

xGSN による パケット国際ローミング 通信の実現方法

IPベースのネットワークと連携したドコモの新たなパケット通信網を構成する、パケット処理ノード xGSN に焦点をあて、パケット国際ローミングサービス実現方法について述べる。

す わ ゆういち もりやま ときはる
諏訪 裕一 森山 時治
すぎやま かりん しばはら ともき
杉山 果林 芝原 知樹

1. まえがき

FOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access) のコアネットワークは、今後のパケット通信サービスの需要増大に柔軟に対応できるよう、パケット交換処理を実施するノードとして開発された xGSN (serving/gateway GPRS Support Node) を導入し、回線交換呼とパケット交換呼のネットワーク分離を行っている[1]。パケット国際ローミング通信は MMS-CV (Mobile Multimedia switching System-ConVerter) を用いてサービス提供されているが、ローミング提携事業者の増加やお客様のニーズに対し、迅速かつ柔軟に対応できることが重要である。

本稿では、パケット国際ローミング通信の実現方法について、コアネットワークに配置される xGSN に焦点をあて、従来の接続方式との比較、ローミング接続における信号処理に関する新技術、海外事業者とのローミング接続方法、ドコモ既存網からの切替方法について述べる。

2. 国際ローミング対応開発の背景

2.1 海外移動通信事業者との通信方式

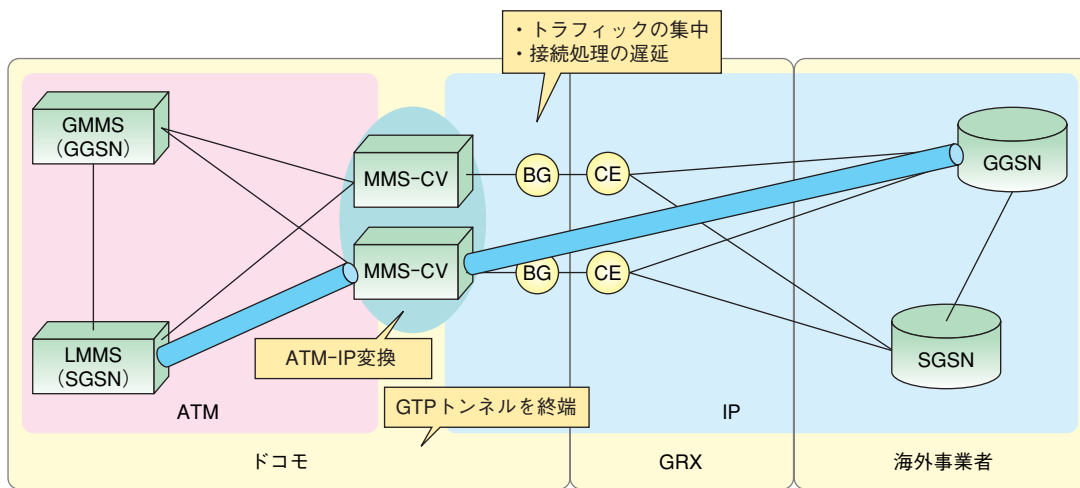
FOMA サービス開始当初、コアネットワークの交換・伝送方式として、回線・パケット統合交換機である MMS (Mobile Multimedia switching System) による非同期転送モード交換型仮想チャネル (ATM-SVC : Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel) 方式が採用された。この方式は、パケット交換網が回線交換網へ重畳されることによるネットワークの効率化、および非同期転送モード (ATM : Asynchronous Transfer Mode) ベースの伝送網 (以下、ATM ベースのネットワーク) の高信頼性が特徴

である。ところで、海外の移動通信事業者（以下、海外事業者）および中継事業者（GRX：General packet radio service Roaming eXchange）はIP（Internet Protocol）ベースのネットワークを構築している。海外事業者とのパケット国際ローミングを実現するためには、ドコモのATMベースのネットワークと中継事業者のIPベースのネットワークとを中継接続するための装置が必要であり、そのためMMS-CVが開発され、MMS-CVを介してサービスが提供されている。

海外事業者とのパケットローミングは、ローミングインを例とすると図1に示すように、MMS-CVとSGSN（Serving General packet radio service Support Node）との間のGTP（General packet radio service Tunneling Protocol）論

理セッション（以下、GTPトンネル）、およびMMS-CVとGRX経由のGGSN（Gateway General packet radio service Support Node）との間のGTPトンネルの2つのトンネルが、呼単位にそれぞれ設定されたのち連結される形態である。この接続形態を2トンネリング方式（図1）と呼ぶ[2]。したがって、MMS-CVはドコモと海外事業者とを接続するゲートウェイであり、ローミング呼のすべてはこのMMS-CVを経由してドコモと海外事業者とのネットワーク間を往来している。

一方、MMS-CVを中継することなく、ドコモのSGSN（もしくはGGSN）と海外事業者のGGSN（もしくはSGSN）とが1つのGTPトンネルで直接結ばれる形態を1トンネリング方式（図2）と呼ぶ。ドコモは、大容量化が容易なIP技術



CE：Customer Edge router
 GMMS：Gateway Mobile Multimedia switching System
 LMMS：Local Mobile Multimedia switching System

図1 GTP2トンネリングモデルのパケット国際ローミング接続方式

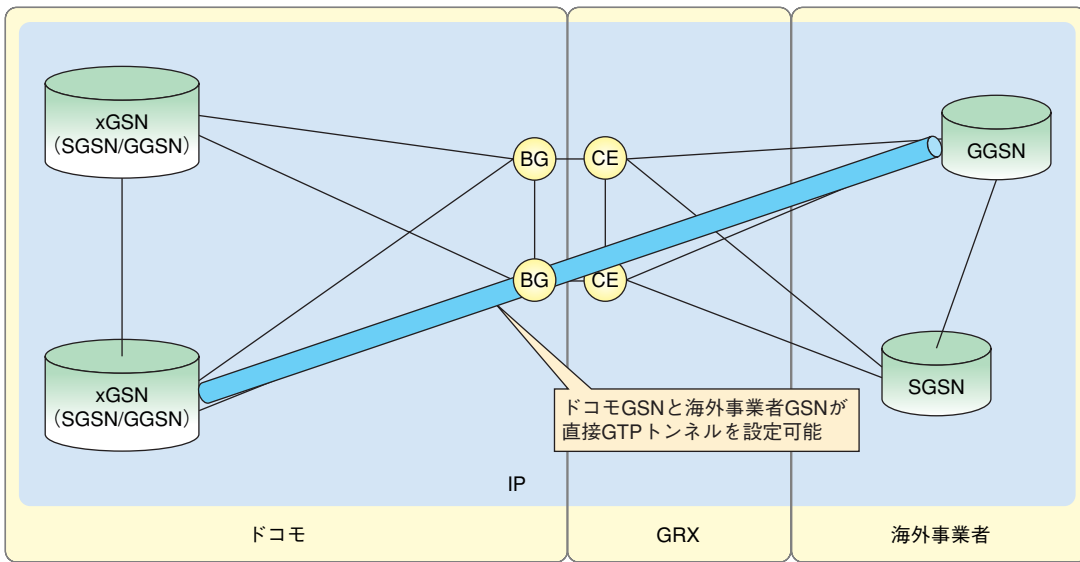


図2 GTP1トンネリングモデルのパケット国際ローミング接続方式

をベースとしたネットワークへの移行を進めており、パケット伝送はATMベースからIPベースに移行しつつある。IPベースのコアネットワークへの移行により、MMS-CVによるローミングパケット接続の中継は必須ではなくなるため、xGSNによるパケット機能提供に伴い、パケットローミング接続形態の再評価を実施した。

2.2 トンネリング方式の比較結果

2.1節で述べたとおり、従来の2トンネリング方式の場合、パケットローミング呼のすべてがMMS-CVによって中継される。ローミング呼は、MMS-CVでいったん終端された後、中継転送されており、MMS-CVにおけるローミング呼に対する課金機能・トラフィック収集機能およびその他必要機能の集約が可能となる。また、海外事業者が認識するドコモのSGSNおよびGGSNはMMS-CVに限定されるため、ドコモネットワーク内の接続構成や接続ポイント名（APN：Access Point Name）配置位置の変更などが海外事業者からは見えないことになり、これはセキュリティ上の利点である。その反面、ローミングトラフィックのすべてがMMS-CVへ集中することになり、ローミング呼のトラフィックの増大に対し柔軟に対応することが困難である。また、MMS-CVを中継する接続形態はドコモ独自の形態であって、プロトコル変換処理などにかかわる機能開発が今後も必要となる可能性がある。これは、パケットローミング接続において重要な課題である標準機能への対応、経済性の向上および開発期間の短縮化を妨げる要因となる。

1トンネリング方式は、3GPP（3rd Generation Partnership Project）による標準SGSN/GGSN間通信方式に準拠した接続形態である。つまり、2トンネリング方式による独自接続形態の考慮は不要となり、また、ドコモのネットワーク内のローミングトラフィックをMMS-CV集中型ではなく柔軟に分散することが可能であるため、将来のトラフィック増大への対応も比較的容易であるといえる。1トンネリング方式では、中継処理が省略されるため呼設定およびパケット伝達処理が簡略化されることから、接続時間の短縮・スループットの向上に効果がある。そして、MMS-CVがMMSをベースとした装置であることを考慮すると、MMS-CVがパケット処理装置として残存すると、MMSへのパケット機能開発が依然として必要になる。これは、開発の効率性の向上、経済性の向上の観点で有効な手段ではなく、総合的に将来性に優れた1トンネリング方式が有利である。

3. 1トンネリング方式の開発ポイント

3.1 システム構成および必須変換機能

パケット国際ローミングは、海外事業者とGRXを経由してドコモと接続する仕組みである。ドコモとGRXとの接続は、汎用装置であるBG（Border Gateway）を介して接続するシステム構成となっている（図3）。GRXは、インターネット同様、グローバルアドレスによる接続先の指定による通信を前提としている。そのため、パケット国際ローミング通信を行う場合、プライベートアドレスを付与するドコ

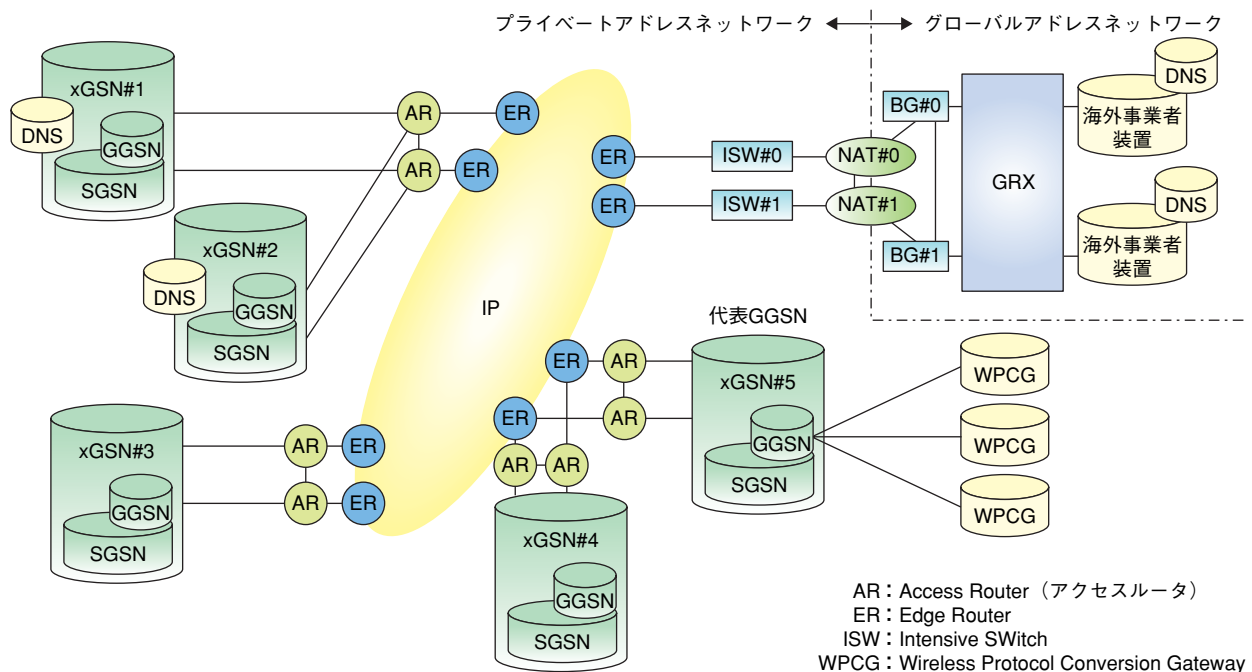


図3 パケット国際ローミング接続構成

モノのxGSNにおいて下記に示すアドレス変換を行って通信する必要がある。

- ①海外事業者のノードにパケットを送出する際には、送信元のプライベートアドレスをグローバルアドレスに変換した後、GRXへ送出する。
- ②海外事業者のノードからパケットを受信する際には、送信先のグローバルアドレスをプライベートアドレスに変換した後ドコモ網に送出する。

IPヘッダのアドレス変換は、一般機能であるNAT (Network Address Translation) 機能を用いることとしたが、汎用品のBGは元来NAT機能を実装せず今後も実装の見込みがないことから、NAT装置を新設した。なお、このNAT装置は、設備コスト増加とグローバルアドレス付与数を抑えるために、国内通信ルートは経由しないBGの直近に配置することとした。

3.2 ルーティング方法

xGSNを増設すると、ルーティング設定を変更する必要があるが、国内通信の場合は必要最小限に止めた仕組みとしている。しかし、パケット国際ローミングの場合、通信先のIPアドレスが接続先に依存して一様ではないため、接続先の増加に伴いドコモ網内全体を対象としたルーティング設定変更作業が発生する。作業の削減や、作業における設定ミスの発生頻度を抑えるために、NAT装置から全xGSNに対しデフォルトルートを告知し、国内通信以外の呼をNAT装置へルーティングさせる方法としている。

IPヘッダに対するアドレス変換機能はNATにより実現されるが、GTPなどのパケット制御メッセージ、位置登録制御などに用いられるMAP (Mobile Application Protocol) メッセージなどの情報要素にもIPアドレスの設定箇所が存在する。これらについてもローミング時はグローバルアドレスを設定する必要があるため、xGSNは自身のグローバルIPアドレスをシステムデータとして保持する。

ローミングイン接続時制御は以下となる。移動端末から発信要求を受信したSGSNにおいて、ローミングインユーザによる発信であることを判断すると、SGSNは接続先の海外事業者のGGSNに対してGTPメッセージでパケット接続要求を送信する。GTPメッセージにはSGSNの信号制御 (C-Plane : Control Plane) 用およびユーザデータ処理部 (U-Plane : User Plane) 用IPアドレスを情報要素として設定するため、xGSNはシステムデータから自身のグローバルIPアドレス、SGSN-C (Service General packet radio service Support Node-Control Plane) グローバルIPアドレス、

およびSGSN-U (Service General packet radio service Support Node-User Plane) グローバルIPアドレスを読み出し、これを設定する。

また、海外事業者に在圏するドコモのローミングアウトユーザがドコモのサーバへ接続する場合についても同様に、海外事業者のSGSNからのパケット接続要求に対する応答に設定するGGSNのC-Plane用およびU-Plane用IPアドレスには、それぞれxGSNがシステムデータとして保持しているGGSN-CグローバルIPアドレス、およびGGSN-UグローバルIPアドレスを設定する。

3.3 ゲートウェイ接続方法

ローミングインユーザとの接続は、xGSN (SGSN) から海外事業者のGGSNとの間のGn^{*1}区間でGTPトンネリングを形成して、パケット通信が行われる。また、ローミングアウトユーザの接続については、海外事業者のSGSNからxGSN (GGSN) との間のGn区間でGTPトンネリングを形成してパケット通信を行う。現状i-modeなどの契約地域型接続では、ドコモ網内ではSGSNからアドレス解決を要求されたARF (Address Resolution Function) にて、受信したSPN (Service Provide Number) と地域会社コードを基に、地域会社に応じて同一SPNでも異なるアドレス解決結果 (GGSNアドレス) を返送している。これにより、Gn区間においてGGSNを振り分けることが可能であるため、その先のGi^{*2}区間 (GGSN ~ PDN (Public Data Network)) では、地域会社をまたがる接続ルートが不要となっている。一方、1トンネリング接続でのローミングアウトユーザからの契約地域型接続については、海外事業者のSGSNによるアドレス解決では地域会社が識別できないため、Gn区間の振分けは実現不可能である。そこで、契約地域型接続実現のために海外事業者のSGSNより接続されるGGSNでは、全地域会社向けのGi接続ルートを保持することとした。海外事業者SGSNからパケット接続要求を受信したxGSN (GGSN) は、ARFにアドレス解決要求を行い、自身からGi区間をまたいで接続可能となっている各地域会社ごとのアドレス解決結果を入手し、接続を実現する。

すなわち、国内接続についてはGn渡り経由、もしくはGi渡り経由による接続が可能であり、ローミングアウトホームアクセスについてはGi渡り経由による接続の形態となる。

*1 Gn : 2つのGSNが同一PLMN (Public Land Mobile Network) に位置する場合のインタフェースであり、SGSN ~ GGSN間、SGSN ~ SGSN間のインタフェースを示す。

*2 Gi : 第3世代移動通信 (IMT-2000 : International Mobile Telecommunications-2000) ~ インターネット、イントラネットなどの公衆・プライベートパケット網間の接続インタフェース。

3.4 ノードIPアドレスの変換

2トンネリング方式では、海外事業者GSNと対向するドコモのノードはMMS-CVであった。したがって、海外事業者からドコモのAPNへの接続（ローミングアウトホームアクセス）のためのアドレス解決要求を海外事業者SGSNより受信すると、接続先APNによらず一律MMS-CVアドレスを返送して応答する仕組みとしていた。しかしながら1トンネリング方式では、海外事業者SGSNのアドレス解決によって接続先APNに応じた適切なドコモのxGSN（GGSN）が選択されなければならない。

このアドレス解決を実現するために、ドコモのネットワークがローミング用DNS（Domain Name System）サーバを準備している。図4に海外事業者からのDNS参照ルートを示す。ドコモのネットワークにおけるアドレス解決機能およびアドレス解決用データはARFで一括制御している。ARF機能とDNSサーバ機能の連携を考慮した結果、ARFはxGSN内部の論理ノードとして機能配備されているため、DNSサーバ機能も同じくxGSN内部論理ノードとして定義し、これらの機能をxGSN内部で連携させることにより効率的な機能実装を行った。

また、上記とは逆にドコモから海外事業者APNへの接続（ローミングインホームアクセス）時に、xGSNが海外事業者DNSサーバへ直接アドレス解決問合せを実施する必要があるため、xGSNはDNSクライアント機能もあわせて実装している。

3.5 課金機能

3.1節で述べたように、2トンネリング方式において中継

機能の役割を担うMMS-CVは、パケットローミングにおける課金機能を具備するが、MMS-CVを経由しない1トンネリング方式では、xGSNにて海外事業者とのパケットローミング呼を対象とする課金機能が必要となる。図5に、1トンネリング方式の場合の課金方法を示す。ドコモのネットワークにおける課金処理は、SGSNで下りデータ量の明細ビル（以下、下り明細ビル）、GGSNで上りデータ量の明細ビル（以下、上り明細ビル）をそれぞれ作成している。パケットローミング接続の場合、SGSNもしくはGGSNの一方が海外事業者GSNであるため、ローミングイン接続に関する明細ビルは下り明細ビルのほかに上り明細ビルもSGSNで作成し、ローミングアウト接続に関しては上り明細ビルのほかに下り明細ビルもGGSNで作成する機能を具備した。また、明細センタでの課金情報の突合のために、各明細ビルにはCID（Charging ID）が付与される。このCIDは正確な課金をするために重要な情報であり、一定期間、値の重複がないことを保証するなど、厳密な制御がなされている。3GPPでは、GGSNが呼ごとにCIDの発行を行うことが標準化されているため、ローミングイン接続では海外事業者GGSNがCIDを発行する。しかし、xGSNでドコモのネットワーク用のCIDを独自に発行し、網内の明細ビル突合はドコモのネットワーク用CIDにより実施することにより、ドコモとしての課金情報の信頼性を保証することを可能とした。

4. 切替方法

4.1 切替手順

MMS-CVを介した2トンネリング方式から1トンネリ

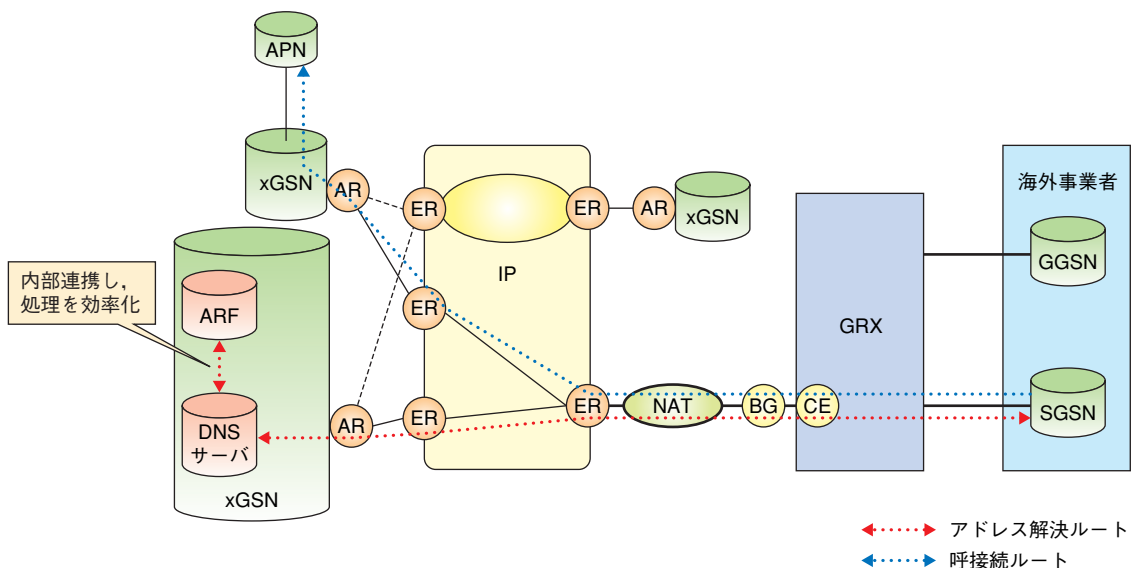


図4 海外事業者からのDNS参照ルート

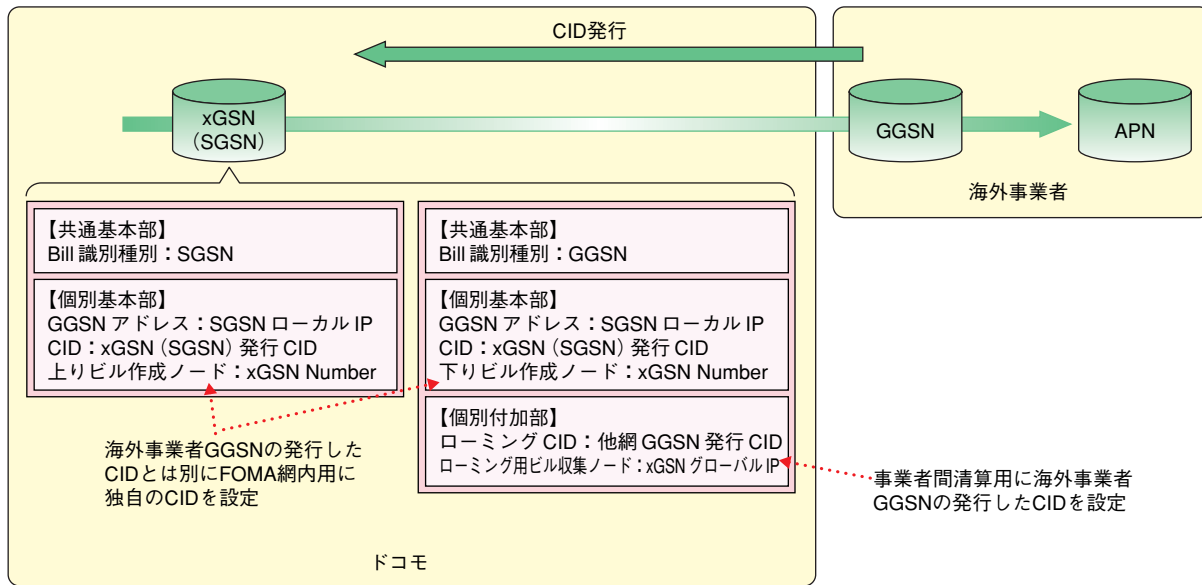


図5 パケット国際ローミングの課金情報へのCIDの設定方法

グ方式に切り替える手順は、ローミングイン接続の切替え、ローミングアウト接続の切替え、DNSの切替えの工程で実施する。

(1) ローミングイン接続切替

ローミングインの呼は、MMS-CVに向けているルーティングをNAT装置向けに変更することで切り替える。切替え前は3.2節で述べたIPアドレス変換機能をOFFにした通信（プライベートアドレスによる通信）であるが、切替え後はIPアドレス変換機能をONにした処理（グローバルアドレスによる通信）を実施することになる。切替えは各ユニットで順次サービススイッチを投入することで行われる。MMSには、開発コストの観点からIPアドレス変換機能を追加しないため、本作業はパケット交換呼がすべてxGSNで処理される形態にならなければ実施できない工程である。

(2) ローミングアウト発信切替

ローミングアウト呼は、DNS解決の通知がMMS-CVのIPアドレスとなっているものを、国際ローミング呼を処理するGGSN（代表GGSN）のIPアドレスに変更することで切り替える。DNSでの通知変更においては、海外事業者のDNSクライアントで変更前のIPアドレスがキャッシュされている可能性があるため、キャッシュクリアになる時間まではMMS-CVルートも確保しておく必要がある。代表GGSNにおいても、1トンネリング通信方式となるため、切替作業実施前には代表GGSNでIPアドレス変換機能をONにする工程は必須となる。

(3) DNSの切替

現在稼動している国際ローミング用のDNSはMMS-

CVに搭載されている。MMSのパケット交換（PS：Packet Switching）呼処理機能を削減し、開発コストを低減するのがPS分離の目的であるため、DNSについてもxGSNへ移管することが必要となる。DNSの切替えについては、現状でDNSは2系統あるため、片系のDNSを停止し、xGSNにDNS機能を移行する。この際には、NAT装置でDNSのアドレス変更を行うことにより、現状使用しているDNSのIPアドレスを変更する必要がなくなる。片系の移行が完了した後は、同様の手順をもう一方の系に対して行うことで、DNS機能のMMS-CVからxGSNへの切替えが完了する。

4.2 切替試験

GSMのIREG（Inter-working Roaming Expert Group）では、国際ローミング接続に要求される機能を確認するための試験を定めている。xGSNでは、MMS-CV経由でのIREG試験と、MMS-CV非経由でのIREG試験を実現するための機能を盛り込んでいる。

xGSNは、前述のとおりローミングイン呼をMMS-CV非経由の1トンネリング接続に移行するためのサービススイッチを具備するが、このスイッチがOFFの場合でも、ローミングイン発信試験にかかわる試験呼に限定してMMS-CV経由／非経由の選択を可能としたIREG試験用スイッチを用意している。このIREG用試験スイッチをON（MMS-CV非経由）とし、かつサービススイッチがOFFの場合、ローミングイン発信の試験呼のみMMS-CVを経由しない1トンネリング方式での接続試験が可能となる。他の呼はMMS-CVを経由する2トンネリング方式で接続される。

一方、ローミングアウト発信の IREG 試験は、MMS-CV 経由、非経由の場合ともに大容量移動通信サービス制御装置 (NMSCP : New Mobile Service Control Point) に試験端末の IMSI (International Mobile Subscriber Identity) を事前登録のうえ、登録された移動端末からの発信により実現する。MMS-CV 経由と非経由は、他網への DNS 応答を変更することで選択が可能であるため、試験用 APN を別途用意し、この APN に対する DNS 応答のみ MMS-CV ではなく代表 GGSN を返送することにより、試験呼のみ MMS-CV を経由しない 1 トンネリング方式での接続試験を行い、他の呼は MMS-CV を経由する 2 トンネリング方式での接続が可能となる。

5. あとがき

本稿では、FOMA のパケット交換処理を実施する xGSN

を用いたパケット国際ローミングサービスの実現方法について、1 トンネリング方式によるパケット国際ローミングサービスの接続方式、海外事業者とドコモの IP アドレスの差異を吸収する NAT を用いた接続方式、ゲートウェイ接続や DNS 参照、課金処理などの呼処理機能および、切替手順と IREG 試験の実現方式について概要を述べた。

パケット国際ローミングサービスは、利用者の増加が想定されるだけでなく、さまざまなサービスが想定される。お客様のニーズに対し、迅速なサービス提供がなされるよう、ローミング関連の機能拡充について今後も検討を行っていく予定である。

文 献

- [1] 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,” 本誌, Vol.12, No.3, pp.33-41, Oct.2004.
- [2] Satrusajang, ほか: “MMS における FOMA 国際ローミング用パケット処理装置,” 本誌, Vol.12, No.2, pp.58-64, Jul.2004.

用 語 一 覧

3GPP : 3rd Generation Partnership Project	IP : Internet Protocol
APN : Access Point Name (接続ポイント名)	IREG : Inter-working Roaming Expert Group
AR : Access Router (アクセッスルータ)	ISW : Intensive SWitch
ARF : Address Resolution Function	LMMS : Local Mobile Multimedia switching System
ATM : Asynchronous Transfer Mode (非同期転送モード)	MAP : Mobile Application Protocol
ATM-SVC : Asynchronous Transfer Mode-Switched Virtual Channel (非同期転送モード交換型仮想チャネル)	MMS : Mobile Multimedia switching System
BG : Border Gateway	MMS-CV : Mobile Multimedia switching System-ConVerter
CE : Customer Edge router	NAT : Network Address Translation
CID : Charging ID	NMSCP : New Mobile Service Control Point (大容量移動通信サービス制御装置)
C-Plane : Control Plane (信号制御)	PDN : Public Data Network
DNS : Domain Name System	PLMN : Public Land Mobile Network
ER : Edge Router	PS : Packet Switching (パケット交換)
FOMA : Freedom Of Mobile multimedia Access	SGSN : Serving General packet radio service Support Node
GGSN : Gateway General packet radio service Support Node	SGSN-C : Service General packet radio service Support Node-Control Plane
GMMS : Gateway Mobile Multimedia switching System	SGSN-U : Service General packet radio service Support Node-User Plane
GRX : General packet radio service Roaming eXchange (中継事業者)	SPN : Service Provide Number
GTP : General packet radio service Tunneling Protocol	U-Plane : User Plane (ユーザデータ処理部)
IMSI : International Mobile Subscriber Identity	WPCG : Wireless Protocol Conversion Gateway
IMT-2000 : International Mobile Telecommunications-2000 (第3世代移動通信)	xGSN : serving/gateway GPRS Support Node