

モバイル放送用 衛星システムとギャップフィルラー

Satellite System and Gap Fillers for Mobile Broadcasting System

石川 竜男 岡 優

■ ISHIKAWA Tatsuo

■ OKA Masaru

モバイル放送用衛星(MBSAT: Mobile Broadcasting SATellite)とギャップフィルラー(GF: Gap Filler)は、モバイル放送システムの重要な構成要素である。MBSATはモバイル放送サービスのための専用衛星で、小形受信アンテナを使って高速移動体受信を可能とするために、Sバンド(2.6 GHz)大形展開アンテナ及びSバンド高出力中継器を搭載している。GFは、ビル陰などの不感地帯に対して衛星波を中継し再送信するための装置で、再生中継型とリピータ型の2種類がある。

モバイル放送(株)は、新たに開発したMBSAT及びGFを使用し、モバイル放送サービスを提供している。

The Mobile Broadcasting Satellite (MBSAT) and gap fillers (GFs) are two significant elements of the mobile broadcasting system. MBSAT is a dedicated satellite for the mobile broadcasting service. In order to realize mobile reception with a small receiving antenna, it is equipped with a large deployable S-band antenna and a high-power S-band transponder. There are two types of GF: the regenerative repeater type and the repeater type. The role of this equipment is to relay and rebroadcast the satellite signal to blind spots such as those in the shadow of a building.

Mobile Broadcasting Corp. is offering mobile broadcasting services using MBSAT and GFs.

1 まえがき

モバイル放送用衛星(MBSAT)とギャップフィルラー(GF)は、モバイル放送システムの重要な構成要素である。モバイル放送サービスを実現するために準備したMBSATは、Sバンド(2.6 GHz)大形展開アンテナ及びSバンド高出力中継器を搭載する専用の静止放送衛星である。GFは、MBSATからのSバンド放送波が受信できないビル陰やトンネルなどのエリアへ衛星波を中継し再送信するための装置であり、受信エリアの拡大と受信品質の向上に貢献している。

以下に、MBSAT及びGFについて、それぞれの概要と特長を述べる。

2 MBSAT

2.1 概要

MBSATは、モバイル放送(株)と韓国SK Telecom社が共同保有する専用衛星であり、放送センターから送出された2波のKuバンド(14 GHz)の信号を増幅し、Sバンド放送波及びKuバンドGF波として全国サービスエリアに送信する機能を備えている。

MBSATは、2004年の3月13日午後2時40分(日本時間)に米国フロリダ州ケープカナベラル空軍基地から打ち上げられ、軌道上試験により機能・性能を確認した後、4月27日

に衛星メーカーである米国スペースシステムズ/ロラール社(SS/L社)から引渡しを受けた。

2.2 特長

MBSATは、以下の特長を備えている。

(1) 高EIRP 全国どこでも、無指向性の小形アンテナで放送電波を受信できるよう、Sバンドの高出力電力増幅器と、高利得の大口径送信アンテナ(開口径: 12 m)を搭載し、高EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power: 等価等方輻射(ふくしゃ)電力)を実現している。高出力電力は、16本の進行波管増幅器の出力を合成することにより実現している。

Sバンド大口径送信アンテナは、メッシュ、ネット及びトラス部材などから成る展開アンテナで、打上げ時はロケットのフェアリングに収納できるよう折り畳まれており、軌道上で保持機構を解放した後、展開モータを駆動させてアンテナ鏡面を展開する。このアンテナは、米国ノースロップグラマン/アストロ社で製造され、軌道上試験において正常な展開と設計通りのアンテナパターンが確認されている。

(2) GF向け放送波配信(Kuバンド) Kuバンドの高出力電力増幅器とKuバンドアンテナによりGF向けの放送波の配信を行っている。Kuバンドアンテナは送受信共用であり、放送波のアップリンクを受信する機能も兼ねている。

表1. MBSATの主な仕様

Main specifications of MBSAT

項目	仕様
静止軌道位置	東経144°
打上げ	2004年3月13日
打上げロケット	Atlas IIIA
衛星運用開始 (軌道上引渡し)	2004年4月27日
軌道上寿命	12年以上
衛星バス	SS/L社 1300バス
打上げ質量	約4.1 t
発生電力	約7,400 W (寿命末期)
姿勢制御方式	コントロールドバイアスモーメンタム 三軸姿勢制御方式
推進系方式	南北軌道制御用：プラズマスラスタエンジン 東西軌道制御／姿勢制御用：2液式エンジン
寸法	約22 m × 31 m (軌道上展開時)
サービスエリア	日本全土
周波数帯	アップリンク：14 GHz帯 (Kuバンド) ダウンリンク：2.6 GHz帯 (Sバンド), 12 GHz帯 (Kuバンド)
EIRP	67 dBW以上 (Sバンド) 54 dBW以上 (Kuバンド)
中継器能力	Sバンド：135 W級 TWTA × 16本 (運用本数) Kuバンド：150 W級 TWTA × 1本 (運用本数)

TWTA：進行波管増幅器

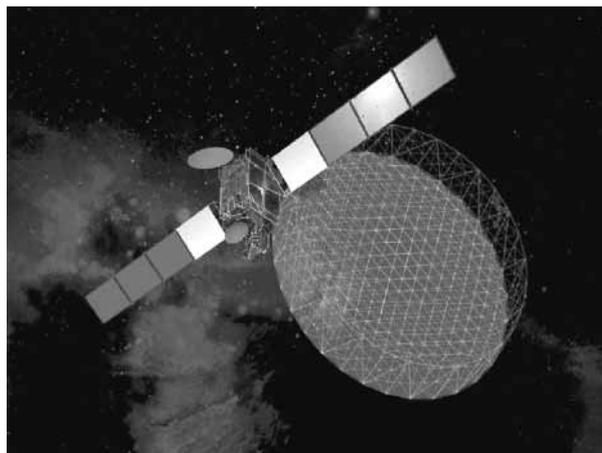


図1. MBSATの軌道上概念図 — 太陽電池パドルの展開長さが約31 m, Sバンドアンテナ方向の長さが約22 mの大型衛星である。
On-orbit configuration of MBSAT

(3) プラズマスラスタエンジン MBSATは、大型柔軟構造物であるSバンド大口径送信アンテナが揺れるのを防ぐために、南北軌道制御用として低推力のプラズマスラスタエンジンを採用している。

このエンジンは比推力が大きく、軌道上での燃料寿命を延ばすのにも有効である。なお、同型のエンジンは、ロシアの衛星で多数の軌道上運用実績を持っている。

2.3 諸元

MBSATの主な仕様を表1に、また、軌道上の概念図を図1に示す。

3 GF

3.1 概要

GFは、MBSATからのSバンド放送波が遮蔽(しゃへい)される場所(ビル陰、トンネルなど)に対して、衛星波を中継し再送信するための装置であり、ビルの屋上や鉄塔などに設置される。

MBSATからのSバンド放送波が遮蔽される場所は、遮蔽される面積、形、分布などが様々である。このように不定形の対象域を効率的にカバーするためには、性能や経済性を考えて、その適用場面にもっとも適したGFを用いる必要がある。そのため、数種類のGFが用意されており、大別して、再生中継型とリピータ型の2種類がある。

再生中継型GFは、セルラー基地局と同様に、電波の反射

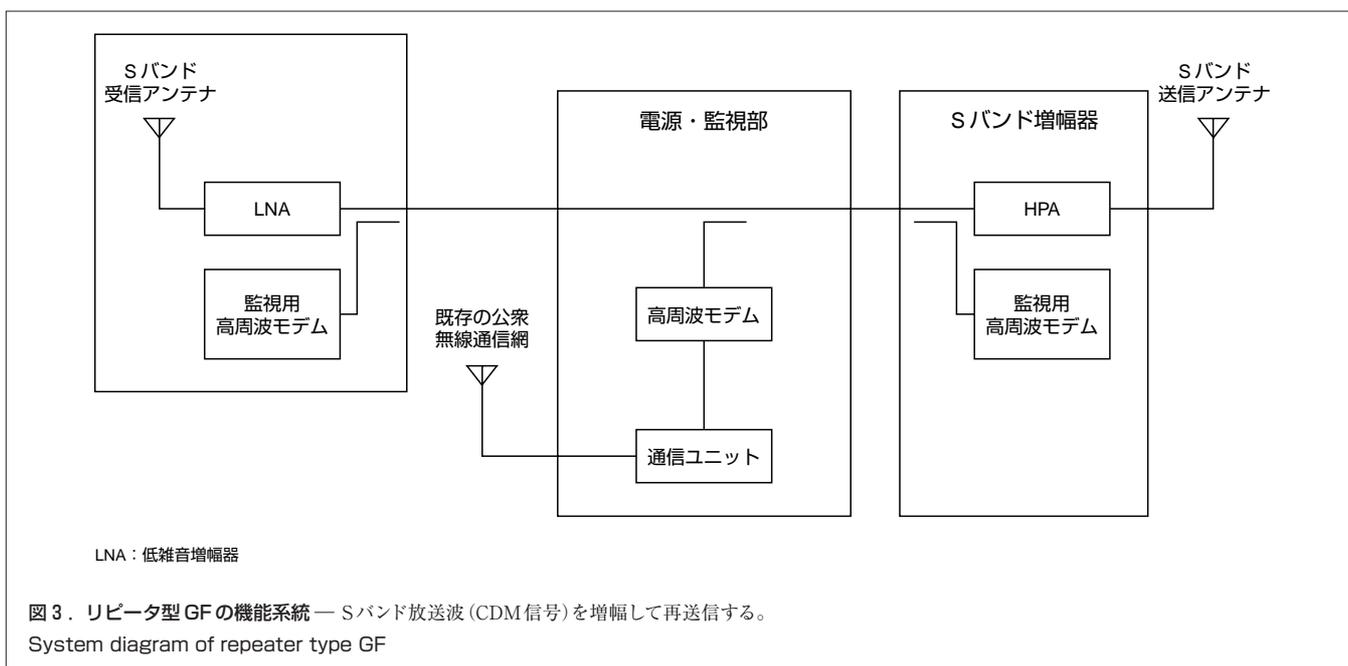
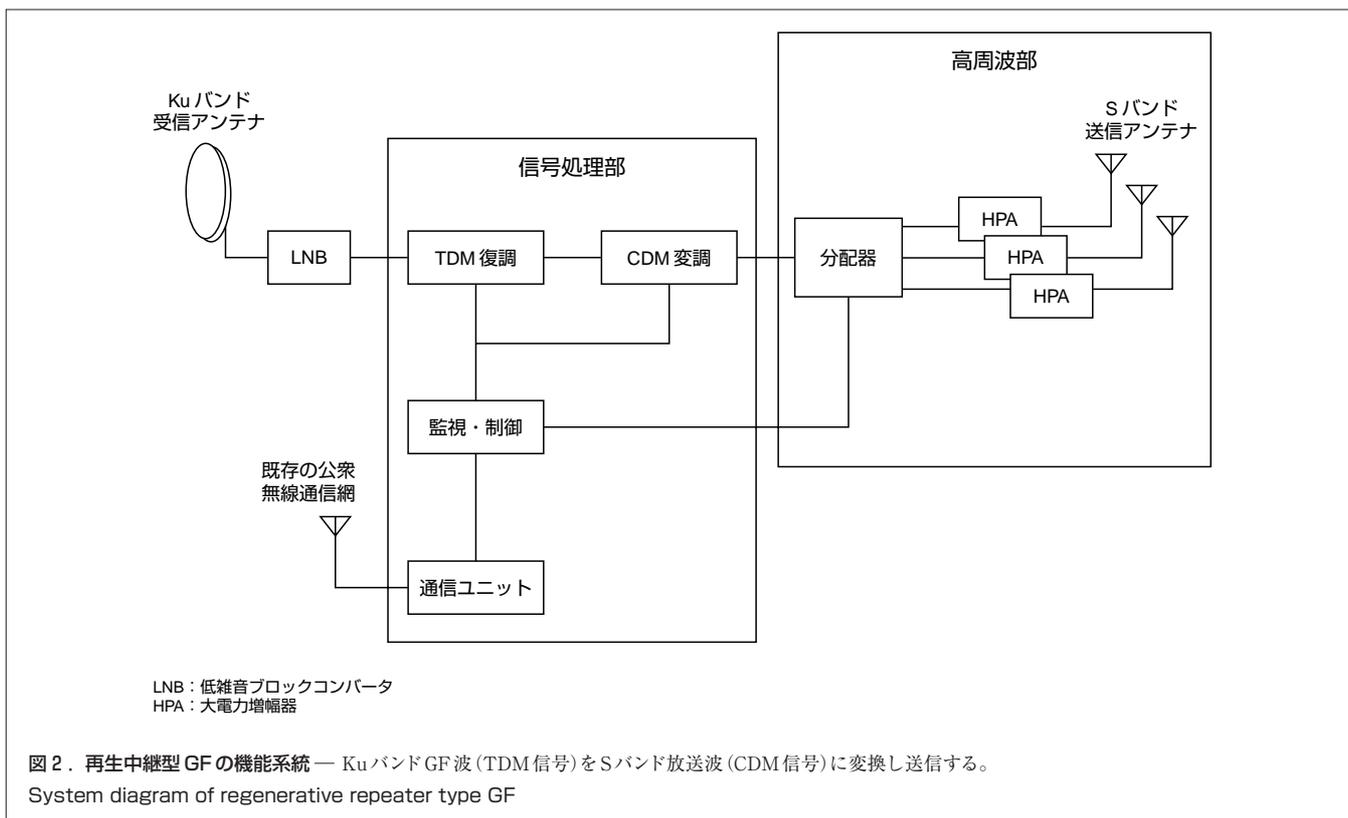
や回折及び散乱によって遮蔽箇所をカバーするもので、ビルが密集している大都市の市街地などで利用する。このような市街地では、衛星波が遮蔽される場所が広範囲に散在するので、遮蔽箇所を面的にまとめてカバーすることにより、経済的にサービスエリアを整えることができる。

一方、リピータ型GFは、遮蔽箇所に電波を直接照射する形でカバーする。道路の一部分やトンネル内など、カバーすべき対象範囲が狭く限定されている場合に有効である。再生中継型に比べ、装置構成が簡単で済む利点を持つ。

(1) 再生中継型GF MBSATからのKuバンドGF波(TDM(時分割多重)変調波)をパラボラアンテナで受信する。信号処理部はTDM変調波を復調してデータを再生し、これをCDM(符号分割多重)変調しSバンドで送出する。GFから送出するSバンド放送波は、MBSATからのSバンド放送波と同一周波数なので、端末側では、MBSATとGFからのSバンド放送波を区別することなく取り扱うことができる。

(2) リピータ型GF MBSATからのSバンド放送波を受信し、適度に増幅して再送信する。再生中継型に比べて、装置構成が簡単で、施工性もよいので、経済的であるという利点を持つ。しかし、送受信周波数が同一であるので、送信出力に限度があり、カバー範囲が狭くなる。したがって、カバー範囲が限定されており、小出力で済む場所に適している。

再生中継型、リピータ型いずれのGFも、機器の動作状態を監視するための監視・制御機能を内蔵している。監視・制御信号は監視センターとの間で、既存の公衆無線通信網を介してやり取りされる。機器が異常になると、機器側が自動的にトラップを発呼するようになっており、監視センター側



で異常を知ることができる。また、監視センター側から機器側に、ポーリングをかけることもできる。これにより、監視センターは随時、機器の状態を把握することができる。また、必要に応じて機器を制御することが可能である。

3.2 GF の構成

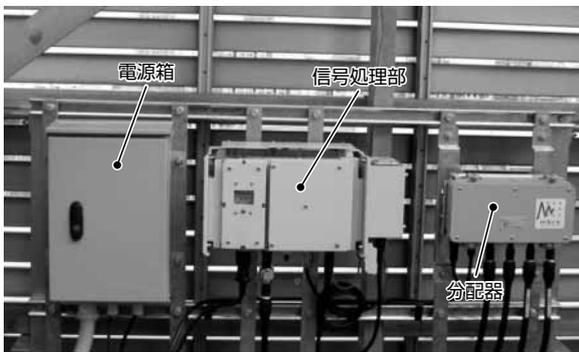
前記2種類の GF の機能系統を図 2 及び図 3 に示す。

3.3 設置事例

再生中継型 GF の典型的な設置例を図 4 に示す。この例では、ビル屋上に鋼管柱を設置し、1 セクタ当たり 120° をカバーする送信アンテナを 3 基設置して 3 セクタとし、360° をカバーする。



(a) Kuバンド受信アンテナ及び高周波部



(b) 信号処理部

図4. GFの設置例 — Kuバンド受信アンテナによりMBSATからのTDM信号を受信し、信号処理部でCDM信号に変換した後、Sバンド送信アンテナにより放送波を送信する。

Examples of GF setting

3.4 諸元

GFの主な仕様を表2及び表3に示す。

4 あとがき

MBSAT及びGFは、安定したモバイル放送サービスを提供している。今後、MBSATについては長期的な安定運用の実現、GFについては小型高性能及び高信頼性を目指して開発を続ける。

表2. 再生中継型GFの主な仕様

Main specifications of regenerative repeater type GF

項目	仕様	
Kuバンド受信アンテナ	受信周波数	12.214 ~ 12.239 GHz
	利得	35 dBi以上 (LNB含まず)
	偏波	水平偏波
信号処理部	入力周波数	950 ~ 1,550 MHz
	入力レベル	-61 ~ -28 dBm
	出力周波数	2,630 ~ 2,655 MHz
	出力レベル	+5 ~ +15 dBm
高周波部	送信周波数	2,630 ~ 2,655 MHz
	増幅器占有帯域幅	25 MHz以下
	増幅器出力	+24 ~ +30 dBm
	送信アンテナ利得	15 dBi以上
	送信アンテナ偏波	垂直偏波

表3. リピータ型GFの主な仕様

Main specifications of repeater type GF

項目	仕様	
受信アンテナ	受信周波数	2,630 ~ 2,655 MHz
	利得	10 dBi以上 (LNA含まず)
	偏波	左旋円偏波
Sバンド増幅器	使用周波数	2,630 ~ 2,655 MHz
	利得	30 ~ 60 dB
	占有帯域幅	25 MHz以下
	出力	0 ~ +30 dBm
送信アンテナ	送信周波数	2,630 ~ 2,655 MHz
	利得	12 dBi以上
	偏波	垂直偏波



石川 竜男 ISHIKAWA Tatsuo

ネットワークサービス&コンテンツ事業統括 メディア事業開発部主務。モバイル放送システムの開発に従事。
Media Business Development Dept.



岡 優 OKA Masaru

モバイル放送(株)技術統括部長代理。モバイル放送ギャップファイラーの開発に従事。
Mobile Broadcasting Corp.