2 衛星放送用アンテナ

2-2 家庭用衛星放送受信アンテナ

武田 政宗[†]

キーワード パラボラアンテナ, BS・110°CS放送, スカパー！プレミアムサービス, LNB, 偏波

1 ま え が き

衛星放送受信アンテナは、パラボラアンテナとLNB (Low Noise Block Down Converter) で構成される。パラボラアンテナで受信したBS・110°CS放送やスカパー！プレミアムサービスの12GHz帯信号は、LNBで1GHz帯へ周波数変換される。周波数変換された衛星放送信号は地上デジタル放送などと混合し、同軸ケーブルにて伝送され、デジタルテレビや録画機能付きデジタルチューナへ入力される。

本稿では、BS・110°CS放送用アンテナ、スカパー！プレミアムサービス用アンテナ、BS・110°CS放送とスカパー！プレミアムサービスを一つのアンテナで受信するマルチ衛星アンテナの、3種類の衛星放送受信アンテナについて解説する。

2 BS・110°CS放送用のアンテナ

BS放送と110°CS放送は、それぞれB-SAT, N-SAT-110の衛星を使用し放送している¹⁾。二つの衛星は東経110°の近い位置にあり、単焦点のパラボラアンテナで受信することができる。現在広く使われている衛星放送用アンテナはLNBが右旋円偏波専用である。そのため、BSと110°CS右旋偏波を受信することはできるが、110°CS放送の左旋偏波は受信できない。現在、東経110°CSの左旋円偏波の放送が利用可能になり、BS・110°CS右旋円偏波に加えて左旋円偏波も受信できる衛星放送受信アンテナも開発された(図1)。本アンテナは、右・左旋円偏波の周波数が重ならないようにLNBで周波数変換し出力するため、1本の同軸ケーブルで衛星放送信号を伝送できる。よって、右旋円偏波のBS・110°CS放送と左旋円偏波の110°CS放送を同時に伝送する必要がある共同受信や、分配数の多い戸建て住宅には最適な機器となっている。衛星から放送されるBSと110°CS放送の右・左旋円偏波の周波数を表1に示す。LNBで周波数変換し1本のケーブルで同時に伝送するには幾つかの方法が考えられるが、本システムでは表1の周波

図1 BS・110°CS放送用アンテナとLNB

表1 周波数配列

	偏波	RF (GHz)	Local (GHz)	IF (GHz)
BS	右旋	11.710~12.167	10.678	1.032~1.489
110°CS	右旋	12.273~12.749	10.678	1.595~2.071
	左旋	12.253~12.729	10.127	2.126~2.602

数配列²⁾を採用している。

このLNBの周波数変換システムを使用することで、BS・110°CSだけでなく、VHF・UHFの周波数帯を混合すれば広帯域に伝送できる受信システムが構築できる。LNBのブロック図を図2に示す。

アンテナは、単焦点のオフセットパラボラアンテナで有効開口径45cm、アンテナ利得33.7~34.6dB、開口効率77~80%が得られている。LNBは雑音指数0.6dB(標準値)、変換利得46~58dBとなっている。アンテナの性能指数 (Gain to Noise Temperature Ratio) としては、13.3~15.5dB/Kが得られている。アンテナの指向特性³⁾を図3~図6に示す。

3 スカパー！プレミアムサービス用のアンテナ

スカパー！プレミアムサービスは、JCSAT-4BとJCSAT-3Aの衛星を使用している。二つの衛星は東経124°と128°にある。二つの衛星から送出される12.2~12.75GHzの垂直・水平偏波信号を一つのパラボラアンテナで受信する。LNB

[†] マスプロ電工株式会社

"BS and CS Satellite Antenna for Home Use" by Masamune Takeda (Maspro Denkoh Corporation, Aichi)

図2 LNBのブロック図

図5 アンテナ指向特性(交差偏波・右旋)

図3 アンテナ指向特性(主偏波・右旋)

図6 アンテナ指向特性(交差偏波・左旋)

図4 アンテナ指向特性(主偏波・左旋)

図7 スカパー！プレミアムサービス用アンテナとLNB

は二つのフィードホーンをもち一体成形されており、それぞれのフィードホーン内に垂直・水平偏波が受信できるように回路構成されている（図7）。

アンテナは、単焦点のオフセットパラボラアンテナで有効開口径43cm（相当）、アンテナ利得32.9～34.2dBが得ら

れている。LNBは雑音指数0.7dB（標準値）、変換利得50～60dB、交差偏波識別度25dB以上（ボアサイト）となっている。衛星アンテナの性能指数としては13.7dB/K（標準値）が得られている。スカパー！プレミアムサービスは二つの衛星を使用しているが、単焦点アンテナを採用して上記の

図8 従来の衛星放送受信アンテナ

特性が得られている。

衛星から送出される信号は、JCSAT-3Aからの垂直・水平偏波、JCSAT-4Bからの垂直・水平偏波の四つあり、それぞれ信号を分離して受信する必要がある。このように複数の衛星を一つのパラボラアンテナで受信する際にはビーム分離角度が重要になる。ビーム分離角度を考慮したLNBのフィードホーン設計を行うことで指向特性の改善を図る。

スカパー！プレミアムサービス用のアンテナは設置も容易な構造になっている。衛星に向けパラボラアンテナの方位角と仰角を設定する。直線偏波のためLNBの偏波角の調整が必要となるが、LNBが一体構造となっておりLNBを回転させることで、二つの衛星の偏波角を同時に調整できる。北海道から沖縄までサービスエリアとなっているため、偏波角の違いは地域により約25°程度の差がみられる。

4 マルチ衛星用のアンテナ

家庭用衛星放送受信アンテナにてBS・110°CS放送やスカパー！プレミアムサービスを視聴する場合は、それぞれ別のアンテナを設置する必要があった。ベランダの手摺や屋根の上にアンテナを設置する際に二つのパラボラアンテナを設置する必要があり、設置場所の選定や設置作業に時間が掛かることもあった(図8)。

そこで、近年開発されたBS・110°CS放送とスカパー！プレミアムサービスを、一つのアンテナで受信するマルチ衛星アンテナを説明する。

受信する衛星は、BSAT、N-SAT-110とJCSAT-3A、JCSAT-4Bの四つがあり、衛星の軌道は東経110°と124°、128°になる。

マルチ衛星用の受信アンテナは、パラボラアンテナと二つのLNBより構成される。アンテナの受信周波数としては11.7～12.75GHzであるが、LNBはBS・110°CS放送用とスカパー！プレミアムサービス用に分けられるため、それぞれのLNB出力は別の同軸ケーブルでデジタルテレビへ接続される。パラボラアンテナは、単焦点のオフセットア

図9 単焦点のオフセットパラボラアンテナ

図10 融合鏡面のオフセットパラボラアンテナ

ンテナではなく融合鏡面となっている。

従来の単焦点パラボラアンテナは、2次方程式を用い回転放物面を設計する。回転放物面は到来方向からの信号がすべて焦点に集まるため、回転放物面から必要な反射面を切り出しオフセットアンテナの放物面として使用する(図9)。

融合鏡面では東経110°と124°、128°のそれぞれ違った位置から到来する信号を鏡面で反射し、別々の位置で焦点を結ぶ必要がある。それらの位置にLNBを設置することにより衛星放送を受信する。

電波到来方向は東経110°と124°、128°の3方向あるため3種類の方程式により放物面を求める。

放物面より必要な反射面を切り出し、オフセットアンテナの放物面として使用する。本稿では、詳細な設計手法は割愛する(図10)。

BS・110°CS放送とスカパー！プレミアムサービスを一つのアンテナで受信するマルチ衛星アンテナの構造図、シミュレーションにより算出した融合鏡面の電界分布、開発したアンテナの写真を図11～図13に示す。

二つのLNBを融合鏡面に配置した際の構造図を図11に示す。LNBは、小型・軽量化することで同一の樹脂ケースに組込まれている。スカパー！プレミアムサービスのLNBは偏波角の調整が必要になるが、BS・110°CS用LNBと一体化されているため、融合鏡面とLNBを同時に回転させる構造により偏波角の調整を可能にしている。

図11 マルチ衛星アンテナの構造図（一部断面図）

図12 融合鏡面の電界分布（BS12.2GHz）

図13 マルチ衛星アンテナの外観

表2 マルチ衛星アンテナの性能

	BS・110°CS	スカパー！プレミアムサービス
受信周波数	11.7～12.75GHz	12.2～12.75GHz
偏波	右旋円偏波	垂直・水平偏波
アンテナ利得	32.6～33.9dB	32.7～34.5dB
有効開口径	44cm	42cm
性能指数 (G/T)	11.5～14.5dB/K	JCSAT-3A 11.3～14.5dB/K JCSAT-4B 11.7～14.7dB/K
ビーム分離角度	BS・110°CS⇔JCSAT-3A: 20.0±0.5° BS・110°CS⇔JCSAT-4B: 15.5±0.5° JCSAT-3A⇔JCSAT-4B: 4.5±0.5°	
コンバータ利得	46～58dB	47～60dB
雑音指数	0.6dB標準値	0.6dB標準値
局部発振周波数	10.678GHz	11.2GHz

マルチ衛星アンテナの性能を表2に示す。BS・110°CSとスカパー！プレミアムサービスは、アンテナの性能指数が11.3～14.7dB/Kの範囲にあり、均一な性能が得られていることがわかる。

5 む す び

BS・110°CS放送用アンテナ，スカパー！プレミアムサービス用アンテナ，BS・110°CS放送とスカパー！プレミアムサービスを一つのアンテナで受信するマルチ衛星アンテナの，3種類の衛星放送受信アンテナの原理と性能について解説した。今後日本でもますます多チャンネル化が求められており，現在検討が進められているスーパーハイビジョンなど，21GHz帯を用いた衛星放送の実現にも期待が高まっている。

なお，本稿をまとめるにあたり，スカパーJSAT株式会社の皆様からご助言をいただきました。紙上を借りて感謝申し上げます。

(2012年8月29日受付)

〔文 献〕

- 1) 飯田尚志：“衛星通信”，オーム社（Apr. 1997）
- 2) 電子情報技術産業協会：“衛星放送受信アンテナ試験方法”，EIAJ CP-5104B，2001年3月改正
- 3) 電子情報技術産業協会：“BS・110°CS放送受信アンテナの定格と所要性能” EIAJ CP-5105，2002年1月制定
- 4) 武田政宗，中根親彦，久野竹仁，植村順：“2600MHz伝送システムに使用するBS・110°CS衛星アンテナ”，AP2009-218，pp.79-83（2009）

武田 政宗 1989年，中部大学工学部電子工学科卒業。同年，マスプロ電工（株）入社。同社開発部にて，衛星放送受信アンテナ，通信用アンテナ，ITS機器等を開発。現在，マイクロ波，ミリ波帯機器の研究・開発に従事。