

# Technology Reports

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衛星基地局装置の開発

2010年4月に全国一斉にサービスが開始されたワイドスターIIの新たな衛星基地局装置を開発した。本装置では、データ通信需要の高まりによる無線通信速度の高速化に対応した。また、音声のIP化に伴うIMSベースのコアノード装置群に接続する衛星基地局装置としての必要十分な機能を選別し、経済性を考慮して開発した。

無線アクセス開発部  
さ さ き しんいち だ い き  
佐々木 新一 戴 琦  
い の う え て つ い ち か ね き よ と し ゆ き  
井上 哲一 金清 敏幸

### 1. まえがき

高速化に対応した新しい衛星通信サービス「ワイドスターII」が2010年4月に開始されたことに伴い、高速化衛星システムに対応した衛星基地局装置を新規に開発した。本システムでは、データ通信需要の高まりによる無線通信速度の高速化と、音声のIP化に伴うIMS (IP Multimedia Subsystem) ベースのコアノード装置群に接続する基地局装置として必要となる機能を、経済性を考慮して開発した。

衛星基地局装置は、従来同様衛星送受信波の増幅周波数変換を行うSTRE (Satellite Transmission and Receive Equipment) [1], 変復調および無線制御を行う衛星アクセス装置S-AP (Satellite-Access Point) および局舎ルータS-BGW (Satellite-

Border Gateway) で主に構成される。

本稿では、ワイドスターIIで新規開発した衛星アクセス装置の概要と関連する技術を中心に解説する。

### 2. S-APの特長

#### 2.1 S-APの構成

S-APの外観をSTREと併せて写真1に示す。またS-APの装置構成を



写真1 S-AP外観

図1に、衛星基地局の装置仕様を表1に示す。装置はaTCA (advanced Telecom Computing Architecture)<sup>\*1</sup>準拠で無線制御および変復調を同一の1架で組み込み、大幅に小型化している。S-APのカード構成を図2に、各カード機能を表2に示す。S-APは1架2シェルフ構成で上位側に装置および通信制御を行うカードが収容され、下位側に無線変復調や通信処理を行うカードが収容される。BB (Baseband), TRX (Transmitter and Receiver), RLC (Radio Link Control)<sup>\*2</sup>の無線通信を行う各カードは、新規設計とした。S-APは1台で、衛星1基4ビームエリア<sup>\*3</sup>分の通信処理を行う。それぞれのS-APに対しての運用予備2台を含めた合計4台のS-APにより、ワイドスターIIは運用される。

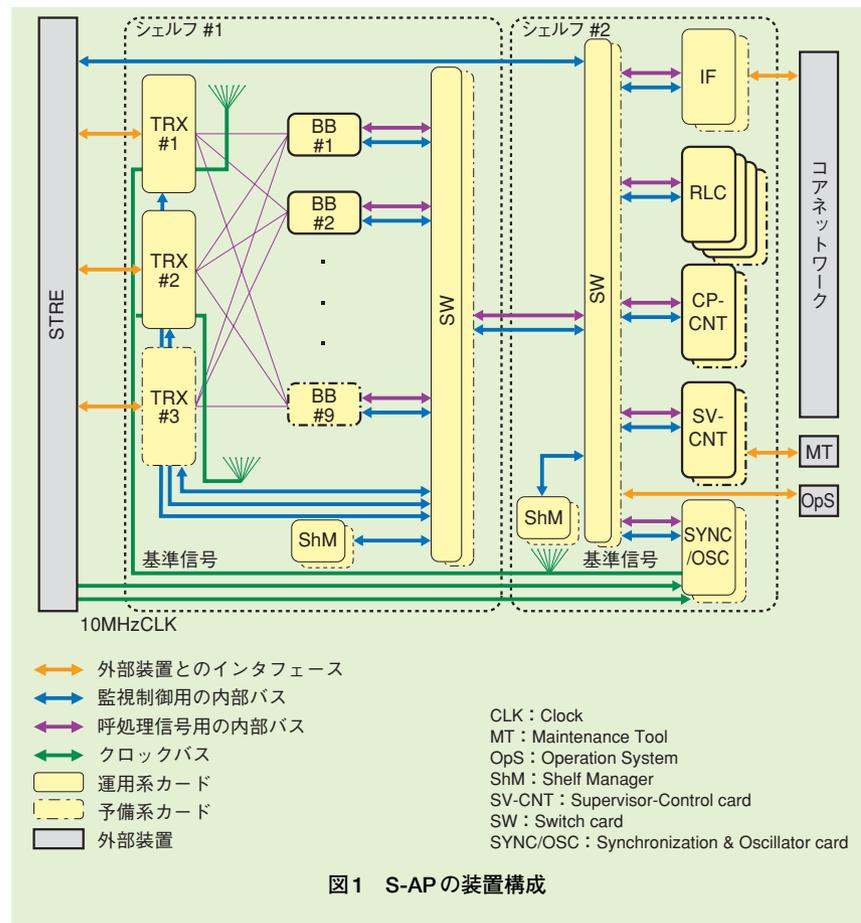


図1 S-APの装置構成

## 2.2 複数 AGS への接続

従来ワイドスターの基地局装置は、コアノードと局単位で1対1の接続関係であったが、S-APは2枚のインタフェース (IF) カードを介し、2台のAGS (Access Gateway for Satellite) と4つのSCTP (Stream Control Transmission Protocol)<sup>\*4</sup>リンクで常時接続した。さらに、マルチホーミング<sup>\*5</sup>にも対応し、万一の回線切断にも備えている。

## 2.3 システムメンテナンス制御

年2回のサントランジット現象<sup>\*6</sup>や工事および万一の被災により基地局が利用困難な場合に備え、衛星シ

表1 衛星基地局の装置仕様

同時接続数	音声	最大1,000呼
	パケット	速度保証型：最大200呼 ベストエフォート型：最大20,000呼
処理能力		最大96,000BHCA
架数		STRE：5架、S-AP：1架
重量		600kg/m以下
MTBF		STRE：29,000h、S-AP：173,000h
消費電力		STRE：5,229VA/架以下、S-AP：5.0kW以下

BHCA：Busy Hour Call Attempts  
MTBF：Mean Time Between Failure

ステム特有の保守制御として、待受けおよび通話中の呼を、別の運用中および予備系のS-APに移すシステムメンテナンス制御がある。従来のワイドスター[2]とワイドスターIIで

は、次の点でその実現方法が異なる。

(1) S-AP間での移動呼の受渡し

通話中の呼を移すため、移動元のS-APから移動先(他衛星配下)のS-APの空きリソースを事前に確認

\*1 aTCA：PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) が策定した通信事業者向け次世代通信機器の業界規格。

\*2 RLC：本来はW-CDMA 無線レイヤ2 (\*12参照) のプロトコル。S-APでは、移動局との無線レイヤ2プロトコル終端

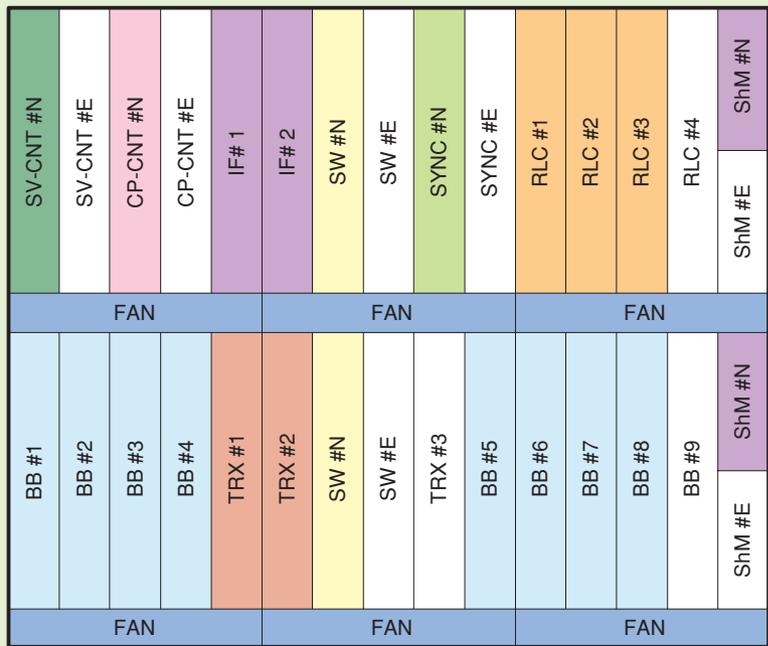
処理などを行うカードの名称。

\*3 ビームエリア：サービスエリアを分割した1単位で、この単位でユーザの管理を行う。

\*4 SCTP：電話網のプロトコルをIP上で転送する用途で作られたトランスポート層

のプロトコル。

\*5 マルチホーミング：複数の異なる物理回線上にSCTPリンクをもつ方式。



#：区切りの記号 E：予備系  
FAN：扇風機 N：運用系 \*白色カードは予備系

図2 S-APのカード構成

表2 S-APカード機能

名称	機能概要
TRX	STRE向け信号送受信機能
BB	BB変復調処理、BECHレイヤ1制御機能
RLC	無線リンク制御、音声フレーム処理機能
IF	コアノード向けおよびEM（Emergency）制御信号送受信機能
CP-CNT	呼制御および通信制御機能
SV-CNT	装置監視制御機能
SW	各カード間のイーサネットパケットの転送機能
ShM	シェルフ管理機能

および確保することで、通話中の呼の切断を回避する。

(2)強制Preservation制御

通常、ベストエフォート（BE：Best Effort）呼は導通させたU-Plane（User-Plane）<sup>\*7</sup>データの状況から、次の3つのいずれかの状態に遷移する。

①上下UPCH（User Packet Chan-

- nel）を使用
- ②下りUPCHのみ使用
- ③Preservation状態

BE呼はデータ通信サービスのうち、複数のユーザにより無線周波数帯域を共有し、回線品質に応じて提供するデータ通信速度の最大値（上り：144kbit/s、下り：384kbit/s）を

可変とする呼である。またPreservation状態とは、S-APが制御チャンネルで待ち受ける状態である。

③の状態の呼は待受け呼と同様に報知情報<sup>\*8</sup>にて移動先S-AP（他衛星）への移行となるが、移動先S-APへの移行手段はS-AP間での移動呼の受渡しと待受け呼のみが対象のため、②の呼を移動先S-APに移すには、①または③への状態遷移が必要となる。②から①への遷移には上り無線リソース<sup>\*9</sup>割当てが必要となり、余計な無線リソースの使用とシステムメンテナンス制御に時間を要する。そこで、S-MS（Satellite-Mobile Station）およびS-AP内部で使用リソースを解放して、強制的に②から③への状態移行をさせるための情報を報知情報に追加し、無線リソース使用削減とシステムメンテナンス制御にかかる時間の短縮を実現した。

2.4 オンライン局データ更新

従来は局データを更新する際は装置の再起動（再開）が必要であったが、ワイドスターⅡのS-APでは装置再開をせずに更新するオンライン更新を可能とした。

(1)帯域占有リソースの変更

新たに導入される帯域占有サービスは、契約した無線帯域を占有して利用するため、占有する帯域情報をS-APが局データで管理し、帯域占有契約内容の変更に伴う占有無線リソースの変更をオンラインで変更する。

\*6 サントランジット現象：基地局アンテナが衛星から電波受信する際に、衛星と太陽とが重なって見える衛星食が生じ、太陽雑音を受信することから、通信品質が下がる現象をいう。年2回春と秋に、およそ1週間ずつ発生する。

\*7 U-Plane：ユーザデータを転送するためのプロトコル。  
\*8 報知情報：移動端末における位置登録要否の判断に必要な位置番号、周辺セル情報および発信規制制御を行うための情報などを含み、周辺セルごとに基地局

から一斉同報される。  
\*9 無線リソース：無線チャンネル（周波数）割当てに必要なリソースの総称。無線送信電力、TRXリソース、BBチャンネル、RLCリソースなどがある。

## (2) 災害時音声リソース増への対応

大規模災害時にデータ通信用リソースを音声通信用リソースに振り替えて通信手段とすることが柔軟にできるよう、後述する通信ユニットの種別をデータ通信ユニットから音声通信用のユニットにオンラインで即時に変更できる。

## 2.5 衛星 15M/30M モード対応

衛星基地局と送受するC帯で使用する偏波<sup>\*10</sup>において、送受共に左右両偏波に対応しているN-STAR d (N-STAR cは、C帯は片偏波のみ対応)は、従来ワイドスターで利用している15MHzの運用帯域幅の倍にあたる30MHzの運用帯域幅を処理する30Mモードを備えている。S-AP1台では15MHz帯域の信号を処理する能力を有し、S-AP2台の協調した動作により衛星30Mモードに対応できる設計とした。

## 3. 無線通信カードの特長

ワイドスターIIの音声およびデータ通信に対応するため、変復調をはじめとするレイヤ1<sup>\*11</sup>処理をつかさどるBBカードおよびレイヤ2<sup>\*12</sup>処理をつかさどるRLCカードなどのS-APの無線通信カードは、通信ユニットの設定において柔軟な設計としている。

### 3.1 BBカードのチャンネル設定

通信チャンネルの指定は、通信制御

カードのCP-CNT (Call Processing-Control card) がBBカードに設定されたリソースを確保し、実行される。

BBカードは、BBユニットと呼ばれるDSP (Digital Signal Processor) を7つ実装しており、各BBユニットが300kHzの周波数帯域幅の無線リソースをサポートするとともに、次のユニット種別を局データで設定する。

- ①TCH (Traffic Channel) ユニット：音声および制御チャンネルを20チャンネル収容する。
- ②速度保証 (GR: Guarantee) ユニット：64kデータ通信サービス用のGRCH (Guarantee Channel) を4チャンネル収容する。
- ③BEユニット：パケット通信サービス用BECH (Best Effort Channel) を384kbit/sの下りで1チャンネル、最大144kbit/sの上りで2チャンネル収容する。

#### (1) BEユニットスケジューリング

BEユニットが収容するBECHは、上りBECHがレイヤ1制御プロトコルにて必要帯域を動的に割り当て、下りBECHは複数移動局で共用するため、上下のチャンネルを異なるスケジューリングで制御することにより、効率よく多くのユーザを収容することを可能とする。

上りBECHのレイヤ1制御はBBカード内に閉じており、チャンネル解放および再割当て時の帯域指定を管理する。下りBECHの送信データは、レイヤ2を処理するRLCカードおよびBBカードでスケジューリン

グを行う。

#### (2) BBカード冗長切替えでの引継ぎ

BBカードには、7つのBBユニットが収容する多数の通信が存在する。このBBカードが予備系のBBカードへ呼を移す際 (冗長切替え) に呼切断が生じると、各移動局が再接続動作を開始して信号が集中し、輻輳が生じるため、通信呼の情報を切替え後も引き継ぐ。ただし、冗長切替えが生じているBBカードの上りBECH割当て情報は、信頼性が低く処理も複雑となるため、引き継がずに強制解放する。

### 3.2 RLCカードでの音声信号処理

RLCカードは音声信号処理のため、RTP (Real-time Transport Protocol)<sup>\*13</sup>/RTCP (RTP Control Protocol)<sup>\*14</sup>パケットの受信/分解、揺らぎ吸収バッファ制御、パケット損失検出、無音フレーム検出、VOX (Voice Operated Transmitter)<sup>\*15</sup>情報付与、RTP断検出、衛星伝送フレーム組立て/分解、CRC (Cyclic Redundancy Check)<sup>\*16</sup>生成、エラー検出、RTPパケット組立て/生成などの処理を行う。このうち、衛星伝送フレーム組立て/分解、RTPパケット組立て/生成がS-AP特有処理である。

#### (1) 衛星伝送フレーム組立て

衛星伝送フレーム組立てイメージを図3に示す。40ms周期の割込み信号に応じて、揺らぎ吸収バッファから読み出したペイロード<sup>\*17</sup>のデータ (A, B, C) を、衛星伝送フレーム

\*10 偏波：電波を構成する電界と磁界が特定の方向を向く性質。S-BEでは左/右旋回円偏波を利用している。

\*11 レイヤ1：通常OSI参照モデルの第1層 (物理層)。

\*12 レイヤ2：通常OSI参照モデルの第2層

(データリンク層)。本稿では、S-LAPDM (Satellite-Link Access Procedure for Digital Mobile channel) 処理機能を指す。

\*13 RTP：IETF (Internet Engineering Task Force) で標準化された、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。

\*14 RTCP：ストリーミングサーバからのデータの受信状況を交換し、伝送レート制御などを行うための通信プロトコル。RTPと組み合わせて使用する。

のフォーマットに従って再構成する。1つの衛星伝送フレームは4つの音声フレームによって構成されているが、有効な音声フレームが3フレーム以下しかない場合、音声符号の代わりに無効フレームを送信する。

RTP packetsには、音声データだけでなく、無音区間を示すSID (Silence Insertion Descriptor) 情報が含まれる。そのため、受信したRTPパケットのペイロード長からSID情報の検出を行う。

なお、衛星伝送フレームを組み立てる場合、各音声フレームは80bit固定とし、次の3パターンがある。

- ・音声符号フレーム：80bit
- ・SID：SID (15bit) + SID固有ビットパターン (65bit)
- ・無効フレーム：固定パターン (80bit)

(2)衛星伝送フレーム分解

受信した衛星伝送フレームに含まれる音声データの分解を行う。衛星通信側の伝送フレームは、TDMであるため遅延や揺らぎは発生せず、受信した衛星伝送フレームを直ちに分解して音声符号データを取得する。

フレーム分解イメージを図4に示す。

CRCチェック後、衛星伝送フレームのデータを並び替えて4つの音声フレームを組み立て、(1)で挙げた各パターンか否かを判断する。

(3)RTPパケット生成とDTMF (Dual Tone Multi-Frequency)<sup>\*18</sup>転送

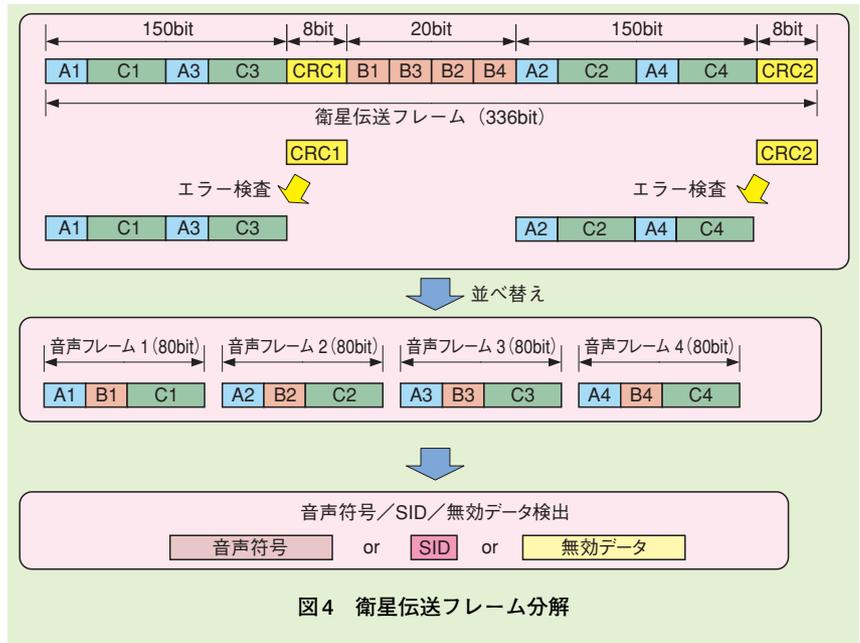
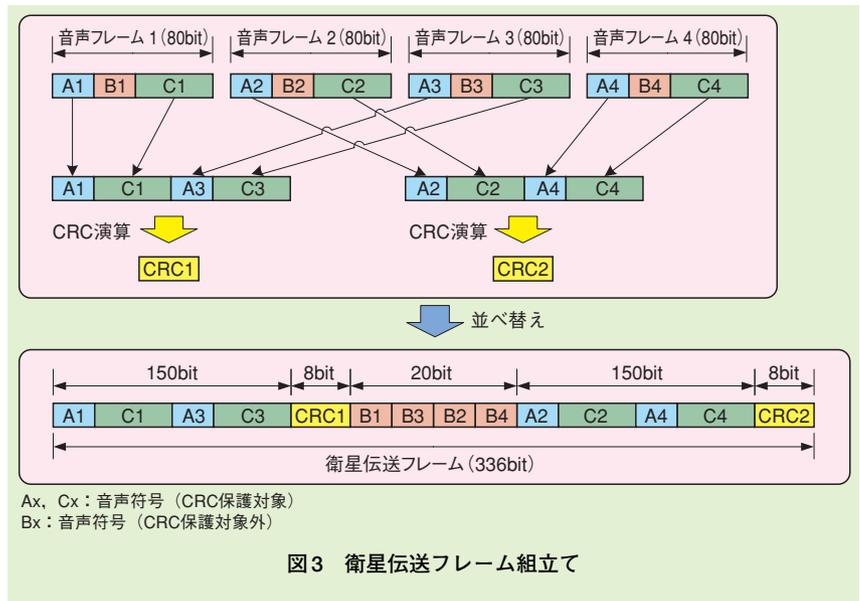
音声情報は、RLCカードにおいて、無線側へのレイヤ2フレームとネットワーク側へのRTPパケットへ

と変換・中継される。DTMFの転送は、上りについては、移動局がレイヤ3<sup>\*19</sup>信号にDTMFのコードを設定し、RLCカードにおいて、RTPパケットに変換してコアノードへ転送する。下りについては、コアノードから音声信号として中継されるた

め、SAPでは特別な処理はない。

4. あとがき

本稿では、ワイドスターIIの新たな衛星基地局装置の開発について述べた。本装置の開発により、データ通信需要の高まりによる無線通信速



\*15 VOX：送信電力削減のため、音声信号がない場合無線出力を止める制御。  
\*16 CRC：データの伝送中に生じた誤りの検出が可能な誤り検出方式。  
\*17 ペイロード：通信データのうち、ヘッダなどを除いた本来通信したいデータ本体。

\*18 DTMF：電話機のボタンや記号を、低音と高音の各4種類の信号のうち2つを合成した音で送る方法。  
\*19 レイヤ3：通常OSI参照モデルの第3層(ネットワーク層)。本稿では、S-RRCプロトコルを指す。

度の高速化に対応するとともに、音声のIP化に伴うIMSベースのコアノード装置群に接続する衛星基地局装置としての機能を充実させることができた。

今後は、さらに用途の拡大が見込

まれるデータ通信サービスについて、無線リソースの有効利用などを検討する予定である。

#### 文 献

[1] 近藤, ほか: “衛星移動通信システム

特集/3. 基地局装置,” 本誌, Vol.4 No.2, pp.15-19, Jul. 1996.

[2] 山下, ほか: “衛星移動通信システム特集/4. オペレーション系,” 本誌, Vol.4 No.2, pp.20-23, Jul. 1996.