

# MMSにおけるFOMA国際ローミング用パケット処理装置

FOMAパケット国際ローミングサービスの実現にあたり、ドコモのATM-SVC網とパケット中継事業者のIP網との方式変換を行うため、FOMA交換システムであるMMSに搭載可能な変換装置を開発した。

ラ タ ボ ン サ ッ ト ル サ ヤ エ ン さ さ べ あ き ひ で  
Ratapon Satrusajang 笹部 晃秀  
お お た か ゆ き え た に も と し げ お  
大高 由江 谷本 茂雄

## 1. まえがき

ドコモは、2001年5月にFOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access) のサービス提供を開始し、2003年6月より、FOMA音声国際ローミングサービスを開始した。そして、2004年6月よりFOMA国際ローミングインサービス(パケットサービス)を開始した。

これにより、FOMAユーザが国内で利用されている移動端末やFOMAカードのUIM (User Identity Module) により、海外でも音声およびパケット通信ができるようになった。

本稿では、FOMAパケット国際ローミングの接続方式および本サービスの中核をなすドコモとパケット中継事業者 (GRX: General packet radio service Roaming eXchange) を接続するための方式変換装置であるCV (ConVerter) 装置の概要について説明する。

## 2. 開発背景

FOMAの交換システムであるMMS (Mobile Multimedia switching System) は、効率的な転送能力や高いトラフィック管理能力など、さまざまな転送速度の接続を実現している。これは、ユーザデータを転送するために、コネクション型のATM交換型仮想チャネル (ATM-SVC: Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel) を採用したことによるものである。一方、IP (Internet Protocol) 技術の発展に伴い、IP網においてもサービス品質 (QoS: Quality of Service) 性能やセキュリティ性能などが向上したことにより、IP網を採用している通信事業者も存在する。海外移動通信事業者 (以下、他事業者) とパケット通信を行うには、GRXのIP網を経由して接続することになり、ユーザパケットを送受するためのU-Plane (User-Plane) のATM-SVCとIPのプロトコル変換が必要となる。また、制御信号を送受するためのC-Plane (Control-Plane) の転送についても、

ドコモは、データリンク層である非同期転送モード（ATM：Asynchronous Transfer Mode）上に共通線信号 No.7（SS7，Signaling System No.7）を転送する方式（以下，ATM-SS7）を採用しているのに対し，GRXはIP網を採用しているため，C-PlaneのATM-SS7ルーティングとIPルーティングの方式変換が必要となる。

よって，このようなATMとIPのプロトコル変換機能を有するCV装置の開発が必要となった。

### 3. パケット国際ローミング接続方式

#### 3.1 概要

第3世代移動通信（IMT-2000：International Mobile Telecommunications-2000）において，移動端末が情報サーバやインターネットサービスプロバイダ（ISP：Internet Service Provider）やCiRCUS（treasure Casket of i-mode service, high Reliability platform for CUStermer）などとパケット通信を行う場合，接続ごとにC-PlaneによってSGSN（Serving General packet radio service Support Node）とGGSN（Gateway General packet radio service Support Node）間にユーザパケットを転送するためのトンネルであるGTP（General packet radio service Tunneling Protocol）トンネルを構築した後，無線アクセスネットワーク（RAN：Radio Access Network）を経由して，トンネル内でユーザパケットの送受信が行われる。

3GPP（3rd Generation Partnership Project）では，コアネッ

トワーク内のSGSNとGGSN間のデータ転送に関して，ユーザを一意に識別可能なGTPおよびそのパケットを宛先ノードに転送するUDP（User Datagram Protocol）/IPを規定しているが，下位のデータリンク層以下には規定がない。以下，ドコモ網のパケット通信接続方式の概略と，ATM網とIP網接続時の問題について，図1を用いて説明する。

#### (1) ドコモのパケット通信接続

ドコモはデータリンク層にATM-SVCを適用しているため，SGSNのLMMS（Local Mobile Multimedia switching System）とGGSNのGMMS（Gateway Mobile Multimedia switching System）間で接続ごとにATM-SVCパスAが設定され，ATM-SVCパスA内にGTPトンネルAが構築される。また，接続ごとに決められるGTPのトンネル識別子であるTEID（Tunnel Endpoint Identifier）がパケットのGTPヘッダに設定される。ルーティングは，ATMヘッダのコネクション識別子である仮想チャネル識別子（VCI：Virtual Channel Identifier）に基づいて実施されるため（以下，ATM-SVCルーティング），ユーザパケットの転送ルートは固定され，宛先へパケットが届けられる。

#### (2) ATM網とIP網接続時の問題

FOMA移動端末を他事業者で利用する場合，ドコモのGMMSと他事業者のSGSN間でGTPトンネルが構築されることになる。実際にはGRXを経由して他事業者網と接続することになるが，GRXはIP網を採用しているため，

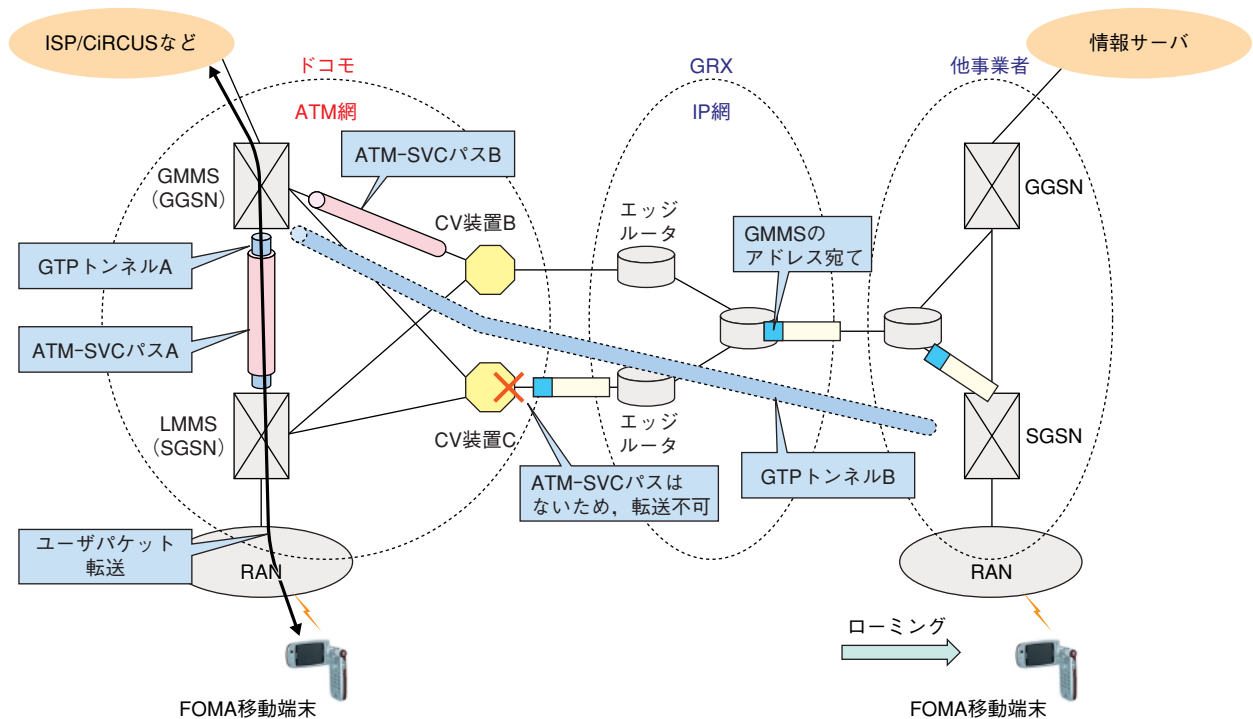


図1 ATM-SVC網とIP網接続時の問題

ATM網とIP網を接続させる必要があり、データリンク層以下のプロトコル変換を行うCV装置が必要となる。

GRXを経由して他事業者と通信を行う場合、SGSNとGMMS間でGTPトンネルBを構築した後、宛先IPアドレスをパケットのIPヘッダに設定し、TEIDをGTPヘッダに設定してユーザパケットを転送する。ここで、より高い信頼性を確保するため、網間の接続ポイントにCV装置を複数設けることが有効である。

CV装置を複数台設置する場合、MMSとCV装置間は呼設定時にATM-SVCパスBが設定されているため、ATM網からIP網方向は特定のCV装置にパケットを転送することができる。しかしながら、IP網からATM網方向へのパケット転送は、パケットの宛先IPアドレスがGTPトンネルの終端点であるGMMSのIPアドレスとなり、宛先IPアドレスに基づいてルーティングを実施するIP網の特性上、どのルートを通ってくるかわからない。そのため、U-PlaneのATM-SVCパスBが設定されているCV装置を経由しない場合があり、パケットを転送することができないという問題がある。

### 3.2 2トンネリング接続方式

上記問題の解決策を図2を用いて説明する。CV装置を介してGMMSとSGSNとを接続するGTPトンネルを構築する際、ユーザごとに使用されるTEIDはATM網とIP網で別々に作成され、GTPトンネルはCV装置で終端される。

図2に示すとおり、GMMSとCV装置B間にGTPトンネルB1を構築し、CV装置BとSGSN間にGTPトンネルB2を構築する。GTPトンネルはCV装置Bで終端されるため、IP網のSGSNからATM網へユーザパケットが転送される場合、ユーザパケットはパス設定時に決められたCV装置BのIPアドレス宛てに転送される。これにより、呼設定から呼切断まで同一のCV装置を中継することになり、他のCV装置Cにユーザパケットが転送されることはなくなる。

このトンネリング接続方式では、GTPトンネルがCV装置で終端されるため、CV装置はGMMSに対してSGSNとして振る舞い、反対側のSGSNに対してGMMSとして振る舞うことになる。

上記説明はFOMA移動端末が他事業者からの接続を行う場合の説明であり、他事業者の移動端末がドコモから他事業者へ接続を行う場合、ドコモのLMMSと他事業者のGGSN間の接続となる。

## 4. システム構成

パケット国際ローミングのシステム構成を図3に示す。開発コストの低減を図るため、ATMとIPの方式変換を行うCV装置は、MMS搭載装置として開発された。

BG (Border Gateway) 装置は汎用装置であり、ドコモと他事業者間に配置される。

パケット国際ローミングを経済的に実現するためには、GRXと接続することが有効である。ドコモはGRXを経由し

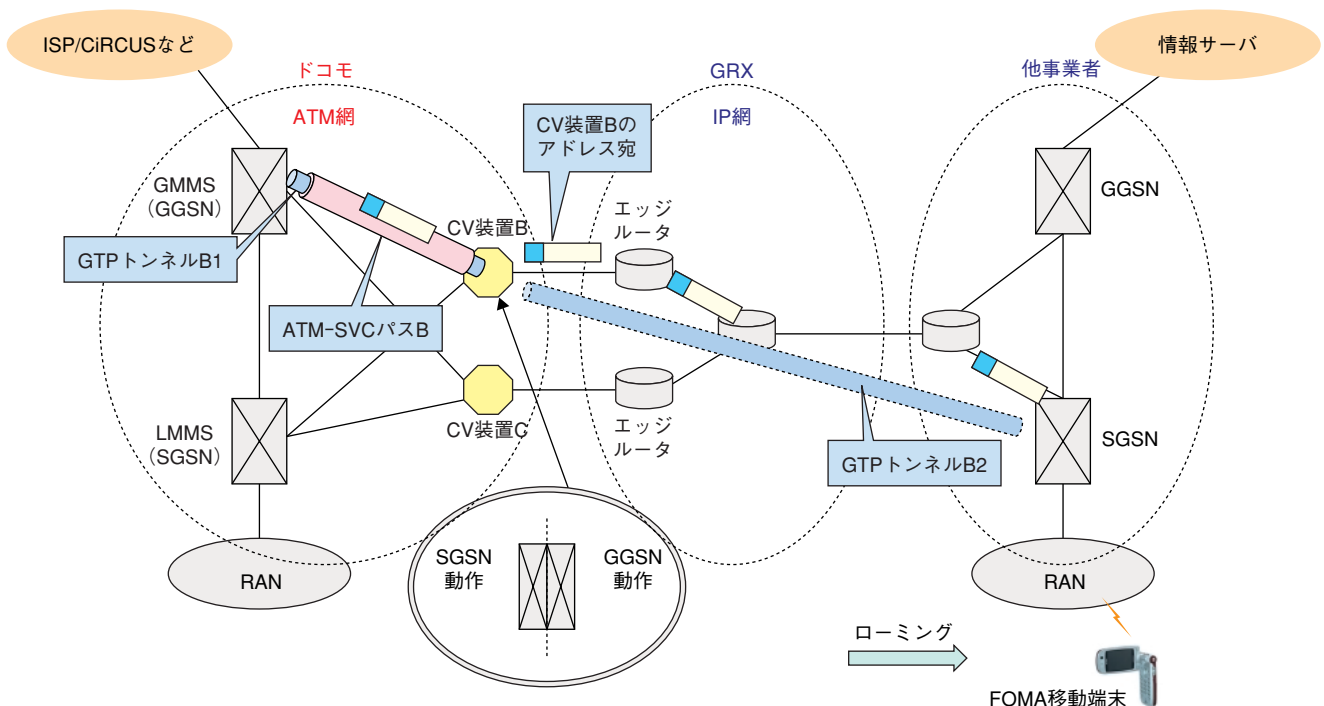


図2 2トンネリング接続方式

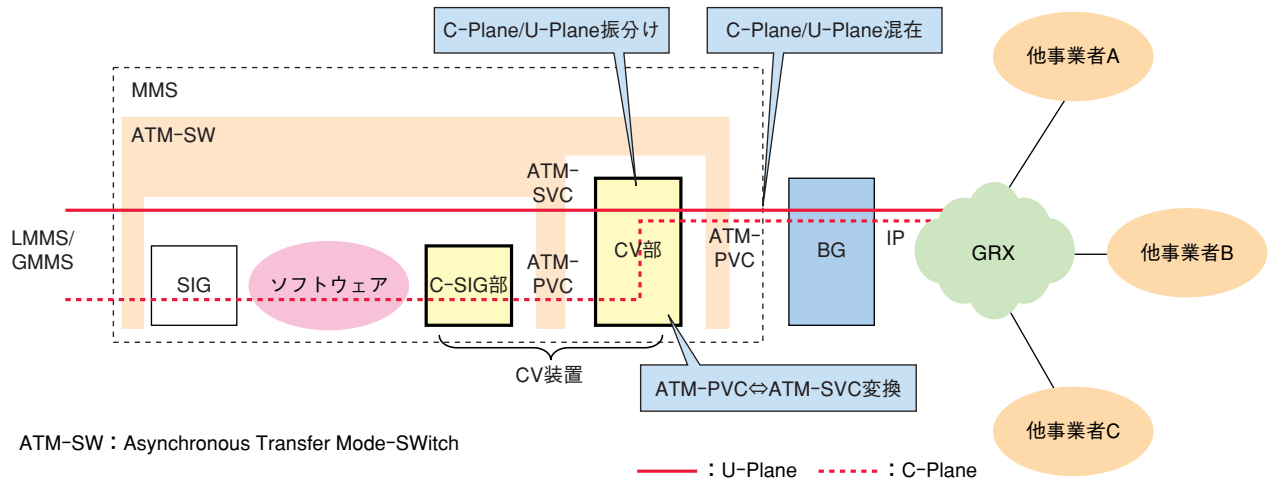


図3 パケット国際ローミングシステム構成

てより多くの他事業者と相互接続することが可能になる。

CV装置はCV部とC-SIG (Converter-SIGnaling processing unit) 部に分かれており、それぞれ異なる役割・機能をもっている。CV部は主にU-Plane処理を担当しており、C-SIG部はC-Plane処理を担当する。CV装置の機能を次章で説明する。

## 5. CV装置の機能

### 5.1 CV部

#### (1) 振分機能/U-Plane処理機能

図3に示すとおり、GRXからドコモに入力されるパケットはU-PlaneとC-Planeが混在して入力される。混在した状態のパケットはCV部に入力され、CV部はそのパケットがC-PlaneかU-Planeかを判断し振り分ける。

C-Planeの場合、CV部はC-Plane処理機能をもつC-SIG部にそのパケットを転送し、C-SIG部は5.2節で説明するC-Plane処理を行い、パケットをドコモの他MMS

に転送する。

U-Planeの場合、CV部のU-Plane処理機能で処理を行うことになる。U-Planeのプロトコルスタックを図4に示す。CV部のU-Plane処理機能は、ATM-SVCとATM-PVCの変換およびドコモのATM-SVCルーチングとGRXのIPルーチングの方式変換をすることと、U-PlaneのトンネリングプロトコルであるGTP-U (General packet radio service Tunneling Protocol-User) の処理をすることである。このGTP-U処理とは「ドコモ側で扱われているIPアドレスおよびGTP-Uの識別子であるTEID」と「他事業者で扱われているIPアドレスおよびTEID」を対応付け、ヘッダ変換を行う処理である。

図5に示すルーチング方式により、GRX側から入力されたパケットはTEIDにより呼識別される。そして、対応したATM-SVCパスを割り当てられる。加えて、GTP-U処理であるIPアドレスおよびTEIDの書き換えも行われ、ドコモ側に転送される。

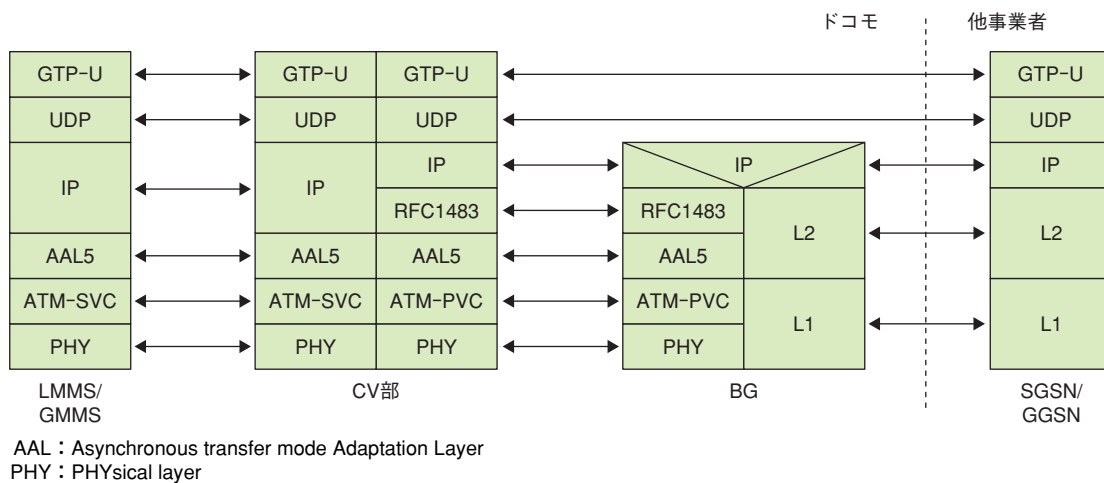


図4 U-Plane処理プロトコルスタック

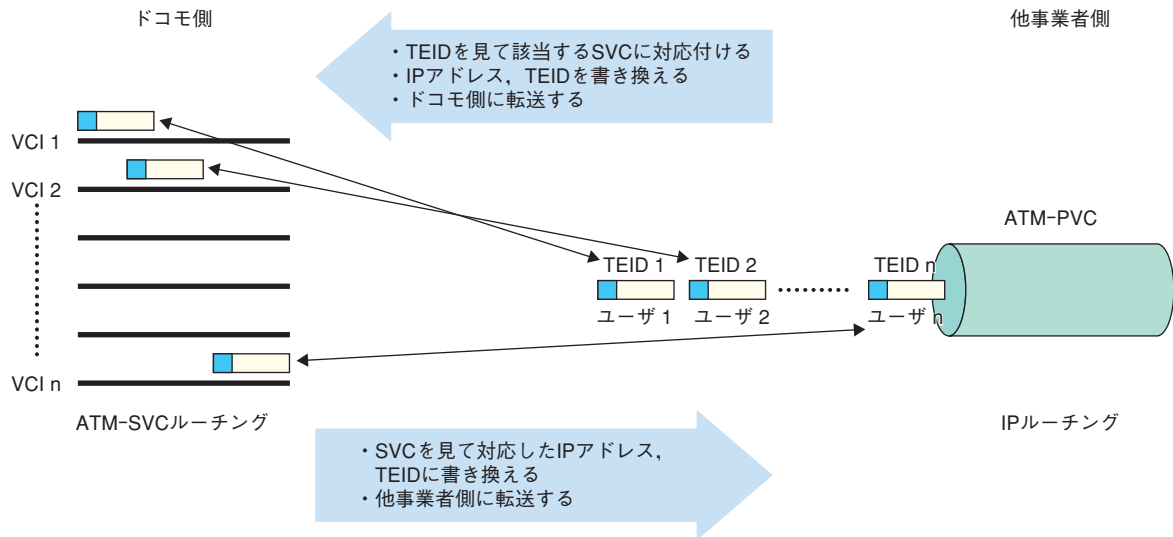


図5 U-Plane処理イメージ

ドコモからGRXに出力されるパケットは、CV部においてC-PlaneとU-Planeを多重されてGRX側に転送される。ドコモ側から入力されたパケットのU-Plane処理は、VCIで呼を識別し、この呼に対応するIPアドレスおよびTEIDが割り当てられた後、GRX側に転送され、BGへはATM固定接続型仮想チャネル（ATM-PVC：Asynchronous Transfer Mode-Permanent Virtual Channel）で接続される。

(2) フラグメント再構成機能

IPパケットがネットワークで転送される時、パケット長（データグラム長）がレイヤ2（Ethernet, ATM, トークンリングなど）の上限値であるMTU（Maximum Transmission Unit）を超えていれば、MTUに合わせてパケットをフラグメント化（分割）する必要がある。フラグメント化されたパケットは途中のノードで再構成されず、IPパケットの宛先にて再構成される。

3GPPで規定されているGTPペイロード長は最大1500バイトであり、ヘッダが付与されると1500バイトを超える場合がある。

ドコモでは、データリンク層にATMを用いたネットワーク構成となっている。したがって、ATMのMTUは9180バイトであり、GTPでのフラグメント化は発生しない。

一方、GRXおよび他事業者は、どのようなデータリンク層を使用しているかの想定はできない。Ethernetを使用している場合のMTUは1500バイトとなる。この場合、図6に示すとおり、他事業者から転送されるパケットはフラグメント化されて、ドコモに届けられる。CV部はパケットがフラグメント化されているかを判断した後、フラグメント化されたパケットを再構成する。

(3) その他機能

①パケット数カウント機能

CV部はパケット国際ローミングサービスを利用するユーザに対して、課金を行うためのパケット数カウント機能を備える。

②トラフィック収集機能

CV部は、CV装置の入出力パケット数やバイト数やエラーパケット数などのトラフィック情報を収集する。これらの情報は、パケット国際ローミングサービスにおける利用状況の把握や装置の増設・改善の参考情報として利用される。

③シーケンスナンバー処理機能

ドコモはATMでパケット転送しているため、受信側でのパケットの順序逆転は起きないが、一般的なIP網を利用するGRXではパケットの順序逆転が起きる可能性がある。そのため、CV部は他事業者から転送されたパケットに順序逆転が起きている場合、以下の手順に従ってパケットは正しい順番に並び替えられ、ドコモに転送される機能を備えた。

パケットごとに1つずつ増加した値が付与されるシーケンスナンバーを確認することにより、順序逆転の有無を検出する。シーケンスナンバーが順番どおりでない場合、CV部は一定時間の間パケットを滞留する。

- ・滞留中に期待パケットを受信した場合、順番を並び替えて転送する。
- ・滞留バッファがフルの状態でもパケットを受信した場合、CV部は滞留パケットを掃き出して、後続パケットの順序確認を行う。
- ・CV部は、一定期間が経過した滞留パケットを掃き出す。

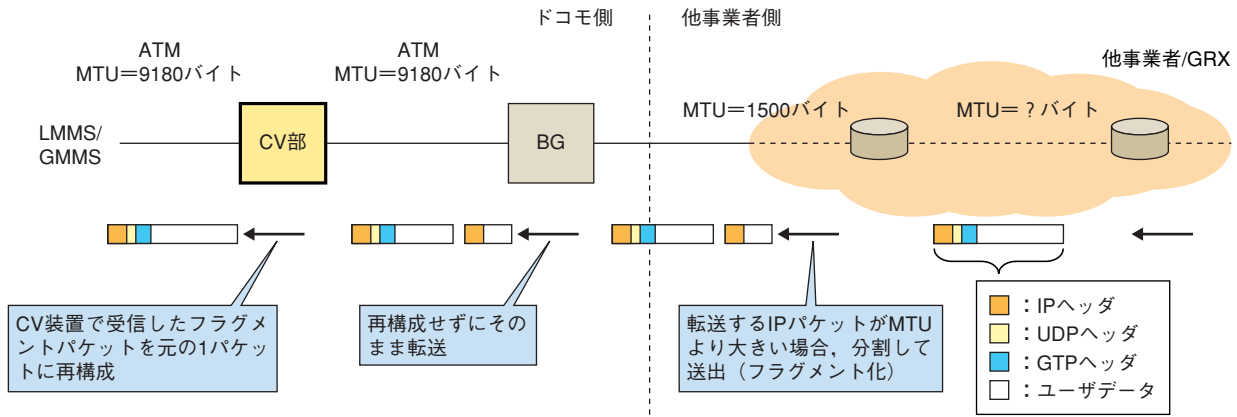


図6 フラグメント再構成処理イメージ

- ・シーケンスナンバーが最大値に達すると、その値を0に戻す。

## 5.2 C-SIG部機能

ドコモ接続時のMMSのC-Planeプロトコルスタックを図7に示す。MMSはC-Planeの制御信号を識別し、U-Planeのパス設定を行う必要がある。これらは、C-Planeの制御信号に相当するGTP-C（General packet radio service Tunneling Protocol-Control）の処理およびMTP-3b（Message Transfer Part-3b）以上のプロトコル処理をソフトウェアで行っている。また、下位レイヤであるSSCF-NNI（Service Specific Coordination Function-Network Node Interface）以下のプロトコルは、既存の装置であるSIG（SIGnaling processing unit）装置のハードウェアで処理されており、パケットの送受信はSIG装置で行われている。

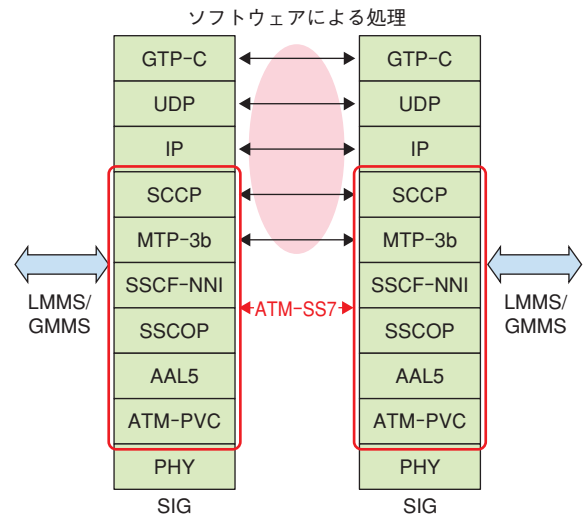


図7 ドコモ網内のC-Plane処理

C-Planeのプロトコルスタックを図8に示す。C-SIG部のC-Plane処理機能はドコモとGRXのC-Planeルーティング方式を変換する機能である。ドコモのC-PlaneはATM-SS7の protocols を用いて、ルーティングを行っているのに対し、GRXはIPアドレスでルーティングを行っている。この異なるルーティングプロトコルを変換する必要がある。

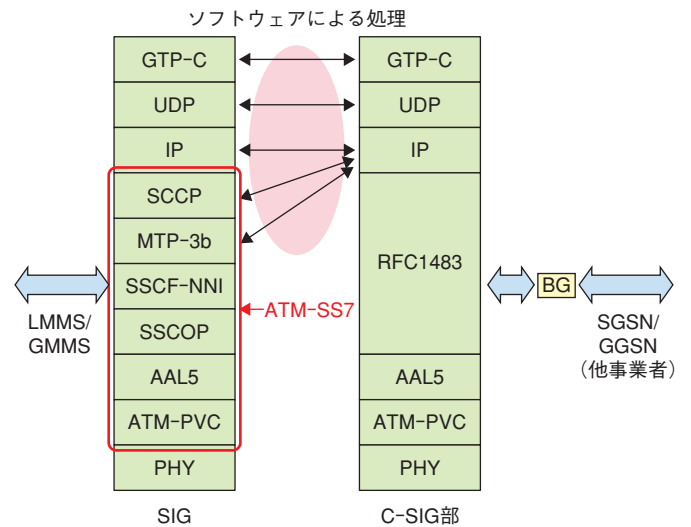


図8 C-Plane処理プロトコルスタック

また、C-Plane処理機能として、ドコモで扱われるIPアドレスと他事業者で扱われるIPアドレスを対応付けた後、ヘッダの変換を行う処理も必要になる。これらの処理はソフトウェアにより実現した。

以上により、ドコモのATM-SS7ルーティングとGRXのIPルーティングを変換する際に、それぞれのプロトコルの処理を別々の装置で行うことが可能となる。したがってドコモにはATM-SS7を処理するSIG装置があるので、今回新たに開発が必要になるのは他事業者側のプロトコルを処理するC-SIG部のみということになる。

C-SIG部の実現はATM-SS7ルーティングとIPルーティング

の方式変換を行うため、SIG装置に対して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の処理をRFC

(Request For Comments) のRFC1483 (Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer5) に変更した。この変更はSIG装置のハードウェア改造による開発で実現した。また、他事業者側のプロトコル処理ソフトウェアをSCCP (Signaling Connection Control Part) およびMTP-3bを処理しないように変更し、開発を行った。

## 6. あとがき

本稿では、パケット国際ローミングサービスを実現する

ための接続方式、方式変換を行うCV装置の概要について説明した。

パケット国際ローミングサービスは、FOMAの新たなグローバル戦略を促進させるサービスであり、世界のIMT-2000の普及を助けることに繋がると考える。今後は本サービスの利便性向上に向けて、機能改善などを図っていく。

### 用語一覧

3GPP : 3rd Generation Partnership Project	IP : Internet Protocol
AAL : Asynchronous transfer mode Adaptation Layer	ISP : Internet Service Provider (インターネットサービスプロバイダ)
ATM : Asynchronous Transfer Mode (非同期転送モード)	LMMS : Local Mobile Multimedia switching System
ATM-PVC : Asynchronous Transfer Mode-Permanent Virtual Channel (ATM固定接続型仮想チャネル)	MMS : Mobile Multimedia switching System
ATM-SVC : Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel (ATM交換型仮想チャネル)	MTP-3b : Message Transfer Part-3b
ATM-SW : Asynchronous Transfer Mode-SWitch	MTU : Maximum Transmission Unit
BG : Border Gateway	PHY : PHYSical layer
CiRCUS : treasure Casket of i-mode service, high Reliability platform for CUStomer	QoS : Quality of Service (サービス品質)
C-Plane : Control-Plane	RAN : Radio Access Network (無線アクセスネットワーク)
C-SIG : Converter-SIGnaling processing unit	RFC : Request For Comments
CV : ConVerter	SCCP : Signaling Connection Control Part
FOMA : Freedom Of Mobile multimedia Access	SGSN : Serving General packet radio service Support Node
GGSN : Gateway General packet radio service Support Node	SIG : SIGnaling processing unit
GMMS : Gateway Mobile Multimedia switching System	SSCF-NNI : Service Specific Coordination Function-Network Node Interface
GRX : General packet radio service Roaming eXchange (パケット中継事業者)	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
GTP-C : General packet radio service Tunneling Protocol-Control	UDP : User Datagram Protocol
GTP-U : General packet radio service Tunneling Protocol-User	UIM : User Identity Module
IMT-2000 : International Mobile Telecommunications-2000 (第3世代移動通信)	U-Plane : User-Plane
	VCI : Virtual Channel Identifier (仮想チャネル識別子)