

モバイル放送システム

株式会社 東芝
ネットワークサービス&コンテンツ
事業統括 堀 重和

1. はじめに

わが国をはじめ各国のTV放送サービスは、家庭を中心とした固定ユーザを対象としたもので、地上アナログ/デジタル放送やBS、CS放送がこれに当たる。またサービス領域について言えば前者はローカルエリアが対象であり、後者は全国を対象としている。個人や車などの移動ユーザに対する放送はAM放送やFM放送による音声や音楽に限られており、またサービス範囲もローカルエリアが対象である。近年移動ユーザの典型的なサービスである携帯電話や無線LANでは、画像や動画、データのサービスが急速に利用されてきており、放送においても高品質な音楽や映像、データの利用が望まれてきた。図1にサービス対象範囲とモビリティを軸としたサービスの形態を示す。明らかなことは移動ユーザを対象とする領域で且つ全国を対象とする放送サービスは未開の分野であり、技術開発においてもまたビジネスの観点からも新しい領域である。

本論文で紹介するモバイル放送は以上の背景の中で静止衛星(MB-SAT)と再生中継(ギャップフィラー)システムを利用することにより全国の移動ユーザに対して、音楽や映像、データ放送を同時に複数の番組を提供できるシステムであり、比較的高速な伝送レートで映像やデータを放送できる点では世界でも初めてのシステムである。

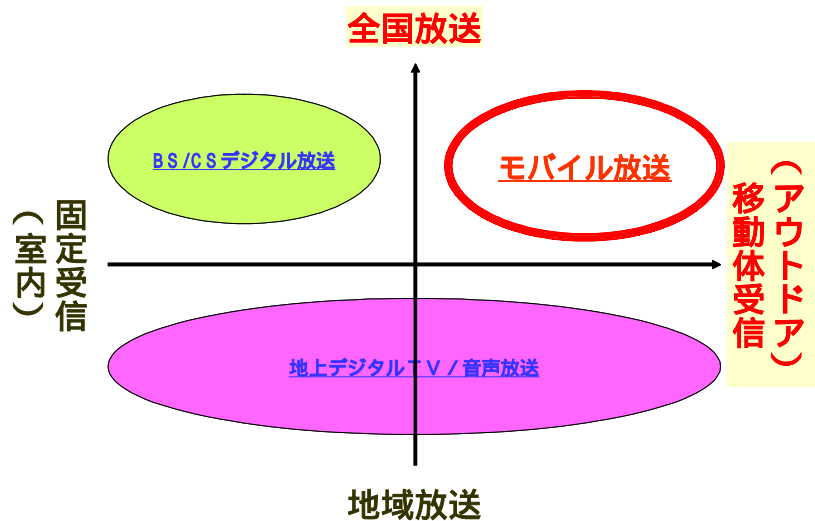


図1 モバイル放送の位置付け

2. モバイル放送の技術

2.1 放送方式の標準化

日本におけるデジタル放送システムはARIB (Association of Radio Industries and

Business)における標準規格体系のもとにあり、表1で示すように衛星放送や地上放送に対して伝送方式や多重化方式、情報源符号化方式、スクランブル方式、受信機方式、サービス運用規定がそれぞれに対して標準化されている。また映像や音楽、データを含むマルチメディア関連の規格は各システム共通として標準化されている。

モバイル放送システムも技術提案や実証実験を通してARIBの作業部会で審議され、ARIB STD-B41として伝送方式が規格化された。従来の放送システムの規格化と異なる点は、わが国ではじめて(株)東芝とモバイル放送(株)による民間ベースで標準化をリードしたことにある。

このように通称モバイル放送と呼ばれるシステムは、1999年7月に電気通信技術審議会において「2.6GHz帯の電波を使用する衛星デジタル音声放送システムの技術

表1 デジタル放送標準規格

	CS	BS/110度CS	地上TV	地上音声	モバイル放送
伝送方式	-	ARIB STD-B20	ARIB STD-B31	ARIB STD-B29	ARIB STD-B41
多重化方式	ARIB STD-B10	ARIB STD-B10,32			
情報源符号化	映像	-	ARIB STD-B32	-	-
	音声	-			
	データ	-	ARIB STD-B23,24		
アクセス制御方式	-	ARIB STD-B25			
サーバー型放送	-	ARIB STD-B38			
受信機	ARIB STD-B1,16	ARIB STD-B21		ARIB STD-B30	ARIB STD-B42
運用規定	-	ARIB TR-B15	ARIB TR-B14	ARIB TR-B13	ARIB TR-B26

注:「ARIB STD-Bxx」はARIB標準規格、「ARIB TR-Bxx」はARIB技術資料

的条件」として答申された。また2001年4月にはITU-R(International Telecommunication Union - Radio:国際電気通信連合無線通信部門)の勧告BO.1130-4にデジタルシステムEとして採択された。

2.2 モバイル放送システムの概要

本システムの利用周波数はS帯(2.630~2.655GHz)の帯域25MHzであり、これは1992年の世界無線通信主管庁会議(WARC-92:World Administrative Radio Conference)において移動体用衛星放送に割り当てられた周波数帯である。

モバイル放送を実現するためのキーは(1)移動する電波環境、即ち多重波電波伝搬環

境に強い伝送システムの構築，(2) 全国に展開する移動ユーザが持つ受信端末の小形化のために，小形のアンテナでも十分なC / Nで受信できるよう大出力放送衛星の構築 である．これらを克服するために大型放送衛星による中継方式と符号分割多重（Code Division Multiplex: CDM）による伝送方式を開発し，さらに電波を遮る建物や障害物への対策として再生中継方式を開発した．

図2はモバイル放送システムの概観である．

システムは大型放送衛星（MBSAT）と再生中継器（ギャップファイラー）および地上の送信設備の伝送系とこれらに放送番組を送り出す放送主局および小形受信端末から構成される．

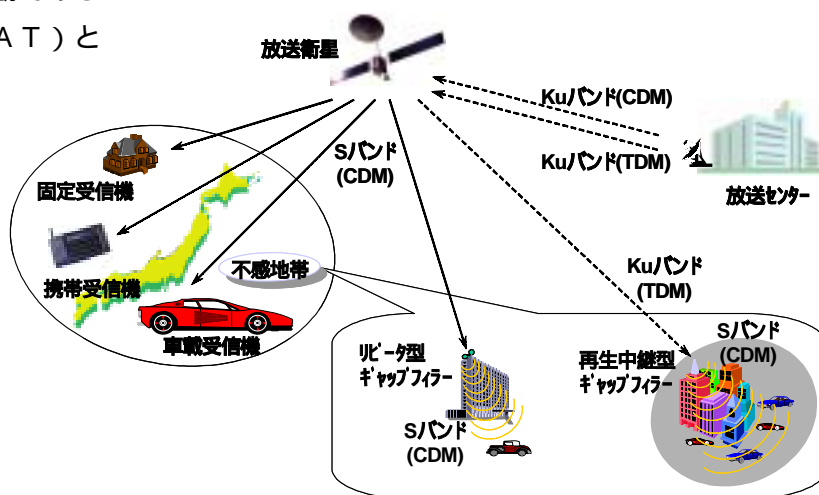


図2 モバイル放送システム

2.3 伝送方式と伝送技術

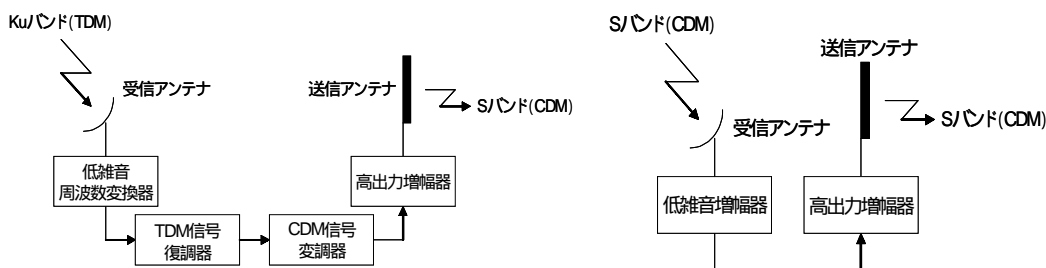
伝送方式として全国を一つの周波数でカバーできること，衛星からの電波とギャップファイラーからの電波が混在する中でも受信できること，多重波伝搬構造の中でC / N (Carrier to Noise)の向上ができること，衛星中継器の増幅器の出力が歪みなどの影響を受けず電力効率が良いこと（バックオフが少ないこと），受信方式が比較的簡単でLSI化が可能なこと等を考慮に入れて，多重方式として符号分割多重（CDM）方式を採用した．伝送メータを表2に示す．

表2. モバイル放送伝送パラメータ

搬送周波数	2642.5 MHz
周波数帯域幅	25 MHz
偏波	衛星: 左旋円偏波 ギャップフィルタ: 直線偏波
変調/多重方式	QPSK, CDM
チップレート	16.384 Mcp
伝送速度	256kbps/コード
拡散コード	Walsh 符号及び短縮型M系列
誤り訂正符号	畳み込み符号及びリードソロモン符号(204, 188)
インターリーブ	バイトインターリーブ: 畳み込み方式 ビットインターリーブ: 分割畳み込み方式
ベースバンド多重化方式	MPEG-2 Systems
音声符号化方式	MPEG-2, AAC+SBR
画像符号化方式	MPEG-4 Simple profile

この方式を使って日本全国において小形アンテナ（利得 2.5 dBi）で受信するために必要な衛星の EIRP（: Equivalent Isotropic Radiation Power: 等価等方輻射電力）は無線回線設計から 67 dBW と予測された。これを実現するために出力 1.2 kW の高出力増幅器と直径 12 m の大形展開型アンテナを搭載した衛星の開発が行われた。

地上の放送センターから衛星へのアップリンク（Up Link）として Ku 帯（14 GHz）が使われ、このうちの 2 つの帯域を使いそれぞれが CDM と TDM（Time Division Multiplex: 時分割多重）により放送番組を伝送している。このうち CDM 系は中継器で S 帯（2.6 GHz）に周波数変換され大出力増幅器と大形アンテナにより直接移動ユーザに送信される。一方 TDM 系はギャップフィルタ向け専用として中継器内で 12 GHz 帯に変換後送信され、ギャップフィルタはこの TDM 信号を受信した後再生し TDM を CDM に変換し、さらに 2.6 GHz 帯に周波数を変換後、CDM の放送波を移動ユーザに送信する。ギャップフィルタによる再生中継は、単なる Ku 帯から S 帯の周波数変換方式に比べより良い C/N を実現できる。なおギャップフィルタのカバレッジが小さい小電力ギャップフィルタでは、S 帯信号を直接増幅してこれを送信するリピータ型も使われる。図 3 にギャップフィルタ系の伝送システムを示した。



(a) 再生中継型ギャップファイラー

(b) リピータ型ギャップファイラー

図3 ギャップファイラー伝送システム

2.4 MBSAT

放送信号を移動ユーザの小形アンテナで受信できるよう大出力の増幅器と大開口径のアンテナが特徴であり、またこれら大型構造物を軌道上で安定に動作することが重要である。S帯高出力増幅器は16本のTWT増幅器を合成して1.2kWの出力を得ており、これらを複数の給電ホーンと大開口径アンテナにより日本列島に即した成形ビームを形成して放射している。

S帯大開口径アンテナはメッシュ、ネット及びトラス構造からなる展開型アンテナで、米国ノースロップグラマン社/アストロ社製である。

大開口径アンテナは柔軟構造物であることから、アンテナが安定に動作するよう低推力のプラズマスラスタエンジンを採用している。

表2にMBSATの主な諸元を示す。図4はMBSATの軌道上の想像図、図5は地上で整中のMBSATを示す。

表3 MBSATの諸元

項目	仕様
(衛星システム)	
静止軌道位置	統計144°
衛星バス	SS/L社1300バス
打ち上げ質量	約4.1トン
寸法	約22m×31m(軌道上展開時)
姿勢制御方式	コントロール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:プラズマスラスタエンジン 東西軌道制御/姿勢制御:2液式エンジン
軌道上寿命	12年以上
(放送ペーロード)	
サービスエリア	日本全国
周波数	上り回線:Ku帯 下り回線:S帯、Ku帯
EIRP	67dBW
中継器	135W級TWTA×16(S帯) 150W級TWTA×1(Ku帯)

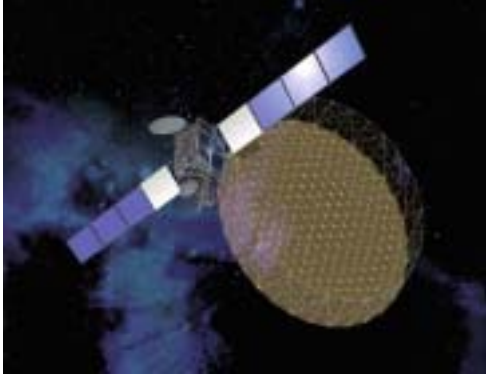


図4 MBSATの軌道上想像図

図5 地上でのMBSAT

2.5 マルチメディア伝送技術

モバイル放送は高品質な音声・音楽だけでなく、映像、データの伝送を実現している。音声・音楽用の情報源符号化にはBSや地上デジタル放送と同じMPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding ISO/IEC 13818-7) LCプロファイルを採用しており、また音声など低ビットレートでの音質を改善するためにSBR (Spectral Band Replication) の処理が含まれている。この結果24～144 kbps の伝送速度でモノラル、ステレオ、デュアルモノのモードで高品質の音声・音楽を伝送でき、各メディアに応じてビットレートを定めている。

映像についてはMPEG-4 (ISO/IEC 14496-2) Simple プロファイルを採用し最大384 kbps の速度の映像を最大フレームレート15フレーム/秒で伝送できる。

これらの符号化された信号を多重化または分離する機能はMPEG-2 Systems (ITU-T H.222.0, ISO/IEC 13818-1) を採用しており、これもBSや地上デジタル放送と共通にしている。

放送センターにおける送信側の符号化および多重化用装置はソフトウェアによって行い、モバイル受信端末での分離及び復号化は新たに開発した専用AVデコーダLSIで行った。

2.6 放送センター

放送番組の編成と放送コンテンツをデジタル符号化しCDMおよびTDM送信信号として衛星に送出する機能や顧客データ等の各種情報の管理を行う。放送センターは東京大井町に設置され、建物内の主要設備の他に同じ建物の屋上に衛星回線のための直径7.6m

の主アンテナと4.5mのバックアップアンテナを備えている。

全体のシステム構成は、番組情報管理システム、顧客管理システム、番組送出システム、PSI/SI送出システム、限定受信システム、鍵管理システム、映像/音声符号化および多重化システム、TDM/CDM変調システムおよびアンテナ/送信装置から構成される。図3は放送センターのシステム構成を示すまた図5は放送センター内の一部である。

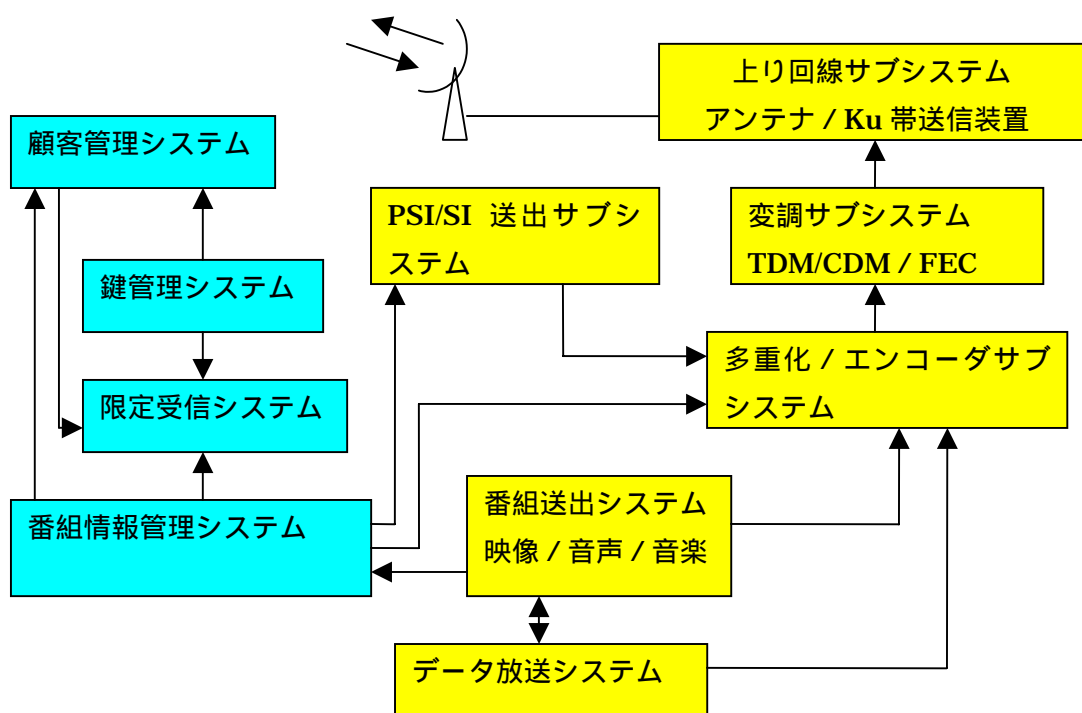


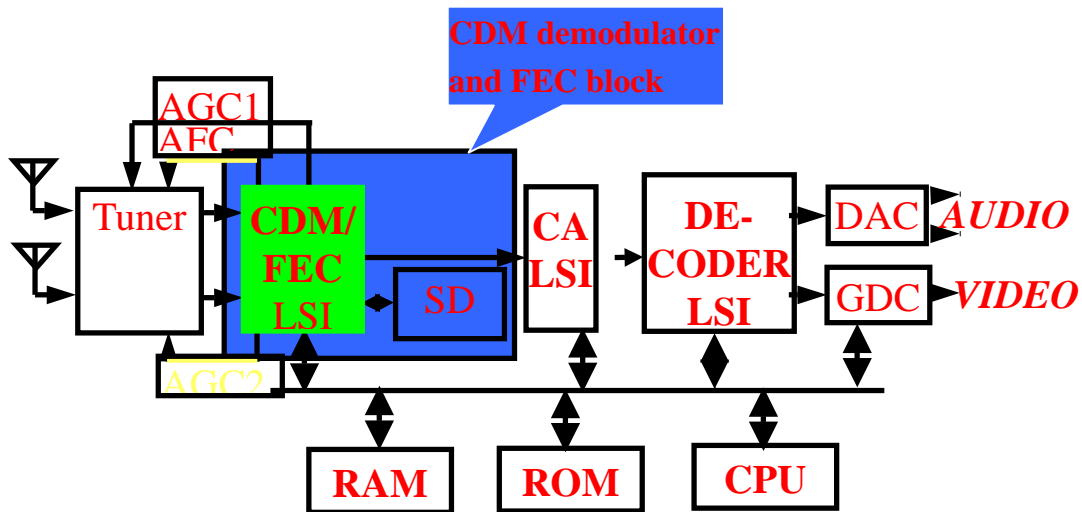
図6 放送センターシステム構成



図7 放送センター設備

2.7 受信用LSIチップセットと受信機端末

モバイル放送受信端末(MTV-S10)の主な構成を図6に示す。小形アンテナで受信した2.6GHzの受信信号を400MHzの周波数に変換しQPSK復調を行うチューナ部、符号分割多重されたCDM信号から所望放送信号データを復調し誤り訂正を行うCDM/FEC部、放送信号のスクランブルを解除する限定受信部分およびオーディオ/ビデオ信号を復号しこれらを分離するAVデコーダとこれらを制御するCPUやメモリーからなる。受信は2素子のアンテナを使うダイバーシティ方式であり、衛星からの放送波を小形アンテナで受信するためと、ギャップフィルタによる多重波環境での受信性能向上のために用いている。



CDM/FEC：復調部/誤り訂正部 CA：限定受信
 DECODER：音声・映像多重分離，音声・映像復号

図8 モバイル放送受信機構成

受信機用に新たにチューナ用のPLL LSI (TB1292FLG)とIQ変換LSI (TB1374FLG), CDM/FEC用LSI (TC90A82XBG), 限定受信用LSI (T6NA7XBG)およびAVデコーダLSI (TC35280XBG)を開発した。

受信機の主要な機能の一つであるCDM/FEC LSIは、多重波伝搬路での伝搬路推定を行うパスサーチと受信品質向上のためのRAKE部およびダイバーシティ合成部から構成される。また誤り訂正部にビットインターリーブ、ビタビ復号、バイトデインターリーブおよびリードソロモン復号が用いられた。このうちビットインターリーブは高速道路などの橋やその他障害物により受信波が瞬断された場合の対策として機能する。

受信端末 (MTV-S10) は大きさ99.8×31.4×112mm、重さ約300gの携帯端末であり、ディスプレイに3.5インチのTFT LCDを備え、消費電力約3.5Wである。2つの平面アンテナが内蔵され空間ダイバーシティ方式を採用して衛星受信とギャップフィルタ受信の両方に対応している。

CDMチャンネルは同期および受信機制御情報受信のためのパイロットと4つの放送チャンネルを受信し、このうち放送チャンネルは限定受信チャンネル、EPG (電子プログラムガイド) チャンネルと2の情報チャンネルから構成される。映像伝送の場合は放送2チャンネルを束ねて使用し約500kbpsの伝送速度を実現できる。受信端末の概観を図9に示す。



図9 モバイル放送受信機概観

3．モバイル放送のサービス概要

モバイル放送の放送コンテンツはモバイル放送（株）により供給される。番組は30チャンネルの音声／音楽と7チャンネルの映像および約60チャンネルのデータ放送から構成される。

音声／音楽番組は米国西海岸のFM放送局のコンテンツや多彩なジャンルの音楽プログラムが放送される。映像では野球や競馬などのスポーツ中継とニュースやエンターテイメント番組が放送される。データ放送では移動中の最新情報を例えばニュースや天気予報、娯楽・教養情報の形で放送される。

表4にモバイル放送の放送番組を示す。

これらコンテンツは今後の視聴者の要望や動向をみながら展開してゆく。さらにモバイル放送（株）では陸上の移動ユーザだけのサービスだけでなく、国内の航空機内のサービスやわが国の沿岸で操業する漁船などの船舶などへの展開を積極的に進める予定である。

また本サービスは防災放送の役割には重要な位置を占めると考えており緊急警報などを地方自治体と連携して活用してゆく。

表4(a) 音声 / 音楽放送番組

Mobile Recommends		
1	Mobile 301	Mbc MIX
2	プロデューサーチャンネル	DJプロデューサーチャンネル
3	カフェバーコンピレーション	某有名カフェバーの雰囲気
4	ロック	ロック雑誌連動チャンネル
5	Jポップヒットチャート	国内チャート完全協力番組
6	海外ヒットチャート	チャート公認ch(未公表)
USEN BEST Selection		
7	J-POPチャート	USEN最新リクエストヒットチャート
8	J-POPセレクト	誰もが知っているJ-POP専門ch
9	J-POPドライブ	ドライブミュージック
10	J-POP 80's	80'sベストヒットセレクション
11	フォーク大全集	60-70年代の名曲
12	ナツメロ大全集	極上の歌謡ポップスエンタテイメント
13	演歌名曲集	王道の名曲から最新曲まで
14	クラブミュージック	最先端クラブミュージック
15	ポピュラー80's	80's洋楽ベストセレクション
16	ポピュラーバラード	芳醇なラブソングセレクション
17	名曲サウンドトラック	スクリーンミュージック
Jazz & Classic		
18	Jazz	ジャズ専門チャンネル
19	Classic	クラシック専門チャンネル
FM Station from U.S.		
20	Jazz & Blues	LAで大人気のJazz&Bluesステーション
21	Alternative Rock	サンディエゴ発、最新オルタナティブロック
22	Country	サンディエゴ発、ベストカントリーソング
23	AC	Today's American Best Music
24	R&B Oldies	R&Bオールディーズ・ステーション
FM Selection		
25	国内ラジオ	
26	国内ラジオ	国内人気FM局
News		
27	Mobile 401 News&Sports	日本初の音声ニュース専門チャンネル
28	マーケットch	マーケット情報
English		
29	海外英語ニュース	BBCワールドサービス アジア版
30	ラジオ英語講座	初級からビジネスレベルまで

表4(b) 映像放送番組

チャンネル	編成	チャンネル紹介
総合	自主編成	キッズエンタメや大人向けの懐かしアニメ、ショートエンタメ、音楽ライブ、ゴルフ関連番組など
総合	自主編成	ニュースなどを中心にした総合編成チャンネル
ミュージック	サイマル	世界中の音楽、ポップカルチャーをリードする音楽エンタメチャンネル
ニュース & スポーツ	サイマル	野球生中継のほか、24時間リアルタイムで世界中の最新ニュースを放送するチャンネル
総合エンタメ	サイマル	新旧ドラマをコアにして、スポーツ、音楽、バラエティを盛り込んだ総合エンタメチャンネル
経済ニュース	サイマル (月~金)	世界の主要マーケットを結んで、株式や為替、注目企業の動向を、様々なデータや専門家の分析等を変えて伝える24時間ノンストップの経済専門チャンネル
プレミアム	サイマル (土~日)	レース分析/インタビューを交えて中央競馬の全レース(イースト)を完全中継するプレミアムチャン

表4(c) データ放送番組

分類	内容
ニュース	ジャンル別ニュース、フォトニュース、英文ニュース
天気予報	今日・明日の天気、週間予報、天気図
ビジネス	ビジネスイベント情報、新商品情報 ほか
スポーツ	最新ニュース、ゴルフレッスン ほか
カルチャー	新刊情報、新作映画情報、ランキング ほか
生活	今日は何の日、占い ほか
趣味娯楽	心理テスト、クイズ、クイズ、クイズ ほか
くじ	ナンバーズ結果、toto結果 ほか
英会話	英単語、お役立ち表現 ほか
コラム	毎日新聞余録 ほか
番組紹介	今日のオススメ番組 ほか
お知らせ	キャンペーン情報 ほか

4 モバイル放送の本放送開始

2004年3月14日にAtlas Aによって成功のうちに打ち上げられたMBSATは、順調な試験を得て2004年4月27日に衛星運用を開始した。引き続き放送システムの試験放送を開始し試験番組が送出された。2004年10月20日からは本放送に移行し放送システムは順調に動作している。現在受信機端末製品の量産および販売が始まっており次第に普及していくものと予想される。

本端末の普及により新しいライフスタイルが創造されることを期待したい。

以上