

衛星移動通信システム特集

1 N-STAR衛星通信システムの概要

NTT DoCoMoでは本年3月より通信衛星N-STARを利用した衛星移動通信サービスを開始した。衛星移動通信システムは地上系システムと統合することにより、「いつでも・どこでも・だれとでも」という究極の移動通信実現に大きく寄与するものと期待される。本稿では衛星移動通信システムの概要について述べる。

うえの すすむ うたの たかのり やまもと こうじ にし やすき
上野 晋・歌野 孝法・山本 浩治・西 泰樹

まえがき

近年の移動体通信サービス、特に携帯・自動車電話の需要の伸びはめざましく、関東・甲信越では当社の800MHzデジタル方式だけでも人口比率で既に90%以上の地域をカバーしている。しかし、そのサービスエリアは都市部・主要道路を中心として展開されており、山間・島しょなどの地域ではサービスの提供が行われていない場所もあり、地上系のサービスエリアを経済的に補完できる手段が望まれていた。

また、沿岸を航行する船舶に公衆通信サービスを提供する船舶電話は、サービスエリアが海岸から50~100km程度に限られており、これ以上にエリアを拡大することは、現行の地上方式では困難であった。

一方、衛星移動通信システムはサービスエリアの広域性という特長から、このような要望を満たし得るシステムとして世界各国で研究開発が進められてきた。当社においても、1970年代前半から研究に着手し、1987年からの技術試験衛星V号を利用した移動体衛星通信実験において、商用システム構築への技術的見通しを得るに至った^{1),2)}。

このような背景を基に、N-STAR衛星移動通信システムは、地上系の携帯・自動車電話サービスのエリア補完および、船舶電話サービスの継承、エリア拡大を主な目的として本年3月よりサービスを開始した。ここでは、本システムの概要について説明する。

システムの概要

■システム構成

N-STAR衛星移動通信システムは、平成7年度に打ち上げられた2機のN-STAR衛星³⁾に搭載された移動通信中継器を用いたシステムである。図1はシステムイメージであり、日本全土を含む日本近海を半径約600kmの4個のビームでカバーし、陸上および海上における音声/FAX/データなどの通信サービスを提供するものである。

N-STAR衛星は2トン級の3軸姿勢制御の静止衛星であり、CS-3の後継機として東経132°(a号機)と東経136°(b号機)に打ち上げられた。表1にN-STAR衛星の主要諸元を示す。衛星には、NTTが使用する固定通信用のKa/Ku/Cバンドの中継器と、NTT DoCoMoが使用する移動通信用のC/Sバンドの中継器が搭載されている。移動通信用のSバンドの送

信側にはマルチポートアンブ⁴⁾が搭載されており、衛星電力の有効利用を図るとともに、ビーム間のトラヒック変動に柔軟に対応できる構成となっている。

また、衛星アンテナを大型かつマルチビーム化し、アンテナビームを絞ることにより、衛星の送信性能と受信性能を従来のシングルビーム方式に比べて向上することが可能となった。この技術を採用することにより、従来、大型で高利得の追尾アンテナが一般的であった移動体衛星通信用の移動局アンテナとして、利得が10dBi程度の小型アンテナでも通信が可能となった。

■ネットワーク構成⁵⁾

図2にN-STAR衛星移動通信システムのネットワーク構成を示す。

(1) 信頼性の確保

N-STAR衛星移動通信システムは、災害などに備え、2機の衛星に対して2系統の無線基地局・制御局を配置し、相互バックアップ可能な構成とすることで、高い信頼性を確保している。

平常運用ではそれぞれの無線基地局・制御局はあらかじめ決められた衛星にアクセスするが、基地局の障害対策として、両方の基地局に2衛星に同時にアクセス可能な機能を備えている。また、サービスエリアを2機の衛星でオーバーラップ

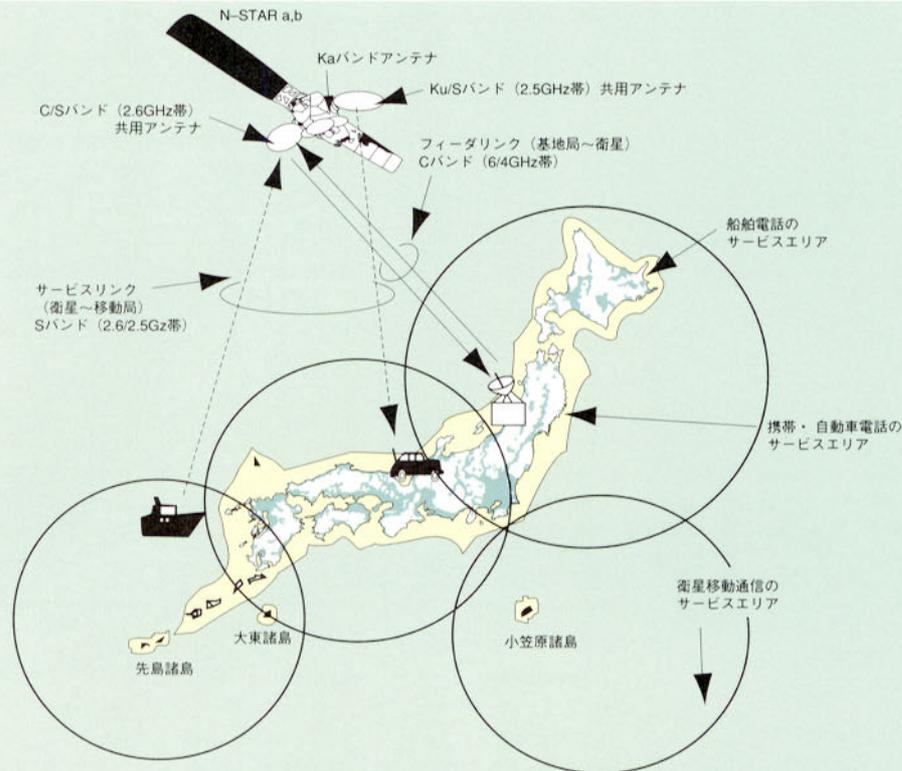


図1 N-STAR衛星移動通信システムのイメージ
Figure 1 N-STAR Mobile Communication System

表1 N-STAR衛星の主要諸元
Table 1 Major Parameters of N-STAR

項目	諸元	備考
軌道位置	N-STAR a: 東経132° N-STAR b: 東経136°	(CS-3と同じ軌道)
衛星打ち上げ時期	N-STAR a: 平成7年8月 N-STAR b: 平成8年2月	
姿勢安定方式	三軸姿勢制御方式	
寿命	10年以上	
軌道上初期重量	約2トン	
搭載アンテナ	反射鏡面3面構成 2.6×3.0m鏡面2枚(展開) 2.1m鏡面(固定)	
中継器構成	Ka [30/20GHz] (マルチビーム)	固定通信 (NTT)
	Ka [30/20GHz] (シングルビーム)	
	Ku [14/12GHz]	
	C [6/4GHz]	
	S [2.6/2.5GHz]	移動通信用フィーダリンク
		移動通信用サービスリンク

してカバーすることにより、万一片方の衛星が故障した場合でも影響を最小限に留めることができる。移動機は通常はあらかじめ定められたa/bどちらかの衛星に優先的にアクセスするが、一方がアクセス不能となった場合には自動的に他の衛星にアクセスすることで通信の確保を可

能としている。

(2) 地上系システムとの統合利用

N-STAR衛星移動通信システムは地上系システムとネットワーク統合が図られる構成を採用しており、一つの加入者番号で、衛星系と地上系の両システムにアクセス可能である。

衛星系システムは後述のように衛星の電力容量に制限があるが、一つの衛星で非常に広いエリアをカバーできる（広域性）という利点がある。言い換えれば、衛星は都会のような集中型の大容量トラヒックの扱いよりも広域分散型の低トラヒックの扱いに適しているという特徴を

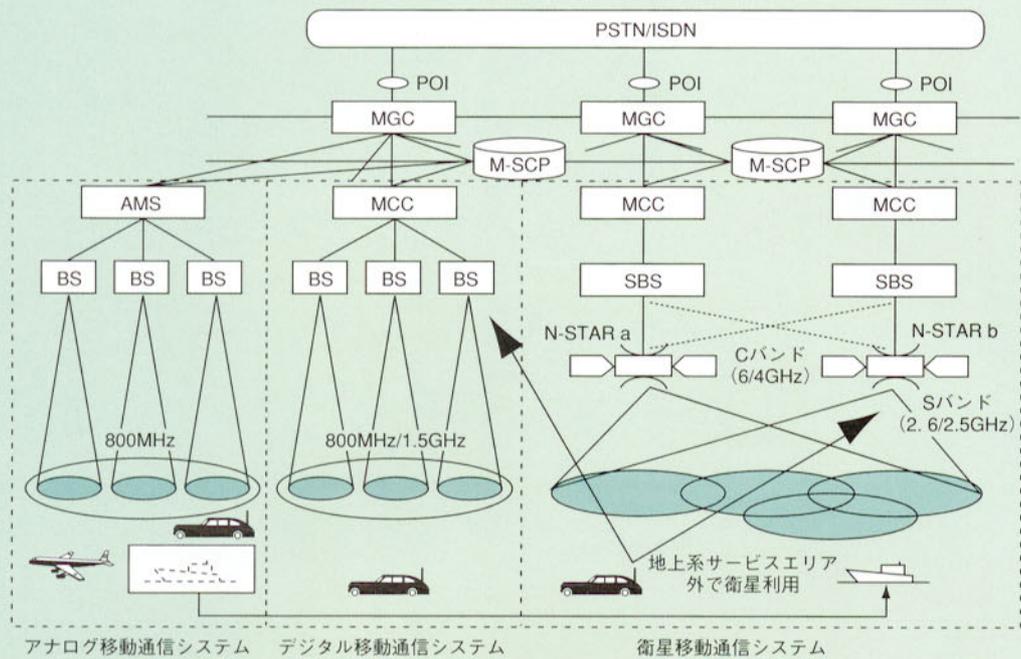


図2 N-STAR衛星移動通信システムのネットワーク構成
Figure 2 Configuration of N-STAR Mobile Communication System

持つ。一方、地上系システムは、経済性の観点から衛星系システムと逆の特徴を有している。本システムでは、デュアルモード移動機により、エリアに応じて両者を統合的に使い分けることで、より経済的な統合移動通信システムの構築を図った。

■衛星移動通信の特徴とシステム諸元

N-STAR衛星移動通信システムは地上方式との整合性を重視し、地上系システムとの技術的共用性を前提として開発を進めたが、周波数条件、伝搬条件などの点で地上系システムと多少の相違点を有している。表2にN-STAR衛星移動通信システムと地上系システムの主要諸元を比較する。

(1) 使用周波数

周波数帯域としては、移動体～衛星間のサービスリンクには無線通信規則で移動衛星業務（航空移動衛星を除く）に分配されているSバンドの中の上り／下り

おのおの30MHz（2660～2690MHz／2505～2535MHz）を、基地局～衛星間のフィードリンクには固定衛星業務用のCバンド（6345～6425MHz／4120～4200MHz）を使用している。

特にSバンドは、衛星通信の電波の窓と呼ばれている1～10GHz帯の中でも、降雨減衰およびシンチレーションの両面で最も影響が少ない周波数である。

(2) 衛星伝搬特性

衛星移動通信システムでは自由空間伝搬損失が大きいいため、移動機における受信電力は地上系セルラシステムに比べ非常に小さい。一方、日本のような中緯度地域では、N-STARからの電波到来角が比較的高仰角であり、直接波が支配的に受信された反射波の影響は少ない。言い換えれば、ビル影など衛星の見通しが無い場所では深いシャドウイングのため通信は困難な場合もあるが、衛星の見通しがある場所では、海上、陸上を問わず安

定した受信状態が得られるという伝搬的特徴を持つ。

(3) 移動局の小型化と衛星電力の有効利用など

衛星通信システムの回線容量は、一般に、周波数帯域による制限に加え、衛星のEIRPによっても制限される。従って、回線の所有C/Nをできる限り低く運用する方が有利となる。特に移動体衛星通信では移動局アンテナの小型化が必須であり、この点からも低C/Nによる運用が要求される。従ってN-STAR通信移動システムでは、変復調方式として $\pi/4$ シフトQPSK、同期検波方式を採用し、誤り訂正方式として符号化利得の大きい畳み込み符号化ビタビ復号方式を採用している。これより、移動機は低C/Nにおける安定動作を実現している。さらに、音声コーデックをハーフレートコーデックとし、非電話の伝送速度を4.8kb/sとすることにより、キャリア当たりの衛星電力を有効

表2 N-STAR衛星移動通信システムと地上系システムの主要諸元比較
Table 2 Major Parameters of N-STAR Mobile Communication System and Terrestrial Mobile Communication System

項目	諸元	
	N-STARシステム	ハーフレートシステム
周波数帯	サービスリンク：2.6/2.5GHz帯 (2660～2690MHz/2505～2535MHz) フィードリンク：6/4GHz帯 (6345～6425MHz/4120～4200MHz)	フォワードリンク：940～956MHz リターンリンク：810～826MHz
キャリア周波数間隔	12.5kHz	50kHz (25kHzインタリーブ)
ビーム半径	600km	0.5～3 km以上
アクセス方式	FDMA/SCPC	TDMA
伝送速度	14kb/s	42kb/s
変復調方式	$\pi/4$ シフトQPSK/同期検波	$\pi/4$ シフトQPSK
誤り訂正方式	畳込符号化ビタビ復号	—
提供サービス	音声/FAX/データ通信 同報音声/同報FAX	音声/FAX/データ通信
音声符号化方式	5.6kb/s PSI-CELP	5.6kb/s PSI-CELP
非電話伝送速度	～4.8kb/s	～9.6kb/s

利用し、衛星収容回線数の増大化を図っている。

多元接続方式としては、移動局小型化、送信電力の低減化という観点からFDMA/SCPC方式を採用している。

(4) 提供サービス

地上系システムと同等のサービスメニューに加えて、衛星の広域性を活かした同報音声および同報FAXサービスを提供する予定である。これらは、1ビーム当たり1キャリアで多数の移動機に対して双方向音声伝送およびFAX伝送を可能とし、4キャリアによる4ビーム同時同報も可能である。

あ と が き

N-STAR通信移動システムの概要について述べた。N-STARシステムは地上系システムとネットワーク的に統合され、経済的な統合移動通信システムが実現可能となった。今後は、衛星特有の機能、メリットを活かしたサービスの開発を進める。

文 献

- 1) 郵政省通信政策局監修：“ETS-V/EMSS実験報告書 技術試験衛星V型（きく5号）実験”，（財）電気通信振興会，1990
- 2) 三島，萩原，佐藤，駒形：“ETS-Vを用いた移動体衛星通信実験”，NTT R&D, Vol.38, No. 9, 1989
- 3) K. Nakagawa, M. Minomo, M. Tanaka, T. Itanami, “N-STAR: Communication Satellite for Japanese Domestic Use”, AIAA 15th ICSSC, pp.1129-1134, 1994
- 4) 江上，川合：“多端子電力合成形マルチビーム送信系”，信学論(B), Vol.2, pp.206, 1986
- 5) 西，安田，上坂：“移動体衛星通信交換方式の検討”，信学技報，SSE94-64, pp.25-30, 1994