当作業と、送られてきた番組を指定時刻に間違いなく放送局へ伝送するため、中継回線～端末回線相互間の切替作業がある。テレビ回線制御システムは、これらの作業をコンピューターを使って自動化を図るもので、49年に一部の局に導入されている。50年度以降、全国の主要切替局へ順次導入し、回線割当作業の能率化と番組切替作業の正確さを期することとしている。このシステムは、東京にコンピューターを中心としたセンター装置をおき、テレビ放送局からの回線専用申込みに従って回線の割当て、および全国各回線切替局の番組切替表作成等の作業を行うもので、切替情報はデータ回線を通して各切替局へ送られる。各切替局の端末装置は、センターからの切替情報を1日分メモリーしておき、定められた切替を自動的にに行い、また端末装置から回線申込み情報を入力できる機能も持っている。

(2) 災害対策

テレビ中継線の災害対策として、全国の中継線をルー

写真 2 4GHz 可搬型無線装置

ブの形に設定し、1方向が中断しても反対方向から伝送できるような回線構成とする工事がなされ、現在、北日本、東日本、西日本のループが完成している。

また、各種の可搬無線機の開発も行われ、自動車に搭載する全固体電子化された 11GHz 帯可搬無線機および、ヘリコプターで運搬できる 4GHz 帯可搬無線機(写真 2)が常備されている。後者は、4GHz 方式の中間中継所の機能が災害等で停止したとき、アンテナ、電源も含めて運搬し、機能を回復できるもので、進行波管 1 本で 3 波の無線周波の共通増幅を行っている。

5. む す び

以上、テレビの中継方式、業務について、概況をご紹介したが、テレビが国民生活にとって欠かせぬものとなっている今日、テレビ中継業務の重要性はますます大きくなってきており、今後ともきめの細かいサービスを行うために、いっそうの技術開発が必要となるう。

(昭和 49 年 12 月 16 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 平島, 林, 木村, 成竹: 全国カラーテレビジョン中継回線の完成, 施設, 18, 5 (1966) 23
- 2) 林, 沢田, 鎌田: 固体電子化された 4GC 方式 (SF-B5 方式), 施設, 19, 7, (1967) 97
- 3) 三好, 鎌田, 細田: テレビジョン中継映像音声同時伝送方式, 施設, 21, 5 (1969) 48
- 4) 菊地, 松本: 全固体電子化可搬形テレビジョンリンク, 施設, 21, 7 (1969) 121
- 5) 菊地, 松橋: 11 GHz 全固体電子化固定形テレビジョンリンク, 施設, 23, 4 (1971) 118
- 6) 山田, 松本: 本土～沖縄間見通し内マイクロ波回線の伝搬特性, 施設, 28, 7 (1974)
- 7) 滝本, 唯井ほか: テレビ回線制御システム (MASCOT) (1)～(3), 施設, 23, 8, p. 109/23, 9, p. 110/23, 10, p. 42 (1971)
- 8) 矢野, 山本: テレビ回線自動試験装置の商用試験結果, 施設, 24, 4 (1972) 129

2-5 衛 星 中 継

国際電信電話株式会社 佐 藤 秀 夫

1. ま え が き

衛星通信システムでは、テレビは電話、電信回線などと共存して運用されているが、以下主として 6/4 GHz

帯の固定衛星業務によるテレビ伝送に限定した衛星技術の変遷、伝送方式、地球局設備ならびに回線規格について述べ、さらに近ごろ話題となっている国内・地域衛星システムの動向を紹介する。

“2-5 Television Transmission via Communication Satellites” by Hideo Satoh (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd., Tokyo)

2. 衛星技術の変遷

2.1 実験衛星によるテレビ伝送¹⁾

人工衛星によるテレビ伝送の最初の試みは、1960年8月に米国航空宇宙局 (NASA) が打ち上げたエコー1号衛星による実験である。この衛星はマイラーをアルミ薄で覆った直径 30m の風船形をし、中継器を搭載しない“受動衛星”と呼ばれるものであって、この衛星による良品質のテレビ伝送は期待できなかった。

中継増幅器をもった“能動衛星”による本格的なテレビ伝送実験は、米国電話電信会社 (AT&T) が 1962 年 7 月に打ち上げたテルスター1号衛星、同年 12 月に NASA が打ち上げたリレー1号衛星により世界的規模で開始された。テルスター1号衛星による実験では、米国のアンドバー局とイギリスのグリーンヒリー・ダウン局およびフランスのプルミュール・ボドウ局との間で最初の大陸間テレビ中継に成功した。また、わが国では 1963 年 11 月リレー1号衛星による KDD 茨城宇宙通信実験所 (当時) と米国カリフォルニア州のモハービ局との間で初の太平洋横断テレビ中継に成功した。引き続き 1963 年 5 月に打ち上げられたテルスター2号衛星、および 1964 年 1 月に打ち上げられたリレー2号衛星により、日本と欧米間のテレビ伝送実験が行われた。

以上述べた実験衛星は、いずれも低軌道ランダム衛星であり、通信可能時間が短いという欠点があった。しかし NASA が 1963 年 7 月同期衛星シンコム2号を、さらに翌年 8 月静止衛星シンコム3号をそれぞれ打ち上げたことにより、この問題は一挙に解決した。東京オリンピックのテレビ中継は、シンコム3号衛星により、郵政省鹿児島地上局と米国ポイントマグー局間の静止衛星回線で行われた。

シンコム衛星に続く米国の実験衛星計画としては、NASA の応用技術衛星 (ATS) があげられ、1966 年 12 月最初の衛星 ATS-1 を打ち上げて以来、今日も衛星技術の開発、新通信方式の開発、放送衛星技術の開発などが続けられている。この計画の最後の衛星といわれている ATS-6 は、1974 年 5 月に打ち上げられた。

2.2 国際電気通信衛星機構とインテルサット衛星²⁾

1964 年に暫定通信衛星組織として発足し、後に国際商業衛星通信機構と改称された世界的衛星組織は、暫定制度の下に運営されてきたが、1973 年 2 月恒久制度に移行され、新しい国際電気通信衛星機構 (INTELSAT) として再スタートした。INTELSAT には、現在 87 か国が加盟し、地球局数 80 局 (アンテナ数 102 基) により 58 か国間のサービスが提供されている*。

INTELSAT がこれまでに打ち上げたインテルサット I~IV 号系衛星の概要はつぎのとおりである。

(1) インテルサット I 号系衛星

INTELSAT が最初に打ち上げたこの衛星は、シンコム衛星の開発によって得られた多くの成果をもとにした半実験、半商用衛星であった。この衛星は別名“アーリー・バード”ともいわれ、1965 年 4 月大西洋上の赤道静止軌道に打ち上げられた。帯域幅 25MHz の 2 つの飽和型中継器をもったこの衛星により、テレビ 2 回線の中継が可能であった。

(2) インテルサット II 号系衛星

インテルサット II 号系の最初の衛星 (F-1) は 1966 年 10 月太平洋上に打ち上げられたが、静止軌道に乗せるのに失敗した。しかし、茨城宇宙通信実験所の実験用設備を改修して同年 12 月からこの長円軌道の衛星を用いた国際テレビ伝送業務を開始した。翌年 1 月同 (F-2) 衛星が打ち上げられ、それまでの間欠運用にかわって終日運用が可能になった。インテルサット II 号系衛星は帯域幅 126MHz の直線型中継器をもち、複数の地球局が同時に 1 個の衛星中継器を共用するマルチプルアクセスによる衛星リンクの構成を可能にした。一方、テレビ伝送時には衛星電力に余裕がなかったため一部の電話回線を閉塞する必要が生じるなど、運用上の難点があった。

(3) インテルサット III 号系衛星

INTELSAT の当初の目的であるグローバル通信網を設立するための大容量の通信機能をもったこの衛星は、帯域幅 225MHz の直線型中継器を 2 組搭載し、衛星固定業務用に割り当てられた 6/4GHz 帯の帯域幅 500MHz をほとんどカバーしている。特に、これまでの衛星と大きく異なる点は機械的デスパン方式によるホーン型アンテナを用いていることで、前述の中継器の増幅帯域幅の拡大と相まって回線容量が著しく増大したことである。KDD は 1968 年にこの衛星システムにアクセスする標準地球局を茨城衛星通信所に建設するとともに、1969 年にはインド洋衛星のための山口衛星通信所を開設し、安定したテレビおよび電話回線を提供できるようになった。

(4) インテルサット IV 号系衛星

インテルサット IV 号系衛星は 1971 年 1 月と同年 12 月にそれぞれ大西洋上に、1972 年 1 月には太平洋上に打ち上げられた。さらに、1972 年 1 月にインド洋上に打ち上げられ、この時点で現用回線はすべて IV 号系衛星に移行された。この衛星は、衛星を効率的に利用する目的で従来のプリアサインドによる回線割り当て方式のほかにデマンドアサインド方式による運用が可能のように考えられており、帯域幅 36MHz の直線型中継器 12 個、受信用グローバルビームアンテナ 2 個、送信用グローバルビ

* 1974 年 11 月末現在

ームアンテナとスポットビームアンテナおのおの2個を有し、能動回路は完全予備システムを持った構成となっている。テレビ伝送は第12中継器とグローバルビームアンテナの組合せにより運用されるが、衛星容量に余裕のある場合には他の中継器を介して第2テレビの伝送が可能となるよう配慮されている。

3. 衛星リンクの伝送方式

3.1 無線キャリアの構成³⁾

衛星リンクにおけるテレビ信号伝送のための無線キャリアの構成は、映像プログラムに付帯する音声プログラム信号を専用の無線キャリアで伝送するか、あるいは映像信号に多重し映像信号用無線キャリアで伝送するかによって異なる。

音声プログラム専用無線キャリアを用いる例としては、現行のインテルサットIV号系衛星によるテレビ伝送があげられ、第12中継器をテレビ伝送用に割り当て、図1に示すようにA局から映像および音声プログラム用の2波を送信する。音声プログラム用無線キャリアは24チャンネルの多重電話回線と同じ伝送容量を有し、通常10kHzの音声プログラム1チャンネルとキュー回線21チャンネルの伝送が可能である。キュー回線は両方向の通話を行うためB局からリターンキュー信号用の無線キャリアが送信される。

音声多重伝送の例としては、リレー衛星やテルスター衛星によるテレビ伝送の際に用いられた音声サブキャリアによる伝送がある。これは4.5MHzのサブキャリアを音声プログラム信号でFMし、この信号と映像信号をベースバンド合成し、再度FMしたのち送信する方式である。また、最近INTELSATでは衛星の1中継器を用いて2テレビ伝送を行う必要が生じたため、映像信号のブランキング期間に音声プログラム信号を時分割多重する方法を導入することが検討されている。

3.2 変調方式

(1) 周波数変調 (FM) 方式¹⁾⁴⁾

図1 無線キャリアの構成例

衛星システムによるテレビ伝送では、電話回線と同様にこれまでもっぱらFM方式が用いられてきた。これはFM方式が地上マイクロ波通信回線で広く利用され、技術が確立されていたこと、初期の衛星システムでは衛星中継器の帯域幅より送信電力の制限が支配的であったため広帯域にすることより高い S/N を期待できる方式が有利であったことなどによる。

現用されている衛星通信システムではFM波によるマルチプルアクセス方式をとっているため、衛星に搭載される中継器、地球局の大電力増幅器、低雑音受信機など複数キャリアを同時に増幅する共通増幅回路の混変調が問題となる。この混変調による伝送品質の劣化を救済するため、対称三角波を用いたエネルギー拡散を行っている。

(2) デジタル変調方式

最近、テレビ信号のデジタル伝送の研究が活発になってきたが、その成果のひとつとしてCOMSAT研究所が発表したDITEC方式⁵⁾がある。これはインテルサットIV号系衛星の1中継器で2回線のテレビ伝送を行うことを目的に開発されたもので、NTSC方式のカラーテレビ信号を輝度信号成分と色信号成分に分離し、各成分を周波数インターリーブの関係にある水平走査周波数の1/2の奇数倍の値をもち、ナイキストレートより低い周波数で標本化し、ついでDPCM方式により輝度信号成分は5ビット、色信号成分は E_r' および E_q' 信号に分けた後、おのおの4ビットの符号化を行う。符号化された映像信号は、12ビットで符号化された音声プログラム信号と時分割多重され、これに7/8のたたみ込み符号による誤り訂正機能を付加し、33.6Mbpsのレートで伝送する。受信側では送信側とは逆の操作が行われ、信号が復元される。

この方式による伝送品質としては、主観評価による結果として S/N が56dBの画質と同等あるいはそれ以上の評価が得られている。

3.3 インテルサット衛星によるテレビ伝送標準⁶⁾

(1) テレビ伝送標準

インテルサット衛星を利用する場合のテレビ伝送標準はつぎのように規定されている。

(i) 白黒テレビ信号の伝送は、走査線数525本/フィールド周波数60Hzの方式および625本/50Hzの方式とする。

(ii) カラーテレビ信号の伝送では、上記のいずれかの走査標準において、NTSC、PALあるいはSECAM-III方式とする。

(iii) 衛星リンクの伝送標準は原則として送信側の標準による。したがって受信側で必要な方式変換を行う。

表1 インテルサットIV号系衛星による映像信号伝送パラメーター

項 目		テレビジョン標準方式	
		525/60	625/50
衛星内割当て帯域幅	(MHz)	30	
受信帯域幅	(MHz)	30	
信号電力対全雑音温度比	(dBW/K)	-137.6	
地球局送信 e.i.r.p.	(dBW)	88.0	
最高映像伝送周波数	(MHz)	4.2	6.0
15 kHz における p-p 周波数偏移	(MHz)	6.8	5.1
エネルギー拡散信号の p-p 周波数偏移	(MHz)	1.0	1.0

(iv) いずれの標準によるかは、各地球局所有者の責任において決定することができる。

(2) 伝送パラメーター⁷⁾

インテルサットIV号系衛星による映像信号伝送パラメーターは表1に示すとおりである。

4. 地球局設備¹³⁾

4.1 地球局の構成

地球局設備は、

- (i) アンテナサブシステム
- (ii) 送信サブシステム
- (iii) 受信サブシステム
- (iv) 端局サブシステム
- (v) 通信管制サブシステム
- (vi) 電源サブシステム

に大別される。これらのサブシステムを構成する各種通信機器は、通常地球局のアンテナサイトと中央局舎に分けて配置される。アンテナサイトと局舎間の接続はベースバンド伝送方式、IF伝送方式、マイクロ波伝送方式、直接結合方式などによって行われるが、商用局の多くは無線キャリアの増設に容易に対処できるマイクロ波伝送方式を採用している。

4.2 地球局の性能指数 (G/T)

衛星電力の効率的利用を図るという点から、地球局の受信アンテナ利得と受信機の雑音温度特性が支配的である G/T が高いほど性能の良い地球局といえる。INTELSAT では、インテルサット衛星にアクセスする地球局の標準特性を規定しているが、これによればアンテナ仰角 5° のときの晴天時における G/T は、

$$G/T \geq 40.7 + 20 \log(f/4) \text{ (dB/K)}$$

ここに、 f は受信周波数 (GHz)

すなわち、標準地球局の G/T は 4GHz において 40.7 dB/K 以上でなければならない。この値を満足するためには、少なくとも直径 25m 以上のアンテナと雑音温度が 20°K 以下の低雑音受信機を備えた地球局でないと実現できず、27~30m の直径のアンテナをもった局が標

準となっている。

一方、最近比較的小容量の回線運用を行う目的で直径 10~13m 程度のアンテナを用いた小型地球局(非標準地球局)が多用され始めている。この程度の小型局の G/T は 31~32dB/K で、インテルサット衛星によるテレビ受信のためには、衛星の e.i.r.p. を標準値より上げる必要がある。しかし、国内衛星あるいは地域衛星システムのように衛星電力に余裕をもたせてあるような場合、建設費の安価な小型地球局の利用を前提としたシステム設計を行い、全体経費の低減を図るのが得策といえる。

4.3 送受信設備

(1) 大電力増幅器 (HPA)

通常、1地球局に対し電話およびテレビ用の複数の無線キャリアが割り当てられる。INTELSAT を例にとれば、地球局の送信機は 5,925~6,425MHz の 500MHz の帯域幅で任意のキャリアを放射できることが必須条件とされている。この条件の支配的部分である HPA の構成は、一般に電話とテレビ用に別個の HPA を用いる方法と、1台の HPA を共用する方法とがある。前者では電話用に TWT を、テレビ専用で周波数可変型クライストロンを用い、2台の HPA の出力を電力合成する。この方式は初期の商用地球局で採用されていた。後者では多数キャリアを共通増幅するため、バックオフを充分にとれる大電力 TWT を用いる必要があるが、飽和出力 8~12kW の TWT が開発され、現用されている。

(2) 低雑音受信機 (LNR)

LNR としてはメーザー、パラメトリック増幅器 (PA) などがあるが、ここにち広帯域受信が可能な冷却 PA が多用されている。PA の冷却には一般的にヘリウムガスが使用される。最近、非冷却 PA (一部に電子冷却使用) の開発が進み、70°K 前後の雑音温度が実現可能であり、標準地球局の予備機として、あるいは小型地球局の受信機として使用されている。

(3) 変復調装置

衛星通信用変復調装置のうち復調装置については、これまで多くの技術開発を必要とした。実験衛星やインテルサット I 号衛星の時代、衛星出力の不足を補い、スレッシュホールドマージンを確保するため、テレビ映像用キャリアの復調には負帰還位相検波型 (PLD) あるいは周波数負帰還型 (FMFB) 復調器が用いられた。インテルサット III, IV 号系衛星の出現により、衛星出力が充分に確保されたため、コンベンショナル復調器が広く使用されている。

一般に変調装置の出力および復調装置の入力は IF 帯 (たとえば 70MHz) で送信周波数変換装置、受信周波数変換装置に接続され、6/4GHz 帯の RF 周波数と IF 帯

の周波数変換を行っている。

4.4 テレビ端局設備

地球局のテレビ端局設備とは、国際テレビセンター(ITC)と地球局間を結ぶ国内伝送路と衛星リンクとを接続するためのもので、回線の切り替えおよび伝送特性の補償機能を有する映像端局装置、回線の監視を行うテレビ監視卓、伝送特性の試験および映像機器の保守に必要なテレビ回線試験架などで構成される。これらの装置は地球局が取り扱うテレビ信号の標準方式によっても異なるが、インテルサット衛星用地球局の多くは、3.3節で述べた伝送標準に合致した内容のものを用意している。また、日本を初め多くの地球局には、互いに異なる標準方式のテレビ伝送に不可欠の標準方式変換装置が設置されている。

4.5 テレビ標準方式変換装置(TSC)^{(6)(8)~(13)}

テレビ標準方式の変換は、時間軸の伸縮を行う走査標準の変換と色信号成分を輝度信号成分に多重するカラー標準の変換とに分けられる。白黒テレビ信号の変換では前者のみを、カラーテレビ信号の変換では前者と後者を同時に行う必要がある。

こんにち使用されているTSCの走査標準変換は、原理的には表2に示すような方式によっている。方式Aは古くから用いられてきたもので、変換画質に問題があるとされていたが、その後改良が進められ、カラーテレビ信号用変換装置が実用化されている。方式Bはわが国で開発されたもので、高性能の商用機を完成し良好な変換画質が得られているが、超音波水晶遅延線は輸入にたよっているため装置の価格が高いという難点がある。方式Cのアナログメモリーの実用例としては、ライン変換用としてコンデンサメモリーを使用した装置もあるが、フィールド変換をも含めた装置としてはデジタル方式によっている。この方式で用いられるデジタルメモリーの高性能化、低廉化には近年著しいものがあり、すでに日本や英国でこの種の技術を用いたTSCが開発されている。

表2 走査標準の変換形式

方式	基本的 変換次元	変換プロセス	方式例	変換媒体
A	画(2次)	電気信号を画像(2次面)へ戻し再走査する	再撮像方式	ブラウン管および撮像管
B	線(1次)	走査線単位で伸縮・取捨をする	遅延線切替方式	遅延線メモリー
C	点	絵素単位で伸縮・取捨をする	コンデンサメモリー方式、デジタル方式	アナログメモリー、デジタルメモリー

図2 標準擬似回線

5. 回線規格

衛星リンクのテレビ伝送規格について、国際無線通信諮問委員会(CCIR)およびテレビ・音声プログラムの長距離伝送に関する、同委員会と国際電信電話諮問委員会(CCITT)との合同研究委員会(CMTT)で研究が行われている。

こんにちテレビ中継を可能にする能動通信衛星システムは、国際あるいは国内テレビ回線の一部を構成するもので、CCIRではその標準擬似回線をRec. 352-1(Rev. 74)⁽¹⁴⁾で規定している。また、衛星リンクの規格についてはCMTTで研究され、Rep. 486(Rev. 74)⁽¹⁵⁾では標準擬似回線をつぎのように定義している。

- (i) 図2に示すように、1つの地球局-衛星-地球局リンクで構成される。
- (ii) 標準方式変換装置あるいは同期信号再生器、もしくはライン/フィールド・ブランキング期間における信号挿入装置を含まない。

このRep.では525/60および625/50方式の規格統一を試み、さらに衛星リンクの標準擬似回線に対する規格は、原則として2,500km地上標準擬似回線の1映像区間相当の値が妥当であろうという日本提案を採用している。しかしながら、インテルサット衛星によるテレビ伝送の現状に照らして一部の項目には3区間の値を割り当ててあり、これらの値の低減は将来の研究課題とされている。

一方、CCITTでは衛星リンクを含むITC-ITC間の国際テレビ回線の保守規格を定めたRec. N. 64⁽¹⁶⁾を採択している。

以上述べたCCIR、CCITTおよびINTELSATにおける衛星リンクあるいは衛星リンクを含むITC-ITC間のテレビ伝送規格を表3に示す。

6. 国内・地域衛星システムの動向

6.1 実用衛星システム

- (1) ORBITA および INTERSPUTNIK システム⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

史上初の人工衛星スプートニク1号の打ち上げに成功したソ連は、1964年以来モルニャ1号系衛星を、1972

表 3 衛星回線のテレビ伝送規格値

番 号 ⁽¹⁾	項 目		CMTT		INTELSAT	CCITT
			衛星リンクの設計目標値		インテルサットIV号 衛星リンクの規格値	地上および衛星区間で 構成される回線の規格 値 ⁽²⁾
			映像区間数	計 算 値		
1	挿入利得	(dB)	1	±0.3 以内	±0.25 以内	±1 以内
1.1	挿入利得変動(1秒)	(dB)	1	±0.2 以内	±0.1 以内	±0.4 以内
1.2	挿入利得変動(1時間)	(dB)	1	±0.3 以内	±0.25 以内	±1 以内
2.1	信号対連続ランダム雑音比	(dB)	⁽³⁾		54 以上	50以上
2.2(a)	信号対周期性雑音比 (0~1kHz)	(dB)	3*	35 以上	50 以上	47以上(クランプ) 32以上(アンクランプ)
2.2(b)	信号対周期性雑音比 (1kHz~ f_c ⁽⁴⁾)	(dB)	3*	55 以上	55 以上	52以上
2.3	信号対インパルス性雑音比	(dB)	1	25 以上	25 以上	**
3(a)	漏話 (undistorted)	(dB)	1	64 以上	—	—
3(b)	漏話 (differentiated)	(dB)	1	56 以上	—	—
4.1.1	非直線ひずみ(ルミナンス)	(%)	3*	12 以下	—	6 以下
4.1.2	非直線ひずみ(クロミナンス)	(%)	(研 究 中)		—	**
4.1.3(a)	微分利得	(%)	3*	±10以内あるいは 12(10)以下 ⁽⁵⁾	±10 以内	±15 以内
4.1.3(b)	微分位相	(°)	3*	±5 以内あるいは 6(5)以下 ⁽⁵⁾	±3 以内	±6 以内
4.1.4	クロミナンス-ルミナンス混変調	(%)	(研 究 中)		—	**
4.2.1	非直線ひずみ(同期/静特性)	(%)	3*	±10 以内	+5 -10 以内	±10 以内
4.2.2	非直線ひずみ(同期/動特性)	(%)	(研 究 中)		—	—
5.1.1	直線波形ひずみ(長時間)	(%)	(研 究 中)		—	—
5.1.2	直線波形ひずみ(フィールド時間)	(%)	1	±2 以内	±1 以内	±4 以内
5.1.3	直線波形ひずみ(ライン時間)	(%)	1	±2 以内	±1 以内	±2 以内
5.1.4(a)	直線波形ひずみ(短時間: パルス/パー比)	(%)	(研 究 中)		0.96~1.04	0.88~1.12
5.1.4(b)	直線波形ひずみ(短時間: パルスロープ)(%)	(%)	(研 究 中)		—	第1ロープ: 10 以下 第2ロープ: 5 以下
5.3.1	クロミナンス-ルミナンス利得偏差	(%)	3*	±10 以内	±10 以内	±12~-20
5.3.2	クロミナンス-ルミナンス遅延偏差	(ns)	1	±60 以内	±50 以内	±100 以内
5.4.1	振幅/周波数特性	(dB)	3*	付図 1	f_c ⁽⁴⁾ で +0.5 -1.0 以内	+1~-2
5.4.2	エンベロープ遅延時間/周波数特性	(ns)	1	付図 2	f_c ⁽⁴⁾ で ±50 以内	—

*: 映像区間数の低減は将来の研究課題である。 **: 規格値は与えられていない。

(注): (1) CMTT の分類による。 (2) 525/60 方式の規格値(ITC-ITC 間)のみ記載した。 (3) CCIR Rep. 410-2 採択後記載される。

(4) 最高伝送周波数は 625/50 方式は 5.5MHz, 525/60 方式は 4.2MHz。

(5) カッコ内の数値は 525/60 方式の場合の p-p 値で表わしたものである。

付図 1

付図 2

年以來同 2 号系衛星の打ち上げを続け、テレビ番組を分配する ORBITA システムを運用してきた。一方、ソ連を中心とする、社会主義 9 か国によって構成されている INTERSPUTNIK は、1974 年 2 月にモルニア衛星を用いて一部運用を開始した。

モルニア衛星はソ連および北半球の諸国間の衛星通信に使用することを目的としているため、軌道傾斜角 65°、遠地点/近地点距離約 40,000km/500km、周期約 12 時間の長楕円軌道をとっている。1974 年 3 月、ソ連は初の

静止衛星の打ち上げに成功し、ついで 7 月には静止通信衛星(モルニア 1 号-S)の打ち上げにも成功した。なお 1974 年 11 月ソ連はこれまでの衛星とほとんど同じ軌道特性を有する新型のモルニア 3 号系衛星を打ち上げ、過去 3 年間に打ち上げられたモルニア 1, 2 号系衛星と併せて ORBITA システムを運用している。

(2) カナダおよび米国の国内衛星システム¹⁹⁾²⁰⁾

(i) アニク衛星システム カナダの国内、特に、北部地方に対するラジオ、テレビ、電話などのサービス

を行う目的で、アニク I 号および II 号衛星が 1972 年 11 月と翌年 4 月に Telesat Canada によりそれぞれ打ち上げられた。このシステムの第 3 番目の衛星打ち上げは 1975 年に予定されている。

(ii) ウェスター衛星システム 米国初の国内通信衛星システムを提供するウェスター I 号および II 号衛星は 1974 年 4 月および 10 月に打ち上げられ、アメリカン衛星会社 (ASC) が複数の衛星中継器を賃借するなどして運用に供されている。

(iii) AT&T/GSAT 計画 コムサット・ゼネラル社が打ち上げた衛星を AT&T と GTE 衛星会社 (GSAT) に賃貸する計画のもので、1975 年末か 1976 年初めに打ち上げが予定されている。

(iv) RCA 計画 RCA Globcom とその子会社の RCA Alascom による 3 個の衛星を打ち上げる計画のもので、最初の打ち上げは 1975 年 12 月を予定している。この計画が実現すれば、現在アニク II 号衛星で行われている通信も新システムに収容できる。

以上述べた衛星は、図 3 に示すように、いずれも西経 $90^{\circ} \sim 130^{\circ}$ の赤道軌道の上に配置される静止衛星である。

(3) INDOMSAT 計画

インドネシア独自の国内通信衛星システムで、アニクと同型の衛星 2 個 (運用、予備各 1 個) と固定式小型アンテナ使用の地球局により、1976 年 8 月から運用開始の予定である。なお、フィリピンがこの衛星の中継器を賃借する計画を持っていることが明らかにされている。

(4) その他の国内衛星計画

最近、独自の衛星を打ち上げることなくインテルサット衛星の空き中継器を借り、これを国内通信衛星として利用しようという計画がいくつか発表されている。アルジェリアの国内衛星システム建設計画²¹⁾はその一例で、インテルサット IV 号系衛星の 1 中継器を賃借し、1975 年 8 月に完成が見込まれている 14 の地球局により、電話、テレックスおよびテレビ伝送が行われることになっている。

6.2 実験衛星計画

(1) 実験用中容量静止衛星 (CS) 計画²²⁾

CS は準ミリ波帯およびマイクロ波帯の電波を用いて日本全土に設置される地球局間で、電話、カラーテレビなどを伝送するための衛星通信実験を行う目的のものである。当初、郵政省が行っていた CS の開発研究は 1973 年 9 月宇宙開発事業団に引き継がれた。衛星の打ち上げは 1977 年に予定されている。

(2) シンフォニー計画

フランスと西ドイツの共同開発による実験用通信衛星で、1974 年 12 月に打ち上げられ、各種実験に供されている。

(3) CTS 計画¹⁹⁾

カナダ通信省と NASA とが共同して開発し打ち上げる計画の通信技術衛星で、1975 年中に打ち上げが予定されている。

(昭和 50 年 2 月 21 日受付)

図 3 カナダおよび米国国内衛星システム用衛星の位置

〔参 考 文 献〕

- 1) 宮(編): 衛星通信工学(新版), 丸善 (1972)
- 2) 佐藤: INTELSAT による衛星通信, エレクトロニクス, **18**, 6 (1973) 741-752
- 3) 佐藤: インテルサット IV 号衛星による国際テレビジョン伝送, テレビ学会無線技術研究, RE 73-35/画像伝送研究, 2-11 (1973)
- 4) 衛星通信, 国際通信の研究, **76** (1973) 45-65
- 5) L. S. Golding.: DITEC—A digital television communications system for satellite links, 2nd Int. Conf. on Digital Satellite Communication (1972) 384-397
- 6) 富田, 佐藤: 国際テレビジョン伝送と方式変換, 信 学 誌, **56**, 3 (1973) 318-331
- 7) INTELSAT SSOG, Vol. II (1971)
- 8) CCIR Doc. 11/1050, XIII th Plenary Assembly, Geneva, 1974
- 9) H. Wendt.: Ein electro-optischer Normwandler für Farbfernseh signale, NTZ, Heft 5 (1969) 281-285
- 10) 佐藤ほか: テレビ標準方式変換装置, 国際通信の研究, **69**(1971) 1-35
- 11) P. Rainger and E. R. Rout: Television standards converters using a line store, Proc. IEE., **113**, 9 (1966) 1437-1457
- 12) DICE—Digital Intercontinental Conversion Equipment, IBA Technical Review, 3 (1973) 31-35
- 13) 衣畑ほか: A digital standards-converter for television using intra-frame line interpolation techniques, Int. Comm. Conf., 7-C (1974)
- 14) CCIR Doc. 4/1030, XIII th Plenary Assembly, Geneva, 1974
- 15) CCIR Doc. CMTT/1048, XIII th Plenary Assembly, Geneva, 1974

- 16) CCITT Rec. N. 62 (Test to be made during the line-up period that precedes a television transmission), CCITT Green Book Vol. IV. 1 (Maintenance) (1972) 264-281
- 17) 佐藤：回線運用状況と衛星通信の将来，エレクトロニクス，18，8 (1973) 1042-1048
- 18) モスコフ発ロイター電 (21 Nov., 1974)
- 19) S.E. Scrupski: Users starting to hop aboard U.S. communications satellite, News Digest, 39, 20 (1974) 9-16
- 20) 佐藤：国際中継技術，テレビ誌，28，7 (1974) 528-533
- 21) Telecommunications Report (6 Jan., 1975) 46-47
- 22) 黒田：実用衛星及び打上げロケットの開発の現状と展望，ステール・デザイン，140 (1975) 6-9

2-6 受 像 機

松下電器産業株式会社 無線研究所 佐々木 玲 一

1. ま え が き

ここ数年間続いたわが国におけるテレビ受像機のためまぐるしい変化も一段落した感がある。真空管方式から急速にトランジスタ式へ移行し，さらに IC 化へと進んできており，受像管のビーム品質と明るさの向上もあって性能的にも一応満足できる線に到達している。一方，新しい選局方法や各種自動制御方式の導入改良による操作性の改善もあり，安定したテレビ画像を視聴者に提供している。

しかし，これらの受像機の改善が，画像を作り出す送像側とすべて密接な関係の下になされたものではないために，必ずしも視聴者が満足する品質の画像を再現しているわけではない。送像側における番組の多様化にともなう機器の問題，ゴーストに代表される受信環境悪化にともなう伝送上の問題，これらに関連する受像技術の問題などは，送像側から受像系までの全体を通じて今後解決して行かねばならぬ問題で，多くの関係者によって解決への努力が重ねられている。

また，テレビ系の画質，特にカラー画像の画質も送受双方に関係するが，視聴者の高度な要求を満たすには，物理的に忠実な再現という尺度によって簡単に判断することができず，人間の生理的・心理的要因が加わるので問題が複雑になる。これに対してはまだ資料が少なく体系的にまとまっていないが，好ましい画像を受像機のスクリーン上に常に再現しようということに目が向けられている。

ここでは，テレビ放送という画像伝送系の端末機としての受像機について，その電気的特性に触れ，つぎに輝度信号と色信号によって作られるテレビ画像を中心に，画質に関係する性能と改善の方向について述べる。

2. 受像機 の 特 性

カラーテレビ受像機は，受像管の広角化によるコンパクト化，コンバーゼンス回路を簡単化したインライン電子銃の採用，タッチ選局機構など，用途の多様化に省電力，省資源など社会的要求も加わり，受像機としてかなり基本的な性能改善が行われてきている。ここでは画像

表 1 カラーテレビ受像機の平均的特性の変遷

機種(時期)	標準特性	真空管式 (昭和43~44)	全トランジスタ式 (昭和45~46)	現 状 (昭和48~49)
項 目				
感 度 (dB)	雑音制限感度 VHF 51*以下 UHF 58 以下	50* —	51* 56	47* 50
VSWR	3 以下	3.5	3.2	2.5
混 変 調 (dB)	—	91**	77**	90**
AGC (dB)	34~74*dB の入力変化に対する検波出力の変化; 3dB 以内	1.6	1.0	1.0以下
ACC (dB)	±8dB の色信号レベルの変化に対して; 3dB 以内	-7~+2.4	-1.1~+1.6	-0.9~+0.7
周波数特性*** (MHz)	輝度チャンネル (-3dB) 3MHz 以上 色チャンネル (-1dB) 0.5MHz 以上	2.2 —	2.7 —	2.8 —
色 度 系 DG DP (%)	±10% 以内 ±5° 以内	15.4 8.6	9 8.4	4.5 6.3
輝 度 (fL)	カラーバー基準白色の輝度がブルーミング限界で 20 fL 以上	21	96	140

*: 75Ω (開放) 換算値 ** : 妨害波(隣接)入力の 75Ω (開放) 換算値(最悪値) *** : カラー受信時

"2-6 Television Receiver" by Reiichi Sasaki (Wireless Research Laboratory, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka)