4

SNG伝送

〔正会員〕梅津圭一†

キーワード SNG (Satellite News Gathering), DVB-S2, APSK, LDPC, BCH, ロールオフ率

1 ま え が き

通信衛星を用いた素材伝送技術であるSNG (Satellite News Gathering) は、1980年代後半より運用が開始され、放送局にとってはその速報性からニュース素材、生中継などにおいて不可欠な素材伝送手段となっている(図1)。また、ニュースだけでなくスポーツ、バラエティなど多岐にわたる番組で利用されている。IP網を利用した簡易中継が増えている昨今においても、衛星方向が見渡せる場所であれば事前の下見など行わずともすぐに素材伝送が可能であるという利便性からも多用されている。

アナログ方式から始まったSNGは、SD (Standard Definition) 画質のデジタル方式を経て、現在はHD (High Definition) 画質伝送が基本となっている。

通信衛星の中継器であるトランスポンダは、限られた帯域を使用して伝送を行うという性格上、帯域の有効活用が常に取組むべき課題となっている。現在の技術では、36MHzの帯域をもつトランスポンダでは、1/4帯域(もしくはそれ以下の帯域)、つまり、1トランスポンダで同時に四つのHD伝送を行うために、DVB-S2変復調方式が数多

くの放送局で採用されている。

2 トランスポンダ1/4帯域HD伝送の必要性

アナログ時代は36MHz帯域のトランスポンダで2伝送までが限界であったが、最初のデジタル化によるSD伝送において、初めて帯域を4分割しての同時4伝送が行われるようになった。これは、SNGの活躍の場がニュース対応などに急速に拡大、需要が大幅に増加していったため、その需要に対応するべく高効率での伝送が求められた。

2000年のBSデジタルHD放送開始を受けて、一部SNGによるHD伝送が開始されたが、その時の伝送方式は、映像符号化方式MPEG-2+変調方式DVB-Sに準拠した8PSK (Phase Shift Keying), 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) を用いたもので、所望のHD画質を実現するためには当時ではトランスポンダの1/2帯域が必要であった。

その後、地上デジタル放送への移行を前に、日本全国の放送局においてHD素材伝送が必要となる中、SNGにおいてもHDにて今までの運用需要に対応するためにも、SDと同様に1/4帯域でのHD伝送の実現が必須条件となった。そこで、1/4帯域HD伝送実現に向けて、新たにDVB-S2方式が検討された。

3 DVB-S2準拠方式

既存の伝送方式(DVB-S準拠)で主に用いられてきたQPSK, 8PSKでは、HD伝送に必要十分な容量を確保することが困難であった。また、多値化のために16QAMも採用されたが、降雨減衰などの影響が懸念されるSNGにとっては、より高い誤り訂正方式、所要C/Nの低い変調方式が求められた。そこで、新たにDVB-S2規格に準拠した変調方式が採用されることとなった。図2にDVB-S2準拠方式のブロック図を示す¹⁾。

3.1 16APSK, 32APSKの多値変調

DVB-S2準拠方式では、図3に示すような16APSK (Amplitude Phase Shift Keying), また図4に示すような16QAMを上回る多値である32APSKといった新たな多値変調方式が採用されている¹⁾。図の通り、同心円状に符号配置がなされており、同一円上の位相方向だけでなく、内

図1 SNG基地局とSNG車載局

† 株式会社TBSテレビ 技術局回線部

"SNG Transmission" by Keiichi Umezu (Tokyo Broadcasting System Television, INC., Tokyo)

図2 DVB-S2ブロック図

図3 16APSKのマッピング

図5 FECフレームの構造

図6 ガードバンドゼロ

図4 32APSKのマッピング

円、外円と振幅方向にも変調成分が含まれている。これにより、従来主流であった8PSKを大幅に上回る多値伝送が実現されることとなった。

3.2 誤り訂正LDPC, BCH符号

多値伝送にはノイズの影響が常につきまとうが、特に

36,000km離れた衛星まで伝送を行うSNGにとっては、降雨減衰、宇宙空間中のノイズの影響などがより懸念されることになる。そのような問題に対処するために、誤り訂正方式として、従来のビタビ、リードソロモン方式と比較しても、さらに強力な誤り訂正能力を有するBCH符号、LDPC (Low Density Parity Check, 低密度パリティ検査符号)を配置したフレーム構造が新たに採用されている(図5)。この誤り訂正方式により、いわゆる「シャノン限界」近傍までの伝送を可能としており、それが伝送レート向上にも結び付く結果となっている。試算では、符号化率まで含めた同値の変調方式において、30%の伝送レートの向上ならびに所要 C/N で2dB~3dBの改善が見込まれる。

3.3 ロールオフ係数20%

ロールオフ係数は、既存のDVB-S準拠方式が35%が限界であったことに対して、DVB-S2では20%までに低減されてより伝送効率向上に結び付いた。このロールオフ係数20%の急峻なフィルタ特性を利用して、極力キャリア間隔を狭める試みがなされている。実用例としては、図6に示すように、占有周波数帯幅=キャリア中心周波数間隔、つまり、同一トランスポンダ内において「ガードバンドゼロ」に設定して運用を行っている。

「ガードバンドゼロ」では、隣接キャリアの干渉等が懸念されるが、実験により影響のないことを確認しており、周波数変動を考慮してキャリアが重なる状態でも、[占有周

波数帯幅－400kHz]まで隣接キャリアの影響を受けなかった実験結果が得られた²⁾。

なお、通常の運用では1/4帯域伝送が基本であるが、ニュース素材用として、さらに狭帯域の1/8帯域での素材伝送も実施されている。

4 実際の伝送

DVB-S2採用にあたって、われわれJNN (Japan News Network) 系列では、表1に示す基本伝送パラメータを想定して、伝送テストを実施してきた。ニュース素材伝送を想定した1/4帯域だけでなく、スポーツ番組、音楽番組等を想定した1/2帯域を使うパラメータも盛り込まれている。上記パラメータを含めた各変調方式において、固定局アンテナで想定される口径 ϕ 7.6m、 ϕ 2.4m、中継車アンテナで想定される ϕ 1.4mのアンテナを対象にした伝送テストの回線マージン結果例を図7に示す。

測定値と理論値を比較したものを表2に示す。回線設計上、受信マージンが懸念されていた ϕ 2.4mのアンテナおよび中継車を想定した ϕ 1.4mアンテナにおいても、設計値よりも5dB以上改善される結果が得られ、誤り訂正能力の高さが確認され、従来にない多値変調でも十分に素材伝送に利用することができることが確認された。

実際の導入にあたっては、この多値変調で確保された伝送容量をさらに有効活用、高画質化を図るために、映像符号化方式としてH.264方式を採用している。

5 これからのSNG伝送

現在、急激な勢いで4K、8Kがターゲットとなってきている中、素材伝送においても、さらに高画質大容量伝送が求められるようになってきている。

今まで述べてきたDVB-S2方式は、2005年に確立された方式であり、すでに8年以上が経過しており成熟された感があるが、より高効率伝送を実現することを目指して、現在、新たな方式としてDVB-S2 Extensions (DVB-S2 Ext.)が策定されている。

DVB-S2 Ext.の特長として、主に以下の点が挙げられる。

- (1) ロールオフ係数5%という従来にない低い値が設定可能であり、より急峻なスペクトラムとなり、伝送容量増加、キャリアの近接配置が可。
- (2) DVB-S2では32APSKまでカバーされていたが、さらに64APSKについても対応。
- (3) 新たなフィルタ機能により、メイン波のサイドローブに生じる不要成分をさらに抑止することが可能となり、HPA (High Power Amplifier) の出力を飽和領域方向により近づく方向へ上げることができる(降雨減衰時の増力に有効)。

DVB-S2 Ext.は、すでに製品化も始まっており、伝送テスト等が進められている。新たな映像符号化方式として現

表1 想定している伝送パラメータ

想 定	変調方式	1/4帯域伝送レート	1/2帯域伝送レート
		8M00D7W	16M0G7W
標準	16APSK 5/6	22.785Mbps	45.570Mbps
基地局間高画質	32APSK 3/4	25.624Mbps	51.248Mbps
降雨時	8PSK 2/3	13.689Mbps	27.378Mbps
降雨時, SD	QPSK 1/2	6.826Mbps	13.653Mbps

図7 各変調方式における回線マージン測定値

表2 回線設計と実測値の比較

	回線マージン [dB]					
	ϕ 7.6m受信		ϕ 2.4m受信		ϕ 1.4m受信	
	設計値	実測値	設計値	実測値	設計値	実測値
16APSK 5/6	1.3	6.7	0.7	5.7	-1.4	5.0
32APSK 3/4	-1.0	5.1	-1.6	4.2	-3.7	3.5

在実用化が進められている High Efficiency Video Coding (HEVC) H.265と組合せることによって、次代のSNGを担うものと期待される。IP網、WiFiを利用した素材伝送などの簡易な伝送手段も増えてきているが、場所を選ばぬ速報性、画質、安定伝送など、放送局におけるメリットの大きなSNGは今後も多用されることになるであろう。

(2013年7月1日受付)

〔文 献〕

- 1) ARIB-STD-B26 2.0版：“HDTV デジタルSNG伝送システム”，電波産業会，(Sep. 2008)
- 2) 放送技術：“JNN次世代HD SNGシステム”，62，2，兼六館出版(2009)

梅津 圭一 1989年、武蔵工業大学(現東京都市大学)工学部電子通信工学科卒業。電機メーカー勤務を経て、1997年、(株)東京放送入社。現在、(株)TBSテレビ技術局回線部担当部長。回線運用業務、回線設備、SNG設備の構築に従事。正会員。