

FOMA コアネットワーク 回線/パケット交換分離技術

ドコモネットワークのALL-IP化に向けた取組みの一環として、回線/パケット統合ATM交換機（MMS）のパケット交換部を分離し、IP網と接続可能な装置を開発した。

さかぐち たくじ こやま だいすけ
坂口 拓史 古山 大輔
なかもち りょうすけ いまむら すずむ
中道 亮輔 今村 丞

1. まえがき

FOMA（Freedom Of Mobile multimedia Access）をはじめとするモバイルインターネットを取り巻く環境は、iモードに代表される非音声系サービスを中心に拡大しており、今後、さらに増大するIP（Internet Protocol）トラフィックを効率的かつ柔軟に制御するための最適な網構築が必要である。ドコモの研究開発においてはこれらを解決する1つの手段として、網のALL-IP化を検討しており、第3世代以降の網としてIPをベースとした網の革新に取り組んでいる。

このような網のALL-IP化という将来構想を実現するための第1ステップとして、IPをベースとしたパケット呼を専用で処理するパケット処理ノードのFOMAコアネットワークへの適用がある。

現状のFOMAコアネットワークにおいては、回線/パケット（回・パ）交換統合の非同期転送モード（ATM：Asynchronous Transfer Mode）交換機であるMMS（Mobile Multimedia switching System）を採用しており、ATM交換型仮想チャネル（ATM-SVC：Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel）網で構成されている。加入者階梯（LMMS：Local Mobile Multimedia switching System）と無線ネットワーク制御装置（RNC：Radio Network Controller）の間の規定点であるIu点においてもコアネットワーク同様、ATM-SVC網で構成されている。一方、パケット処理ノードのインタフェースはIPベースであり、ATM-SVCに対応していない。よって、MMSをパケット処理ノードに接続するためには、MMSに新たにインタフェースを変換する必要がある。また、FOMA商用サービスを中断することなくIP化の移行を完了する必要がある。オンラインにてパケット処理部を分離する移行方法を確立しなければならない。

本稿では、上記の背景を踏まえ、サービスを中断するこ

となくオンラインでMMSからパケット処理部を分離し、パケット処理ノードと接続するための移行方法、そしてMMSにおいて新規に開発したIP多重装置を中心に説明し、将来のIPをベースとしたコアネットワークの基盤技術について述べる。

2. パケット処理ノードと接続するための移行方法

2.1 PS分離網

現状のFOMA網は図1に示すとおり回・パ交換統合のATM網で構成されている。パケット呼は、無線基地局装置(BTS：Base Transceiver Station)からRNCおよびLMMS、関門階梯(GMMS：Gateway Mobile Multimedia switching System)、中継階梯(TMMS：Transit Mobile Multimedia switching System)を経由し、iモードサーバなどへ届けられる。図2に本開発で目指したLMMSからパケット呼を分離し、パケット処理ノードを接続した状態の網構成を示す。この構成をPS(Packet System)分離網と呼ぶ。この構成におけるパケット呼の転送経路は、LMMSからパケット処理ノードを介しIPルータ網を経由しiモードサーバへ接続する形(図2の破線)となり、図1に比べて効率的な経路であることが分かる。

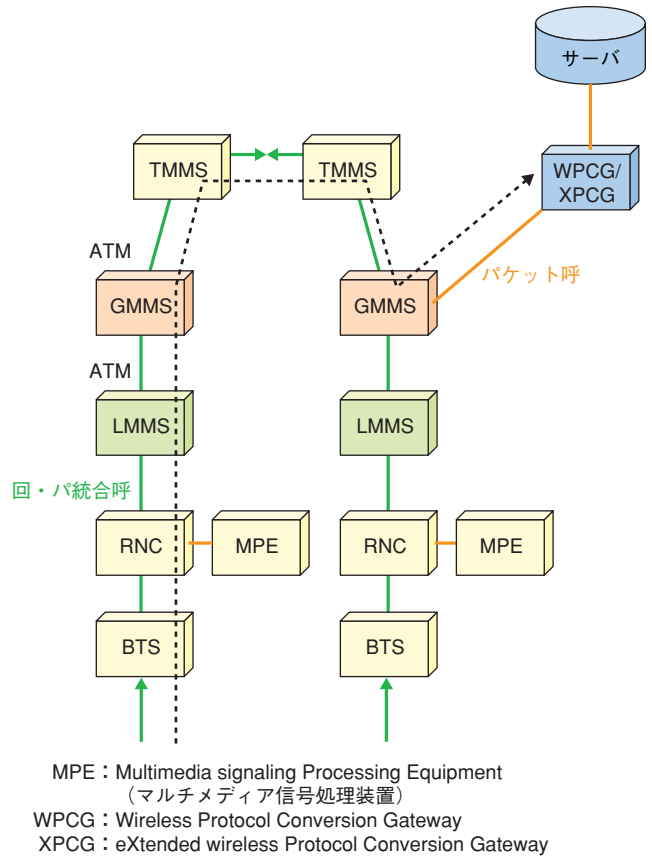


図1 回線/パケット統合網

2.2 伝送方式における問題点

FOMAコアネットワークはLMMSとGMMSによって構成され、パケット通信を行う場合には制御信号を送受する部分であるC-Plane(Control Plane)によって、LMMSとGMMSの間にユーザパケットを転送するためのGTP(General packet radio service Tunneling Protocol)パスが張られ、そのパス上でユーザパケットの送受信が行われる。GTPパスが張られる様子を図3に示す。GTPは各ユーザのIPパケットをFOMA網上で透過的に転送するためのプロトコルであり、LMMSとGMMSではGTPを終端する機能を具備している。

接続ごとに決められるGTPパスの識別子のTEID(Tunnel Endpoint Identifier)がGTPヘッダに設定される。FOMA網ではATMヘッダの識別子である仮想チャネル識別子(VCI :

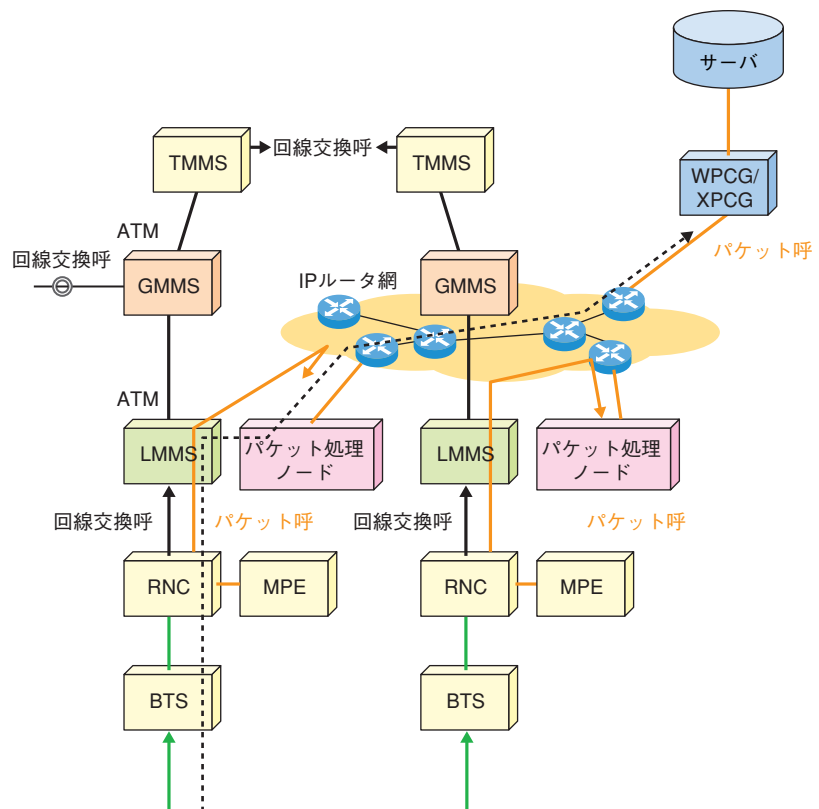


図2 PS分離網

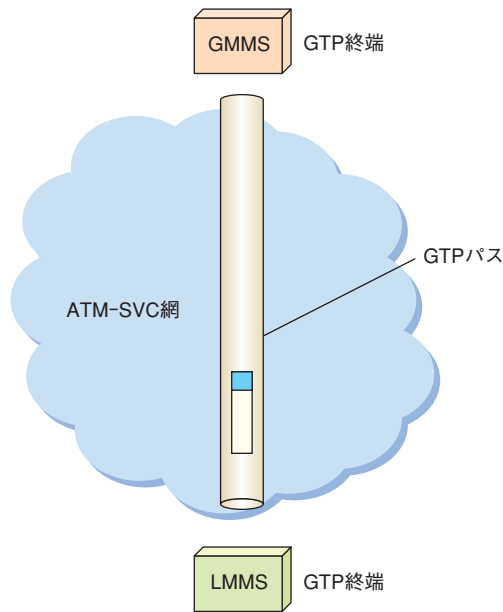


図3 コアネットワーク

Virtual Channel Identifier) によりパケットを転送する。

ユーザパケットが指定した宛先に転送されるように、FOMA網ではユーザパケットを送受する部分であるU-Planeの伝送方式としてATM-SVCを採用している。パケット通信を行う場合はLMMSとGMMS間で接続ごとにATM-SVCパスが張られ、そしてATM-SVCパス内にGTPパスが張られる。

ところで、パケット処理ノードの伝送方式はIPベースであり、ATM-SVCによるルーチング機能を具備していないため、伝送方式の違いから接続することができないという問題がある。よって、ATM-SVCとIPの変換機能の開発が必要となった。後の第3章で述べる新規開発装置を適用することにより、これらの問題が解決され、IPルータ網と接続することが可能となる。

2.3 移行時の問題点

FOMA網では、1ユーザ当りのトラフィックが少ないときに効率的に1チャンネルを複数ユーザでシェアしている共通チャンネル（CH：Common cHannel）状態のユーザが、パケット通信を行いながら他のLMMS配下に移動した場合でも、GMMSは移動先LMMSへ回線の再設定を行うことにより、サービスを中断なく継続して提供している。この機能をリロケーションと呼ぶ（図4）。GTP終端装置として、LMMSにはPSU（Packet Subscriber Unit）が、GMMSにはPGU（Packet Gateway Unit）がある。リロケーションの起点をGMMSのPGUとし、回線は再設定される。

ところで、回・パ交換統合のATM網からPS分離網のバ

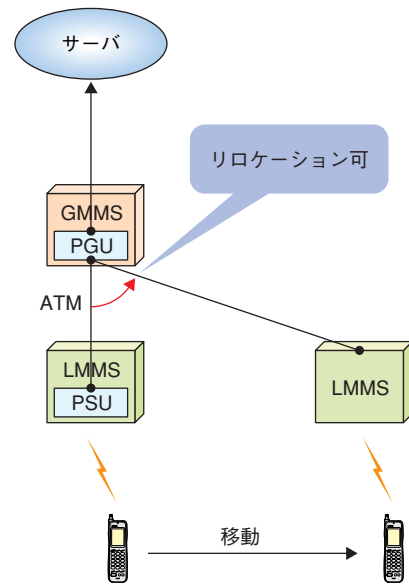


図4 リロケーション

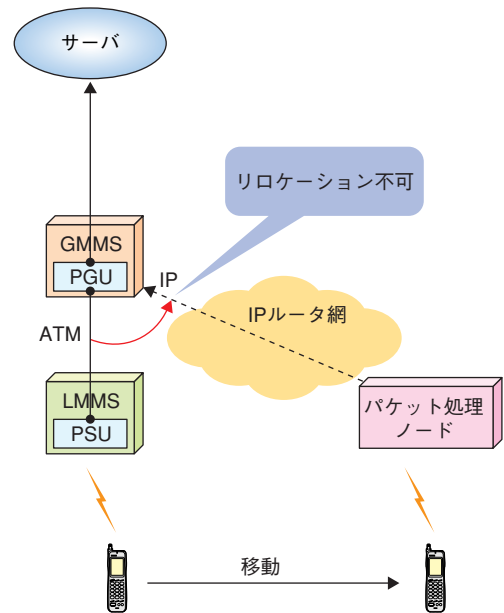


図5 PS分離移行時の問題点

ケット処理ノードへ切り替えると、ATM網での在圏とパケット処理ノードでの在圏とのリロケーションができないという問題がある。この問題は図5に示すように、起点となるATM-SVCインタフェースを持つGMMSとIPインタフェースを持つパケット処理ノードのインタフェースが、それぞれ異なることに起因する。この問題を解決するためには図6に示すように、PS分離する前にLMMSからGMMSへのパケット用の回線をすべてIPルータ網経由にするための状態を設けることが有効である。この状態により、GMMSのIP変換機能を具備したGTP終端装置であるIPGU（Internet protocol router network Packet Gateway Unit）を起

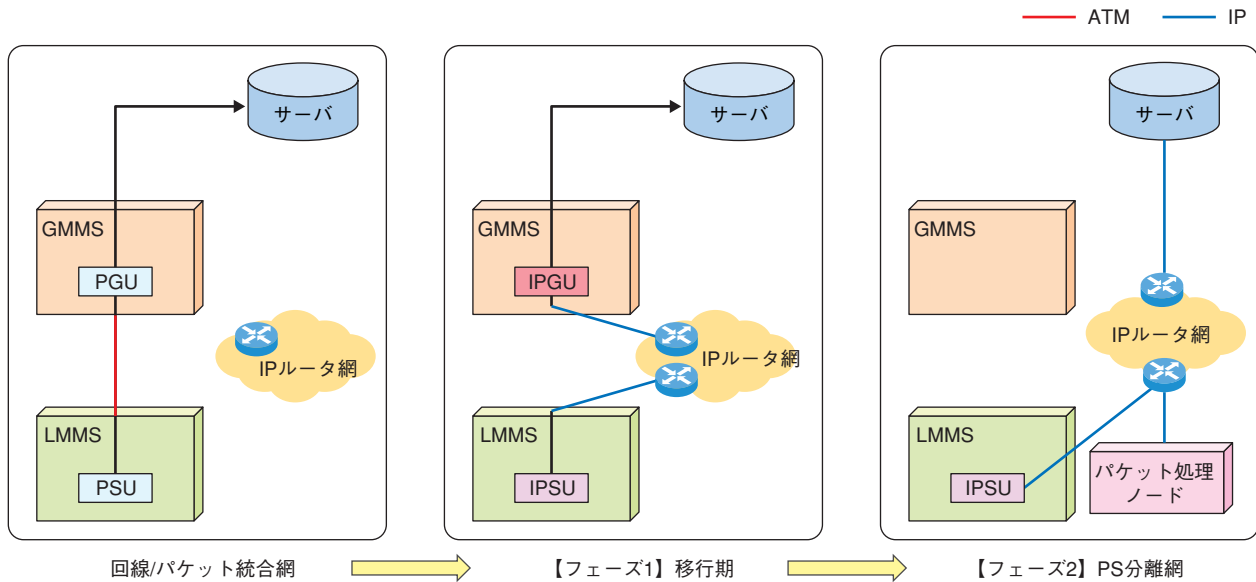


図6 PS分離へのマイグレーション

点としたリロケーションが可能となり、課題が解決される。本稿では、この移行期をフェーズ1と呼び、またすべてのパケット呼がGMMSから分離されLMMSからパケット処理ノードへ接続される構成（PS分離網）をフェーズ2と呼ぶこととする。

3. システム構成

3.1 システム全体構成

フェーズ1におけるLMMSとGMMSの詳細な接続形態を図7に示す。LMMSのU-Plane（User-Plane）装置であるIPSU（Internet protocol router network Packet Subscriber Unit）とGMMSのU-Plane装置であるIPGU、およびC-Plane装置であるISIG（Internet protocol router network SIGnaling processing unit）が新規開発装置である。SIG（SIGnaling processing unit）とはATM網で使用されるC-Plane装置である。AR（Access Router）は汎用装置であり、

IPルータ網とLMMSまたGMMSとの中継を行う。ALU（Asynchronous transfer mode Line Unit）は、ユーザデータや制御信号などの転送用ATM回線インタフェース部である。また、赤実線はU-Planeの経路を示し、青点線はC-Planeの経路を示す。

3.2 IPルータ網との接続機能

(1) IPSU装置／IPGU装置（U-Plane装置）

IPSU装置とIPGU装置はGTP終端機能を具備しGTPの識別子であるTEIDの書換えを行う装置である。また、図8に示すようにARの物理レイヤはATM固定接続型仮想チャネル（ATM-PVC：Asynchronous Transfer Mode-Permanent Virtual Channel）であるため、IPSU装置／IPGU装置ではATM-SVCからATM-PVCへの変換機能が必要である。

FOMA網とIPルータ網の伝送方式を変換する機能を図

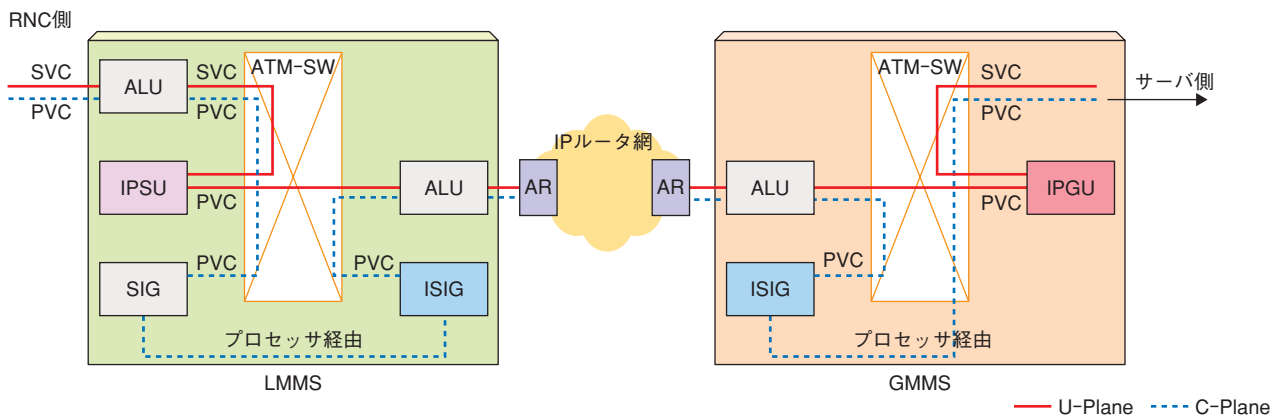


図7 システム構成

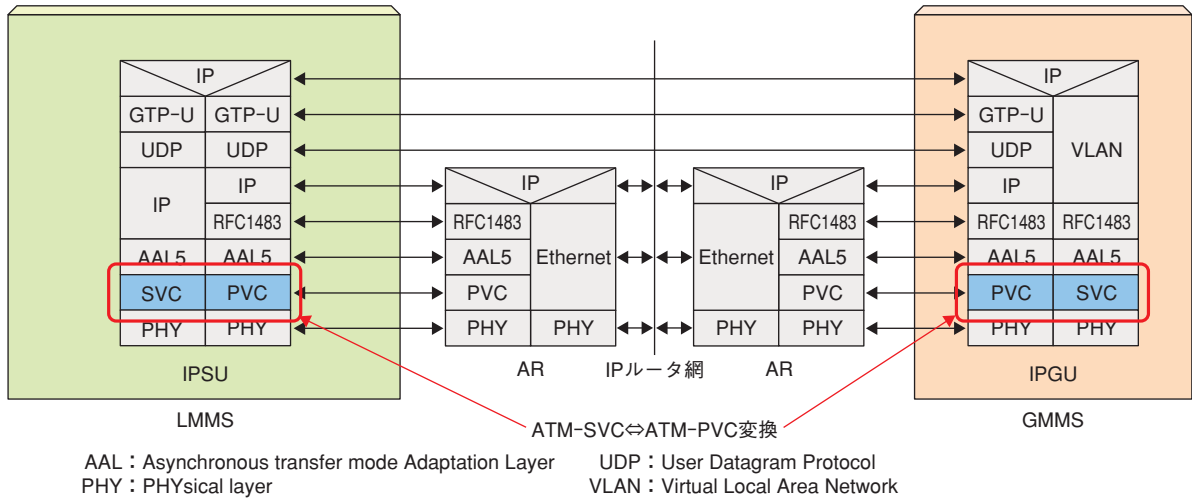


図8 U-Planeプロトコルスタック

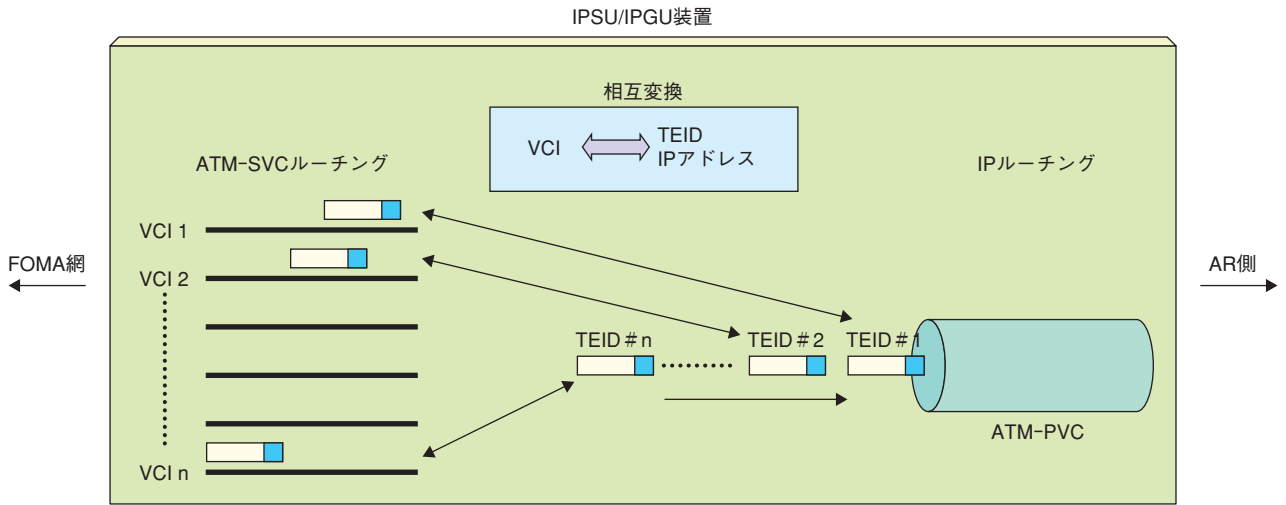
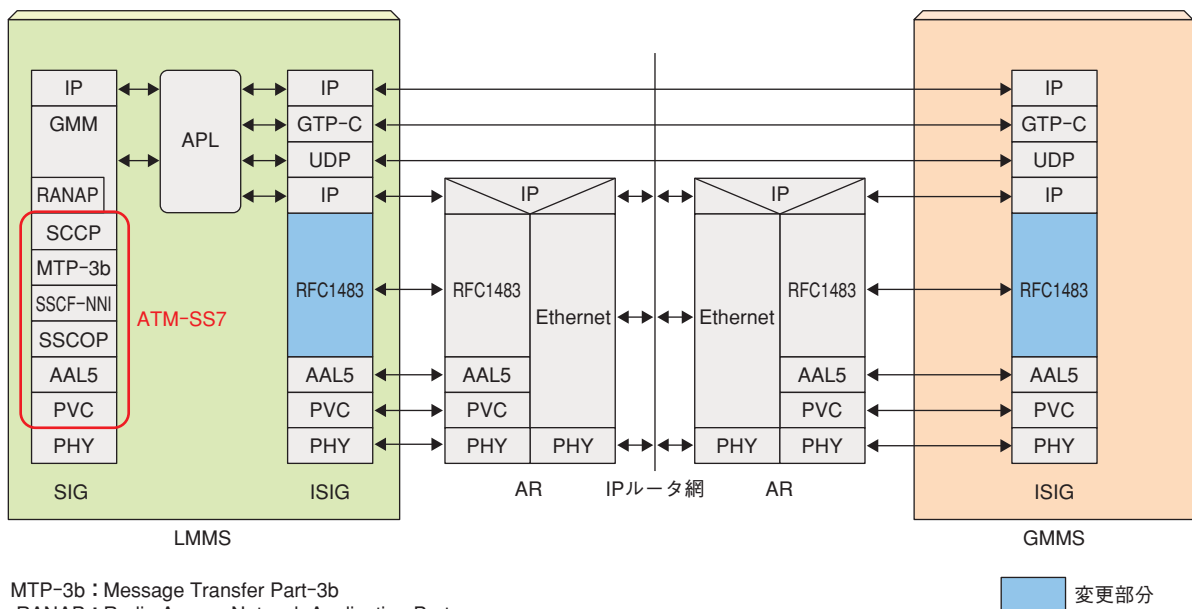


図9 U-Plane処理



MTP-3b : Message Transfer Part-3b
 RANAP : Radio Access Network Application Part
 SCCP : Signaling Connection Control Protocol

図10 C-Planeプロトコルスタック

9に示す。FOMA網側から送信される個々のパケットは、VCIによりユーザ識別される。この識別されたパケットは対応するIPアドレスとTEIDを割り当てられた後、AR側へ転送される。逆にAR側から送信されたパケットはIPアドレスとTEIDから宛先を識別し、対応したVCIに送信される。これらが伝送方式を変換する機能であり、MMSとパケット処理ノードとの接続が可能となる。

(2) ISIG装置 (C-Plane装置)

C-Planeのプロトコルスタックを図10に示す。FOMA網のC-PlaneではATM-SS7により、ルーチングしているが、IPルータ網側では、IPを基にルーチングを行っている。したがって、IPルータ網からのC-Planeを処理するためには、伝送方式を変換する必要がある。

今回開発したISIG装置は、既存SIG装置に対するハードウェア改造を行うことで、サービス依存部コネクション型プロトコル (SSCOP: Service Specific Connection Oriented Protocol) /SSCF-NNI (Service Specific Coordination Function-Network Node Interface) の処理部分をRFC (Request For Comments) のRFC1483 (Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer5) へ変更することにより実現した。

4. 経済化施策

(1) 同時接続数の向上

IPルータ網との接続機能としてATM-SVCとIPの変換機能が必須条件であったが、この変換機能を応用することにより、同時接続数の向上をも実現した。IPSU装置/IPGU装置のメモリ管理イメージを図11に示す。既存のPSU装置/PGU装置では、入力側/出力側ともにATM-SVCパスであるため、同数のパスが設定される。ここでは最大接続パス数をNパスとする。一方、IPSU/IPGUではIP網側がATM-PVCパスであるため、IPパケットは1パスに多重され送信されることになる。つまりIP網側ではメモリがN-1パス分余っている状態となる。この残

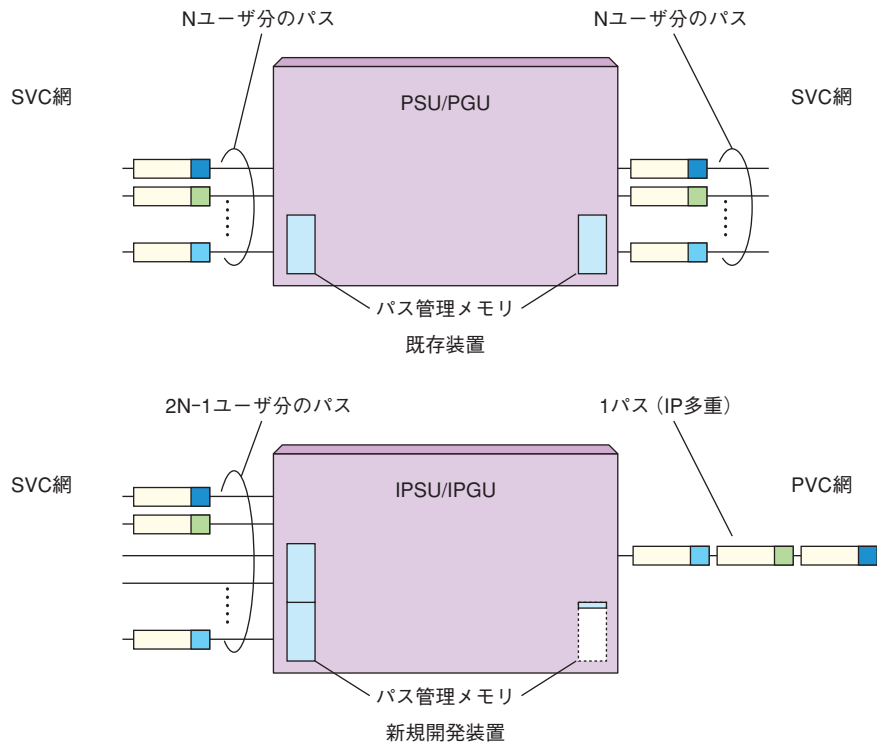


図11 同時接続数の向上

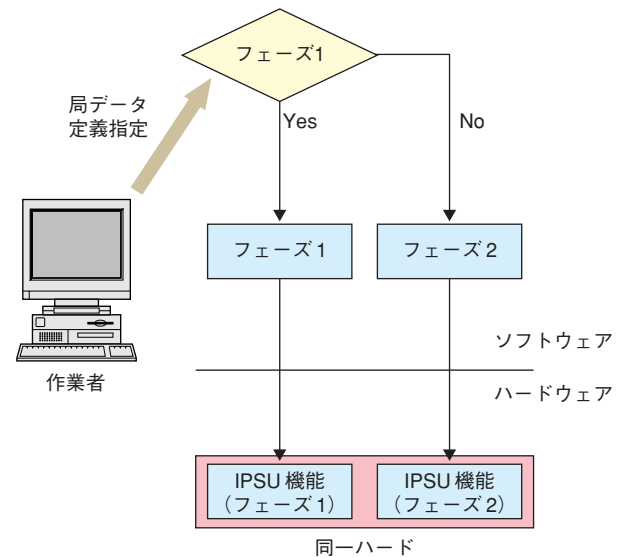


図12 局データ定義による複数装置の実現

りのメモリをFOMA網側に管理を移すことにより、同時接続数を2N-1パス分、約2倍に増加する。その結果、装置数が約半分に削減される。

(2) 局データ定義による装置変更

IPSU装置はフェーズ1とフェーズ2の両方において必要であるが、機能は別である。フェーズ1ではIPSU装置がGTPを終端するが、フェーズ2ではパケット処理ノードがGTPを終端する。つまりフェーズ1ではGTPヘッダ

の変換を行うが、フェーズ2ではGTPヘッダの変換を行わずに送信する。このように本来異なる機能を持つ装置であるが、局データ定義により1つの装置が2つの装置の機能をまかなうことで、開発の効率化を図っている。同一ハードウェアにおいて2種類の機能を実現しているイメージを図12に示す。

5. あとがき

本稿では、第4世代に先駆けた検討としてFOMAコアネ

ットワークのIP化を目的に、オンラインでMMSからパケット処理部を分離し、かつパケット処理ノードと接続するための移行方法、そしてMMSにおいて新たに開発したIP多重装置について説明した。本技術によりパケット処理ノードの適用（フェーズ2）が可能となり、FOMAコアネットワークを発展させることができる。今後は、より経済的かつ柔軟な網の実現に向け、さらなる新技術の検討を行っていく。

用語一覧

AAL : Asynchronous transfer mode Adaptation Layer	MTP-3b : Message Transfer Part-3b
ALU : Asynchronous transfer mode Line Unit	PGU : Packet Gateway Unit
AR : Access Router	PHY : PHYsical layer
ATM : Asynchronous Transfer Mode (非同期転送モード)	PS : Packet System
ATM-PVC : Asynchronous Transfer Mode-Permanent Virtual Channel (ATM 固定接続型仮想チャネル)	PSU : Packet Subscriber Unit
ATM-SVC : Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel (ATM 交換型仮想チャネル)	RANAP : Radio Access Network Application Part
BTS : Base Transceiver Station (無線基地局装置)	RFC : Request For Comments
CH : Common cHannel (共通チャネル)	RNC : Radio Network Controller (無線ネットワーク制御装置)
C-Plane : Control-Plane	SCCP : Signaling Connection Control Protocol
FOMA : Freedom Of Mobile multimedia Access	SIG : SIGnaling processing unit
GMM : General packet radio service Mobility Management	SSCF-NNI : Service Specific Coordination Function-Network Node Interface
GMMS : Gateway Mobile Multimedia switching System (関門階梯)	SSCOP : Service Specific Connection Oriented Protocol (サービス依存部コネクション型プロトコル)
GTP : General packet radio service Tunneling Protocol	TEID : Tunnel Endpoint Identifier
IP : Internet Protocol	TMMS : Transit Mobile Multimedia switching System (中継階梯)
IPGU : Internet protocol router network Packet Gateway Unit	UDP : User Datagram Protocol
IPSU : Internet protocol router network Packet Subscriber Unit	U-Plane : User-Plane
ISIG : Internet protocol router network SIGnaling processing unit	VCI : Virtual Channel Identifier (仮想チャネル識別子)
LMMS : Local Mobile Multimedia switching System (加入者階梯)	VLAN : Virtual Local Area Network
MMS : Mobile Multimedia switching System	WPCG : Wireless Protocol Conversion Gateway
MPE : Multimedia signaling Processing Equipment (マルチメディア信号処理装置)	XPCG : eXtended wireless Protocol Conversion Gateway