CATV の 技 術 的 問 題

NET テレビ 桑 野 繁 夫

CATV の現況、とくにテレビ共聴の技術的問題点について概説し、ついで経済的、社会的な問題にふれている。つぎに、米国における CATV の多目的利用の実用化研究実験の動向について紹介し、将来の画像通信関連の研究について簡単に解説している。

1. CATV とは

CATV という言葉が使われはじめて久しいが、その内容は、テレビ共聴そのものと、多目的利用を含んだものの2つの概念になるようである。

いうまでもなくテレビ共聴は、共同受信アンテナ系と同軸ケーブル分配網で構成されている(図1)。この同軸ケーブルの周波数特性は、 $\sqrt{f}$ (dB)で減衰するため、これを増幅器を用いて補償すれば約 300 MHz までの広帯域分配網を比較的容易に作ることができ、20 チャンネル程度のテレビ信号を伝送可能となる。

米国では、区域外再送信の CATV がすでに 10~20 チャンネルの番組を伝送して、一応のペイラインにのっており、現在約 600 万世帯がこれに加入しているといわれている。

1969 年、米国の EIA (電子機械工業会) は、FCC に提案書を送り、将来この CATV 分配網を利用した多目的サービス提供の必要性を強調した。

この内容は、情報化社会が発展し画像通信やデータ通信が普及した時点では、必ずこの伝送を行う BCN (広帯域通信網) が要求され、現在の同軸ケーブルによる CATV 網の育成がぜひ必要であるというものである。

その後、スローン委員会やシンクタンクの SRI や IFF などこのワイヤードシティ構想に関する報告を発表した。

FCC はこれらの意見をいれて 1972 年、ケーブルテレビ法を制定し、ケーブル網の双方向化や最低伝送可能なチャンネル数、チャンネルレンタルの義務、再送信してよいネットワーク局、独立局の数や自主放送の義務付けなどを規定した。

図 1 有線テレビジョン放送施設系統図例

"Engineering Problems on CATV" by Shigeo Kumeno (NET Television Inc., Tokyo)

わが国でも、1970 年頃から CATV に関する議論が活発化し、この調査研究のために郵政省の CCIS 調査会や、通産省関連の映像情報システム開発協会などが設置された。そして昭和 47 年 (1972 年) 有線テレビジョン放送法が制定され、わが国でもいくつかの区域外再送信が新しく誕生した。

しかし、わが国では後で述べるように主として経済的な問題からその運営がむずかしく、多目的利用についてはまだ遠い先の話となっている。

一方、最近の大都市のビルラッシュによって、テレビゴースト障害がクローズアップされ社会問題化して来た。このため、都市難視共聴が生れ、昭和 47 年前後から急速に増加してきている。

こうして最近では、CATV といえば、辺地共聴、区域外再送信、都市難視共聴を指すようになって来ている。ここではまずテレビ共聴の技術的な問題点をとりあげ、ついで多目的利用の研究開発についてふれることにしたい。

2. テレビ共聴の技術的問題点

現在運営されている CATV のサービスパターンは前述の 3 つの共聴である。これらに共通する技術的問題点は、

- (1) 受信画質
- (2) 受像機の性能
- (3) システム設計
- (4) 受信点からヘッドエンドまでの伝送
- (5) 建設費

である。

2.1 受信画質

共聴の受信点において良好な受信画質を得ることは、信号の質のもととなるため最も重要な問題である。

受信画質評価の主観表現によるパラメーターは、ノイズ、ゴースト、ビート縞、パルスノイズである。

- (1) ノイズ (正確には画面上の S/N をいう)

辺地共聴や区域外再送信のように、テレビ放送のサービスエリアの限界またはエリア外では、送信点を中心にラジアルな線状に電界強度の比較的高いところがあり、これがさらにその延長上に点状に分布してくる。これは伝搬上回折損失の少ないところが方位角上に散在し、その後方が、ある範囲で伝搬損失が少ないためである。

このため受信ノイズの改善は受信点の選定になる。受信アンテナ出力の $C/N \geq 45 \text{ dB}$ とするためには、VHF 帯の場合、八木アンテナ 4 基スタック、ヘッドアンプの $NF=8 \text{ dB}$ とすれば、所要電界強度は $55 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 以上、UHF 帯の場合は、 $1.8 \text{ m}\phi$ パラボラ、 $NF=10 \text{ dB}$

とすれば、所要電界強度は 65 dB 以上必要である。フェーディングマージンは、現地調査かプロフィール上から所要時間率の値を求めて加算する。

都市難視型共聴では、電界は充分な場合が多いから、むしろ強電界下のヘッドアンプの遮蔽に注意を要する。

(2) ゴースト

3 サービスパターンのなかでは、都市難視共聴の場合のゴースト対策が最も問題になる。ビル陰では直接波の電界が低下するため、周囲からの潜在ゴーストが顕在してくるので、ゴースト対策だけが都市難視共聴の受信画質改善といってよい。

反射波成分の所要 D/U 値は図 2 のとおりで、 $1.5 \mu\text{s}$ 以上遅延した反射波に対して一様に 30 dB となっている。これは加入者受信機入力における所要値なので、若干のマージンが必要である。

都市内では、希望波 D 、不要反射波 U と同付近の構造物等で場所的にも高さによってもそれぞれ異なった変化を示しているため、 D/U は位置の移動、高さの変化によって大変複雑な変化となる。このため、ときには 1 m 以内移動でもゴーストが著しく変化するので注意を要する。また D 、 U は振幅変化だけでなく位相変化も生じているので D 、 U 間の位相差によってゴースト評価が異なってくる¹⁾。

D と U とは通常その到来方向が異なるので、複数基のアンテナの合成水平指向性上のヌルを U の到来方向に一致させ D/U を改善できる。この方法には、パッシブなアンテナの組合せだけでなく、2 基のアンテナ出力の位相、振幅を制御して、ゴーストを打消す例²⁾や、3 基のアンテナ出力を合成して打消しやすくした方式³⁾がある。

D/U の改善が上記の方法ではむずかしい場合には、受信装置内で打消し改善する方法⁴⁾が検討、発表されている。

現実の受信に当って、 D/U とゴースト評価の関係をつかむことはむずかしい。これは D/U の測定がむずかしいということと、同じ D/U でも画の内容で評価が変

図 2 反射波妨害比 (所要性能)

化するためである。このため、上記の 2~3 のゴースト改善方式の実施例でも D/U の数字的データがなく、各方式の利害得失の検討も不充分となっている。

(3) ビート妨害

受信点において生ずるビート妨害に、同一チャンネルのオフセットビートがあり、辺地共聴、区域外再送信の受信点ではしばしば問題となる。この所要 D/U は、オフセット状態の安定度によって変化するが、40~50 dB 位必要で、受信アンテナの水平スタックにより妨害波の到来方向にスルを作り改善する。この場合、方位角差は普通 5° 位が限度となる。

他の無線サービスや電波応用機器の高調波がテレビ放送帯に入り、受信点において妨害を与えることがある。この対策は、もちろん原因機器を探索し処置することであるが、探索に非常に時間がかかることがあるので注意を要する。この場合の D/U は 50 dB 以上必要である。

(4) パルスノイズ

辺地共聴や区域外再送信の受信点のように、受信電界が低く、自動車のインパルス雑音が多発する場所以外問題がない。対策としては、地形によるノイズ源の遮蔽が普通である。

2.2 受信機の性能

テレビ受信機は本来 CATV 用に設計されていないので、次の性能に関して必ずしも充分な特性をもっていない。

(1) かぶり妨害

(2) 隣接波妨害

(1) かぶり妨害

CATV を受信している受信機が周囲電界によって画面上に妨害を受けることを、かぶり妨害と称している。受信機の周囲電界感度はアンテナ端子になにも接続しなくても等価的に (周囲電界 -20~30) dB μ の信号が加わ

図3 受信機の周囲電界感度

っている程度存在する。

ただし、周囲電界: dBf(μ V/m), アンテナ端子入力: dB μ , 75 Ω 終端とする。

このことによって同一搬送波再送信による共聴では、直接波による前ゴーストが生じ、同一チャンネルによる異搬送波では、ビート妨害を生ずる。

周囲電界 = E dBf とした場合の所要加入者信号レベル V は、次のようになる。

$$V \geq E - (20 \sim 30) + \text{所要ゴーストまたはビート } D/U$$

$$\therefore V_g \geq E - E + 10(\text{dB}) \quad (\text{ゴースト } D/U=30)$$

$$\therefore V_b \geq E + 20 \sim 30(\text{dB}) \quad (\text{ビート } D/U=50)$$

すなわち、 $E=80$ dBf とすれば、加入者信号レベル $V_g=80 \sim 90$ dB μ となる。

このように所要加入者信号レベル V が増加すると、分配増幅器当りの分配可能端子数が著しく減少し、加入者当りの建設費に影響を与えるので、受信機の周囲電界感度特性はぜひ改善を要する。図3に最近の受信機の特性を示す。

(2) 隣接波妨害

テレビ放送の受信の場合は同一地区に隣接波の割当てがないため、隣接波妨害は生じないが、共聴の場合はしばしば隣接伝送が必要になる。

図4 隣接チャンネル妨害

下隣接波が存在する場合、その音声搬送波が画面にビート縞妨害を生じ、上隣接波の場合は、画面にウインドワイパー状の混変調妨害を生じさせることがある。図4は最近の受像機のこの特性を示す。これから上隣接波よりも下隣接波の存在が問題である。図4では $D/U=0\text{dB}$ でも一応検知限になっているが、 80dB_μ 以上では劣化しており改善を要する。

テレビ放送の映像対音声の電力比は 6dB であるが、CATV の場合の比は、受像機の音声 S/N の劣化がない限り大きくとることが可能である。音声電力を低減することにより、下隣接妨害が改善されるので、一般に $10\sim 15\text{dB}$ 位音声電力を下けている。

また、受像機の設計上から、 920kHz のカラー混変調ビートを除去するため、普通中間周波帯において数十 dB の音声トラップを入れているが、同期検波型の復調の採用等でトラップの除去または軽減ができると、さらに音声電力を低減でき、隣接伝送上も有利になる。

2.3 システム設計

再送信型の CATV のシステム設計は、受信信号の質、加入者信号レベルならびに質、中継増幅器の性能、伝送チャンネル数などの条件に対して電気的性能、経済性、信頼性、保守の容易性の最適化をはかることである。

(1) 伝送路の性質

中継増幅器は、ヘッドエンドから加入者までの間カスケードに接続されるが、その段数は増幅器の非直線性によって生ずる妨害や累積熱雑音によって制限をうける。これについて簡単に説明すると、

① 段数が増加するにつれて非直線ひずみにより生ずる妨害波が累積され画質を損う。これにはビート妨害(2次、3次……のひずみ)と、混変調妨害(3次または奇数次ひずみ)があり、中継増幅器の出力レベルと段数の間におよそ次の関係がある。

(a) ビート妨害は段数の平方根と出力レベルの積に比例する。

(b) 混変調妨害は段数と出力レベルの2乗との積に比例する。

② 幹線増幅器の入力から次の増幅器の入力までの利得は1であるから、熱雑音は各段ごとに電力加算され、同一性能ならば段数の平方根に比例する。

妨害を検知限などのある一定量に押えるためには、①からは“出力レベルは段数の平方根に反比例して減じなければならず”②からは所要の C/N による“最低所要出力レベルは段数の平方根に比例して増加しなければならない”。ある段数に達すると両出力レベルは同一の値となり、これ以上の段数になると、 C/N 、ビート妨害ま

たは混変調妨害が規格値をこえてしまう。これがカスケード接続の段数の限界である。

ヘッドエンドから加入者入力端子までの所要規格を表1に、増幅可能段数を10とした場合の幹線増幅器および分配増幅器の単体の規格を表2に示す。

表2からわかるように、増幅器単体のビート妨害量、混変調量の規格は大変きびしい値となるので、将来次の諸点の検討が必要となる。

映像搬送波の低減
専用のチャンネル配列
妨害の補償

映像搬送波の低減は、たとえば幹線伝送中は低減し、分配増幅器で復元するなどの方法をとれば、妨害雑音低減をはかることができる。

専用のチャンネル配列は、この伝送問題のほか、前述の受像機の性能、他の通信との相互干渉、コストの問題、配列の拡張性、などを考慮検討した報告⁶⁾がある。

(2) 伝送路の信頼性と経済性

主幹線、幹線、分岐線、分配線、引込線はその順に電気的性能、信頼性の重要性がある。同時に1加入者当りの建設費に占める割合がその順に増加するので、加入者に近づく線路ほど電気的性能よりも経済性に重点をおく必要がある。このため経験的に主幹線、幹線、分岐線以降、系統ごとに電気的性能規格、信頼性の規格配分⁶⁾を行っているが、実施例による分析検討の必要がある。

(3) 分配網設計と機器の高出力化

CATV 機器の規格は、もともと大都市における加入者密度(100%加入率における)を基礎に設計^{7,8)}されたもので、製造技術上可能な範囲内で値がきめられている。最近の固体化技術の進歩による高出力化、広帯域化から、分配網設計の経済化を目標とした再検討も考慮すべきである。

2.4 受信点とヘッドエンド間の伝送

区域外再送信や辺地共聴などにおいて、受信点からサービス区域までの距離が長く、かつ加入者ドロップがない場合の経済的伝送方法は重要な問題である。都市難視共聴においても、高層ビル等の反射によるゴースト対策には、比較的短距離ではあるが簡易な伝送方式が要求されることがある。

前者の伝送には、

- (1) 同軸 FDM 方式; $10\sim 40\text{MHz}$ 帯への低域変換方式が普通用いられる。
- (2) 各チャンネルごととペアケーブルによるベースバンド伝送、または HF 帯 VSB AM 変調、FM 変調する。
- (3) マイクロ波による伝送

表 1 有線テレビジョン放送施設の性能総括表

規 格			所 要 性 能		望 ま し い 性 能	
項 目	規 格		規 格	備 考	規 格	備 考
有線テレビジョン放送の場合の性能	1	1.1 受信空中線出力レベル (dBμ)	VHF 50 以上	1. 75Ω終端同期せん頭値 (注1) 2. フェーディングなどにより変動がある場合もこの値を下まわらないこと	60 以上	フェーディングなどにより変動がある場合もこの値を下まわらないこと。
			UHF 54 以上		62 以上	
	1.2 加入者端子信号レベル	(1) 信 号 レ ベ ル (dBμ)	60~85	(注2)	70~85	(注2)
		(2) レベル安定度 (dB) 1 分間以内の変動	4 以内	電源ハム変調の妨害を除く。	2 以内	電源ハム変調の妨害を除く。
		(3) チャンネル間レベル差 (dB) 隣接チャンネル間 その他のチャンネル間	3 以内 10 以内		2 以内 6 以内	
		(4) 映像音声レベル差 (dB) 上側隣接 ch のある場合 その他の場合	-9~-14 -3~-14		-11~-14 -3~-14	
		(5) チャンネル内振幅周波数特性偏差 (dB)	-0.5~+4 MHz において +3~-4 以内		-0.5~+4 MHz において ±2 以内	
		1.3 加入者端子信号の質				
		(1) C/N (帯域幅 4 MHz) (dB)	38 以上		42 以上	
		(2) ビート妨害 D/U (dB)	50 dB 以上	ただし、920 kHz ビート、隣接 ch の信号は除く。	55 dB 以上	ただし、920 kHz ビートは 3 信号法で -30 dB 以下
		(3) 混 変 調 (dB)	-40 以下	変調度とは変調成分の p-p 値と映像搬送波の包絡線振幅のピーク値との比をいう。	-46 以下 -54 以下	
		(4) 電源ハム変調度 (dB) 50 Hz 地域 60 Hz 地域	-50 以下 -40 以下		-40 以下	
		(5) 反 射 波 成 分 (dB)	図 2 に示す値とする。		所要性能より 5 dB 良い 値とする。	
		(6) 周 波 数 偏 差 (kHz) 映像搬送波 映像音声搬送波間	±20 以内 ±2 以内	4.5 MHz を基準とする	±20 以内 (隣接 ch があるとき ±10 以内) ±1 以内	4.5 MHz を基準とする。
		(7) その他の妨害およびひずみ	画質、音質から評価し、実用上、支障がないものとする。	たとえば、映像の輝度信号のひずみ、色信号の遅延ひずみ、920 kHz ビート、音声のハム、バズ音などである。	画質、音質から評価し、気にならないこと。	
有線 FM 放送の場合の性能	2	2.1 受信空中線出力レベル (dBμ)	40 以上	1. 75Ω終端値 2. フェーディングなどにより変動がある場合もこの値を下まわらないこと	50 以上	1. 75Ω終端値 2. フェーディングなどにより変動がある場合もこの値を下まわらないこと
		(1) 信 号 レ ベ ル (dBμ)	50~75	FM 分岐器などを使用した場合、FM 受信機の入力レベルは 40 以上。(注2)	60~75	FM 分岐器などを使用した場合、FM 受信機の入力レベルは 50 以上。(注2)
	2.2 加入者端子レベルの質	(2) テレビ信号とのレベル差 (dB)	テレビ信号の最低レベルに対して -10 以下		テレビ信号の最低レベルに対して -10 以下	
		(3) 搬送周波数間レベル差 (dB)	10 以内		6 以内	
		(1) C/N (帯域幅 200 kHz) (dB)	28 以上		38 以上	
		(2) ビート妨害 D/U (dB)	音質により評価し、実用上支障ないものとする。		音質により評価し、実用上支障ないものとする。	
		(3) 電源ハム変調度 (dB)	周波数偏移 ±75 kHz 基準 -50 以下		周波数偏移 ±75 kHz 基準 -60 以下	
	2.3 加入者端子信号の質	(4) 周波数安定度 (kHz) 24 時間以内の変動 長期における変動	±10 以内 ±20 以内		±10 以内 ±20 以内	
		(5) 混変調、反射波成分、その他の妨害およびひずみ	音質により評価し、実用上支障ないものとする。		音質により評価し、実用上支障ないものとする。	
			-25 以下 ただしテレビ放送波帯のみを使用するものではない -15 以下 FM 受信機の接続可能な場合は、FM 分岐器などを介することにより -35 以下	1. 26 MHz 帯 IF の TV 受像機を接続する場合は局発妨害を防ぐため必要な措置をとる。 2. コンバーター、ブースターを設置する場合も加入者端子の短絡、開放で異常の生じないこと。	-35 以下 ただしテレビ放送波帯のみを使用するものではない -20 以下 FM 受信機が接続可能な場合は FM 分岐器などを介することにより -40 以下	
共通の性能	3.1 加入者端子間結合度 (dB)	定格出力インピーダンスに対し VSWR が 3 の負荷に対しても画質、音質に劣化が認められないこと。			定格出力インピーダンスに対し VSWR が 3 の負荷に対しても画質、音質に劣化が認められないこと。	
	3.2 加入者端子の負荷インピーダンス	画質、音質により評価し、実用上、障害となる妨害を与えないこと。			画質、音質により評価し、実用上、障害となる妨害を与えないこと。	
	3.3 テレビジョンおよび FM 放送以外の信号による妨害					
不 要 放 射 (dBμ/m)			IEC 法により 34 以下		IEC 法により 34 以下	
同軸ケーブル	特性インピーダンス (Ω)		75		75	
	VSWR		1.2 以下 ただし、引込線を除く。		1.2 以下 ただし、引込線を除く。	

(注 1) レベルは定格出力インピーダンス 75Ω の端子を 75Ω の純抵抗負荷で終端したときの実効値を dBμ で表わしたものである。ここで dBμ は 1μV を 0dB とする dB 値である。定格出力インピーダンス 300Ω の端子ではこれに 6dB 加えた値とする。信号レベルは特記しない限り、映像搬送波の最高レベルで示す。

(注 2) 強電界地域で直接受信妨害が生じる場合、最低レベルの増加、あるいは必要な措置をとる。

表 2 幹線および分配増幅器単体の規格

(a) 定格および使用条件

項 目	定格(幹線増幅器)	定格(分岐増幅器)
入出力インピーダンス	75Ω	同 左
標準入力レベル	72 dB (250 MHz) 71 dB (70 MHz)	同 左
出 力 レ ベ ル	幹線出力用 分岐出力用 92 dB (250 MHz) 82 dB 81 dB (70 MHz) 76 dB	104 dB (250 MHz) 100 dB (70 MHz)
標 準 利 得	幹線出力用 分岐出力用 20 dB (250 MHz) 10 dB 10 dB (70 MHz) 5 dB	32 dB (250 MHz) 29 dB (70 MHz)
伝 送 帯 域	70~250 MHz	同 左
伝 送 信 号	テレビジョン11波, FM 4波, パイロット信号2波	同 左
電 源 消 費 電 力	単相 30V/60V, 50/60Hz, 25VA 以下	単相 30V/60V, 50/60Hz, 20VA 以下
重畳用電源通過電流量	10A 以上	同 左
重 量	12 kg 以下	同 左
環 境 条 件	周囲温度 -10°~+40°C 湿 度 45~90%	同 左

(b) 電気的性能

項 目	幹線増幅器性能	分岐増幅器性能	備 考
最大利得	幹線出力用 分岐出力用 22 dB (250 MHz) 12 dB 11 dB (70 MHz) 6 dB	34 dB (250 MHz) 30 dB (70 MHz)	ケーブル標準減衰量 周波数特性等化
利得調整範囲	0~13 dB (250 MHz) 1 dB ステップ	0~12 dB (250 MHz) 1 dB ステップ	ケーブル標準減衰量 周波数特性等化
出力レベル安定度	±0.5 dB 以内	同 左	周囲温度 -10°~+40°Cの変動に対して
AGC 特性	70 dB±3 dB (250 MHz) の 入力レベル変動に対して出力 レベル変動±0.5 dB 以内	—	ケーブル標準減衰量 周波数特性等化
伝送帯域内周波数特性偏差	±0.5 dB 以内	同 左	ケーブル標準減衰量 周波数特性に対して
雑音指数	11 dB 以下	同 左	
相互変調	幹線出力用 -72 dB 以下 分岐出力用 -69 dB 以下	-64 dB 以下	定格値の伝送信号に 対する出力レベルに 対して
混 交 調	幹線出力用 -84 dB 以下 分岐出力用 -78 dB 以下	-60 dB 以下	同 上
ハム変調	-80 dB 以下	同 左	
入出力定在波比	1.5 以下	同 左	
出力端子間結合損失	25 dB 以上	同 左	
パイロット信号周波数	73 MHz および 246 MHz	—	
不要放射	34 dB 以下	同 左	IEC 法による
遮 蔽	筐体のふたを開けた状態に おいても保守調整に支障の ないこと	同 左	
電源動作電圧範囲	20~32 V	同 左	

が考えられる。

同軸 FDM 方式, ペアケーブルベースバンド伝送が, いまのところ経済的に有利であるが, 性能維持面, 保守面を考えると, 同軸 FDM が一番優れている。この場合でも, 3 チャンネル, 10 km 伝送で 2000~3000 万円となり, 加入者当りの建設費負担が大変大きく, 安価な装置の要求が強い。この点, マイクロ波による方式は現在のところ, 波の割当がないが, 将来は経済的で簡易な数チャンネル多重装置の開発の可能性がある。なお現在, 米国ではマイクロ波 (12GHz 帯) の AM または FM チャンネルが用意されており, 一部地域で商用されている。

後者の伝送には, 短距離で都市内ケーブル敷設の外的な問題があるので, 上記方式のほかに LED やレーザーによる光伝送方式が考えられる。LED を使用した方式はすでに約 500 m の距離でテレビ 1 チャンネル伝送の製品が市販されているが, 2~3 チャンネルの多重装置が望まれている。レーザーによるガラス繊維伝送は, まだ開発研究の段階にある。この方式は減衰特性のほかに, 多モード伝送による信号の遅延時間差に問題があり, コストの点も含めて CATV ではまだ実用の域には達していない。

2.5 建設費

建設費は大部分が設備費であり, サービス分配網と, 受信点からヘッドエンドまでの伝送系とにわけられる。

辺地共聴では, 主として地形によって電波がささげられており, 伝送系の距離が長いと建設費にかなり影響してくる。過疎の加入者密度, 地形によるケーブルの迂回等が分配網のコストアップ要因である。

CCIS 調査会が検討した資料によると, 加入者あたりの建設費は図 5 のとおりである。ただし実際の工事は地元負担が除かれることがあるので, この数字をかなり下

図 5 CATV の加入者当りの建設費

表 3 区域外再送信の建設費の例

主ヘッドエンドおよび主幹線（区域外受信用）	4,200 万円
サブヘッドエンド2カ所（地元波受信用）	800 万円
分配網（幹線からタップオフまで）	21,000 万円
計	26,000 万円
加入者数 4,000	加入者あたり 6.5 万円

まわっていることがある。

区域外再送信においては、一般に良好な受信点が限られているため、伝送系の設備費が増加する。表3に中小都市約 4000 加入をサービスする区域外再送信の加入者当りの建設費例を示す。

都市難視共聴の建設費では、主として都市構造上からケーブル敷設に関係する経費増が問題である。道路、河川等の横断の埋設管路、ルート迂回、各種通信用ケーブルの既設柱への共架のため新規共架ができない問題、電力線との離間間隔等、すべて経費増の要因となる。したがって、画質が満足できる範囲内で施設を分離したほうが安価となる。平均的な建設費の算出はきわめてむずかしく、加入率にもよるが架空方式の場合、5～15 万円が加入者当りの建設費と考えられている。

中小都市における分配網の設備費は、比較的ばらつきが少ないので内容を工事費、線材費、増幅器の価格にわけた比率と、幹線系、分配系、引込系にわけた比率を表4に示す。これから、工事費（特に引込工事の簡易化等）、増幅器の価格、線材費の低減の順にあらゆる手段を講じなくてはならない。このことは次節に述べる運営費におよぼす影響が非常に大きい。

2.6 その他の問題点

いままでテレビ共聴の技術的問題について述べたが、ここで若干経済的、社会的な問題にふれたいと思う。

（1）テレビ共聴運営の経済的問題

表 4 CATV 分配網の分類別建設コスト比の例

機器関係	ケーブル類	工事費	計
15.3%	37.7%	47%	100%
幹線系	分配系	引込系	計
11.8%	51%	37.2%	100%

（注）

1. 機器は幹線分配の増幅器および電源とする。
2. ケーブルはケーブルおよび付属品、T.O を含む。
3. 幹線系は、ケーブルおよび増幅器を含む。
4. 分配系は、分岐ケーブル、分配増幅器、分配線、T.O を含む。
5. 引込系は T.O、出力以後宅内工事を含む。

テレビ共聴の運営経費の内容はだいたい次のように考えられる。

① 維持管理費 電柱共架料、道路使用料、借地料、保守費、電力代等である。

② 設備償却費 施設の耐用年数に関するデータはまだはっきりしていないが、10～15 年の実質償却を考慮しなければならない。

③ 営業費 難視共聴の場合は別として、区域外再送信の場合は加入者に対する営業活動が必要である。

この一例を表5および図6に示す。

この例では、金利を考えずに5年で総経費と総収入がバランスするためには、加入料 25,000 円の場合、月額利用料 1,250 円としなければならないことを示している。

建設費を加入料と資本金でまかなうことは、収入と資本の比率から考えて無理があり、この程度の利用料は運営上、ぜひ必要となる。

表 5 1 加入者あたりの運営経費の例

1. 施設管理費（年額）			
電柱共架料	1260 円/年/本とする。 加入者当り 0.5 本とする。	630 円	
道路使用料	50 円/m/年とする。 加入者当り 20m とする。	1,000 円	
保守費	100 円/月/加入とする。	1,200 円	
電力代	730 円/月/TA 1台とする。 1 TA 当り 50 加入とする。	175 円	
		計約 3,000 円	
2. 施設（更新）償却費			
建設費	= 5 万円/加入とする。		
	建設費 × 0.07 ~ 0.1 とする。	3,500 ~ 5,000 円	
3. 営業費用			
営業費	4000 加入の施設とし、 1000 万円とする。	2,500 円	
人件費	5 名とし 1400 万円とする。	3,500 円	
		合計 12,500 円 ~ 14,000 円

図 6 総収入と総経費の関係

現在わが国では、経済的、社会的に利用料を上げることが大変むずかしく、もし上げた場合には加入率に著しく影響する。これが CATV が事業として離陸できない最大の理由となっている。

(2) 都市難視共聴の問題点

最近の数年間、都市内では、土地の入手難、地価の高騰、建築基準法の高さ制限の緩和などからビルは高層化の一途をたどってきた。ビル陰では直接波の電界が低下するため周囲からの潜在ゴーストが顕在化し、高層ビルからの反射は 20km 以上にわたってゴースト障害を起している。ゴーストの状況は、反射が互いに重なりあっているため、おのおののビルの影響の程度が現状では区別しがたくなっている。このような状態は単にわが国の大都市に限らず西独（ハンブルグ、フランクフルト）、米国（シカゴ、ニューヨーク）でも生じている。

ビル陰の問題は最近、原因者負担の考え方が定着してきたため、この共聴がかなり増加している。一例として当社の東京都 23 区内のテレビ再送信同意書からまとめると、図 7 のようになる。これから昭和 47 年度以降急速に増加しており、現在、都区内世帯の約 2% に達している。この数字は NET の同意書だけによるため、実際のテレビ共聴受信者数はさらに増加しているものと思われる。

この他に、反射による難視の数は、共聴、単独受信を問わず存在し、相当の数にのぼると考えられる。

都市構造の変化によるテレビ難視の共聴化に関して、ビル陰の問題は一応の経費の原因者負担が定着しつつあるものの、反射ゴーストに関する費用の原則はまったくきまっていない。前述の運営の困難性から考えても何ら

かの手を打たなければならない段階にきていると思われる。

なお西独では、高層建築物税、土地所有者の接続料、加入者料金の 3 者の基金による案が検討され始めている。

以上、これらの社会的、経済的な問題を考えると、テレビ共聴の問題は、技術的な問題よりも業務運営の基盤を確立することが第一といえることができる。

加入者側からみると、区域外再送信の場合、モアチャンネルの要求はテレビ文化の地方格差の是正という見方があり、金を払ってもという考え方と当然の権利という考え方が存在している。都市難視の場合には、現在、金を払ってもという考えはなく、当然の権利ととっている。CATV が加入者の利用料収入を経営の基盤とする限り、今後の大きな問題である。

しかし現在、わが国でもすでにテレビ共聴以外の CATV がわずかではあるが存在している。次にこの話題や米国における実験例、技術研究の動向などについて述べたい。

3. CATV の多目的利用

3.1 ホテルテレビと有料テレビ

テレビ共聴を活用したメディアとして、わが国ではホテル CATV がある。これは都市内の各ホテルの共聴にテレビ番組を提供する業務である。この技術システム⁸は、センターからの信号を電々公社の映像・音声回線をとおして各ホテルに送り、そこでテレビの空チャンネルに変調して共聴分配網で各室テレビに放送するものであ

表 6 米国の主な有料テレビサービス実施中の CATV

会 社	市 (州)	加 入 数
Trans World Communications	Smithtown, N. Y.	7,000
American TV and Communications	Long Island, N. Y.	35,000
Teleprompter	San Bernardino, Calif.	16,975
Warner Cable	Olean, N. Y.	7,100
	Pottsville, Pa.	11,500
	Coors Bay, Ore.	9,000
	Pittsfield, Mass.	9,000
Pensacola	Pensacola	4,000
Home Box Office	Wilkes-Barre, Pa.	8,150
	Allentown, Pa.	42,500
	Hazleton, Pa.	12,300
	Mahanoy City, Pa.	21,300
Home Theatre	Redondo Beach, Calif.	2,500
Optical Systems	Harrisburg, Pa.	32,000
	Easton, Pa.	20,000
	Yuma, Ariz.	9,000
Cinci Communications	San Diego	65,000
	Long Beach, Calif.	30,000
	Escondido	15,951
Theatrevision	Sarasota, Fla.	19,950

図 7 NET テレビにおける再送信の申込施設数と加入世帯数 (都 23 区内)

る。現在、米国にも同種のシステムが運営されているが、これらでは映画、スポーツなどの有料テレビを実施している。ホテルのコンピューター業務、部屋の警備、空室の状況、買物集計、案内、予約などと組合せて有料テレビの申込み、請求書作成を双方向通信によるサービスとして開始したところもある¹⁰⁾。このほか、会議用のテレビ大型プロジェクターを用いた画像サービスなども一部に行われている。

家庭を対象とした有料テレビサービスも現在、実用化試験中で、全米各地で実施または計画中である(表6参照)。1973年のNCTA(全米ケーブルテレビ協会)大会においては、有料テレビの講演は連日満員で、質疑応答

も非常に活発であったということであり、現在、米国のCATV業界がかなり有料テレビに期待をかけていることは事実のようである。有料テレビ方式には、従量式(1回視聴するごとに金を払う方式)と定額式(一定期間固定の料金を支払って、その間いくら視聴してもよい)とがあり、それぞれの特長がある。表7に各種有料テレビの方式を、図8にその系統図例を示す。

有料テレビのプロモーションではセールスマンが郊外居住者に“映画を観に行くにはまずベビーシッターを探し、車でドライブし、駐車場に車を入れなければなりません、これでは映画以外の費用が10ドルもかかりますよ”といった話がある。従量式による映画1回当りの料

表7 各種有料テレビの方式

秘話の方式	秘話解除	課金データ集計	アクセス(申込み)	システム提供社の例	サービス目標	備考
1. 画を乱し無音とする(不明)	1. 切符コードとアダプター内ROMまたは下り制御信号照合	1. 切符購入による定額式、従量式あり	1. 特定切符をアダプターに挿入	Cinca Communication Gridtronics Inc.	ホテル用: 従量式 家庭用: 定額式	1 way ・プレビュータイム(無料)を設定可能
2. テレビオフバンド、ミッドバンド、またはミッドバンド制御(ホテル用に多い)	2. 下り制御データによるアドレス照合、秘話制御をする	2. 電話申込み受付データによる音声申込みとデータ信号による申込あり	2. 電話申込み、音声申込み、特殊音響器の結合あり	Home Theater Network Trans-world Communications	家庭用 ホテル用は音声申込み	電話による 2 way
3. 秘話なし	3. 秘話制御なし	3. ポーリング/コンテンツションによる利用データ集計	3. アダプターのチャンネル設定および(または)押釦上りデータ送出	Teleprompter Corp. Telebeam Corp. Computer Television Inc.	家庭用 ホテル用は上り回線は電話線あり	2 way ・分配線のみ 2 wayとし、それに課金データ集計装置を入れたものあり ・プレビュータイム(無料)を設定可能

(a) ホテル有料テレビの加入者端末器の例(Computer Television社)

(b) 家庭用有料テレビのシステム例(Teleprompter Magnavox社)

図8 各種有料テレビの系統図例

金は、普通3ドルである。

また、米国における映画館経営者や商業テレビ局の有料テレビ反対の問題は、過去18年間法廷で争われたが、1970年に終止符が打たれたため、いまは特に問題がない。今後の発展に大変興味がもたれる。

3.2 その他の実験システム

米国の有料テレビの実用化実験は、かなり社会環境が整備されたところで行われている。わが国ではこうした実用化実験を行う前に、加入者の反応や事業としての可能性に対するいろいろな問題点を調査する実験が郵政、通産両省の関係する生活映像情報システム開発協会で行われようとしている。同協会の生活情報システム開発本部では次の各種実験を昭和50～51年度に予定している。

自主放送：ローカルコミュニティの実験テレビ番組

自動反復サービス：ローカルCM、案内、告知等の繰返し連続放送

有料テレビ：定額式、従量式による映画番組の提供
リクエスト静止画：キーボードによる静止画の検索
放送応答システム：生放送に対する加入者応答の可能性

ファクシミリ：新聞半紙大の新聞ファックス

フラッシュインフォメーションサービス：テレビ放送の垂直帰線期間に多重する文字放送

これらは公式に行う野外実験の初めてのものだけに、予期しない問題が生ずるかもしれない。ぜひその結果を検討したいもののひとつである。

3.3 画像通信の研究動向とCATV分配網

ここでは、CATV分配網と画像通信の関係について述べてみたい。

将来の画像通信の対象として考えられるものは、家庭を対象とした場合、生活情報、医療情報、教育情報、および娯楽情報が考えられる。情報の特徴は、動画または静止画でソフトコピーが主体であり、音声が必要である。医療、教育情報は固定情報が多く、個別伝送と秘話の要求もあろう。これらの条件から、画像フレームをタイムスロットした静止画多重伝送方式が研究開発され¹¹⁾、利用技術の開発が期待されている。米国では、この方式のCATV分配網をとおした実験がすでに開始されている。この場合、加入者の発呼によって信号制御を行う必要があるものでは、ポーリングまたはコンテンツ

ョンによるデータの集信が必要で、効率的なシステムの研究¹²⁾¹³⁾も行われている。

企業間の情報は、集信、配信、交換、および処理が主体となるので、もっぱらデータ通信が利用される。したがって、画像としてのマンマシンインターフェイスのためにはコンピューターによる画像プリント、ディスプレイが当分主流となると考えられる。

画像通信プロパーの分野の特徴は、当分ハードコピーが多く、暫時ソフトコピーも利用される。文字、図形の利用度が高く、高解像度が要求される。当然ポイント・ツー・ポイントの通信なので、交換網が必要である。最近、これらの点に着目して、CATV分配網を利用した静止画による相互通信システムの研究¹⁴⁾が進められている。

こうしたCATV網の画像通信への応用研究は、まだ開始されたばかりで、組織的な開発研究にまでなっていない。これは、ひとつには同軸分配網の建設費が非常に多額であること、充分な社会的ニーズが見出されていないことによると思われる。

(昭和49年6月28日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 山口孝一：テレビ中継放送局のゴースト防止装置，NHK技研月報，16，11（1973）17
- 2) 高橋章ほか：固定用移相器の共同受信施設への応用，テレビ全大，8-5（1974）
- 3) 山口孝一：テレビ中継放送局のゴースト防止装置，NHK技研月報，16，11（1973）19
- 4) 新井利昭ほか：IFゴーストキャンセラ，テレビ学会無線技術研資（1974）
- 5) 磯部忠：共同受信のチャンネル配列，NHK技研月報，16，1（1973）31
- 6) たとえば，東京ケーブルビジョンの系統別規格配分
- 7) 白水末喜ほか：都市ケーブルビジョン施設のシステム設計，放送技術，24，1（1971）92
- 8) 沼口安隆ほか：CATVシステム設計の諸問題，放送技術，27，7（1974）64
- 9) 加藤清：JCTVの施設概要，放送技術，25，12（1972）
- 10) Ira Kamen：Questions and Answers about PAY-TV（1973）
- 11) 安東平一郎：静止画放送，NHK技研月報，16，8（1973）20
- 12) 香月泰ほか：双方向静止画像通信における通信制御の方式，テレビ全大，12-7（1974）
- 13) 磯部忠ほか：有線テレビにおける回線制御の方式，テレビ全大，13-16（1974）
- 14) 釜江尚彦ほか：静止画像通信方式についての考察，信学会通信方式研資CS74-46～59（1974.6）