

多彩な衛星コミュニケーションを実現する 高速化対応衛星移動通信サービス「ワイドスターⅡ」特集

ワイドスターⅡ衛星コアネットワークシステムの開発

高速化に対応した新しい衛星移動通信サービス「ワイドスターⅡ」が2010年4月に開始された。データ通信の利用拡大と低廉な料金での提供を実現するため、既存のPDCベースの衛星システムを見直し、FOMA音声NWのIP化と同様にIMSベースの新たな衛星移動通信システムを開発した。本システムでは、GPRS上で音声、FAXおよびパケットサービスを提供し、音声呼制御はSIPを用いて実現している。これにより、FOMAで導入している音声付加サービスを衛星端末へ提供することが容易となり、FOMAで提供しているすべてのAPNに接続可能となった。

ネットワーク開発部 やまもと たかし か わ だ た か ひ ろ
山本 隆 河田 隆弘

1. まえがき

ドコモでは、回線交換で行っていた音声サービスをIP化するアプローチとして、IMS (IP Multimedia Subsystem)^{*1}を用いて音声トラフィックを制御・伝送するIPベースのコアネットワーク（以下、CS-IP NW）へのマイグレーションを実施している[1]。衛星移動通信を担うネットワーク（NW）においても同様のアプローチを採用し、開発を最小限にするために、開発母体はCS-IP NWと共通にするなどの工夫を行っている。パケット通信サービスにおいては、FOMAサービスのパケット交換機であるxGSN (Serv-

ing/Gateway GPRS Support Node) と接続することにより、既存のAPN (Access Point Name)^{*2}サーバ側へ影響を一切与えることなく、FOMAで提供しているすべてのAPNへ衛星端末 (S-MS: Satellite-Mobile Station) から接続可能としている。また、FAXゲートウェイサービスでは、FAXを蓄積可能にするなど、既存衛星システムで実現できなかった機能を具備している。

衛星システムの装置構成を図1に示す。衛星移動通信システム専用のコアNW装置として、AGS (Access Gateway for Satellite), S-CSN (Satellite-Call Session control Node), S-ASN (Satellite-Application Serving

Node), S-MRN (Satellite-Media Resource Node)の新規開発を行い、MGN (Media Gateway Node), MPN (Media Processing Node), xGSN, IPSCP (IP Service Control Point) は、既存の装置に開発を加える形態をとった。S-CSN, S-ASN, S-MRNの母体開発をCS-IP NWと共通で行うことにより、衛星移動通信システムを効率的かつ効果的に構築した。

また、既存衛星システムと同様に災害時での利用も想定しており、2つの局舎に装置を分離して設置することで、片側の局舎が倒壊しても通信サービスを継続できる冗長構成を採用している。

本稿では、高速化対応衛星移動通

^{*1} IMS: 3GPPで標準仕様化された、固定電話NWや移動通信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 (^{*4}参照)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。

^{*2} APN: 企業ユーザなどが接続先として用意するNWの接続ポイント名。

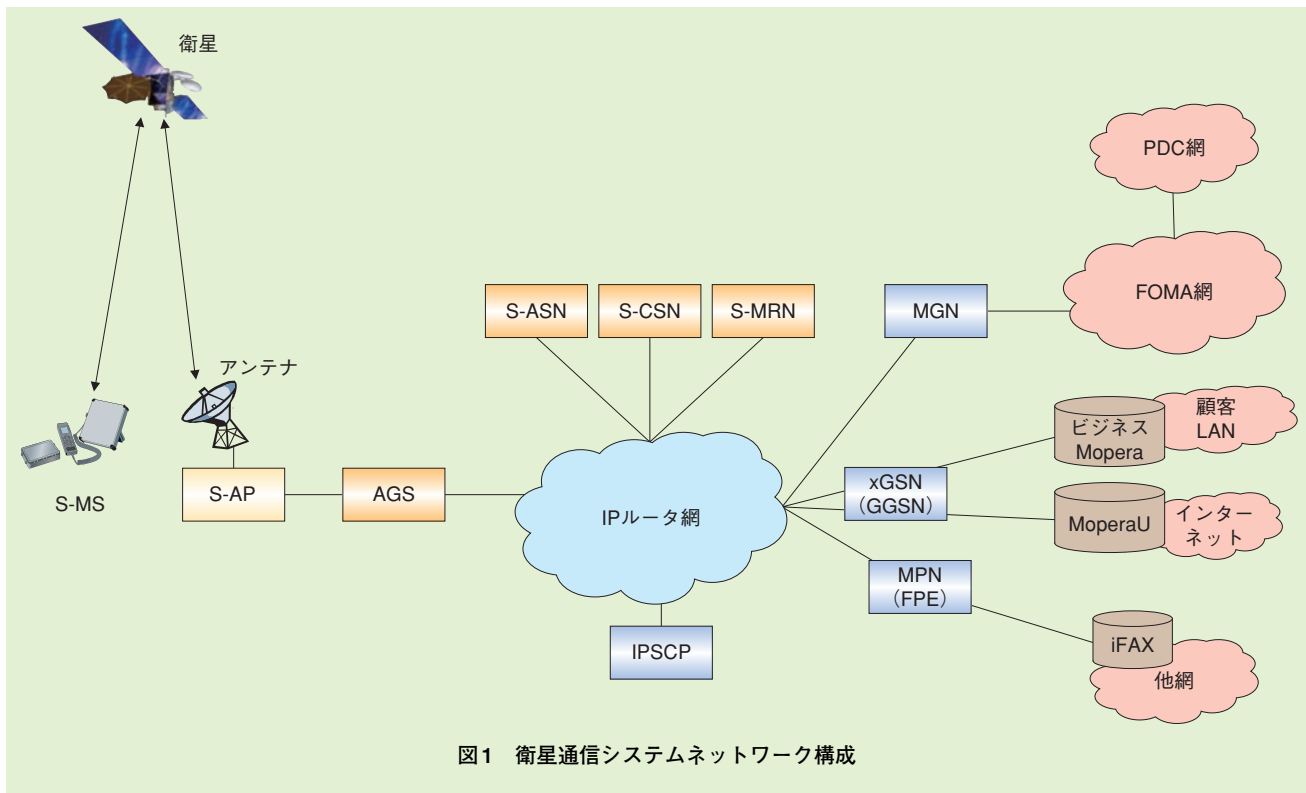


図1 衛星通信システムネットワーク構成

信システムのコアネットワーク装置の概要について解説する。

2. 音声サービス

2.1 衛星音声サービスの制御方式

衛星移動通信システムでは、音声サービスを提供するためにCS-IP NWベースの装置群を衛星専用として設置している。S-CSN、S-ASNおよびS-MRNは、標準のIMSと同等の制御を行っており、S-CSNはセッション制御^{*3}、S-ASNはサービス制御、S-MRNはガイダンス送出制御を実施する。また、MGNはFOMA網などの他網との接続制御を実施し、CS-IP NWの装置と共用される。CS-IP NWでは、プロトコル変換

を行うSIN（Signaling Interworking Node for 3G access）を導入することで、既存3Gアクセス網に影響を与えない方式を採用しているが、衛星システムでは端末も新規に開発し、端末とIMS網間においてエンドツーエンドでのSIP（Session Initiation Protocol）^{*4}制御を実現する。そのためには、端末に対してIPコネクションを提供する必要がある。GPRS（General Packet Radio Service）アクセスを提供するAGSを導入することで、端末とIMS網の間のIPコネクションの確立を実現している。また、留守番電話や転送電話などの既存衛星サービスを継承する必要がある。衛星システムでは、S-ASNが音声サービス制御を実施するAS

（Application Server）として動作する。

新しい衛星移動通信システムで特徴的な点は、S-MSが、衛星用としてSIPに修正を行ったS-SIP（Satellite-SIP）を終端するが、IPおよびRTP（Real-time Transport Protocol）^{*5}を終端しないという点である。各ノードがどのプロトコルを終端しているか、プロトコルスタックを図2に示す。SIPでは、SDP（Session Description Protocol）^{*6}を用いてメディアを送受信するための情報を交換するが、S-AP（Satellite-Access Point）がRTPを終端するために、SIPで通知されるSDP情報をS-MSだけでなく、S-APにも通知する必要がある。そのため、S-CSNにて、SDPが付与

*3 セッション制御：エンドツーエンド型の通信をNWで管理する機能。

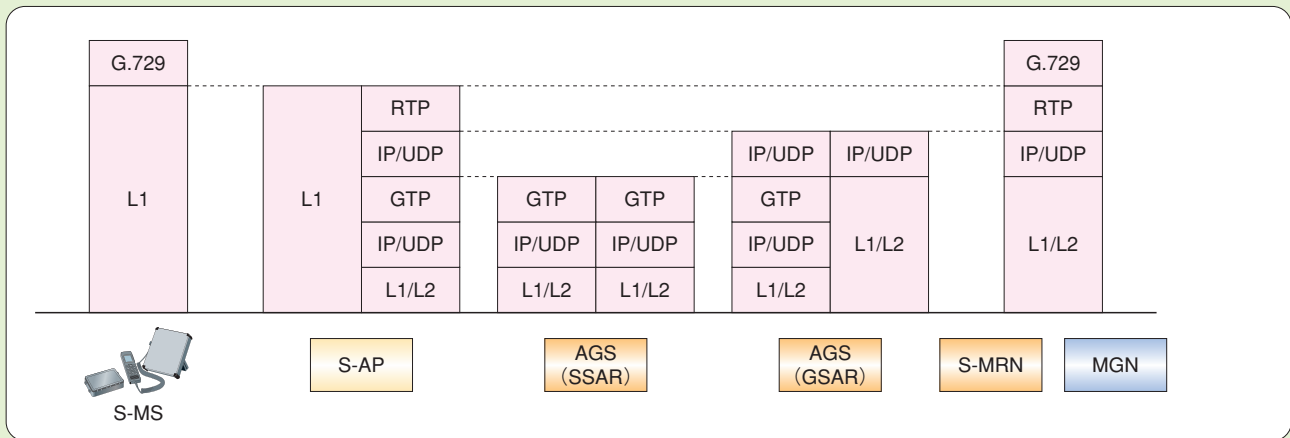
*4 SIP：VoIPを用いたIP電話などで利用される、IETF（Internet Engineering Task Force）で規格化された通話制御プロトコルの1つ。

*5 RTP：IETFで規格化された、音声や映像などをリアルタイムに配信するための

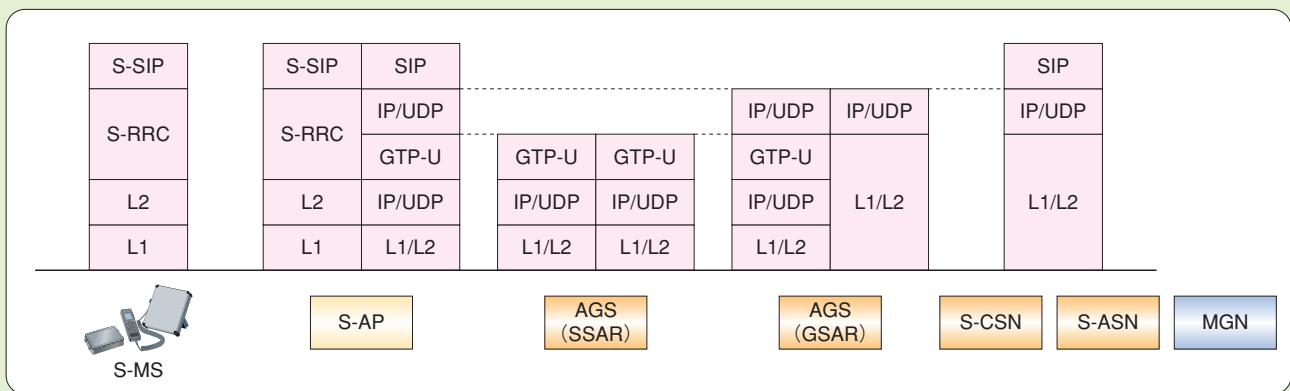
プロトコル。

*6 SDP：マルチメディアセッションを開始するために、IPアドレスなどの必要な情報を記述するためのプロトコル。制御プロトコルであるSIPのセッション情報の記述にも使われている。

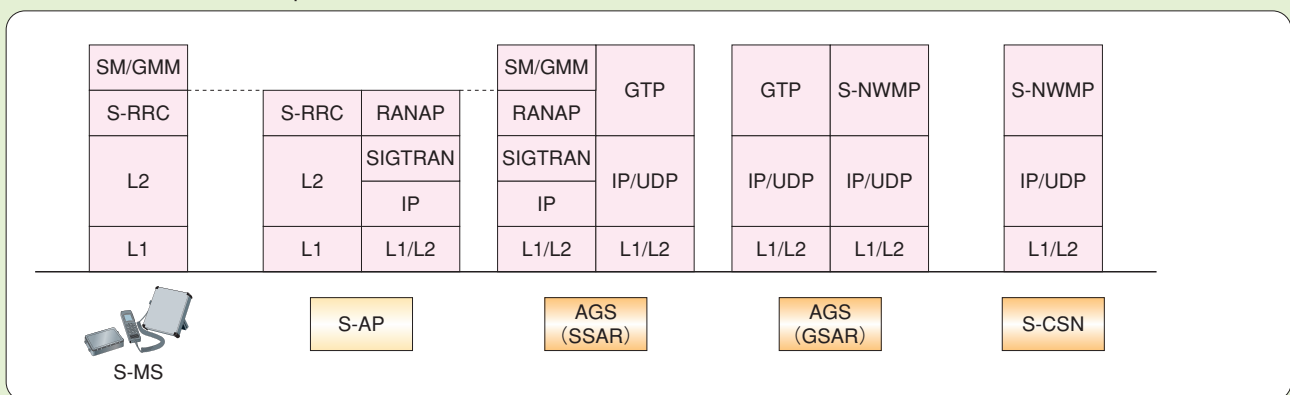
(a) U-Plane



(b) C-Plane



(c) IP Connection Setup



C-Plane : Control Plane
 GSAR : Gateway Satellite Access Router
 GTP : GPRS Tunnelling Protocol
 L1 : Layer 1
 L2 : Layer 2

RANAP : Radio Access Network Application Part
 S-NWMP : Satellite-Network Management Protocol
 SSAR : Serving Satellite Access Router
 UDP : User Datagram Protocol
 U-Plane : User Plane

図2 音声通信でのプロトコルスタック

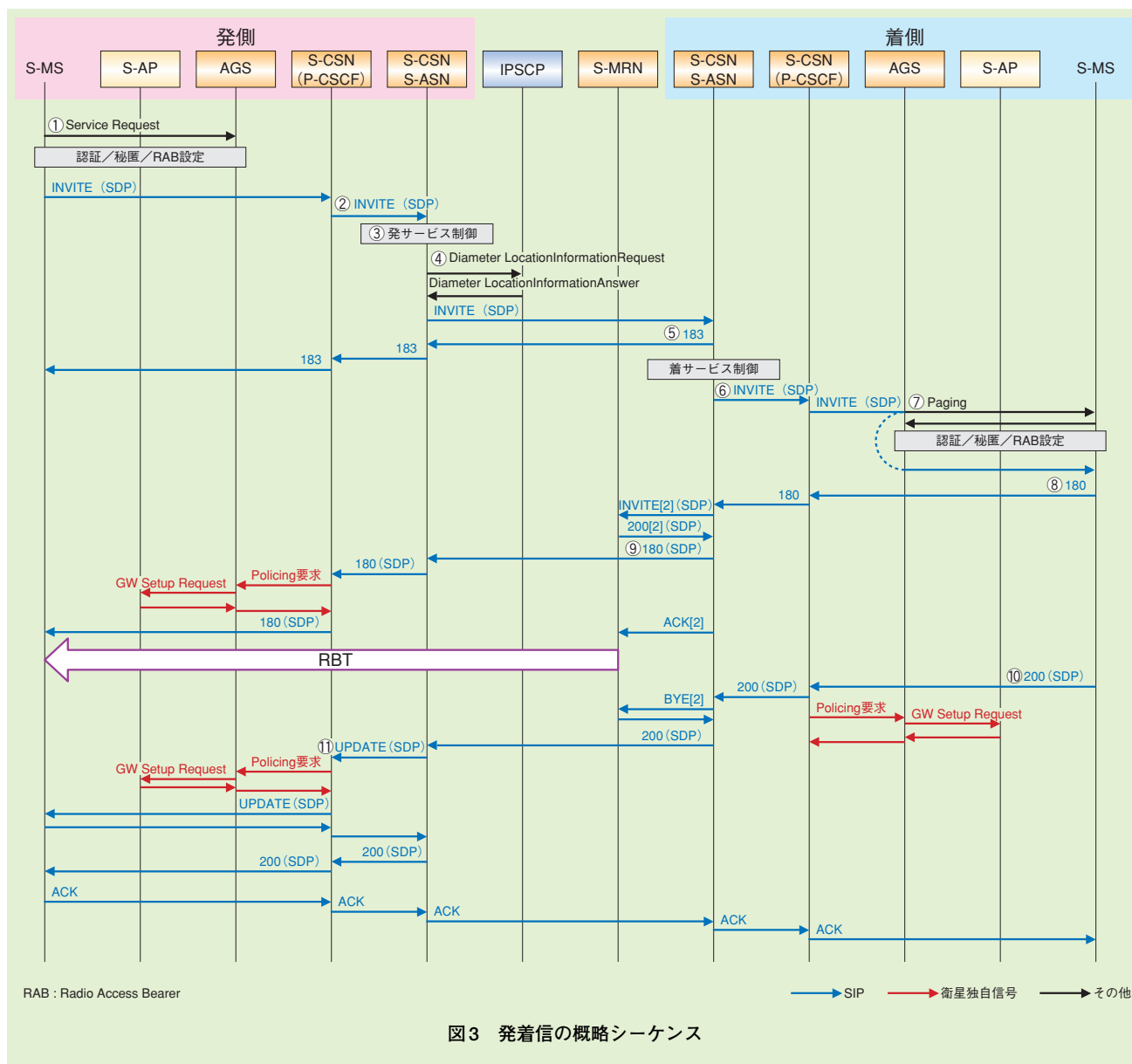
されたSIP信号を受信するたびに、必要な情報をAGS経由でS-APに通知している。

2.2 衛星音声サービスの 発着信処理シーケンス

S-MSが電源ONを実施すると、GMM（GPRS Mobility Manage-

ment) プロトコル^{*7}にて信号がAGSに送信され、AGSにおいてAttach処理が実施される。さらに、SM（Session Management）プロトコル^{*8}の信号がAGSへ送信され、音声専用APNへのPDP（Packet Data Protocol）が確立される。つまり、GPRSにより、IPコネクションが提供され

る。その後、端末からRegistration^{*9}を要求するSIP信号が送信され、上位ノード（S-CSN/S-ASN/IPSCP）に対してIMSのRegistration制御が実施され、各ノードにプロフィール情報が作成される。Registration後の基本発着信処理についての概要を図3に示す。



*7 GMM プロトコル：パケット交換ドメインにおける位置登録・認証などの移動管理を行うプロトコル。
*8 SM プロトコル：パケット交換ドメインにおける発信・終話など、NWとの接続を行うプロトコル。

*9 Registration：SIPにおいては、移動端末がコンタクトアドレスをレジストラサーバに登録すること。IMSにおいては、IMS端末がホームNWに対して登録処理を行うこと。

手順①：

AGSは、発S-MSからの発信により、端末と認証・秘匿処理などのセキュリティ手順を実施し、送信された発信要求（INVITE）をS-CSNへ転送する。

手順②：

S-CSNはRegistrationが実施されているS-ASNへINVITEを送信する。

手順③：

S-ASNは発加入者を特定し、契約状態の判定など、発信者側のサービス制御を実施する。

手順④：

S-CSNは着加入者が収容されるIPSCPへアクセスして着加入者の在圏するS-CSNアドレスを取得し、着S-CSNへINVITEを送信する。

手順⑤：

着S-CSNは着加入者を特定し、着S-ASNへINVITEを送信する。これを受信した着S-ASNでは、着加入者の契約状態を判定し発信側へ暫定応答（183）を送信する。また、着信者側のサービス制御を実施する。

手順⑥：

着S-ASNは着S-CSN経由で着S-MSへINVITEを送信する。この際、着AGSの存在を意識することはない。

手順⑦：

着AGSは到達したパケットをキューイングし、Paging処理を実施する。着S-MSからの応

答後に認証・秘匿処理を実施して回線設定を行い、キューイングしていたパケットを着S-MSに送信する。

手順⑧：

着S-MSからの呼出中信号（180）を受信した着S-ASNはRBT（Ring Back Tone）接続を認識し、S-MRNに対してINVITEを送信する。これに対しS-MRNは、RBTを送出するためのSDPを設定した接続要求応答（200）を着S-ASNに送信する。

手順⑨：

SDP更新が完了した後、着S-ASNは呼出中信号（180）を発S-ASNに送信し、発S-ASNはS-CSN経由で発S-MSに呼出中信号を送出する。この際に、S-CSN（P-CSCF（Proxy-Call Session Control Function））はSDP情報をAGS経由でS-APに送信する。また着S-ASNは、これと並行して手順⑧に対する確認応答をS-MRNに対して返送する。これを受信したS-MRNはRBTを発側へ送信する。

手順⑩：

着加入者が応答した際に、着S-MSから接続要求応答（200）を受信した着S-CSN（P-CSCF）は、SDP情報を着AGS経由で着S-APに送信する。また、着S-ASNはS-MRNへのセッション解放を実施するとともに、発S-MSとS-MRNとの間でSDP交換していた状態から、発S-MS

と着S-MSとの間での接続に変更を行うため、着S-MSのSDPを設定した接続要求応答（200）を発S-ASNに対して送信する。

手順⑪：

着S-MSから接続要求応答（200）を受信した発S-ASNは、発S-MSへ、着S-MSのSDPを設定した更新情報（UPDATE）を送信し、発S-MSから応答を受信する。この際にも、発S-CSNは、SDP情報をS-APに送信する。その後、発S-ASNは発S-MSへ、もともとのINVITEに対する接続要求応答（200）を送信する。これらの処理により、衛星システムにおける通話が可能となる。

3. データ通信サービス

衛星システムの音声通信を提供するためのIPコネクションがAGSによって提供されるのは、前述のとおりであるが、加えてデータ通信サービスを提供するためのIPコネクションも提供する。データ通信サービスは、NWの接続方式の観点では、FAXゲートウェイサービス、パケット通信サービスおよびダイレクトコネクトサービスの大きく3つに分けられる。

3.1 FAXゲートウェイサービス

既存衛星FAXサービスの代替となるFAXゲートウェイサービスの提供も、2010年4月から始まった。

従来の衛星FAXサービスは回線交

換方式であったため、あて先が通話中や圏外であった場合は、FAX通信ができなかった。また、回線帯域が狭い（ベストエフォート型で上り4.8kbit/s、下り最大64kbit/s）ため通信時間が長かった。

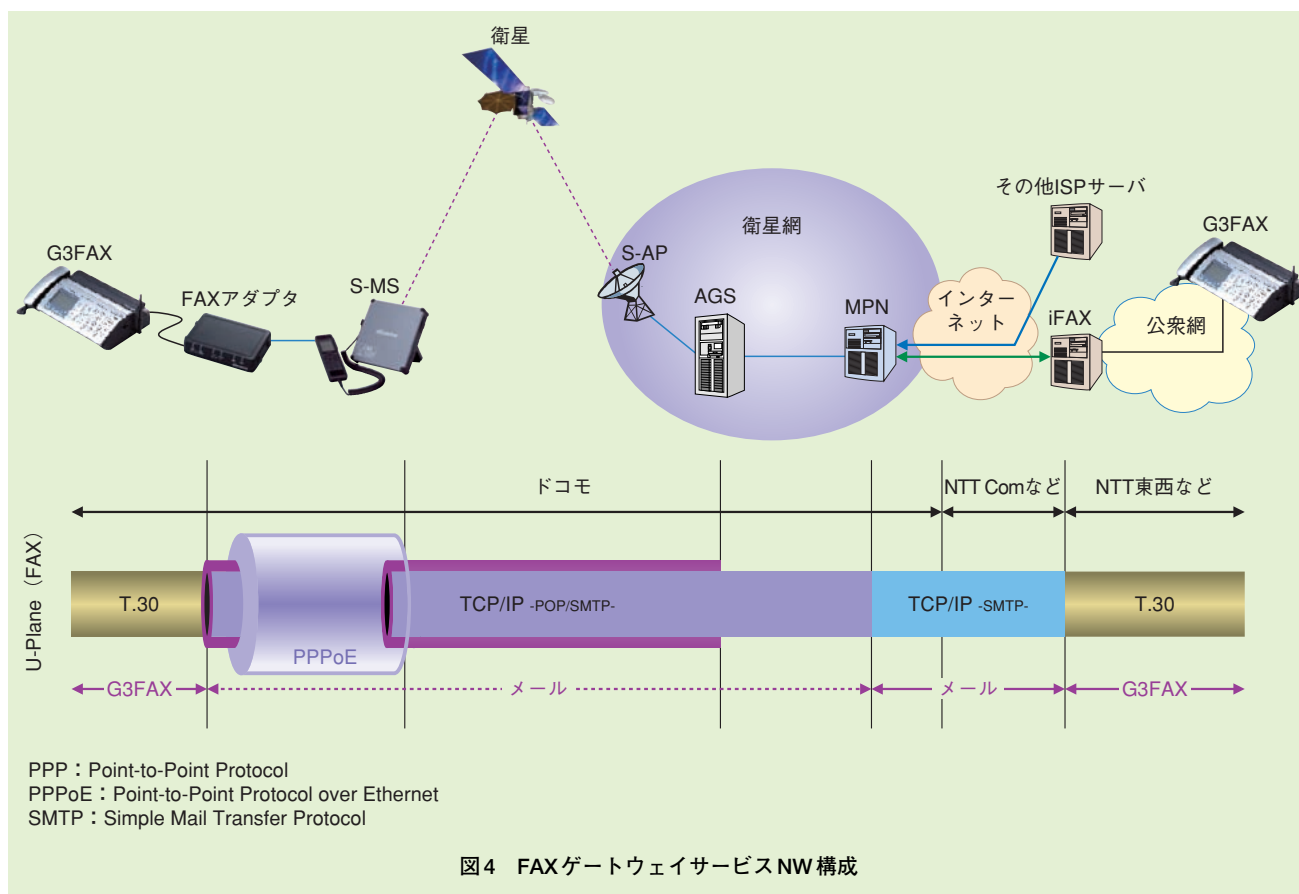
一方、新衛星のFAXゲートウェイサービスは、G3FAX機を用いてFAXをIP網で送受信できるサービスであり、ITU（International Telecommunication Union）標準のT.37^{*10}（メール方式）を採用しており、圏外時でも通信ができるように、ドコモ網内に新たに蓄積機能（最大3日）を設けた。また、新衛星は、回線帯域が広い（ベストエフォート型で上り

最大144kbit/s、下り最大384kbit/s）ため通信時間が短く、利便性の向上が図られている。

例として、FAXゲートウェイサービスを提供するNW構成を図4に示す。FAXの送受信を行う際は、衛星移動端末のFAXアダプタにG3FAX機を接続して利用する。FAXアダプタは、G3FAX信号とメールの相互変換を行う。サービス提供形態は、固定電話発-衛星移動端末着、衛星移動端末発-固定電話着、衛星移動端末発-衛星移動端末着の3パターンが存在する。衛星移動端末と固定電話との間でFAXの送受信を行う際は、NTTコミュニケーションズ

株式会社（NTT Com）が提供するiFAX[®]^{*11}サービスを利用する。ただし、衛星移動端末どうしてFAXの送受信を行う際は、メディア処理ノード^{*12}であるMPN内で折り返して送受信される。

MPNは、メールが届いた時点で衛星移動端末に接続されたFAXアダプタに着信通知を行う。通知を受けたFAXアダプタはMPNにNW接続を行い、メール受信を行う。メール受信完了後、FAXアダプタは、配下に接続されたG3FAX機へ受信完了した旨のメールをG3プロトコルに変換して送信し、G3FAX機からFAXが出力される。なお、iFAX相当のサ



*10 T.37 : IP網上での電子メールを介して、G3FAX通信を実現するための伝送制御プロトコル。

*11 iFAX[®] : NTTコミュニケーションズ(株)の登録商標。

*12 メディア処理ノード : 将来ネットワーク構想における付加サービスの高付加価値化のために、メディア系サービスイネーブラを統括する目的で開発されたノード。

ービスを提供している特定の他ISPからの受信も、可能としている。

ドコモ網では、FAXメディア処理装置（FPE：Fax Processing Equipment）を新規開発し、MPNに実装することでサービス提供を可能としている。MPNにおけるFPE実装構成を図5に示す。T.37機能をもつFPEは、汎用ソフトウェアや汎用インタフェースを独自拡張しつつ既存ソフトウェア資産を有効活用している。このように、高付加価値かつ安価な汎用ソリューションを柔軟に取り込み、開発期間・費用を大幅に削減することに成功した。

3.2 その他サービス

パケット通信サービスはFOMAで提供されているデータ通信と同様のサービスであり、i-modeに関連する通信を除いた、FOMAで提供しているすべてのAPNに接続することを目的としている。これを実現するため、AGSからxGSN（GGSN）に接続する形態を採用した。この方式のメリットは、収容されるAPN側では新規設備の追加や設定変更を行うことなく、S-MSからの接続を実現できる点にある。また、AGSにてxGSN（SGSN）と全く同一のGPRS方式を採用することで、xGSN

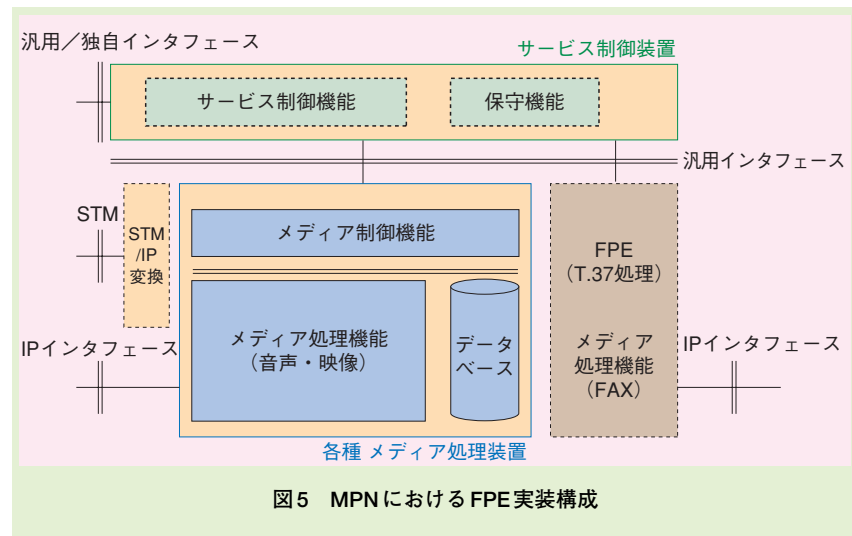


図5 MPNにおけるFPE実装構成

（GGSN）に対しても一切の影響を与えずに、衛星からの通信を実現している。

ダイレクトコネクトサービスは、既存衛星システムにおいて回線交換上で実施していたデータ通信の代替手段を目的としており、S-MSどうしでIPによる通信を提供することができる。各端末に固定IPアドレスを割り当てることによって、発信者は任意の端末へ着信をさせることが可能である。

4. あとがき

本稿では、衛星移動通信システム高速化対応におけるCS-IP NW装置について解説した。今後は、xGSN

（GGSN）の機能追加によるデータ通信の拡張およびMPNの機能追加によるFAX通信の拡張が可能になる。その結果、海上や山間部などのケータイのNWではカバーされていないエリアのユーザに対して、音声・メール・FAX変換を用いた緊急情報の同報配信サービスに加え、IMSのアーキテクチャを活用した新衛星NWを活かしたサービス拡充も可能となる。

文 献

- [1] 嶋田，ほか：“サービスの高度化と効率化に向けたFOMA音声ネットワークIP化の開発，”本誌，Vol.18，No.1，pp.6-14，Apr. 2010.