

# 衛星移動通信システム特集

## 3 基地局装置

本年3月より、N-STAR衛星移動通信サービスが開始された。本サービス導入の主目的は、地上の携帯・自動車電話方式ではサービス提供が困難な山間島しょなどにおけるエリア補完および内航船舶電話サービスのエリア拡大である。本稿では、N-STAR衛星移動通信システムの衛星基地局の構成、装置概要などについて述べる。

こんどう はるお ふるかわ けんじ こだま えいじ こばやし ひろし  
近藤 晴雄・古川 憲志・児玉 英司・小林 宏

### まえがき

N-STAR衛星移動通信システム（以下、衛星方式）は、衛星通信が有するサービスエリアの広域性という特長を生かし、携帯・自動車電話方式ではサービス提供が困難な山間島しょなどにおけるエリア補完および内航船舶電話サービスのエリア拡大を主たる目的に開発したもの

である。

衛星方式の基地局（以下、衛星基地局）は、通信衛星N-STARの能力を最大限に引き出すため、衛星通信特有の大型アンテナや無線方式などが必要となる。しかし、衛星方式とデジタル自動車電話システム<sup>1)2)</sup>（以下、地上方式）との統合利用を実現するには、地上方式の無線基地局をベースとする必要があり、開発期間や保守性なども考慮して、地上方式との技

術共用を前提に開発を進めた。本稿では、衛星基地局の構成、装置概要などについて述べる。

### システム構成

一般に、衛星通信システムは地上災害の影響を受けにくいことから、大規模災害時の通信確保手段として有力である。この耐災害性を最大限に発揮するには、

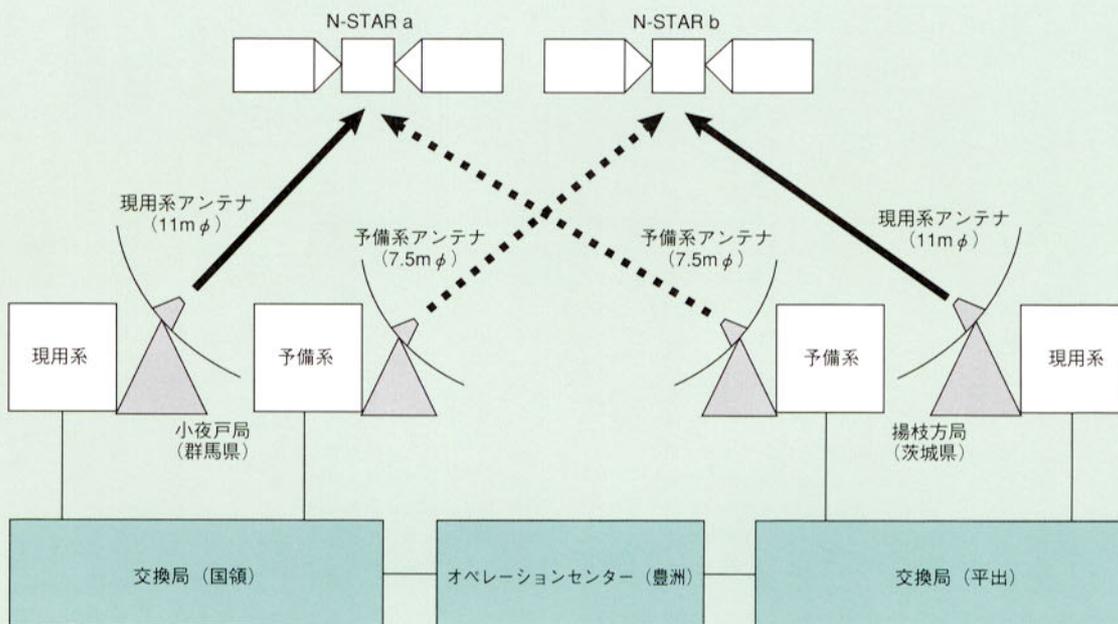


図1 システム構成  
Figure 1 System Configuration

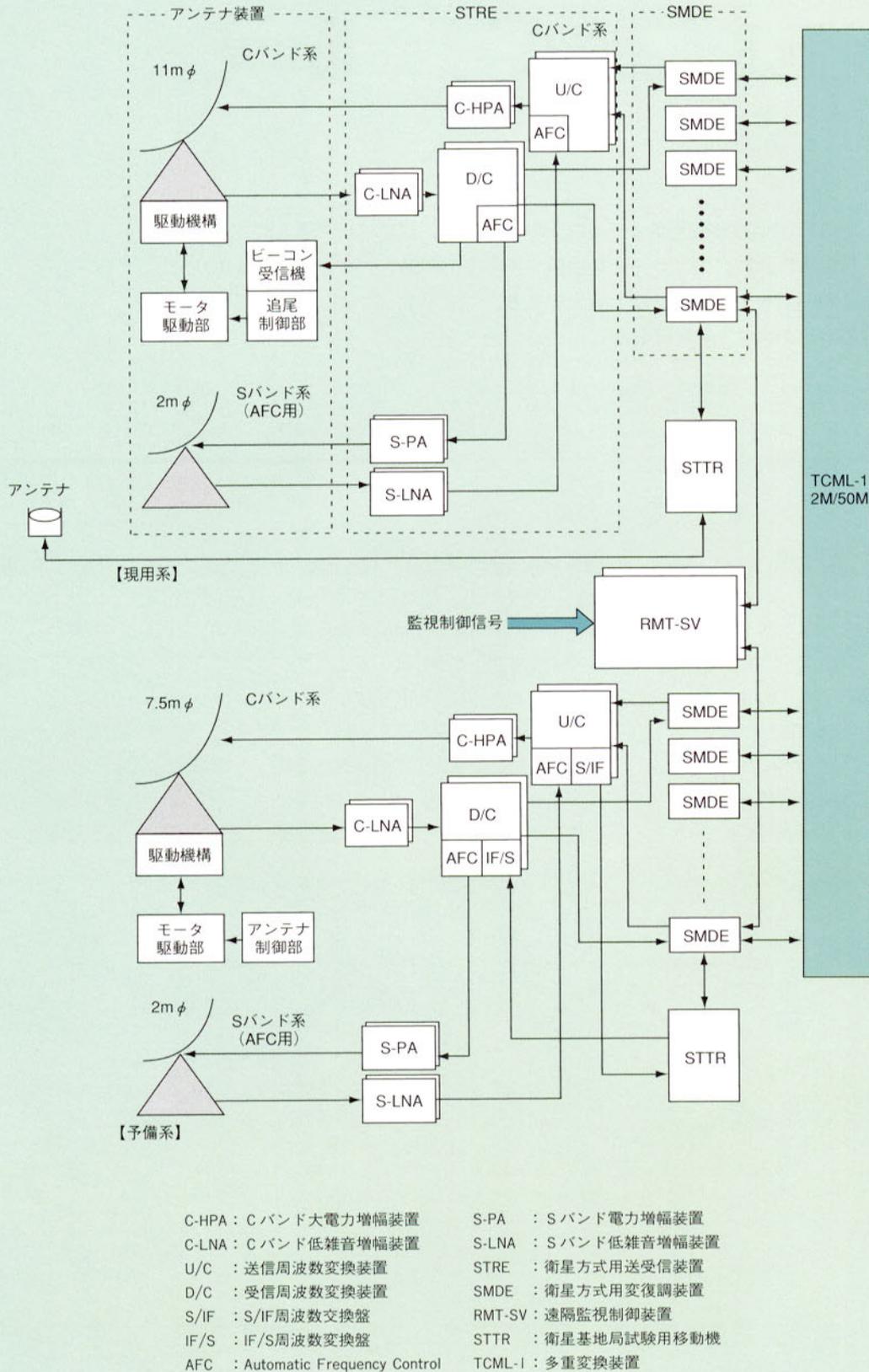


図2 衛星基地局の構成  
Figure 2 Configuration of Satellite Base Station

表 1 STREの主要諸元  
Table 1 Major Parameters of STRE

項目	諸元	備考
入出力周波数	IF帯 入力：940～1012MHz 出力：810～882MHz	地上システムとの技術共用性を図る
	RF帯 入力：4124～4196MHz 出力：6349～6421MHz	N-STAR衛星移動通信用ファイダリンク周波数
SSPA出力	最大出力200W	
LNA雑音温度	100K以下	
MDE収容架数	10架	64キャリア/架
AFC 引込周波数範囲	送信AFC：±40kHz 受信AFC：±20kHz	

衛星基地局も地上災害の影響を極力避ける構成が望ましい。衛星方式では、衛星2機（N-STAR a号およびb号）でサービスを提供するため、各衛星に対して衛星基地局を1局ずつ設置し、それぞれの衛星基地局には、平常時に使用する

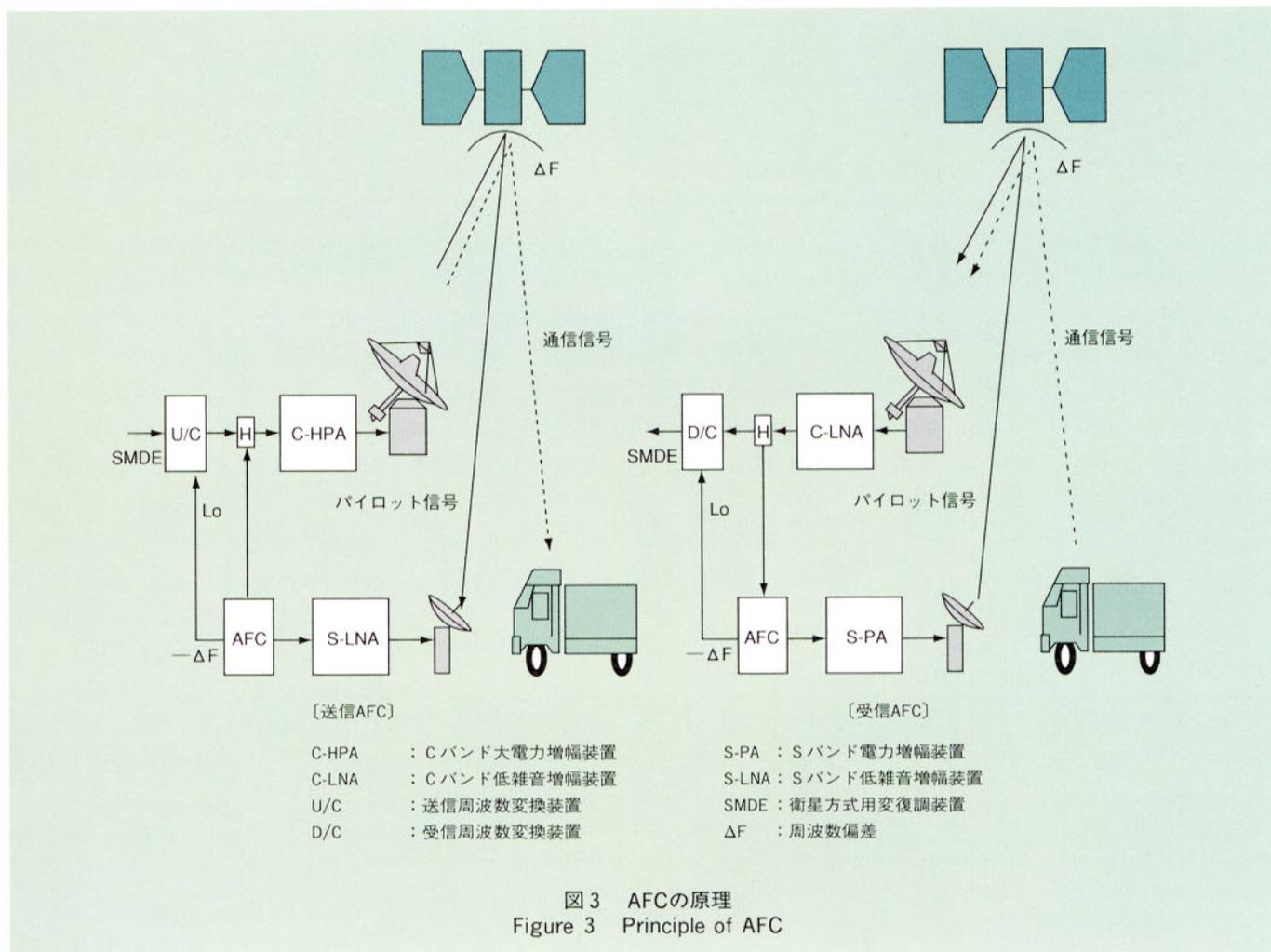
現用系に加え、地上災害などの相互バックアップのための予備系を収容する構成とした。

図1に、衛星基地局を中心としたシステム構成を示す。群馬県北部に位置する小夜戸局には、a号衛星に対応する現用

系と、b号衛星に対応する予備系を設置する。一方、茨城県北部に位置する揚枝方局には、b号衛星に対応する現用系と、a号衛星に対応する予備系を設置する。現用系装置故障などの非常時には予備系に切り替えて運用することにより、システムとしての高信頼化を実現している。

## 衛星基地局

衛星基地局の構成を図2に示す。衛星基地局は、アンテナ装置、周波数変換などを行う衛星方式用送受信装置（STRE）、衛星方式用変復調装置（SMDE）、衛星基地局試験用移動機（STTR）および衛星基地局～制御局間をマイクロ波回線で中継するための多重変換装置（TCML-1）などから構成される。アンテナ装置、STREおよび局舎に関する監視制御信号は、遠隔監視制御装



置(RMT-SV)を介してオペレーションセンターへ中継される。

## ■アンテナ装置

### (1) Cバンド系アンテナ装置

Cバンド(6/4GHz帯)系アンテナ装置は、フィーダリンクに用いるパラボラアンテナであり、以下の要求条件を満足すべく設計した。

- ① 衛星収容回線数がフィーダリンクの性能により制限されることを防ぐため、フィーダリンクのC/N(信号電力対雑音電力比)をサービスリンクのC/Nより15~20dB高く設定できるようなアンテナ利得を有すること
- ② 他衛星システムからの被干渉および他衛星システムへの与干渉を小さくするため、シャープな指向特性を有すること

このため、現用系には直径11mφ、予備系には、災害時などの限定使用であることを考慮し、直径7.5mφの開口径を有するアンテナを採用した。なお、静止衛星と言えども、衛星は太陽からの引力などにより若干の位置変動が生じるため、シャープな指向特性を有するアンテナでは追尾機構が必要となる。そこで、現用系アンテナには、N-STARから常時送信されるテレメトリ信号を利用し、周期的にアンテナの仰角と方位角を調整するステップトラック機構を設けている。

### (2) Sバンド系アンテナ装置

Sバンド(2.6/2.5GHz帯)系アンテナ装置は、後述するAFC(Automatic Frequency Control)に用いるものであり、直径2mφパラボラアンテナを採用した。

## ■STRE

STREは、Cバンド大電力増幅装置(C-HPA)、Cバンド低雑音増幅装置(C-LNA)、送信周波数変換装置(U/C)、受信周波数変換装置(D/C)、Sバンド電力増幅装置(S-PA)、Sバンド低雑音増幅装置(S-LNA)、遠隔監視制御装置(RMT-SV)およびS/IF周波数変換盤とIF/S周波数変換盤から成る局内折返し周波数変換装置から構成される。STREは装置故障が即システムダウンにつながるため、冗長構成(稼働状態を運用系、非稼働状態を待機系と呼ぶ)となっており、装置自身が故障を検出し、自動的に運用系と待機系を切り換える。

STREの主要諸元を表1に示す。STREは、最大10架のSMDEから入力される900MHz帯IF信号を合成して6GHz帯RF信号に周波数変換し、電力増幅後、Cバンドアンテナに給電する。また、衛星から送られてきた4GHz帯RF信号を低雑音増幅した後、800MHz帯IF信号に周波数変換し、最大10架のSMDEに信号を分配する。C-HPAは、多数のSCPC(Single Carrier Per Channel)波を共通増幅するため、バックオフ10dB以上で動作させ、相互変調歪みによる伝送特性劣化を防いでいる。U/CおよびD/Cは、装置内の運用系と待機系との間で切替が生じた時、切替前後の周波数差により、移動局または衛星基地局の復調器が同期外れを生じないように工夫している。衛星通信では、衛星に搭載した周波数変換装置の周波数変動や衛星の位置変動に伴うドップラー効果により、衛星基地局と移動局で受信する周波数が変動する。そこで、周波数変換装置にAFC機能を付

加し、周波数変動を補正している。図3に、本システムにおけるAFCの動作原理を示す。

送信AFCは、衛星基地局から送信したCバンドパイロット信号と、衛星経由で受信されたSバンドパイロット信号とから、衛星上の周波数偏差( $\Delta F$ )を推定し、U/Cのローカル周波数を周波数偏差( $\Delta F$ )だけ補正して移動局受信周波数を一定に保つ機能である。また、受信AFCは、送信AFCとは逆に、衛星基地局から送信したSバンドパイロット信号と、衛星経由で受信されたCバンドパイロット信号とから、衛星上の周波数偏差( $\Delta F$ )を推定し、D/Cのローカル周波数を周波数偏差( $\Delta F$ )だけ補正してSMDE入力周波数を一定に保つ機能である。N-STAR搭載の周波数変換器は、フォワードリンクでは6GHz帯から2.5GHz帯に周波数変換するのに対し、リターンリンクでは2.6GHz帯から4GHz帯に周波数変換する。このため、衛星上周波数変換器のローカル周波数は、リターンリンクよりフォワードリンクの方が高くなり、それに比例して衛星上での周波数変動も大きくなる。したがって、補正可能な周波数偏差(AFC最大引込周波数範囲)は、受信AFCより送信AFCを高くする必要があり、送信AFCで $\pm 40$ kHz、受信AFCで $\pm 20$ kHzとした。

## ■SMDE

SMDEは、地上方式と同様、架全体の監視制御を司る監視制御部、架内レベル変換やSTTRなどの外部装置を接続するためのインタフェース部および変復調などを行うTRX部とから構成される<sup>3)</sup>。監視制御部とインタフェース部については、地上方式との技術共用を図り、RMT-SVとの接続などの一部を除いて地上方式と同じ機能を採用した。TRX部については、移動局の小型化と衛星電力の有効利用を図るため<sup>4)</sup>、衛星独自の無線方式を採用した。

表2にTRX部の主要諸元を示す。変調方式や入出力周波数は、地上方式をベースに選定した。一方、復調方式としては、反射波に対し直接波が支配的な衛星通信

表2 SMDEの主要諸元  
Table 2 Major Parameters of SMDE

項目	諸元	備考
入出力周波数	入力：940~1012MHz 出力：810~882MHz	地上システムとの技術共用性を図る
変復調方式	$\pi/4$ シフトQPSK、絶対同期検波	
誤り訂正方式	レート1/2・拘束長7 畳み込み符号ビタビ復号	
多元接続方式	FDMA/SCPC	

特有の伝搬条件下で所要C/Nを低減できる同期検波を、誤り訂正方式には、符号化利得の高いレート1/2・拘束長7の畳み込み符号化ビタビ復号を用いた。また、多元接続方式には、TDMAに比べて、移動局の送信出力を低減できるSCPCを採用した。

その他、SMDEは、衛星電力を有効利用するため、(1)衛星方式用音声処理装置(SSPE)からの指示でキャリアをON/OFFする下りVOX (Voice Operated Transmitter) 機能、(2)移動機からの回線品質情報を基に下り方向の送信電力を制御する送信電力制御機能<sup>5)</sup>などを具備している。

## ■STTR

STTRは、システムの正常性を試験するための衛星基地局試験用移動機であり、現用系は衛星折り返し、予備系は局内折り返しによりシステム試験を行う。STTRの無線機ハードウェアには移動機のハードウェアを使用し(予備系は局内折返し系のためRF部は具備していない)、試験呼として必要な機能をソフトウェアで実現している。

## あ と が き

本稿では、N-STAR衛星移動通信システムの衛星基地局について述べた。本衛星基地局は、(1)衛星方式全体の信頼性、(2)衛星能力の最大限の活用、(3)地上方式との技術共用に配慮して開発した。今後は、衛星方式の特長をさらに生かすための開発を進める予定である。

## 文 献

- 1) 電波システム開発センター：“デジタル方式自動車電話システム標準規格RCR-STD27D”，平成7年6月27日
- 2) 尾上，山本，村瀬：“ハーフレートデジタル移動通信特集 システム概要”，本誌，Vol.3，No.3，Oct.1995
- 3) 北川，笹木，小林，友田，田中：“ハーフレートデジタル移動通信特集 基地局変復調装置”，本誌，Vol.3，No.3，Oct.1995
- 4) 上野，歌野，山本，西：“衛星移動通信システム特集 N-STAR衛星移動通信システムの概要” 本誌，Vol.4，No.2，Jul.1996
- 5) 古川，小林，大野，西：“移動体衛星通信方式における基地局送信電力制御”，1995年信学春季全大，B-499