1%以下であることと規定されている。端末台数を増やしていくと,曲線は右側にずれ,L型の右側にあふれて,規定の限界に達してしまう。

執筆者紹介



桑原 幹夫

1991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
IEEE会員,電子情報通信学会会員



矢野 正

1990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
情報処理学会会員



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 CDMA開発部 所属
現在,1xEV-DOの開発に従事
電子情報通信学会会員



高取 正浩

1987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 CDMA開発部 所属
現在,1xEV-DOの開発に従事
電子情報通信学会会員