

Technology Reports

定額制時代の大容量・高効率通信を支える技術特集

サービスの高度化と経済化を実現する FOMA 音声ネットワークの IP 化

現在ドコモでは All-IP Network 実現に向けた取組みを進めており、その1つである FOMA 音声サービスを提供する回線交換コアネットワークの IP 化により、ネットワークの大容量化・高効率化に備えるとともに、アクセスネットワークをまたがったサービス継続性の実現、回線交換コアネットワークへの新規サービスの提供など、新たな付加価値の提供も可能となる。

ネットワーク開発部

おおくぼ しげき十
大久保 茂樹

ふるかわ まこと
古川 誠
はぎや のりあき
萩谷 範昭

1. まえがき

ドコモでは、2004年6月にi-modeのパケット定額サービス「パケ・ホーダイ^{*1}」を開始して以降順調に契約数が増加し、2008年3月末時点で1274万契約（FOMA加入者の29%、「パケ・ホーダイフル^{*2}」含む）に至っている。パケ・ホーダイは、データ通信料金の定額プランであるが、最近では音声通信においても一定の条件（家族への国内通信）のもとで定額制が導入されており、今後は音声通信も含めた定額制ビジネスへの対応が必須となっている。

定額制の導入により、i-modeではコンテンツの充実とユーザ数の拡大が相乗効果をもたらしているが、ドコモが将来にわたって定額制ビジネスに対応していくためには、サー

ビスを高度化し付加価値を高め新たな収入源を生み出すことと、ネットワーク（以下、NW）を経済化していくことの両方を満足させる必要がある。これら双方を満たす解決手段の1つがコアNWのIP化である。

本稿では、ドコモがAIPN（All-IP Network）[1][2]に向けてこれまで取り組んできた実績と、さらに次のステップである音声サービスなどを提供しているFOMA音声NW（以下、回線交換コアNW）のIP化について解説する。

2. コアNWのIP化に向けた取組み

ドコモでは、FOMAのサービス開始時点のコアNWをATM（Asynchronous Transfer Mode）^{*3}で構築した[3]が、その後段階的にIP化を

進めてきている（図1）。

2.1 コアNWの回線／パケット分離

FOMAサービス開始当初は音声トラフィックが主流であり、かつATM技術を採用することでさまざまな品質を要求するマルチメディアトラフィックを効率的に伝送可能であったため、音声／パケットトラフィックともに統合ATM交換機での処理を行っていた。しかしながらFOMAサービス開始後のパケットトラフィックの爆発的な増加に伴い、2004年にパケットトラフィックをより効率的に処理可能なIPベースのxGSN（serving/gateway General packet radio service Support Node）^{*4}[4][5]、およびIPバックボーン[6]を導入し、回線交換コ

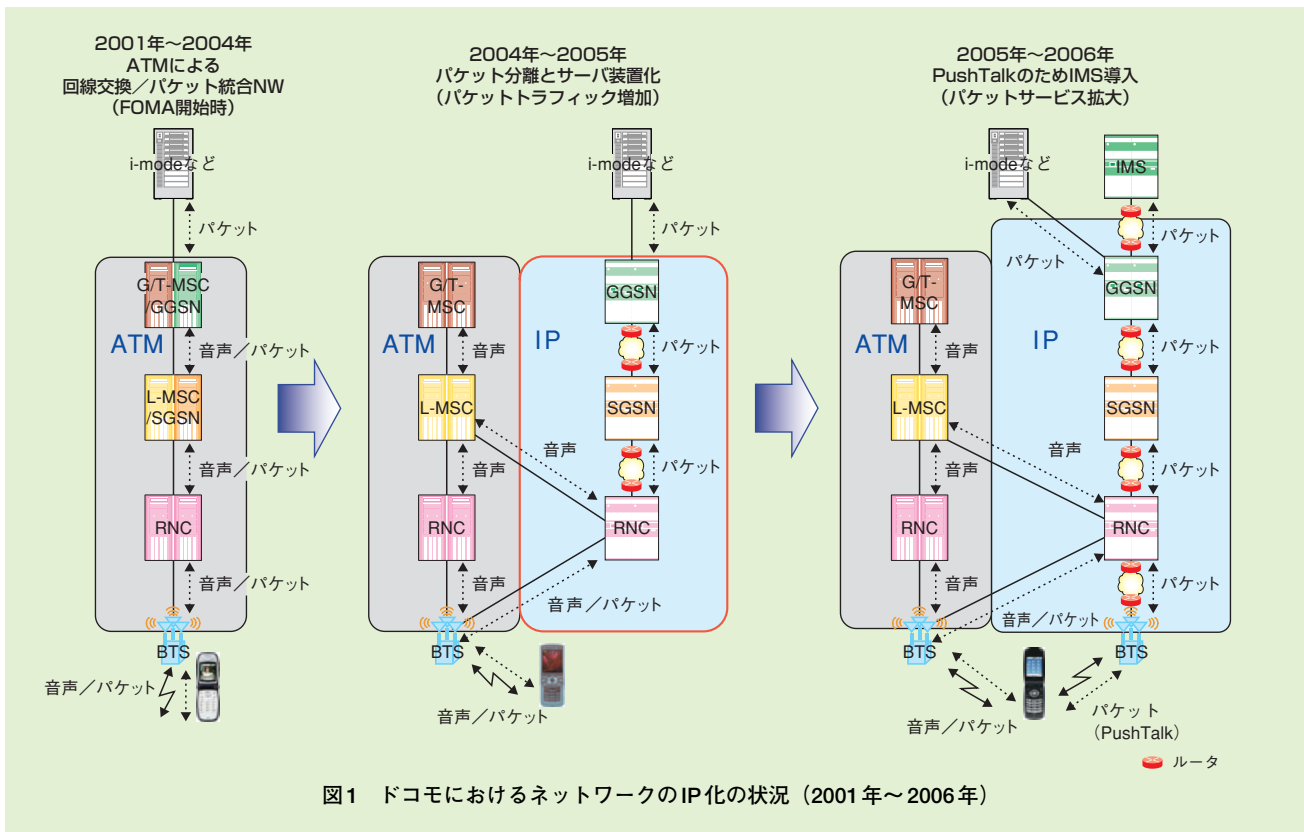
† 現在、ネットワークテクニカルオペレーションセンター

*1 パケ・ホーダイ：ドコモのi-mode向け定額サービス。

*2 パケ・ホーダイフル：i-modeからのPC向けサイト閲覧も可能にしたドコモの定額サービス。

*3 ATM：セルと呼ばれる固定長のフレームを逐次転送する通信方式。

*4 xGSN：FOMAネットワークにおけるパケット通信処理装置。3GPP上規定されているSGSN機能とGGSN機能の両方を有する装置。



アNWとパケットコアNWの分離を行った。

2.2 IMSの導入

2005年にはPushTalkサービスを提供するためIMS (IP Multimedia Subsystem)^{*5}[7]を導入した。PushTalkサービスは音声コミュニケーションとして従来の1対1通信ではなく半二重型の1対多通信と、ユーザグループ管理、プレゼンス登録、閲覧などのサービスおよびそれらを同時に利用する(会話をしながらユーザのプレゼンス情報を確認する)機能などを提供している。IMSは、パケットNW上で音声やデータ通信などのさまざまなマルチメディア

サービスを提供することが可能なため、PushTalkサービスには最適なシステムである[8]。

3. 回線交換コアNWにおけるIP化のシナリオ

3.1 IP化の要求条件

移動通信において、音声サービスは今後もキーとなるサービスの1つである。コアNWを円滑にAIPNにマイグレーションさせるためには、AIPNでも音声サービスを提供可能とすることが必須であることから、ドコモは次のステップとして回線交換コアNWのIP化の開発に取り組んでいる。回線交換コアNWをIP

化するにあたり、重要な要求条件を3つ考えている。

- ①定額制によるトラフィック増にも柔軟かつ低コストで対応可能な経済的NW
定額制が本格的に普及すると、トラフィックの増大に伴いNW設備の増設が見込まれるが、その反面定額制を前提とするとNWのさらなる経済化が重要である。同時に近年の環境問題への対応としてエコロジー面での対策も必須の条件である。
- ②多様なアクセスNWの拡大にもサービス性を容易に継続可能なNW
2G (2nd Generation) から

*5 IMS : 3GPPで標準化された、固定電話NWや移動体通信NWなどの通信サービスを、IP技術やインターネット電話で使われるプロトコルであるSIPで統合し、マルチメディアサービスを実現させる通信方式。

3G (3rd Generation) へのマイグレーションなどのようにアクセスNWが変わるとき、従来のNWにおいては各NWで独立にサービス提供されているため、ユーザがアクセスNWの違いを意識し独立した形態でサービスを利用するしかなかった。しかし、ユーザの利便性を実現しつつ効率的にサービス提供アクセスNWを拡大していくためには、ユーザがさまざまなアクセスNWから共通的にサービスを利用できること、アクセスNW間を移動しても同じサービスを利用し続けられることが重要である。そのためには、NWは複数アクセスNW間で呼/サービス制御を共通化する必要がある。

③IPベースでの新たなサービスに柔軟に対応可能なNW

IM (Instant Messaging)^{*6}、プレゼンスに代表されるIPベースのサービスを効率的かつ迅速に提供することや、基本的なサービスにとどまらずそれらを発展させたサービスを実現することが重要である。

3.2 マイグレーションアプローチ

回線交換コアNWをIP化する実現方法として、MSC (Mobile Switching Center) server^{*7}[9]とIMSというアプローチがある。いずれもレガシーな交換機と比較すると、経済化を見込むことができ、要求条件①を満たせる。MSC server

については広く世界中で利用されつつあるため、現状レガシーな交換機にてサービス提供を行っているオペレータは、まずMSC serverにマイグレーションすることが一般的である。しかしMSC serverは、3Gの回線交換用アクセスNWに特化したアーキテクチャとなっているため、要求条件②については満たすことができない。それに対し、IMSはアクセスNWとは独立しているため、複数のアクセスNW上で共通的に呼/サービス制御を行うことが可能である。また要求条件③に関して、MSC serverではCAP (CAMEL Application Protocol) を使ったサービス用インタフェースが定義されているが、IMSにおいてはより汎用的なSIP (Session Initiation Protocol) を使ったISC (IMS Service Control) インタフェースも選択でき、より広い範囲でアプリケーションサーバ (AS: Application Server) を適用することが可能となり、より高いサービス発展性を見込むことが可能である。

これらの理由から、ドコモはレガシー交換機の回線交換コアNWから、IMSを用いて音声トラフィックを制御・伝送するIPベースのコアNWへのマイグレーションを選択した。

4. CS-IP NWの実現

4.1 基本的な方針

FOMAの回線交換コアNWは4400万人ものユーザがすでに利用しているNWである。大規模なIPベースの回線交換コアNW (以下、

CS-IP NW: Circuit Switched over-IP NetWork) に円滑にマイグレーションするために、次の3点を重要な実現方針とした。

- ①ユーザが既存の移動端末をそのまま利用可能であること
- ②FOMA音声サービスを継承し、ユーザにサービス面で影響を与えないこと
- ③他オペレータのNWに影響を与えないようにすること (FOMAと同様のローミングインタフェースを継承すること)

4.2 実現方式

(1)CS-IP NWアーキテクチャ

CS-IP NWを実現するためのアーキテクチャを図2に示す。

4.1節①の方針に従うため、既存のRAN (Radio Access Network) および移動端末とのインタフェースは完全に継承しつつ、IMSと接続するための機能が必要となる。その機能をCS-GW (Circuit Switching - Gateway) [10][11]として配備する。CS-GWはC-Plane (Control-Plane)^{*8}に関して移動端末からのCC (Call Control), MM (Mobility Management) といった従来のFOMAと同じ信号プロトコルを終端し、SIPに変換し、IMSで基本呼制御機能を提供するCSCF (Call and Session Control Function) とインターワークする能力をもつ。またU-Plane (User-Plane)^{*9}に関しては既存RNCからのATMインタフェースを終端しIPに変換する能力を保持する。つまり3G回線交換用ア

*6 IM: ネットワーク上のユーザに対し、ユーザがメッセージを送ることができるサービス。

*7 MSC server: 3GPP Release4で定義された音声サービス提供サーバ、3G音声サービス提供時にC-Plane (*8参照) 処理を

実施する。

*8 C-Plane: 制御プレーン。通信を確立などするためにやりとりされる、一連の制御処理をさす。

*9 U-Plane: ユーザプレーン。ユーザデータの送受信処理をさす。

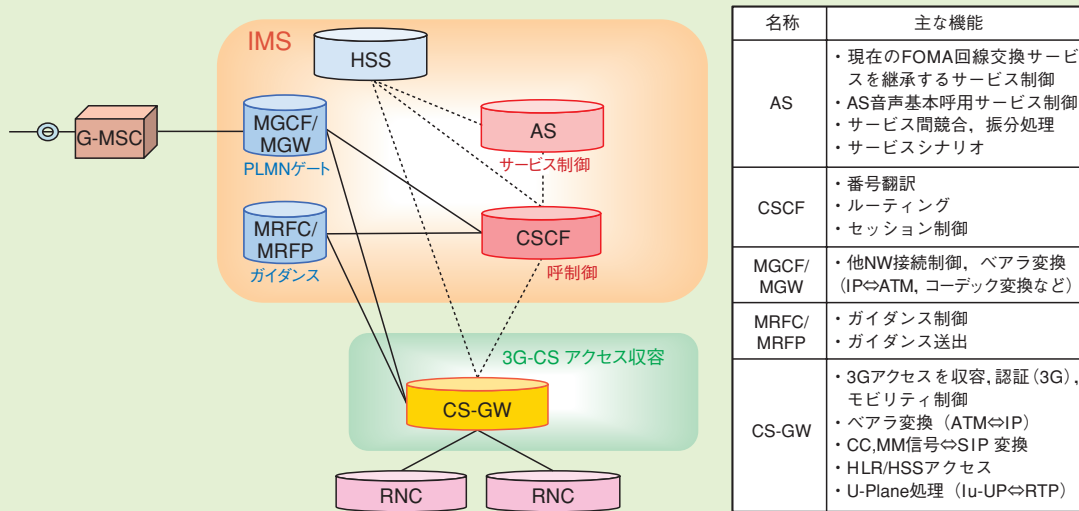


図2 CS-IP NW構成

アクセスNW特有の機能はCS-GWで吸収される。その他4.1節②, ③の方針を実現するため、ローミングを含む既存FOMAサービスを継承した制御機能を提供可能なAS, ガイダンス制御機能をもつMRFC/MRFP (Media Resource Function Controller/ Media Resource Function Processor), および既存STM/ATM NWとの接続機能をもつMGCF/MGW (Media Gateway Control Function/ Media GW) をそれぞれ配備する。IMSを適用することにより、3G回線交換以外のアクセスNW上でサービス制御を行うことも将来的には可能である。

(2)IPバックボーン

CS-IP NWの伝送をつかさどるIPバックボーンは、Diffserv (Differentiated services)^{*10}によりCS-IP用パケットの優先度づけを行い、そ

れに応じたパケット処理を実施する。また、回線交換コアNW並みの信頼性を確保するために、ルート障害時にはFast-Reroute^{*11}機能により、迂回ルートへの高速切替えを実現する。

(3)帯域管理

IPバックボーンの各エッジルータの通信中带域を管理することで、生じた呼に必要な帯域を確保することが可能である。また帯域が残り少なくなった場合はアドミッション制御により呼の受付を規制する。

4.3 NWの経済化

CS-IP NW導入により、以下のような経済化をねらっている。

- ・各装置への汎用ハードウェア (aTCA (advanced Telecom Computing Architecture)^{*12}プラットフォーム) の採用による設備コスト

- ・保守運用コストの削減
- ・IP化によるNWのフラット化、中継装置の削減 (図3)

またレガシーな交換機と比較し電力量の40%程度の削減効果が見込めるため、エコロジー面の貢献も期待できる。

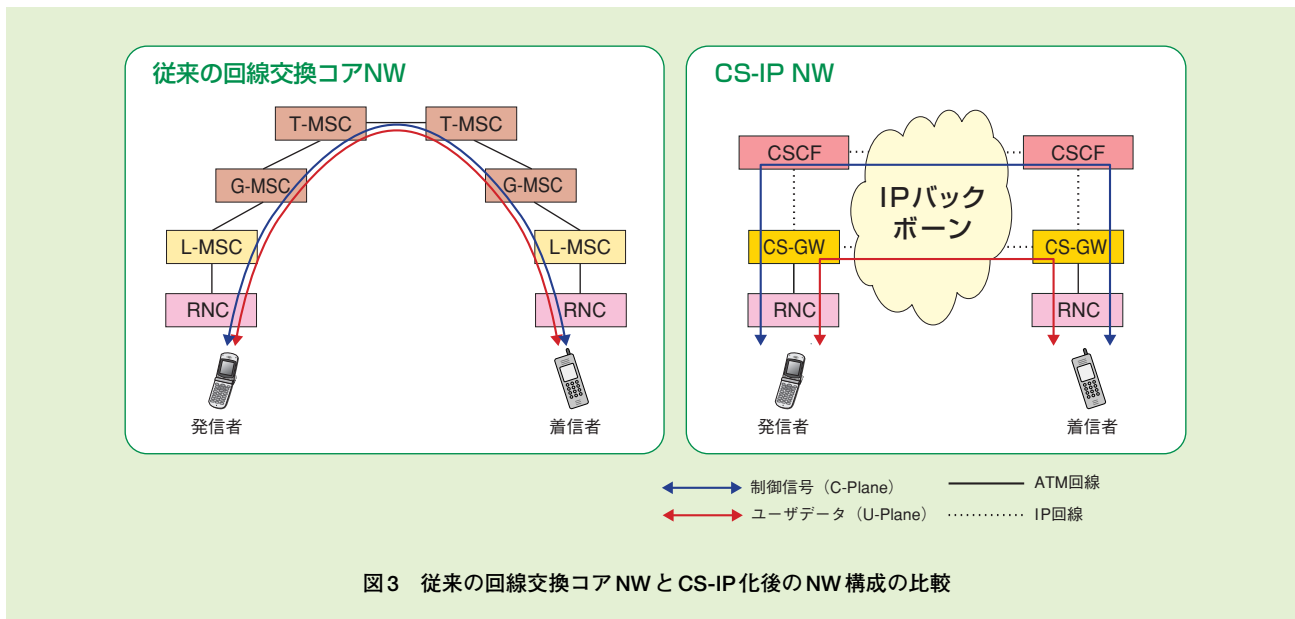
4.4 マイグレーション上の懸念点および解決機能

CS-IP NWを導入するためにはATM交換機による既存の回線交換コアNWを徐々に置き換えていく必要があるため、マイグレーション期間にはCS-IP NWと既存の回線交換コアNWとの混在期が存在する。ただし既存の回線交換コアNWとIMSで方式が異なる部分もあり、異なる2方式が同時期に回線交換コアNW内に存在することで考慮すべき課題

*10 Diffserv : さまざまなトラフィックが混在するIP NW上を流れるさまざまなデータの種類に応じたサービス (QoS: Quality of Service) を提供するための技術。

*11 Fast-Reroute : MPLS (Multi-Protocol Label Switching) NWにおいて通信経路に障害が発生した場合、高速かつ自動的に通信経路の迂回を行い、トラフィックを転送する技術。

*12 aTCA : PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) が策定したキャリア (通信事業者) 向け次世代通信機器の業界標準規格。



がある。一例として、IMSと従来の回線交換コアNWの大きな違いとしてサービス制御の発着機能分担の違いが挙げられる[12]。具体的には、従来のATM交換機などによる回線交換コアNWにおいては発側MSCで着側のサービス制御（例えば着信転送制御など）も行っていたのに対し、IMS NWにおいては着側CSCFとASにてサービス制御を行うことになる。

CS-IP NWへのマイグレーション期間にはこの違いを考慮した制御方式が必要である。つまり、発側がCS-IP NWで着側が従来の回線交換コアNWの場合、従来NW側では着側サービスが起動されないことになる。このため、発側のCS-IP NW側では着側が従来NWかどうかを判定する能力と、従来NWの場合に発側のCS-IP NWで着側サービス制御を実施する必要がある。

5. サービスの発展

今後IMSサービスを発展させていくためには、サービス制御を実施するAS機能を拡充する必要があり、多種多様なAS機能を円滑に導入するためには、CSCFがISCインタフェースをサポートし、新規ASを容易に接続可能としておくことがまずは重要である。CS-IPにおいても基本呼制御を実施するCSCFと、サービス制御を実施するASは、ISCインタフェースを経由して機能を分離しており、対応したアーキテクチャとなっている。

今後CS-IP NWの次のステップとして、新たなAS機能の導入ならびに音声サービスとも組み合わせた連携サービスの提供、また他のアクセスNWにも順次IMSによるサービス提供拡大(図4)などを行ってサービスの発展を図っていきたい。

6. あとがき

本稿では、ドコモのコアNWにおけるIP化の取組みと、次のステップである回線交換コアNWのIP化について解説した。今後は回線交換コアNWのIP化の実現に向けて、開発・導入を進める予定である。

文献

- [1] 藪崎, ほか: “モバイルネットワーク All-IP化特集—モバイルとインターネットの融合を目指して—,” 本誌, Vol.10, No.4, pp.6-34, Jan. 2003.
- [2] Chris, ほか: “3GPPにおけるAll-IP Networkの標準化動向,” 本誌, Vol.14, No.1, pp.85-91, Apr. 2006.
- [3] 尾上, ほか: “IMT-2000サービス特集 (1) 技術概要,” 本誌, Vol.9, No.2, pp.19-26, Jul. 2001.
- [4] 坂口, ほか: “FOMA コアネットワーク回線/パケット交換分離技術,” 本誌, Vol.13, No.2, pp.51-57, Jul. 2004.
- [5] 森川, ほか: “FOMA コアネットワークパケット処理ノードxGSNの開発,”

	IPベースNW	AIPN
ねらい	・NWコストの低減	・サービスの多様化，発展 ・複数無線アクセス収容への対応（利便性向上，コスト低減）
高度化施策	・汎用サーバなどによる IPベース装置導入	・IMS導入によるアクセス統合制御 ・シームレスサービス継続制御

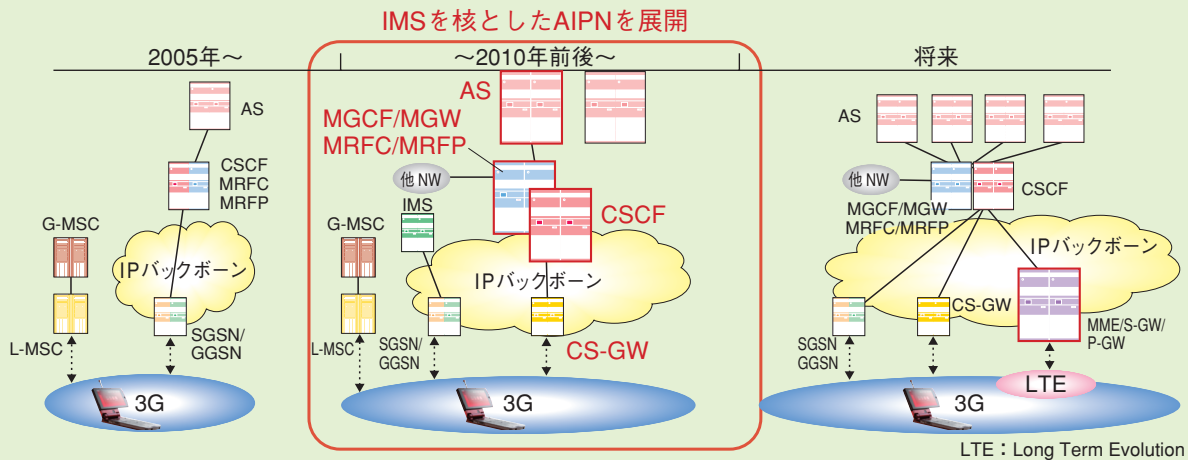


図4 AIPNマイグレーション

- 本誌, Vol.12, No.3, pp.33-41, Oct. 2004.
- [6] 大崎, ほか: “IPルータ網”の構成技術—L2/L3統合VPNバックボーンの概要—, 本誌, Vol.12, No.1, pp.57-63, Apr. 2004.
- [7] 3GPP TS23.228: “IP Multimedia Subsystem (IMS)”
- [8] 吉田, ほか: “PushTalkサービスのシステム開発,” 本誌, Vol. 13, No.4, pp.6-13, Jan. 2006.
- [9] 3GPP TS23.205: “Bearer-independent circuit-switched core network”
- [10] 曾瀬 徹, 三木 睦丸, 中村 寛: “CSネットワークを統合したIMS呼処理基盤の提案,” 電子情報通信学会, B-6-56, 2007.
- [11] 朝生 雅人, 曾瀬 徹, 楠瀬 賢也: “CS

ネットワークを統合したIMS基本呼処理方式,” 電子情報通信学会, B-6-57, 2007.

[12] 芝原 知樹, 山本 隆, 松本 徹也: “CS

ネットワークを統合したIMS付加サービス制御方式,” 電子情報通信学会, B-6-58, 2007.

図中用語一覧

AS : Application Server	MGW : Media GateWay
BTS : Base Transceiver Station	MME : Mobility Management Entity
CSCF : Call and Session Control Function	MRFC : Media Resource Function Controller
CS-GW : Circuit Switching-GateWay	MRFP : Media Resource Function Processor
G/T-MSC : Gateway/Transit - Mobile Switching Center	P-GW : PDN GateWay
GGSN : Gateway General packet radio service Support Node	RNC : Radio Network Controller equipment
IMS : IP Multimedia Subsystem	SGSN : Serving General packet radio service Support Node
L-MSC : Local - Mobile Switching Center	S-GW : Serving GateWay
MGCF : Media Gateway Control Function	